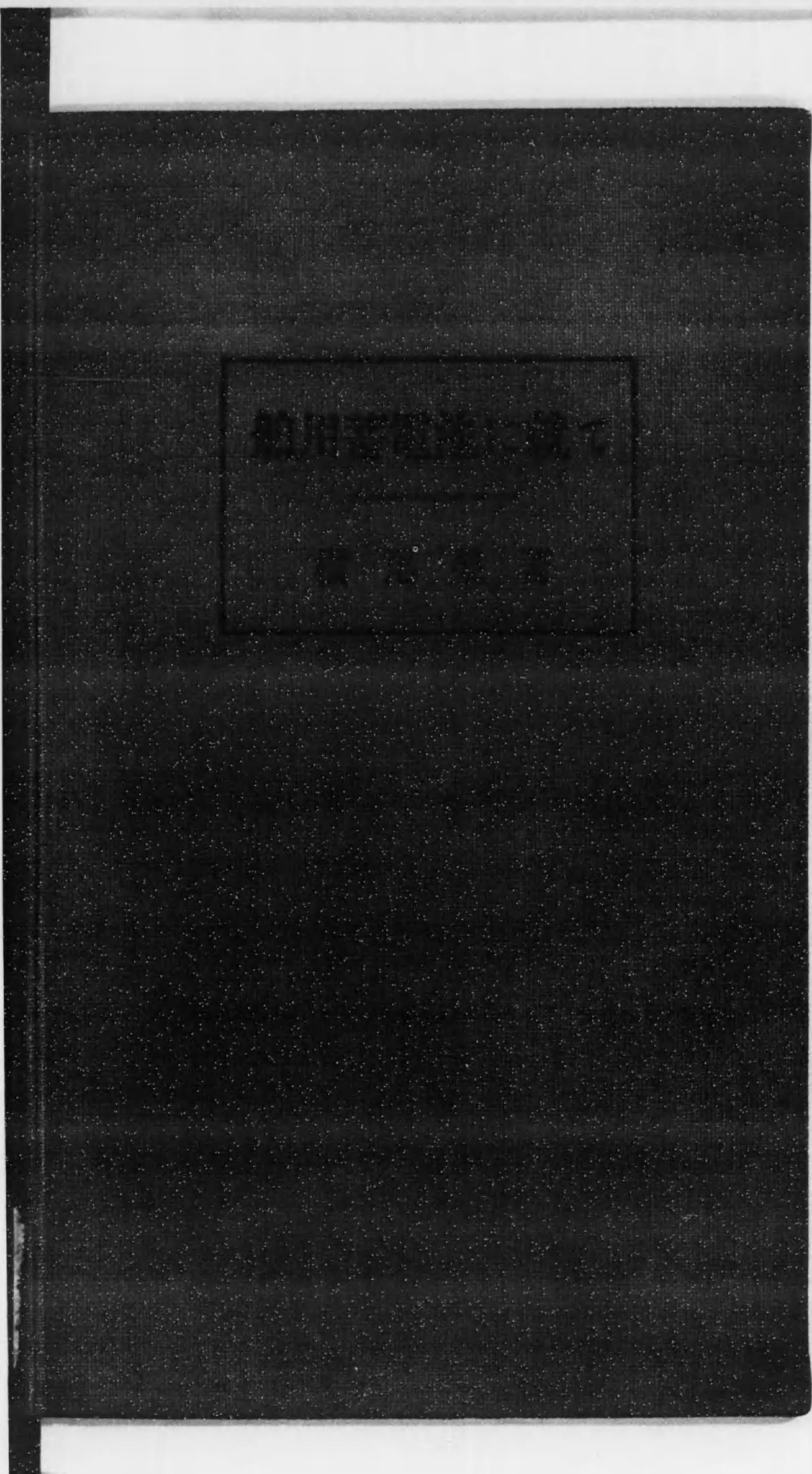




始





舶用蓄電池に就て

横尾榮著



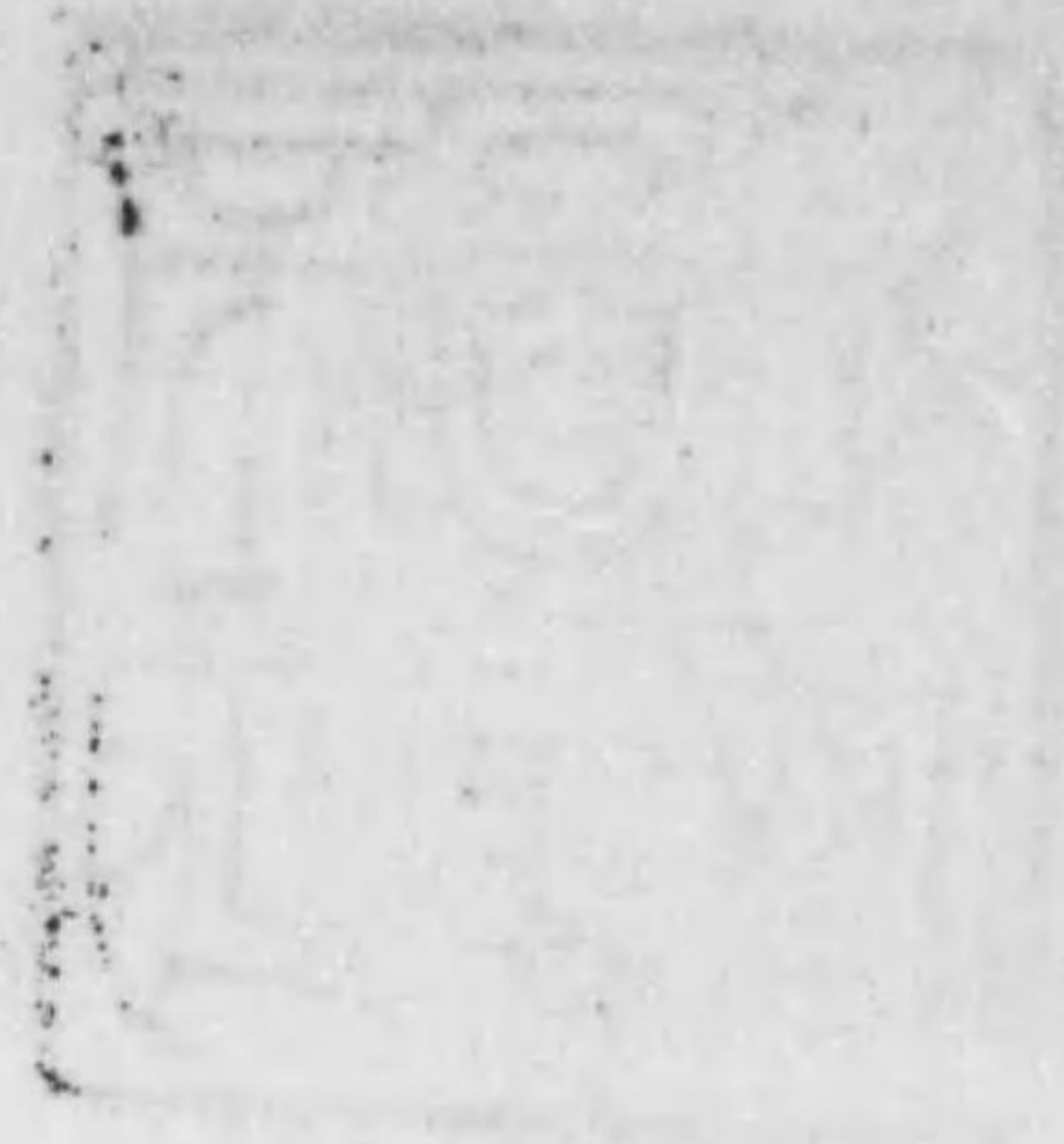
船舶蓄電池の就て



早稻田大學工學士 尾横 榮 著

東京

丸善株式會社







恩 師

密 田 良 太 郎 博 士

に 捧 ぐ



528-157

## 序

電氣エネルギー蓄藏装置即ち蓄電池は自然勢力の發現と利用との間に經濟的調節をなし之が效用を著大ならしむるものである故他種電氣装置と共に絶えず研究改良せられなければならぬものである。

實に電氣事業の萬全も之が完成に由つて大に達せらるゝ次第である。

加之近時蓄電池は潜水艦、自動車等の移動性動力機器の動力源として特殊の效用を發揮するに至つたから益々之が研究の要急を感ずる。

鉛蓄電池は1860年プランテ氏に依りて創製せられ1880年フル氏が之に一大改革を加へるによりて現用の



ものとなつた。

1901年にはエヂソン翁が亦も構造及び性質を全々異にするニッケル蓄電池を創製し斯界に一新時代を劃せんとした。

これは鉛蓄電池の創製と共に並び稱せられなければならぬ頗る顯著な事實であるけれども他の各種電気装置に比し未だ理想に甚だ遠いものである。

斯く蓄電装置は緊要なものであるから吾人は之が進歩改良を切實に通感し斯界研究の道士を冀求して止まぬ。

本書の著者檜尾氏は電気試験所に於て蓄電池を研究してゐる篤學著名

の士であつて曩に「蓄電池の研究」をものし今又こゝに本書を著はし逐次研究の結果を公表せられんとしてゐる。

蘊蓄の深い同氏の著書は必ずや斯界に貢獻する事尠からずと信ずる。

敢て本書に序して之を江湖に推奨する。

大正十三年三月

逓信省電気試験所にて

工學博士

密田良太郎識



## 緒 言

この書は船用蓄電池に就て主に論述されてゐるものであるけれども、蓄電池に關して一般に必要なであらう基礎理論、取扱い法並びに試験方法等に亘つても亦簡単に整理してある。

現今ある船用蓄電池の最も發達したものは潜水艦蓄電池であり従つて船用蓄電池の研究は潜水艦蓄電池の一系を究めることに於て終ることになる。

本書の中心論が潜水艦蓄電池に聚められた所以も亦此處にある。

本書は著者の研究を或る部分取扱つてゐる關係から挿圖に於て他書に未發表のものが多々ある。

然し乍らシー・ダン氏の御厚意に由りて得られたものも亦少くない。著者は同氏に謝意を表す。

幸ひにこの書を通じて大方の御教示を迎へ事



が出来れば本望の至である。

大正十三年三月

祖母、母の幸を祈りつゝ  
上戸家の獨居にて

著 者

## 目 次

<b>第一章</b>	<b>蓄電池の基礎概念</b> ……………1
<b>第一節</b>	構造及び各部の呼稱……………1
<b>第二節</b>	蓄電池の充放電現象……………3
<b>第三節</b>	蓄電池の容量……………7
<b>第四節</b>	蓄電池の能率……………11
<b>第五節</b>	電解液……………13
<b>第二章</b>	<b>潜水艦蓄電池</b> ……………18
<b>第六節</b>	船用蓄電池の緒論……………18
<b>第七節</b>	潜水艦蓄電池の各部……………21
<b>第八節</b>	潜水艦への据付……………53
<b>第九節</b>	充放電及び容量……………68
<b>第三章</b>	<b>蓄電池取扱ひ上に 必要な二項</b> ……………78



第十節	蓄電池の故障	78
第十一節	カドミウム試験	86

# 船舶蓄電池に就て

早稲田大學工學士 榎尾 榮 著

## 第一章 蓄電池の基礎概念

### 第一節 構造及び各部の呼稱

蓄電池を構成してゐる主要部分は大別すると次の五つになる。

- I. 陽極板群
- II. 陰極板群
- III. セパレーター
- IV. 容器
- V. 電解液

以上の五者は蓄電池の使用途及びその操作都



合の上から使用材料及び組立方法を各々相違しそれぞれうまくかこのう様になつてゐる。

第一圖はこれ等の各部を解體して示したものである。

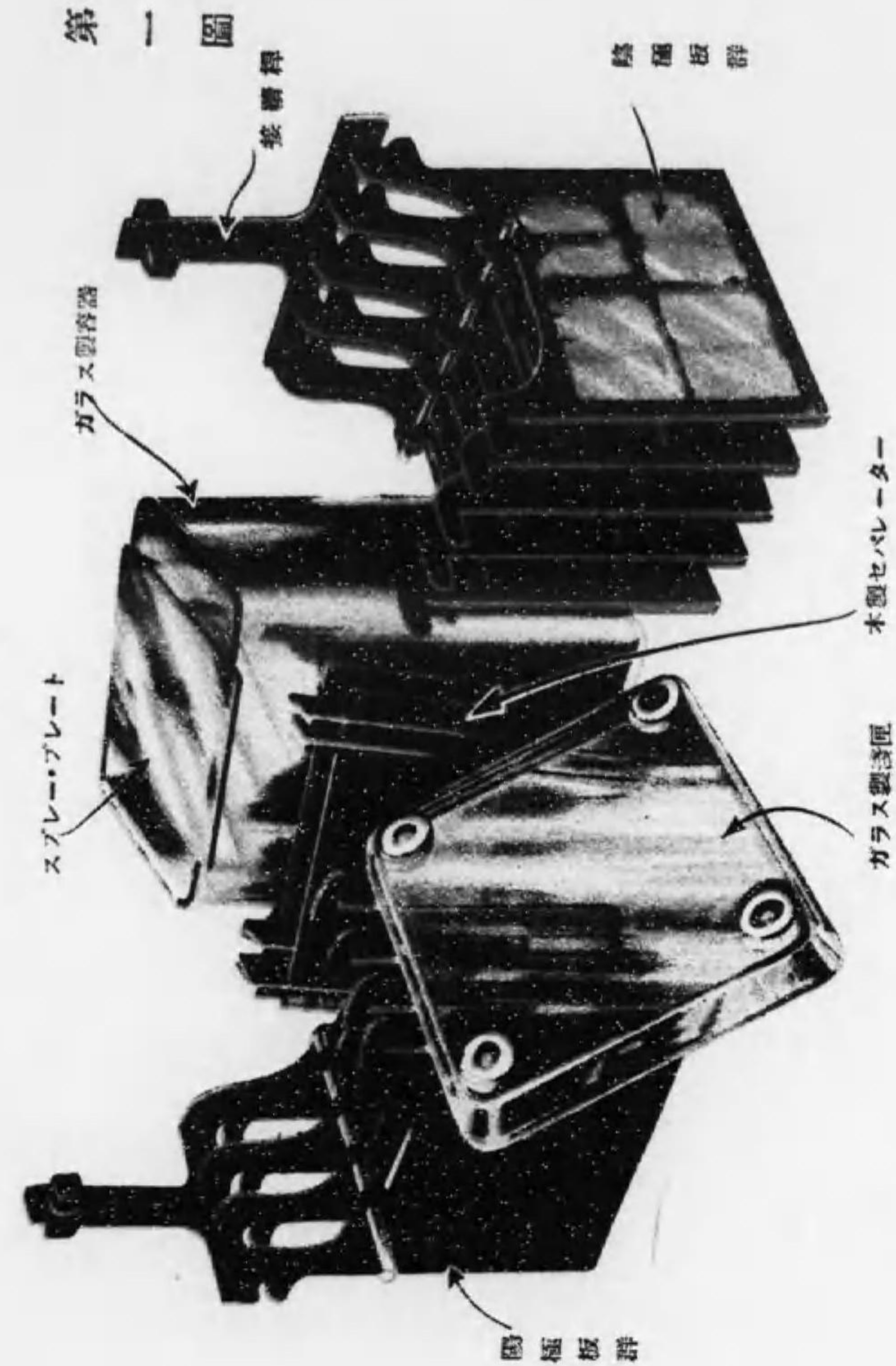
蓄電池は一般に使用用途の上から次の二種類に別けられる。

1. 据置用蓄電池
2. 移動用蓄電池

据置用蓄電池： 第一圖に示したものはこの型に屬するものであつて小型のものは容器として硝子槽が用ひられ大型になると鉛張木槽が使用されてゐる。

蓄電池自身は常に靜止してゐる關係から振動による電解液の溢出とか機械的外力の作用と云ふものは考へなくともよい。

移動用蓄電池： 第二圖は移動用型の構造を示すもので小型のものは容器としてセルロイド製電槽が用ひられ、大型になるとエポナイト電槽がこれに代る。



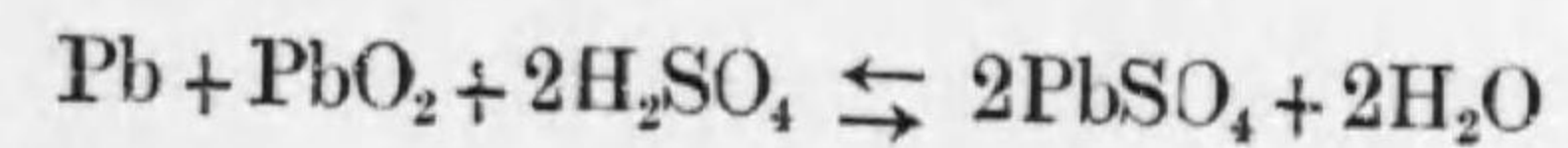


移動用蓄電池の常に問題とする所は振動による液の漏れとか、極板及びセパレーターの支持と云ふ點等である。

## 第二節 蓄電池の充放電現象

蓄電池の充放電現象は次の可逆化學方程式に含ます事が出来る。これを蓄電池の基礎化學式と呼んでゐる。

充電態状                      放電態状



左項は蓄電池の充電態状を示し右項は其の放電態状を現す。

放電態状から充電態状に移る際は上式の意味する様に陽極板の硫酸鉛は硫酸根(SO<sub>4</sub>)を電解液中に放出して過酸化鉛(PbO<sub>2</sub>)に變り陰極板も亦硫酸根を放出する事によつて海線狀鉛(Pb)となるのである。

蓄電池極板は完全充電に於ては如上の如く兩極板は共に硫酸根を放出して二分子の硫酸をつ



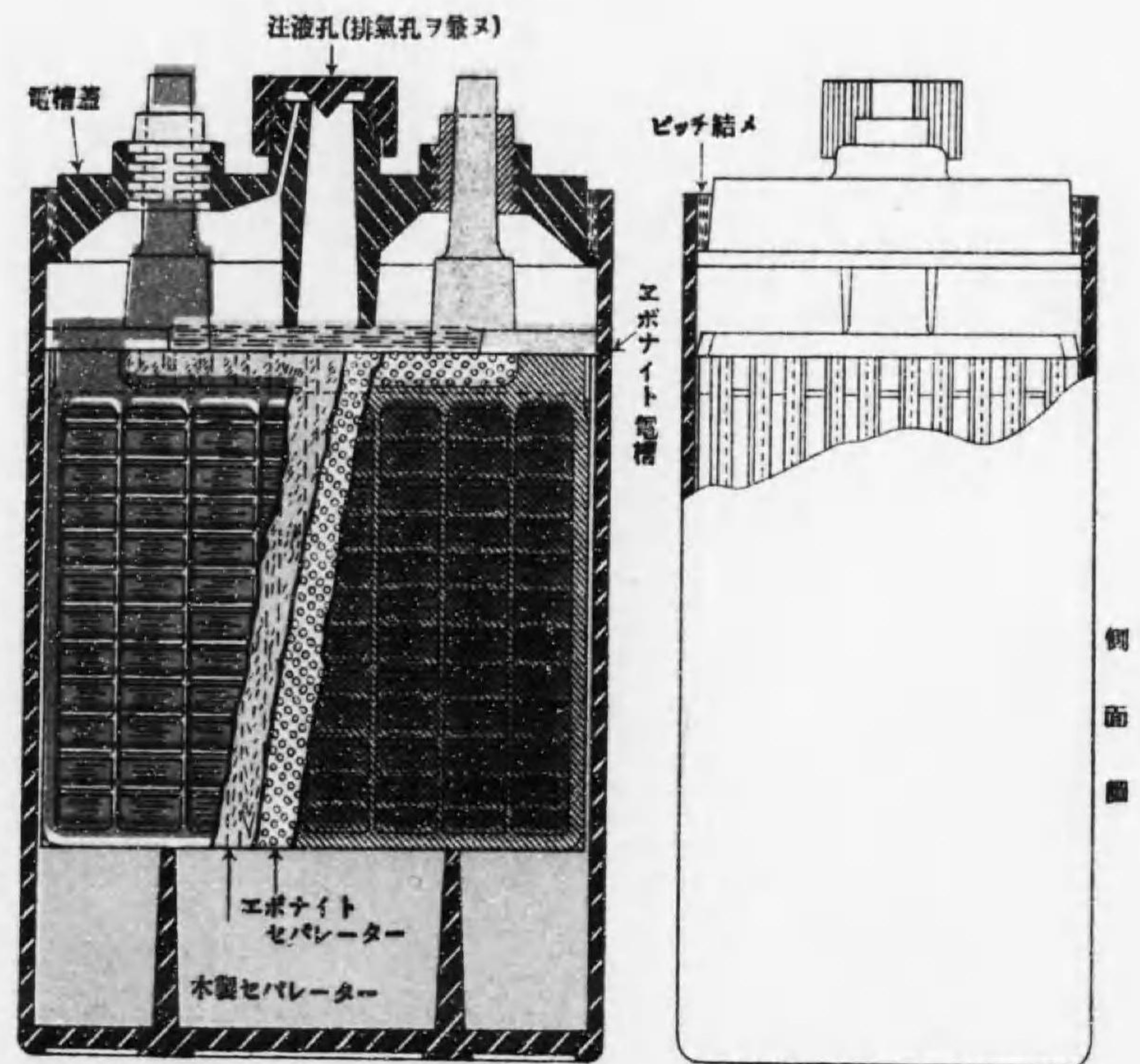
くるが放電に當つては兩極板は共に硫酸鉛 ( $PbSO_4$ ) となつて二分子の水を生じる。即ち電解液の上からこれを見たならば充電に於ては比重は上昇し放電では比重の降下が生起るのである。

一般に蓄電池の充放電現象と云ふものは活動資料の状態並びに電解液の状態等を参照して論及するのである。即ち前者に就てこれを云へば充電現象は硫酸鉛が過酸化鉛並に海綿状鉛に移りゆくの道程であつて放電現象はこれが逆となる。この場合陰陽兩極板は各々成生物質に相當する特有の色を持つて來る。兩極板の充電状態が其等の持つ固有色によつて或點まで判断されるのは此が所以である。

次に後者に就て考へるならば充電現象は電解液濃度の上昇であつて放電は其が濃度の降下である。蓄電池の充放電状態を比重計によつて推定する所以も亦こゝにある。

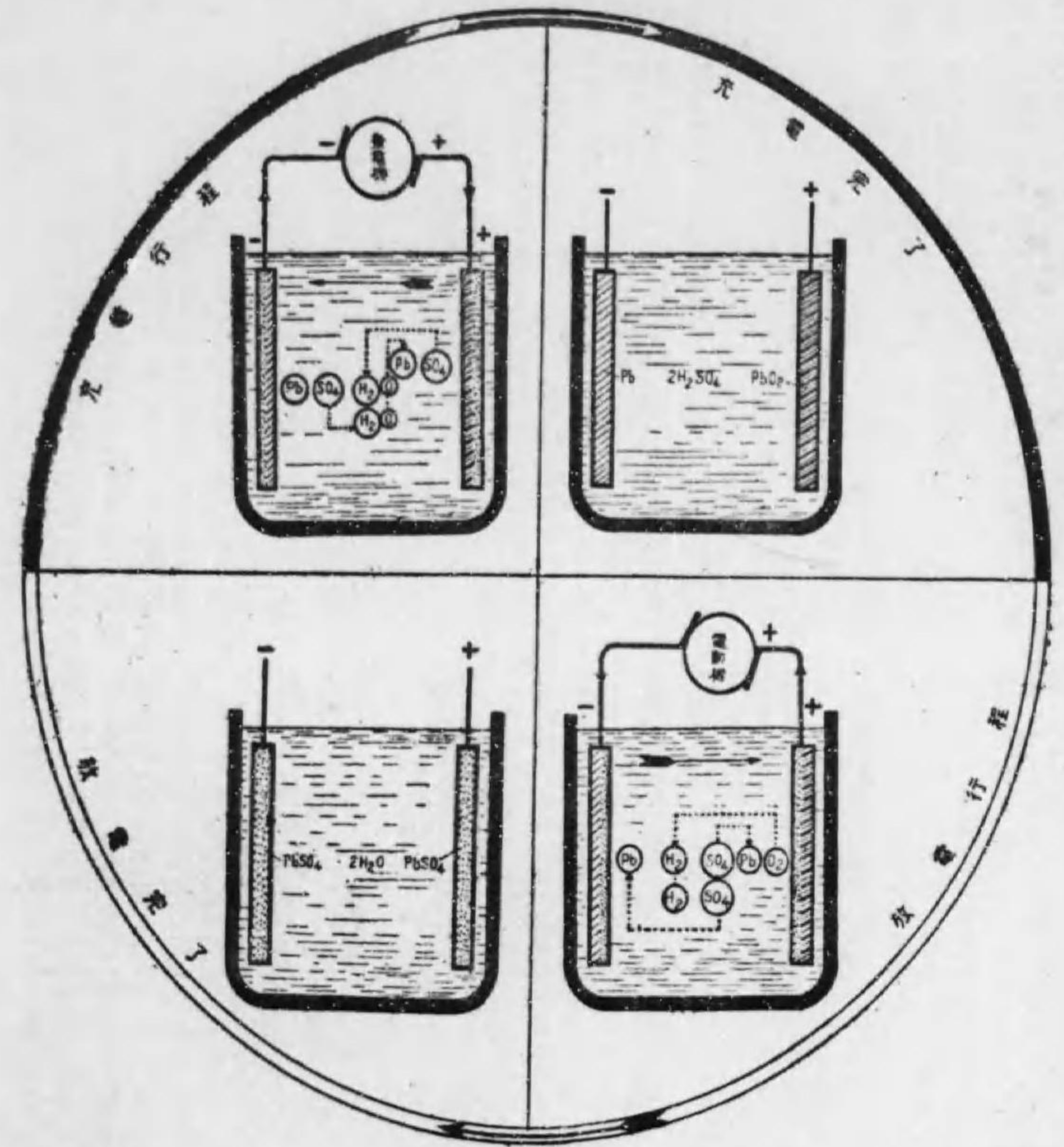
蓄電池が完全充電から完全放電に移る行程を一サイクルと云ふが、この場合蓄電池は四つの

第二圖





第三圖



楷梯を経るものと考えたならば充放電現象をはつきりつかむ事が出来やう。

第三圖はこれが四楷梯を示すものであつて(1)は充電されつゝある時(2)は充電された時(3)は放電されつゝある時(4)は放電された時の状態であ



る。一サイクルは第三圖の圓周上を一廻りすることによつてなされる。

蓄電池の充放電中に起る化學變化に就ては多くの先賢達<sup>1</sup>によつて十九世紀末期既に種々の推論が提唱されてゐたが就中 Gladstone and Tribe<sup>2</sup>の提唱になる Double Sulphate Theory は最も確實味のあるもので現在この説は認容されてゐる。最近(1916年) Fery<sup>3</sup>が當問題に就て新説を唱へたけれども M. Knobel<sup>4</sup>等の實驗研究によつて反駁されて認められなかつた。

著者は Double Sulphate Theory によつて本節の説明を試みた。

(<sup>1</sup>). Storage Battery Eng. by Lyndon p.p. 18—25

(<sup>2</sup>). The Chemistry of the Secondary Batteries of Plante and Faure" Mac Millan 1883

(<sup>3</sup>). J. Physique, 6, 21 1916

(<sup>4</sup>). American Electro chemical Society Advanced Cory 7, 1923.

### 第三節 蓄電池の容量

蓄電池の容量は種々の函數に影響を受ける關係から其に就て論ずる場合には容量を制限する條件を明示せなくてはならぬ。

與へられた蓄電池の容量は主に放電々流率即ち放電時間率によつて支配されるし溫度によつても亦大きい影響を受ける關係から容量を論ずる時には一般にこれを附加する。

取引市場で蓄電池の容量を話す時に放電時間率と云ふことを殊更に云はない事があるがこれは据置用のものでは米國は八時間放電率を歐洲は十時間放電率を基準とし自動車用の如き移動用型は六時間放電率乃至四時間放電率と云ふ放電時間率が一般に基準とされてあるの了解からである。

完全に充電された蓄電池がある定電流で繼續枚電された場合豫定の放電終止電壓迄降下する間に出した電氣の總量を蓄電池の其の電流率に



於ける容量と云ふてゐる。

放電々氣量を測る單位としてアムペア時又はワット時を用ひるがこれに由つて**アムペア時容量**及び**ワット時容量**の呼稱が起る。

放電終止電壓の撰定は蓄電池が放電行程に於て電池自身の壽命又は次の充電操作の場合に不利を起さないと云ふ點に重きを置いて撰ばれたのである。

放電終止電壓を定めるにはリンドン<sup>1</sup>氏の提唱する次の式があつて

$$E=1.66+0.0175T$$

T …… 放電時間率(單位：時)

E …… 求むる T 放電時間率に於ける終止電壓(單位：ヴォルト)

一般に實用の標準をつくつてゐる。然し本式は餘り低放電率であり、又高放電率である時は適用出来ない無理な式である。

(<sup>1</sup>). Storage Battery Engineering p. 91

一時間乃至十二時間附近の放電率に適用せらる

べきもので以上以下に就ては適宜撰ばなくてはならぬ。

ハゼレット氏<sup>2</sup>は自動車蓄電池の如き高放電率の物に對して次の式を提唱してゐる。

$$E=1.85-\frac{0.448}{\log T}$$

T …… 放電時間率(單位：分)

(<sup>2</sup>). Advance Cory 8, American Electrochemical Society 1918.

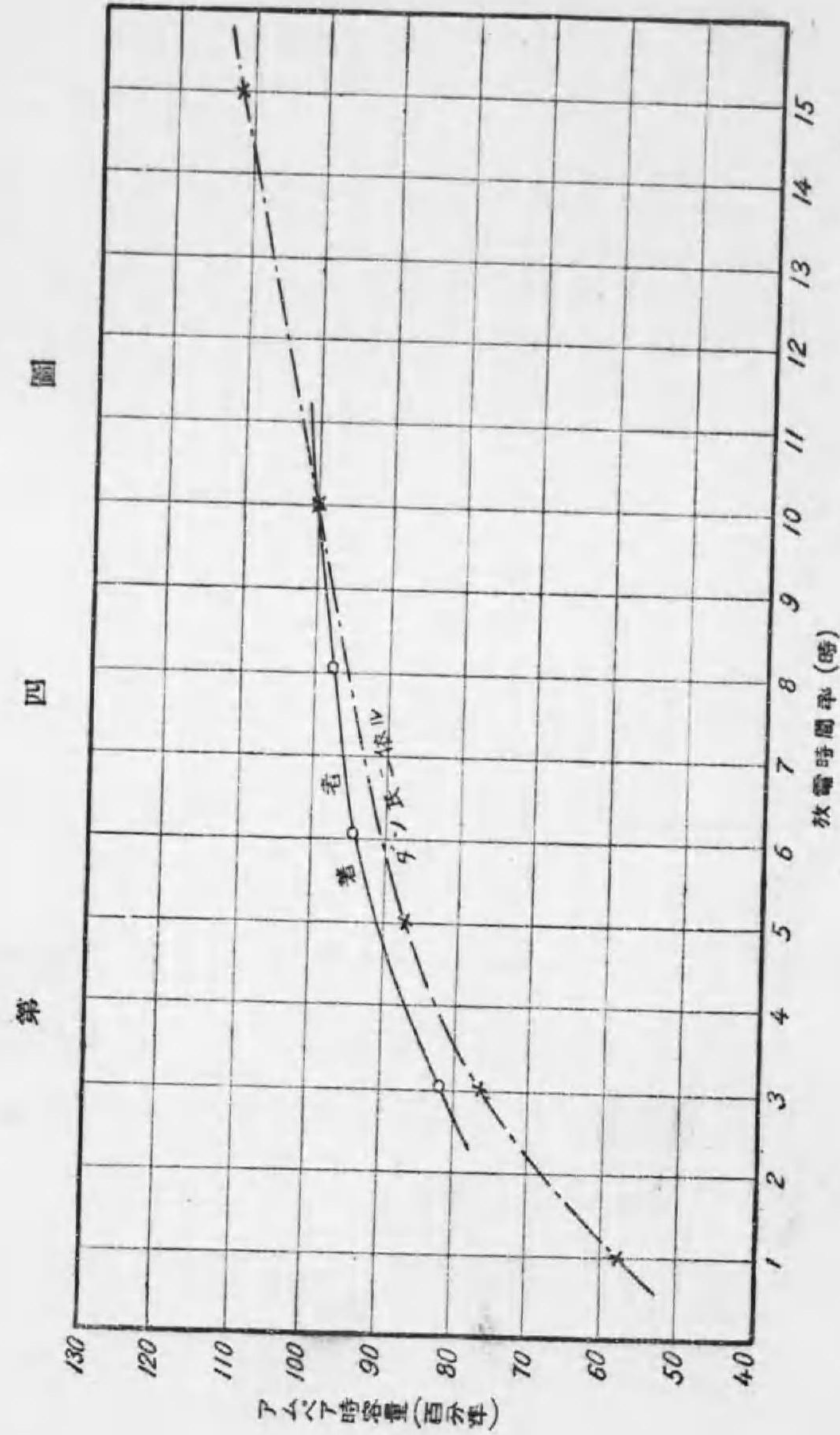
蓄電池の容量は放電々流率によつて左右せらるる事はつとに Wehrlin 氏<sup>3</sup> 及び Penkert 氏<sup>4</sup> の論述する所である。第四圖は著者及び Dunn 氏<sup>5</sup> の求めた特性曲線圖で十時間放電率に於ける容量を100パーセントとした場合にそれが放電時間率に就て如何に變化するかを伺ふ事が出来るであらう。

溫度が容量の上に影響する事は Laigre 氏<sup>6</sup> が論述し Jumau 氏<sup>7</sup> が多くの實驗結果を示してはゐるが當方面の研究は未だ不完全であると思ふ。

(<sup>3</sup>). Storage Battery Engineering by Lyndon p. 94.

(<sup>4</sup>). Electrotechnische Zeitschrift, No. 20, page 287-297.





温度の上昇と共に其の容量は増加し温度降下につれて容量は減少する。この場合容量の増減率即単位温度に就ての増減は一定のものではなく変化を受けるべき温度範囲によりて率を相違するものである。

蓄電池の容量を試験する場合は放電々流率を一定にして試験するばかりでなくなるべく放電中の温度を相近からしむる様にするのである。

#### 第四節 蓄電池の能率

蓄電池を充電するとき流し込む電気量は全部目的のために有用されるものではない。

或部分はオーミックロスとして熱となり他部分水分分解をなす等の徒勞を生ずる。従つて或電気量を放電させるために豫め是れ以上の電気量を充電の際流し込なくてはならない。

與へられたる蓄電池が或放電時間率にて出し得るアムペア時又はワット時を此時充電に要したアムペア時又はワット時にて除した數値を其



の放電時間率に於けるワット時又はアムペア時能率と云ふ。一般にパーセントで表す故此數値を100倍すればよい。

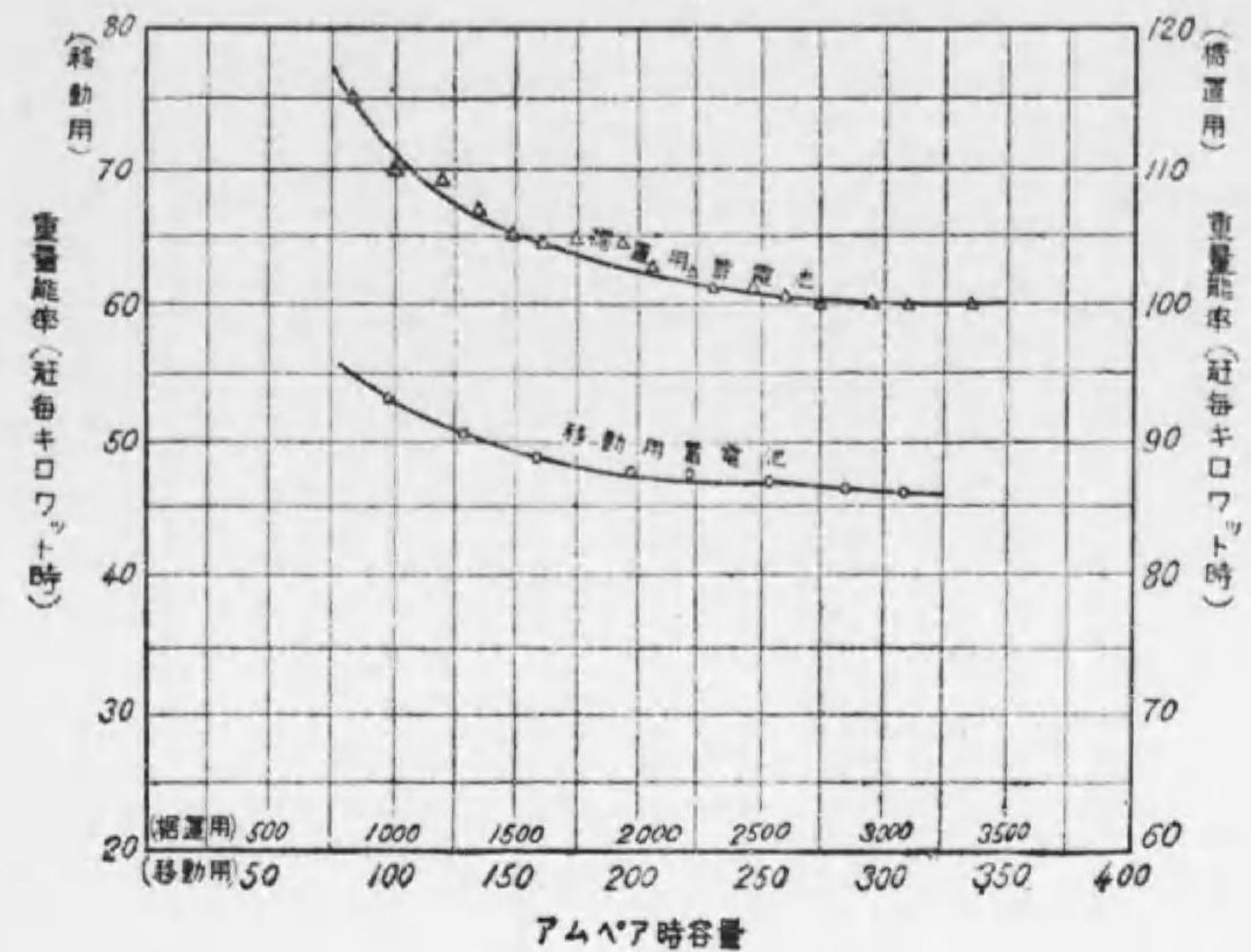
現在考へられてゐる能率の評価基準はアムペア時能率は90パーセント以上でワット時能率は80パーセント以上をとつてゐる。

此の外に蓄電池の能率として重量能率と云ふものがある。與へられた蓄電池全體の重量を出し得る電氣容量で除して得た所の數値を重量能率と云ひ是は前二者と同じ様に放電々流率に影響されるために何々放電々流率又は時間率に於けると附加せなくてはいかぬ。

電池重量をキログラムで表し容量をキロワット時で示す關係から單位はパーセントではなくキログラム毎キロワット時を用ひる又簡單のために單に數値だけを呼稱する。定義の示す様に數値の大きい程重量能率は悪いことになる。

第五圖は著者の求めた重量能率—容量特性曲線である。

第五圖



現今蓄電池重量能率の評価基準としては移動用型では50据置用型では100をとつてゐる。

蓄電池の能率は放電容量を計算の基礎に置いてゐる關係から是を左右する素因は亦能率を變化せしむる。従つて電解液の溫度とか又充放電々流の強さ等は能率を論ずる時に常に考慮の中に入れて置かなくてはならぬ。

### 第五節 電解液



蓄電池作動の完全を期するためには極板自身を撰ぶと同時に電解液にも亦思ひ到らなければならぬ。電解液の問題は極板に次いで重要な問題である故。

鉛蓄電池の電解液は適度の濃度にある稀硫酸であつて化學的に純粹なものを之に撰んでゐる。

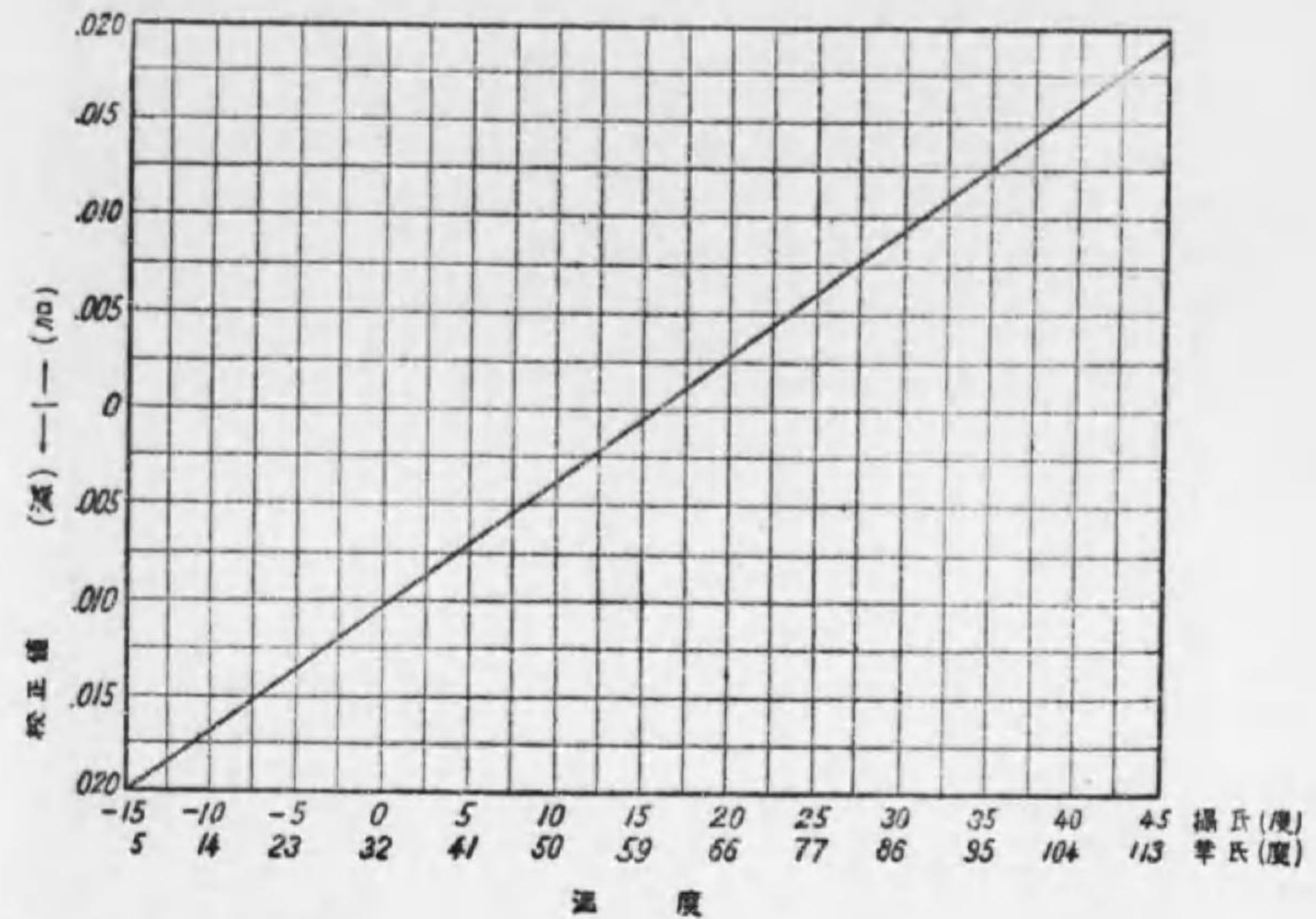
蓄電池に使用してゐる稀硫酸の濃度は電池自身の使用目的とか並にそれが使用せられる地方の温度に由つて考慮されるものであるが一般的に云ふならば1.200乃至1.300(攝氏15.5度)の比重をもつ稀硫酸が使用されてゐる。

液體の比重は總て温度に由つて大きい影響を持つから電解液の比重を読む場合とかこれを準備する際には温度を明示するか又は或る一定温度に換算して云はなければいけない。

第六圖は攝氏15.5度を基準にしてこれ以上及び以下に於て讀んだ電解液比重を換算するに便利な曲線である。

電解液比重は極板の容量の上に又は壽命の上

第 六 圖



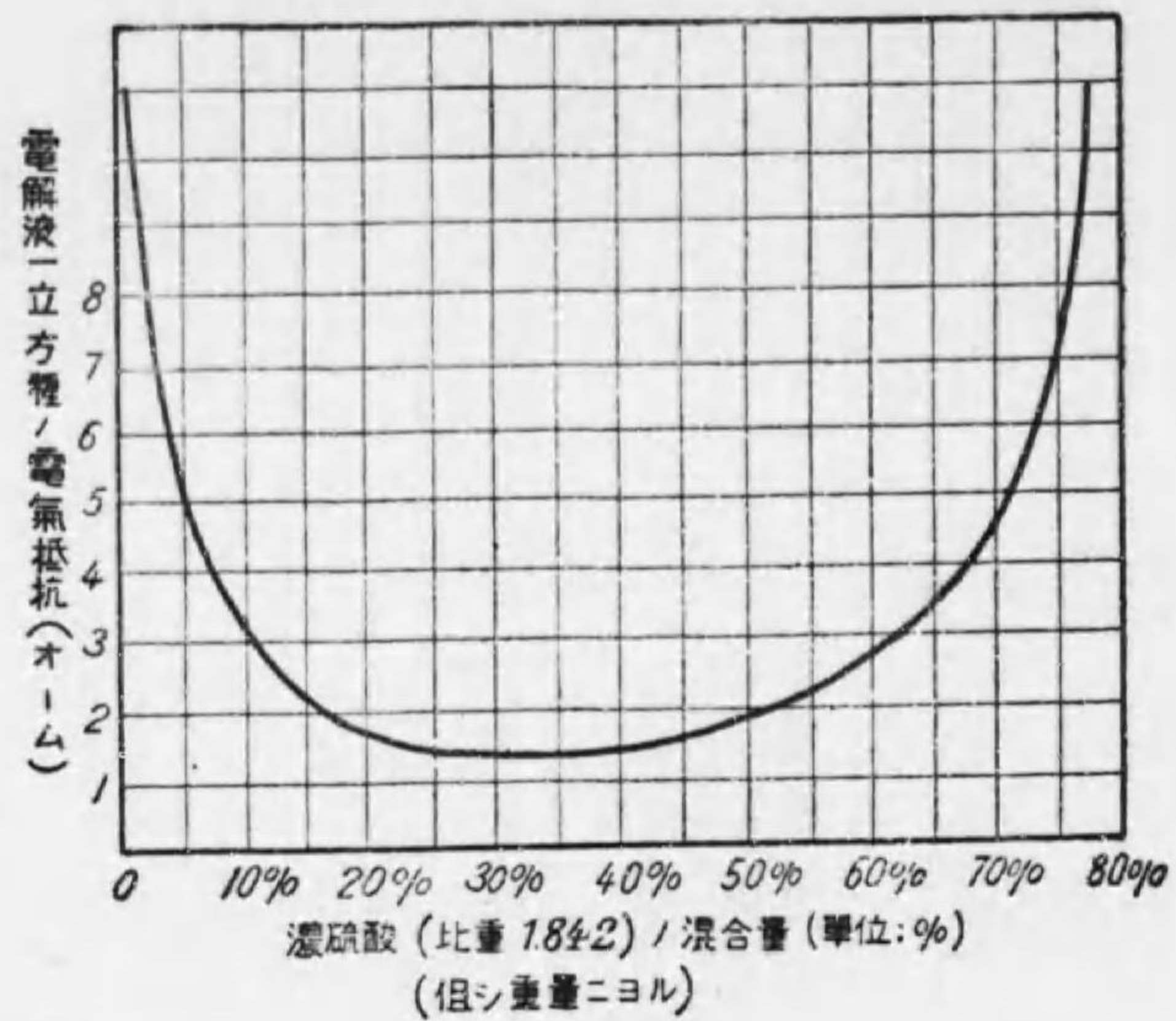
に或る影響をもつものであるから適當の濃度のものを撰ぶ。放電末に於て猶ほ1.170乃至1.195(攝氏15.5°)を有し充電末に1.270乃至1.300と云ふ程度になる稀硫酸を用ひる。

電解液の内部抵抗は攝氏15.5°(60°F)に於て1.224乃至1.240の比重を持つ時が最小であり、それから増すとも減るとも抵抗は増加する。電解液比重の撰擇は内部抵抗の上からも考へられてゐるもので放電行程はこうした低電氣抵抗の電解液



の中に遂行されるのを望ましとする。

第七圖



第七圖は1.842濃硫酸と水とを混合した場合その混合量が内部抵抗に及ぼす関係を示してゐる。

第三表は濃硫酸と水とを混合して所要の比重を持つ様にする混合割合である。

第一表

所要の電 解液比重 (15.5°C)	濃硫酸(1.835)に對して混 合すべき水の量	
	体積の上から	重量の上から
1.11	9.80	5.40
1.13	8.00	4.40
1.15	6.68	3.63
1.17	5.70	3.11
1.19	4.95	2.70
1.21	4.33	2.36
1.23	3.84	2.09
1.25	3.40	1.86
1.27	3.05	1.66
1.29	2.75	1.49
1.31	2.47	1.34
1.33	2.24	1.22
1.35	2.04	1.11
1.37	1.86	1.01
1.39	1.70	0.92
1.41	1.56	0.84
1.46	1.25	0.68
1.51	1.00	0.55
1.56	0.80	0.44



## 第二章 潜水艦蓄電池

### 第六節 船用蓄電池の緒論

蓄電池は船舶用として現今如何なる方面に主に用ひられてゐるかと云ふに其の最も著しい使用面としては海軍々事用途を挙げなければならぬ。

船用蓄電池としての異常の發達は海軍に資する所が多く潜水艦蓄電池の如きはこれが代表として指示さるべきものである。従つて船用蓄電池の研究は海軍艦船に用ひる蓄電池一系の研究に終るもので就中潜水艦蓄電池の研究はこれが大要を包含さすに充分であらう。

蓄電池は動力源として使用する場合目的の上から次の二つに分ける事が出来る。

1. 主原動力用

2. 副原動力用

蓄電池が主原動力用として用ひられるのは船

艦の推進用としての場合であつて、潜水艦用蓄電池はこれである。

副原動力用としては、通信用、點燈用及發火用の補助電源の場合であつて前者を据置用と考へれば後者は移動用に設計されてある。且又其の容量の上にも大小の差がある。

蓄電池が海軍用として一番大切な用途を持つのは第一項の場合で潜水艦は實にこれによつて其の目的を完ふする事が出来る。潜艦が軍事上重要な位置を定める以上蓄電池の研究は甚だ大切な事項であつて潜艦の増加並に發達と共に電池自身も改良され用途も廣くならなくてはならぬ。

現今に於ても潜水艦蓄電池の製造額は据置用及び自動車蓄電池のそれと共に可成の價格にのぼつてゐる。

第二項に屬する蓄電池の中一番用途廣く且大切なものは通信用としての電池であつて無線電信電話の補助電源として使用されてゐる。米國



では無線法規によつて湖沼、又は沿海を航行する船舶に對して補助電源を設備せなければならぬ事を規定してゐる關係から無線用蓄電池は一般に發達した。

これ等の蓄電池は無線用電動機を廻轉するに使用するもので、少くとも四時間以上晝夜の別なく百哩以上に通信出来るだけの容量がなければいかぬと明示されてある。

海軍用艦船蓄電池の用途を總括すると次の如くなる。

1. 潜水艦主動力用
2. 艦船豫備點燈用
3. 砲塔豫備動力用
4. 操舵豫備動力用
5. 探照燈豫備動力用
6. 艦内通信
7. 信號用
8. 無線電信電話豫備動力用
9. 大砲發火用

10. ジアイロコンバス用
11. 手提灯用
12. モーター・ポート用

以上の各用途に對して蓄電池は其の容量に於て構造に於て、それぞれの相違點を持つてゐるが使用極板群の型の上から次の四種類に配列されやう。

1. 兩極板共にペーステッド式
2. 兩極板共にプランテ式
3. プランテ・ペーステッド式
4. アイオンクラッド・エキサイド型

## 第七節 潜水艦蓄電池の各部

### 第一項 極板

#### (1) ペーステッド式

ペーステッド式は一名フォール式とも云つて基板の構造の相違によつて、又は活動資料となるべきペーストの配劑の上から多くの製造者によつてその商品名を冠せられて數多市上に出



てゐる。今これを活動資料自身の組織上から眺めた場合には次の様に總括され得る。

1. 剛極板
2. 軟極板
3. 剛極板と軟極板との中間にあるもの

此等の種別は活動資料となるべきペーストの粘度及び其の基板に塗填してから壓搾機に掛ける場合の壓力の相違より主に起つたもので粘度小であつて高壓を使つた場合に剛極板となり粘度大で低壓力にする時軟極板となる。(3)は其の中間の操作を受けたものである。

剛極板・活動資料相互が緊密であるために多孔度が比較的小さく、電液の擴散が充分に行はれない従つて電流通過による化學變化は不充分となる關係から低放電率に於てのみ適する事になる。

且つ極板の壽命は長い故斯る電池は据置點燈用電池として使用するに適してゐる。潜水艦蓄電池としては適しない。

軟極板・多孔度が前者に比較して大であるために電液の擴張が容易で高放電率に耐え得る關係から單時間内に強電流を必要とする起動用蓄電池として市上に汎く販賣せられてゐる。

電氣自動車用、モーターボート用として適するが潜水艦用としては壽命が比較的短いために使はれない。

剛極板と軟極板との中間にあるもの。以上二極板の中間を得たもので潜艦用として最もこれが適する。

現在潜水艦用蓄電池として使用されてゐるものには種々あるが國々によつて製造會社を異にして、自給に待つてゐる關係から其の國の代表的會社が供給してゐると見て差支へない。且は海軍省直屬の工廠に於ても或部分製作されてゐる。

今各國に於てこれが供給に應じてゐる會社を列記すると

米國海軍



E. S. B. 蓄電池會社<sup>(1)</sup>

グールド蓄電池會社<sup>(2)</sup>

エヂソン蓄電池會社<sup>(3)</sup>

#### 英國海軍

ハート蓄電池會社<sup>(4)</sup>

プリミアー蓄電池會社<sup>(5)</sup>

英國デュードル蓄電池會社<sup>(6)</sup>

クロライド蓄電池會社<sup>(7)</sup>

P & G and E.P.S. 蓄電池會社<sup>(8)</sup>

#### 佛國海軍

メトウ蓄電池會社<sup>(9)</sup>

フルマン蓄電池會社<sup>(10)</sup>

ハインツ蓄電池會社<sup>(11)</sup>

#### 伊太利海軍

ヘンセンベルゲル蓄電池會社<sup>(12)</sup>

(1) Electric Storage Battery Co., Allegheny Avenue and 19th

St. Philadelphia. pa.,

(2) Gould Storage Battery Co., 30 East 42nd St. New York.

(3) Edison Storage Battery Co., Orange, New Jersey.

(4) Hart Accumulator Co., Ltd, Marshgate Lane, Stratford London

(5) The Premier Accumulator Co., Ltd., 53 Victoria St. Westminster,

Nw London.

(6) The Tudor Accumulator Co. Ltd., 3 Central Buildings, Westminster,

London.

(7) The Chloride Electrical Storage Co. Ltd., Clifton Junction, Manchester.

(8) Pritchett & Gold and Electrical Power Storage Co. Ltd., London.

(9) La Société pour la Travail Electrique des Metaux Paris.

(10) La Société Nouvelle de La Accumulateur Fulman Clichy.

(11) A. Heinz & Cie of Levallois.

(12) Socie'e An. G. Henseberger Milano Via, Senato 14.

等であつて日本海軍は海軍工廠造兵部其他二三の會社がこれに應じてゐるが詳細に渡つては



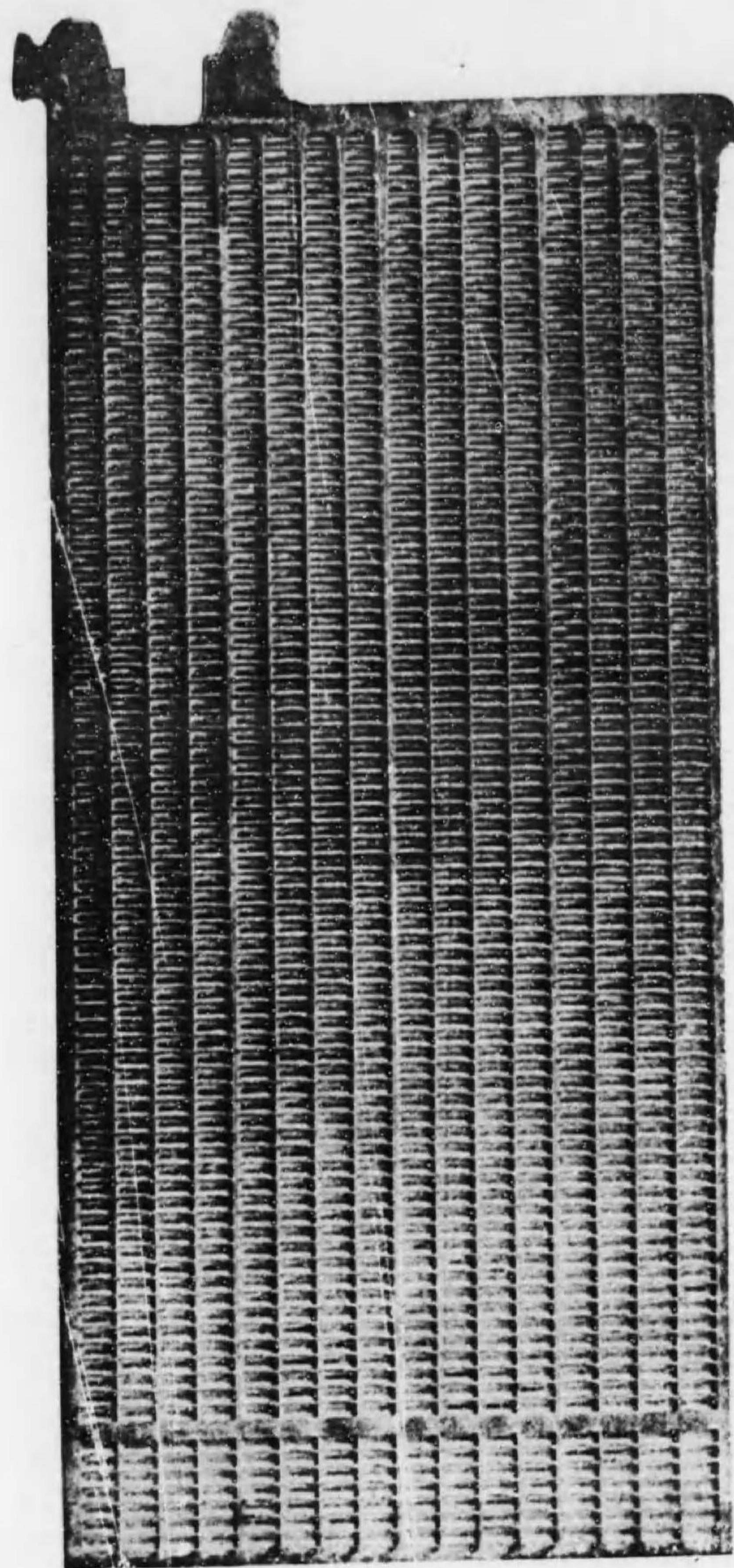
これを省く。

蓄電池の極板は基板とこれに塗填すべきペーストから出来てゐる。基板は活動資料が脱落した場合があつても半ブランテ式として働きうる様に多く設計されてある。

第八圖は米國海軍が使用するグールド蓄電池會社製潜水艦用基板である。ペーストは普通の蓄電池と同じく陰極板用としてはリサージ(PbO)を稀硫酸( $H_2SO_4$ )で練つて準備し且リサージが收縮する傾向のあるために防縮劑(Expander)としてこれに硫酸バリウム( $BaSO_4$ )硫酸マグネシウム( $MgSO_4$ )其他を適量混入して其の多孔度を保つやうにしてゐる。

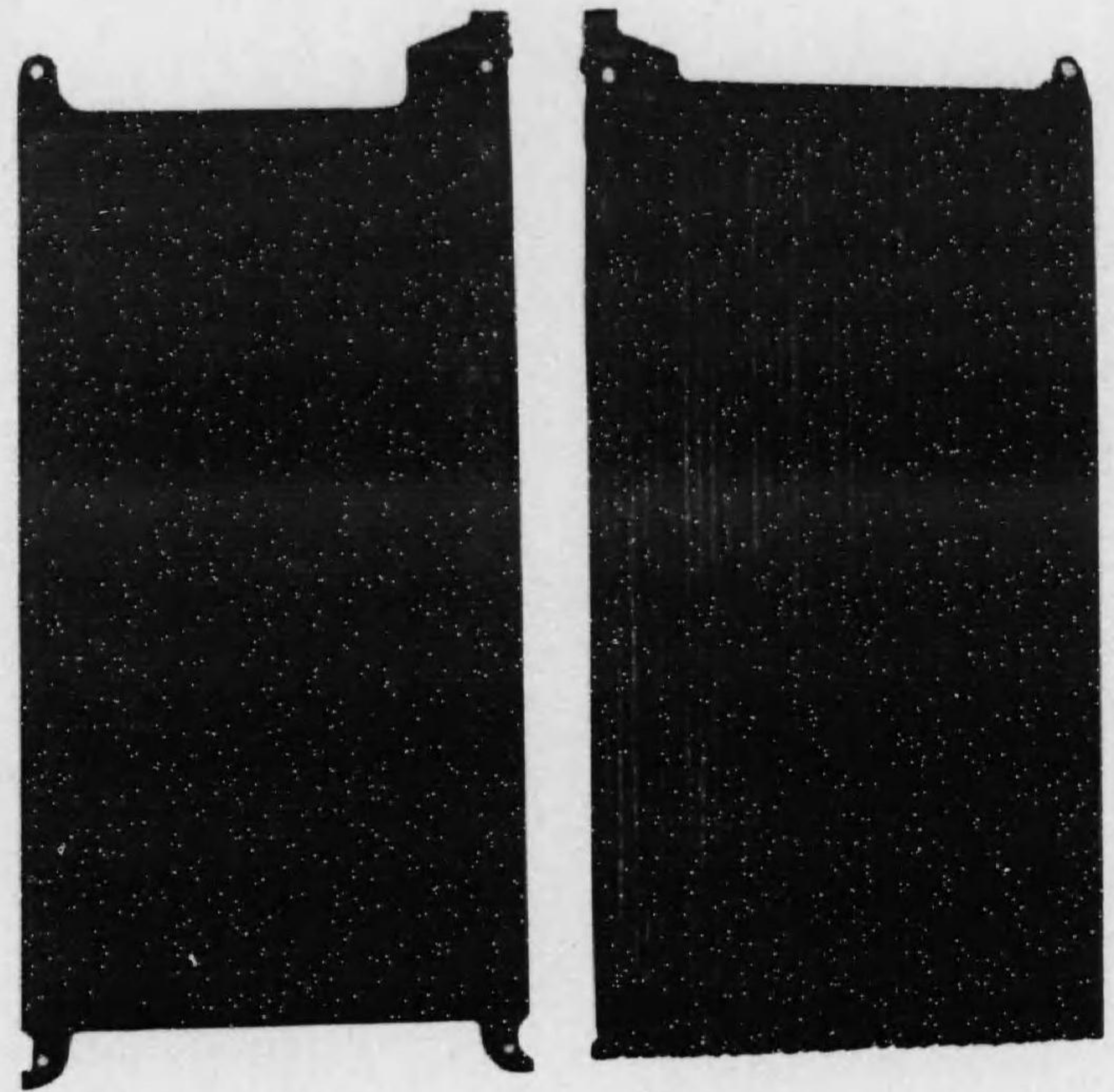
陽極板用のものは鉛丹( $Pb_3O_4$ )と稀硫酸( $H_2SO_4$ )によるのであるが：この場合は過酸化鉛の反凝縮性を防ぐためにバインダー(Binder)として硫酸アムモニウムを混入する。

これ等のペーストは職工の手によるか又は機械によつて基板に充填されるのである。





第 九 圖





## (2) アイオンクラッド式

ベーステッド式の一形と見てもよいのであるが陽極板の構造が特殊の組立になつてゐる關係から別に項を設けて説明することにした。

現今潜水艦用として多く使用されてゐるものはベースト・ベースト式であつてエキサイド型が廣く行き渡つてゐる。

ベースト・ベースト式を潜水艦用として使用する場合其の壽命は平均2箇年乃至4箇年であつた。これ等の短命は陽極度に多く起因するものである。

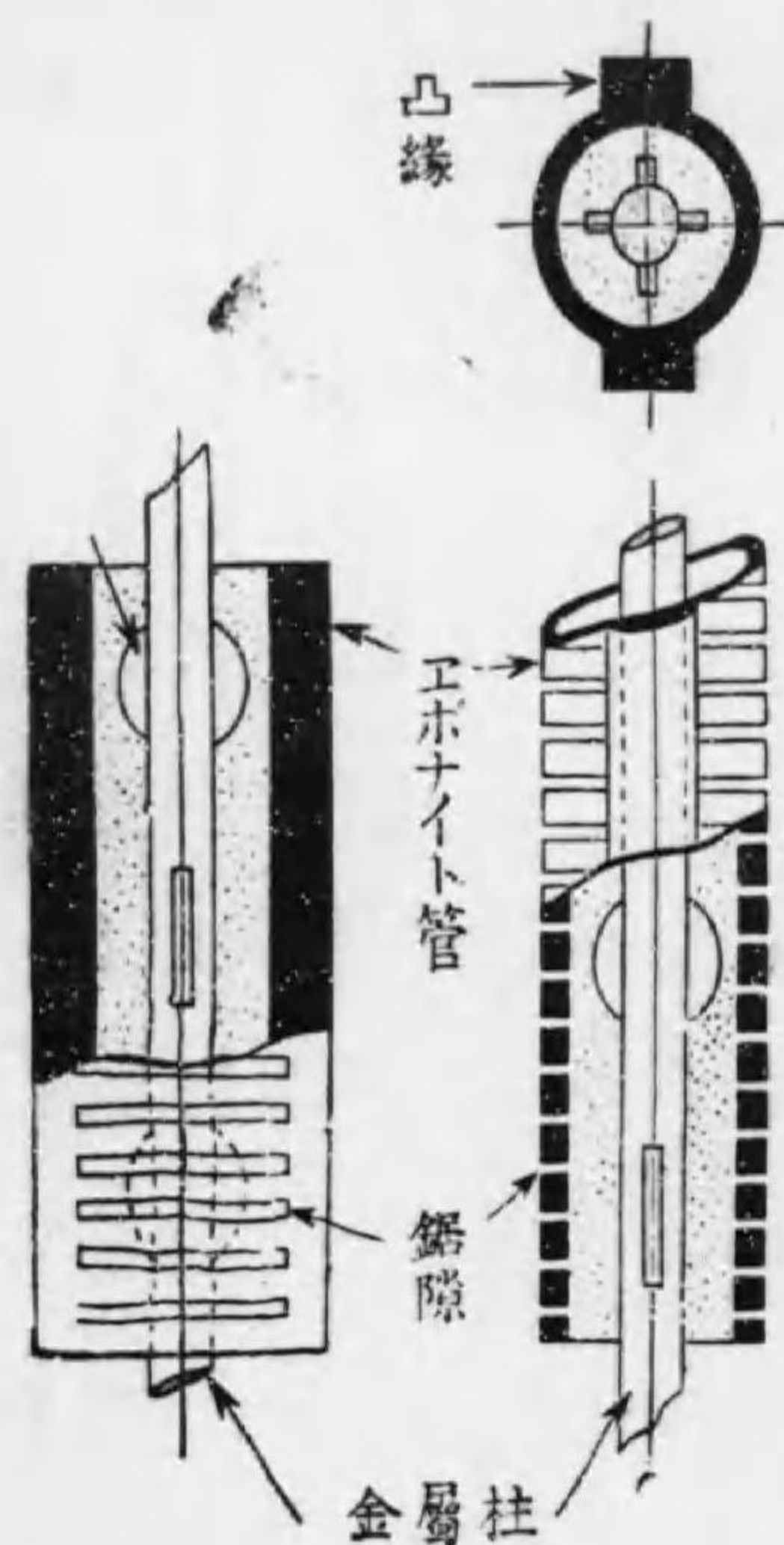
アイオンクラッド・エキサイド型は陽極板の特殊装置からこれ等の缺體を補ふことが出来最近これを汎く使用しだした。

アイオンクラッド型は米國及英國のクロライド會社が主に製作してゐるのであつて型の起源は H. Woodward 氏の提言(1840年)に歸せなければならぬが實際に後見したのは佛國の Phillipart 氏(1898年)であつたらう。



第九圖は潜艦用アイオンクラッド蓄電池極板であつて陰極板はエキサイド型と同一のものである。陽極板は圖に示す如く管状極板 (Tubular Electrode) になつて各々の管(Tube)はエポナイトか

第十圖



ら製られてゐて中心にアンチモンと鉛との合金で製つた柱を通じてゐる。

エポナイト管と中心金属柱との間に活動資料となるペーストを填めるのである。電液と活動資料との接觸をよくするためにエポナイトの側壁に軸と直角に數多の鋸隙(Slot)を設け

てゐる。

第十圖は一本の管の詳細圖である。多數の鋸隙(Slot)によつて液の擴散は行はれ中心柱 (Spine)

は電流を運ぶ導體となる。

普通鋸隙は柱板の上邊、下邊をなす外枠から $\frac{3}{16}$ 吋乃至 $\frac{1}{4}$ 吋離れた點から設けられている。これは管の機械的外力に充分耐えるために考へついたのである。鋸隙目は $\frac{1}{100}$ 吋幅になつてゐる。

中心柱 (Spine) に半圓型の突起を設けて活動資料との接觸エポナイト管との緊密を計つてゐる。エポナイト管には圖に示す如く凸縁があつて陰極板との隔りを適當に保つ様にする。

こうした獨殊の特徴をもつてゐる關係から機械的外力をうけ易い、且輕重量を望む自動車用、船用として汎く使用され出した。

### (3) プランテ式

プランテ式極板の活動資料は電氣化學的操作によつて純鉛から製作したもので、ペースを使用しない點に於て既に前記のものと大きい相違點を持つてゐる。

プランテ式極板は活動面積を増加するために又は化成に便ならしむるために種々の方法によ



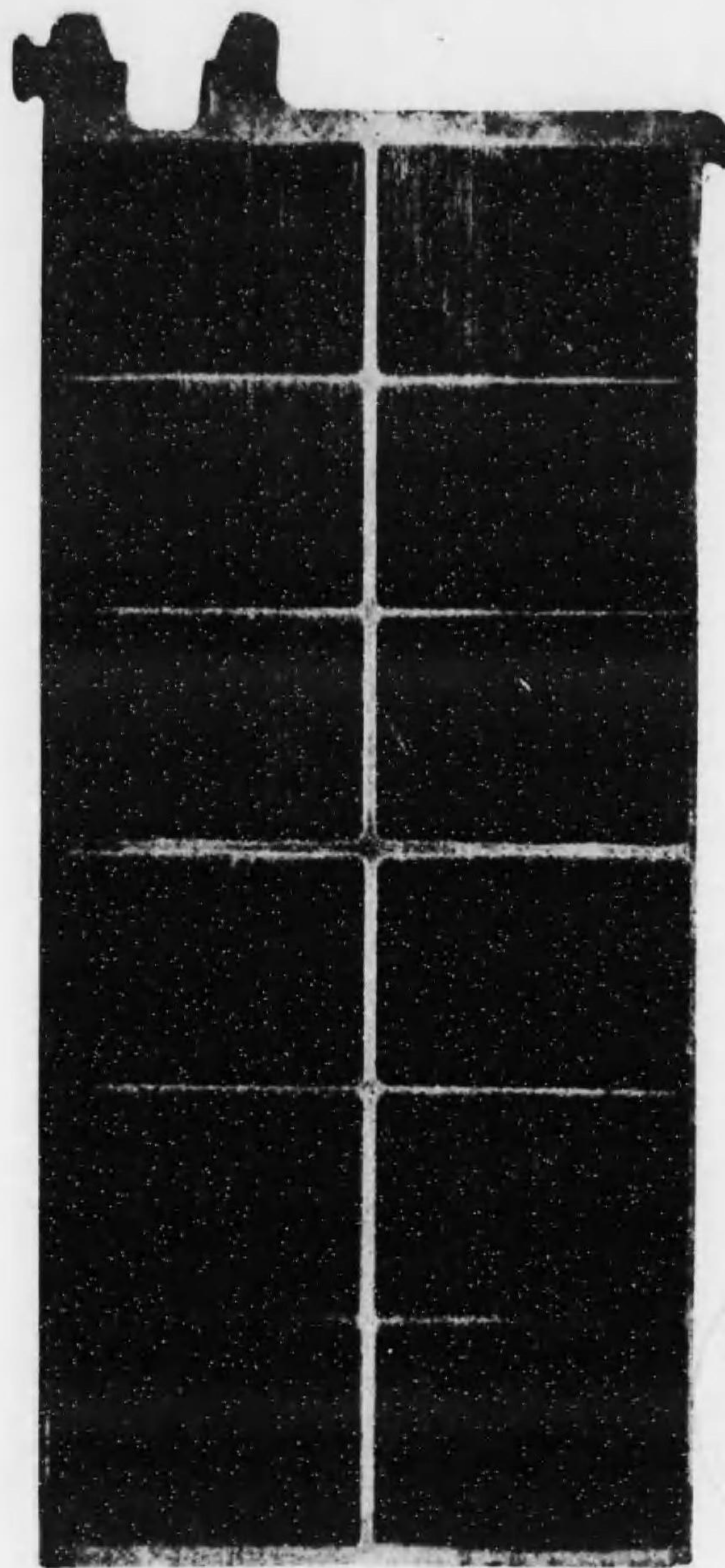
つて製作されてゐる。チュードル型極板の様に Casting method によるもの、クロライド極板(一名マンチェスター型)の如く Bult-up method によるもの、グールド極板の様に Spinning method、ワイラード蓄電池會社製の極板の如く Ploughing method 及び Sweding method 等と數へあげられるだらう。

第十一圖は米國海軍潛艦に使用するグールド蓄電池會社製極板である。グールド蓄電池極板は前述の様に Spinning によつて活動面を増加する。

これを行ふために豫め純鉛を4吋乃至5吋厚さの平板に鑄込む、此れをロールに掛けて0.186吋乃至0.288吋厚さの板に延して適宜に極板の大きさに切り取る、切り取る時は Punching machine による、斯くして得た鉛板を Spining machine によつてスピニングするのである。

獨逸海軍では獨逸チュードル會社製潛艦用 A 型、M.A 型及び M.A.S 型を多く使用してゐた。

A 型はプランテペースト式であるが M. A 型





及び M.A.S. 型はベスト式になつてゐる。就中 M.A.S 型は最も多く使用されてゐた。

歐洲大戰後各國に分配された分捕潜水艦用電池はこれであつた。

#### (4) 極板の大きさ及び枚數

一箇の蓄電池容量は使用極板の大きさ及び枚數によつて定まるものである。潜水艦用極板の大きさは各國によつてそれぞれ相違し且同一の國に於ても多少大きさに相違がある。

使用極板は潜水艦自身の噸數によつて或點まで組立てられるものであるが使用極板數が必ずしも潜水艦の大きさの度合を示すものではない。何故と云ふに潜水艦に使用する推進機用電動機の容量 (Kilowatt) 數は電流以外に電壓と云ふファンクションを持つてゐるから。

次に日本、英國、獨逸に於て、或潜水艦に使用した極板の大きさ並に數を示すと次の様になる。

日本海軍潜水艦蓄電池の或物

極板數

35 枚



極板の大きさ(約そ) 陽極板  $31\frac{3}{8}$ (吋)  $\times$   $14\frac{3}{8}$ (吋)  
 $\times$  0.14厚(吋)

陰極板  $31\frac{3}{8}$ (吋)  $\times$   $14\frac{8}{8}$   
 $\times$  0.12厚(吋)

### 英國海軍潛艦用蓄電池

#### 1. 英國チュードル會社製

極板數 35枚

極板の大きさ 陽極板  $33\frac{1}{4}$ (吋)  $\times$   $11\frac{7}{8}$ (吋)  
 $\times$  0.24厚(吋)

陰極板  $33\frac{1}{4}$ (吋)  $\times$   $11\frac{7}{8}$ (吋)  
 $\times$  0.18厚(吋)

#### 2. P & G and E.P.S. 會社製

極板數 31枚

極板の大きさ(陰陽兩極板約そ)  $25$ (吋)  $\times$   $12$ (吋)  
 $\times$  0.18(吋)

#### 3. プレミアー蓄電池會社製

極板數 17枚

極板の大きさ(陽陰極板約そ)  $14$ (吋)  $\times$   $28$ (吋)  $\times$  (厚  
 さ不明)

### 獨逸海軍潛艦用蓄電池

極板數 29枚

極板の大きさ(約そ)  $\left\{ \begin{array}{l} \text{陽極板} = 11(\text{吋}) \times 32(\text{吋}) \times 0.20(\text{吋}) \\ \text{陰極板} = 11(\text{吋}) \times 32(\text{吋}) \times 0.16(\text{吋}) \end{array} \right.$

以上は三箇に就ての大體を記したものであるからこれを以て其國の潜水艦を代表するものと見てはならぬ極板數の小さいものは17枚から大きいものとなると50幾枚と云ふものがある。

### 第二項 電 解 液

蓄電池の極板に次で大切なものは電液である。これは電池電壓及び電池容量の上にある關係を持つばかりでなく極板自身の壽命の上にも不純物の存在の場合には大きい影響を與へるからである。

電池容量並に電壓のために電液比重が考へられ、極板の壽命のために、不純物の量の規定が設けられてゐる。

普通電池に使用する電液比重1.200乃至1.215(華氏60度に於て)のものであるが、自動車蓄電池と



か潜艦用蓄電池等になるとこれよりも高比重のものを多く使ふ。

これは電槽が場所と云ふ問題から制限をうける関係から電液量も従つて少量となるによるためである。

電液内の不純物の制限については種々あるが、米國海軍の電液用硫酸に關す仕様書の一部をまとめて書くと下の様になる。

1. 白金痕跡無きこと。
2. 亞鉛、アンチモニー、鐵、鹽素、及び銅等は下記々載量以下たること。

不 純 物	含有量(單位:パーセント)
亞 鉛	$\frac{1}{100}$
アンチモニー	$\frac{1}{25}$
鐵	$\frac{1}{100}$
鹽 素	$\frac{1}{1000}$
窒素(硝酸鹽及アンモニヤをも含む。)	$\frac{1}{1000}$
銅	$\frac{1}{60}$

3. カルシウム(Ca)、ナトリウム(Na)及びアルミ

ニウム等の硫酸鹽類並に硫黃、二酸化硫黃、ピロ硫酸等は檢出以來得ざる量以下たること。

4. 醋酸鹽、鹽素酸、杓櫛酸鹽及び硅酸、鹽酸等並に有機物其他の沈澱物は檢出出來得ざる量以下たること。

潜艦蓄電池の電液比重は充電完了後に約そ1.215乃至1.300(華氏60度)となるものを使用する。電液比重は戦時と平時とに於て相違し且潜艦自身が活動する經緯度の關係を考へに置いてゐる故一定してゐない。

平時に於ては約そ1.250のものを多く使用しているが戦時では電池を最高容量ではたらかせたい關係から今少し濃度の高いものを用ひる即ち1.280乃至1.300と考へればよい。

平時1.250の電液を使用するものでも熱帯地方へ出動する時には1.215位のものとして溫度による極板の致傷を少くする。

電液の準備並に其の試験方法に關しては特に



潜艦用として説明する必要はないが準備並に試験は専門たる蓄電池工場に於ける様に完備しない関係から簡明な操作を必要とされてゐる。

潜艦に蓄電池を据付ける最初は工廠に於てなされる関係から充分であるが、其地を離れて航海にある場合又は他の港に於てさうした便利のない時には、母艦又は潜艦自身に於て電液の準備及び其試験をする。

米國海軍では、所屬の艦船並に海岸無線局其他に對して電液をつくる蓄電池硫酸として、比重1.400のものを支給してゐる。

濃硫酸として支給しないのは其の操作の繁雜を幾部分でも軽減しやうとしたことによるのだらう。

艦船上に於ける試験装置としては Sea-going laboratory の中に試験薬其他の簡単な用具を持つてゐる。

### 第三項 セバレーター

潜艦用蓄電池の故障を起す90パーセントはセ

バレーターの問題に歸してもよいだらうと云ふ米國海軍の報告があるがセバレーターは實際に在つて大切な立場にあるに相違ない。

如何に健全な極板を使用しても又電液の純粹なのを撰擇せやうとも使用状態に於て極板との間に短絡をするやうな事があつては全々役をなさない。セバレーターは極板間の短絡を防ぐと云ふ目的以外に極板自身の缺點を補ふ役目をする。

自動車用蓄電池とか船舶用蓄電池と云ふものは、据置用のそれに比較して單位體積に對する容量のなるべく大なる事を要求され従つて極板間の中心距離も短くなり且は振動を受けやすいために極板間の絶縁とか活動資料の保持と云ふ事をより大切に考へなければならぬ。

セバレーターは移動用蓄電池に於ては必要な考究問題であらう。

現今多く使用してゐるセバレーターは木製、護謨製であつて此外セルロイド、硝子製等もあ



るが大型移動用としては前二者に限られてゐる。

潜艦蓄電池は木製竝に護謨製セパレーターの組合せであつて一方單獨に使用されてゐる事は殆んどない。

#### (1) 木製セパレーター

木製セパレーターを使用し始めた当初は、木材は伐木後そのままに適宜の大きさと厚さにとり取りて用ひられた。

材木としては櫻樹を盛んに使用したものであつたが數年後他の材木によつて置きかへられて來たと同時にセパレーターに使用する木材は一度其が含有する有機酸を取除かなければいけない事が解つた。

木酸によつて極板及び基板の甚しく浸蝕される事を知つたからである。現今セパレーター材料として多く使用されているものは次の様なものである。

1. 楡(シナノキ)
2. 白楊樹

3. ドーグラス樅
4. カリホルニヤ産アメリカ杉
5. ホアイトセター(西洋杉)
6. イトスギ
7. 柳樹

國々地方々々によつて多少撰定材料を異にするが今蓄電池に同一條件下で使用した場合壽命の長短を比較して見ると楡を1と定めると次の様になる

種 類	壽 命
楡(シナノキ)	1.00
白 楊 樹	1.00
ドーグラス樅	1.75
カルホルニヤ産アメリカ杉	1.80
ホアイトセター(西洋杉)	1.90
イトスギ	2.00

以上の壽命比較によると楡、白楊樹はイトスギに比較して甚しく使用期間が短い即ち速く酸液に侵され易い事になる。



セパレーター材料を寿命だけと云ふ點で撰定する場合ならばイトスギが適材と云はなければならぬだらうが寿命以外にまだ大切なものがある。

それは電液の擴散が良くなければならぬ即ち内部抵抗の少でなければならぬと云ふ事である。寿命の長い程木質は緊密であり、従つて、電液の擴散が悪い。

セパレーターを撰擇する場合は電池の使用方面を考へこれを定めなければならぬ。セパレーターの寿命を考へないで電液の擴散にのみ重きを置く高放電率の蓄電池用としては楯がよく、電壓と云ふ點は多少犠牲としても寿命が大切であると考へる場合には前記の杉類又は樅類を使用す。現今潜艦としては後者は汎く使用されてゐる。

原料材木からセパレーターをつくるには樹幹軸に平行に鋸を入れるのであるが其の入れ方に三通あり、結果として木目(年輪)の配列が相違し

て來る。次の三種類に分かたれるであらう。

- (1) 切截面に木目が直角をなす場合。
- (2) 切截面に木目がある傾をなす場合。
- (3) 切截面と木目とが平行する場合。

第十二圖はセパレーターを幹軸に直角に截斷した場合の截断面圖である、今電液の擴散率についてこれを考へたならば(1)が最もよく(3)は最も悪い、セパレーターとしては(1)の如きものを理想とする。

#### (2)硬質護謨製セパレーター

蓄電池の陰極板は二枚の木製セパレーターによつて挟むが陽極板の方は護謨製セパレーターを以つてサンドウイツチする護謨製セパレーターには硬質のものと軟質のものがあるが潜艦用としては前者が専ら使用されてゐる。

現今使用されてゐる硬質護謨製セパレーターを其の構造の上から二つに大別する。

#### (a)穿孔護謨セパレーター

(Perforated Rubber Separator)



## (b) 穿隙護謨セパレーター

(Slotted Rubber Separater)

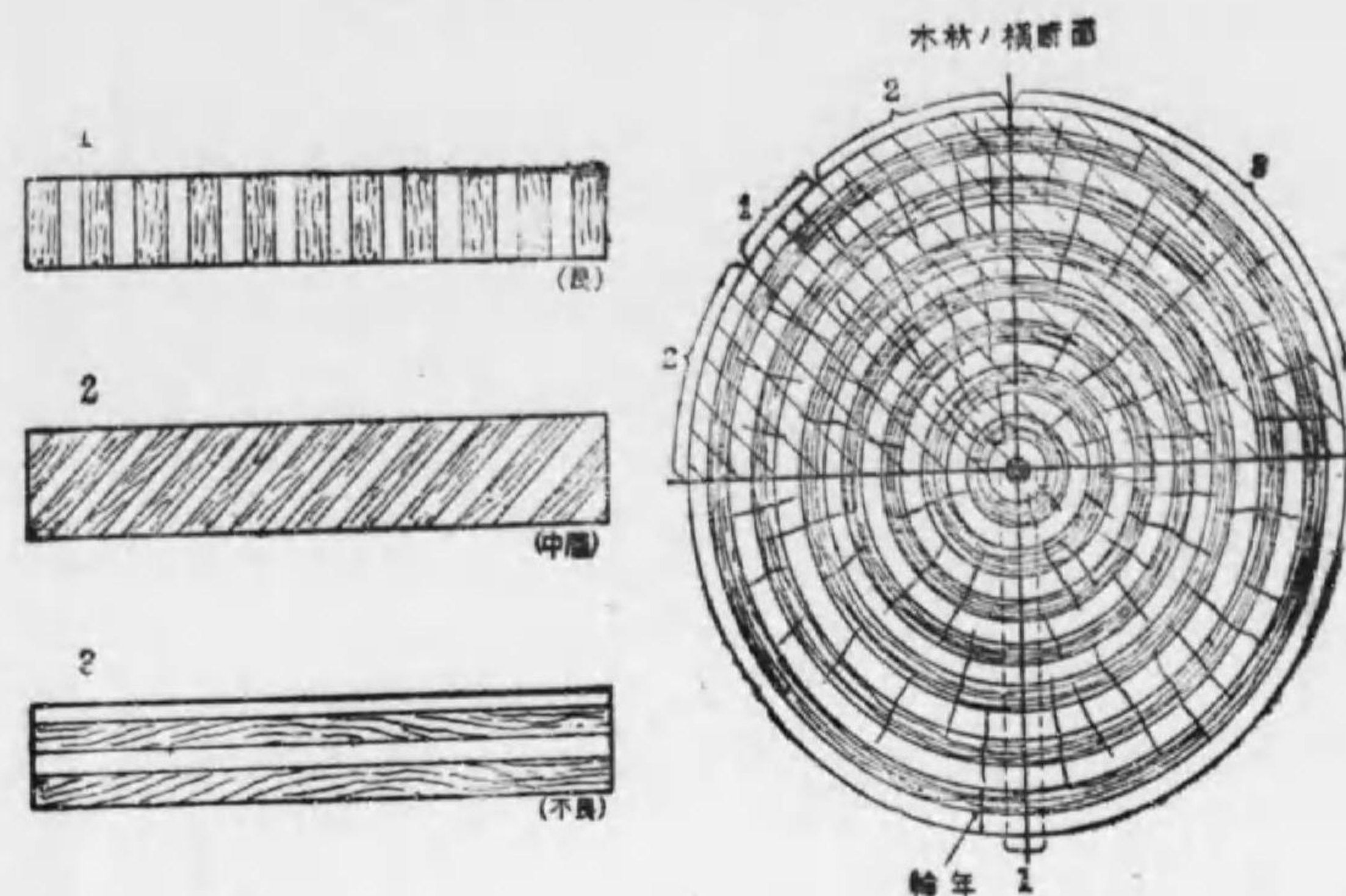
(a) 穿孔護謨セパレーター：硬質護謨板(厚)さ約0.014吋)を穿孔して所要の大きさとしたもので平板状のものと波形板状のものがある。セパレーターは絶縁そのもの以外に活動資料保持の役をする。

陽極板の活動資料は凝集力少く使用中剝落し又は糊状になり易いために、セパレーターの適当な装置によつて特にこれを防である、この事は移動用電池に於て最も必要な事である。

電解液の擴散をよくしセパレーターによる内部抵抗を減少するには出来るだけセパレーターの多孔度を高くする必要がある、然し餘り多孔度の高い場合には機械的抵抗力が少く却つて壽命と云ふ點で使用に耐えなくなる。多孔度は普通25パーセント乃至35パーセントにしてゐる。

護謨板に穿孔する場合には普通口径を0.045吋乃至0.050吋大としてゐる

## 第十二圖



平板状穿孔セパレーターはそのまゝに使用する事があるが普通はこれに凸縁(Rib)を附して機械的抵抗力を増加してゐる。猶ほセパレーターの天地を $\frac{1}{8}$ 吋乃至 $\frac{3}{8}$ 吋あて穿孔しないで置いてこの目的を計つてゐる。

(b) 穿隙護謨セパレーター：穿孔護謨セパレーターに次で起つたものは穿隙護謨セパレーターで最近米國のフィラデルフィア蓄電池會社が盛にこれを使つてゐる。

前者はエポナイト薄板に圓形の孔直径0.045吋



乃至0.050吋)を穿けるのであるが後者はこれに長方形の間隙を設ける。この点だけが兩者の相違する所で他の操作に就ては全く同じである。

長方形間隙(Slot)の大きさは長さ $\frac{1}{16}$ 吋、幅0.012吋であつてセパレーターの孔度は約27パーセントと見ればよい。

電池使用中に陽極板から脱落する活動資料の粒には大小の相違は多少あるけれども普通約0.020吋直径の見當であると云はれてゐる。

従つて後者は前者に比較して活動資料をよく保持する。この事から陽極板の壽命が長くなる事が想像出来る。

フィラデルフィア蓄電池會社の説明によると穿隙セパレーターを使用する事によつて蓄電池の壽命は約25パーセント延長されると云つてゐる。

### (3)極板との組合せ

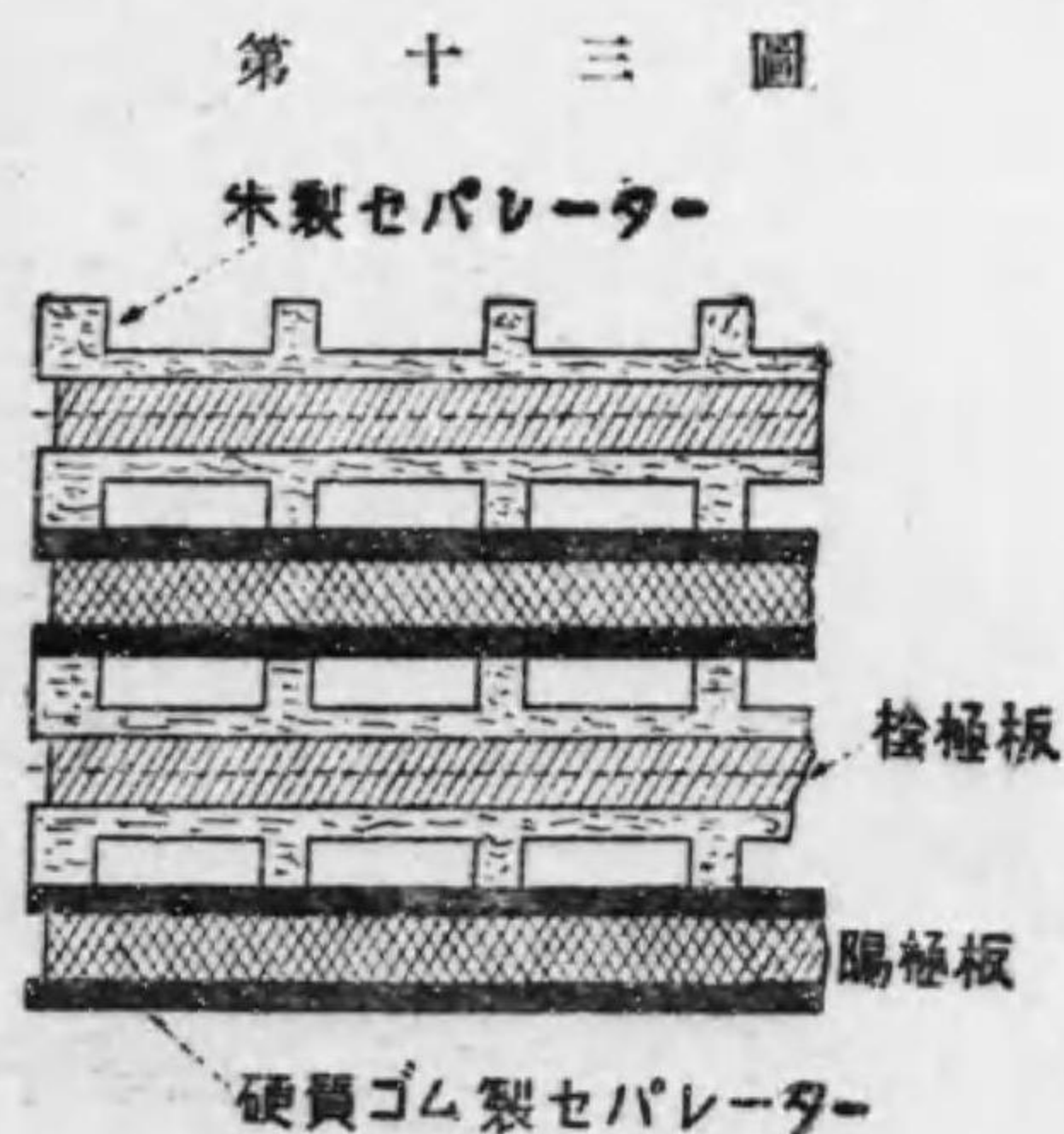
セパレーターが潜艦蓄電池に使用された当初は陽極板及び陰極板の中間に一枚の木製のバセ

レーター又は穿孔エポナイト製セパレーターを置いたものであつた。

當時は潜艦蓄電池はタンデム式(Tandem Type)に接続されていた結果極板及びセパレーターの振れも多く従つて完全な絶縁はこれによつて望み得なかつた。使用中屢々極板間に短絡を起した。

タンデム式(Tandem Type)が改良されて現今使用されてゐる様な單位群板(Unit Assembly type)になつた後に一つのセパレーターだけでは不完全である事が説かれて來た。

其後二枚のエポナイト製セパレーターを使用

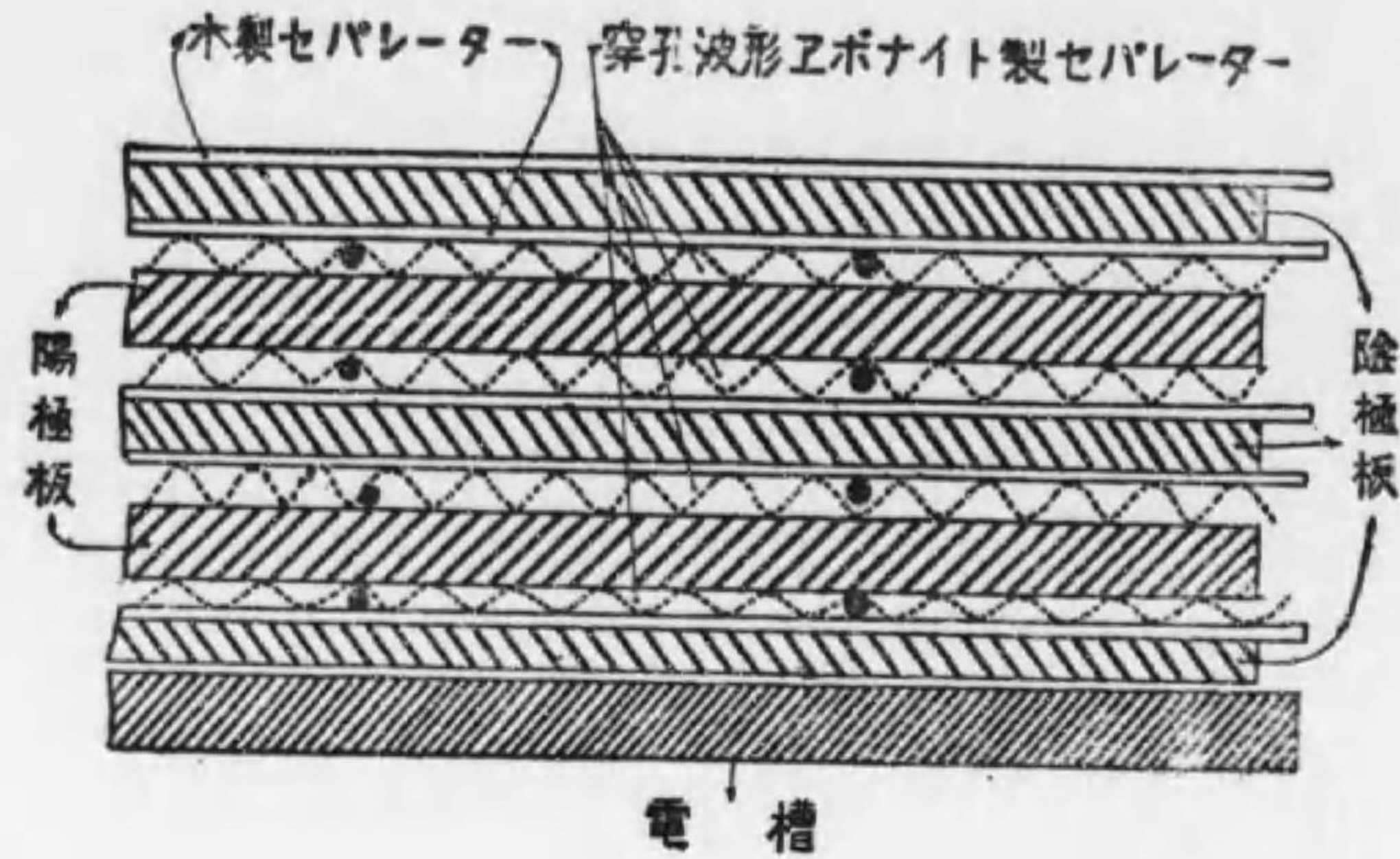


したけれどもこれも充分でない事が了り現今ではいづくの海軍に於ても木製並に護謨製セパレーターの組合せを採用しだした。

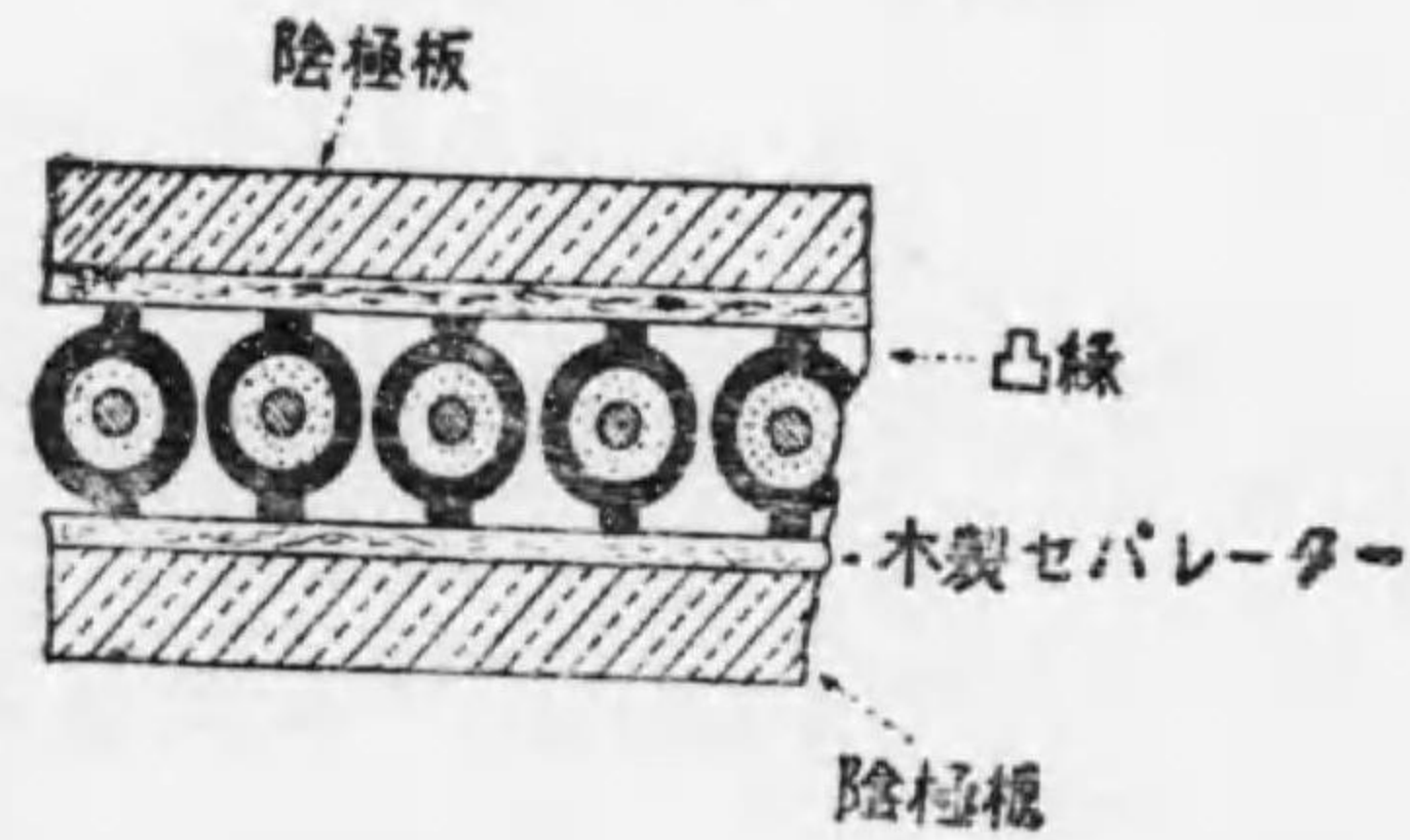
第十三圖乃至第



第十四圖



第十五圖



十五圖はセパレーターを極板と組合せた場合の状態を示すものである。

穿孔エポナイト製セパレーターは第十三圖に於ては平板をなしてゐるが第十四圖のものは波形状になつてゐる。第十五圖はアイオンクラッド型を示したものでエポナイト管にある凸縁自身がこれを兼ねてゐる。木製セパレーターは第

十三圖に於ては凸縁を持つてゐるが第十四圖及第十五圖では平板である。三つの圖に付て大體の組合せ方が知れやう。

#### 第四項 容器

鉛蓄電池用として使用する容器には次の五種類がある。

1. エポナイト製電槽
2. 硝子製電槽
3. 鉛張木製電槽
4. セルロイド製電槽
5. ゴムマイト製電槽

現今潜艦蓄電池用としてはエポナイト製及びゴムマイト製電槽に限られてゐるが鉛張木製電槽も亦歴史的のものとして且つて英潜艦のある物に取り付けられた事もあつた。

エポナイト製電槽は日本、米國、伊太利海軍等に専ら使用されゴムマイト製電槽は佛國及び英國海軍に於て使用されてゐるが就中佛國海軍が最も盛である。



## (1) エポナイト製電槽

エポナイト製電槽は潜艦用としてのみならず如何なる方面の移動用電池槽にも汎く使用されてゐる。極板を支持するために二種の構造がある。

(a) 構底に極板支持突起を有するもの

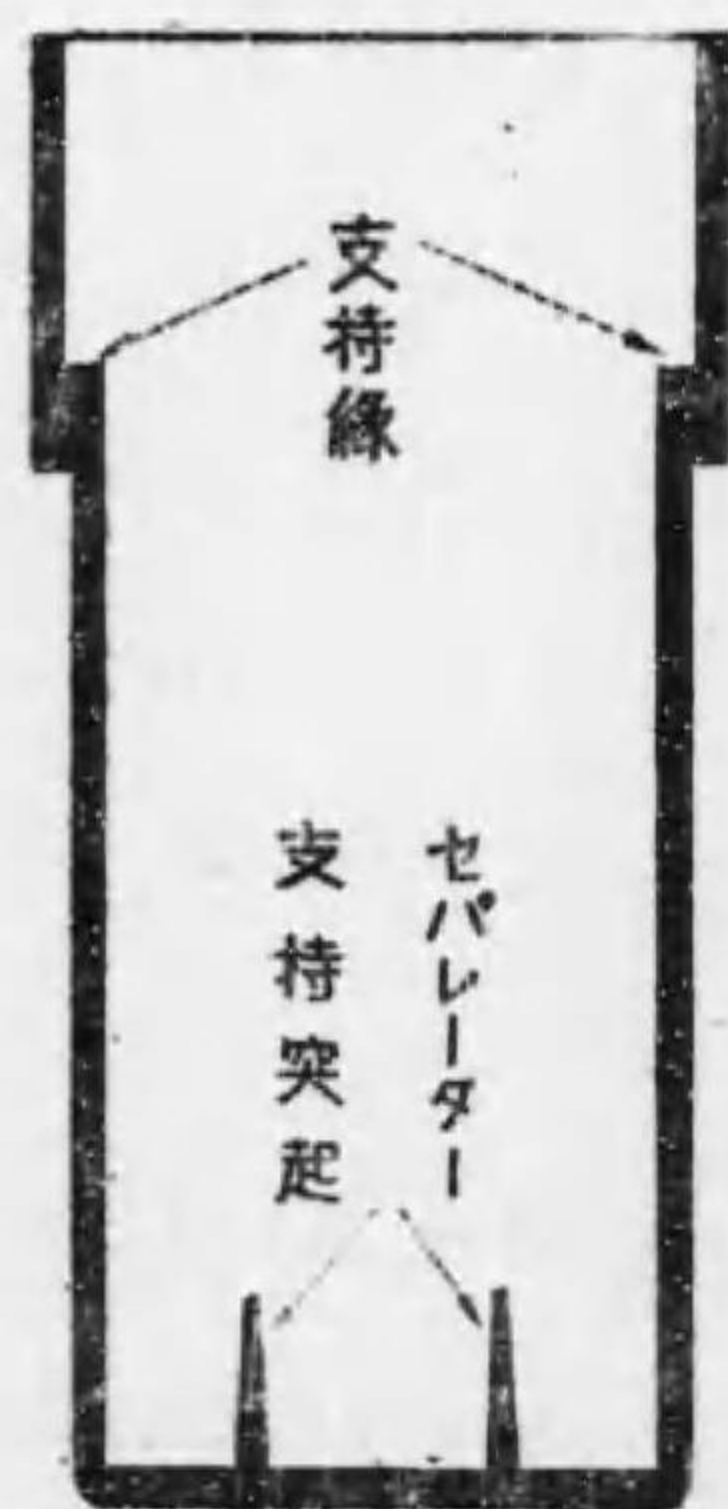
(b) 構造に支持縁を有するもの

(a)は小型のものに使用され支持突起の数は極板の大きさ及び設計方法の上から相違してゐる第

第十六圖



第十七圖



十六圖は二つの突起を持つものを示す。

第十七圖は(b)に屬する電槽であつて底面にある突起はセパレーターを架すためのものであつ

て極板自身は支持縁によつて支へられてゐる。潜艦に用ひる電槽は後者に屬してゐる。かゝる電槽を側壁支持型電槽 (Side Wall Element Support Type Jar) と云ふ。

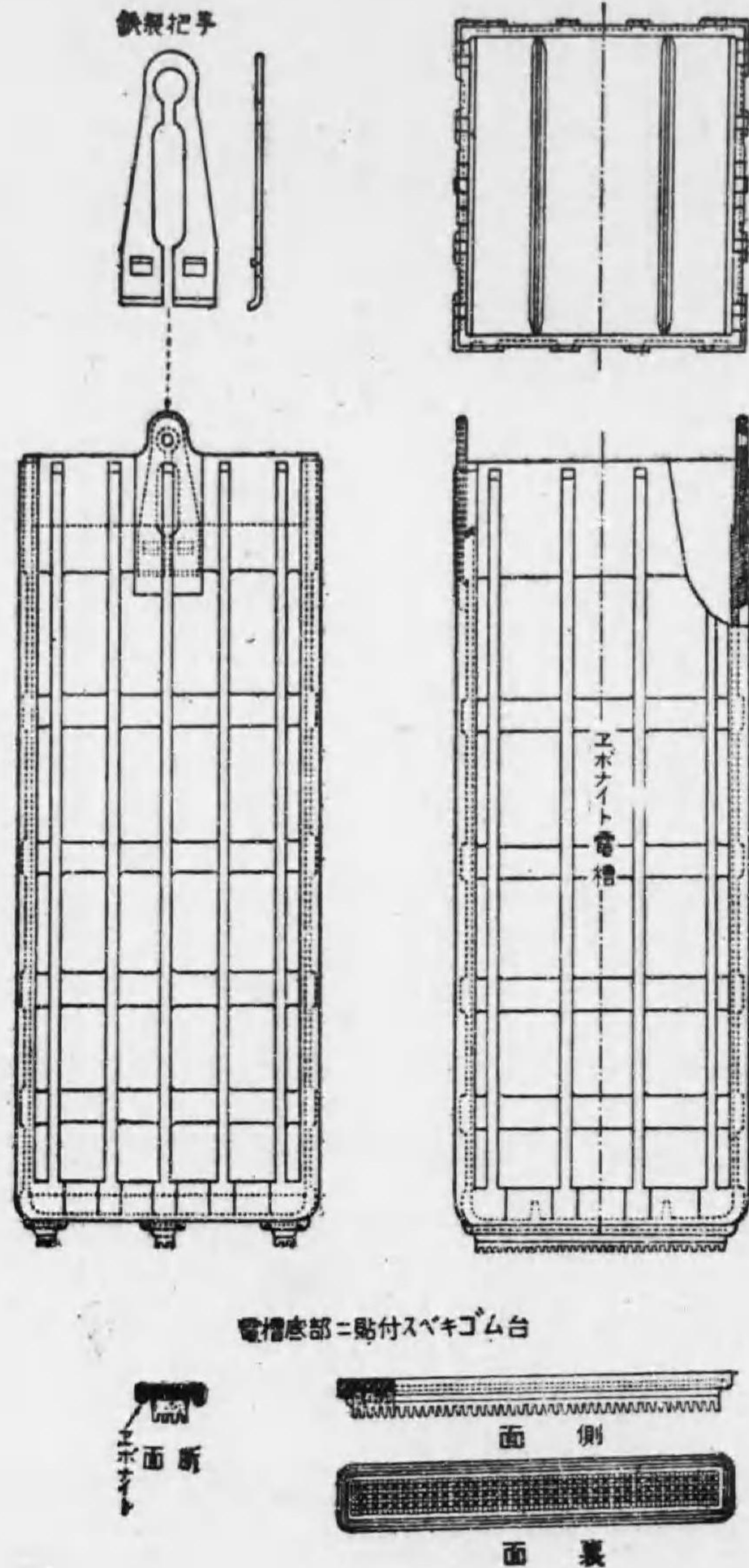
第十八圖は米國海軍潜艦蓄電池の一型である。潜艦用電池槽は他の場合に於けるよりも一層入念に製作し安全率の大を計るものである。槽が可なり大きい關係から安全率の方は充分にして置かなければならぬ。

今米國海軍が使用してゐる使用書から参考となるべきものを抜摘すると其の寸法の許容範圍は電槽の内側に就て、毎吋0.0006吋プラス側の誤差を許しマイナス側の誤差は許されてない。

又エポナイトの比重に就ては1.50を限度とし其以上のものはいけない事になつてゐる。製作品原料に關しては其の詳細は秘密とされて知る事が出来ない。

電槽の機械的試験は Tensile Strength と Transverse Strength とに對して行ふものであつて前者に對しては試材として  $\frac{1}{4}$ (吋)  $\times$   $\frac{1}{4}$ (吋)  $\times$  4(吋) 大のエポナ





第十八圖

イト片を製作會社から提供させて、これに就て試験をすることになつてゐる。毎平方吋 3000 ポンド(於華氏 70 度乃至 80 度)以上の Tensile Strength を必要とされてゐる。

Transverse Strength の試験は第一試験と第二試験とに分れてゐる。先づ試料として  $\frac{1}{4}$  吋直徑長さ 4 吋の棒狀エポナイトを造る、これを 25 時間隔にある二つの支點で支へ中央に 23 ポンドの錘を置く、第一試験では溫度を華氏 40 度とし棒のフレを 0.07 吋以上である事を限定し第二試験では溫度華氏 100 度とし其のフレを 0.07 吋以下である様に定められてゐる。

この外電槽の絶縁耐力試験及び水壓試験等の大切な試験がある。試験に使用する電壓は 2400 ヴォルト以上のものであるが、槽壁の厚さによつて多少この値は相違する従つて加へるべき電壓には最少限度だけを定めてある。

これは試験電槽の接目及び槽の角の部分の不良を探查するに留まるもので他の場合の様に



嚴格に試験規定は定められてゐない。

### (2) エポナイト製電槽蓋

移動用蓄電池容器の問題とする所は發生瓦斯の排氣を完全にし且内部電液の動搖による漏出を無からしむる様に工夫をする所にある。

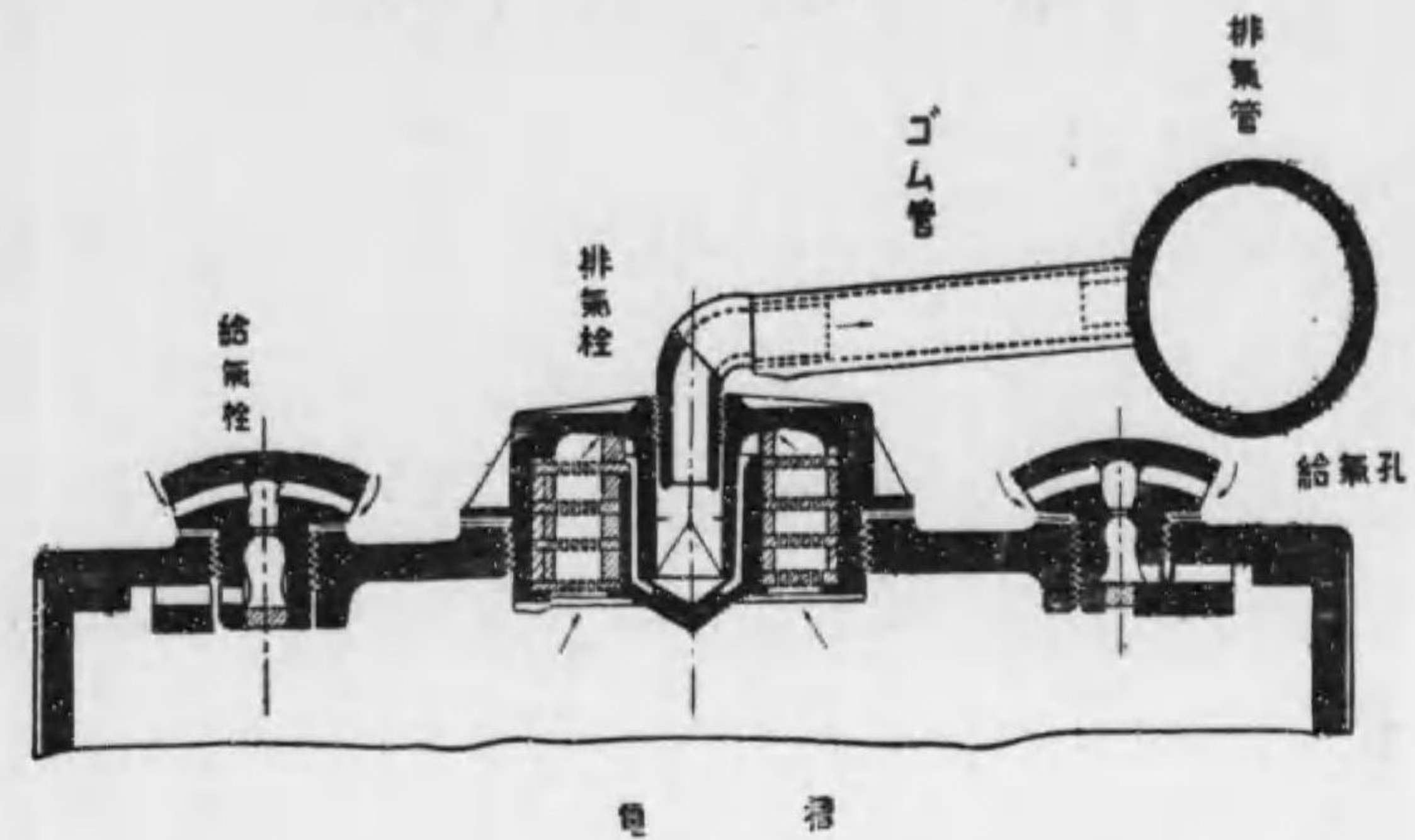
これがために各電池製作會社は各々獨特の設計を試みてゐるが其の主眼目とする所は槽蓋に於ける電極柱(Terminal post)のひき出し具合並に給氣孔(給液孔とも云ふ及び給氣栓(給液栓)の設計及び電槽蓋自身を電池槽に取付ける點にある。

潜艦蓄電池に於ては殊に電槽蓋の構造は入念に研究されなければならぬものである、就中發生瓦斯の排氣は主要なる部分である。

第十九圖は潜艦蓄電池電槽蓋の排氣装置を示したもので圖中給氣栓と書いてある部分は他の移動電池に於ける給液栓(Filling plug)の役目をするものでこの栓を抜いて電液の補給をする。

排氣方法は總て Forced Ventilation によるもので他の電液の様に Free Ventilation ではない。

第十九圖



Ventilation に就ては後節に於て論述する。

## 第八節 潜水艦への据付

### 第一項 潜水艦の大要

潜水艦は最近二十年間の中に著しい發達をしたものである。1902年米國海軍大尉 L.H. Chandler 氏が米國海軍大學で講演したその中に次の様な言葉がある、此は其の當時の潜艦工業を詳に語るものであらう。“The Submarine has not yet developed far enough to be of any practical use in warfare”

其の時から十餘年は經過し世界の大戦の幕は



開かれた。人々は獨逸潛艦の目覺ましい活動に括目驚歎した。歐洲いづれの國よりも遅くから研究を始めたと云はれる獨逸が潛水艦 Deutschland を出した。ヘリゴランドからバルチモーアに到る航程 3800 哩を單獨で 17 日間に突破した事は潛艦史に新しい記録と海軍戰術上にある意義を與へたものではあるまいか。潛艦はかくして實用の時代に入つたのである。

現今では小は百噸級から大は千噸級のものが無數に製作され海面上に於ける活動半徑 (Radius of Action) も數千哩に昇り潛航の場合に於ても 70 哩(速度約 6 乃至 7 節度に於て)と云ふ活動半徑を持つて來た。

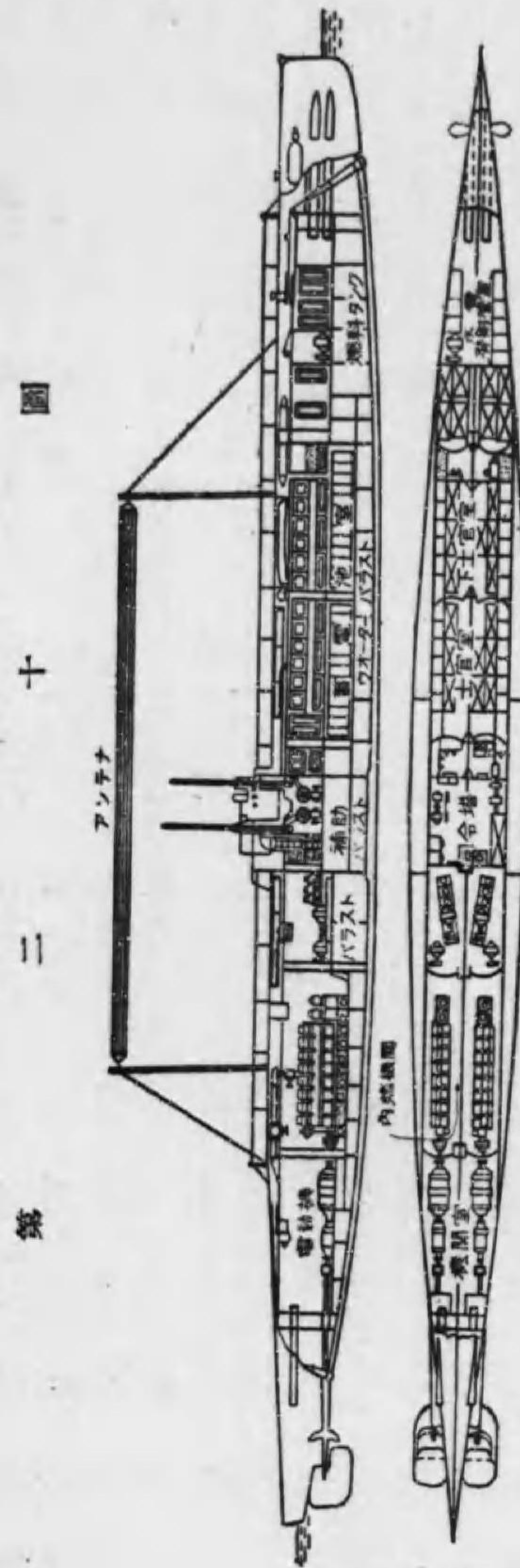
潛水艦の大體の状態を知る爲に歐洲戰爭時代に英國沿海に強威を振ふた獨逸潛艦 U-9 號乃至 U-16 號の特性を述べて見る。

艦の長さは約 142 呎許りあつて其の排水噸は潛水の場合 300 噸であると云ふ。原動機としてはディーゼル型重油内燃機關二臺でいづれも 600 馬

力(B.H.P) のもので海上を航行する時に用ふるのである。

潛航の場合は直流電動機(約 240KW)二臺を速度に應じて直列又は並列として用ふ。海面上速度は 12 哩で潛航速度は 8.6 哩になつこゝる。其の活動半徑は海面上で 1200 哩で潛航の時は速度六哩に於て 60 哩と云ふ。

潛航時間は艦の出す速度によつて大いに影響をうけるもので米國海軍の M-1 號潛水艦に就て之れを云へば 10.5 哩の場合





は1時間だけしか潜航出来ないが8.5浬に速度を落すと3時間繼續する事が出来る又4.5浬となると14時間と云ふ長時間になる。

かゝる時間の相違は電池自身の特性によるものであることは想像に難くない。

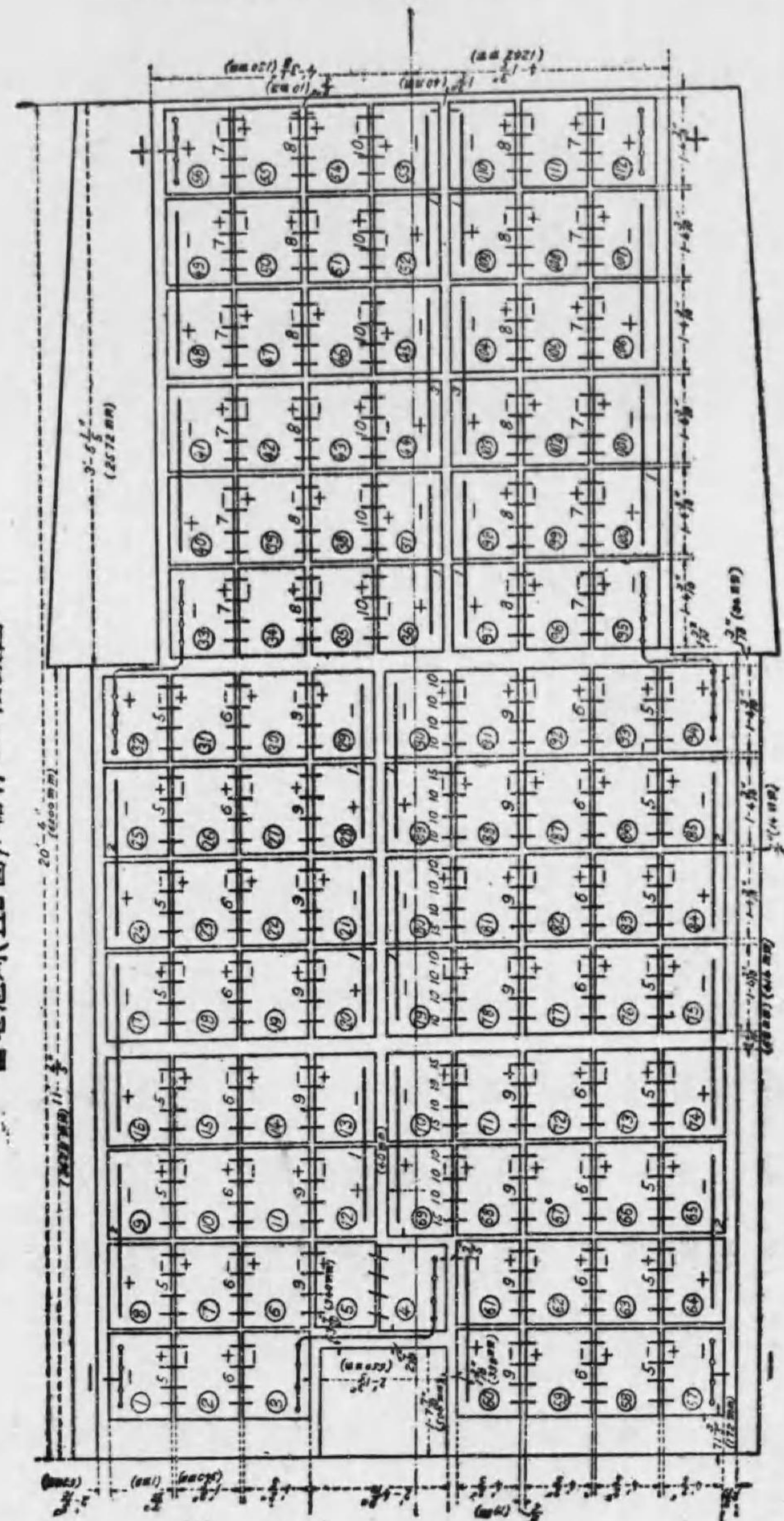
### 第二項 潜艦の蓄電池室

第二十圖は獨逸潜艦の平面略圖並に縦断面略圖を示したもので艦内の構造の大要が伺はれる。本艦では蓄電池室は艦の前部にのみ設けられてゐるが後部、前部の二部室に別れる場合もある。

使用蓄電池全體の總重量は凡そ艦の排水噸數の $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{5}$ にあつてゐる點から想像すれば可成の重量と空間とを占めている事が知れやう。第二十一圖は獨逸某潜航艦の蓄電池室に於ける電池配列並に接續を示すもので佛國海軍省の報告によつた。

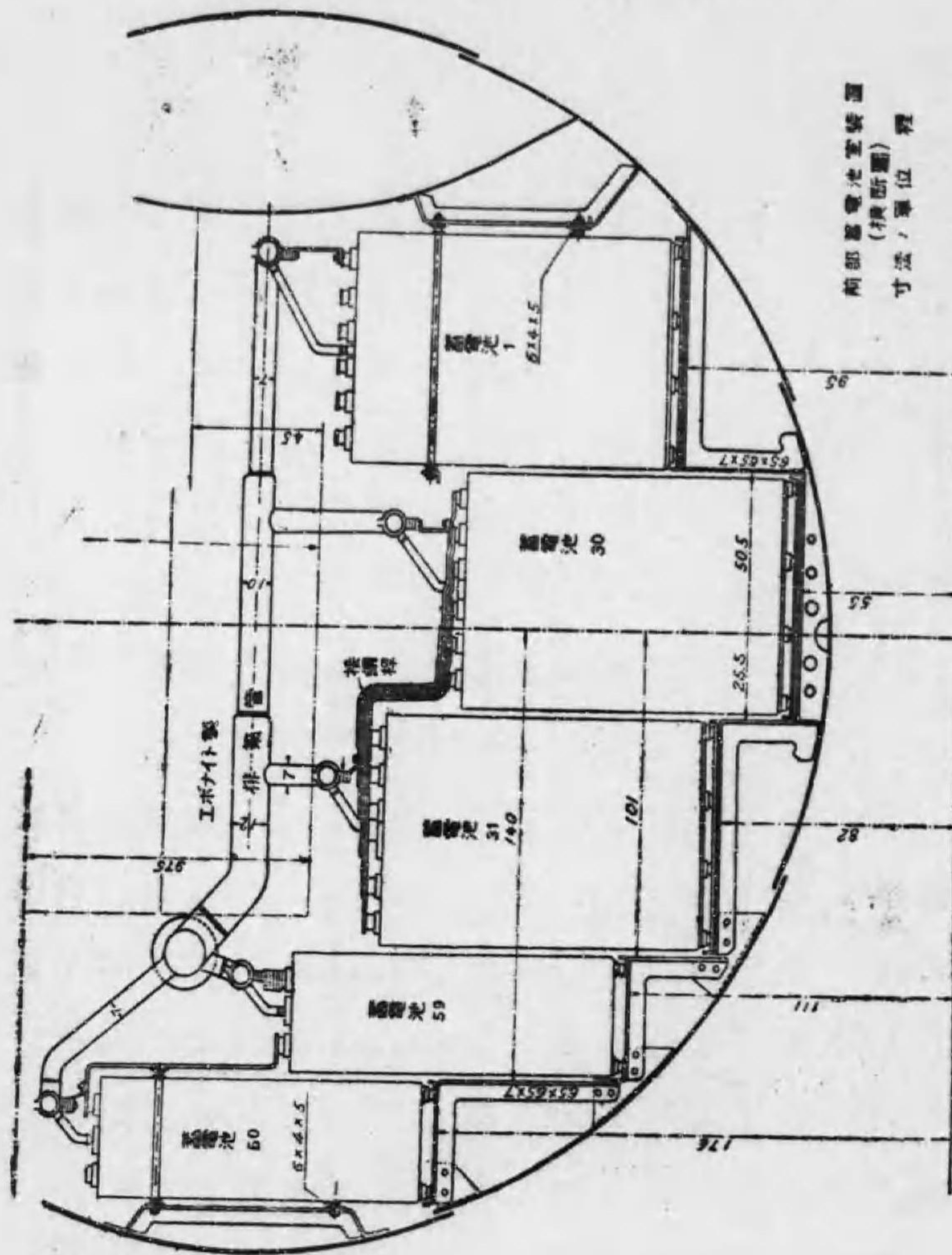
此の圖に依て蓄電池箇々の大きさ並に電池室の大きさが了解出来る。使用蓄電池はチュードル會

第二十圖 蓄電池列(112箇)の据付並に接續圖





第 11 + 11 圖



社製 MAS 型で 112 箇より組立てられたものである。潜航艦に使用する電動機は多く 120 ヴォルト乃至 240 ヴォルト近くの電圧を使用する様になつてゐる。

第二十一圖は他の某國潜艦蓄電池室の横断面實測圖であつて、蓄電池を内に取り付ける場合の装置並に排気管架設方法を明瞭に示す。記入數字に依つて電池の大きさ並に他の總ての材料の大きさが解る、排気管の架設に關しては後節に於て説明する。

### 第三項 潜艦蓄電池室の換氣

#### (1) 換氣の目的

蓄電池の操作と云ふ點から考へて大切な事は通風又は排氣と云ふ點であらう。電池それ自身に關する箇々の問題と並びて電池据付全體を通じた當問題は亦ゆるがせにしてはならぬ。

就中潜水艦蓄電池に就ては換氣と云ふ點は技術者が注意を拂ふ點で重大な問題である。

潜艦蓄電池室は陸上に於けるそれとは異つて、換氣も特殊の方法によらなければならぬ。換氣



装置が不完全であつたと云ふ點から潜艦では度々爆發を起してゐる。日本に於てもこうした經驗は度々あつた。蓄電池室の爆發は電池自身をこはす許でなく人命を傷ふと云ふ危険がある。

蓄電池室の換氣は(1)爆發性瓦斯の排除(2)有害酸蒸氣の排除(3)蓄電池室の冷却等の目的によつてなされてゐる。

充放電の場合に發生する水素瓦斯は引火し易く且空氣又は酸素と混じてゐる時は強い爆發を起すものであるから電池室では火氣を除け猶これ等の瓦斯が存在しない様にする。

充電の場合盛に發生する酸水素瓦斯は電解液を泡沫として四圍に飛散せしめ其の結果として濛々たる酸煙を見る事は稀でない。これ等の蒸氣は呼吸器其他を害し猶ほ器物を侵すものであるから、これを一つに集めて排除せなくてはならぬ。

蓄電池を或一定溫度(華氏110度乃至125度)以上に昇す事は極板の壽命を短くするから溫度上昇に制限を設けてゐる。

潜水艦の様に氣密に作られた構造では溫度が上昇し易い關係から絶えず送風してこれを冷却する様にするのである。

### (2)換氣の形式

蓄電池の換氣には自由換氣と人工換氣との二形式があるが潜水艦は後者に限られてゐる。後者に就てもその形式の上から次の様な二つの區別がある。

#### (1)送風式(Pressure system)

#### (2)吸込式(Suction system)

**送風式の場合** 蓄電池室の換氣は其の初期に於ては室全體に就て行つていたものであつたが完全に目的が達せられないため度々爆發を起した。従つて現今では決して室内に瓦斯及蒸氣のもれない様に排氣栓を設けてこれを遂行してゐる。

排氣栓の取付は第二十二圖に示してある。箇々の排氣栓はゴム管又はエポナイト管によつて排氣管に接續され此を通じて瓦斯及酸蒸氣は屋



外に排除される様になる。

排気管はエポナイト製が主に用いられているが、バラフィン漬木製管、又耐酸塗料をほどこした木管もある。送風式による換気は電槽蓋の一孔より風を送り込み他孔を通じてこれを取り出すものである。

第十九圖は吸込式の場合を示した電槽蓋であるが、此に就て云へば其給気栓が風を送り込む送風孔に相当し排気栓がこれを導きだす排気孔にあつてゐる。送風は電動送風機(Electric Fan)によつて行ふ。

この装置では送風機の翼其他の金属部が酸蒸氣にあたらなると云ふ特徴があるが然し電槽を通過する空氣は屋内よりか高い壓力を持つてゐる關係から排気管より瓦斯及蒸氣がもれると云ふ恐れがある。

**吸込式の場合** 電動送風機又は吸込ポンプ(Suction pump) を使用して電槽内の氣壓を室内のそれより低めて發生瓦斯及び酸蒸氣を排除する

方法である。

電動送風機又は吸込ポンプの翼は酸蒸氣の通過路に多くあたる關係からこれに侵されやすい不利點がある。従つて翼其他の金属部分に鉛を被服せしめてこれを防いでゐる。

本装置では電槽内の氣壓が槽外に比較して低い爲に通過空氣の漏れると云ふ恐れはない。これは一つの特徴である。現今では潜艦は多くこの形式を採用してゐる。兩者を併用する事も又稀ではないが。

第十九圖は本形式を採用した電池槽を示したものである。

**排気管の装置** 第二十三圖は排気管配列の一形式の略圖である第二十四圖は本節第二項に引例した第二十一圖と同一電池室で獨逸某潜艦の見取圖である。第二十二圖に就ては管の大きが大體知られやう。

### (3) 送風容量の計算

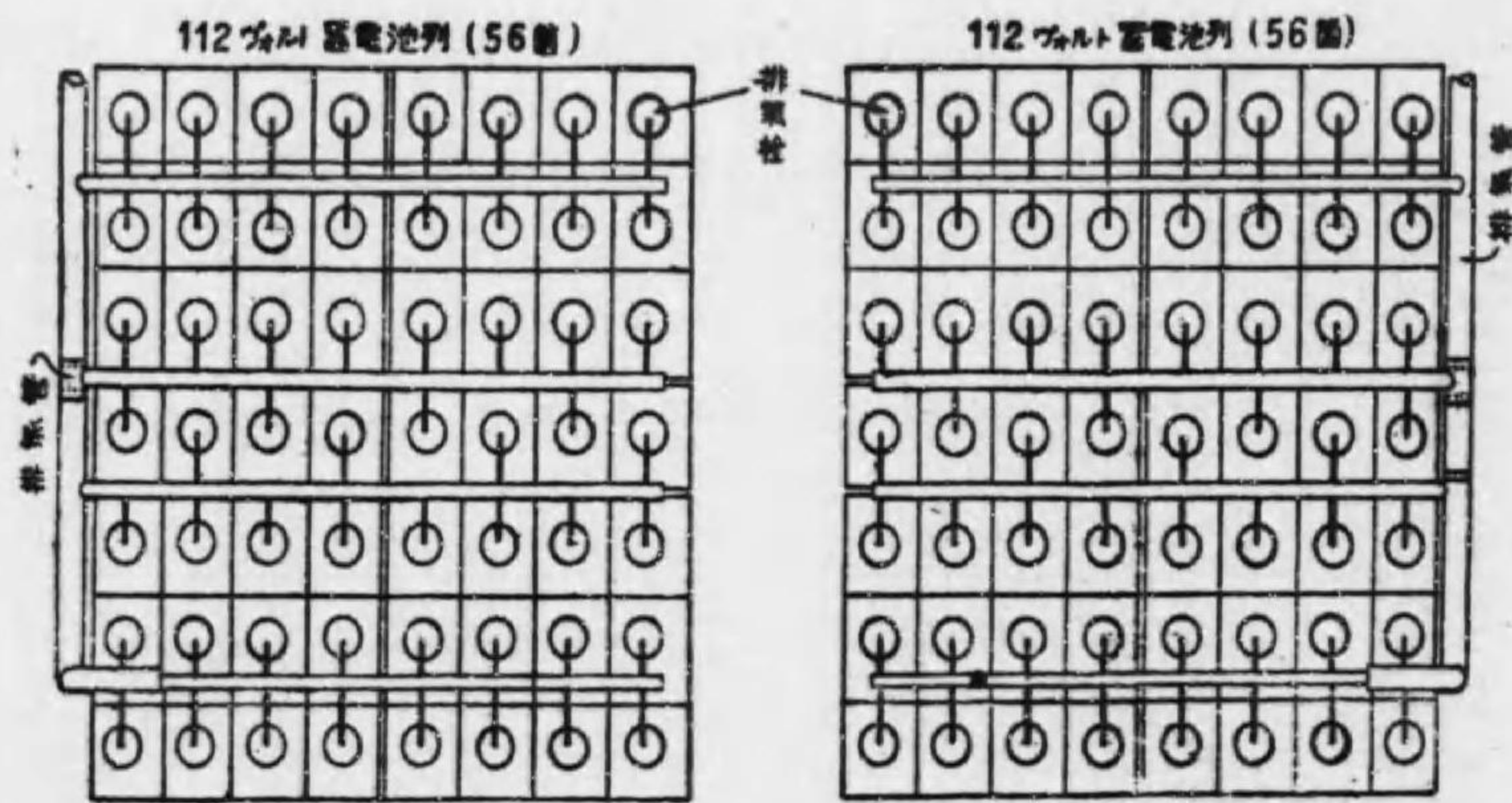
蓄電池の充電、放電、休止中何れを問はず多



少の瓦斯を發生する。しかし放電中と休止中とは瓦斯の發生は前者に比較して非常に少ない。

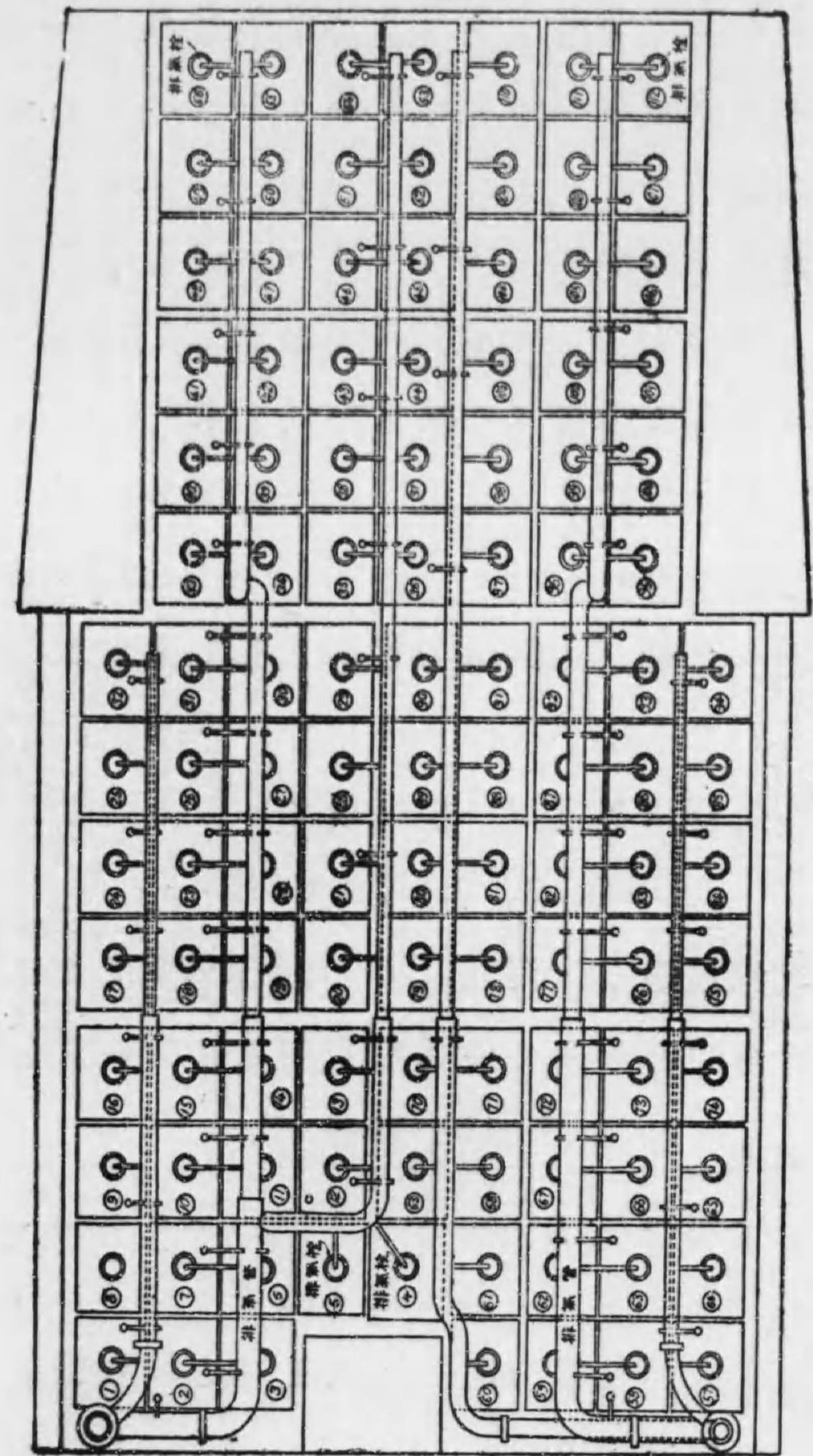
送風容量の問題とする點は主に充電中に於ける盛なる瓦斯の發生にある。水素瓦斯は吾人の知る通り空氣又は酸素と介在する時は劇しい爆發性を呈するものであるから送風によつてこれ

第二十三圖



を排除してやらなければならぬ。

水素瓦斯は經驗によると空氣中又は酸素瓦斯中に5パーセント以上介在する時は既に危険状態に在る。従つて其量はこれ以下に保たなければならぬ。普通3パーセント以下は安全として



第十圖



ゐるが安全率を大と見て2パーセント以上は空气中又は酸素瓦斯中に介在しない様にするがよい。

**例題** 潜水艦用 240.ヴォルト蓄電池を充電々流率 1000 アムペアにて過充電を行ふ。その場合に必要なる送風容量を求めよ。但し水素瓦斯の介在量は2パーセント以下に限定して。

**解** 充電々流が總て電解として消費さるものとすれば一分間に発生すべき水素瓦斯の最大量は蓄電池一個に就ては次の如くなる。

$$1000 \times \frac{0.0162}{60} = 0.27 \text{ (立方呎)}$$

使用蓄電池筒数は  $240 \div 2 = 120$  (筒) である故に全體を通じての瓦斯発生量は次の値を持つ。

$$0.27 \text{ 立方呎} \times 120 = 32.4 \text{ 立方呎}$$

水素瓦斯の介在量を2パーセント以下に保つために一分間に送り込まなければならぬ空氣の量即ち送風容量を  $x$  とすれば次の式が成立する。

$$2 : 32 = (100 - 2) : x \quad x = 3175.22 \text{ (立方呎)}$$

答。送風容量 = 3175.2 立方呎毎分

以上は送風容量の最大量即ち過充電を行ふ場合の換氣に就いてこれを述べたのである。充電開始當初は發生瓦斯は殆んどないけれども時の経過と共に次第に増加して來る故送風機を運轉するにはこれを考慮しなければならぬ。

過度の送風は徒らに電液の蒸發を高め電力の無駄の消費を起すから、従つて蓄電池の充電状態を見て送風量を調節しなくてはならぬ。

蓄電池の完全放電後充電を開始する場合は全容量の50パーセントが充電される迄は送風機は25パーセント乃至35パーセント容量に働かし、以上蓄電池が75パーセントの充電になる迄は50パーセント乃至75パーセントの送風量とする。

次に瓦斯の發生が盛になり始めてから充電が終る迄は送風機は全容量で運轉せしめ猶この運轉は充電完了後も約30分間程繼續せしめなければならぬ。



蓄電池の休止中も一日一回あては送風機を50パーセント容量で一時間位運轉させることが必要である。如上の方法は一定した理由のものではないが蓄電池室の換氣操作の一範とも考へて之を述べた。

### 第九節 充放電及び容量

#### 第一項 充電

一般に蓄電池を充電するには其の方法に就て次の三通が考へられる。

- (1) 恒電圧充電
- (2) 恒電流充電
- (3) 可變電流充電

充電装置竝に使用電池の境遇の如何によつていづれかが使用される。

#### (1) 恒電圧充電

この方法では充電々壓を終始一定に保つ關係から充電の進行と共に電池の逆起電力が増加して充電々流は次第に弱められて来る。そして逆

起電力が豫め定められた充電々壓に等しくなつた場合に電流は全くなくなる事になる。

従つて豫め適當な充電々壓を定めておくと過充電による損害とか、Gassingによる活動資料の脱落とかの恐れは全くない。然し實際に於ては理論通りの恒電圧充電は行はれないで多少相違した形による。

蓄電池が充電によつてGassingし始める點は溫度及び電液比重等とによつて相違するが一般に2.35ヴォルト近くと考へてゐる。故に恒電圧は最初この點以下にとり、普通2.3ヴォルト近所のものである。

この形式では充電の當初は規定電流の數倍の強電流が流れるが充電進行と共に電流は弱められて来る。そしてある點まで電流が遞減した時再び電壓を高めて充電を完了せしめる。

#### (2) 恒電流充電

一定電流によつて蓄電池充電する關係から充電完了期近くでは電流能率が悪く且つ盛なるガ



ツシングによつて極板を害することがある。

充電時間率として24時間と云ふ長時間に渡ることがあり幾十分乃至數時間と云ふ高電流率のものもある。従つて前者とこれとは共に完全なる充電法ではない。

### (3) 可變電流充電

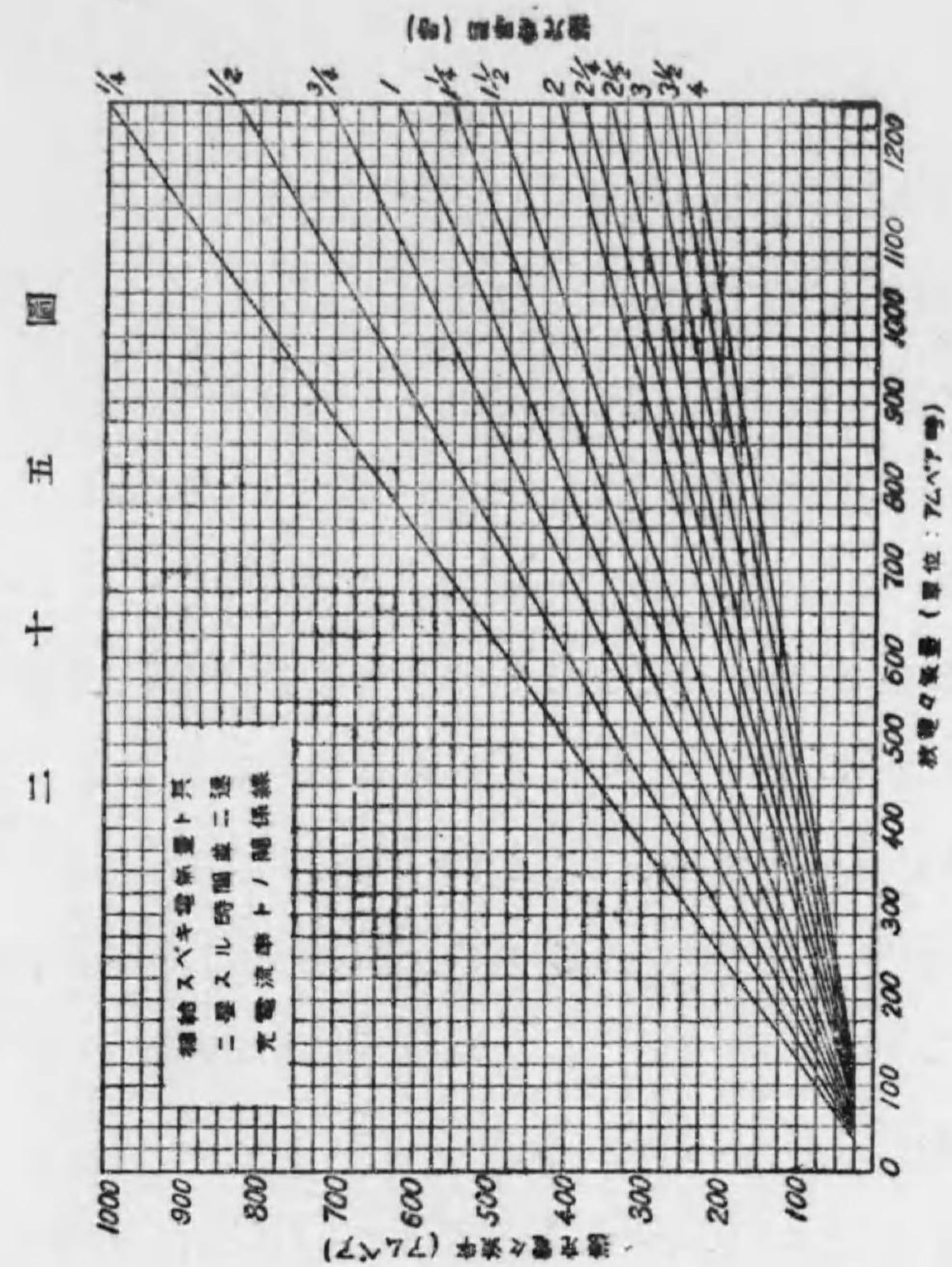
これは恒電流充電の一形式で充電状態の進行と共に電流の強さを變化して遞減する、現今潜水艦蓄電池の充電は多く本形式によつてゐる。

電流變化の階梯によつて二段式(2 Stage System)とか三段式(3 Stage System)とかの名前があるが米國では後者の方が汎く使用されてゐる。

蓄電池の充電は總ての設計の上に—例へば瓦斯發生と云ふ點から亦溫度上昇と云ふ點から換氣装置の上に、電流量の關係から發電機容量の上に—大きい影響を持つものである。

### (4) 速充電

蓄電池の或使用状態に於ては一つの活動のために現在のまゝの蓄電量では不充分である事が



起る、且つ戦時中は時間に對しての充分な餘猶とある事の出來ない場合があらう。速充電はこうした場合に行ふので、與へられた短時間内に成可く多くの電氣量を電池を害することなしに補給するを以つて目的としてゐる。



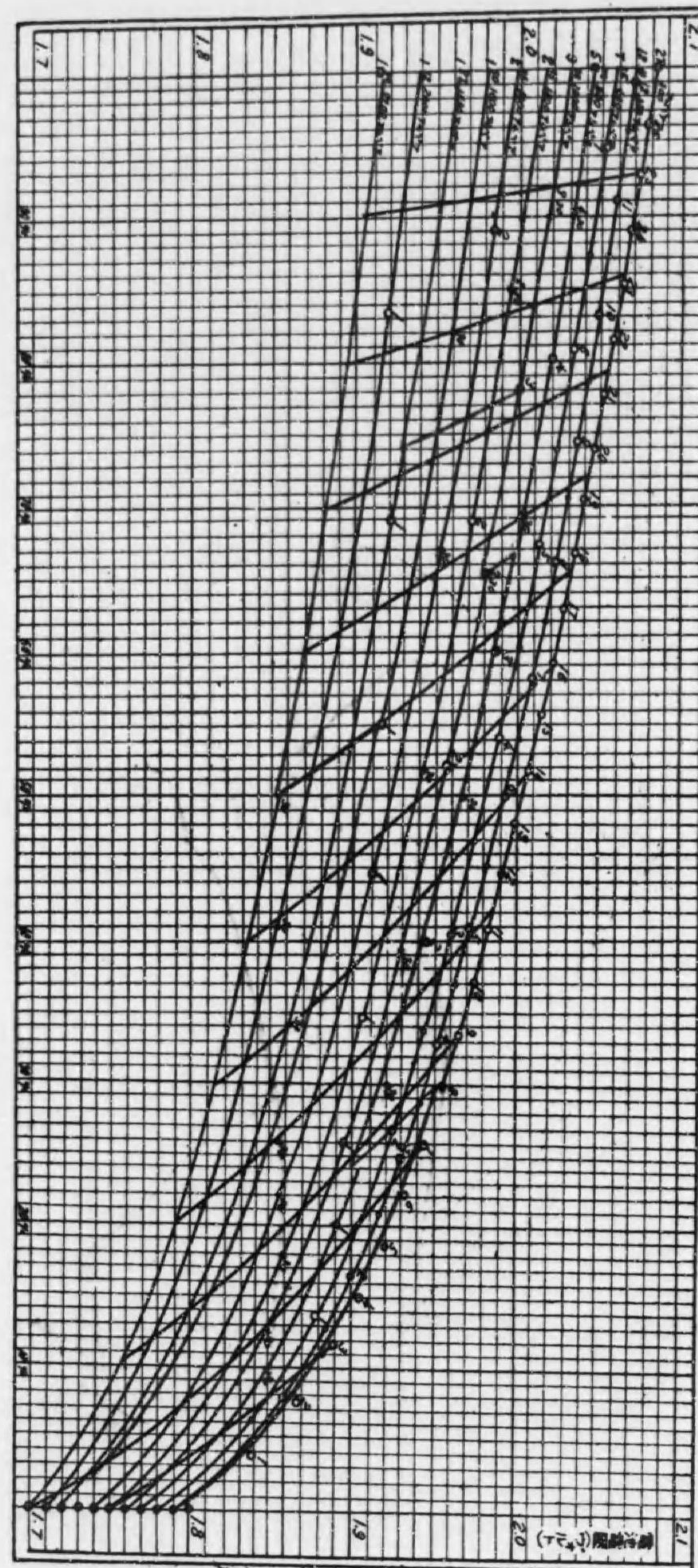
第二十五圖はある蓄電池の放電状態とこれを補給するための充電々流率並に與へられた時間との間の關係を示すものである。

例へば或潛艦が一活動(Action)のために1000アマペア時放電をなし其を5分間に補給したいと希ふ時は横軸上に記した1000アマペア時と云ふ點を見出しこの點に立てられた垂線が $\frac{1}{4}$ と誌された傾線を切る所を左へ水平に辿つてゆけばよい。

其處には縦軸上に800と書いてある即ち充電々流は800アマペヤと知る事が出来る。30分で補給する場合は同じ様にして660アマペア、1時間では500アマペア、1時間半では400アマペアと求め得られる。

蓄電池の放電状態はアマペア時計によつて知るのであるが、こうした装置のない場合には豫め該電池に就て放電々流率、放電々壓並に殘存電氣量との三つの間にある關係を求めて置く事によつて知り得られる。

第二十六圖は某潜水艦蓄電池に關するこれ等





の関係曲線で本圖は残存電氣量をパーセントで示し、放電々流は2200アムペア乃至200アムペアの場合に付て求めてゐる。

各曲線上にある大小二種類の圓點は放電経過時間を表すもので大圓點は一時間を小圓點は10分時を示すものとする。

今圖中第一位曲線200アムペアと附記されたものについて説明すると該蓄電池を放電々流率200アムペアで働かせると27時間の繼續放電が出来て規定終止電壓の1.80ヴォルトになる事を示してゐる。且つ其の折の容量減退の割合は即ち残存電氣量は任意時に於て横軸上の數字より求められる様になつてゐる。

例へば放電開始3時間後圖中24と附記された大圓點の所では80パーセントの残存電氣量があり19時間後には30パーセントになる事が知れる。以下各線に就ても同じ解釋が出来る。

猶ほ本曲線を利用するとある一定放電率から他の放電率に電流の強を變更した場合について



爾後の残存電流の推定が可能である。潜水艦は潜水行程中必要に応じて速度を変更する事が起る即ち放電々流の強さを變化させることがある。

第十一位線 2200 アムペアと附記されたものについてこれを云ふと潜水艦は高速度を必要として 2200 アムペア放電率で働いてゐたが 30 分後速度を遞減するため放電々流を 1600 アムペアに調節したとすれば爾後猶一時間の活動の繼續が可能である事を示す。

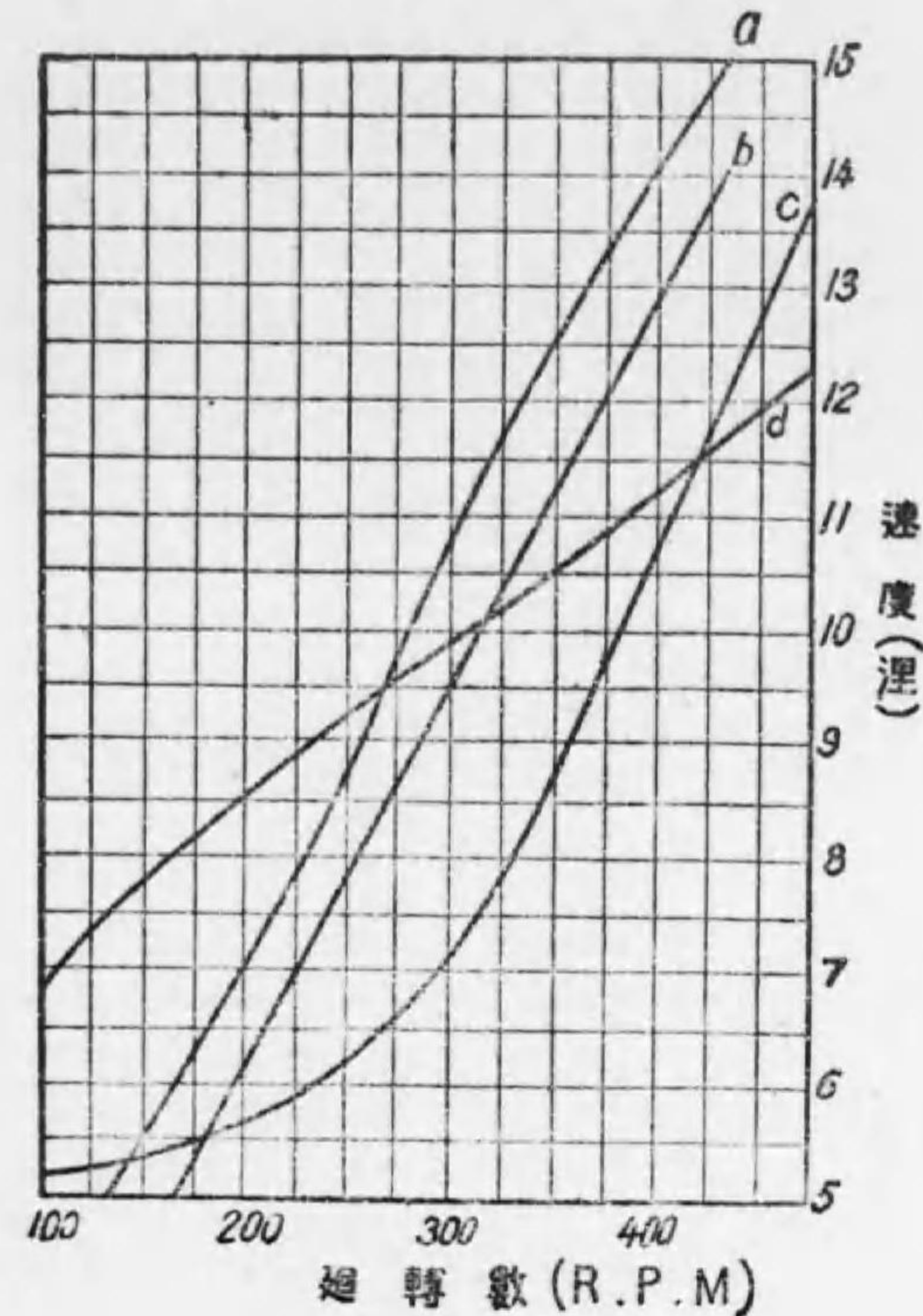
第九位線に就ても亦同じ様な考へ方が出来る。圖中電光形をなす赤線は電流調節の行程を示すものである。

### 第二項 容量並に特性曲線

潛艦蓄電池の容量は潛水艦自身の速度並に排水量によつて定めらるべきものである。第二十七圖は 340 噸級潛水艦の速度 - 出力曲線で表面航程並に潛水航程の兩者について計算されてある。

蓄電池を設計する時は後者に關する電動機の

第二十七圖



速度 - 出力曲線が主に参考とされるものである且これ等の曲線によつて潛艦の性狀が大體に伺はれる。

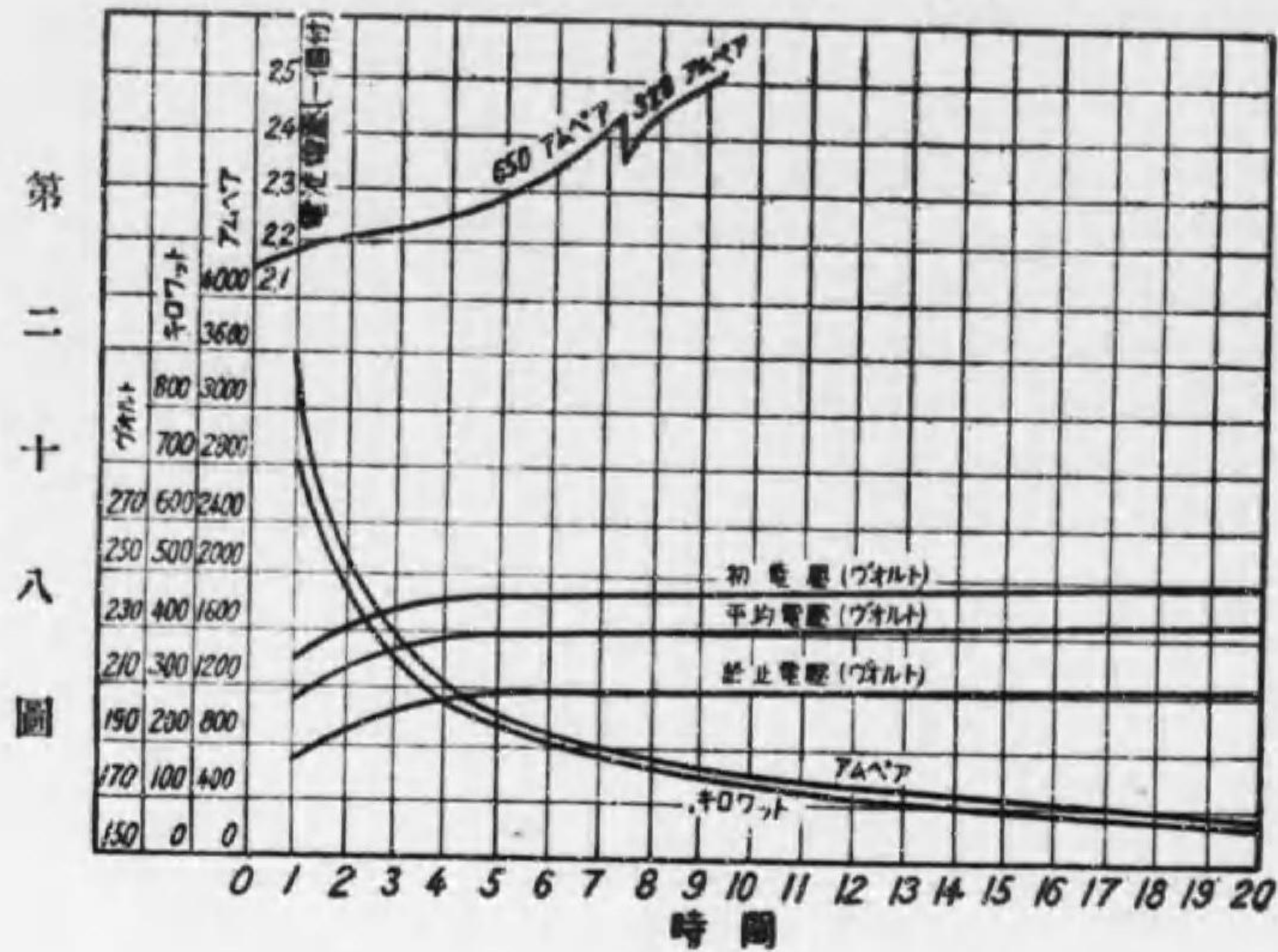
蓄電池の蓄電氣量は放電々流率によつて大

きい影響を持つことは云ふ迄もないが潛艦用蓄電池は其の容量變化に就て特に確實な試験成績を求めて置かなければならぬ。

第二十八圖及第二十圖は潛艦蓄電池に關する必要な特性曲線で前者は 240 ヴォルト蓄電池 (筒數 120 筒) を總括した上に就てのもので充電方

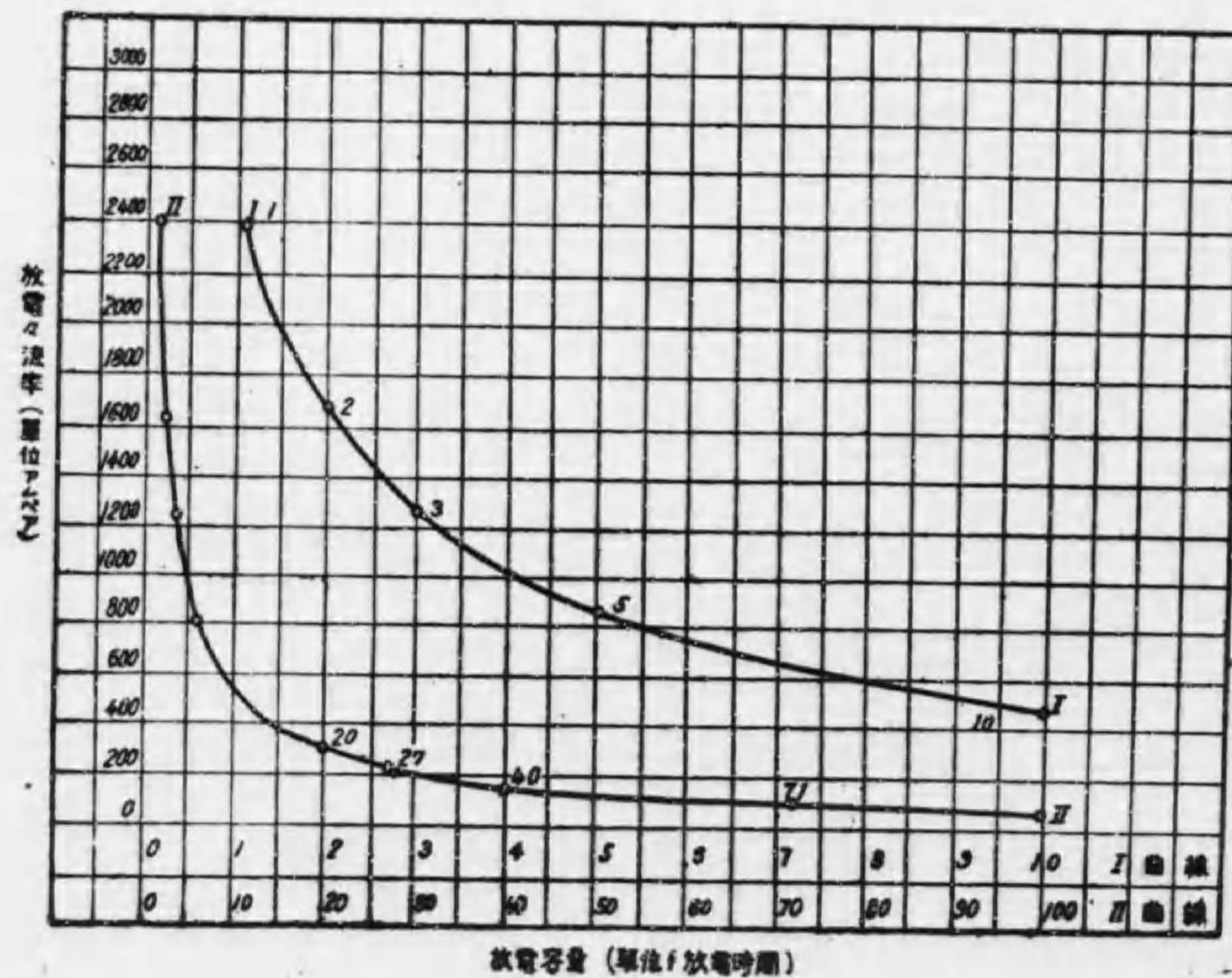


第二十八圖



第二十八圖

第二十九圖



法並に放電に對しての電壓、時間、出力等の關係を示し、後者は放電々流と時間即ち容量に就てのみこれを示してゐる。

第29圖は獨逸潛艦使用のMA型のものに就て佛國海軍省が調査したものである。



## 第三章 蓄電池取扱ひ上に 必要な二項

### 第十節 蓄電池の故障

蓄電池に起り得る故障は之を由る所に従つて次の三つに綜括出来る。

1. 電氣的に由るもの
2. 機械的に由るもの
3. 化學的に由るもの

そしてこれ等の故障が起る部分に就てこれを見たならば列記した五つのいづれかに於て發見出来るだらう。

1. 極板の故障
2. 容器の上の故障
3. 電解液の上の故障
4. 電氣的接續の故障
5. 排氣の上の故障

極板のバックリング 蓄電池の極板は使用

中に自然に曲ることがある。かゝる現象を極板のバックリングと云ふ。

陰陽兩極板はこれが爲にお互に接觸して自己放電を起すことがある。セパレーターによつて兩者は互に隔離されてはゐるものゝ極板の彎曲はこれ等のセパレーターを時に破壊してその用をなさしめない様にする。高電流率を以つて充電して極板を熱すとか所定放電終止電壓以下に度々放電すとか云ふが如き場合即ち使用上の不注意から來ることが多い。けれども亦他面に於て極板製作技術の拙劣による場合も少くない。

極板がバックリングを起した場合にはこれを取り出して真直になほさなくてはならぬけれども、餘り甚だしくこれがあつた場合には新らしい物と取り換へなくてはならない。

所定電壓以下に放電すること及び高い充放電々流率を用ひることは除けなくてはならぬ。第三十圖はバックリングした極板を示す。

極板のサルフェーション 蓄電池極板に結晶



形の白色硫酸鉛が附着する現象で外見上陰極板は灰白色を呈し陽極板は赤褐色になる。

サルフェーションした蓄電池はこれを充電する際甚だ高い充電々壓を要し放電に於ては逆に電池電壓は低くなる。この結果によつてその容量は降下し且電池能率が悪くなる。

蓄電池は放電のまゝ長く放置するとか、あまり濃度の高い稀硫酸を用ひるとかしてはならぬ。サルフェーションを起す主な原因は前者であると云つてよい。

軽いサルフェーションは過充電を行ふことによつて快復せしめ得られる。

**極板の短絡** 極板の活動資料が脱落して兩極板の中間に支へられるとか又バックリングによつて一方の極板が他方のそれに觸れる場合には極板は短絡したと云ひ、兩極板はこれを通じて放電する。

かゝる場合には蓄電池は放置状態に於て次第に容量を失ふばかりでなく充電に於ても亦電流

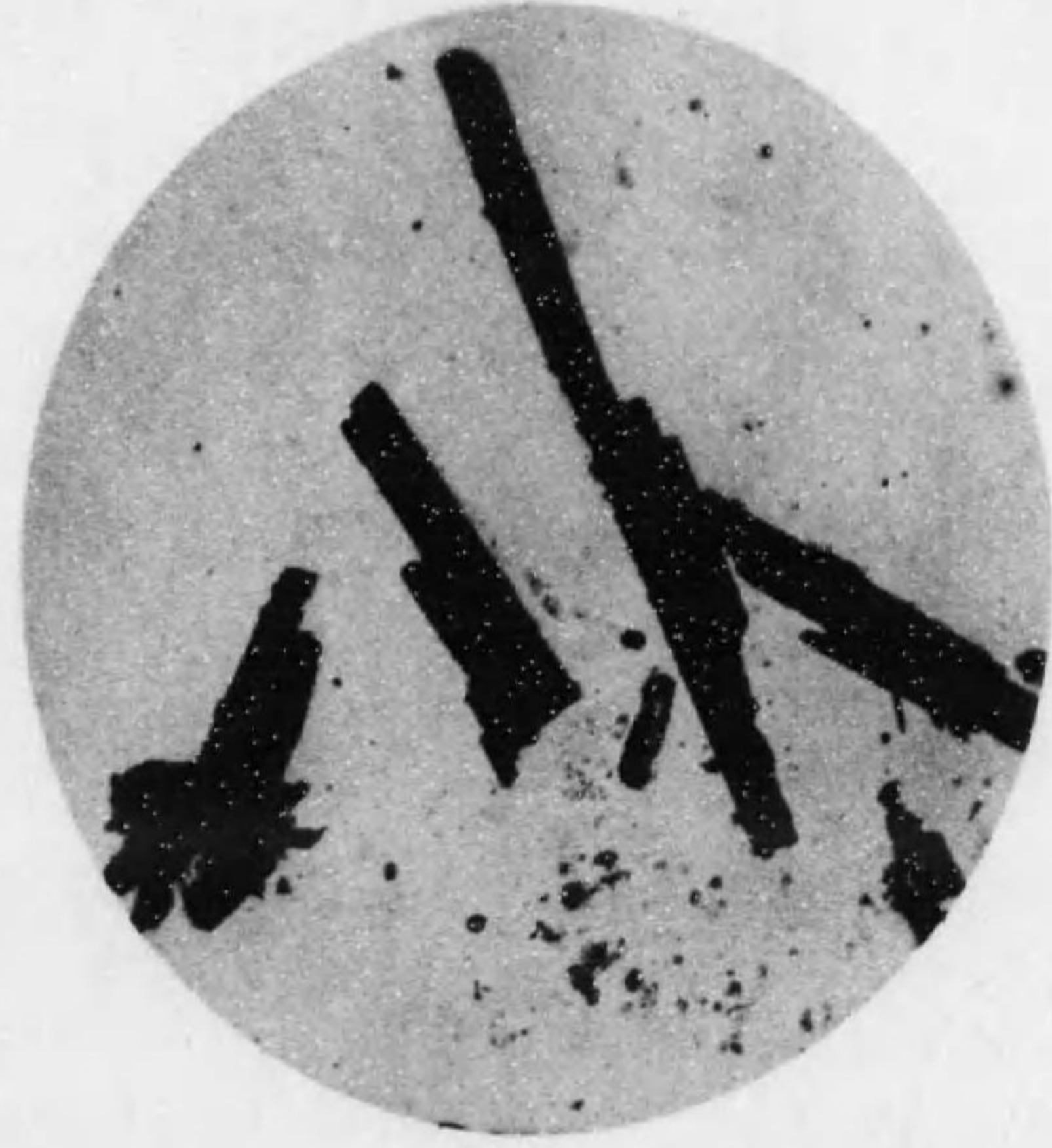
第三十圖





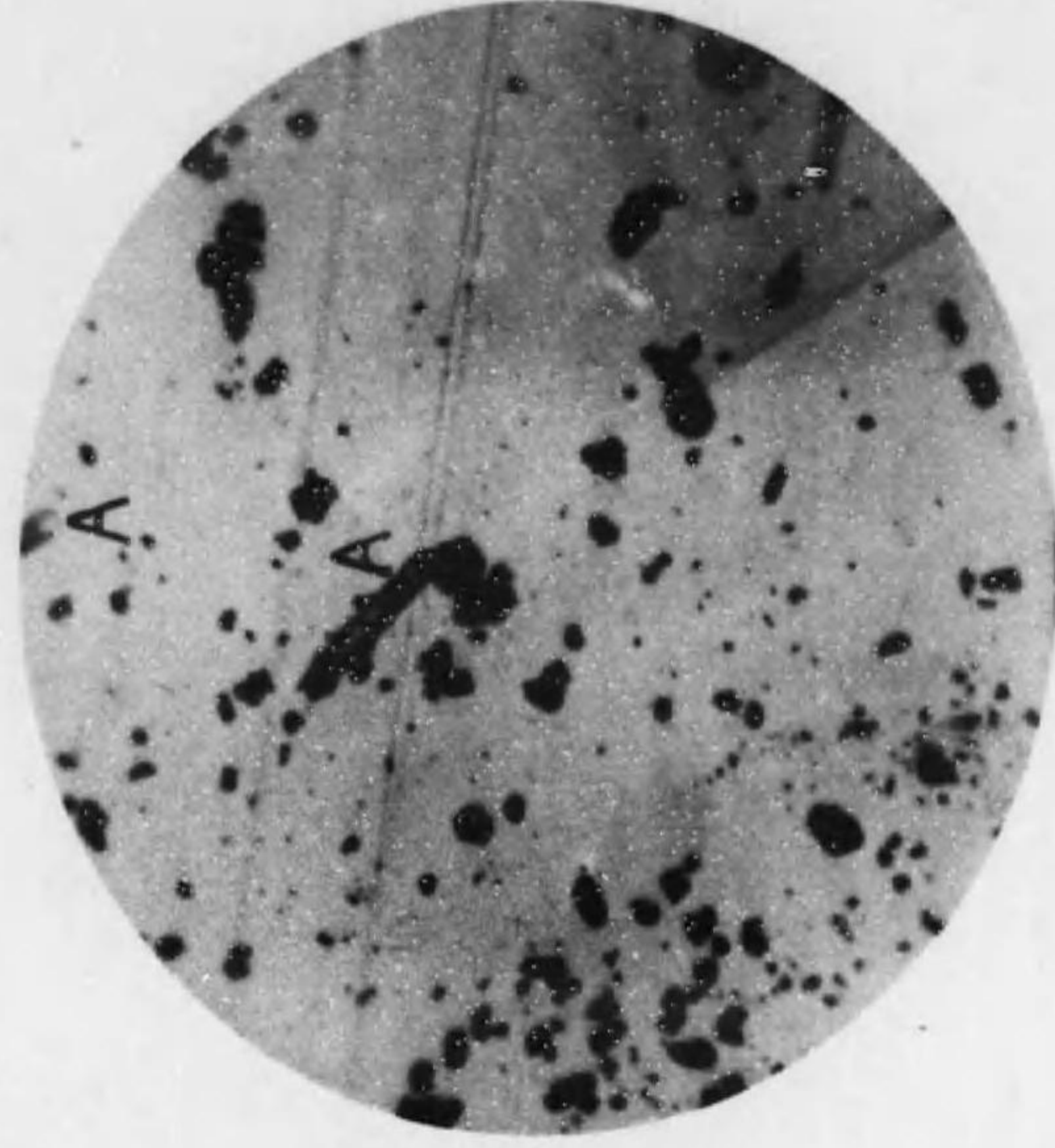
第三十二圖

結晶形白色流涎拍の顯微鏡寫眞(30倍)。  
結晶の大きさには大小様々あつて一定してゐない。



第三十一圖

サルフェーションを起しかけた基板の活動資料を  
顯微鏡で見た所(100倍)。Aは白色流涎拍の結晶





積されること少く其結果として電池電圧は他の電池に比して容易に上昇しない。

極板が短絡した場合には無理な回絡を通して電流が流れるため熱をこゝに発生し充電中電液温度は他電池に比較してひどく上昇する。

極板が短絡した場合には速に極板をあげてこれを取除かななくてはならぬ。さうしないと容量が遞下して来る許ではなく遂にはバックリングを起すと云ふ危険がある故。

**極板の自己放電** 極板又は電解液の中に金属不純物が存在してゐたならば、殊に鉛よりも電陰性である金属或は金属鹽類が存在してゐたならば蓄電池はこれによつて自己放電を誘起して其の容量を減少する。

銅、銀、及び白金等は鉛よりも電陰性である故充電に於て陰極に附着してこゝに局部電池を構成し局部電流を生ずる。その結果として陰極板の活動資料 (Pb) は硫酸鉛となり附着金属からは水素を発生する。即ち蓄電池は放電する事に



なる。就中白金は有害不純物の中で一番自己放電を促進せしむるものである事は H.C. Gillete<sup>1</sup> 及び G.W. Vinal<sup>2</sup> 氏等の研究にも明記されてある。

(<sup>1</sup>). American Electro-chem Soc. 1922 Advanced Copy 7

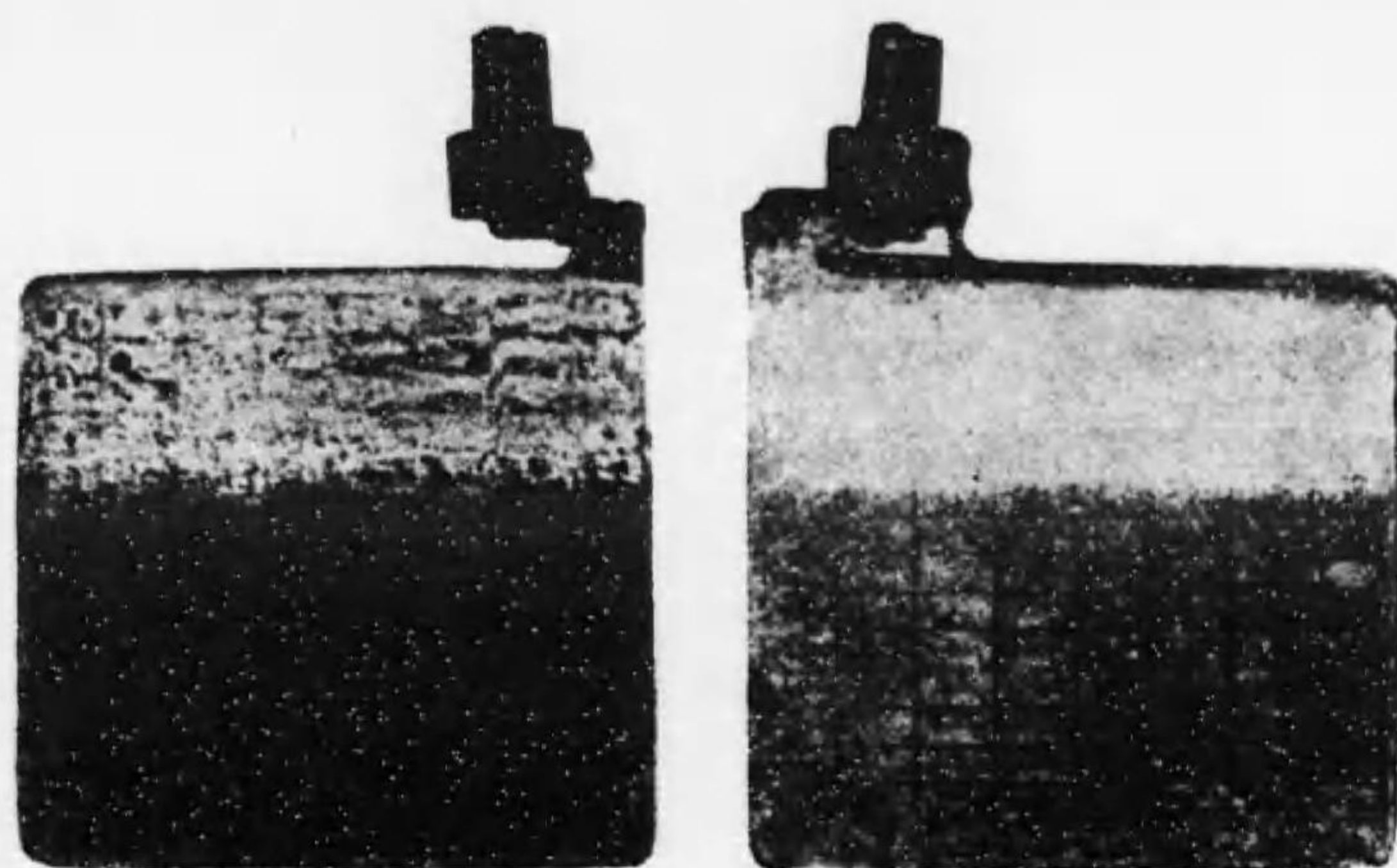
(<sup>2</sup>). Journal of A.I.E.E. April 1924, p.p. 313—320

容器の上の故障としては 其の破壊又は罅入りを擧げなくてはならない。前者の場合は一見それと指摘出来るけれども後者に於ては容易に観破出来難い場合がある。

殊に電槽がエポナイト製のものである様な場合には電槽内側に起つたものは外側からは如何にしても観知し難い。かゝる電槽をそのまま使用した場合には僅かな機械的外力が加へられても容易にその罅は擴張するもので遂には電解液は浸漏する様になる。

電解液の漏れる事はそれ自身の損失ばかりでなく絶縁を不完全にし且つ電池容量の衰減をまねくものである。従つて容器は使用前に豫め電解液が漏出するか如何又は罅の有るか無いかを

第 三 十 三 圖





検査しなくてはならない。

ガラス製電槽の時は外觀によつて知る事が出来るけれども鉛張木槽に於てはこれが不可能である故水を数日間電槽に盛つて試験をする。

エポナイト電槽でも亦鉛張木槽と同じ様に水を入れて漏出の有無を試験するが、この電槽を使用した電池は多く移動用型に屬する關係から外力をうけ易く従つて現在ある罅は勿論未來起り得るだらう内部的のものに就て迄試験を進めなくてはならない。

この目的のために電槽の絶縁破壊試験を試みる。試験すべきエポナイト電槽に水を盛つて、それに高壓電源の一極を浸す他極は適當に工夫された金屬刷子の一端に接續して、これを以つて試験電槽の各部を撫ぜる。内側に罅がある時はその部分から火花を生じて來る。

高壓電源として感應コイルの二次線輪を用ひるのが便利であらう。

電解液の上から來る蓄電池の故障は 之を次



の様な場合に分けて考へる。

- a. 電解液の不足
- b. 電解液比重の不適當竝に電解液温度の異常の上昇及び降下
- c. 有害不純物の含有

電解液が不足した場合には極板が露出する。かゝる場合にはその露出部分は全く活動にあづからない許りでなく其の部分はサルフェーションを起すに到る。

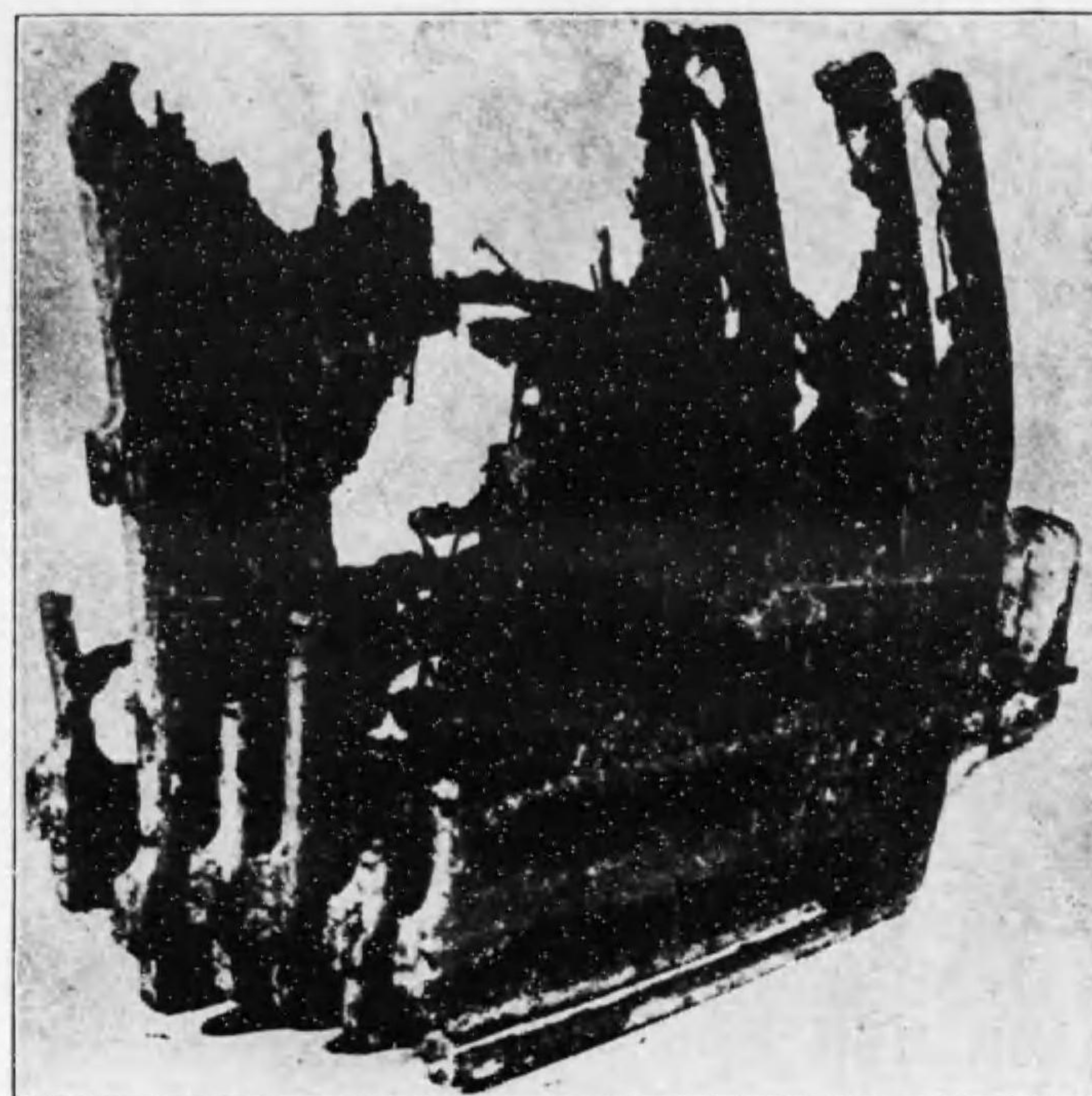
第三十三圖は電解液不充分による極板露出部のサルフェーション状態を示したものである。

電解液の比重が濃きに失する場合には極板は腐蝕され易い。第三十四圖高濃度の中に働いた極板が腐蝕された状態を示すのである。

第三十五圖は電解液が氷結した場合極板の受た影響である。高温度の時に於ても亦活動資料は脱落する。

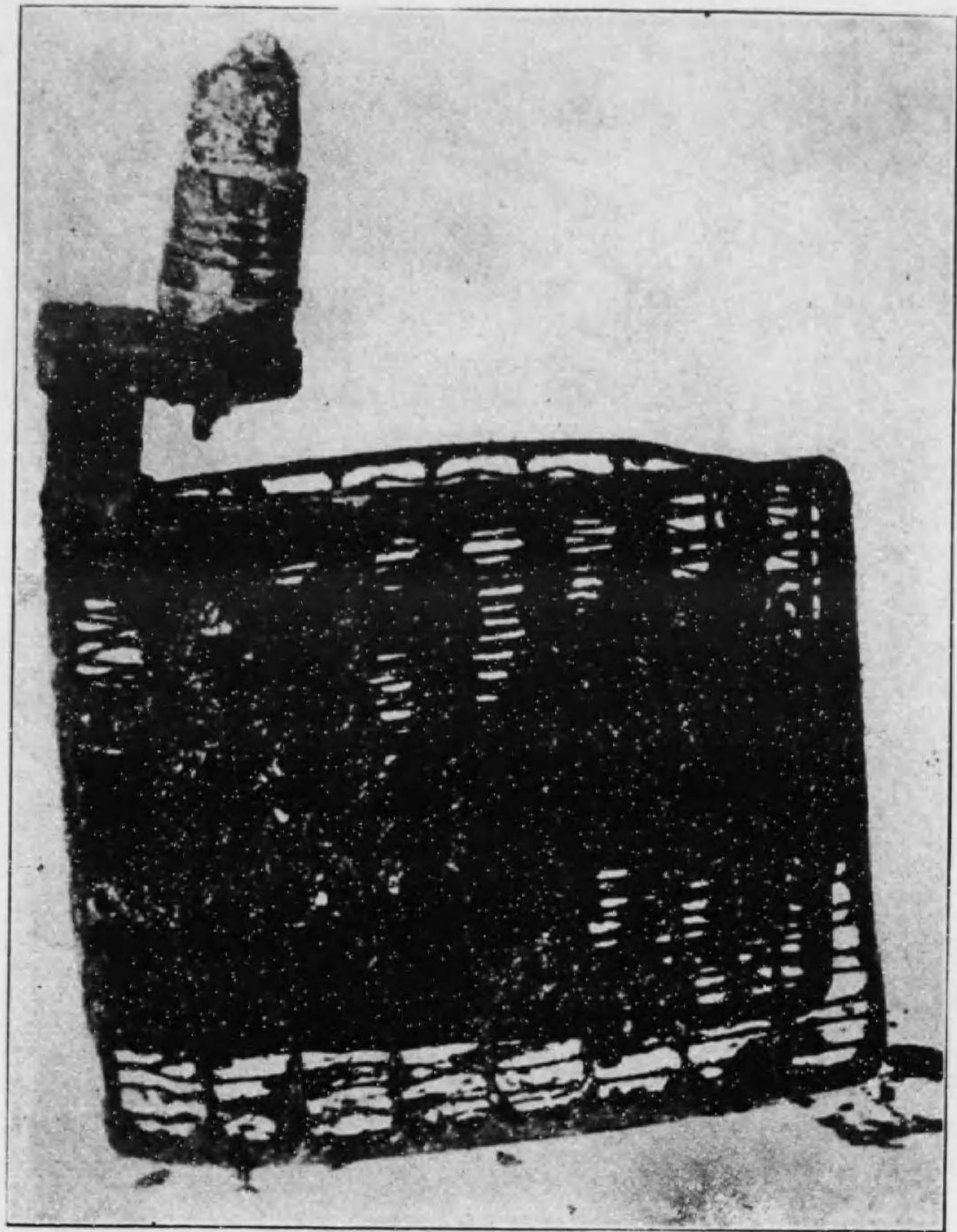
有害不純物の影響は極板の動作並に其の壽命の上が一番大きい影響を與へるものである。

第三十四圖





第三十五圖





極板の浸蝕並に自己放電は多くの場合其の主原因をこゝに歸してよいであらう。

**電氣的接續の上の故障** 蓄電池の端子を導線に接續する場合又は極板を極板群として一つの接讀桿に纏める時、それ等の接續が不完全であつたならば接觸抵抗が増加して其の部分に熱を發生して來る。そして甚だしい場合には其の部分で熔解するに至る。電氣的接續の上の故障は充分注意すれば完全を期す事が出来る。

**排氣の上の故障** 蓄電池を充放電する場合には、殊に充電終止末期に於ては引火爆發性の水素瓦斯及び酸素瓦斯を盛に發生する。従つて排氣を充分にして危険が起らない様に注意せなければならぬ。

蓄電池室を設計する時排氣の完全を期すると云ふのは一つにはこゝにある。

蓄電池は充電又は放電の時のみに限らず休止状態に在つても亦多少の瓦斯を放出する。従つて休止状態にある電池室でも通風を充分にして



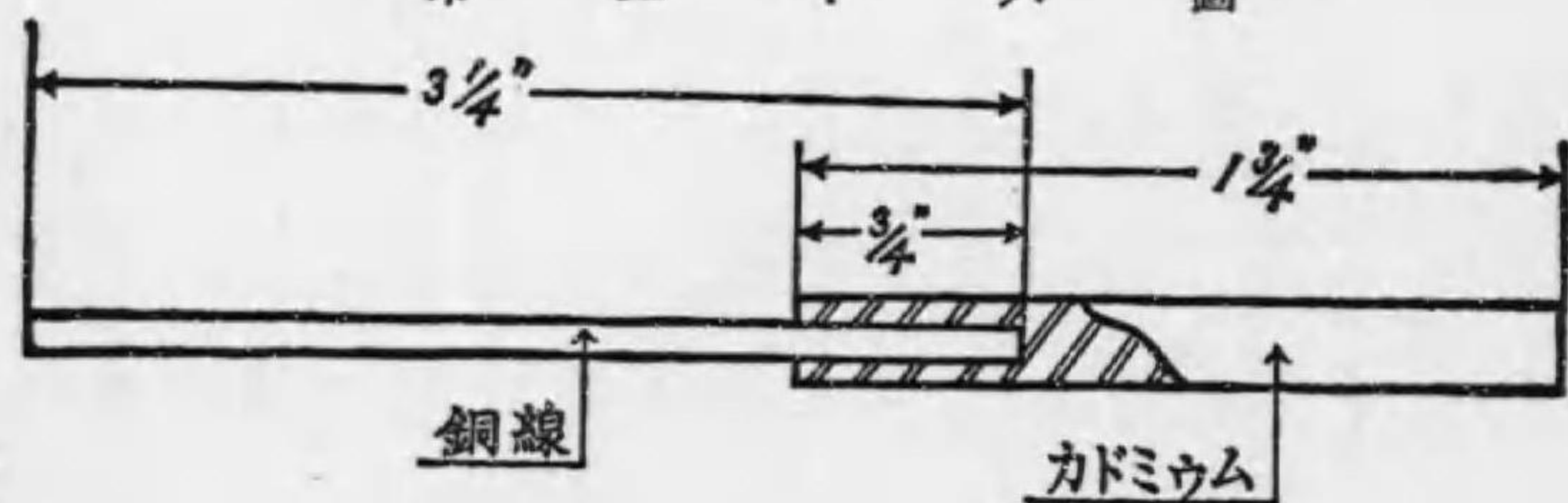
瓦斯の鬱積しない様にせなければならぬ。

排氣の今一つの目的は充電中に發生する酸蒸氣を排除するにある。酸蒸氣は人の呼吸器及び使用材料を侵蝕する。

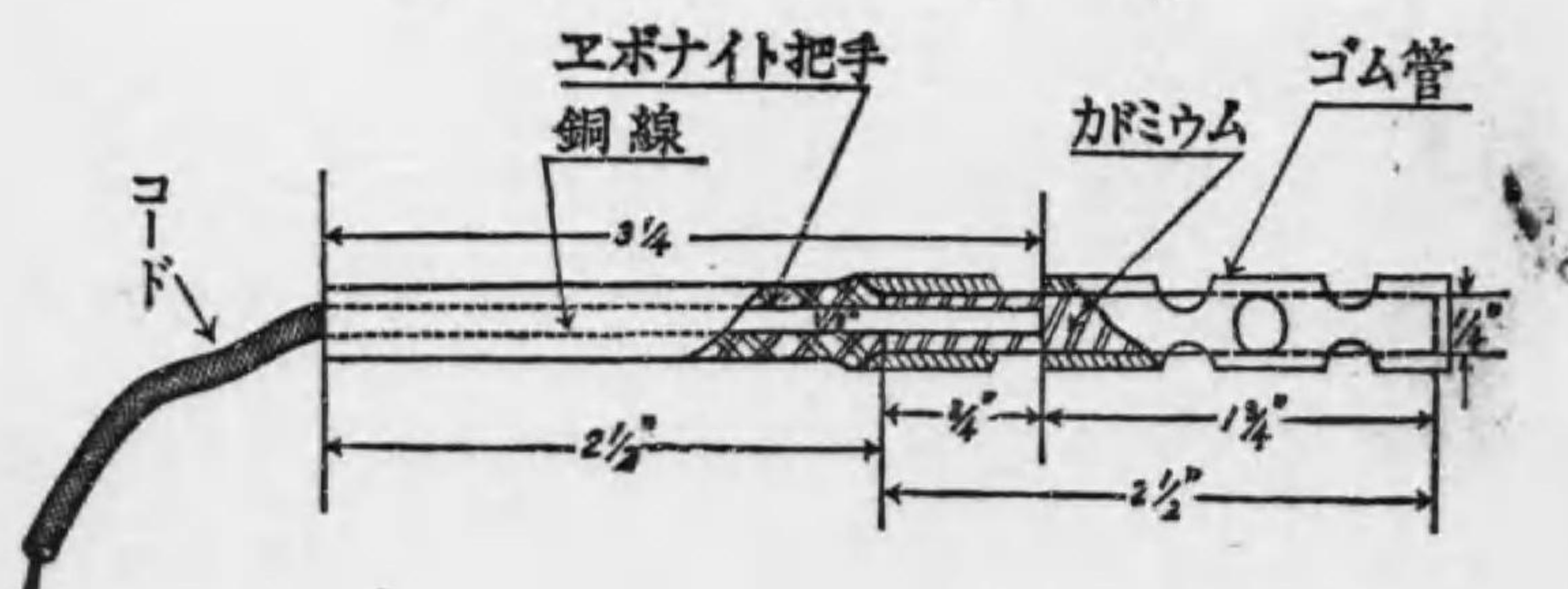
### 第十二節 カドミウム試験

蓄電池を充放電する場合、陰陽兩極板が個々にうける状態變化は補助電極を用ひてこれを推知する。補助電極として一般にカドミウム金屬

第三十六圖



第三十七圖



棒が使用されてゐる。第三十六圖に示す様なカドミウム金屬棒を準備してこれを適當に處理して用ひる。第三十七圖は前述のカドミウム金屬棒を加工して使用を便利にしたものである。

即ちカドミウムが直接極板に接觸しない様にゴム管又はセルロイド製管をはめ、握るのに都合のよいため銅線の部分をエポナイトの軸で包んである。

カドミウム金屬は陽極板に對しては常に電陰性であるけれども、陰極板に就ては時に電陽性であり、又電陰性となる。

従つて陽極-カドミウム電壓を測定するにはカドミウム電極はいつでも電壓計の負(-)側に接続してよいが陰極-カドミウム電壓の測定に對しては接続を時によつて轉換する。

カドミウム電極は放電中竝に充電初の間は陰極板に對して常に電陰性である故電壓計の負側に接続すればよい。

カドミウム電極を電壓計の正(+ )側に接続する



場合は唯だ充電完了期近くに限られてゐるものである、何故と云ふにこの時だけは陰極板が逆に電陰性になつて来る故第三十八圖はカドミウム試験に於て作られる、陽極・陰極板及びカドミウム電極相互間の電位差の關係を大約示したものである。

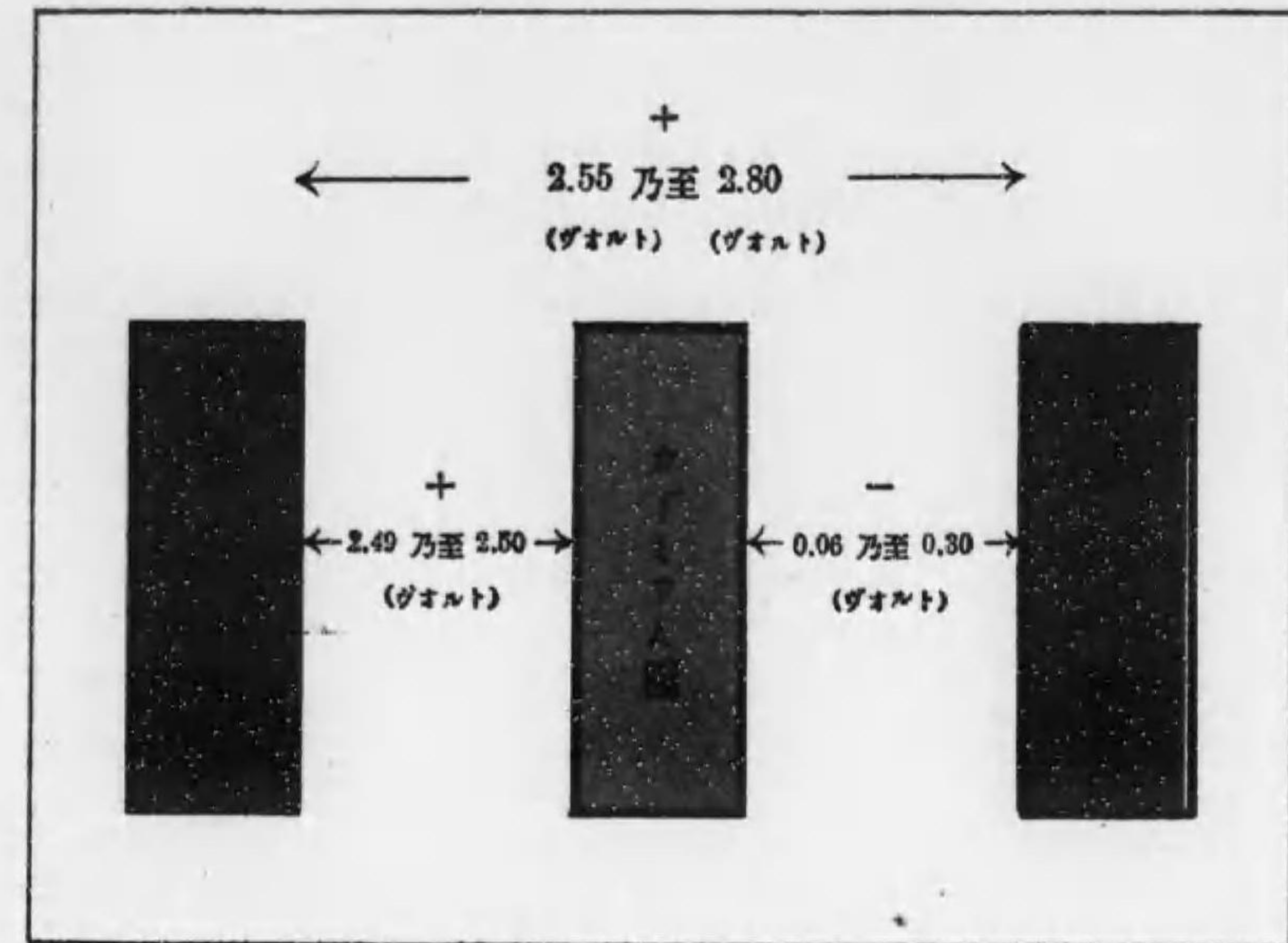
カドミウム試験に就ては H.D. Holler 及び J.M. 兩氏の詳しい報告がある。今兩氏<sup>1</sup>並に著者<sup>2</sup>の研究からして次の様な注意が與へられやう。

(1) 新たらしく準備するカドミウム電極は讀みの確實さを得るために使用に先だつて前數日間稀硫酸の中に浸して腐蝕させなくてはならない。

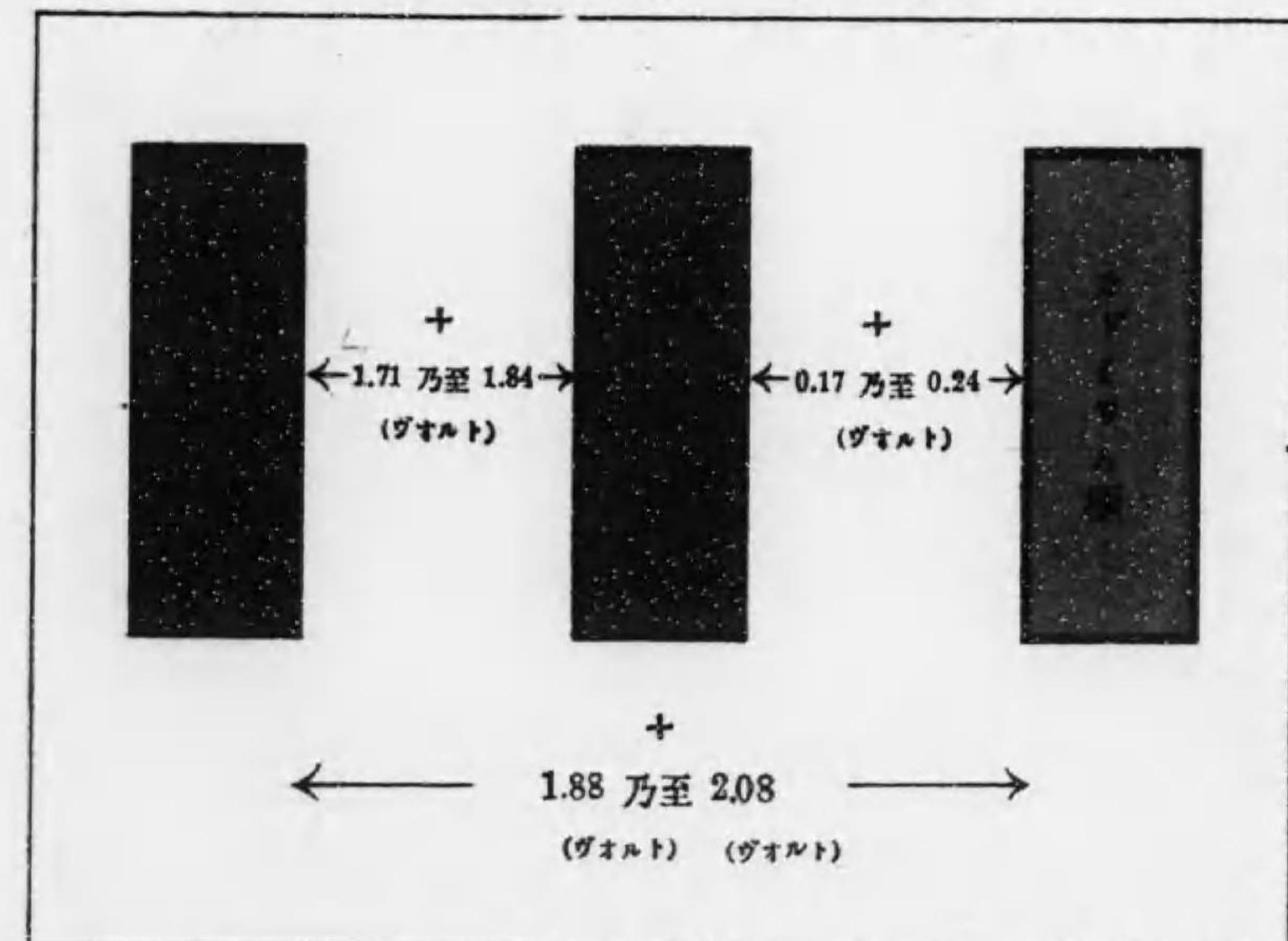
(2) かくして準備されたものでも、もし表面が乾燥した場合には三十分乃至1時間酸液中に漬けて置かなくてはならない。第三十九圖を参照。

(3) カドミウム試験の時低抵抗(300 オーム附附)の電壓計を用ひたならば電壓測定の際に

第三十八圖  
充電完了期



放電完了期





場合は唯だ充電完了期近くに限られてあるものである。何故と云ふにこの時だけは陰極板が逆に電陰性になつて来る故第三十八圖はカドミウム試験に於て作られる。陽極、陰極板及びカドミウム電極相互間の電位差の關係を大約示したものである。

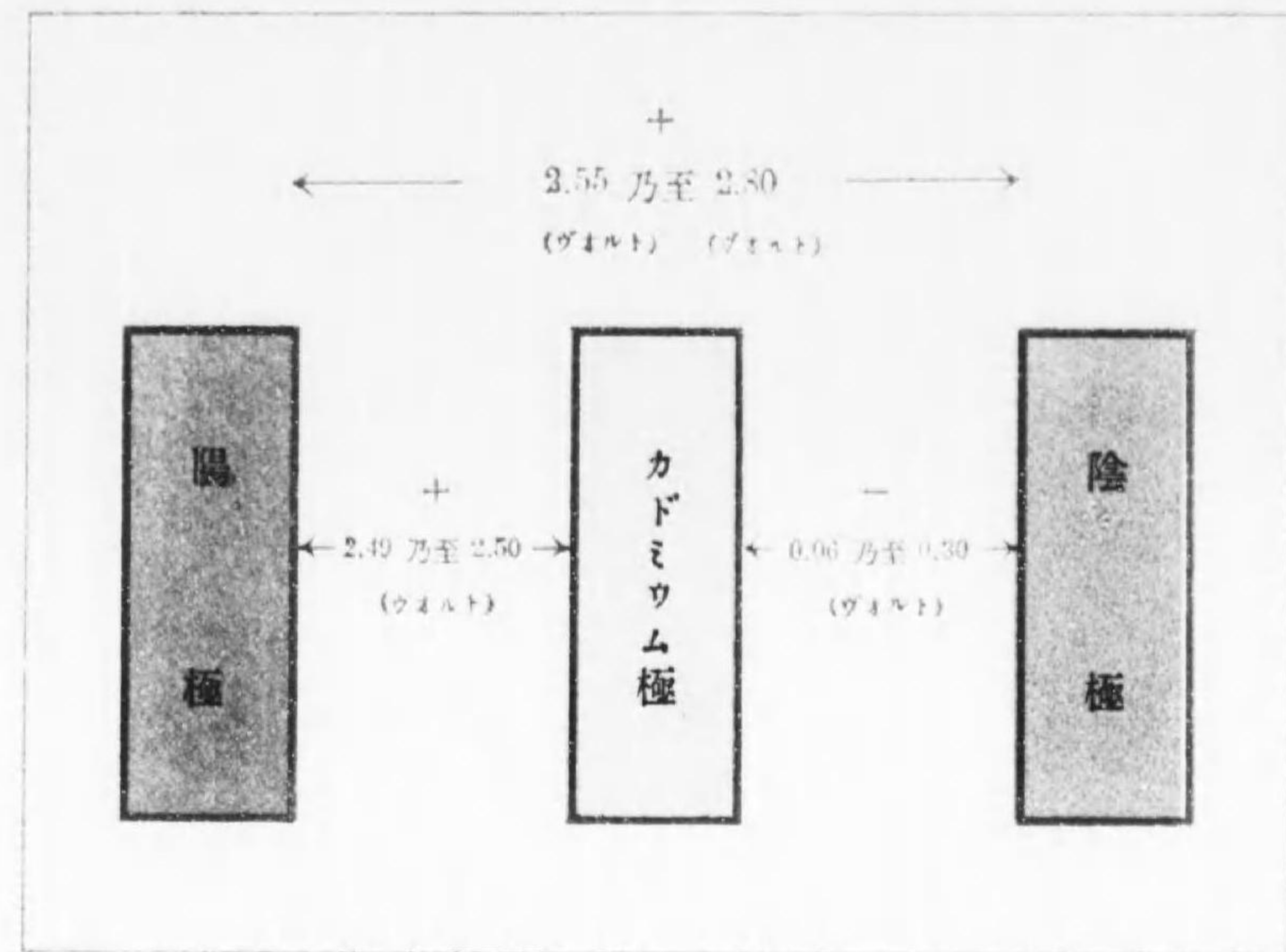
カドミウム試験に就ては H.D. Holder 及び J.M. 兩氏の詳しい報告がある。今兩氏就に著者の研究からして次の様な注意が與へられやう。

(1) 新たらしく準備するカドミウム電極は讀みの確實さを得るために使用に先だつて前數日間稀硫酸の中に浸して腐蝕させなくてはならない。

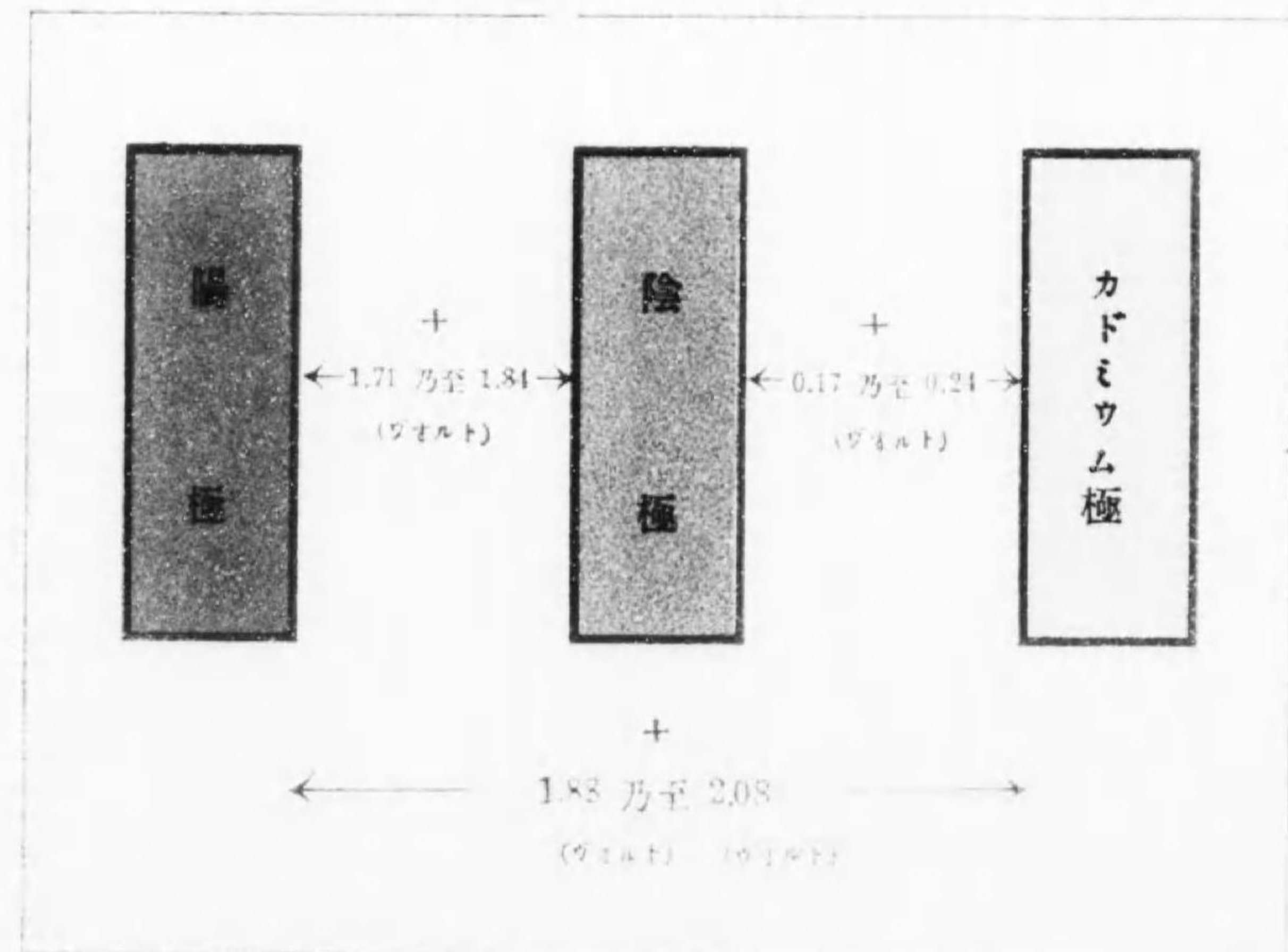
(2) かくして準備されたものでも、もし表面が乾燥した場合には三十分乃至一時間酸液中に漬けて置かなくてはならない。第三十九圖を参照。

(3) カドミウム試験の時低抵抗 300 オーム附附の電壓計を用ひたならば電壓測定の際に

第三十八圖  
充電完了期



放電完了期







第三十九圖 カドミウム電極の保存



成極作用に基く誤差がふくまれて来る。

この誤差は測定電圧に比例する故陰極-カドミウム電圧の場合よりも陽極-カドミウム電圧の方が多し理由である。

従つてこうした場合には電池電圧と陰極-カドミウム電圧とだけを先づ測定して陽極-カドミウム電圧は計算から求めた方がよい。

(4) カドミウム電極はそれを挿入する位置によつて起電力を變化する故一系の試験では同一の場所を選ぶ方が間違ひが少ない。

(<sup>1</sup>) Tech. paper of the Bureau of Standards No.146

(<sup>2</sup>) 蓄電池ノ研究 第一卷 P. 80.



大正十三年十一月廿二日印刷  
大正十三年十一月廿五日發行

船用蓄電池に就て

定價金貳圓



著者 榎尾 榮

發行者 丸善株式會社

東京市日本橋區通三丁目十四、十五番地  
右代表者

印刷者 取締役 山崎 信 興

印刷所 渡邊 八太郎

東京市牛込區櫻町七番地  
日清印刷株式會社

發行所

東京市日本橋區通三丁目 丸善株式會社  
(郵便振替貯金口座東京第五番)  
東京市神田區表神保町 丸善株式會社神田支店  
(郵便振替貯金口座東京第二八二六番)  
東京市芝區三田二丁目 丸善株式會社三田出張所  
(郵便振替貯金口座一八五二番)  
東京市麹町區丸の内ビルディング一階 丸善株式會社丸の内賣店  
北通  
大阪市東區博勞町四丁目 丸善株式會社大阪支店  
(郵便振替貯金口座大阪第七四番)  
神戸市明石町三十一番地 丸善株式會社神戸出張所

京都市三條通鉄屋町四入 丸善株式會社京都支店  
(郵便振替貯金口座大阪第一七三番)  
名古屋市中區榮町六丁目 丸善株式會社名古屋支店  
(郵便振替貯金口座名古屋第一〇九番)  
横濱市神奈川區二丁目 丸善株式會社横濱支店  
(郵便振替貯金口座東京第七四番)  
福岡市博多區上四町 丸善株式會社福岡支店  
(郵便振替貯金口座福岡第五〇〇番)  
仙臺市 丸善株式會社仙臺支店  
(郵便振替貯金口座仙臺第一五番)  
札幌市北八條西四丁目 丸善株式會社札幌出張所  
(郵便振替貯金口座小樽一〇八〇番)



工學博士 吉川龜次郎氏著

### 工業電氣化學

菊判洋裝 全三冊

定價

上卷 金參圓  
中卷 各金貳圓五拾錢  
下卷 各金拾八錢

目次 上卷 第一編 電氣學の概要——第二編 電氣化學總論——第三編 電氣アルカリ工業  
中卷 第四編 金屬の電氣化學——第五編 電解的還元並に酸化  
下卷 第六編 熔融鹽の電解——第七編 熱電氣化學——第八編 窒素工業——第九編 オンロン製造工業  
海軍機關 佐 中條清三郎氏著

### 電氣計算法

菊判洋裝 全一冊

定價 金參圓八拾錢  
送料 金貳拾七錢

目次 電氣計算に使用する記號及算式 單位の説明——電量の關係——抵抗の一般法則——電氣の勢力——電線の計算——電池の配列結——磁氣の定義及單位——磁氣分量の關係——發電機及び電動機の起電力——直流發電機及電動機——交流回路——交流電力傳送及び分配——附錄  
工學士 馬場禮次郎氏著

### 直流電機の故障と取扱法

菊判洋裝 全一冊

定價 金四圓  
送料 金拾八錢

目次 火花——電弧の閃越——火花の原因——徵候及び療法——損失——通風——絶緣——過熱の原因、徵候及び療法——發電機の電壓誘記の不能——電動機の起動及び速度——機體の振動——音響——起動器及び調製器中の故障——雜錄

工學博士 梶尾 榮氏著

### 蓄電池の研究 第一卷

四六倍判洋裝 全一冊

紙數 七百餘頁  
圖版 十餘種  
定價 金拾八錢  
送料 金拾八錢

目次 第一章 緒論 一、蓄電池の性質及作用——二、使用材料——三、フアナチアデーノ法則——四、電極及び電液——五、蓄電池内ノ化學作用 第二章 蓄電池ノ製作 六、陽極板——七、陰極板——八、極板ノ化成——九、ペーステイング——一〇、極板ノ組合——一一、容量——一二、極板ノ組——一三、外五節 第三章 蓄電池ノ始運轉並ニ諸設備 一八、蓄電池室——一九、蓄電池室ノ接続——二〇、ホルト、シメ蓄電池——二一、鉛ズケ蓄電池——外七節 第四章 蓄電池ノ性質 二九、容量並ニ出力——三〇、能率又は「エフイセンシ」——三一、起電力ト電位差——三二、電液ノ擴散——三三、カドシウム試験——外九節

工學博士 荒川文六氏著

### 荒電氣工學

菊判洋裝 全三冊

定價 上卷 四圓八拾錢  
中卷 五圓  
下卷 六圓  
送料 各金貳拾七錢

目次 上卷 電氣學の大意及び電氣單位——直流電氣——電氣測定器——配電板及び配板上の諸器具——直流發電機の取扱法——直流電動機——電燈——直流電力分配法——屋外電線——屋内電線——蓄電池——附錄  
中卷 交流——交流發電機——變壓器——交流電動機——反流機及整流機——交流電力分配法——交流用配電板——交流の波形——附錄  
下卷 電氣鐵道——電氣回路に於ける過渡の現象及び振動電流——遠距離電力傳送——厚動機一班——變電所及變壓所——附錄



工學博士 田中龍夫氏著

### 電機設計と應用

目次 電氣應用の時代——化學用直流發電機——電弧式熔接と其發電機——回轉變流機の發電と其電壓調整——電機材料——補助磁極と補償捲線——機械の耐量——負荷の研究——負荷新定理——電機の寸法——發電子寸法決定の新定理——外四章  
理學博士 加藤與五郎氏著

菊判洋裝 定價金 四圓  
全一冊 送料金 貳拾七錢

### 應用電氣化學

目次 第一編 溶液の電氣化學 緒論——電離——電氣傳導度——電離と化學變化との諸關係——外十一章、第二編 氣體内及び真空内の放電——此に關する化學——總論——常氣壓下の放電——低氣壓下の放電——高溫度に於ける放電——外九章 第三編 電熱の應用——電熱工業に關する諸理論——炭化カルシウム及び石灰窒素製造——鐵及び鋼の電熱製造並に諸金屬の電熱融解  
理學士 門岡速雄氏著

菊判洋裝 定價金 四圓  
全一冊 送料金 貳拾七錢

### 無線電信電話概論

目次 第一章 總論 第二章 火花式送信——第三章 礦石檢波器による受信——第四章 真空球による持續電波送信受信——第五章 電弧可及高周波發電機式送信——第六章 無線電話——第七章 測定——第八章——雜

菊判洋裝 定價金 四圓參拾錢  
全一冊 送料金 拾八錢



528  
157

終