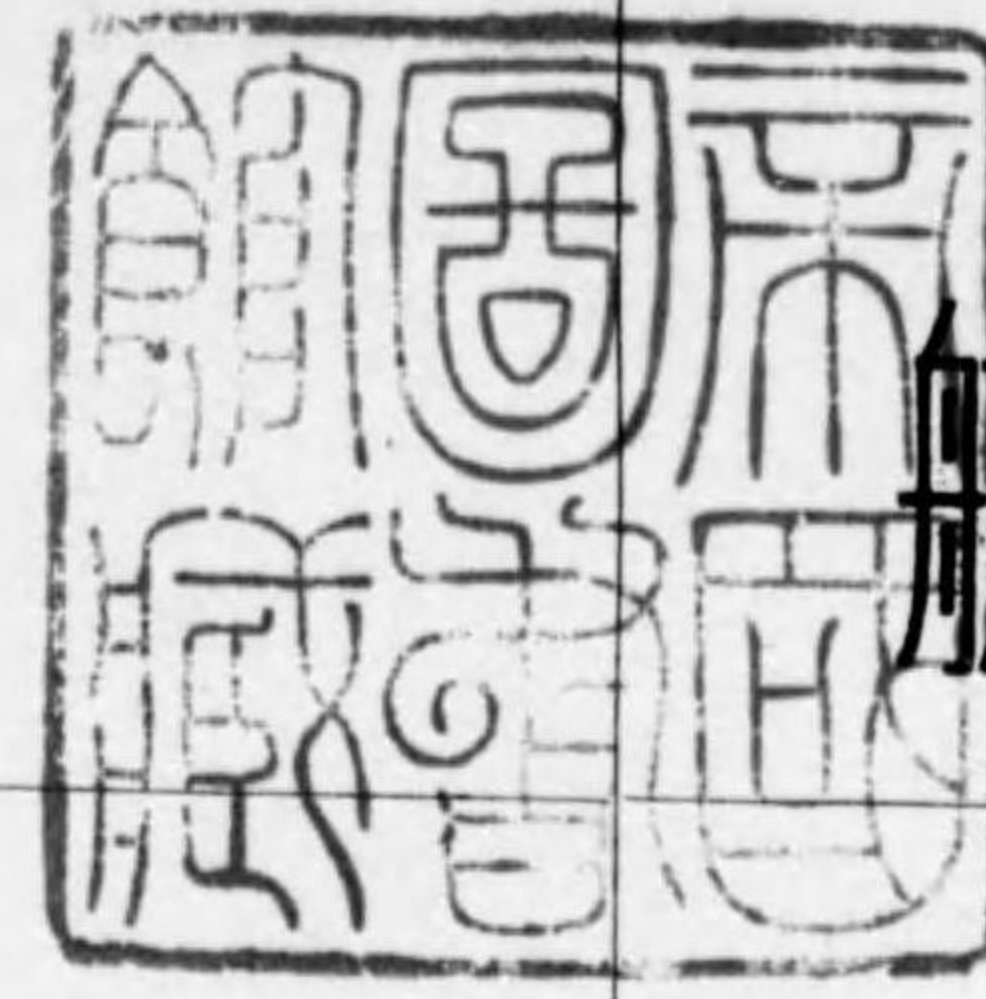


始



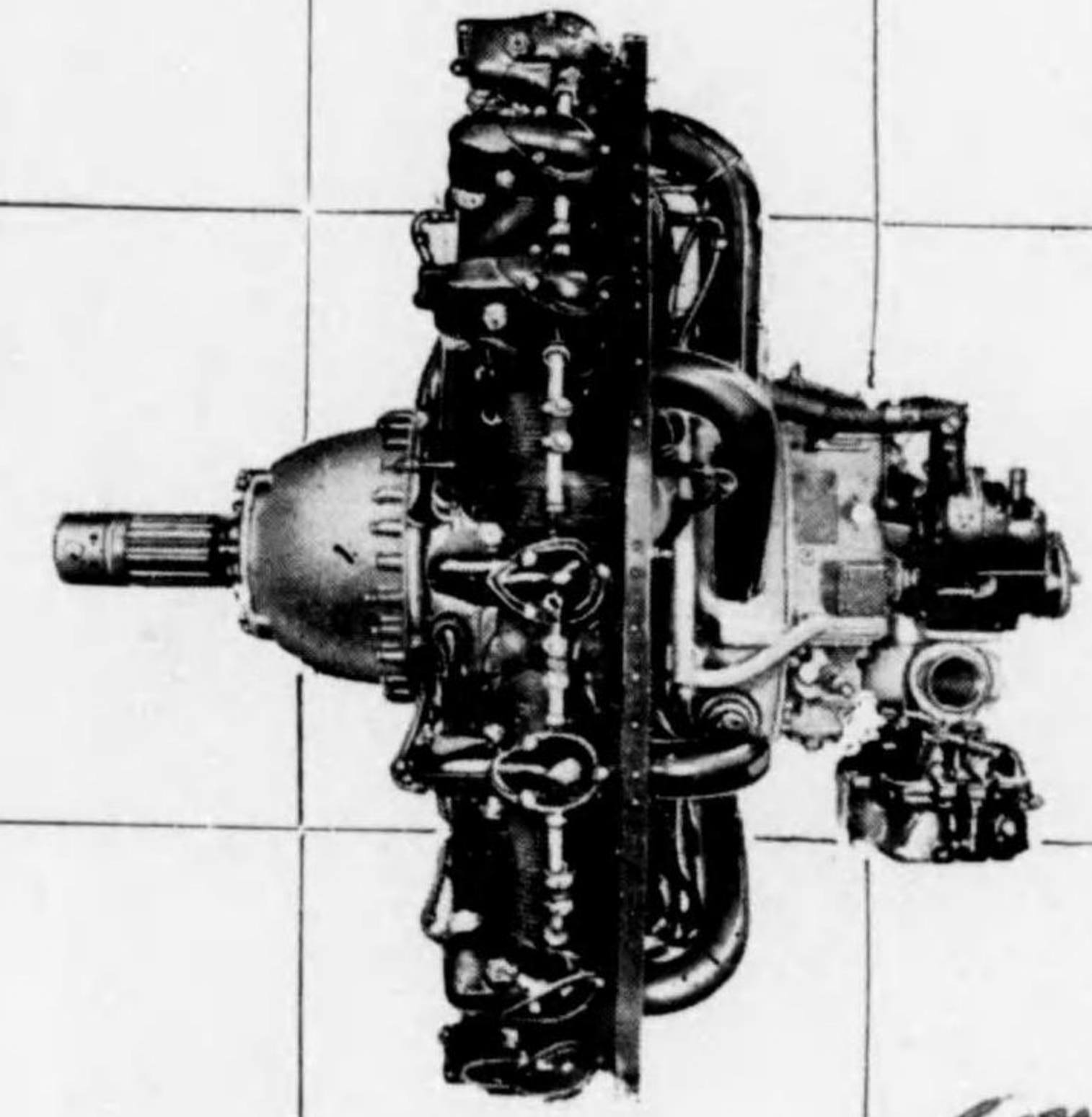
KISM-53



# 航空發動機

538.3  
D 24  
⑦

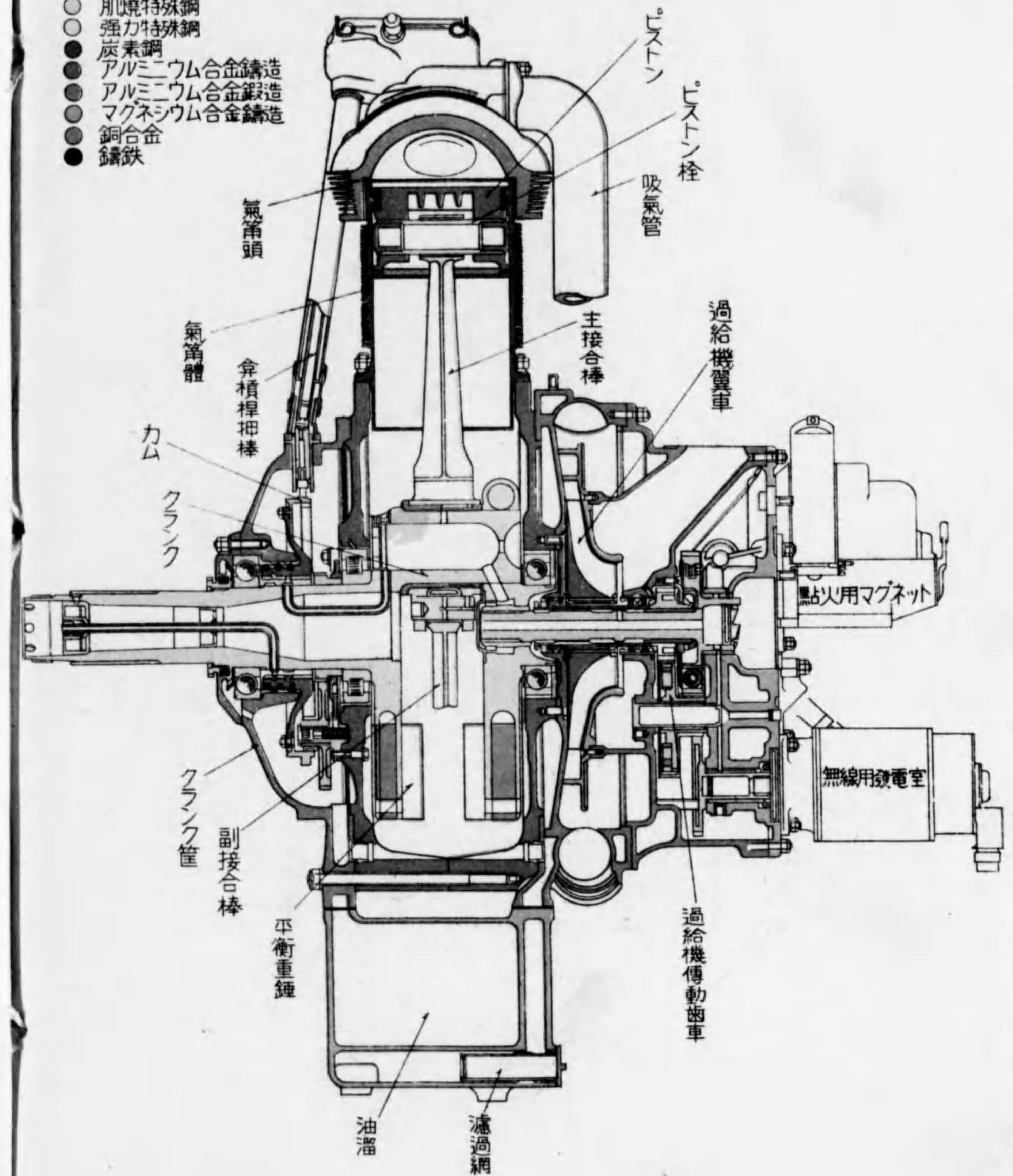
監 修  
清 塚 富 工學博士  
纂 編  
大日本工業學會



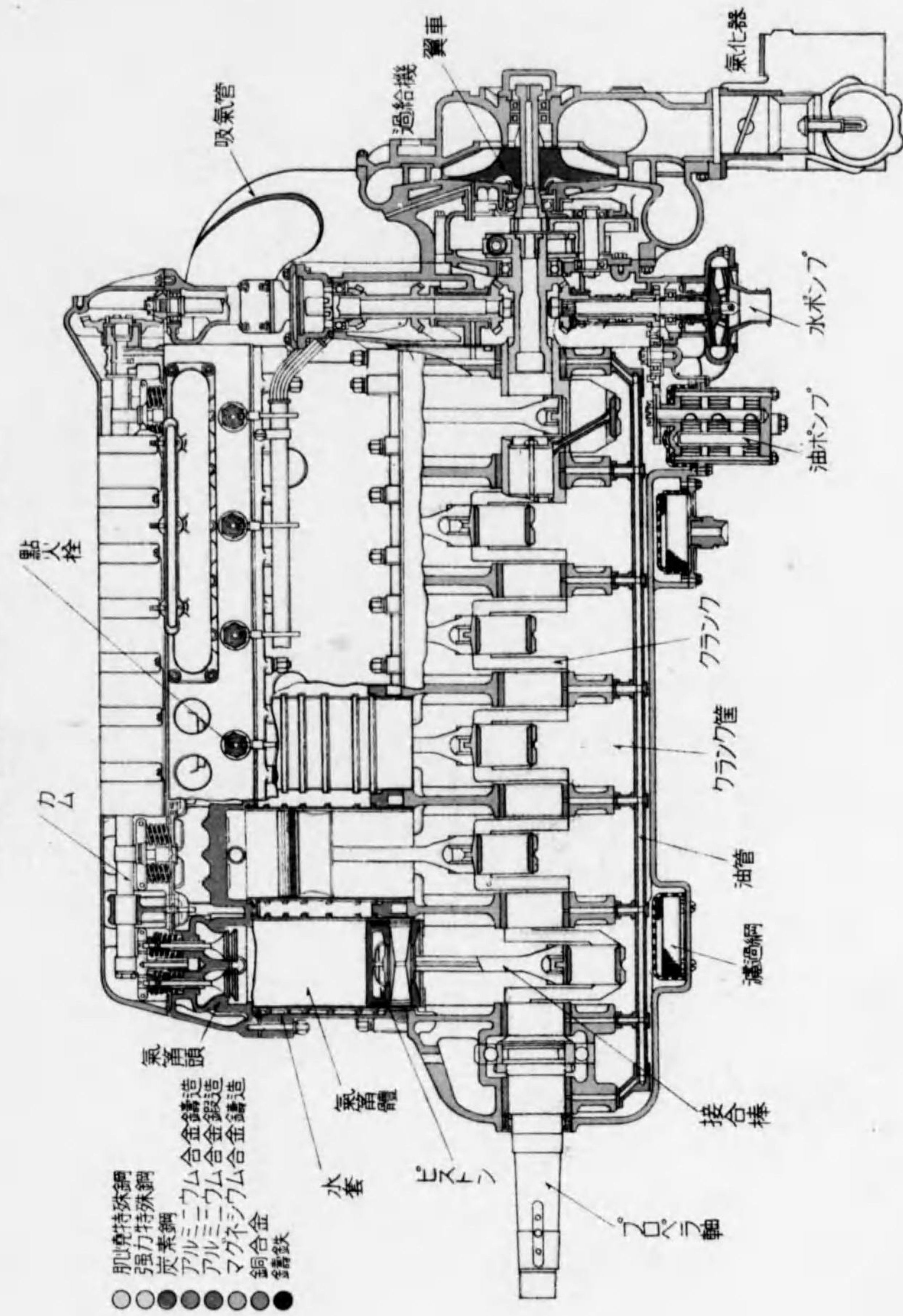
大日本工業學會刊

# 空冷式發動機材料の一般圖

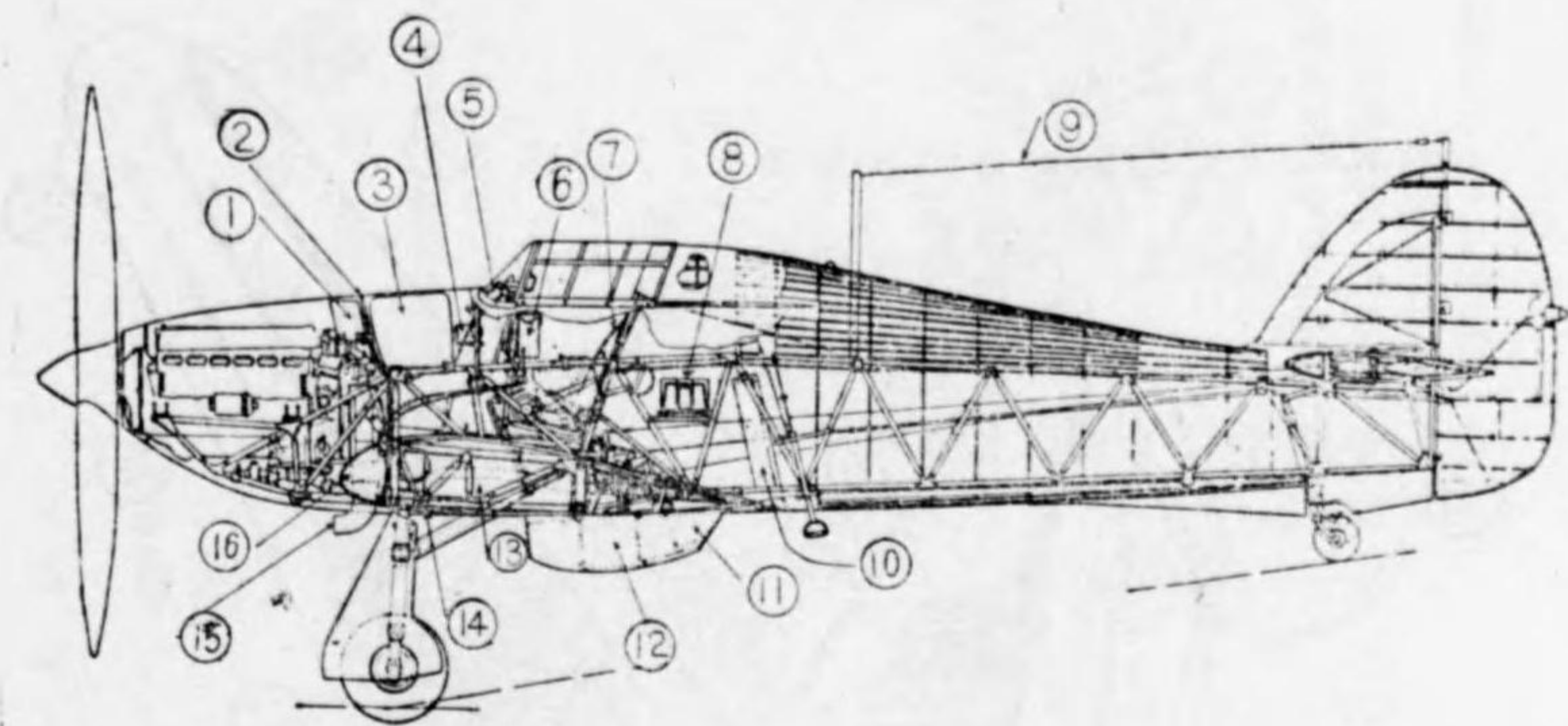
- 肌焼特殊鋼
- 強力特殊鋼
- 炭素鋼
- アルミニウム合金鑄造
- アルミニウム合金鍛造
- マグネシウム合金鑄造
- 銅合金
- 鑄鉄



液冷式發動機材料の一般圖

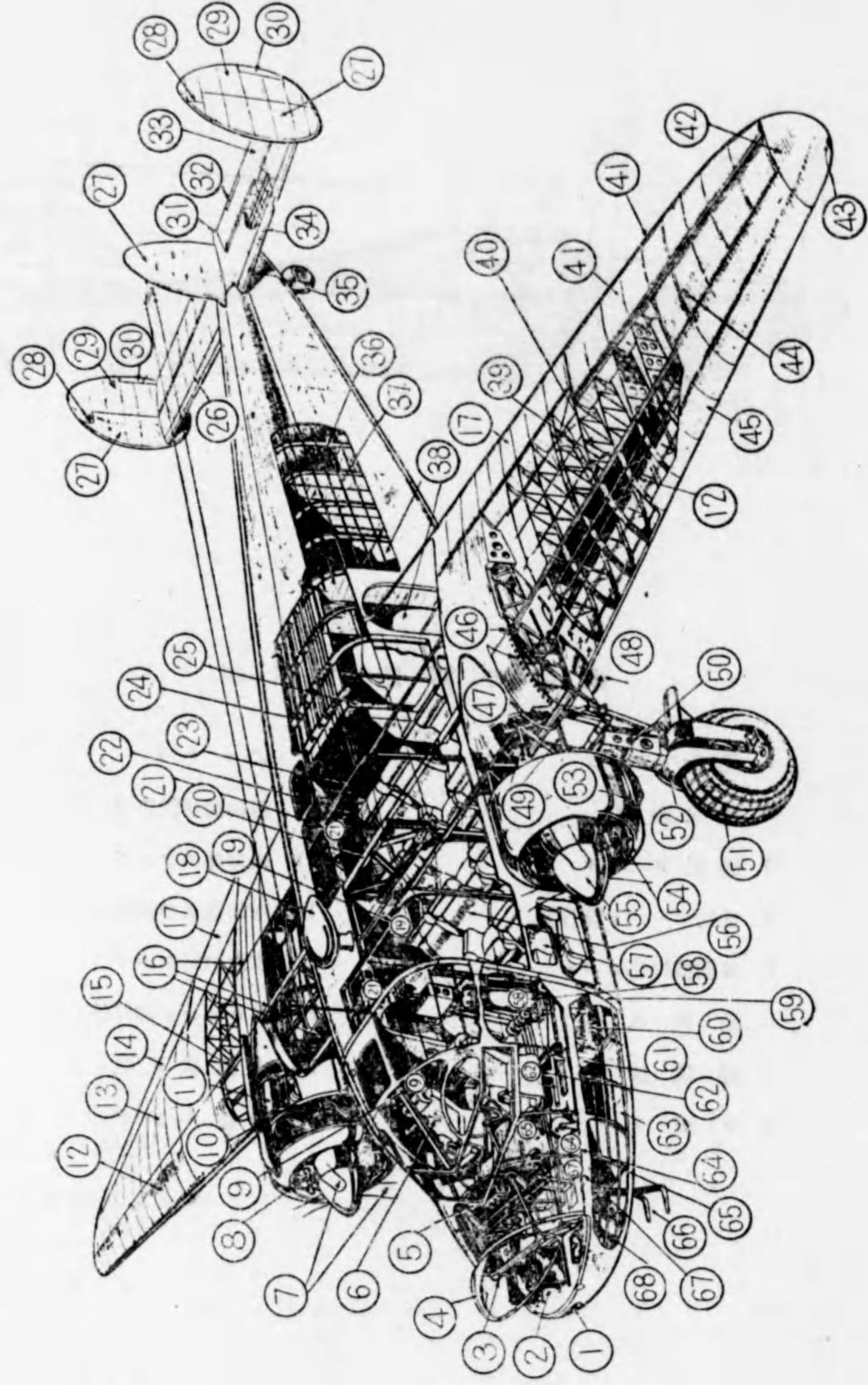


- 別心特殊鋼
- 強力特殊鋼
- 灰素鋼
- アルミニウム合金
- ニッケル合金
- マグネシウム合金
- 銅合金
- 鋳鉄



胴体の構造詳細図

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1 燃料タンク     | 9 アンテナ        |
| 2 防火隔壁      | 10 着陸照明投下口    |
| 3 燃料タンク     | 11 冷却器フラップ    |
| 4 自動ブースト操作器 | 12 冷却器及び滑油冷却器 |
| 5 発動機操作レバー  | 13 左右燃料タンク    |
| 6 地図入       | 14 プロニング機関銃   |
| 7 操縦席       | 15 空気取入孔      |
| 8 ラヂヲ       | 16 滑油タンク      |



飛行機々体各部の名稱

De Havilland D. H. 95型 "Flamingo" 旅客輸送機

- |                     |               |                      |            |                  |                    |                      |             |               |       |
|---------------------|---------------|----------------------|------------|------------------|--------------------|----------------------|-------------|---------------|-------|
| 7                   | 12            | 19                   | 26         | 34               | 41                 | 48                   | 55          | 62            | 69    |
| デ・ハヴィランド金製翼3翼定速プロペラ | 金屬製D型桁        | 閉覆                   | 水平安定板(交換式) | 前縁(取外式)          | 胴体                 | 着陸した場合の保護用           | 1           | 2             | 6     |
| 8                   | 13            | 19                   | 27         | 35               | 4                  | 60                   | 2           | 6             | 6     |
| 發動機架(取外式)           | 羽布外皮を持つ後縁部    | 二重窓(防寒防音のため)         | 垂直安定板(交換式) | 施回式尾輪(操縦席より固定可能) | 操縦桿                | 客室部分の隔壁(これより前方は別に製作) | 蓄電池         | 探知器           | 尾輪    |
| 10                  | 14            | 22                   | 28         | 47               | 19                 | 59                   | 9           | 18            | 51    |
| 防火隔壁                | 補助翼           | 非常出入口                | 方向舵(交換式)   | 脚引用の油壓ジャッキ       | 操縦系(天井を通る)         | 胴体下の強い縦通材(圓を引込んだまま)  | ラ方向探知器      | 客室空気導管(上部荷物棚) | 耳輪    |
| 11                  | 15            | 36                   | 29         | 52               | 24                 | 60                   | 18          | 21            | 52    |
| 滑油タンク               | 翼(1本のガーダーD型桁) | 隔壁                   | 方向舵釣合部     | 耳輪               | 操縦系(押引杆から索に変化する部分) | 客室部分の隔壁(これより前方は別に製作) | 客室空気導管      | 航室            | 緩衝脚支柱 |
| 16                  | 16            | 37                   | 30         | 53               | 64                 | 59                   | 21          | 25            | 7     |
| 桁間に燃料タンク2個          | 翼             | 縦通材                  | 方向舵(交換式)   | 緩衝脚支柱            | 操縦系(垂下式)           | 客室部分の隔壁(これより前方は別に製作) | 航室          | 航室            | 緩衝脚支柱 |
| 48                  | 17            | 38                   | 32         | 54               | 67                 | 60                   | 31          | 43            | 7     |
| 發動機冷却用の空気が翼下面より排出する | 下翼            | 後部荷物室(客室に改造し得る)      | 昇降舵        | 緩衝脚支柱            | 踏棒                 | 胴体下の強い縦通材(圓を引込んだまま)  | 航室          | 航室            | 緩衝脚支柱 |
| 49                  | 18            | 57                   | 33         | 55               | 7                  | 60                   | 56          | 58            | 7     |
| 發動機架骨組              | 主翼            | 側面窓                  | 昇降舵        | 緩衝脚支柱            | 翼                  | 着陸した場合の保護用           | 油槽          | 機首からの客室通風導管   | 緩衝脚支柱 |
| 53                  | 20            | 59                   | 34         | 56               | 5                  | 60                   | 61          | 62            | 7     |
| 發動機翼                | 後翼            | 客室部分の隔壁(これより前方は別に製作) | 昇降舵        | 緩衝脚支柱            | 尾翼                 | 胴体下の強い縦通材(圓を引込んだまま)  | 座席高さの調節装置   | 座席の滑溝         | 緩衝脚支柱 |
| 54                  | 23            | 60                   | 35         | 57               | 5                  | 60                   | 65          | 66            | 7     |
| 空冷式發動機              | 小翼            | 胴体下の強い縦通材(圓を引込んだまま)  | 昇降舵        | 緩衝脚支柱            | 尾翼                 | 着陸した場合の保護用           | 電熱器ピストン管速度計 | 電熱器ピストン管速度計   | 緩衝脚支柱 |
| 55                  | 40            | 63                   | 36         | 58               | 5                  | 60                   | 66          | 66            | 7     |
| プロペラ整形帽             | 主翼            | 前部荷物室                | 昇降舵        | 緩衝脚支柱            | 尾翼                 | 着陸した場合の保護用           | 電熱器ピストン管速度計 | 電熱器ピストン管速度計   | 緩衝脚支柱 |
|                     | 41            | 68                   | 37         | 59               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     | 42            | 68                   | 38         | 60               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     | 44            | 68                   | 39         | 61               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     | 45            | 68                   | 40         | 62               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     | 46            | 68                   | 41         | 63               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 42         | 64               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 43         | 65               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 44         | 66               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 45         | 67               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 46         | 68               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 47         | 69               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 48         | 70               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 49         | 71               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 50         | 72               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 51         | 73               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 52         | 74               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 53         | 75               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 54         | 76               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 55         | 77               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 56         | 78               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 57         | 79               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 58         | 80               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 59         | 81               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 60         | 82               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 61         | 83               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 62         | 84               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 63         | 85               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 64         | 86               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 65         | 87               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 66         | 88               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 67         | 89               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 68         | 90               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 69         | 91               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 70         | 92               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 71         | 93               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 72         | 94               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 73         | 95               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 74         | 96               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 75         | 97               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 76         | 98               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 77         | 99               | 5                  | 60                   |             |               | 7     |
|                     |               | 68                   | 78         | 100              | 5                  | 60                   |             |               | 7     |

929  
138

## 序

今次大東亞戦争が勃發するや否や、我が海軍航空部隊はハワイ真珠灣頭に突入し、一舉に敵太平洋艦隊を覆滅し、世界戦史上未だ曾て見ざる赫々たる大戦果を齎したことは、吾人の欣幸に耐へざるどころである。正に航空機こそ近代戦の華形であり、國土防衛上必須の武器であり、輓近に於ける文明の發達も航空機に俟つところが多大である。今や一國の隆替消長は、航空工業の發達如何によつて左右されることは、火を見るよりも明かとなつた。

本書はこの航空機の心臓部とも稱すべき發動機に就いて概説したものであるが、その知識を得んとする人々のために、最も平易なることに意を用ひ、かつ圖解本位のものとし、初學者向に一見してその要點を把握し得る様特に挿圖は斷面圖、解剖圖等を多く取入れ獨習かつまた實際参照に便ならしめることに力めた。一方用語説明様式にも細心の注意を拂ふと共に教材も汎く世界各國に於て使用されてゐる最近の航空發動機に就いて詳説し、遺憾なきを期したつもりである。本書によつて各種航空發動機の發達、性能、構造等に就きその大略を容易に知悉し得ることゝ信ずる。敢へて一讀を要望して已まない次第である。

昭和17年5月

大日本工業學會

# 目 次

## 第1章 内 燃 機 関

1. 内燃機関の特長 .. .. .	1
2. 内燃機関の構造 .. .. .	2
3. 内燃機関の作動 .. .. .	4
4. 内燃機関の種類 .. .. .	11

## 第2章 航空發動機の概要

1. 航空發動機 .. .. .	15
2. 航空發動機の發達 .. .. .	16
3. 航空發動機としての必要條件 .. .. .	20
4. 最近の航空發動機 .. .. .	22

## 第3章 航空發動機の形式

1. 航空發動機の形式 .. .. .	24
2. シリンダの配列による區別 .. .. .	24
3. 冷却方法による區別 .. .. .	38
4. 行程による區別 .. .. .	42
5. 燃料による區別 .. .. .	42
6. 機構による區別 .. .. .	46

## 第4章 發 動 機 本 體

1. シ リ ン ダ .. .. .	50
--------------------	----



目	次
2. ピストン .....	53
3. 接合棒 .....	55
4. 弁装置 .....	58
5. 弁の開閉時期 .....	61
6. カム装置 .....	61
7. クランク軸 .....	69
8. クランク室 .....	79
9. 減速装置 .....	82
10. 補機傳動装置 .....	86

### 第5章 氣化器

1. 氣化器の作用 .....	83
2. 基本的氣化器 .....	89
3. 氣化器の補助装置 .....	89
4. 各種氣化器 .....	94
5. 燃料供給装置 .....	98

### 第6章 過給氣装置

1. 上空に於ける發動機の出カ .....	100
2. 過給機 .....	101
3. 過給機附發動機の性能 .....	107
4. 自動ブースト調整装置 .....	109
5. 遠心式過給機 .....	111
6. 吸氣管 .....	115

目	次
---	---

### 第7章 冷却装置

1. 發動機の冷却 .....	118
2. シリンダの冷却 .....	118
3. 空氣冷却法 .....	119
4. 水(または液)冷却法 .....	124

### 第8章 始動装置

1. 始動装置の種類 .....	135
2. 慣性始動装置 .....	137

### 第9章 潤滑装置

1. 給油法 .....	140
2. 滑油系統 .....	141
3. 滑油槽 .....	142
4. 油ポンプ .....	143
5. 油冷却器 .....	145

### 第10章 点火装置

1. 高壓磁石發電機 .....	149
2. 始動用磁石發電機と昇壓器 .....	154
3. 点火栓 .....	155
4. 高壓電纜 .....	156
5. 点火順序 .....	156

6. 点火時期 .....	161
---------------	-----

### 第11章 計 器

1. 回 轉 計 .....	163
2. 油 壓 計 .....	165
3. 温 度 計 .....	165
4. 燃 料 計 .....	166
5. プ ー ス ト 計 .....	168
6. 混 合 比 計 .....	168

### 第12章 發動機の取扱法

1. 運 轉 .....	170
2. 点検と手入 .....	172
3. 故障と修理 .....	177

### 第13章 性能試験装置

1. 馬力測定法 .....	181
2. 動力計 .....	183
3. 消費量測定法 .....	187

### 第14章 燃料と潤滑油

1. 航空燃料 .....	190
2. 燃料の燃焼 .....	193
3. 燃料の諸性質 .....	194
4. 潤 滑 油 .....	197

### 第15章 發動機用材料



#### 1. 内燃機関の特長

内燃機関は一般に發動機といはれるもので、ガス、石油、ガソリン等を燃やして動力をつくるものである。

蒸気機関や蒸気タービンも動力をつくるものであるが、蒸気をつくるために蒸気罐といふ大仕掛な設備が必要になるので、持運びには大變不便である。

内燃機関は、蒸気機関その他の原動機と較べて次のやうな特長がある。

- (1) 形が小さく、持運びが容易である。
- (2) 蒸気罐や復水器のやうな大きい補助機械を取付ける必要がない。
- (3) 馬力當りの重さが小さい。

蒸気機関は1馬力當り 12 kg

航空機関は1馬力當り 0.5 kg

- (4) 機関の始動が早い。

以上のやうな特長があるので内燃機関は航空機、自動車、戦車、艦船、車輛等の原動機として使はれてゐる。

## 2. 内燃機関の構造

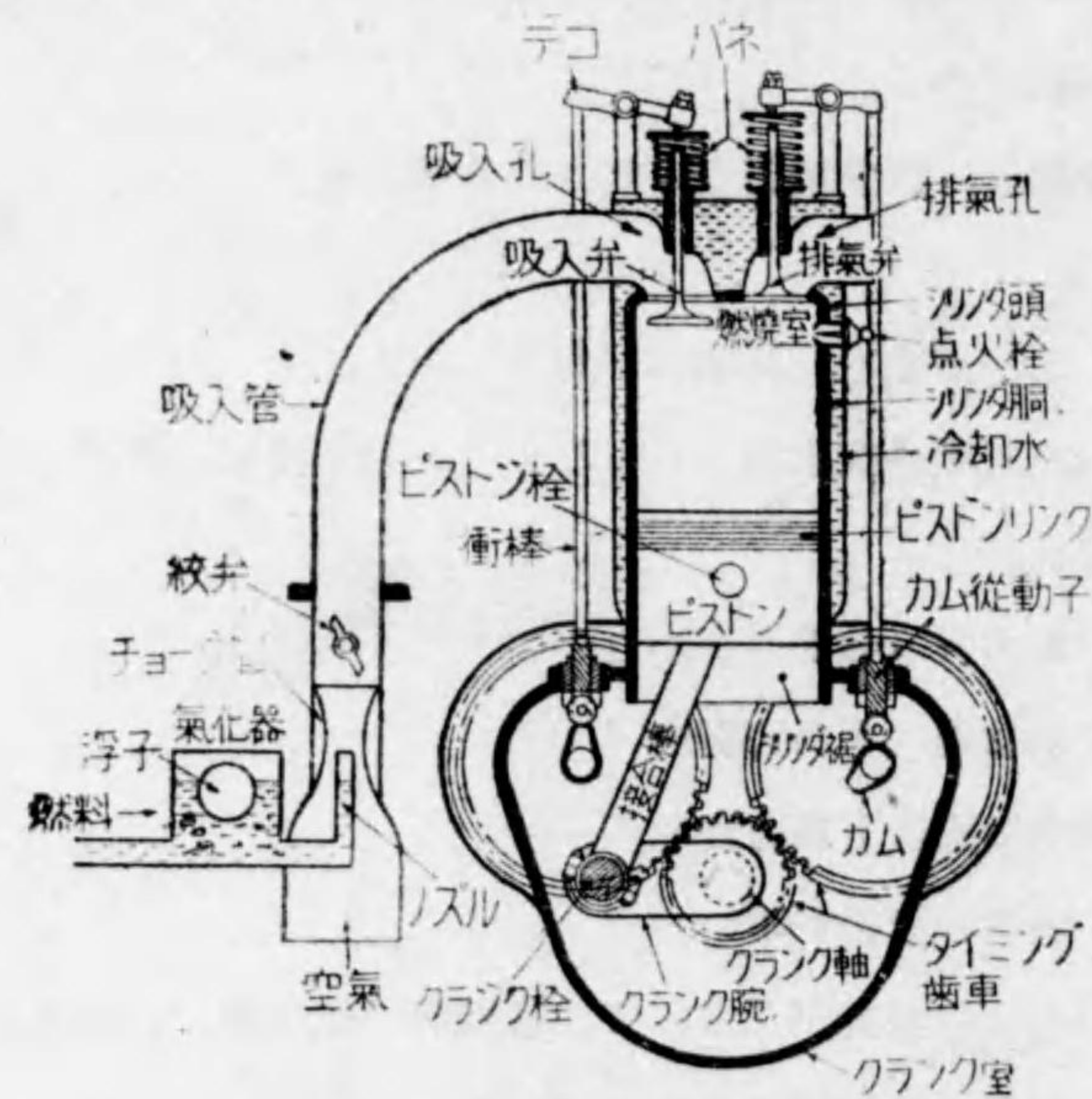
内燃機関は蒸気機関と異なつて、筒の中でガスが燃えるので、このやうな名稱があるのである。

筒の中でガスを燃やして動力をおこすには、このガスを壓縮して火を着け、そのとき出来る壓力で軸を廻すのである。

第1圖は内燃機関の構造を示した略圖である。

ガスを燃やす筒をシリンダ、火を着けるものを点火栓、廻す軸をクランク軸といふ。

シリンダの内にガスを入れるために吸入管、吸入孔、吸入弁が必要であり、燃えたガスを出すのに排気弁、排気孔等が必要となる。



第1圖 内燃機関の構造

燃えたガスの壓力でクランク軸を廻すには、ピストン、接合棒、クランク腕等がある。

以上の装置は、機関の本體となるもので、内燃機関が完全な仕事をするためには、この他に色々な仕掛が必要となるのである。

内燃機関の構造は大體次の装置に分けることが出来る。

(1) **機関本體** シリンダ、ピストン、接合棒、クランク、弁等運動の主體となる部分

(2) **燃料供給装置** ガソリン等をタンクから氣化器まで送り届ける装置

(3) **氣化装置** 石油、ガソリン等のやうに液體を燃料としてゐる場合は、これをガス状に氣化しなければならない。氣化器はこの役目をはたすものである。

(4) **点火装置** シリンダの中に入ったガスに火を着ける装置で点火栓に電氣の火花を飛ばせて行ふのが普通である。

(5) **排気装置** 燃えたガスを外に出すもので、シリンダ内のガスは壓力が高いから消音器で壓力を下げた排出する場合が多い。

(6) **冷却装置** シリンダはガスの燃焼のため熱くなるので、適當に冷やさなければならない。これには水で冷したり空気で冷したりしてゐる。

第1圖はシリンダを水で冷す式のもので、水を入れる部分を水套といふ。

(7) **潤滑装置** 内燃機関の各部は殆ど運動してゐる部分ばかりであつて、そのため摩擦があり熱も加はるのである。かうした運動

部分に油を注いでやる装置を潤滑装置といつてゐる。

(8) 補助装置 内燃機関には色々な種類があり、また使はれてゐるものにより、それぞれ異なつた装置が必要である。

ガス機関では、ガス発生が、ディーゼル機関では噴射装置、航空發動機では過給機とか減速装置等である。

### 3. 内燃機関の作動

内燃機関が完全な働をするためには、各部がそれぞれの役目を果たさなければならない。

各部の運動を系統的に調べて見ると、これを二つの種類に分けることが出来る。

(A) 4 行程運動 (B) 2 行程運動

行程といふのは、ピストンがシリンダ内を往復する長さのことで、

4 行程といふのは、ピストンが行程を4だけ動くことである。

クランク軸が1回轉するとき、ピストンは1往復するから、2行程することになる。

4 行程運動とは、ピストンが2往復する運動で、この間に内燃機関は一つのまとまつた作動をするのである。

#### (1) 4 行程運動

4 行程運動(サイクル)をする機関を4サイクル機関といひ、4行程の各々を次のやうに區別する。

#### 吸 入 行 程

ピストンが上死點から下死點に下る行程で、吸入弁が開きガスは

シリンダ内に吸入せられる。

死點とは、ピストンが往復運動するとき上端または下端の位置をいふのである。

吸入行程に於て、シリンダ内に入るガスの容積は次の通りである。

$V$  ……吸入ガスの容積

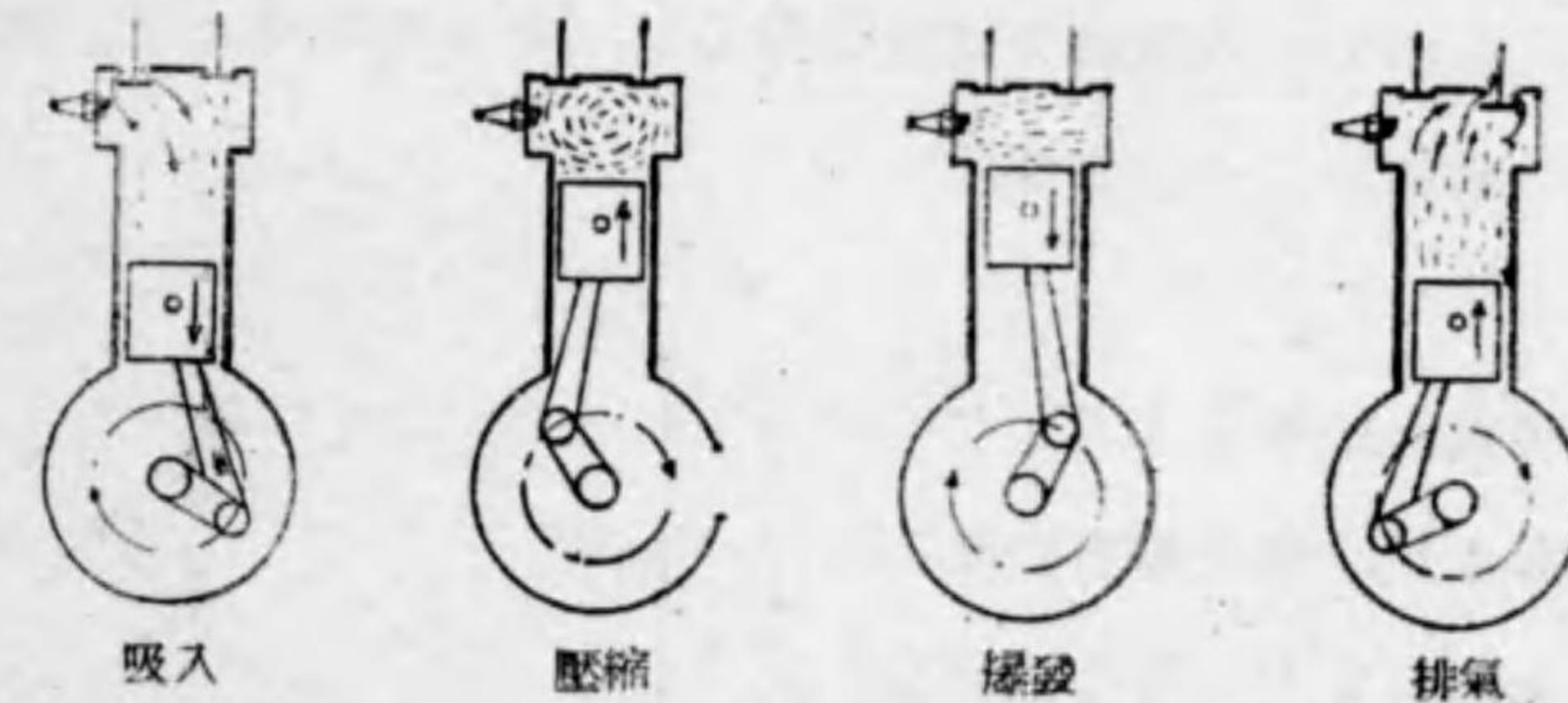
$D$  ……ピストンの直徑

$L$  ……行程の長さ

$\eta$  ……吸入効率

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 L \eta \dots\dots\dots (1)$$

$\frac{\pi}{4} D^2 L$  を行程容積といひ、航空發動機では1~4lが普通である。



第2圖 4 行程運動

#### 壓 縮 行 程

ピストンが下死點から上死點に上る行程で、弁は閉され、吸入したガスは壓縮される。

壓縮行程に於て、ガスは次のやうに壓縮される。

$V_h$ ……行程容積

$V_k$ ……壓縮容積

$V$ ……シリンダ容積

$\epsilon$ ……壓縮比

$$V_k = \frac{V}{\epsilon} = \frac{V_h}{\epsilon - 1} \dots\dots\dots (2)$$

$$V = V_h + V_k \dots\dots\dots (3)$$

$$\epsilon = \frac{V_k + V_h}{V_k} = \frac{V}{V_k} \dots\dots\dots (4)$$

壓縮比は、航空發動機では 5~7 位である。

### 膨脹行程

壓縮されたガスに火を着けて燃焼させると、ガスは膨脹する。ピストンはこのとき上死點から下死點に下る。

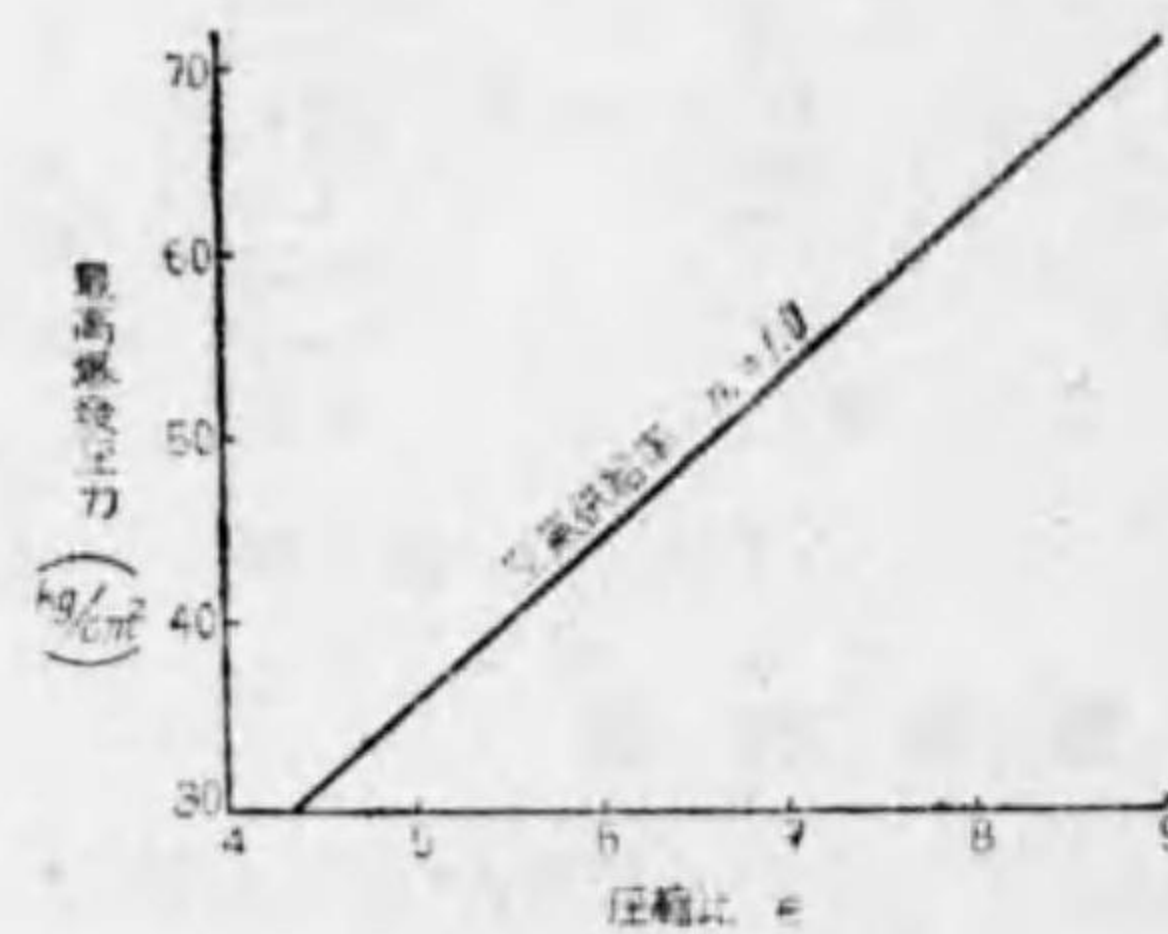
爆發によつてガスの壓力は急に昇るが、その最高壓力は、第3圖のやうに壓縮比によつて變化する。

圖は空氣供給率を 1 とした場合であるが、爆發壓力は壓縮比に比例して大となる。

空氣供給率は、次のやうにして求める。

$\mu$ ……空氣供給率

$G_a$ ……供給した空氣量



第 3 圖 最高爆發壓力

$G_{ath}$ ……理論上必要な空氣量

$M$ ……燃料 1kg 當り供給した空氣量……混合比

$M_{th}$ ……燃料 1kg 當り理論上必要な空氣量……理論的混合比

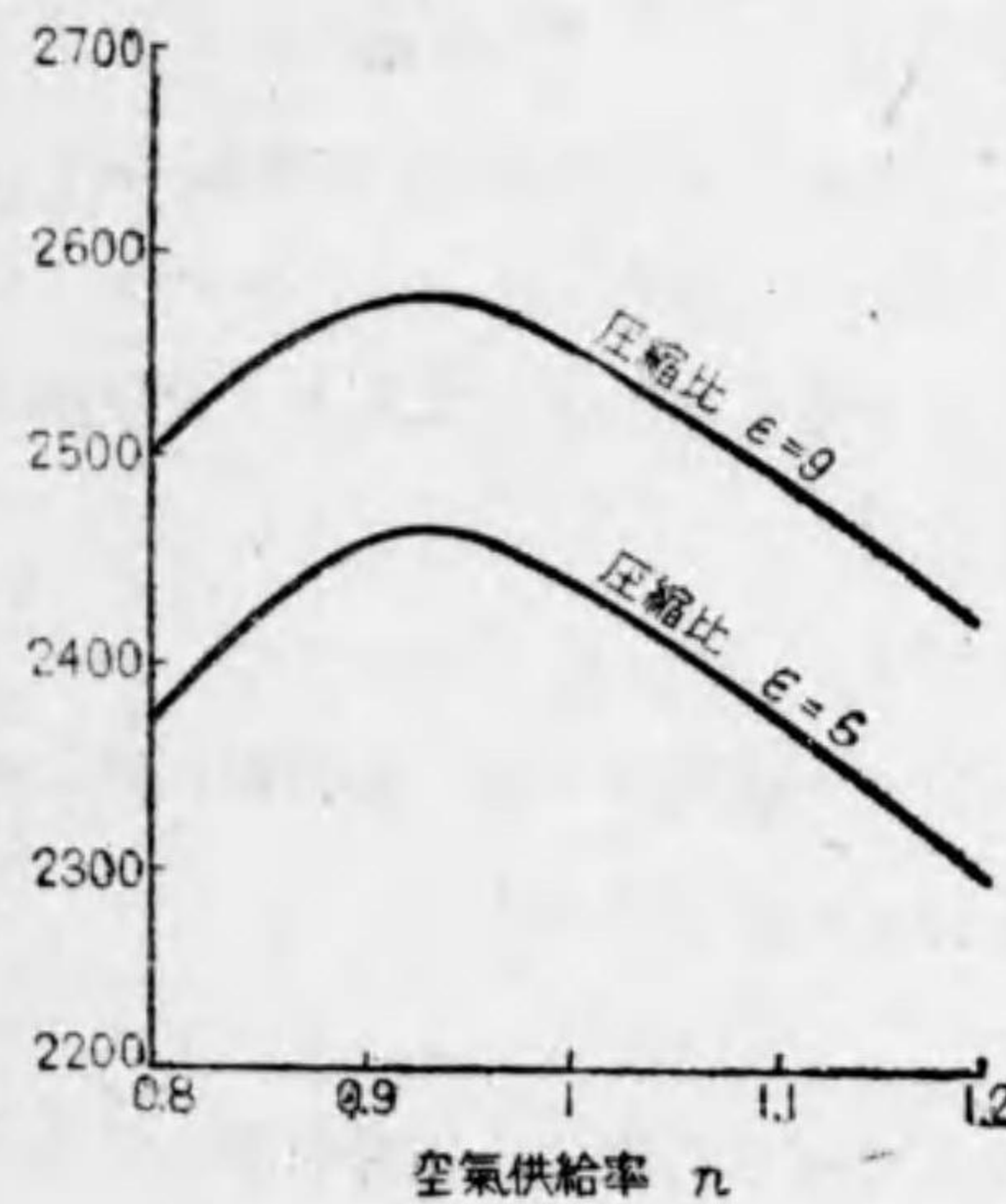
$$\mu = \frac{G_a}{G_{ath}} = \frac{M}{M_{th}} \dots\dots\dots (5)$$

ガソリン機関では

$\mu$	>1 過剰	=1 完全燃焼	<1 不足
$G_{ath}$		14.96 kg/kg	
$M$		9 ~ 17	
$M_{th}$		14.96	

第 4 圖は、ガスが爆發したときの溫度を示したものである。

爆發時の溫度は、壓縮比によつても變化するが、空氣供給率によ



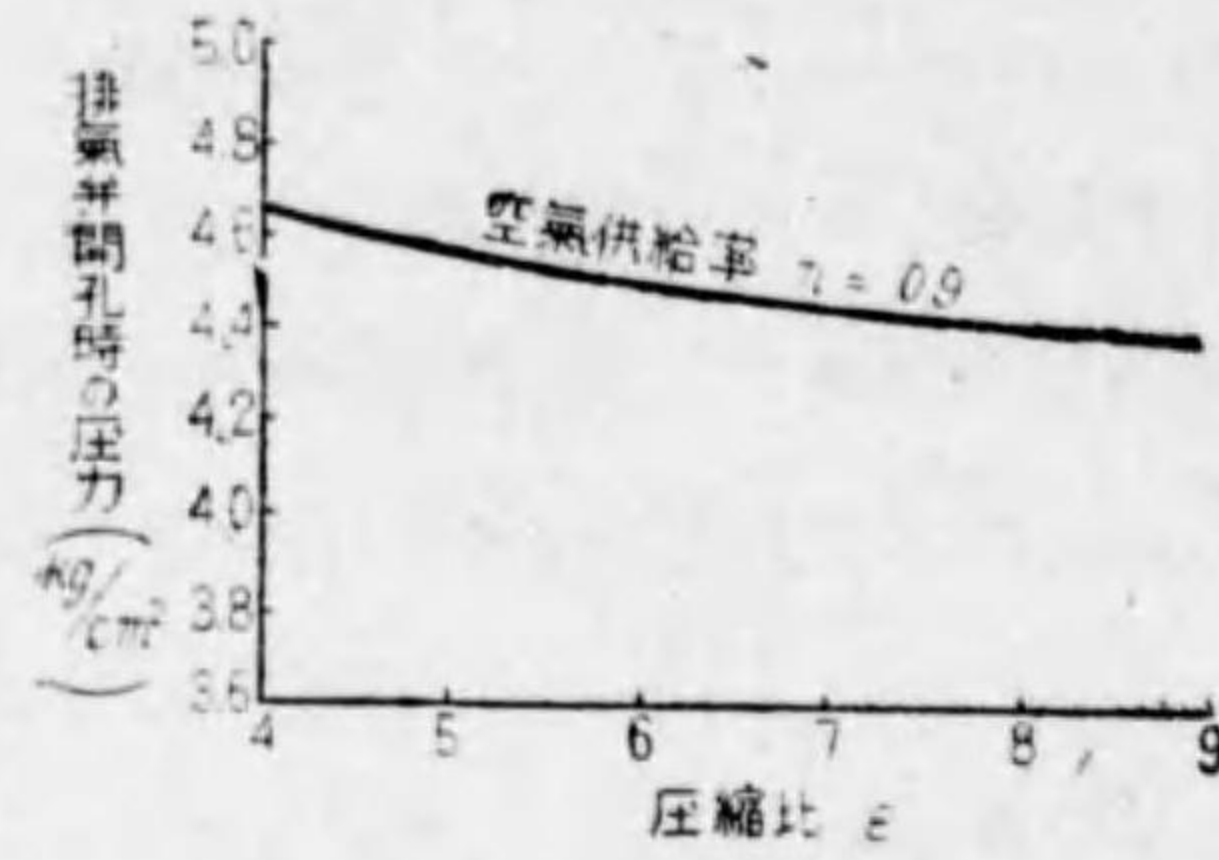
第 4 圖 爆發時の溫度

つても變化するもので、ガソリン機関では 0.9~1 の範圍が最高溫度となるものである。

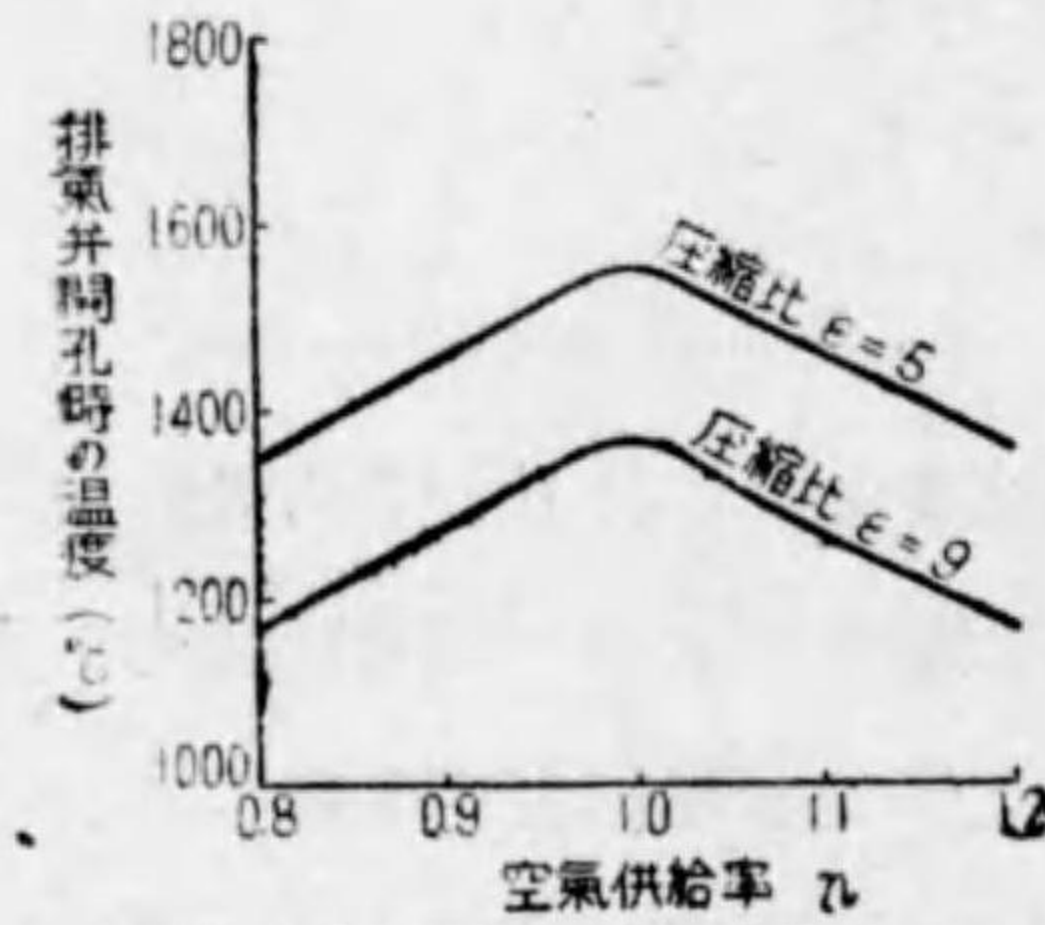
クランク軸の回轉力はこの膨脹行程に於て生ずるものである。

### 排氣行程

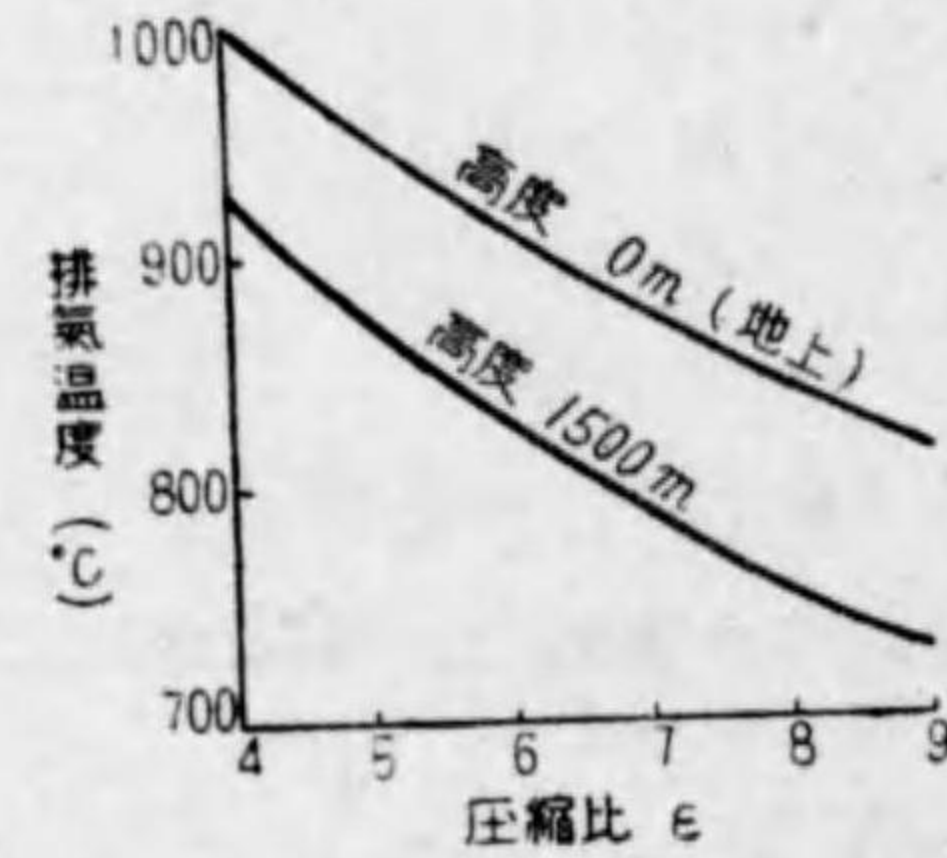
ピストンが下死點から上死點に上る行程で、排氣弁が開き燃焼したガスがピストンに



第5圖 排氣時の壓力



第6圖 開孔時の排気温度



第7圖 大気圧となつた排気の温度

よつて押出される作用をする。

排気弁は、膨脹行程の終る少し前(ピストンが下死點に達する少し前)にすでに口を開くのであるが、このときのガスの壓力は、第5圖の通り

である。

排気の温度は排気弁を開いた時は第6圖の通りであり、大気壓まで膨脹したときは第7圖の通りになる。

### (2) 2行程運動

2行程運動をする機関を2サイクル機関といひ、2行程の間に吸入、壓縮、膨脹、排氣の作動を行ふものである。

#### 第1行程

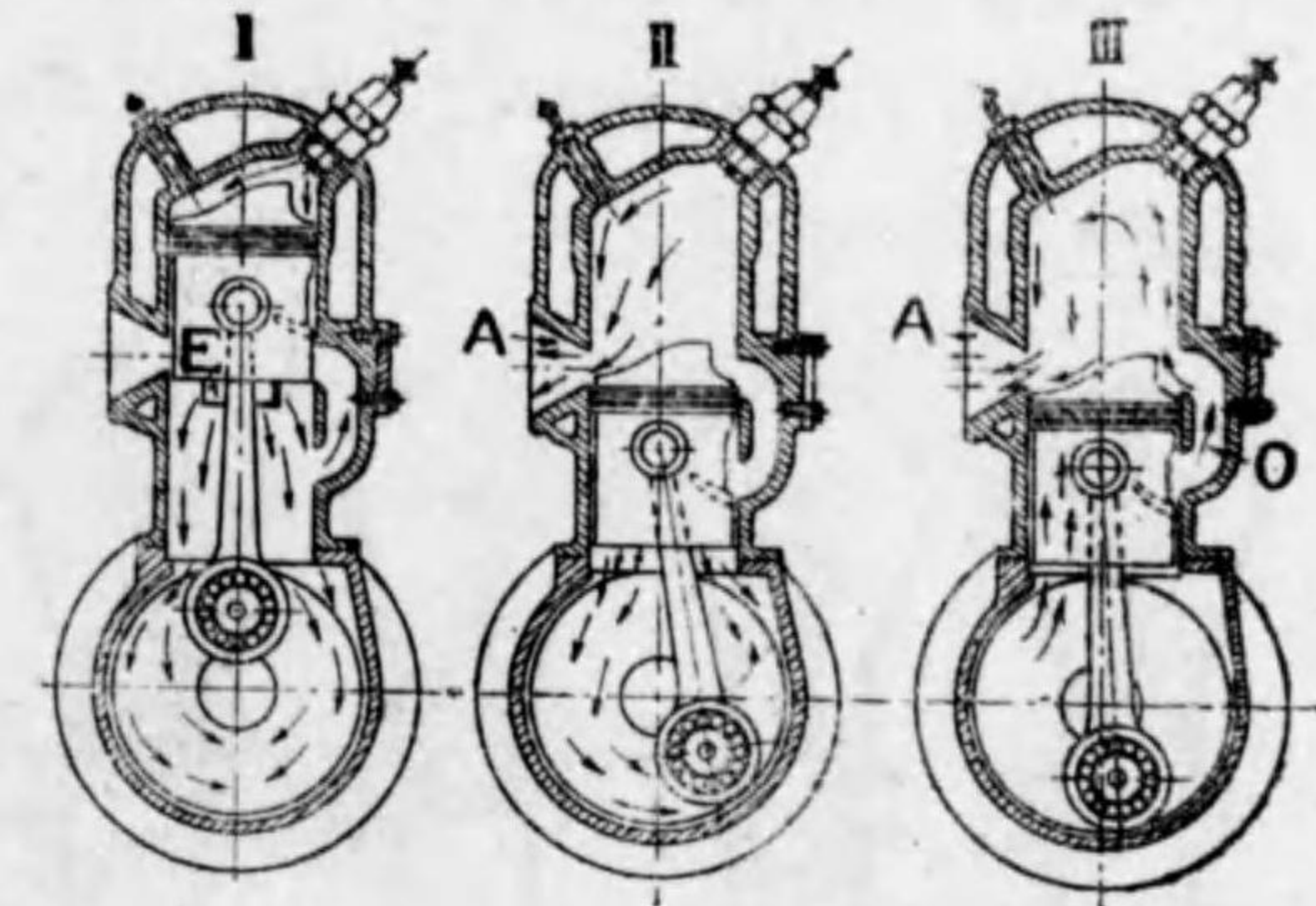
ピストンが上死點から下死點まで下る行程で、下降行程 (Down stroke) ともいふ。

この行程は、ガスの爆發によつて始まり、ピストンが下死點に近づくと排氣をし、續いて吸入もするやうになる。

排氣はシリンダの周圍にある孔から出るのであるが、全部の廢ガスを排出させ、それに代つて新しいガスを入れるには、特別な方法を考へなければな

らない。

第8圖のIはガスに火が着き、爆發が始まつたところである。このときEの口からFのクランク室に新しいガスが入つて來る。



第8圖 2行程運動

IIはピストンが下死點に近附いたところで排氣はAの口から外に出るやうになつてゐる。

IIIの位置では、新しいガスがOの口からシリンダの中に送りこまれる。この勢で廢ガスは全部追出されることになる。

#### 第2行程

ピストンが下死點から上死點に上る行程で、上昇行程 (Up stroke) ともいふ。

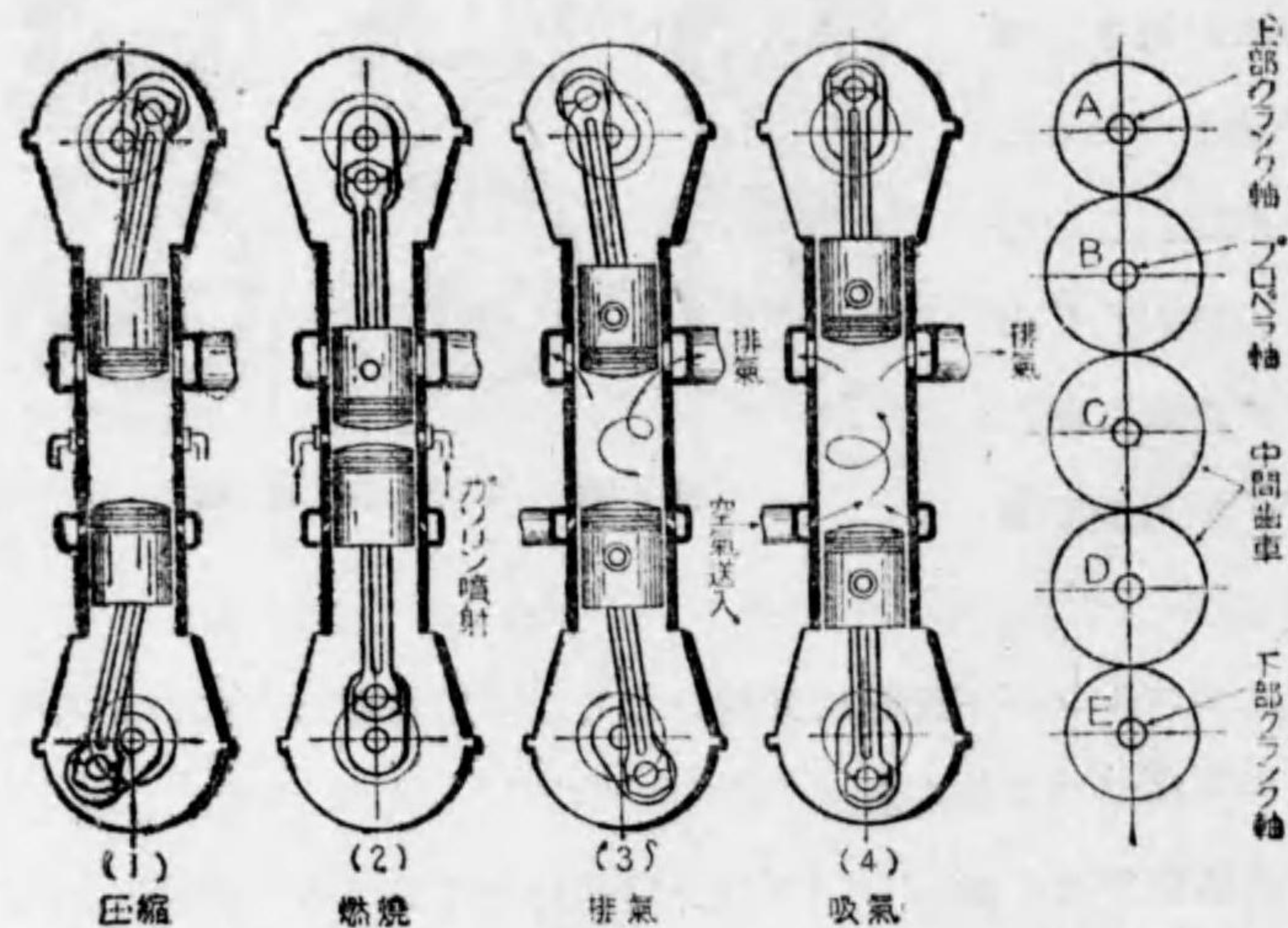
ピストンの上昇につれOの入口、Aの出口は順次閉ざされ、中のガスは壓縮されるやうになる。

第9圖は、ユンカース ユモ 205 型の航空發動機の作用を示したものである。

圖に於て、(1) はピストンが對向して上る行程で、ガス（こゝでは空氣）は壓縮されつゝある。

(2) は上昇行程が終り、燃焼して下降行程に移る位置である。

ディーゼル機関では空氣を吸入し、壓縮して重油を噴射させ燃焼させるのである。



第9圖 對向式2サイクル機関 (Junkers "Jumo" 205型ディーゼル)

### (3) 4サイクルと2サイクルの比較

内燃機関には、4サイクル式と2サイクル式とがある。

サイクルとは行程運動のことで、4行程運動をする機関を4サイクル式といひ、2行程運動をする機関を2サイクル式といふ。

石油機関やガソリン機関には、4サイクル式のものが多く、ディー

ゼル機関には、2サイクル式のものがかなりある。

4サイクル式は次のやうな特長がある。

(i) 吸入、壓縮、爆發、排氣等の作動が各行程に於て單獨に行はれるから、動作が確實である。

(ii) 2サイクル式のやうに排氣ガスと吸入ガスとが混合しないから燃焼状態がよい。

(iii) 高速2サイクル式機関では、吸入路や排氣路の中で絞氣作用がよく生ずるが、4サイクル式ではおこらない。

2サイクル式は、次のやうな特長がある。

(i) 同じ大きさの發動機についていへば、4サイクル式より發生馬力が大きい。従つて1馬力當りの重量や容積が少なくてすむ。

(ii) 吸入弁や排氣弁がいない。

(iii) 有効に働く行程が大であるから、回轉力が比較的均齊である。

### 4. 内燃機関の種類

内燃機関を使用する燃料で區別すると、次の4種類となる。

- (A) ガス機関
- (B) 石油機関
- (C) ガソリン機関
- (D) ディーゼル機関

#### (1) ガス機関

ガスには天然ガス、木炭ガス、石炭ガス等色々ある。

ガスを燃料に使へば、氣化器は不必要となるが、發生装置かまたはガスを貯藏する槽が必要となる。

航空發動機としてはガス機関は不適當であるが、飛行船用の發動機に、ブラウン ガスが使はれたことがある。

### (2) 石油機関

ガソリンより比重の大きい石油を燃料とする内燃機関で、工場用、農業用、船舶用として使はれてゐる。

石油は氣化し難く、發生する力も弱いから航空發動機としては不適當である。

### (3) ガソリン機関

ガソリンを燃料とするもので、航空發動機の大部分はこの機関である。

ガソリンは氣化器の内で空氣と混合してガス状となつてシリンダに送りこまれるか、噴射器でシリンダ内に噴きこまれる。

### (4) チーゼル機関

石油より更に比重の大きい重油を燃料とする内燃機関で、航空發動機としても用ひられてゐる。

チーゼル機関は、他の内燃機関と異なり、吸入行程に於ては空氣だけを吸入して壓縮するのである。従つて他の機関より壓縮比を大きくすることが出来る。

壓縮の終りに、重油を噴射させると直ちに燃焼するから、この機関では氣化器と点火装置がいらぬ。

重油を噴射するのに二つの方法がある。

#### (A) 空氣噴射式

#### (B) 無氣噴射式

空氣噴射式は、高壓空氣(約  $75 \text{ kg/cm}^2$ )を利用してシリンダ内に

重油を噴射するものである。

無氣噴射式は、空氣を使はず重油に高壓力(約  $300 \text{ kg/cm}^2$ )を與へて噴射させるものである。

噴射された重油は、霧状になつてシリンダの空氣と觸れる。この空氣は壓力約  $35 \text{ kg/cm}^2$  で、溫度が  $550^\circ\text{C}$  位になつてゐるので、重油は自然に引火し燃焼するのである。

### (5) 各種内燃機関の性能

第1表は、各種の内燃機関について、その性能を比較したものである。

表中の記號は、それぞれ次の意味である。

$rev/min$  毎分の回轉數 revolution per minute

$m/s$  毎秒何米 meter per second

行程・シリンダ内徑比 行程をシリンダの直徑で割つた値

$\epsilon$  第6頁にある(4)式を見よ。

$kg/cm^2$  毎平方厘米當り何斤 kg per sq-cm

$P_{mi}$  Mean indicated pressure

$g/BHP/h$  毎時1馬力當り何瓦 gram per Brake Horse Power per hour



第1表 各種内燃機関の諸性能

機関種類	空噴射式ターゼル機関		空噴射式ターゼル機関		無噴射式ターゼル機関		自動車用高速ターゼル機関		自動車用高速ターゼル機関		小型ガソリン機関		自動車用ガソリン機関		航空用ガソリン機関		ガソリン機関		石油機関 (燈油)	
	低速	中速	2サイクル	4サイクル	2サイクル	4サイクル	2サイクル	4サイクル	2サイクル	4サイクル	低速	中速	乗用	貨物	航空用	ガソリン機関	低速	中速	低速	中速
回転数 rev/min	100~500	500~1000	300~550	500~1000	100~600	1000~2500	1000~2500	1000~2500	1000~2500	1000~2500	450~1200	1300~1800	2500~3600	1200~2500	1600~3500	100~500	400~900	900~1500	400~900	900~1500
ピストン速度 m/s	4.0~6.0	6.0~9.0	3.5~4.0	6.0~9.0	4.0~5.5	7~12	7~12	7~12	7~12	7~12	2.5~6.5	4~10	8~15	6~12	9~14	2~4	2.0~5.0	2.5~4.0	2.0~5.0	2.5~4.0
行程、シリンダ内径	1.2~1.7	1.5	1.0~1.6	1.2~1.7	1.5~1.75	1.04~1.75	1.04~1.75	1.04~1.75	1.04~1.75	1.04~1.75	1.0~1.5	1.0~1.65	1.2~1.5	1.1~1.4	1.0~1.3	0.9~1.75	1.2~1.5	1.1~1.4	1.2~1.5	1.1~1.4
壓縮比 $\epsilon$	13~14	14~15	6~9	13~15	12~14	13~18	13~18	13~18	13~18	13~18	4.0~4.3	4.2~4.5	5~7	4.2~6.0	5~8	4~8	3.5~5.0	4.0~5.5	3.5~5.0	4.0~5.5
壓縮力 kg/cm <sup>2</sup>	30~33	33~37	8~17	33~46	33~40	36~55	36~55	36~55	36~55	36~55	6.5~7.1	6.8~7.7	8~11	6~9	8~13	6.5~13	5.5~8.0	6.5~9.0	5.5~8.0	6.5~9.0
燃焼最高圧力 kg/cm <sup>2</sup>	33~37	34~39	13~25	43~50	43~50	45~75	45~75	45~75	45~75	45~75	20~22	21~24	30~45	24~38	30~50	13~35	17~24	18~25	17~24	18~25
指示平均有効圧力 P <sub>mi</sub> kg/cm <sup>2</sup>	6.4~6.5	6.8	2.5~3.1	5.5~7.5	5.9~7.2	5.2~7.0	5.2~7.0	5.2~7.0	5.2~7.0	5.2~7.0	6.4~6.9	7.0~7.5	6.5~9.2	6.2~8.0	8.3~13.0	4.4~6.0	4.4~6.3	5.7~6.3	4.4~6.3	5.7~6.3
正味平均有効圧力 P <sub>me</sub> kg/cm <sup>2</sup>	4.9~5.0	5.0	2.0~2.5	4.5~5.9	4.9~5.6	4.4~6.0	4.4~6.0	4.4~6.0	4.4~6.0	4.4~6.0	5.1~5.5	5.5~5.8	5.6~7.0	5.0~6.5	7.0~12	3.5~4.8	3.5~4.8	4.5~5.0	3.5~4.8	4.5~5.0
機械効率 %	79~82	82	65~75	84~88	85~89	90~95	90~95	90~95	90~95	90~95	81~87	80~86	85~90	87~92	87	87~88	81~87	80~86	81~87	80~86
燃料消費率 g/BHP/h	205~225	200	230	185~165	180~165	180	180	180	180	180	300~350	250~290	250~300	280~300	300~350	180~250	180~250	180~250	180~250	180~250
指示熱効率 %	38~40	35~40	37~41	43~47	43~47	44~47	44~47	44~47	44~47	44~47	24~27	21~23	21~23	21~23	21~23	25~36	17~22	16~20	17~22	16~20
體積効率 %	81~85	76~82	—	81~85	81	—	73~78	73~78	73~78	73~78	80~81	77~80	85~88	83~85	85	50~60	76~82	72~76	76~82	72~76
正味馬力熱効率 $\eta_a$ %	30~32	28~32	18~27	35~38	35~38	34	34	34	34	34	24~27	21~23	21~23	21~23	21~23	25~36	17~22	16~20	17~22	16~20
冷却損失 %	34~31	28~21	23~25	24~24	28~30~31	—	—	—	—	—	34~31	37~34	32~34	33~35	17~12	35~23	40~39	41~40	40~39	41~40
排氣及び射損失 %	28~26	27~25	56~40	35~33	33~28	33~30	33~30	33~30	33~30	33~30	35~31	33~31	37~33	38~34	58~52	35~37	33~32	30~31	33~32	30~31
定額機械損失 %	18~11	13~15	8~10	9~6	7~9	8~6	7~5	7~5	7~5	7~5	7~11	9~12	6~5	6~5	3~5	5~4	10~7	13~9	10~7	13~9

## 第2章 航空發動機の概要

### 1. 航空發動機

航空發動機 (Aero engine) とは、飛行機に取付ける發動機で、この發動機によつてプロペラを廻して飛行するものである。

飛行機の性能をよくするためには、機體 (Body) そのものを出来るだけ軽くしなければならないのは勿論であるが、これに積む發動機の重量も出来るだけ軽くしなければならない。

發動機がいくら軽くても出力が小であつたり、また出力が大でも燃料を多く要したのでは、やはり飛行機の性能を落すことになる。

その他飛行機の性能をよくするためには、抵抗を出来る限り小さくしなければならない。そのためには、發動機も形を小さくし前面にかゝる抵抗を少なくしなければならないことになる。

航空發動機は、以上の點を充分満足させなければならないので多くは高速ガソリン機関で出来てゐる。

高速ガソリン機関であるから、構造や作用は大體自動車用の機関とよく似てゐるが、異なつてゐる點をあげると次の通りである。

- (i) 出力が非常に大きい。
- (ii) シリンダの配列方法が多様である。
- (iii) 1馬力當りの重量が小さい。
- (iv) 多くは過給装置と減速装置をもつてゐる。

もつとも高級の自動車用機関は航空發動機とよく似てゐるし、競

走用自動車等は航空發動機をそのまゝ取付けてある位である。

小さい飛行機（小型自家用機やスポーツ機等）では、自動車用機関より小型で出力の小さいものもある。

2. 航空發動機の發達

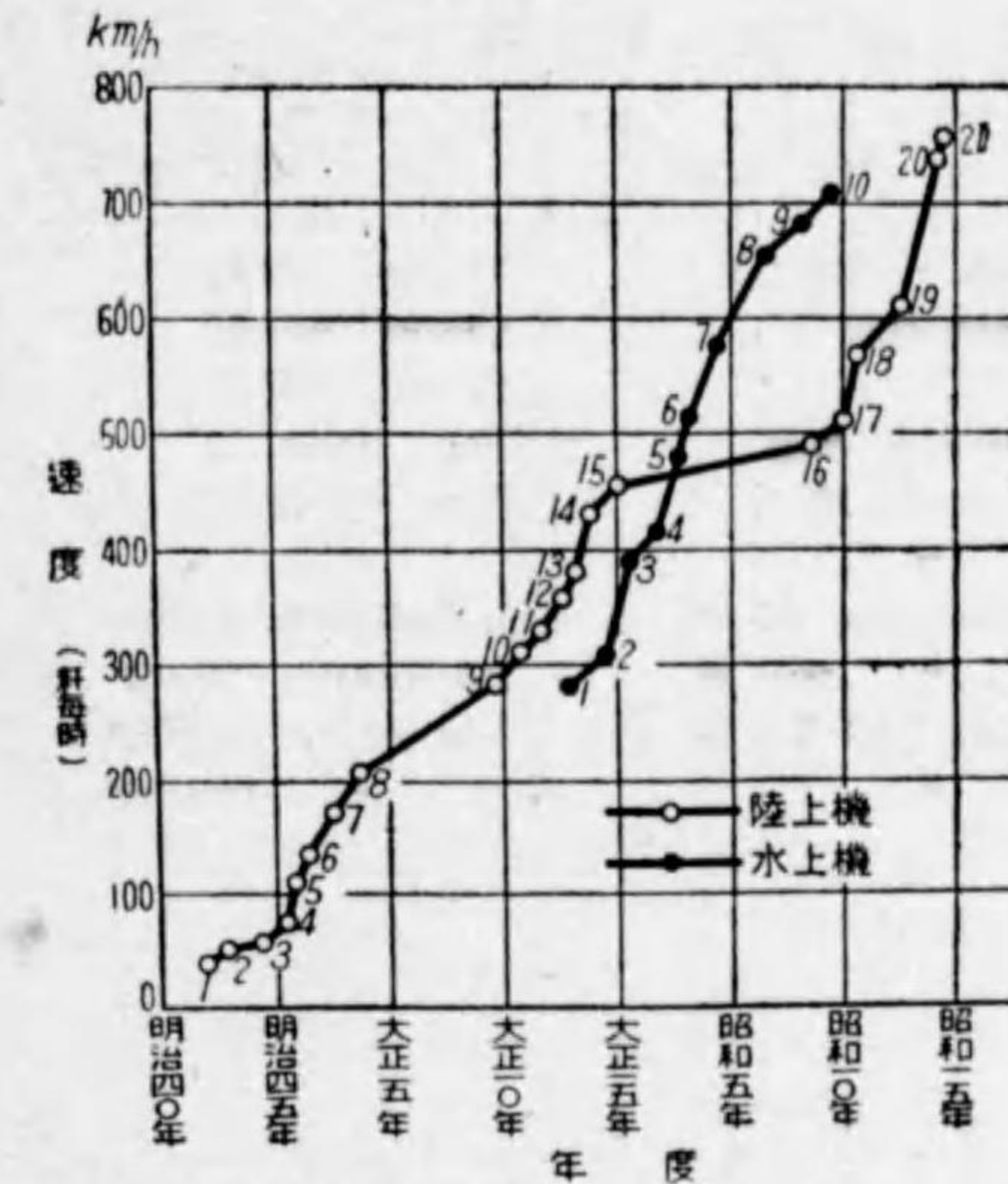
飛行機に初めて發動機を用ひたのは、紀元2503年（弘化元年）のことで、ベンソン（Benson）が蒸氣機関を裝備したのである。蒸氣機関は、飛行機用の發動機としては結局成功しなかつたが、紀元2521年にギルワルド（Henri Giffard）によつて飛行船に利用された事實がある。

明治36年ライト兄弟（Wilber Wright と Orville Wright）が始めて飛行に成功したときの發動機は、16馬力4シリンダの石油發動機であつて、このとき飛行時間は59秒、飛行距離は260mであつた。

その後飛行機の發達と共に發動機も進歩し、明治39年アントネット（Antoinette）50HP が出現したのを初めとし、明治44年にはグノー（Gnome）100HP、續いてクレルチエ 200HP 等が出來、大正3年にはイソッタ、マラッシュ 500HP 等が出現するやうになつた。

第一次歐州大戰の初期に於ては、100HP 級の發動機が多かつたが、戦後數年足らずして 500 HP 級のものが實用されるやうになつた。この頃ののものには、Rolls Royce 350HP, Liberty 400HP, Wright 200HP, Hispano 500HP 等があつて、それぞれ相當の成績を擧げてゐた。

最近に於ては、以下各章に於て述べるやうに壽命と信頼性に富む



第10圖 速度記録

第 2 表

陸 上 機 速 度 記 録

番 號	記 録 km/h	國	飛 行 機	發 動 機
1	41	佛	Santos-Dumont 複葉	Antoinette 50HP
2	53	佛	Voisin 複	"
3	74	佛	Bleriot 複	E. N. V 80HP
4	78	佛	Antoinette 單葉	Antoinette 50HP
5	110	佛	Bleriot 單	Gnome 100HP
6	133	佛	Nieuport 單	Gnome 70HP
7	174	佛	Deperdussin 單	Gnome 140HP
8	204	佛	"	"
9	283	佛	Spad-Herbemont 複	Hispano 300HP
10	313	佛	Nieuport-Delarge 複	"
11	330	佛	" 一半葉	"
12	359	米	Curtiss Army Racer 複	Curtiss 460HP
13	381	米	Curtiss Army Racer 複	"
14	429	米	Curtiss Navy Racer 複	"
15	448	佛	Bernard-Ferbois 單	Hispano 450HP
16	490	米	Wedel-Williams 單	P. W. wasp 800HP
17	506	佛	Caudron C-460 單	Renaut 380HP
18	567	米	Hughes "Special" 單	P. W. Twin Wasp 1000HP
19	611	獨	BFW Bf 113R 單	Daimler-Benz 950HP
20	747	獨	Heinkel He 112u 單	" 1175HP
21	755	獨	Messerschmitt Me109R單	"

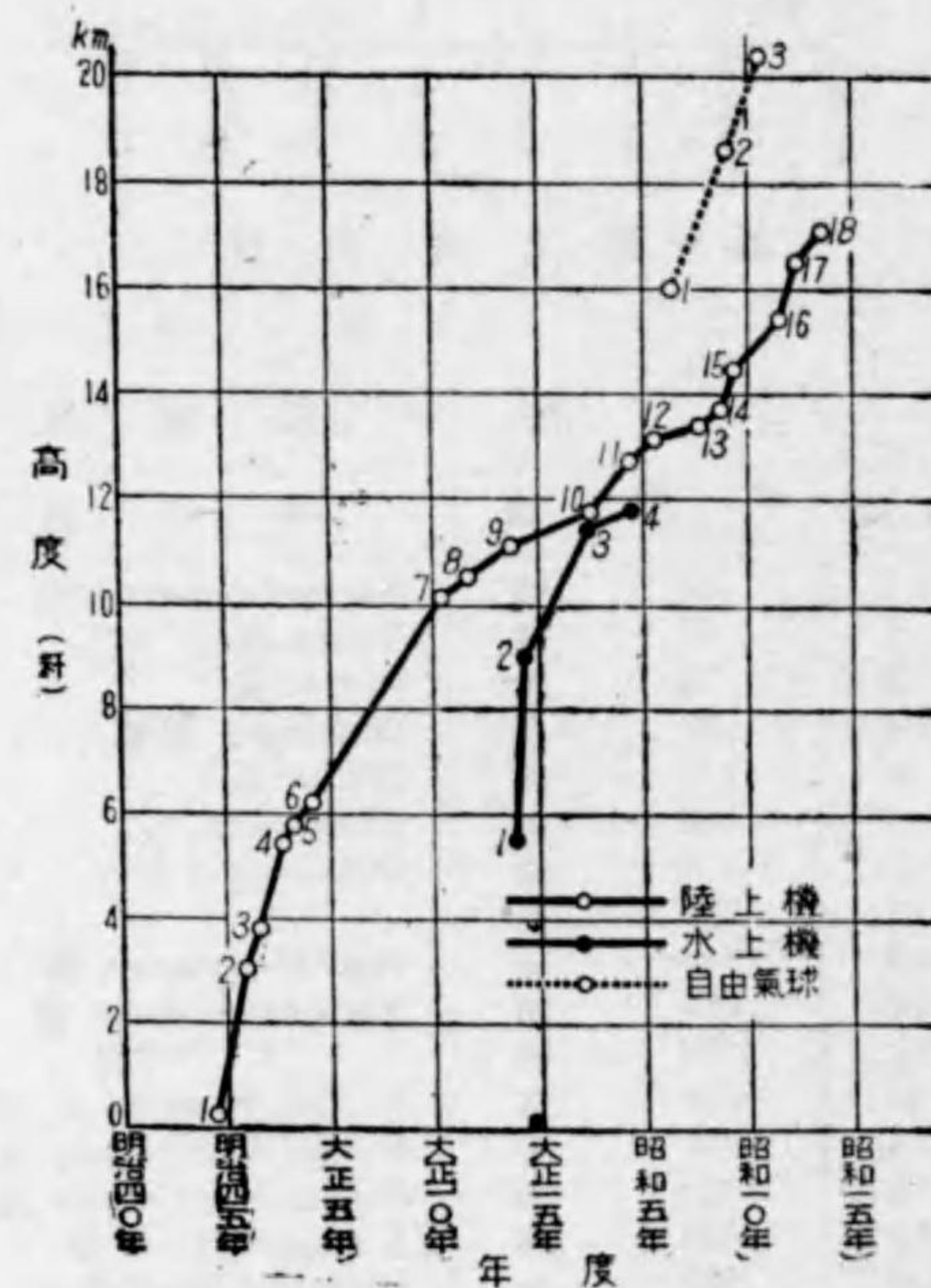
優秀なる發動機が續出し、1000HP 級のものが一般に使用されるやうになつて來た。

第10圖は飛行機の速度記録進歩の状態を示したもので、第2表はその各々を説明したものである。

水上機速度記録

番 號	記 録 km/h	國	飛 行 機	發 動 機
1	280	伊	Savoia 一半葉 (艇)	Hispano 300HP
2	303	米	Curtiss 複葉	Curtiss 460HP
3	395	米	"	Curtiss 600HP
4	417	伊	Macchi 39 單葉	Fiat 800HP
5	479	伊	" 52 單	Fiat 1000HP
6	513	伊	"	"
7	576	英	Supermarine S6 單	Rolls-Royce 1900HP
8	655	英	" S6B 單	Rolls-Royce 2600HP
9	682	伊	Macchi MC 72 單	Fiat AS-5, 2400HP
10	709	伊	"	" 3000HP

第 11 圖は航空機の高  
度記録の進歩の状態を示  
したもので、その内容は  
第 3 表に示した通りであ  
る。



第 11 圖 高度記録

第 3 表

陸上機の高度記録

記 録 m	國	飛 行 機	發 動 機
1	佛	Antoinette 單葉	Antoniett 50HP
2	佛	Bleriot 單葉	Gnome 50HP
3	佛	"	"
4	佛	Morane-Saulnier 單葉	Gnome 80HP
5	佛	Bleriot 單葉	Gnome 160HP
6	佛	Nieuport 單葉	Le Rhone 80HP
7	米	Le Pere 複	Liberty 400HP
8	米	"	"
9	佛	Nieuport Delage 複	Hispano 300HP
10	米	Wright Apache 複	P. W. Wasp 450HP
11	獨	Junhens W 34 單	Jupiter 420HP
12	米	Wright Apache 複	P. W. Wasp 450HP
13	英	Vickers "Vesha" 複	Bristol "Pegasus" S 550HP
14	佛	Potez 506 一半葉	Gnome Rhone 14kbrs800HP
15	伊	Caproni 113 複	Pegasus 600HP
16	英	Bristol 138 單	Bristol "Pegasus" PE1VS490HP
17	英	"	"
18	伊	Caproni 161 bis 複	Piaggio XI-RC

水上機の高度記録

1	4326	米	Davis-Douglas 複葉	Liberty 400HP
2	8980	佛	Nioupport Delage 複	Hispano 180HP
3	11581	米	Wright Apache 複	P. W. Wasp 425HP
4	11763	米	"	"

氣球の高度記録

記 録 m	國	塔 乘 者
1	瑞西	Piccard 及び P. Kipfer
2	米	G. W. Settle 及び C. L. Fordney
3	米	O. A. Anderson 及び A. W Stevens

### 3. 航空發動機としての必要條件

航空發動機としては、どうしても次の條件を備へてゐなければならぬ。

#### (1) 發生馬力に對して輕量であること

發動機の重量が出力の割に小であることは、機體の重量が輕減されなければならないことと同様に最も必要な條件である。

第4表 1馬力當りの重量表

發 動 機	据 附 機	出 力 IP	1馬力當りの重量kg/IP
蒸氣タービン	汽船ブレーメン號	65,000	101.0
ディーゼル機関	潛 水 艦	—	23.0
ガソリン機関	自 動 車	100	5.0
航空發動機	マッキー水上機	3,100	0.3

この表を見ても分るやうに、航空發動機の重さは他のものに較べて全く桁外れの輕さである。然しかうするためには、構造上多少の無理もあり、蒸氣機関が數十年も連続して使用出来るのに反し、航空發動機は 4,000 時内外といふ短命さで如何にも使用時間數の少いことが分るのである。

#### (2) 空氣の低抗が少いこと

空氣抵抗を少なくすることは、飛行機の性能をよくする要件の一つである。

發動機に於ても同様のことがいへるので、出来る限り前面抵抗を少なくするやうに考へられてゐる。

最近の發動機に於ける前面抵抗は、大體次の表で推知することが

出来る。

		100IP當りの前面々積 $m^2/100IP$	
空 冷	星 型	單 列	0.17~0.23
		複 列	0.09~0.14
	倒 立 從 列 型	0.18~0.26	
	逆 V 型	0.10~0.15	
液 冷	H 型	0.09~0.14	
	V 型	0.07~0.08	

#### (3) 信頼性の大きいこと

出力が大であり、重量が小であつてもその發動機に故障が起き易かつたり、耐久性がなかつたら、飛行機を操縦してゐるものにとつては極めて不安なものとなり、信頼性に乏しいといふことになる。

實用機の多くは、他に多少の缺點があつても、最も信頼性のあるものを使つてゐるのはむしろ當然のことであるといはなければならぬ。

#### (4) そ の 他

以上の各條件が備はつてゐると共に、燃料の消費量は最小であることが必要である。

また發動機を取扱の點に關しては、次の各項が必要な條件となるのである。

- (i) 取扱、操縦が容易である。
- (ii) 釣合がよく機関の振動が少い。
- (iii) 氣温の變化に對しても確實に運轉することが出来る。
- (iv) 装着が容易に出来る。

4. 最近の航空發動機

現用の發動機は、単列星型、複列星型、V型または逆V型等の形のものが多い。然し最近H型等のやうに特殊な形状のものも出来てゐる。

行程運動は殆ど全部が4サイクル式であるが、中には2サイクル式のものもある。

燃料はオクタン價の高い航空ガソリンを使用してゐるが、最近では重油を燃料とする優秀なディーゼル機関も出来てゐる。

ガソリン機関に於ては、茸弁を持ち電気点火法によるものが多いが、最近では回轉弁式のものや、ガソリン噴射電気点火式のもの等種類異なつた構造のものが出てゐる。

第5表は、歐米の代表的發動機の一覧である。我が國に於てもこれに劣らない性能をもつたものが多量に製造されてゐる。

第5表 歐米の代表的航空發動機

國名	製作會社	發動機名	シリンダ配列	冷却法	内徑と行程 mm	行程容積	減速比	壓縮比	國際正規		最大正規高度		離昇馬力	乾重量 kg	最大馬力/kg/HP	1當りの最大馬力/HP/l		
									高 m	度 回轉數/分	馬力	高度 回轉數/分					高 m	度 回轉數/分
英	Rolls Royce	Merlin II	12V	E G	137.2 × 152.7	27	0.477:1	6	3740	2600	900	4850	1030	890	630	0.55	38	
		Merlin X	12V	E G	137.2 × 152.7	27	0.477:1	—	760 } 2s 4055 }	2000	1040 965	1600 5420	1145 1025	1065	633	0.55	42.5	
英	Bristol	Pegasus XVII	9R	A	146 × 190.5	28.7	0.572:1	—	1030 } 2S 4500 }	2250	780/815 720/750	915 4730	1000 885	965	500	0.5	35	
		Hercules II	S. V	A	146 × 165	33.7	0.441:1	—	1500MS	2400	1150	1200	1375	1300	762	0.55	35.5	
		Taurus II	S. V	A	127 × 137	25.4	0.441:1	—	1525	—	860/900	1525	—	1060	1010	590	0.56	41.7
		Dagger VIII	24H	A	97 × 95	16.7	—	—	7.5	2740	4000	925	2670	1000	955	630	0.63	60
獨	Mercedes-Benz	DB 601	12逆V	W	150 × 160	33.9	1:1.55 1:1.88	6.9	4100	2300	1050	4000	1100	1175	575	0.49	35	
		Jumo 211C	12逆V	W	156 × 168	35.0	1:1.55	6.5	1700	2220	925	1700	1025	1220	580	0.47	35	
佛	Hispano-Suiza	12 Y50, 51	12 V	E G	156 × 170	36.0	2:3	7.0	地上	2500	880	3250	1000	1100	500	0.5	28	
		12N2, 14N3	142 R	A	146 × 165	49.75	—	6.0	地上	2350	990	1250	1050	1100	594	0.57	21	
伊	Gnome-Rhone	A80 RC20	182 R	A	140 × 165	45.7	0.5	7.0	地上	2400	1240	—	—	1500	885	0.59	33	
		Cyclone GR 1820G4	142 R	A	155.6 × 174	29.88	—	6.3	2650	2100	840	—	—	875	572	0.67	29	
米	Wright	Cyclone G200	9R	A	155.6 × 174.6	29.9	2.3	6.7	1370 } 2S 4420 }	2300	1000 900	—	—	1200	590	0.49	40	
		Twin Wasp	142 R	A	139.5 × 139.5	30	.666	6.7	1980	2550	1050	—	—	1200	637	0.53	40	
		" SicG	142 R	A	131.8 × 131.8	25.1	.600	6.75	2745	2550	750	—	—	825	560	0.63	33	
米	Whitney	" Junior SB4-G	142 R	A	131.8 × 131.8	25.1	.750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		V 1710 C6	12 V	E G	139.7 × 152.7	28.0	—	6.0	—	—	—	—	—	1000	1000	590.6	0.58	37.7

### 第3章 航空發動機の形式

#### 1. 航空發動機の形式

航空發動機には、色々な形式がある。この形式を區別するには、普通次の方法によつてゐる。

- (i) シリンダの配列によつて區別する法。
- (ii) シリンダの冷却方法によつて區別する法。
- (iii) 行程運動(サイクル)によつて區別する法。
- (iv) 燃料によつて區別する法。
- (v) 機構によつて區別する法。

#### 2. シリンダの配列による區別

航空發動機をシリンダの配列によつて區別すると、次のやうになる。

- |       |   |      |
|-------|---|------|
| a 星型  | } | 單列   |
|       |   | 複列   |
| b 縦列型 | } | 直立縦列 |
|       |   | V型   |
|       |   | W型   |
| c 倒立型 | } | 倒立直列 |
|       |   | 逆V型  |

- |       |   |       |
|-------|---|-------|
| d 特殊型 | } | 水平對向型 |
|       |   | 垂直對向型 |
|       |   | H型    |
|       |   | 其他    |

#### (i) 星型發動機

星型發動機(Radial or Star type)は、第12圖のやうにシリンダがクランク軸を中心として星型、放射狀に配列されたものである。

このやうにシリンダを配列すると、次のやうな利點がある。

空氣で冷却するのに便利である。

發動機の全長を短かくすることが出来る。

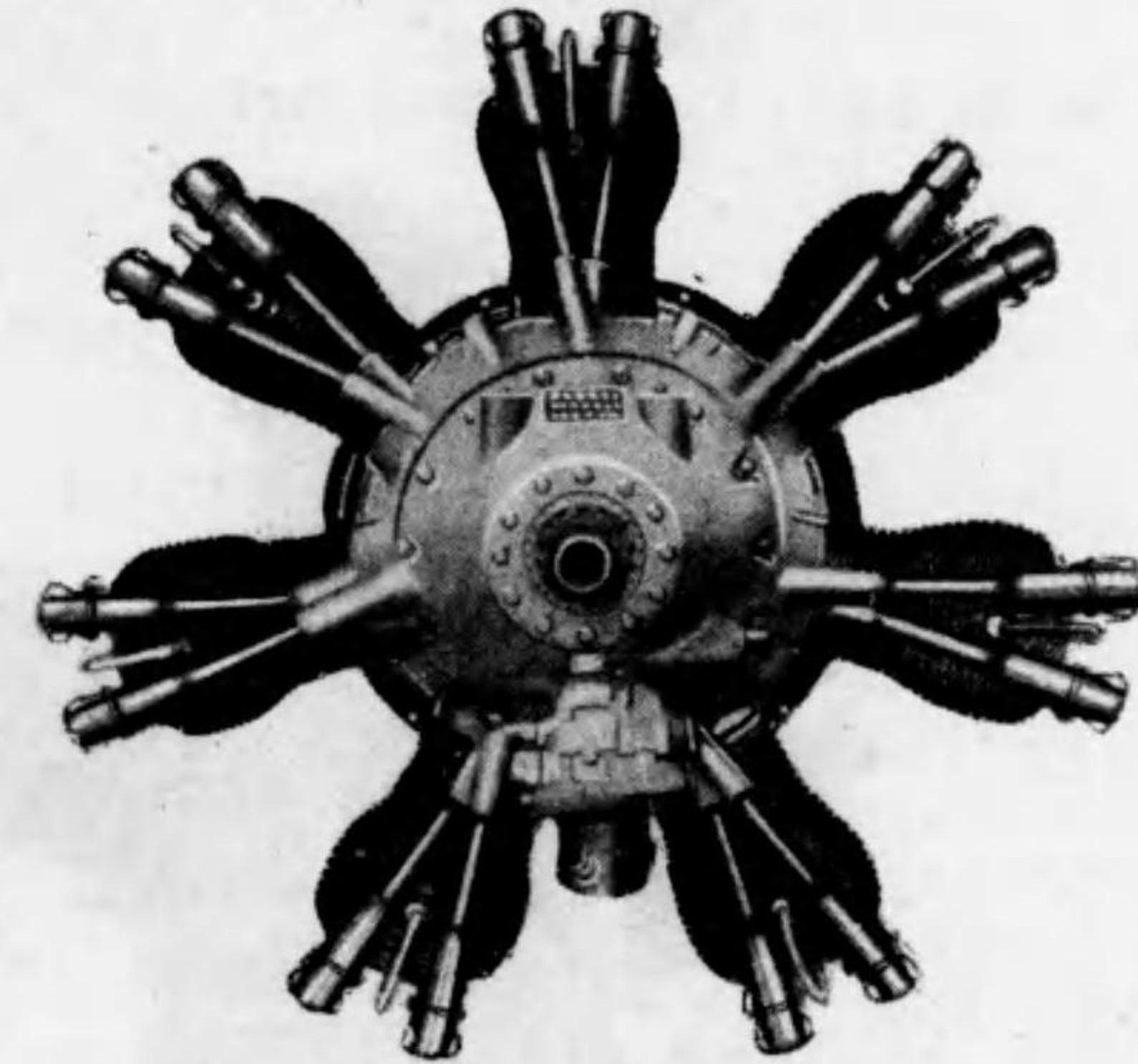
分解組立が容易である。

列型發動機より軽い。

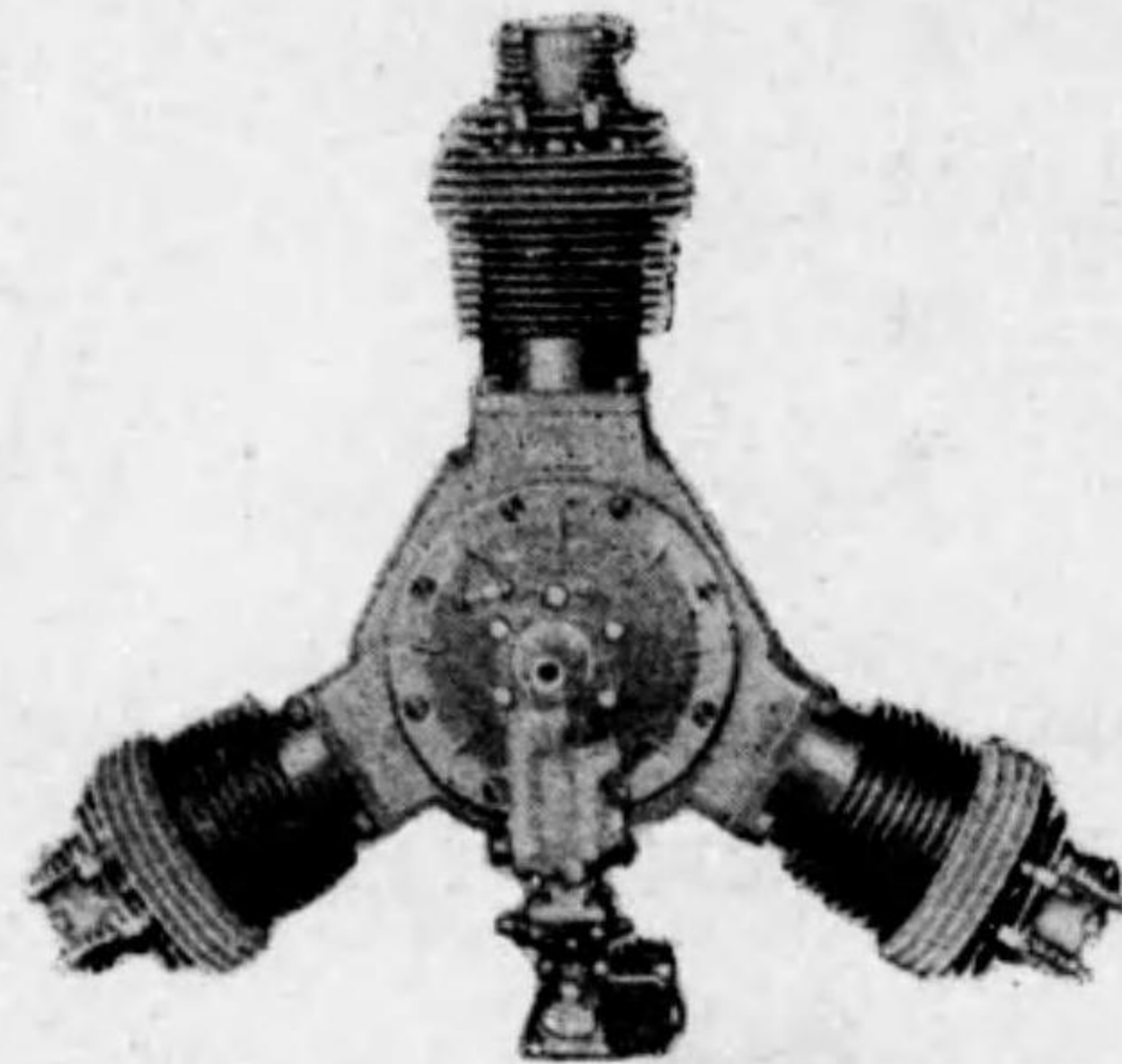
星型發動機に單列型と複列型のあることは前に述べた通りであるが、單列型に於てはシリンダの數は3, 5, 7, 9等である。

第13圖は、星型3シリンダ機関である。

この種の發動機は、娛樂用等の小型飛行機に用ひられる小馬力の



第12圖 星型發動機

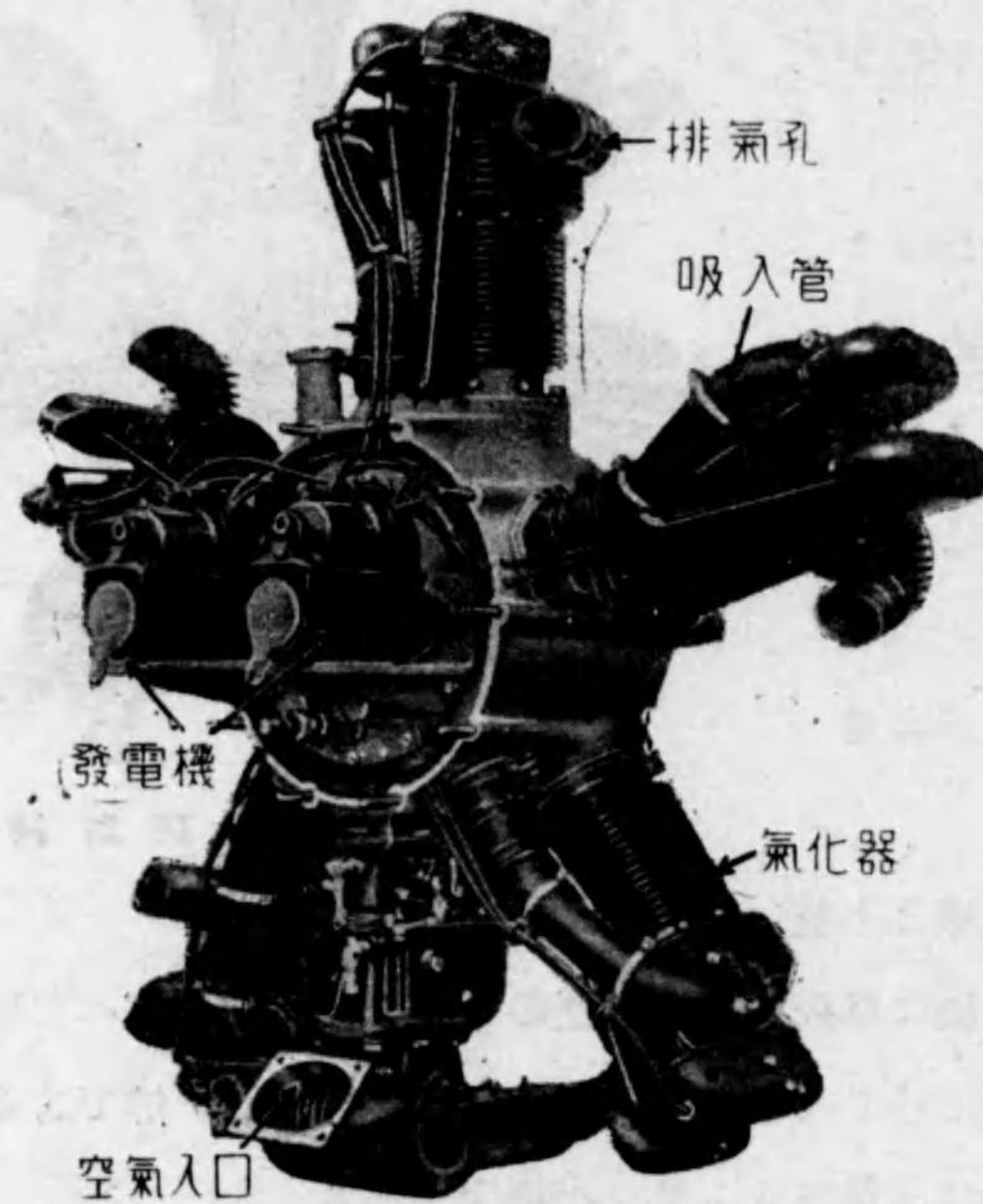


第13圖 星型3シリンダ機関 (Szekely 45HP)

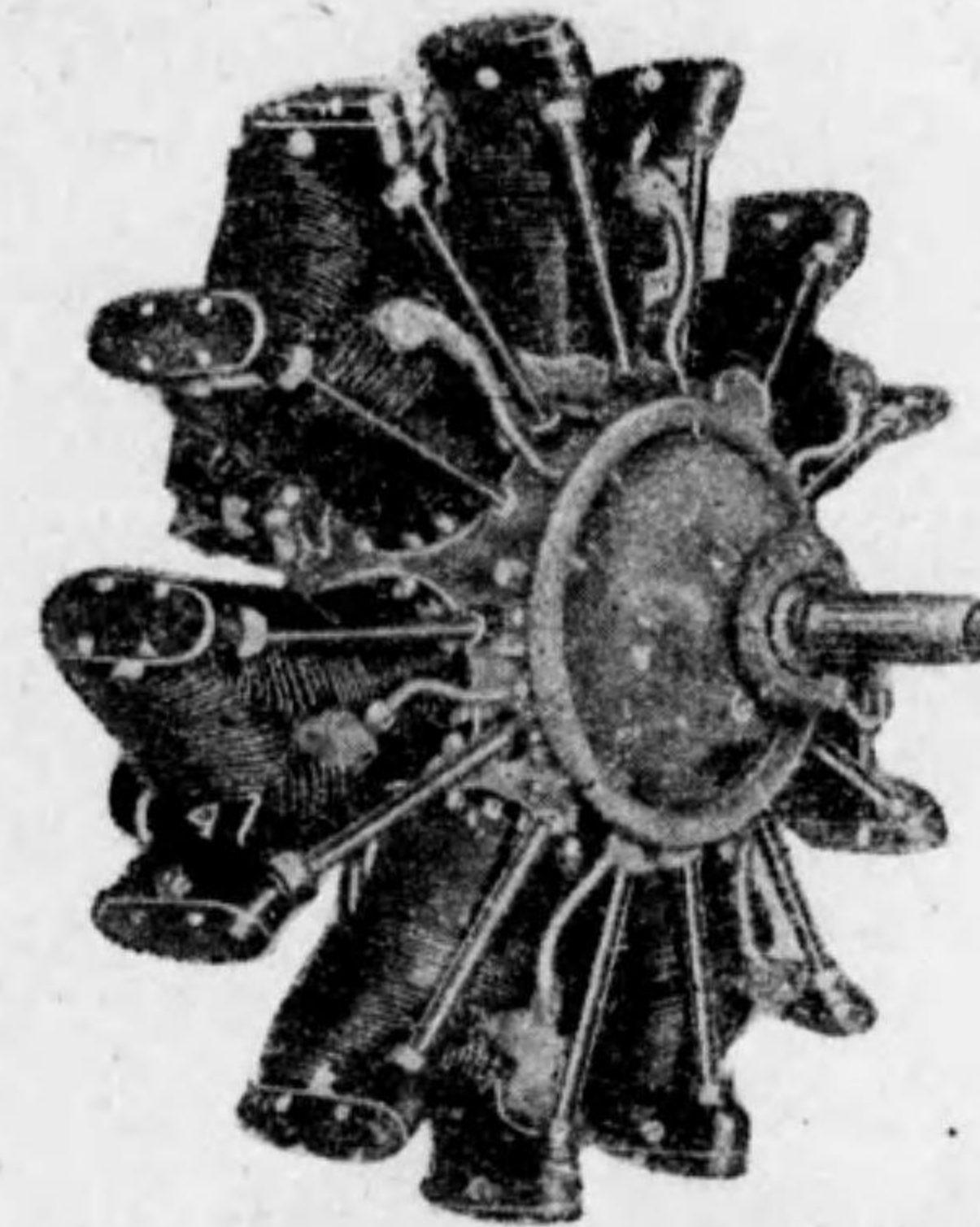
ものである。

第14圖は、星型5シリンダ機関である。

この種の發動機は、100~200IP 程度のもが多く、初期練習機等に用ひられてゐる。



第14圖 星型5シリンダ機関 (Kinner 90HP)



第15圖 星型7シリンダ機関 (Jacobs L-5 285HP)

Armstrong-Siddeleg "Mongoose" 150IP も5シリンダ機関である。

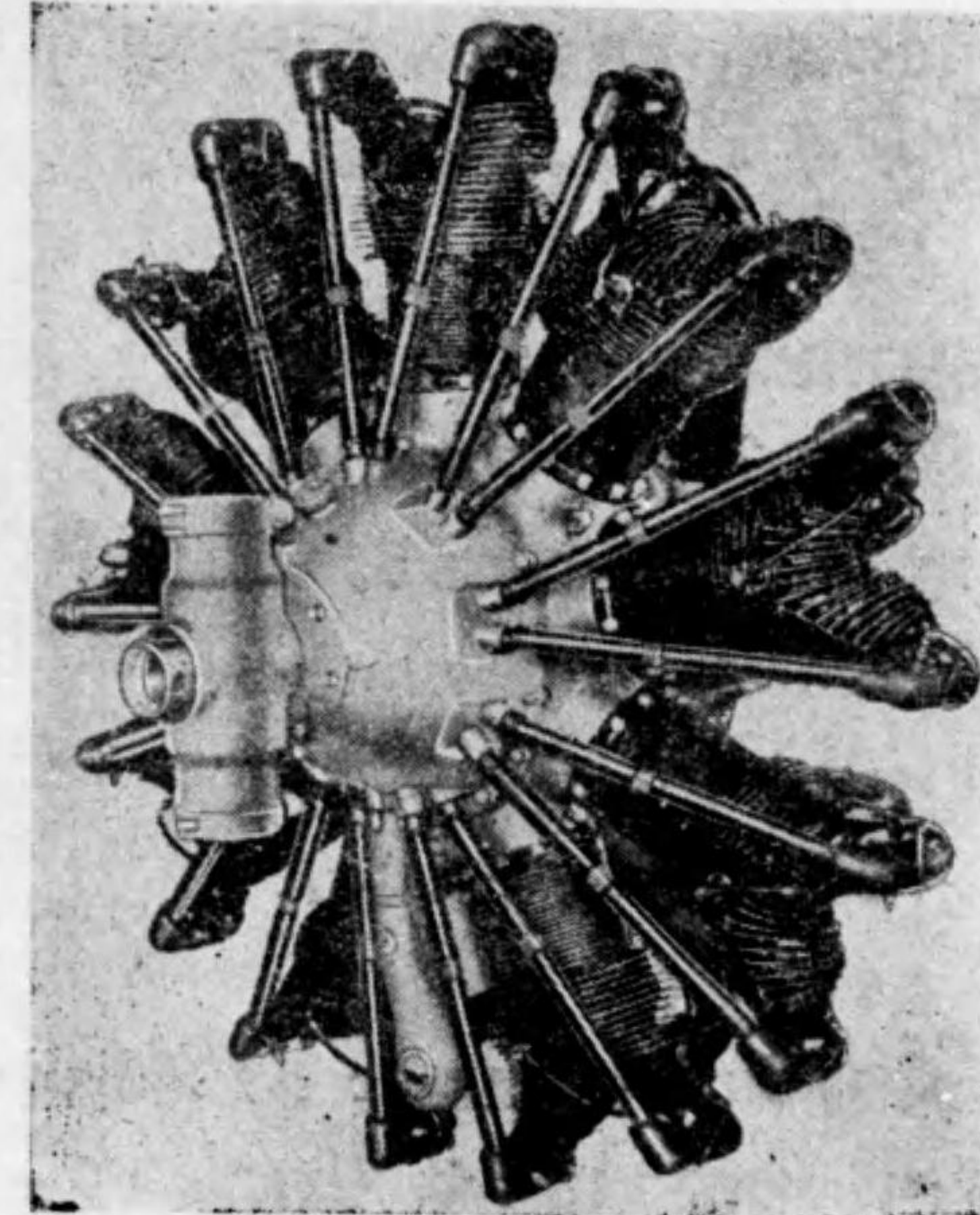
第15圖は、星型7シリンダ機関である。

この種の發動機には、300~400IP 程度のもが多く、練習機、商業機等に用ひられてゐる。第16圖は、星型9シリンダ機関である。

單列の星型發動機は、殆ど全部がこの種のもといつてよく、出力は500~1000IPで、各種飛行機に利用されてゐる。

これ以上の出力を必要とする場合は、後に述べるやうな複列の星型となる。

複列星型發動機は、單列星型を前後2重にした



第16圖 星型9シリンダ機関 (Pratt & Whitney "Hornet" 525HP)

もので、多くは前列のシリンダとシリンダとの間に、後列のシリンダが顔を出すやうに配列されてゐる。

複列星型發動機の構造は、クランクが二つになつてゐる他、一般に単列星型と殆ど大差がない。しかもシリンダをこのやうに並べるため、シリンダ数を増すことが出来、前面面積を小さくすることが出来、出力も増大することが出来る等色々利點がある。

この種の發動機のシリンダ数は、多く 14 または 18 であるが、まれには 6, 10, 12 シリンダのものもある。

第 17 圖は、複列星型 6 シリンダ機関である。

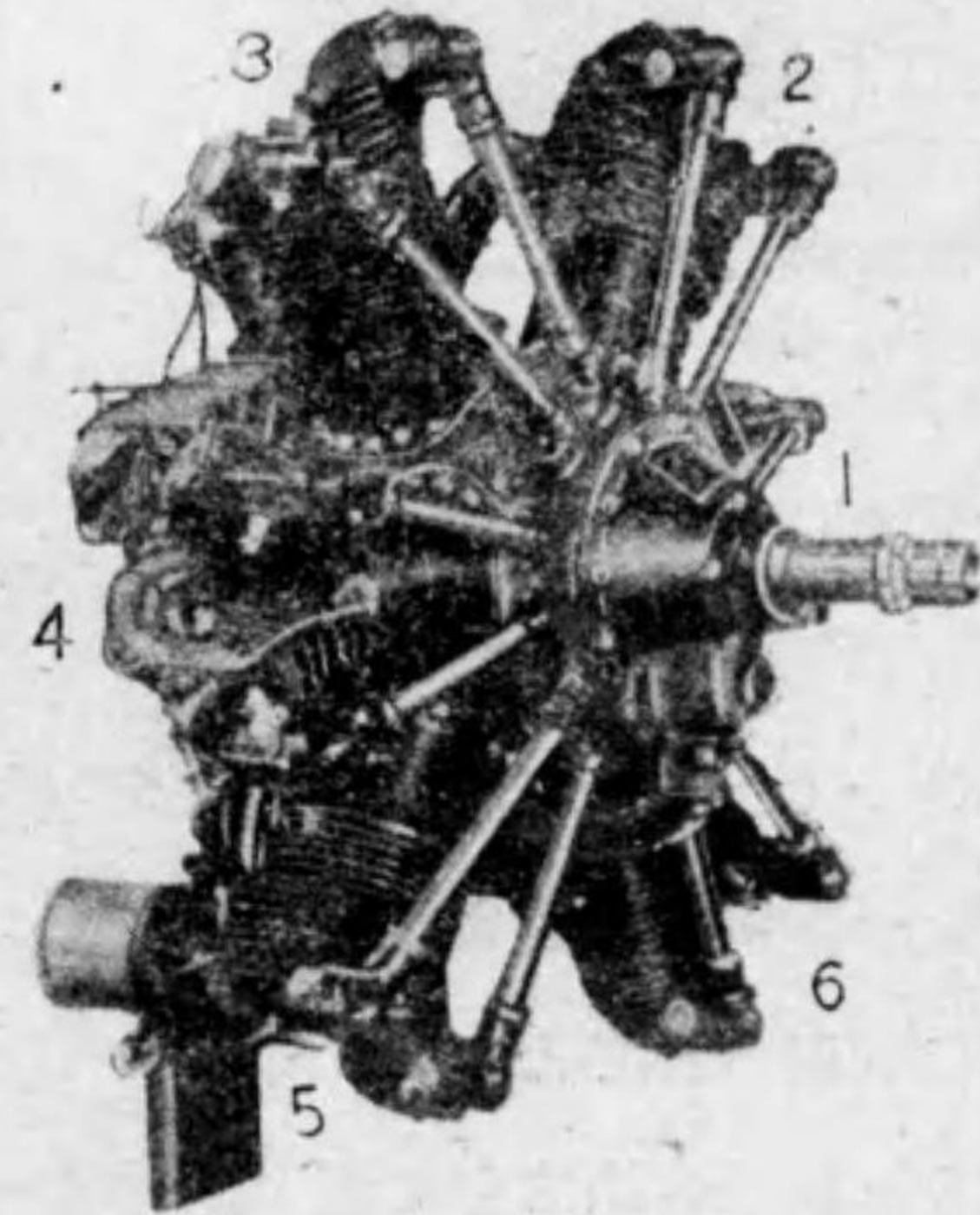
この機関の点火順序は、1, 3, 2, 4, 6, 5 といふ特殊なものである。

複列星型 10 シリンダ機関は、単列星型 5 シリンダを前後 2 列に並べたやうなものである。

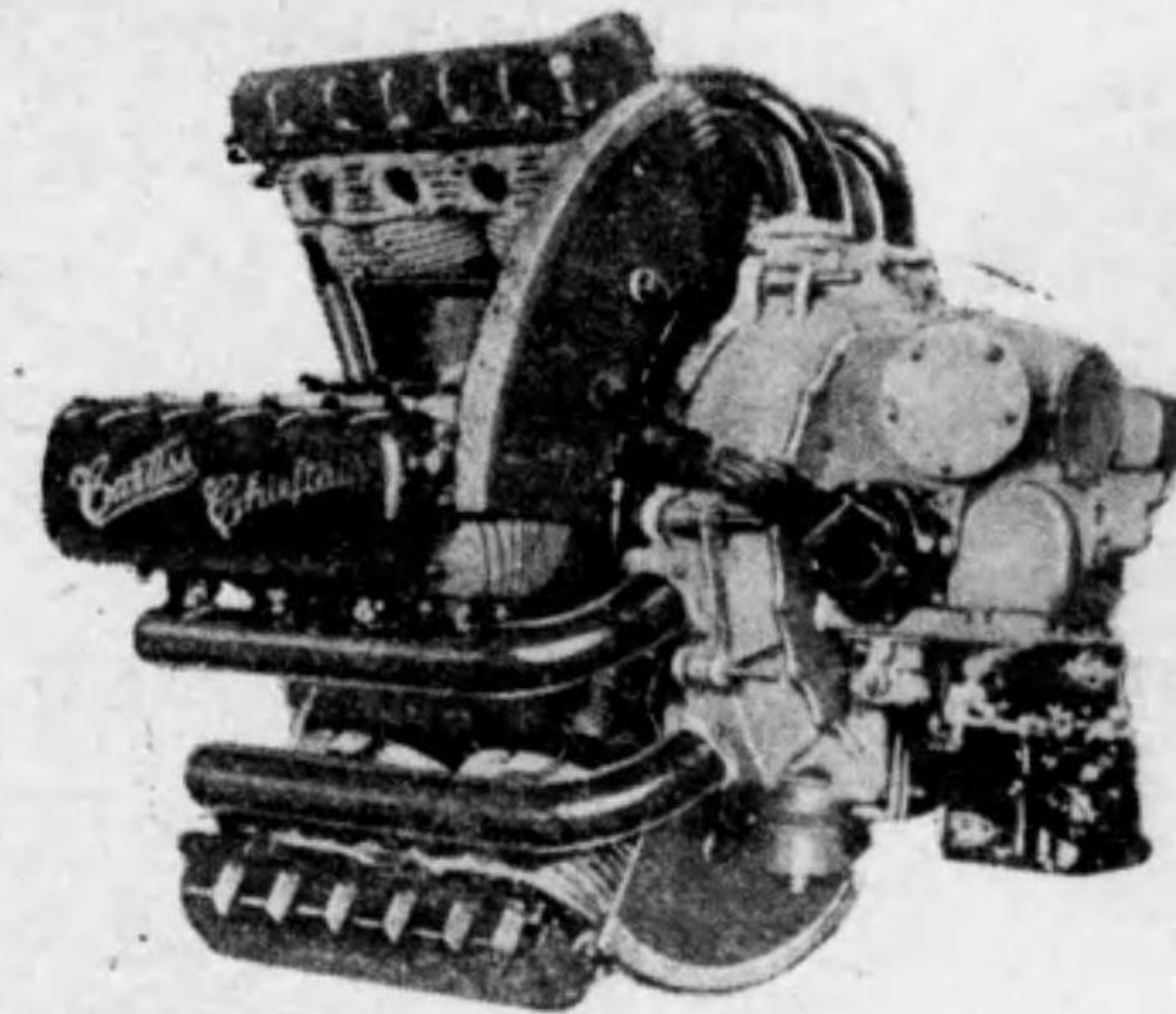
これらの發動機は、何れもシリンダ数が少く、わざわざ複列にする必要もないので現用されてゐない。

第 18 圖は、複列星型 12 シリンダ機関である。

普通の複列と異なつて、後列のシリンダが前列のシリンダの眞背に置かれてある。然しかうすると、冷却が不充分となり弁機構も不



第 17 圖 複列星型 6 シリンダ機関  
(Curtiss challenger)



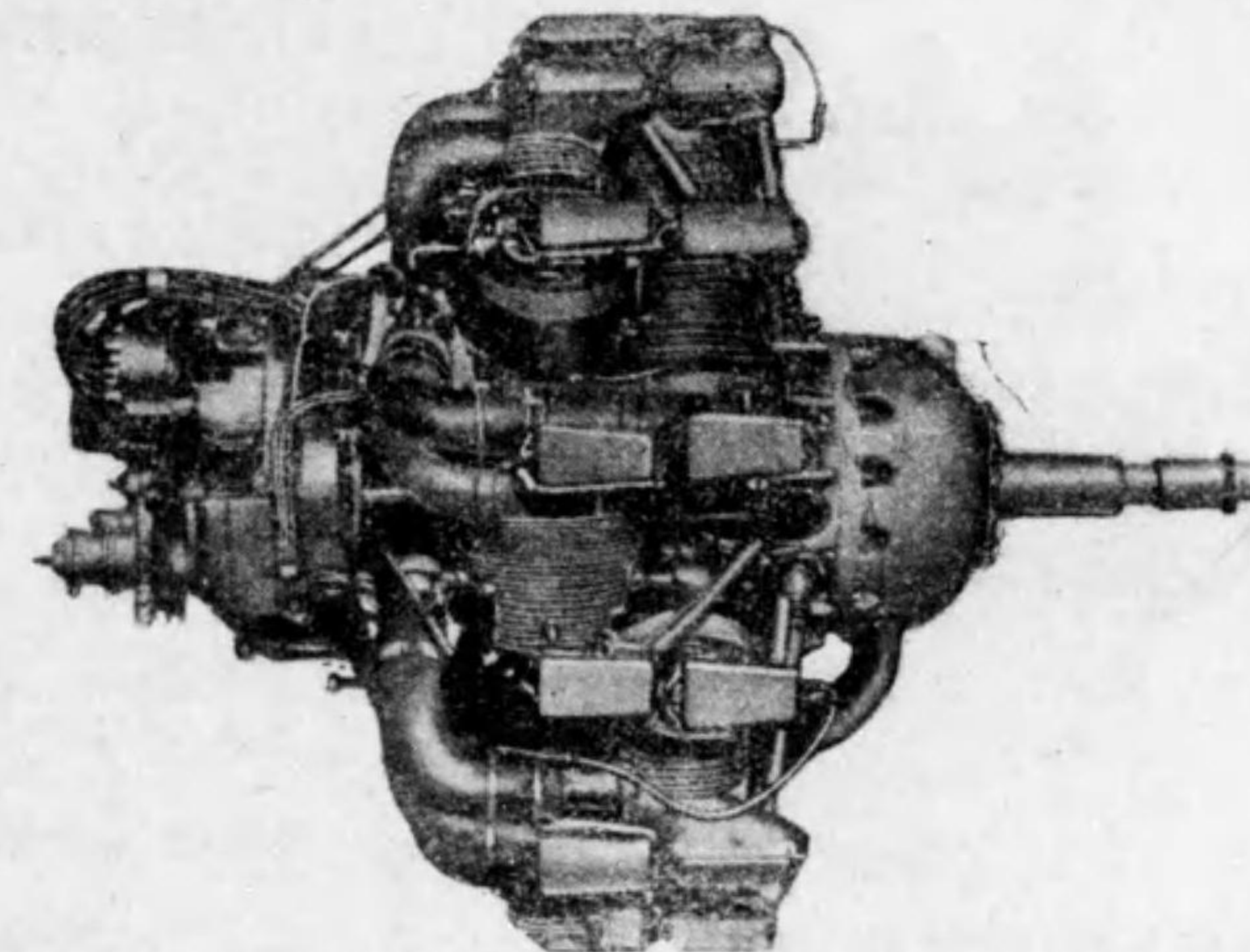
第 18 圖 複列星型 12 シリンダ機関  
(Curtiss Chiefain)

具合となるので、矢張り現用されてゐない。

星型發動機で、シリンダ数を 11 以上にするには、色々な關係で複列にした方がよい。そのうち最も代表的なものは、星型シリンダを 2 重にした複列 14 シリンダ機関である。

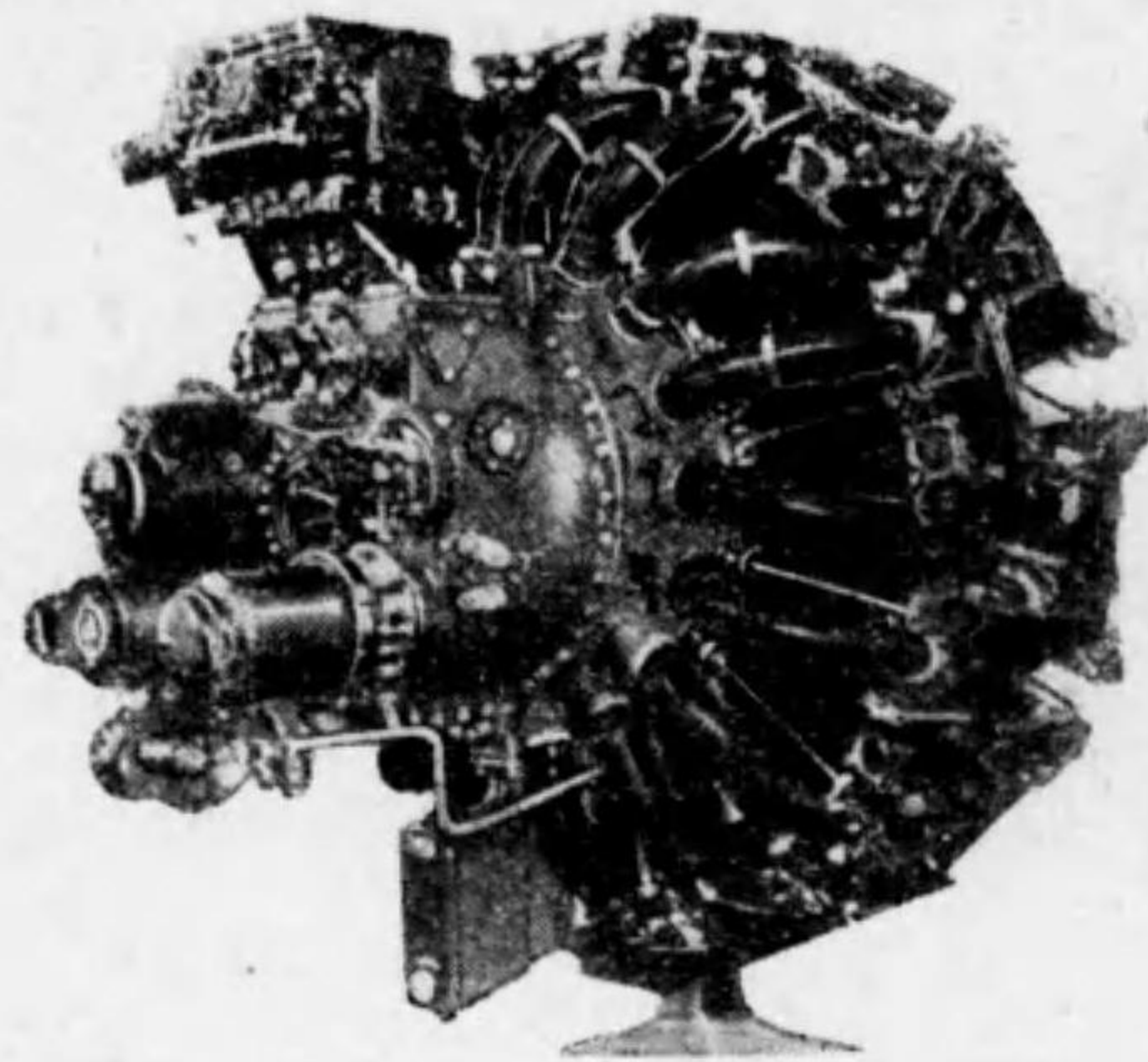
第 19 圖は、この種の機関の一例を示したものである。

複列星型機関では、シリンダ数は 18 シリンダが最大である。



第 19 圖 複列星型 14 シリンダ機関  
(Renault 14P 100-1P)





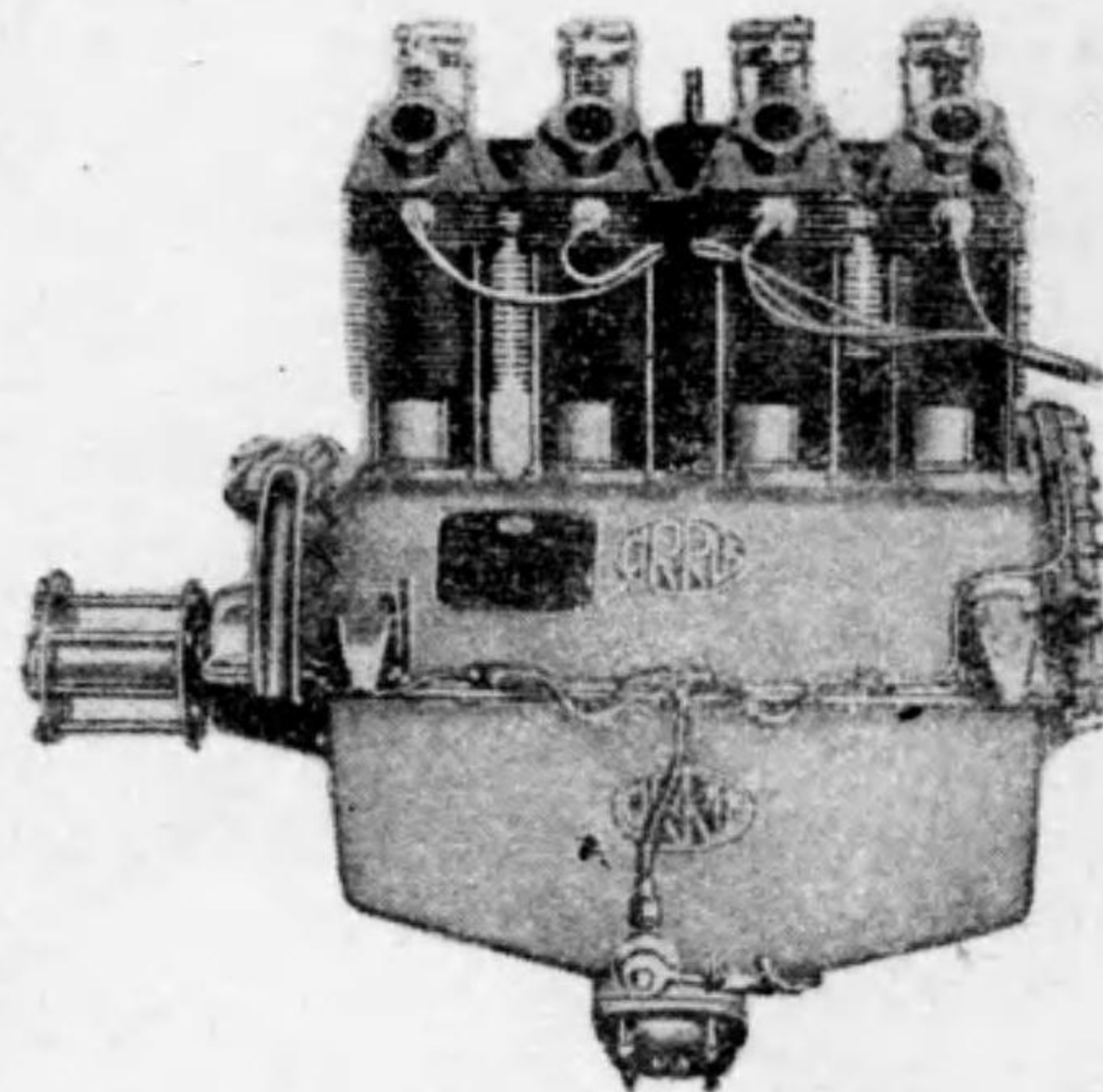
第20圖 複列星型18シリンダ機関

それ以上のものを作るには、シリンダの配列方式（例へば H 型 24 シリンダのやうに）を變へなくてはならない。

第20圖は、複列星型18シリンダ機関を示す。

(ii) 縦列型發動機

縦列型發動機は、シリンダ群が縦列となつてゐるもので、その列數により、直立縦列、V型、W型となるのである。

第21圖 直列4シリンダ機関  
(Cirrus III型 90HP)

(a) 直立縦列型(直列型)

この型は、シリンダ群が一行で、クランク軸を含む垂直平面上に、各シリンダが並んでゐるものである。

この配列方法によれば、發動機の前面面積が小さくなり、空氣抵抗が少くなるが、星型等に較

べて重量が大きくなる。

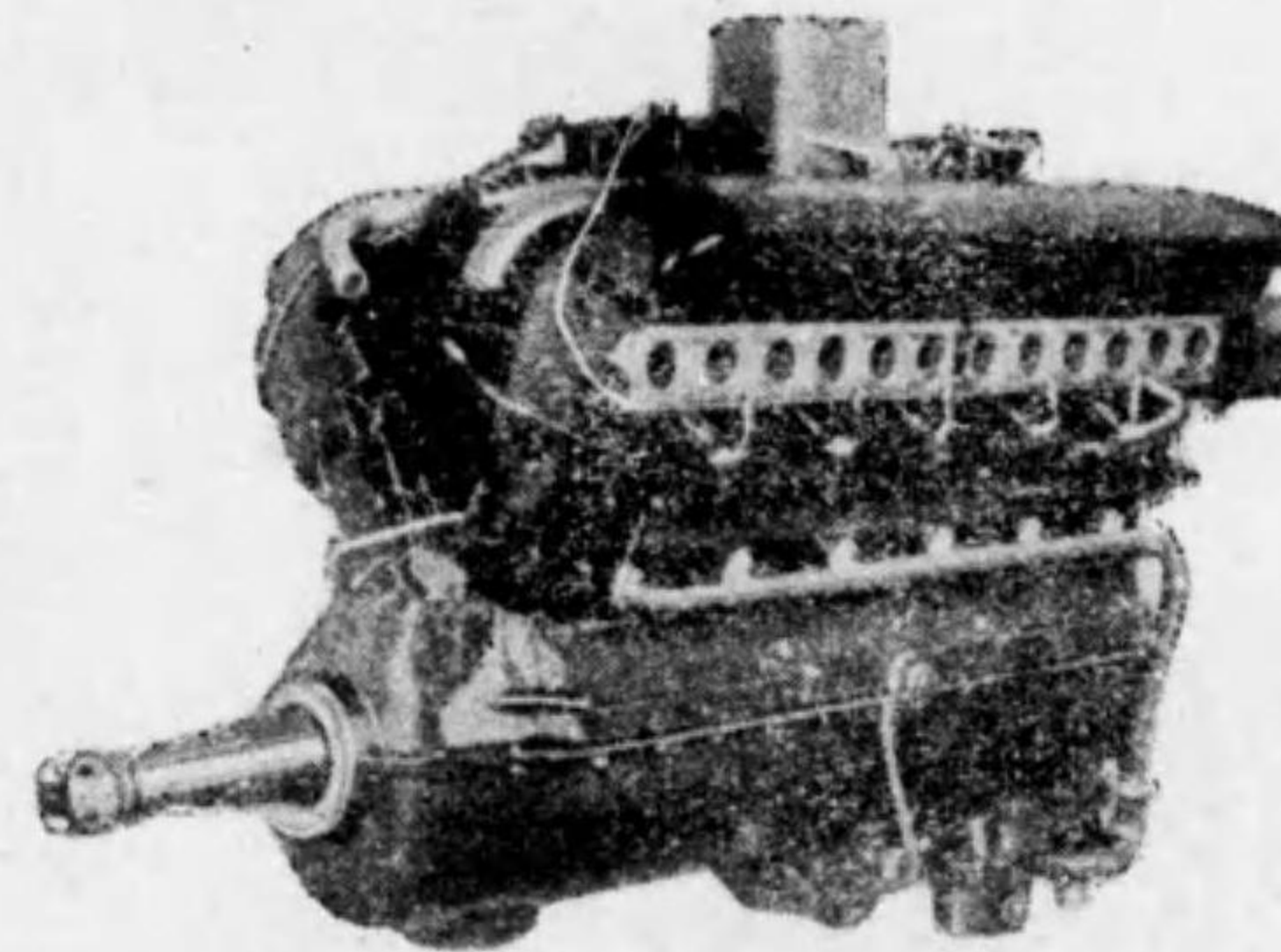
シリンダ數は、4、6、8 等で水冷式のもあり、空冷式もある。

第21圖は、直列4シリンダ空冷式の發動機である。

(b) V型

この型は、シリンダ群が2列で、クランク軸を中心に  $60^\circ$  または  $90^\circ$  の角度で V 型に排列されたものである。

シリンダ數は普通 12 であるが、中には 24 のシリンダを有する發動機もある。

第22圖 V型12シリンダ機関  
(Curtiss Conqueror)

第22圖は、V型水冷式12シリンダ機関である。

この種の發動機は水冷式が多いが、空冷式のものもある。

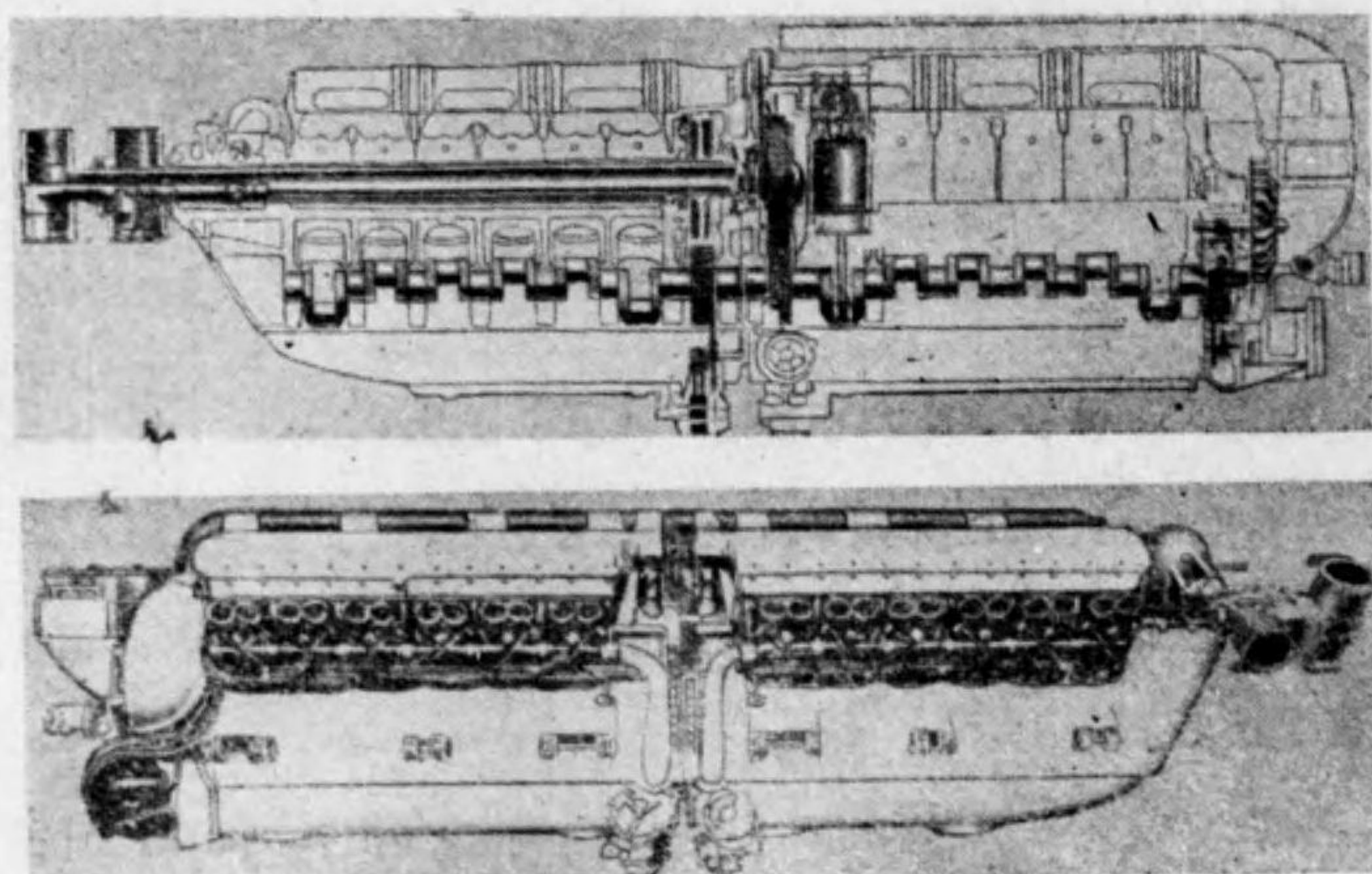
第23圖は、V型12シリンダを2筒串型につないだもので、中央

に減速齒車室があり、プロペラ軸は内外2重になつてゐる。

この發動機は Macchi M. C. 72 型機に搭載し、かつての世界速度記録 ( $709.2 \text{ km/h}$ ) を作つた競走用發動機である。

(c) W型

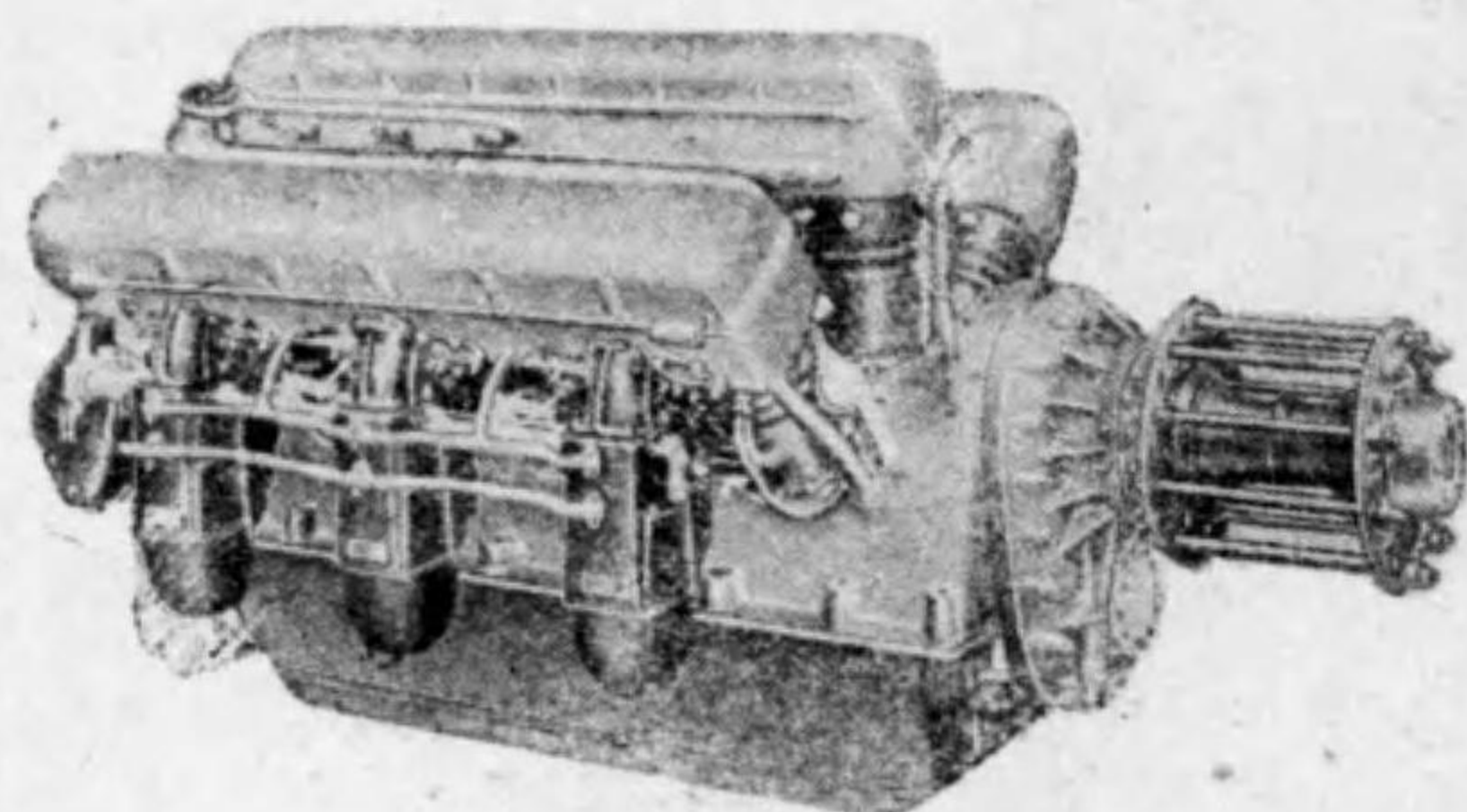
この型は、クランク軸を中心に3列のシリンダ群がそれぞれ  $40^\circ$  または  $45^\circ$  の角度で配列されたものである。



第23圖 V型24シリンダ機関  
(Fiat AS 6型 3,100HP)

W型發動機のシリンダ数は、12、18、24等であるが、そのうち

18シリンダのものが多く用ひられてゐる。



第24圖 W型18シリンダ機関

(第24圖はW型18シリンダ水冷式機関を示す)

この種の發動機は機関の平衡が完

全であり、大馬力を發生することが出来る。

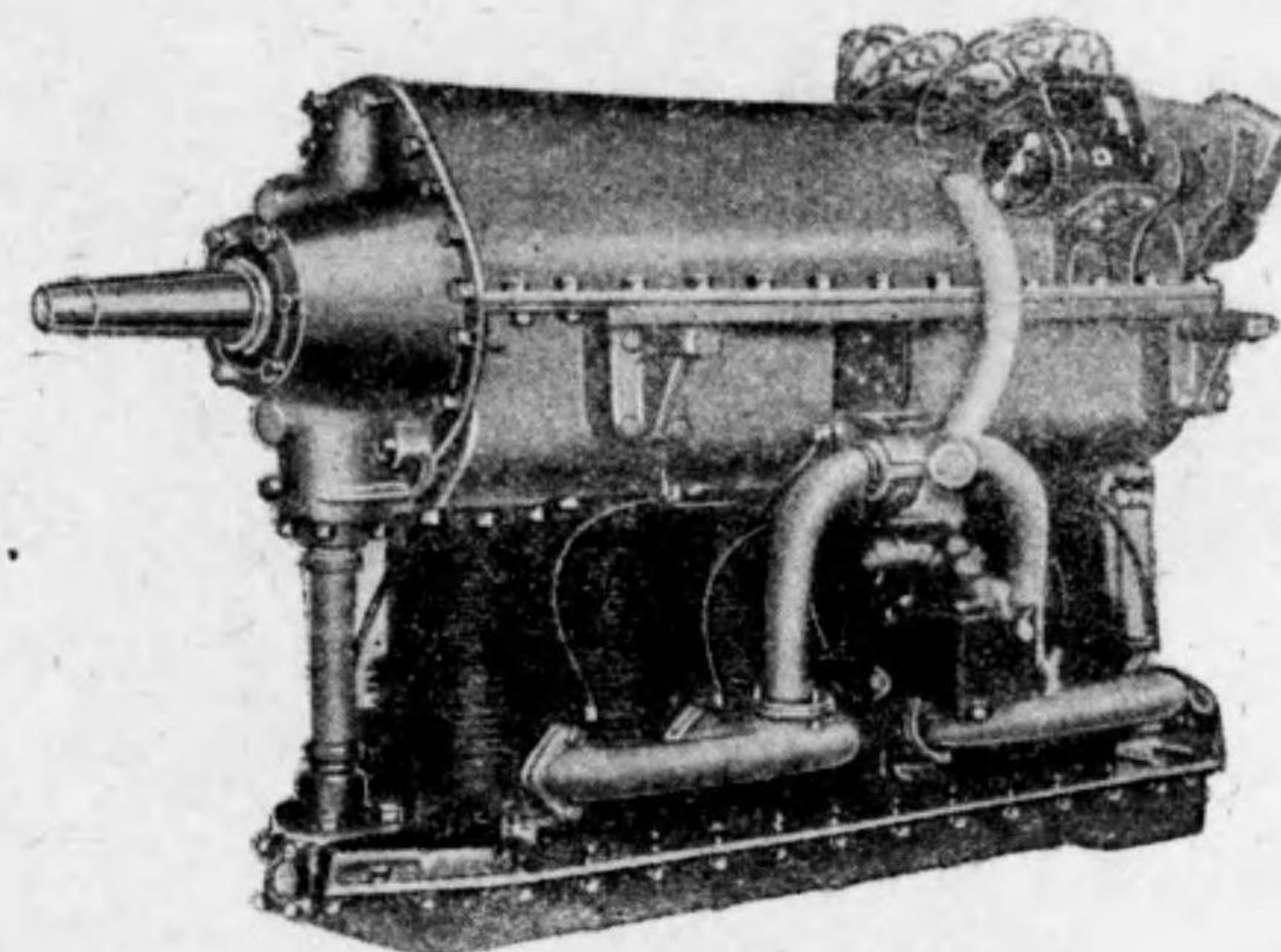
(iii) 倒立型發動機

縦列型を逆にしたものを倒立型といふ。これは縦列型に比して

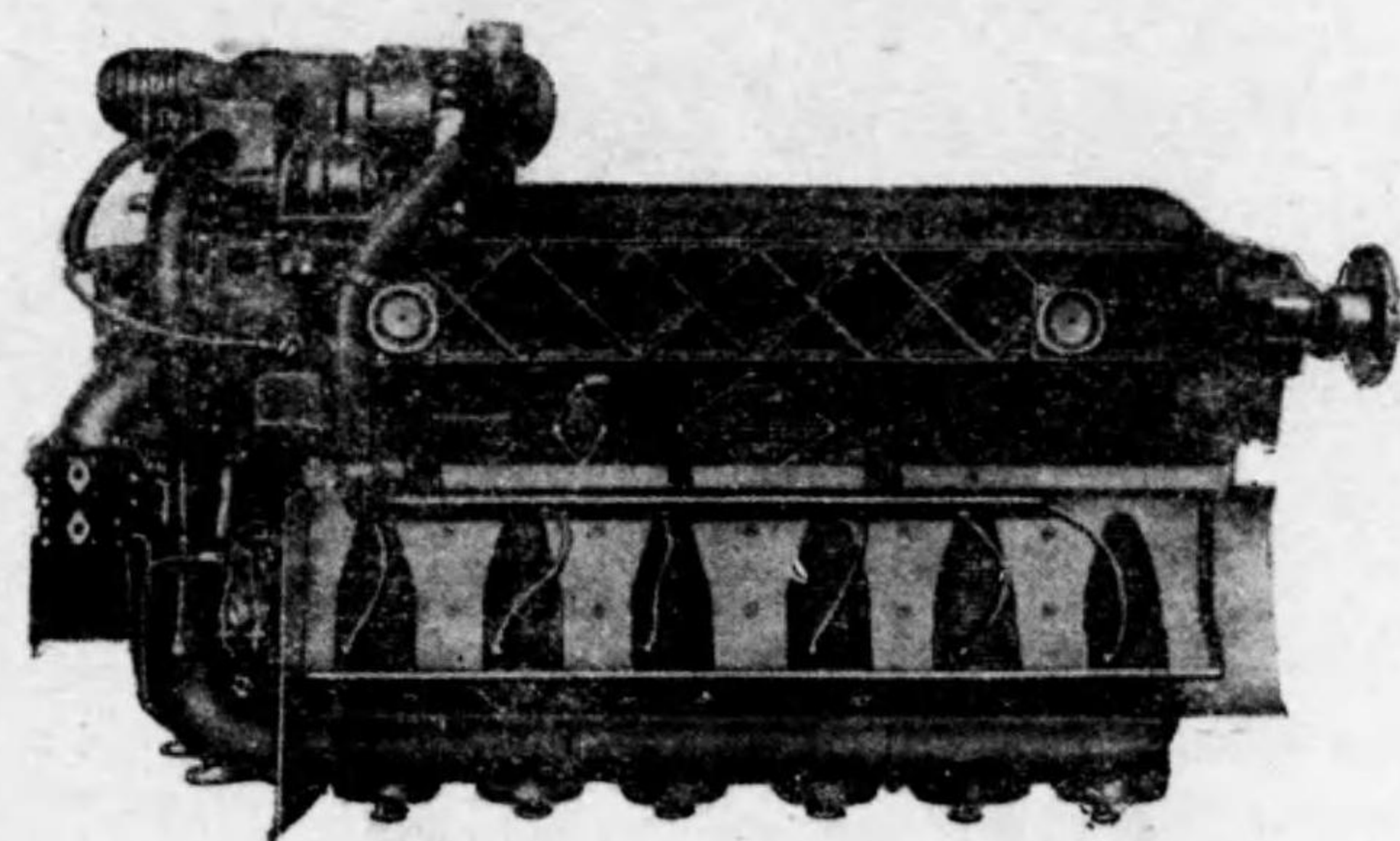
視野を大にすることが出来るので、最近多く用ひられるやうになつた。

(a) 倒立直列型 (Inverted line type)

この型は、直列型を倒立させたもので、クランク室が上になつて



第25圖 倒立直列6シリンダ機関  
Ranger 6-410型 (過給機ナシ) 165HP



第26圖 Renault 6Q型 220HP (過給機附)

る。

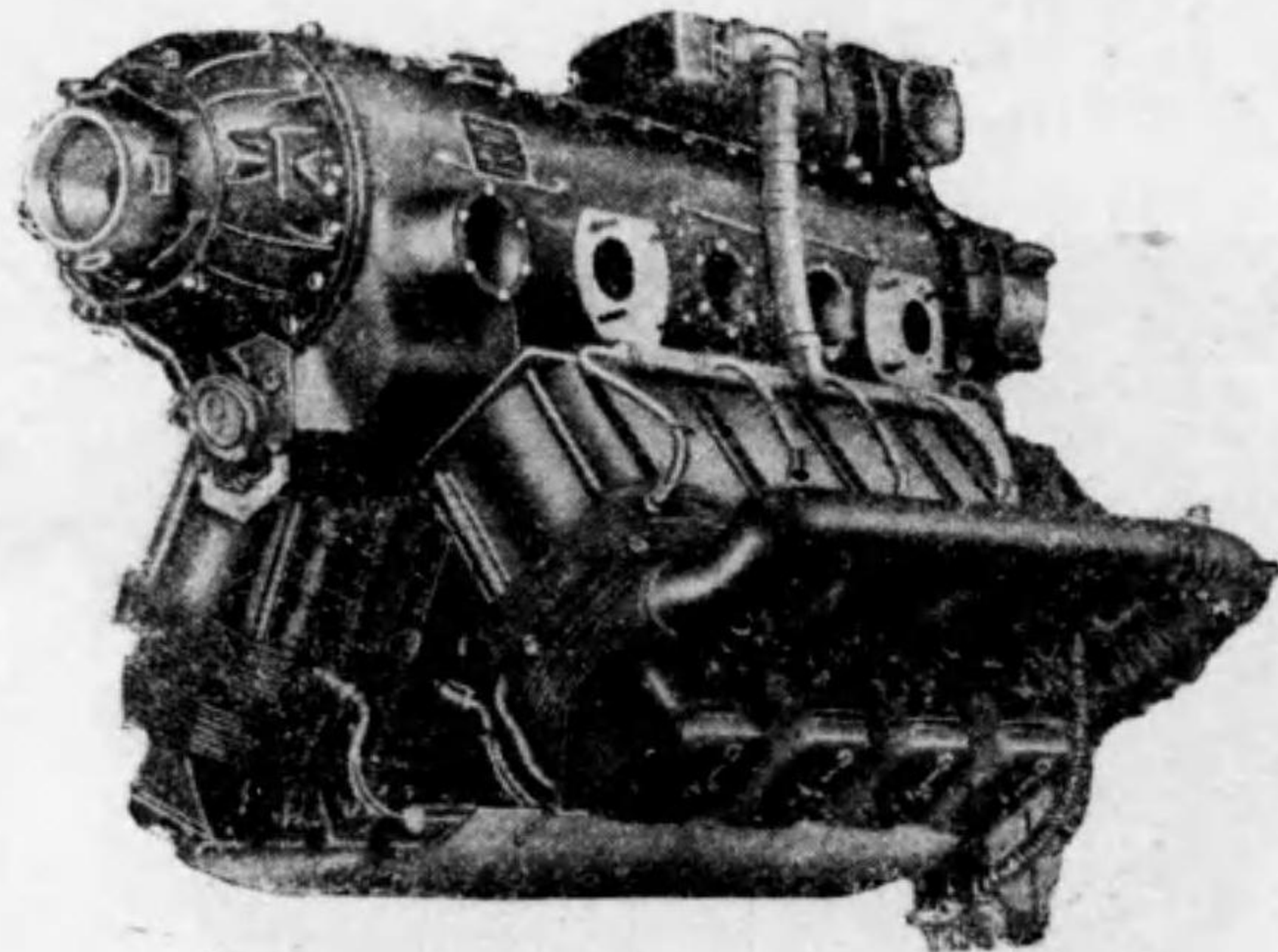
第 25 圖及び 26 圖は、何れも倒立直列型 6 シリンダ空冷式發動機である。

(b) 逆 V 型 (Inverted V type)

V 型發動機を倒立させたもので倒立 V 型とも云ふ。V 型よりも視野を大きくすることが出来るので、多く使用されてゐる。シリンダ数は V 型と同様で、8、12、16 等であるが、そのうち 12 シリンダのものが最も多い。

この發動機にも水冷式と空冷式がある。水冷式は、シリンダ間隔を狭くすることが出来るが、空冷式ではこれを大きくしなければならぬ。空気は V の間から入り、外方に出るやうになつてゐる。

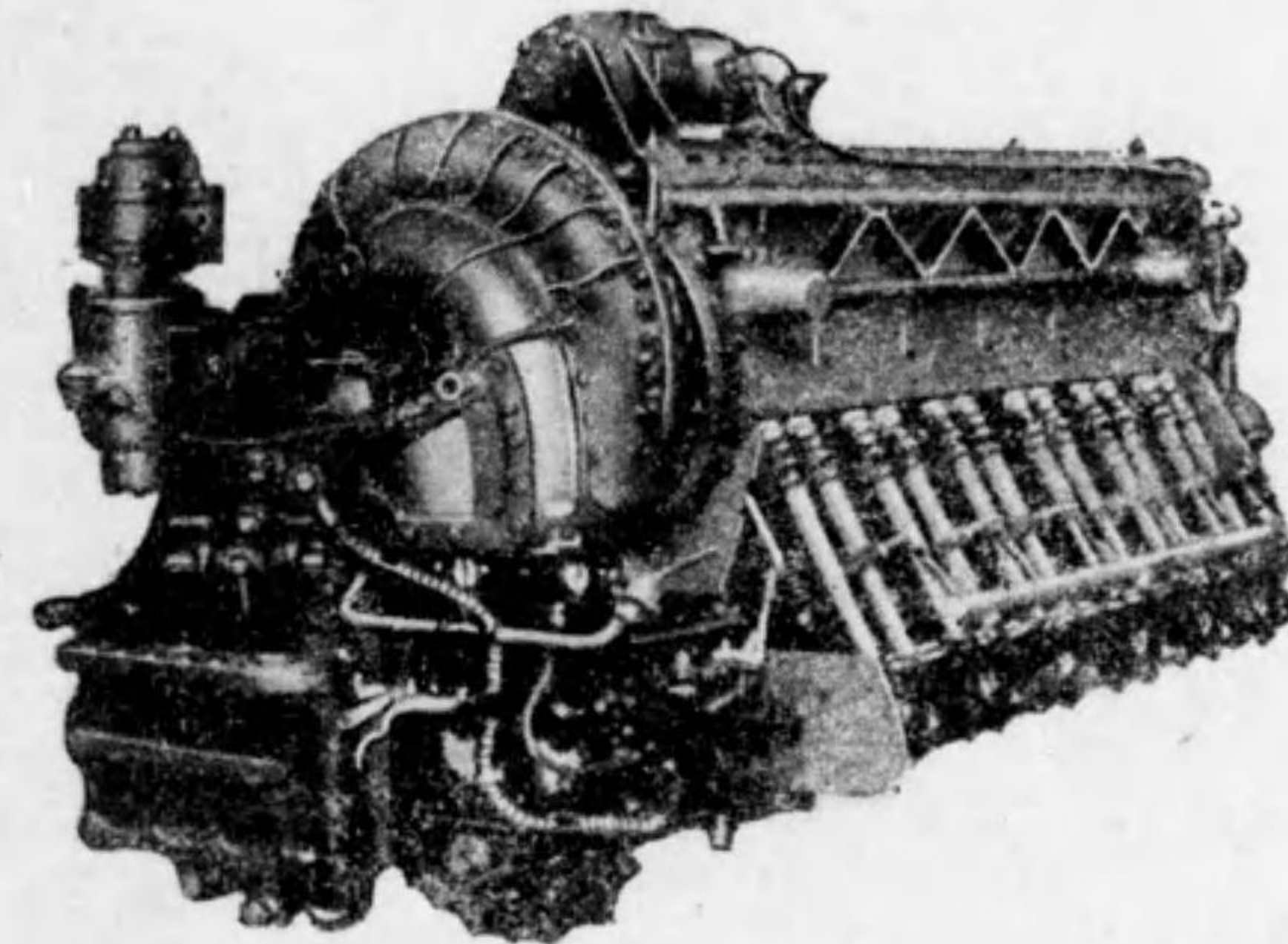
第 27 圖は、逆 V 型 8 シリンダ機関である。



第 27 圖 倒立 V 型 8 シリンダ機関  
(Hirth HM 503 型空冷 200HP)

このクランク室の上部は、油タンクと一緒に、クランク軸は組立式になつてゐる (第 74 圖参照)。

第 28 圖は逆 V 型 12 シリンダ機関である。

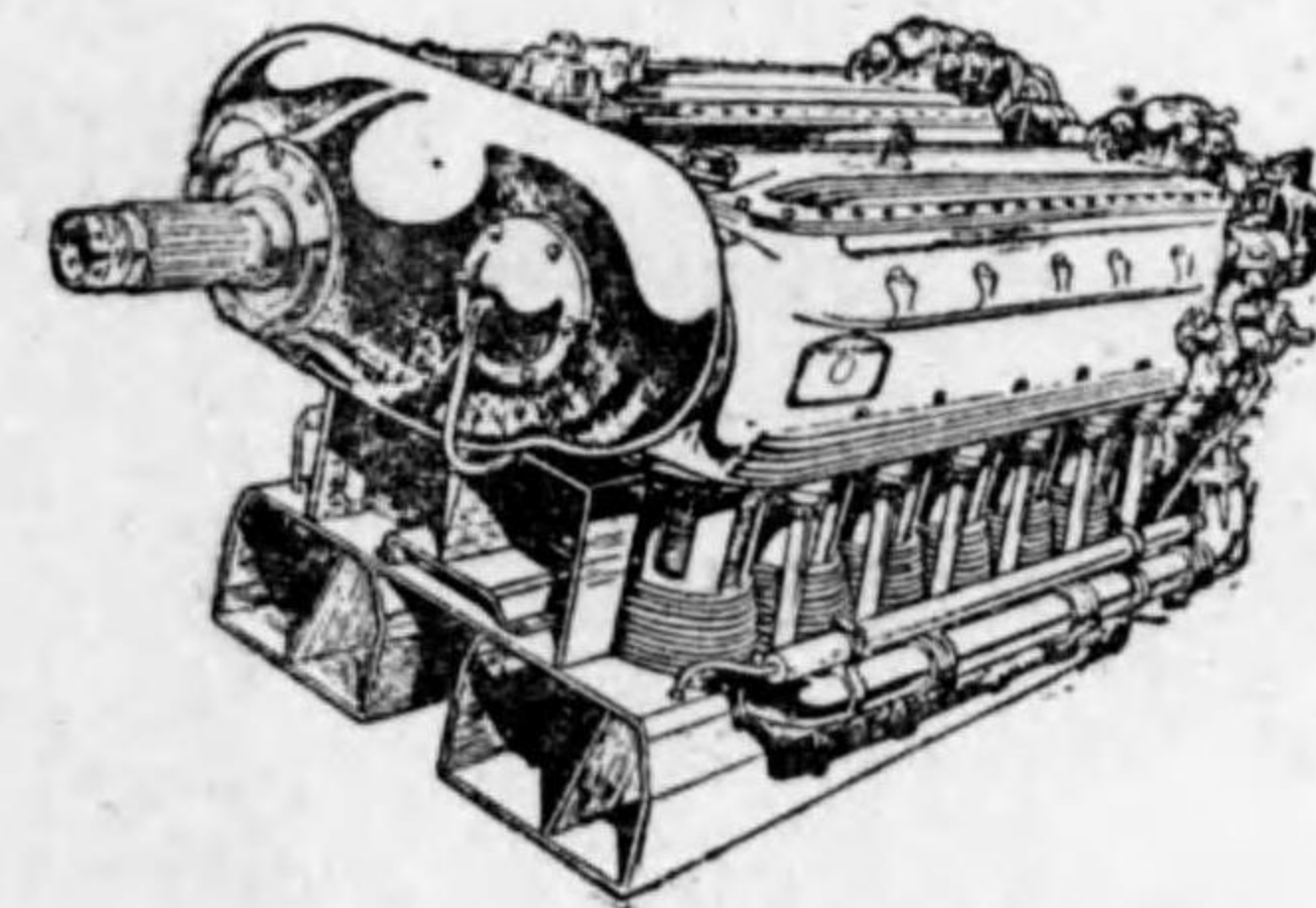


第 28 圖 逆 V 型 12 シリンダ機関  
(De Havilland "Gipsy-twelve" 空冷式 420HP)  
構造の詳細は第 75 圖を見よ

(c) 倒立複列直列型

この型は、倒立直列型を 2 基並べたものであるが、あまり多く用ひられてはゐない。

第 29 圖は、倒立直列型空冷式 6 シリンダ (Super Baccaneer 250HP) を 2



第 29 圖 倒立複列直列型 12 シリンダ機関  
(Menasco "Unitwin Super-Baccaneer")

基並べたもので、プロペラ軸は兩者共通になつてゐる。従つて片方

の發動機が故障のため動かなくなつても、他方のものはそれに關係なく運轉することが出来るのである。

(IV) 特殊型發動機

シリンダの配列方法には、前記の他、種々な型式がある。これらの發動機を取纏めて、特殊型發動機といふ。

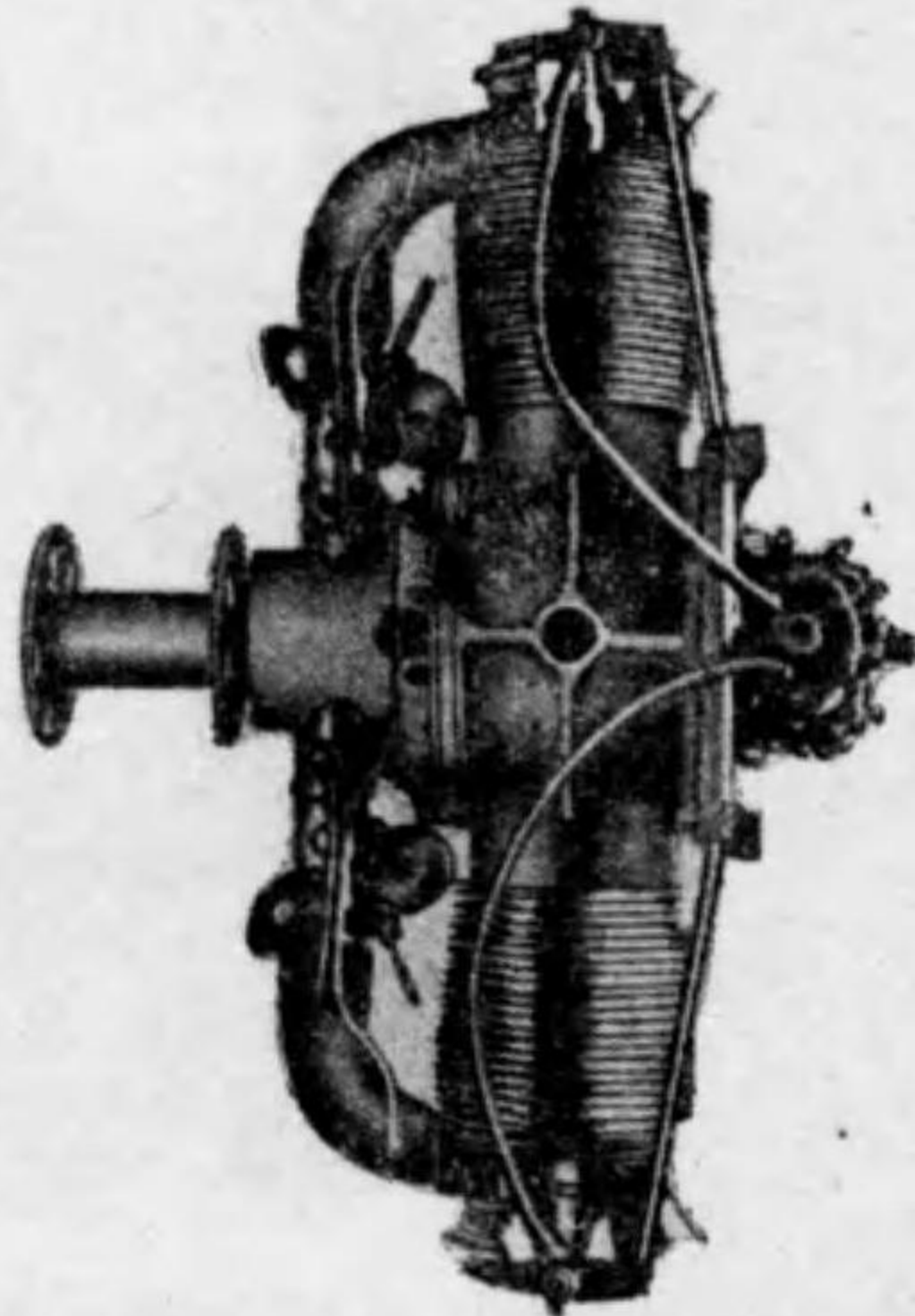
(a) 水平對向型(Horizontal type)

水平型は、2 シリンダまたはその倍數シリンダが相對して、水平に配列されたもので、小型發動機に採用される型式である。

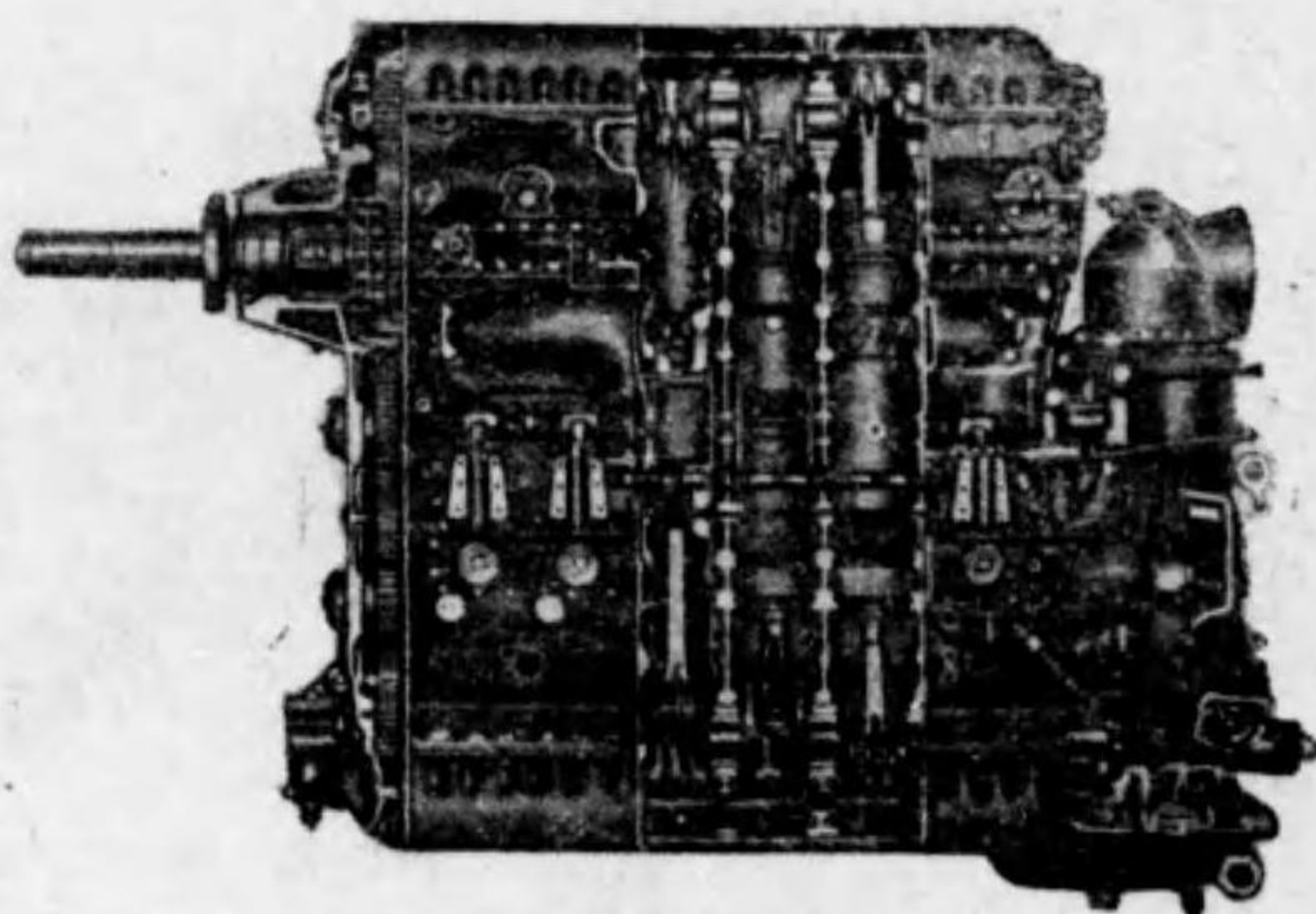
この發動機は、飛行機への取附位置を適當にすれば、空氣抵抗を極度に減少することが出来る。

(b) 垂直對向型

垂直對向型は、1 本のクランク軸を中央に上下にピストンが取附けられたものと、第 31 圖のやうに、クランク軸が上



第 30 圖 水平(對向)型シリンダ機關 Aeronca 30HP

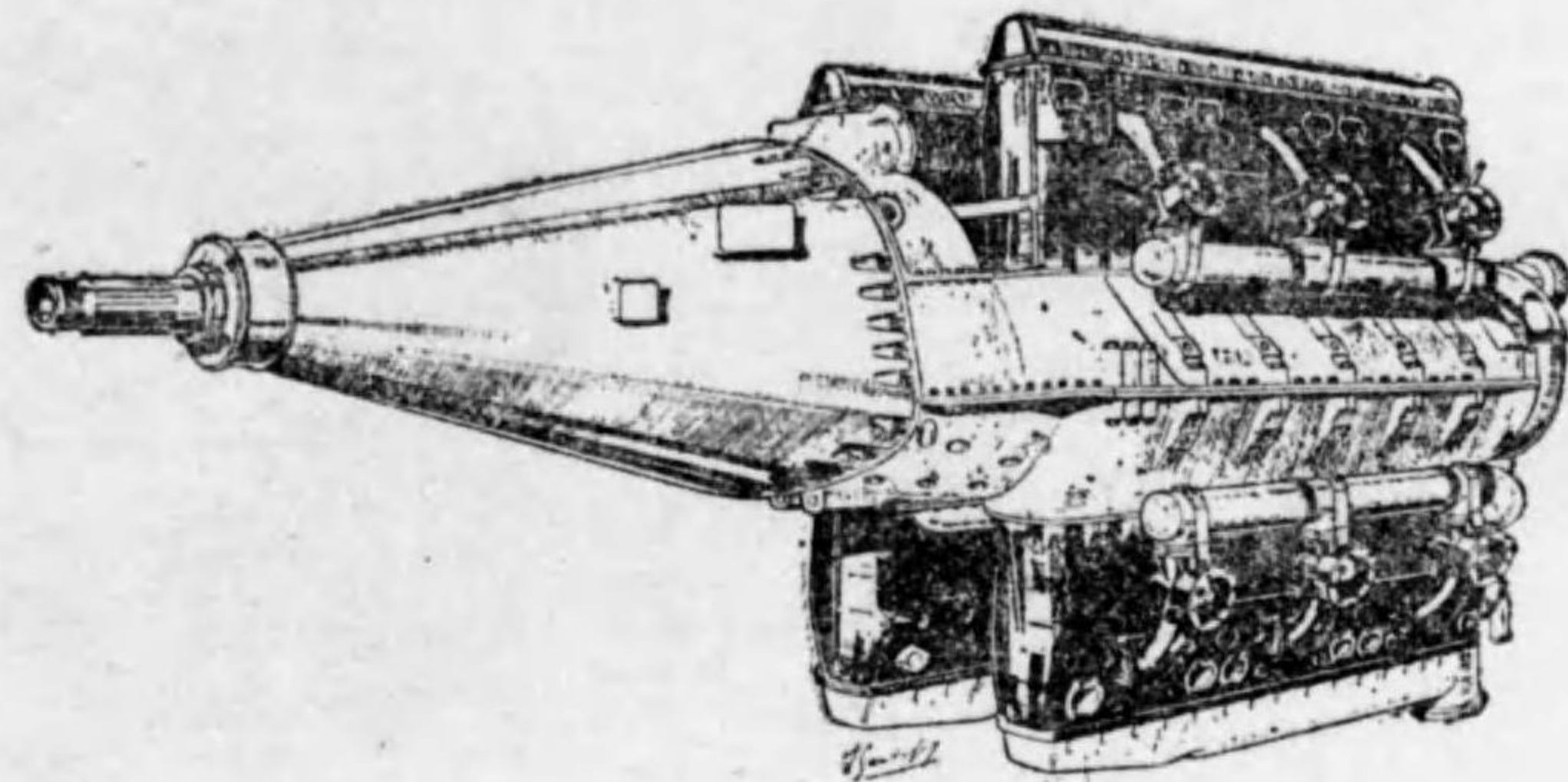


第 31 圖 垂直(ピストン)對向型 5 シリンダ機關 Junker's Jumo 205型 2 cycle Diesel 600HP

下 2 本あり、同一シリンダ内に於てピストンが對向してゐるものがある。

(c) H 型

H 型は垂直對向型を 2 列に並べて、一つのクランク室で纏めたものである。

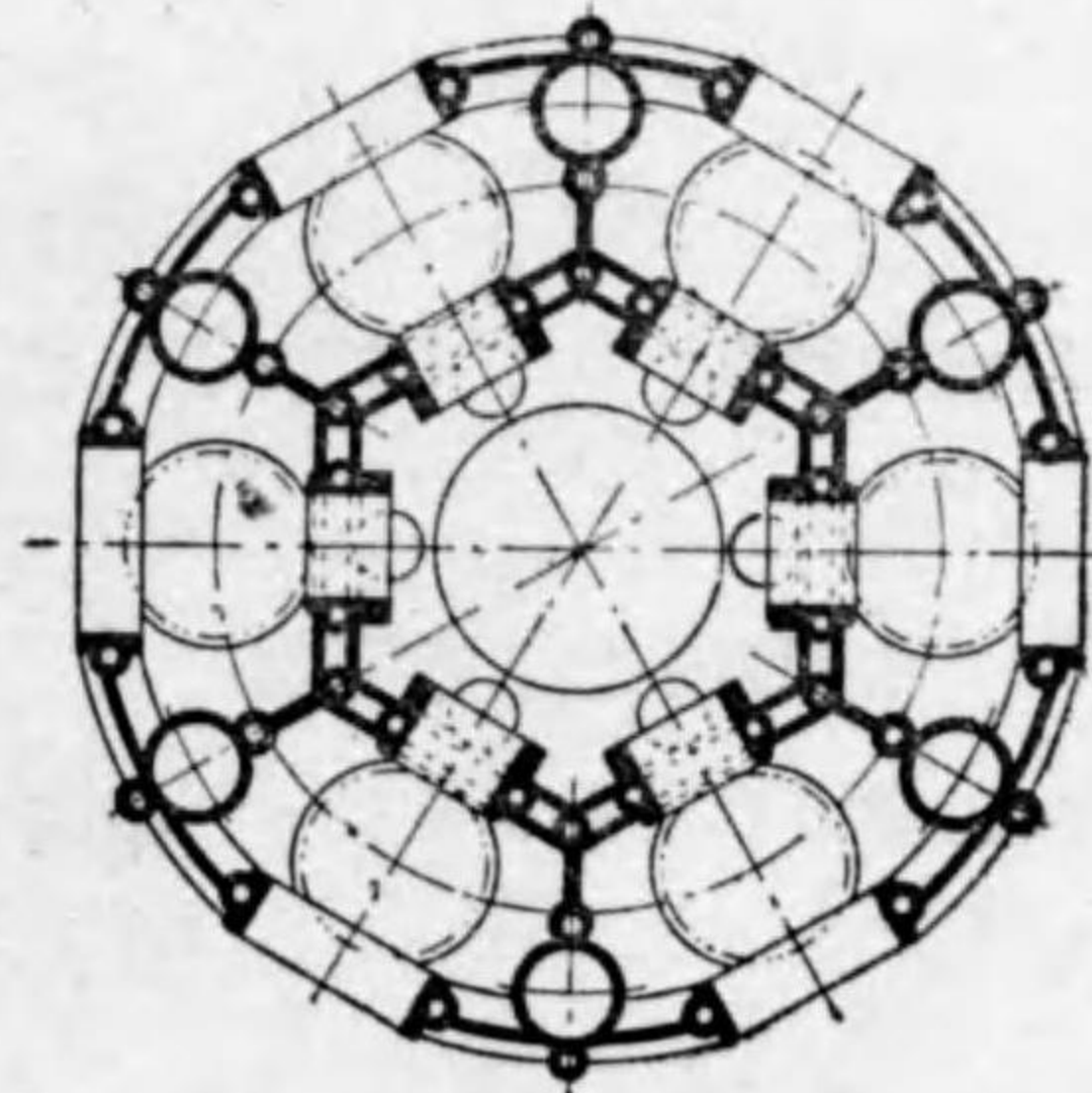


第 32 圖 H 型 24 シリンダ機關 Napier-Halford Dagger III 型

この型はシリンダ數を、16, 24 等にすることが出来るから、大馬力用に適す。

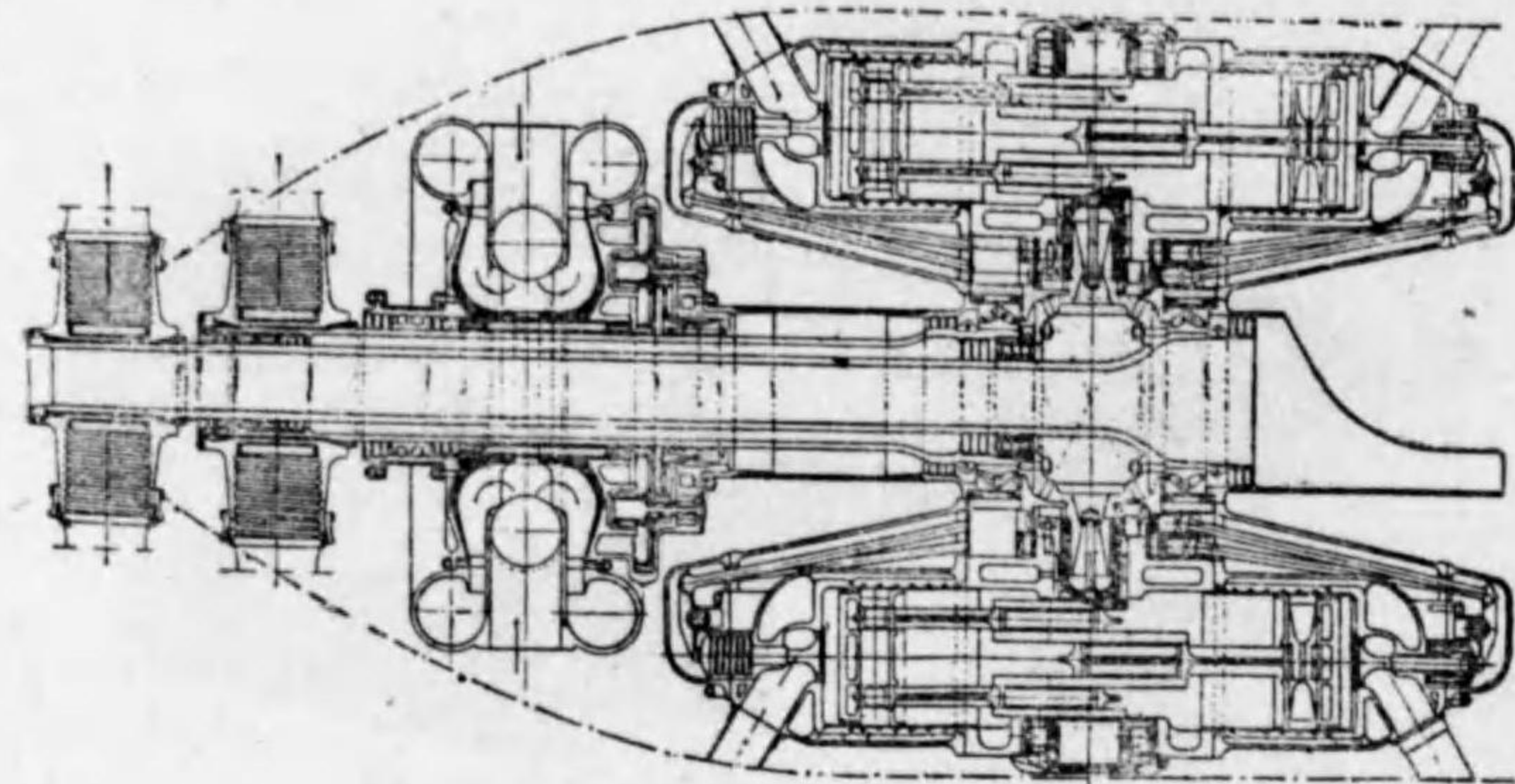
(d) 胴型 (Barrel type)

胴型は、プロペラ軸を取圍んで各シリンダが胴型に取附けられたものである。第 33 圖は、六つのシリンダがプロペラ軸を中央に取圍んで胴型を形成した



第 33 圖 胴型發動機の横断面圖 "Cannon-Motor" 6 シリンダ機關

断面を示す。第 34 圖は、同じ發動機の縦断面圖である。圖で明らかやうに、各シリンダは水平對向型で、それぞれ中央のクランク軸に對して二つのピストンが取付けられてゐる。そしてこれらのクランク軸の回轉は、傘齒車によつてプロペラ軸に傳へられる。



第 34 圖 胴型發動機の縦断面圖  
Gadoux "Cannon-Motor" 900HP

この發動機の特長は、互に反對方向に回轉する 2 箇のプロペラ軸があり、その中は Cannon (機関砲) の砲身となつてゐること、及び發動機の外徑が著しく縮小されてゐることである。

### 3. 冷却方法による區別

發動機の型式をシリンダの冷却方法によつて區別すと次の 2 種となる。

(a) 空 冷 式

(b) 液 冷 式 (水冷式も含む)

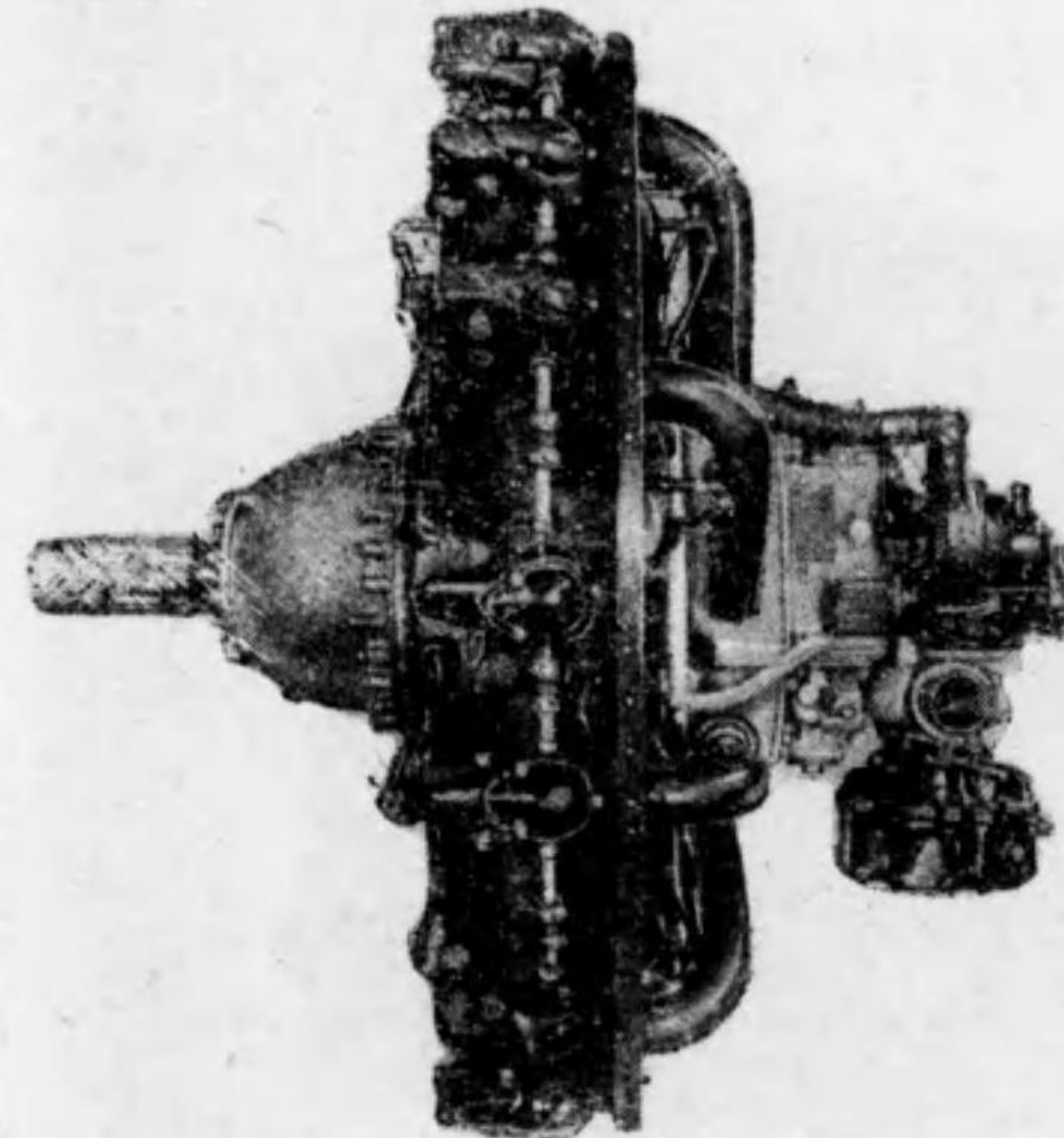
### (i) 空冷式發動機 (Air cooled engine)

空冷式は、シリンダを直接空氣で冷却するもので星型、列型發動機に採用されてゐる。

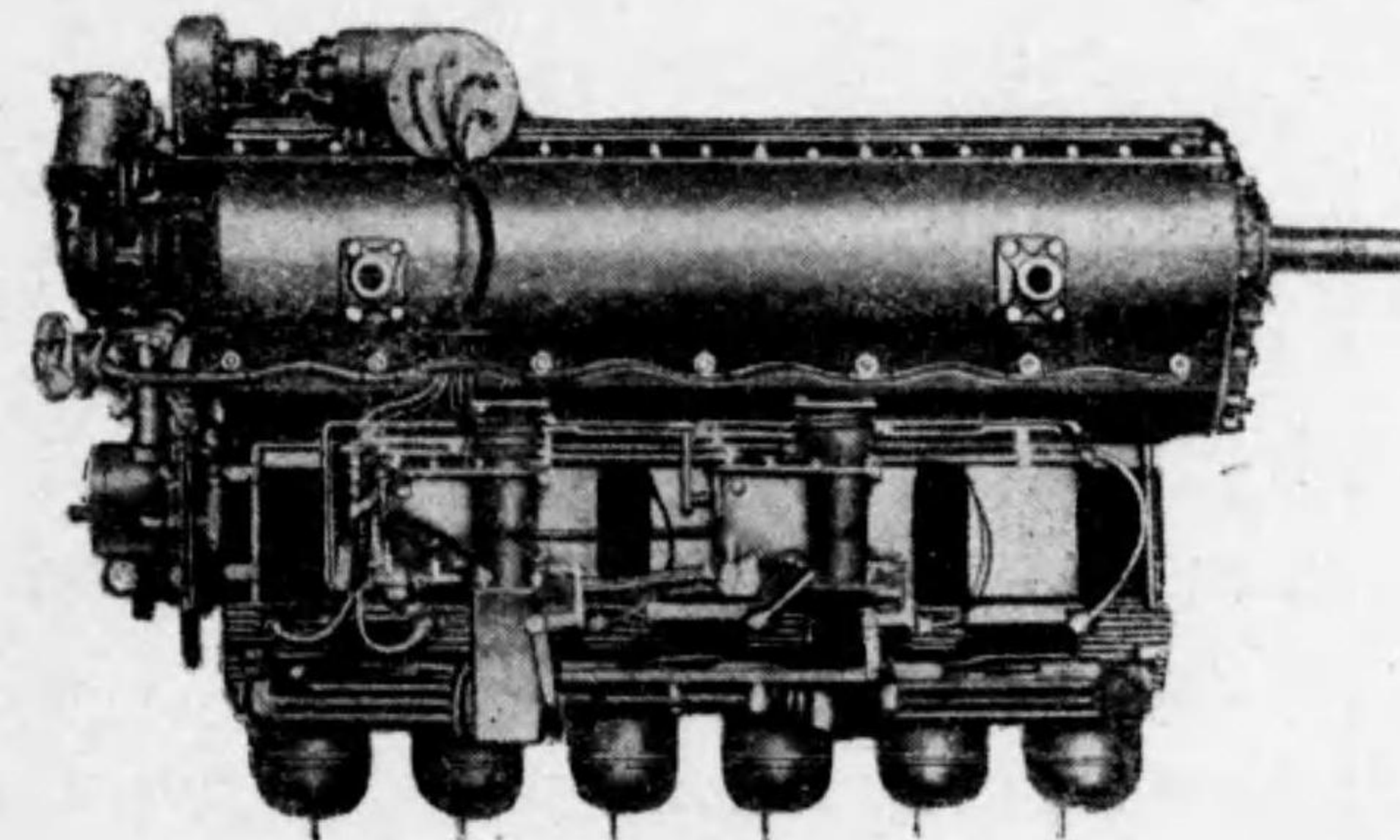
空冷式は液冷式に比し、次の長所がある。

(a) 冷却液、冷却ポンプ、放熱器等がいらぬから、その重量を輕減することが出来る。

(b) 冷却液系統に生ずる故障を除去する



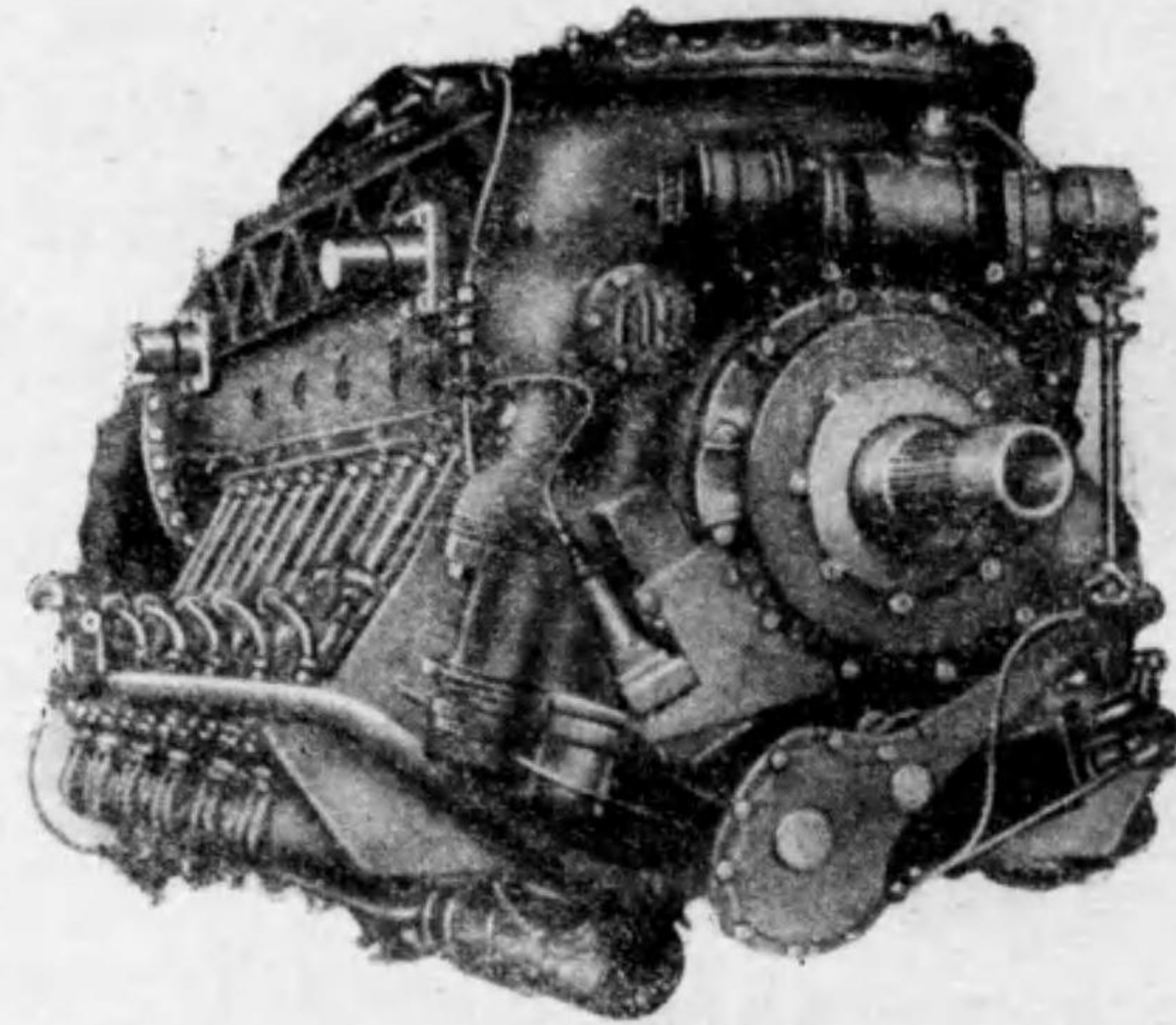
第 35 圖 星型空冷發動機



第 36 圖 列型空冷發動機

ことが出来る。

- (c) 冷却液の温度を調整する必要がなく、取扱ひが簡単である。
- (d) 極端な寒暑に堪へることが出来る。



第 37 圖 倒立 V 型水冷發動機  
De Havilland "Gipsy twelve"

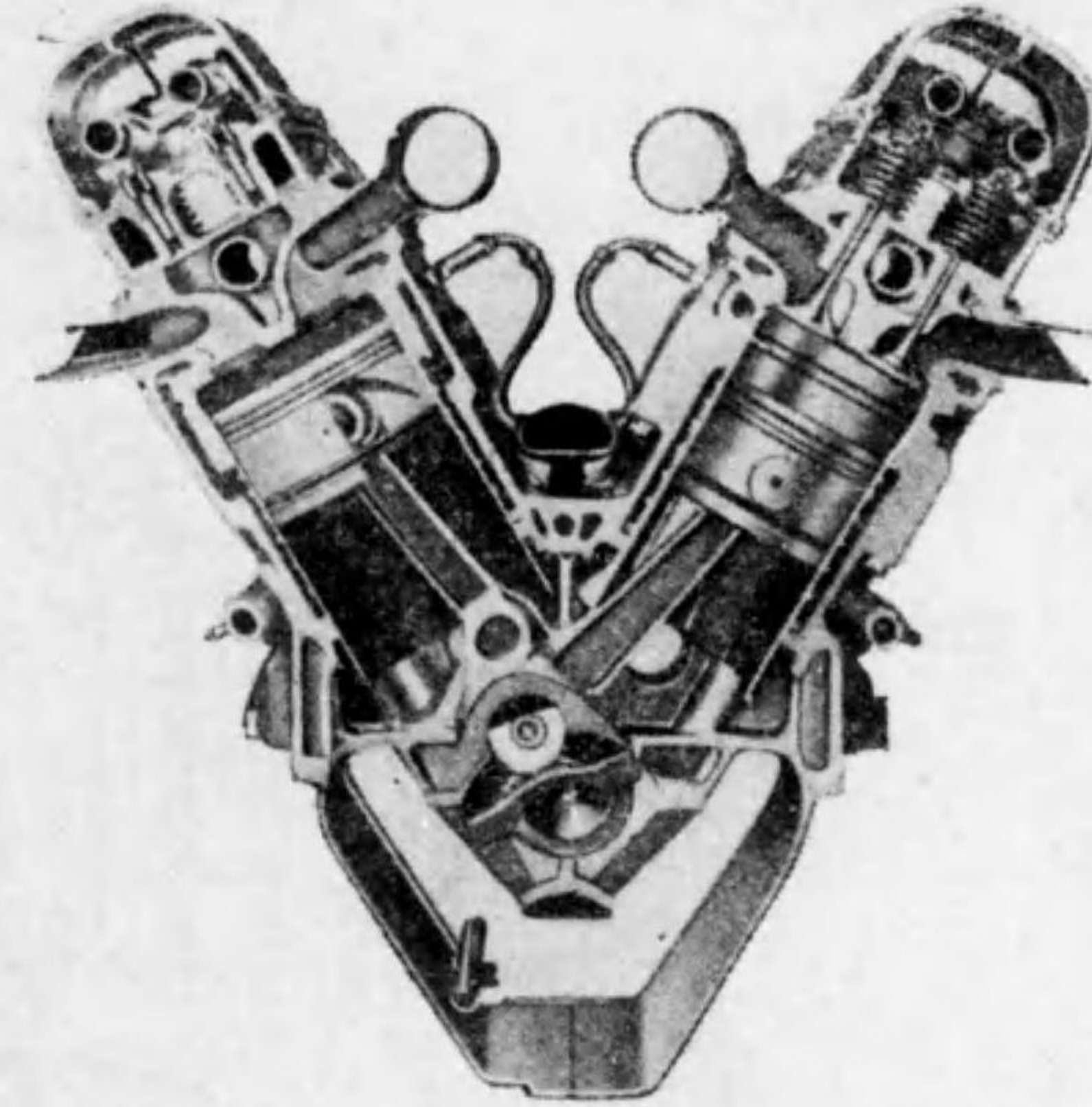
空冷式には次の缺點がある。

- (a) 前面抵抗が大きい。
- (b) シリンダの冷却度が多少不均一になる。
- (c) 燃料の消費量がやゝ大である。
- (d) 液冷式に比し、大馬力のものを作ることが困難である。
- (e) 構造が複雑である。

然し以上の缺點は最近次第に改良されつゝあつて、液冷式と共に今後益々發達するものと考へられる。

### (ii) 液冷式發動機 (Liquid cooled engine)

液冷式は、冷却液でシリンダを冷却するもので、水で冷却するものを特に水冷式 (Water cooling) といふ。



第 38 圖 V 型液冷發動機  
Lorraine "Petrel" 720 HP

液冷式發動機の利點は次の通りである。

- (a) 前面抵抗が小さい。
- (b) シリンダの冷却が均一に行はれる。
- (c) 燃料消費量が比較的少い。
- (d) 大馬力のものに適す。

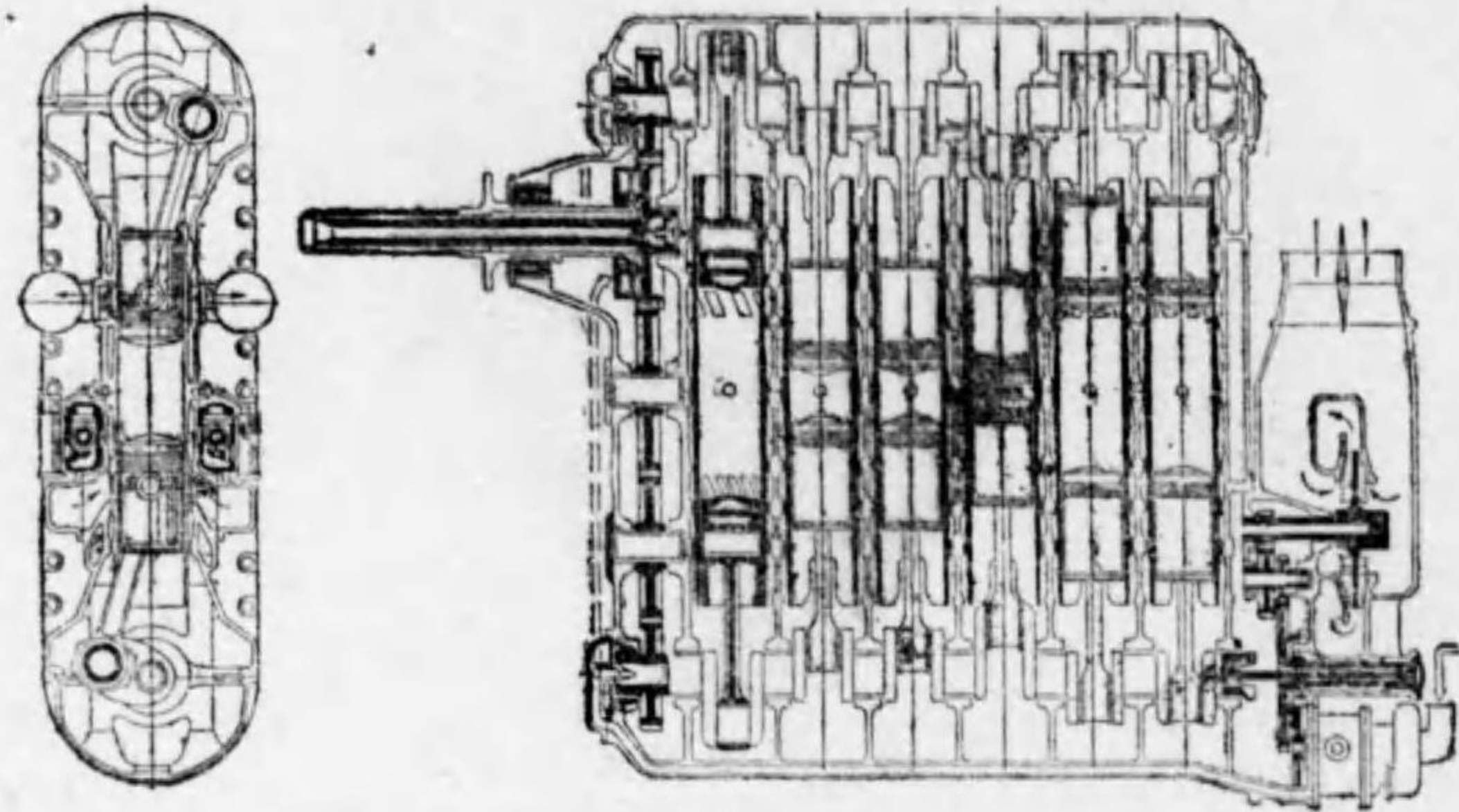
液冷式のものには次の缺點がある。

- (a) 冷却液系統に故障が多い。

(b) 冷却液の温度調整が困難である。

#### 4. 行程による區別

内燃機関の行程運動には、2サイクル式と4サイクル式の2種がある。航空發動機の大多数は、4サイクル式といつてもよい位であつて、2サイクル式はディーゼル發動機、その他特殊の發動機に用ひられてゐるだけである。



第 39 圖 2サイクル式發動機  
(Junkers "Jumo" ディーゼル機関)

#### 5. 燃料による區別

航空發動機を燃料によつて區別すると次の2種となる。

(a) ガソリン發動機

(b) ディーゼル發動機

ガソリン發動機の大多数は、混合ガス吸入式であるが、最近ガソリン噴射式の發動機が用ひられるやうになつて來た。

#### (i) ガソリン噴射發動機

ガソリン噴射發動機は、氣化器を用ひず、ガソリンを噴射ポンプでシリンダまたは吸入管内に噴射させ、空氣と混合させるものである。

この型式は、ディーゼル機関とよく似てゐるが、電氣点火によつてガスを燃焼させる點が異なつてゐる。

ガソリン噴射發動機には次の特長がある。

- (a) 燃料の損失が少ない。
- (b) 吸入効率を増すことが出来る。
- (c) 燃料を各シリンダに均一に分配することが出来る。
- (d) 点火栓附近に、燃焼に必要な混合氣を集中させることが出来るから、全體として稀薄混合氣に用ひることが出来る。
- (e) 揮發性の少い燃料を使用することが出来る。
- (f) 特殊飛行に好適である。

この發動機の缺點とするところは、次の通りである。

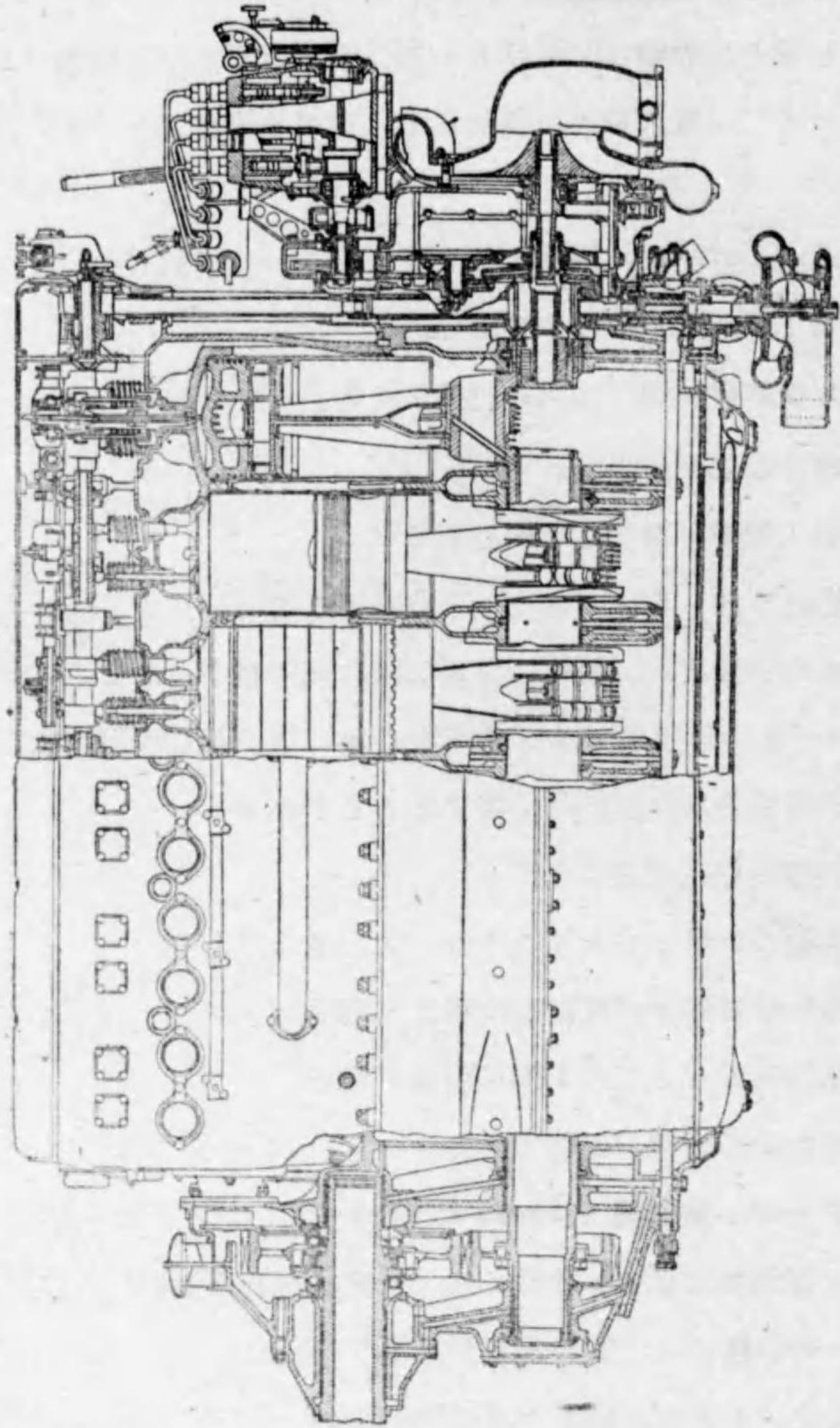
- (a) 燃料噴射ポンプは高速回轉に不利である。
- (b) 燃料噴射ポンプの工作が困難である。
- (c) 混合比の調整が困難である。

#### (ii) ディーゼル發動機 (Diesel engine)

ディーゼル發動機は重油を燃料とし、氣化器や点火栓がいらない。

ディーゼル發動機には、次の特長がある。

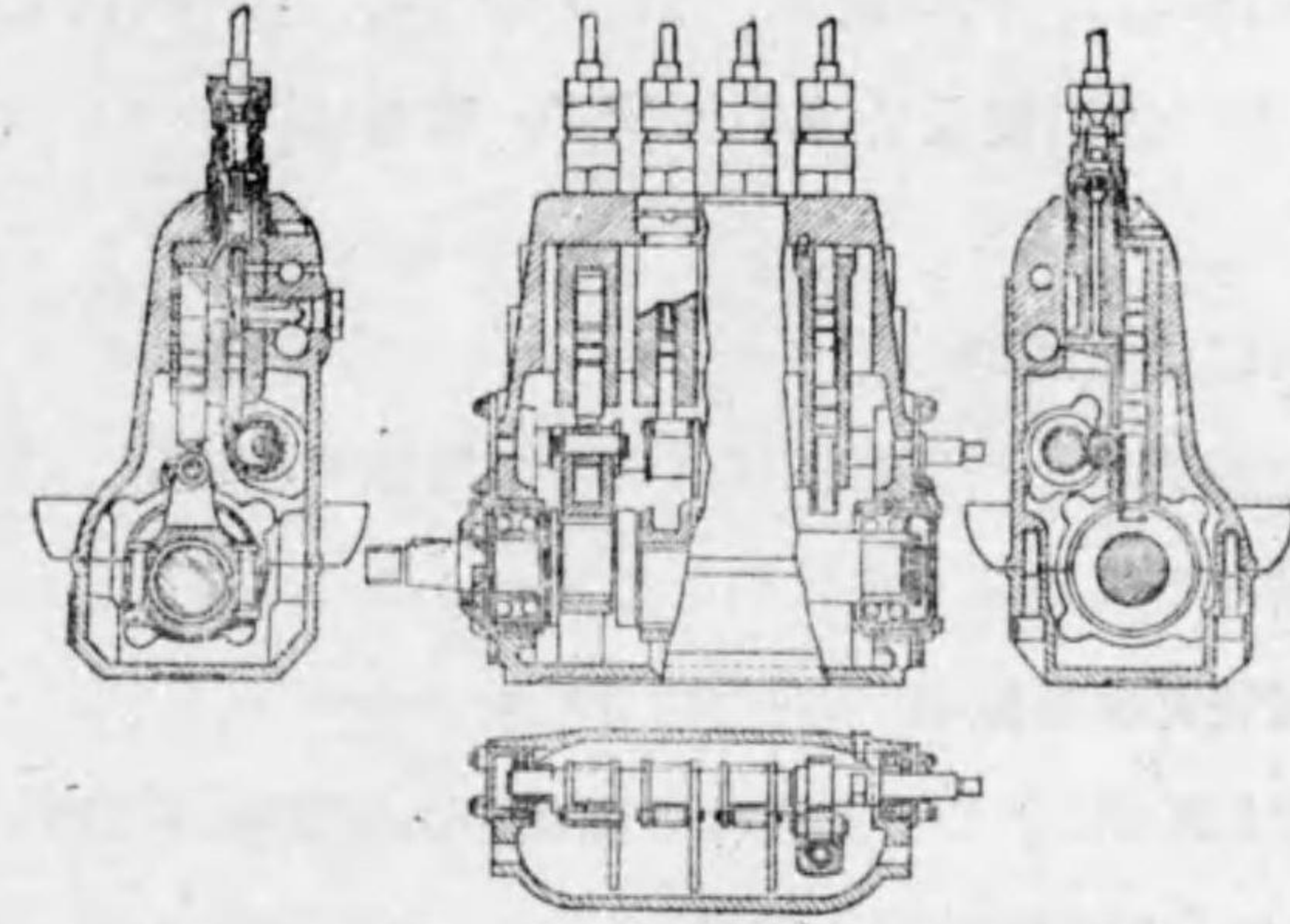
- (a) 重油は引火性が低く火災の惧が少ない。
- (b) 点火装置が不必要であるから、これによる故障がない。ま



第40圖 60° V型ディーゼル發動機 Contain Diesel 水冷 550HP

た無線の送受信に妨害しない。

(c) 燃料消費率が少い。

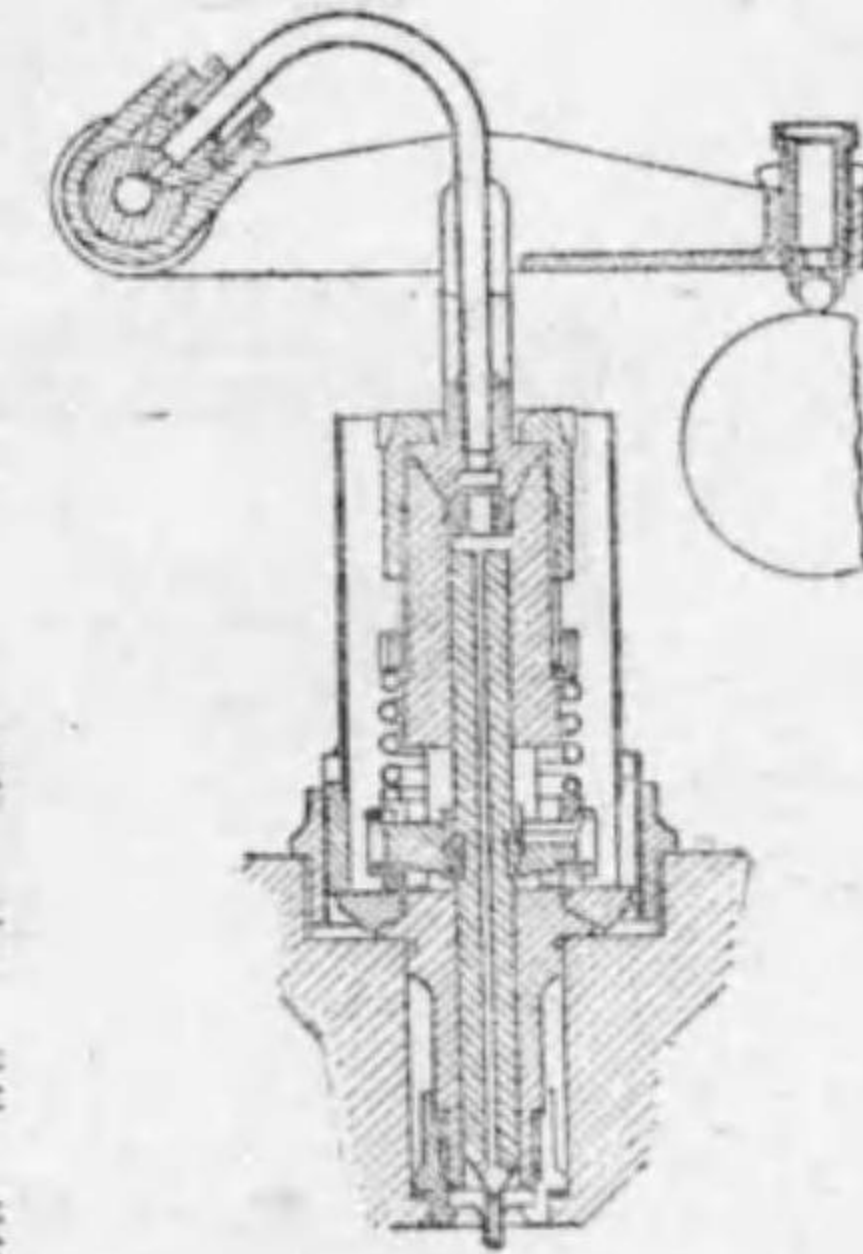


第41圖 燃料ポンプ

この發動機には次の缺點がある。

- (a) リットル當りの出力が小さい。
- (b) 馬力當りの重量が大である。
- (c) 潤滑油の汚損が大である。
- (d) 燃料ポンプの調整が困難である。

第40圖は、水冷式V型ディーゼル發動機を示す。燃料ポンプは、發動機の後方過給機の上に2箇取付けられ、こゝから共通壓力室に燃料を送る。燃料はこゝから高壓力燃料管を経て各シリンダに送られる。



第42圖 燃料噴射弁



燃料噴射弁は、シリンダの上に設けられ、 $700\text{kg/cm}^2$  の壓力で燃焼室内に噴射される。

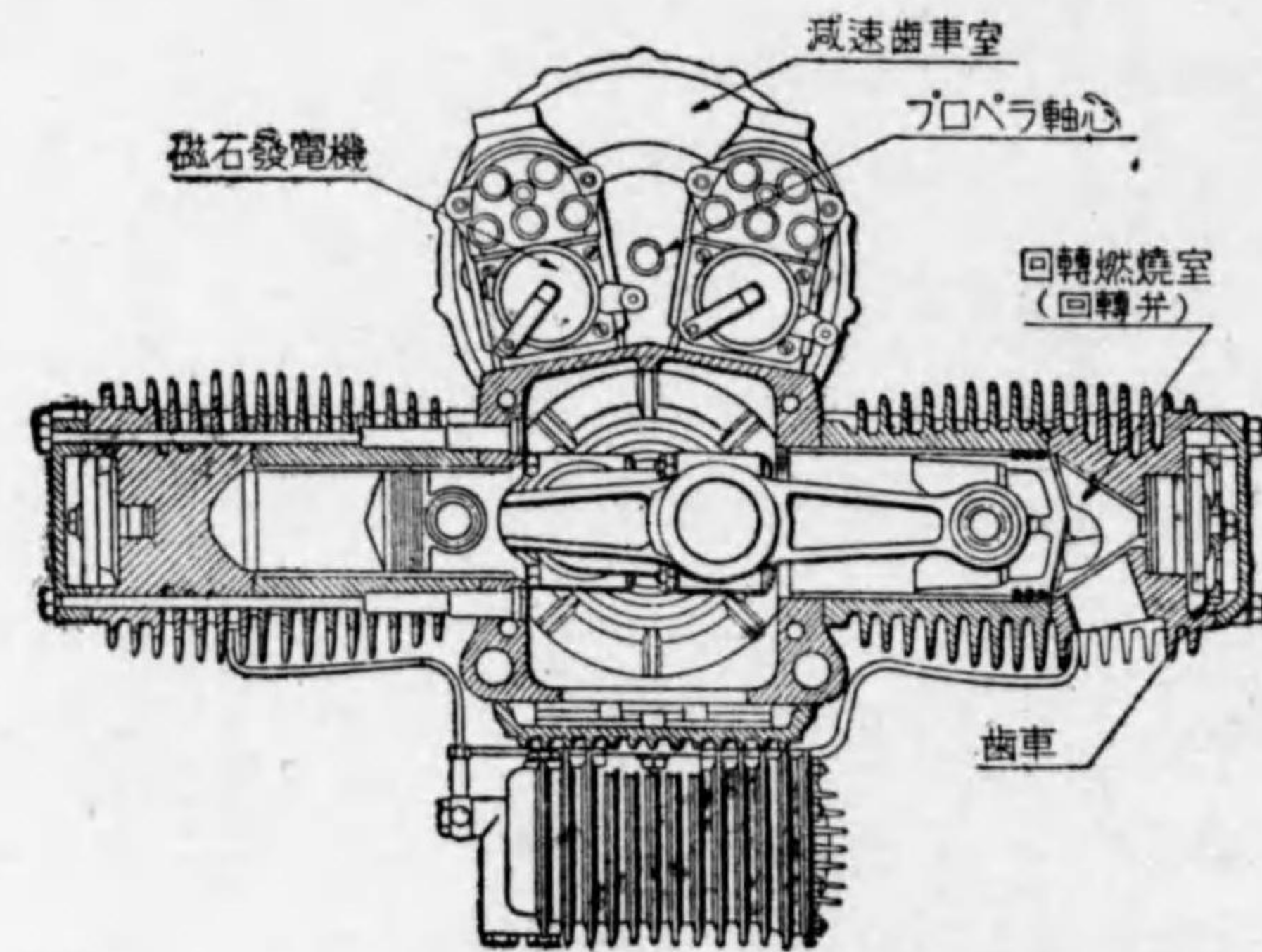
この發動機の最大回轉數は、 $2,200\text{ rev/min}$ 、燃料消費量は、 $174\text{ g/HP/h}$ 、潤滑油消費量は  $8.3\text{ g/HP/h}$ 、重量は  $530\text{kg}$  である。

6. 機構による區別

發動機を機構によつて區別することは困難であるが、こゝでは特殊な弁機構をしてゐるものについて述べることにする。

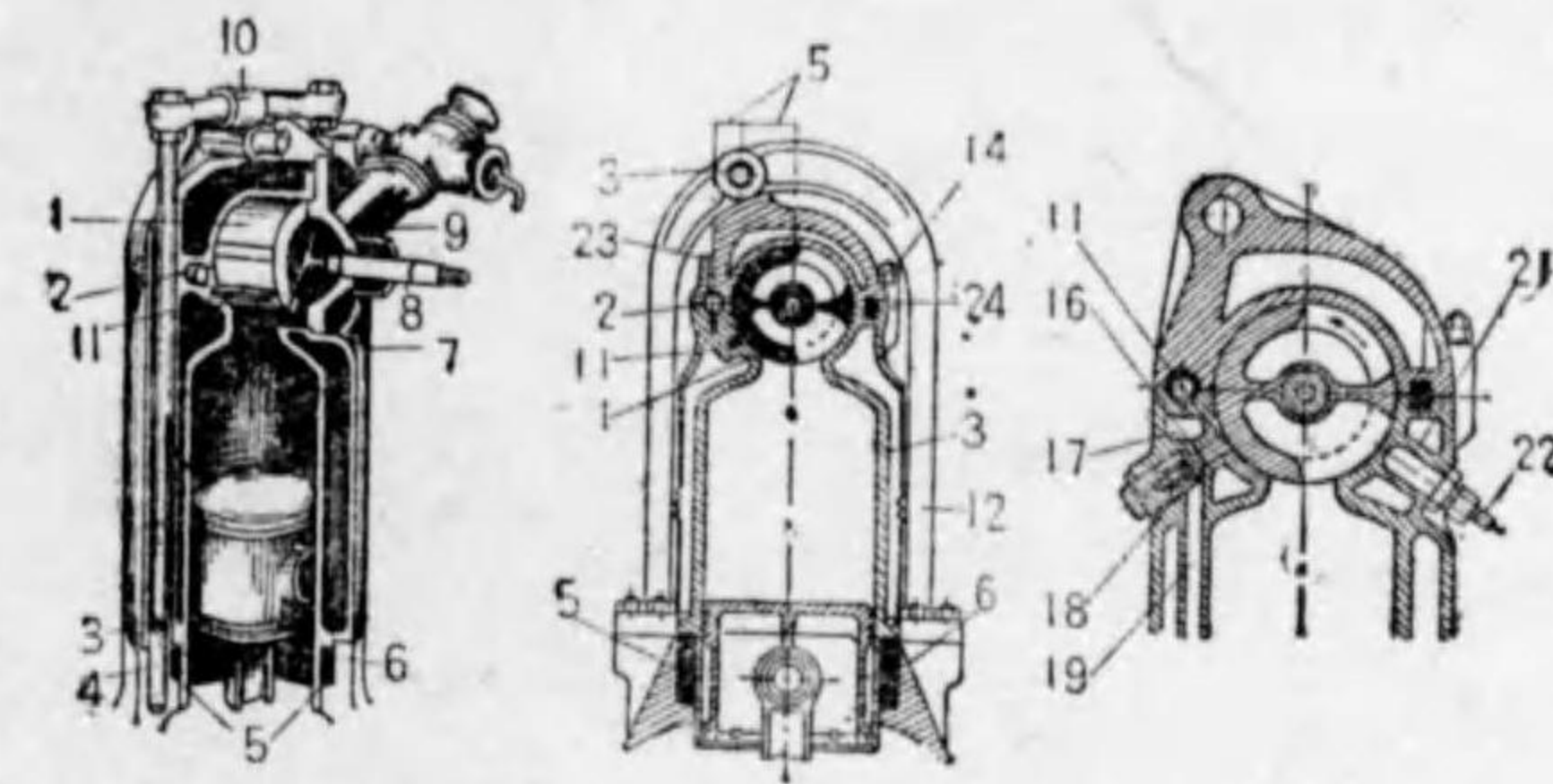
(i) 回轉弁式發動機 (Rotary valve engine)

第 43 圖は齒車によつて回轉する圓錐形の回轉弁を取附けた Aspin 水平型 4 シリンダ發動機を示す。



第 43 圖 回轉弁式發動機  
Aspin 4 シリンダ水平型

第 44 圖は、圓筒形の回轉弁を取附けたシリンダを示す。



第 44 圖 圓筒形回轉弁

回轉弁は普通の茸弁 (Poppet valve) に比し高速度に回轉することが出來、吸入效率を大にすることが出来るが、弁の冷却が困難であること、摩擦面の抵抗が大であること等の缺點がある。

(ii) 摺動弁式發動機 (Sleeve valve engine)

摺動弁を使用する發動機を摺動弁式發動機といふ。

摺動弁は、普通の發動機に用ひられてゐる茸弁の代りをするもので、第 45 圖のやうな形状をしてゐる。

摺動弁 (筒) は、このシリンダ内を上下に回轉しながら運動する



第 45 圖 摺動弁とそのシリンダ

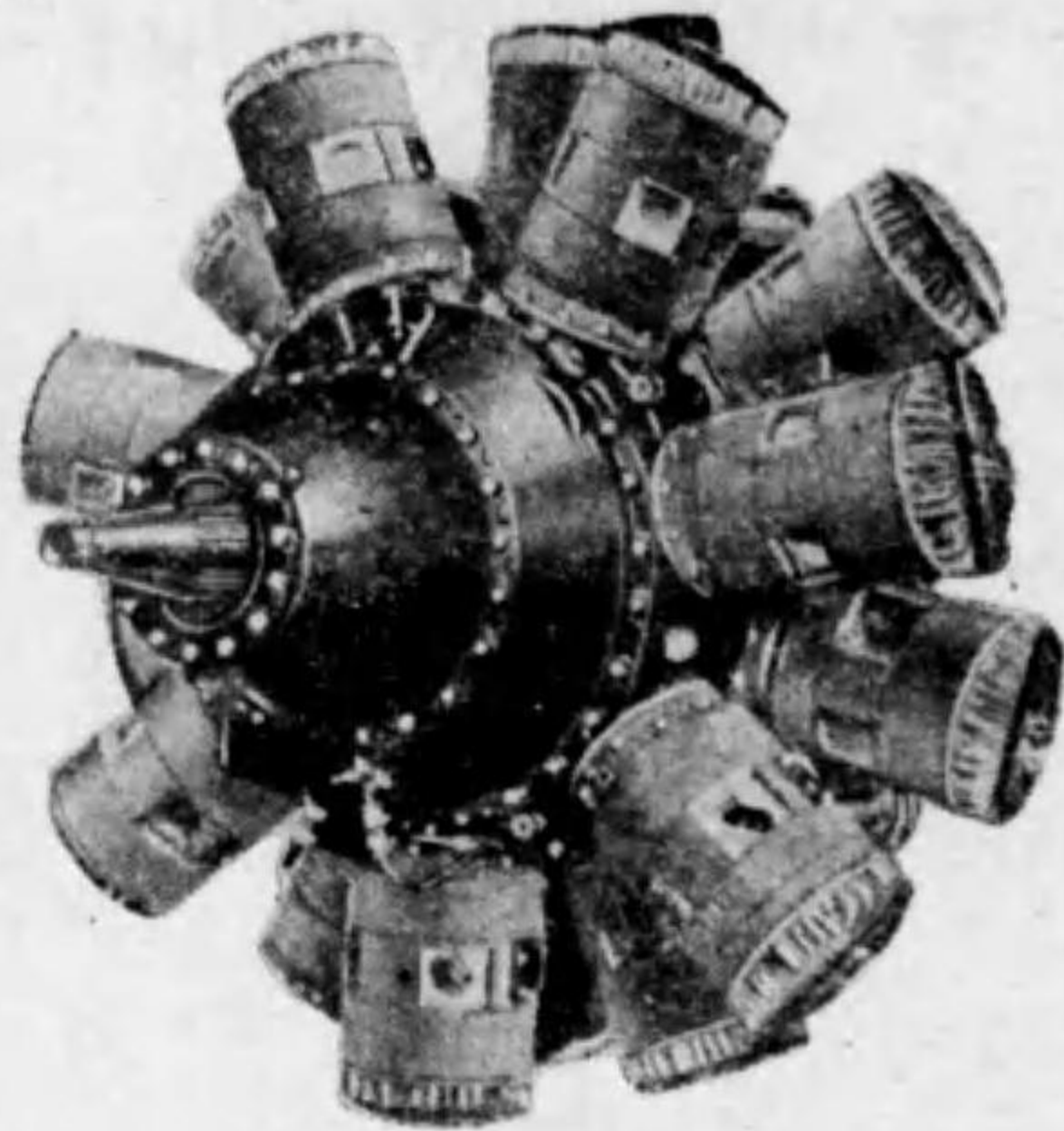
もので、次のやうな作用をなす。

(a) 摺動弁(筒)の上下運動は、摺動筒クランクによつて行はれる。

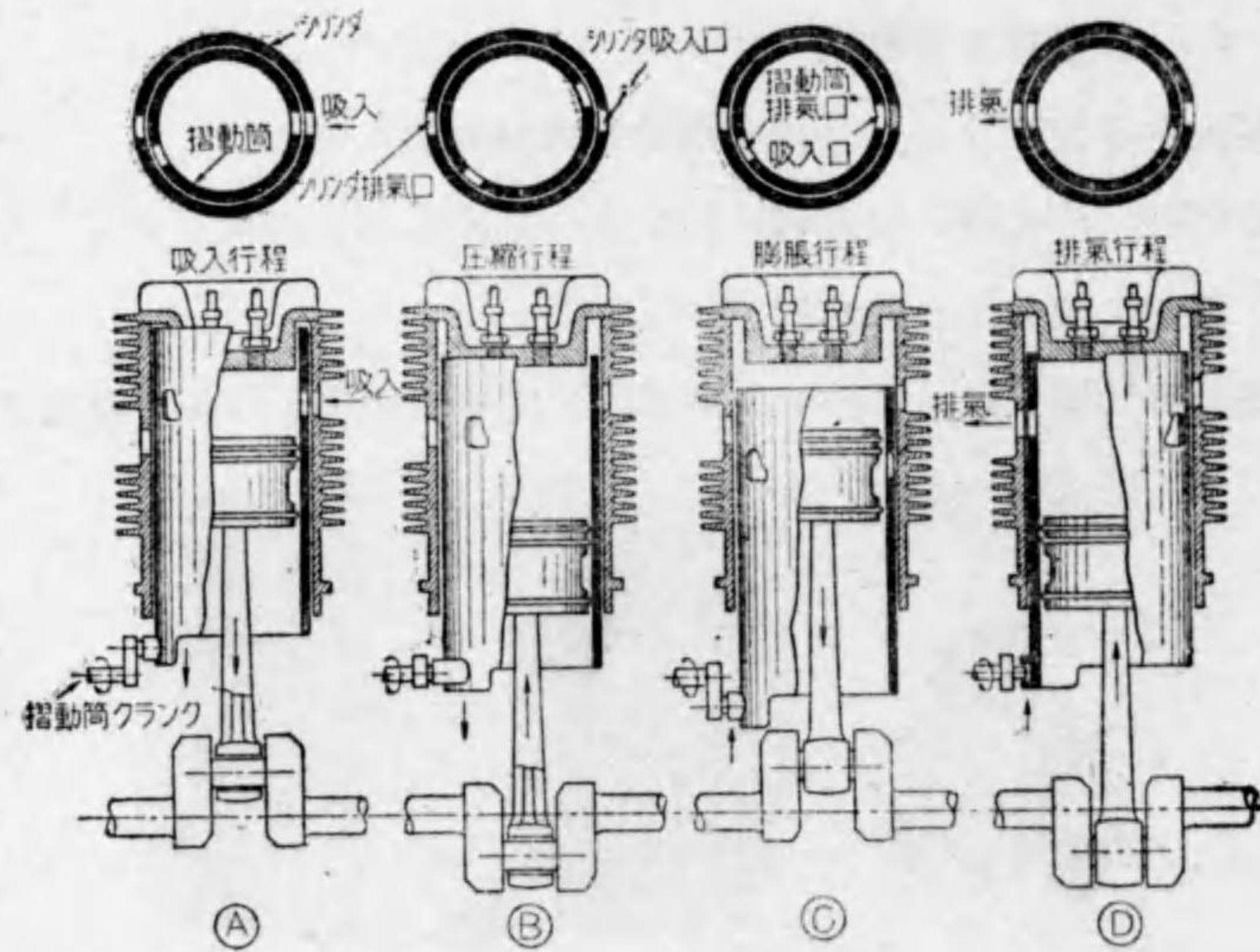
(b) 摺動弁(筒)の回轉運動は、或範圍の角度内で行はれるもので、上記のクランクによつて上下運動と共に行はれる。

(c) シリンダ側の吸入孔と摺動弁(筒)側の吸入孔が一致した時に、ガスの吸入が行はれる。

(d) シリンダ側の排氣孔と、摺動弁(筒)側の排氣孔が一致した



第46圖 摺動弁式發動機



第47圖 摺動弁の作動圖

時ガスが排出される。

(e) この發動機は、4 サイクル式である。

第47圖は、4 サイクルの各行程に於ける摺動弁の作動状態を示す。

摺動弁發動機は、茸弁發動機に比して次の特長がある。

(a) 回轉數に制限されず弁の開閉が正確である。

(b) 燃焼室に過熱部分なく、壓縮比、プースト壓力を高くすることが出来る。

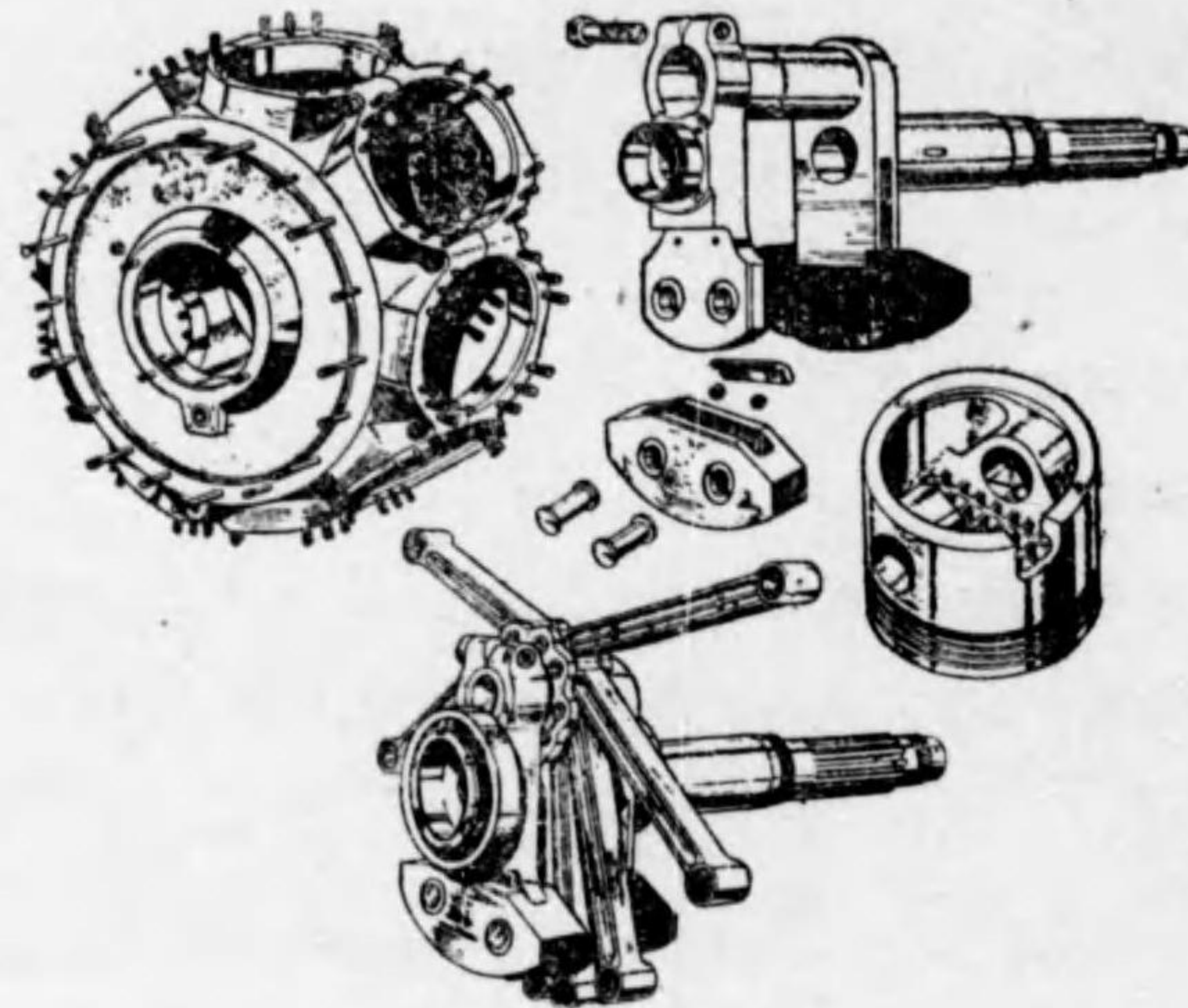
(c) 弁機構が簡單である。

(d) 衝撃音が少い。

然しこの發動機の缺點とするところは、シリンダと摺動筒との間の潤滑が困難であり、氣密が完全に行はれない點である。

## 第4章 發動機本體

發動機は、發動機本體と附屬装置から出来てゐる。發動機本體は、シリンダ、ピストン、弁、カム、接合棒、クランク軸、減速装置及



第 48 圖 (a)

び補機装置からなつてゐる。

第 48 圖は、星型9シリンダの發動機本體を分解したものを示す。

### 1. シリンダ (Cylinder)

シリンダはシリンダ胴とシリンダ頭とからなつてゐる。シリンダ胴は、その内部に



第 48 圖 (b)

ピストンが入り、下部はクランク室に取付けられてゐる。

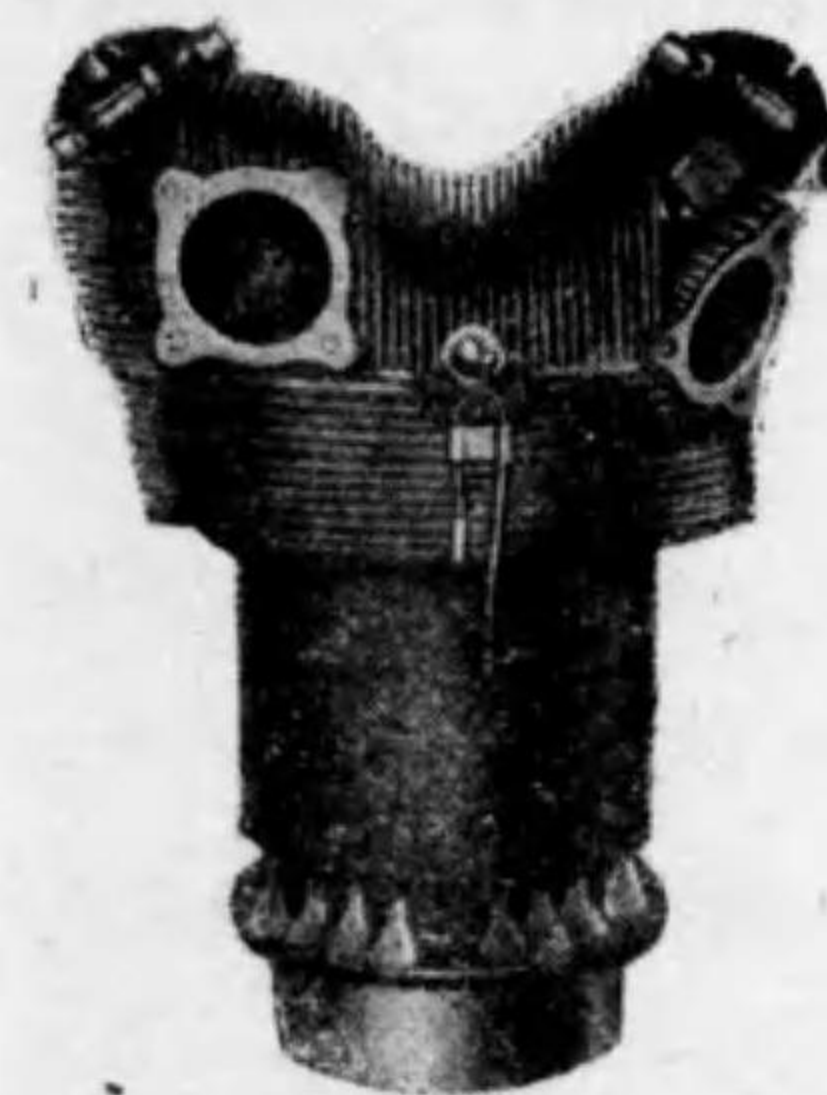
シリンダ頭は、胴と共に燃焼室を形成するもので、その上に弁、点火栓を取付ける。

第 49 圖はシリンダ胴、シリンダ頭及びそれに附いてゐるピストン、弁等の断面を示す。

シリンダは、この中で吸入したガスを爆發させる場所であるから、常に  $1200^{\circ}\text{C}$  内

外の高熱と  $50\text{kg}/\text{cm}^2$  内外の壓力を受ける、そのため適當の放熱装置と強度とが必要となる。

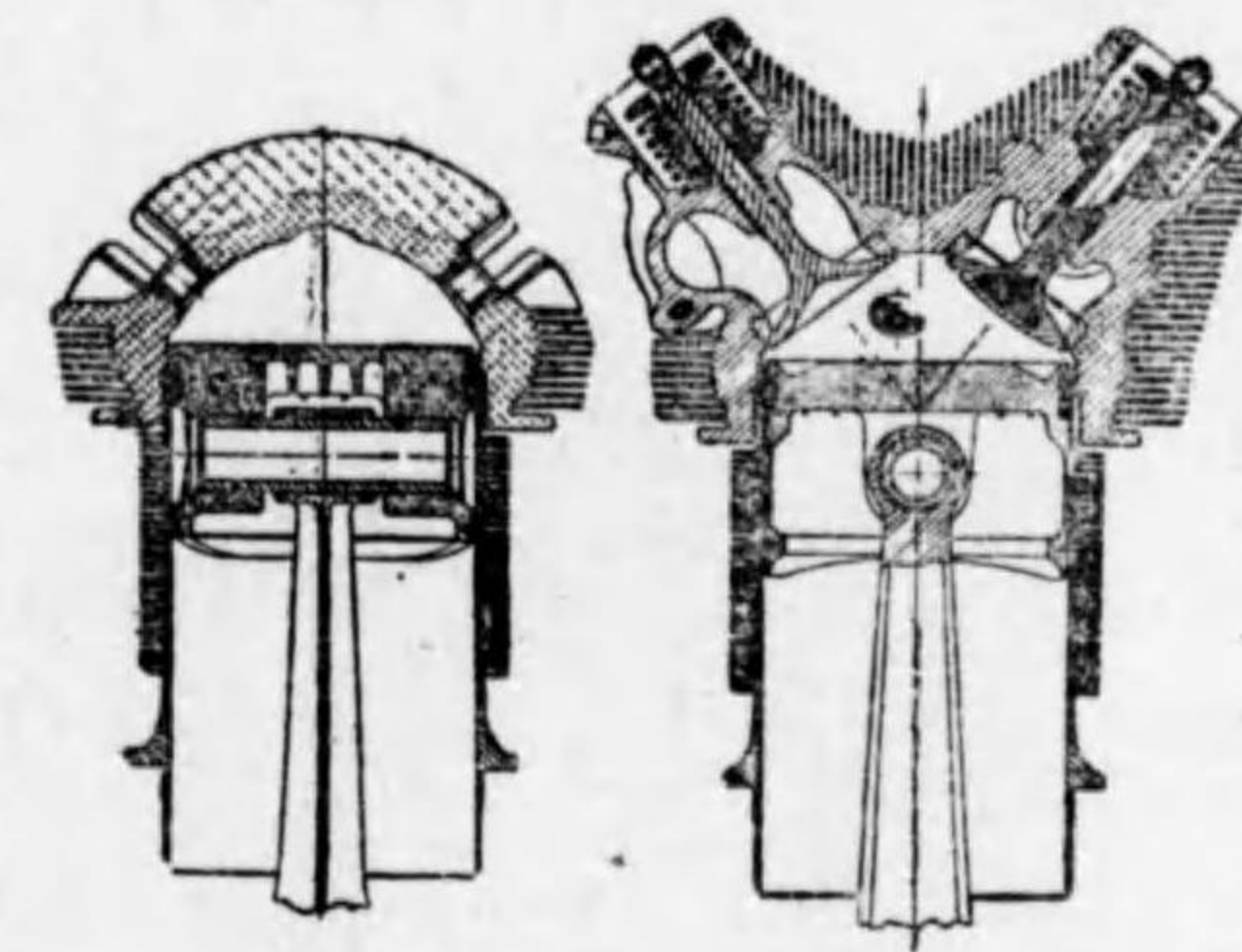
空冷式發動機のシリンダには、外周に多數の鰭 (Fin) 狀の放熱片があつて、放熱面を廣くしてある。第 50 圖は空冷式のシリンダを示す。



第 50 圖 空冷式のシリンダ

液冷式發動機のシリンダには、外周に水套 (Water jacket) が取付けられ、これとシリンダとの間に液または水を通すやうになつてゐる。

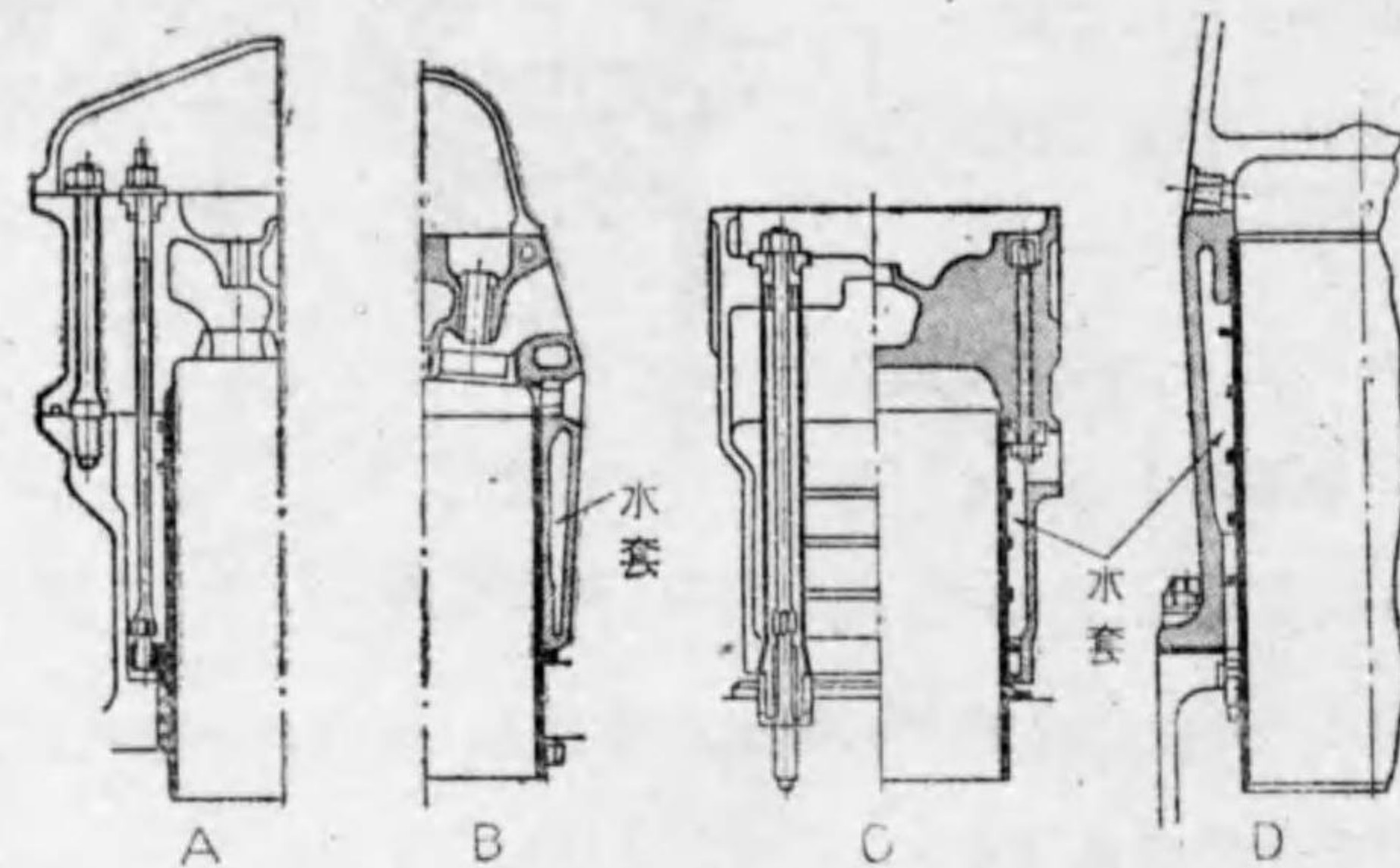
空冷式のシリンダは、多くはアルミニウム Y 合金で鑄造され、シリンダ胴にネジ止めされてゐる。頂部には吸入弁と排氣弁が各 1~2 箇宛取付けられるが、



第 49 圖 シリンダ

その弁座はニッケル・クロム・マンガン鋼等で作られ、適當の強度と耐熱性をもたせてある。

弁案内は、ケルメット等で作られ、点火栓用ブッシュは、アルミニウム青銅等で作られてゐる。



第 51 圖 液冷式のシリンダ各種

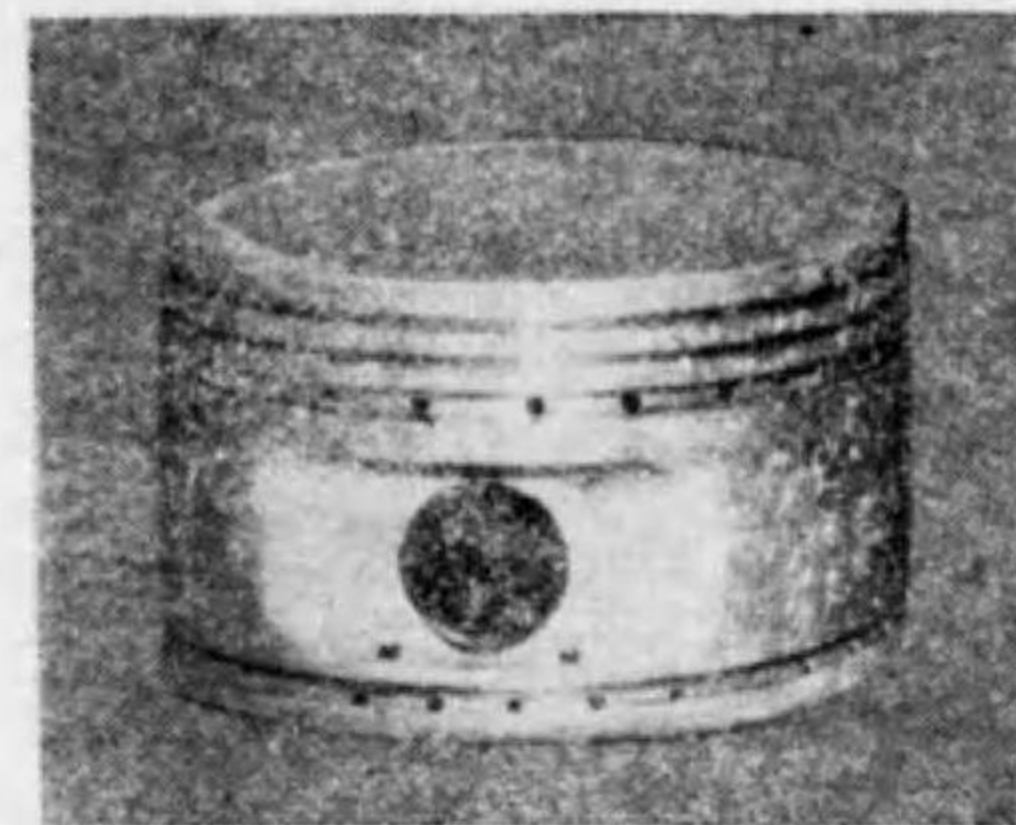
シリンダ胴は、炭素鋼またはクロム鋼の鍛造品を削り出したもので、内面はピストンによる摩耗を防ぐため窒化法等が施されてゐる。

胴體下部は、フランジでクランク室に取付けられるのであるが、内部から潤滑油が浸出するのを防ぐため適當のパッキング(Packing)をしなければならない。

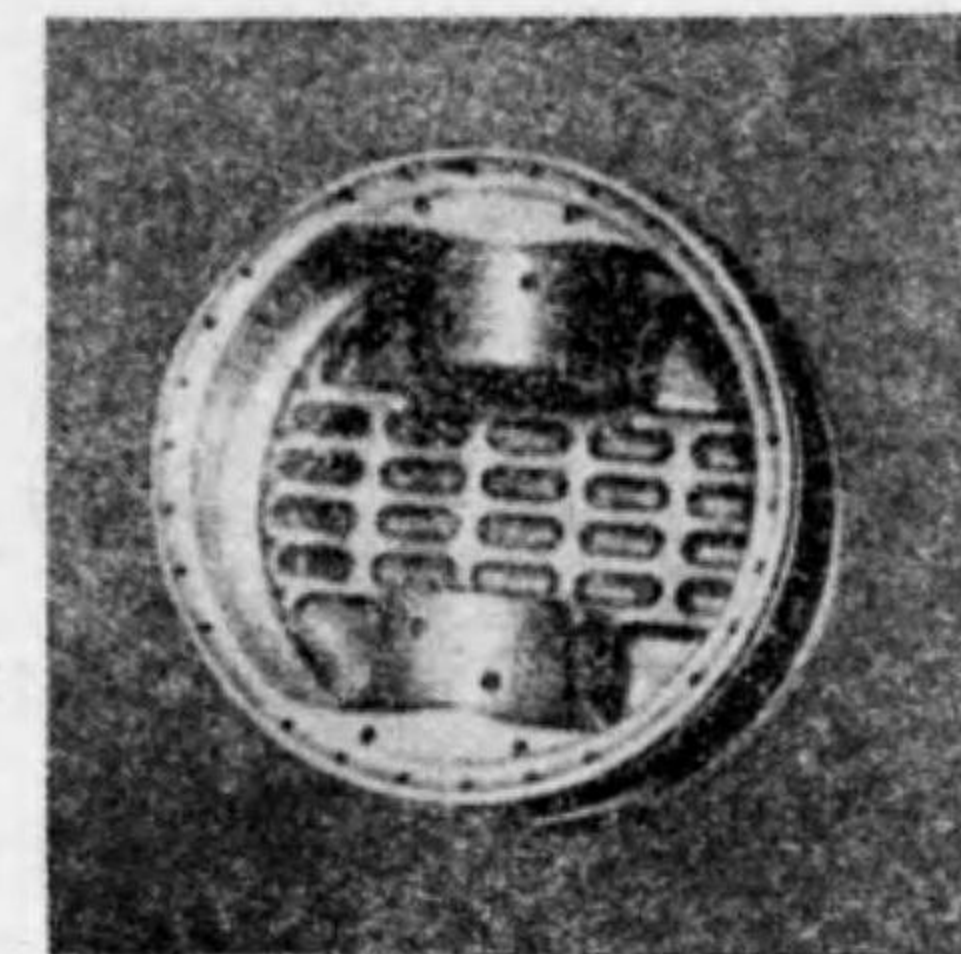
液冷式のシリンダには頭と胴が一體となり、外周に薄い鋼板を銲接して水套を形成したものもあるが、多くは第 52 圖のやうにアルミニウム合金製のシリンダ頭を鋼製のシリンダ胴に取付けるのである。

液冷式のシリンダは、箇々にクランク室に取付けられたものと、

數箇のシリンダを一體 (Cylinder block) として取付けたものがある。前者は後者に比して長さや重さを増し構造が複雑となるが、製作が容易で、不平等の膨脹變形をせず、故障の際にはそのシリンダのみを取換へることが出来る等の特長がある。



第 52 圖 ピストンの表面 (a)



第 52 圖 ピストンの裏面 (b)

## 2. ピストン (Piston)

ピストンはシリンダ内にあつて爆發壓力を受け、接合棒を経てクランク軸に運動力を與へる作用をする。

ピストンは、一般にアルミニウム Y 合金の鑄造物か鍛造物である。その外面はシリンダの内径よりやゝ小さく削られ、裏面にはピストン軸受 (耳軸受) 及び背面の補強と冷却を目的とする力骨 (Rib) がある。

ピストンの形状は、クランク軸の回轉方向、即ち接合棒の運動方向に側壓を受けるのに適するやう筒形に出来てゐる。

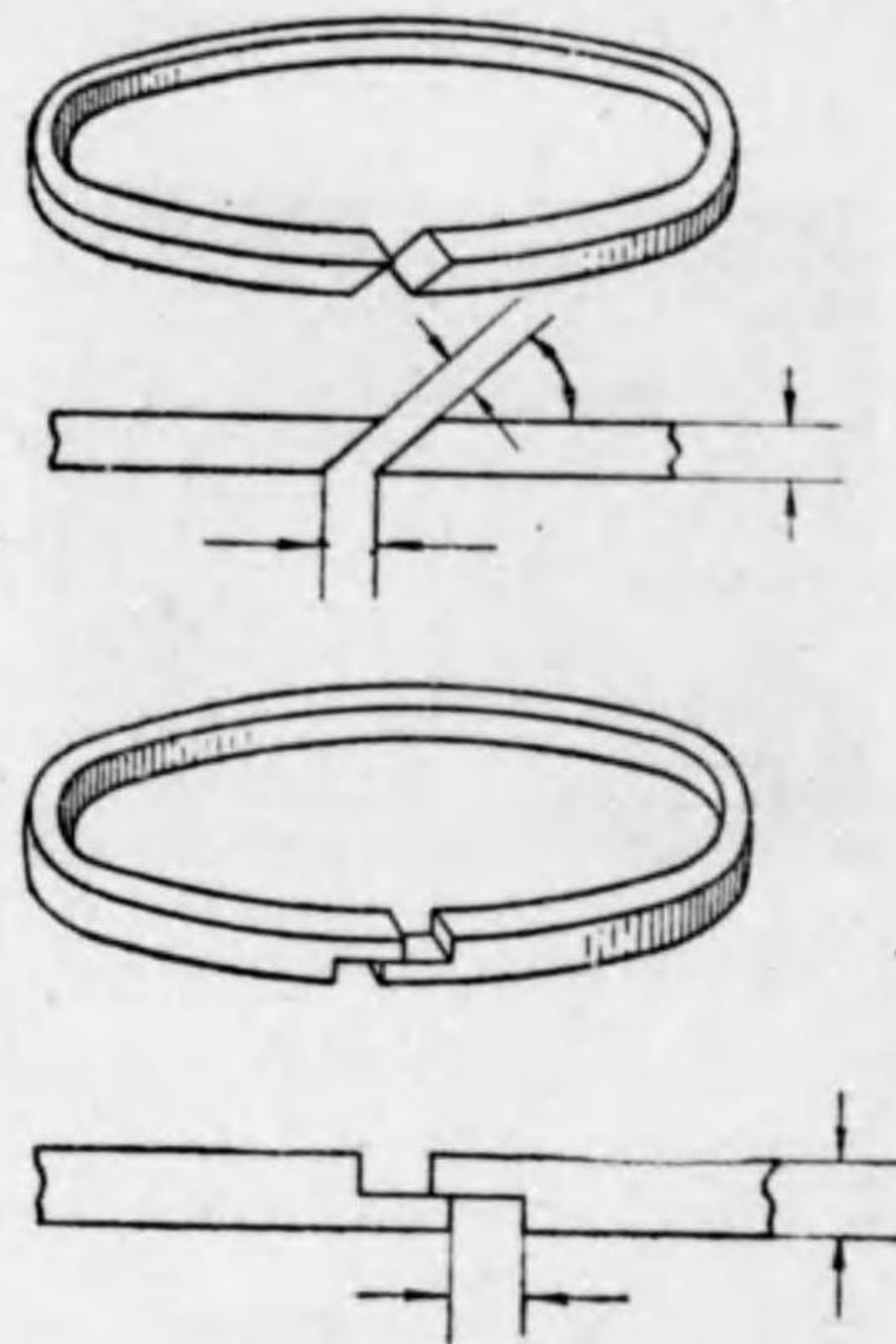
ピストンの頂部は平面のもの、凹面のものまたは凸面のもの等がある。

ピストン リング (Piston ring)

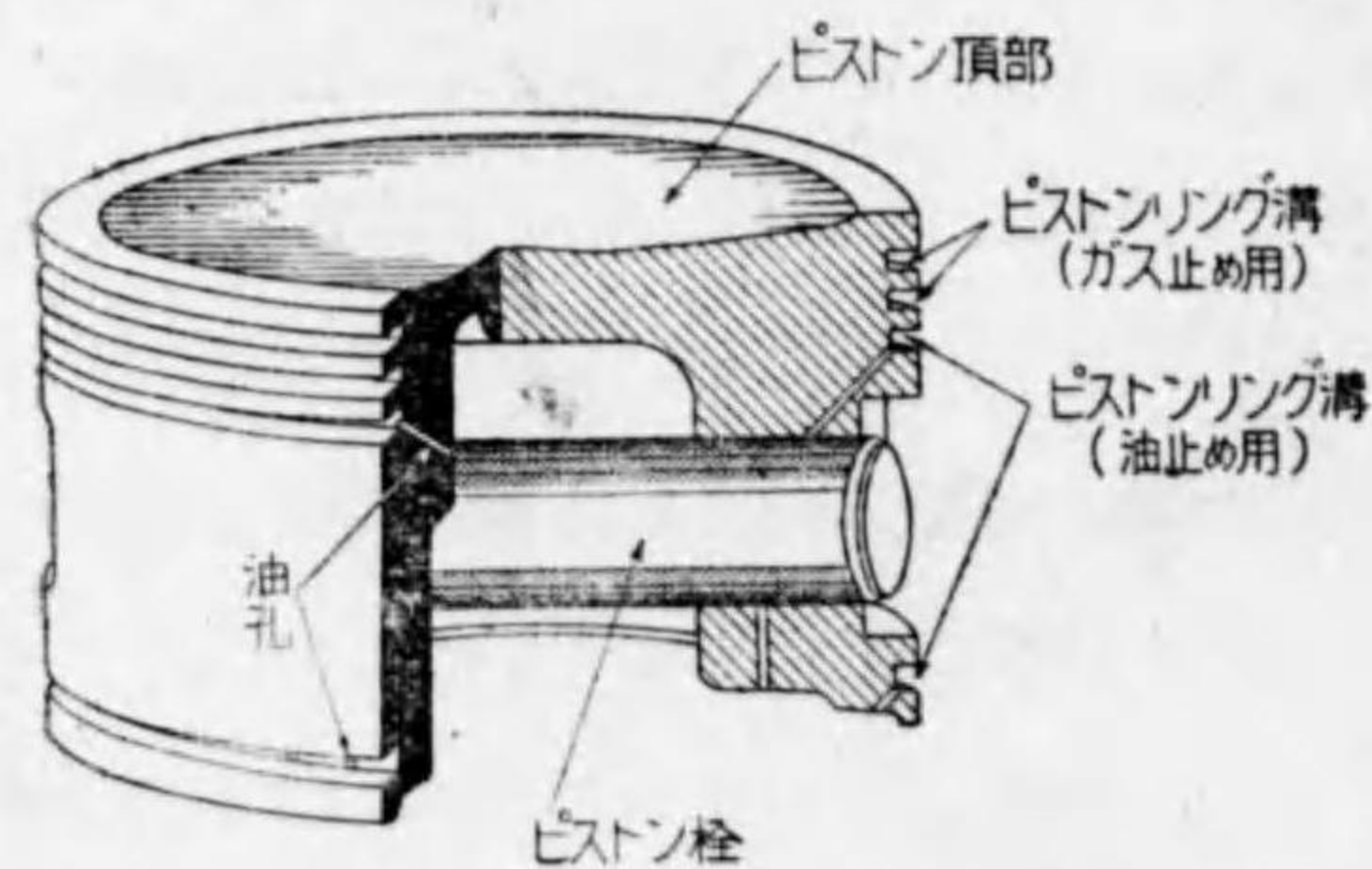
ピストンは、シリンダ内にあつて往復運動をするが、気密を保たなければならないので、ピストン リングを外面の溝中に嵌める。

ピストン リングには、ガス止め用のものと油止め用のものどがあり、何れも特殊鑄鐵で作られてゐる。ガス止め用リングは上部に、油止め用リングは下部に入れられてある。これ等のリングは、シリンダ内径より大きいものを壓縮して挿入したもので、シリンダ内では常にバネの作用をしてシリンダ内壁に密着してゐる。

ピストン リングの両端の割目は、第 53 圖のやうに斜に切られたもの、直角に切られて一部が常に重つてゐるもの等がある。



第 53 圖 ピストン リング



第 54 圖 ピストンとピストン栓

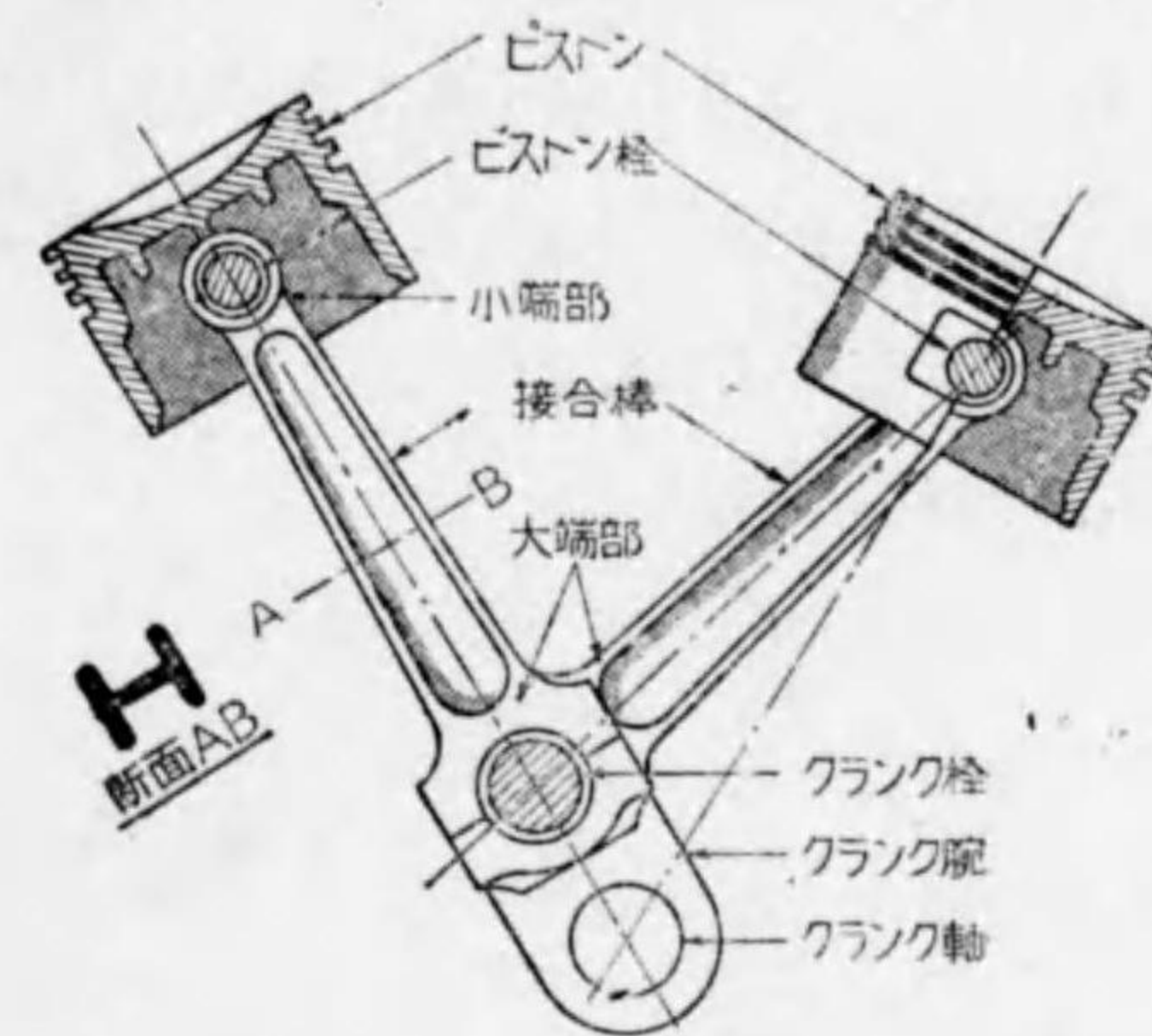
ピストン栓 (Piston pin)

ピストン栓は、両端がピストン軸受に支へられ、中央部に接合棒の小端部が嵌込まれてゐる。

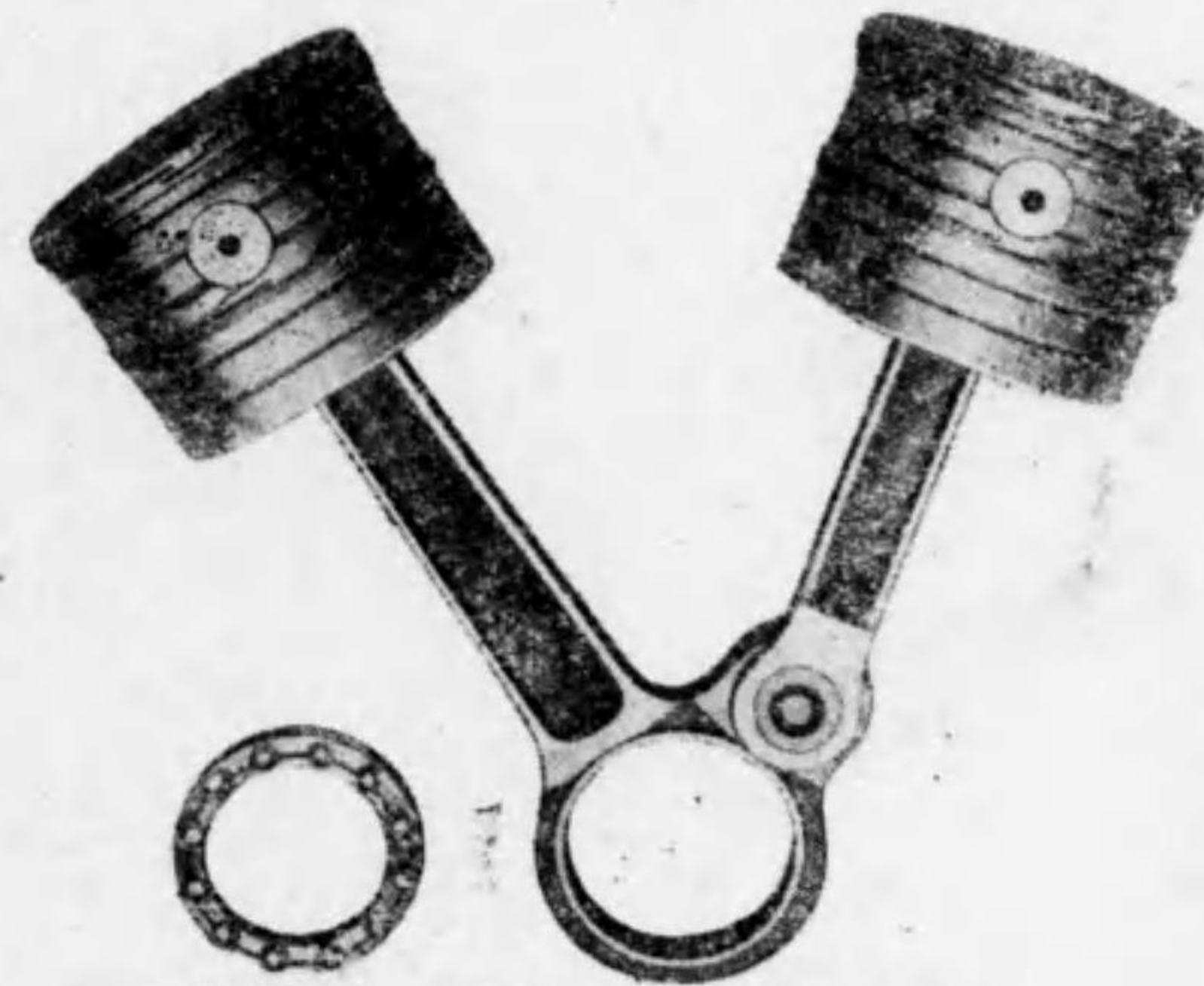
ピストン栓は両端が軸受部で固定され、中央が軸受となつて接合棒と滑動するものや、両端は軸受部と滑動し、中央部が接合棒と固定してゐるもの、及び両方共滑動するやうになつてゐるもの等がある。

3. 接合棒 (Connecting rod)

接合棒は、ピストンとクランク軸とを連結する棒で、ピストンに取附く部分を小端部といひ、クランク軸に取附く部分を大端部といふ。



第 55 圖 接合棒



第 56 圖 V 型の接合棒 (親兒式)

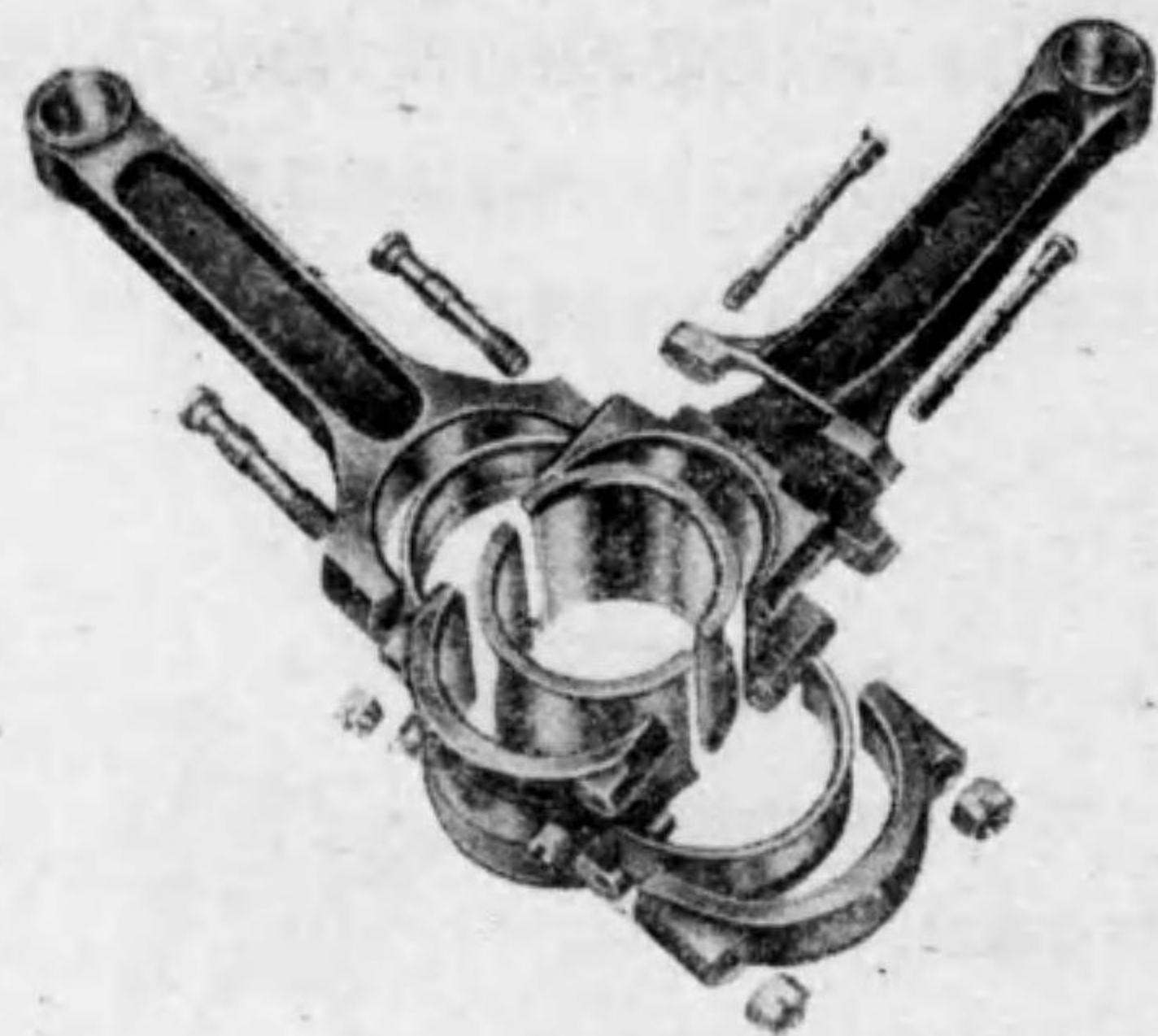
接合棒は、普通ニッケルクロム鋼で鍛造され途中の断面は中空圓型のもの、I型のもの及びH型のもの等がある。

小端部のピストン栓滑動部の孔には燐青銅製の軸受筒が壓入固着され、大端部のクランク栓滑動部の孔には、白色合金またはケルメットが裏付けられてゐる。

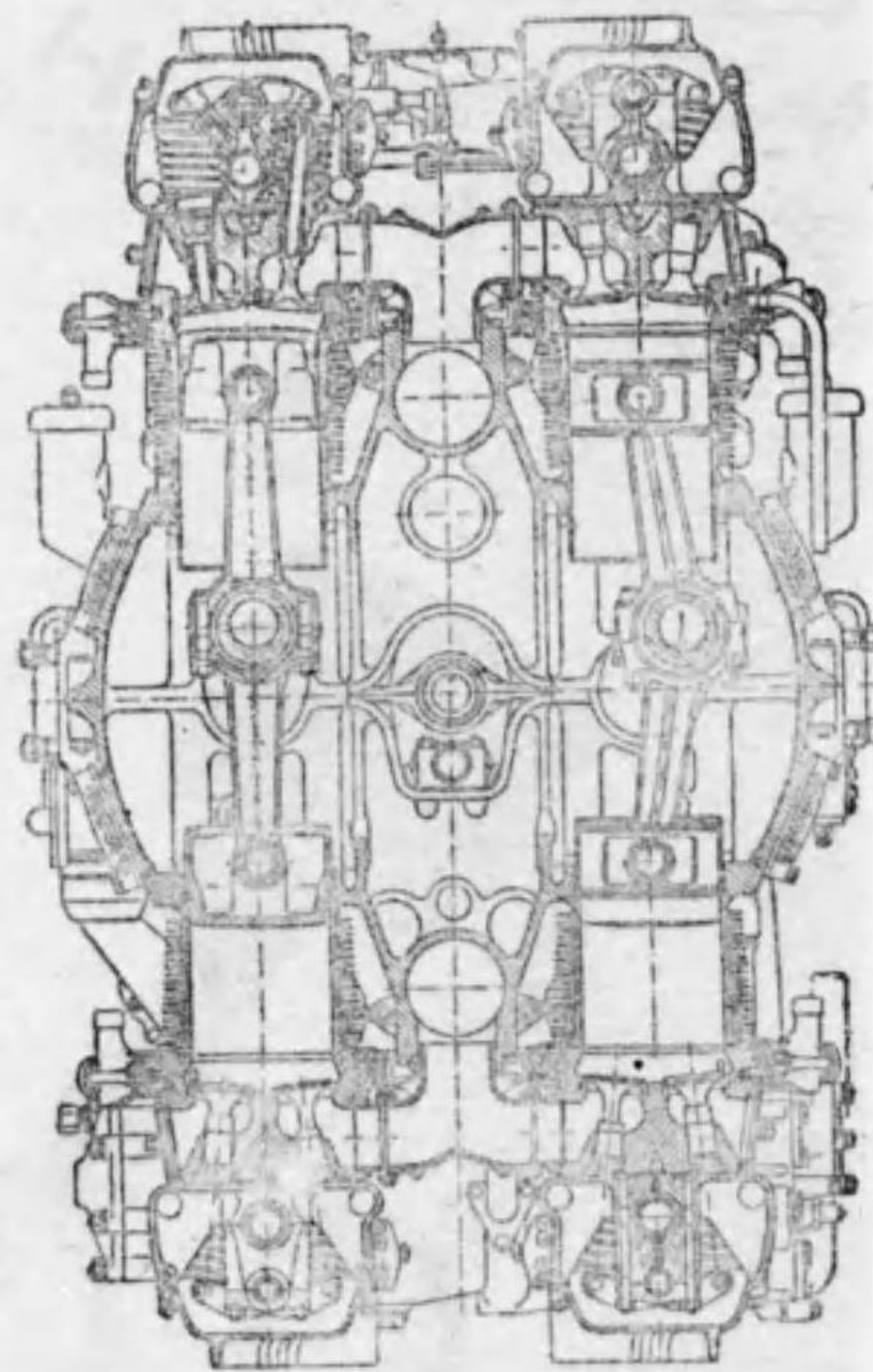
V型發動機の接合棒は、



第58圖 主接合棒と副接合棒



第57圖 接合棒(抱合式)



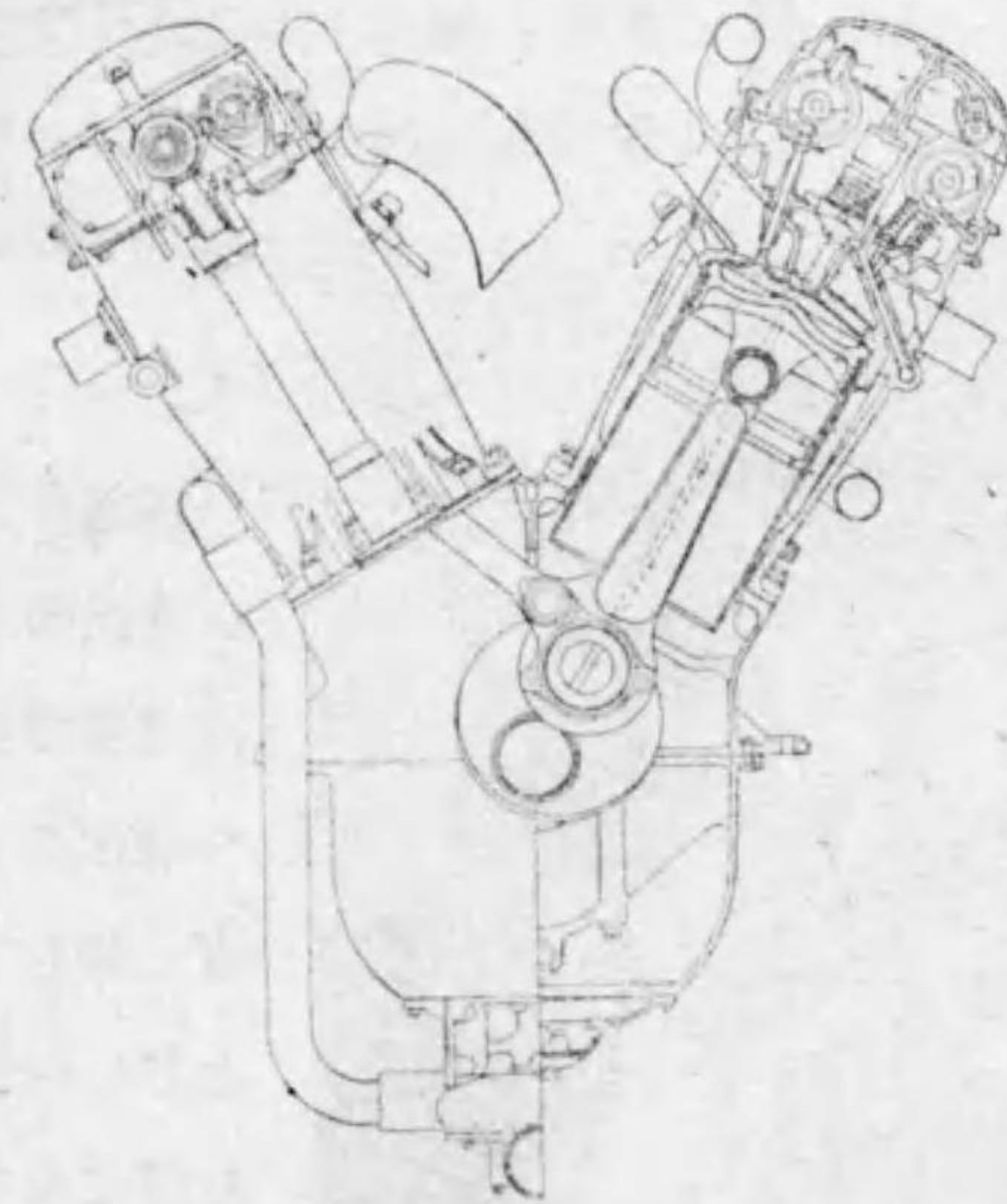
第59圖 H型發動機の断面

1本のクランク栓に2本取付くことになるから、大端部は第56圖のやうな親兒式 (Master & articulated type) か第57圖のやうな抱合式 (Fork type) となる。

W型や星型發動機のやうに、1本のクランク栓に3本以上の接合棒が取付く場合では總べて親兒式となる。

親兒式に於てクランク栓を抱く方、即ち親になるものを主接合棒 (Master connecting rod) といひ、他の方即ち兒となつて主接合棒の大端部に取付くものを副接合棒 (Articulated connecting rod) といふ。

主接合棒と副接合棒とは、リストピン (Wrist pin) で連結され、その滑動面には燐青銅が嵌込まれてゐる。



第60圖 V型發動機の断面

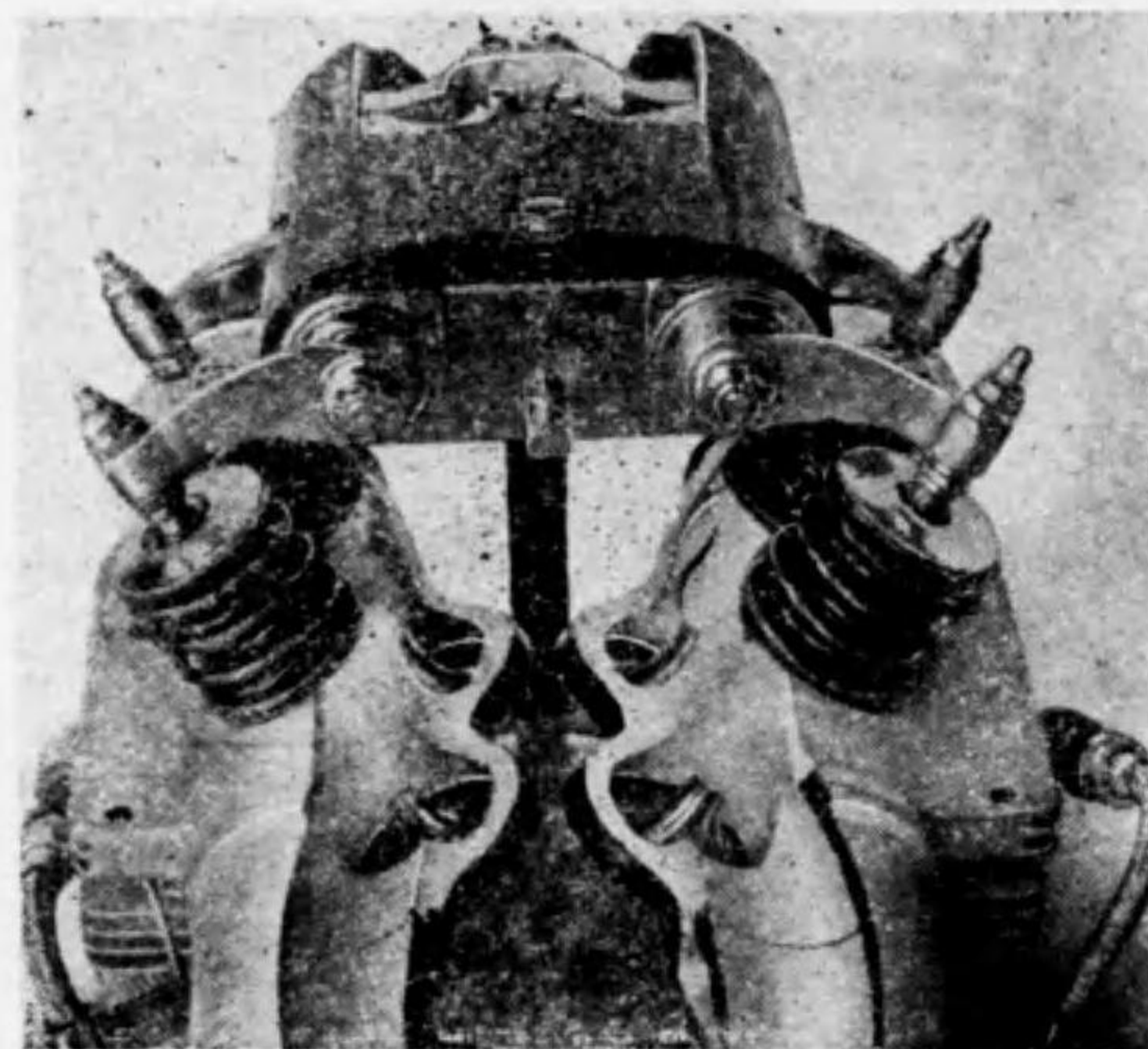
## 4. 弁装置 (Valve mechanism)

## (i) 弁 (Valve)

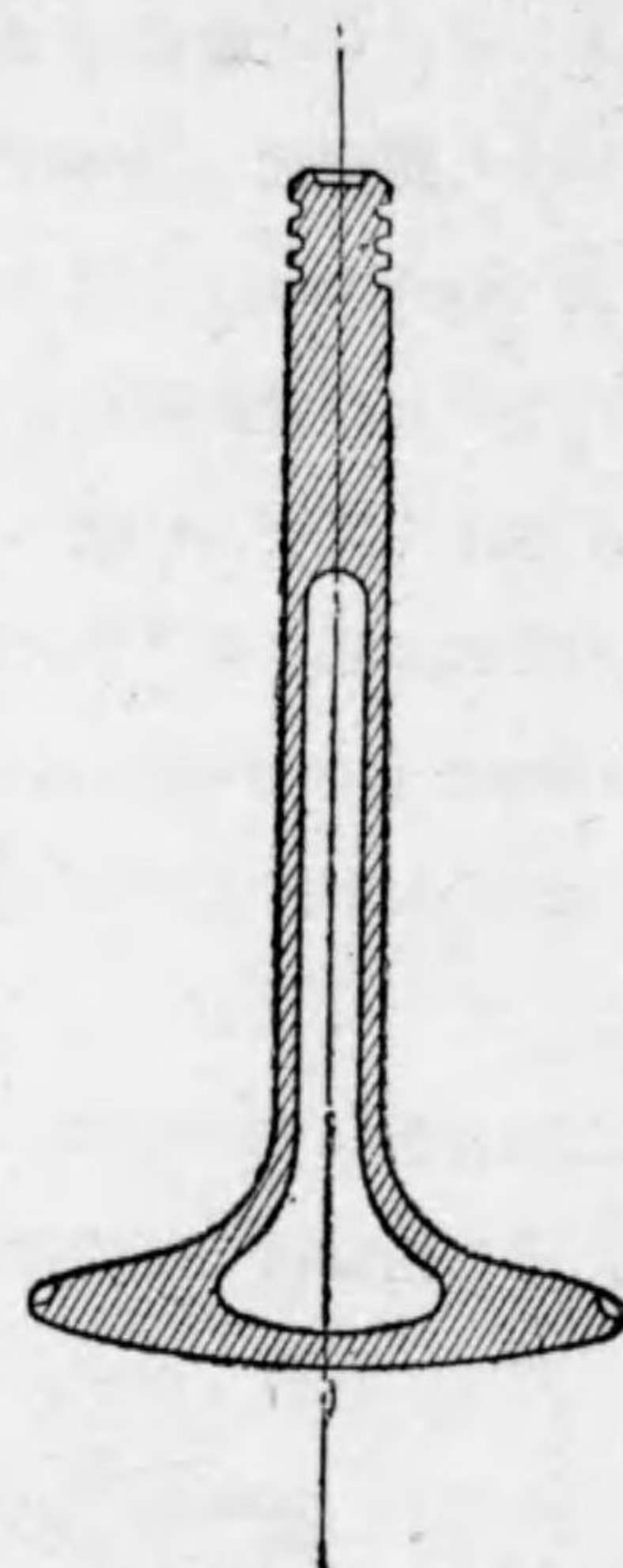
弁には**吸気弁** (Inlet valve または Suction valve) と**排気弁** (Outlet valve または Exhaust valve) とがあり、これ等がある角度でシリンダ頭に取り付けられている。

これ等の弁はガスの流をよくするために茸状に作られているから、普通これを**茸弁** (Poppet valve) といつてゐる。

**吸入弁**は、特にガスの流を良くするために強度に差支へない限り弁棒を細くし、多くはニッケルクロム鋼で作られ



第61圖 吸気弁と排気弁



第62圖 排気弁(内部冷却弁)

る。

**排気弁**は、燃焼ガスに直接晒されるため、高温度で強靱でありかつ酸化せず、冷熱の反覆に對して變形、變質しない材料を用ひなければならない。一般に

シルクロム鋼、コバルト鋼、タングステン鋼、ニッケルクロムタングステン鋼等が使用されてゐる。

排気弁の熱は、弁座や弁案内から放散させなければならないから、弁と弁座との接觸をよくすることは勿論であるが、弁棒(Valve stem)もまた傳導率のよいものでなければならない。

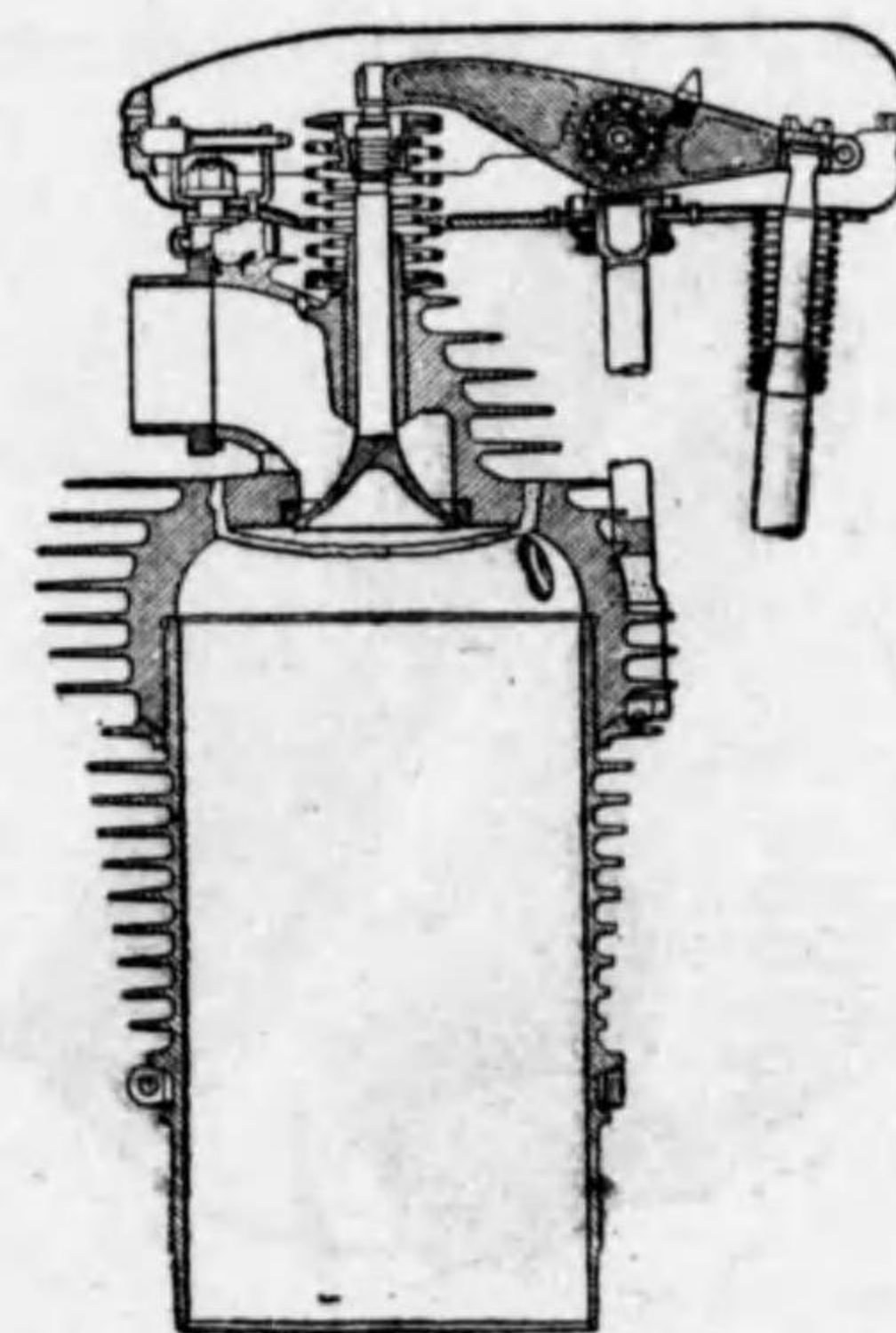
**内部冷却弁** (Internal cooled valve)

内部冷却弁は熱傳導率をよくするために内部を中空にし、その中に硝酸カリウムとリチウムの混合物やリチウムまたは金属ナトリウムのやうな冷却媒質 (Cooling medium) を封入したものである。

弁座と弁棒の先端は、常に衝撃力を受けて摩耗し易いから、ステライト (Stellite) を熔着してこれを防いでゐる。

## (ii) 弁座と弁案内

弁座 (Valve seat) は弁と接着する部分で、シリンダ頭の内面に焼嵌められてゐる。弁座の周圍は一樣によく冷却されなければならないから、その背面には冷却物質(水、空氣等)が容易に近付きかつ流れ易いやうな構造にしておかなければならない。また摩耗を防ぐため排気弁座にはアルミニウム青銅、吸入弁座にはアルミニウム青銅かニッケルクロムマンガン鋼が使



第63圖 弁座と弁案内

用されてゐる。

弁案内 (Valve guide) は、弁棒の往復運動を導くもので一般に燐青銅で作られてゐる。

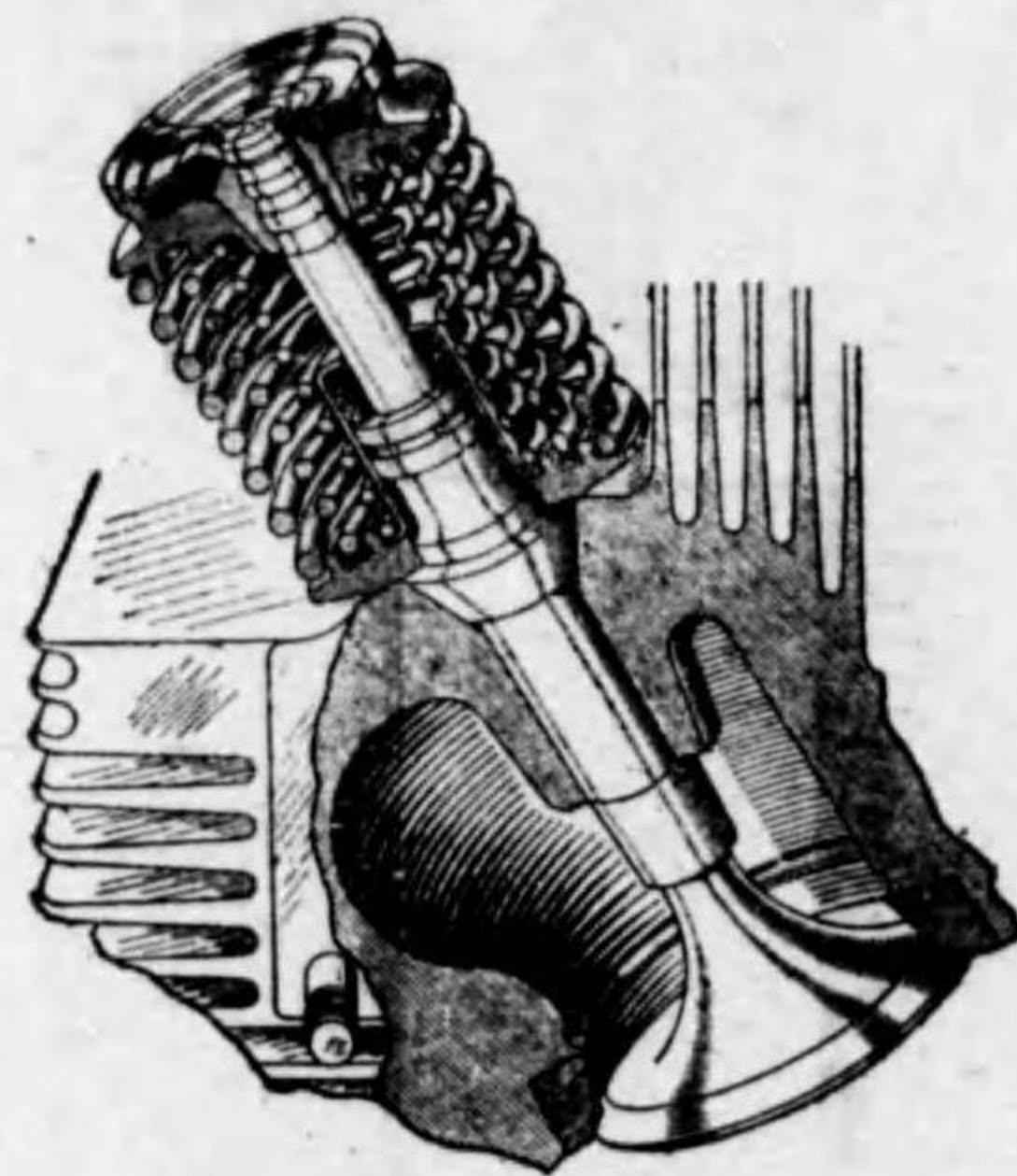
弁に生じた熱は、前述の通り主としてこの弁案内を経て外部に放熱されるのであるから、この兩者の摺合せは充分注意しなければならない。

(iii) 弁バネ (Valve spring)

弁バネは、第 64 圖に示すやうに弁を弁座に密着させるもので、吸入、排氣のときは、カムと衝棒の作用によつてこの弁バネを押下げ弁を開かせる。

弁の開閉は、毎秒 20 回前後であるから、この高速運動に堪へられる強さが必要である。

弁バネは、普通ピアノ線またはギャルピタン等の強靱な鋼線を圓筒形に捲いて作られたもので、



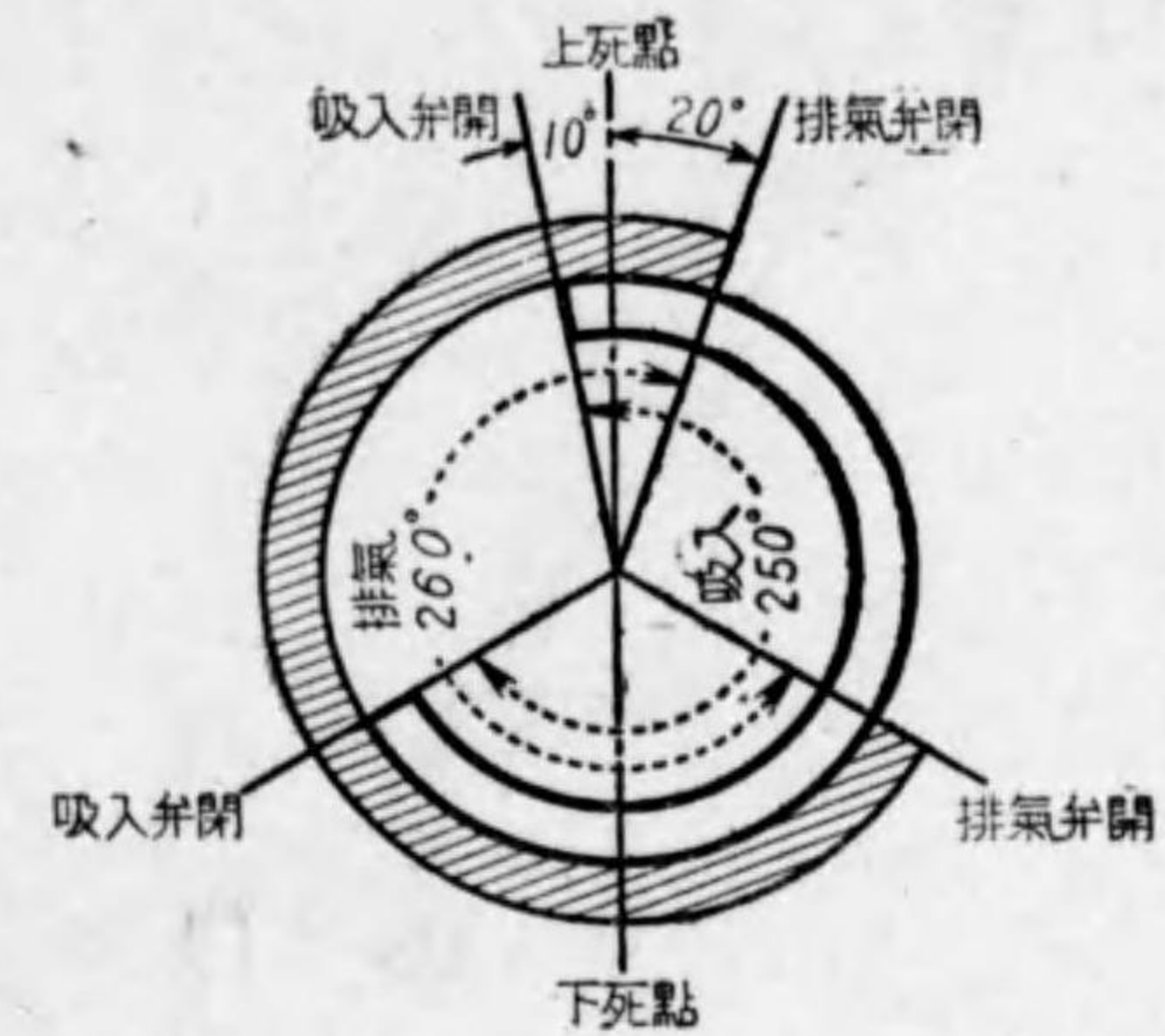
第 64 圖 弁バネ

多くは 2 重または 3 重に装着されてゐる。これはその 1 箇がたとへ破損しても弁がシリンダ内へ落ち込む憂のないやうにしたため、暫くは破損のままでも運轉が繼續されるわけである。バネの捲き方は、互に反對になつてゐて、互に纏れ合はないやうになつてゐる。

5. 弁の開閉時期 (Valve timing)

弁の開閉時期は、發動機の種類、弁の形狀、弁孔の大きさ、弁の揚程等によつて異なるが、最も關係の深いのは回轉速度である。

低速機関では、點の開閉時期は上下死點に近いのであるが、高速度機関では上下死點から遠去するのである。第 65 圖及び第 6 表はその一例を示したものである。



第 65 圖 弁の開閉時期

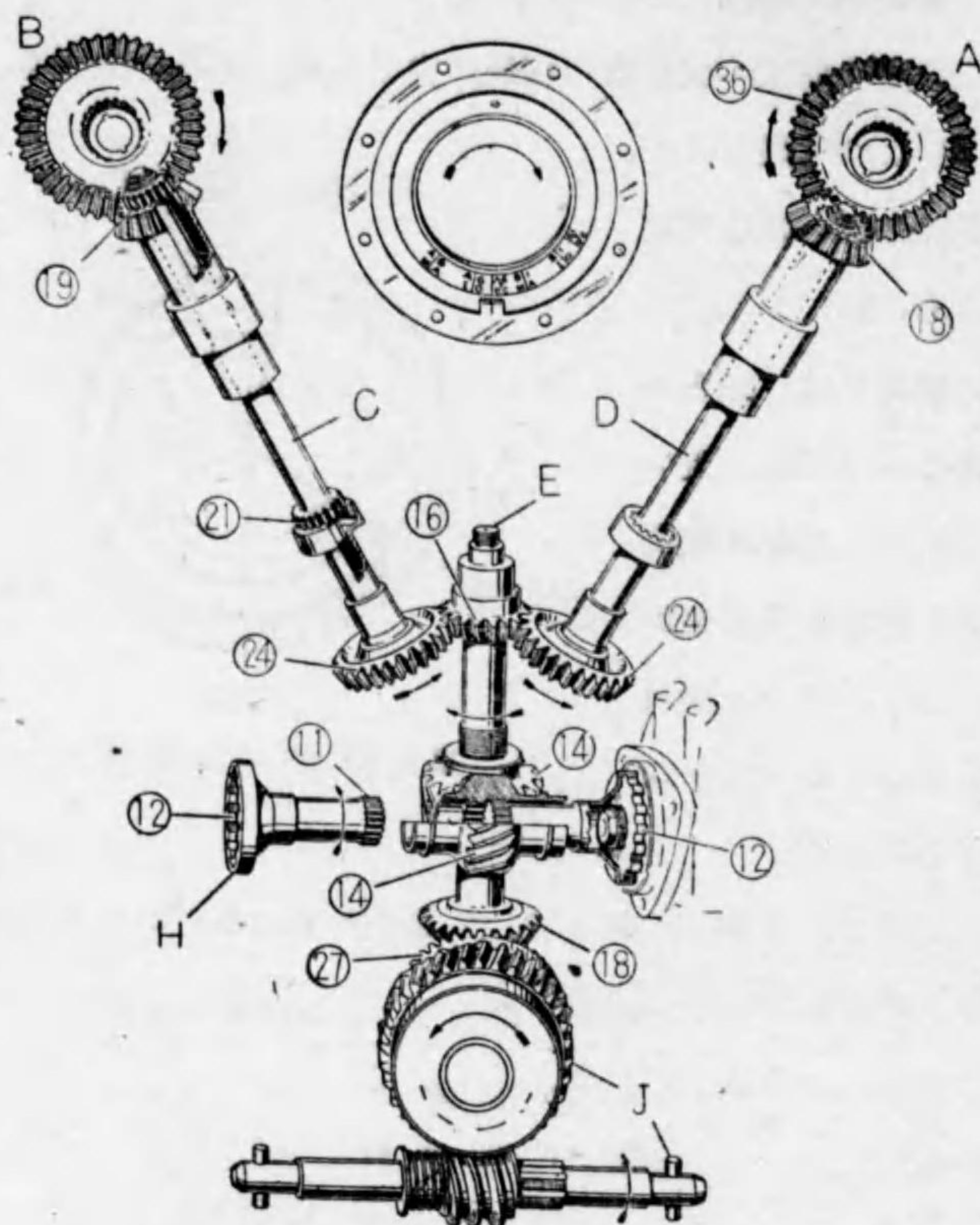
第 6 表 弁の開閉時期

弁	開	閉	位置	高速型	低速型
吸氣弁	開		上死點前	10°	5°
		閉	下死點後	60°	35°
排氣弁		開	下死點前	60°	40°
		閉	上死點後	20°	15°

6. カム装置 (Cam mechanism)

カム装置は、適當な時期に各シリンダの弁を開閉させる作用をするもので、カム軸、カム、衝棒、衝駒、テコ及び附屬装置からなつてゐる。





- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 36. カム軸用傘歯車        | 11. splined スプラン歯車 |
| 18. 36 を駆動するための傘歯車 | 12. 磁石発電機フランジ      |
| D. カム駆動軸           | 18. 傘歯車            |
| 24. 同上 歯車          | 27. 前圖の D に相當する    |
| E. 同上 中央垂直軸        | J 手動始動機の機構         |
| 16. 同上             | 21 } D 軸の滑りが出来る装置  |
| 14. ネヂ歯車           | 19 }               |

第 66 圖 オーパーヘッド型カム軸駆動装置

(i) カム軸 (Cam shaft)

カム軸は、クランク軸から歯車によつて傳動され、これによつてカムを駆動するもので、シリンダ頭の上にあるものとクランク室内にあるものがある。

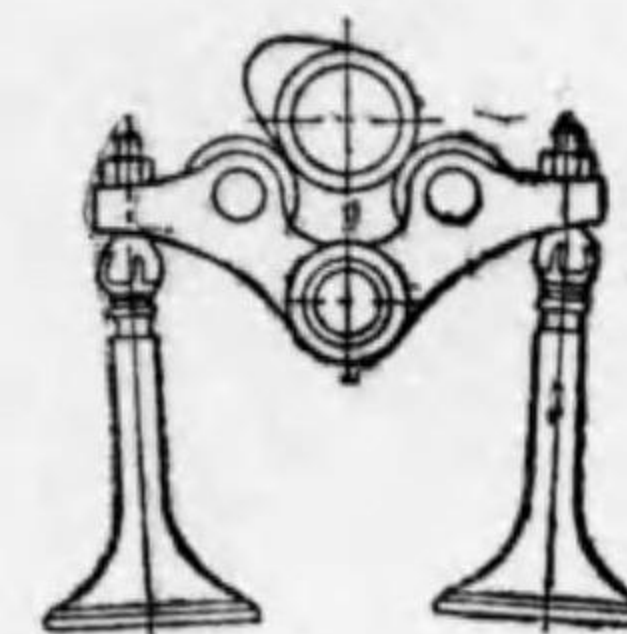
シリンダ頭の上にカム軸のあるものを **オーパーヘッド型** (Over head type) といひ、クランク室内にあつて衝棒で弁を作動させるものを **衝棒型** (Push rod type) といふ。

カム軸は、カムと一體に作られたものが多く、その軸受部は滲炭焼入をして硬さを増し、摩耗を減少させるやうにしてゐる。

(ii) カム (Cam)

カムはカム軸に取り付けられた圓板で、その輪周には弁の開閉に適するやうに滑かな山が出来てゐる。この山に従動子が乗つたとき弁が開く。カムは常にこの従動子に接觸しつゝ回轉してゐるので適當の硬さが必要となる。普通炭素鋼で作られ、その表面は滲炭焼入をした上よく研磨してある。

直列型、V型、W型または倒立型のやうに、シリンダが縦列に並んで配置されてゐる發動機では、1本のオーパーヘッド型のカム軸に取り付けてあるそれぞれのカムによつて、各シリンダの吸、排氣弁を作動させることが出来るから、カム軸はクランク軸の  $\frac{1}{2}$  回轉でよいことになる。

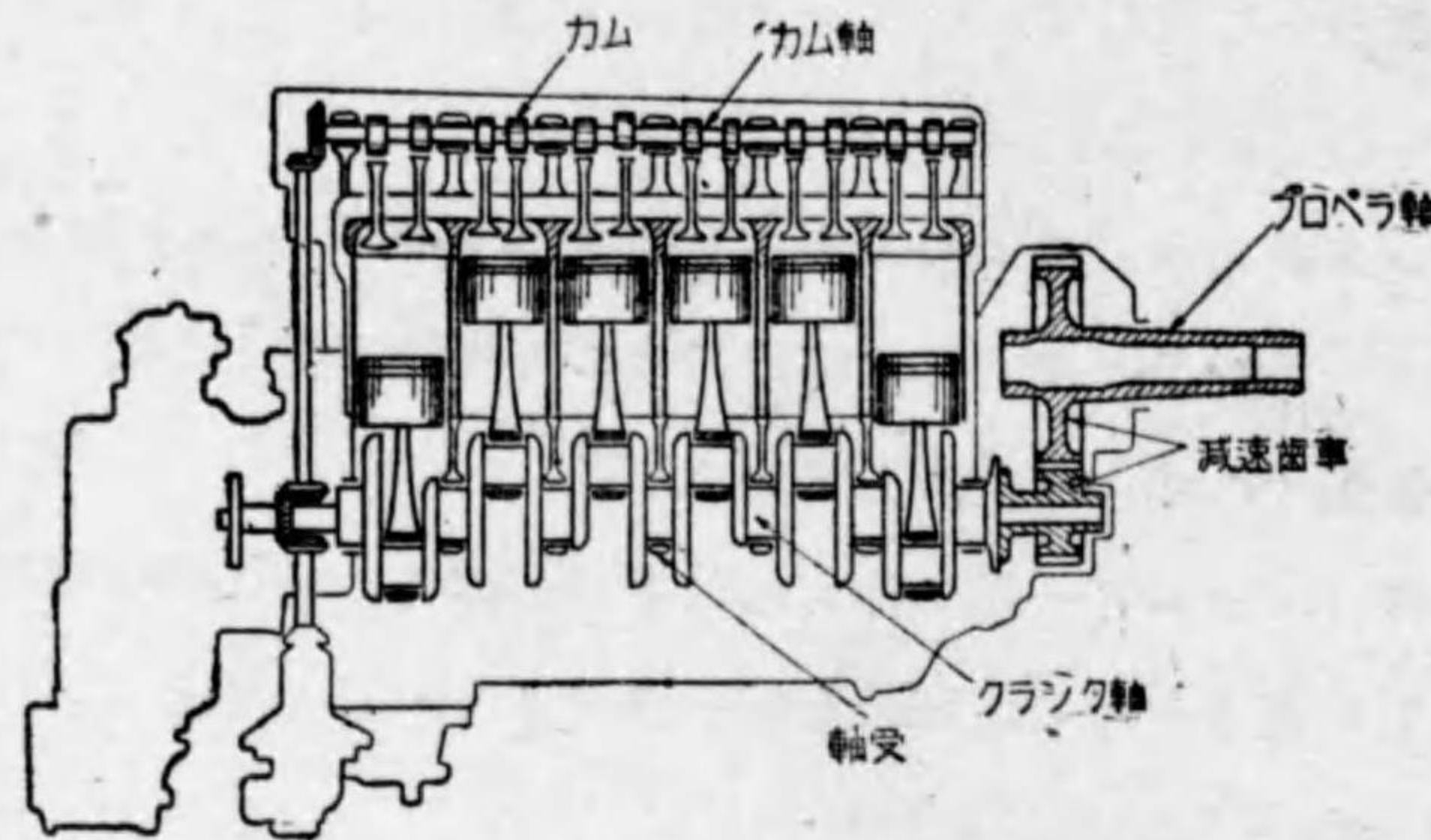


第 67 圖 カムと従動子

第 66 圖は、V 型發動機のカム軸駆動装置を示し、第 67 圖はこのカム軸によつて

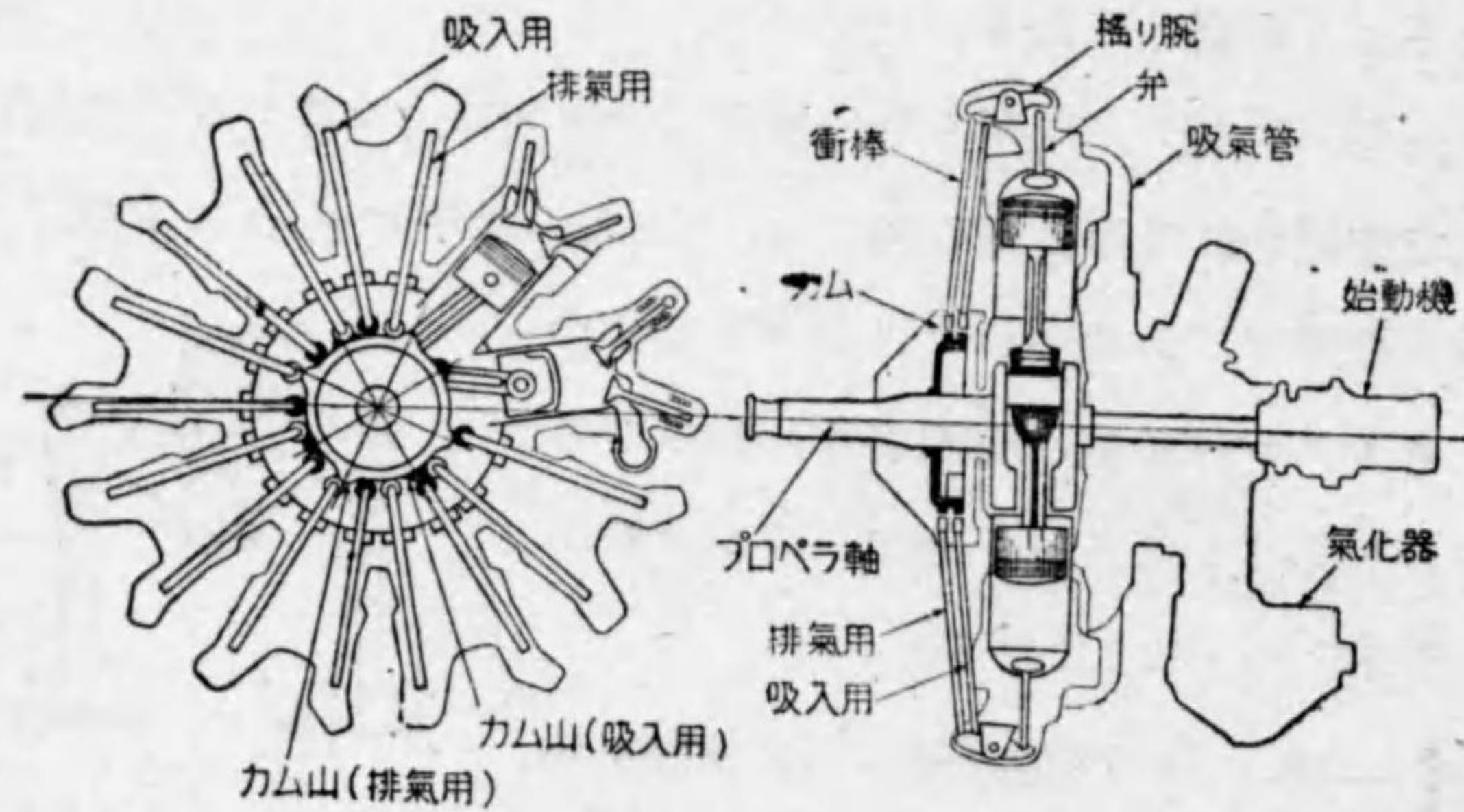
作動するカム，従動子，テコ及び弁機構を示す。

第 68 圖は，以上の機構を示す縦断面圖である。



第 68 圖 オーバーヘッド型カム軸とカム

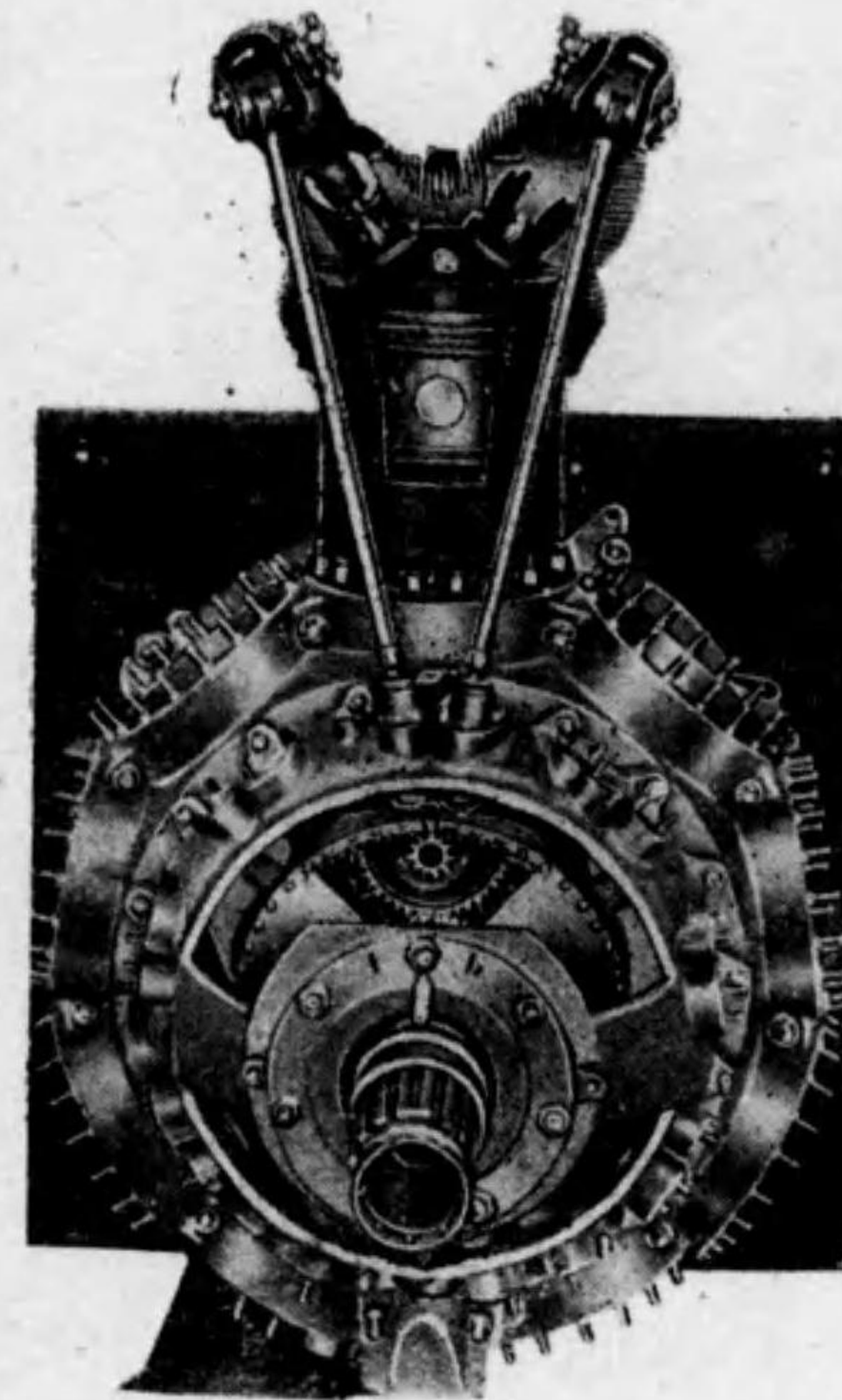
列型發動機に於ては，各シリンダごとに吸，排氣用のカムがあるが，星型發動機に於ては，各シリンダの弁はクランク軸に取付けられた，ただ1箇のカムによつて作動するやうになつてゐる。従つて



第 69 圖 衝棒型のカム傳動装置

カムの回轉數，カム山の數は，オーバーヘッド型のやうに，簡単に考へることが出来ない。

第 69 圖及び第 70 圖は，星型9シリンダに於けるカム傳動機構を示す。



第 70 圖 星型發動機のカム装置

第 70 圖は，分解臺に取付けられた星型9シリンダのうち，第1シリンダを残して他を取外したもので，内部の構造を明らかにするため，クランク室の前部，シリンダの一部を切斷したものである。

この種のカムは，前後2段になり，前列は排氣カム，後列は吸氣カムとなつてゐる。各シリンダの衝棒は，總べてこゝに集中同一カムによつて作動する。

(iii) 星型發動機のカム山

星型發動機のカム山數は，吸入用も排氣用も同一で，カムがクランク軸と反對に回轉する場合は，シリンダから1を引いて2で割つた數となり，同方向に回轉する場合は1を加へて2で割つた數となる。

$n$  ..... シリンダ數

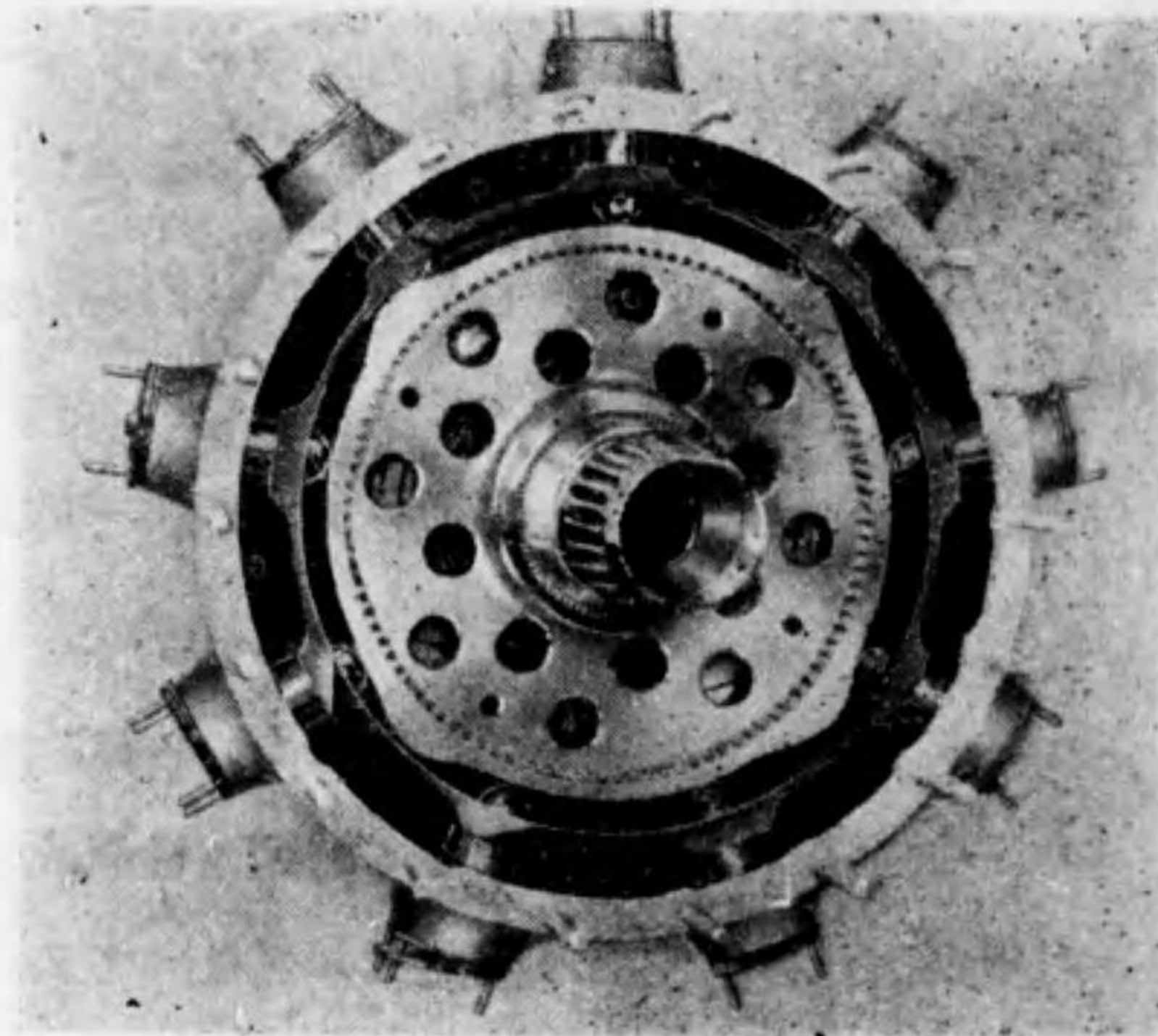
$m$  ..... カムの山數

とすれば、反対方向の場合は

$$m = \frac{n-1}{2} \dots\dots\dots(6)$$

となり、同一方向の場合は次のやうになる。

$$m = \frac{n+1}{2} \dots\dots\dots(7)$$



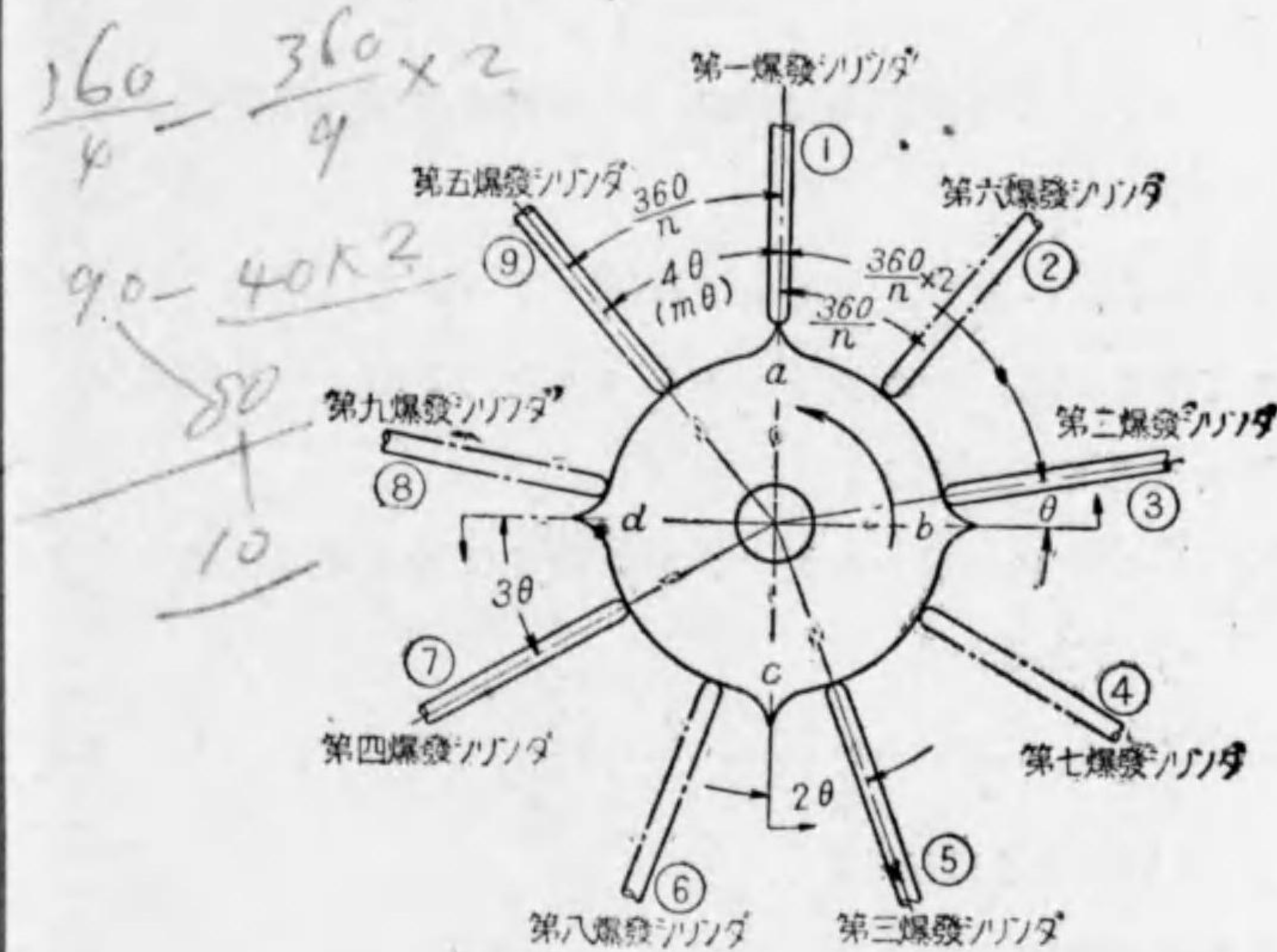
第 71 圖 星型發動機のカム山

第 72 圖は、星型 9 シリンダにつきカム山の計算法を説明したものである。但しカムはクランク軸と反対に回轉するものとする。

圖に於て、第 1 シリンダ即ち第 1 爆發シリンダ上にカム山 a があり、カム山 b は  $\theta$  だけ回轉して第 3 シリンダ即ち第 2 爆發シリンダ上に來るものとする。

$\theta$  は a, b 2 カム山間のの角度から第 1 シリンダと第 3 シリンダ間の角度を引いたもので次の式で表される。

$$\theta = \frac{360}{m} - \frac{360}{n} \times 2 \dots\dots\dots(8)$$



第 72 圖 カム山の計算

カム C が第 5 シリンダ即ち第 3 爆發シリンダ上に來るには、カムは  $2\theta$  だけ回轉し、d 山が第 7 シリンダ即ち第 4 爆發シリンダ上に來るには、 $3\theta$  だけ回轉しなければならない。

従つて a 山が第 9 シリンダ即ち第 5 爆發シリンダ上に來るには、 $4\theta$  だけ回轉することになる。

この  $4\theta$  は  $m\theta$  であるから、次の式が成立つ。

$$\frac{360}{n} = m\theta \dots\dots\dots(9)$$

この  $\theta$  を前式 (8) に代人すると

$$\frac{360}{n} = \frac{360}{m} - \frac{360}{n} \times 2$$

$$\therefore m = \frac{n-1}{2} \dots\dots\dots(6)$$

となる。

カムが、クランク軸と同方向に回転する場合も同様の原理によつて求めることが出来る。

2重星型の場合は、前列シリンダと後列シリンダとは同数で交互に配置されてあるから、前列シリンダのカムを、そのまま後列シリンダが使用することが出来る。

2重星型 14 シリンダでカムがクランク軸と反対方向に回転するとすれば、 $n=7$  であるから

$$m = \frac{n-1}{2} = \frac{7-1}{2} = 3 \dots\dots\dots(10)$$

即ち 3 山でよいことになる。

(iv) カムの回転数

カムの回転数は、クランク軸がそのカムの山数の 2 倍回転する間に 1 回転すればよい。

$n$  ..... シリンダ数

$m$  ..... カム山数

$k$  ..... カムとクランク軸の速比

とすれば、反対回転の場合は、カムが  $\theta$  動く間にクランク軸は  $\frac{360}{n} \times 2$  だけ動くことになるから

$$k = \frac{\theta}{\frac{360}{n} \times 2} = \frac{1}{n-1} \dots\dots\dots(11)$$

となり、同方向に回転する場合は

$$k = \frac{1}{n+1} \dots\dots\dots(12)$$

となる。

第 7 表は、シリンダ数とカム山数及び回転速度の関係を示したものである。

第 7 表

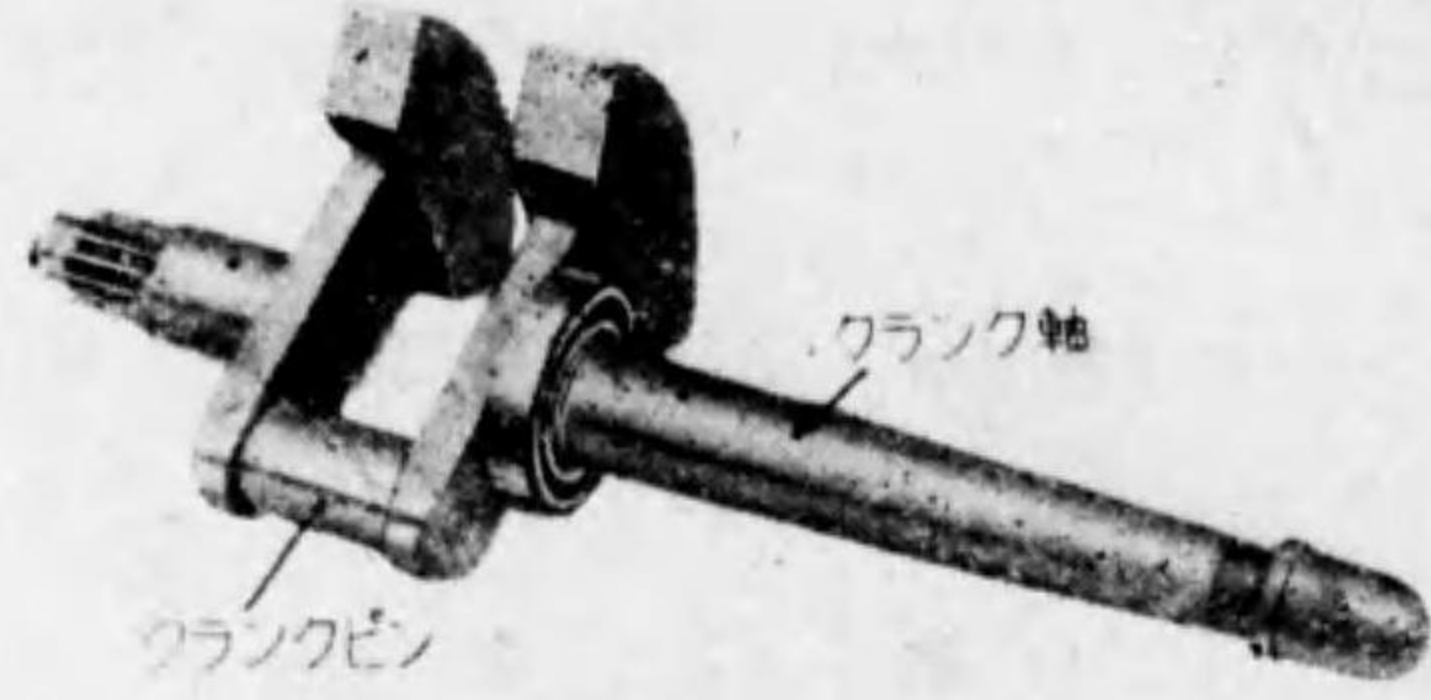
シリンダ数 $n$	カ ム 山 数		速 度 比	
	$m$	$m'$	$k$	$k'$
3	1	2	1:2	1:4
5	2	3	1:4	1:6
7	3	4	1:6	1:8
9	4	5	1:8	1:10
14	3	4	1:6	1:8
18	4	5	1:8	1:10

$k, m$  は反対方面,  $k', m'$  は同方向

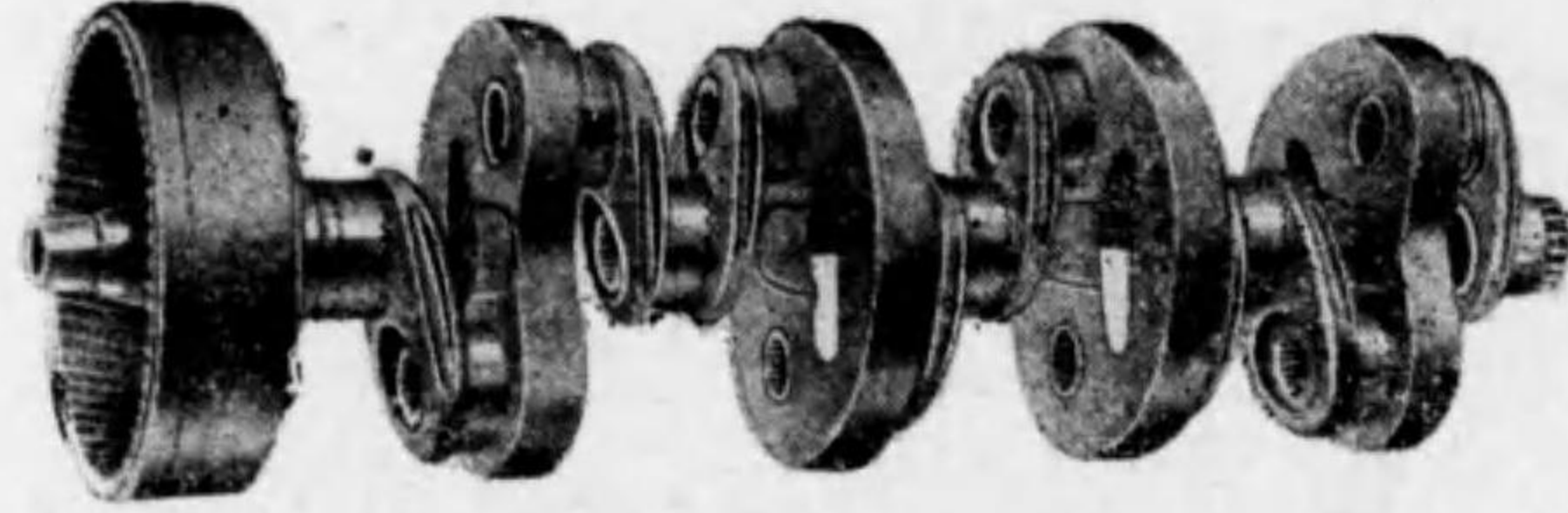
2重星型では、カムがクランク軸の前方に装置されてある関係上、後列シリンダの衝棒は相当倒れてあるから、取附に注意しなければならない。またこの場合カム山数は、必ず奇数でなければならないから、シリンダ数により  $\frac{n-1}{2}$  または  $\frac{n+1}{2}$  の何れかを選ばなければならない。

7. クランク軸 (Crank shaft)

クランク軸は、接合棒を経てピストンの往復運動を回転運動に変化させるもので、クランク栓、クランク腕及び主軸とからなる。



第 73 圖 星型發動機のクランク軸

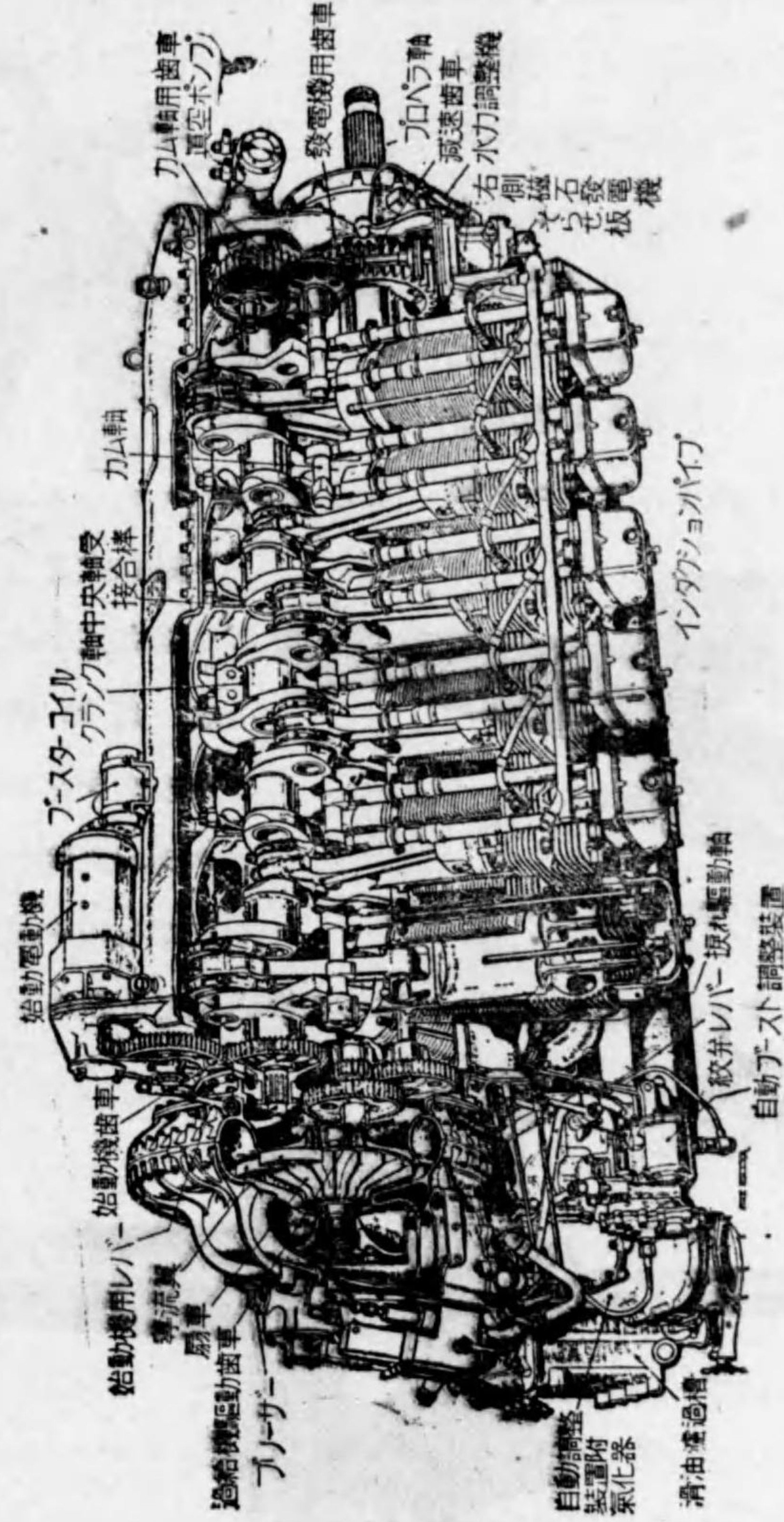


第 74 圖 列型發動機のクランク軸  
Hirth HM 508 H & D (組立式クランク軸)

クランク軸の前部は、直接または減速装置を経てプロペラ軸に連なり、後部には各種補機及び傳動歯車等が附屬してゐる。

クランク軸の構造は星型、列型等發動機の型式により異なつてゐるが何れも強力なトルクを受ける部分であるから“ニッケルクロム”鋼の鍛造品で出来てゐる。

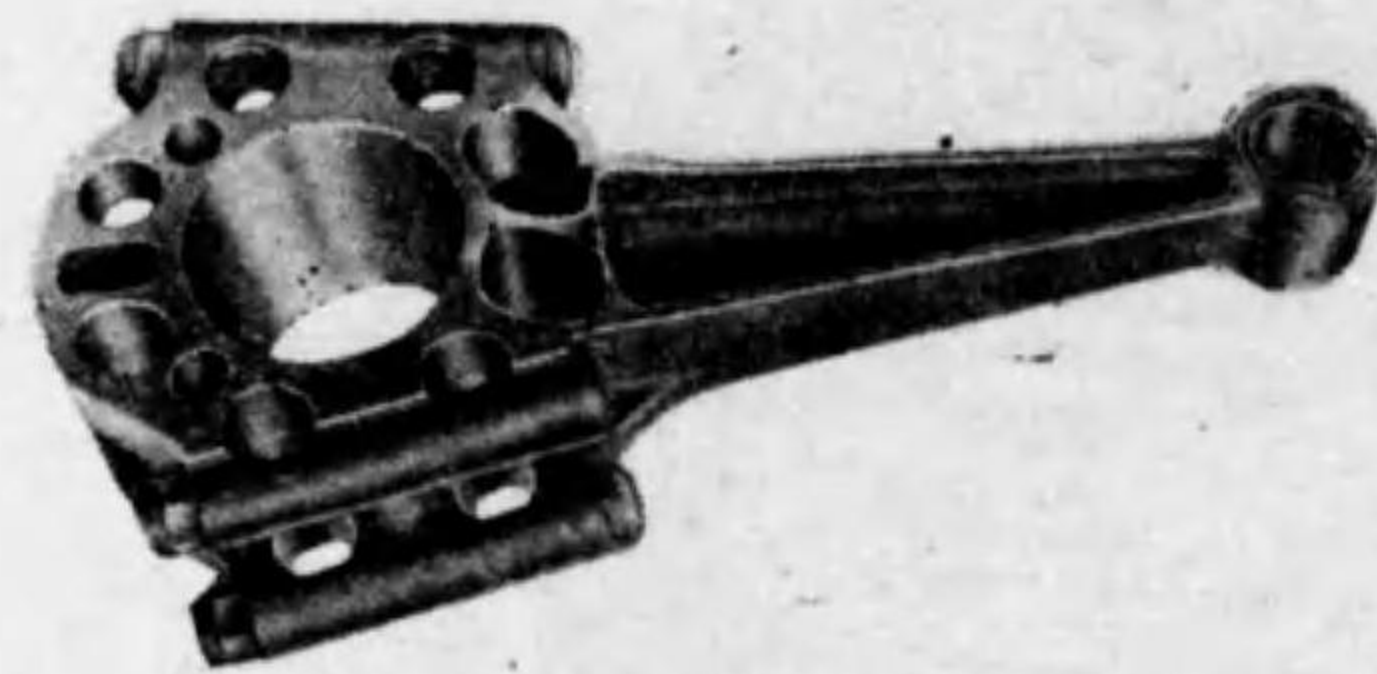
クランク軸の内部は中空となり潤滑油の通路となつてゐる。潤滑油は補機傳導軸の内腔より來て、クランク軸に入り前進してプロペラ軸に到るのである。クランク軸はクランク腕、クランク栓と一體になつてゐるものもあるが、第 74 圖のやうに組立式になつてゐるものもある。



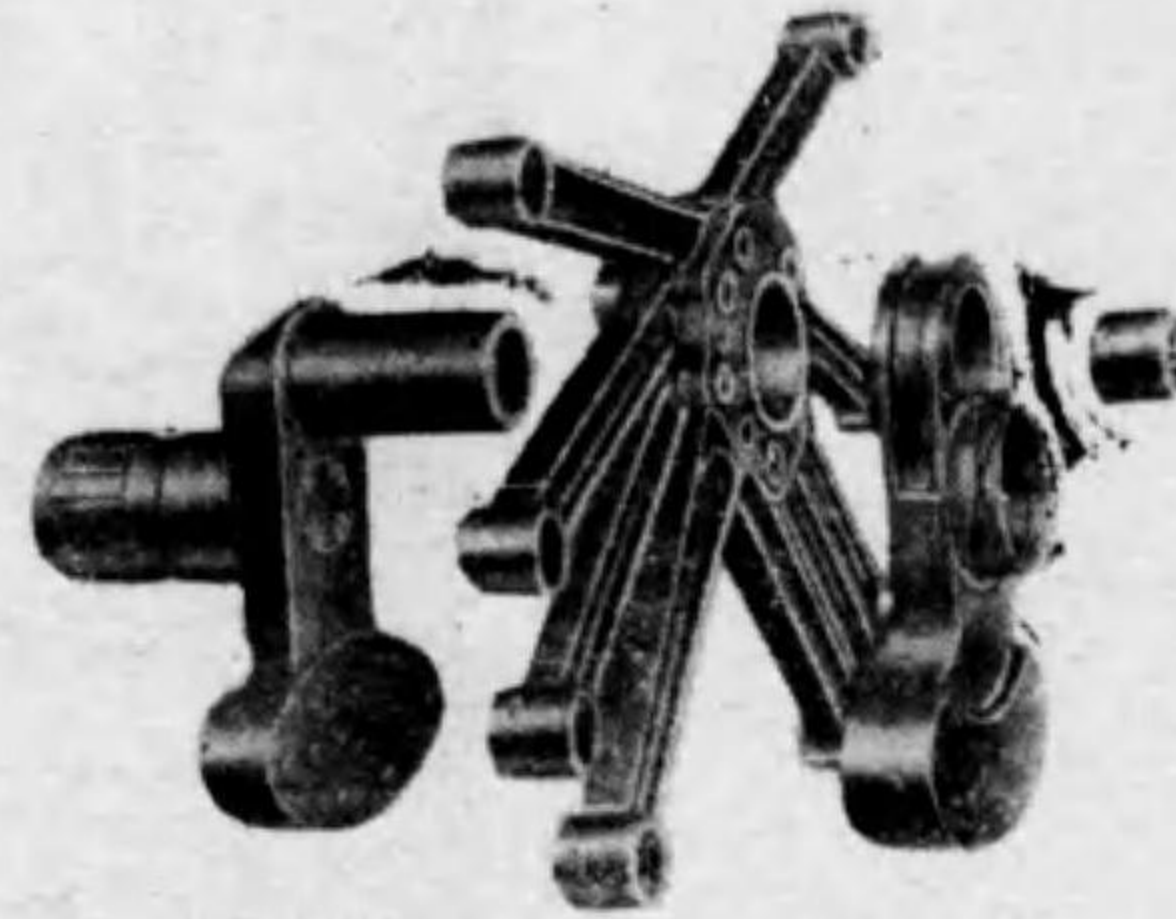
第 75 圖 クラック軸と附屬装置 De Havilland "Gipsy twelve"

## (i) 星型發動機のクランク軸

星型發動機のクランク軸は、第73圖のやうに一體に作られることもあるが、かうするとこれに取付けられる接合棒の大端部は第77圖のやうに組立式となり、構造が複雑となるので、多くはクランク軸



第77圖 組立式の接合棒

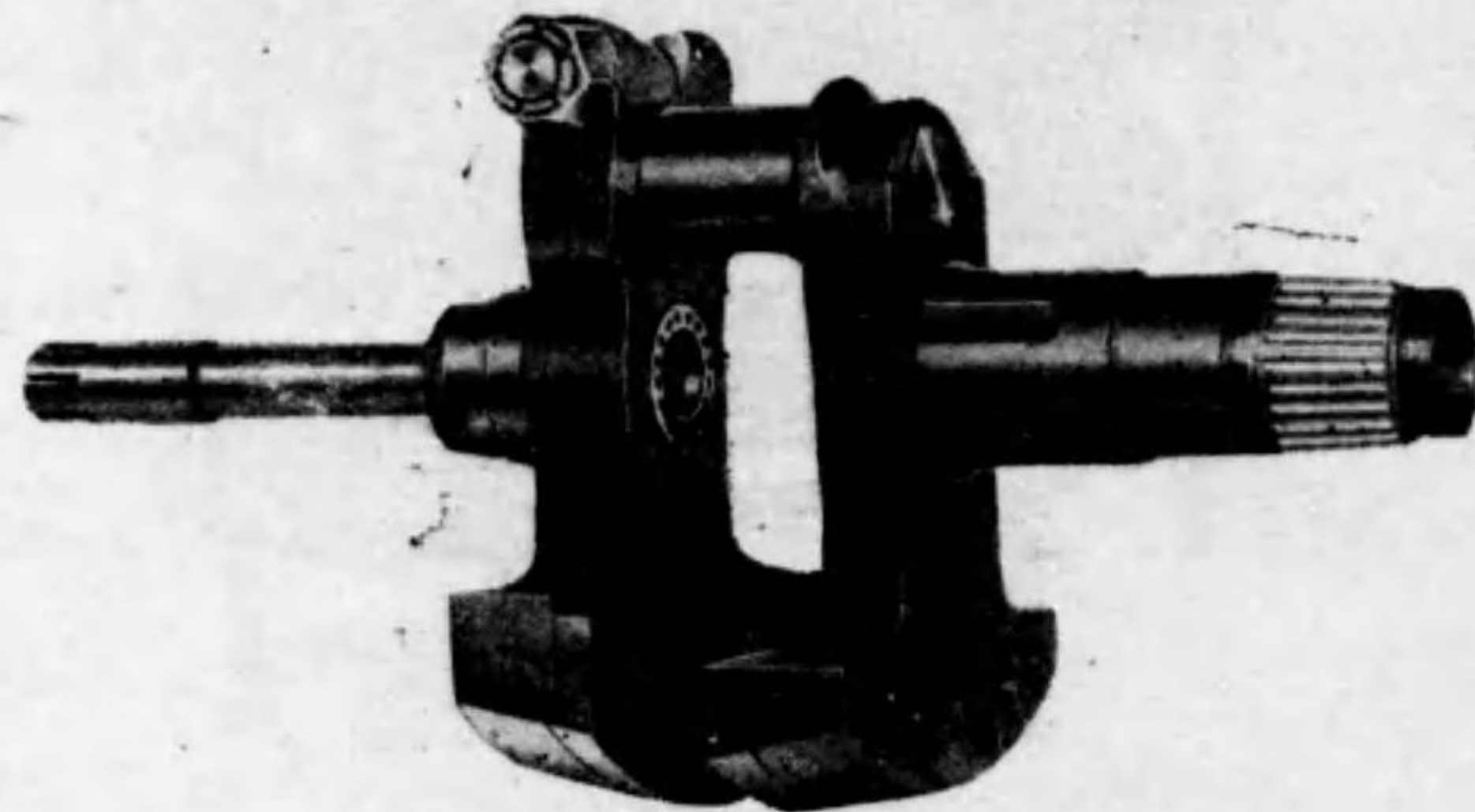


第76圖 クランクと接合棒

を組立式としてゐる。

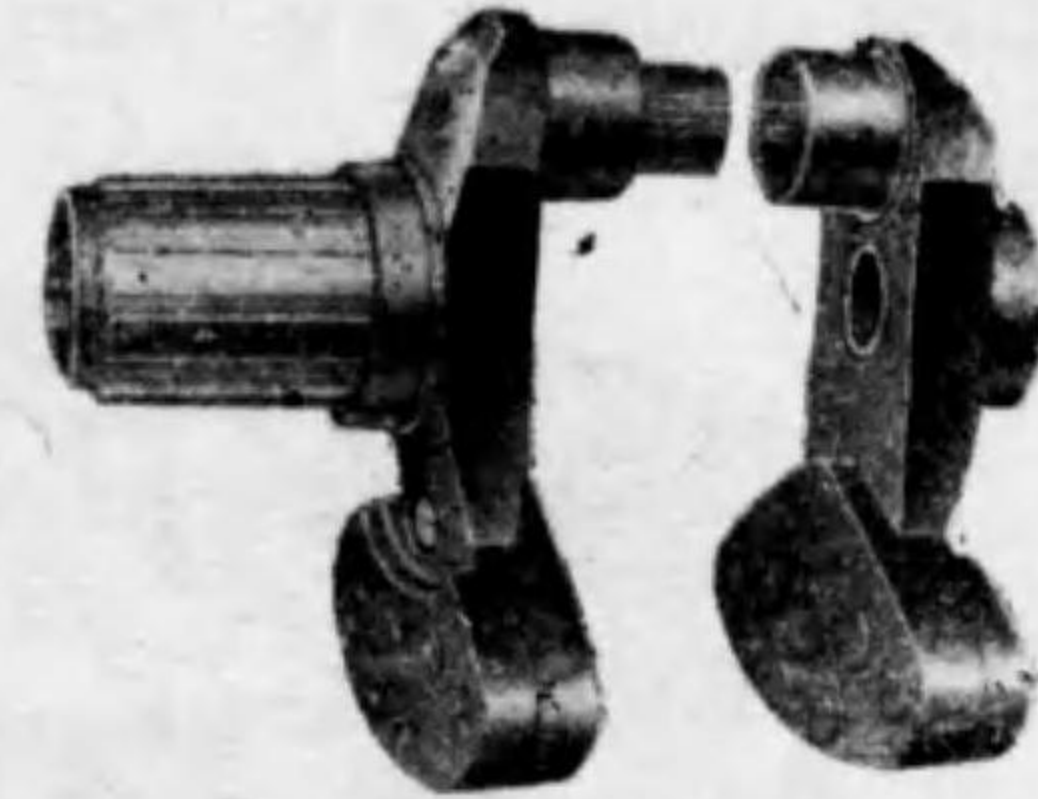
組立式のクランク軸には、第78圖のやうに一方のクランク栓を他方のクランク腕が握んで締附けたものや、第79圖の

やうにクランク栓を左右別々に作つて嵌込んだもの等がある。



第78圖 クランク軸

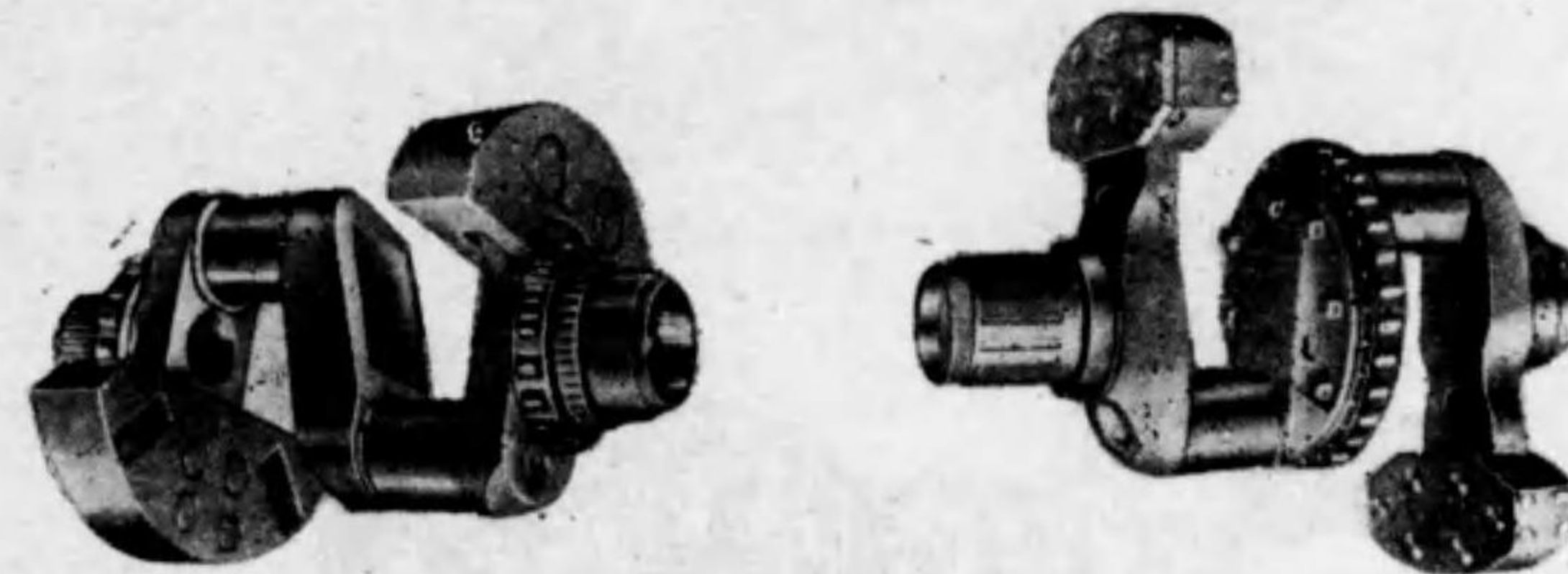
クランク腕の他端には、平衡錘 (Balance weight) が取付けられてゐて、回轉中に生ずる不平衡力を無くすやうにしてゐる。平衡錘の中には、振れ振動を減衰させる装置をつけたものがある。



第79圖 クランク軸

## (ii) 2重星型發動機のクランク軸

2重星型發動機のクランク栓は、前列用のものと後列用のものが180°の角度で取結ばれてゐる。この二つを連結する中央のクランク腕は、相當大きな力を受けるから、両端のものより大きく作られるのが普通である。



(a)

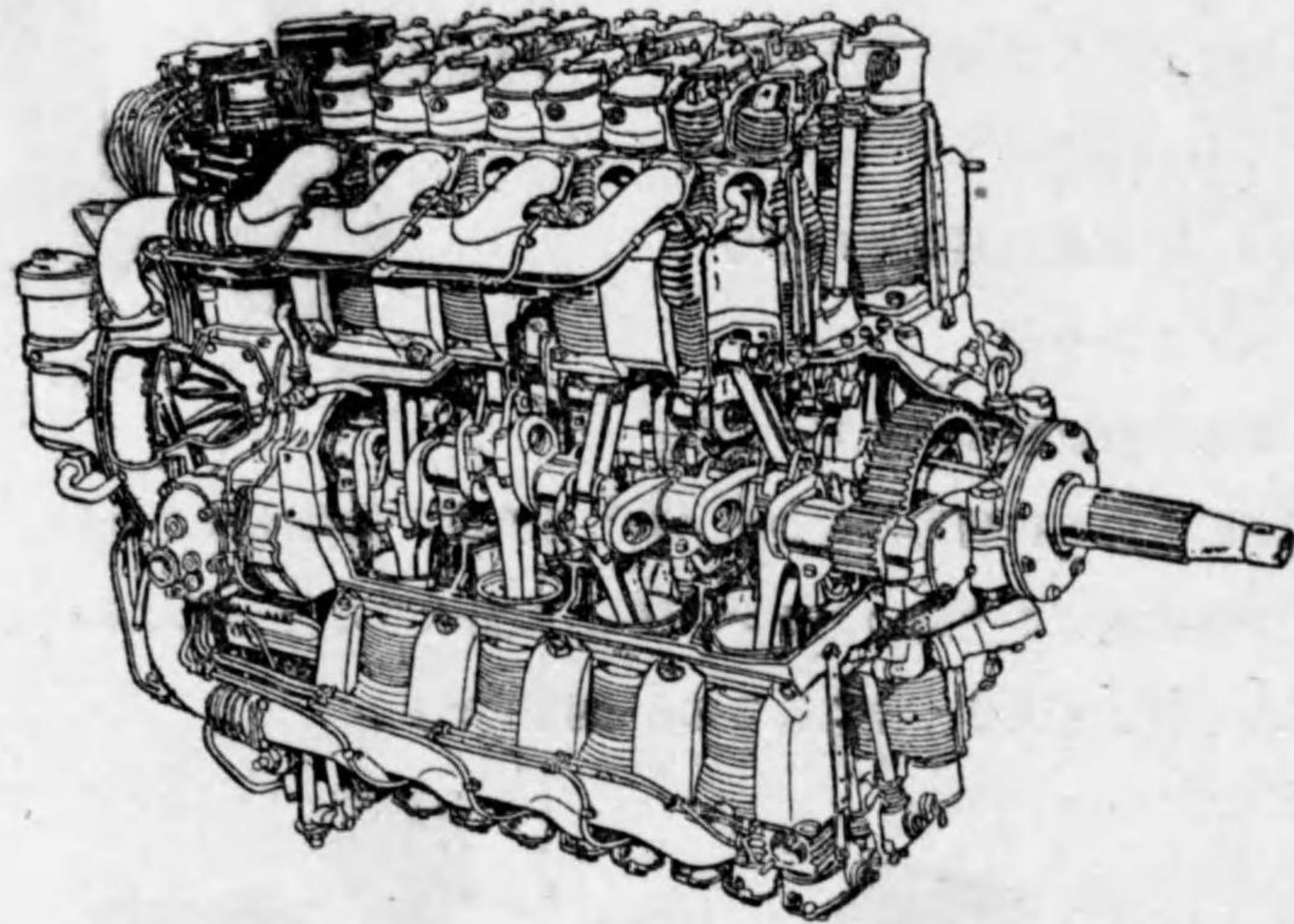
(b)

第80圖 2重星型のクランク軸

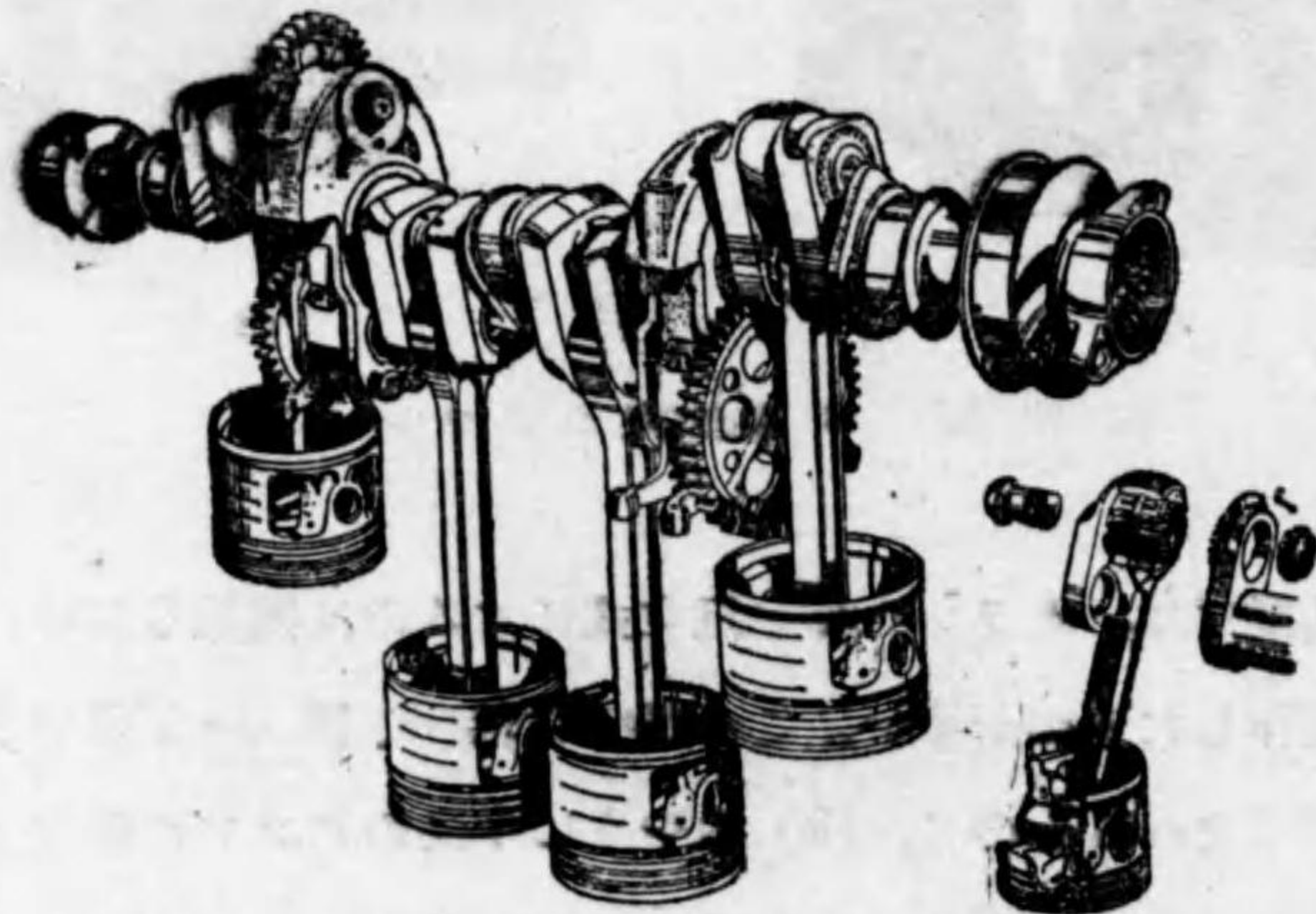
2重星型では、クランク軸を組立式にするのは困難なため、一體として製作したものが多し。この軸受は第80圖(a)のやうに前後2箇所支へるものと、(b)のやうに中央のクランク腕をも利用して3箇所支へるものがある。

## (iii) 列型發動機のクランク軸

列型發動機のクランク腕は、シリンダの數及び角度によつて角度を異にする。



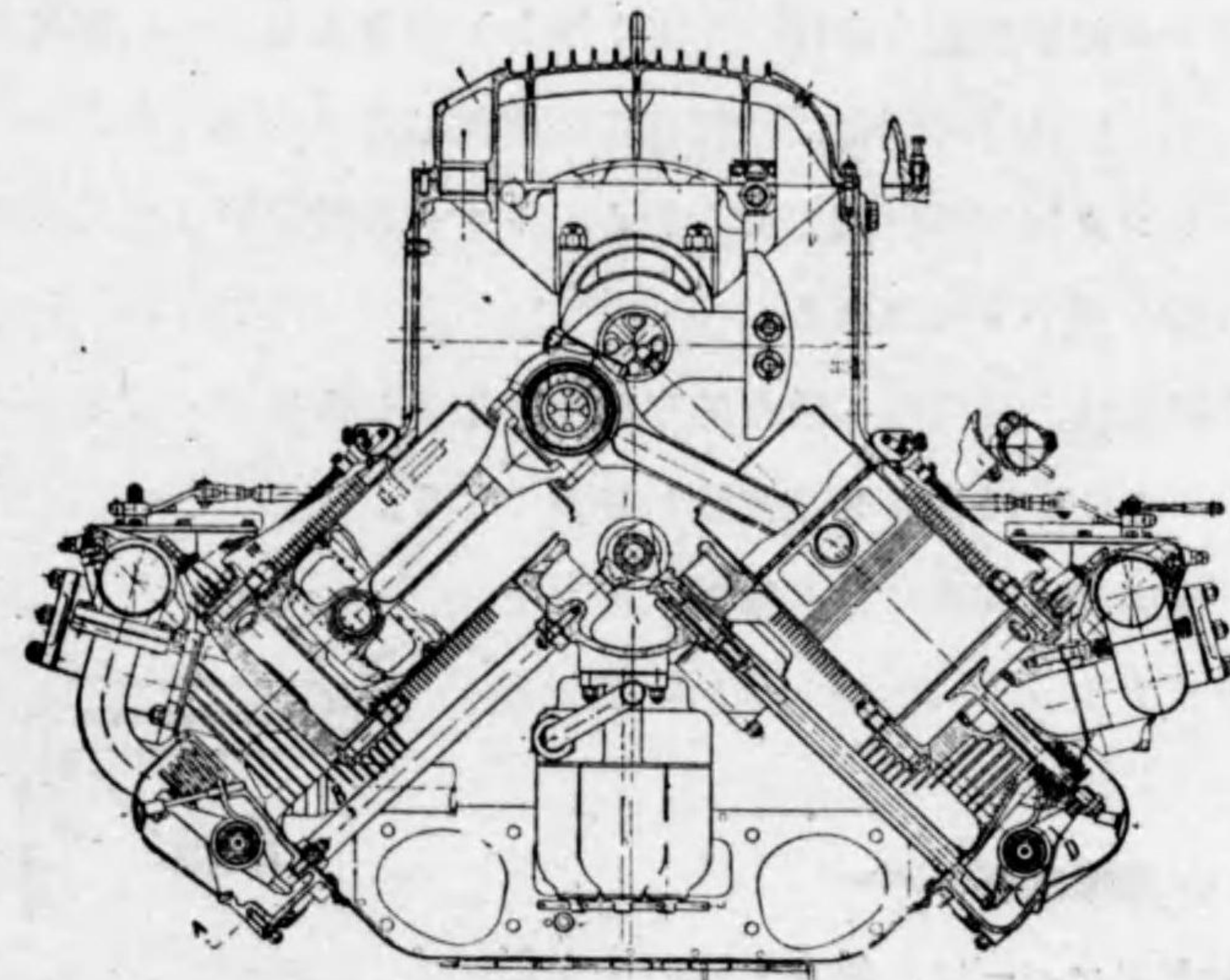
第 81 圖 H型發動機のクランク軸 Napier "Dagger" 16シリンダ



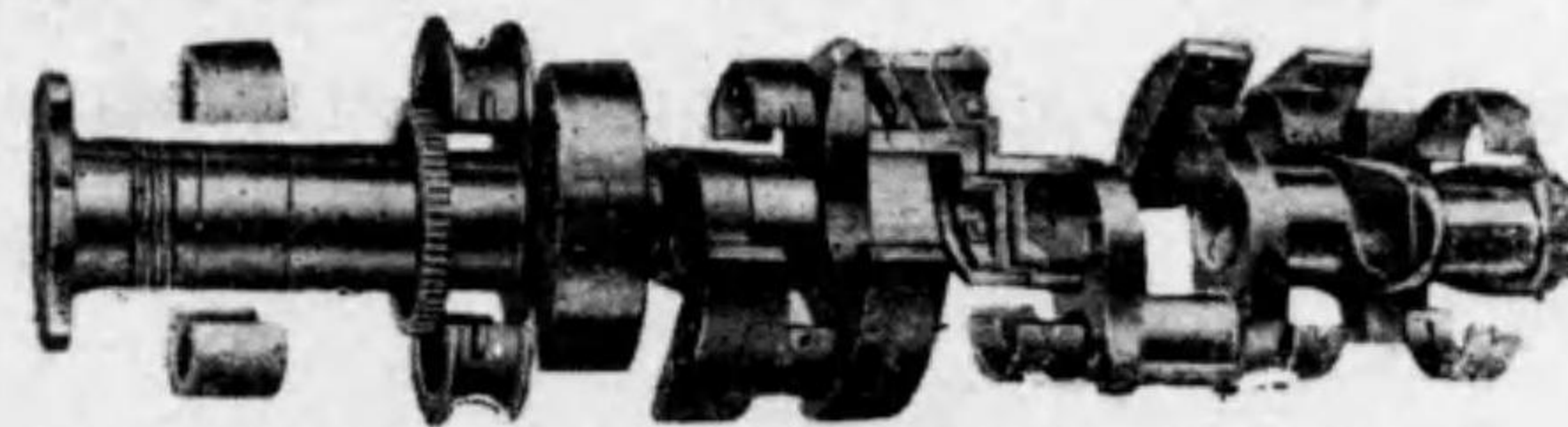
第 82 圖 倒立直列型4シリンダのクランク軸

4 シリンダの場合 (V 型 8 シリンダ, H 型 16 シリンダも同様) はクランク腕は第 81 圖のやうに  $90^\circ$  か、第 82 圖のやうに  $180^\circ$  の角度で取付けられてゐる。

6 シリンダの場合 (V 型 12 シリンダ, H 型 24 シリンダも同様) は第 83 圖のやうに  $120^\circ$  の角度で取付けられてゐる。



第 83 圖 倒立V型のクランク軸  
Argus AS 10 C 12 シリンダ



第 84 圖 列型のクランク軸 (軸受と断面)

列型のクランク軸は、シリンダ數に應じてクランク栓が多くなり、その長さも大きくなるから、兩端の他適當箇所軸受を設ける。またこの主軸とクランク栓は中空にし、クランク腕には孔を穿つて潤滑油を送るやうに出来てゐる。

#### (iv) 振れ振動減衰装置

クランク軸が完全な剛體 (Rigid body) であるならば、回轉によるトルク (振れ) の變化は回轉速度の變化となるのみであるが、實際はクランク軸は弾性體であるから、トルクの變化によつて特殊な振れ振動を生ずるのである。

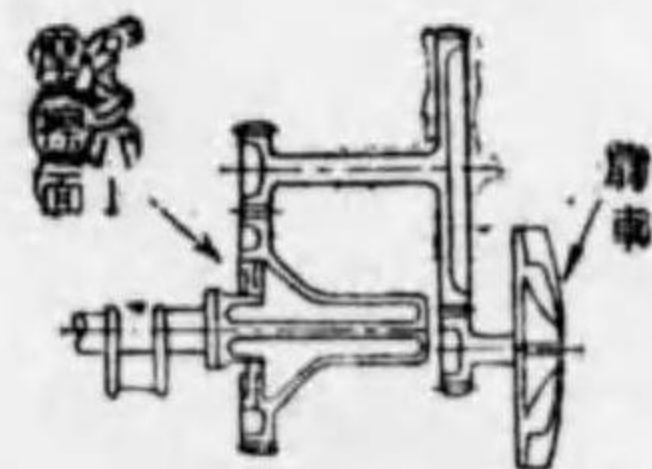
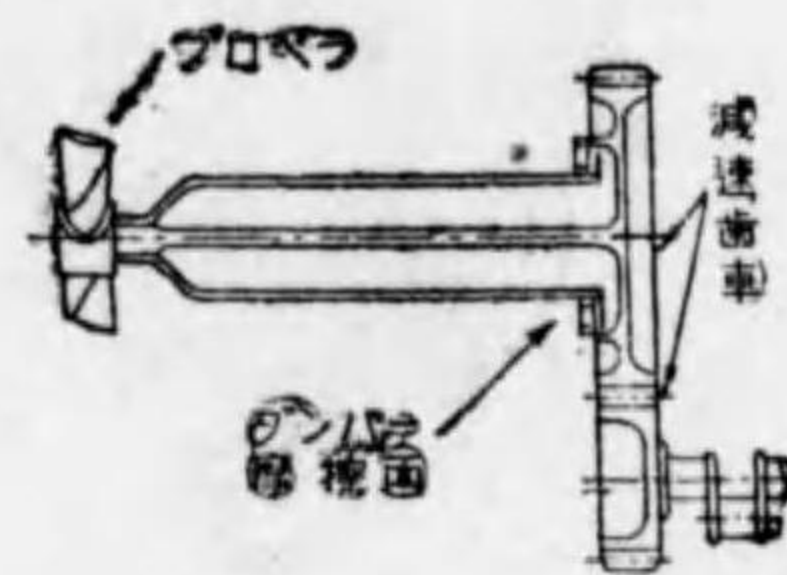
この振動は、發動機に致命的な故障を起させる原因となるのであるから、これを減衰させる装置が必要となる。

振れ振動減衰装置には、摩擦式ダンパーとダイナミックダンパーの2種がある。

#### (a) 摩擦式ダンパー

摩擦式ダンパーは、第85圖のやうにクランク軸の振動をプロペラ軸または扇車軸に傳へ、ダンパーの摩擦面に振動のエネルギーを吸収させるものである。

この方法では、振幅がある程度以上にならないと作用しないこと、振動が摩擦熱に變へられる缺點がある。

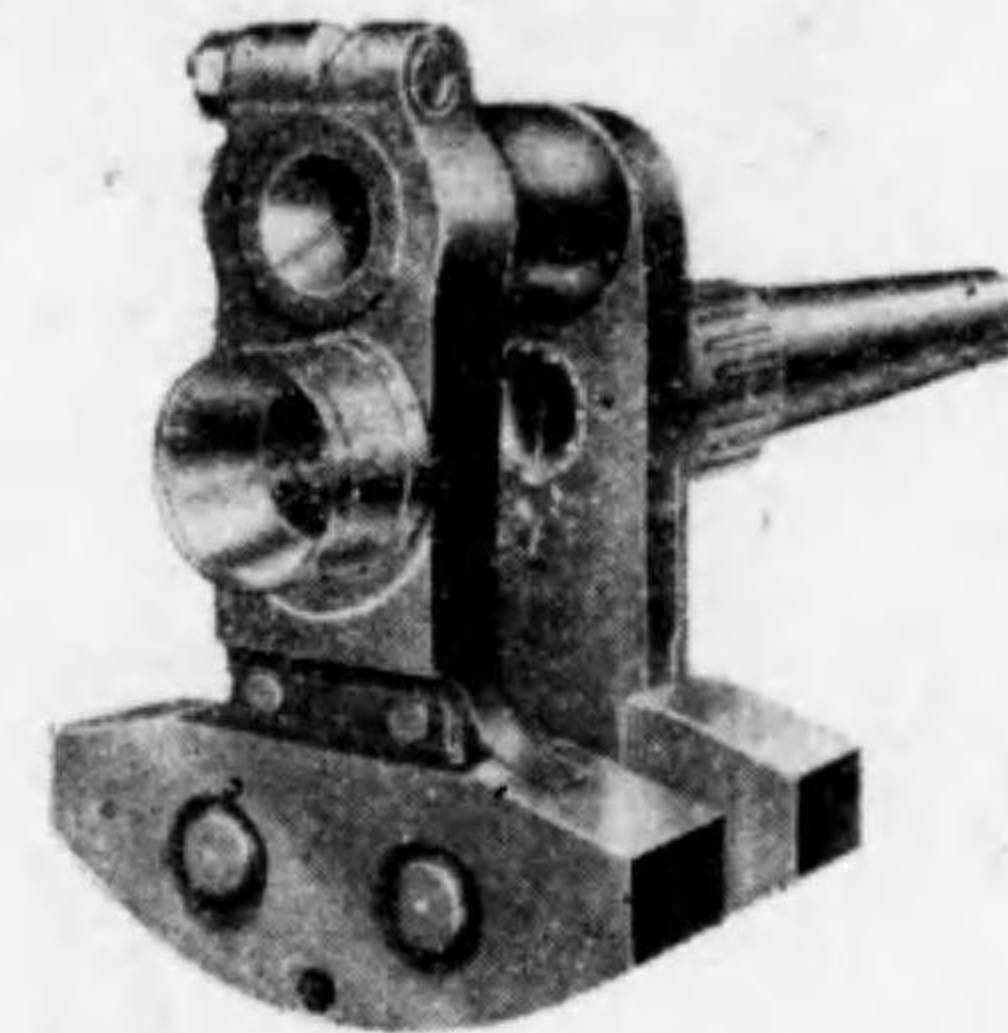


第85圖 摩擦式ダンパー

#### (b) ダイナミックダンパー

ダイナミックダンパーは、星型發動機のクランク軸に多く使用されてゐるもので、クランク腕の平衡錘を特殊機構にした振子型のものである。第86圖は、サイクロン發動機に用ひられてゐるダイナミックダンパーである。

第80圖(a)はイスパノ2重星型に用ひられてゐるもので、後部はダイナミックダンパーになり、前部は曲げ振動に對するダンパーとなつてゐる。



第86圖 ダイナミックダンパー

#### (v) 軸受 (Bearing)

軸受には、面軸受、球軸受及びコロ軸受の3種があり、使用箇所や形状によつて色々な名稱が付けられてゐる。

#### (a) 面軸受

面軸受は、鋼または青銅製の裏金に白色合金または銅鉛合金を鑄込んだもの、及び青銅を使用したもの等がある。

面軸受の利點は次の通りである。

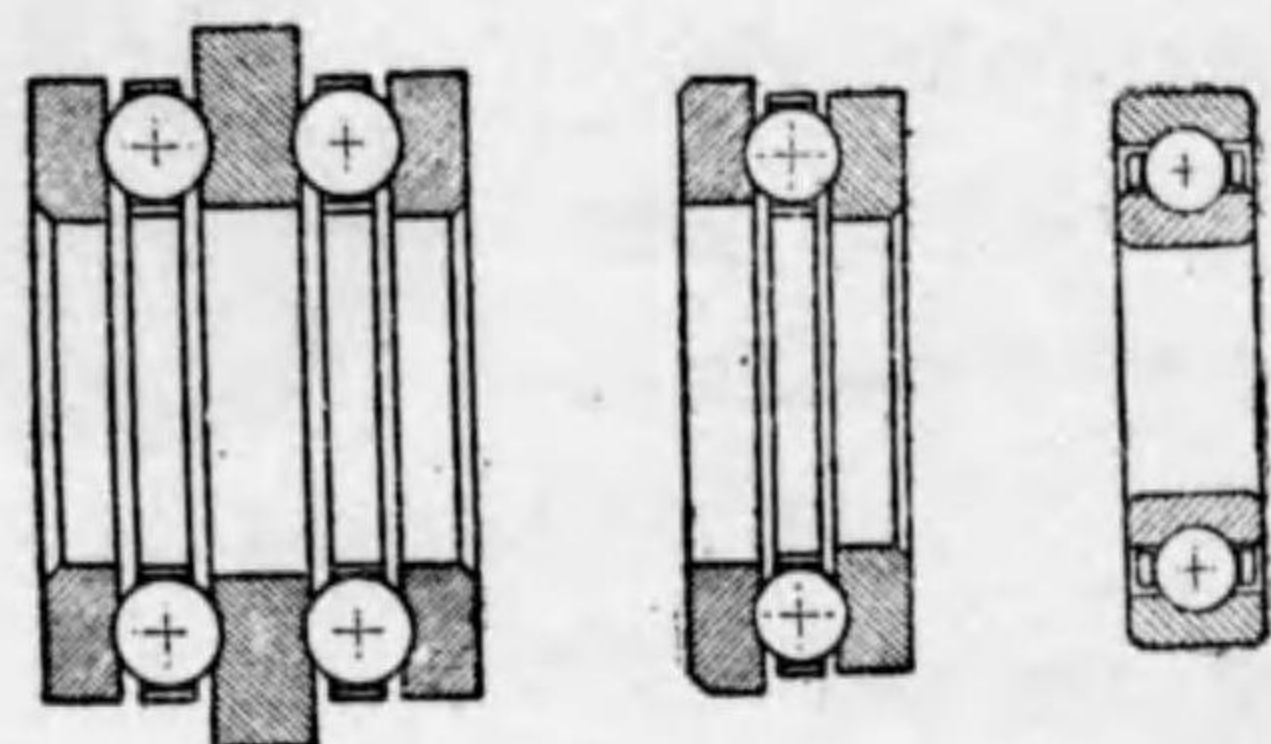
- (1) 面で接觸する
- (2) 一定位置に固定し位置を變へない
- (3) 大荷重に堪へられる
- (4) 構造が簡單で調整が容易である

#### (b) 球軸受



球軸受は、内外一組となつた鋼製の環 (Race) の中に鋼球を入れたもので、次のやうな利點がある。

- (1) 點で接觸する
- (2) 摩擦が少く回轉抵抗が少い
- (3) 調整の必要がない
- (4) グリースを用ひることが出来る。



第 87 圖 球 軸 受

#### (c) コロ軸受

球の代りに“コロ”を使用したもので、線接觸をするから比較的大きな荷重に堪へられる。

クランク軸の主軸には、球軸受かコロ軸受が用ひられてゐる。

#### (d) 推力軸受 (Thrust bearing)

推力軸受は、主としてプロペラ軸に用ひられる。プロペラ軸はプロペラの牽引力を受けることが多いが、推進、牽引何れの方角にも同様に推力を受けられるやうに出来てゐる。この軸受も球またはコロ軸受の一種である。

### 8. クランク室 (Crank case)

クランク室は、シリンダ群を取附ける室で、その中に軸受を装着してクランク軸を回轉させるものである。

クランク室は、以上の他次の役目をする。

- (a) 發動機の架構となる
- (b) 潤滑油を保有する
- (c) 油冷却器の作用する
- (d) 各種補機装置の支持臺となる

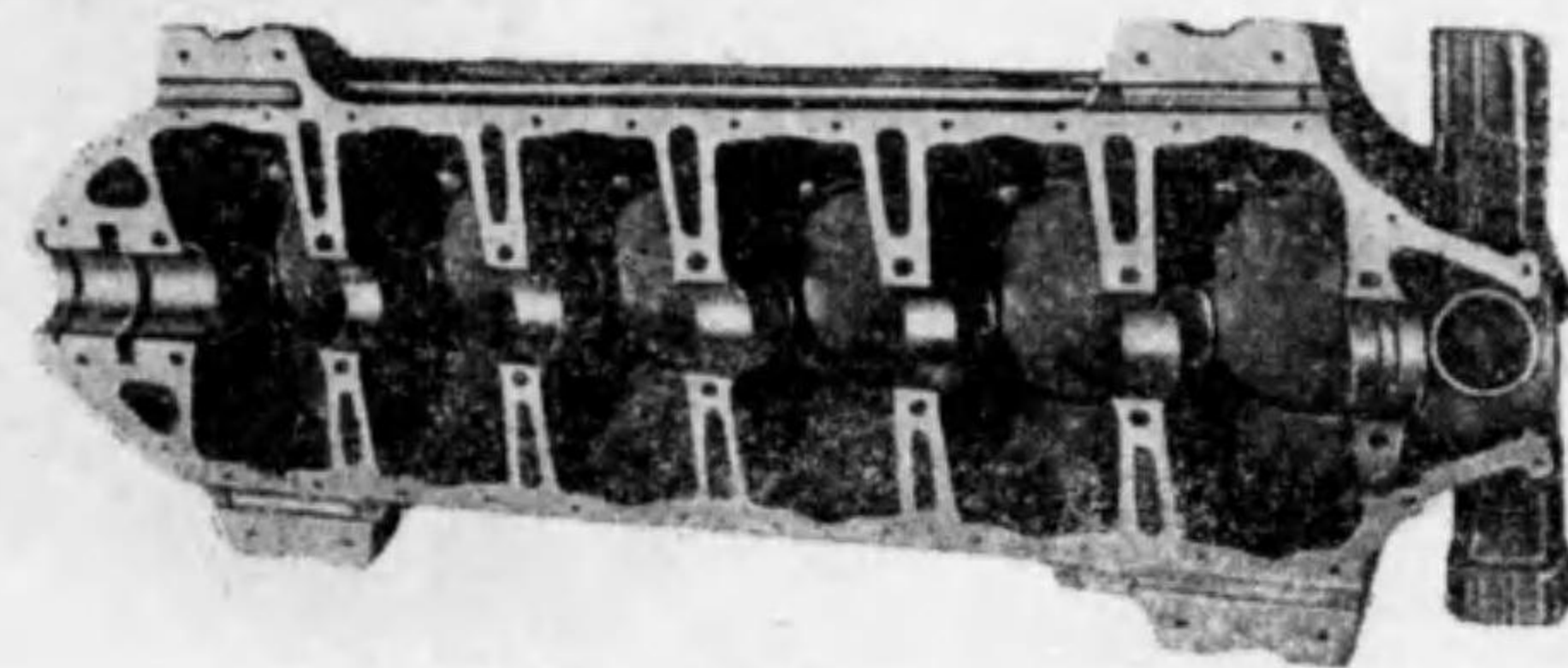
即ちこの内に燃料供給、潤滑、磁石發電機、起動、減速等の装置を包容または支持する

- (e) 軸受の支持臺となる

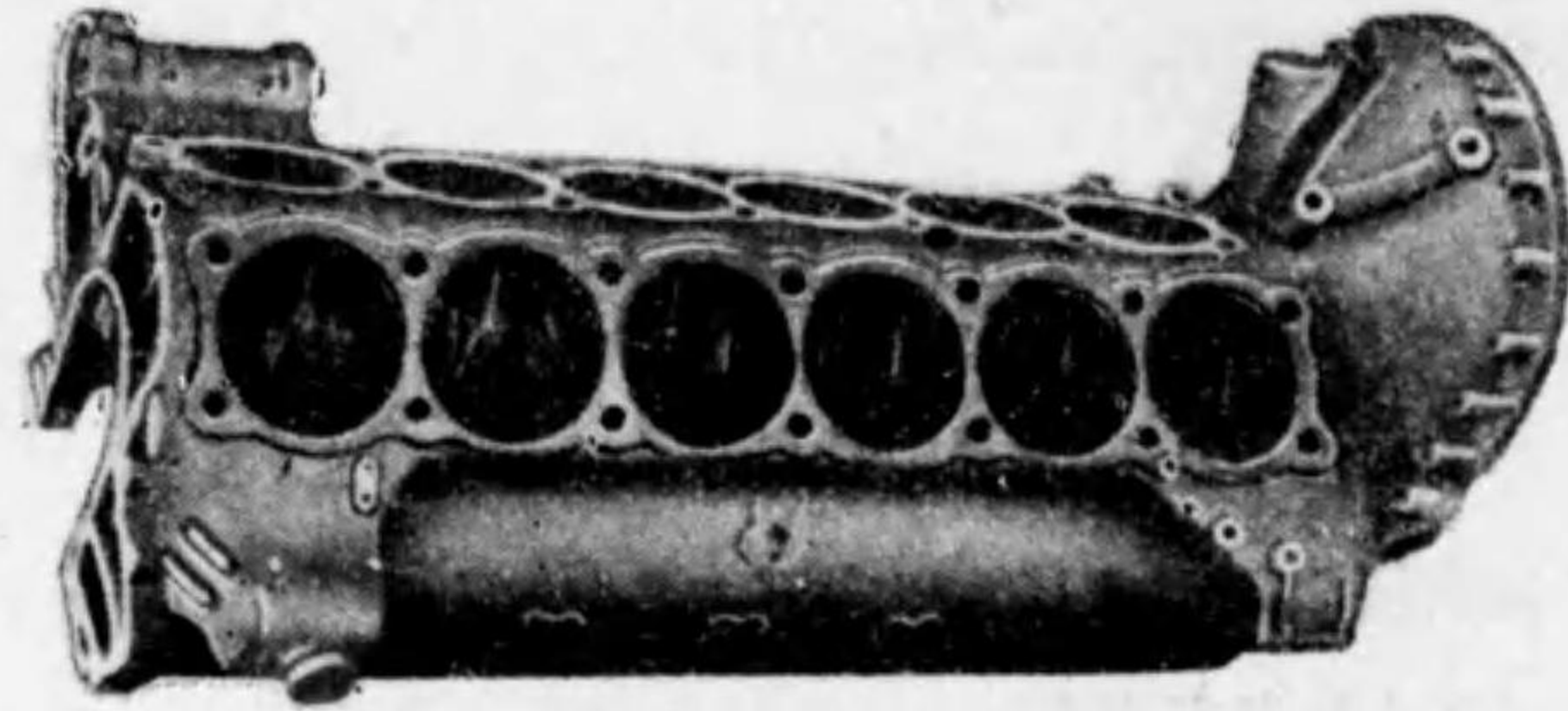
以上のやうにクランク室は色々な役目をするものであるから、構造が複雑となり強靱なものでなければならない。

クランク室の重量は、發動機全重量の 20% を占めるものであるから、設計製作は充分注意されなければならない。

#### (i) 列型發動機のクランク室



第 88 圖 直列型のクランク室



第 89 圖 V 型のクランク室

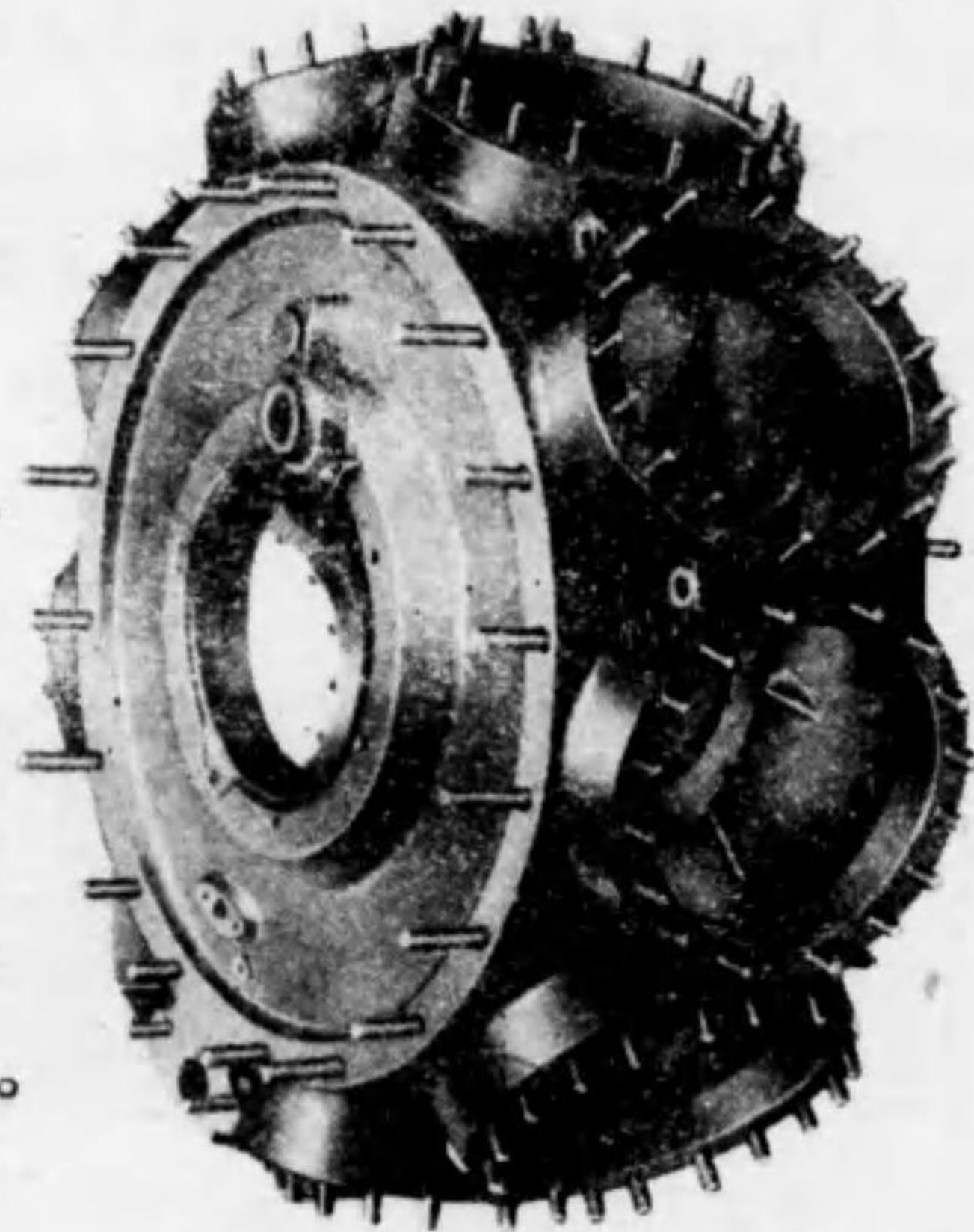
列型發動機のクランク室は、上下 2 部分からなる。直立型では上部にシリンダが取付けられ、下部は潤滑装置に利用される。倒立型では下部にシリンダが取付けられる。

クランク室は、構造が複雑であるためアルミニウム合金またはマグネシウム合金の鑄物で作られる。

### (ii) 星型發動機のクランク室

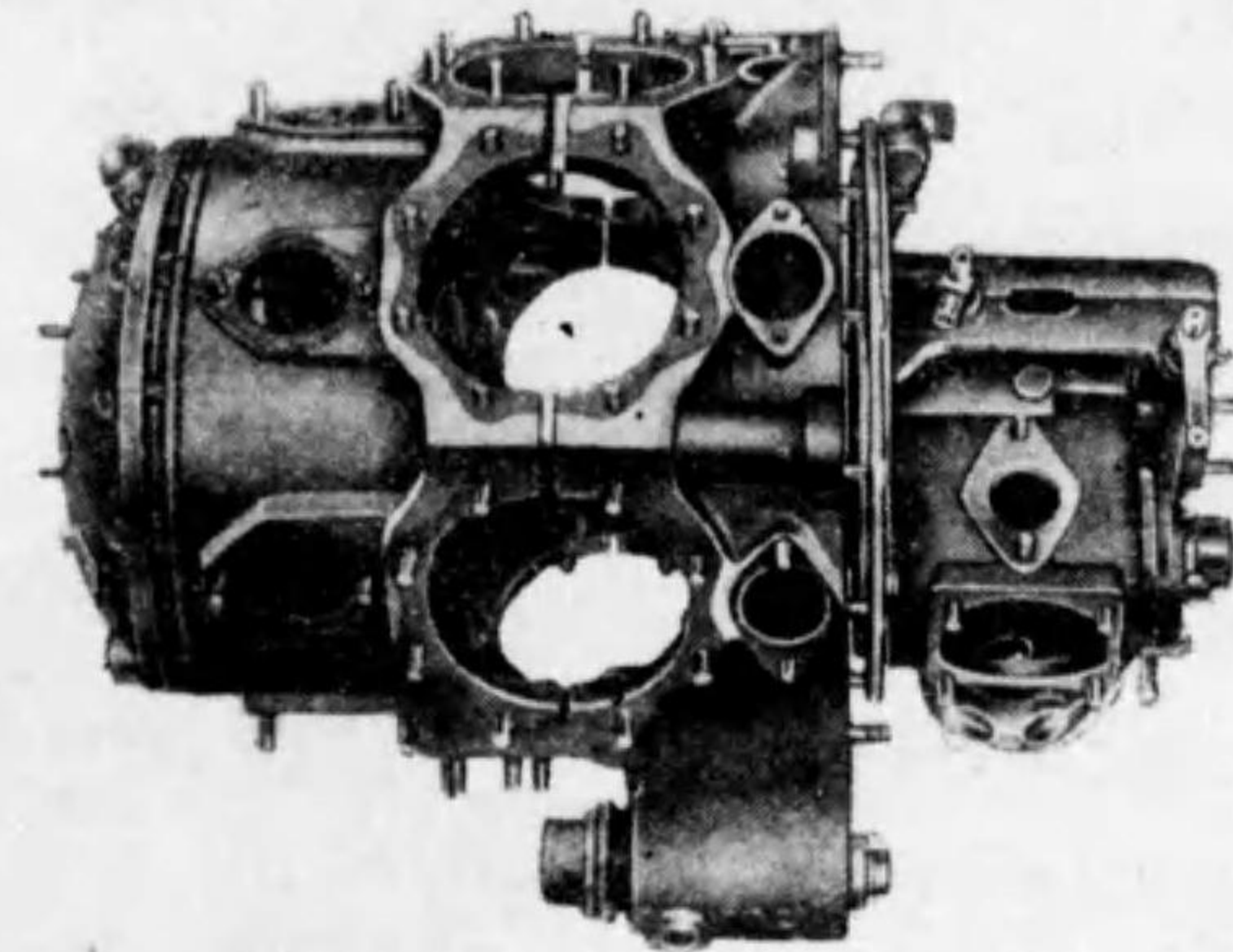
星型發動機のクランク室は、第 90 圖のやうに全體が一體となつてゐる鑄物製のものもあるが、多くは第 91 圖のやうに、シリンダの中心線を界として前後 2 組となつてゐる。

これ等のクランク室は、デュラルミン、マグネシウムそ



第 90 圖 星型のクランク室

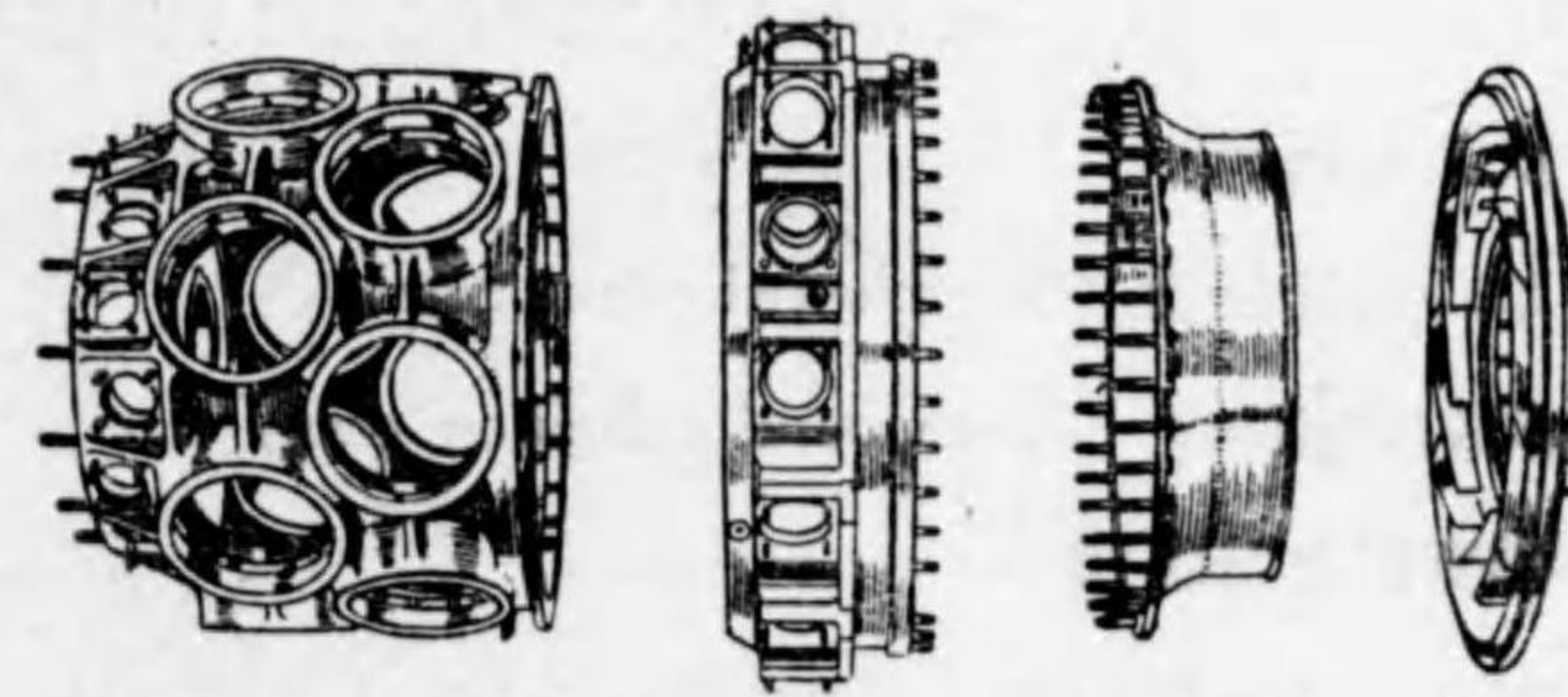
の他の輕合金で鑄造されるのであるが、強度を増すため鍛造されることもある。



第 91 圖 星型のクランク室

### (iii) 複列星型發動機のクランク室

複列星型のクランク室は、構造が複雑であるから、多くは分割して製作されるが、中には第 92 圖のやうに一體の輕合金鑄物で作ら



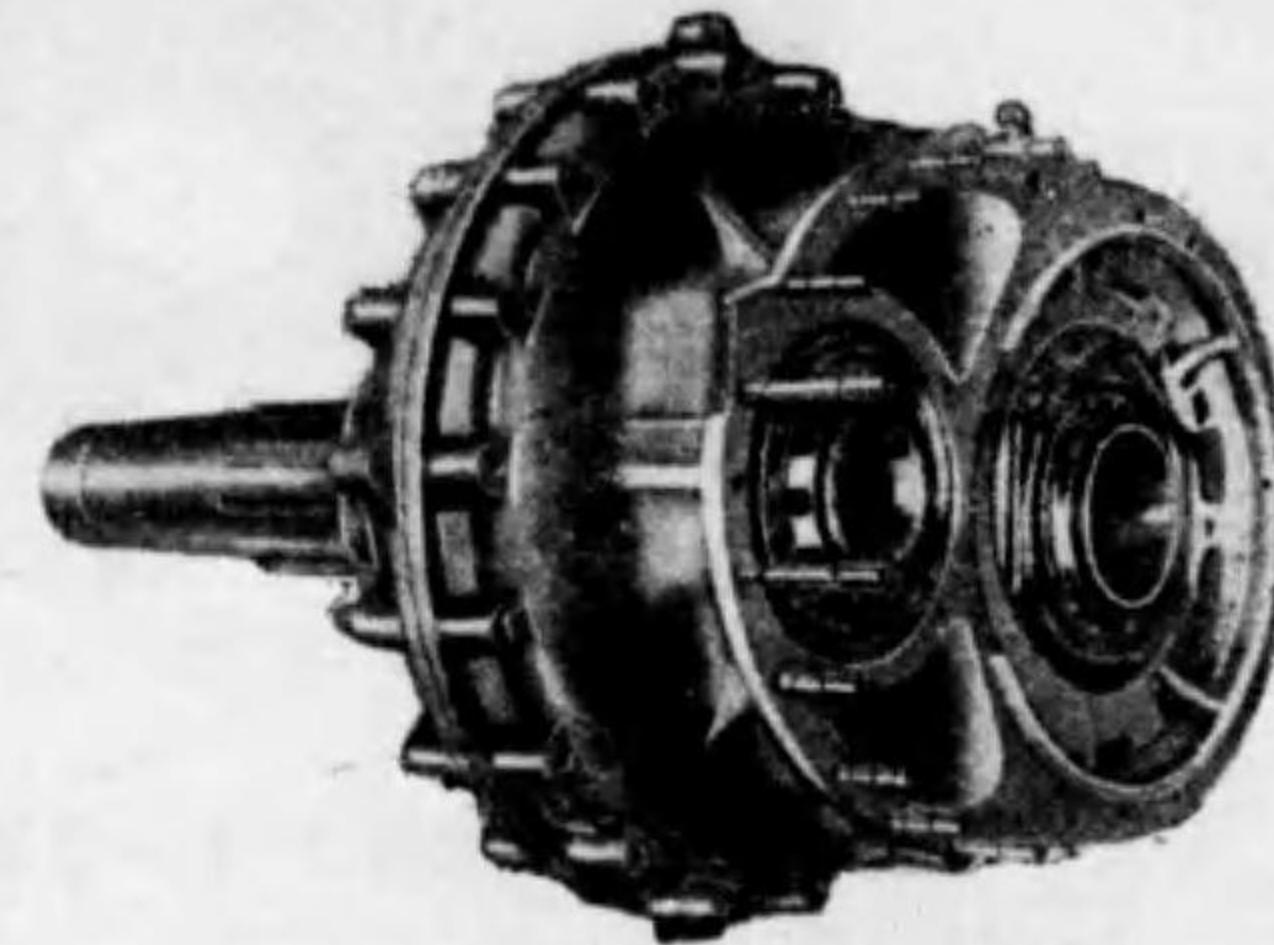
第 92 圖 複列星型のクランク室

れるものもある。大馬力のものは、鑄物では強度が不十分であるから、三つに分解して鍛造されボルトで組立てられる。

9. 減速装置 (Reduction gear)

減速装置は、クランク軸の回転を減速してプロペラ軸を回転させる装置である。

發動機の回転数が 1200 rev/mn 位のもでは、クランク軸に直接プロペラを取付けてもよいが、2000 rev/mn 以上のものにプロペラを直接取付けると、その先端の圆周速度は音の速度 (340m/s) に近付くため造波抵抗を生じ、著しく効率を落すことになる。従つて機速に應じプロペラの回転を適当に減少させその効率を高めなければならない。



第 93 圖 撓式減速装置

減速装置は、主として歯車を使用してゐるが、第 93 圖のやうに撓接手によるものもある。

歯車による減速装置は、次のやうに分類することが出来る。

減速段による區別

- (a) 單段減速装置 (Simple reduction gear)
- (b) 多段減速装置 (Compound reduction gear)

歯車の種類による區別

- (a') 平歯車式減速装置 (Spur gear type)
- (b) 遊星歯車式減速装置 (Planetary gear type)
- (c) 傘歯車式減速装置 (Bevel differential gear type)

第 8 表は減速装置を減速段數によつて分類した表である。

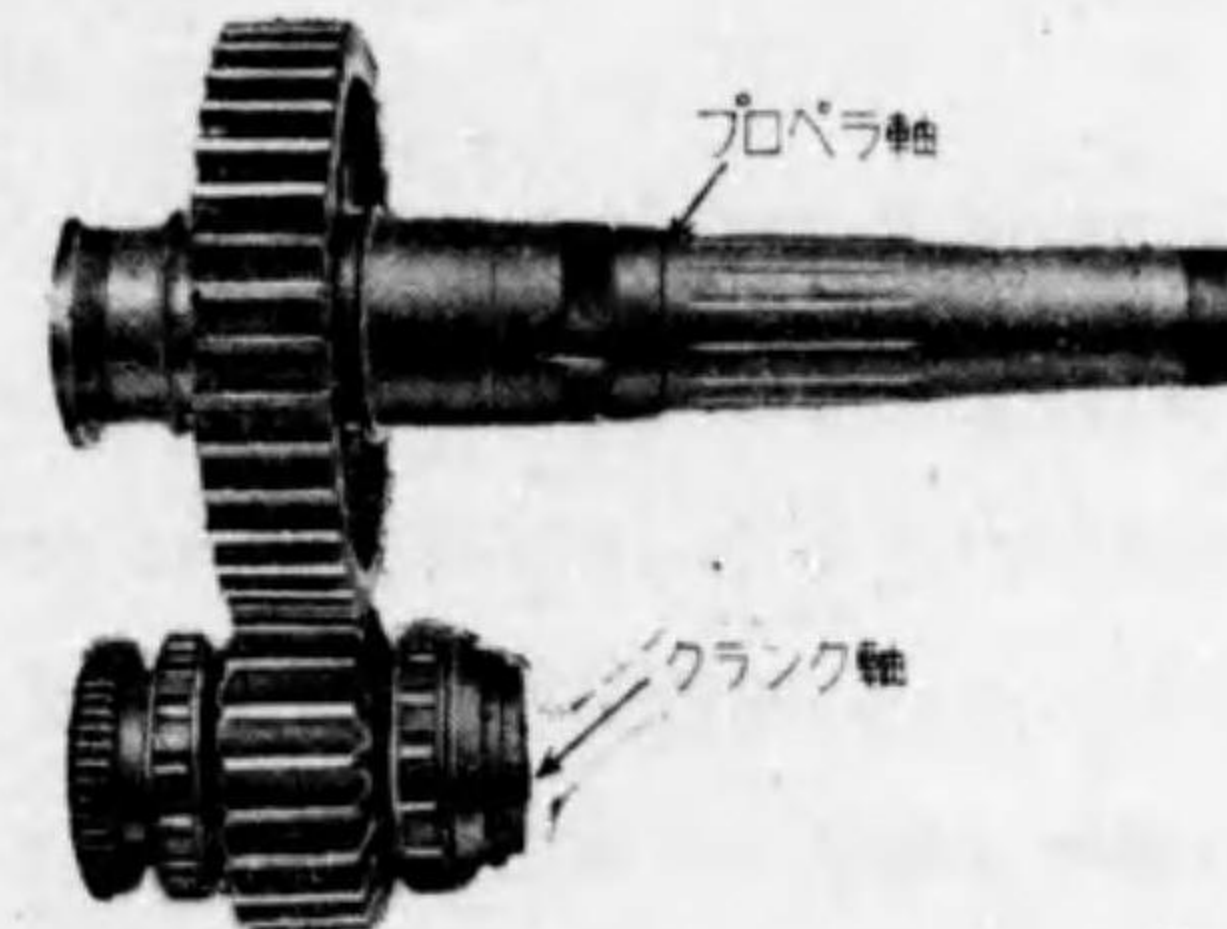
第 8 表 減速表

型式	單段減速装置		多段減速装置	
	平歯車式	内側平歯車式	遊星歯車式	傘歯車式
啮合状態				
減速比	$r = Z_1/Z_2$	$r = Z_1/Z_2$	$r = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2}$	$r = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2}$
使用例	$r = 0.39 \sim 0.86$	$r = 0.3$	$r = 0.65 \sim 0.75$	$r = 0.44 \sim 0.67$

(i) 平歯車式減速装置

プロペラ軸とクランク軸を平行に置き、兩軸に取付けられた平歯車を啮合させて減速させる装置である。

第 94 圖は、平歯車式減速装置を示す。



第 94 圖 平歯車式減速装置

クランク軸に直接この歯車を取付けると、歯車に多くの衝動を與へるから、第 93 圖のやうにクランク軸撓接手を装置し、中間傳動軸に歯車を取付けたものもある。

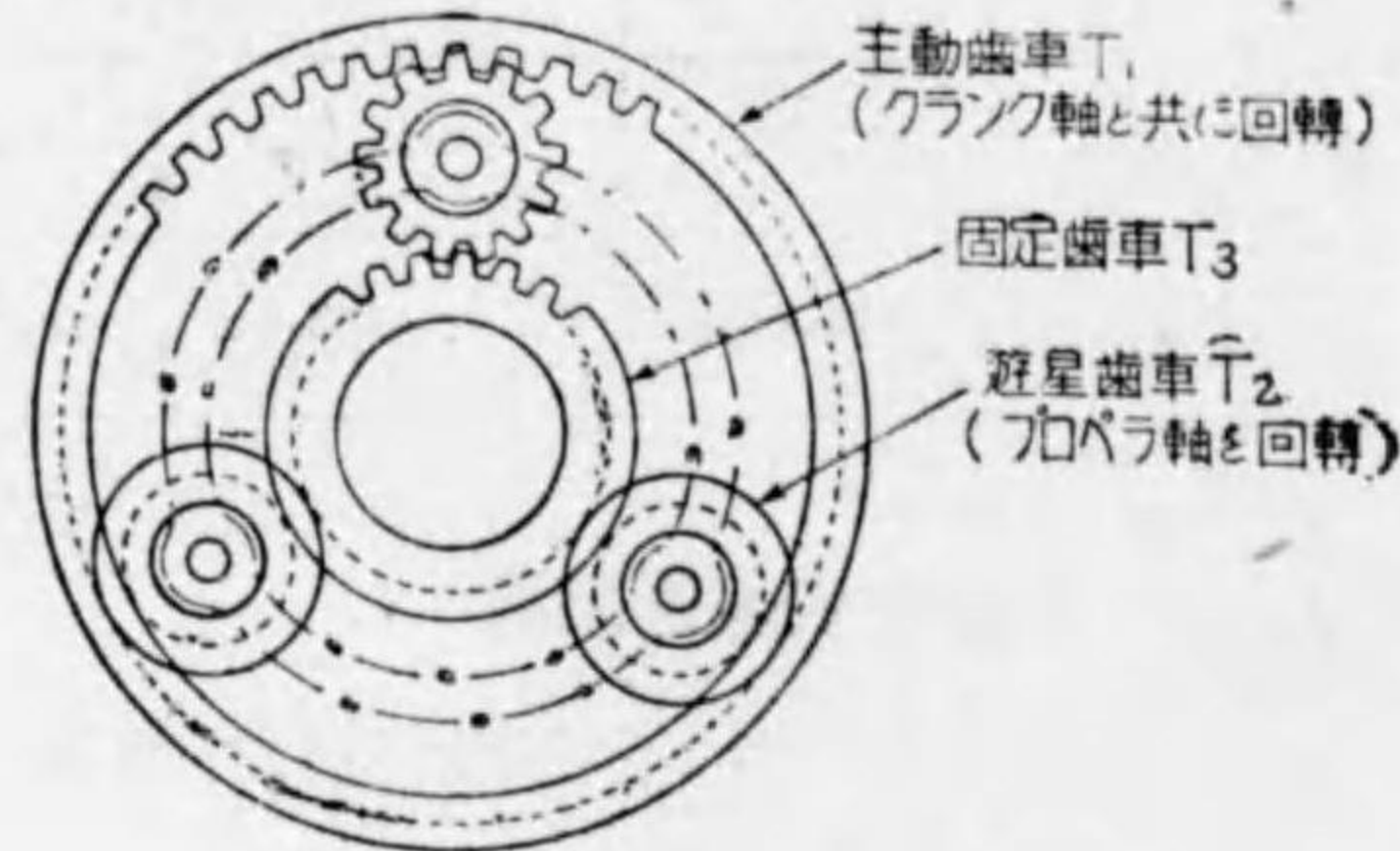
平歯車の代りハスバ歯車 (Helical gear) を使用したものもある。この式は歯の啮合が圓滑で音が小さいが、効率の劣る缺點がある。

一般に平歯車式減速装置は、構造が簡単で取扱が容易である上、歯車の歯数を變へれば任意の減速比が得られる等の特長をもつてゐるが、軸受に大きな力が加はり、プロペラ軸がクランク軸と同一直線上にない等の缺點がある。

(ii) 遊星歯車式減速装置

遊星歯車式減速装置は、第 95 圖に示すやうに主動歯車、固定歯車及び遊星歯車の 3 部分からなつてゐる。

主動歯車は、クランク軸に取付けられた内側歯車で、クランク軸と共に回轉する。

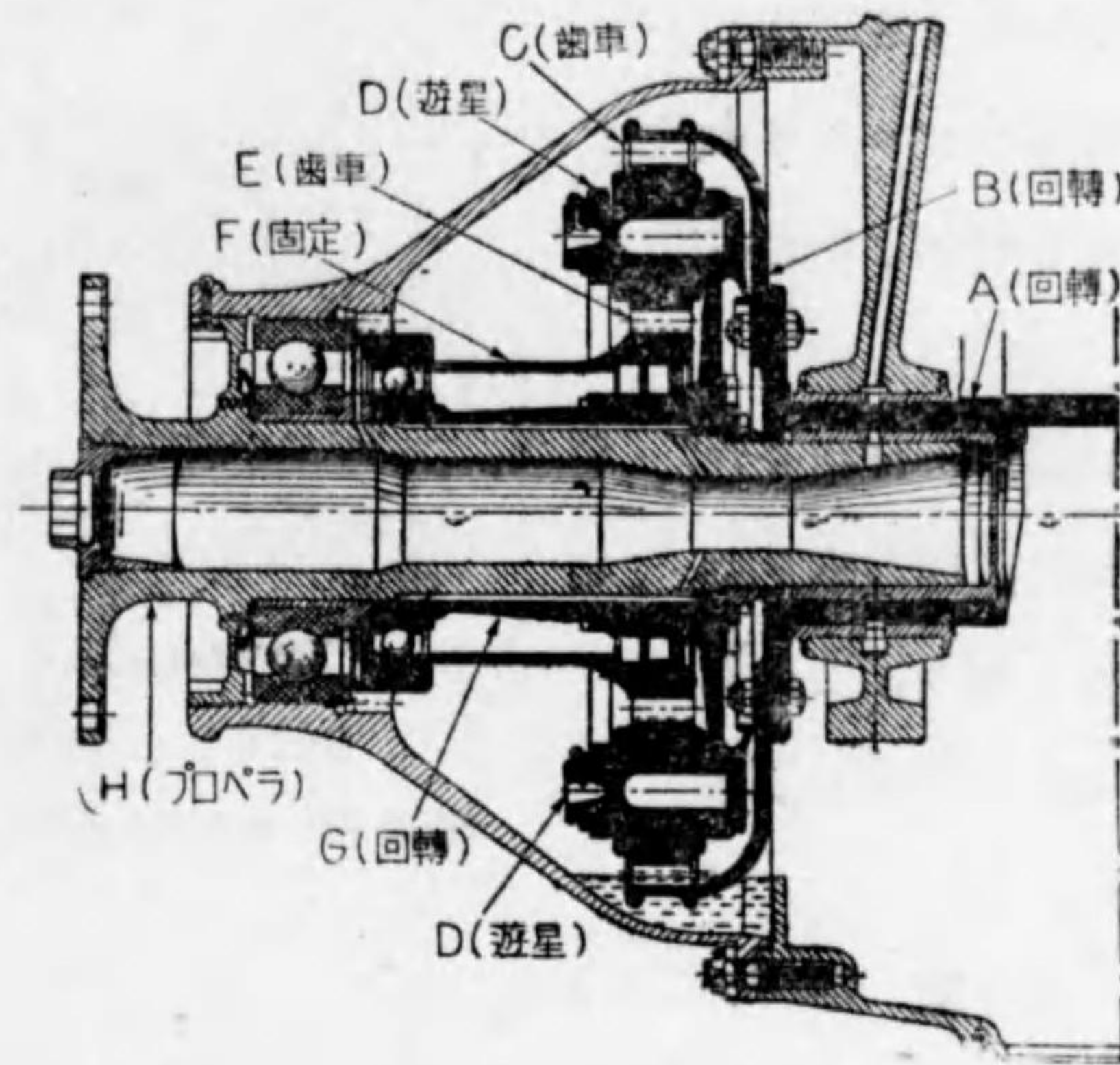


第 95 圖 遊星歯車式減速装置

固定歯車は、減速歯車室に固定されてゐて回轉しない。この兩者の間に嚙合はされてゐる數箇の歯車を遊星歯車といふ。

遊星歯車は、固定歯車の周圍を主動歯車に廻されながら轉動するから、これにプロペラ軸を取付ければよいわけである。

この式の減速装置は、軸受に加はる力が小で、プロペラとクランクとが同一軸心上にある等の特長があるが、構造が複雑である上主動歯車と固定歯車の歯數に一定の制限（歯數が 3 の倍數であるといふ）があるので、減速比を任意に選擇することが出来ない等の缺點がある。

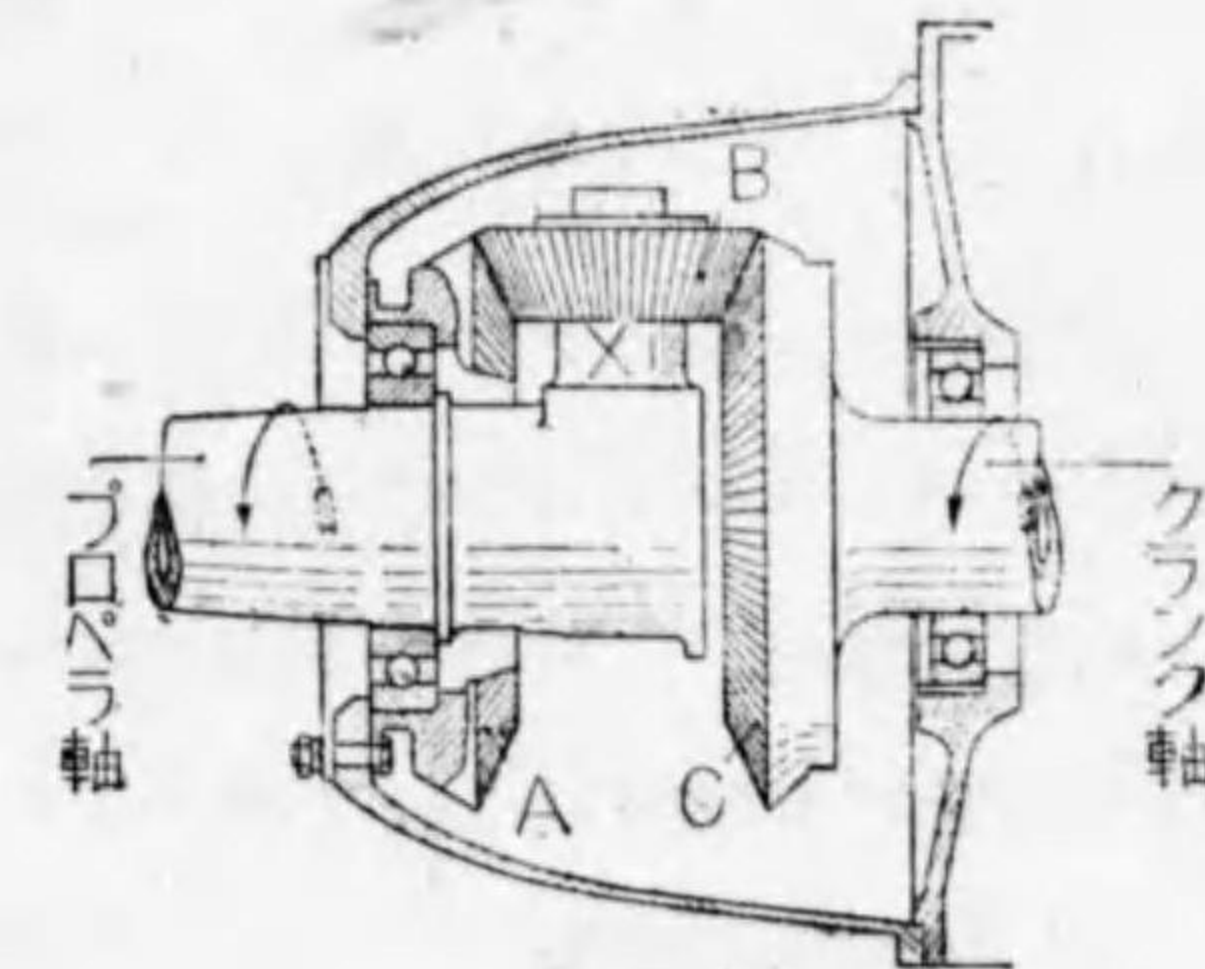


第 96 圖 遊星歯車式減速装置

(iii) 傘歯車式減速装置 (ファルマン式)

傘歯車式減速装置は、遊星歯車式と同一の原理によるもので、平歯車の代りに總べてを傘歯車としたものである。

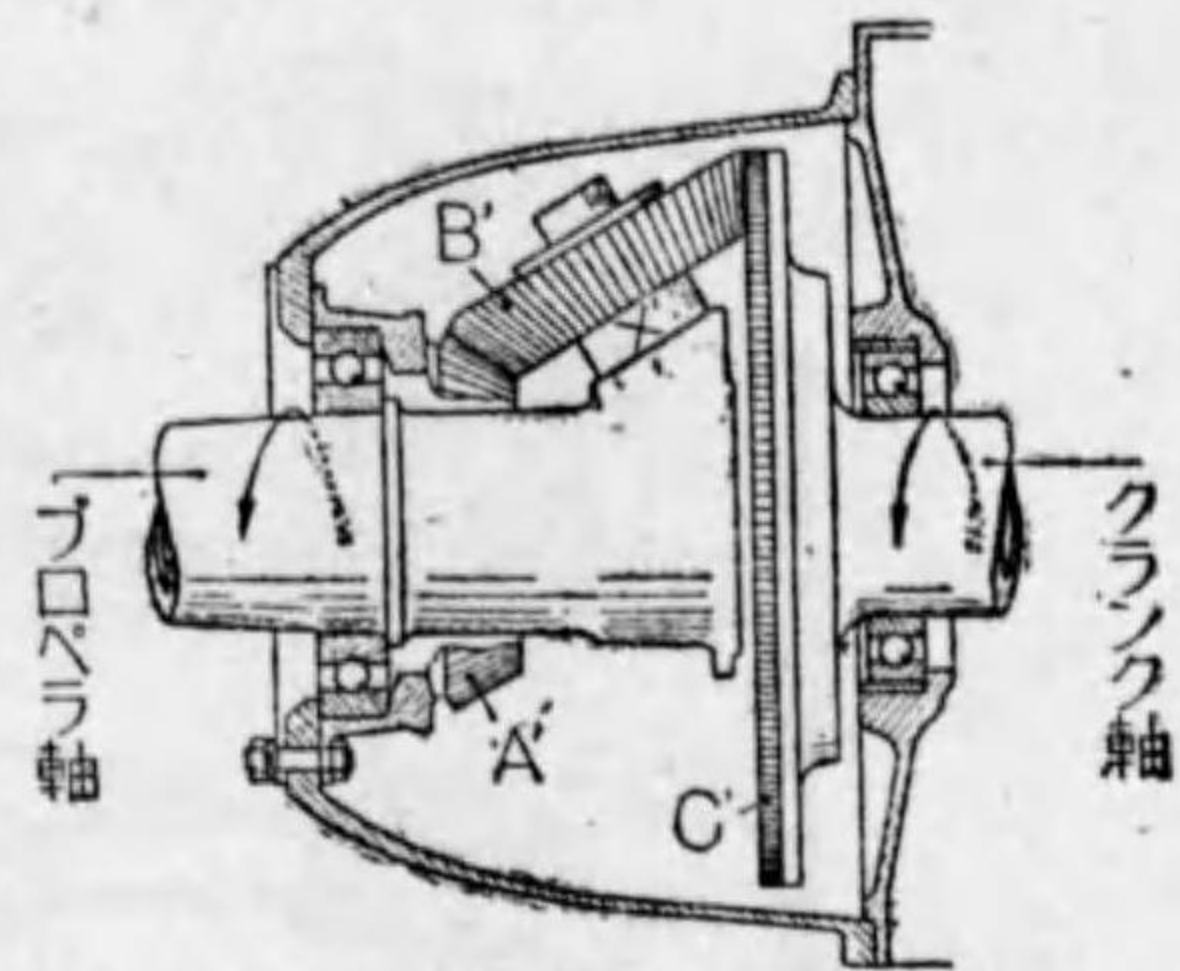
第 97 圖に示すやうに主動歯車 C はクランク軸に取付けられ、これと共に回轉する、固定歯車 A は減速室に固定されて回轉しない。遊動歯車 B はこれ等兩齒車間にあり、主動歯車によつて廻されながら



第 97 圖 傘歯車式減速装置

固定歯車上を轉動する。従つてこの遊動歯車にプロペラ軸の一端を取附ければよいわけである。

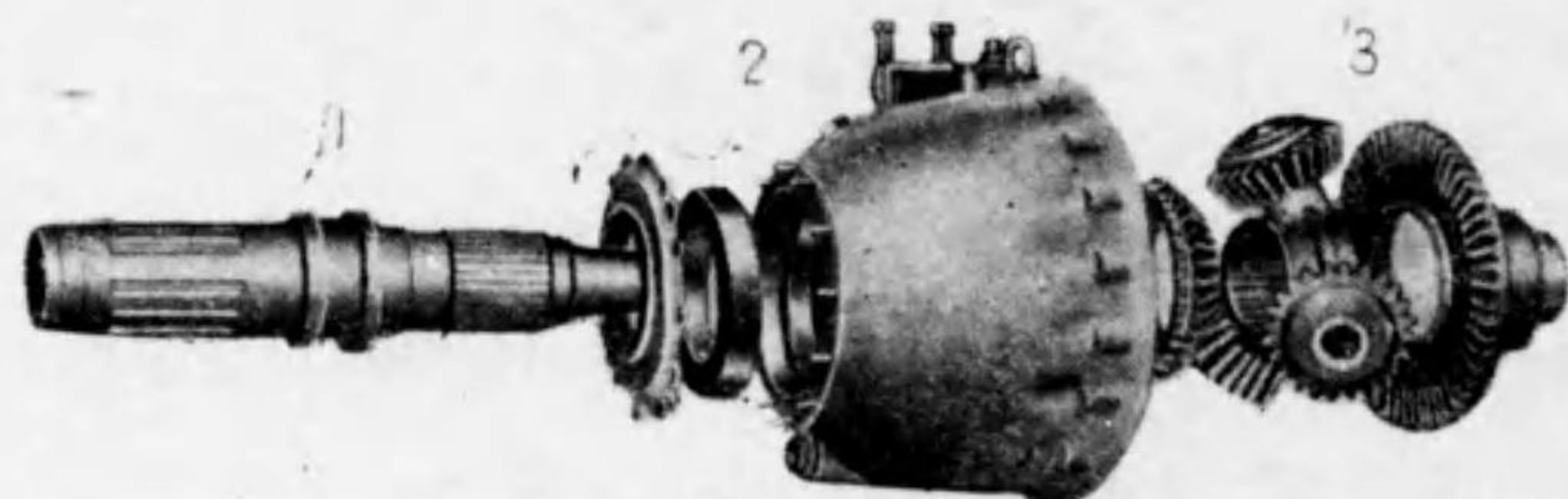
一般に減速歯車には強大な力が加はるから、強靱鋼を以て鍛造して歯を切り、これに表面硬化をし充分研磨したものが用ひられる。



0.666:1 減速歯車

第 98 圖 傘歯車式減速装置

(iv) 減速室 (Reduction gear box)



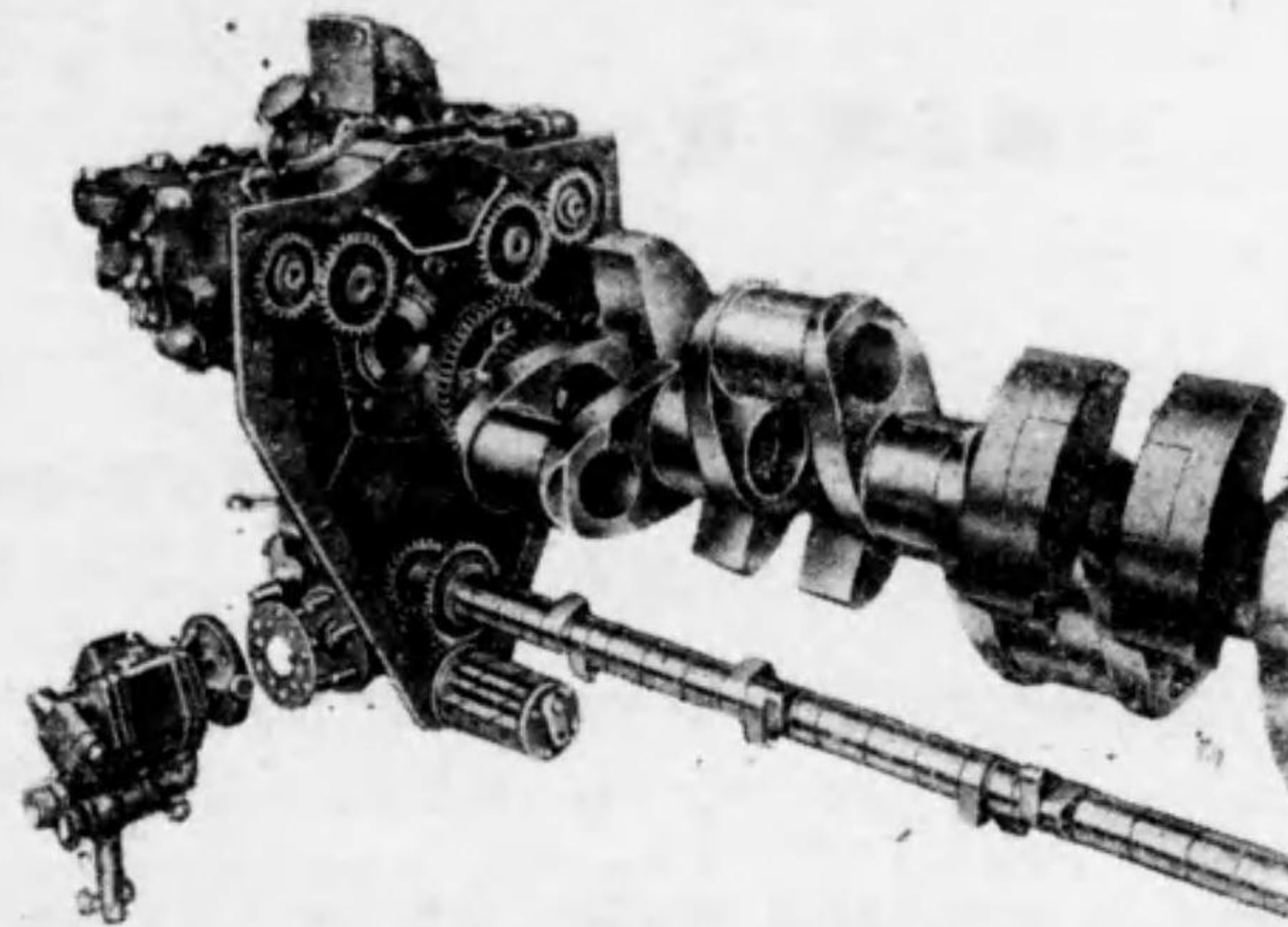
第 99 圖 プロペラ車, 減速室, 同歯車

減速室はクランク室またはカム室の前に装着され減速装置を入れる室でデュラルミンその他の輕合金鑄物か鍛造品で出来てゐる。

固定歯車は、この室に固定されてゐるが、この他にプロペラ軸の推力軸受等も取附けられてゐる。

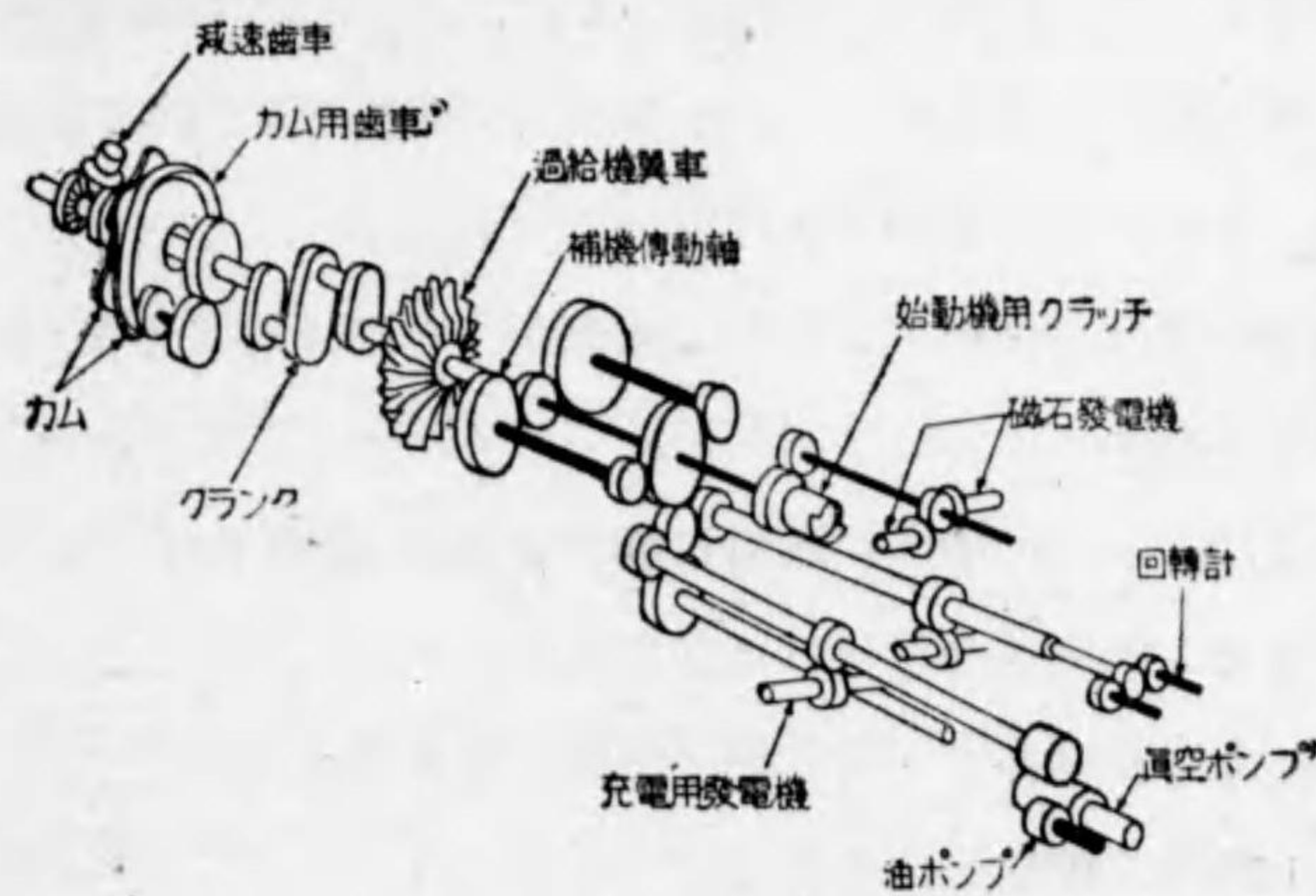
10. 補機傳動装置

發動機本體に對して、氣化器、点火装置、燃料ポンプ、滑油ポンプ、起動装置等を總稱して補助機械または補機 (Accessories) といふ。



第 100 圖 列型發動機の補機傳動装置

補機類は、總べて第 100 圖及び第 101 圖のやうに、クランク軸に啮合つてゐる補機傳動軸の後端に取附けられてゐる歯車によつて傳動される。



第 101 圖 星型發動機の補機傳動系統

## 第5章 氣化器

### 1. 氣化器の作用

氣化器は、燃料を霧状に噴出させ、空氣と混合させて可燃性のガスにするものである。

氣化器で作られたガスはシリンダ内で壓縮され点火されて爆發する。

ガスの爆發は、燃料の種類、混合比、壓縮比及び点火時期によつて状況を異にする。

氣化器は、以上のうち混合比を適當に變化調整することが出来る。

混合比は重量比で、ガソリン1に對し空氣が16~20のとき完全燃焼を行ひ、最大馬力を發生するのである。

ガソリン1kgを完全に燃焼させるには、3.5kgの酸素を必要とする。地上附近の空氣中には、約23%の酸素が含まれてゐるから、實際は15.5kgの空氣があればよいことになる。

不完全燃焼は、燃料1に對して空氣が10以下のときまたは28以上のとき生ずる。

氣化器は、以上のやうに適當に燃料を氣化、混合させる作用の他、次の條件をも満足させなければならない。

- (a) 寒冷の場合でも發動機を運轉し得ること
- (b) 迅速に起動し得ること
- (c) 迅速に加速し得ること

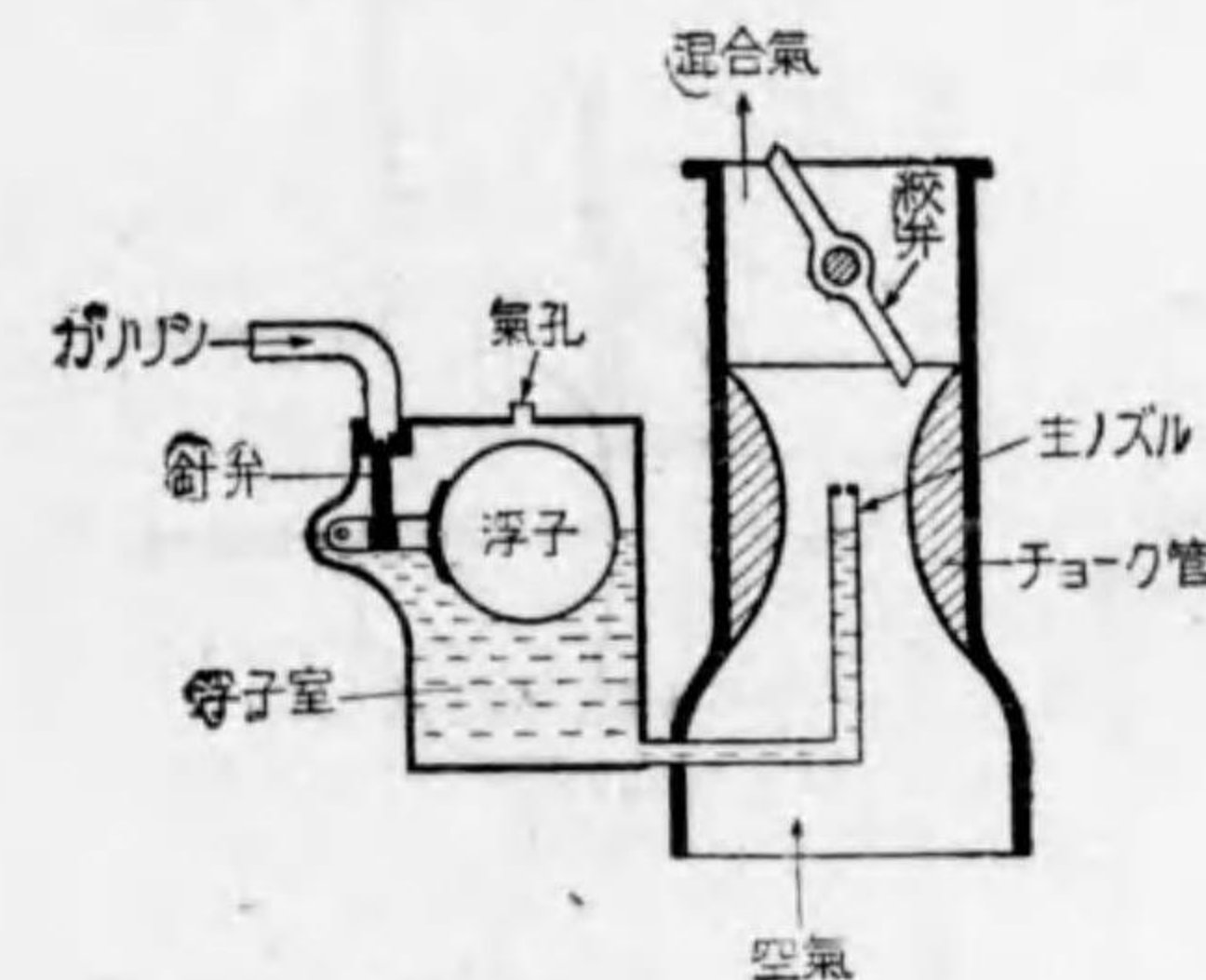
- (d) 燃料消費量を少なくすること
- (e) 空氣の密度に應じて混合比を變化修正し得ること
- (f) 特殊飛行に於ても良好に作用すること

### 2. 基本的氣化器

第102圖は、最も簡単な氣化器の構造を示す。

ガソリンは燃料タンクから燃料管を経て浮子室に入る。

浮子室のガソリン面がノズルの先端から高くなると浮子が浮上つて針弁が燃料管の入口を閉ぢる。



吸込まれた空氣は、ベンチュリー管の作用によつてノズルの附近を通るとき速度を増し壓力を低下するから、ガソリンが吸出されて噴霧状となつて空氣と混合する。

第102圖 基本的氣化器  
ガソリン面は、ノズルの先端より低過ぎると吸込まれなくなるから、常に適當の位置にあることが必要である。

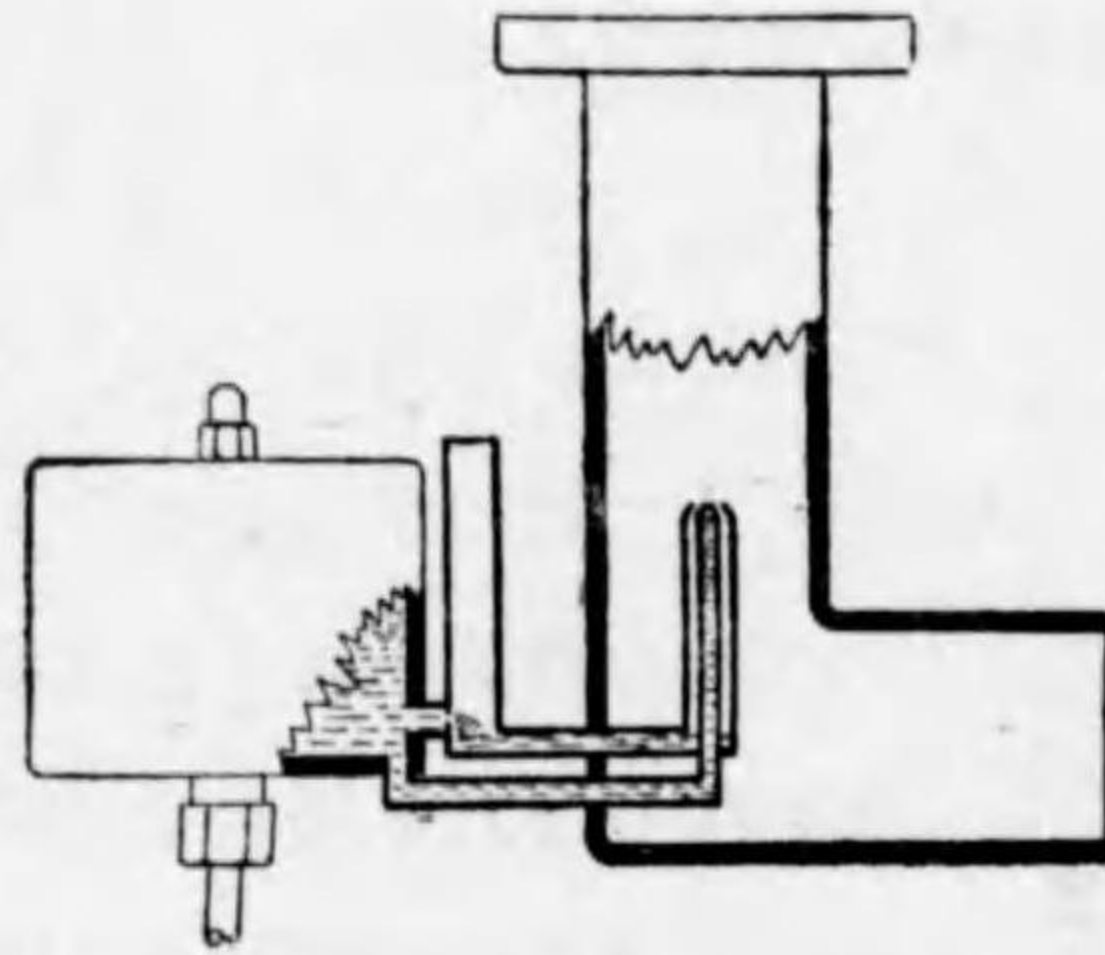
### 3. 氣化器の補助装置

氣化器の作用を良好にするには、基本的氣化器の構造では不十分で、次の補助装置が必要となる。

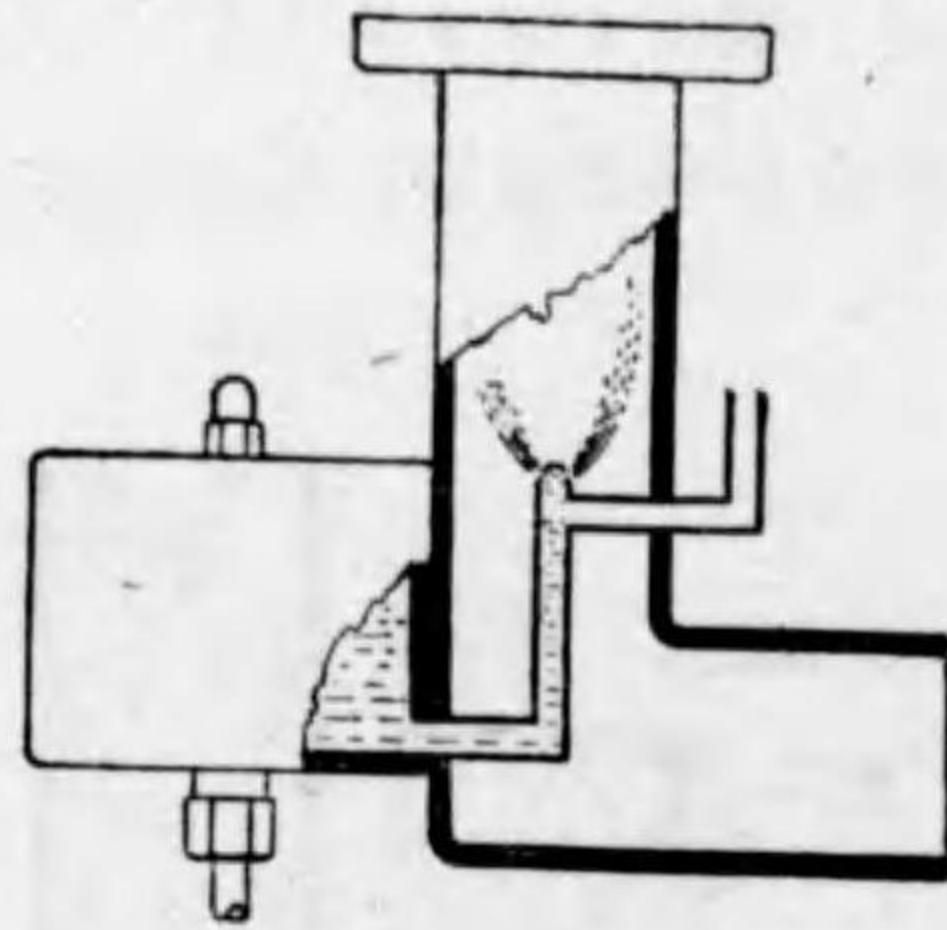
(i) 濃度補正装置

氣化器を、低速運轉のとき適當の混合比となるやうにしておくと、高速運轉のとき混合氣が濃くなり過ぎる。このやうなとき餘分の空氣を送つてこれを補正するやうにしなければならない。

濃度補正装置は以上の作用をするもので、ノズルを補正して濃度を加減する補正ノズル式とノズルの途中から空氣を入れて濃度を加減する氣泡混入式とがある。



第103圖 補正ノズル式



第104圖 氣泡混入式

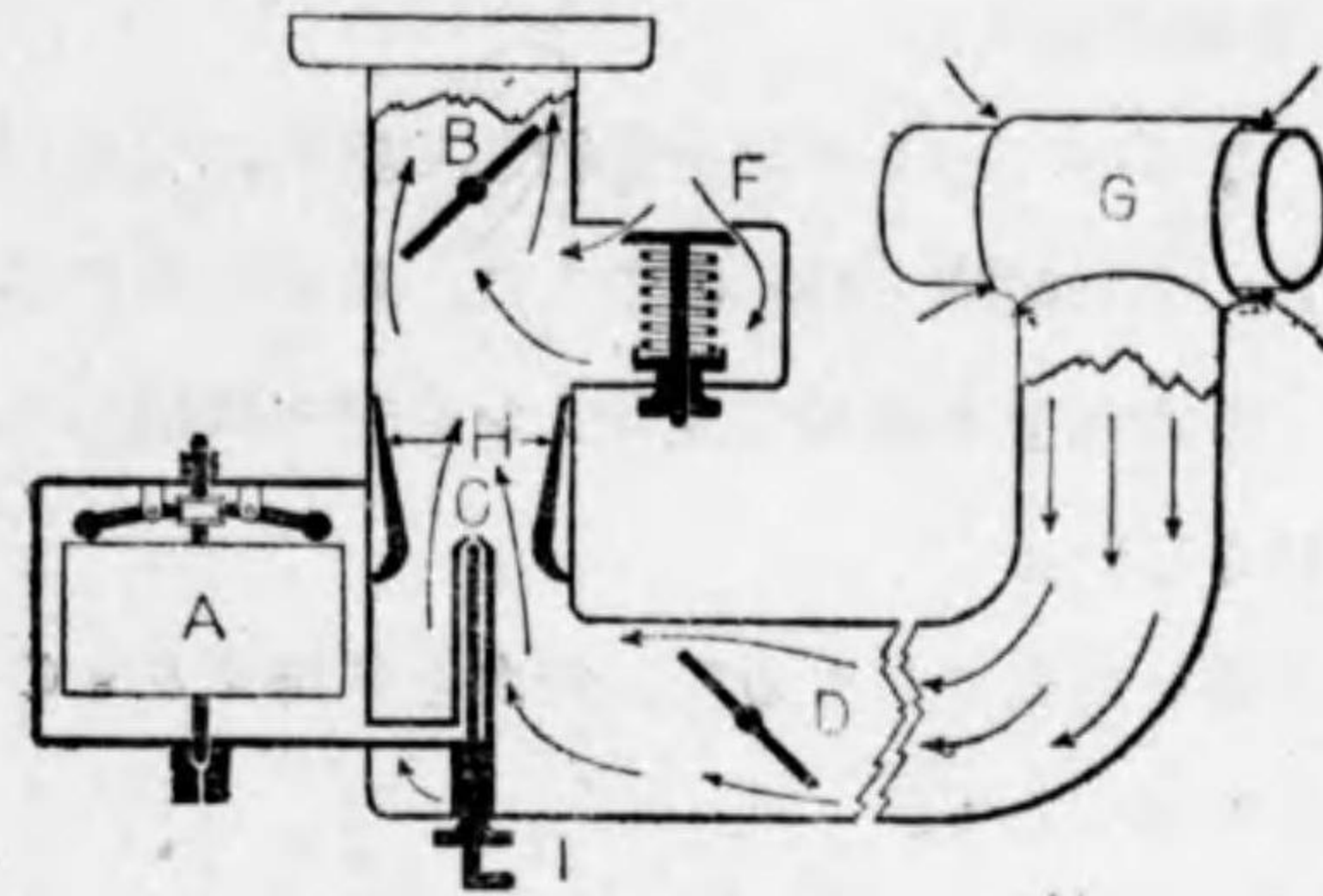
(ii) 空轉装置

發動機を起動するとき、または空轉するときは、絞弁の開きを非常に狭くするためガソリンの吸上が不十分となり、混合氣が稀薄となる。このやうな場合に、燃料を餘分に供給する装置を空轉装置といふ。

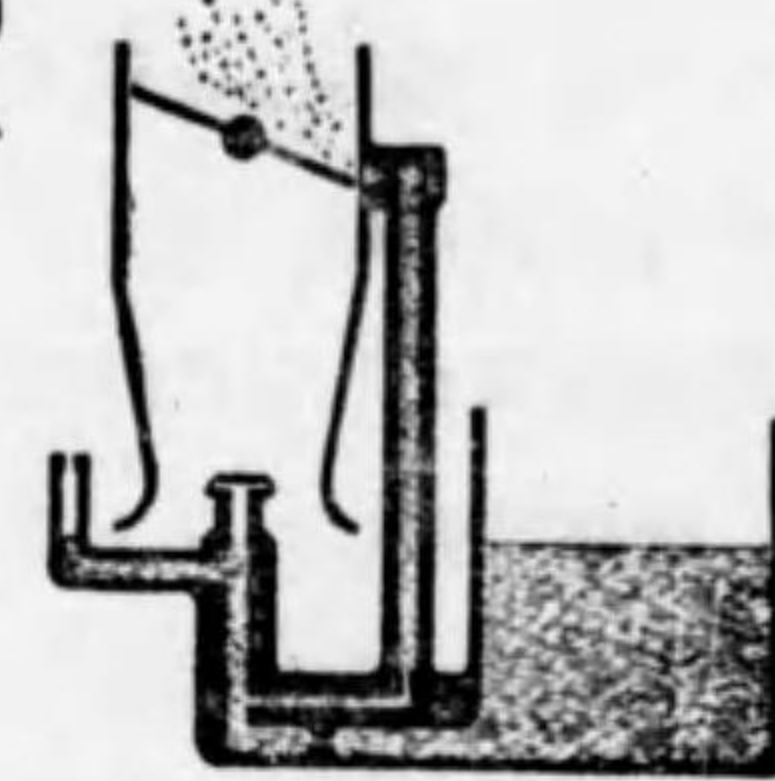
空轉装置には、空氣の吸入口側に弁を取付けた塞氣弁式と、絞弁の附近に油孔を附けた補助ノズル式とがある。

第105圖に於て、Aは浮子、Bは絞口弁、Cはノズル、Dは塞

氣弁、Fは補助空氣弁、Gは空氣入口、Iはノズル調節用針弁である。



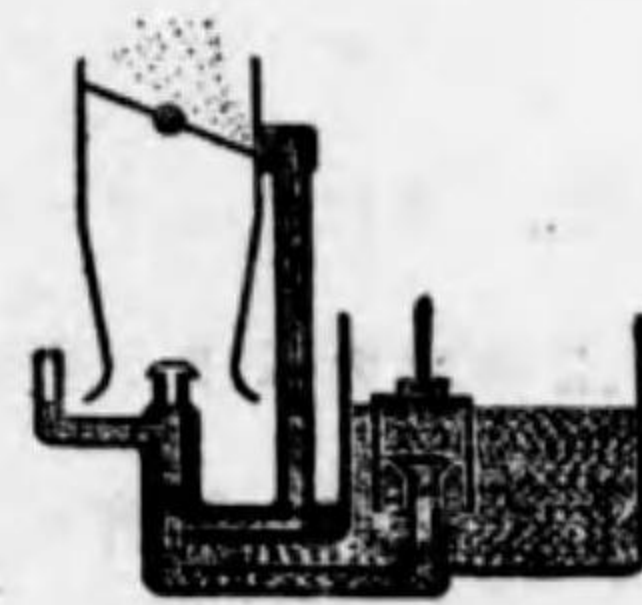
第105圖 塞氣弁式



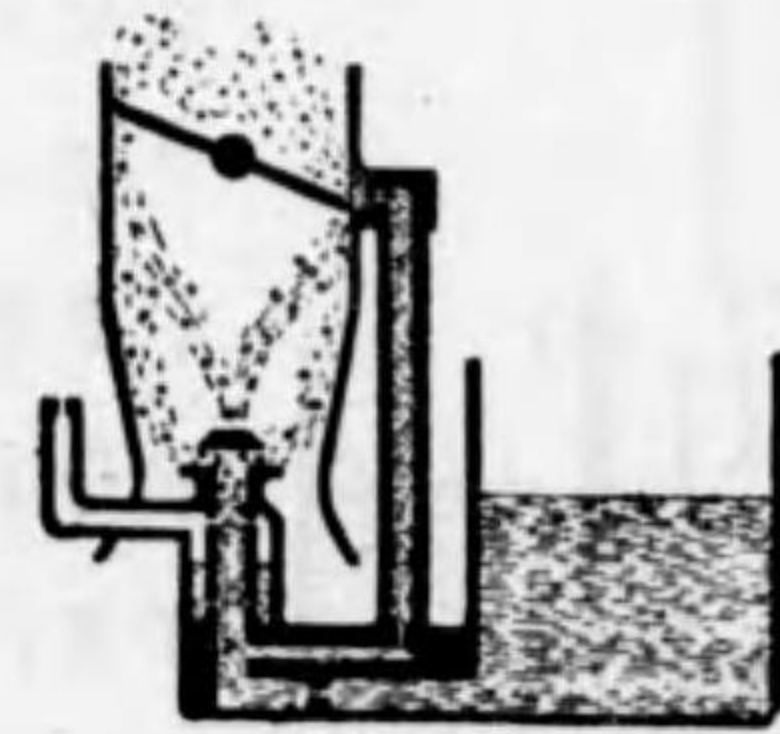
第106圖 補助ノズル式

(iii) 加速装置

發動機が低速から高速に速度を加へるときは、出力を増大しなければならないから、濃混合氣が必要となる。この場合絞弁を開いても、ガソリンは急に吸上げられず却つて稀薄混合氣となる。このやうな現象を防ぎ、ガソリンを絞弁の開きと共に多量に送り込むやうにしたものが加速装置である。



第107圖 ポンプ式



第108圖 加速槽式

加速装置には、ポンプでガソリンを供給するポンプ式と、ガソリン溜を別に設けた加速槽式とがある。

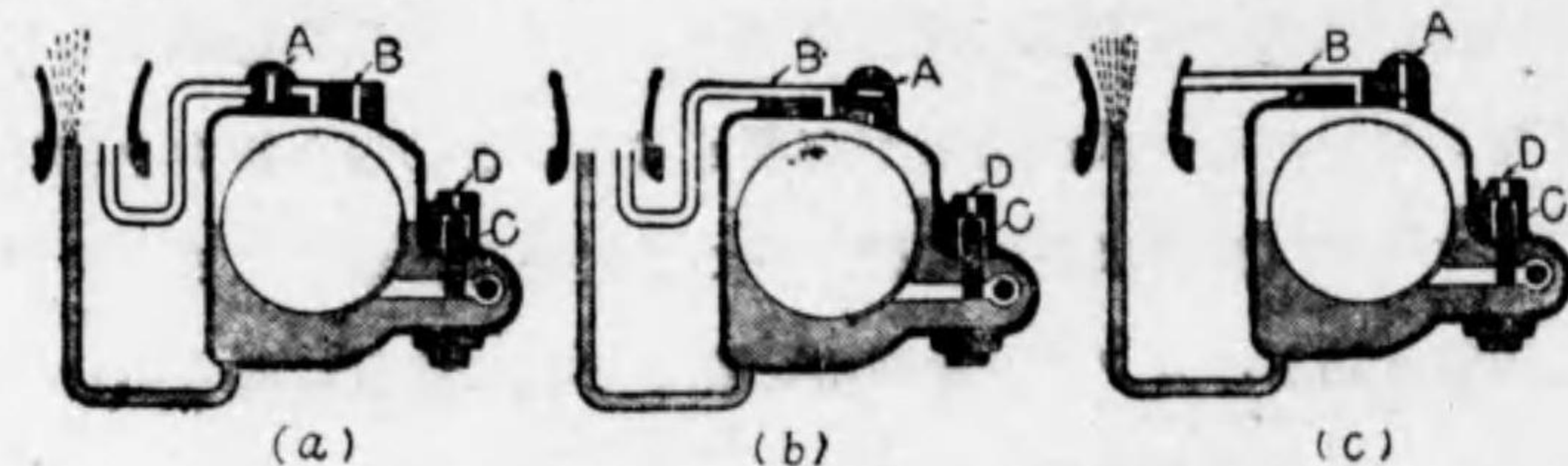
(iv) 調整装置 (節約装置)

飛行機の巡航時には、なるべくガソリンを節約して運轉に支障のない限り稀薄混合気とし、また離陸上昇時のやうに、最大出力が必要な場合には、シリンダの冷却をも兼ねてガソリンを充分供給して、濃混合気としなければならない。

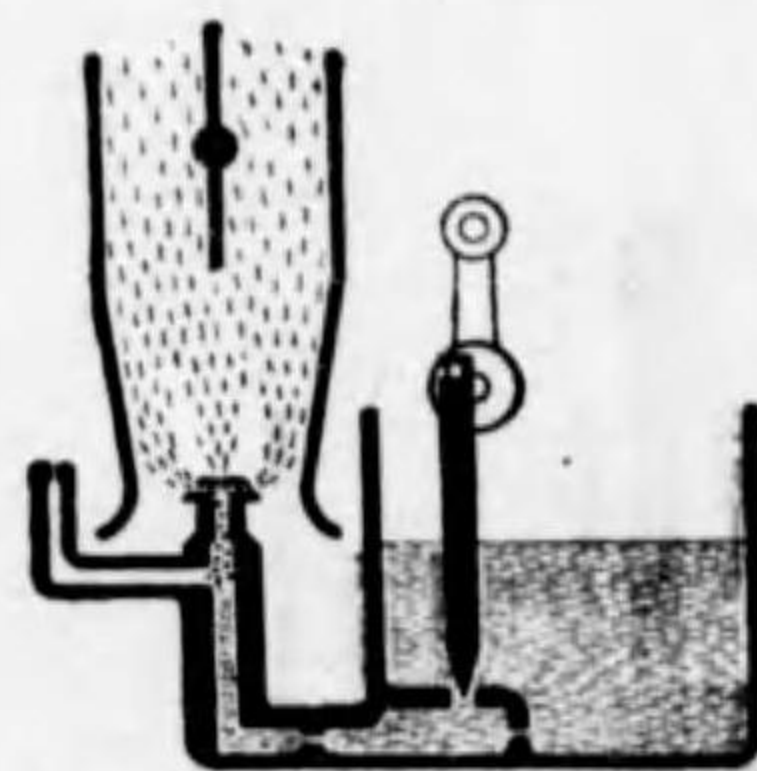
調整装置は、以上の目的を達成するもので、針弁を使用するものやピストンを使用するもの等がある。

(v) 高空調整装置

上空に昇るにつれ、空気は稀薄となり低圧となるため、混合気は次第に濃厚となる。このやうな場合に於ても常に適當な混合比を保



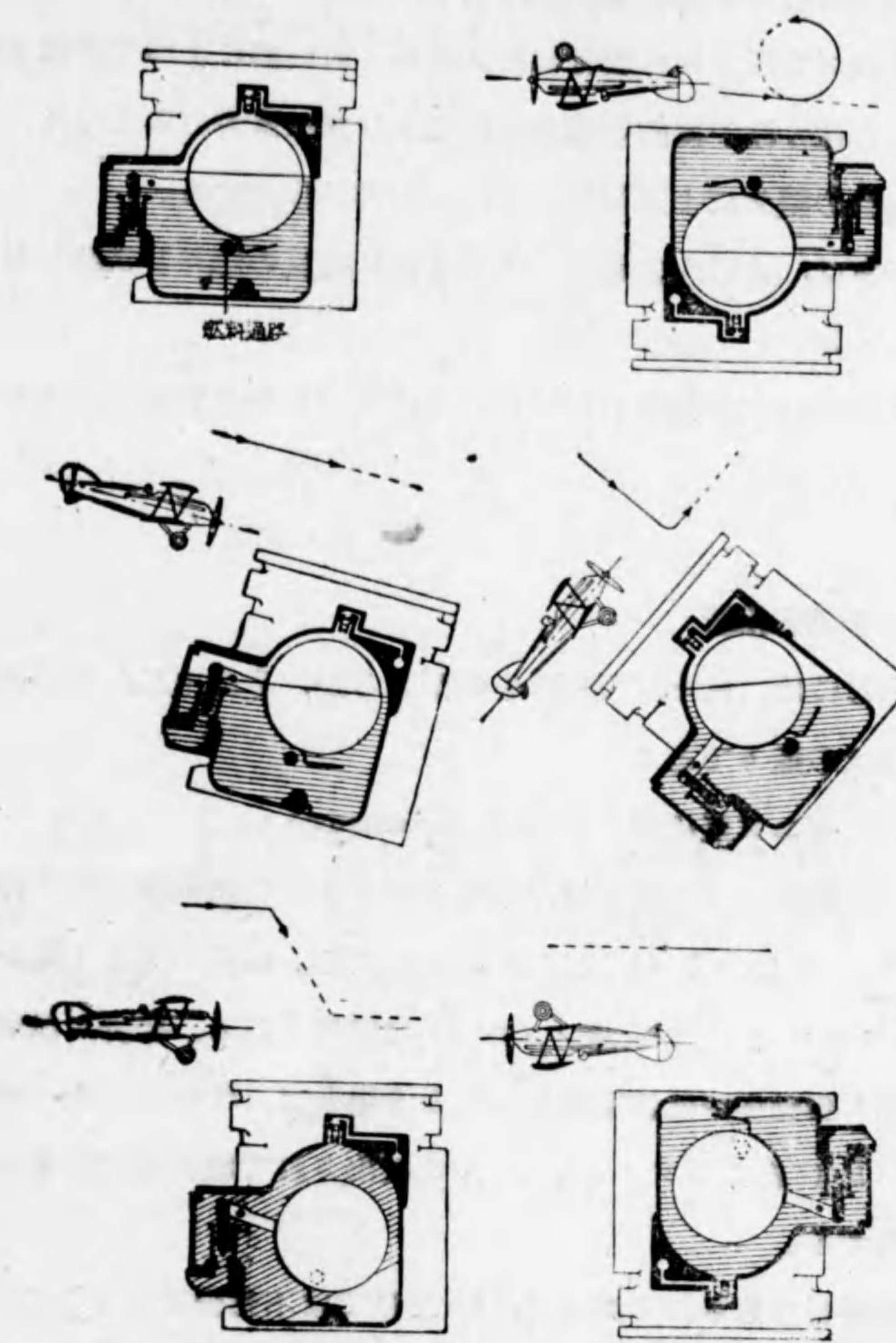
第109圖 壓力式



第110圖 針弁式

たせるやうにしたものが、高空調整装置である。

高空調整装置には、ベンチュリー管の位置を上下させて行ふベンチュリー管式、浮子室の壓力を變へる壓力式、針弁を以てノズルの流量を變へる針弁式等がある。



第111圖 飛行中に於ける浮子の作用



(vi) 飛行中に於ける浮子作用

飛行機が各種の特殊飛行を行ふ場合(射出機<sup>カタパルト</sup>によつて射出される場合も同様)、浮子室内の燃料に働く力は單に重力のみでなく、飛行機の運動の變化による慣性力や遠心力等が作用する。

浮子室は、これらの場合に應じて常に適量の燃料を供給しなければならない。

第111圖は、各種飛行中に於ける浮子の作用を圖解したものである。

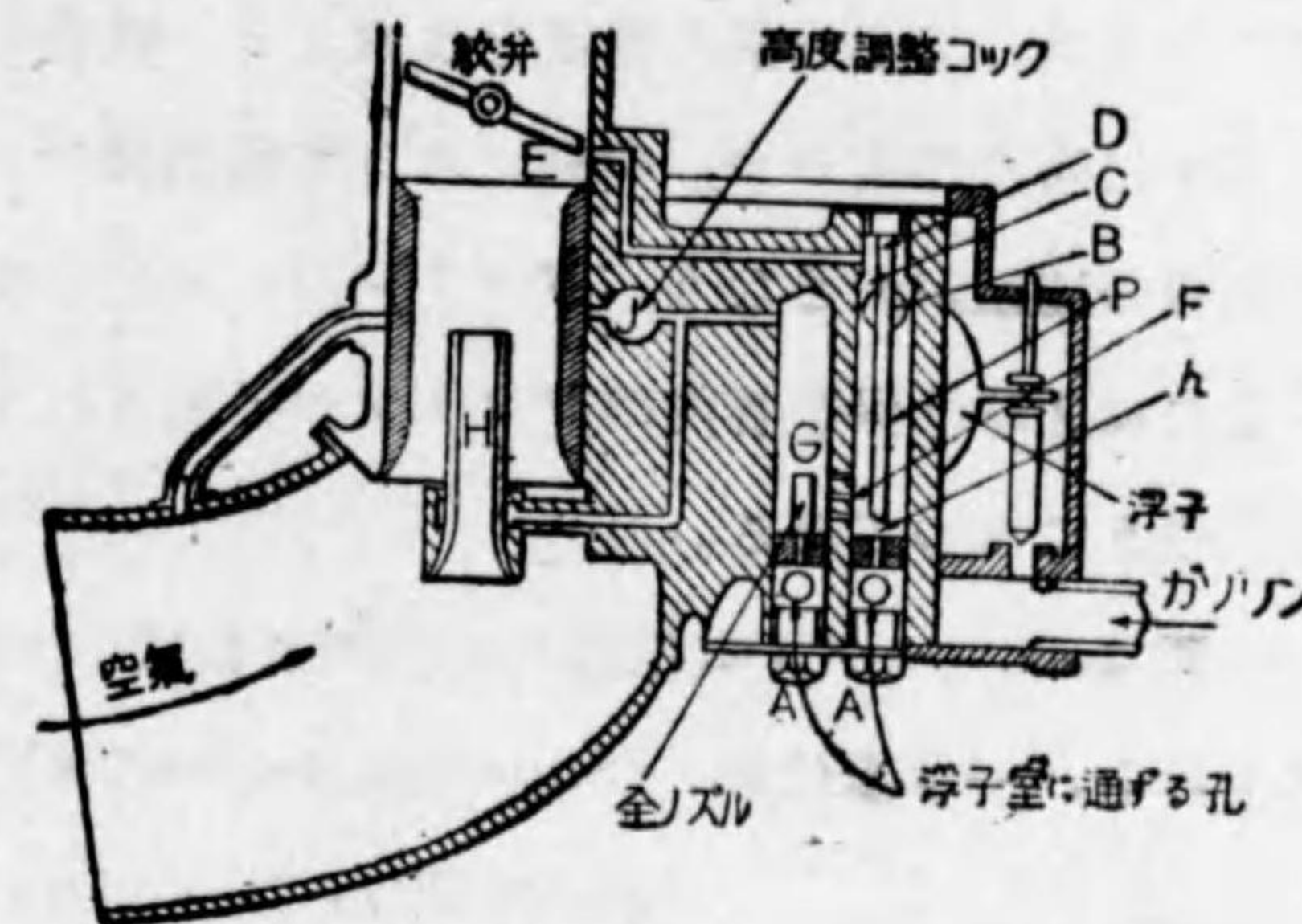
4. 各種氣化器

氣化器には、色々な種類のものがあるが、その中二、三の例を示せば次の通りである。

(i) ゼニス氣化器 (Zenith carburettor)

第112圖はゼニス氣化器を示す。ガソリンは濾過網を経て浮子室に入り、A口からG及びPの室に入る。絞弁が大きく開かれると、ガソリンはGから主ノズルHに誘導される。絞弁が微開のとき、即ち發動機が低速運轉をしてゐる場合は、Hからは殆ど吸出されず、PにあるガソリンがEから吸出されて絞弁附近を通る空気と混合する。

發動機が加速される場合は、Gだけでは不充分であるから、PのガソリンがFの孔を通つて補ふやうになつてゐる。



第112圖 ゼニス氣化器

(ii) クローデル氣化器 (Claudel carburettor)

クローデル氣化器は、噴射管に特長をもつてゐる。

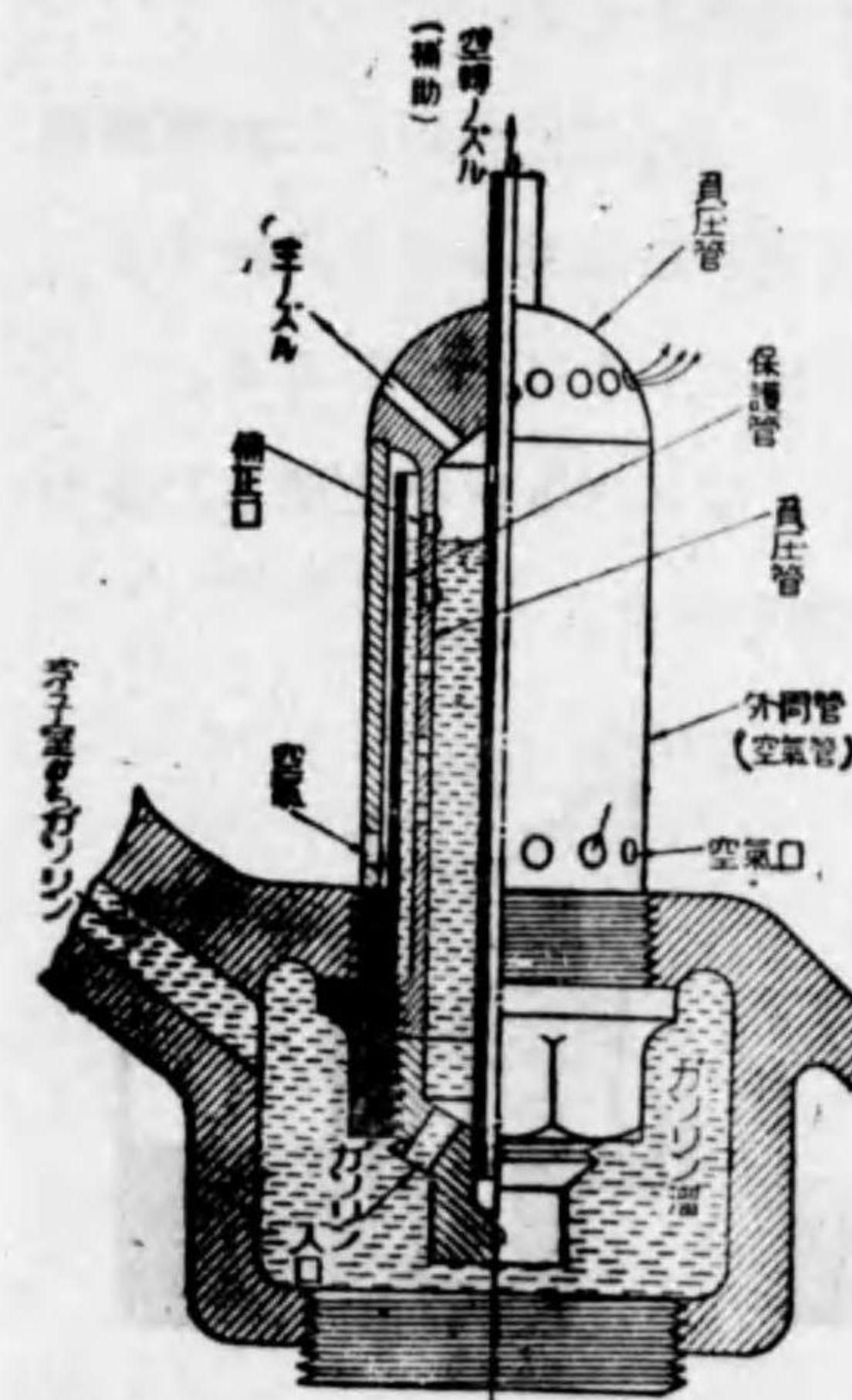
第113圖は、クローデル氣化器の噴射管を示す。

ガソリンは浮子室から噴射管底にあるガソリン溜に入り、下部入口から負壓管内に入る。

負壓管内のガソリンは側面の孔を通つて保護管に至る。

空気は外周管(空氣管)の下部にある空氣口から入る。

絞弁が全開に近附くと、ガソリン面が低下するから、多量の

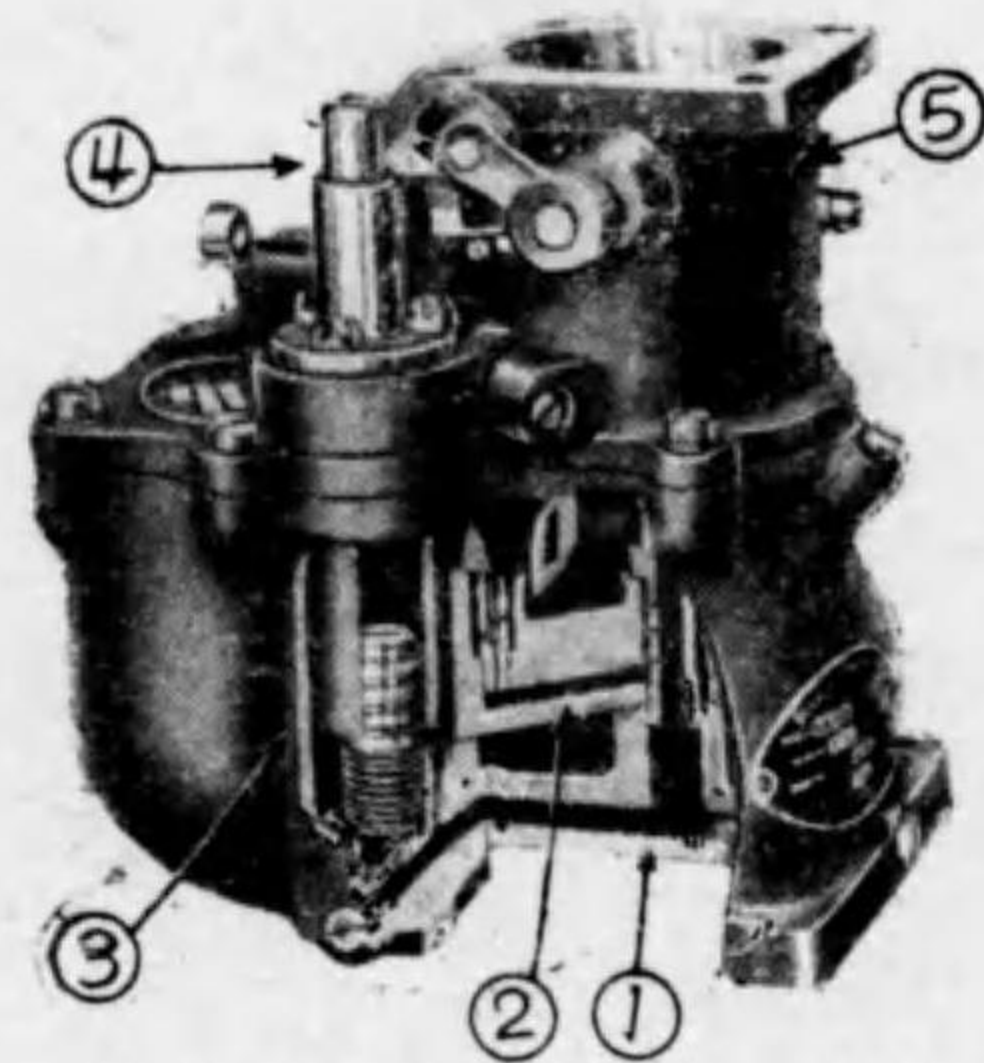


第113圖 クローデル氣化器の噴射管

空気が補正口から入って混合気の濃度を加減する。絞弁が微開になると、主ノズルは殆ど作用せず、中央にある空轉用補助ノズル附近が絞られて空気の流速が大となり、ガソリンがこゝから噴出することになる。また加速時は保護管内のガソリンが吸出されて、應急的の不足を補ふやうになつてゐる。

前述第 109 圖は、クローデル氣化器の高空調整装置の一例である。

(iii) ストロンバーグ氣化器 (Stromberg carburettor)



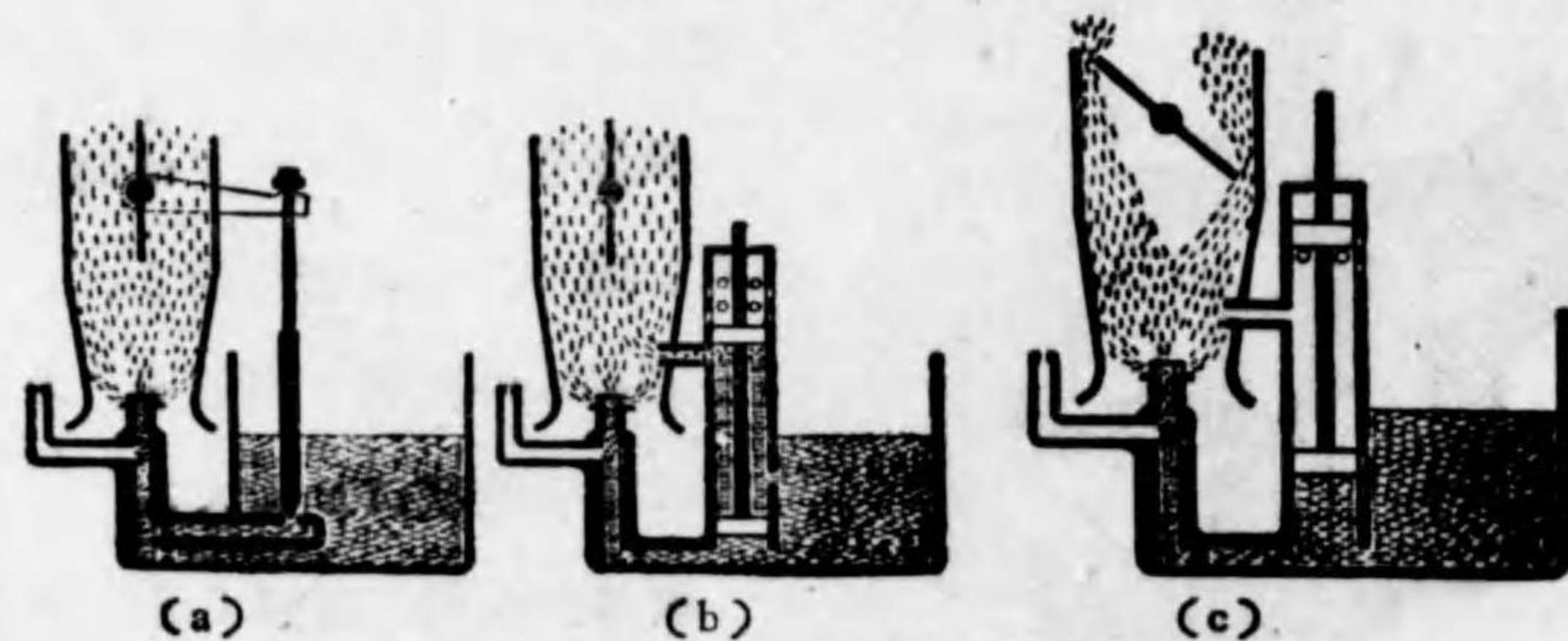
第 114 圖 ストロンバーグ氣化器

第 114 圖は、ストロンバーグ氣化器の一部、即ちピストンと針弁附近を切斷したものを示し、第 115 圖はその作用圖である。

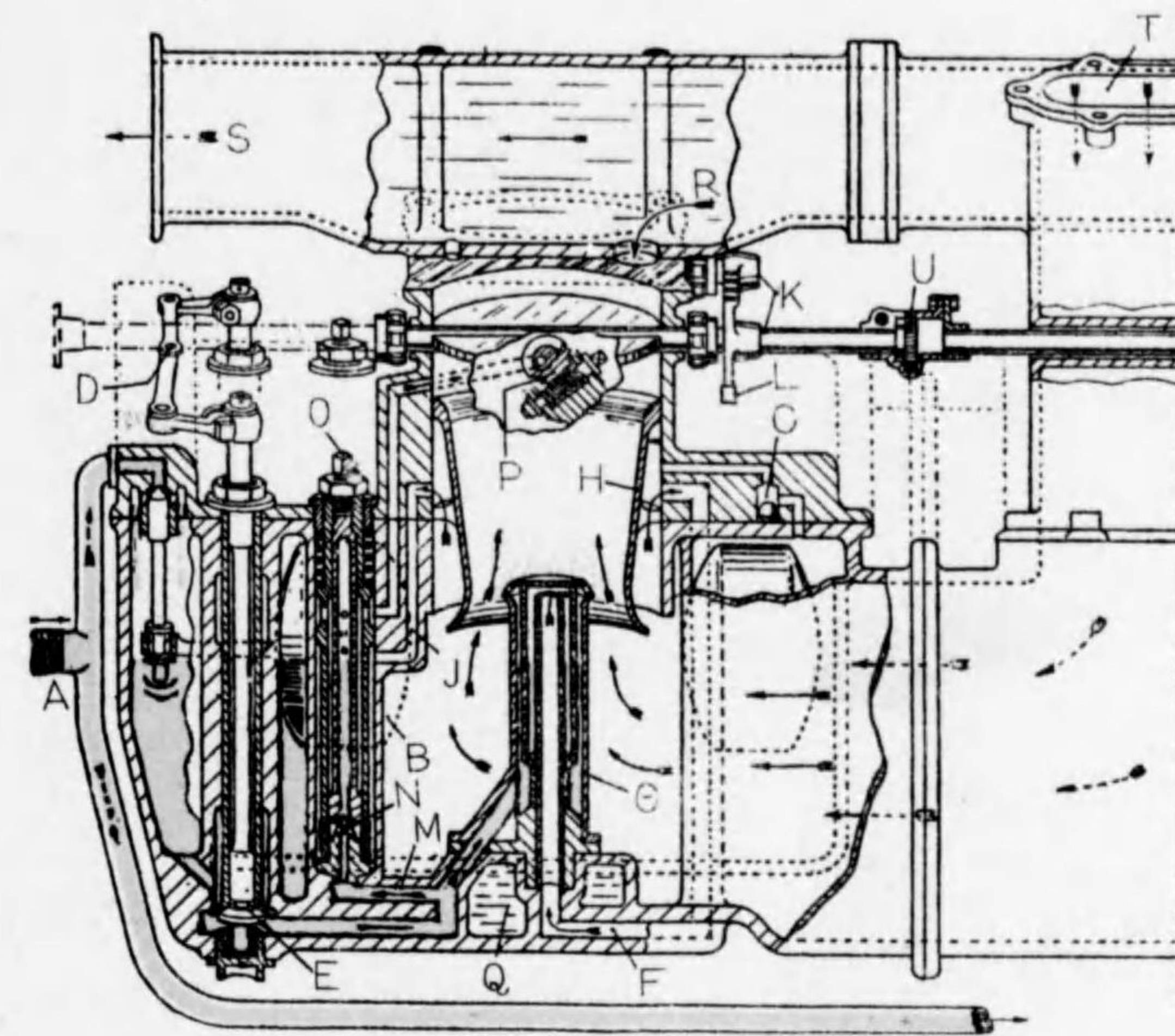
(a) は針弁を利用した調整装置で、高速の際濃混合氣を供給することが出来るやうになつてゐる。

時の作用状態で、(c) は巡航時の状態を示す。

(b) はピストンを使用した全力

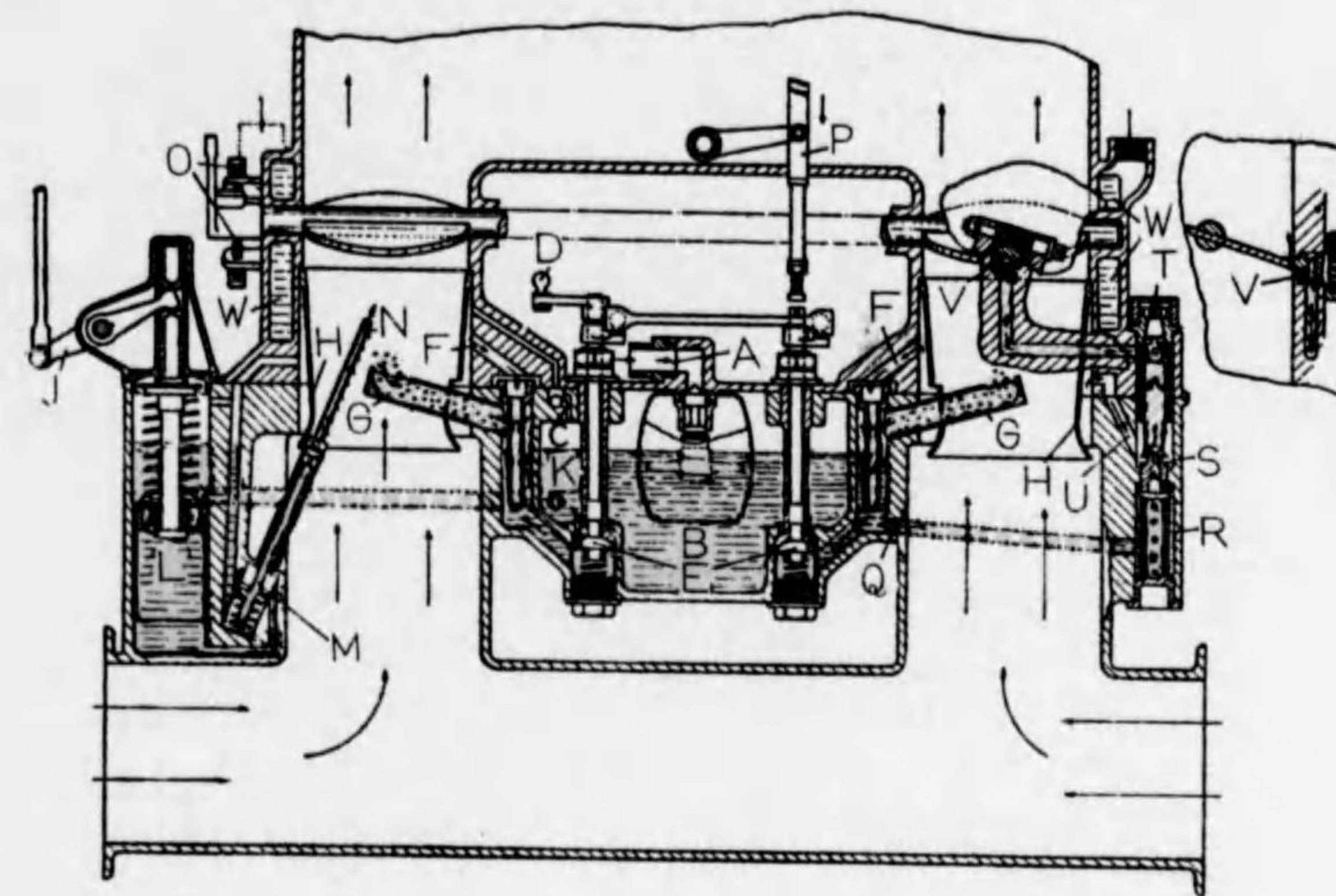


第 115 圖 ストロンバーグ氣化器の調整装置



氣化器の一例

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| A 燃料入口               | K 絞り弁止めテコ    |
| B 浮子                 | L 緩速装置への燃料通路 |
| C 浮子室への通氣口と背面飛行用ボール弁 | M 緩速ノズル      |
| D 混合氣調整テコ(主ノズル用)     | N 緩速濃度調整装置   |
| E 流量調整片              | O 緩速調整栓      |
| F 空氣流入口              | P 加熱室(溫水套)   |
| G 主ノズル               | Q 溫水通路       |
| H 絞り                 | R 溫水出口       |
| I 緩速装置への空氣流入口        | S 空氣入口       |
| J 絞り弁軸               | T 絞り弁同時調整用齒車 |



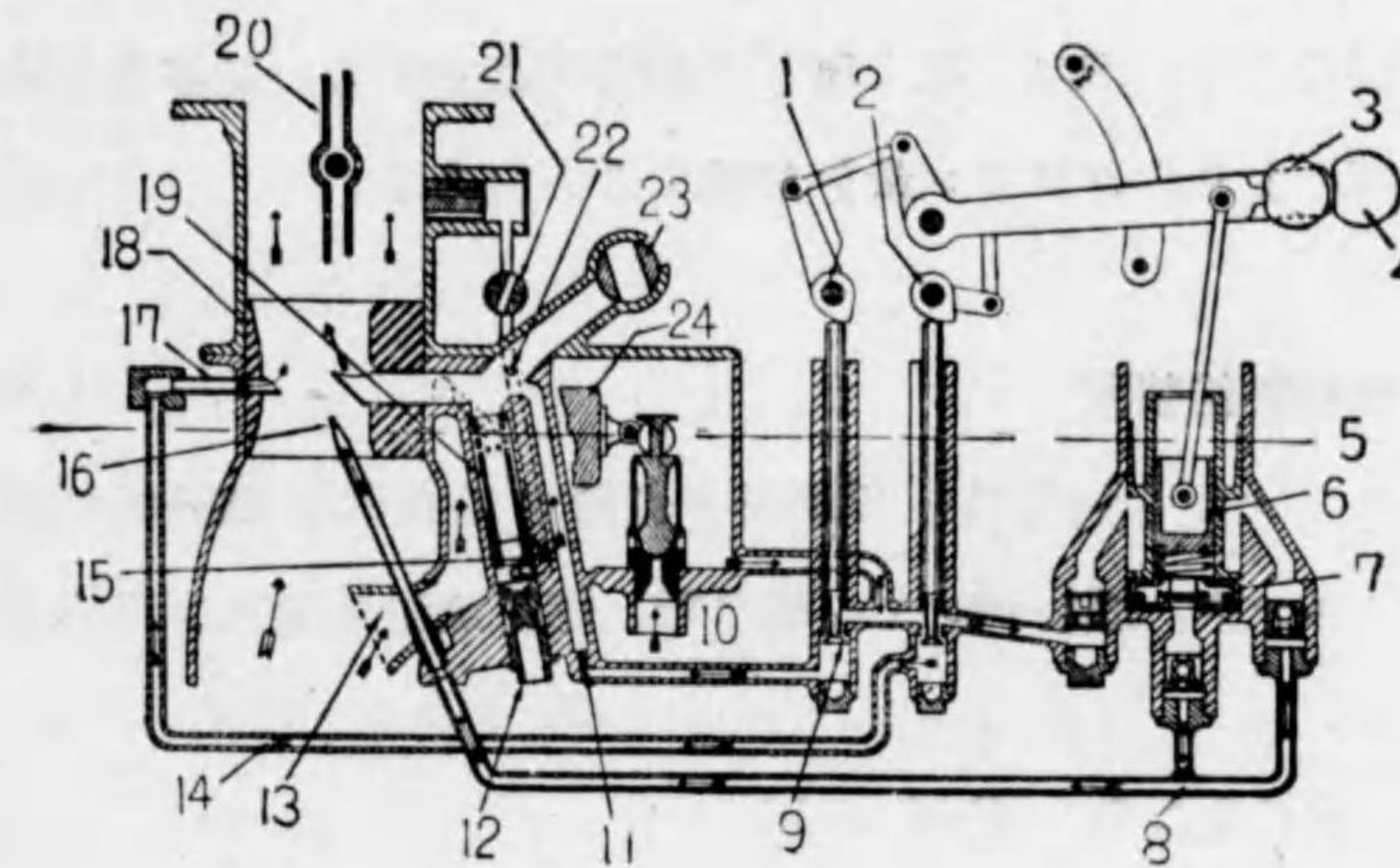
氣化器の一例 (過給機使用)

- |                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| A 燃料入口                   | L 加速ポンプ                    |
| B 浮子                     | M バネ附針弁                    |
| C 浮子室への通気孔と背面飛行用<br>ボール弁 | N 加速ノズル                    |
| D 混合気調整テコ (主ノズル用)        | O 絞り弁作動テコ                  |
| E 流量調整片                  | P 混合気加減装置<br>(絞り弁作動テコに聯動す) |
| F 空気流入口                  | Q 緩速ノズルへの燃料通路              |
| G 主ノズル                   | R 濾過槽                      |
| H 絞り                     | S 緩速ノズル                    |
| I 加速ポンプ                  | T 緩速濃度 (空気と流量)<br>調整装置     |
| J 加速ポンプ作動テコ<br>(絞り弁に聯動す) | U 緩速装置への空気通路               |
| K 浮子室より加速ポンプへ至る<br>燃料通路  | V 緩速調整栓                    |
|                          | W 加熱室 (温水套)                |

圖に於て、(a) は弁 A によつて浮子室内の壓力を加減するやう出来てゐる。(b) は大氣壓に通する路を閉ちて室内の壓力を下げ、最も稀薄な混合氣とした状態である。(c) は浮子室を大氣壓とし、混合氣の濃度を高めたものである。

(iv) ホブソン氣化器 (Hobson carburettor)

第 116 圖は、オブソン氣化器の補助装置の作動を示す。



- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| 1. 壓力ノズル用カム      | 13. 壓力調整管         |
| 2. (濃氣用)ノズル用カム   | 14. 濃氣ノズル         |
| 3. 絞弁レバー         | 15. 緩速ノズル         |
| 4. 混合氣及ブースト停止レバー | 16. ポンプノズル        |
| 5. 燃料レバー         | 17. 濃氣ノズル         |
| 6. 加速ポンプ         | 18. 絞り            |
| 7. 緩動ポンプ         | 19. 擴散室 (diffuse) |
| 8. ポンプノズル        | 20. 絞弁            |
| 9. 壓力加減弁         | 21. 緩速切換弁及び混合氣調整弁 |
| 10. 燃料入口         | 22. 緩速用空氣口        |
| 11. 壓力ノズル        | 23. 高空弁           |
| 12. 主ノズル         | 24. 浮子            |

第 116 圖 氣化器の補助装置の作動

緩速運轉の場合は、絞弁は殆ど閉ざされ、圧力ノズルや加速ポンプよりのノズル等は全部作用せず、たゞ緩速用切換弁により緩速ノズルのみが作用する。絞弁は、圖のやうに内部にも通路があるので、弁の各所からガソリンが噴出するやうになつてゐる。

絞弁をやゝ開くと、緩速ノズルの他に主ノズルにも作用するやうになり、全開に近附くにつれ、緩速ノズルは作用しなくなり加速ポンプや濃氣ノズルが作用するやうになる。

高空に於ては、濃氣になり過ぎる傾向があるから、高空弁を作用させノズルよりのガソリン量を加減するのである。

## 5. 燃料供給装置

燃料タンクから気化器まで燃料を供給する装置を燃料供給装置といひ、タンク、燃料ポンプ、燃料計、燃圧調整装置及び燃料管とからなる。

### (i) 燃料タンク (Fuel tank)

燃料タンクは、燃料の重量以外に各種の荷重と振動を受けるから、水密にすることは勿論であるが、充分の強度を必要とする。

燃料タンクは、普通アルミニウム溶接またはデュラルミン鋸附で作られる。

燃料タンクは、飛行機の翼またはフロートの中に取付けられてゐるが、燃料の消費によつて、機體の重心がなるべく移動しないやうに注意されなければならない。

タンクには、燃料積込口、取出口、排出栓、空気抜、燃料計、應

急排出弁等が取付けられてゐる。

### (ii) 燃料ポンプ

燃料ポンプは、気化器へ燃料を  $0.1 \sim 0.3 \text{ kg/cm}^2$  の壓力で供給するものである。

このポンプによつて輸送し得る量は、發動機の最大馬力時の消費量以上でなければならない。過剰となつた燃料は、再びタンクまたはポンプへ循環するやうになつてゐる。

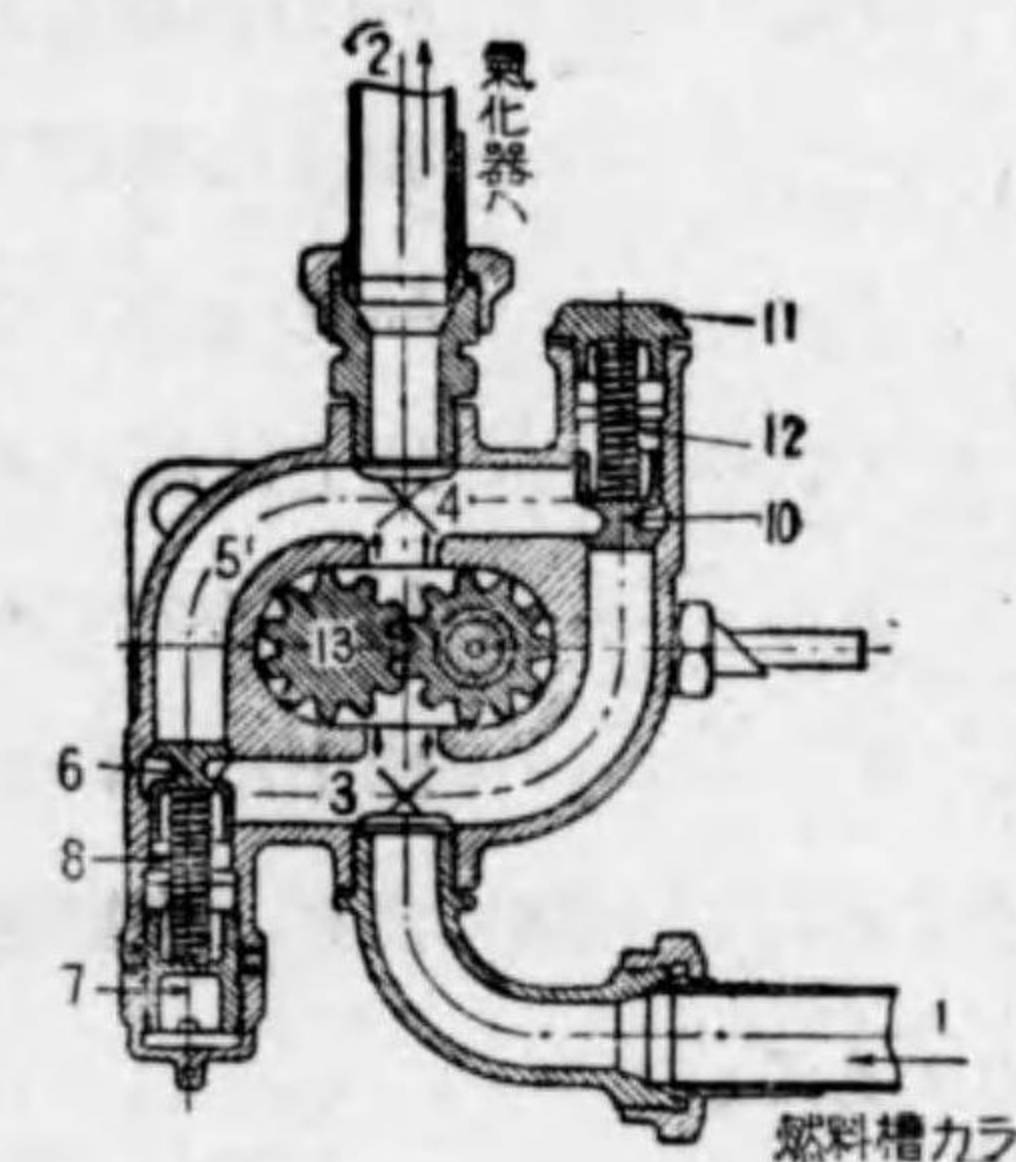
燃料ポンプには、歯車型のものと摺動板型のものがある。

#### (a) 歯車式燃料ポンプ

第117圖は、歯車式燃料ポンプを示す。

ガソリンは、1から入り13の歯車によつて2から気化器に送られる。

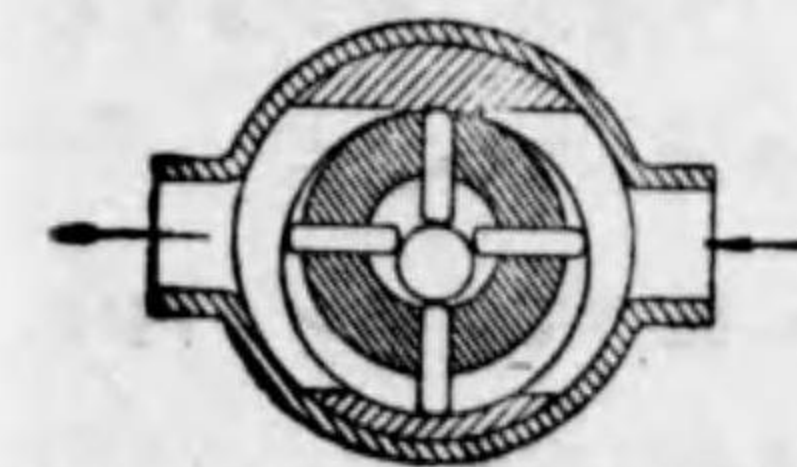
過剰のガソリンは5を経て6の弁を逆流してに循環する。



第117圖 歯車式燃料ポンプ

#### (b) 摺動板型燃料ポンプ

第118圖は、ベスコポンプといはれる摺動板型のポンプである。



第118圖 ベスコ燃料ポンプ

構造は四つの翼をもつ圓筒が偏心運動をするやうになつてゐる。回轉體は偏心筒内で翼と共に回轉する。このとき翼が偏心筒の内部に密接するやうに、中央に浮遊式の中心軸が挿入されてゐる。

### 第6章 過給氣装置

#### 1. 上空に於ける發動機の出力

飛行機が上空に昇るに従つて、發動機の出力は減少する。  
 地上で 1000IP を出したものは 2000m の上空では 800IP となり、  
 4000m では 625 IP, 6000m では 480IP となる。

- $IP_h$  .....  $hm$  の上空に於ける馬力
- $IP_0$  ..... 地上に於ける馬力
- $P_h$  .....  $hm$  の上空に於ける氣壓  $Hg\ mm$
- $P_0$  ..... 地上に於ける氣壓  $Hg\ mm$
- $T_h$  .....  $hm$  の上空に於ける絶對溫度
- $T_0$  ..... 地上に於ける絶對溫度

とすれば、上空に於ける發動機の出力の減少は、次の理由によるものである。

$$IP_h = IP_0 \times \frac{P_h}{P_0} \sqrt{\frac{T_0}{T_h}} \dots\dots\dots(12)$$

上空に於ける發動機の出力の減少は、次の理由によるものである。

- (a) 上空に昇るに従ひ、空氣は次第に稀薄となる。従つてシリンダ内に吸入する空氣の容積と燃料は、同一でも酸素の量が著しく減少してゐるから、この混合氣で發生する熱量は小さい。
- (b) 上空に昇るに従ひ、氣壓が減少する。従つてシリンダ内に於けるガスの壓縮壓力が小さくなり、爆發力も弱くなる。

第9表 標準大氣

高度(m)	溫度°C	氣 壓 $Hgmm$	空氣の比重 $kg/m^3$	空氣比重の比
0	15.0	760	1.226	1.000
1,000	8.5	674	1.112	0.907
2,000	2.0	596	1.007	0.821
3,000	-4.5	526	0.910	0.742
4,000	-11.0	462	0.820	0.668
5,000	-17.0	405	0.737	0.601
6,000	-24.0	354	0.660	0.533
7,000	-30.5	308	0.590	0.481
8,000	-37.0	267	0.526	0.429
9,000	-43.5	230	0.467	0.380
10,000	-50.0	198	0.413	0.336
11,000	-56.5	170	0.366	0.293

#### 2. 過給機 (Super charger)

過給機は、上空に於ける發動機の出力を増大するため設けられるもので、空氣またはガスを壓縮してシリンダに送る作用をする。

過給機は、次の種類に分けることが出来る。

##### 構造上から區別すると

- (a) ガス タービン式過給機
- (b) 遠心式過給機
- (c) ルーツ式過給機
- (d) ヴェーン式過給機

##### 取附位置によつて區別すると

(a) 吸込式過給機

(b) 壓送式過給機

變速数によつて區別すると

(a) 不變速式過給機

(b) 可變速式過給機

扇車の段数によつて區別すると

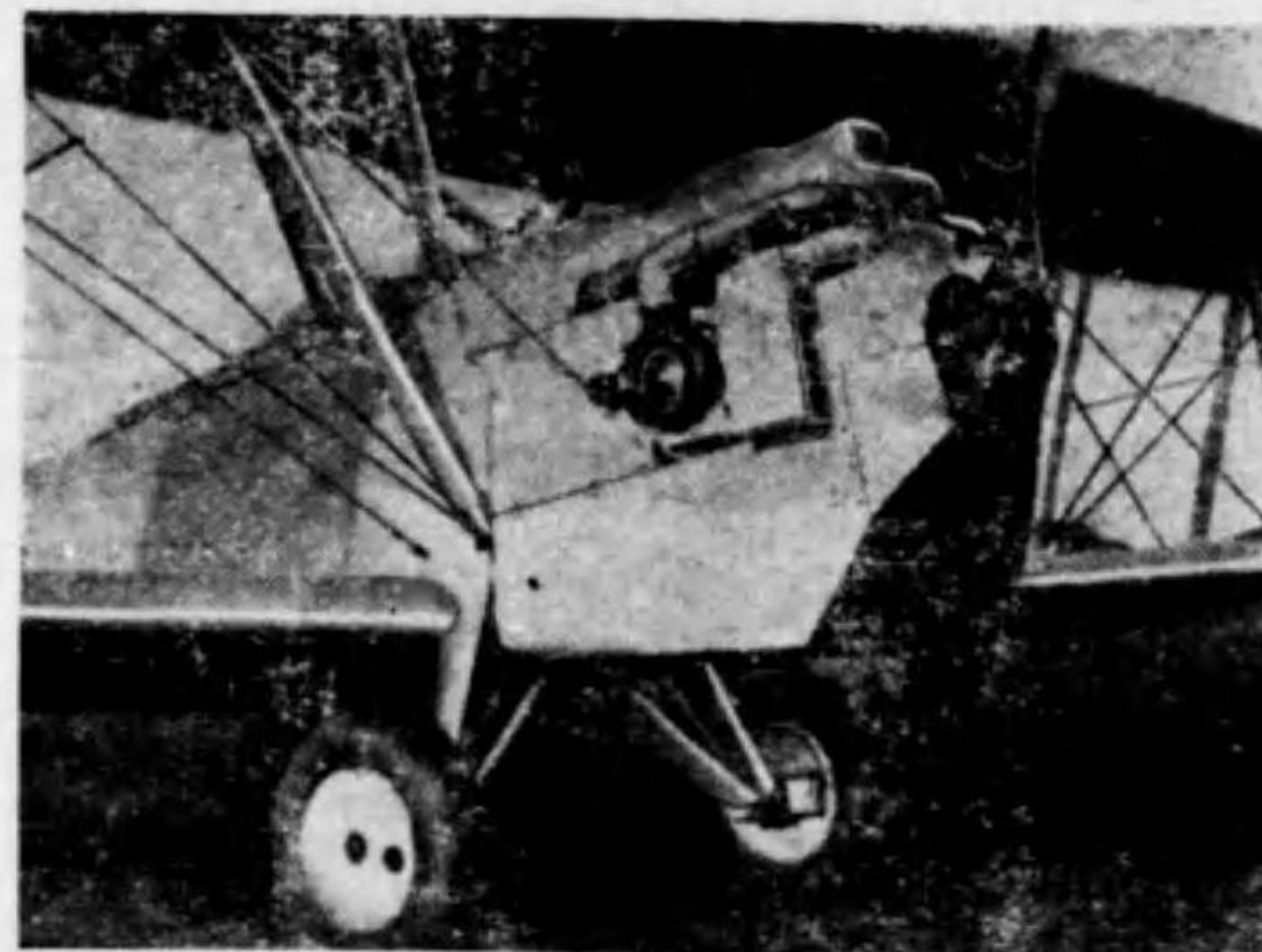
(a) 1 段式過給機

(b) 2 段式過給機

(c) 3 段式過給機

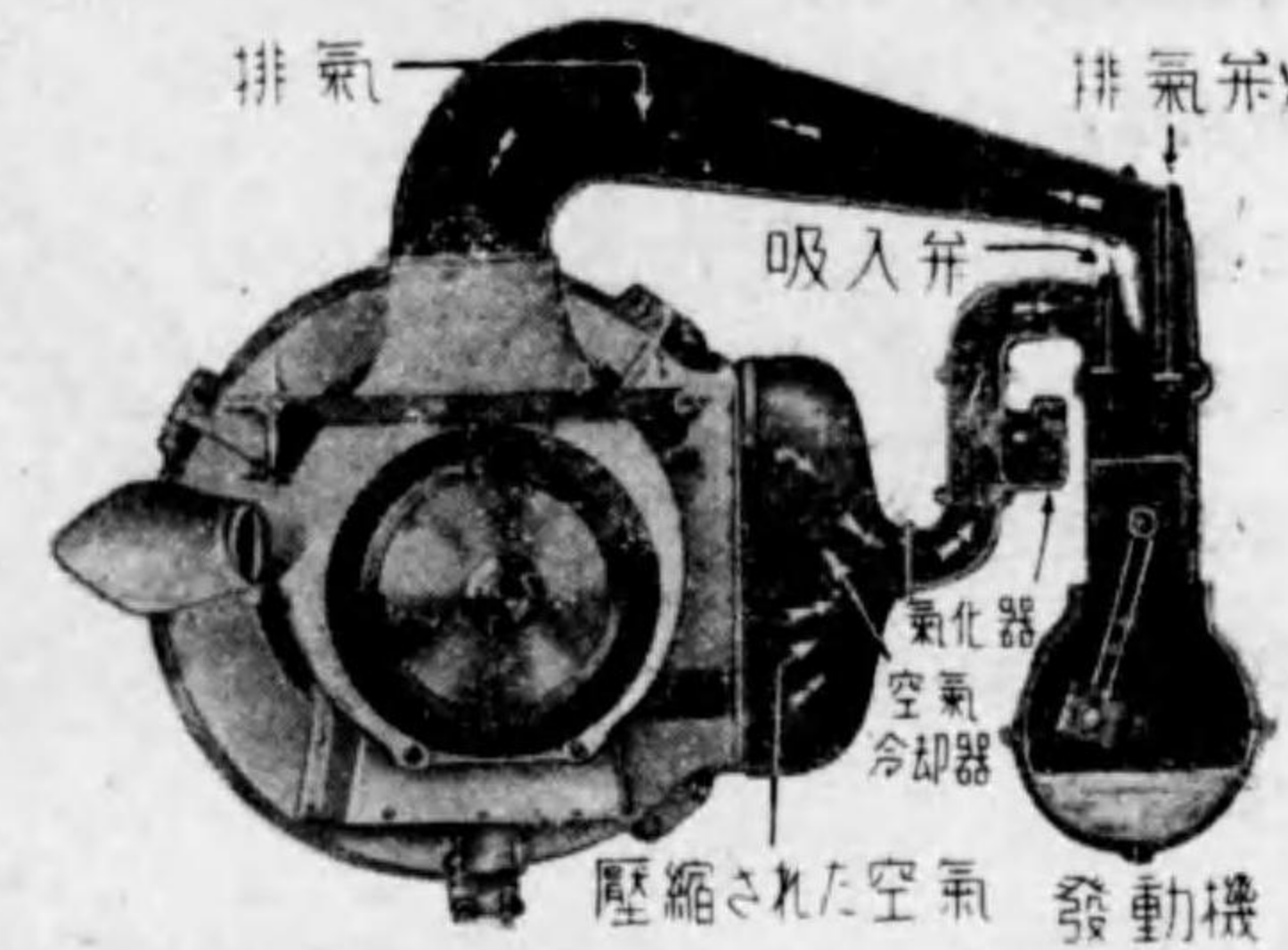
(i) **ガス タービン式過給機** (Exhaust driven turbo compressor)

ガス タービン式過給機は、發動機の排ガスを利用し、これによつてタービンを駆動し、過給機を回轉させるものである。

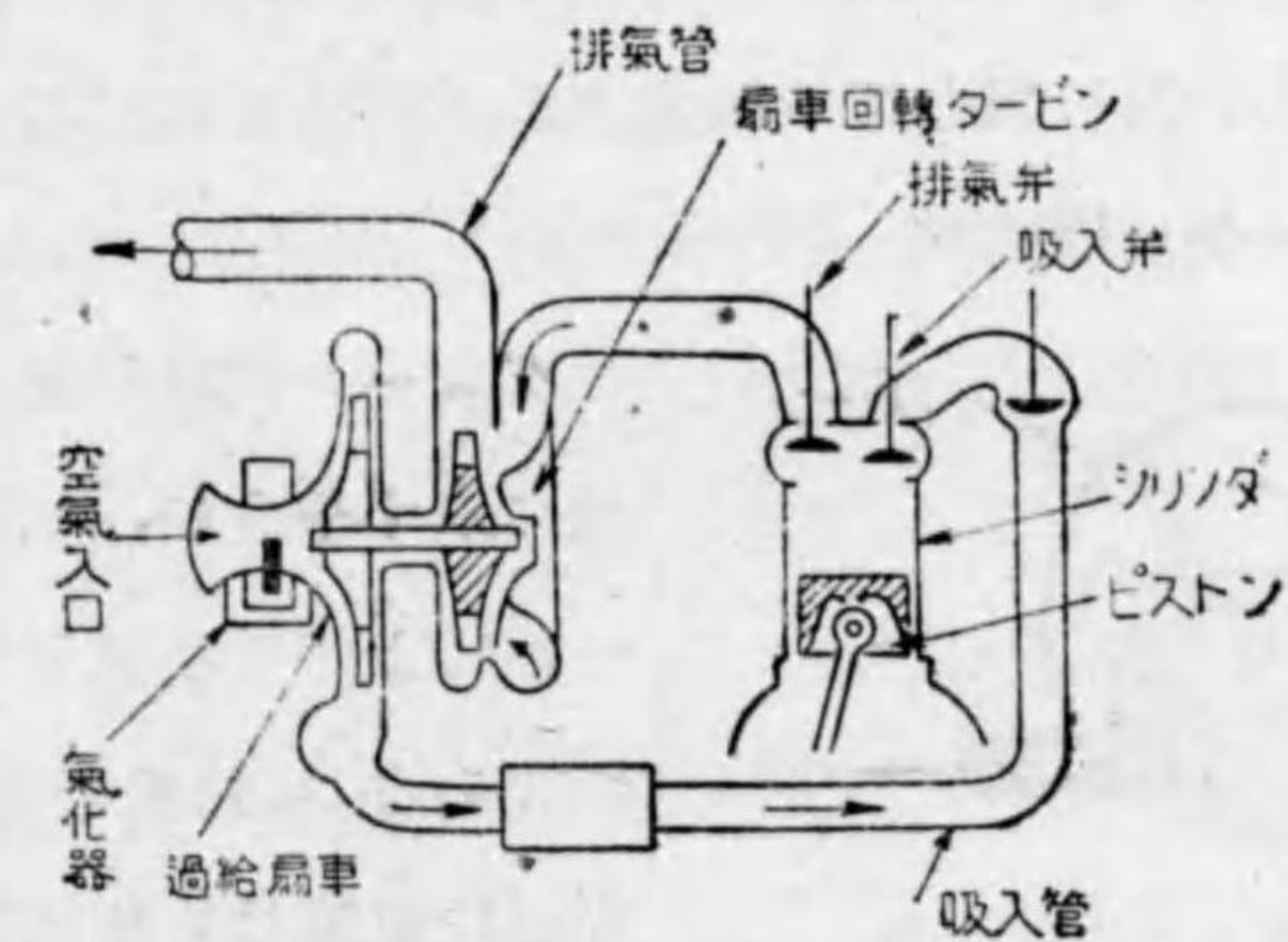


第119圖 ガス タービン式過給機を取附けた飛行機

過給機は、一般に用ひられるのであるが、これを齒車によらず排氣による點が他と異なつてゐる。然しこの種の過給機は實用の域に達してゐないやうである。



第120圖 ガス タービン式過給機



第121圖 ガス タービン式過給機の作用

(ii) **遠心式過給機** (Centrifugal type)

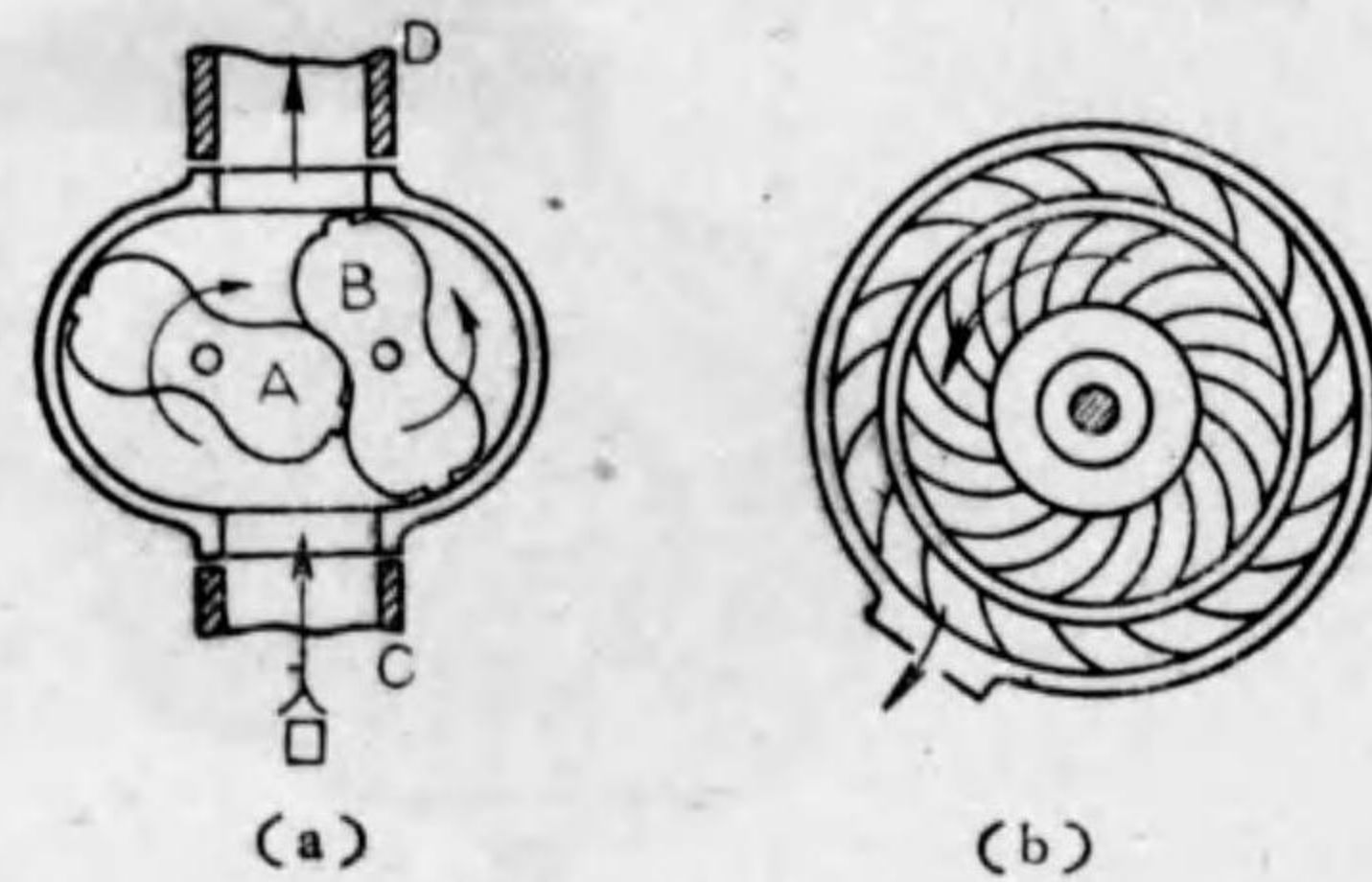
回轉軸に扇車を取附け遠心力によつて空氣を壓送するもので遠心ポンプと同一型式のものである。

遠心式過給機は現今最も多く用ひられてゐるもので詳細は後節に於て述べる。

(iii) ルーツ式過給機 (Roots)

ルーツ式過給機は、ルーツ送風機と全く同一の構造をしてゐる。

第122圖(a)は、ルーツ式過給機の構造を示す。空気はCから入り、相接觸して回轉

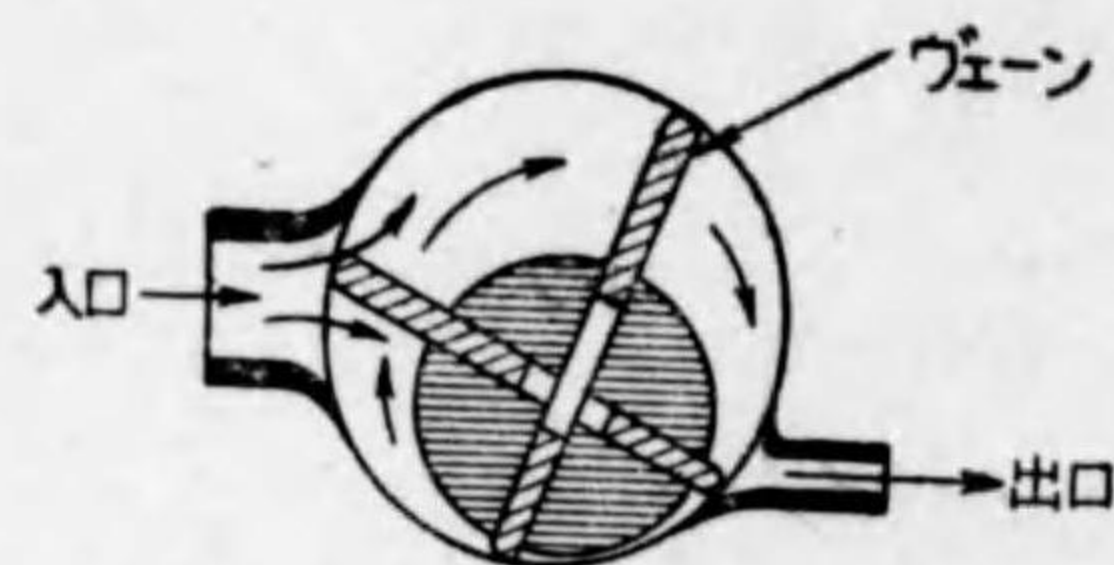


第122圖 ルーツ式と遠心式

する2箇の回轉子A及びBによつてDに送り出される。

A及びBの回轉子は、齒車によつて反對方向に同一回轉する。そして回轉子1回轉に對して4回送り込まれることになる。

(iv) ヴェーン式過給機 (Vane type)

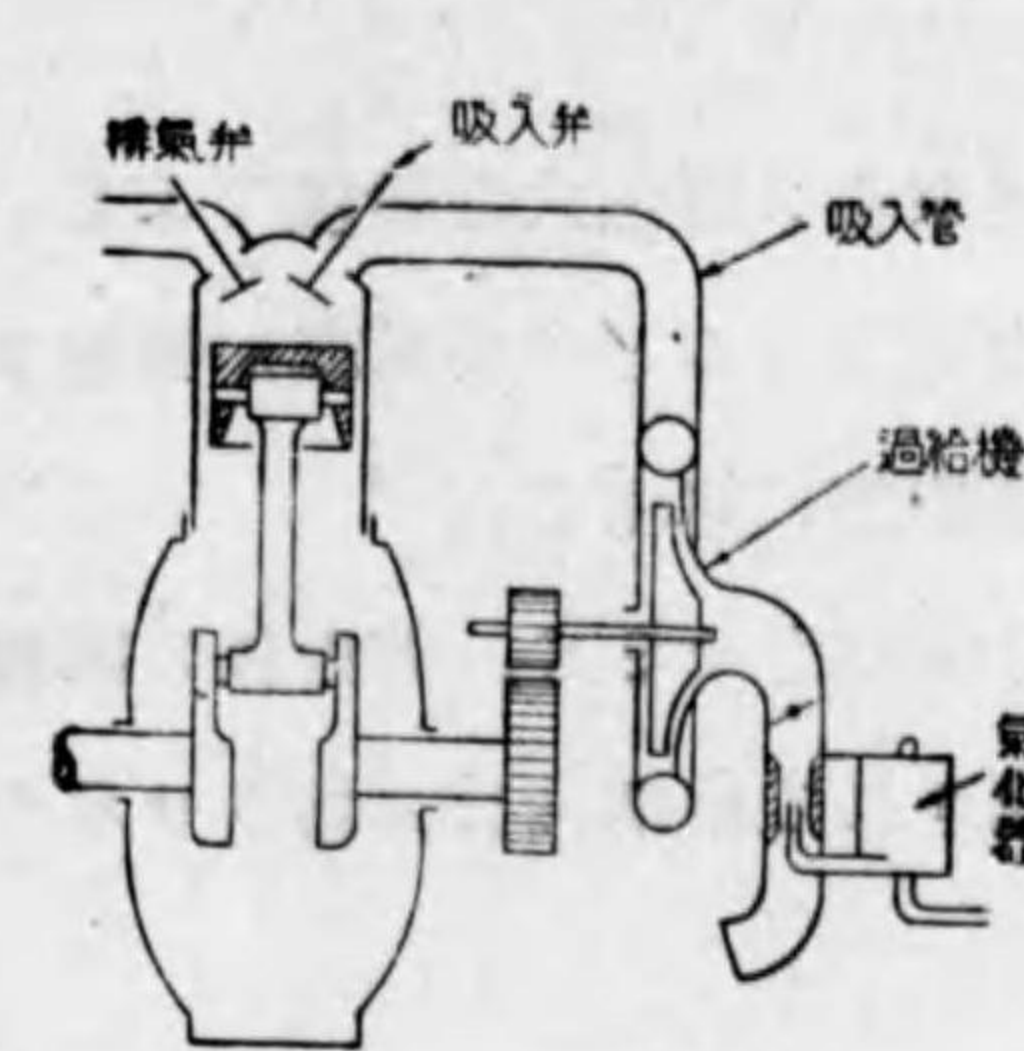


第123圖 ヴェーン式過給機

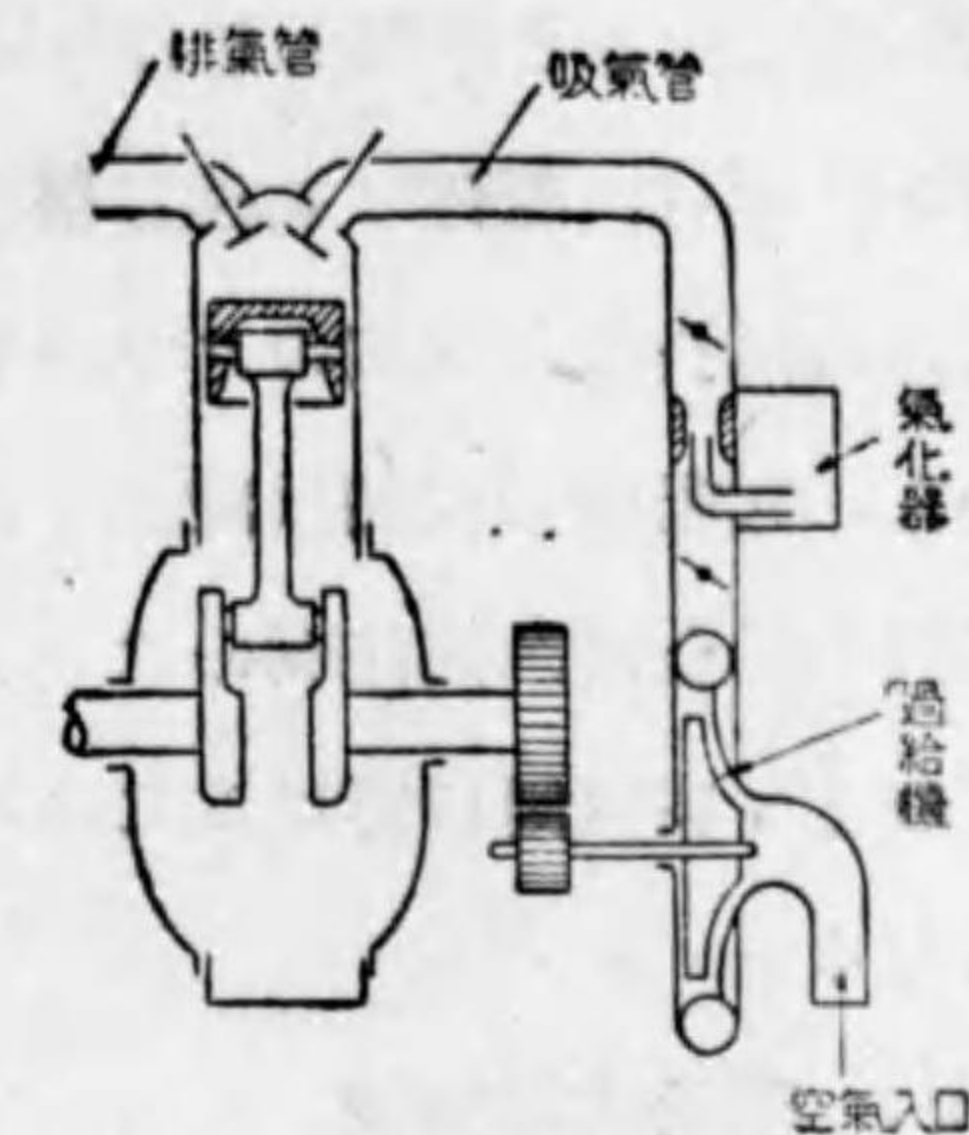
これによつて數箇のヴェーンが圓筒の内面に接觸して回轉すると、空気は矢の方向に送られる。

(v) 吸込式と壓送式

第124圖のやうに、氣化器と吸入管との間に過給機のあるものを吸込式といひ、第125圖のやうに氣化器の入口に過給機のあるものを壓送式過給機といふ。吸込式は、混合ガスを壓送するやうにな



第124圖 吸込式過給機

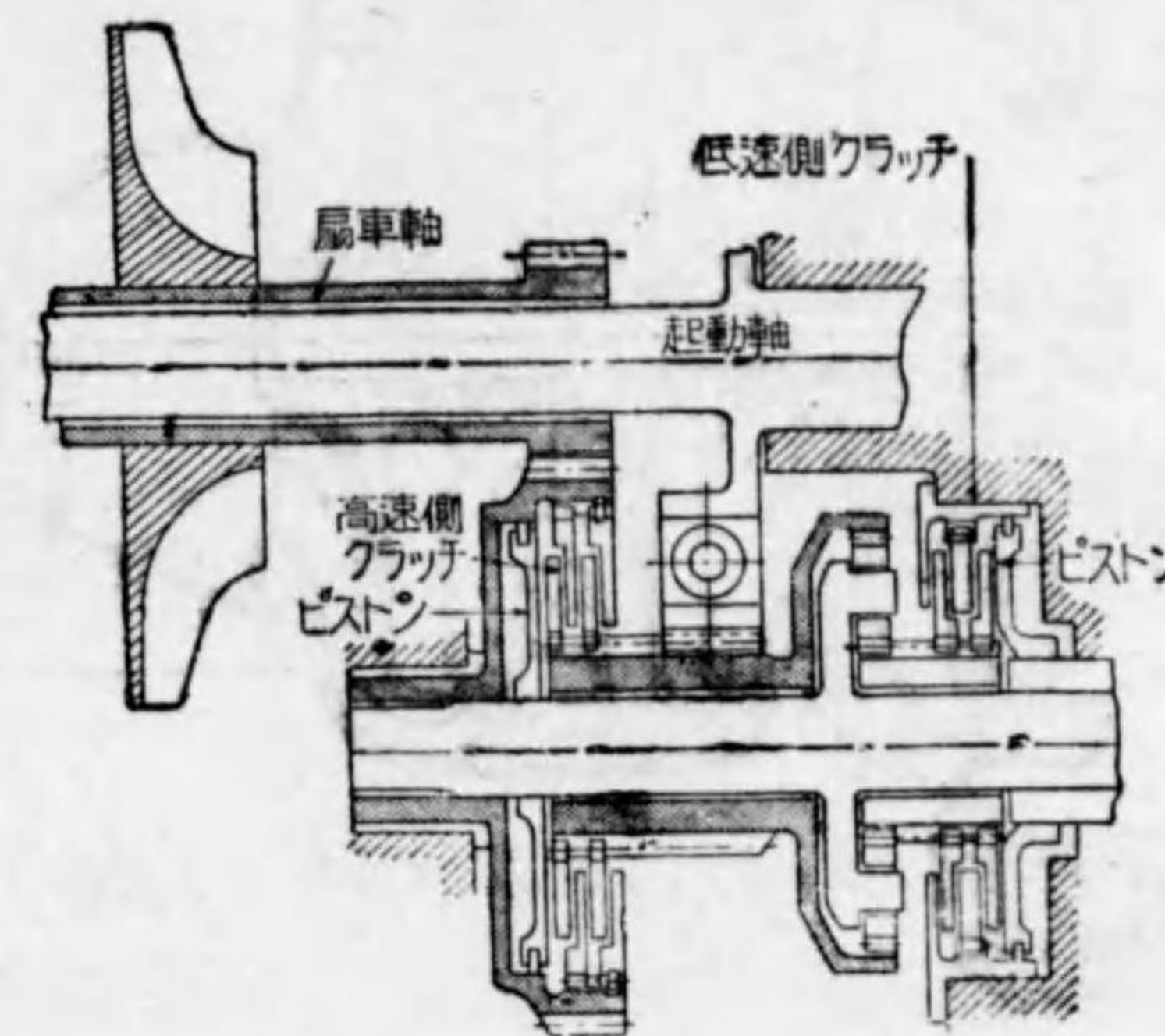


第125圖 壓送式過給機

り、壓送式は空氣のみを氣化器に壓送することになる。現用發動機には、吸込式過給機が多く使用されてゐる。

(vi) 變速式過給機

低空を飛ぶものでは、過給機は變速する必要はないが、5000m～



第126圖 2 變速式過給機



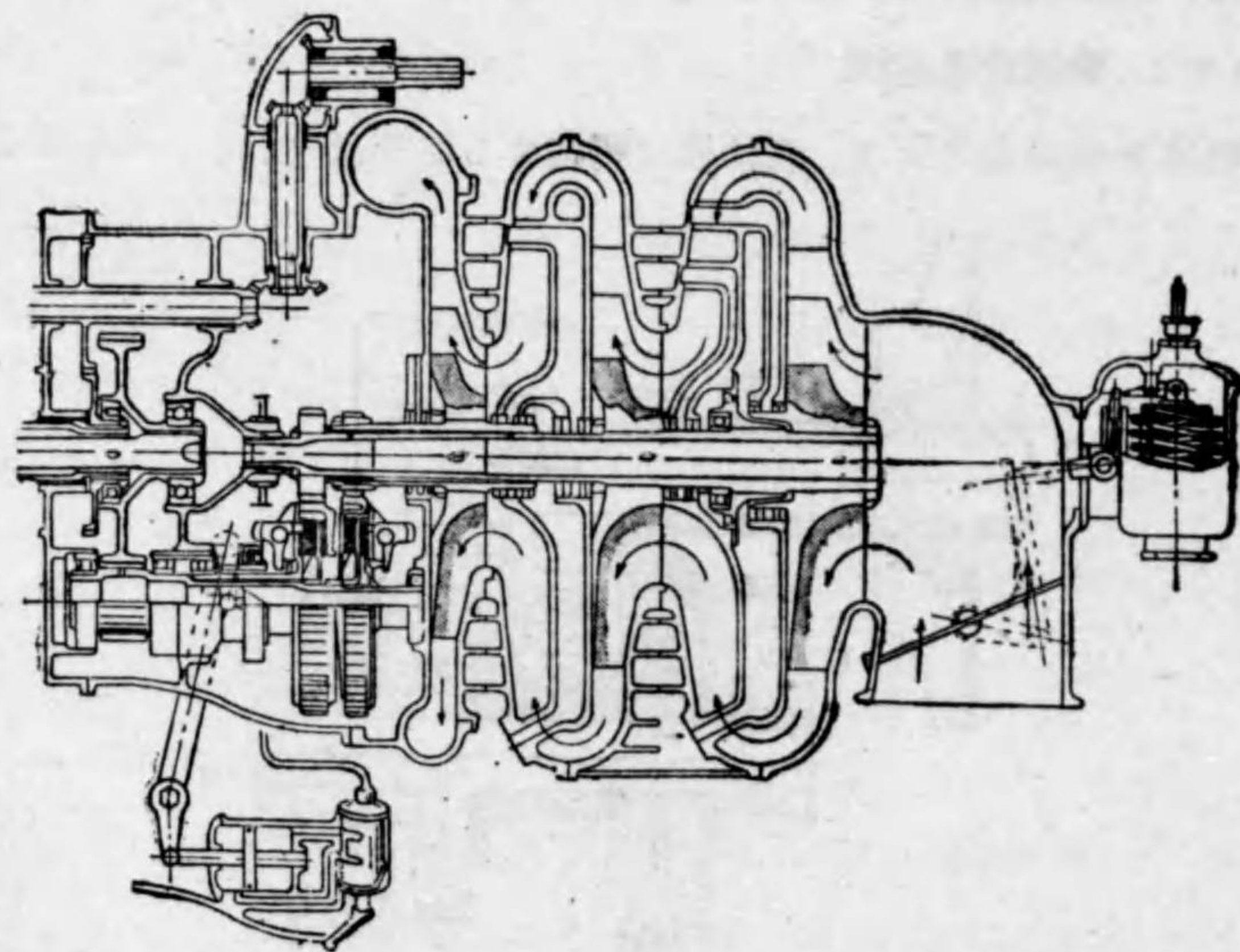
7000m位になると増速しなければならない。

第126圖は、低速と高速に變速の出来る2變速式過給機である。低速の場合は低速側のクラッチを作用させると中央齒車が固定するから、起動軸の回轉は減速されて高速側に傳はる。

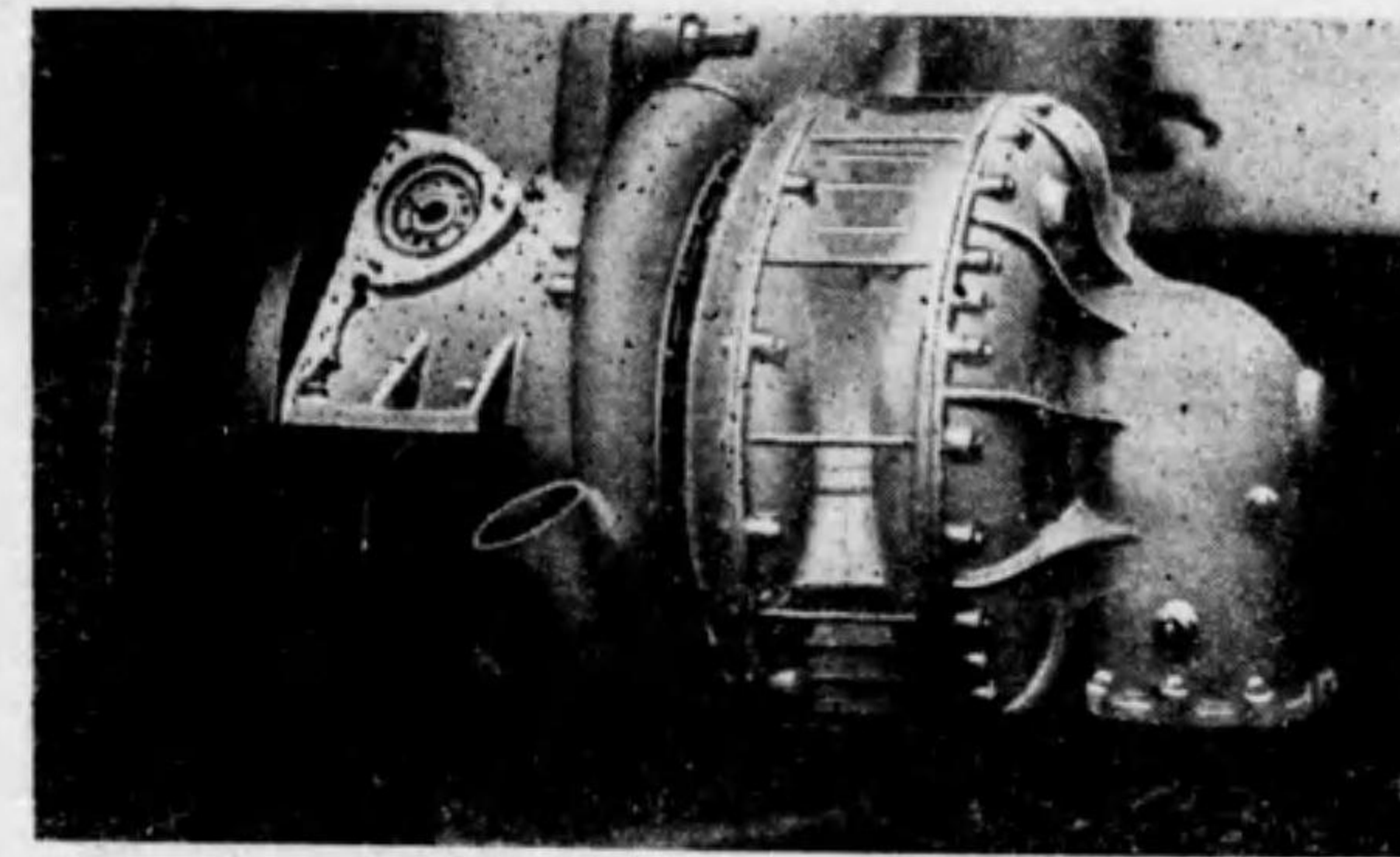
高速の場合は、高速側のクラッチを作用させると、起動軸の回轉はそのまゝ高速側に傳はるため、増速されて扇車軸を回轉させるやうになる。

(vii) 多段式過給機

多段式過給機は、高度に應じて使用段數を變へるもので、低空に於ては1段のみを使用し高度に於て2段または3段を用ひる。



第127圖 3段式過給機

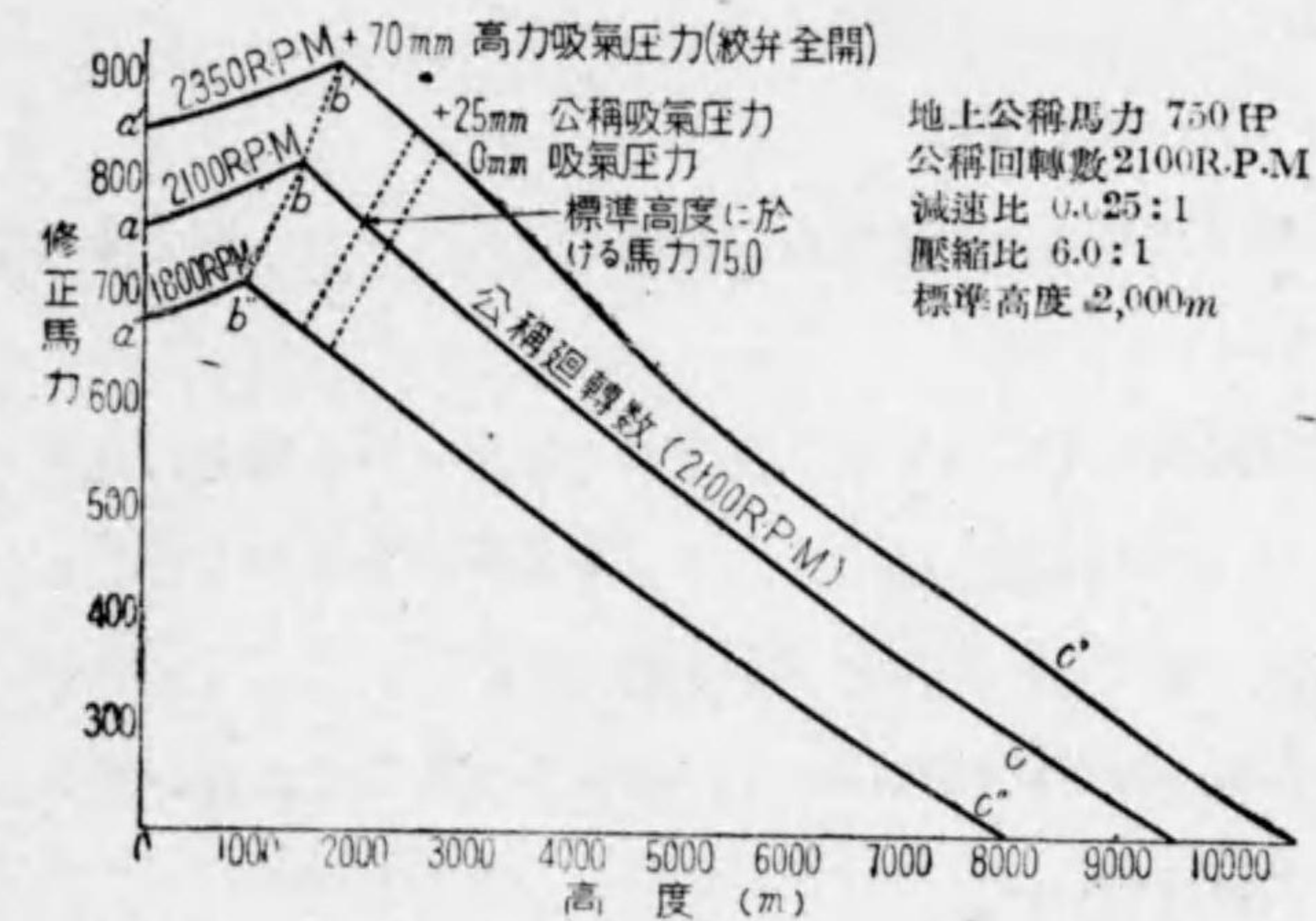


第128圖 3段式過給機の寫眞圖

3. 過給機附發動機の性能

(i) 標準高度 (限界高度 Critical altitude)

發動機が公稱回轉數に於て、公稱馬力を出すことの出来る最大の



第129圖 過給機附發動機の性能

高度を、標準高度または限界高度といふ。

第129圖は、地上公稱馬力750、公稱回轉數2100 R.P.M. 減速比0.625:1、壓縮比6.0:1、標準高度200mの發動機の性能を示す。

第130圖は公稱馬力550の發動機が1000mの高度に於て過給機を開いた場合を示す。

この發動機は、標準高度3000mに於て所要馬力となつて

る。もし過給機を使用

しなければ、發生馬力はそのまゝ次第に低下し、3000mに於ては280馬力となることが分る。

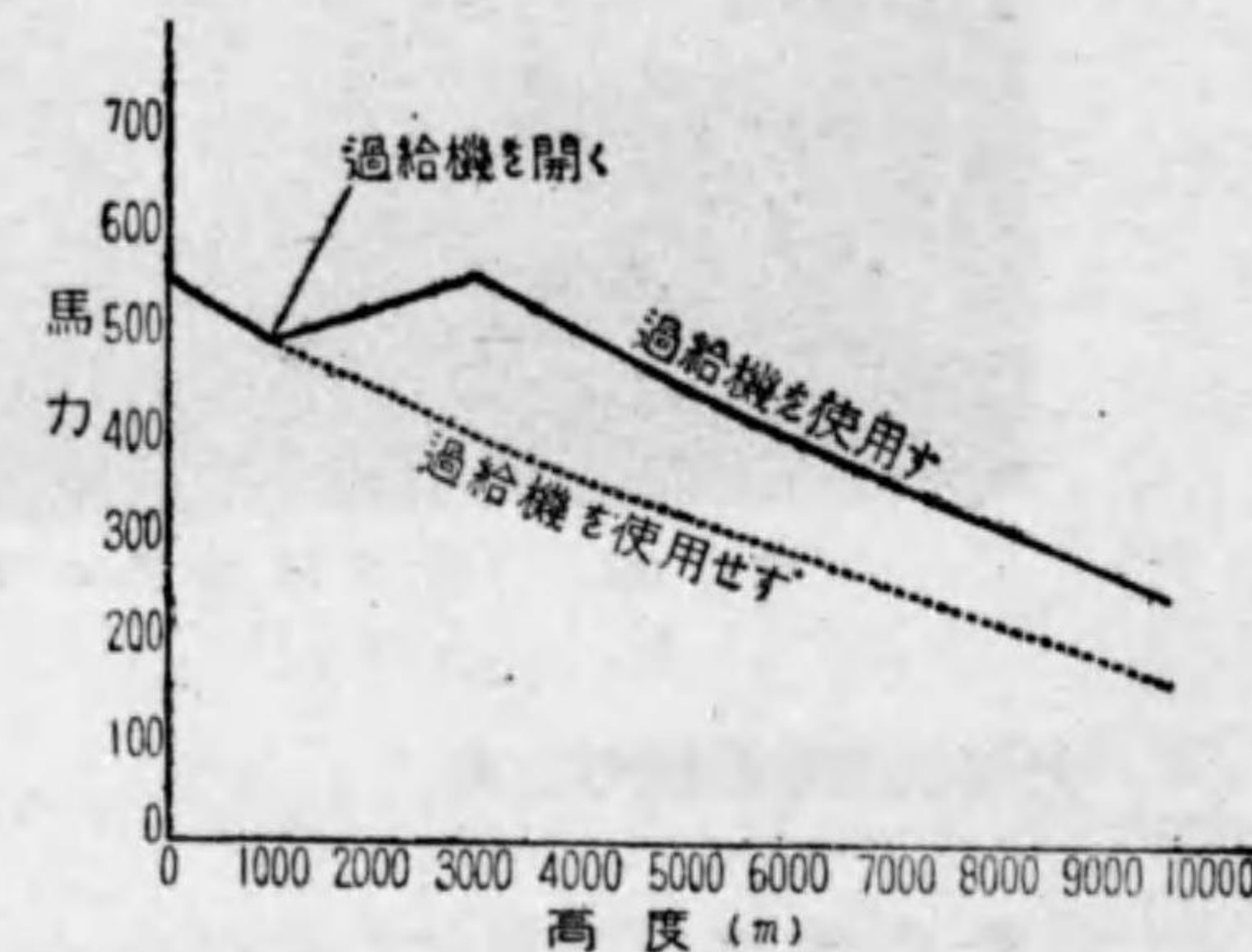
#### (ii) フースト壓力

過給機附發動機の吸氣管内の靜壓力を、ブースト壓力または吸氣壓力といふ。

一定回轉數の下に於ては、發生馬力はブースト壓力に比例して増加するが、ある限度を越すと、ノッキングを起すやうになる。この限度以内の壓力を、許容ブースト壓力といふ。

標準高度、標準回轉數に於て、絞弁を全開した場合の壓力を標準ブースト壓力といふ。

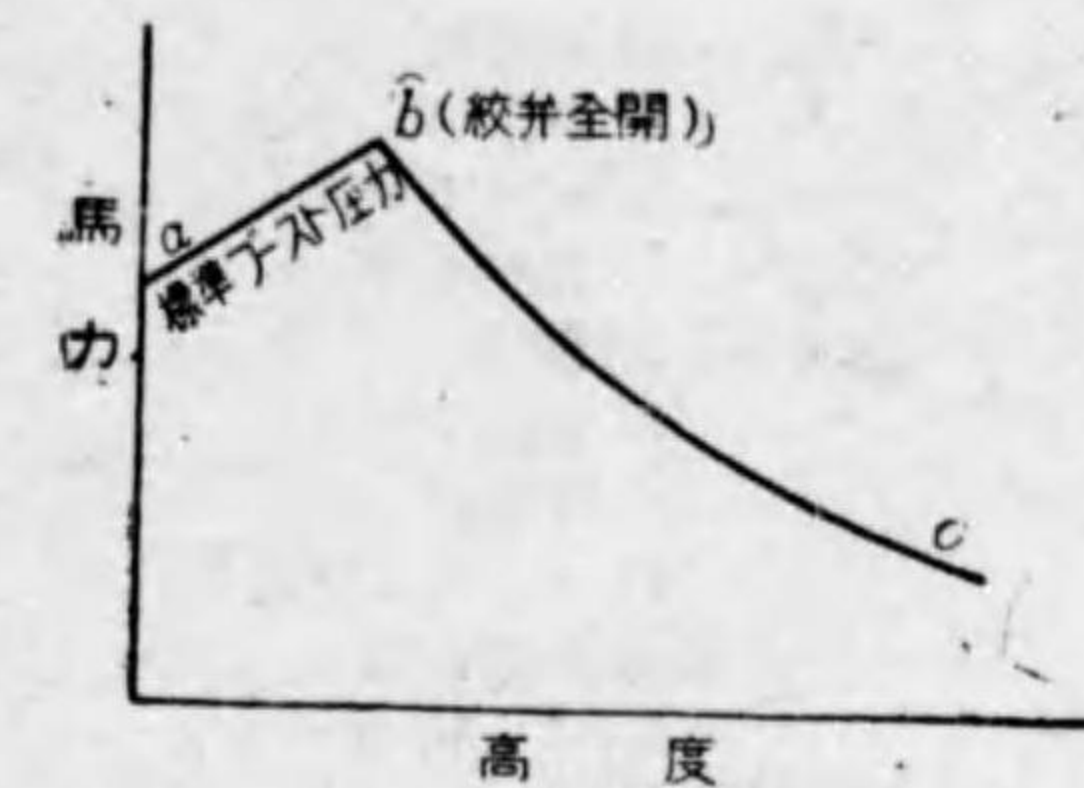
ブースト壓力は、吸入管内の壓力と大氣壓(760mmHg)との差を



第130圖 過給機附發動機の性能

mmHgで表したもので、ブースト計(第214圖参照)で計る。

ブースト計の一端は、吸入管に取付けられ、目盛は大氣壓を0とし左右に+mmHgと-mmHgとが指示されてゐる。



第131圖 過給機附發動機の性能

第131圖は、過給機附發動機の性能を示す一例である。

地上に於て絞弁を全開すると、ブースト壓力が高くなり過ぎるので、絞弁は或る程度絞つておかなければならない。

高空に昇るにつれ、外氣の壓力は次第に低下するから、それに應じて絞弁を漸次開いて行き、ブースト壓力が標準ブースト壓力になるやうにする。

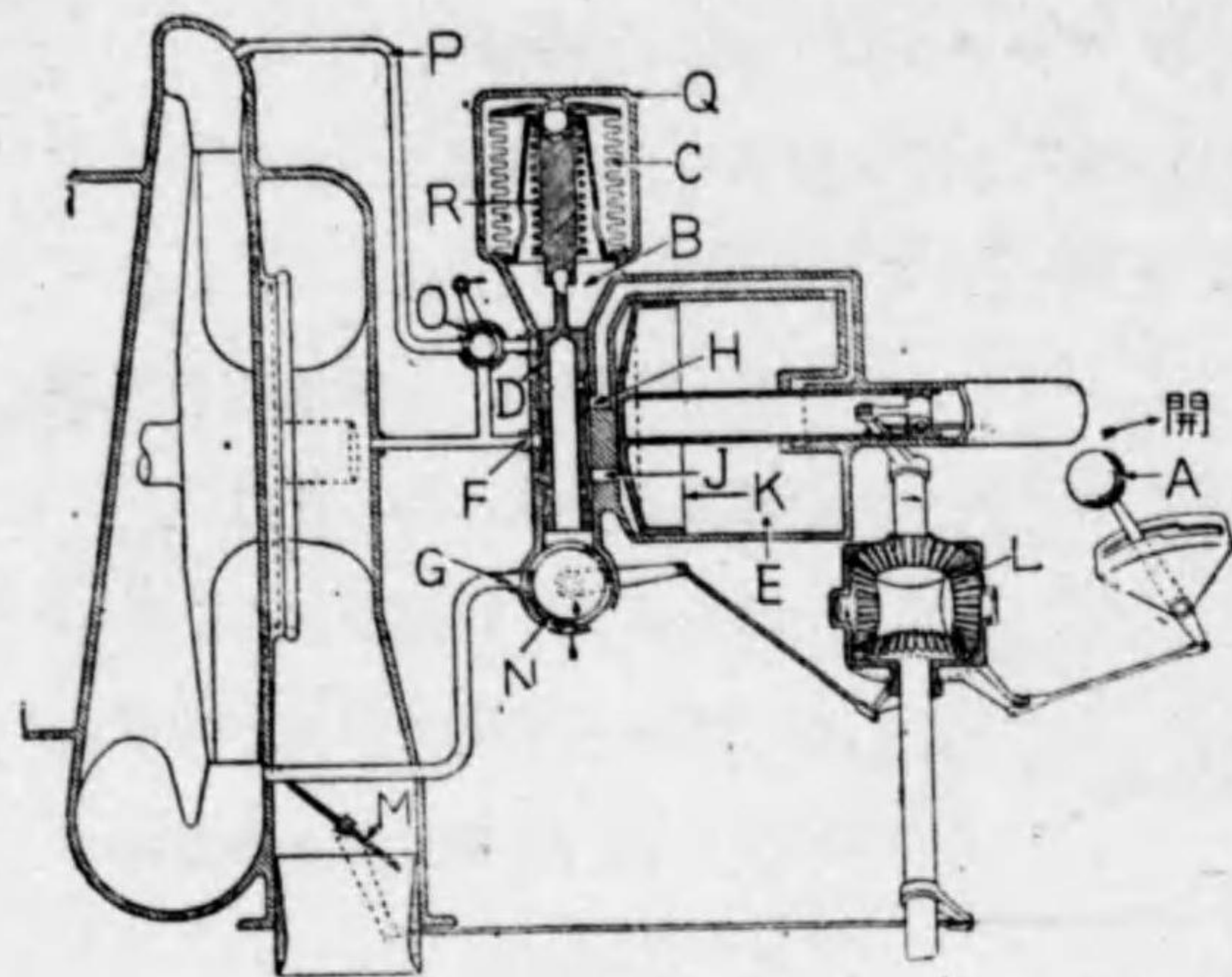
最大許容ブースト壓力は、地上離陸の際だけに出すもので、この場合の壓力はaより高いが、離陸してしまへば標準ブースト壓力でaからbまで昇つて行く。

bは標準高度で、これ以上の高さになると、絞弁を全開しても出力はb→cの経過を辿つて下る。

#### 4. 自動フースト調整裝置

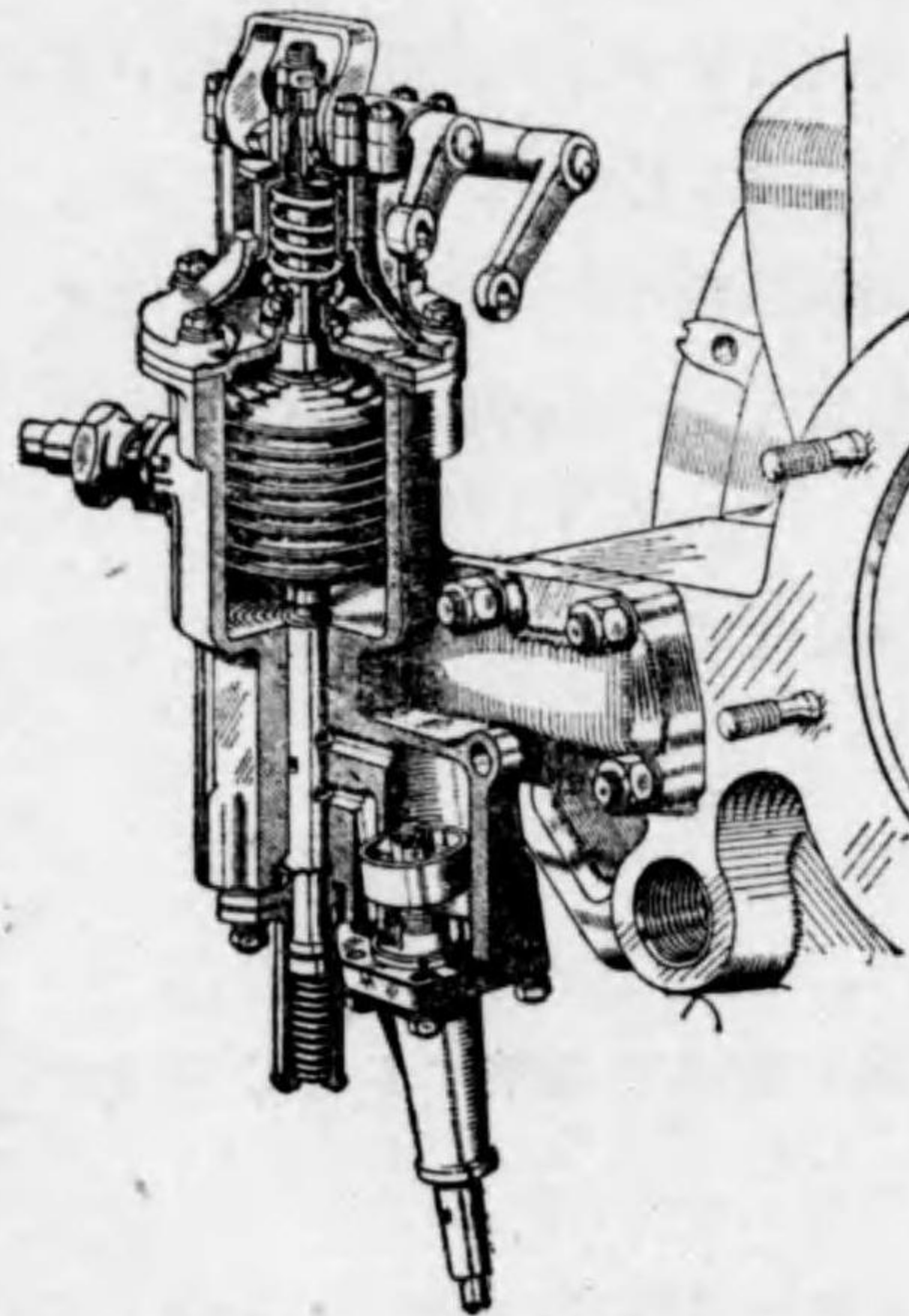
過給機のブースト壓力は、氣化器の絞弁で調整することが出来る。

自動ブースト調整裝置は、この絞弁を自動的に操作するものである。



- A 絞弁レバー
- B ブースト壓力室
- C 氣壓計
- D ピストン弁
- E シリンダ
- F 吸氣通路
- G ブースト壓力通路
- H 通氣口
- J 通氣口
- K ピストン
- L 差動齒車
- M 絞弁
- N 切换コック
- O 切换弁
- P ブースト壓力通路
- Q 氣壓計室
- R バネ

第132圖 自動ブースト調整装置



第133圖 自動ブースト調整装置

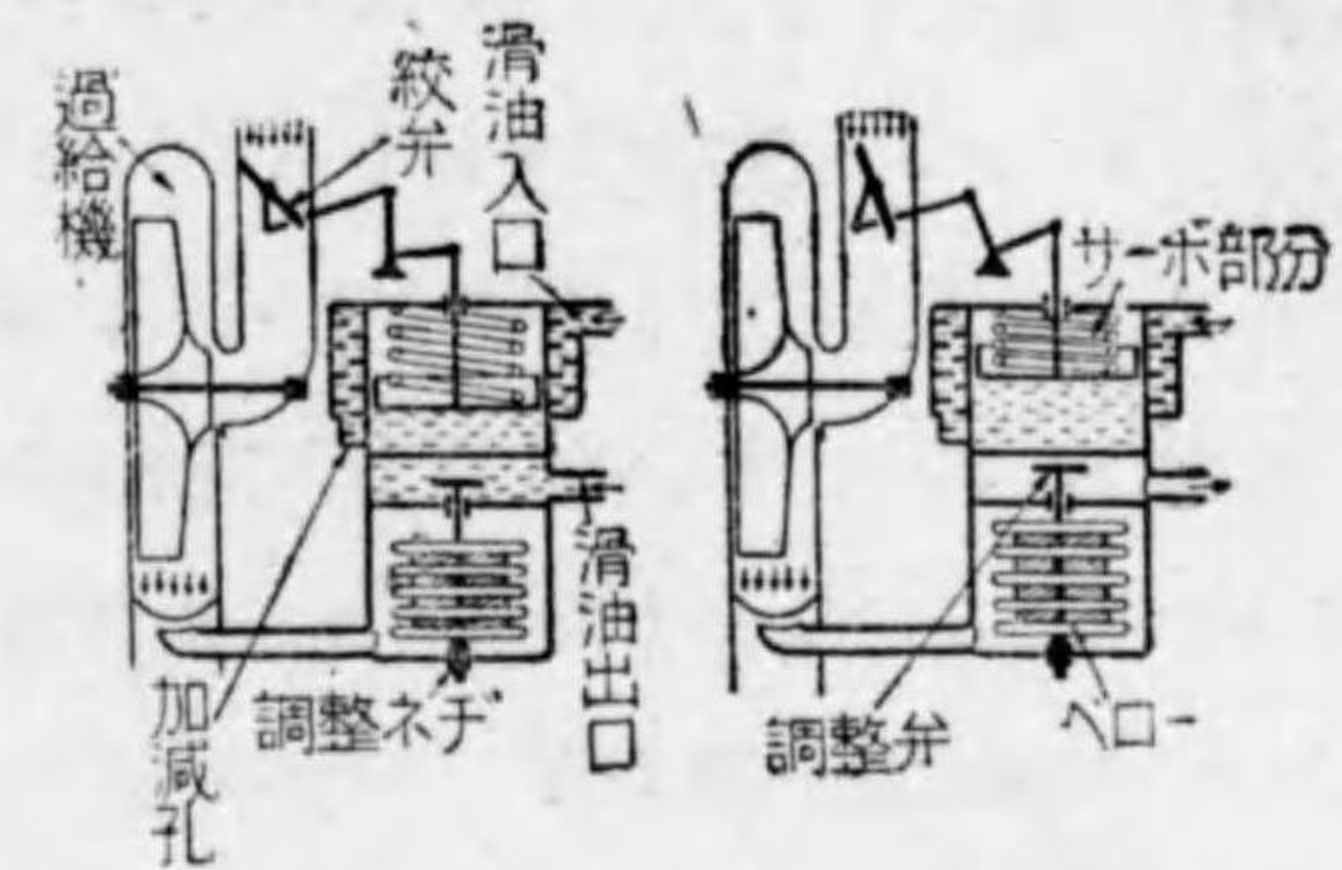
この装置を取付ければ、操縦者の手を煩することなく、許容ブースト壓力を越えないやうに調整することが出来る。

第132圖及び第133圖は何れもこの装置を示す。

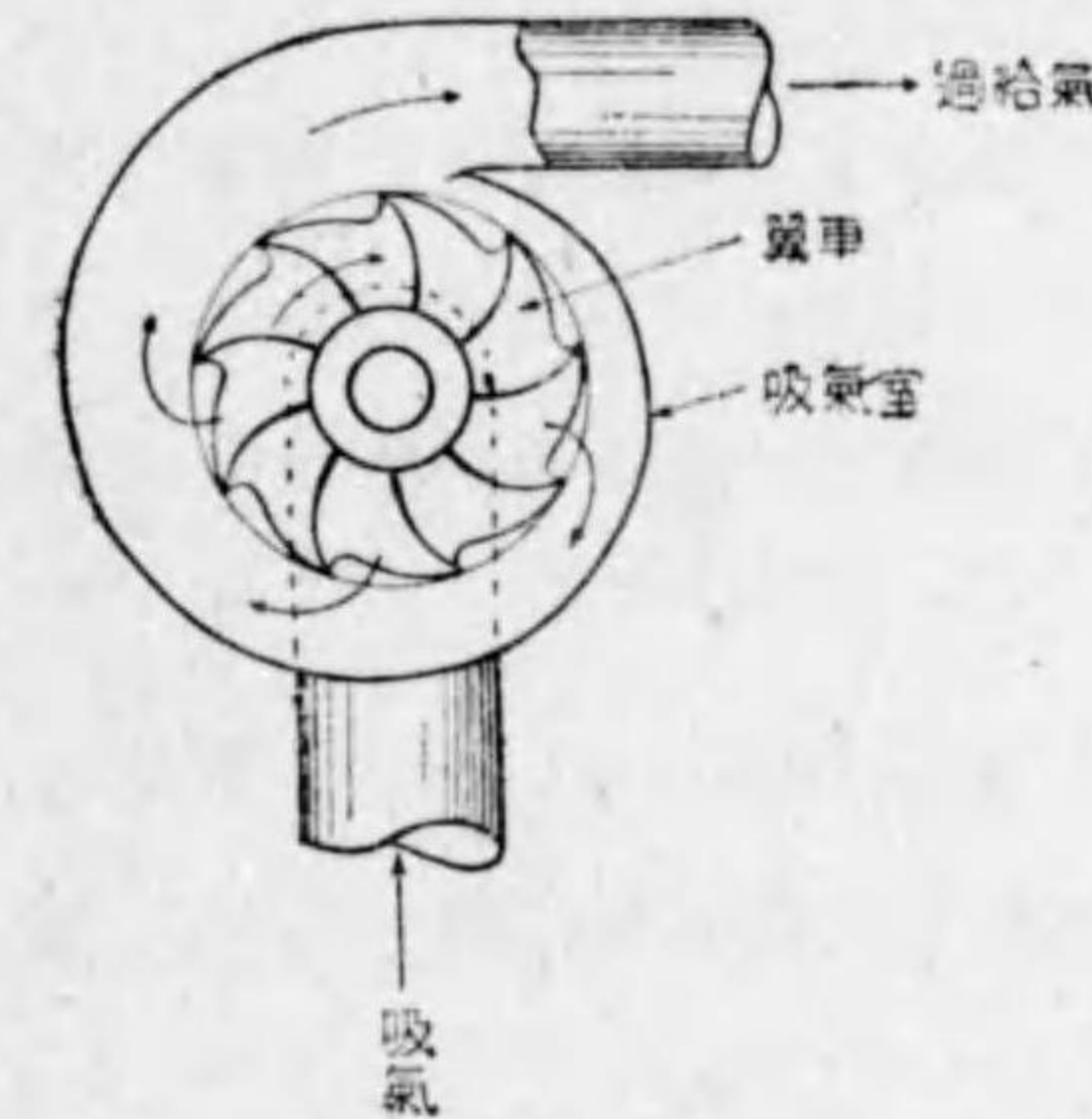
第134圖はエンカーズエモに取付けられた自動調整装置である。圖に於て、過給機内の壓力は導管によつてペローの入つてゐる室に傳はる。

ペローは、この壓力によつ

て伸縮するから、これがサーボピストンに作用するやうになる。サーボピストンは滑油によつて上下し、これに連結されてゐるリンクによつて絞弁が作動する。



第134圖 自動ブースト調整装置

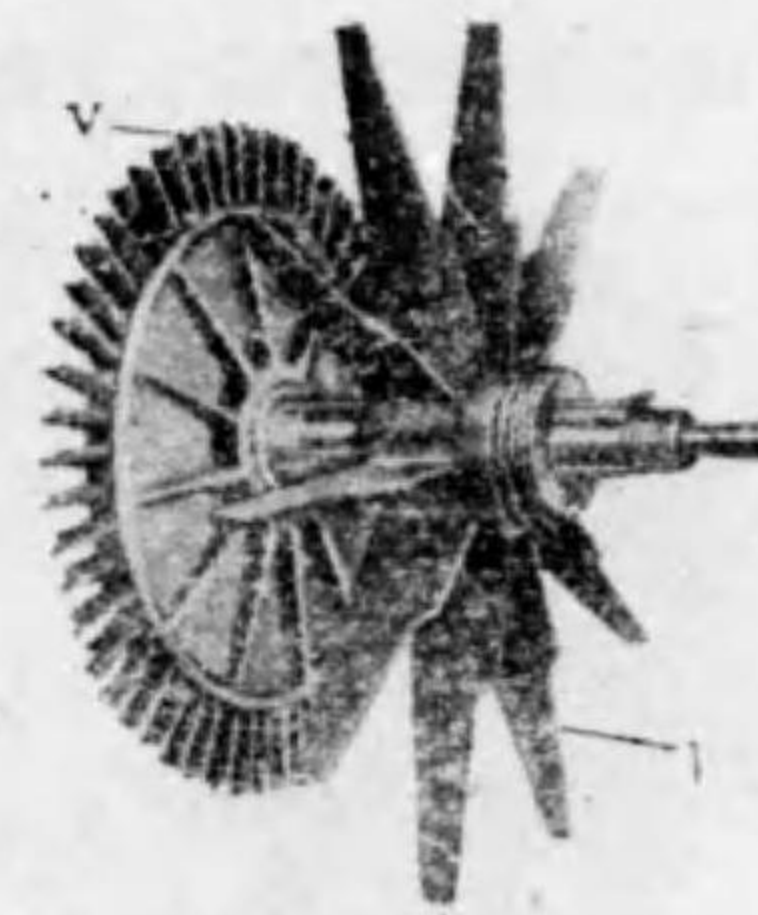


第135圖 遠心式過給機

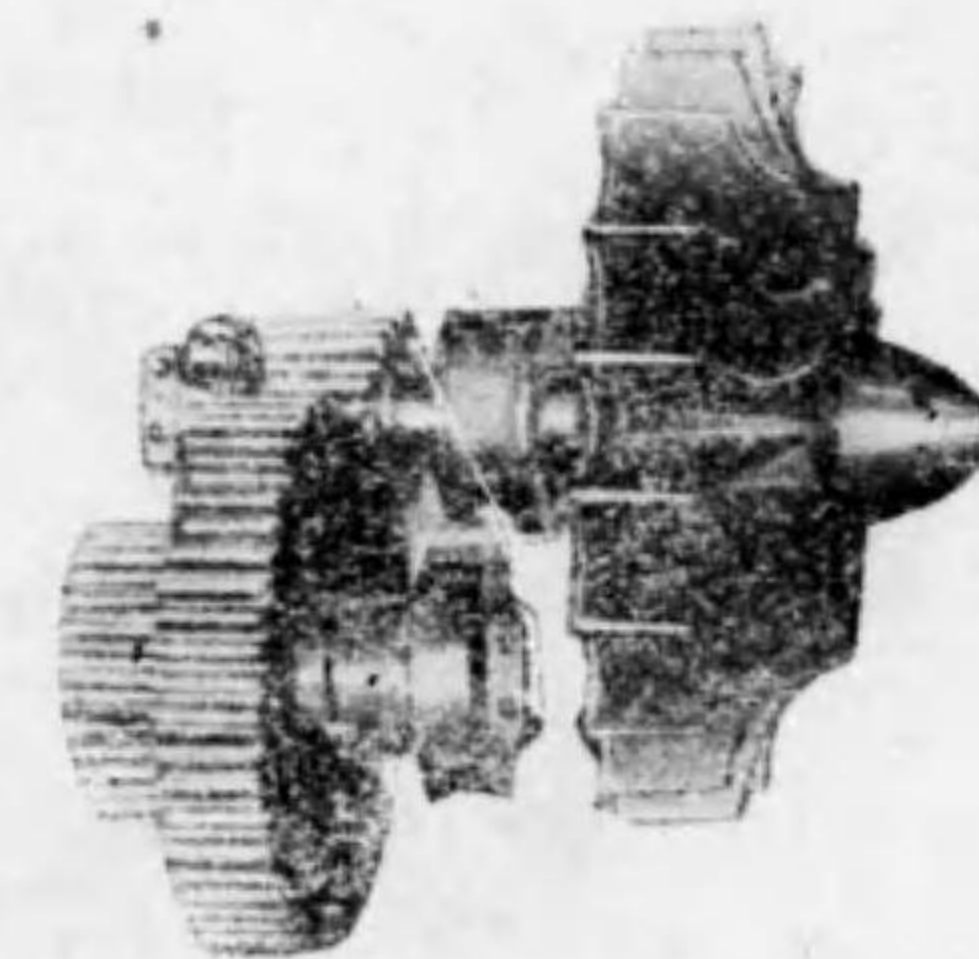
### 5. 遠心式過給機

遠心式過給機は、高速回転する翼車、その外周に固定される導流翼、これ等を包含する吸氣室及び増速齒車より出来てゐる。

(i) 翼車 (Impellor)



第136圖 翼車

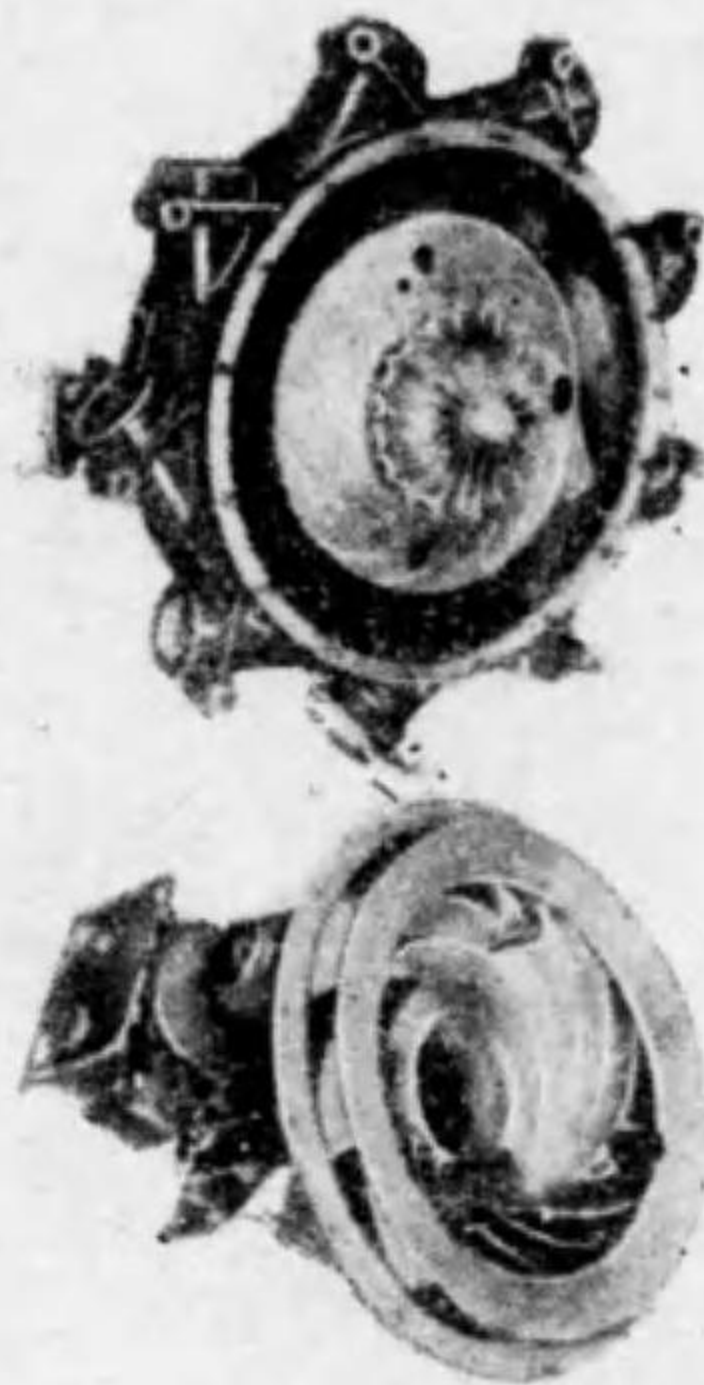


第137圖 翼車

翼車は扇車ともいひ、第 136 圖のやうに、放射状の直線翼をもつニッケルクロム鋼製のものや、第 137 圖のやうに、翼の前端が曲げられ後端に側板をもつデュラルミン製のもの等がある。

翼車は、20,000 rev/min 前後の高速回転をし、中央軸方向から混合ガスを吸込み、半径方向に外周の擴散室に放出する作用をなす。

(ii) 擴散室と導流翼 (Diffuser Guidvane)



第 138 圖 擴散室(上)  
導流翼(下)

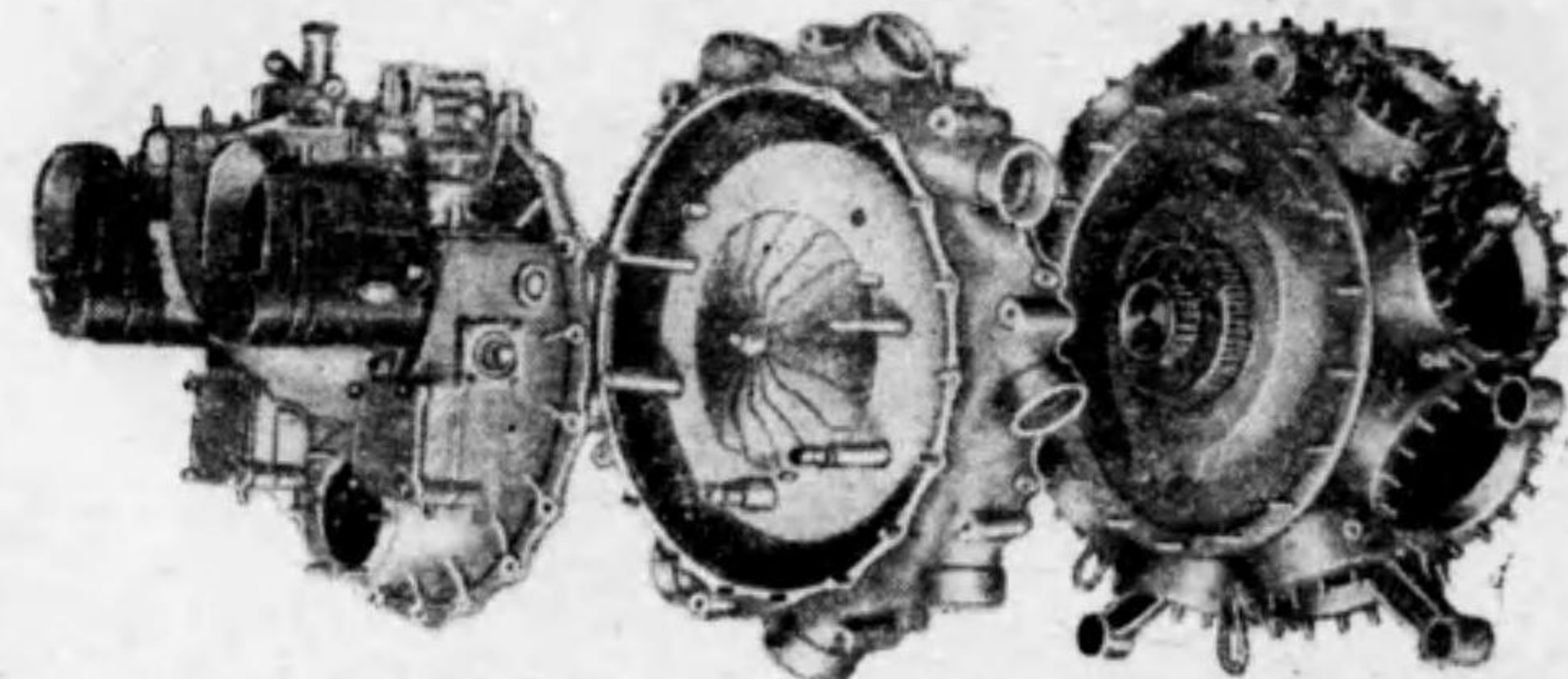
擴散室は、吸氣室と一體に作られ、翼車の外周を取囲む室である。

翼車を出る混合ガスの速度は、非常に大であるが、このエネルギーを壓力のエネルギーに變へて吸氣管に送るのが擴散室の役目である。

導流翼は、案内羽根ともいはれ、翼車を出たガスの流れを一定方向に整へつゝ、壓力を高めるものである。

(iii) 吸氣室

吸氣室は、過給機の外殻を形成する室で、



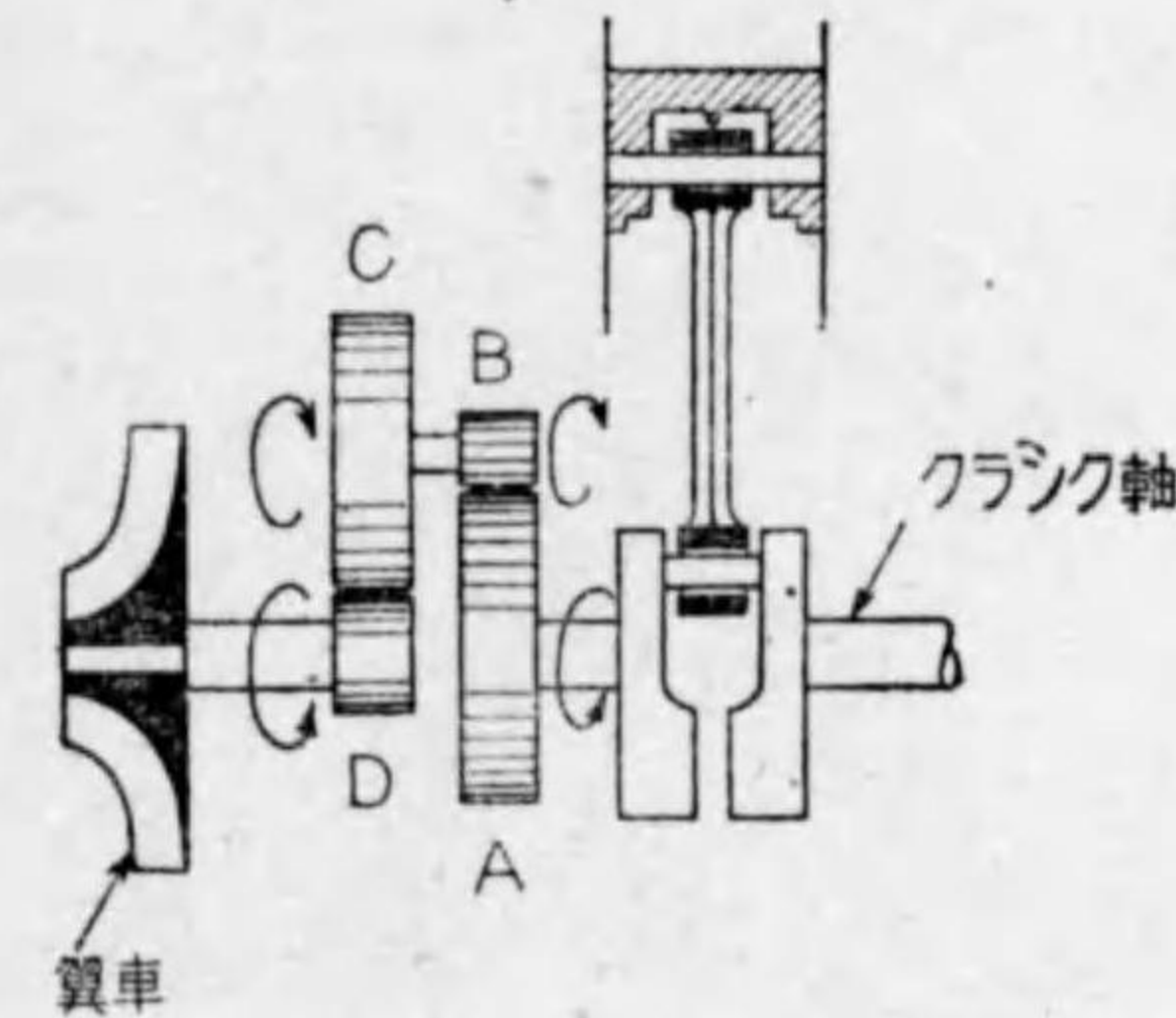
第 139 圖 クランク室と吸氣室

アルミニウム合金またはマグネシウム合金で鑄造される。

吸込式過給機に於ては、吸込口に氣化器が取付けられ、翼車出口は導流翼を固定した擴散室が形成されてゐる。

クランク室からこの室に滑油が吸込まれないやうにするため、翼車軸の前方、クランク室との境には、油止環の入つてゐる隔環が取付けてある。

(iv) 増速齒車



第 140 圖 増速齒車

増速齒車は、クランク軸の回転數を 6~13 倍にして、翼車を回転させる齒車である。

不變速(一段)式過給機は、中間齒車によつて 2 段に増速されてゐる。

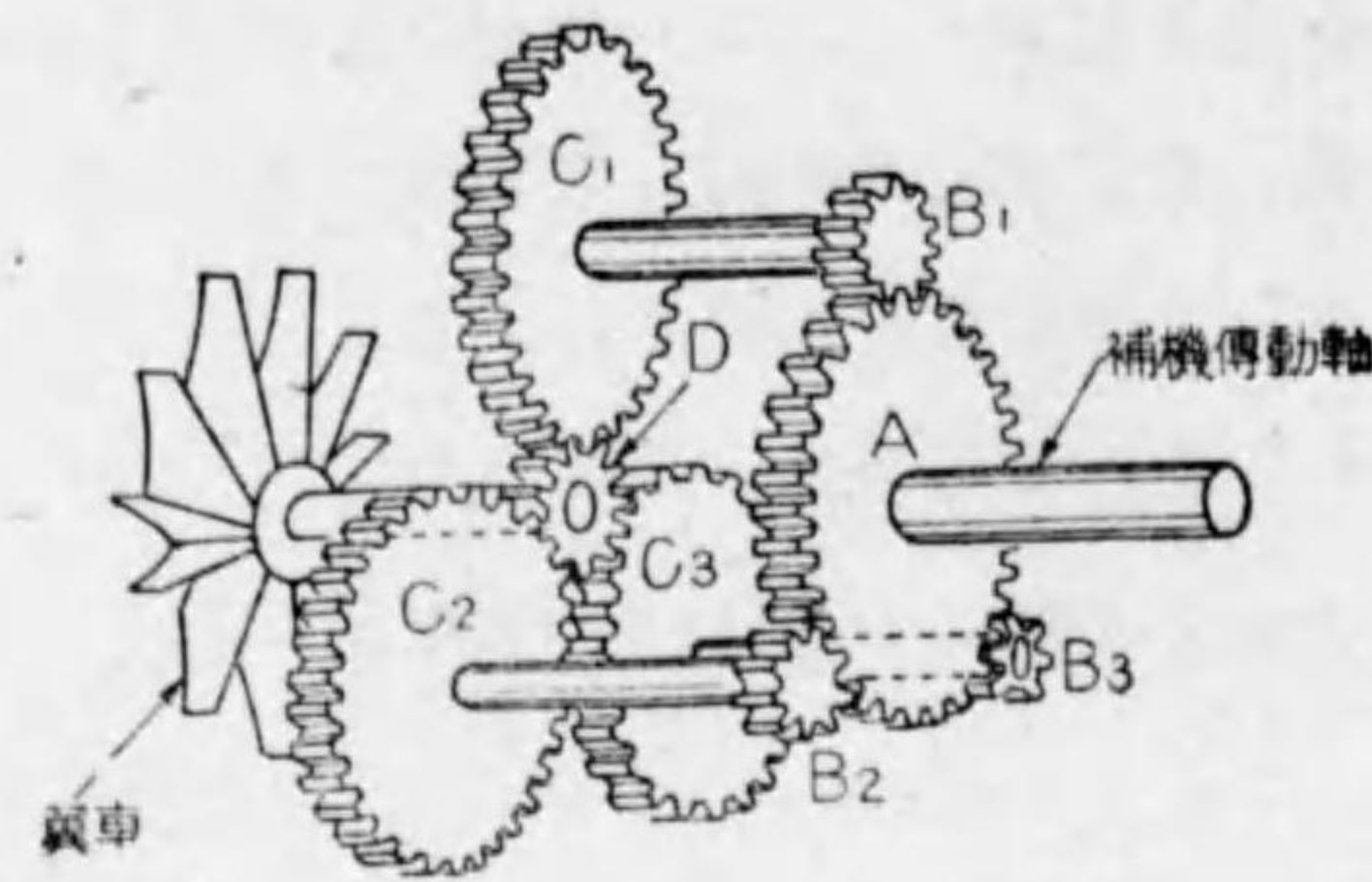
第 140 圖は、たゞ一箇の中間齒車 B と C による増速齒

車装置を示す。圖に於て、A はクランク軸の後端(補機傳動軸)に取付けられた傳動齒車で、D は翼車を驅動する齒車である。

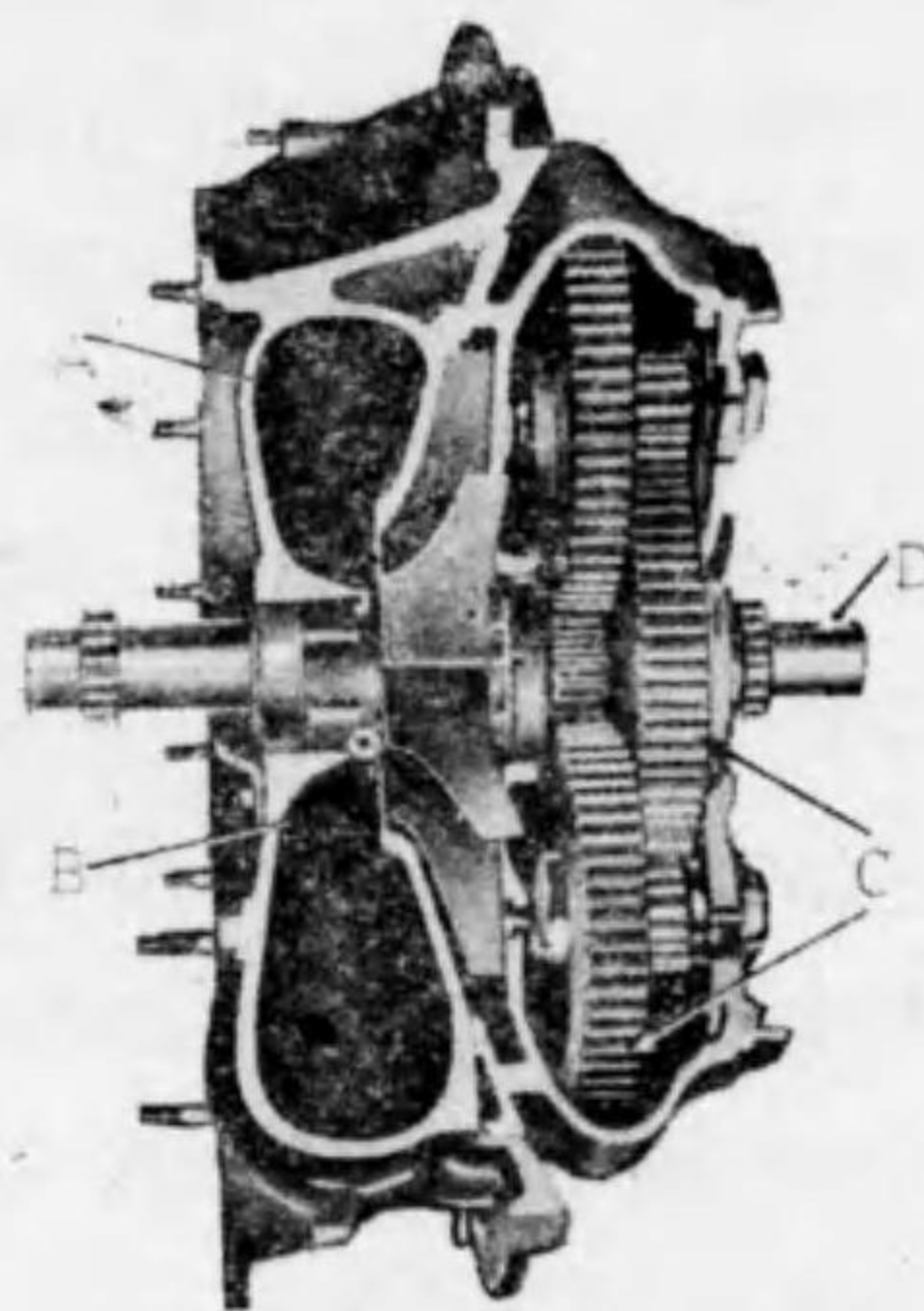
翼車は、A と B の噛合に於て 1 段増速され、C と D の噛合に於て更に 1 段増速されるから、2,000 rev/min のクランク軸の回転は、20,000 rev/min 位の回転數となる。

第 141 圖は、中間齒車が 3 箇取付けられたものである。

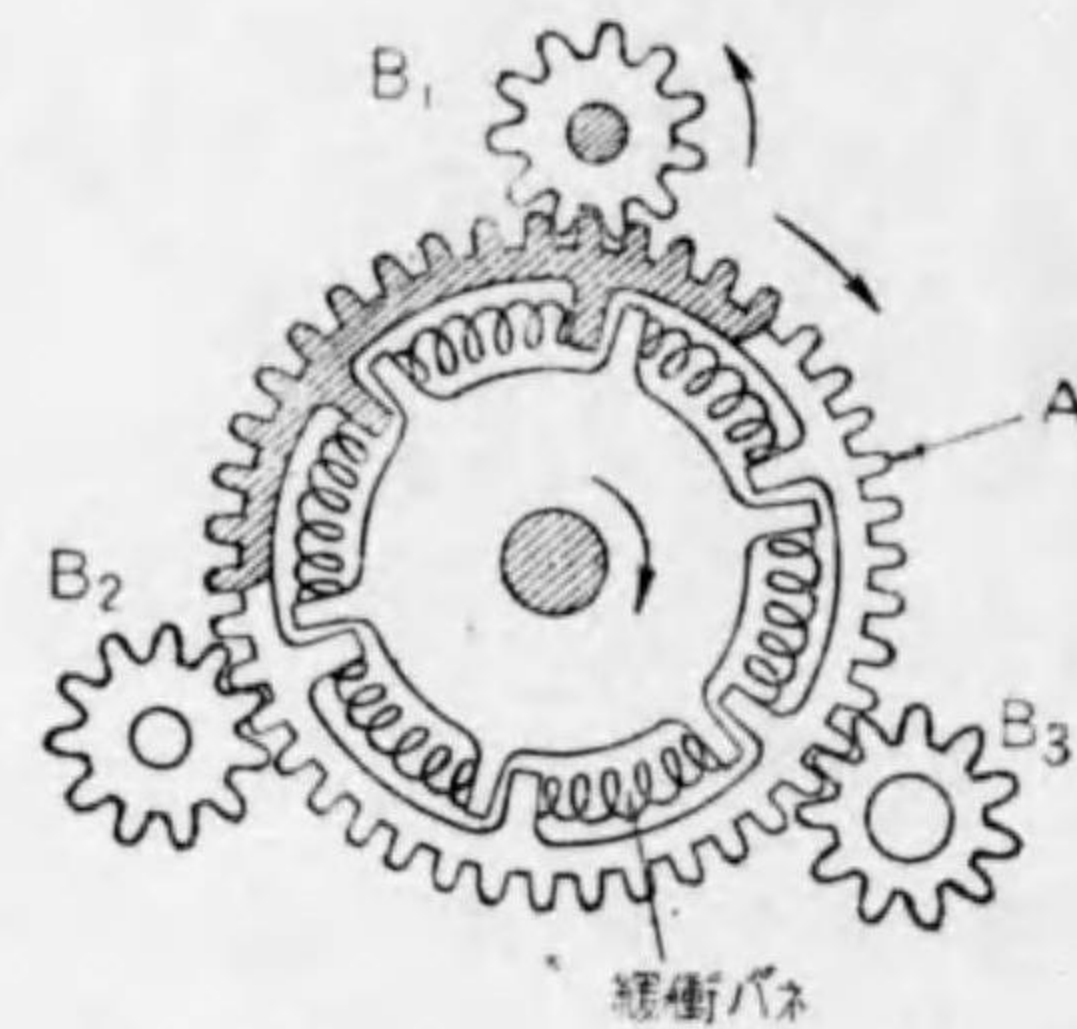
圖に於て、A は傳動軸、B<sub>1</sub>~E<sub>3</sub> 及び C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub> は、何れも中間齒車、D は翼車驅動齒車である。



第141圖 増速齒車 (A)



第142圖 増速齒車 (B)

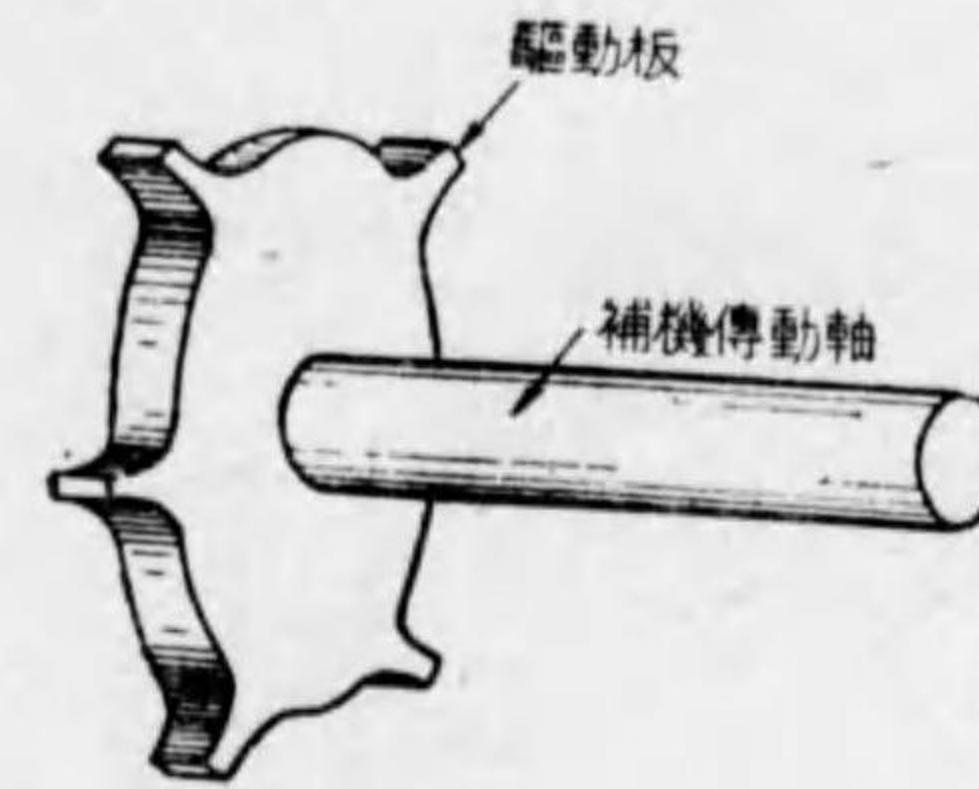


第143圖 振り振動弱め装置

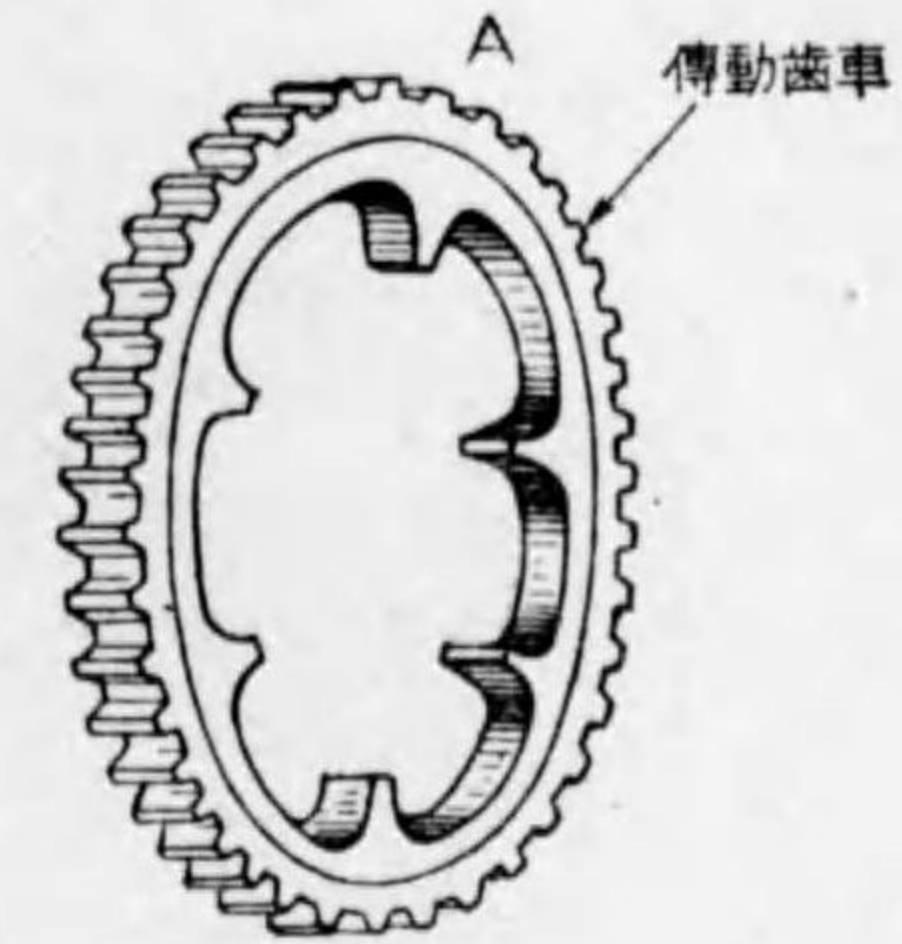
(A) の齒車には、第143圖のやうな振り振動を弱める装置が施されてゐるものがある。

この装置は、傳動軸と齒輪との間に緩衝バネが設けられてあるので、これによつて發動機からの振り振動は、弱められるのである。

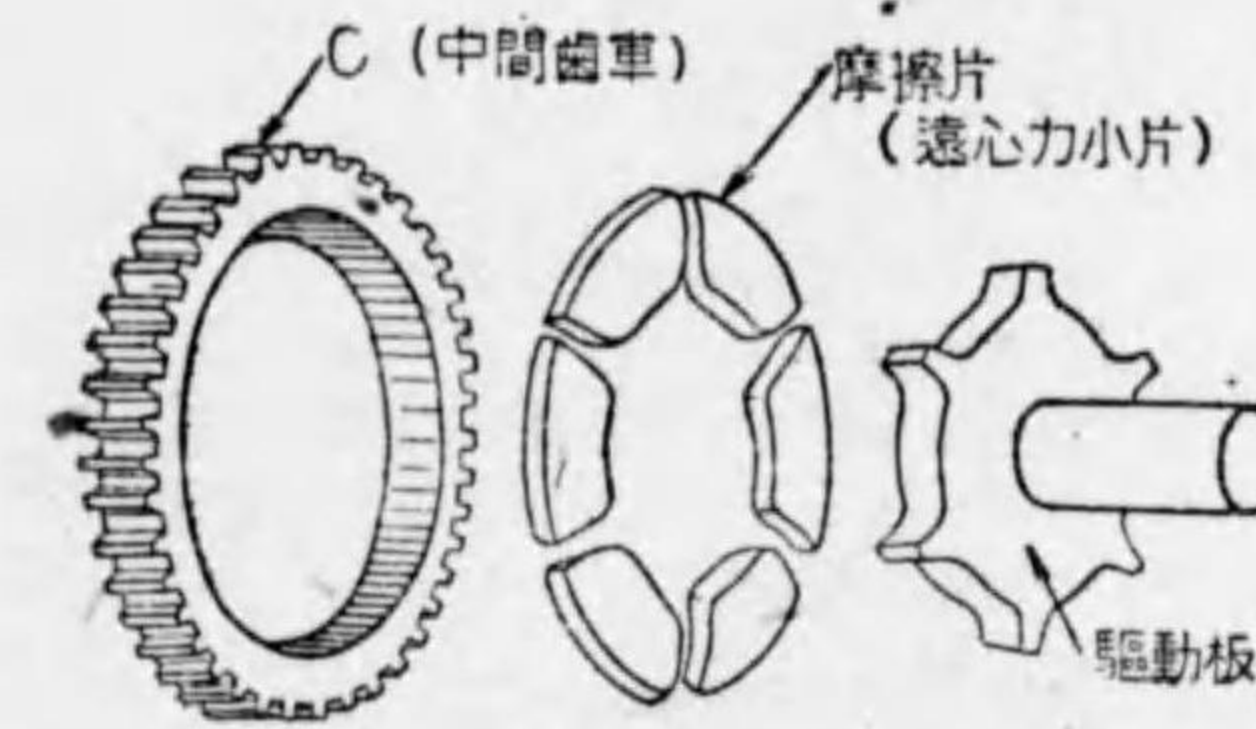
また C の齒車には、第146圖のやうなじりクラッチが取附けら



第144圖 振り振動弱め装置



第145圖 振り振動弱め装置



第146圖 じりクラッチ

を保護するものである。

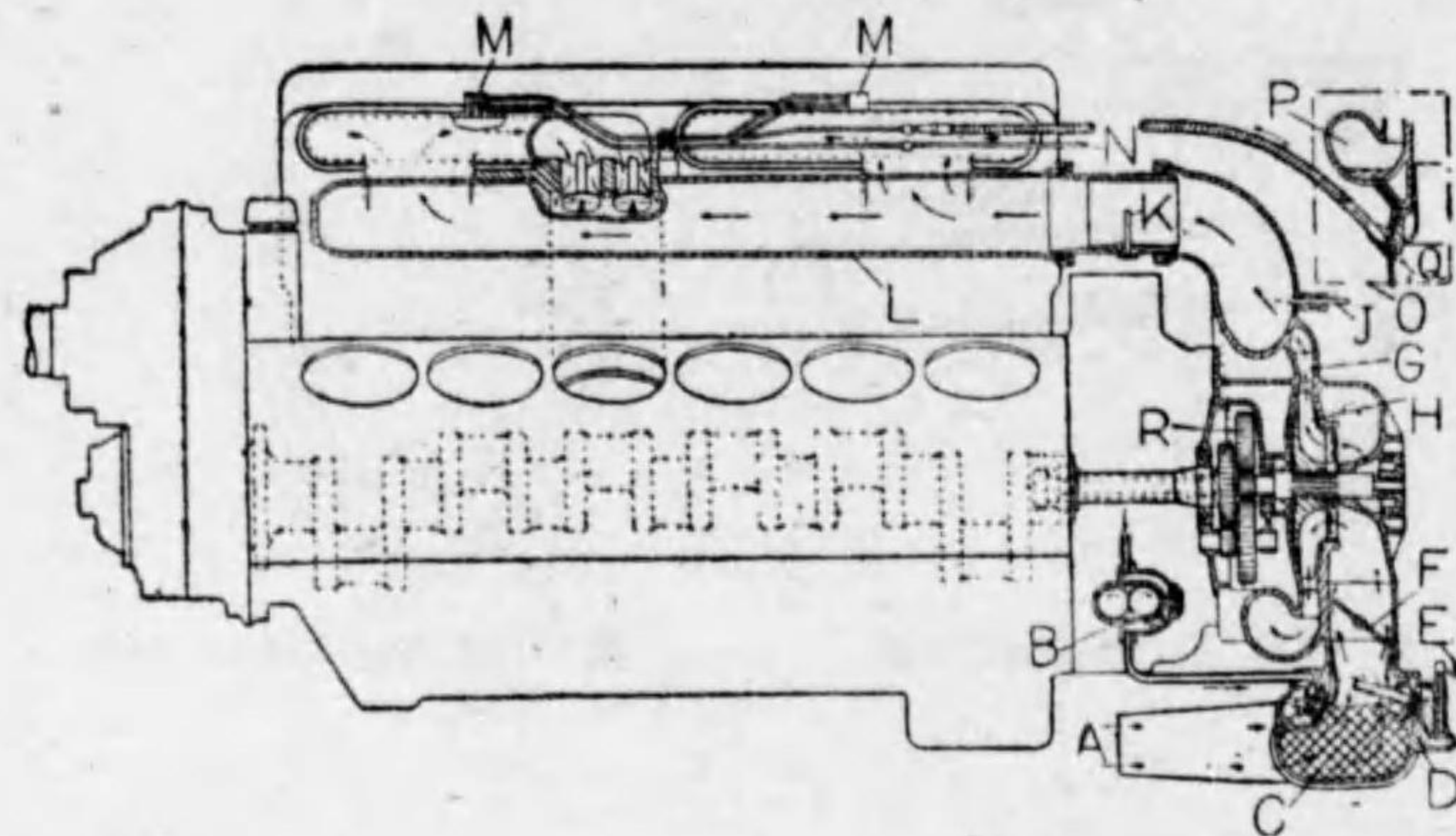
れてゐるものがある。

じりクラッチには、色々な型式のものがあるが、發動機が急に加速した場合に、こゝがじつて高速度で回轉してゐる齒車や、翼車

### 6. 吸氣管 ((Suction pipe または Inlet pipe))

吸氣管は、混合ガスを各シリンダに供給するもので、發動機の型式(例へば列型と星型)により形が異なつてゐる。

星型發動機の吸氣管は、第148圖のやうに各シリンダに1本宛配置してあるから、混合氣が不平等に分配されることはないが、列型發動機に於ては、各列に1本といふことになるから、混合氣はど

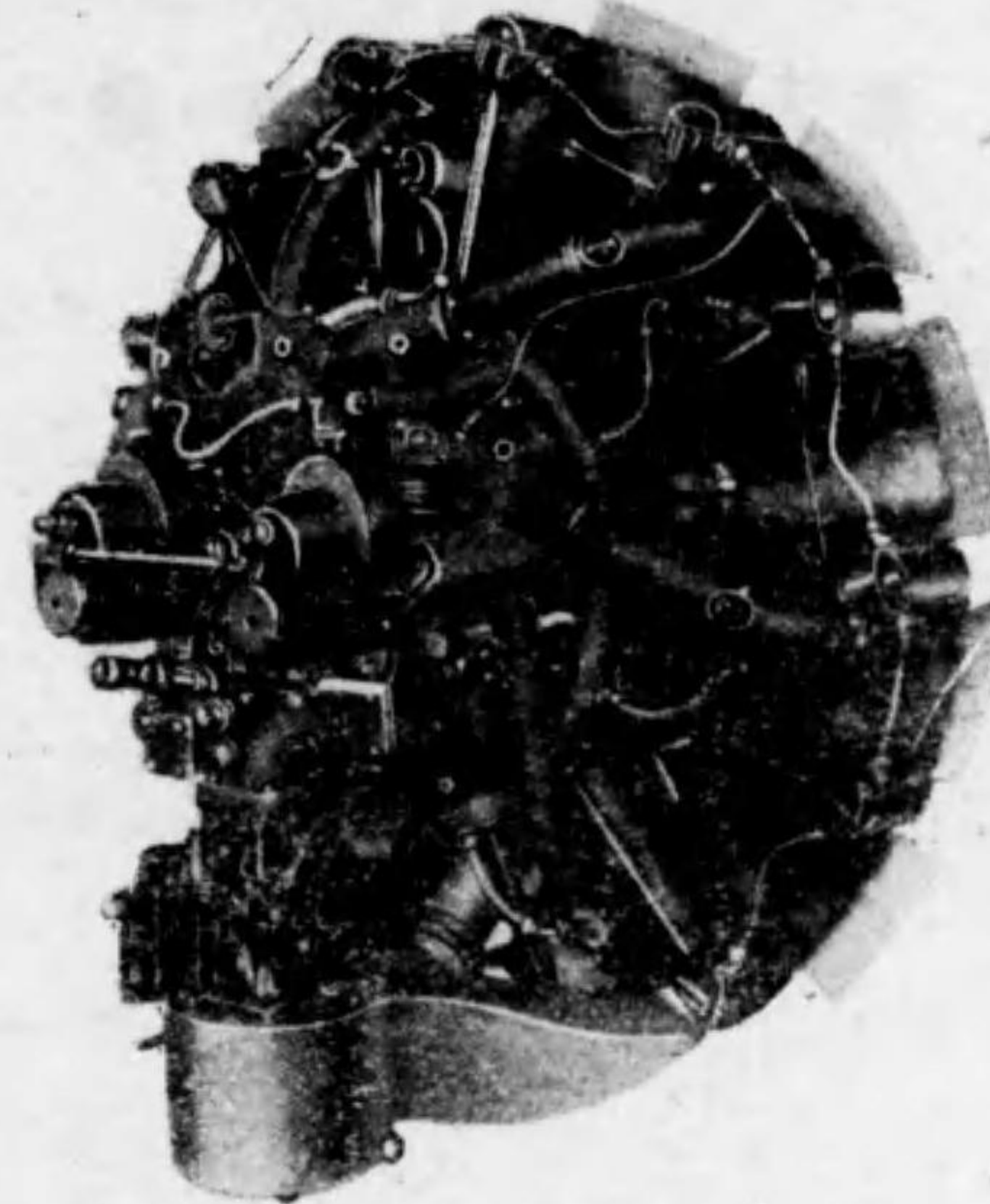


- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| A 気化器への空気入口      | K 凝結した燃料を分配する管       |
| B 燃料ポンプ (壓力調整弁附) | L 主吸気管               |
| C 濾過網            | M 過給機及びポンプに貯へた燃料の吐出管 |
| D 気化器            | N プライミング ポンプよりの供給管   |
| E 混合氣調整桿         | O 過給機の排油室            |
| F 紋弁             | P 渦巻室                |
| G 過給機の案内翅        | Q 気化器の取附口            |
| H 過給機の羽根         | R 過給機駆動用齒車           |
| J プースト計取附口       |                      |

第 147 圖 吸気管と過給氣装置 (列型發動機)

しても不均等に配給される。そのために各シリンダの出力が異なつたり、發熱の狀況が異なつて來る。

従つて列型發動機の吸気管は、その形狀に充分工夫が必要である。



第 148 圖 星型發動機の吸気管



第 149 圖 V型發動機の吸気管

## 第7章 冷却装置

### 1. 發動機の冷却

發動機の出力は、ガスの燃焼、爆発によつて生ずるものである。従つて發動機の効率をよくするためには、出来るだけこの熱を失はないうにしなければならない。

ガソリンと空気の混合気の燃焼によつて生じた熱エネルギーは、機械的エネルギーに変化して發動機の回転力となる。

シリンダ内で燃焼したガスの温度は、 $2000^{\circ}\text{C}$  以上となる。この高温ガスに曝らされてゐるシリンダ、ピストン、弁、点火栓等は、また  $500\sim 800^{\circ}\text{C}$  となる。この状態で發動機を運転すると、各部は損傷し結局運転が出来なくなる。

發動機の冷却とは、過熱を防ぐために行ふことで、シリンダの外周は空気または水等で冷し、發動機内部の摩擦部分は油で冷却する。

### 2. シリンダの冷却

シリンダの冷却には、次の二つの方法がある。

- (a) 空気冷却式      (b) 水(液)冷却式

空気冷却式は、シリンダに空気を直接触れさせて冷やす方法で、放熱面を多くするために、シリンダに多くの鱗 (Fin) を付ける。

水冷却式は、シリンダに水套 (Water jacket) を付け、この中に水または他の液体を循環させてシリンダを冷却する。冷却作用を了へ

た水は熱してゐるから、これを空気で冷やす。熱水を冷却するものを放熱器 (Radiator) といふ。

### 3. 空気冷却法

シリンダを空気で冷やす發動機を、空冷式發動機といふ。

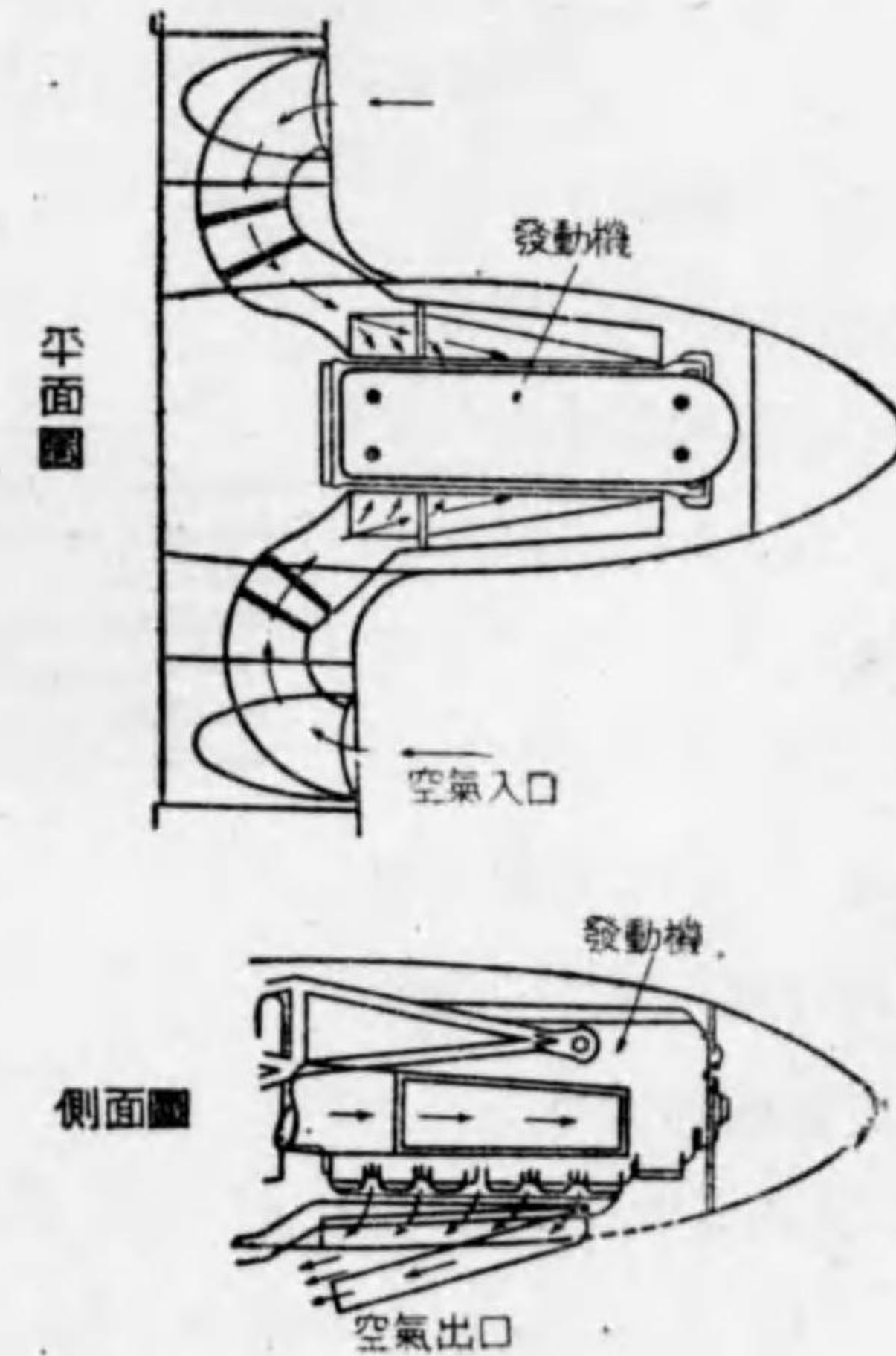
空気冷却法は、シリンダ外周の冷却鱗、導風板及び發動機覆の三つによつて行はれる。

シリンダの許容最高温度は、發動機の種類によつて多少異なつてゐるが、普通  $240^{\circ}\sim 270^{\circ}\text{C}$  位である。従つてこの温度の下に於て、シリンダが加熱される熱量と、冷却される熱量とが等しくなるやうに設計されてゐなければならない。

空冷式發動機に於ては、空気を次のやうにして取入れる。

星型發動機は、単列、複列とも正面から空気を取入れる。このため冷却効果は上るが、飛行機の抵抗は増加する。

列型發動機は、第150圖のやうに發動機自身が胴體またはナセル内に入つてゐるから、別に空気取入口を設けなければならない。



第150圖 列型空冷發動機の空気取入法

(i) 冷却鳍 (放熱片—Cooling fin)

冷却鳍は、シリンダ及びシリンダ頭と一體に作られてゐる環狀の薄片で、シリンダの加熱状況に應じて放熱面の大きさは適當に加減されてゐる。

冷却鳍からの熱は、大體第151圖のやうに發散するが、この熱の發散率は、次の各々と關係がある。

(a) 平均熱發散率は、鳍の幅によつて變化するが、10mm 以上になるとあまり變化しなくなる。

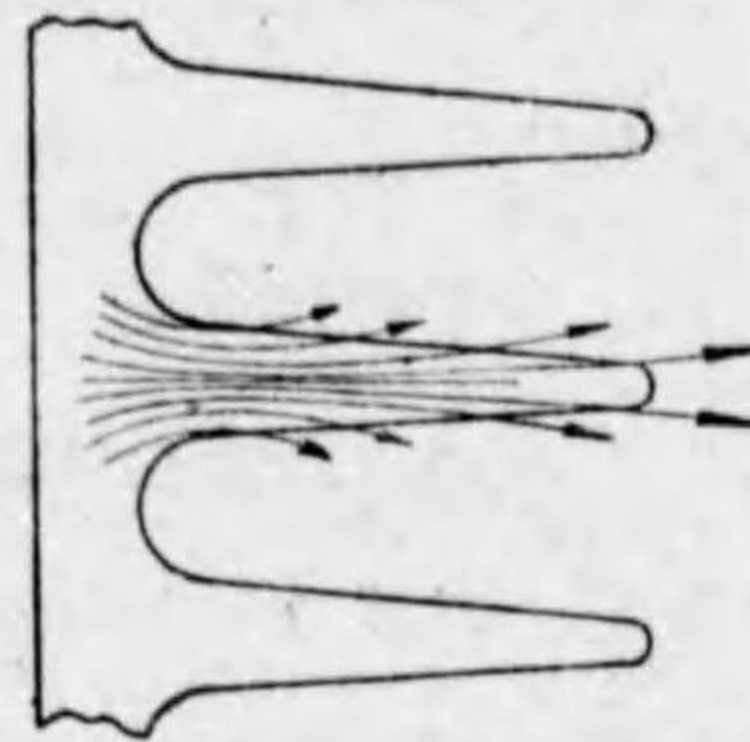
(b) 平均熱發散率は、鳍のピッチによつて變化する。ピッチが大きくなるにつれ、發散率も大きくなるが、或限度を越えると、却つて低下するやうになる。

(c) 平均熱發散率は、鳍の厚さには殆ど無關係である。

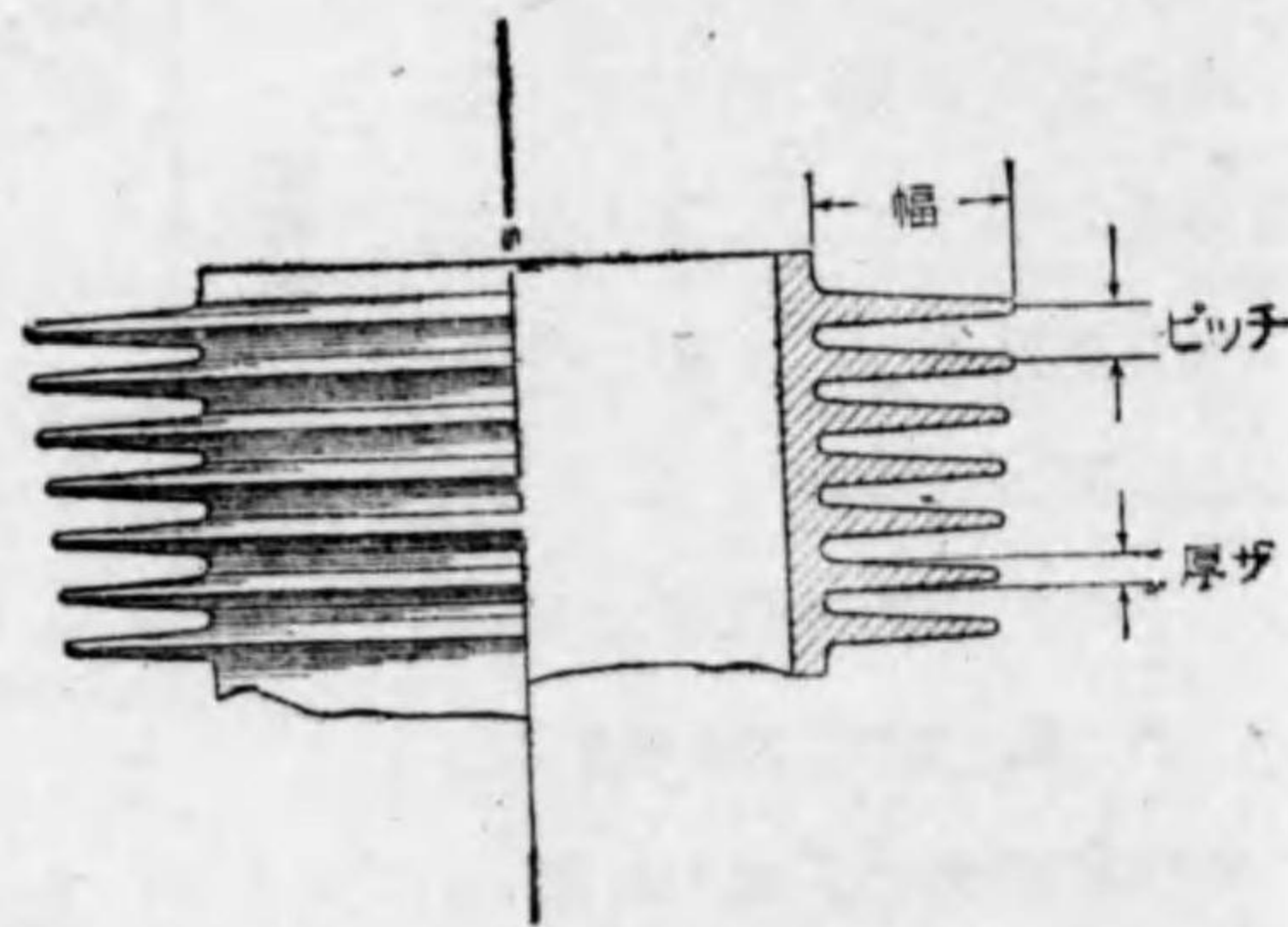
(d) 平均熱發散率は、空氣流によつて變化する。

$q$  .....平均熱發散率  $^{\circ}\text{kcal}/\text{m}^2/^{\circ}\text{C}/\text{h}$

$p$  .....ピッチ  $\text{mm}$



第151圖 冷却鳍よりの熱の發散状態



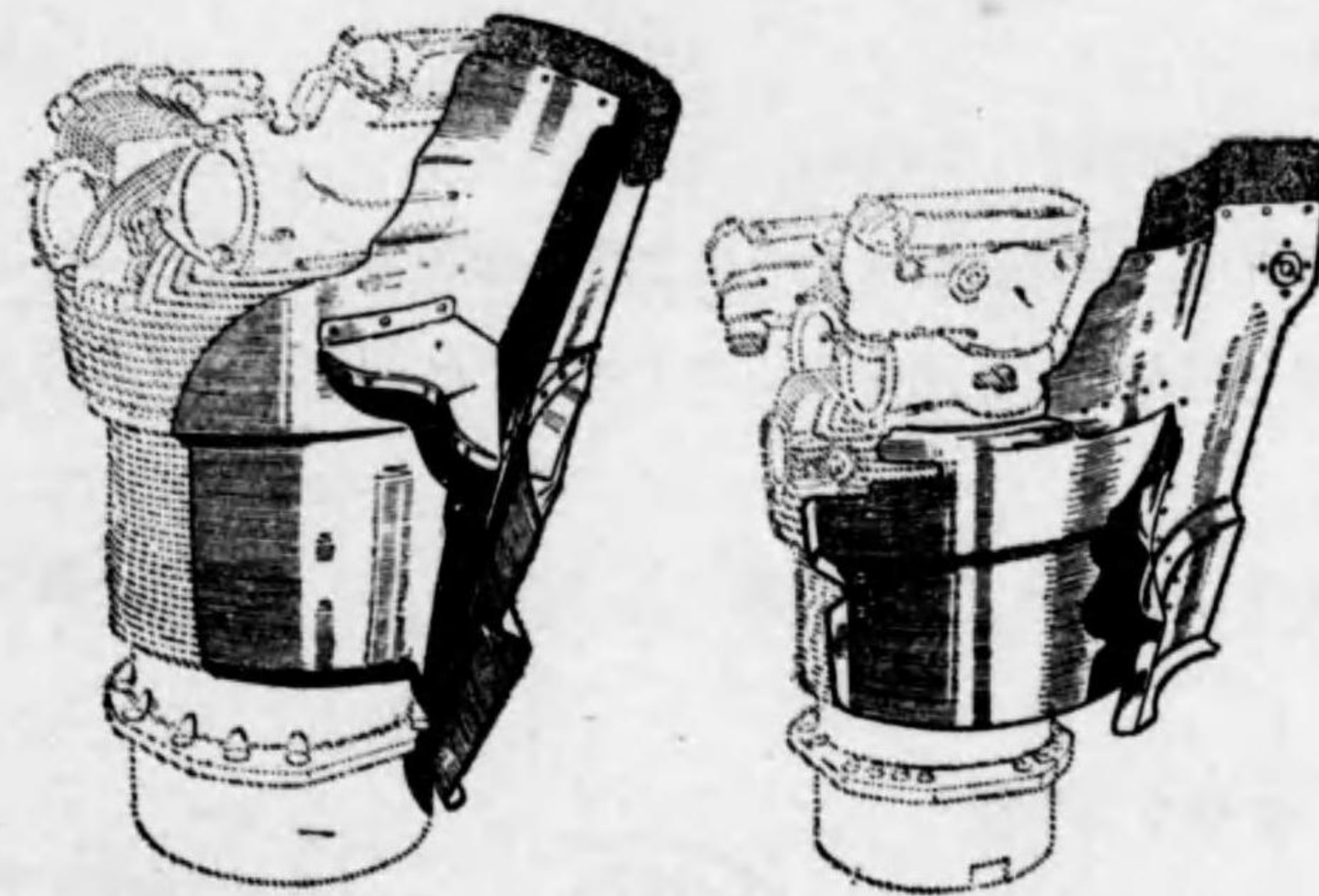
第152圖 發散率と鳍の大きさ

$V$  .....空氣速度  $\text{km}/\text{h}$

$q = p^{0.32}$ .....(13)

$q \propto V^{0.8}$ .....(14)

(ii) 導風板 (邪魔板・整流板) (Baffle plate)

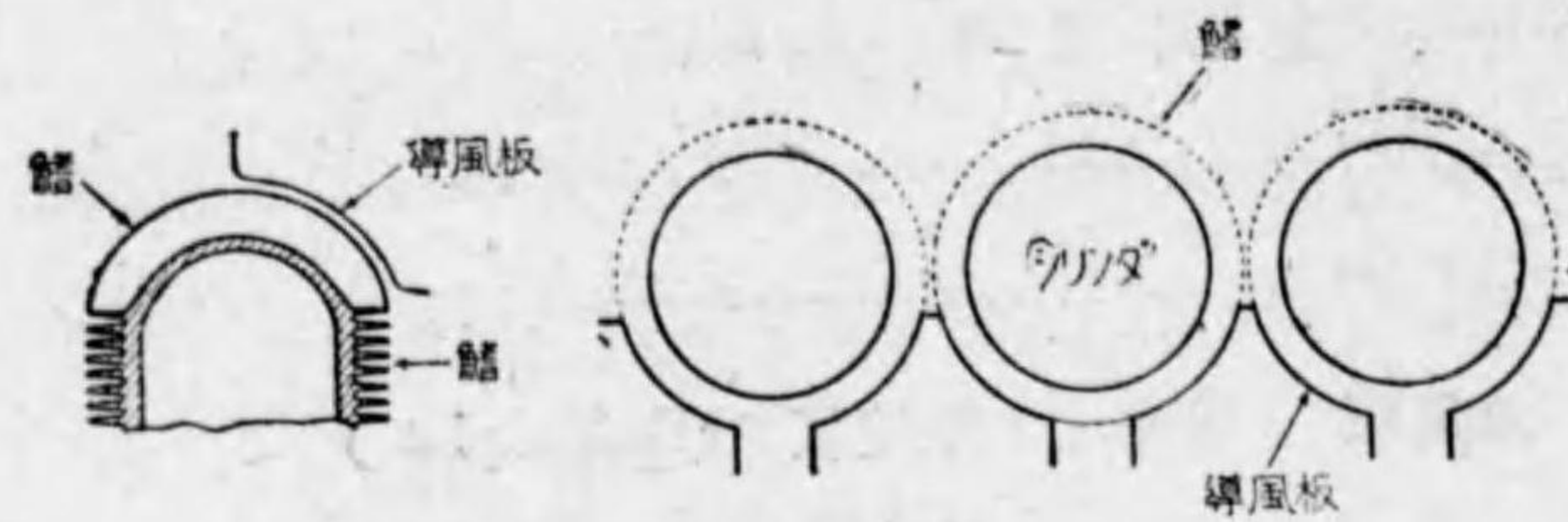


第153圖 導風板を取附けたシリンダ

導風板は、シリンダ後頭部またはシリンダの後部を取附けられた板で、發動機の前面から流入する空氣の量を制限すると同時に、シリンダの周圍を一樣に冷却するものである。

第153圖は、星型發動機に導風板の取附けられた略圖であるが、縦列型發動機に於ても、左右兩側にこれを附けることによつて、著しく冷却效率を高めることが出来る。





第154圖 導風板の位置

(iii) 發動機覆 (Cowling)

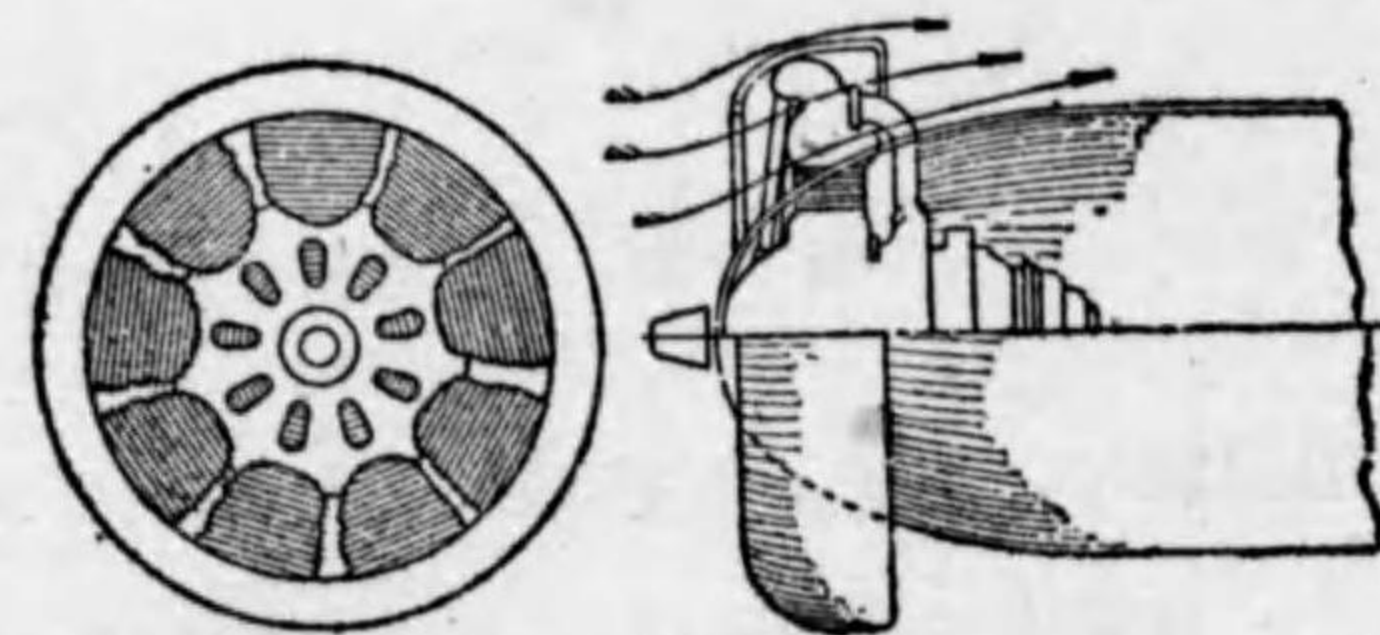
發動機覆は、星型發動機の外周を覆ふ圓筒形の板で、これによつて發動機の前面抵抗を減少させシリンダの冷却をよくすることが出来る。

發動機覆には、タウンンド覆・N.A.C.A覆・メルシエ覆等がある。

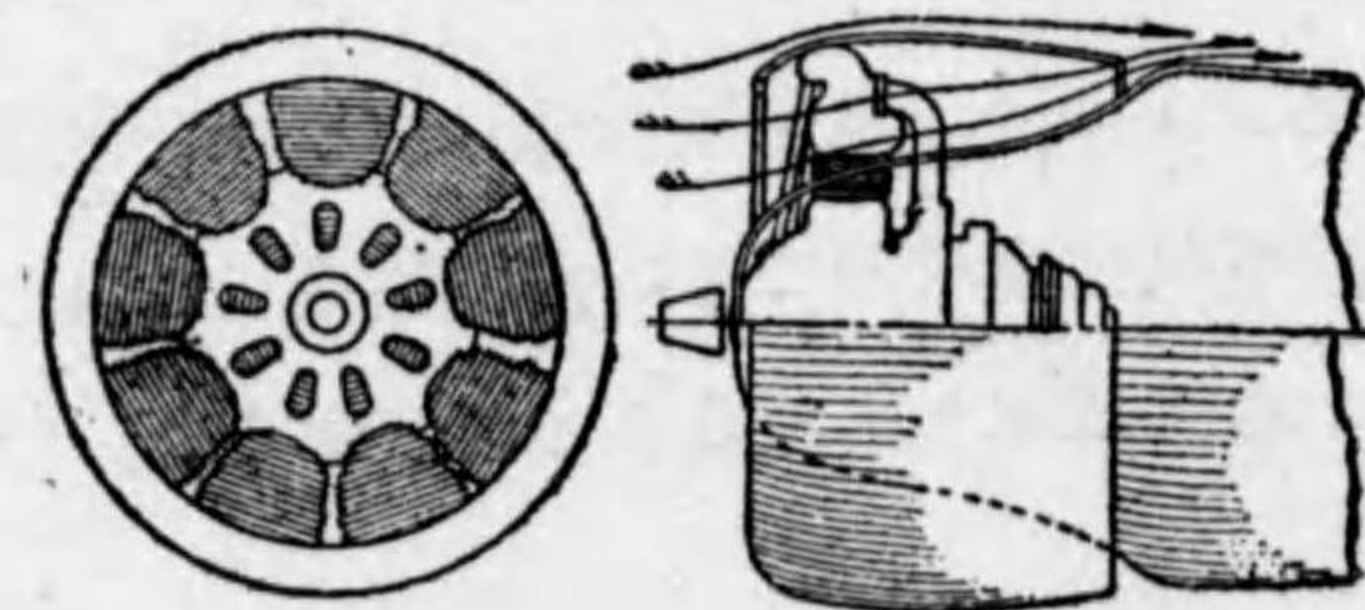
(a) タウンンド覆

タウンンド覆は、第155圖のやうに、星型發動機の外周を包む翼形の環で、空氣抵抗を減少させるものである。

この覆の空氣入口は、發動機の直徑より大であるから、氣流に對しては正の迎角をとるやうになつてゐる。



第155圖 タウンンド覆



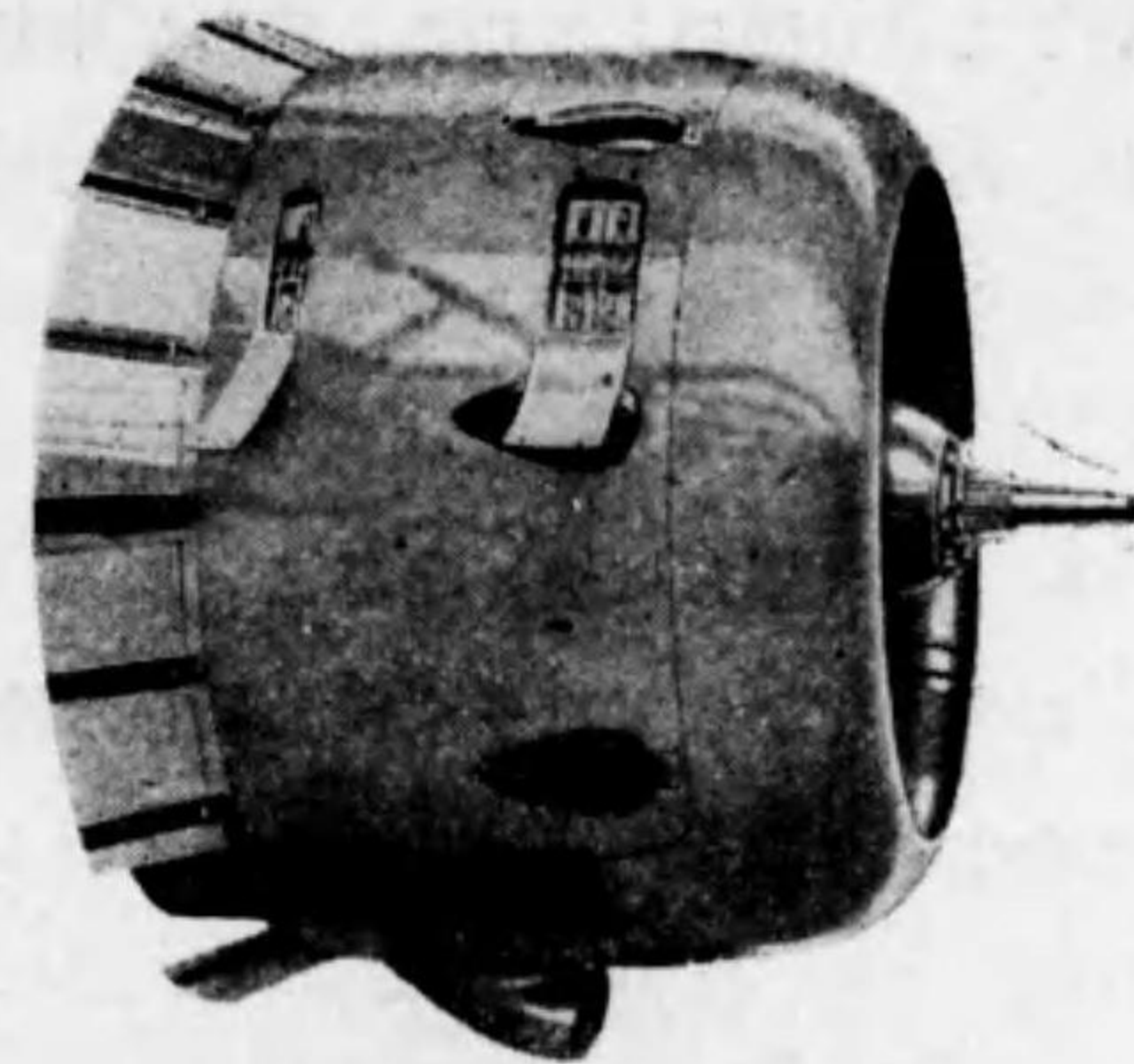
第156圖 N.A.C.A覆

(b) N.A.C.A覆

N.A.C.A覆の空氣取入口は、發動機の直徑より小さいが、翼弦の長さは、タウンンド覆より長くなつてゐる。

第156圖は、この覆を示したものである。

この覆の後部は、胴體または發動機ナセルの表面と一致してゐたり、第157圖のやうにフラップが附いてゐるものがある。フラップを附けると氣温の變化、地上運轉、離陸上昇等飛行状態や發動機の運轉状況に應じて適當に調整して冷却することが出来る。

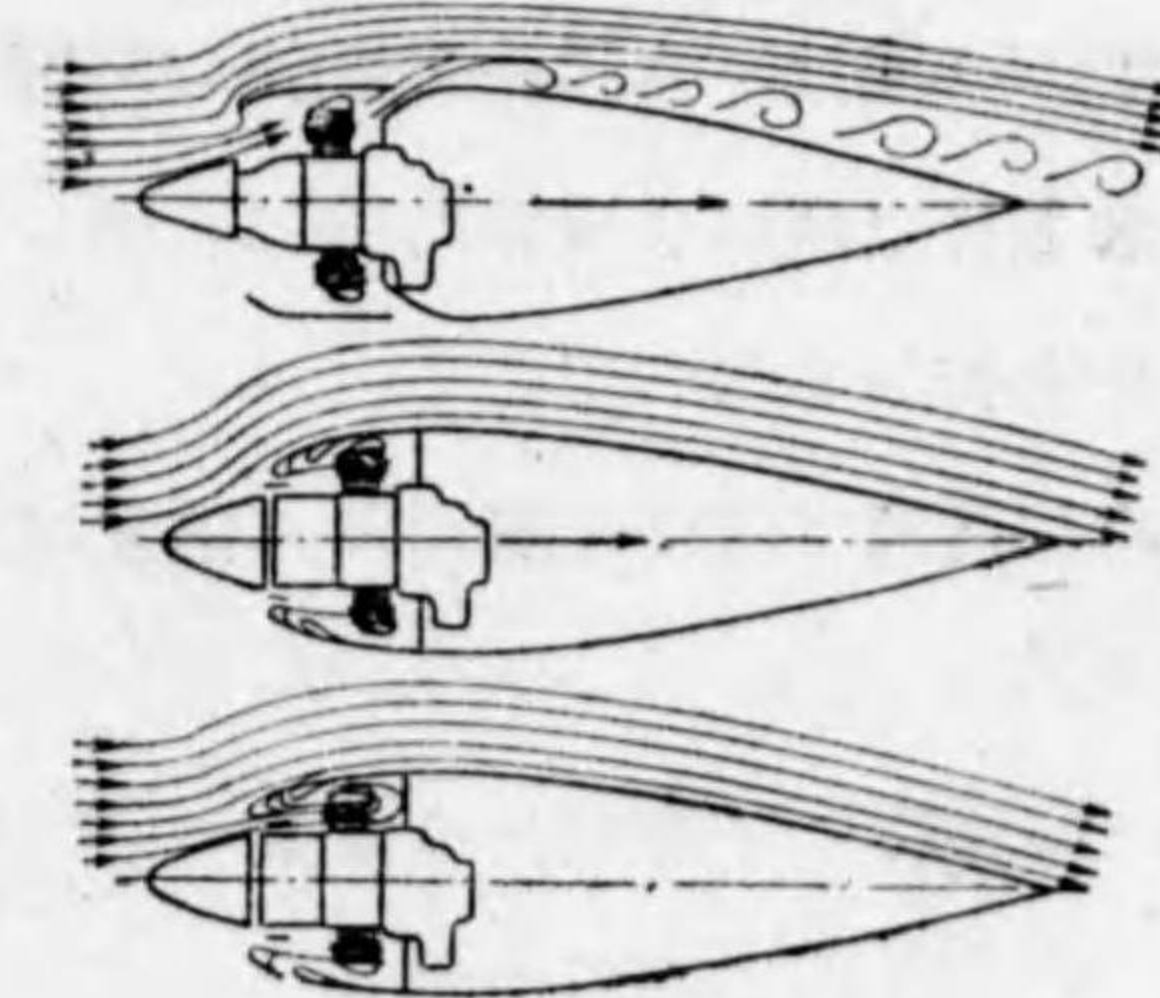
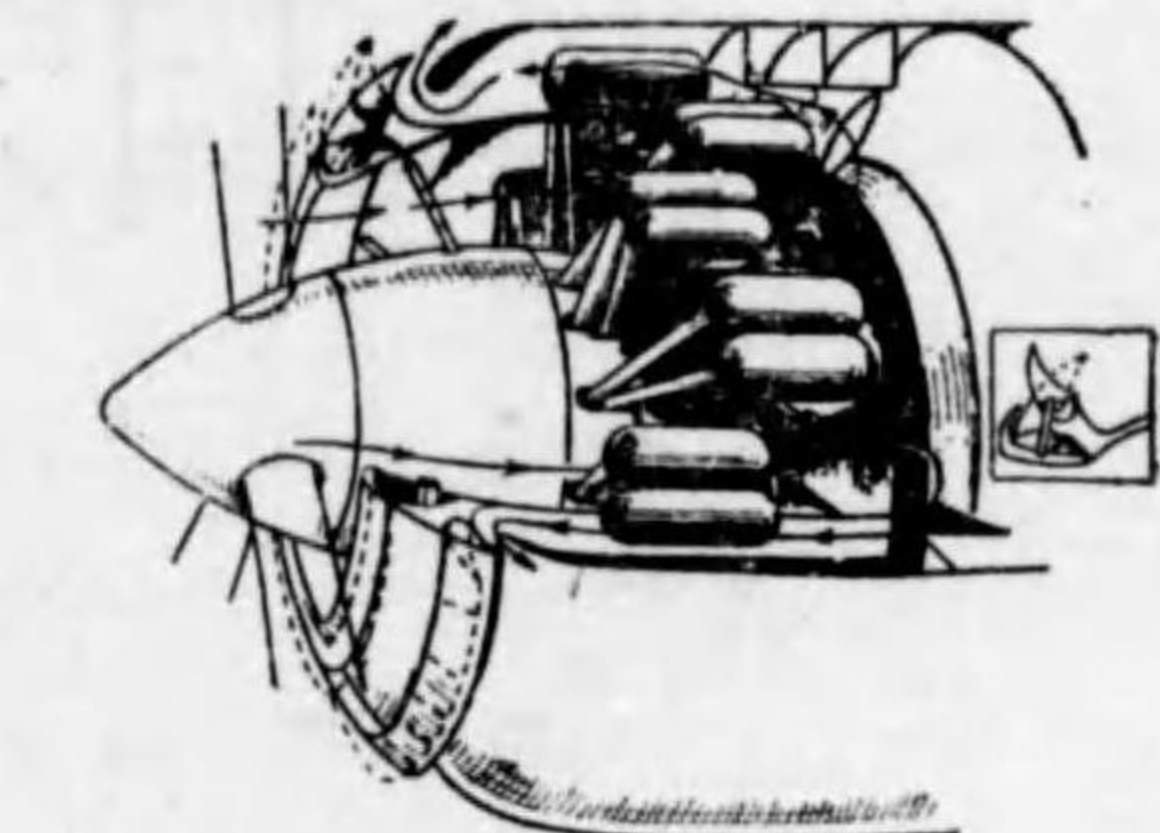


第157圖 フラップ附 N.A.C.A覆

(c) メルシエ覆

メルシエ覆は、一見 N.A.C.A覆とよく似てゐるが、第158圖のやうに、空氣の流れが異なつてゐる。

この覆の空氣出口は、覆の表面で空氣の負壓が一番大き

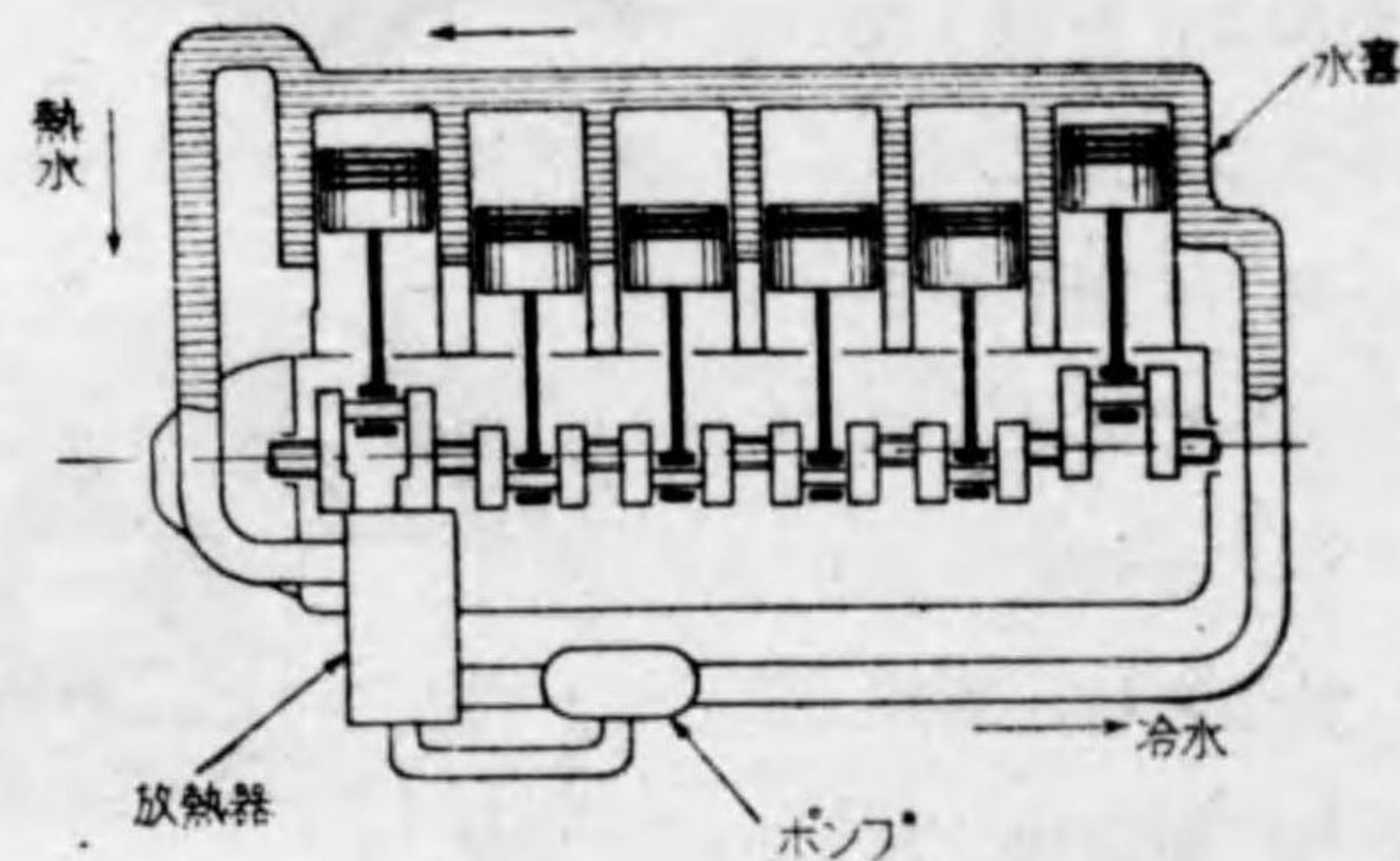


第158圖 メルシエ覆

いところに開口してゐる。従つて冷却空気は、シリンダを流通した後、再び逆行してシリンダ頭を冷却し、細い出口から大氣中に放出するやうになつてゐる。

4. 水（または液）冷却法

シリンダを水で冷やす發動機を水冷式發動機といひ、その他の液で冷やすものを、液冷式發動機といふ。



第159圖 水冷却法

第159圖は、水冷式發動機の略圖である。

水または液による冷却法は、圖に示す通り水套、放熱器、ポンプ及び水管からなつてゐる。

冷却装置によつて奪はれる熱量は、大體次の式で求めることが出来る。

$H$ .....	奪はれる熱量	$Kcal/h$
$W$ .....	燃料消費量	$Kg/HP/h$
$N$ .....	出力	$HP$

$h$ ..... 燃料の低發熱量

$$H = (0.26 \sim 0.28) W N h \dots\dots\dots (15)$$

$\bar{Q}$ ..... 循環する水量  $lit$

$dt$ ..... 上昇した温度  $^{\circ}C$

$$Q = \frac{H}{dt} \dots\dots\dots (16)$$

この式によつて、循環させる水の量を計算することが出来る。

(i) 空冷式と水冷式の比較

空冷式では、冷却水、放熱器、ポンプ等がいないから構造が簡單であり重量も軽くなる。

然し星型のやうな場合は、發動機の大部分を露出させなければならぬので、前面に於ける空氣の抵抗が大きく、従つて飛行機の性能を落すことになる。

水冷式（液冷式も同様）では、發動機を流線形の胴體內に入れることが出来るから、空氣の抵抗を少なくすることが出来、また冷却が完全に行はれるから、燃料や滑油の消費量を減少させることが出来る。

然し水が漏つたり、寒氣のため凍結したり、暑氣のため水溫が高まる等の缺點がある。

(ii) 放熱器 (Radiator)

水套を循環して來た水は、 $100^{\circ}C$  近く熱せられて來る。放熱器はこの熱水を冷やすもので、その作用は第160圖に示すやうにして行はれる。

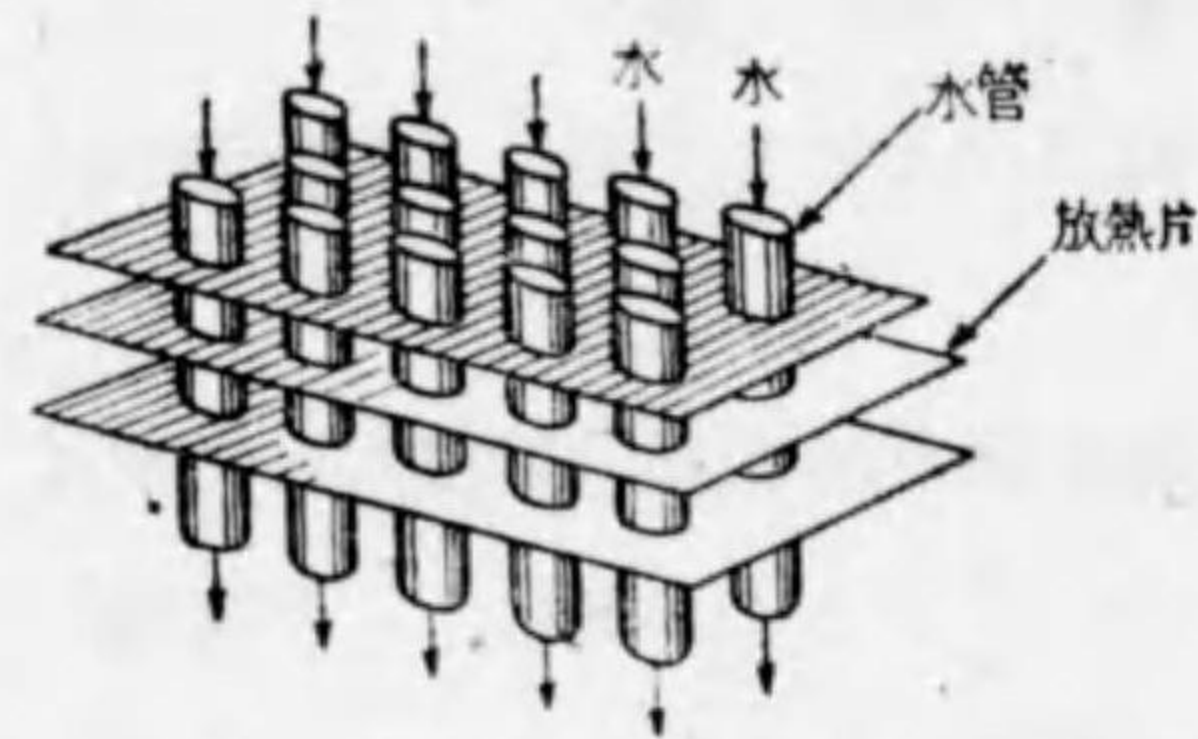
熱水はこの細管を流下する間に、空氣で冷やされるのである。

熱水の通る細管をコア (Core) といふ。

コアは放熱面を大きくするために、色々な形に作られてゐる。

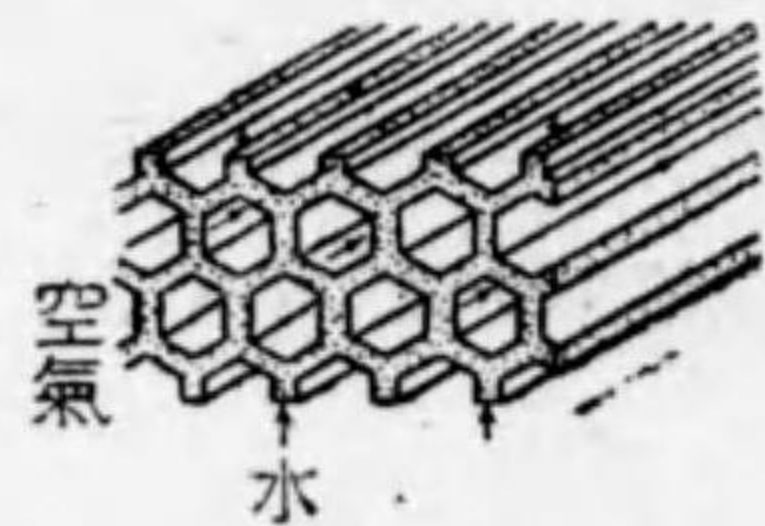
(a) 水管型コア

第161圖は、水管型コアを示す。放熱片は黄銅製の薄板でこれに孔を開けて、水管を通しハンダ附したものである。

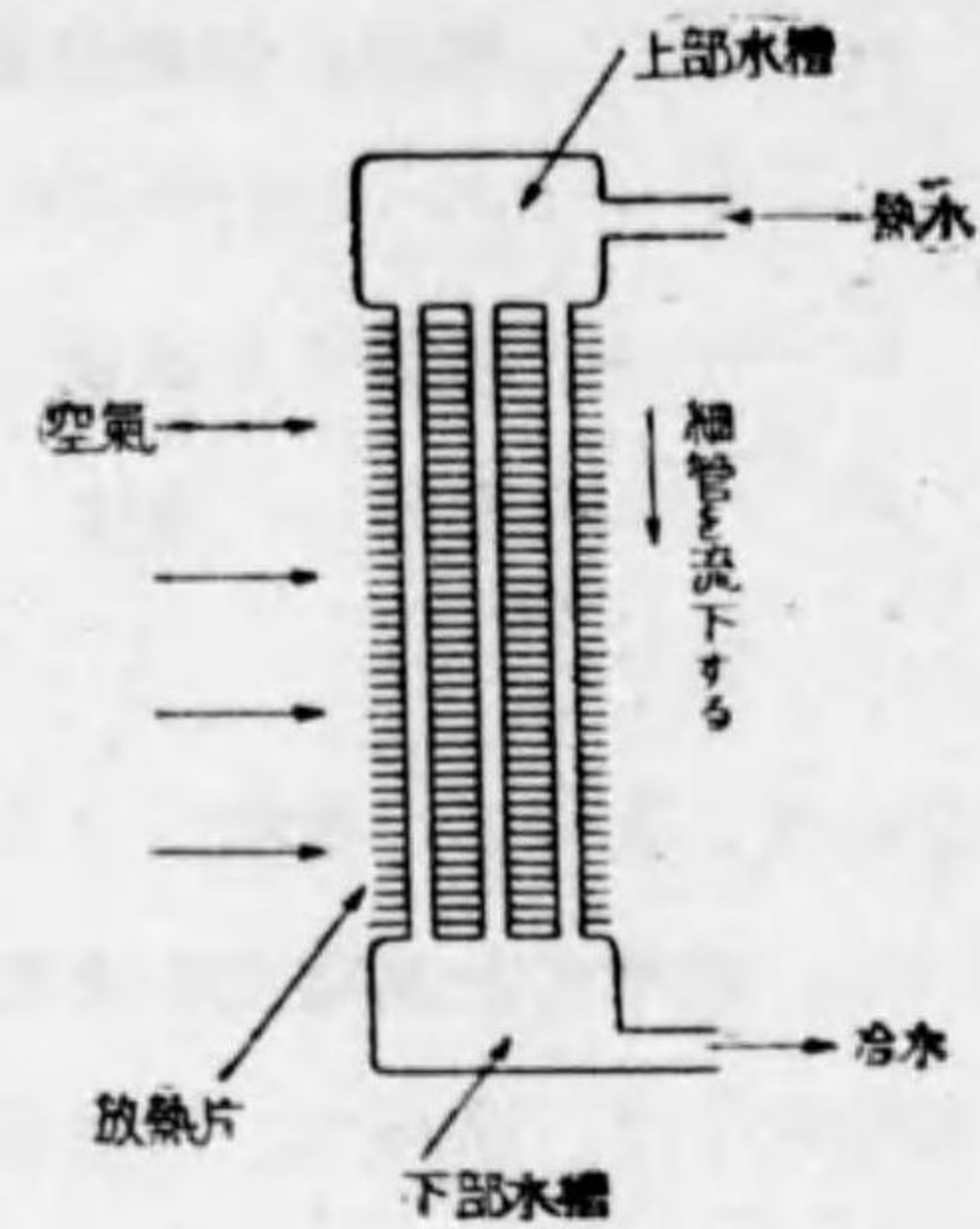


第161圖 水管型コア

この形は丸、六角、四角、扁平六角形等で、水はこの管と管との間を通る。



第162圖 空気管型コア



第160圖 放熱器の作用

(b) 空気管型コア

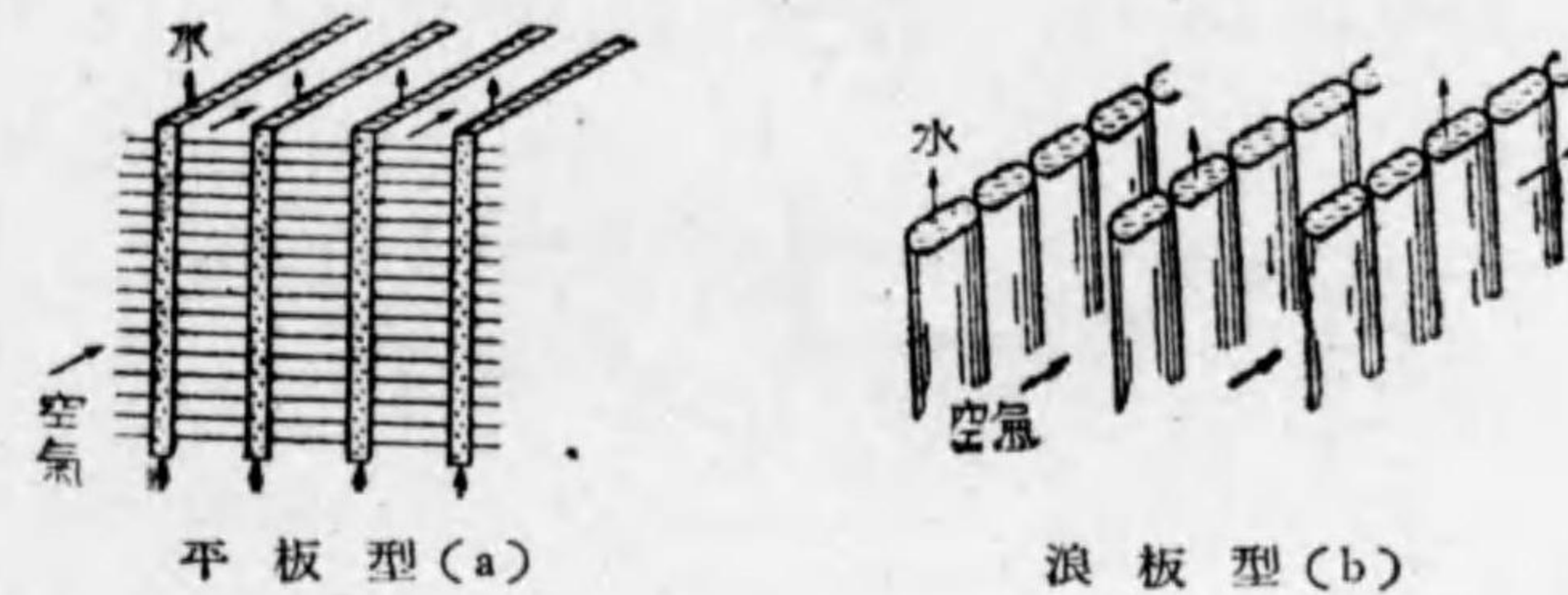
冷却空気の通路が、管状をしたもので黄銅または銅管で出来てゐる。



第163圖 空気管型コア

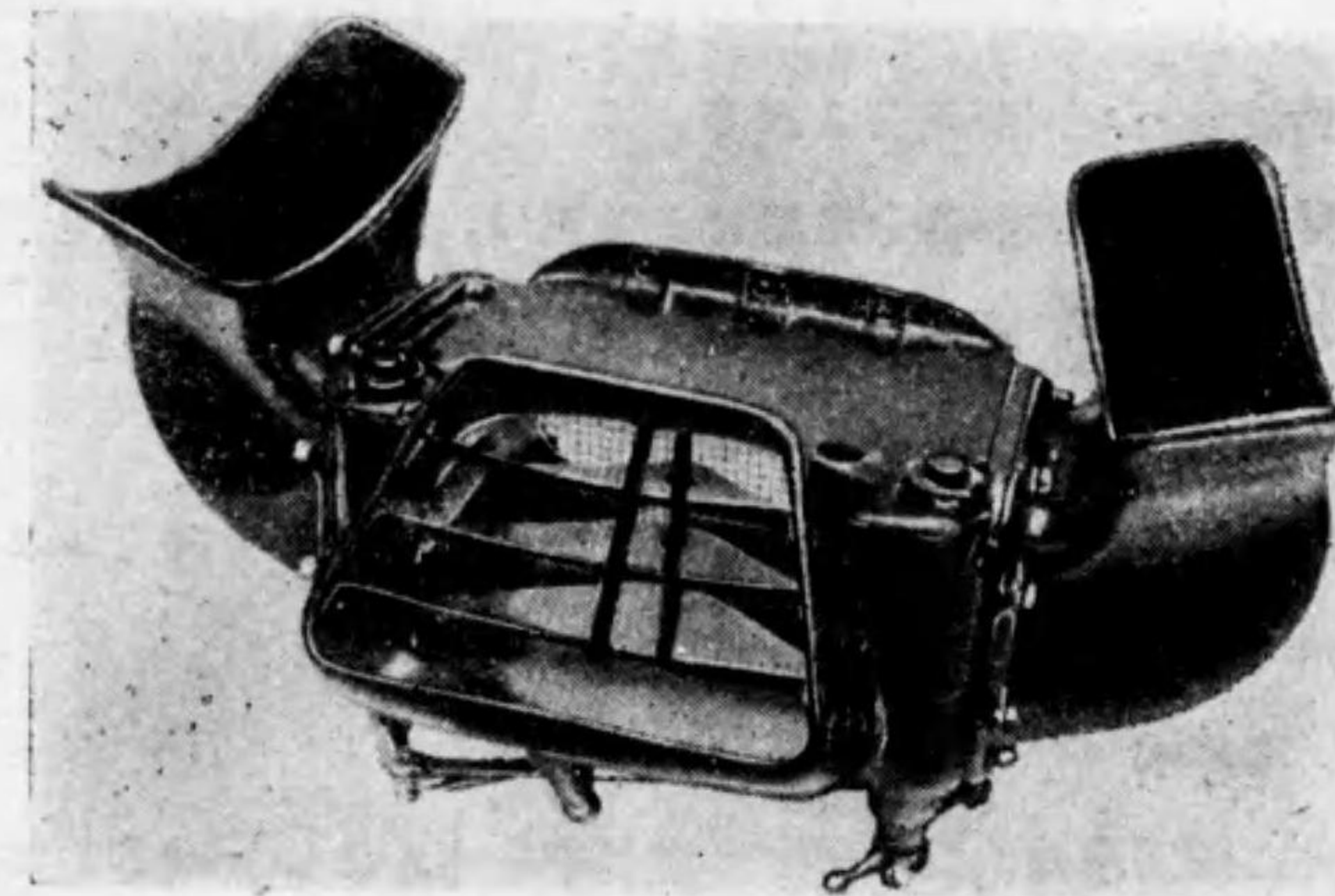
(c) 板型コア

管の代りに、平板や浪板を並べたもので、その間を水が通るやうになつてゐる。浪板型の變形したものに圖のやうな並列多管板型がある。

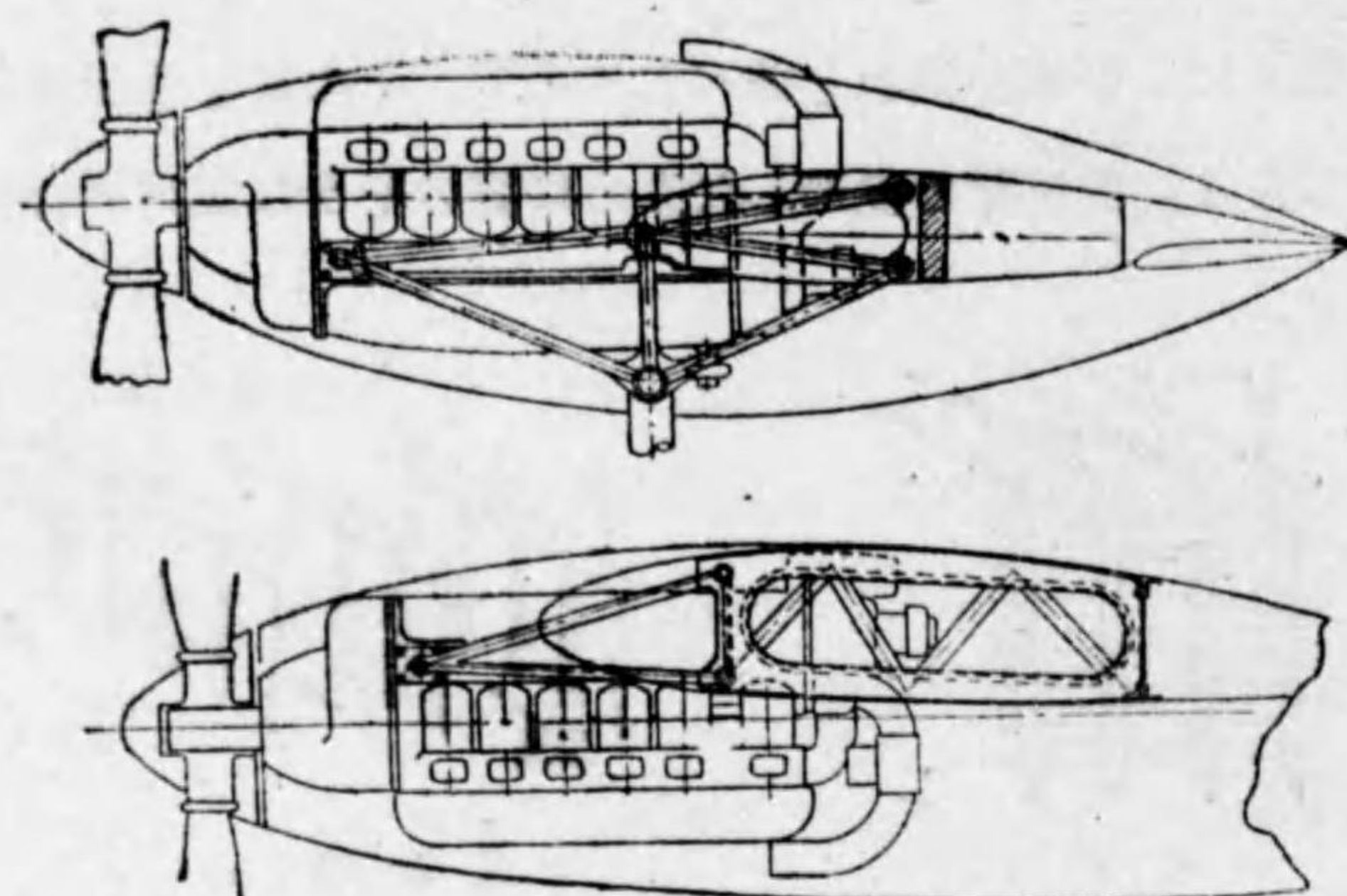


第164圖 板型コア

放熱器の構成 放熱器の主體は、コアであるが、その上下には流入口と流出口があり、全體を外枠 (Shell) で纏めてゐる。



第165圖 空氣取入口



第166圖 水冷發動機の装備

放熱器は、壓力や震動によく耐へ使用中變形しないやうにしなければならぬ。また高温冷却用のものには、カドミウムハンダのやうに耐熱性のハンダが用ひられる。

**放熱器の装備** 放熱器を取付ける位置は、よく空氣に當るころがよいのであるが、そのため抵抗が増してはいけないので、多くは機體内に装備し別に空氣取入口を取付ける。

取入れられた空氣は、放熱器を通り一部は過給機を経てシリンダ内に吸入せられる。

### (iii) 冷却水

水冷式に使ふ冷却水は、硬度8度以下の水がよい。硬度の高い水を使ふと、湯垢が附着して冷却効果が著しく下ることになる。もし止

むを得ず使用する場合は、曹達カルシウムまたは曹達結晶等を混入し軟くして用ひる。

冷却水套の腐蝕を防ぐには、冷却水に防腐油や防蝕剤を入れる。

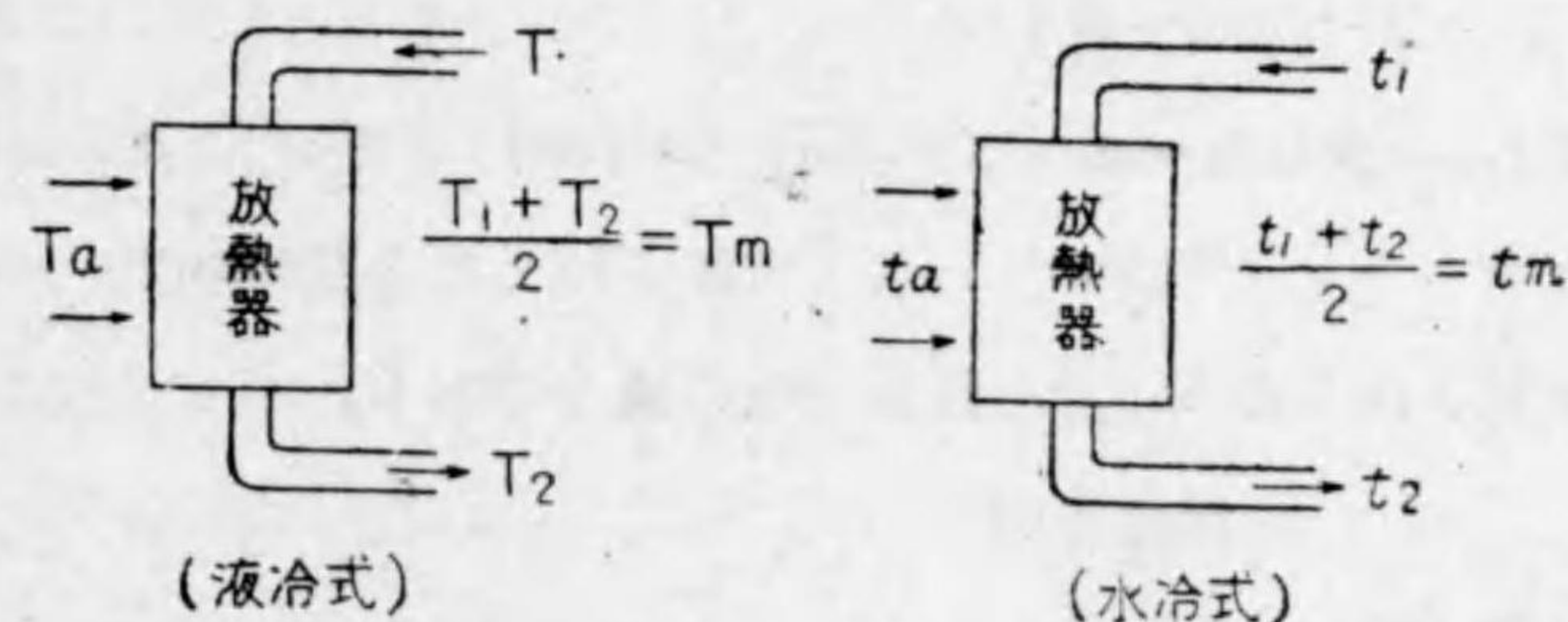
冬期酷寒のときには、水が凍結して水管等に龜裂を生ぜさせることがある。このやうな憂のある場合には、豫め排水栓を開いて水を全部抜去るか、水に不凍剤を入れておくことよ。

下記の混合液は、 $-15^{\circ}\text{C}$ 迄凍結しない(容量比)。

- |     |           |     |   |     |
|-----|-----------|-----|---|-----|
| (a) | エチレングリコール | 30% | 水 | 70% |
| (b) | グリセリン     | 36% | 水 | 64% |
| (c) | アルコール     | 25% | 水 | 75% |

### (iv) 高温液冷却法

冷却水の代りに、水よりも沸騰點の高い液體を使ふと、放熱器の作用温度を高めることが出来、従つて同一放熱量に於ては、放熱器の大きさを減らすことが出来る。



第167圖 放熱量の比較

第167圖に於て、 $T_m$ は冷却液の平均温度、 $t_m$ は冷却水の平均温度、 $T_a$ 、 $t_a$ をそれぞれ外氣の温度とする。一般に  $T_m > t_m$  であ

るから、 $T_m - T_a$  は  $t_m - t_a$  より大となる。

冷却液は、次の性質を有してゐなければならない。

- (a) 沸騰点が高いこと
- (b) 高温状態が長く続いて化学的に安定であること
- (c) 低温に於て粘度が小であること
- (d) 凍結温度が低いこと
- (e) 比熱が大であること
- (f) 傳熱面によく濡れること
- (g) 金属やゴム等を腐蝕させないこと
- (h) 無害であること

以上の諸性質を悉く満足するやうな液體はないが、比較的良好なものは次の通りである。

- (a) グリセリン
- (b) エチレン グリコール
- (c) プロピレン グリコール

**エチレン グリコール** ( $\text{CH}_2\text{OH} \cdot \text{CH}_2\text{OH}$ ) エチレン グリコールは、プレストン (Preston) の名で市販されてゐる冷却液で、一般に廣く使用されてゐる。その性質は次の通りである。

色	無色透明
吸 濕 性	大
比 重	1.0522 (100°Cで)    1.0206 (140°Cで)
凝 固 点	-55°C (水20%を含むとき)
沸 騰 点	140°C (760 mmHg 地上, 水10%を含むとき)

蒸 發 潜 熱    235.5 cal/gr (130.6°C のとき)  
210.3 cal/gr (188.4°C のとき)

比 熱        0.00125t + 0.55

粘 度        常温では水より大であるが、高温では水に近づいて来る。

**液冷式の放熱器** 水冷式の放熱器の 30~50% の大きさでよい。コアの接着は、前述のやうにカドミウム ハンダ等を用ひる。普通の半田 (錫鉛合金) の熔融温度は 180°C で、140°C 位から軟化するから、液冷式にこれを用ひると液が漏洩する虞がある。

カドミウム鉛合金 (Cd 8.6% Pb 80% Zn 1.4%) は、熔融温度が 240°C であつて、140°C 位で使用しても差支がない。

#### (v) 高圧冷却法

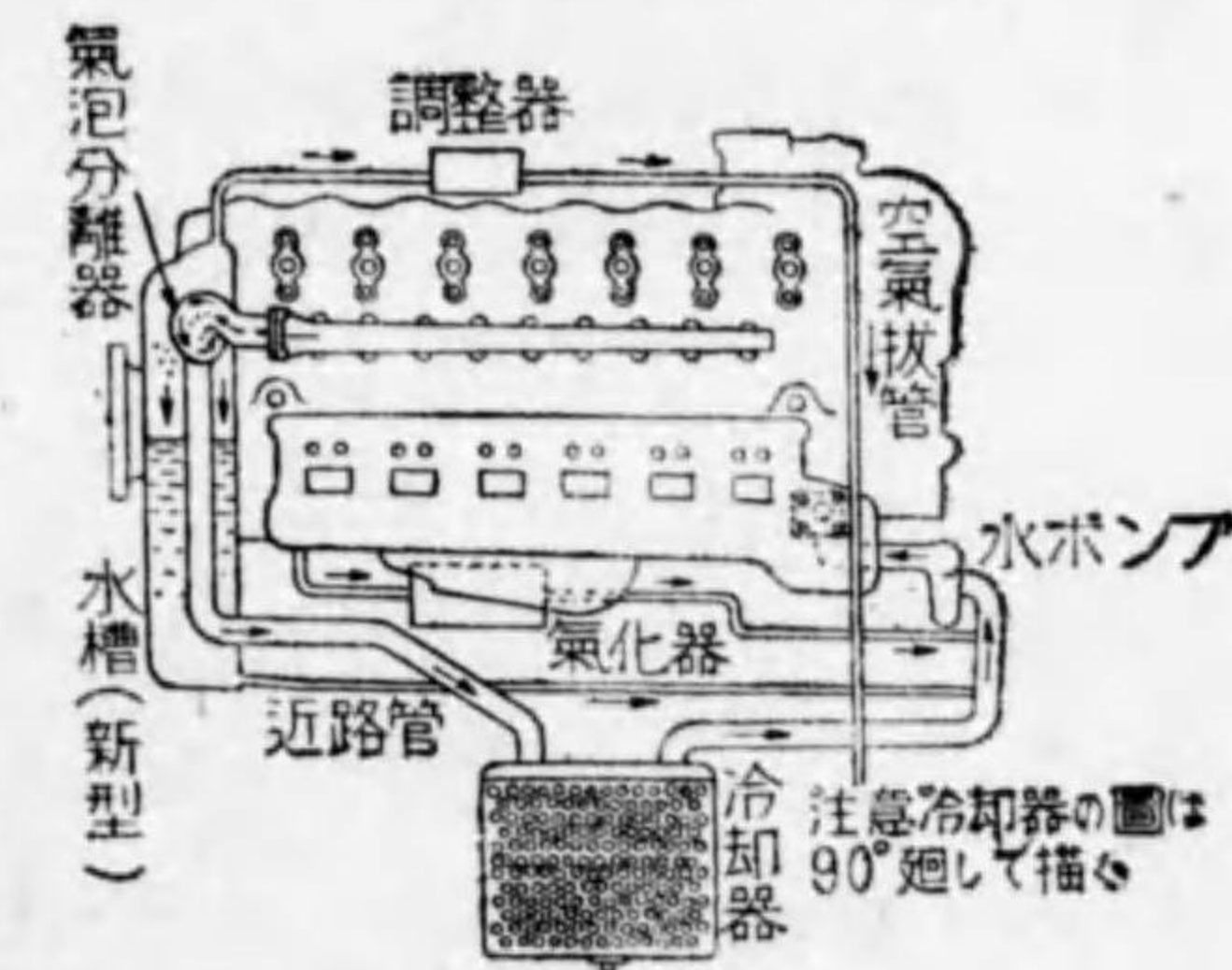
高圧冷却法は水冷式の種類で、水の循環系統に壓力を加へ、水の沸騰点を高める方法である。

高圧冷却法には、次の 3 方法がある。

(a) 加減弁を使用して大氣壓より 0.3~0.4 kg/cm<sup>2</sup> だけ加壓する方法

(b) 高度に拘らず壓力を常に 1.2~1.5 kg/cm<sup>2</sup> にしておく方法

(c) 2~3 氣壓の高壓にする法



第168圖 高圧冷却法

第168圖は、上記(a)の方法による水の循環系統を示したもので、高度により水温は次のやうに變化する。

第 10 表

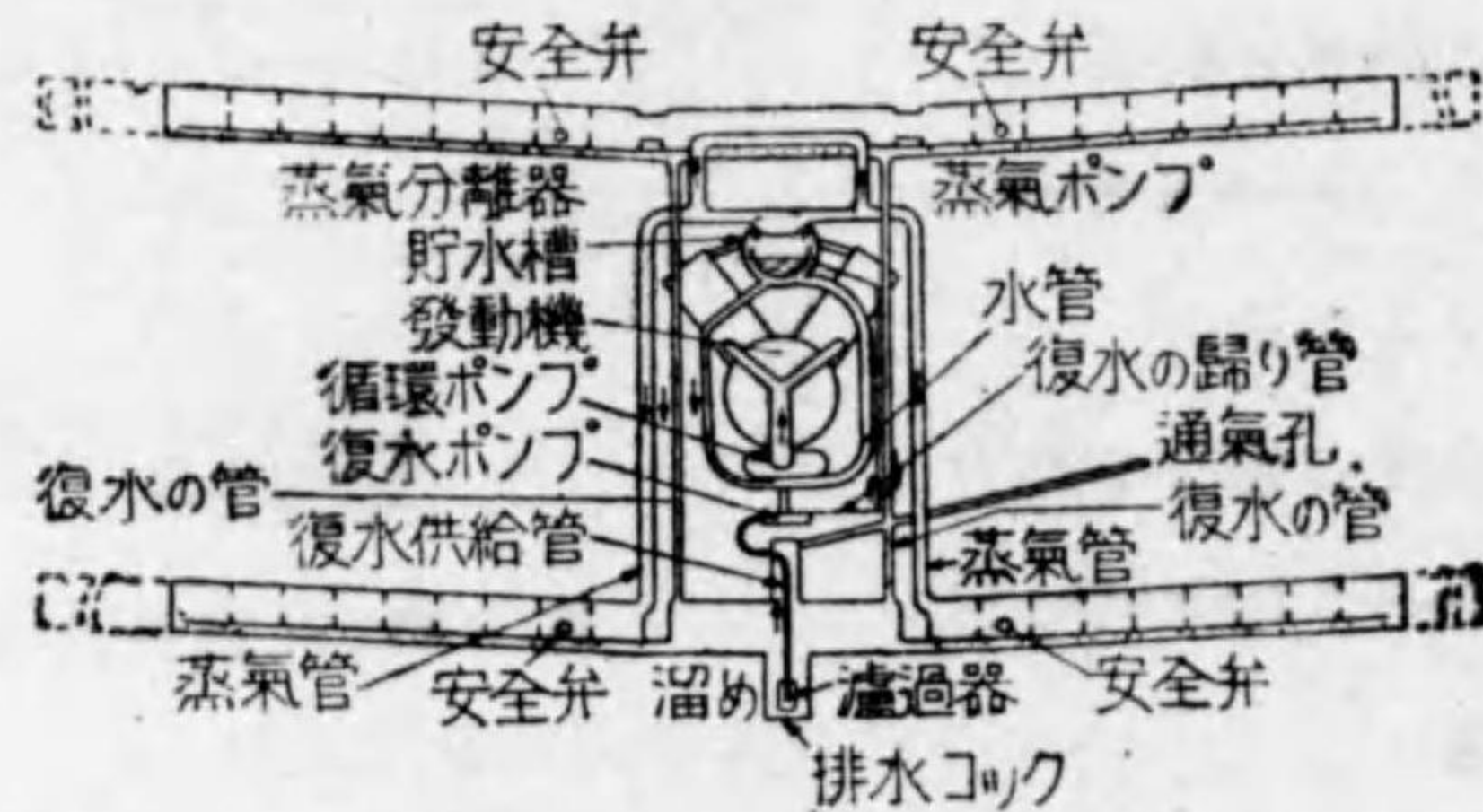
高 度(m)		地 上	2,000	4,000	6,000	8,000	10,000
最 高 水 温 °C	普通(開放)型	85	79	73	67	61	54
	0.3~0.4 kg/cm <sup>2</sup> 加 壓 型	95	95	91	86	80	75

(vi) 蒸氣冷却法

蒸氣冷却法も水冷式の種類で、冷却水の一部を水套内で蒸發させ、これを冷却器に導いて復水し、循環させる方法である。

これによると、次のやうな特長がある。

- (a) 最高水温を沸騰點にすることが出来る。
- (b) 放熱器(冷却器)を多少小さくすることが出来る。
- (c) 冷却水量を少くすることが出来る。
- (d) 離陸上昇時等放熱量の多いときは、過剰蒸氣を一時蒸氣貯蓄槽に入れておき後徐々に冷却することが出来る。

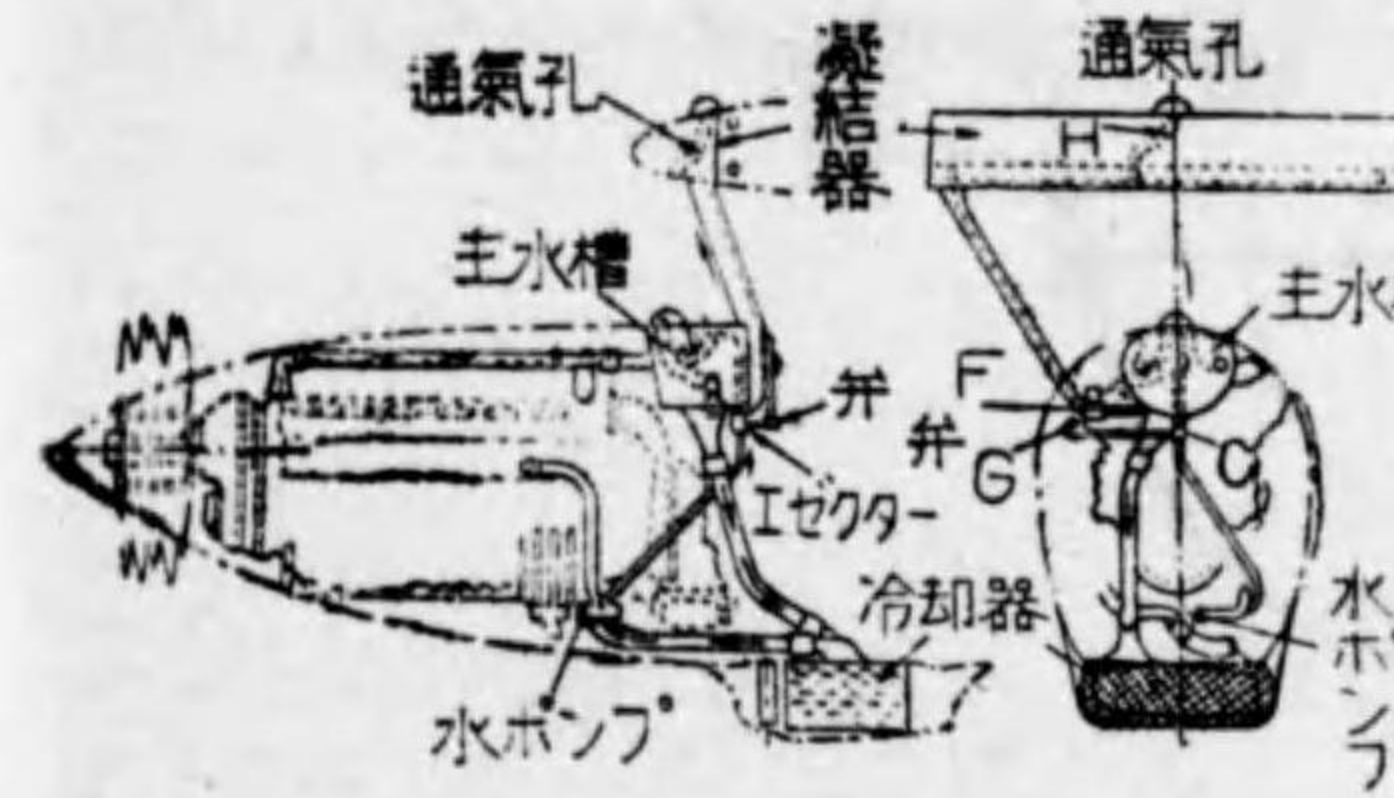


第169圖 蒸氣冷却法

第169圖は、蒸氣冷却法による水の循環系統を示したものである。これによると普通的水冷式に必要な装置の他に、氣水分離器、復水ポンプ、安全弁、復水管等が必要となり、構造が複雑となる缺點がある。

(vii) 複合冷却法

複合冷却法は、水冷却法と蒸氣冷却法を併用したもので、冷却水の最高温度が 105°C となるやうに加壓したものである。



第170圖 複合冷却法

水套を出た水は、主水槽から放熱器に入り、水ポンプによつて再び水套に送られて来る。

この循環の途中で發生した蒸氣は、第170圖のやうに上方の凝結器に導かれて復水し、エゼクターを通つて循環水系に合流するものである。

(viii) 冷却液ポンプ

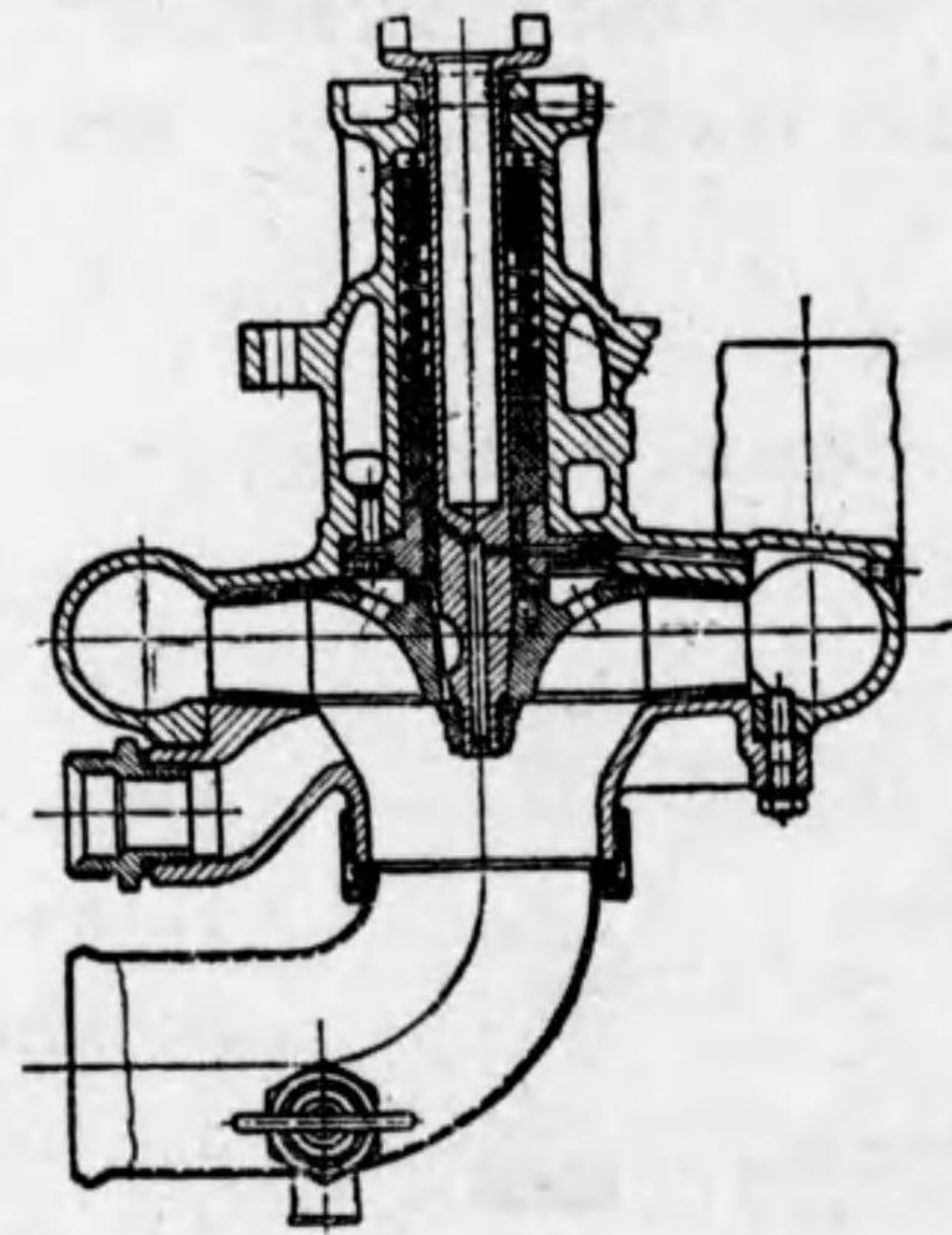
水または冷却液を循環させるポンプを、冷却液ポンプといふ。

冷却液ポンプは、遠心式のものが多く用ひられてゐる。

ポンプの翼車軸の回転數は、クランク軸の1~1.5倍位が普通で、これによつて循環する水量は、0.5~0.7 U/HP/mm 位である。

このポンプは、普通の遠心式ポンプよりやゝ壓力が大である。またエチレングリコール等を用ひてゐるときは、適當なバックリングを

してその漏洩を防いでゐる。



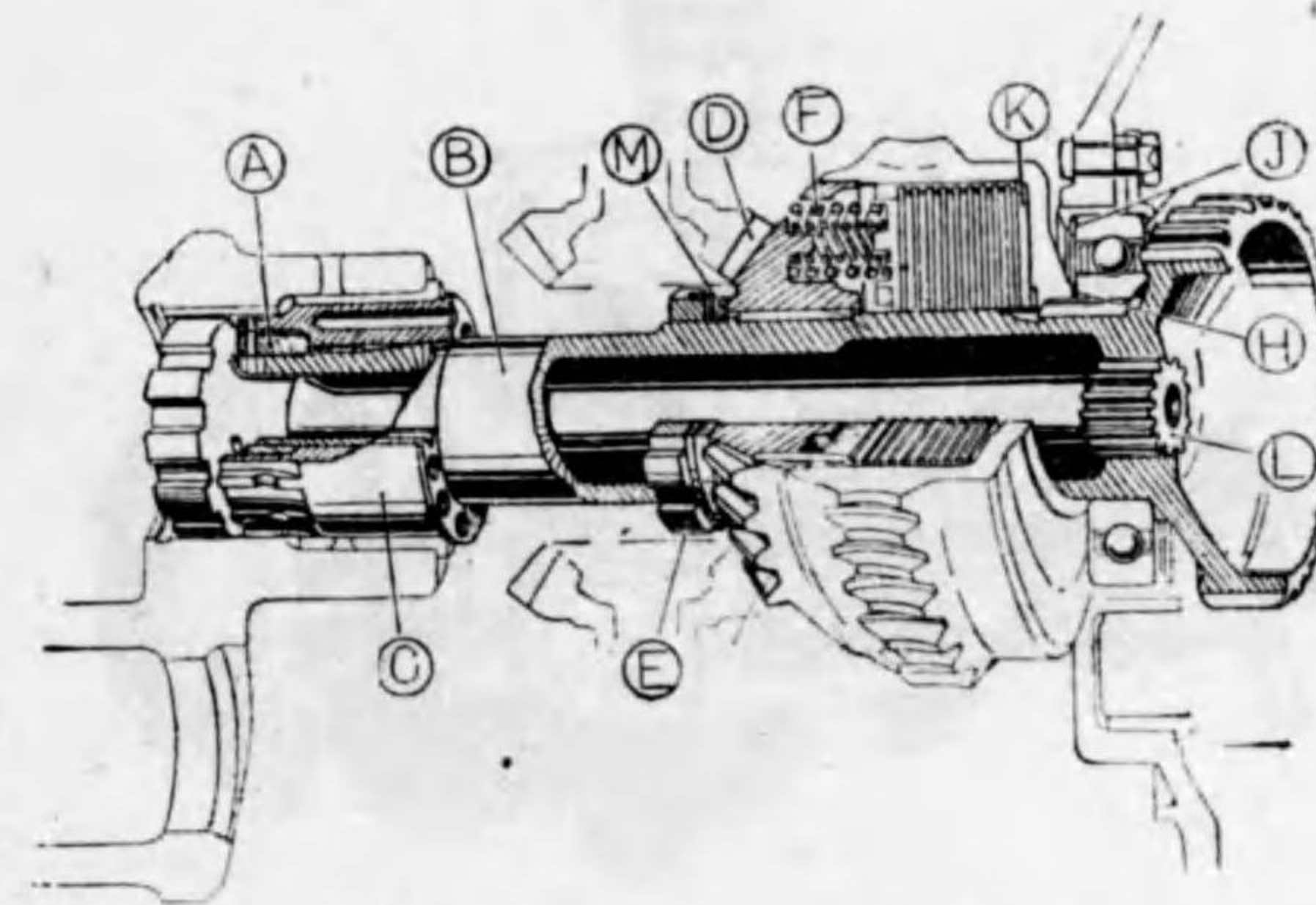
第171圖 冷却液ポンプ

## 第8章 始動装置

小型陸上機等の發動機は、プロペラを手で廻して始動するものもあるが、大型機や水上機等に於ては、發動機は始動装置を用ひて始動する。

### 1. 始動装置の種類

發動機の始動装置には、次のやうな種類がある。



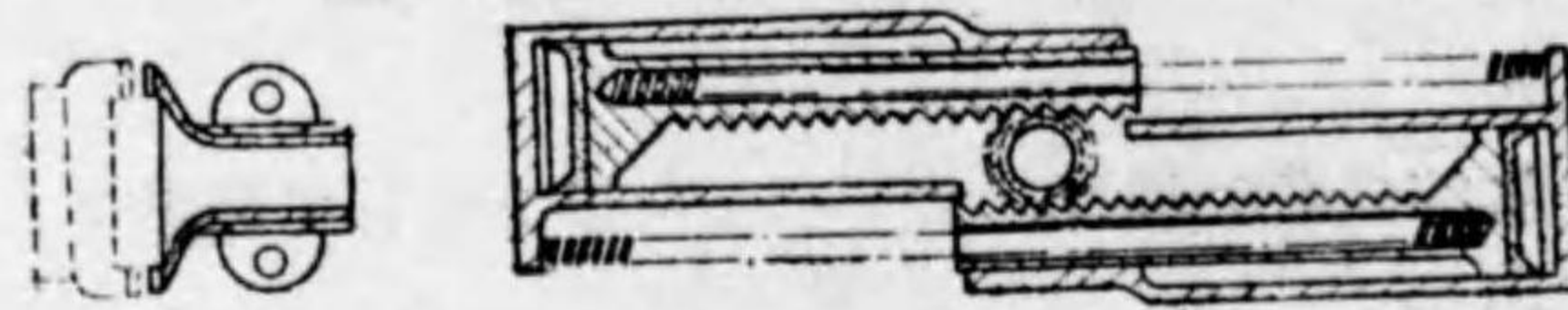
第172圖 齒車式始動装置

B 外側軸	F バネ
C 溝付軸受	J 球軸受
D 傘齒車	K クラッチ
E 締付けネジ	L 内側スプライン軸

#### (a) 齒車を介して手動する装置

これは第172圖及び第173圖のやうな齒車仕掛を使ふのである

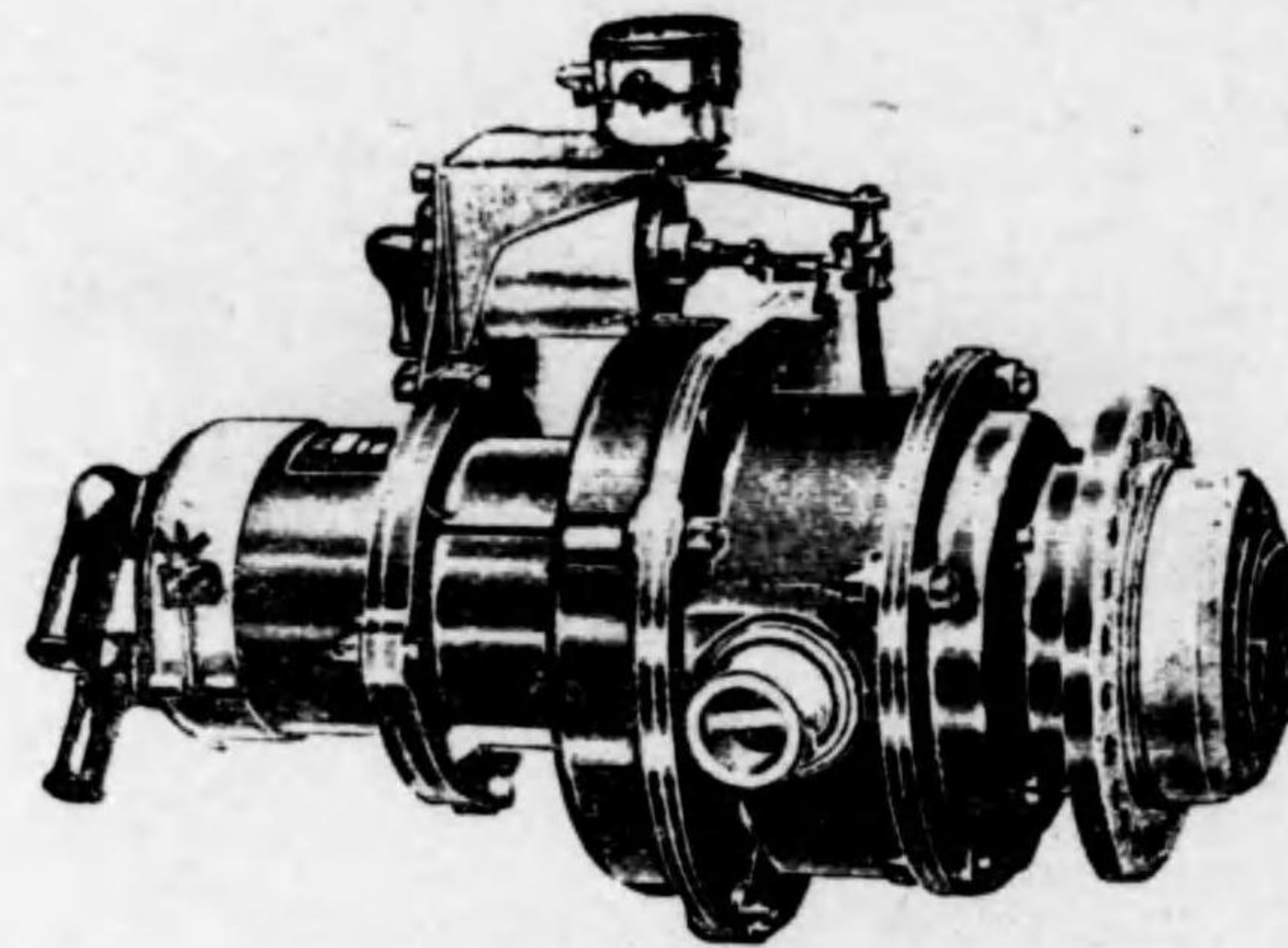
が、現在は餘り用ひられてゐない。



第173圖 油壓齒車式始動装置

### (b) 慣性始動装置によるもの

これは第174圖のやうな構造のもので、この中にある“ハズミ車”(Fly wheel)を高速度で回轉させ、これによつて蓄積された勢



第174圖 電動式慣性始動機

力を以て發動機のクランク軸を回轉させるものである。ハズミ車の回轉は、手動ハンドルによるものと、圖のやうに電動機によるものがある。

### (c) 壓縮空氣または爆發性ガスによるもの

壓縮空氣を容器から分配器や不還弁を経て、シリンダに送り込む

ものである。壓縮空氣は10氣壓位に減壓され、壓縮行程の終りにあるシリンダにガンリンと共に噴射させるやうに仕掛けられてゐる。

空氣は豫め高壓にしたものを空氣壘に貯へておくか、(B・A 始動装置)、發動機に取附けてある壓縮機で貯へるか、(ヘイウッド始動装置)、獨立した發動機でポンプを動かし空氣を壓縮槽に貯へる(ガレリー始動装置)のである。

爆發性ガスを使用する方法は不確實で、失敗が多かつたので、餘り用ひられなかつた。

### (d) ゴム帶を使用する装置

ゴム帶をプロペラにつけ、これを回轉方向に引張り、プロペラに回轉の惰勢を與へるものである。

### (e) 始動自動車による方法

自動車に取附けてある始動装置をプロペラボスに接續してこれを直接回轉させて發動機を始動する。(ハックス式始動装置)

## 2. 慣性始動装置

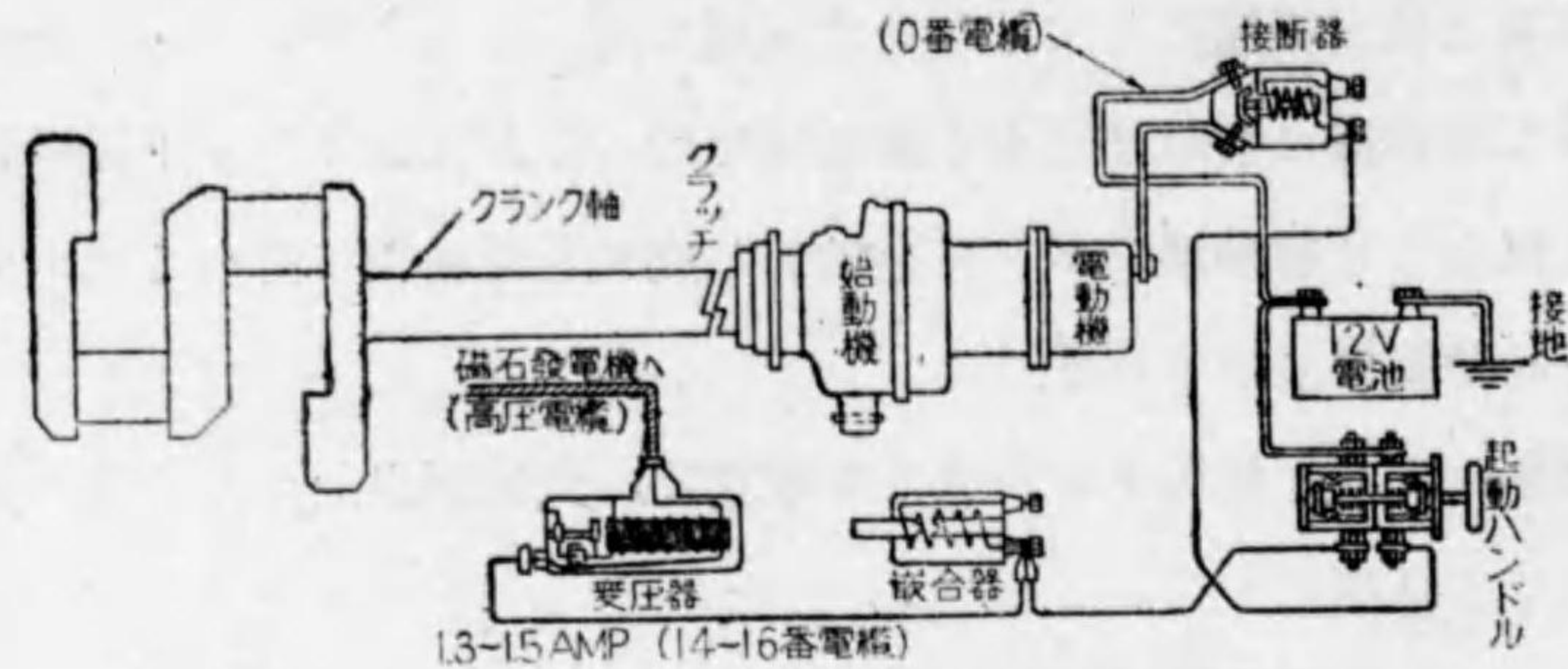
慣性始動装置には、エクリップス式、エアロマリン式等があり、何れも現今最も多く用ひられてゐる型式である。

この装置は、前述のやうに手動または電動で“ハズミ車”を10,000 rev/min 以上に回轉させておき、適當な時期にクラッチでクランク軸と噛合はせるやうにしたものである。

ハズミ車を高速回轉させるには、多數の齒車を用ひて行ふ。またハズミ車を高速のまゝでクラッチに噛合はせることは出來ないか



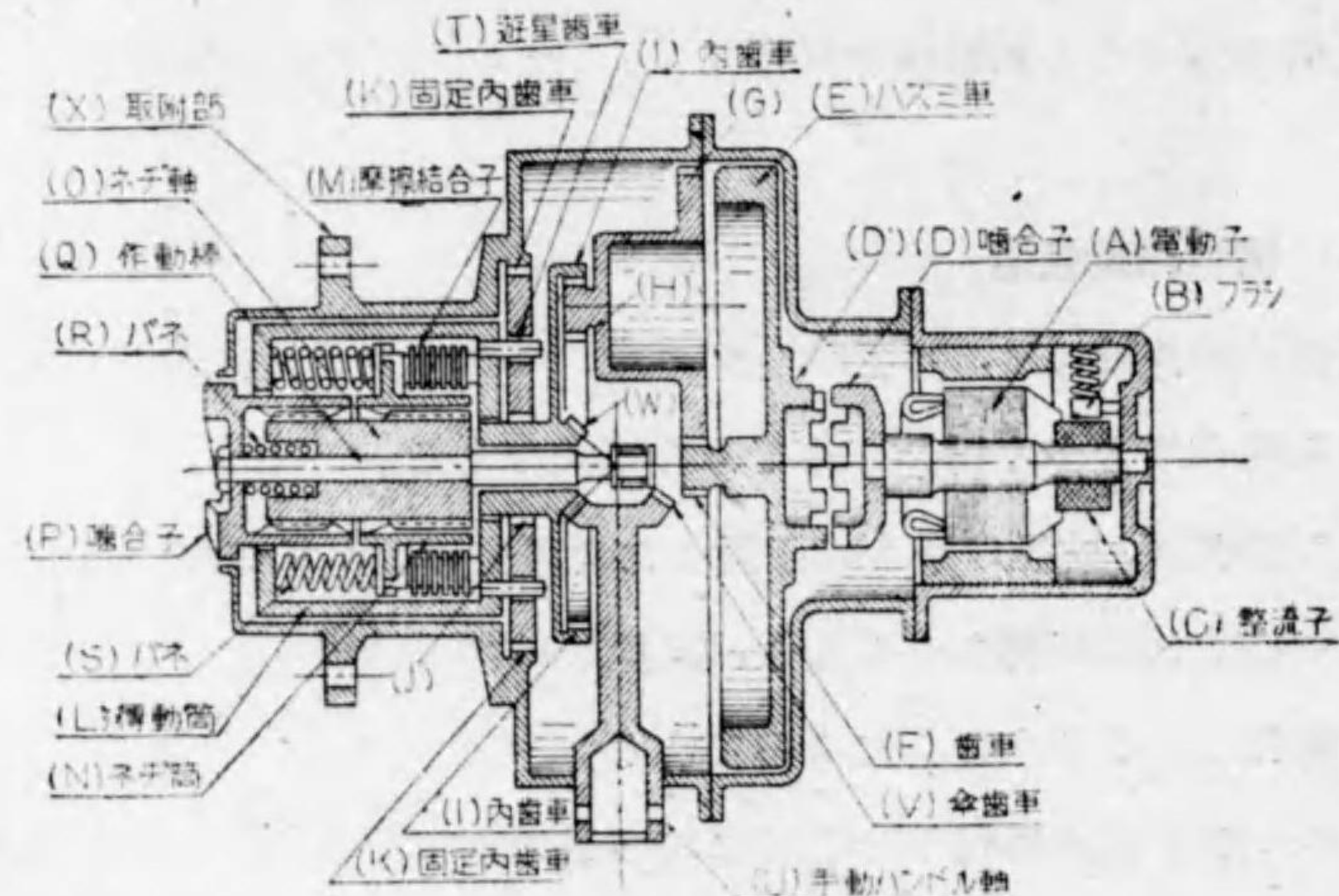
ら、多数の歯車を用ひて低速度にし、大きな回轉モーメントにしてクランク軸を廻すのである。



第 175 圖 慣性始動機の取附圖

クランク軸が回轉すると同時に、始動マグネトーによつて火花を適當のシリンダに飛ばせ、混合氣に点火して爆發させる。

第 176 圖は、電動機直結式のエキリップス慣性始動機の構造を示



第 176 圖 慣性始動機の構造

した断面圖である。

スイッチを入れると、噛合子 D と D' が噛合ひ、電動機と共にハズミ車 E が回轉する。

ハズミ車が 12,000 rev/min 位になつたとき、作動棒 Q を左に押出すと、噛合子 P がクランク軸端に噛合つてこれを回轉させる。

ハズミ車の減速は、次の通りに行はれる。

回轉は、歯車 F→G→H→I→J を經て遊星歯車 T に傳へられる。

T は自轉しつつ K に沿つて周轉するから、傳動筒 L が回轉する。L 内にはバネ R、摩擦結合子 M があるから、ネジ筒 N は L と共に回轉するやうになる。

ネジ軸 O は N と共に回轉し、噛合子 P も O と共に回轉する。従つて作動棒 Q を左に押出せば、P は回轉しつつクランク軸と噛合ふ。

噛合子 D は、電動子 A に回轉力がある間 D' と噛合つてゐるが、他の場合は離れてゐる。

噛合子 P は“ハズミ車” E が回轉してゐる間回轉し、作動棒と共に前後に出入する。

電動機の代りに、手動ハンドルを用ひる場合は、これを手動ハンドル軸 U に押込んで廻すと、歯車 V→W→I→H→G→F を經てハズミ車 E が高速回轉するやうになる。この回轉力はまた逆に F→G→H→I→J→K を經て T の歯車軸の回轉となる。

## 第9章 潤滑装置

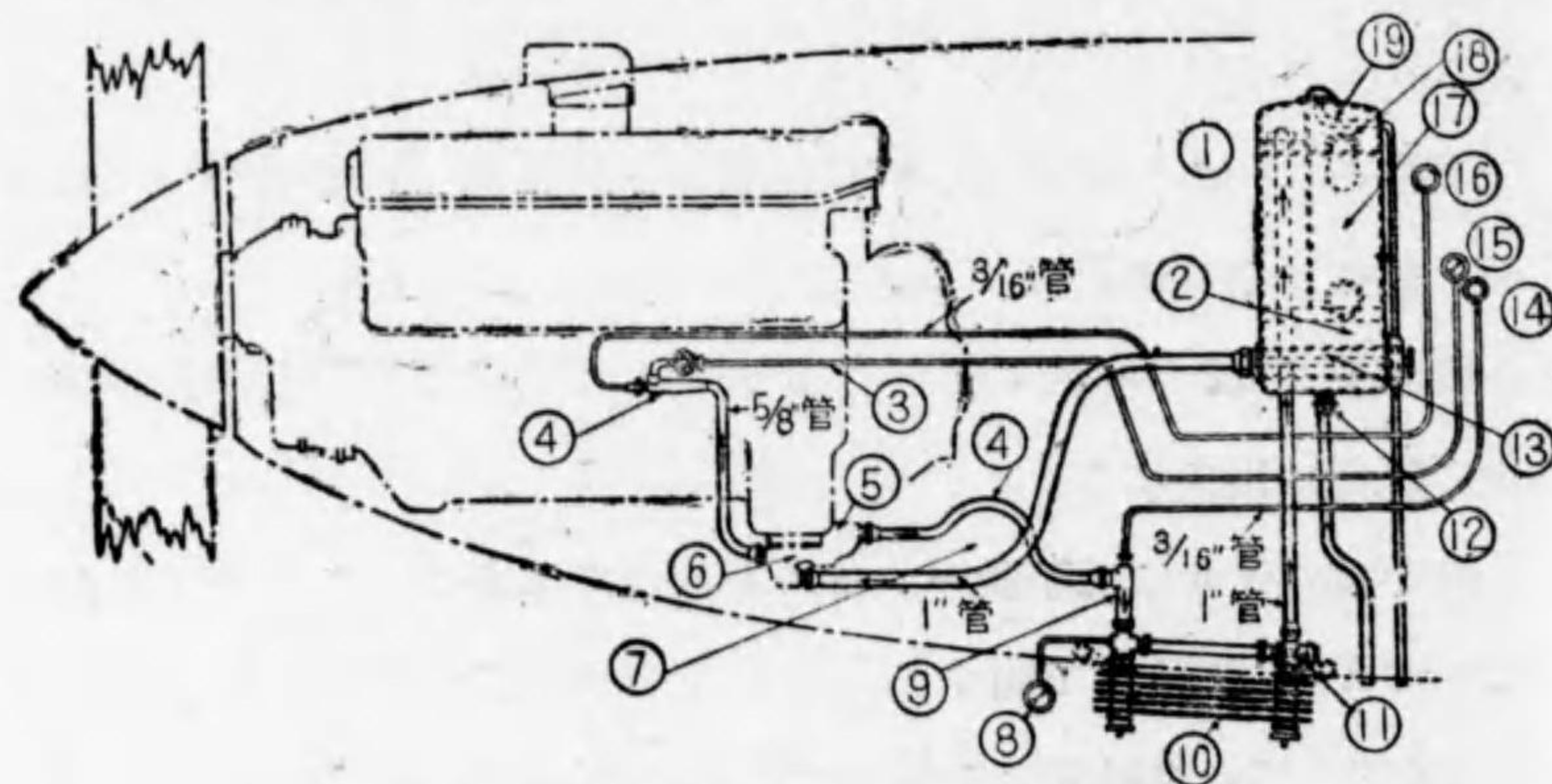
發動機内部の冷却や摩擦部分の抵抗を減少するために、潤滑油を供給する装置を潤滑装置といふ。

潤滑装置は、油タンク、油ポンプ、油冷却器及び導管等からなつてゐる。

## 1. 給油法

發動機の所要部分に潤滑油を送るには、重力給油法、圧力給油法、はねかけ給油法の三つの方法がある。

## (i) 重力給油法 (Gravity feed system)



第177圖 液冷發動機の潤滑装置

1 油面	2 濾過網	4 寒暖受感部
5 排油ポンプ	6 壓力油ポンプ	8 油圧計
10 油冷却器	11 安全逃し弁	14 油出口温度
15 油圧計	16 油入口温度	17 油溜室
18 油充填口	19 通氣孔	

油タンクを給油部分より上位に置き、重力によつて給油する方法であるが、航空發動機には使用されてゐない。

## (ii) 圧力給油法 (Pressure feed system)

油ポンプで油を必要箇所に送る方法である。給油箇所には、高圧で給油しなければならない部分と、低圧でよいところがあるので、高圧給油式と低圧給油式の兩者を使用するものがある。

## (iii) はねかけ給油法 (Sprash feed system)

シリンダ内面やクランク軸受等に給油する場合、接合棒の大端部の先端にスコップを取付け、油溜中の油を汲んで、はねかける方法のもので、はねかけ給油法または飛沫式といふ。

## 2. 滑油系統

滑油系統は、發動機の型式によつて多少異なつてゐる。

第177圖は、液冷發動機の滑油系統の一例を示す。

油タンク中の油は濾過網を経て1吋径の導管を経て給油ポンプに至る。潤滑油は、このポンプで壓力を付けられて各部に送られる。

潤滑作用を終つた油は、一旦油溜に集まり、濾過網を経て排油ポンプで油冷却器に送られる。こゝで適當な温度に冷却された油は、再び油タンクに送り込まれる。

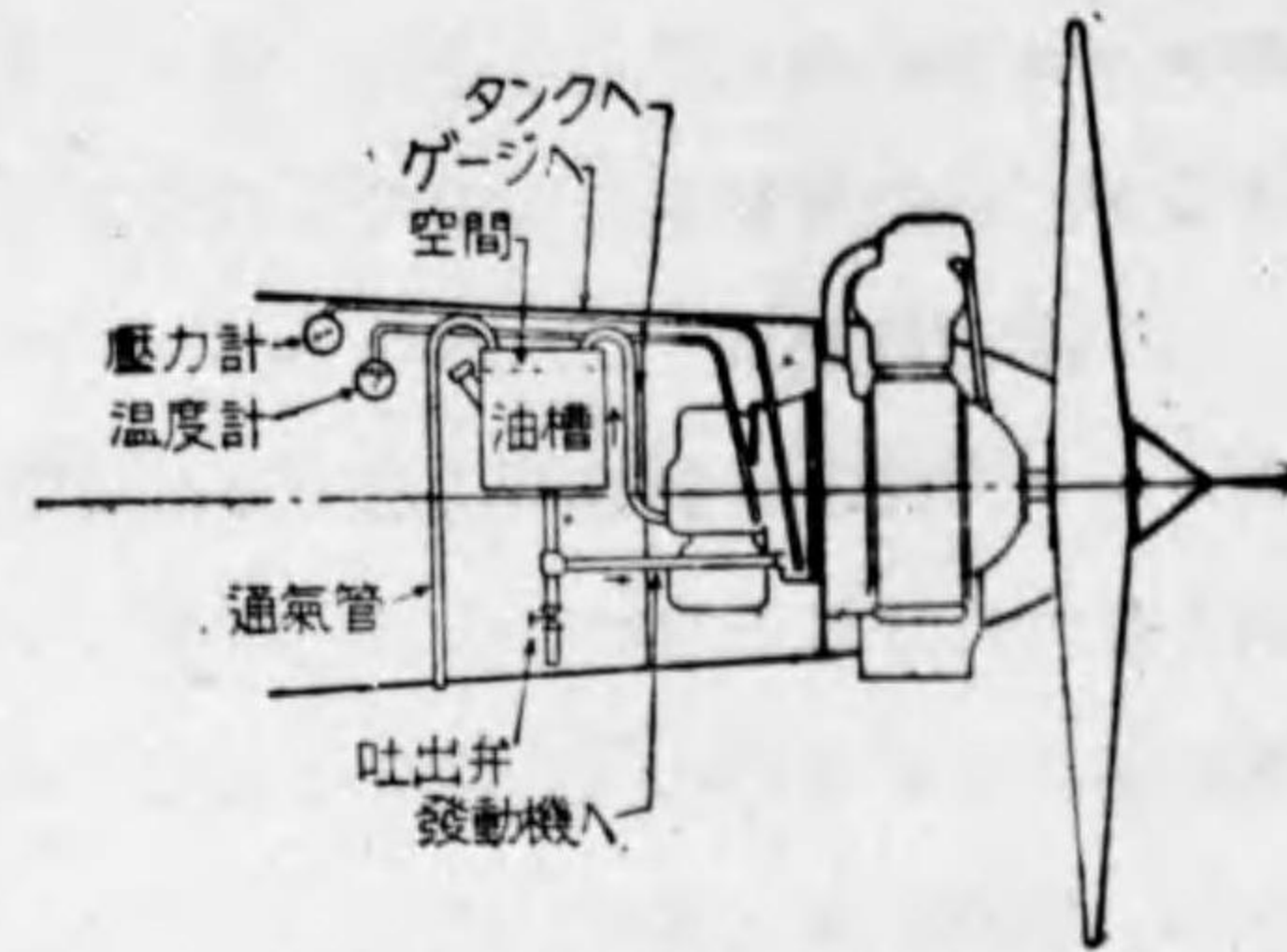
第178圖は星型發動機の滑油系統を示す。

この種のものには、環状油冷却器が用ひられる他、液冷發動機と同一の系統である。

一般に排油ポンプの出口と、油冷却器との間には、安全逃弁が設

けられたり、油温度調整弁が取付けられてある。

給油ポンプから各部へ圧送される油は、圧力調整弁で、一定の圧力に調整される。



第178圖 星型發動機の滑油系統

第11表 潤滑油の給油圧力

型式	圧力 $kg/cm^2$	温度 $^{\circ}C$		消費率 $g/HP/h$
		入口	出口	
液冷	高圧 10	50~70	60~80	3~10
	中圧 5			
	低圧 0.2~0.6			
空冷	2~7	50~70	60~80	5~20

### 3. 滑油槽 (Oil tank)

滑油槽(油クランク)は潤滑油を貯蔵し、こゝから給油し、潤滑を終へた油(排油)を受入れるものである。

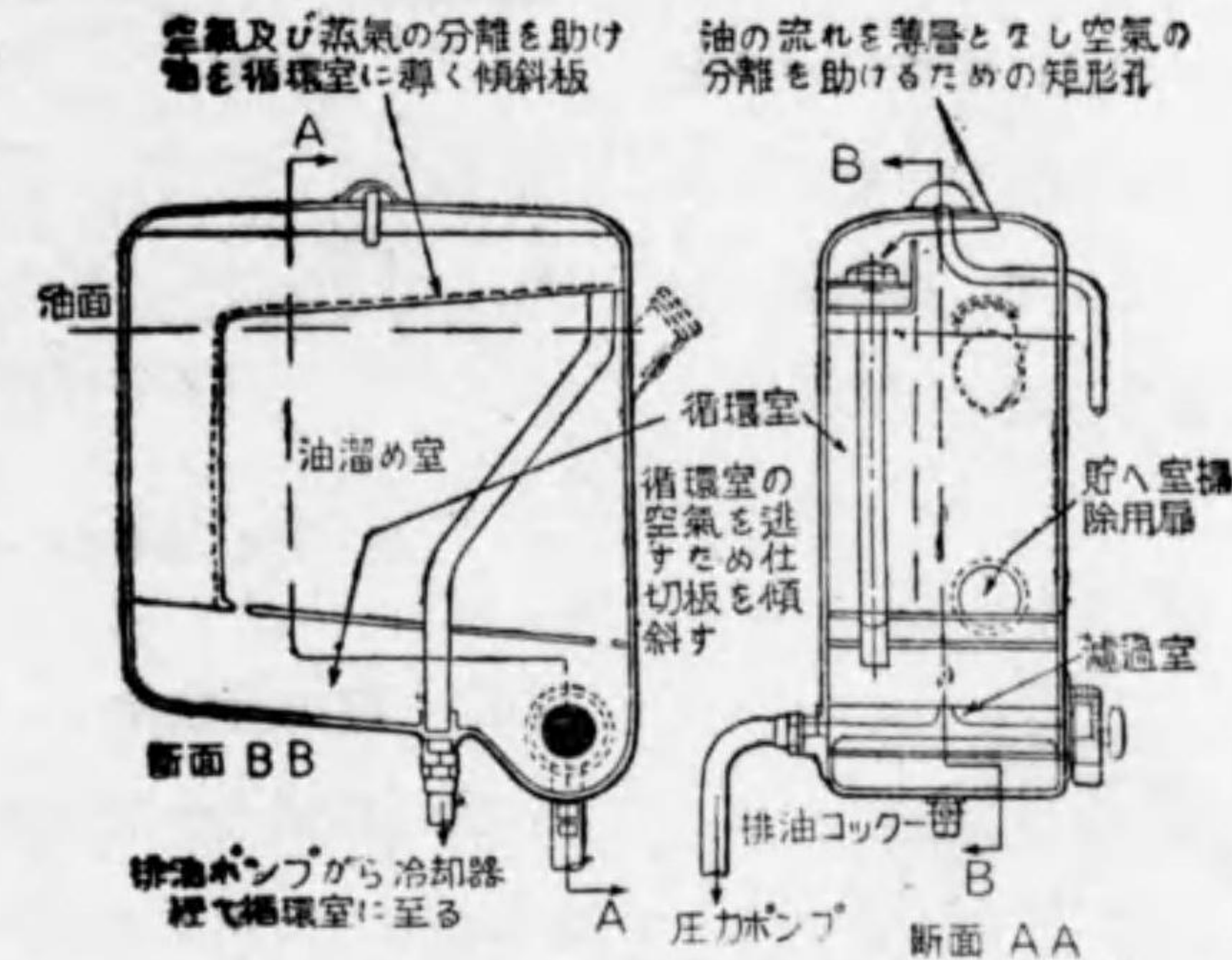
第179圖は、潤滑油槽の構造を示す。

滑油の消費量は、滑油消費率と燃料消費率との比から計算することが出来る。

潤滑油槽は、この滑油消費量の2~3倍の大きさとすればよい。

滑油消費率は 2~10  $g/HP/h$

燃料消費率は 230~300  $g/HP/h$

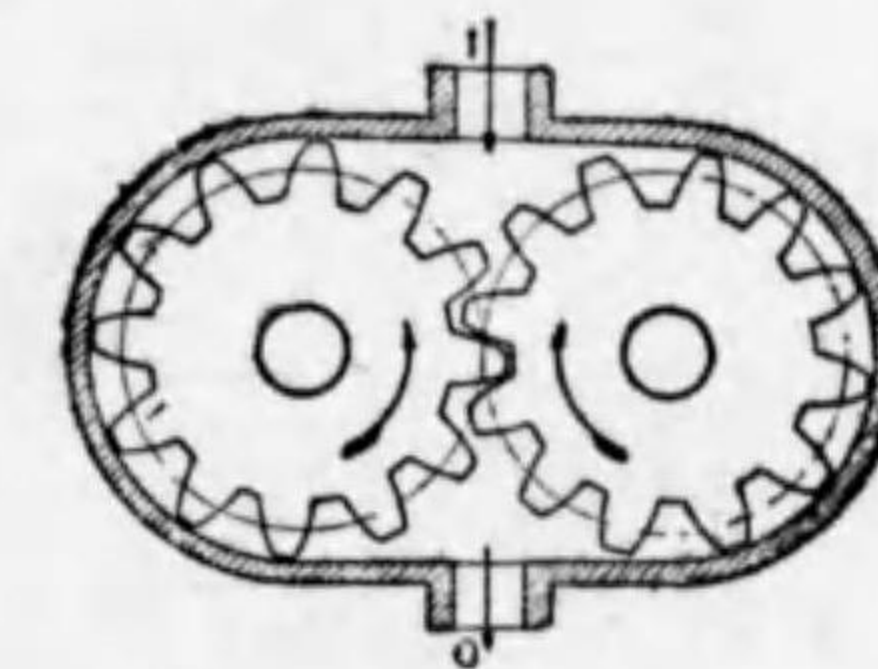


第179圖 潤滑油槽

### 4. 油ポンプ (Oil pump)

油ポンプには、給油ポンプと排油ポンプがある。

油ポンプの構造は、第180圖のやうに歯車式のものや第123圖のやうに偏心のペーン式のものがある。



第180圖 歯車式油ポンプ

#### (i) 歯車式油ポンプ (Gear pump)

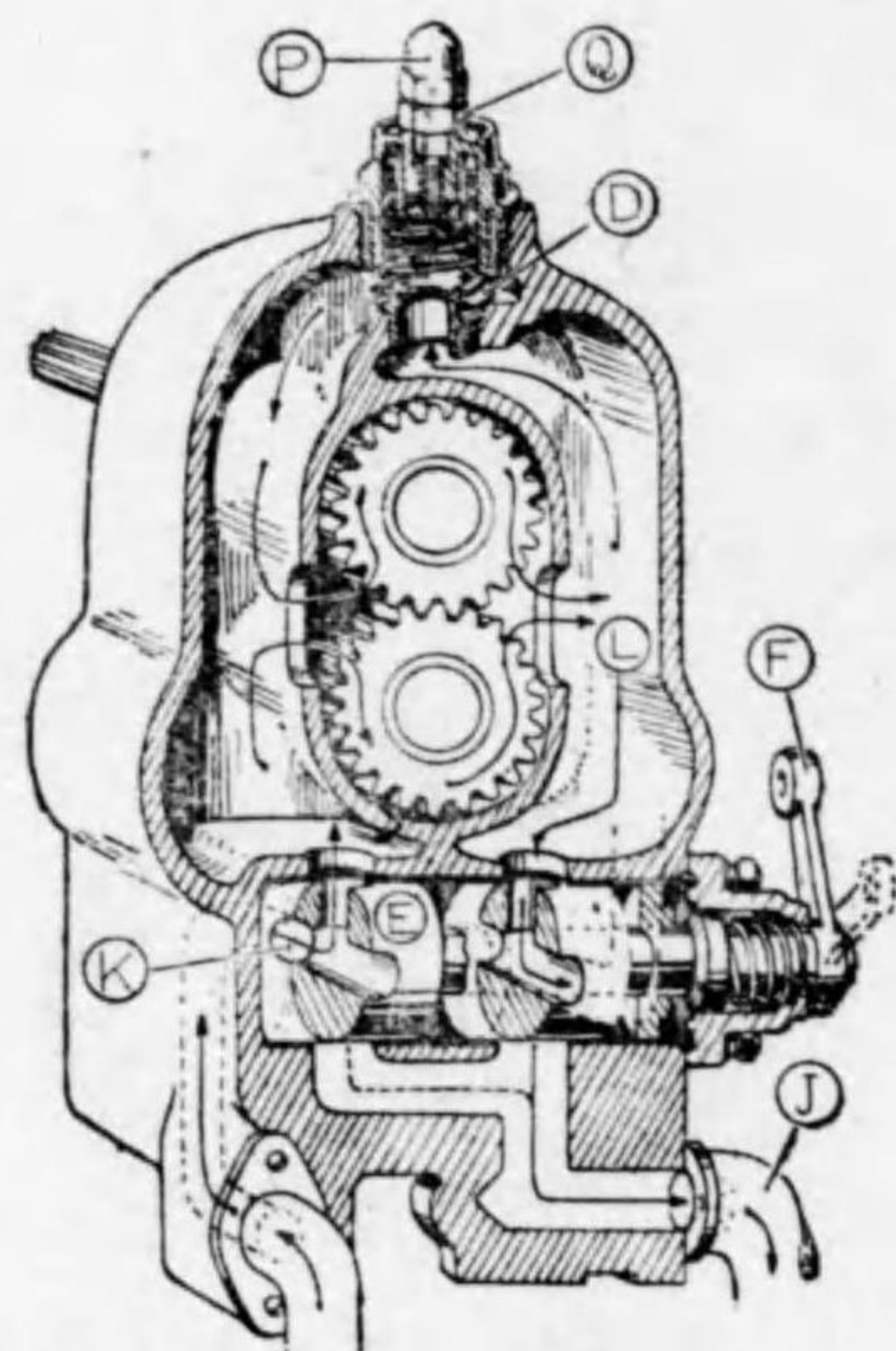
歯車式油ポンプは、相啮合ふ一對の歯車によつて送油するもので、塵芥その他固形物がポンプ内に残ることがなく、製作容易、効率良好等の特長があるので多く用ひられてゐるが、低速のときは作

用が悪い。

(ii) 偏心弁ポンプ

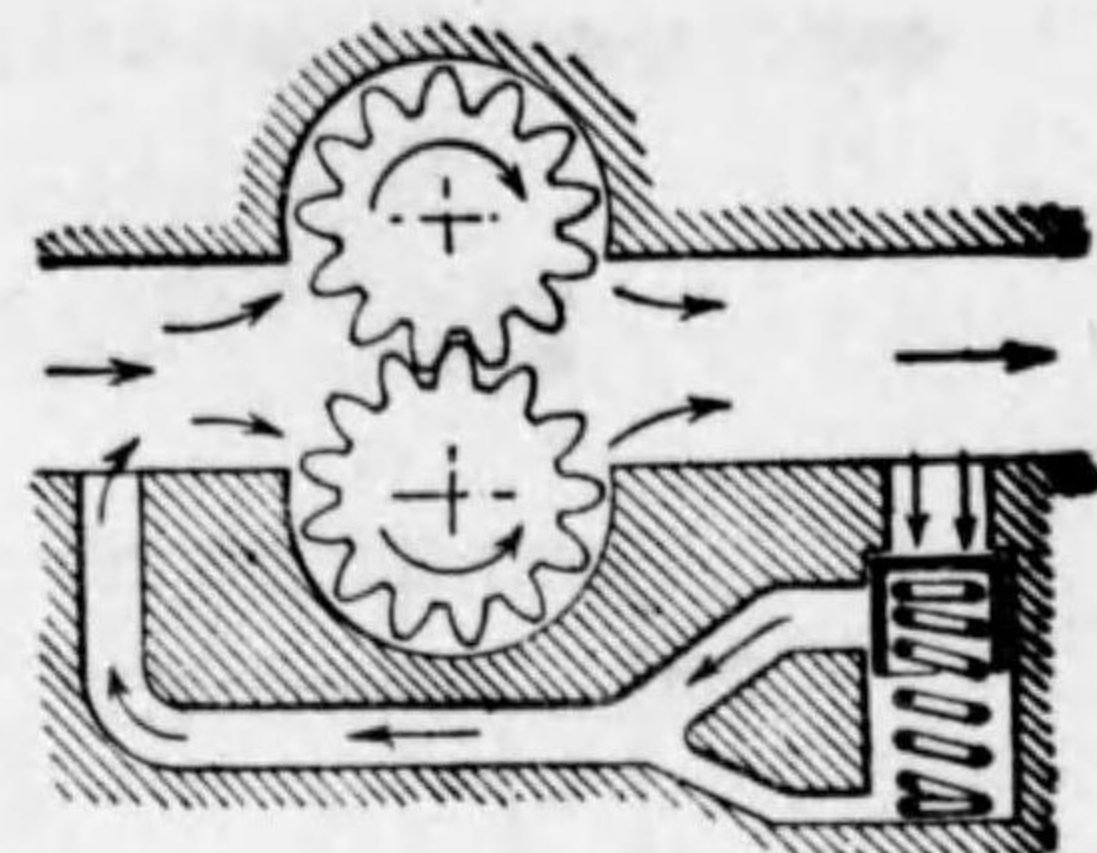
(Eccentric pump)

偏心ポンプは、中央にバネを入れた滑弁が圓筒形の室内を偏心回轉するもので、齒車式とほぼ同様の特長を持つてゐる。



- D 壓力調整弁
- E 三方通路
- F 三方コックレバー
- J 油出口
- K 油入口
- L 齒車よりの出口
- P 調整ネジ
- Q 調整ナット

第182圖 油圧調整弁



第181圖 齒車式ポンプ

(iii) 壓力調整弁

一般に給油ポンプの出口には、油の壓力を調整する弁があつて吐出し油壓を一定にしてゐる。この調整弁から逸出した油は、再び給油ポンプの吸入側に戻るか、排油ポンプに接続するやうになつてゐる。

給油ポンプの送油壓力は 4~7 kg/cm<sup>2</sup> で、容量は排油ポンプより 20~30% 小さい。

5. 油冷却器 (Oil cooler)

滑油は、排油ポンプから一旦冷却器で冷却された後滑油槽に入る。

油冷却器には、次のやうな種類がある。

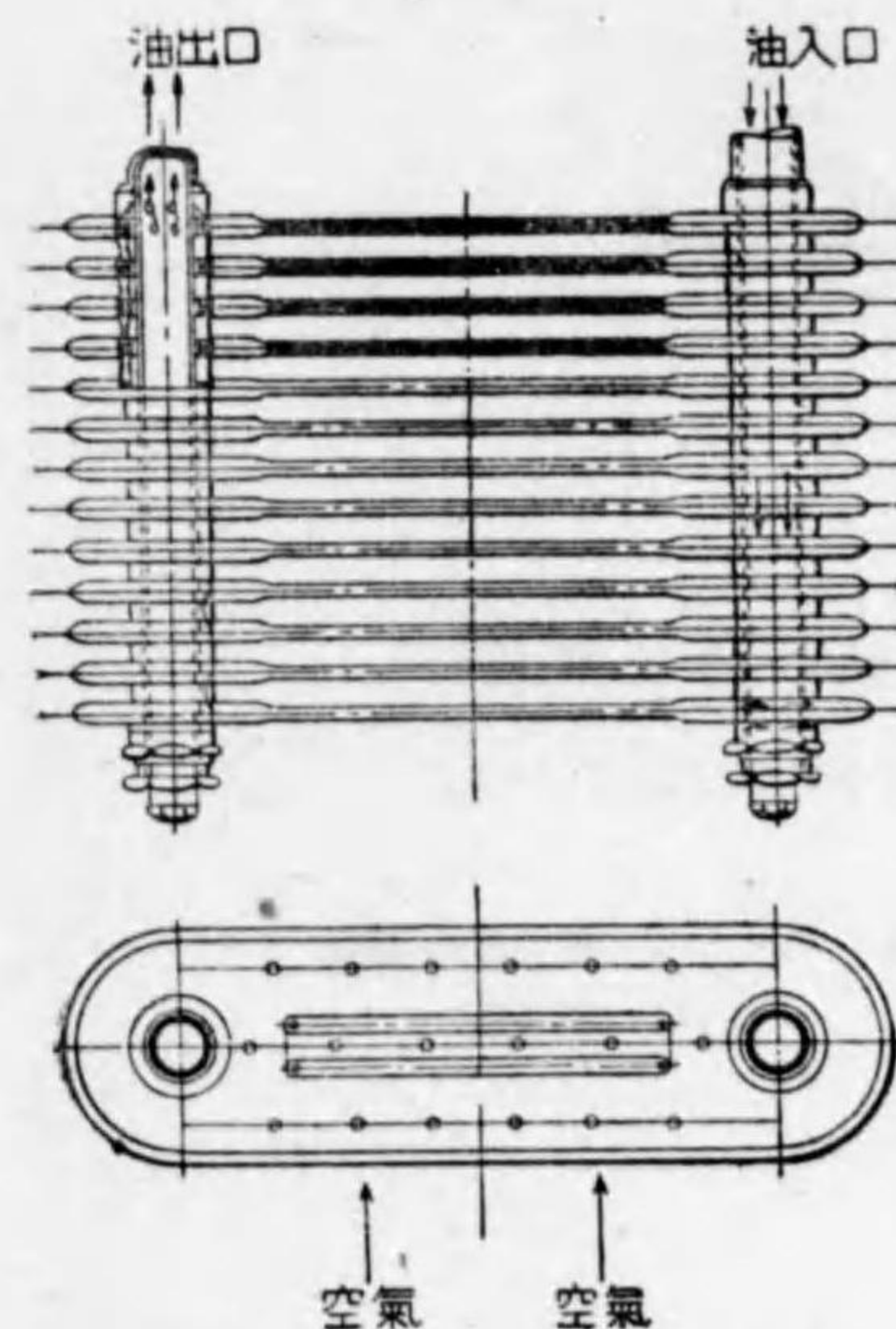
- (a) 蜂巣型冷却器
- (b) ヴィカース式冷却器
- (c) 環状油冷却器
- (d) 表面型冷却器

蜂巣型冷却器は、水冷式發動機にある放熱器のそれと同様の構造をし、小型でも冷却能力が大であり耐壓力も強いので、一般に多く用ひられてゐる。

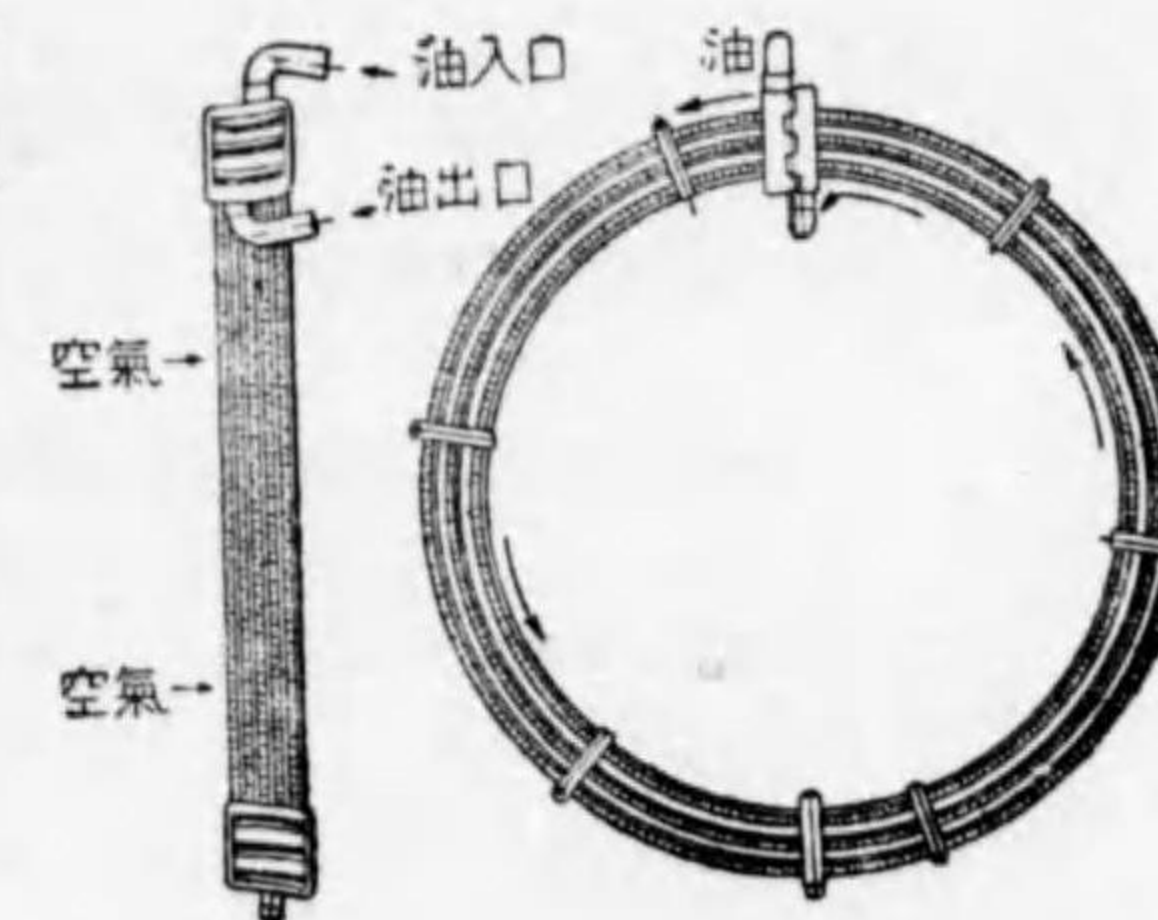
ヴィカース式冷却器は、第 183圖に示すやうな構造で、寒暑に應

じて冷却片の數を變更出来るのであるが、性能は餘りよくない。

環状油冷却器は、空冷發動機とプロペラの間設けられるやうに出来たものである。



第183圖 ヴィカース式冷却器

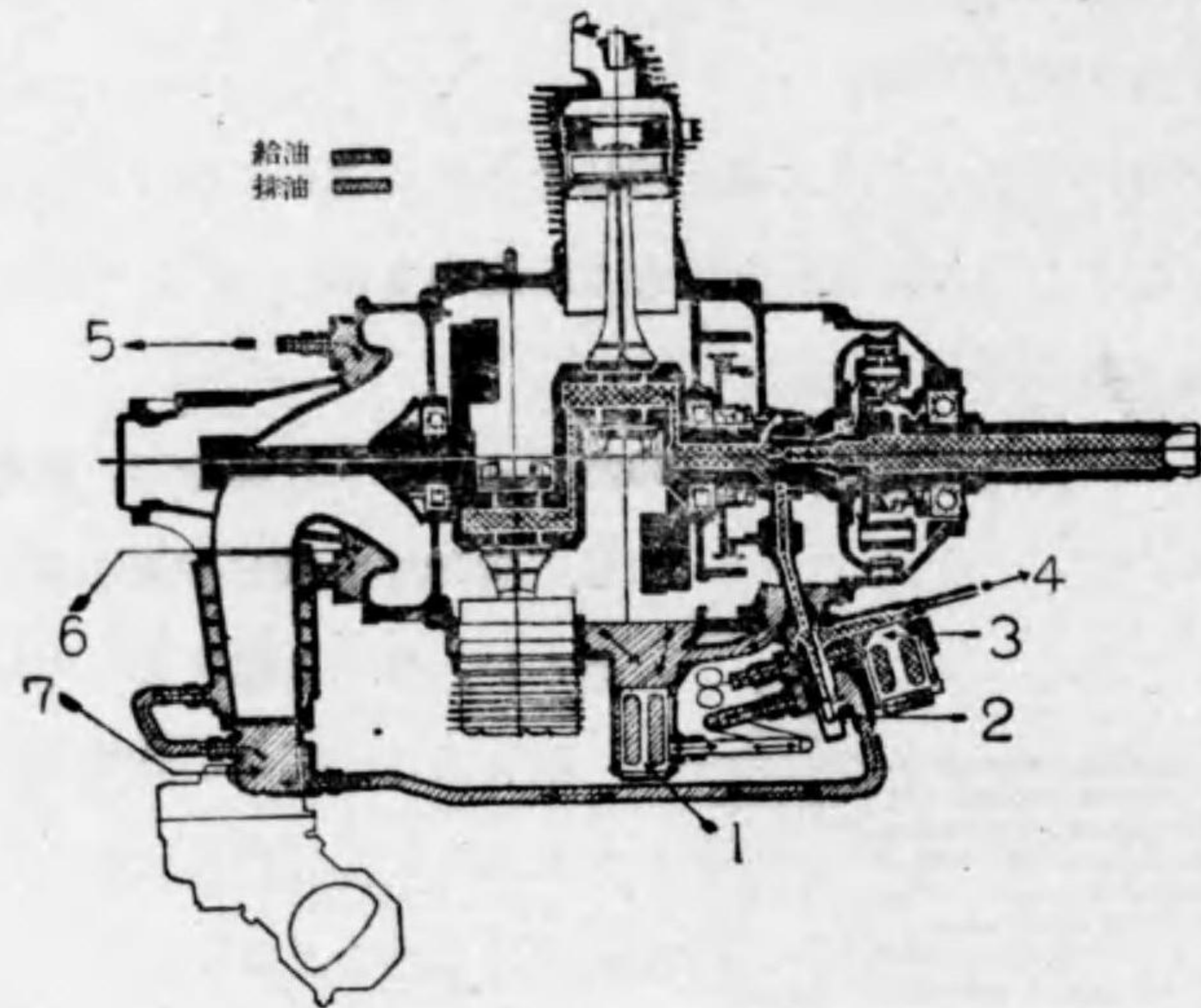


第184圖 環状油冷却器

第184圖は、環状油冷却器を示す。

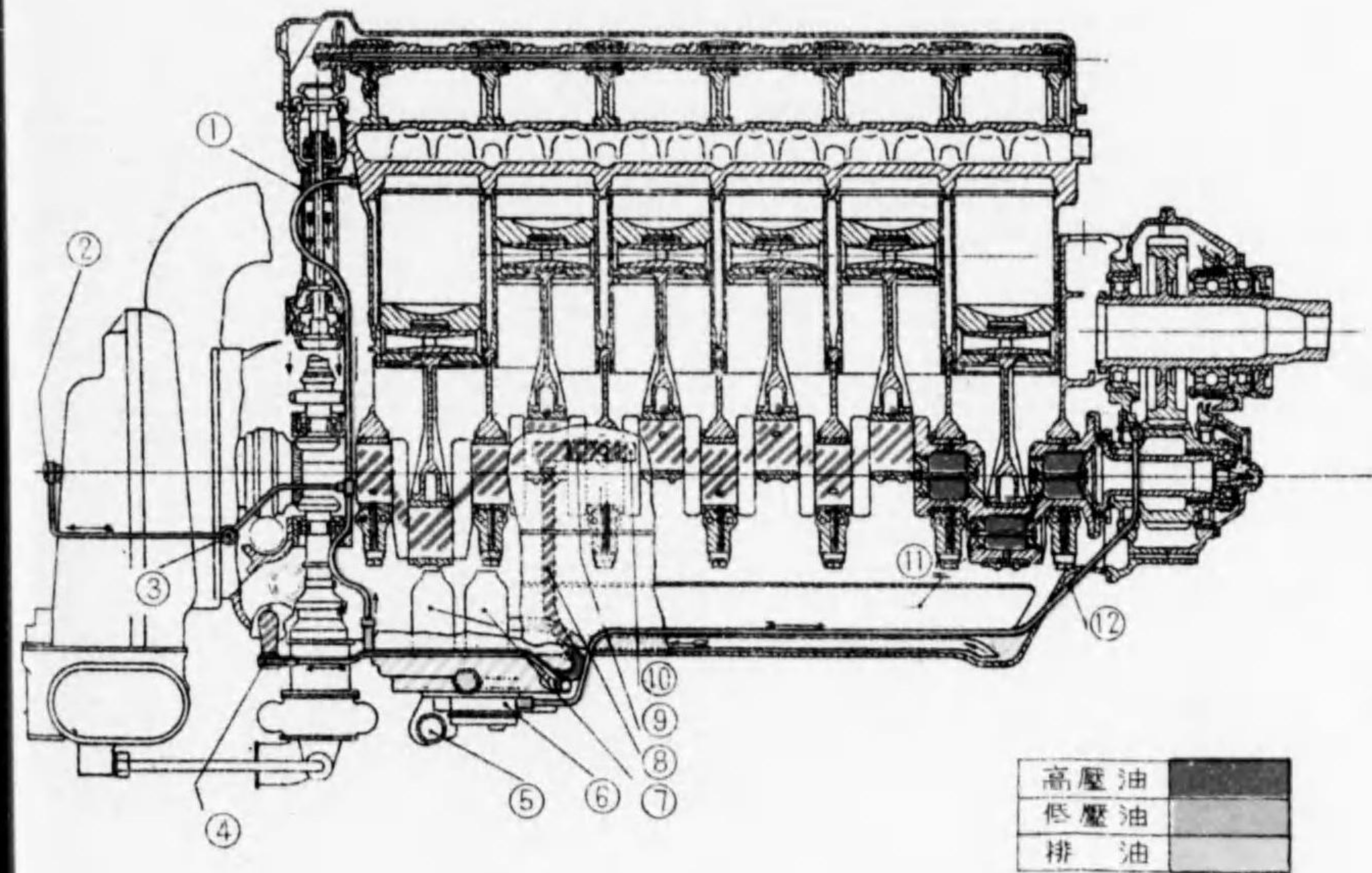
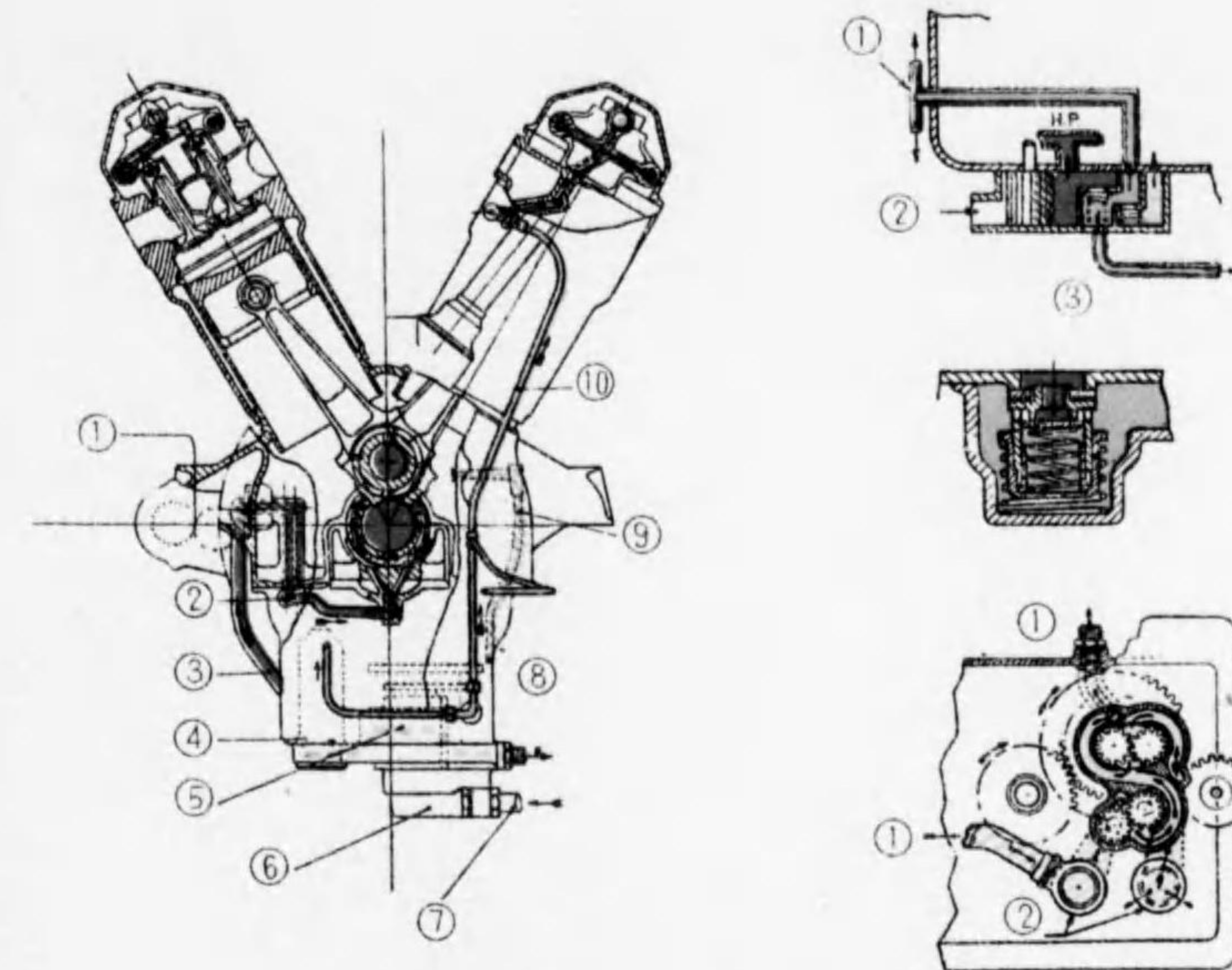
排油は、油入口から外周の冷却管を一周し、中央の管に至り更に内方の管を一巡して油槽に行くやうに出来てゐる。

表面型冷却器は、翼面または胴體の表面に當る氣流を利用して油を冷却させる型式のものである。

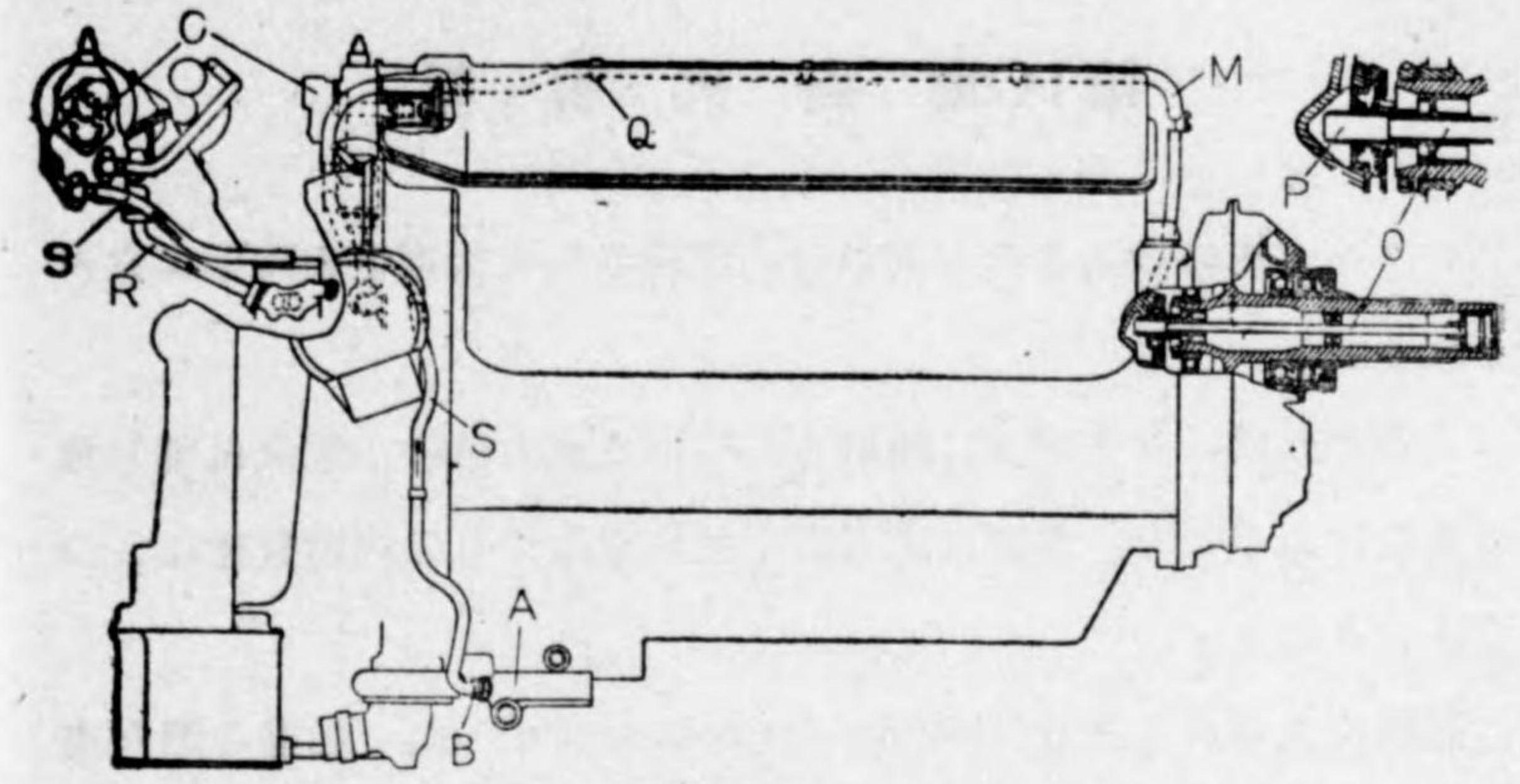


第185圖 星型發動機の潤滑系統  
(Lubrication system Radial Engine)

- 1. 排油濾過器      2. 壓力調整弁      3. 壓力油濾過器
- 4. 壓力計へ      5. 潤滑油槽      6. 導入函
- 7. 氣化器ジャケツ



潤滑油系統圖



第186圖 列型發動機の潤滑系統

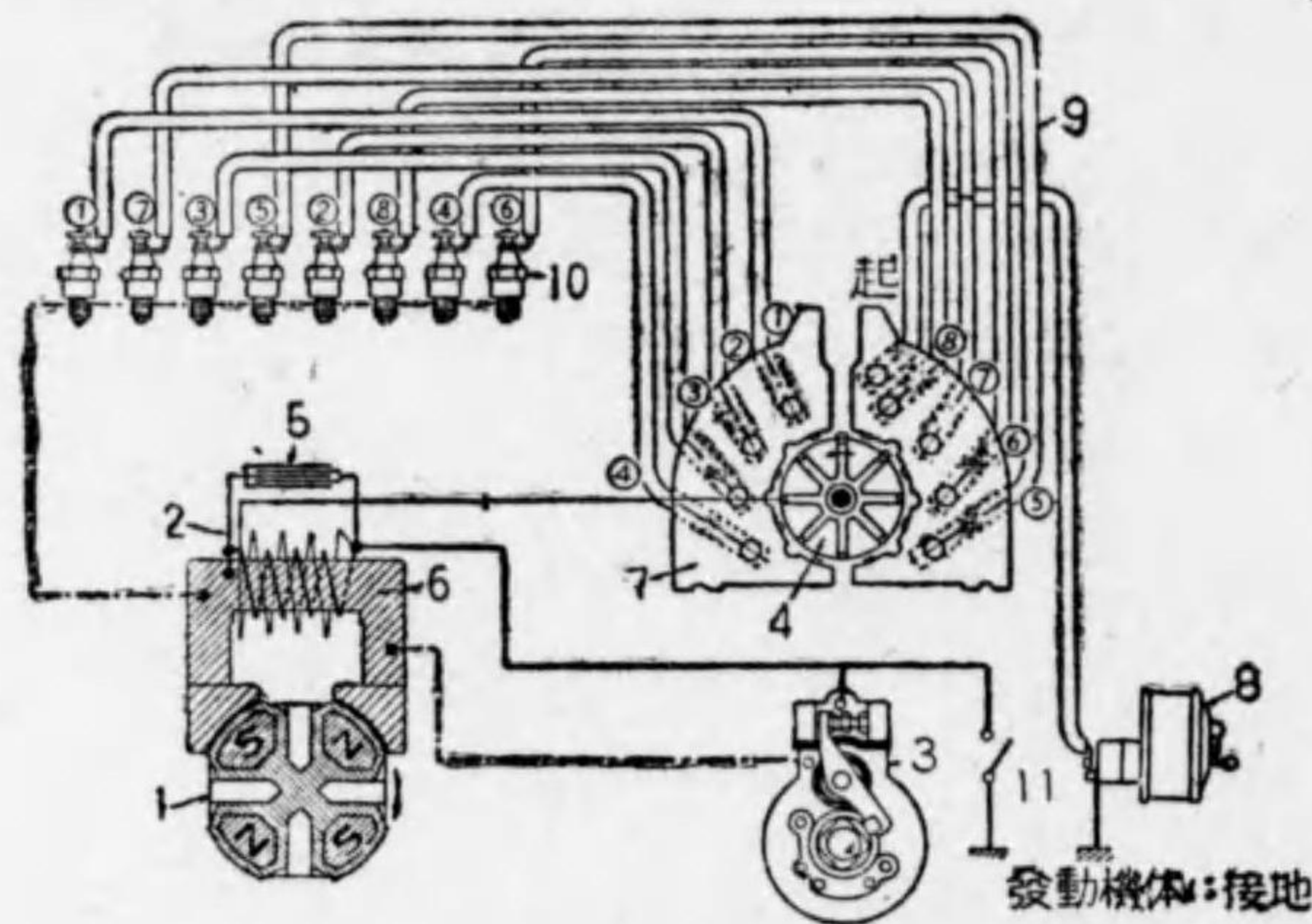
- |           |             |
|-----------|-------------|
| A 低壓用油ポンプ | B 取 附 口     |
| C 高壓油ポンプ  | O プロペラ軸への油路 |
| P Oへの入口   | Q 高壓油通路     |

## 第10章 点火装置

シリンダ内に吸入されたガスは、壓縮された後適當の時期に点火される。

この点火は、シリンダに挿込まれてある点火栓に、電氣火花を飛ばせて行ふもので、火花は磁石發電機か電池からの高壓電流によつて生ぜさせる。

電池による点火装置 (Battery ignition system) は、始動の際火花が出易い特長はあるが、電池の取扱が面倒であるから、最近殆ど使はれてゐない。



第 187 圖 高壓磁石發電機による点火装置

高壓磁石發電機による点火装置は、第 187 圖に示す通りである。圖に於て 1 から 7 までの部分は、一つに纏つて磁石發電機を構

成してゐる。

8 は始動用の磁石發電機、9 は電線、10 は点火栓である。

点火栓は、シリンダ順に並べられてゐるが、点火順序はシリンダ順と一致しないから、配線は点火順序にしなければならない。

## 1 高壓磁石發電機 (High tension magneto)

磁石によつて生ずる電流は一般に低壓であるから、これを高壓にするため、電機子に 1 次コイルと 2 次コイルを捲き、斷續器、蓄電器等を附けたものを高壓磁石發電機といふ。

航空發動機の高壓磁石發電機には、シリンダ數に應じた電極を有する配電器があり、電線はこれ等の電極と点火栓を取結ぶものである。

一般に点火栓は、各シリンダ毎に 2 箇取附られてゐるから、發電機も 2 箇装置され、何れも發動機の補機傳動軸によつて回轉し、約 10,000V の高壓電流を發生することが出来る。

高壓磁石發電機を構成する各部は、次の作用をなす。

## (a) 永久磁石 (Permanent magnet)

これは磁場 (Magnetic field) を作るもので、幾組かの N. S 兩極からなつてゐる。

## (b) 電機子 (Armature)

電機子は、鐵心上に 1 次線が百數十回、2 次線が約 2 萬回捲かれたもので、高壓電流はこの 2 次線に發生する。

## (c) 誘導子 (Inductor)

これは誘導子回轉型の發電機にのみ用ひられるもので、磁力線の方向を變へる作用をする。

(d) 斷續器  
(Contact breaker)

斷續器は、1 次線の電路を遮斷する

もので、その度ごとに 2 次線に高壓電流が発生する。

(e) 蓄電器 (Condenser)

1 次電流が遮斷されたときにその電流の一部を蓄電するものである。

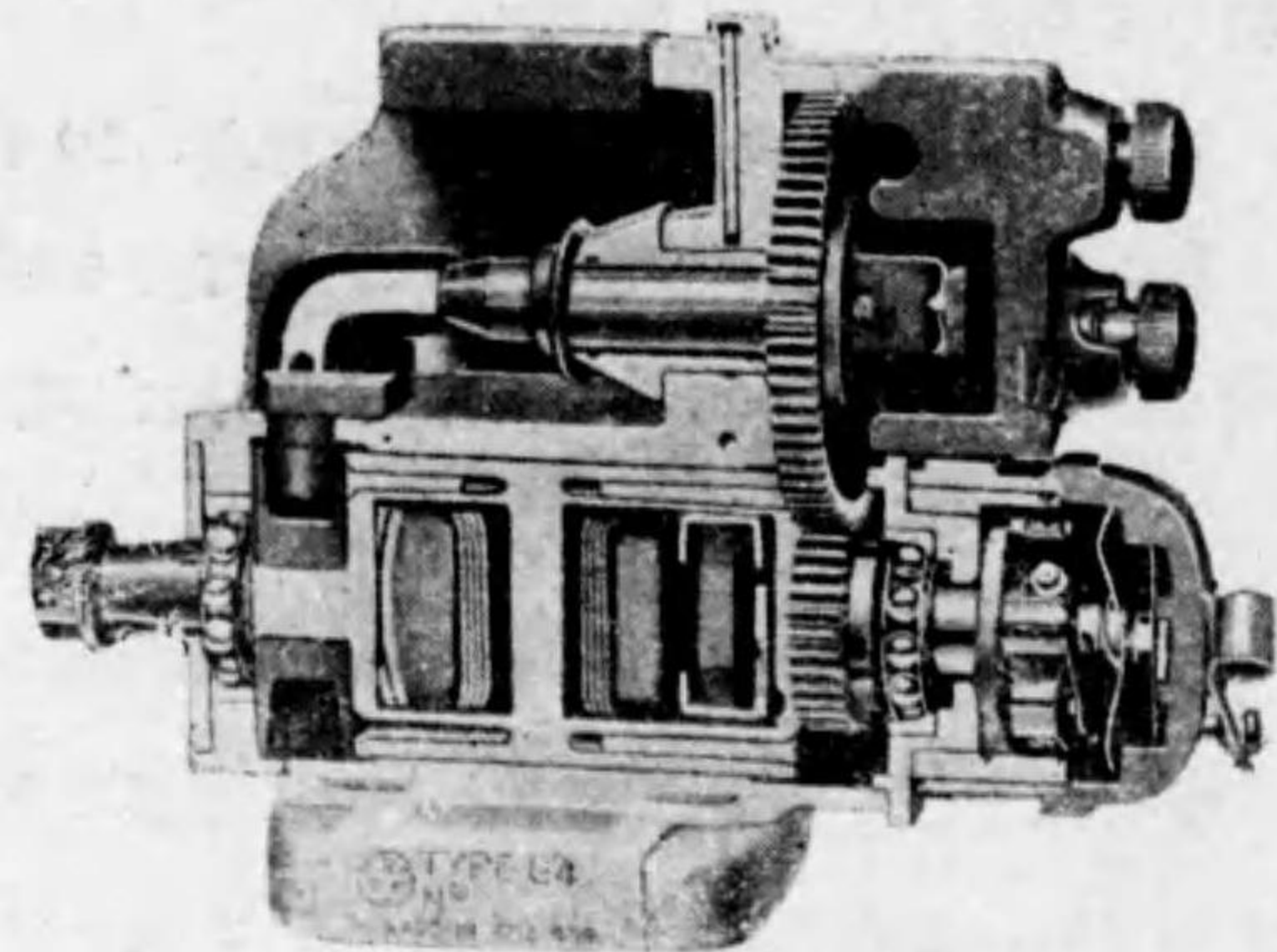
(t) 配電器 (Distributor)

2 次線に発生した電流を、各シリンダの点火栓に配電するものである。

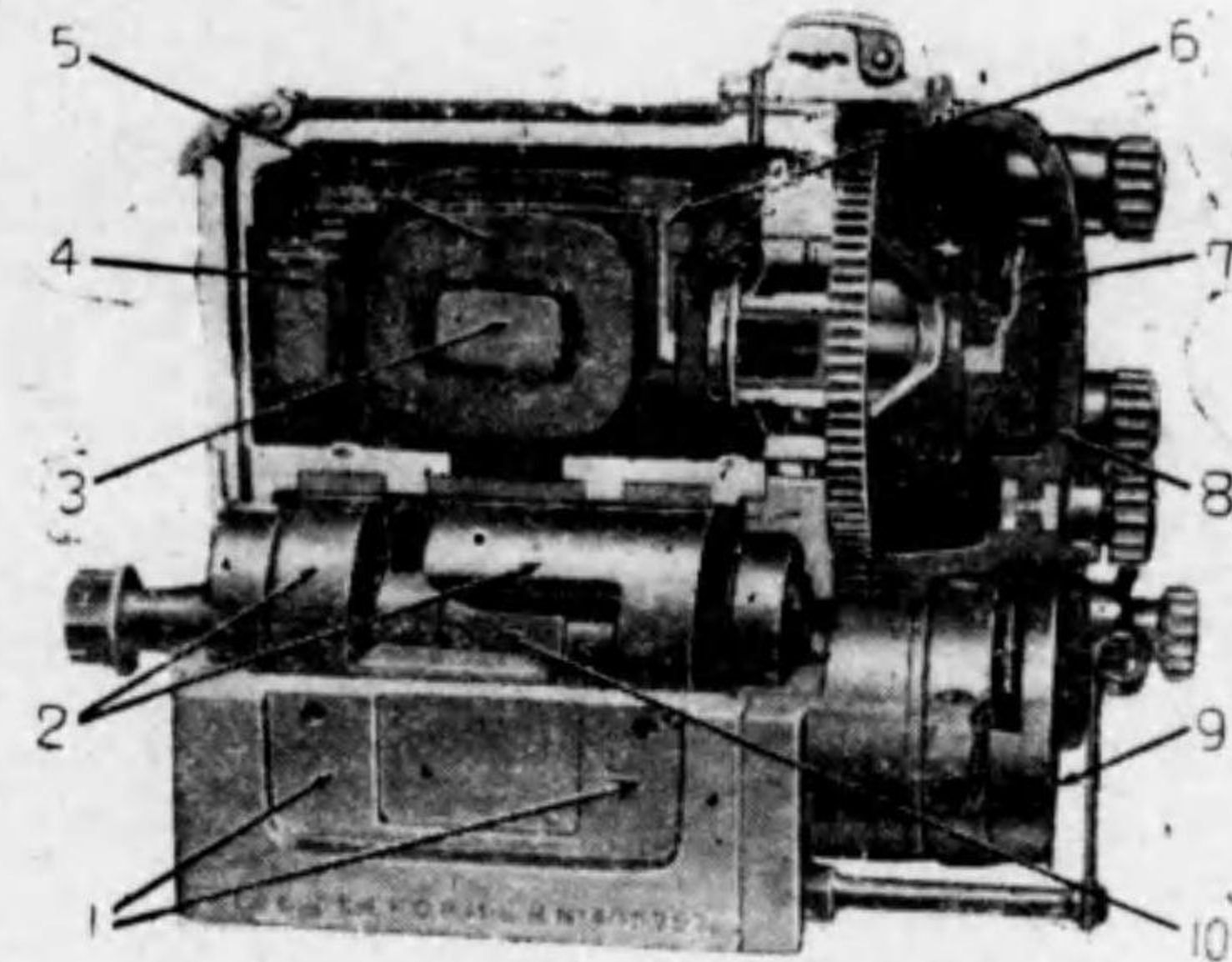
高壓磁石發電機は型式によつて (1) 電機子回轉型、(2) 磁石回轉型、(3) 誘導子回轉型の三つに分類することが出来る。

(i) 電機子回轉型電動機

永久磁石が固定され、その間を電機子が回轉する發電機である。  
この型では、電機子が 1 回轉するごとに電流は 2 回発生するから、4 サイクル式單シリンダの場合は、クランク軸の 4 回轉に對して、電機子を 1 回轉させればよいことになる。従つて n シリンダ



第 188 圖 誘導子回轉型發電機



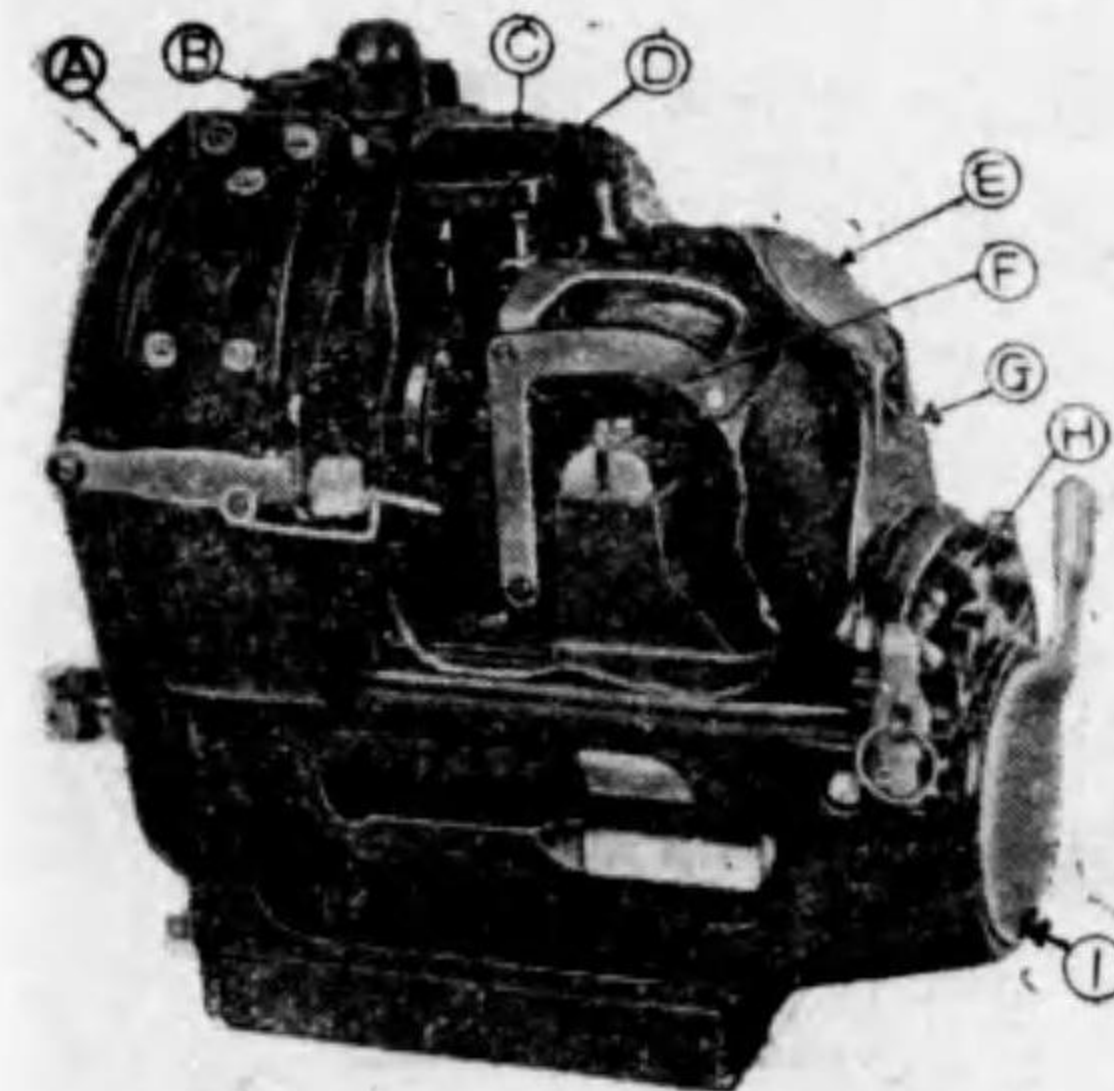
第 189 圖 電機子回轉型

では、 $\frac{n}{4}$  回轉すればよく、Ne 回轉する發動機に於ては、 $\frac{n}{4}Ne$  回轉することになる。

(ii) 磁石回轉型發電機

電機子が固定し、永久磁石が回轉する型式の發電機である。

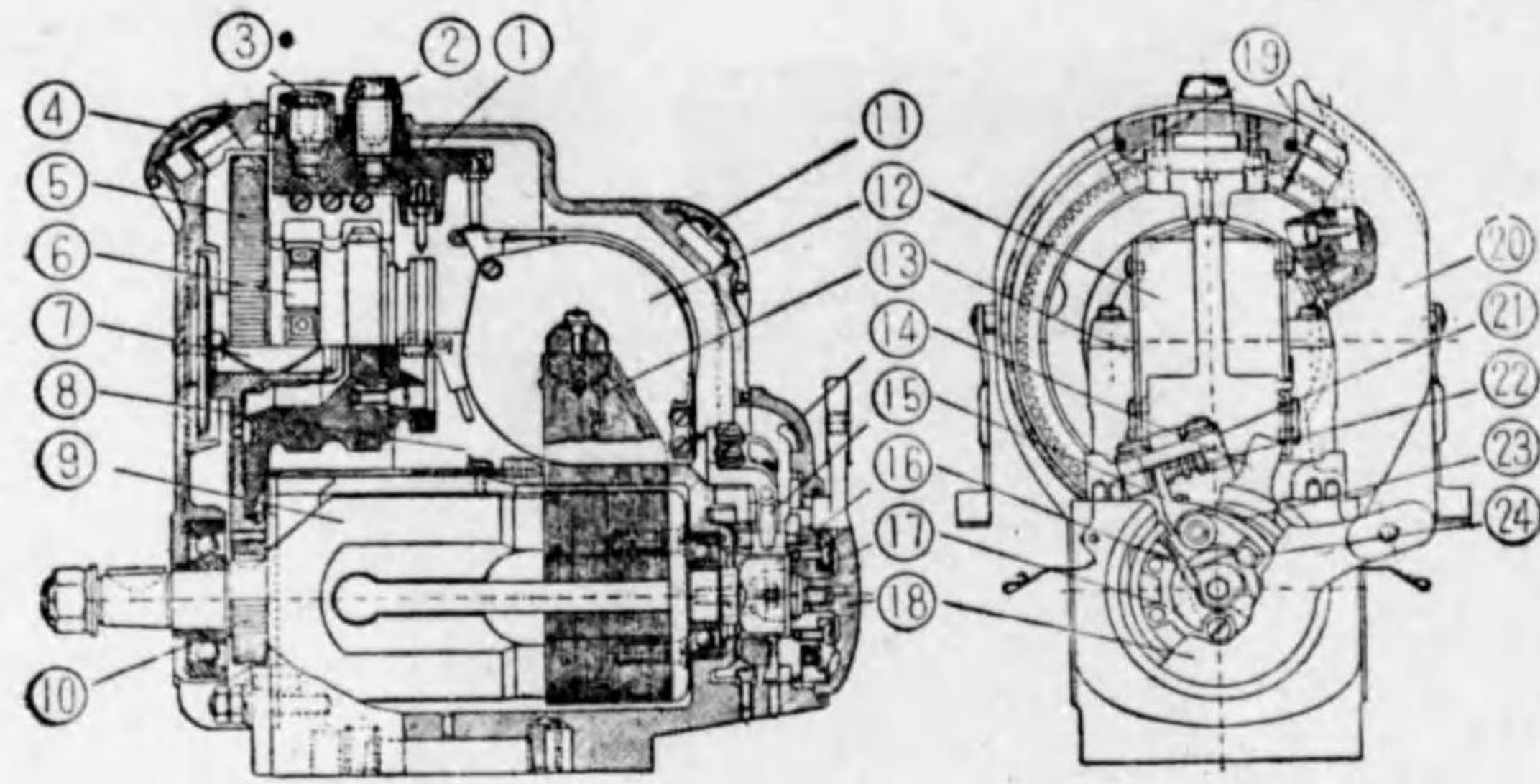
この型の永久磁石は、2 極、4 極、8 極であるから、毎回轉宛に 2 回、4 回、8 回点火するやうになる。



第 190 圖 磁石回轉型

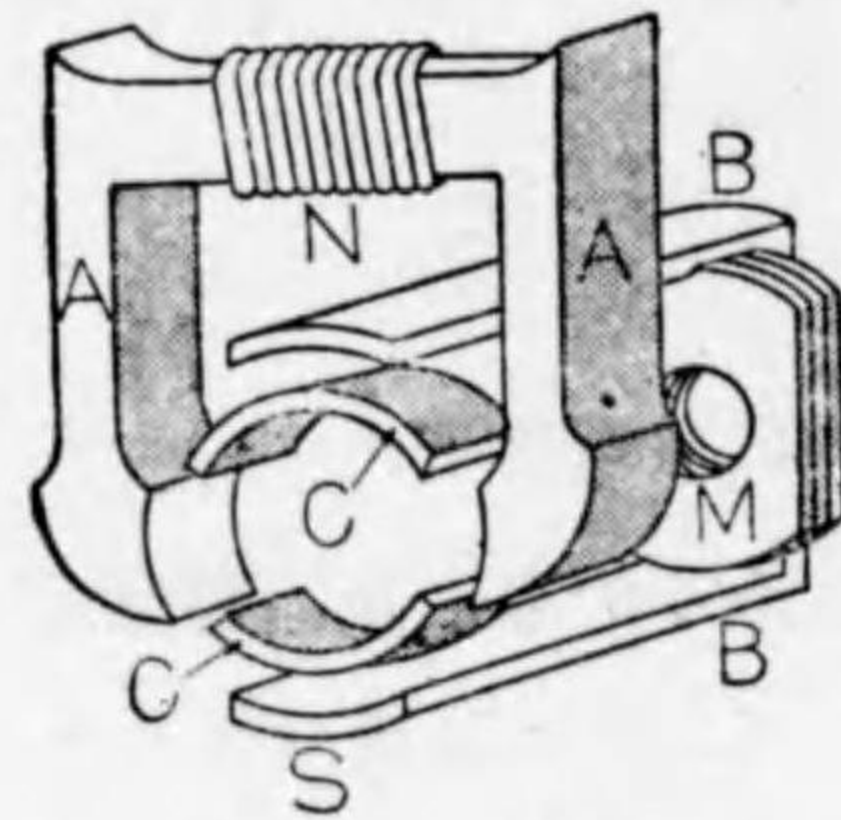
4 サイクル機関に於て、シリンダ数が n、クランク軸の回轉數が Ne の場合、P 極數の磁石は  $\frac{n}{2P} Ne$  回轉しなければならない。





第 191 圖 磁石回轉型の構造 (Scintilla magneto)

(iii) 誘導子回轉型発電機

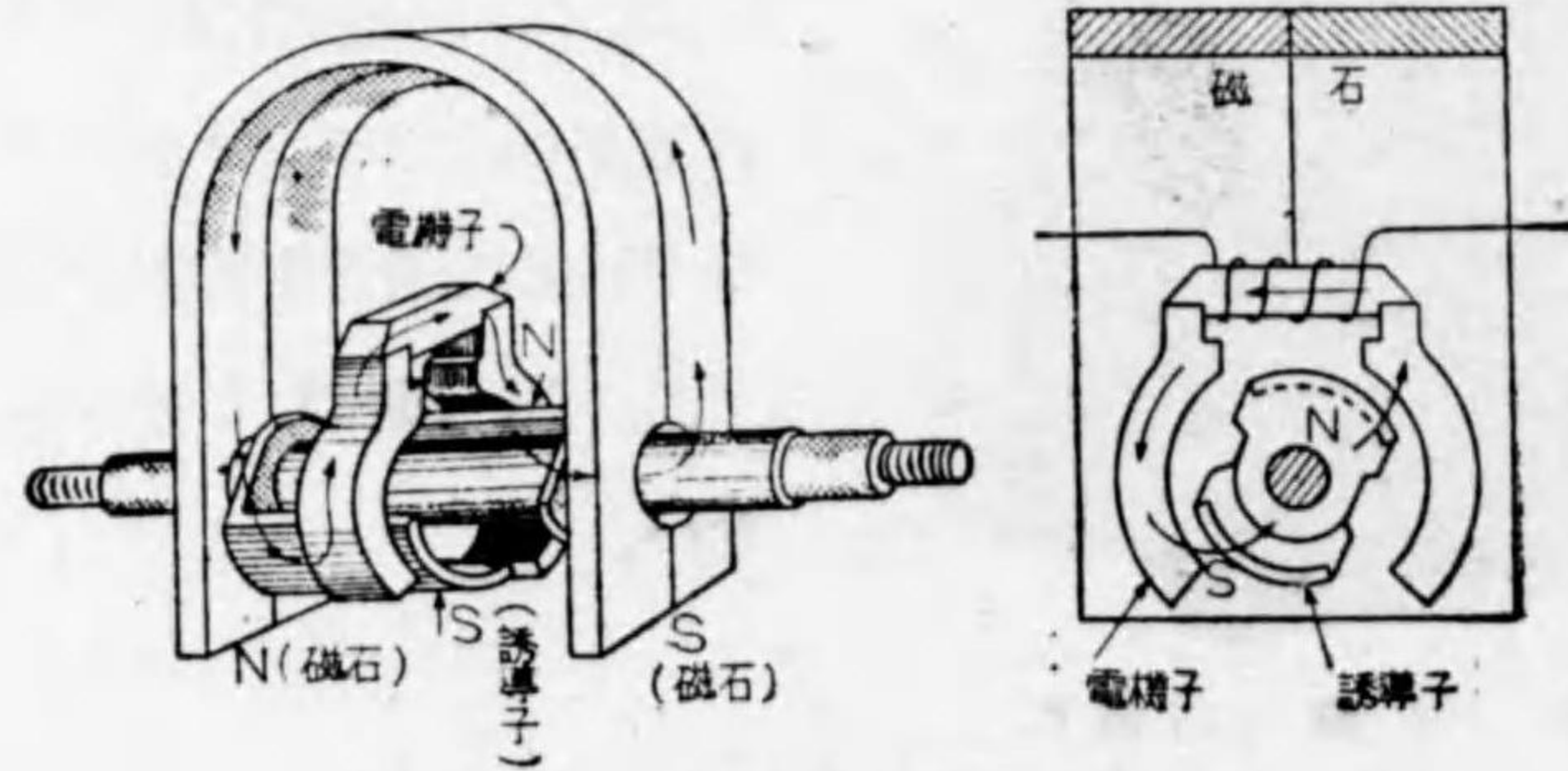


第192圖 誘導子回轉型

磁石も電機子も固定し、その間を誘導子が回轉する型式である。

第 192 圖は、電機子 A が外側にあり、その中に磁石 N, S 兩極が固定し、その中で誘導子 C が回轉するものである。

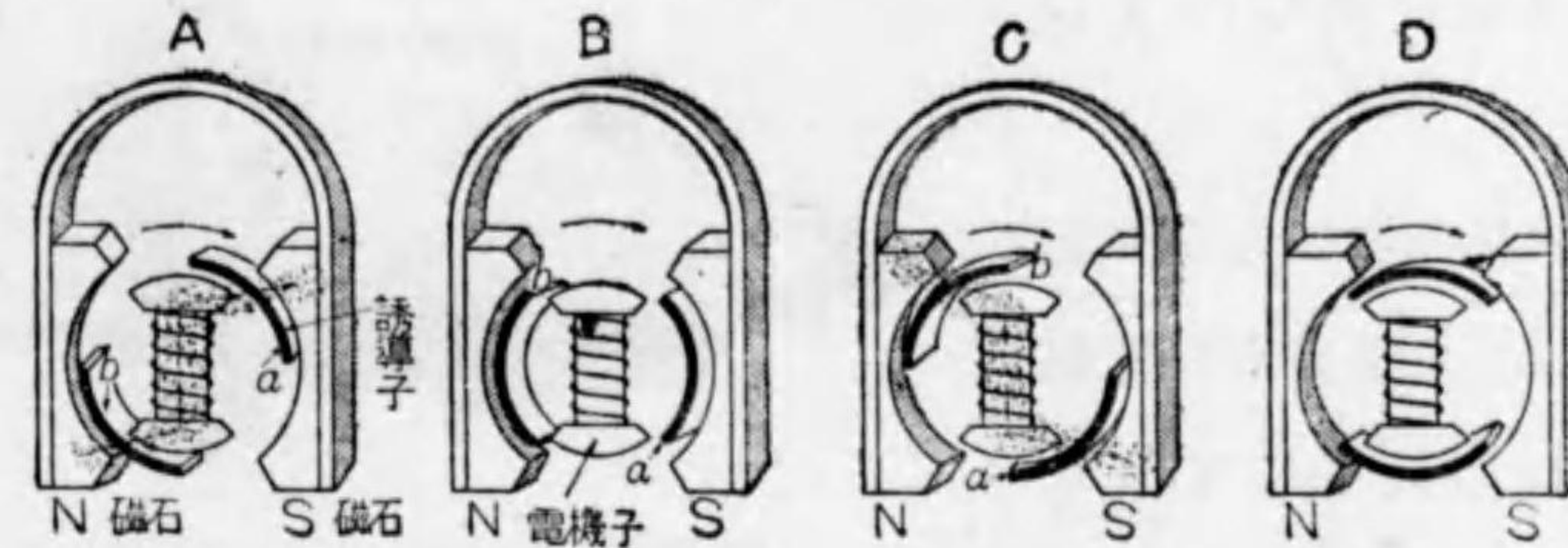
第 193 圖は、上記第 192 圖とほゞ同様



第 193 圖 誘導子回轉型

の型式の発電機である。

第 194 圖は、外側に永久磁石が固定され内側に電機子が固定され、その間を誘導子が回轉するものについて發電狀況を示した圖である。



第 194 圖 誘導子回轉型

圖によつて明かなやうに、誘導子が 1 回轉すれば 4 回点火することが出来るから、クランク軸との回轉比は  $\frac{n}{8}$  となる。

(iv) 高壓磁石発電機の回轉數

発電機の回轉數は、發動機のシリンダ、回轉數及び発電機軸 1 回轉の發火回數によつて定まる。

$N_m$  ..... 発電機の回轉數  $rev/mn$

$N_e$  ..... 發動機の回轉數  $rev/mn$

$A$  ..... 発電機軸一回轉の点火回數

$n$  ..... シリンダ數

$C$  ..... 定數 (4 サイクルは 2, 2 サイクルは 1)

$$N_m = \frac{N_e n}{CA} \dots\dots\dots (17)$$

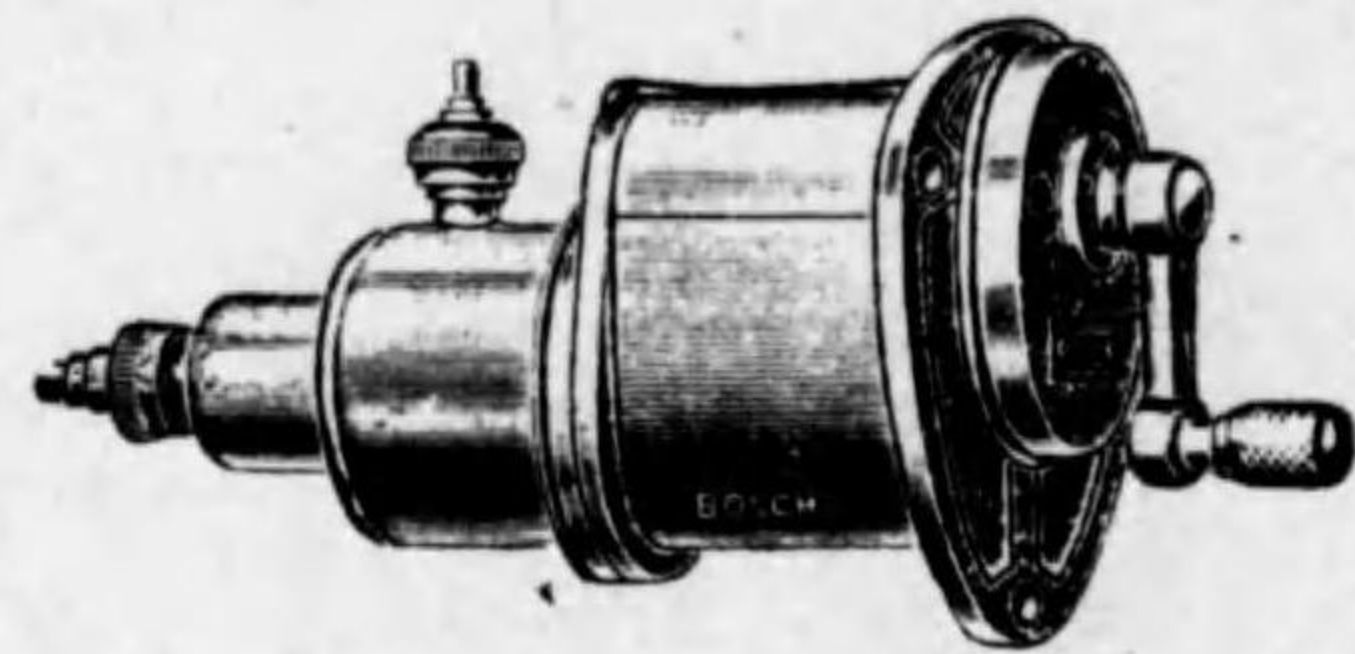
普通  $\frac{n}{CA}$  を回轉比といふ。

### 2. 始動用磁石發電機と昇壓器

發動機を始動するとき、普通の高圧磁石發電機では、困難であるため特に始動用の發電機を用ひる。

この構造は、普通の高圧磁石發電機と同様であるが、手動で回轉させる點が異なつてゐる。

2次線に發生した高壓電流は、高圧磁石發電機の始動用端子に接續させる。

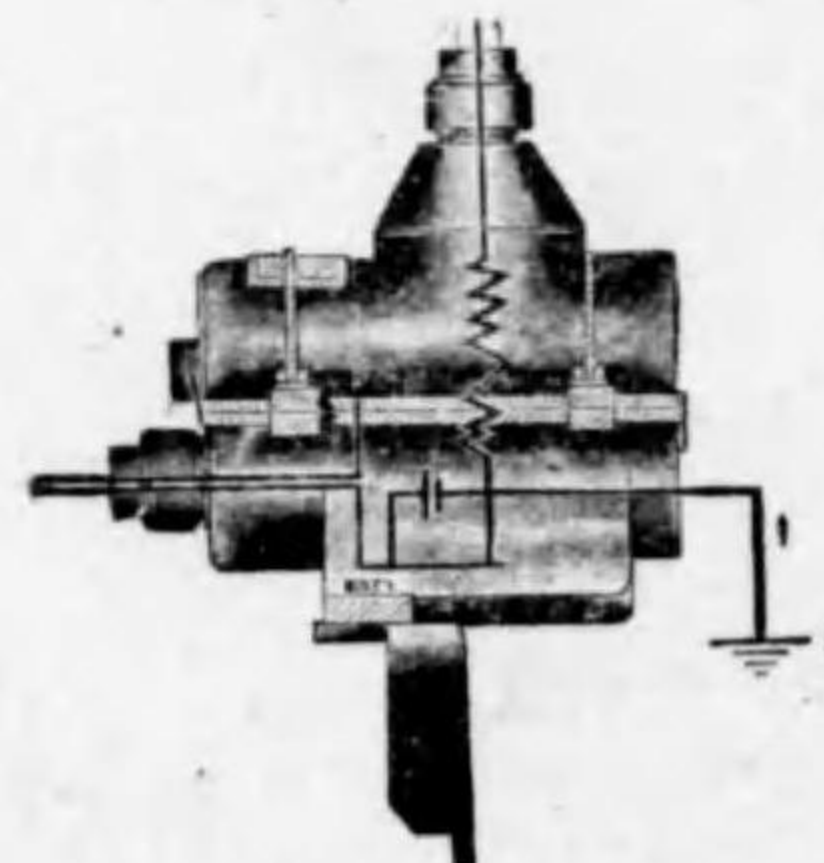


第195圖 始動用磁石發電機

この發電機にも、電機子回轉型と磁石回轉型との二つの型式があるが、何れもその使用時間が短いから構造も簡單である。

#### 始動用昇壓器

慣性始動機を使用する場合、始動用磁石發電機の代りに用ひるものである。



第196圖 始動用昇壓器

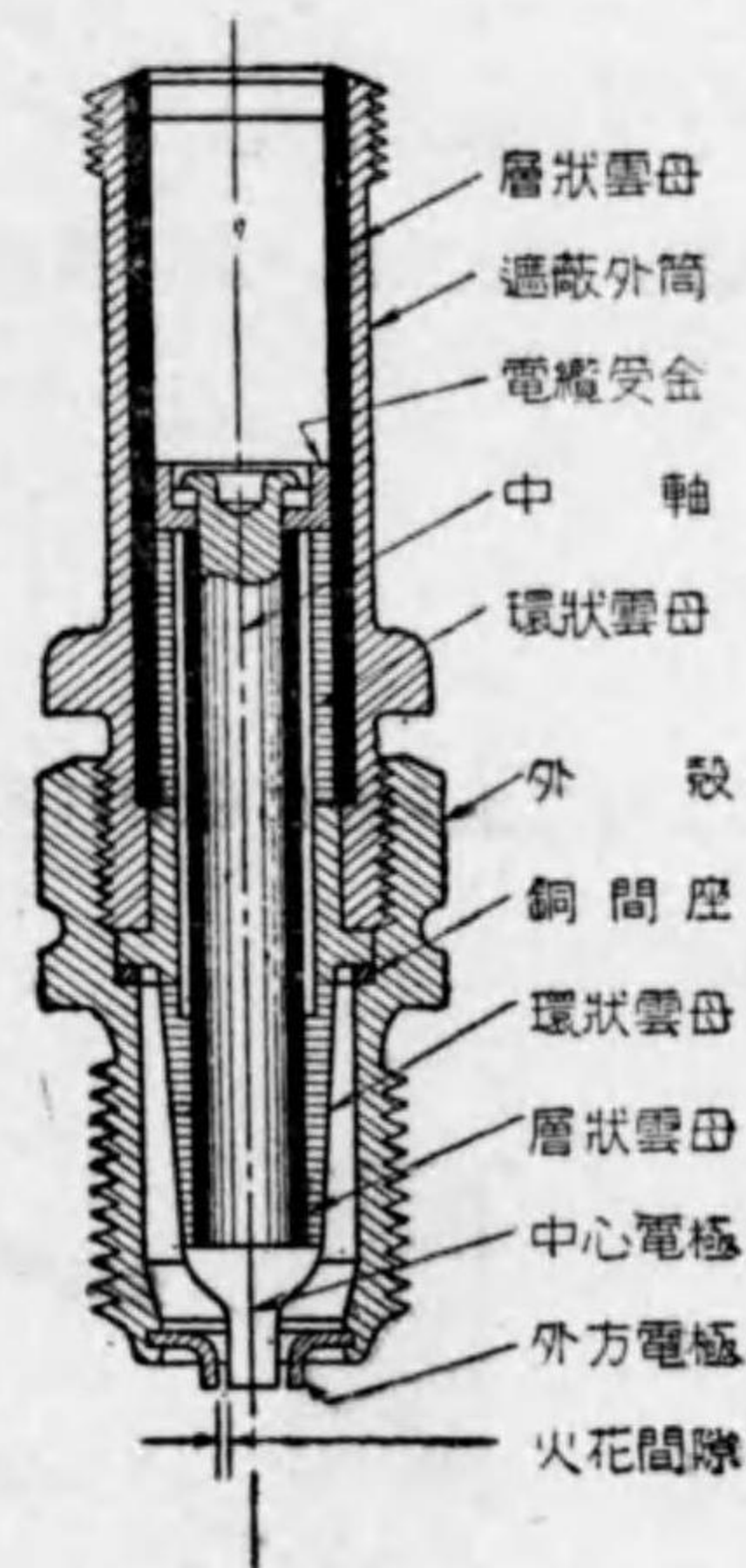
昇壓器は第196圖のやうに、1次電流をブザで遮斷する高壓誘導コイル (High tension induction coil) で蓄電池から電源をとり、次線に發生した高壓電流を電線によつて高圧磁石發電機の始動用端子に接續する。

### 3. 点火栓 (Ignition plug または Spark plug)

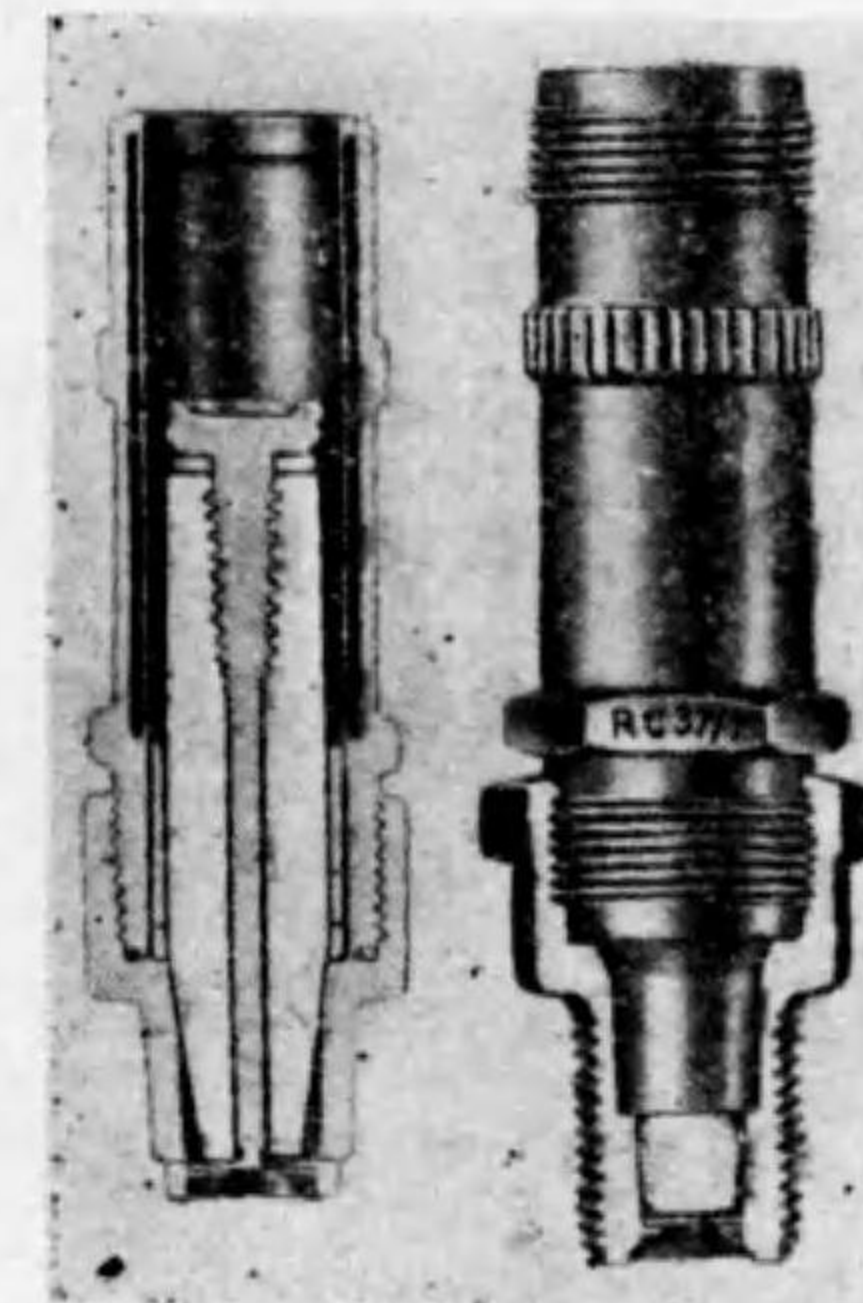
点火栓はシリンダ上部の燃焼室に面したところに相對して2箇取附けるのが普通である。

航空發動機用の点火栓は、第197圖のやうな構造をしてゐる。

中心電極は、雲母、陶磁器その他で外殼と絶縁され、外方電極との間隙で火花を放電するやうになつてゐる。



第197圖 点火栓



第198圖 点火栓

火花間隙は 0.3~0.4 mm であり、電極は 1~4 對のものが普通である。

点火栓のこの部分は、ガスの爆發燃焼熱に曝されるから、絶縁體の溫度は常に適當 (500°C内外) に保たなければならない。即ちこれが低過ぎると、煤が燒附くことになり、高過ぎると絶縁體が害

されるばかりではなく、自然着火の原因となるのである。

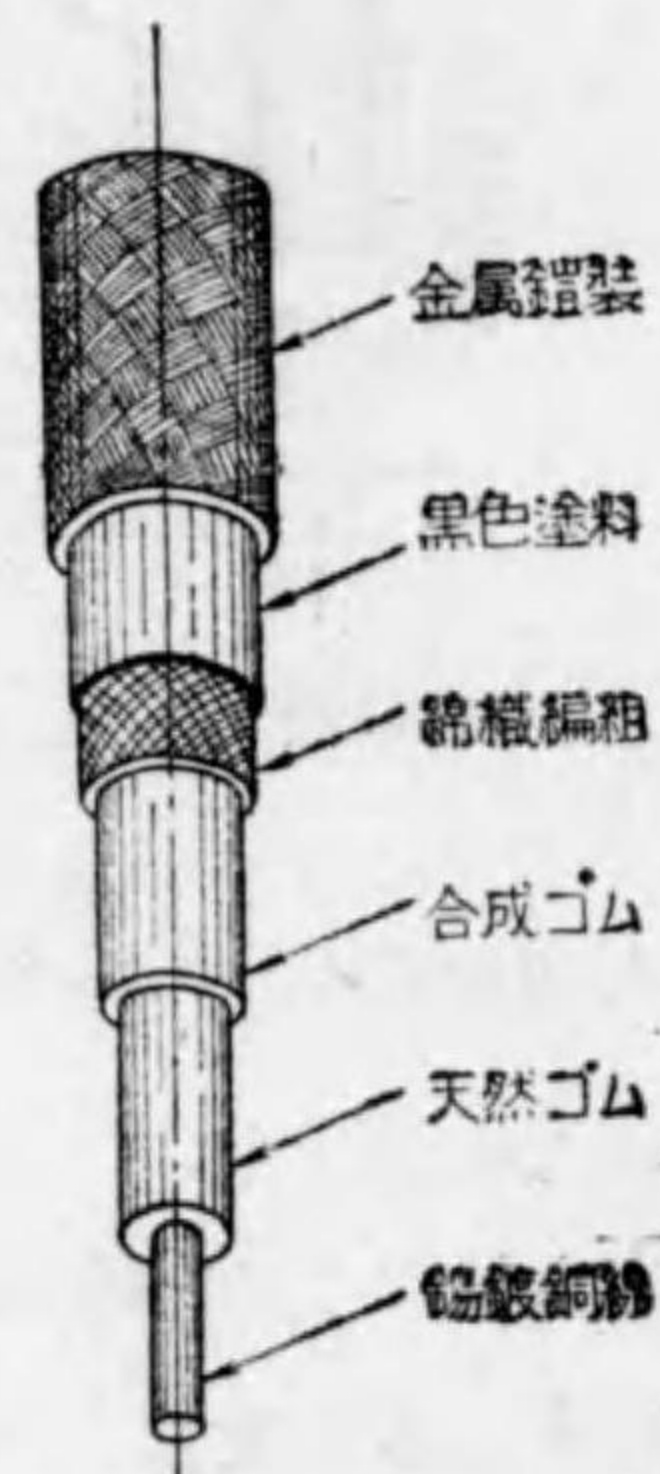
また普通の点火栓では、無線電信の受信が着火電流によつて妨害されるので、無電不感装置 (Radio shielding) が施されてゐる。これは、磁石発電機、電纜、点火栓のすべてを良導體製の外皮で包めばよいのである。

点火栓の良否は、發動機に影響するところが極めて大きいから、加壓火花試験、氣密試験、絶縁體抵抗試験、高空性能試験、衝撃試験、加熱試験等をして嚴重に検査される。

#### 4. 高壓電纜

発電機からの高壓電流は、高壓電纜によつて点火栓に導かれる。

高壓電纜は、第199圖に示すやうに充分な絶縁體の上に金屬鍍装が施されてゐる。またこの金屬鍍装のためにオゾンクラックを生じ易いので、一般に天然ゴムの上に合成ゴムが被覆されてゐてこれを防止してゐる。



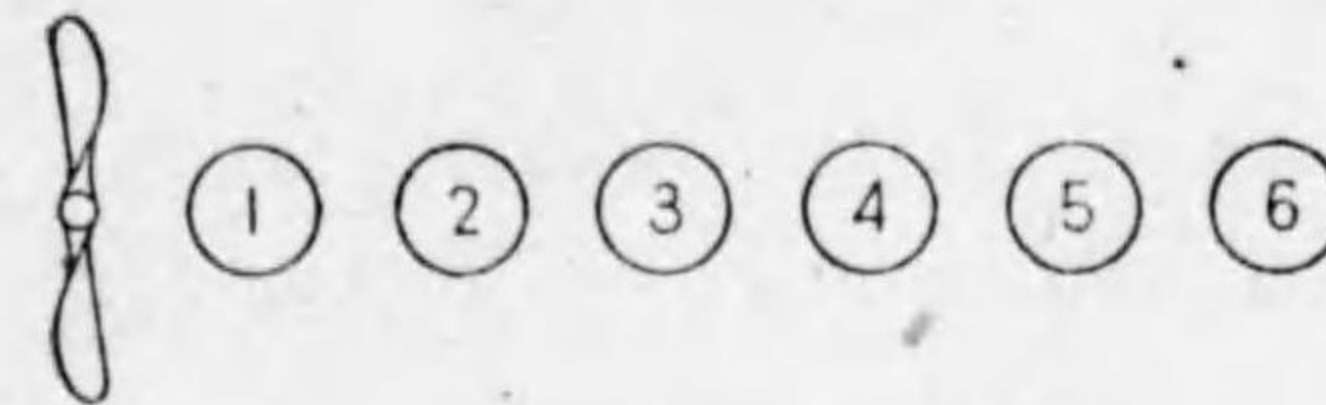
第199圖 高壓電纜

#### 5. 点火順序

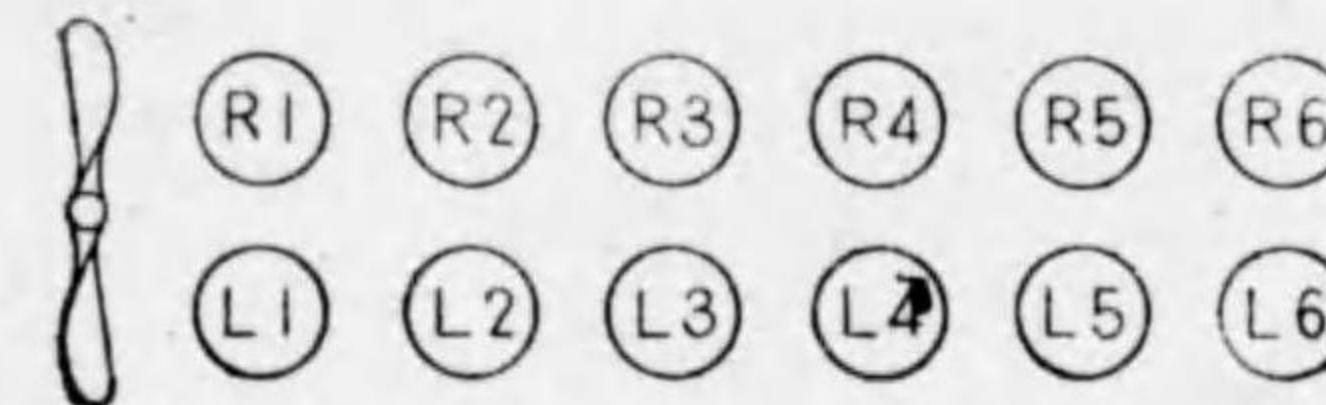
(i) シリンダ番號 (Cylinder number)

發動機のシリンダには、主として取扱の關係上それぞれ次のやうにシリンダ番號が付けられてゐる。

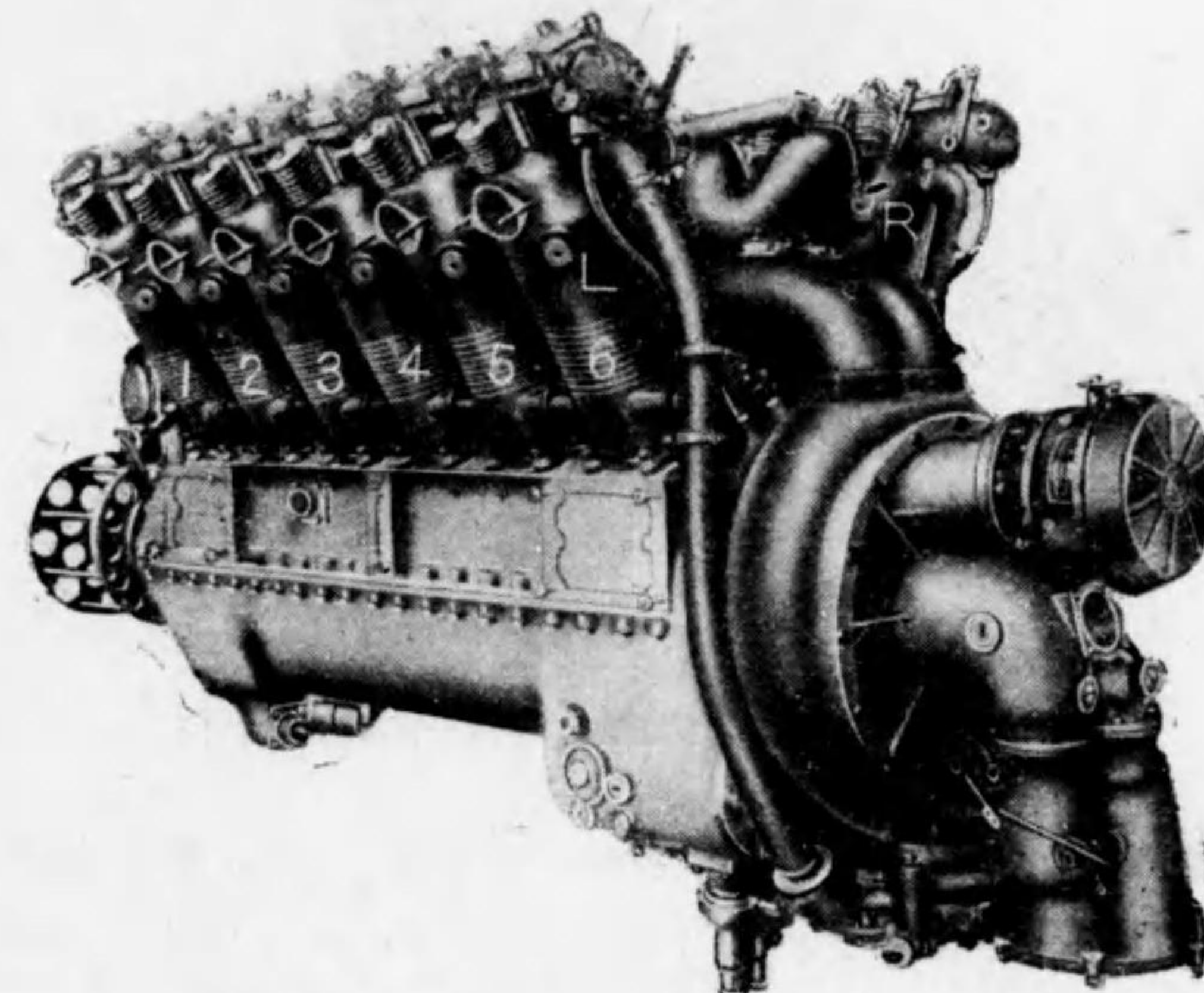
(a) 直列型發動機 (倒立型も同様)



(b) V型發動機 (倒立型も同様)



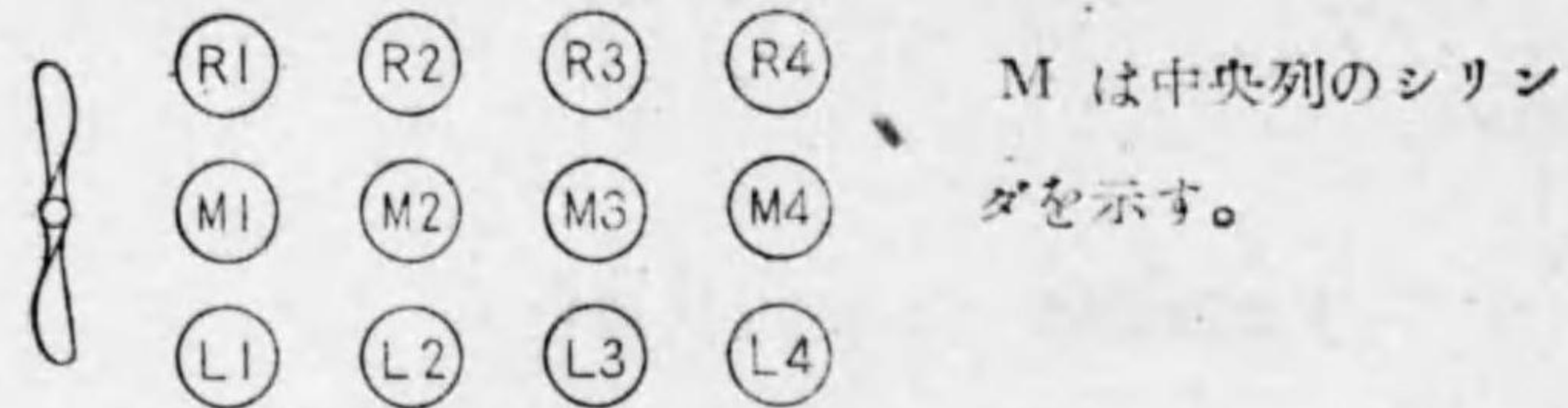
Rは發動機後方からプロペラ側に向つて右側 (Right side) のシリンダを示す。  
Lは同様に、向つて左側



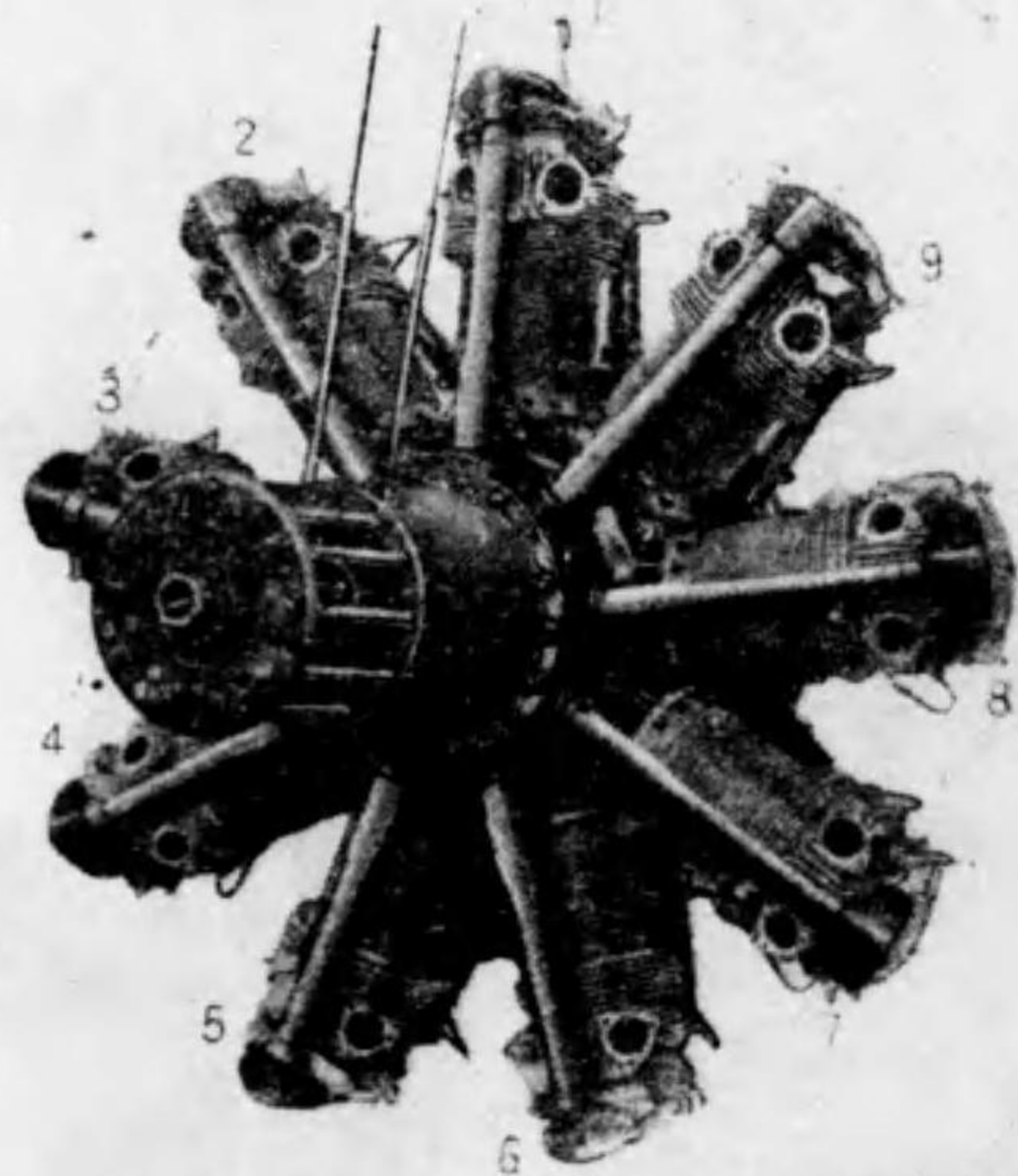
第200圖 V型發動機のシリンダ番號

(Left side) のシリンダを示す。

(c) W型發動機



(d) 単列星型發動機



第 201 圖 星型發動機のシリンダ番號

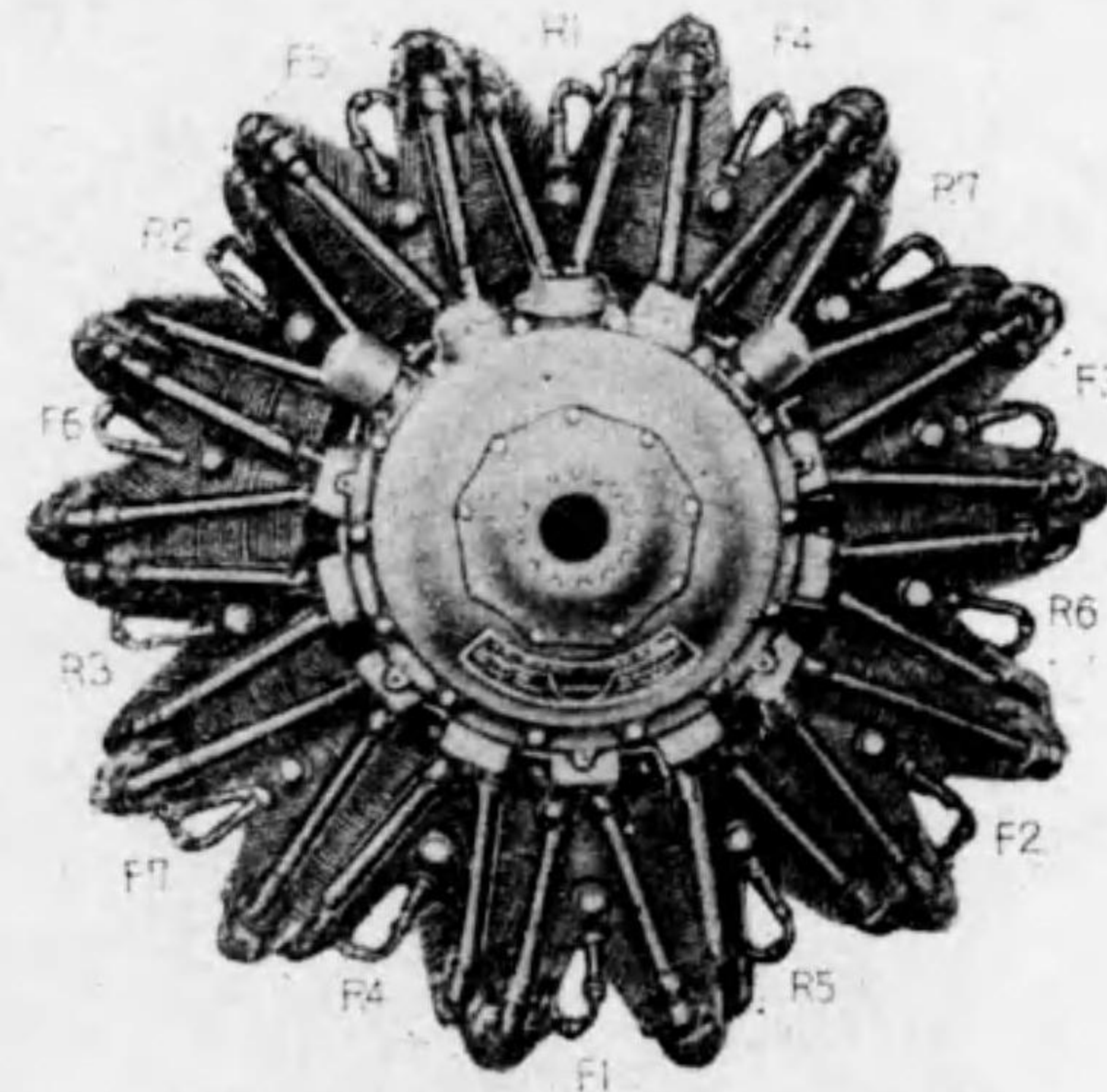
發動機後方からプロペラ側に向つて時計廻りとし、眞上のシリンダを第 1 シリンダとする。

(e) 複列星型發動機のシリンダ番號

プロペラ側にある前列シリンダは、後方からプロペラ側に向つて

時計廻りに眞下のシリンダから順次 F1, F2, F3, F4 ……と數へる。

後列シリンダは同様に見て、眞上から時計廻りに R1, R2, R3 ……と數へる。



第 202 圖 複列星型發動機のシリンダ番號

(ii) 点火順序 (Firing order)

点火順序は次のやうな各種の影響を考へて決定される。

- (a) クランク軸に振り振動を與へないこと。
- (b) 相隣れるシリンダに引續き点火をさせないこと。
- (c) 吸入の等齊を妨げないこと。

現用發動機 (4 サイクル) の点火順序の一例を擧げると次の通りである。

(a) 直列 6 シリンダ

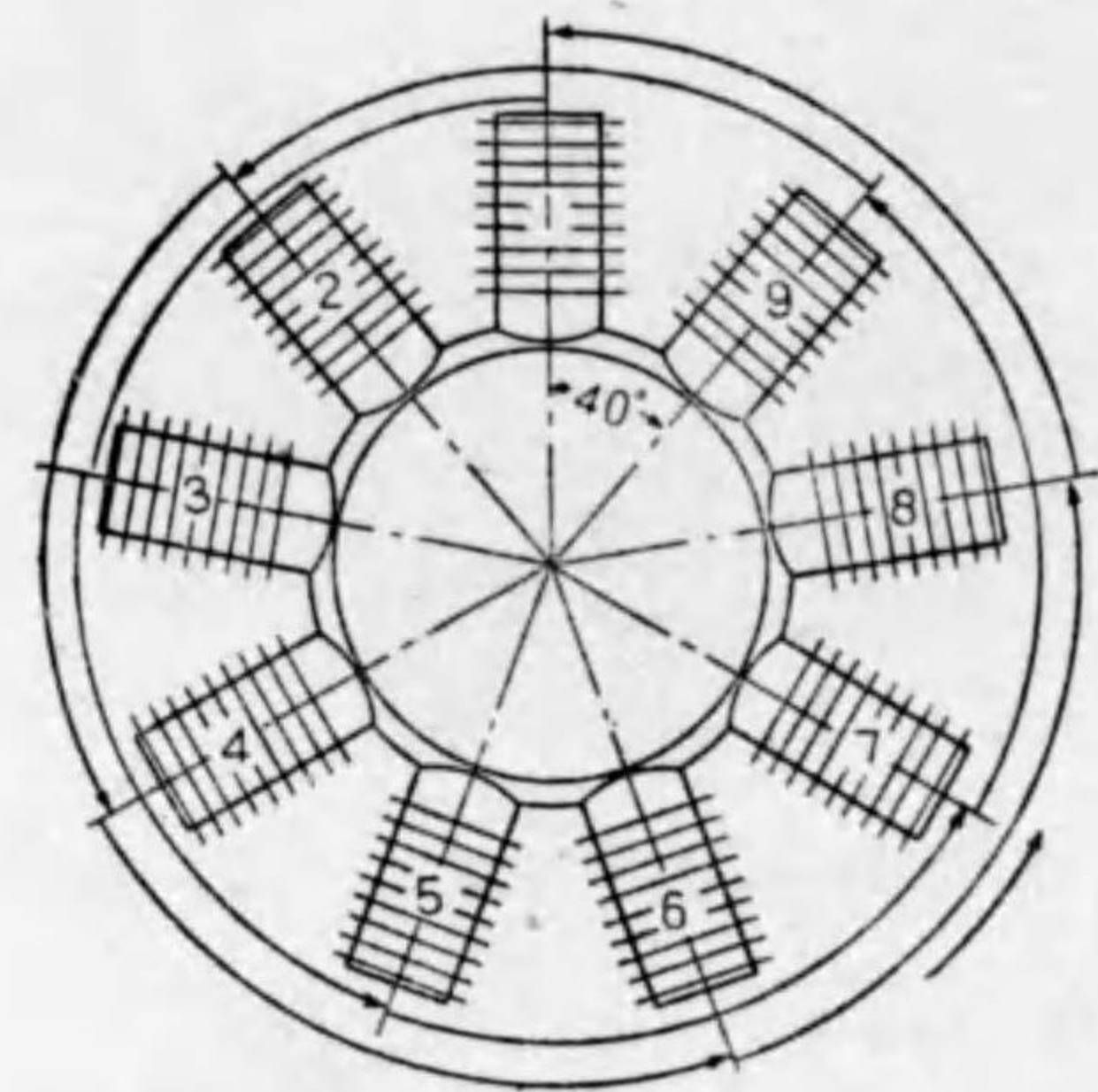
1 → 5 → 3 → 6 → 2 → 4

(b) V型12シリンダ

R 1 ↘ 5 ↘ 3 ↘ 1 ↘ 6 ↘ 5 ↘ 2 ↘ 3 ↘ 4 ↘ 6  
L 1 ↗ 2 ↗ 4 ↗ 1 ↗ 5 ↗ 3 ↗ 2 ↗ 3 ↗ 4 ↗ 6

(c) W型12シリンダ

R 1 ↘ 4 ↘ 1 ↘ 3 ↘ 4 ↘ 1 ↘ 4 ↘ 2 ↘ 3 ↘ 2  
M 1 ↗ 4 ↗ 3 ↗ 2 ↗ 3 ↗ 4 ↗ 1 ↗ 4 ↗ 2 ↗ 3 ↗ 2  
L 1 ↗ 4 ↗ 3 ↗ 2 ↗ 3 ↗ 4 ↗ 1 ↗ 4 ↗ 2 ↗ 3 ↗ 2



第203圖 星型9シリンダの点火順序

(d) 星型9シリンダ

1 → 3 → 5 → 7 → 9 → 2 → 4 → 6 → 8

(e) 複列星型14シリンダ

F 1 ↘ 3 ↘ 5 ↘ 7 ↘ 1 ↘ 2 ↘ 4 ↘ 6 ↘ 7  
R 1 ↗ 2 ↗ 4 ↗ 6 ↗ 1 ↗ 3 ↗ 5 ↗ 7 ↗ 2 ↗ 4 ↗ 6 ↗ 7

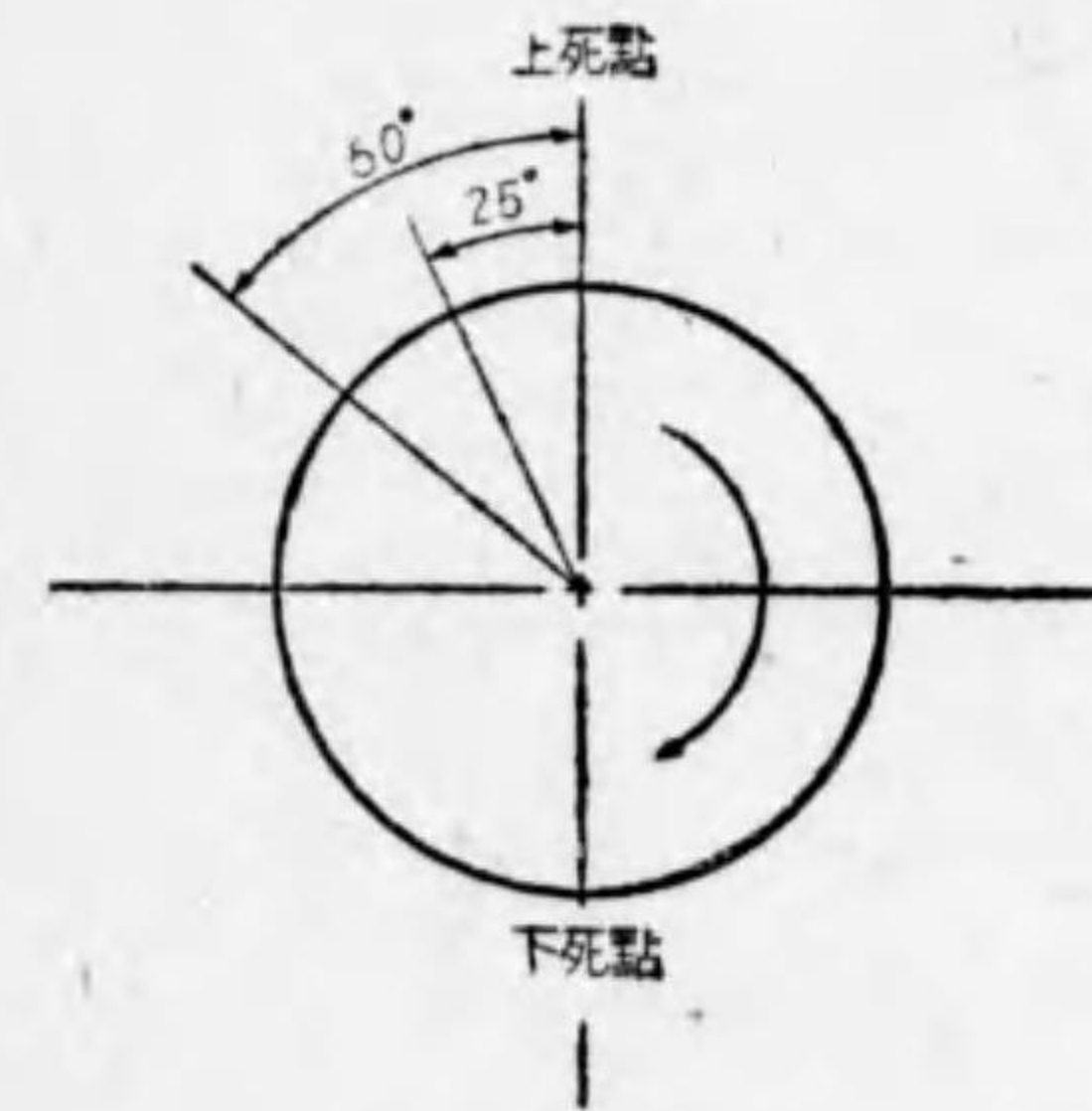
6. 点火時期

發動機の運轉狀況は、点火する時期に影響するところが多い。

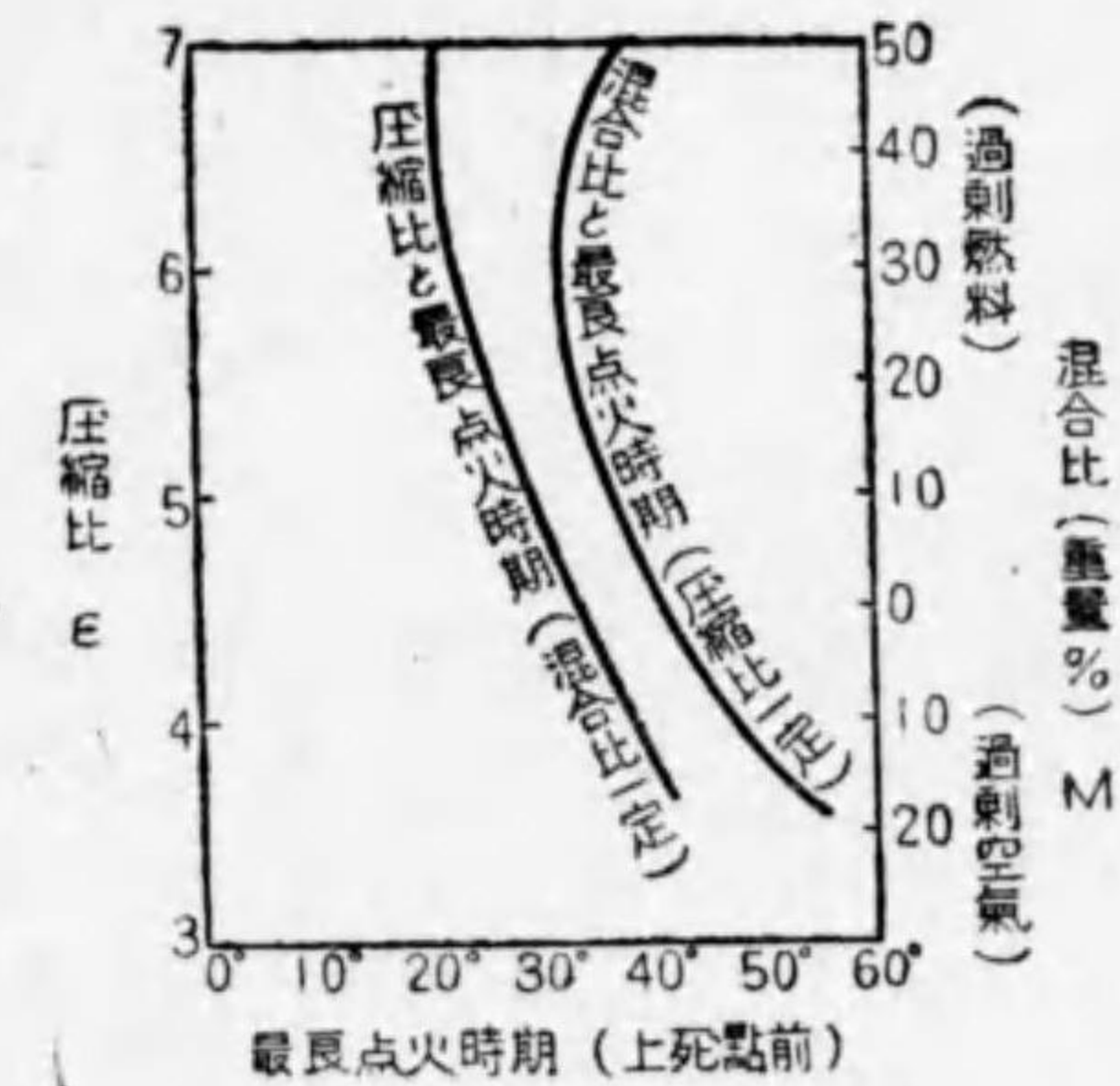
点火は壓縮行程の終りに於て電気火花で行はれる。混合氣は点火によつて瞬間的に爆發すべきものであるが、全體が燃焼して最大の爆發壓力を出すまでには、僅かではあるが或る時間がかかるのである。従つてピストンが壓縮行程の最上部に達した時に最大爆發壓力を出すためには、ピストンが上死點に達する前に点火すべきである。

点火時期は、上死點前クランク角で示し、機関の回轉が速いだけ角度を大にする。その範圍は、第204圖に示すやうに 50°~0° であるが、普通は 25° 附近である。

最良の点火時期は、燃料、シリンダ内壓力、シリンダ及び排氣弁



第204圖 点火時期

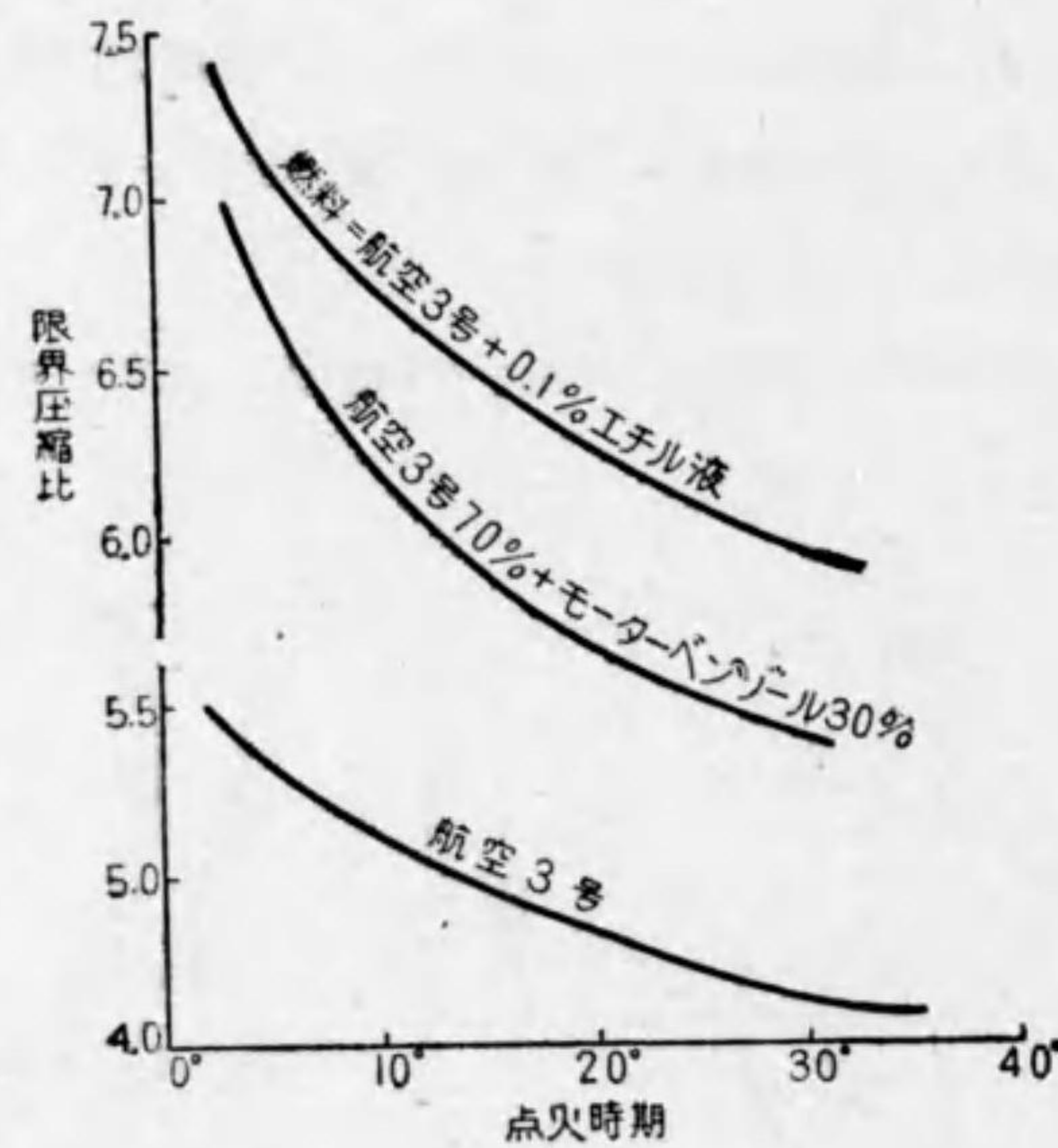


第205圖 最良点火時期

の温度，吸入壓力，壓縮比，混合比，点火栓の數及び位置によつて異なつて來る。

第 205 圖は，壓縮比と最良点火時期及び混合比と最良点火時期の關係を示した一例である。

第 206 圖は，点火時期と異狀爆發を起す壓縮比の限界を示した一例である。



第 206 圖 点火時期と異狀爆發

## 第 11 章 計 器

航空發動機を運轉する場合必要となる計器には，回轉計，油壓計，溫度計，燃料計，ブースト計，混合比計等があり，何れも計器盤に取付けられてゐる。

### 1. 回 轉 計 (Tachometer)

回轉計は，發動機のクランク軸の回轉速度 (rev/min) を示したもので，機械的の装置によつて示すものと，電氣的装置によつて示すものがある。

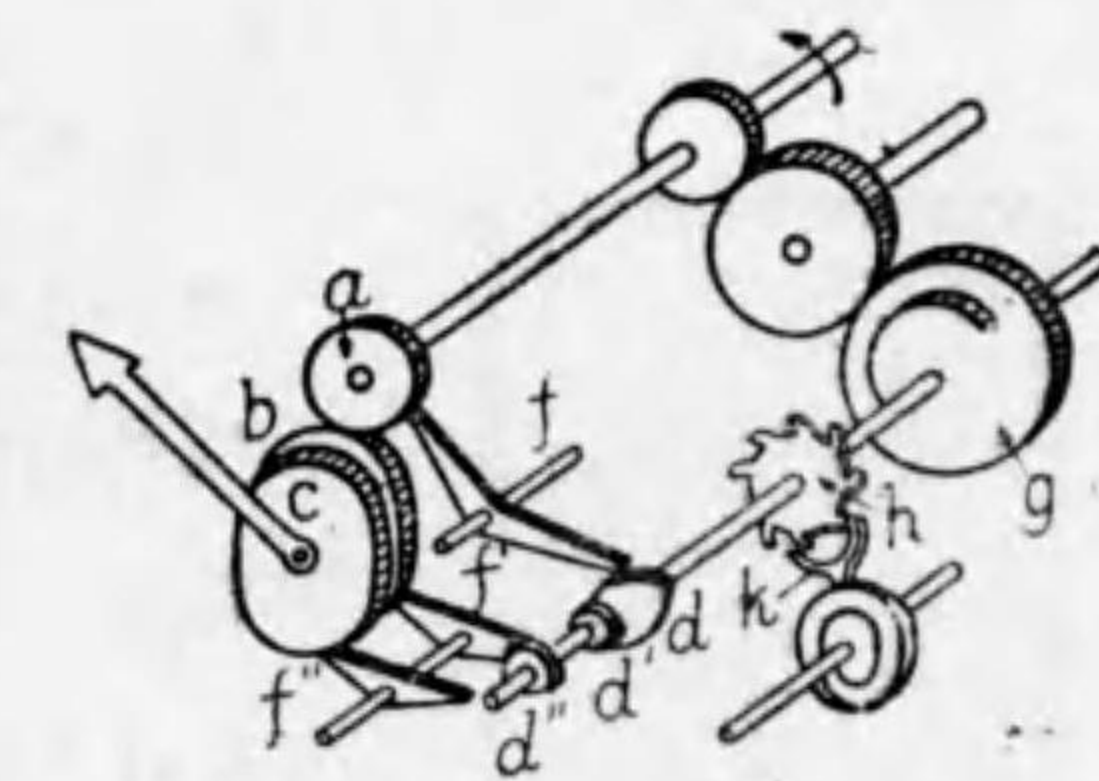
#### (i) チェガー型回轉計 (Jaeger type)

チェガー型は，時計仕掛を應用した機械的装置による回轉計である。

この回轉計は，第 207 圖に示すやうに，カム d によつて啮合が離れる滑バネ g があつて，この軸にエスケープメント，h, k が取付けられてゐる。

クランク軸の回轉は，働き齒車 a から順次 b, c に傳はり指針を

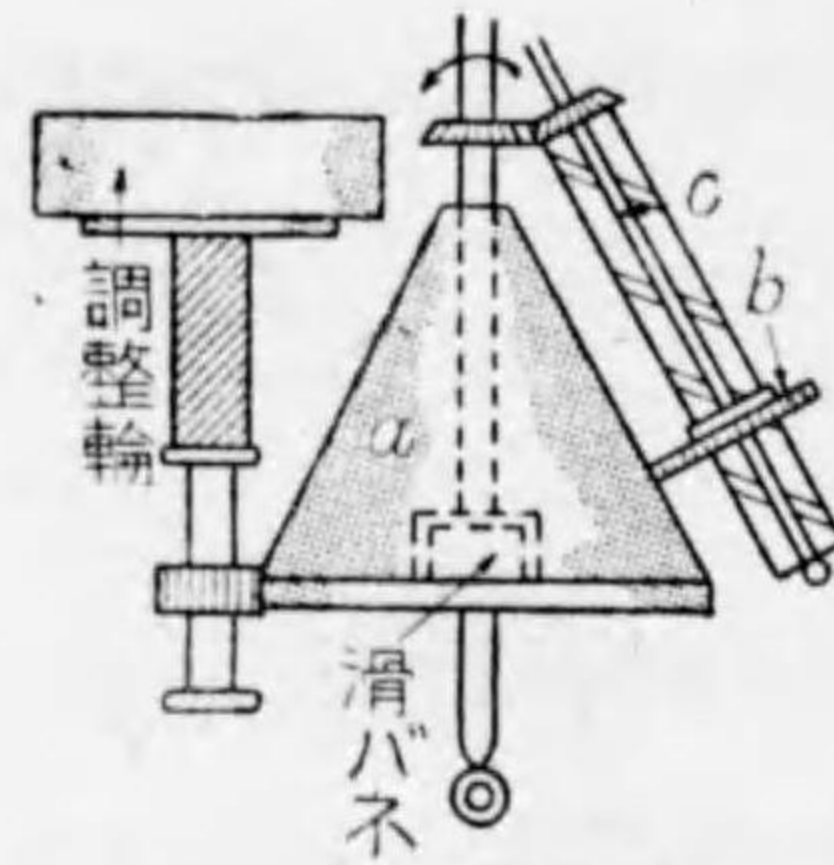
廻すやうになる。然し a, b, c には何れも離脱用の鈎 f が附いてゐて，それぞれ間歇的に聯動するやうになつてゐる。



第 207 圖 チェガー型回轉計

(ii) 摩擦圓錐型回轉計 (Friction cone type)

摩擦圓錐型も、機械的装置による回轉計の一種で、第208圖のやうな構造をしてゐる。



第208圖 摩擦圓錐型回轉計

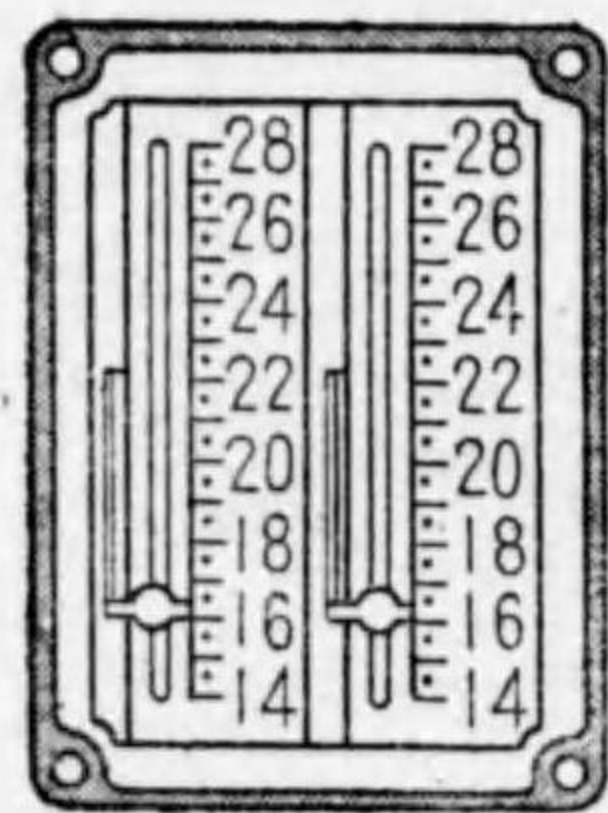
圖に於て、a はゴムまたはエポナイト製の圓錐で、滑バネと調整輪の作用によつて一定速度で回轉してゐる。

b はc軸と共に回轉し、同時にこの軸に添つて上下に移動することが出来る。回轉速度は、このbの齒車の移動によつて知ることが出来る。

この他機械的装置によるもので、遠心力を利用した回轉計もあるが現用されてゐない。

(iii) 電氣式回轉計

電氣式回轉計には、色々な型式のものがあるが、多くは電源を單相交流に求めてゐる。



第209圖 電氣式回轉計

單相交流は、發動機に交流發電機を直結して發生させる。

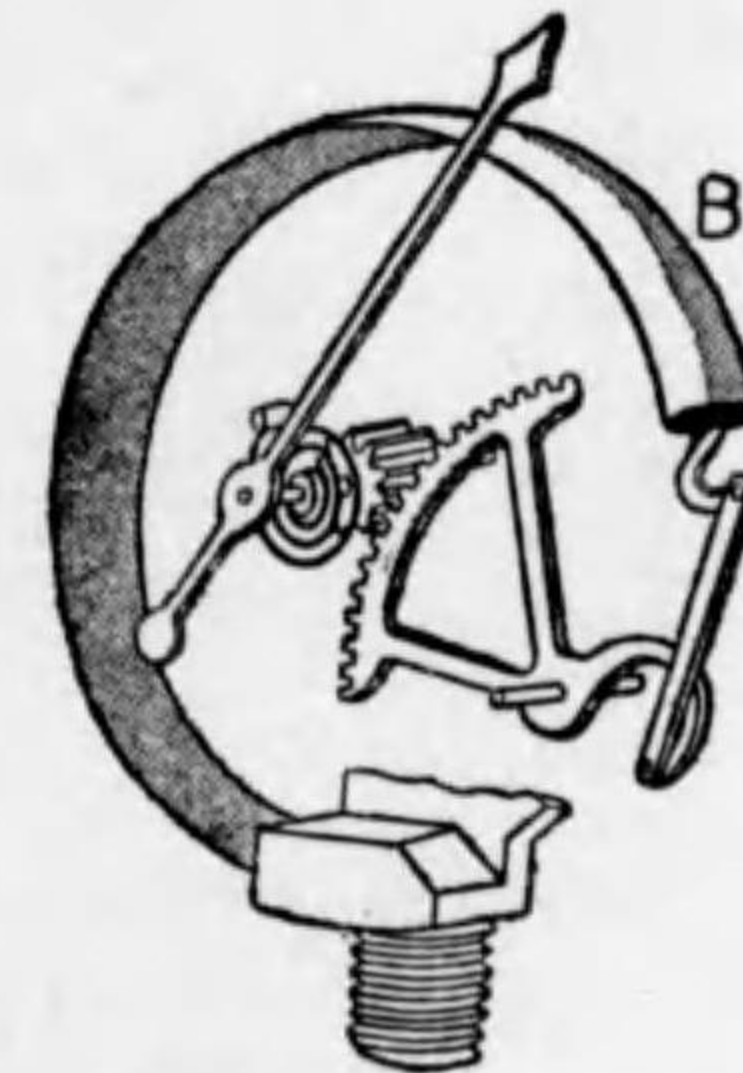
回轉數は、發動機的回轉數に比例して生ずる電壓の變化によつて知るのであつて、普通はこれを整流して可動コイル型の直流電流計に通し、これによつて回轉數を指示するやうにしてゐる。

2. 油壓計 (Oil pressure gauge または Manometer)

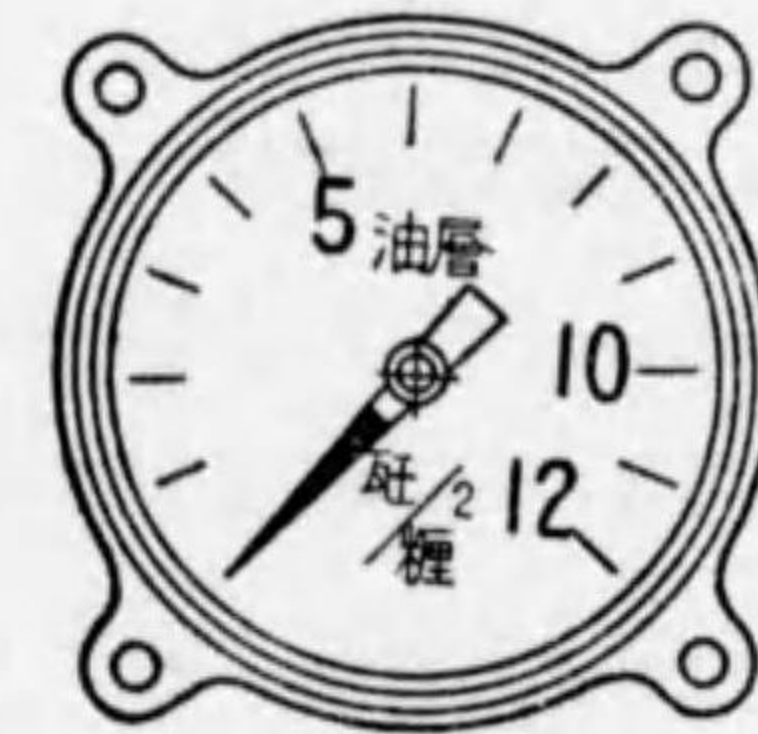
油壓計には、潤滑油の壓力を計るものと、燃料の壓力を計るものとの2種がある。

(i) 潤滑油用油壓計

潤滑油を發動機の各必要部分に送るとききの壓力を指示するもので多くは第210圖に示したやうなブルドン管 (Bourdon's tube) を用ひてゐる。



第210圖 ブルドン管



第211圖 潤滑油用の目盛

(ii) 燃料油用油壓計

これは氣化器に送る燃料ポンプの油壓を指示するもので、構造は潤滑油用と同様である。

3. 溫度計 (Thermometer)

溫度計は、發動機の冷却液の溫度や潤滑油の溫度を示すもので、蒸氣壓式と電氣式の2種がある。

## (i) 蒸氣壓式溫度計

蒸氣壓式溫度計は、温度によつて變化する蒸氣壓を利用したもので、第212圖に示すやうに、感温部と導管と壓力計の3部分から出來てゐる。

感温部の圓筒内には、無水亞硫酸、メチル エーテル、鹽化メチルエチル エーテル等の液體が入つてゐて、この蒸氣壓が導管を経て、壓力計内のブルドン管に作用するやうになつてゐる。

## (ii) 電氣式溫度計

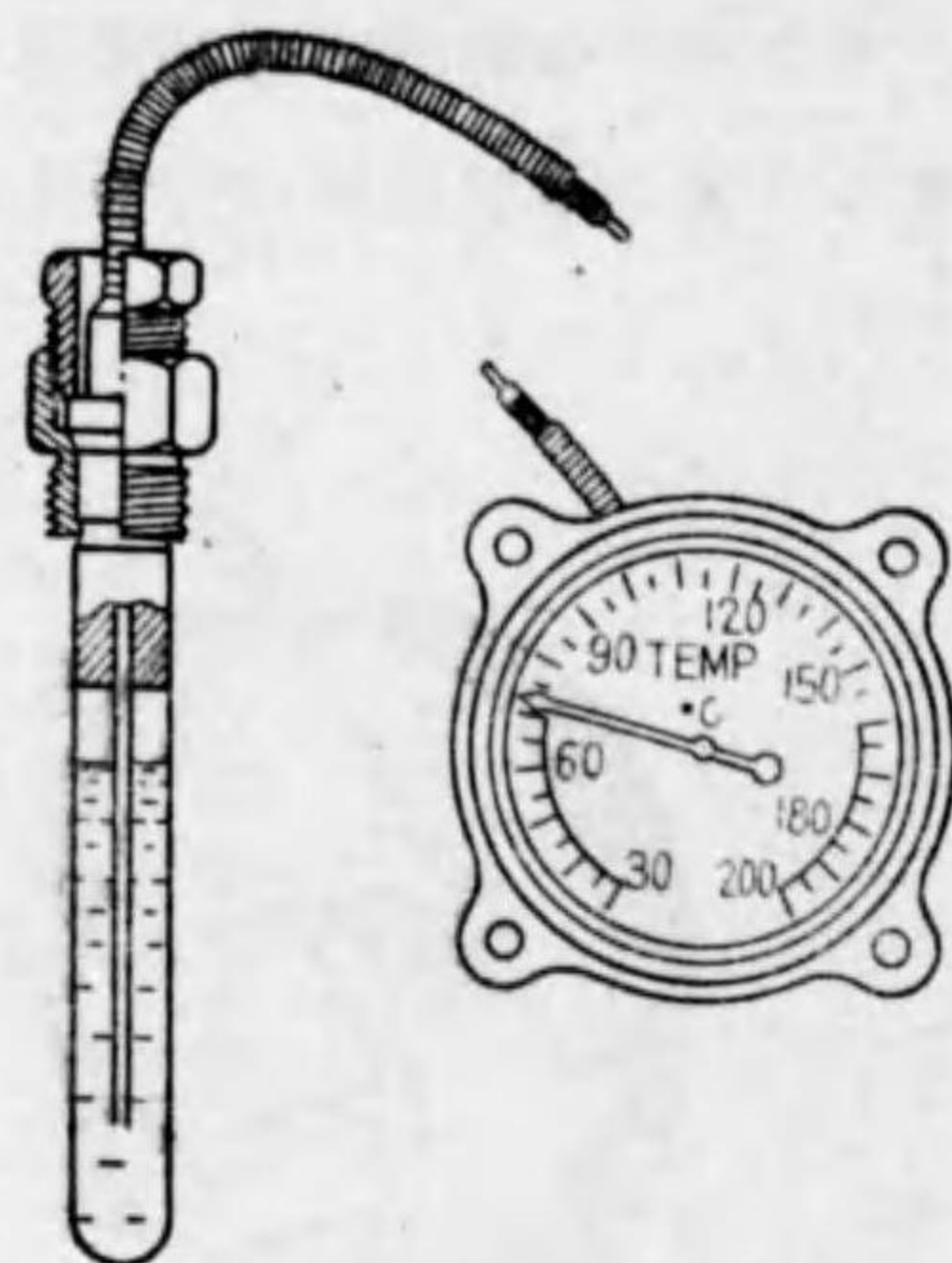
電氣式溫度計には、電氣抵抗を利用したものゝ熱電對を利用したものゝがある。

電氣抵抗式は、低温測定に便利であるから、吸氣温度（過給機で壓縮された混合氣の温度）や冷却水、潤滑油等の温度を測定するのに用ひられる。

熱電對式は、排氣温度とか空冷發動機のシリンダ温度等比較的高温度の測定に用ひられる。電氣式溫度計は、蒸氣壓式に比し遠方に指示計を持つて行ける點が便利である。

## 4. 燃料計 (Fuel gauge)

燃料計はタンク中の燃料の量を示すもので、浮子型と壓力型等が



第212圖 蒸氣壓式溫度計

ある。

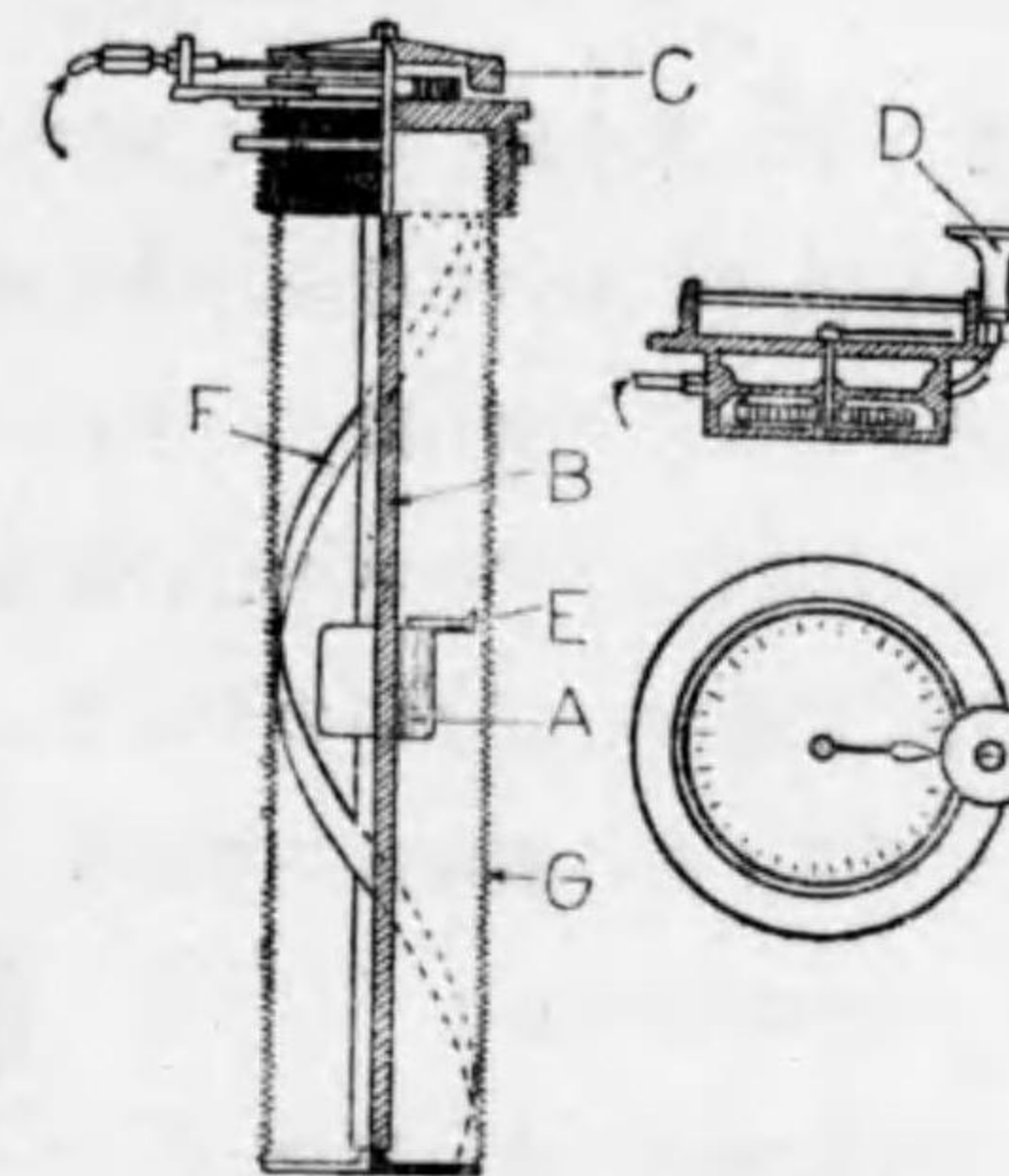
## (i) 浮子型燃料計 (Float type)

燃料の表面に浮子（ウキ）を浮かせて、これが上下に移動する長さによつて、燃料の深さを知るやうに出來てゐる。

第213圖は、浮子型燃料計の一例を示す。

網目型の筒 G をタンクの中に入れて、浮子 A は溝 F に添つて廻りながら上下する。

軸 B は、A と共に回轉し、この作用を上への指示板に傳へるのである。



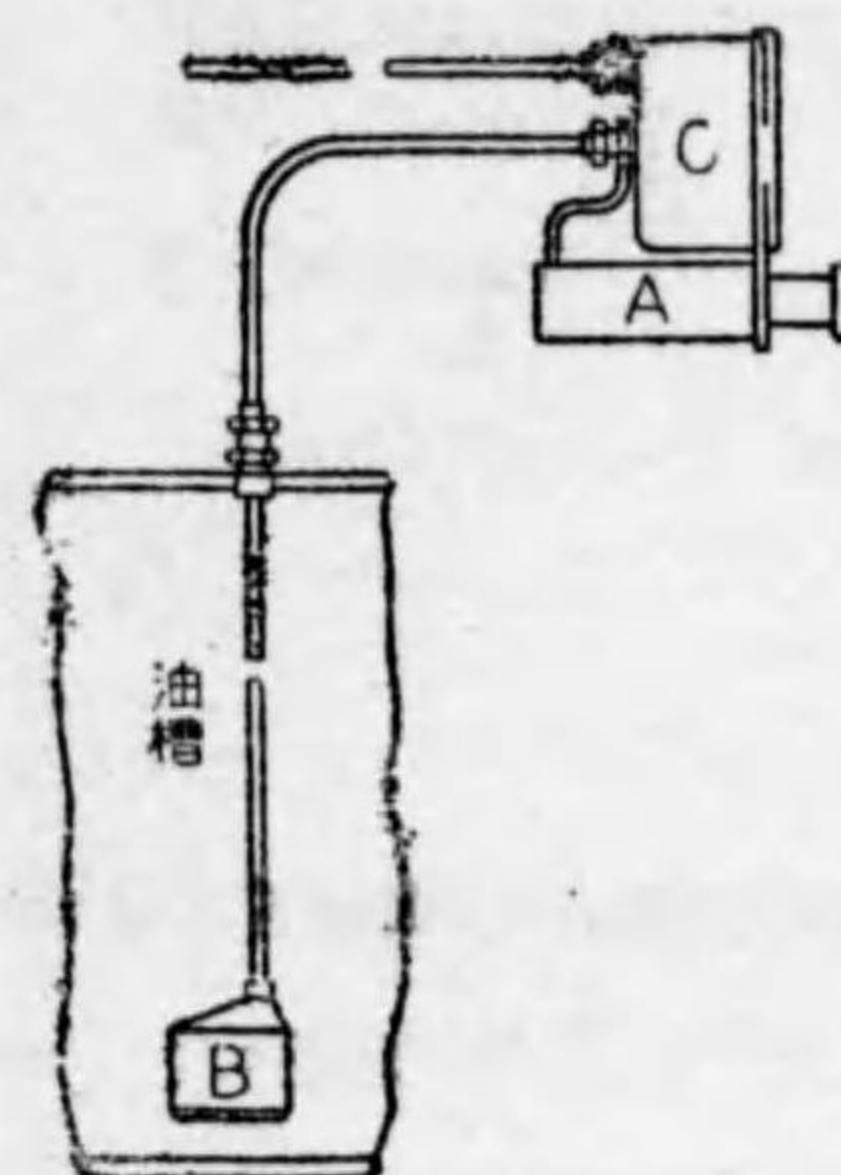
第213圖 浮子型燃料計

浮子 A の上下運動は、上記のやうに機械的に傳へるものゝ他電氣的に傳へるものもある。

## (ii) 壓力型燃料計 (Pressure type)

第214圖は、壓力型燃料計の構造の概略を示したものである。

測定の場合は、手押ポンプ A を引くと、受壓槽 B の中に空氣が入る。この空氣壓が燃料油の油壓以上になると、空氣は氣泡になつて油面上に逃



第214圖 壓力型燃料計



げることになる。

この圧力は、燃料の量によつて變化するものであるから、これを指示器に傳達するやうにするのである。

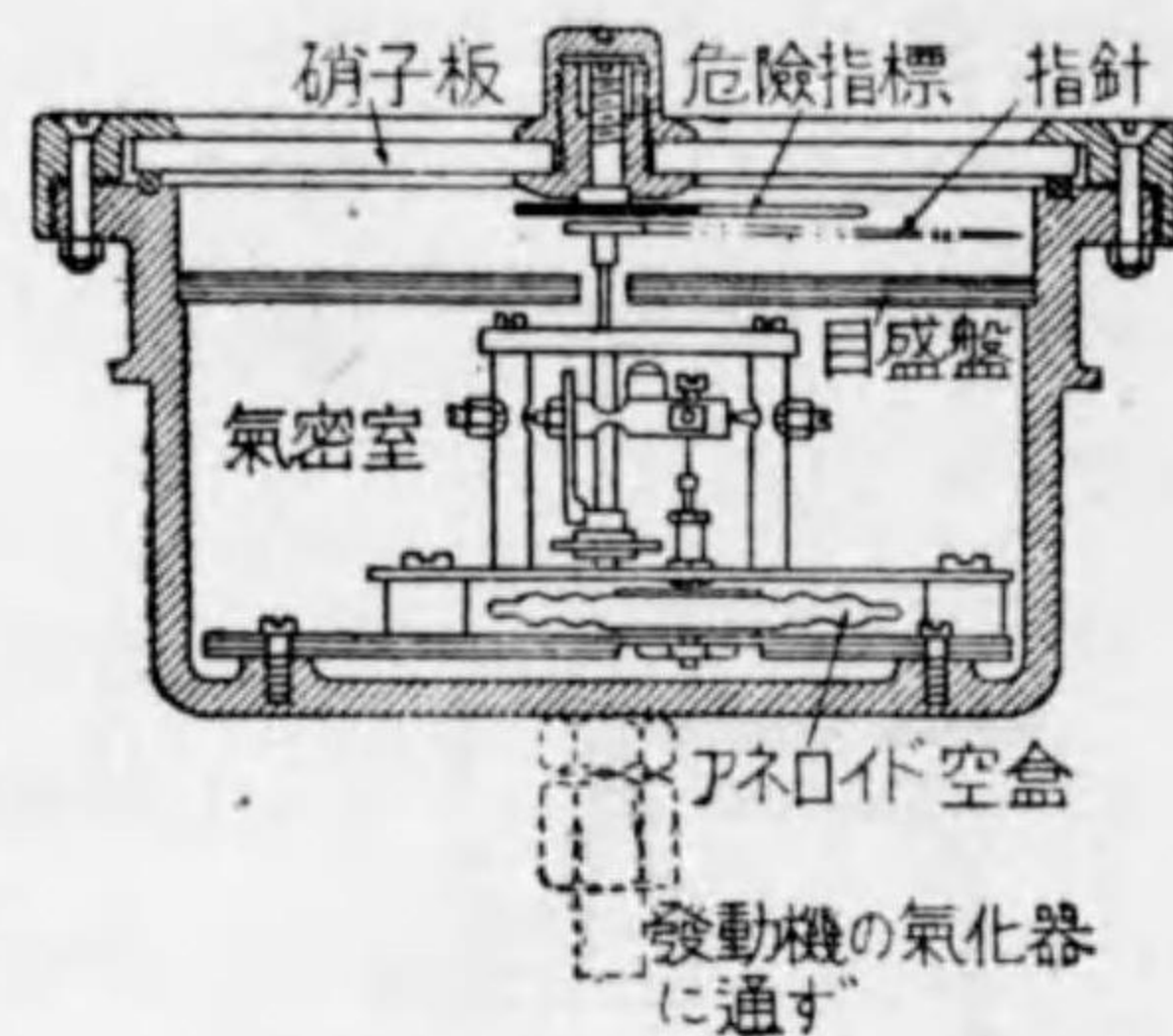
5. フースト計 (Boost gauge)

過給機を使用した場合、吸入管内の壓力を測定するものをブースト計または吸入壓力計といふ。

第 215 圖は、ブースト計の断面圖を示す。この計器を發動機の吸入管に接続すればよいのである。

ブースト計の原理は、高度計と同一である。

この目盛は、大氣壓を 0 とし、これを中心にして吸入管内の壓力が大氣壓より大であれば  $+cm Hg$ 、小であれば  $-cm Hg$  として表すのである。



第 215 圖 ブースト計の断面圖

6. 混合比計 (Mixture ratio gauge)



第 216 圖 混合比計の目盛

燃料と空氣の混合割合を測定する計器を混合比計といふ。混合比の適否は、發動機の運轉状態に大きな影響を及ぼすものであるから、この計器によつて運轉状

態の良否を判定することが出来るわけである。

混合比は、排氣ガスによつて測定することが出来る。即ち空氣不足の場合には、排氣ガスの中に水素、酸化炭素、メタン、炭酸ガス等が含まれ、完全燃焼の場合には、炭酸ガス、メタン及び水蒸氣となる。

また空氣過剰の場合には、その上に酸素が加はつて来る。

これ等のガスの熱傳導度は、空氣を 100 とすれば、水素 700、窒素 100、酸素 101、炭酸ガス 60、酸化炭素 96、メタン 126、水蒸氣 130 であつて、水素だけが他の 6 倍以上となつてゐる。従つて排氣ガス中の水素の含有量は、熱傳導度によつて知ることが出来るのである。

水素含有量は、完全燃焼の場合には 0 であり、熱傳導度は最小になるが、空氣が少くなるにつれ水素が次第に増加し、熱傳導度は直線的に増して来る。

混合比計は以上の原理により、排氣ガスの熱傳導度を測定するもので、4 本の白金線をホイートストーン橋 (Wheatstone bridge) に入れて、電氣的に求める機構になつてゐる。

第 12 表 排氣の成分表

空 氣 不 足	完 全 燃 焼	空 氣 過 剩
H (700)	CO <sub>2</sub> (59)	CO <sub>2</sub> (59)
CO (96)	CH <sub>4</sub> (126)	CH <sub>4</sub> (126)
CH <sub>4</sub> (126)	H <sub>2</sub> O (130)	H <sub>2</sub> O (130)
CO <sub>2</sub> (59)		O (101)

(括弧内の數字は空氣を 100 とした熱傳導度を示す)

## 第12章 發動機の取扱法

### 1. 運 轉

#### (i) 發動機の始動

發動機の始動は、それぞれ發動機に取付けられた始動装置によつて行ふ。

始動装置には、慣性始動装置、空気始動装置、手動始動装置、齒車電動式始動装置、自動車式ハックス始動装置等がある。

始動の際には、豫めプロペラを4~5回手廻しすること、可變節プロペラでは高ピッチにしておくことが必要である。ダイナミックダンパーを装着したものは、手廻しの際カタカタと音がするが差支へない。

#### (ii) 暖機運轉

飛行機の出発前、地上に於て暖機運轉をすることは是非必要である。暖機運轉は、次の要領によつて行ふ。

(a) 始動後直ちに油壓計を點檢する。

(b) 徐々に回轉數を増し、地上許容回轉數の約  $\frac{1}{2}$  になつたとき、油温が約 40°C になるまで待ち、各計器や電氣系統を點檢する。

(c) b の状態から絞弁を地上許容開度まで開き、そのときの回轉數や吸氣壓力等を點檢する。

(d) 吸氣壓力自動調整装置附のものは、その機能を検査するた

め、短時間全開運轉（氣化器の絞弁を全開して運轉すること）を行ふ。

(e) このやうにして發動機が暖機された後は、微速運轉に於ける各種の状態を點檢する。

(f) 加速運轉を行つて、加速状況を點檢する。

(g) 可變節プロペラ（または恒速プロペラ）は、始動の際の高ピッチから低ピッチに轉換して暖機を行ふ。その後ピッチを適當に變換しつゝ回轉數、吸氣壓力、變換時間等を點檢する。

(h) 空冷發動機では、地上運轉中に過熱する虞があるから、シリンダ溫度計に注意し、常に 200°C 以内にしておく。

(i) 液冷發動機では、冷却水の出口溫度は 85°C（水の場合）または 120°C（プレストンの場合）以下にしておく。

(j) 多發動機の飛行機にあつては、同一吸氣壓力に對して、回轉數が常に同一であるやうに調整する。

(k) 以上のやうにして地上運轉が良好ならば、一旦發動機を停止して、各部を點檢し異常の有無を確認しておく。

#### (iii) 停 止

發動機の運動停止は、次の要領で行ふ。

(a) 絞弁を徐々に閉ぢる。

(b) 可變節（または恒節）プロペラを高ピッチにする。

(c) 微速運轉を暫く續ける。發動機を高温状態から急に停止すると、弁、ピストン、シリンダ等が急冷するからよくない。

(d) 磁石發電機の接斷器を左右交互に切換へて、点火装置は異

状のないことを確かめておく。

(e) 磁石発電機の接断器を“止”にして、發動機を停止する。

燃料ロックはその後閉ぢる。

(f) 急停止する場合は、高度弁を最薄の位置迄使用するが、急停止装置を使用する。

(g) 停止後は、直ちに接断器を“兩”の位置に置き、始動発電機を手廻して不意の爆発を起させないように注意する。

## 2. 点検と手入

(i) 飛行ごとに行ふ点検と手入。

(a) 各部の接續部や締附部の点検を行ふ。

例へば電線と点火栓、プロペラ、排気管、空気取入口、氣化器、發動機覆等の締附等。

(b) 冬期及び極寒地に於ては、運轉終了後、潤滑油や冷却液を取去つておく、燃料タンクや導管の中にある水分が凍結し事故を起すこともある。

(c) 海水のついた部分（特に輕合金製の部分）はよく洗つておく。

(d) 弁、テコ室の油量を点検し、不足ならば補給しておく。

(ii) 30 時間使用後の点検と手入。

一般に 30 時間使用ごとに次の箇所の点検と手入をする。

(a) 弁隙間 (b) 弁バネ (c) 壓縮狀況 (d) 点火栓

(e) 滑油の取換 (f) 各種濾過器 (g) 磁石発電機

(h) 氣化器 (i) 空気取入口と吸氣室 (j) 各締附部

(iii) 分解と組立

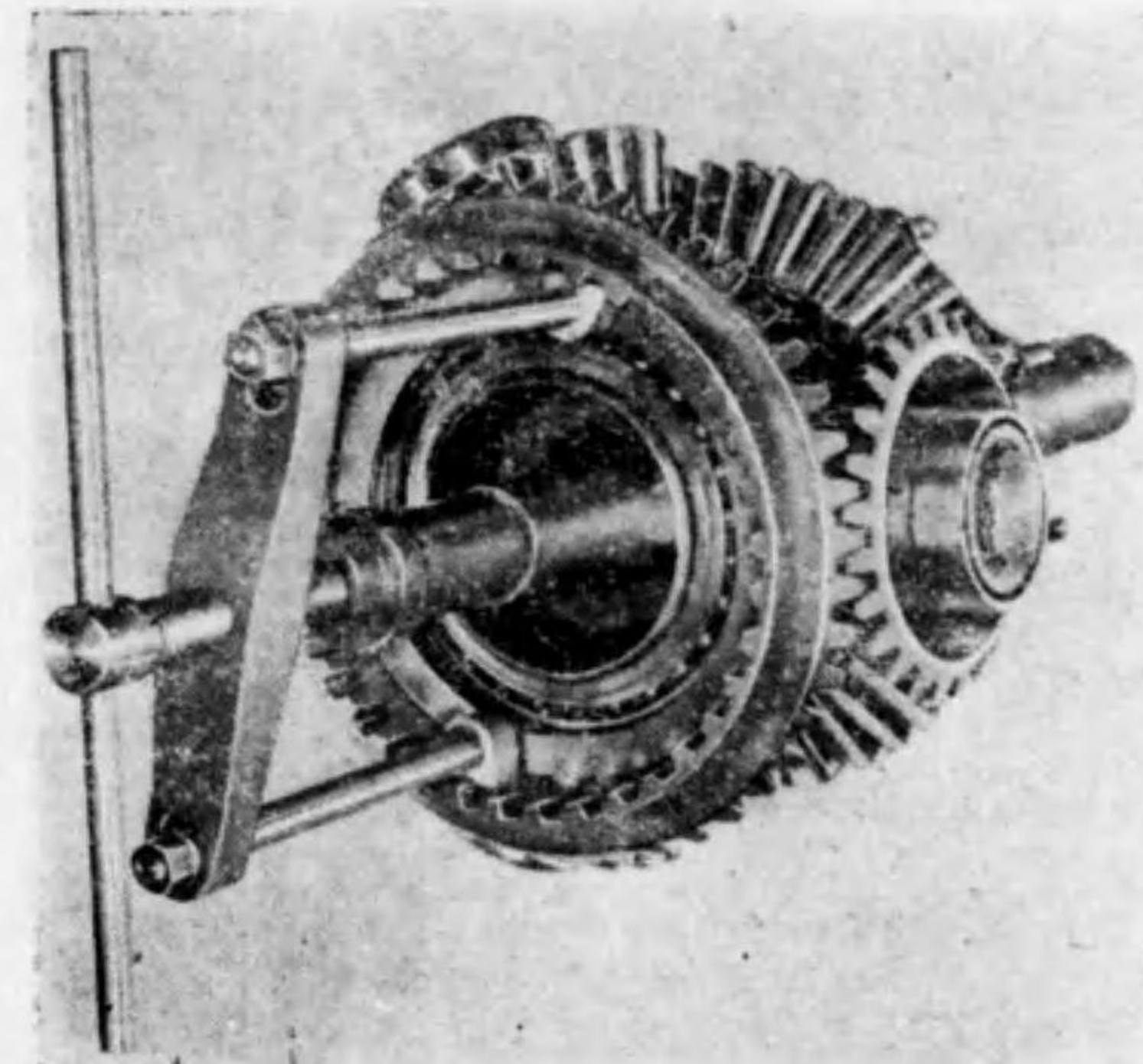
發動機は、定期手入のためまたは故障等のため分解手入をする。分解手入は、その發動機の状態により、頂部分解、前部分解、後部分解及び總分解等を行ふ。

(a) 頂部分解

頂部分解は、滑油の消費量が多過ぎたり、点火栓が不調になつたり、壓縮壓力が低下したとき等に行ふ。この分解は、定期手入前に行はれる部分的のもので、發動機を機體に取附けたまゝ行ふこともあり、必要のシリンダのみ取外して行ふこともある。

(b) 前後部分解

前部分解は、減速装置、カム装置等に故障を生じた場合に行ふ。



第 217 圖 減速齒車の分解(前部分解)

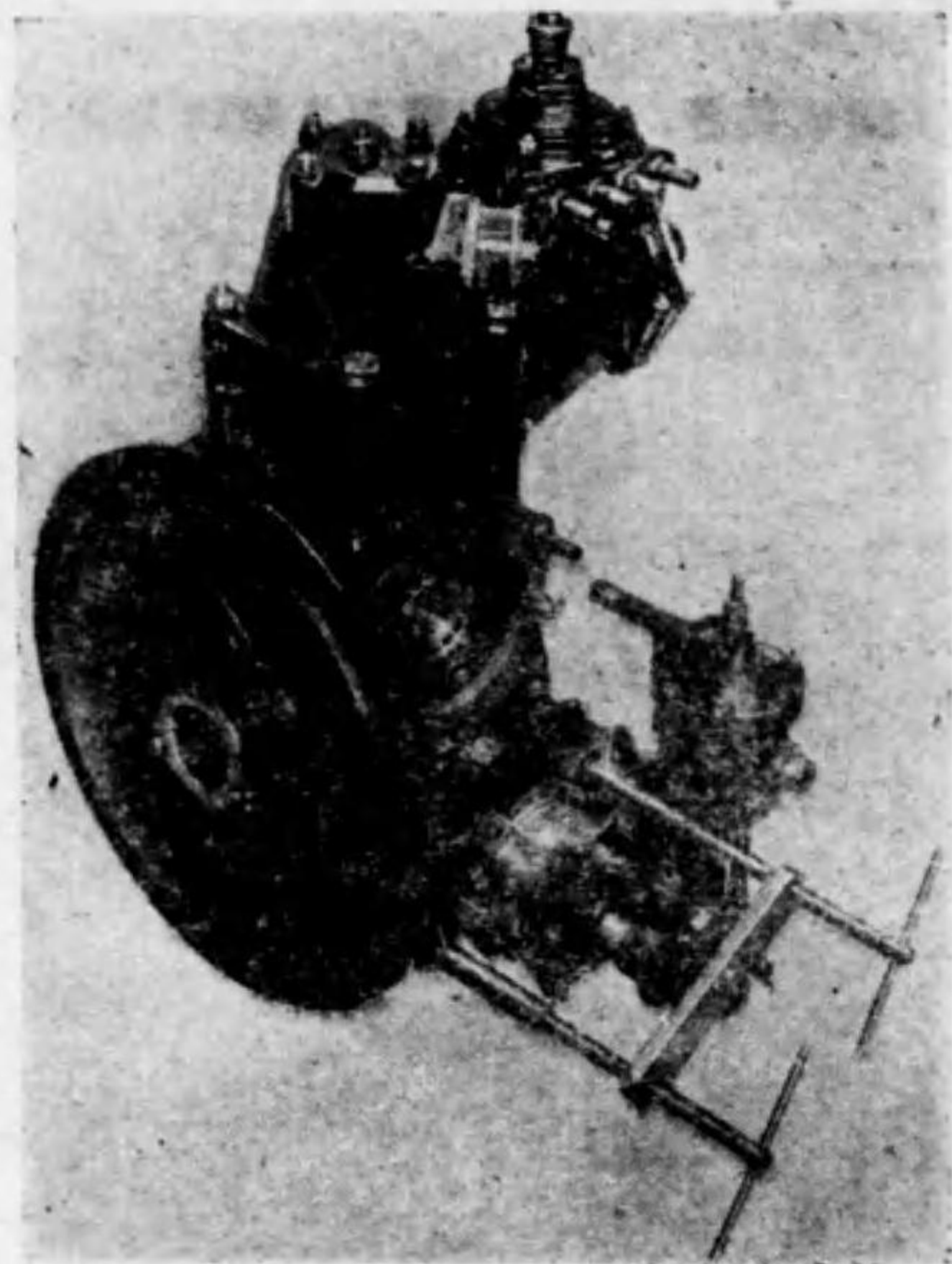
後部分解は、過給機の扇車、補機傳動装置等に故障が生じたとき行ふ。

扇車室内の潤滑油が漏洩して点火栓等を汚損する場合がある。このやうな場合は、後部分解を行つて漏洩箇所を點檢し、新しい部品と交換する。

### (c) 總分解

定期手入の際は勿論であるが、クランク軸關係に故障が生じた場合も、矢張り總分解を行ふ。

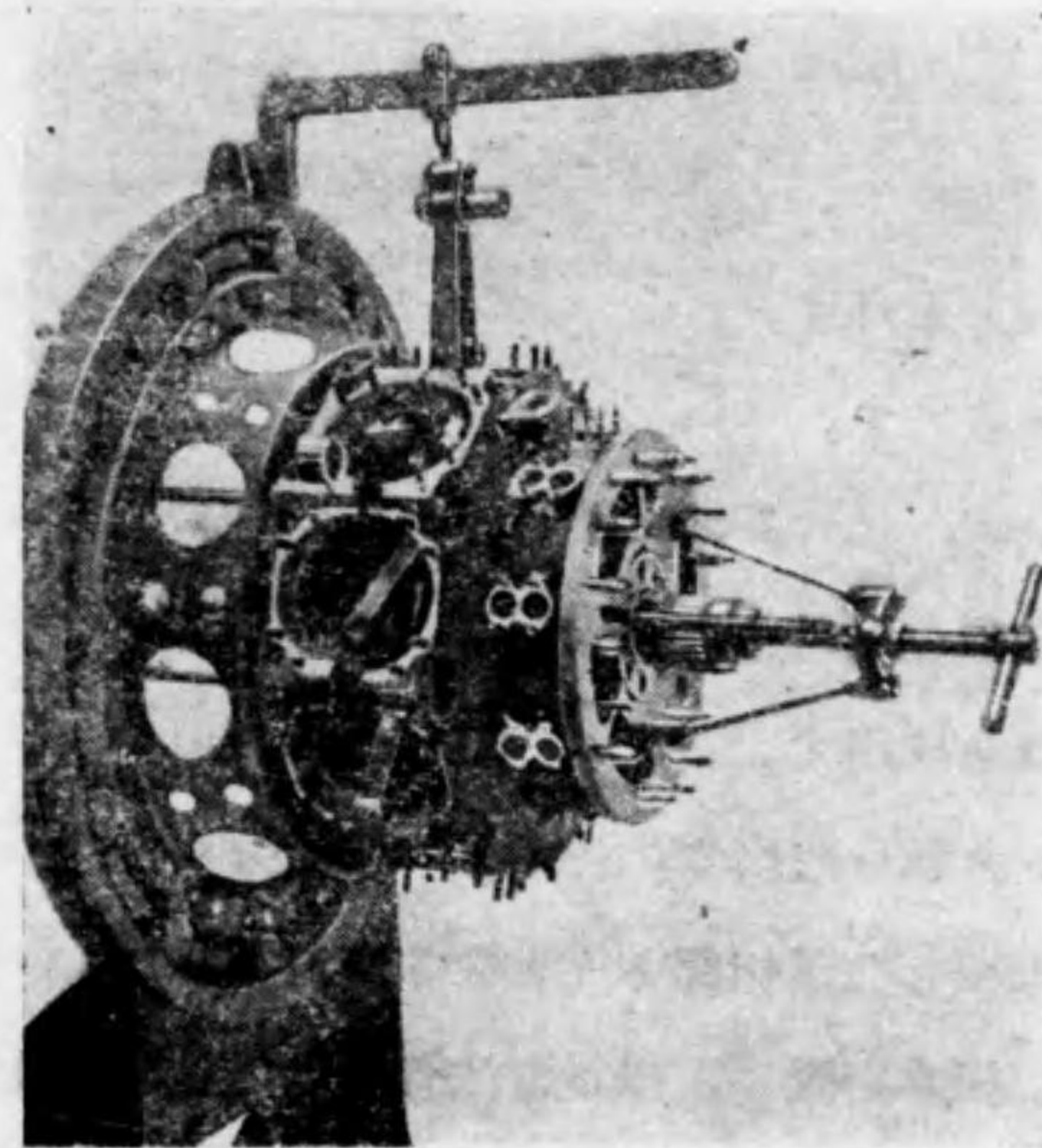
定期手入は、發動機によつて一定してゐないが、普通 100~200 時間程度で行はれてゐる。



第 218 圖 補機の分解 (後部分解)

總分解は、發動機を機體から取外して發動機分解臺に取附け普通次の順序で行ふ。

- (a) 注油管を取外す。
- (b) 減速装置を取外す。
- (c) 始動装置を取外す。
- (d) 發電機を取外す。
- (e) 後蓋を取外す。
- (f) 補機傳動軸を靜かに引抜く。
- (g) 翼車齒車室を取外す。
- (h) 導風板を取外す。
- (i) 吸入管を取外す。



第 219 圖 總 分 解