

始



電燈電熱新書

電氣技術研究會
著

電氣書院



545
D583

74
D583

545
D583

新熱電燈電書



電氣技術研究會

著



電氣書院

1012
521

序

本書で研究することは、結局に於て光と熱である。この兩者は全く不可分の関係にあるから電燈電熱と一括することがいささかの矛盾もない譯である。先づ之を枕言葉として……

光が、この宇宙に充滿してゐると假定されたエーテルの振動だと云ふ光の波動説は、既に1678年、ハイゲンズに依つて唱へられたのであるが、彼は光の直進性、廻折の現象を之に依つて説明し得なかつた。従つて、ニュートンが提唱した光の粒子説が彼の權威に價值づけられ、十九世紀の始めまで通用してゐた。處がヤングだのフレネルが種々の實驗に依つて光の波動説の正しいことを證明し、廻折、直進の現象も巧みに説明した。之に依つて光の理論は正しく基礎づけられたやうに見えたのであるが、其の後に現はれた光電効果の現象等から、アインシュタインは彼の光量子説に於て、電子と光との間にエネルギーの授受が行はれるときには、光はあたかも粒子（光子と云ふ）の流れの如くに行動することを指摘した。従つて、光は波動性と粒子性の二重性格だと云ふことになつた譯である。この點に就ては更らに解明がつけられてゐる。……

ろうそくが何故に發光するのか、電燈の織條が白熱して何故に光を出すのか、螢光の發光現象はどうか、光と電子の関係、光電現象は如何なる機構で行はれるのか、吾々の知りたい問題は實に多種多様であるが、現在の處ではその若干の説明——眞理でなく説明——がつくと云ふ程度で淺學な講者等の深入りしてとくべき筋合でない。又、吾々が本書で研究しやうとするのは、主として光の應用、照明問題であつて、この程度であれば光の波動説で十分に説明もつくし、餘り矛盾も感じないであらうから、本書では此の説ですました。

然し、諸君が更らに一步を進めて前述した研究の殿堂深くに進まれるなら、新しい光源の發見、新しい光の應用を以て世界を驚倒させることも不可能ではない。

次に熱であるが、手をすり合すと熱を生ずる、夫れは磨擦に依るのだと云へばそうかとうなづくやうでは學問でない。磨擦とはどんな現象か、磨擦をすれば何故、發熱するのか。或は、ニクローム線

が發熱するのは I^2R 損に依るのだと云へば左様かと引下つてはならぬ。何故に抵抗に電流が流れると發熱するのか、更らに冒頭したやうに、白熱電燈の織條を熱すると發光する、逆に光を受けると發熱する、この光と熱の不可分の關係はどうかと研究して頂きたい。…

茲で私が指摘して置きたいことは、從來、實驗さへすれば、眞理がつかめるものと思はれて來た。然し、現代の科學は吾々の爲し得る實驗の範圍から既に逸脱してしまつた。具體的に云ふなら實驗の眼である測定器には必ず誤差があり、測定しやうとすることが正しい現象を歪める——例へば、ある空間に於ける電子の運動狀況を實驗に依つて記録しやうとする場合、之が檢出装置に依つて電子の運動が、檢出装置のない場合と全く不規則に異つて來る。——従つて、各々は斯様な前人未踏の分野に入るとき、思考實驗を行はねばならない。こうなつて來ると哲學的な物の考へ方を訓練しなくてはならぬ。……

元來、本書は電氣技術者としての實際技術を與へる目的であまれたものであるから、あく迄も實用的である。斯様な書で學ばれると、夫れ迄で行き止る懸念が多い。尤も社會の學者ならぬ技術者に要求する處は其の程度であるが、本書の讀者の中から世界を驚倒さすやうな、不世出の學者兼技術者が出てくれることを、日本の現状から念じて止まない私は、本書の序説として上述のようなまとまりのつかないことを述べた次第である。

昭和22年5月

著 者 識

電 燈 電 熱 新 書

目 次

1. 電 燈 一 般

1.1 溫度輻射	I
1.1.1 光の發生	I
1.1.2 光 色	2
1.1.3 溫度輻射	2
1.1.4 黒 體	3
1.1.5 選擇輻射	3
1.1.6 ルミネセンス	3
1.1.7 光色溫度と輝度溫度	4
1.2 光學及び光源一般	5
1.2.1 光 束	5
1.2.2 照 度	5
1.2.3 入射角の餘弦法則	5
1.2.4 照度の距離逆2乗の法則	6
1.2.5 光 度	6
1.2.6 全照度、水平照度及鉛直面照度	7
1.2.7 輝 度	9
1.2.8 光束發散度	9
1.2.9 球面換算率	10
1.2.10 光 量 (ライティング)	10
1.2.11 露 出	11
1.2.12 光源の能率	11
1.2.13 各種光源の比較	11
1.2.14 各種照度の比較	12

2. 白 熱 電 球

2.1 タングステン電球	13
--------------	----

2.1.1	構 造	13
2.1.2	製作順序	14
2.1.3	タングステン繊維の製法	14
2.1.4	繊維の具備条件	15
2.1.5	真空電球	15
2.1.6	ガス入電球	15
2.1.7	白熱電球の光色	16
2.1.8	熟成(エージング)	17
2.1.9	働程曲線	17
2.1.10	越流(オヴァーシュールテイング)	17
2.1.11	光度のチラツキ	17
2.1.12	特性曲線	17
2.1.13	特性式	18
2.1.14	黒 化	18
2.1.15	寿命と其の短縮原因	19
2.1.16	断線率曲線と生存率曲線	20
2.1.17	標準規定	21
2.1.18	白熱電球の新規格	22
2.1.19	試 験	22
2.2	タングステン電球の種類	23
2.2.1	繊維の形状	23
2.2.2	口金の温度	23
2.2.3	艶消電球	24
2.2.4	配光曲線	24
2.2.5	ルーソー線圖	25
2.2.6	等 燭 圖	25
2.2.7	特殊タングステン電球	26
2.2.8	200V 電球	30
3.	放電燈 弧光燈	
3.1	放 電 燈	30
3.1.1	放電現象	30
3.1.2	放電燈の各種	31

3.1.3	ネオン管燈	32
3.1.4	ムーア管	33
3.1.5	ネオン電球	33
3.1.6	ネオン検電器	34
3.2	弧光燈(アーク燈)	35
3.2.1	弧光燈の各種	35
3.2.2	弧光燈の原理	36
3.2.3	弧光燈と放電燈の比較	36
3.2.4	炭素弧光燈	36
3.2.5	發焔弧光燈	37
3.2.6	タングステン弧光燈	37
3.2.7	水銀バイタライト弧光燈	37
3.2.8	水銀弧光燈(水銀燈)	37
3.2.9	高壓水銀燈	38
3.2.10	超高壓水銀燈	39
3.2.11	ナトリウム燈	39
3.2.12	發光放電燈	40

4. 測 光 學

4.1	光度及び照度の測定	40
4.1.1	標準光源	40
4.1.2	光度計	41
4.1.3	照度計	42
4.1.4	光束計	43
4.1.5	異色測光	44
4.1.6	物理測光	45
4.2	眼の生理及び心理作用	46
4.2.1	眩 輝	46
4.2.2	視 感 度	47
4.2.3	タルボットの法則	48
4.2.4	殘 像	48
4.2.5	ブルーキンエ現象	48

4.2.6	光 滲	48
4.2.7	餘 色	49
4.2.8	物體の色	49
4.2.9	明視論	49

5. 電燈照明

5.1	照明工學	50
5.1.1	光の反射	50
5.1.2	光の透過	51
5.1.3	反射率, 透過率, 吸収率	52
5.1.4	反射率, 透過率, 吸収率の實例	53
5.1.5	照明材料	53
5.1.6	照明器具	54
5.2	照明設計	57
5.2.1	照明の要素	57
5.2.2	照明方式の分類 (1)	58
5.2.3	照明方式の分類 (2)	58
5.2.4	直接照明, 間接照明, 中間接照明	59
5.2.5	照明方式の改善	59
5.2.6	推奨照度	60
5.2.7	照明器具の能率	60
5.2.8	利用率(照明率)	61
5.2.9	減光補償率	61
5.2.10	照度曲線と等照度曲線	61
5.2.11	均齊度(均一度)	62
5.2.12	作業面の高さ	62
5.2.13	照明設計法	62
5.2.14	光束法	63
5.2.15	電燈の位置選定	63
5.3	屋内照明	64
5.3.1	住 宅	64
5.3.2	事務室	64

5.3.3	工 場	64
5.3.4	商 店	64
5.3.5	建築化照明	65
5.4	街路照明	65
5.4.1	一 般	65
5.4.2	設 計	66
5.4.3	商業街路	67
5.4.4	交通街路	67
5.4.5	住宅街路	67
5.4.6	ハイウェイ・ユニット	67
5.4.7	街路照明一覽	68
5.5	特殊照明	68
5.5.1	照明看板	68
5.5.2	電氣サイン	69
5.5.3	溢光照明(投光照明)	70
5.5.4	舞台照明	71
5.5.5	コロシアム照明	71
5.6	晝光照明	72
5.6.1	人工晝光を得る方法	72
5.6.2	眞色燈	72
5.6.3	晝光による照明	72
5.6.4	紫外線浴	73
5.7	電燈の特殊應用	73
5.7.1	誘蛾燈	73
5.7.2	養魚集蛾燈	73
5.7.3	點燈養鵝	74
5.7.4	點燈栽培	74
5.7.5	電照養蠶	74
5.7.6	集魚燈	74
5.7.7	盜難豫防	74
5.7.8	代用資材	74

6. 電燈經濟

6.1 電燈料金	75
6.1.1 定額制	75
6.1.2 従量制	75
6.1.3 綜合料金制	75

7. 電熱

7.1 一般	76
7.1.1 熱エネルギー	76
7.1.2 熱單位	76
7.1.3 比熱	77
7.1.4 熱の移動	77
7.1.5 溫度	78
7.1.6 溫度測定	78
7.2 發熱體	79
7.2.1 一般	79
7.2.2 發熱體の具備條件	80
7.2.3 發熱體の種類と使用溫度	80
7.2.4 金屬發熱體と非金屬發熱體の比較	81
7.2.5 金屬發熱體	81
7.2.6 非金屬發熱體	82
7.2.7 電熱線の設計	82
7.2.8 電熱線の試験	82
7.2.9 絶縁材料	83
7.3 家庭用電熱器	83
7.3.1 家庭用電熱器の具備條件	83
7.3.2 家庭用電熱器の容量と能率	84
7.3.3 發熱體の實例	84
7.3.4 電氣釜	85
7.3.5 電氣七輪	85
7.3.6 電氣レンヂ	85

7.3.7 コーヒー沸	85
7.3.8 電熱パン燒器(トースター)	86
7.3.9 暖房用電熱器	86
7.3.10 電氣鍍類	87
7.3.11 電氣溫水器	88
7.3.12 電氣汽罐	88
7.3.13 家庭用電熱器の保安	90
7.3.14 電氣用品取締規則	90
7.3.15 工業用電熱	91
7.3.16 溫度調節	92
7.3.17 電熱の特殊應用	94
7.4 電氣熔接	95
7.4.1 一般	95
7.4.2 抵抗熔接	96
7.4.3 電弧熔接	97
7.4.4 電弧熔接用電源	98
7.4.5 衝擊熔接(蓄勢式熔接)	99
7.4.6 水素電弧熔接	100
7.4.7 高周波電弧熔接	100
7.4.8 熔接用具	100
7.5 電氣爐	101
7.5.1 一般	101
7.5.2 抵抗爐	101
7.5.3 電弧爐	102
7.5.4 誘導爐	103
7.5.5 真空電氣爐	104
7.5.6 鹽槽爐	104
7.5.7 電解爐	104
7.5.8 電氣爐用變壓器	105
演習問題	
1 電燈一般	106
2 白熱電球	107

3 放電燈, 弧光燈..... 109
 4 測光學..... 109
 5 電燈照明..... 110
 6 電燈經濟..... 112
 7 電熱..... 113

1. 電燈一般

1.1 溫度輻射

1.1.1 光の發生 光の波動説(電磁波説)に従ふと、光は、この宇宙に充滿してゐると考へられるエーテルの波動の1種である——エーテルに與へる波動の波長に依つて、後記するやうに、X線、紫外線、光線、熱線、電波等の別を生ずる——

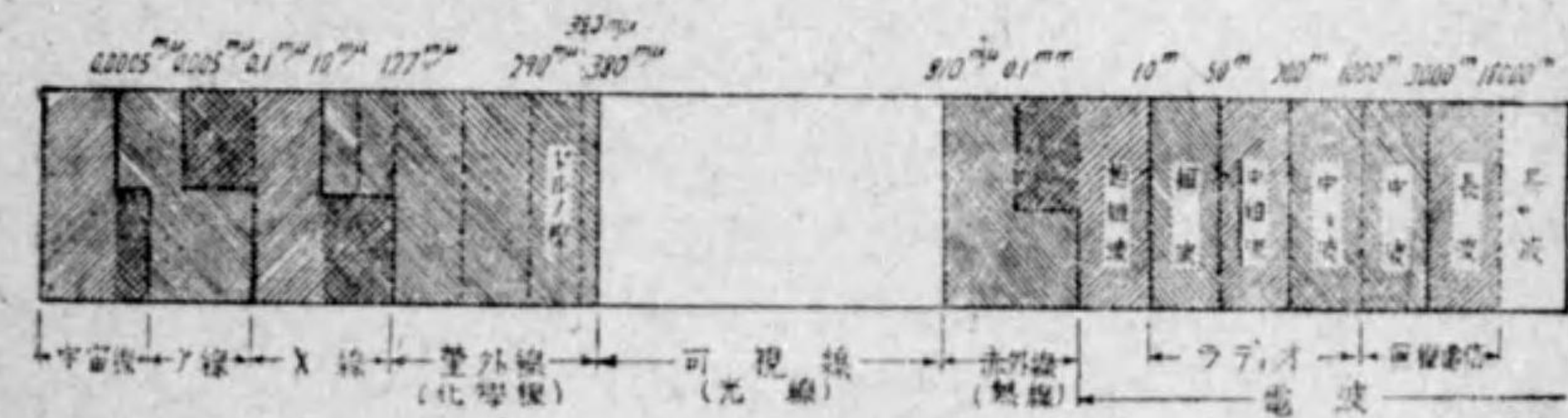
今、物體の溫度を次第に高めて行くと、物體を構成する物質分子の運動が活潑となり、丁度、靜かな水面に1石を投ずると、この點を中心として周圍に波紋が傳達されるやうに、周圍のエーテルに1種の波動を與へる。これを溫度輻射と云ひ、太陽は約5000°白熱電球の織條は約2000°の溫度で溫度輻射を行つてゐる譯である。——溫度の低い點では波長の長い熱線を多く出し、溫度が高くなると、光線になり、光色も次第に白色になる——

エーテルの波動は交流波のやうな形となり、起點から次の起點間、又は正波の山頂と次の正波の山頂間の距離を波長と云ひ、此の1波長を1サイクルと稱し、毎秒のサイクル數を周波數と云ふ。

今、波長をλ、周波數をfとすると、

$$\text{速度 } v = \lambda f \therefore f = \frac{v}{\lambda} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

然して、X線、光、電波、導體内の電流の速さも等しく、1秒間に $v = 3 \times 10^{10} \text{cm}$ (30萬軒—3億米)である。この速度は等しいが、波長、即ち周波數が異なる爲めにX線となり、光となり、電波となる譯であつて、何れもエーテルの波動、即ち、電磁波である。次に電磁波の一般を圖示した。



各種の電磁波

註: 波長の単位; m=米 km=千 cm=厘 mm=毫

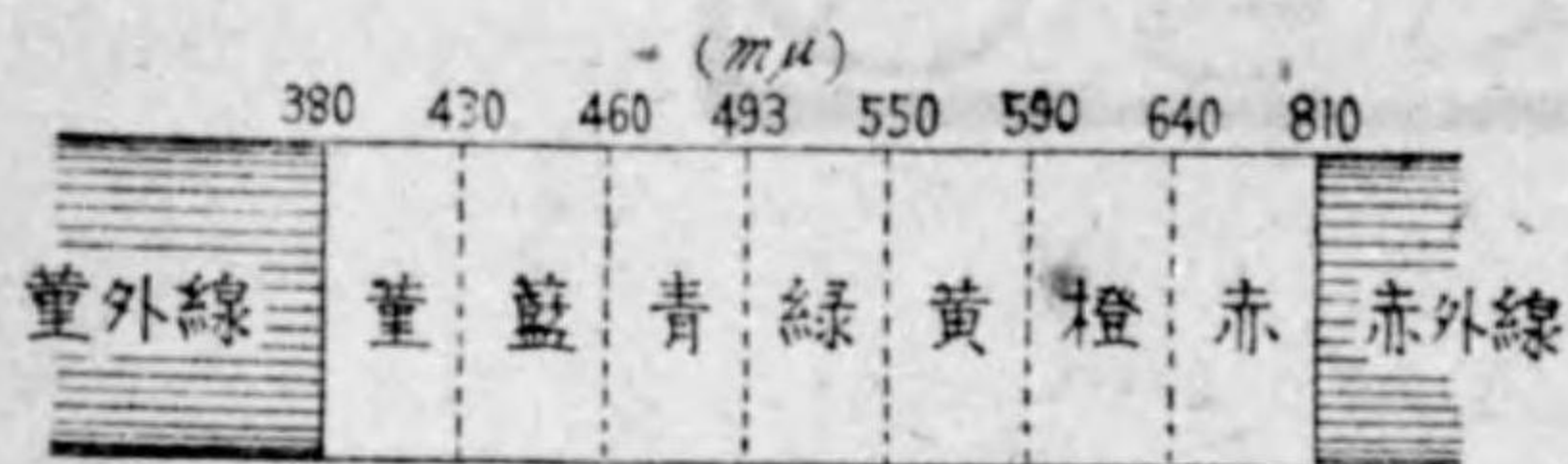
1 ミクロン = 10^{-3} mm = $\frac{1}{1000}$ mm μ で表はす

1 ミリミクロン = 10^{-6} mm m μ μ

1 オングストローム = 10^{-7} mm \AA μ

以上から明かなやうに、光も電波も等しく電磁波であるから、よく似た性質を持つてゐる。従つて、學修の際に、相關聯して研究するやうにせられるなら、一方の修得で直ちに他に通することが出来る。

1.1.2 光色 電磁波の中で、我々の肉眼に光として感ずるのは、僅かに波長が 380m μ ~810m μ の範囲内である。これ以外の波長の電磁波は、全く肉眼に感じない。又、光(可視輻射束と云ふ)の中でもその波長によつて、圖のやうに光の色



光の波長と色

が異なる。——太陽の光線(白色)を分解すると大體、上記の7色になる。逆に云ふと、上記の色合を綜合すると白色になる。一般の光源の光色は単色でなく、上記の各色光の集合である。——光が真空中、又は空氣中を傳はる速さは、上記の如く、1秒間に約3億米で、この値は、光の色や強さに關係なく常に一定である。

1.1.3 温度輻射 電磁波が一方より他方に傳はつて行くことを輻射と云ひ、輻射によつて傳はる電磁波の大小を表はすために、輻射束と云ふものを假想する。

前述したやうに物體を熱すると、温度輻射を行ひ、温度が約500°Cに於て赤い光を發し、温度が約1000°Cになると光の色は赤黄色になる。更らに1600°C位に達すると光の色は漸次に白色に近くなる。この場合、物體からは光(可視輻射束)の他に、赤外線、紫外線等の電磁波(輻射束)も、放射される。再言すると、斯様に物體の温度を高めて輻射束を出すのが温度輻射であつて、温度輻射は、次の法則に従ふ。

① 輻射束の全勢力(エネルギー)は、發光體の絶對温度の4乗に正比例する。(ステファン・ボルツマンの法則)

註: 絶對温度(°K) = 攝氏温度(°C) + 273... 即ち、絶對温度は温度の原點(絶對零度)を-273°Cに取つてゐる。

② 最も大きい輻射束の波長は發光體の絶對温度に逆比例する。(ウインの變位則)

② は、發光體の温度を高める程、最大輻射束の波長が、温度に反比例して短くなる。即ち、光の色が、赤色(長波長)から逐次紫色(短波長)に變つて行くことを示してゐる。

註: 前述のやうに、金屬等を熱すると、光の色は、始めは赤色であるが、次第に黄色等が増して白色(日光の色)になる。更らに温度を高めると、紫色が強くなる。

1.1.4 黒體 輻射束を物體に當てると、一部は物體の表面より反射され、他の一部は物體の内部を貫き抜ける(透過する)。今、この輻射束を全く反射も透過もしないもの、即ち、輻射束の總てを吸收する物體を假想し、これを黒體と云ふ。

黒體に對して、輻射束の一部を反射、又は透過するものを非黒體と稱する。

1.1.5 選擇輻射 非黒體に輻射束を當てると、その一部は吸收される。この割合(吸收された輻射束÷全輻射)が、輻射束の波長の大小によつて異なるものを選択吸收體と云ふ。又、非黒體でこの割合が輻射束の波長に無關係に常に一定なものを灰色體と云ふ。即ち、物體に固有の色のあるのは、此の選擇吸收——逆に選擇反射と云つてもよい——に依る。

次に、選擇吸收體を加熱して、輻射束を發射させたとき、この輻射を選択輻射と云ふ。これに對して、黒體を加熱した時の輻射を黒體輻射と云ふ。

註: 黒體は假想した物體で、實在しないが、油煤はこれに近い。一般の物體は總て非黒體で、これを加熱した時の輻射は、總て選擇輻射になる。従つて、黒體を加熱すると各光色一様な輻射、即ち、白色の光を發し、非黒體は夫れに特有の色光を發する。

1.1.6 ルミネセンス 温度輻射に依らずに光を發する現象の總てをルミネセンスと云ふ。これには次の種類がある。

① 電氣ルミネセンス ネオン管等のやうに、ガス體に電流を流したとき光を發する現象を云ふ。

② **焦ルミネセンス** 或る種の氣體を焰で熱すると光を發する現象を云ふ。

③ **熱ルミネセンス** 或る物體、例へば酸化亜鉛を熱すると、溫度輻射に相應するよりも、著しく強く光る。このやうな發光を云ふ。

④ **輻射ルミネセンス** 或る物體に、吾々の目に見えない紫外線やX線等の輻射束を當てた時、物體の發光する現象を云ふ。

この場合、輻射束を取去ると、物體よりの發光が直ちに止むものを螢光と云ひ、輻射束を取去つた後も、發光が暫らく続くものを燐光と云ふ。尙、螢光を發する物體を螢光體、燐光を發する物體を燐光體と云ふ。

註：(1) 螢光體には白金バリウム、燐光體にはアルカリ金屬、カルシウムの硫化物等があり、夜光塗料として知られてゐる。

(2) ルミネセンスには以上の他に、陰極線ルミネセンス——電子の流れが、或る物體に當つた時の發光——、化學ルミネセンス——化學變化特に酸化に伴ふ發光——がある。

陰極線オシログラフやテレビジョンに用ひられてゐるブラウン管が前者の應用であり、後者の例として、燈油、ローソク、夜光蟲、夜光藻の發光がある。

各種光源の發光現象

發光機構	發光現象	電燈の種類
高温固体の發光	溫度輻射	タングステン電球、炭素電球
高温固体の發光と ガス放電の發光	溫度輻射が主	タングステン弧光燈、炭素弧光燈、増輝弧光燈
	ルミネセンスが主	發焰弧光燈、マグネタイト弧光燈
ガス放電發光	陽光柱の光	低ガス壓 (高電壓) ネオン管、ムーア管 (低電壓) ナトリウム燈、熱陰極水銀管
		高ガス壓 高壓水銀燈、石英水銀燈 (超高ガス壓) 超高壓水銀燈
	陰極光	ネオン電球

1.1.7 光色温度と輝度温度 黒體の溫度を T_1° としたときの光色

が或る光源の光色に等しい場合、この T_1° を其の光源の光色温度と云ふ。

同様に、黒體の溫度を T_2° としたときの輝度が、或る光源の輝度に等しい場合、この T_2° を其の光源の輝度温度と稱する。

1.2 光學及び光源一般

1.2.1 光束 前述したやうに輻射束の中で、我々の肉眼に感ずるものが光であつて、この光を、眼で見た明るさの感で測つたものを光束と云ふ。即ち、光束の多少で光の明るさが表はされる。

光束を數ふるのに、ルーメン(Lumen 略符號 Lm)なる單位を用ふる。

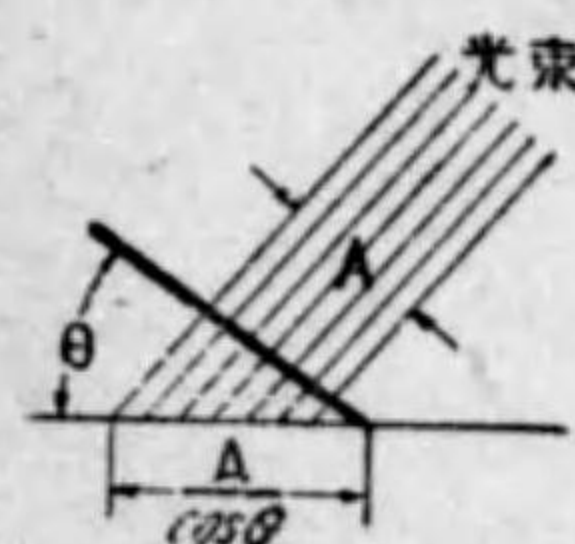
1.2.2 照度 或る表面に光が當つてゐる時、その明るさの程度を照度と云ふ。

1 平方メートルの面積に、1ルーメンの光束が入射した時の明るさを照度の單位とし、これを1ルクス(lux)と云ふ。即ち、

$$\text{照度 } E = \frac{\text{入射光束 } F(\text{ルーメン})}{\text{入射光束を直角に受ける面の面積 } S(\text{平方メートル})} \text{ルクス}$$

註：但し、物體の明暗は、照度の大小、即ち入射する光束の大小だけでは定まらない。等しい光束を受けても、白紙は明るく、黒紙は暗い。これは反射光束の多少——面の反射率の大小——に依る。茲で明確に認識して頂きたいことは、照度とは面の照らされる度合であつて、吾々が見る面の明るさとは一應は無關係である。然し反射を同一とすると、面の明るさは照度に比例する。

1.2.3 入射角の餘弦法則 或る紙面が光束によつて照らされてゐる時、この紙面を光束の入射方向と直角な位置から傾けると、紙面は暗くなる。圖のやうに、光束 F を直角に受ける A 面の照度を E とすると、 A と θ 角をなす A_1 面の照度 E_1 は



入射角の餘弦法則

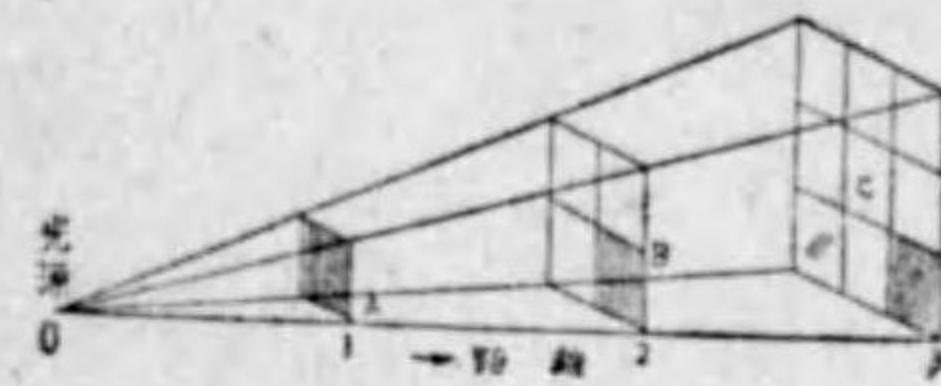
$$A \text{ 面の照度 } E = \frac{F}{A}$$

$$A_1 \text{ 面の照度 } E_1 = \frac{F}{A_1} = \frac{F}{A/\cos\theta} = \frac{F}{A} \cos\theta = E \cos\theta$$

即ち、 E_1 は E に $\cos\theta$ を乗じたものになる。——但し θ の取り方

に注意されたい——これを入射角の餘弦法則と云ふ。

1.2.4 照度の距離逆2乗の法則 圖のやうに1つの點光源——大きさが小さく點と見做し得る光源——から放射される光束は、直進するにつれて次第に廣い面積を照らす。従つて、單位面積當りの光束數が小となつて照度が低下する。然して同一の光束で照らされる面積は、圖のやうに、距離が2倍になると $2^2=4$ 倍に、距離が3倍になると $3^2=9$ 倍と云ふやうに、距離の2乗倍になるので、照度(光束÷面積)は距離の2乗に逆比例して小さくなる。



距離逆2乗の法則

$$\text{照度} = \frac{\text{光束(ルーメン)}}{\text{面積(平方米)}} \text{ルクス}$$

$$\text{又は照度} = \frac{\text{光度(燭)}}{(\text{距離(米)})^2} \text{ルクス (次項参照)}$$

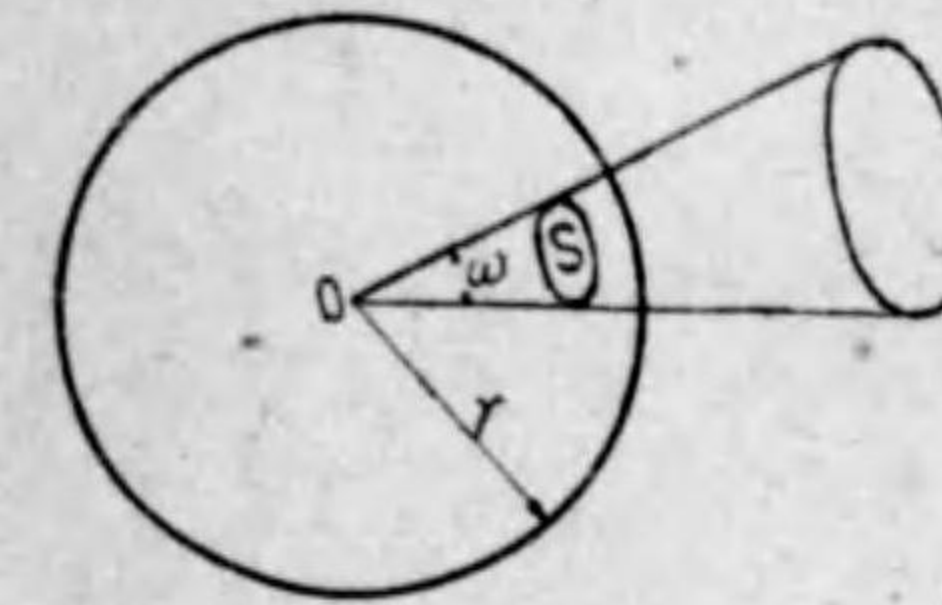
此處で、諸君の注意を喚起して置きたいのは、如何なる場合でも照度が距離の2乗に逆比例するとは限らないことである。距離の2乗に逆比例するのは、光源からの光束が放射状に放射せられ、此の直射光束で照らされる場合に限るのであつて、光源からの光が壁などの其の他のもので反射されて歸つて来て直射光束に加はると、此の法則は成立しなくなる。又、光源よりの光束が例へば拋物線鏡で反射せられる探照燈のやうな場合は、光源からの放射光束は平行になるから、どの點でも照度は同一になる。——探照燈で光束を平行にするのは、斯様にして遠く迄、照射する爲めである。尤も空氣中で光が吸収されて光力は遠くになる程、弱るが、完全な平行光束で、吸収がないとすると、照度は距離に關しない——但し、放射光束は廣い面を照らす、平行光束の照らす面は限定される。

再言すると、一般の光源に依る照度——例へば、机上の電燈から直接に机面に來る光束に依る照度を云ふ。これに對して、天井、壁等に入射し反射されて來る道草光束を加へたものに依る照度を擴散照度と云ふ——即ち、直射照度は距離逆2乗の法則に従ひ、擴散照度、或は平行光束に依る照度は此の法則に従はない。

1.2.5 光度 光源から或る方向に出る光の強さ(光束數)を、その方向の光度と云ひ、光度何燭と云ふやうに、光度の單位に燭(略

符號C)を用ふる。電燈等の輝きは、一般にこれを見る方向によつて異なるから、各方向の光度も同一でない。

註: 1燭の光度とは、1立體角の中に1ルーメンの光束が含まれてゐる時の光の強さを云ふ。



立體角

1立體角と云ふのは、圖のやうに半径 r cmの球を考へ、その球面上に r^2 cm²の面積 S を取つたとき、この S を球の中心より眺めた時の空間の擴がりである。然るに; 球の全表面積は $4\pi r^2$ であるから、全立體角は $4\pi r^2/r^2=4\pi$ 、即ち、 4π である。又、半球面の立體角は此の $1/2$ になる。

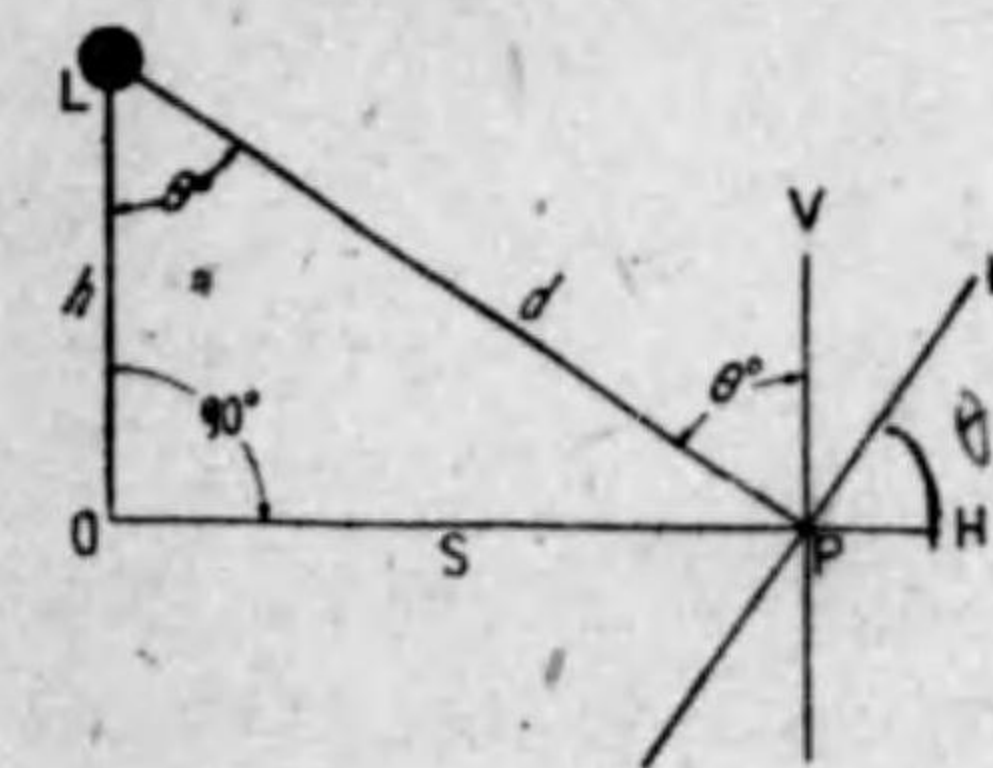
扱、光度1燭の光源から1米の點の照度を1ルクスと定める——即ち、1燭の光源から1米の點の1平方米には1ルーメンの光束が入射する——従つて、其の方向に I 燭の光度の光源から d 米の點の照度は照度 $E = \frac{I}{d^2}$ ルクスで表はされる。

1.2.6 全照度、水平照度及鉛直面照度 光源に依つて照らされる面を被照面と云ひ、此の被照面の状態に依つて、受ける照度を次のやうに區別してゐる。

① **水平照度** 一般に云ふ水平面上の照度で、例へば、床や机等の面上の照度である。

② **鉛直面照度** 一般に云ふ垂直面上の照度で、例へば、壁面等の照度である。

③ **全照度** 入射する光束に、直角な面上の照度である。



全照度、水平照度、鉛直面照度

今、左圖のやうに光源 L に對する1點 P を考へると、この P 點に於ける全照度は、光源 L の \vec{LP} 方向の光度を I 燭とすると、

$$E_0 = \frac{I}{LP^2} = \frac{I}{d^2} \text{ルクス}$$

但し、 d は LP 間の距離(米)である。全、 \vec{LP} に直角な M 面を考へると

其の照度 E_0 であり、これが全照度である。

次に水平面 PH を考えると、此の面上の照度は PM に対する PH の傾角を θ とすると、1.2.3 で述べた点より明かなやうに、此の面上の照度 E_h は

$$E_h = E_0 \cos \theta = \frac{I}{d^2} \frac{h}{d} \text{ルクス}$$

茲に、 PH の延長線に對し L よりの垂直線を LO とし、 $LO = h$ (米) $OP = S$ (米) とする。又、 $LP \perp PM$ 、 $LO \perp OH$ 故に、 $\angle PLO = \angle MPH = \theta$ である。

$$E_h = \frac{Ih}{d^3} = \frac{Ih}{(\sqrt{h^2 + S^2})^3} = \frac{Ih}{(h^2 + S^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ルクス}$$

この PH 面上の照度が水平照度である。

次に、 P 点で垂直面 PV を考えると、これと PM の傾角を β とすれば、1.2.3 より、この面上の照度 E_v は

$$\begin{aligned} E_v &= E_0 \cos \beta = E_0 \cos (90^\circ - \theta) \\ &= E_0 \sin \theta = \frac{I}{d^2} \frac{S}{d} = \frac{IS}{d^3} \\ &= \frac{IS}{(\sqrt{h^2 + S^2})^3} = \frac{IS}{(h^2 + S^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ルクス} \end{aligned}$$

この PV 面上の照度は鉛直面照度である。以上を再記すると、下記の如くなる。

$$\text{全照度 } E_0 = \frac{I}{d^2} = \frac{I}{h^2 + S^2} \text{ルクス}$$

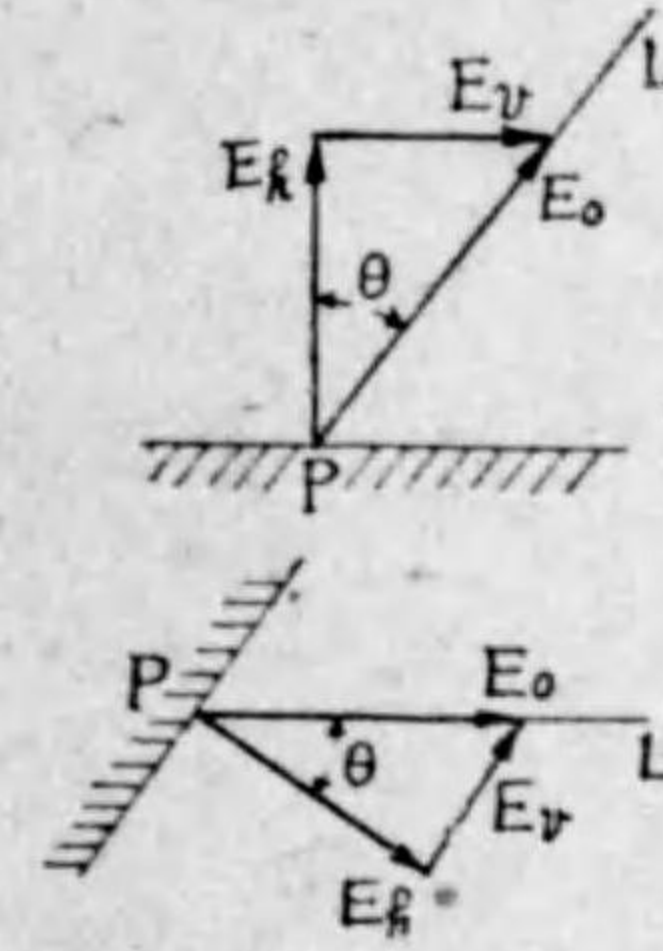
$$\text{水平照度 } E_h = E_0 \cos \theta = \frac{Ih}{(h^2 + S^2)^{\frac{3}{2}}} //$$

$$\text{鉛直面照度 } E_v = E_0 \sin \theta = \frac{IS}{(h^2 + S^2)^{\frac{3}{2}}} //$$

註：光源から入射する光束に依る照度は、大きさ、方向、向きを有してゐるから、一應はベクトルとして表はすことが出来る。例へば次の上圖に於て、被照面上の1点 P を取り、 P と光源 L を結ぶと、全照度は $E_0 = I/l^2$ ルクス—— l は LP 間の距離 (米) L は光源のこの方向への光度 (燭)——となり、此の E_0 をベクトル E_0 で表はすと、これは LP 線上にある。今、

E_0 を被照面と直角な E_h と、被照面に平行な E_v に分解すると、 $E_h = E_0 \cos \theta$ —— θ は P 点に立てた被照面の垂線と LP の爲す角——は P 点に於ける水平照度であり、 $E_v = E_0 \sin \theta$ は P 点に於ける鉛直面照度である。

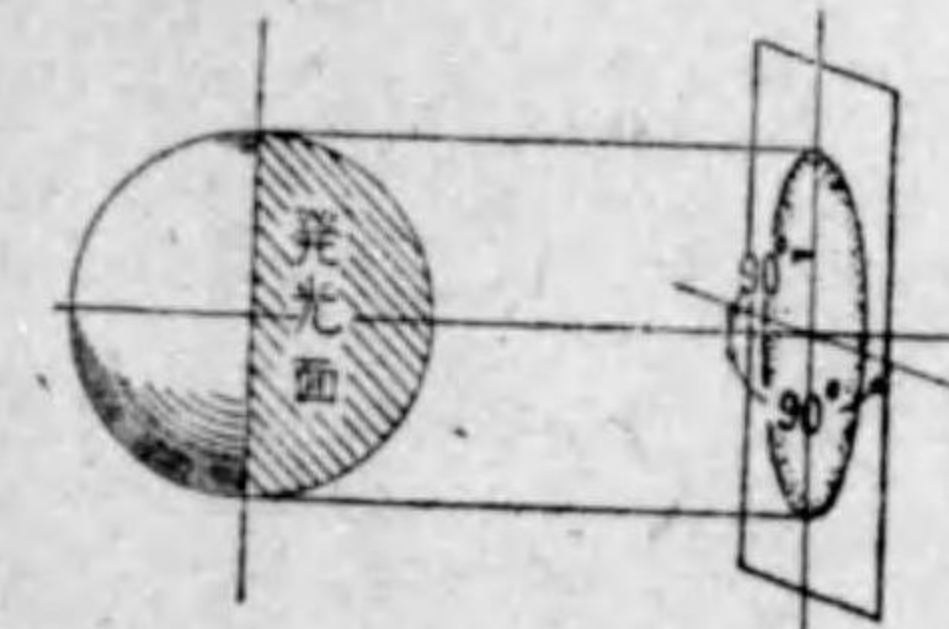
然し、被照面が下圖のやうな場合——例へば、投光器で看板面を照すやうな場合——は、 $E_h = E_0 \cos \theta$ 、 $E_v = E_0 \sin \theta$ であることに變りはないが、 E_h を P 点の水平照度、 E_v を P 点の鉛直面照度と云ふ譯には行かない。この場合の面上の照度は1.2.3で述べた處より、 E_h を取る。



一般に、多少の傾斜があつても、坂道、机上は水平面と考へ、壁面、黑板は垂直面と見做してゐる。

1.2.7 輝度 發光面 (光源又は反射面) の明るさを輝度と云ふ。輝度の単位には、スチルブを用ふる。

輝度、1 スチルブとは、發光面の投影面積 1 平方糎當りの光度が 1 燭の場合を云ふ。



投影面積

註：投影面積と云ふのは、發光面の全表面積でなく、圖のやうに、發光面を見る方向と直角の面上に投影した發光面の面積である。點光源以外の光源は、たとへ各方向の光度が等しくとも、各方向の輝度は同一でない。これは、各方向から見た光源の投影面積が異なるからである。

1.2.8 光束發散度 發光面から發散する光束の割合を光束發散度と云ふ。その単位には、ラドルクスが用ひられる。

1 ラドルクスとは、發光面の眞の面積 1 平方米から、1 ルーメンの光束が發散される場合を云ふ。

發光面の眞の面積は、見る方向によつて相違しないから、光束發散度は方向に無關係である。

又、完全擴散面——どの方向にも同一の輝度を有する面、例へば、乳色ガラス外球、白色吸取紙、等——の光束發散度の単位には、ラ

ランペルトを用ふる。

1ランペルトとは、発光面の面積1平方糎より、1ルーメンの光束が發散する時を云ふ。

完全擴散面の光束發散度と、輝度の間には次の關係がある。

光束發散度 (ランペルト) $R = \pi \times$ 輝度 (スチルブ) B
 但し、 $R \dots \dots$ ルーメン/cm² $B \dots \dots$ 燭/cm²

1.2.9 球面換算率 光源の光度をその全周について平均したものを、平均球面光度と云ふ。又、光源の水平方向の平均光度——光源の垂直軸を中心として1回轉した時の水平方向の平均光度——を、平均水平光度と云ふ。

この兩光度の比を、球面換算率と云ふ。

球面換算率 = $\frac{\text{平均球面光度 } (I_0)}{\text{平均水平光度 } (I_h)}$

又、光度は單位立體角内に發散する光束數で表はす。然して、1點の全立體角は 4π であるから、

光源の平均球面光度 $I_0 = \frac{\text{光源の全光束 } (F_0)}{\text{光源の全立體角 } (4\pi)}$

上式より、 I_0 を求める。或は、反對に、光源の全光束 $F_0 = 4\pi \times$ 平均球面光度 I_0

各種タングステン電球の球面換算率

纖維の形狀	ガラス球の形	透 明 球	絶 消 球
直 線 形	茄 子 形	0.78	0.85
コイル輪形	丸 形	0.87	0.89
〃	洋 梨 形	1.11	1.00
コイル鋸齒形	丸 形	0.98	0.96
〃	洋 梨 形	1.00	0.96

註: 點光源の球面換算率は、1である。

1.2.10 光量 (ライティング) 光源より或る時間發散した光束の總和 (積算したものを)、光量と云ふ。例へば、或る光源が F_0 ルーメンの光束を t 秒間發散したとすると、

光量 = 全光束 $F_0 \times$ 時間 t ルーメン秒

註: 光量は、白熱電球が斷線する迄に發散した總光束を表はす場合等に用ひられる。

1.2.11 露出 或る面が、或る時間受けた照度の總和 (積算したものを)、露出と云ふ。即ち、或る面が E フォトの照度で、 t 秒間照らされたとすると、

露出 = 照度 $E \times$ 時間 t フォト秒

1フォトとは、1平方糎當りに1ルーメンの光束が入射した時の照度である。

註: 寫眞を撮影する時等にこの露出と云ふ言葉がよく用ひられる。

1.2.12 光源の能率 光源からは、各種の波長の輻射束が出る。この全輻射束の中で、何程が眼に光線 (光束) として見へるかの割合を光源の能率と云ふ。

光源の能率 = $\frac{\text{全光束 (可視光線)}}{\text{全輻射束}}$

但し、電燈では、全輻射束の代りに全消費電力ワットを取る。

電燈の能率 = $\frac{\text{總光束 (ルーメン)}}{\text{全消費電力 (ワット)}}$ ルーメン/ワット

即ち、消費電力1ワットに付て何ルーメンの光束が出るかを表はす。

又、電燈の光度1燭光當りの消費電力を、比消費量と云ふ。

電燈の比消費量 = $\frac{\text{全消費電力 (ワット)}}{\text{平均球面光度 (燭光)}}$ ワット/燭光

1.2.13 各種光源の比較

光 源	最大輝度 (燭/cm ²)	能 率 (ルーメン/W)	最高温度 (°C)	壽 命 (時)
天頂の太陽 (空氣層外にて)	224,000	113	6,230	—
(地上で實測)	160,000	—	—	—
タングステン電球 (真空) 10燭	128	7.5	2,100	3000
〃 (ガス入) 60w	—	11.3	2,400	1500

〃	〃	100w	605	13.0	2,500	1500
〃	〃	2000w	1,350	21.2	2,750	1500
炭素電球		40w	70	3~4	1,800	—
直流炭素弧立燈 (火坑)			15,000	4~12	3400	8~150
發焰弧光燈			(増輝) 100,000	8~30	—	8~120
水銀弧光燈 (石英)			20	30	1,400	1000
タングステン弧光燈			5560	17~39	3,400	300
高壓水銀燈			80~230	30~50	500	1500
ナトリウム燈			15	35~60	250	2000
ネオン管 (赤)			0.2	10~20	—	—
ネオン電球			0.02	2	—	4000
蠟燭			0.5	—	1,660	—

註: 天然光による輝度は,

蒼空...1.5燭/cm² 眩しくない輝度...<0.5燭/cm²
 月...0.3 〃 認め得る最低輝度...10⁻¹⁰ 〃
 暗夜の空...10⁻⁸ 〃

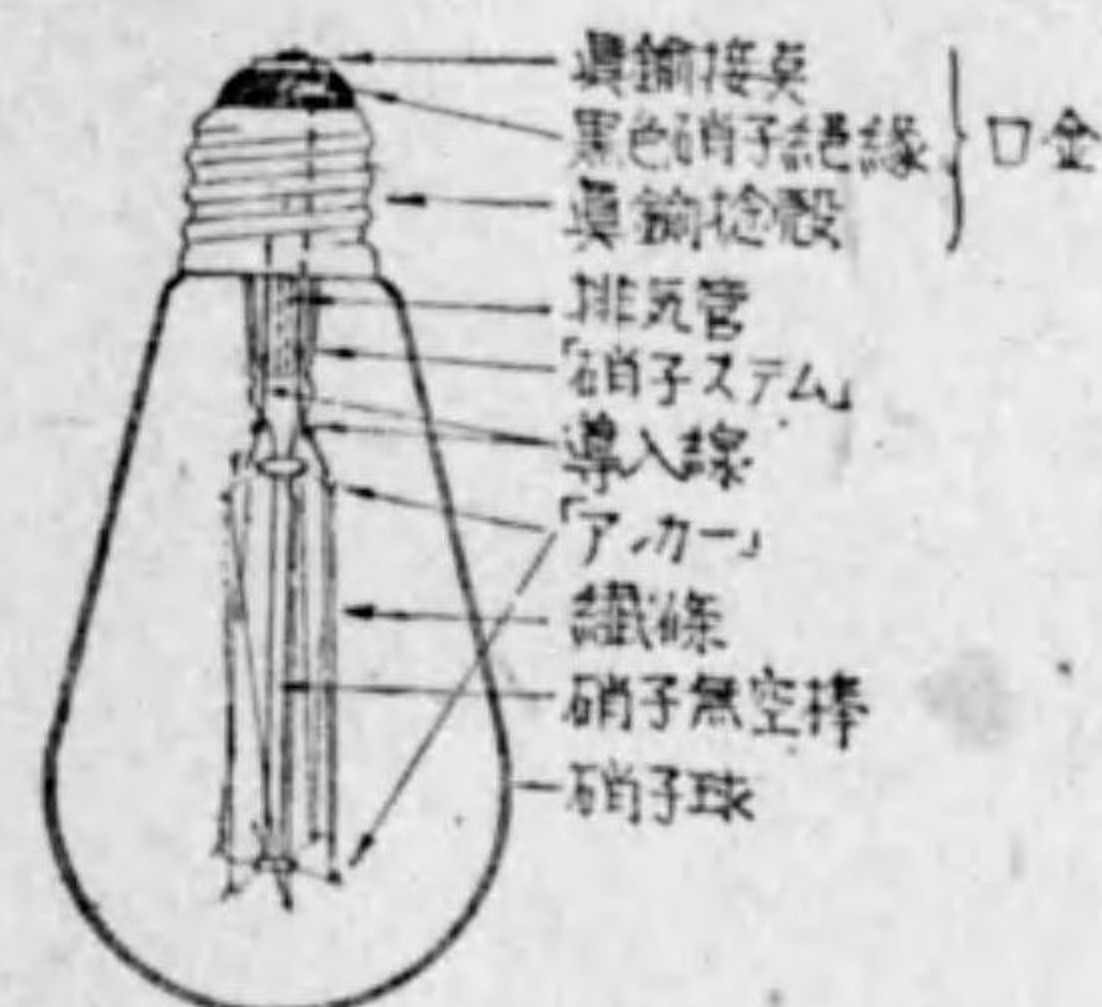
1.2.14 各種照度の比較

照明の種類	照度 (ルクス)	照明の種類	照度 (ルクス)
太陽による地表面上の照度		屋内の照度	
大氣の吸収のない場合	150,000	晴天の時の窓際	1,000
眞夏の晴天の正午	100,000	〃 明るい室内	100
天空光による同照度		動き得る照度	< 1
天	10,000	満月による地表面上の照度	0.2
稍暗い曇天	10,000	暗夜天空光による同照度	0.000,3

2 白熱電球

2.1 タングステン電球

2.1.1 構造 圖は真空タングステン電球で、織條(フィラメント)が直線状のものである。その構造を上部より説明すると。



真空タングステン電球

が直線状のものである。その構造を上部より説明すると。

(1) 口金(ベース) 眞鍮、鐵、アルミニウム等で作られ、捻込型と挿込型がある。前者は一般の家庭に、後者は振動する車輻内、船舶内等で用ひられる。この口金を電球受口にはめて、電氣の供給と電球の保持をする。

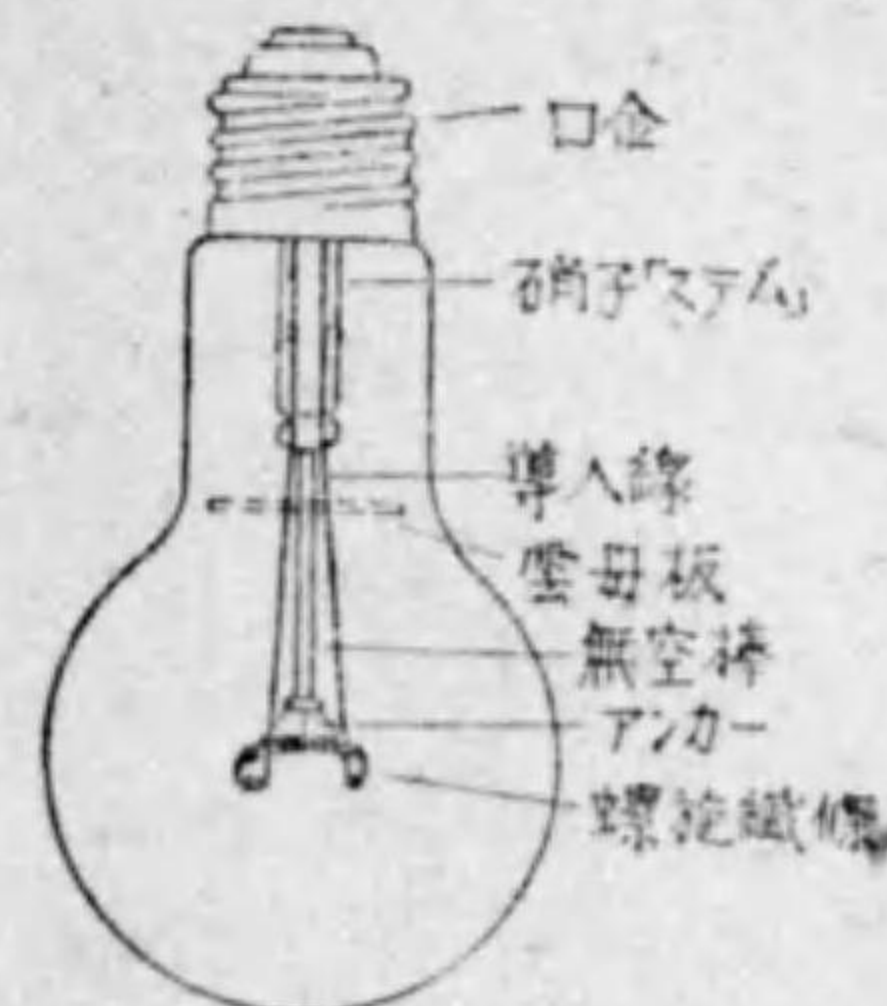
(2) 排氣管 電球を製作するとき、この排氣管よりガラス球内の

空氣を抽出する。抽出後は、管の端を熔融して孔を塞ぐ。

(3) ガラス・ステム 電球内で點火織條を支持する根本の部分に云ふ。中空のガラス管で、その中を排氣管が貫通する。

(4) 導入線 球内の織條に電氣を導く導線を云ふ。溫度が變化してガラスが伸縮しても、球内に空氣が漏入しないやう、ガラスと膨脹係數を等しくする。ニツケル鋼線に銅鍍金したものを云ふ。

(4) 織條(フィラメント) 電流を通じて白熱させ、發光する部分である。一般にタングステン線を用ふる。特殊用途には、炭素織條が用ひられる。



ガス入タングステン電球

(5) 吊子(アンカ) 織條を支持するもので、高熱に耐へ、熱の傳導が少く、丈夫で弾力のあるものが良い。タングステン線、モリブデン線、及びその合金線等が用ひられる。

(6) ガラス球(バルブ) 普通は鉛ガラス、曹達石灰ガラス等を用ふるが、

大きいものには、硼珪酸ガラスを使用する。その型には茄子型（真空タングステン電球に広く使用）、洋梨型（ガス入電球に広く使用）、丸型等がある。圖は、ガス入電球で、織條を螺旋状に巻いたものである。その構造は、上記と略々同一である。

2.12 製作順序 (1) 架空部分 ガラス・ステム、無空棒、排氣管の部分を作り、導入線を入れた後、吊子を植へる。

(2) **ガラス球取付け** 上記にガラス球を取付けた後、排氣管より排氣する。ガス入電球は、排氣後更らにガスを封入する。

(3) **口金取付** 石膏でガラス球に取付け、導入線を眞鍮捻殻、及び眞鍮接點に接着する。

(4) **豫備點燈** 完成後に低電圧で點燈し、次第に電壓を高めて織條を白熱する。

(5) **測光試験** 定格電壓で點じ、光度を測る。

(6) **銘記** 口金及バルブに定格電壓、定格電力、燭光數、製作所の記號等を記入する。

2.13 タングステン織條の製法 ① タングステン原質（ウオルフラマイト、及びシーライト）を約 1800°C で1.5時間位熱すると、黄色を帯びた粉末になる。これを還元して灰色の微粉を得る。これが純粹のタングステンで、これを鋼鐵の型に入れて、水壓で長方形の棒に押しかためる。

② 次にシンターして持ち運べるやうにする。シンターと云ふのは、酸素8%、水素2%の混合ガス中で、タングステン棒に大電流を通し、熔融溫度近くまで發熱させて、分子をよく熔着させる操作を云ふ。

註：この混合ガス中に酸素を含むと、タングステンが脆くなるので、酸素は絶対禁物である。

③ これを約 1700°C で回轉槌打機で細くし、直徑を約1耗にする——これをシェーピングと云ふ——次に、これより低い溫度でダイヤの小孔を通し、所要の太さに引き伸ばす。これを引線タングステン線と云ふ。

註：ダイヤはダイヤモンド、又はタングステン・カーバイト等で作る。

④ 高溫度で長らく點燈すると、タングステンが再結晶して斷線の原因になる。これを防ぐために、蒸發、及び熔融し難く、タング

ステンに作用しない物質、普通、酸化ナトリウムを僅か混ぜる。

2.14 織條の具備條件 (1) 高溫度に耐へるため、熔融溫度が高いこと。

(2) 高溫度でも蒸發が少く、織條の壽命が長いこと。

(3) 電氣抵抗が大きいこと、抵抗が小さいと、所定の抵抗値を得るのに、織條を著しく細くしなければならない。

(4) 抵抗の溫度係數が正であること。これが負であると、溫度の上昇と共に電流が増して、遂に織條が過熱熔斷する。

(5) 原材が豊富で、價格が安く、加工が容易なこと。

(6) 溫度の高低に拘らず、機械的に強いこと。

註：現在では上記の要求に最もよく適合するタングステン織條が専ら用ひられ、炭素やタンタラム等の織條は歴史的のものになつた。

タングステンの性質

比重 19 電氣抵抗 $5 \times 10^{-6} \Omega/\text{cm}$ 熔解溫度 3382°C
(但し點火時の織條溫度は、真空電球 2200°C ガス入電球 $2500-2700^{\circ}\text{C}$ 位)

2.15 真空電球 電球のガラス球内に僅かの空氣や水蒸氣があると、これによつて白熱した織條が酸化され、著しく斷線を早める。故に、ガラス球内の眞空を極力高める。この眞空度は、普通水銀柱の高さで $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{mm}$ 位である (1氣壓は760mm)。

電球を製作する時、その織條に黄磷を塗つて、初めての點燈でこれを昇華 (固體より直ちに氣體になる現象を云ふ) させる。すると、この蒸氣がガラス球内の残留ガスをガラスの内に閉ぢ込めて、眞空度が高くなる。これをクリーンアップと云ふ。

註：眞空の良否は、誘導線輪を用ひて織條とガラス球の間に高電壓を加へたとき、球内の放電の色で知る。即ち、

放電の色が無色、又は淡綠色……眞空が良い

〃〃 薄紫色、又は紅紫色……眞空が悪い

排氣用のポンプには、回轉油ポンプ、又は水銀蒸氣ポンプを用ふる。

2.16 ガス入電球

〔ガス封入の理由〕

電球織條の溫度を高めると、その能率が著しく良くなる (1.13 ステファンボルツマンの法則を参照)。然し、織條の蒸發が激しくなり、壽命が短縮する。其處で、球内に適當な壓力でガスを封入し、

織條の蒸發を少くしたのがこのガス入電球である。

但し、ガスを入れると、ガスの對流、及び傳導によつて熱の放散が増し、能率が低下する。大ワット数の電球では、織條の蒸發が著しくならない程度にその温度を高めて、この能率の低下を償ふことが出来る。然し、小ワット数の電球では、ガス損失による能率低下の方が大きいので、40W位以下には真空電球の方が能率がよい。

註：真空電球にガスを封入したとき、織條の蒸發量は次のやうに減少する。

ガスの壓力 (mm)	真空	100~1000	1氣壓 (760)
織條の蒸發量	1	$\frac{1}{50} \sim \frac{1}{100}$	$\frac{1}{80}$

〔封入ガスの具備すべき條件〕

- (1) 白熱したタングステン織條に、化學的作用をしないこと。
- (2) ガスが容易に電離——ガスの原子内にある電子が、種々の原因によつて、原子の外に飛び出すこと——しないこと。即ち、電離を生ずると、之れに依つて飛び出した電子は、織條に衝突して、これを破壊する。
- (3) 容易に入手され、安価なこと。
- (4) ガスの對流、及び傳導による熱損失が少いこと。

〔ガス入電球の構造〕

ガス損失は、ガスの壓力の高い程、又、織條の表面積が大きい程増加する。故に、熱損失の大きいガス入電球では、織條を螺旋狀に巻いて、その見掛上の表面積を減じ、ガス損失を小さくする。真空電球ではこれに反し、熱損失が小さいから、織條を螺旋狀にする必要がない。

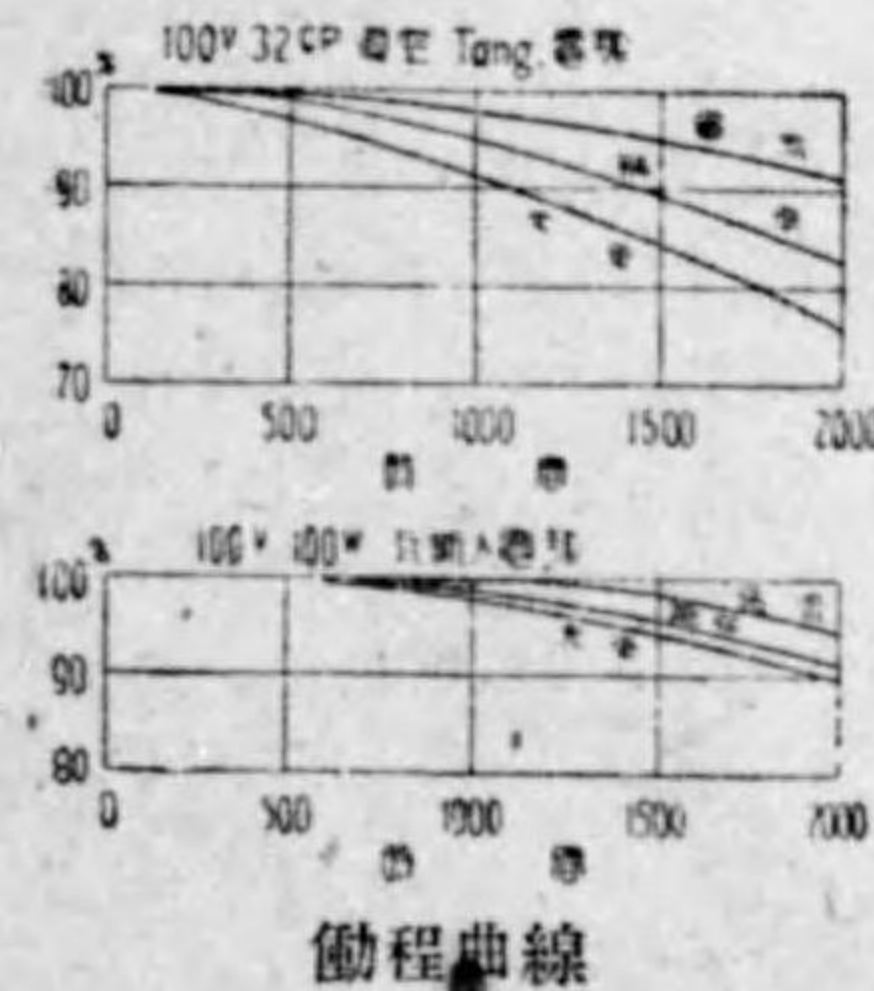
封入ガスには窒素、又はアルゴンが用ひられるが、後者は前者より熱損失が小さく、小電球に適する。但し、純アルゴンは放電を起し易いため、少量の窒素を混用する。最近では、熱損失の小さいクリプトンやキセノン等を使用したものもあるが、高價なため普及しない。尙、ガスは $3/4$ 氣壓位に封入して、點火時に約1氣壓となるやうにする。

2.1.7 白熱電球の光色 ガス入電球は真空電球より織條温度が高められるので、光色が白色に近い。例へば、25—30ワット程度の電球は、真空でもガス入りでも能率は餘り違はないが、温度が異なるため光色が同一でない。

又、同じガス入電球でも大電球ほど織條の温度が高く、光色が白色に近い。従つて多燈式街燈やシャンデリア等は、ワット数の揃つた電球を使用して、光色を一様にするのが望ましい。

2.1.8 熟成 (エージング) 製作した電球を始めて點火すると、光束は5~15%漸増し、電流は反對に1~3%漸減して、10分間位後には一定値に落ちつく。これを熟成と云ふ。試験等に供する電球は、この熟成を行つたものを用ふる。

註：熟成を行ふには、電球を定格電壓の120%位で約40分間點灯するとよい。



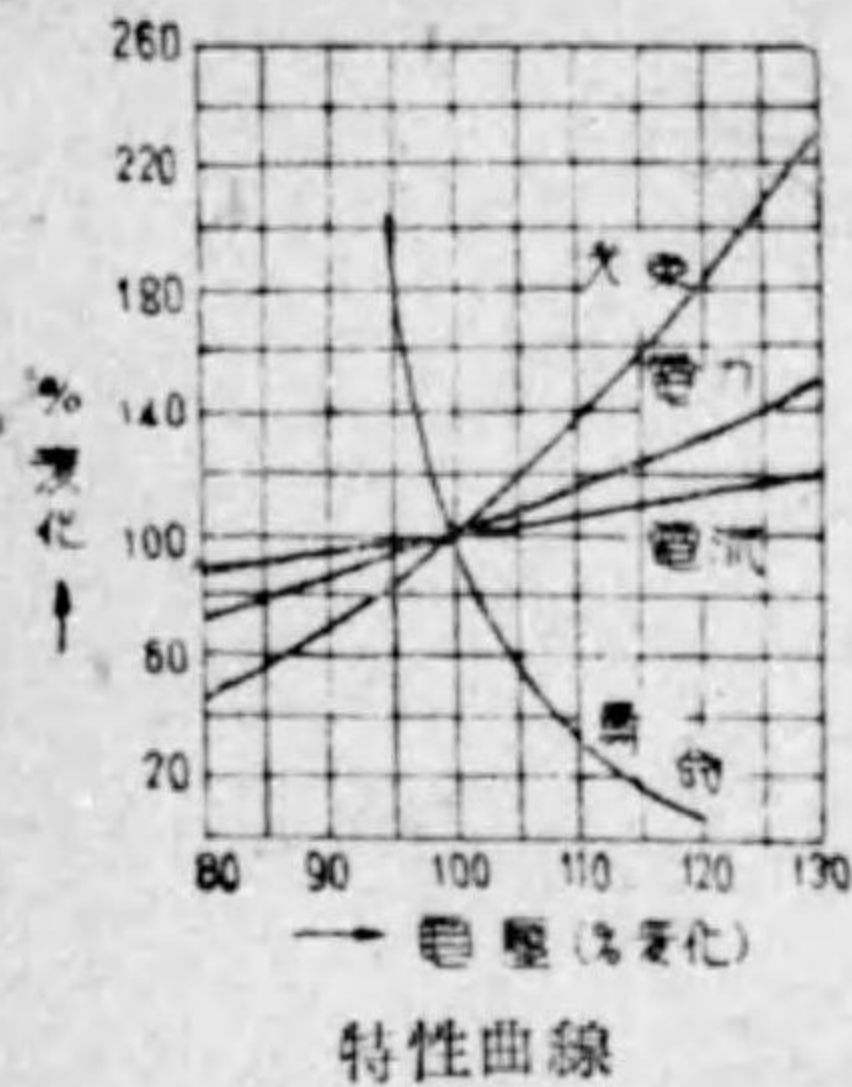
2.1.9 働程曲線 電球の光束、電流、能率は點火中次第に減少して行く。圖のやうに、點火時間を横軸に取り、これ等の百分率變化を縦軸に取つて、その變化を表はしたものを働程曲線と云ふ。ガス入電球は、真空電球に比べてこれ等の變化が少く、働程が改善されてゐる。

2.1.10 越流 (オヴァーシューティング) タングステン電球を點火すると、最初の0.1秒間は、常規電流の10倍位の電流が流れる。これを越流と云ふ。その原因は、タングステン織條の温度係数が正であるから、その抵抗が常温では白熱の時よりも遙かに小さいためである。

註：斯様に過大電流が流れても、織條の温度は過昇しないから、光度に對する越流の現象は起らない。又、過大電流は極く短時間であるから、一般にヒューズを熔断したり、安全器に障害を與へる等の事はない。

2.1.11 光度のチラツキ 白熱電球を交流電壓で點灯すると、電流の變化によつて織條の温度が變り、光度が變化する。然し、織條には熱容量がある (急にさめない) ため、その温度の變化は餘程緩和される。又、眼には殘像作用があり、一般に光度のチラツキを感じない。然し、織條の細い (熱容量の小さい) 小ワット電球を25サイクル程度以下で點火すると、チラツキを感じる。

2.1.12 特性曲線 電球の點火電壓を定格値より上下すると、電



特性曲線

する。電圧が下つた場合は、上記の反対である。

2.1.13 特性式 点火電圧の変化に対して、電流、電力、光束、能率、及び寿命等が如何に變化するかを數式で表はすと、次のやうになる。これをタングステン電球の特性式と云ふ。即ち、

点火電壓	電 流	電 力	光 束	能 率	壽 命
V_1	I_1	W_1	ϕ_1	η_1	L_1
V_2	I_2	W_2	ϕ_2	η_2	L_2

とすると、

$$I_2 = I_1 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{0.6} \quad W_2 = W_1 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{1.6} \quad \phi_2 = \phi_1 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{3.6}$$

$$\eta_2 = \eta_1 \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \quad L_2 = L_1 \times \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{13}$$

(1) 電流は、電壓の 0.6 乗に正比例する。(2) 電力は、電壓の 1.6 乗に正比例する。(3) 光束は、電壓の 3.6 乗に正比例する。(4) 能率は、電壓の 2 乗に正比例する。(5) 寿命は、電壓の 13 乗に反比例する。

但し、以上の關係は、定格電壓に対して、電壓の變化が餘り大きくない範圍に適用される。

註：例へば、電壓が 20% 増すと、電流は 10%、電力は 30%、光束は 80% 夫々増加し、寿命は 1/10 になる。

2.1.14 黒化 電球を長く點燈すると、織條の物質が蒸發してガ

球の電流、電力、光束、寿命等もこれに従つて變化する、圖は、横軸に電壓を取り、縦軸にこれ等の百分率變化を取つて、曲線に畫いたものである。これをタングステン電球の特性曲線と云ふ。

註：電球の點火電壓を高めると、電流が増加して、織條の温度が高まり、發散する光束が増す。又、電壓と電流が共に増加するため、電力(電壓×電流)も増加する。然し、織條の蒸發が激しくなるので、寿命は著しく短縮

ラス球の内面に附着し、ガラス球が黒くなる。そのため光束が減じ、又、寿命が短くなる。この黒化の原因を挙げると

① 高温度によつて織條が蒸發するため。

② 残留ガスによる織條の破壊、ガラス球内に水蒸氣があると、殊に黒化が著しい。即ち、水蒸氣は白熱した織條に觸れて、酸素と水素に分解される。この酸素はタングステンと化合して酸化タングステンになり、これがガラス球に達して先の水素と化合し再び水蒸氣になる。この時、タングステンだけをガラス球に附着させる。これを繰返して、電球は忽ち黒化される。

③ 白熱した織條から熱電子が放射される。この熱電子が、織條附近に生ずる電界によつて加速され、織條の他の部分に衝突して、其の部分破壊する。

註：この作用は織條の端部に於て著しいので、織條の端部のみを太くしたのものもある。

黒化を防ぐには、

(1) ガラス球内の排氣を十分に行ふ。

(2) 蒸發したタングステンと化合して、白色の化合物を生成する藥品(ゲッターと云ふ)を封入する。

(3) ガスを封入して、タングステン蒸氣をガラス球の頸部に附着させる。即ち、發散光束をさへぎらない部分を黒化させる。

2.1.15 寿命と其の短縮原因 寿命の定義には、次の 2 種がある。

(1) 定格電壓で點火し、織條が斷線する迄の點火時間、これを實寿命と云ふ。

(2) 定格電壓で點火し、光束が初めの標準光束の 80% に低下する迄の點火時間、これを有効寿命と云ふ。

普通、後者を以て電球の寿命とする。次に、電球の寿命を短縮する原因を挙げると、

(1) 電球に過電壓を加へる。この場合、寿命は電壓の約 13 乗に逆比例して、短くなる。

(2) 電球を振動する場所に取付ける。又は、その取扱が亂暴なとき。

(3) 電球の周囲温度が高いとき。真空電球では、周囲温度が200°C以下なら殆んど影響がない。—260°Cで約12%減少したと云ふ例がある。—ガス入電球では、

周囲温度	常温	100°C	200°C	300°C
寿命の百分比	100	60	50	40

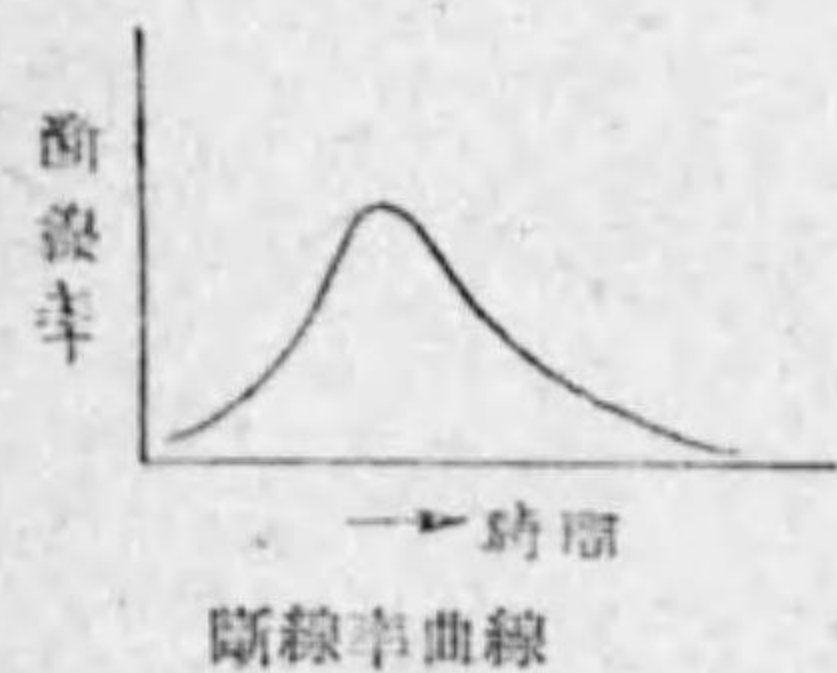
註: 上記のやうに、周囲温度に対する寿命の短縮は、真空電球よりもガス入電球の方が著しい。その理由は、普通るとき前者は、織條より放散する熱量が少ないが、後者は多い。従つて、周囲温度が高いところの放散熱量が減ずるため、後者は織條の温度が著しく高まり、早く断線する。

(4) 屢々点滅するとき、一般に屢々点滅するものは、寿命が2~10%位短縮する。

(5) 織條が均一でない場合、電燈を点燈する時、過大電流(越流)が流れる。この電流によつて、織條の細い處は著しく高温となり、寿命を更らに短縮する。

(6) 排氣が不十分で、ガス(特に水蒸氣)が残つてゐるとき。又は、ガラス球内の壓力が適當でないとき。等である。

2.1.16 断線率曲線と生存率曲線 同時に作つたワット数の等しい電球を、適當な箇數だけ同一の電壓で点燈する。そして点燈後、例へば毎100時間毎に、断線した電球の總箇數に対する割合を記録



する。この割合を縦軸上に取り、横軸上に時間を取つて、曲線に表はしたものを断線率曲線と云ふ。これと同様に、毎100時間毎に、点火してゐる電球の總箇數に対する割合を、曲線に表はしたものを生存率曲線と云ふ。これ等の曲線より、任意の時間の断線率、及び

生存率が容易に求められる。

註: 断線率は、山形の曲線になり、生存率は、漸次に減少する垂下性の曲線になる。これ等の曲線の傾斜が急な程、各電球の寿命が揃つてゐることになる。

2.1.17 標準規定

(1) 電球の種別及び大きさ

種別	別	ワット制電球大きさ (W)					燭光制電球大きさ (C) (舊規格)					
		10.	20	30.	40.	60.	100.	200	300.			
単コイル	真空	10. 20					5.	10.	15			
	ガス入	30.	40.	60.	100.	200	300.	25.	40.	60		
二重コイル	織條電球	500. 1000.					100					
二重コイル	織條電球	30.	40.	60						25.	40.	60

(2) ワット制電球 (新規格)

種別	電球の大きさ (W)	初 特 性			寿命(時)	
		消費電力(W)	光 束 能 (ルーメン)	率 (ルーメン/W)		
単コイル	真空	10	10	72	7.2	2000
		20	20	170	8.5	2000
	ガス入	30	30	250	8.3	2000
		40	40	400	10.0	1500
		60	60	680	11.3	1500
		100	100	1300	13.0	1500
		200	200	3050	15.3	1500
		300	300	4950	16.5	1500
		500	500	9000	18.0	1500
		1000	1000	20000	20.0	1500
二重コイル	織條電球	30	30	315	10.5	2000
		40	40	465	11.6	1500
		60	60	780	13.0	1500

(3) 燭光制電球 (舊規格)

種別	電球の大きさ (C)	初 特 性			寿命(時)	
		消費電力(W)	光 束 能 (ルーメン)	率 (ルーメン/W)		
単コイル	真空	5	8.0	50	6.3	4000
		10	13.3	100	7.5	3000
		15	18.9	150	7.9	2500
二重コイル	織條電球	25	39.2	250	8.3	2200
		40	41.3	400	9.7	2000
		60	54.7	600	11.0	1800
		100	80.0	1000	12.5	1800

2.1.18 白熱電球の新規格 白熱タングステン電球の標準仕様書が、最近改訂された点を挙げて。

(1) **直線織條電球の廃止** 直線織條は、コイル織條に比べて、寿命が短く、ガラスや吊子の使用量が多い。又、荷造材料や運賃が増す不利があるので、原則的には廃止されることになつてゐる。

(2) **燭光制の廃止** 舊規格では光束の10ルーメンを以て1公稱燭光としてゐたが、新規格ではワット制のみとなつた。

(3) **品種の單純化** 電球の大きさを13種に減じて、資材の節約、生産高の増強、製造設備の單純化を圖つた。

(4) **寿命の短縮** 能率に重點を置いて、標準寿命を短縮した。

(5) **電球寸法の縮小** 電球の寸法を縮小しても、電球の温度上昇に著しい変化がないから、寸法を小さくして、資材を節約する。

その他、二重コイル織條電球並鋼製口金の採用がある。

2.1.19 試験 電球を受入れる時に行ふ試験について述べる。

(1) **構造試験** 電球の總數の平方根に相當する箇數だけ抜取り、抜取箇數の全體について電壓、ワット數、又は燭光數の表示、口金の寸法等を調べる。抜取箇數の80%以上が合格した時、總電球を合格とする。

(2) **初特性試験** 試験箇數は、(1.)と同一である。先づ、供試電球を定格電壓の120%で約40分間點燈し、電球の特性を略々一定にする——枯化と云ふ——更にガス入電球では、定格電壓で1分間點火し、封入ガスを安定させた後に、電球の消費電力、及び光束を測定する。この場合、電球の取付を常位置として、光束は球形光束計で測定する。

(3) **寿命試験** 比較的標準に近い電球を抜取箇數の5%だけ選ぶ(但し、5箇以上のこと)。これに50~60サイクルの正弦波交流電壓を加へ、電壓の變動を1%以下に保つて、斷線する迄の時間を測る。尙、記録電壓計を使つて、電壓の變動を記録する。

註: 上記の試験は所要時間が長い上に、電力消費量が大きい故に、豫じめ試験電壓と寿命の關係を規定して、真空電球には定格電壓の130%、ガス入電球には定格電壓の120%の過電壓を加へ、その寿命より定格電壓で點燈した時の寿命を推定することがある。斯様にすると、所要試験時間を著しく短縮することが出来る。

尙、以上の他に口金の接着強度、及びガラス球の温度測定を行ふこともある。

2.2 タングステン電球の種類

2.2.1 織條の形狀 (1) **直線織條** 主に熱損失の少い真空電球に用ひられる。製造が簡單であるが、他の織條に比べて、熱損失が増す。又、ガラスや吊子の使用量が多く、製作に熟練工を要する等の不利があるので、直線織條電球は廢止するやう勸奨されてゐる。

(2) **螺旋織條** 直線織條を螺旋狀に卷いたものでガス入電球に最も廣く用ひられる。熱損失が少く、織條の取付が容易で、然も丈夫な特長がある。



二重螺旋織條

(3) **二重螺旋織條** 螺旋織條を更に螺旋にしたもので、その長さは直線織條の約3%位になる。熱損失が特に少く、ガス入電球の特長を十分に發揮させることが出来る。

2.2.2 口金の温度 ガス入電球では、織條の熱がガスの傳導、及び對流作用によつて放散する。故に、口金やガラス球の温度は、真空電球よりガス入電球の方が高い。ガス入電球を下向きに點燈すると、ガラス球の温度は、頸の部分(大きい部分から小さい部分に移る處)が最も高い。これは、織條で熱せられたガスが、上昇してこの部分に突き當るからである。次に、口金の最終温度を示すと、下向點火に於て次の如くである。

電球の大きさ(W)	40以下	60~500	750以上
温度上昇(°C)	70~90	80~170	100~130

註: 電球の消費電力は、全部熱になつて織條の温度を上昇する。次に、この熱エネルギーの大部分は光線、赤外線、紫外線等のエーテル波となつて輻射し、残りの熱は球内のガスの對流及傳導に依つて傳達され、口金、ソケット、ガラス球及びその周圍を温める。

織條の温度が低くて、赤外線を多量に含むか、或はガスの封入壓力が高くて、熱の放散が大きいと、共に電球の能率が低下する。尙、ガス入電球でも真空電球でも、これを布等で包むと、布が輻射エネルギーを吸収して發熱し、引火して火災の原因になることがあるから注意を要する。

2.2.3 艶消電球 電球の能率を高めるために、織條の温度を上げ、或は、熱損失を少なくするために織條を集中して巻くので、電球の輝度は著しく高まつた。斯様な電球に透明外球を用ふると、眩輝（まぶしさ）の爲めに眼を疲労させ、且つ作業に危害を伴ふ虞がある。これを防ぐためにガラス球をすりガラスにする。これを艶消と云ふ。

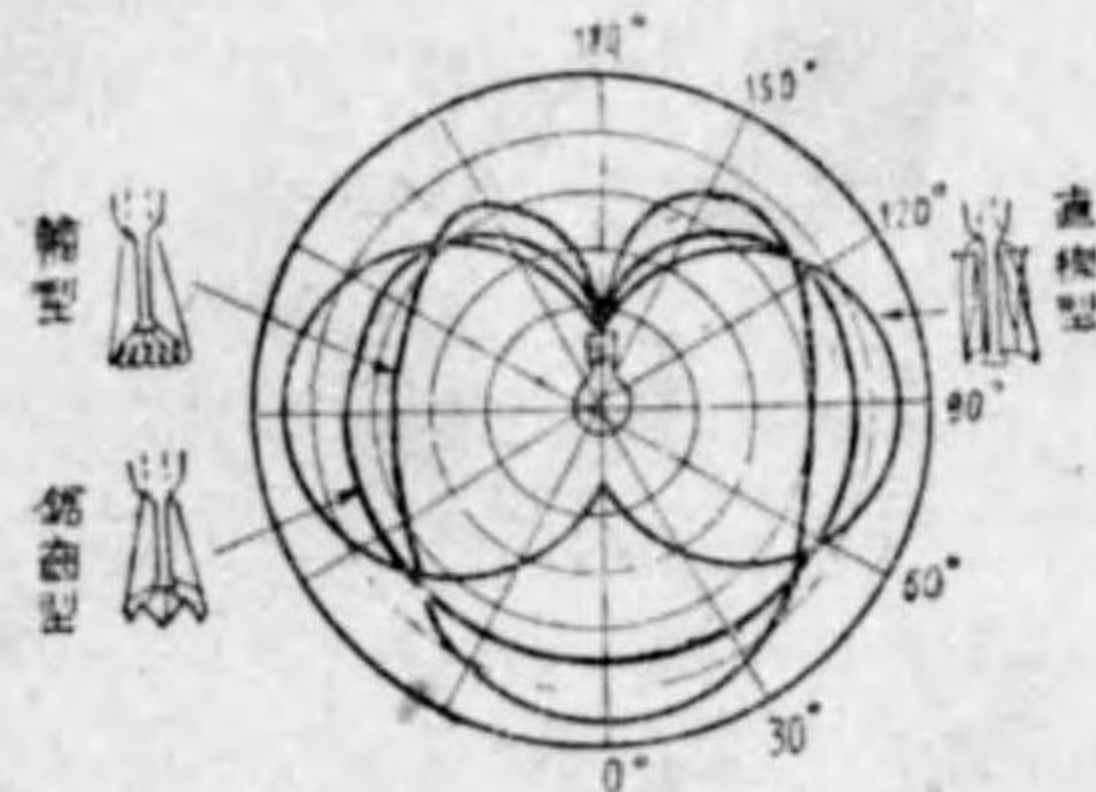


艶消の方法は、普通、弗化水素によつてガラスの内面を腐蝕させる、艶消電球には、圖のやうに全艶消、八分艶消（下八分を艶消）半艶消（下半分を艶消）等があるが、普通半艶消が用ひられる。乳白色ガラスに比べて光の吸収が少く、各波長の光を均等に擴散する等の特長がある。艶消電球の光の吸収率は、

	外面艶消	内面艶消	内面半艶消
光の吸収率(%)	6	2	1

註：以前には外面艶消が用ひられたが、これは汚れて透過率が悪くなり、體裁も悪いので現在では用ひられない。

2.2.4 配光曲線 光源から出る各方向の光の太きさを表はす爲に、配光曲線を用ふ。配光曲線には、次の2種がある。

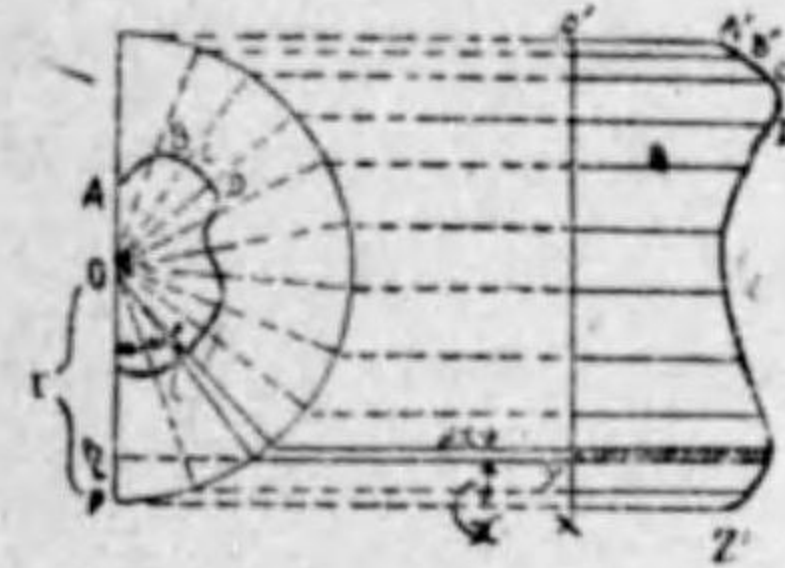


垂直配光曲線

(1) 垂直配光曲線 光源を垂直面で眞二つに切り、その面上の各方向の光度を、光源を中心にした其の方向の長さで表はし、其の先端を結んだ曲線を垂直配光曲線と云ふ。圖は、直線織條、輪型織條、及び鋸齒型織條の各電球に對する配光曲線を示したものである。圖より直線型は水平方向の光度が大きく、輪型は垂直方向の光度が大きいことが分る。

(2) 水平配光曲線 光源をその中心を通る水平面で切り、各方向の光度を、中心點（光源）からの長さで表はし、其の先端を連絡した曲線である。一般の光源では、水平方向の光度が各方向とも一樣であるから、水平配光曲線は大體圓形に近い。故に、普通、水平配光曲線は餘り必要でない。

2.2.5 ルーソー線圖 上述の配光曲線は、垂直面、又は水平面上で、光源より各方向への放射線の長さを、その方向の光度に比例させて畫き、放射線の頂點を連ねて得た曲線であつた。即ち、各方向の光度を極座標で表はしたものである。これを直角座標に直すと、ルーソー線圖になる。



ルーソー線圖

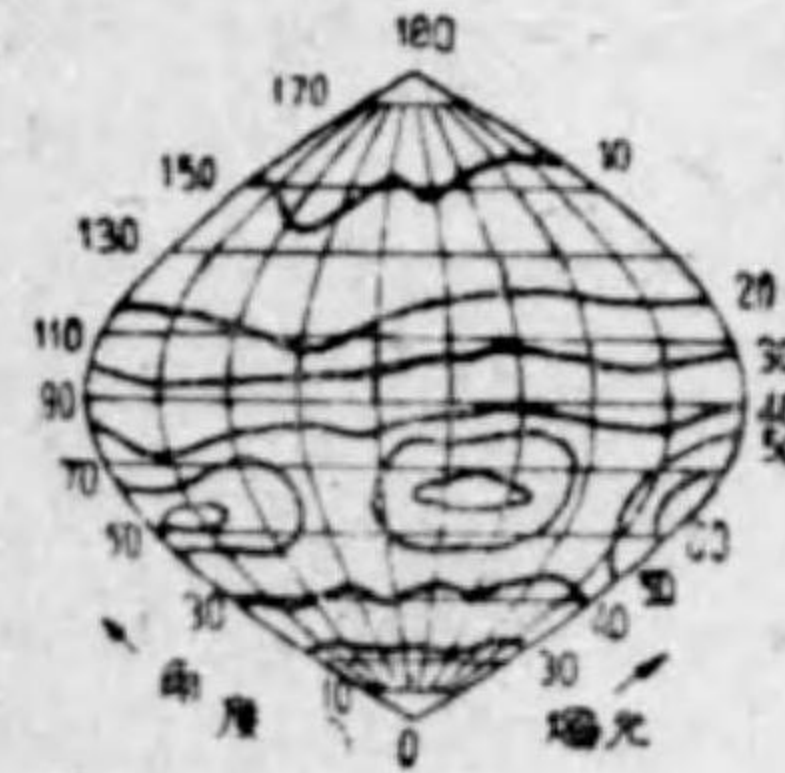
圖の左は配光曲線の半分である。光源を中心にして半径 r の圓を畫き、この圓周を幾つかに等分して、その各交點より水平に平行線を引く。次に、配光曲線の各方向の光度 OA, OB, OC, \dots の各長さに等しく、平行線の長さ $O'A', O'B', O'C', \dots$ を取り、その各頂點を連ねて曲線を畫く。これがルーソー線圖である。即ち、ルーソー線圖では、縦軸上に垂直面、又は水平面上の角度を表はし、横軸上にこの各角度方向の光度を表はした直角座標である。

ルーソー線圖の縦軸 $O'X'$ と、曲線 $O'A'B' \dots Z'X'$ との圍む面積は、光源の發する全光束に比例する。

2.2.6 等燭圖 垂直配光曲線と一口に云つても、燈軸を中心にした垂直面は無數にある譯である。故に、一般の配光曲線では、曲線上のある角度の光度は、この角度で燈軸を一周し、この圓周上の光度の平均値を取る。

水平配光曲線が大體圓形に近いときは、これでも別に支障はない。然し、光源の種類により、或は、光源に燈器を用ふると、燈軸に對して各方向の光度が著しく不同になる場合があり、上記の方法では適當でない。此の場合、水平面上のある角度宛すらせた多數の垂直面を考へ、その各垂直面上に垂直配光曲線を畫くと、光源の各方向の光度分布が推察できるが、これは甚だ煩雜である。

この不便をさけるために等燭圖を用ふ。これは、光源を中心にした球面を考へ、その半球の球面上の各部分を、



等燭圖

圖のやうに平面上に展開し、球面上で光度の等しい點を結んだ曲線を作り、これを展開圖の上に表はしたものである。丁度、地球の半球面上で、各地の高さを等高曲線で表はし、これを平面圖にくり開いたものと同様である。等燭圖は、光源を包んだ半球面上の各方向の光度を表はすから、他の半球面に對するものと二枚で、光源の總ての方向の光度が表はされる。

註：等燭圖には、正弦等燭圖と圓等燭圖がある。前圖は正弦等燭圖である。圓等燭圖もこれと同様であるが、半球面上の各部分を、圓形の平面上に表はす點が異なる。即ち、前圖はその形が、正弦波の正波と負波の2つの山形を、つき合せた形になるので、これを正弦等燭圖と云ふ。又、圓等燭圖の形は、半球面を投影した圓形である。

2.2.7 特殊タングステン電球 タングステン電球には、小は電球の直徑3mm（醫療器用）位から、大は50kW級（投光器用）まである。一般の家庭用には20~200W級が用ひられる。又、真空電球は40W位より以下に採用され、それ以上のものにはガス入電球が用ひられる。次に夫々の特殊用途のタングステン電球に就て説明しよう。

(1) **晝光電球** 白熱電球の光色は、日光に比べて赤味が強い。これは光源の溫度が太陽の溫度より低いためである。晝光電球は、普通のタングステン電球のガラス球に、コバルトを含んだ淡青色のガラスを用ひて、赤色の一部を吸収させ、その光色を日光に近づけた電球である。

晝光電球は、(1) 色の判別をする呉服店、花屋、洋品店、晝室等、(2) 夏季に涼しい感じを與へるために休憩處、照明看板など、(3) その他、實驗室、印刷工場、等に夫々用ひられる。

註：光色が赤味がかつてゐると云ふのは、波長の長い光線（赤色）を多く含んでゐることを意味する。

(2) **カナリヤ電球** これは晝光電球と反對に、光源から出る紫外線（波長の短い光線）をガラス球に吸収させた電球である。紫外線を嫌ふ晝室用や、或る種の眼病患者用等に用ひられる。

註：ガラス球には、淡黄色のウランを含ませる。

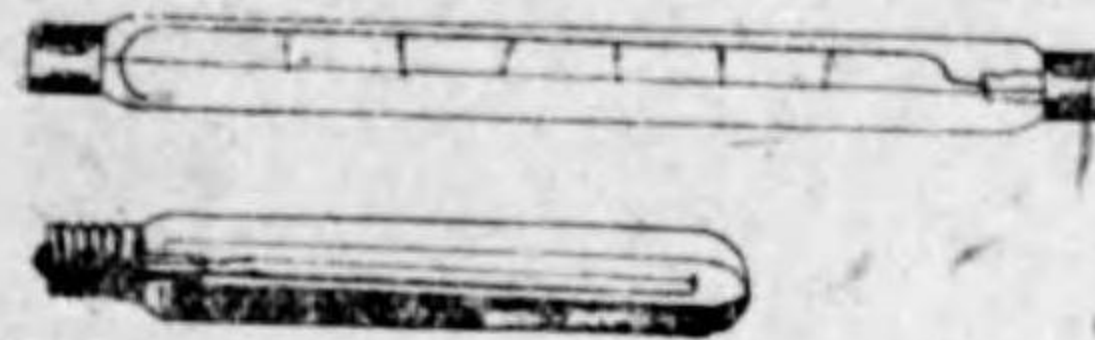
(3) **全光電球（内面白色電球）** ガラス球の内面に特殊の白色塗料を施すか、或は、ガラス球に乳色ガラスを用ひた白熱電球である。

艶消電球よりも輝度が低く、電球全體が一様に輝くので、感じが良い。笠のない照明器具や、寫眞用等に使用される。

註：100Wのガス入電球について輝度を比較すると、

種類	透明電球	艶消電球	全光電球
輝度 (燭/cm ²)	544	13	2.5

(4) **管型電球** 細長いガラス球の中に、織條を一直線にかけたものである。商店の飾函や飾窓等で、その隅（梁）に取付けて用ひられる。普通、ガラス球の内面の半分に白色塗料を施して、反射樋を不用にしてゐる。長さは13~31cm位、大きさは20~100W程度である。



管型電球

る。

註：光管電球は、ガラス球を特に細くして、全體を乳色にしたものである。建築化照明等に用ひられ、優美である。口金は兩端のものと、一端のものがある。

(5) **變色電球** 一つの電球の光度を、スイッチを切換へて變化できるやうにしたものである。三光電球（スリー・ライト・ランプ）は、織條の中間より更らに1本の導線を引出し、別に取り付けた開閉器（スイッチ）で、例へばワット数を40—60—100Wの3段に切換できるやうにしたものである。明視スタンド等に用ひられる。

又、普通の電球の口金の中に、別の豆電球を入れた親子電球もある。

(6) **低壓ガス入タングステン電球** 普通のガス入タングステン電球は、真空タングステン電球にガスを封入して、織條の蒸發を抑へ、その溫度を高めて、能率を向上させてゐる。然し、ガスを封入すると熱損失を増す、これはガスの壓力に比例する。一方、織條の蒸發を防ぐには、1/5氣壓位でも効果があるから、ガス壓を低くすると能率が增大する。これが低壓ガス入タングステン電球である。

(7) **サイン電球** 電氣サイン（1.13.2を参照）に用ふる小さい電球で、ガラス球に種々な色の塗料を塗るか、或は、着色ガラスを用ふる。塗料は内面に塗つた方が、剥げなくてよい。着色電球で普通

の無色電球と同一の明るさにするには、普通電球よりもワット数の大きいものを使用せねばならない。その割合は、

黄色 1.5 倍、橙色 2 倍、赤色 3 倍、緑色 3 倍、青色 10 倍。

(8) **信號燈電球** 電車、自動車、或は配電盤等の信號燈に用ふる。織條は 2 本にして、1 本が切れても他の 1 本が残るやうにし、又、小さく集中して光度を強める。車輛用のものは 30V 位であるが、配電盤用は 100V で、何れも電流を極力小さくしてゐる。

(9) **前照燈電球** 電車、自動車等の前照燈に使用する。織條を集中して、光の擴散を少くし、且つ、震動に耐へるやう織條を短くしてゐる。

(10) **電車用電球** 電車線の電壓は、600V 以上であるから、數箇の電燈を直列にして回路に結ぶ。各電球の電壓分布を等しくするために、夫々の織條は一樣にせられてゐる。又、車體の震動に堪へるため、織條の吊子を増して、特殊のかけ方をしてゐる。

註：電車線には、一般に直流が用ひられるので、交流のやうに變壓器を使用して、簡単に低電壓を得ることが出来ない。又、直列にした電球の 1 箇が斷線した時、口金の部分で自動的にこの電球を短絡し、停電を防ぐやうにしたものもある。

(11) **寫真電球** 寫真を撮影する時の照明や、原板の焼付け等に用ひられる。ワット数が大きいので、織條の溫度を高めて高能率にする。従つて、壽命が著しく短い。市販品には 250W 12 時間、450W 90 分等がある。

註：普通の電球に、單巻變壓器を使つて、撮影時だけ高い電壓を加へるやうにしたものもある。

(12) **閃光電球** 電球形のガラス球内にアルミニウム箔、酸素、及び點火用織條を封入したものである。1.5V 以上の電壓を加へると、點火した瞬時に閃光を發する。これと同時に寫真を撮る。壽命は只の一回であるから、マグネシウムに較べて費用は嵩むが、無煙、無臭で火災の虞れがない。電源は電池、電燈線の何れでもよい。

(13) **活動寫真映寫用電球** 活動寫真の映寫用には、從來、炭素弧光燈が用ひられたが、フィルムに引火する虞れがあることや、取扱が面倒なため、最近ではタングステン電球が用ひられてゐる。光のむらを防ぐために、織條を同一の平面に縮めて置き、反射鏡と凸

レンズを用ひて強い平行光線が得られるやうにしてゐる。普通、上向きで點火する。

(14) **投光器用電球** 反射鏡、又はレンズ等の光學装置と組合せて、一定の方向に集光する投光器の光源に用ふる。光の擴散を防ぐために、織條を極力小さく集めて、點光源に近くする。このやうな織條を集光型織條と云ふ。ガラス球には特殊の耐熱ガラスを用ひ、普通丸型である。

(15) **水冷式電球** 電球のガラス球を二重にして、その間に水を流し、織條より發散する熱、及び赤外線の水に吸収させる。熱を嫌ふ實物幻燈機用、或は醫療方面に用ひられる。

註：熱は赤外線によつて傳へられるが、水はこれをよく吸収するので、電球からは殆んど熱を放散しない。

(16) **三相電球** 3 組の織條を三角形、又は星形に接続して、一箇のガラス球内に入れたものである。圖のやうに多數の織條を用ひて、1 本が切れても三相回路が著しく不平衡にならぬやうにしてゐる。



三相電球

本電球は、普通のものに較べて大燭光のものが容易に得られ、配光曲線も任意の形にできる。劇場、大工場、大廣場等の照明に用ひられる。

(17) **鑛山電球** 鑛山の坑内で使用する電球である。坑内では爆發性のガスを發生する機會が多いので、電球のガラス球を二重にし、内側のガラス球には小孔を設ける。外側のガラス球が壊れても、小孔から空氣が侵入して、織條が焼け切れるので、爆發の危險がない。又、坑夫の携帯する安全燈は、蓄電池によつて點燈するため、小型で高能率にしてある。

(18) **トーキー用電球** トーキーでフィルムの音を再生する時、フィルムの録音部を通して光電管に光を送る電球である。織條を一直線に取付け、ゆるまぬやうにしてある。若し之れがゆるむと、再生した音響に歪を生ずる。

(19) **豆電球** 懐中電燈、信號燈、自動車等の前照燈、鑛山用の安全燈等に用ひられる極く小さい電球である。電池で點火するので、壽命を犠牲にして、能率を良くしてゐる。使用電壓は 1.5~6V 位で

ある。

(20) 紫外線電球 (バイタライト電球) 普通の電球では、白熱織條より發散する紫外線 (波長の短い光線) が、殆んどガラス球に吸収されて、外部には僅かしか出ない。紫外線電球は、紫外線を透過する特殊ガラスを用ひ、織條溫度を高めて、紫外線の發散を増した電球である。日光浴の代りに用ひて健康増進、皮膚病の治療等を計る。壽命は 500 時間位、容量は 300~500W 程度である。

註: この電球では赤外線も相當に出て、光浴を行ふ時に暑いから、赤外線を吸収するために、青色のガラス球を用ひたものもある。

2.2.8 200V 電球 電線量の節約等のため配電線の電壓を高壓側 6600V、低壓側 (電燈線) 200V と従來の 2 倍に上昇すると、200V 電球を使用しなければならない。然し、200V 電球は 100V 電球に較べて、次の點が劣つてゐる。

(1) 小ワット電球の製作困難。同一のワット數では電流が 1/2 になるため、織條を細くせねばならない。真空電球で 15W 級以下のものは製作が困難である。

(2) 初能率の低下。織條が細く、且、長さが増すので、熱損失が増加し、電球の能率が低下する。

註: 例へば、40W の兩電球に對して能率の概數を示すと、

100V 40W 10 ルーメン/ワット (ガス入電球)

200V 40W 8.5 ルーメン/ワット (真空電球)

(3) 其の他、織條が細いので、斷線し易い。又、織條の支持方法が面倒で、製造費が増し生産高が低下する。

註: 電線路の電壓を上昇すると、同一電力の負荷に對して電流が減少するので、線路の電力損失が減少する。又、同一電力損失とすると電流が増加できるため、更らに大きい電力を送ることが出来る等の利點がある。

3 放電燈、弧光燈

3.1 放電燈

3.1.1 放電現象 圖のやうなガラス管内に、或るガスを數耗 (水銀柱) の壓力で封入し、兩端の電極 NP 間に直流の高電壓を加へ



- A...陰極光
- B...クルツクス暗部
- C...陰光芒
- D...ファラデー暗部
- E...陽光柱

ると管内に美しい光が發生する。即ち、管内に放電が起きる。これを詳しく調べると、

A...陰極 N 自身が、僅かに光つてゐる。これを陰極光と云ふ。

B...A の次に、幅の狭い光らない部分がある。これをクルツクスの暗部と云ふ。

C...B の次に、幅の狭い光つた部分がある。これを陰光芒と云ふ。

D...C の次に、再び暗黒の部分がある。これをファラデーの暗部と云ふ。

E...D の次は、陽極 P まで一様に光つてゐる。これを陽光柱と云ふ。

この陽光柱や陰光芒の光を利用したものが、放電燈である。

このガラス管 (放電管) を短くして行くと、陽光柱の長さのみが短くなり、遂に陽光柱は全くなつて、陰光芒のみが残る。反対に管を長くすると、陽光柱が長くなつて、美しい光を發する。この光の色は、ガラス管内に封入するガスの種類によつて、次のやうになる。

陽光柱と陰光芒の光色

ガス	ネオン	アルゴン	ヘリウム	水銀	窒素	酸素
陰光芒	黄赤	赤紫	白緑	緑	青	黄白
陽光柱	橙赤	紫	薄黄	青	黄	レモン

註: 放電管内の兩端に加へた電壓 (放電電壓) は、陰極、及び陽極の附近の大きい電壓降下で、大半消費される。他は、陽光柱で一様に電壓が降下する。

この放電電壓は、管内のガス壓が數耗 (水銀柱) のとき、最も小さい。ガス壓をこれより高めると、次第に電流が減少して、遂に火花が發生する。反対にガス壓を低くすると、陽光柱は次第に陽極側へ押しやられ、遂にクルツクス暗部が管全體に擴がる。

3.1.2 放電燈の各種 放電燈には、管内に封入するガスによつて、次のやうな種類がある。

放電燈の各種

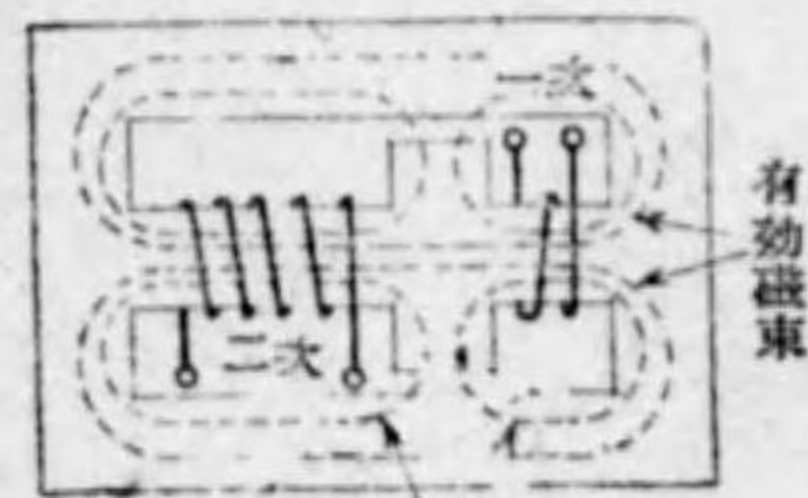
種類	封入ガス	同圧力(耗)	能率 (ルーメン/W)	光色	用途
ネオン管	ネオン	0.1~3	10~20	橙紅	廣告, 看板
ムーア管	炭酸ガス	0.1~0.5	5	純白	色物識別
ネオン電球	ネオン	3~10	2	黄橙	寢室用燈
螢光燈	窒素 アルゴン	(外球はウ ラン硝子)		黄綠	終夜燈, 裝飾

3.1.3 ネオン管燈 光の色が鮮かであるから、都市の夜を飾るネオンサインとして、良く知られてゐる。次に、ネオン管の特性を述べると、

(1) **放電電壓** ネオン管の長さを短くすると、放電電壓は低くなるが、或る最低の電壓がある。これは陰極の電壓降下に相當するもので、交流で60V、直流で90V位である。反對に管を長くすると、陽光柱の電壓降下が相加はつて行く。この値は、1米當り1000V位であるから、通常、10米につき10000V程度の變壓器を1箇用ふる。

(2) **電流** ネオン管の電流は大體20mA程度で、管の長さや太さには殆んど影響がない。然し、管の細い程陽光柱の電壓降下が大きいため、細い管は消費電力が大きく、強い光を發する。尤も、これは同一の變壓器を使用した場合で、變壓器を變へると、消費電力も變化する。要するにネオン管の電流は、變壓器によつてほぼ定まる。

(3) **ネオン變壓器** ネオン管の放電電壓は相當に高い。且つ、最初點火させるには、點火中の電壓の1.5倍位の電壓を要する。又、ネオン管の電流が増すと、放電電壓が低下するので(負特性)、これを直接電源に結ぶと、過大電流が流れて、ネオン管を破壊する虞れがある。故に、特殊のネオン變壓器を用ひて、これを點燈する。



漏洩磁束
ネオン用漏洩變壓器

ネオン變壓器の構造は、圖のやうに、鐵心の兩脚の間に磁氣分路(マグネティック、シャント)を設けたものである。變壓器の二次、即ちネオン管に電流が流れると、磁氣分路に大きい漏洩磁束が生じ、その逆起電力によつて、——と云ふことは、二次の自己インダクタンスが大

きくなつて、其の電壓降下を増すことを意味する——二次端子電壓が大きく降下し、ネオン管の過大電流を防ぐ。

ネオン管は人の觸れ易い處に取付けるので、ネオン變壓器に對して、電氣工作物規程には、次のやうな規定がある。

一次電壓 100V 二次無負荷電壓 15000V以下
二次側の短絡電流 50mA以下

ネオン變壓器の能率は、85%程度であるが、力率は、漏洩リアクタンスが大きいので非常に悪く、30~40%位である。但し、一次側に蓄電器を並列にして、力率を95%位に改善したものもある。

註: 市場にあるネオン變壓器の二次電壓には、3000V, 6000V, 9000V, 12000V, 15000V等があり、ネオン管の長さによつて、適當な電壓のものを選ぶ。又、變壓器の容量は、40~500VAである。

ネオン管の發散する光束は、大體に長さ1米に付120~150ルーメンである。

(4) **特殊ネオン管** ネオン管中に、或るガスを混入すると、管内に光の細い波が出來て、緩やかに搖れる。又、管内に更らに細いガラス管を數本入れると、光の通路が移動する。

斯様なネオン管は廣告用に好適である。

註: ネオン管を數千時間點燈すると、管内のガス壓が下つて、チラツキを起すやうになる。

3.1.4 ムーア管 上記のネオンの代りに、炭酸ガスを管内に入れたものである。光の色が白色であるから、色物を識別する場所に用ひられる事があるが、最近では殆んど使用されない。

註: 炭酸ガスは、ガラス管に吸収されて次第に消失するので、補給する必要がある。

3.1.5 ネオン電球 コイル狀に卷いた2本の電線を、2~3耗隔



ネオン電球

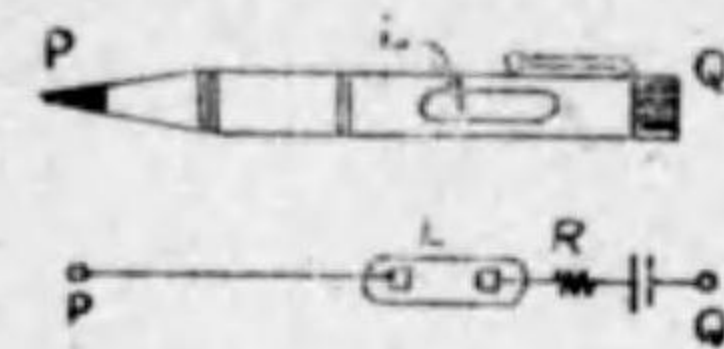
て、ガラス球内に入れ、これにネオンガスを十數耗の壓力で封入する。更らに、ネオン管と同様に過大電流を防ぐために、數千オームの抵抗を口金の中に納めて、直列としてゐる。これは前記の陰極光のみを利用したものであるから、直流電源では陰極のみが光り、交流電源では、兩極が交互に光る。但し、50~60~では、眼には兩極が光るやうに見へる。

ネオン電球の用途は

- (1) 消費電力が小さいので、配電盤の表示燈、寢室の終夜燈。
- (2) 一定の電圧で點火するので、檢電器や測定器。
- (3) 陰極のみが光るから、直流の正負判別用。
- (4) 光度が電流の値に比例し、その變化に遅れがないので、トーカー、テレビジョン、ストロボスコープ用（測定新書 87 頁を参照）。
- (5) 電極を特殊の形にして、廣告用などに採用する。

註：市販品には、消費電力 0.1~3W, 電壓 100~200V, がある。

3.1.6 ネオン檢電器 ネオンを低壓で封入した小型放電管 L と、高抵抗 R , 静電容量 C を直列にして、普通、万年筆型のケースに収める。 Q を手で握つて P を充電體に觸れると、ネオン管 L は人體を通じて放電し、赤褐色の光を出す。これで回路の充電されてゐることを知る。一停電して居ると光らない一



ネオン檢電器

尚、 R は、人體に流れる電流を制限するために用ひられる。

註：上記は低電壓用である。

3.2 弧光燈 (アーク燈)

3.2.1 弧光燈の各種

種 類	極 物 質		發光物質	交流 直流	弧 光 電 壓 (V)	光 色	能 率 ルーメン ワット	命 壽 (時間)	用 途
	陽 極	陰 極							
炭素弧光燈	炭素又は 金屬電極	炭素又は 金屬鹽	火極の上の 陽極に流 した炭素 の蒸気	交直	直 50~60 交 30~40	両極炭素 青白色	直 8~12 交 8	短命 8~20 長命 80~150	活動寫眞撮影 及映寫, 探照 燈
マグネタイト 弧光燈	銅	マグネタイト	陰極の蒸 氣	直	75~80	白色	7~20	陰極 100~ 250	街路照明
タングステン 弧光燈	タングステン 小球	タングステン 線	タング ステン 小球の白 熱	交直	50 55	白色	17~30	200~ 300	點 光 源
石英管水銀燈	タングステン	水銀	水銀蒸氣	交直	50~75 50~75	白色 (赤色をく)	30	1000	紫外線發生用 として醫藥, 等 殺菌, 消毒
ガラス 管燈	水銀	水銀	水銀蒸氣	交直	50~75 60~75	青綠色	13~20	1000	工場照明, 生活 寫眞撮影

3.2.2 弧光燈の原理 2つの炭素棒を突き合せて、これに直流電流を流すと、接觸部は、接觸抵抗が大きいため著しく熱せられる。次に之を少し引離すと、兩炭素棒の間に火花を發生し、これが炭素棒（電極）を更に熱して、炭素が蒸發する。電流は、この蒸發した炭素の氣流を通じて、引き續き流れる。この氣流を通じて電流が流れるので、この部分から強い光を發する。

この時、陽極は約 3500°C に熱せられ、その先端に白熱の凹所（火坑、クレーターと云ふ）が出来る。又、陰極は約 2700°C に熱せられる。弧光燈の發光は、陽極の火坑が大部分で（95%）、氣流及び陰極からも發光する。

註：弧光燈で電極の物質を變へると、蒸發した蒸氣も異つて来るから、光色や、弧光中の電壓降下（電弧電壓、又は弧光電壓と云ふ）等が違つて来る。

3.2.3 弧光燈と放電燈の比較 弧光燈と放電燈の異なる點は

弧 光 燈	放 電 燈
①電流は、電極の蒸氣中を流れるから、光色は電極物質によつて定まる。	①光色は、電極の物質に無關係で、封入ガスによつて定まる。
②電弧を發生させるために、始動装置が必要である。	②自然に放電を發生するので、始動装置を要しない。
③供給電壓が低い。	③供給電壓が高い。
④輝度は、一般に高い。	④輝度は一般に低い。
⑤一般に直流を原則とする。	⑤直流交流何れでもよい。
⑥一般に消費電流が大きい。	⑥一般に、消費電流が小さい。

3.2.4 炭素弧光燈 陽極、陰極共に炭素棒を用いたものである。使用中、電極が次第に消耗して電弧の長さが増し、電弧が不安定になる。其處で、手動か、又は電磁石によつて自動的に、電極間の間隙を一定に調整する。

弧光燈は、普通直流、交流いづれにも使用できるが、直流の方が高能率である。即ち、直流では陽極に火坑が出来て、この部分から大部分の光が發散するが、交流では、兩電極が直流の陽極のやうに高温度にならない。従つて、火坑も出来ず、能率が低い。

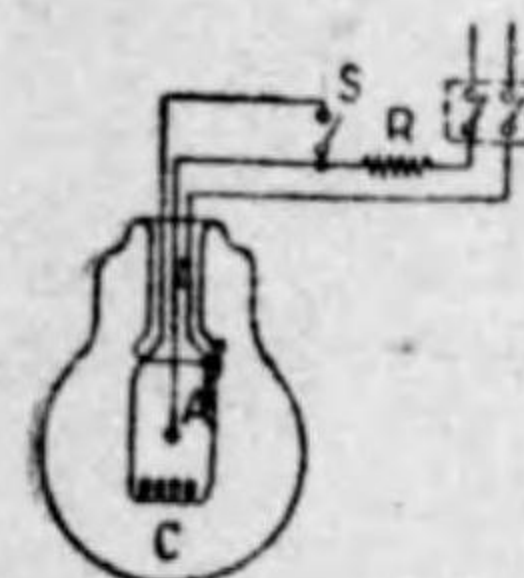
弧光燈は輝度が大きいので、探照燈や活動寫真映寫用等に用ひら

れるが、最近ではタングステン電球がこれに代つてゐる。

3.2.5 發焰弧光燈 炭素棒電極の芯に、弗化カルシウム、又はバリウム鹽等の物質を填めたものである。これ等の物質の蒸氣に電流が流れると、著しく強い光を發するので、炭素弧光燈の約7倍の輝度を得られる。

註：尙、弧光燈には開放型と密閉型の別がある。前者は、輝度が大きく能率が高いが、電極の消耗が早い。後者はその反對である。

3.2.6 タングステン弧光燈 ガス入電球と同様に、窒素、又はアルゴンを封入したガラス球の中に織條 C とタングステンの小球 A（直徑 2~3.5mm）を入れたものである。點燈するには始め S を入れて織條を白熱し、これより熱電子を出して附近のガスを導電状態に（電離）する。従つて、數秒後には、タングステンの小球と織條間に電弧が發生し、タングステンの小球が白熱する。其處で、これからも熱電子を放射するやうになるので、織條の電流を斷つて起動を終る。



タングステン
弧光燈

本弧光燈は、點光源として顯微鏡寫眞、幻燈寫眞の引伸し用等に使用される。

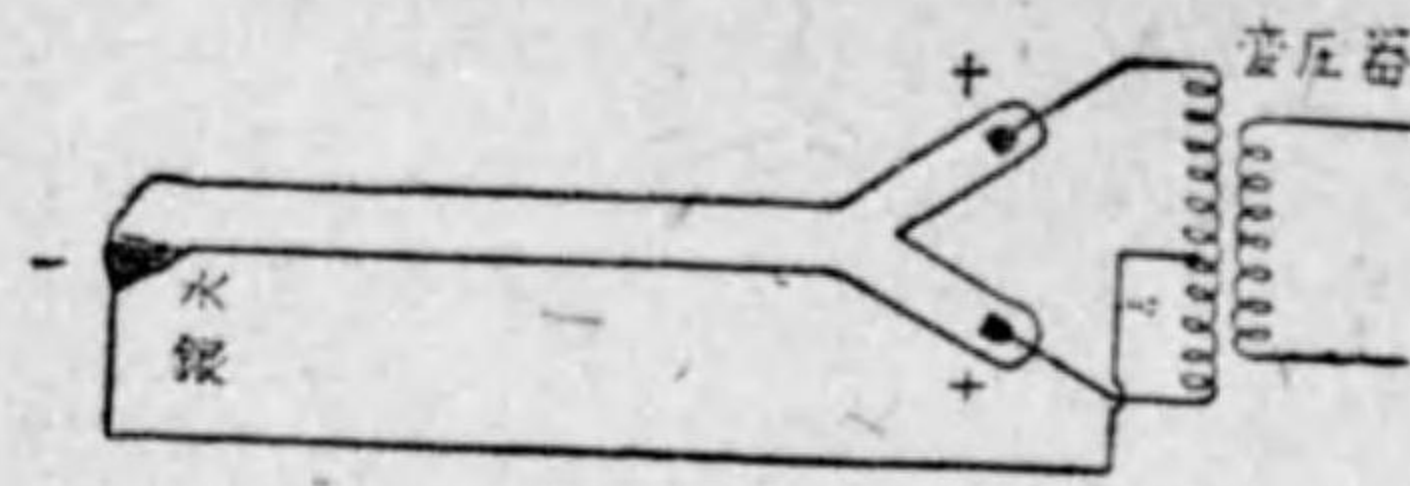
3.2.7 水銀バイタライト弧光燈（水銀バイタライト・ランプ） 白熱電燈と水銀弧光燈を組合せたもので、ガラス球内に僅かの水銀が入れられている。點燈すると織條が白熱し、この熱で水銀が蒸發する。水銀蒸氣は電流が流れ易いので、織條の兩端間に電弧が發生する。この電弧より多量の紫外線が出るので、ガラスに紫外線透過ガラスを使つて、紫外線浴等に用ひられる。



水銀バイタライト
弧光燈

3.2.8 水銀弧光燈（水銀燈） ① **ガラス管水銀弧光燈** 細長いガラス管の一端に水銀の陰極を、他端に鐵の陽極を封入する。交流用のものは、圖のやうに陽極を2箇にして、變壓器の中性點に陰極を結び、2箇の陽極を交流の半波毎に交互に使用する。

點燈するには、管を傾けて陰極と陽極を水銀で短絡し、元に戻す



ガラス管水銀弧光燈

と、その瞬間、水銀の切れ目に電弧を発生する。この際、水銀が蒸發し、水銀蒸氣を通じて放電を起す。以後は、放電によつて温度が昇

り、水銀蒸氣の温度は中央で500°C、管壁で120°C位になる。

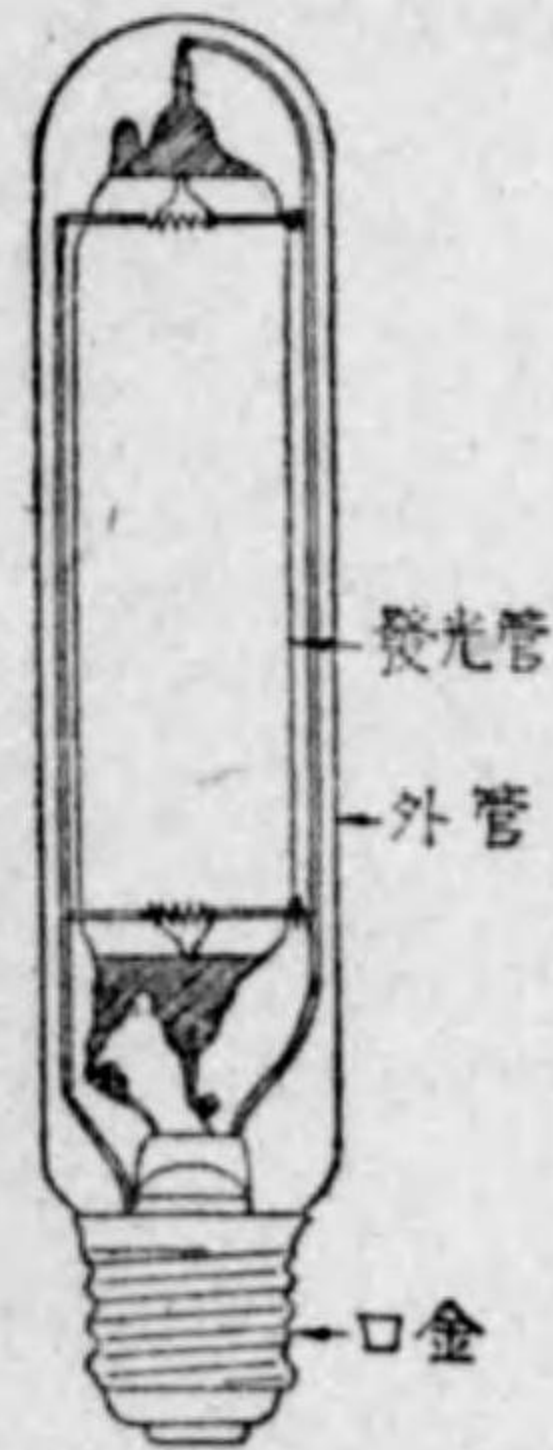
光色が青色であるから、一般の照明には適さないが、紫外線を多く出すので、青寫眞の焼付等に用ひられる。又、發光面が広いので、輝度は低い。

② 石英管水銀燈 (太陽燈) 上記のガラス管の代りに、石英管を用ふる。點燈中の水銀蒸氣の温度は1400°C、管壁の温度は480°C位になり、管内の水銀蒸氣の壓力も2氣壓程度に達する。

管の長さを短くし、管内の水銀蒸氣壓を1氣壓位にすると、多量の紫外線を出すやうになる。これを太陽燈と呼び、醫療や殺菌等に用ひられる。

註：光色は、青白く、多量の紫外線を出すので、一般の照明用には適さないが、寶石や文書等の鑑別用に用ひられる。

尚、放電燈は陰極の温度が低いので (冷陰極と云ふ)、これから放電に必要な電子を放射させるために、陰極部に大きい電壓降下を生ずる。然し、弧光燈は陰極の温度が高いので (熱陰極と云ふ)、これから熱電子を容易に放出し、陰極の電壓降下が小さい。



高壓水銀燈

3.2.9 高壓水銀燈 ガラス管の両端に、主電極とその一方に接して補助電極を置き、管内に水銀と少量のアルゴン封入する。電圧を加へると、主電極と補助電極間に陰極微光放電を生じて、電子及びイオンが放出し、次で、管の温度が昇ると、水銀が蒸發して、十數分の後には水銀蒸氣の放電に移る。その光色は青白色で、多量の紫外線を出し、能率が良いので道路や公園、工場、運動場等の照明に用ひられる。

點燈中の管内の水銀蒸氣の壓力は、數十耗〜

1氣壓位に達する。又、管を二重にして、その間を真空にし、放熱を防いで管内の温度を高め、能率を良くしてゐる。尚、點火用の電極を一方の電極の近くに置き、最初この間に放電を起させる。

一般の弧光燈と同様に、放電電流が増すと、放電電圧が下るので (負特性)、放電を安定にするために、漏洩變壓器 (交流100V用) 又はリアクタンス (交流200V用) を用ふる。

高壓水銀燈の定格

大 小 (W)	全 長 (mm)	能 率 (ルーメン/W)	點火電壓 (V)	點火電流 (A)	壽 命 (時)	點火中水銀壓力 (耗)
85	14	30	20 (250)	0.6 (0.4)	500	數氣壓
250	20	30	20 (70)	5 (4)	2000	300
400	33	40	20 (150)	5 (3)	2000	760

註：點火電壓の括弧外は、始點時の電壓を、括弧内は定常時の電壓を、夫々示す。又、點火電流の括弧外は、始點時の電流を、括弧内は定常時の電流を各々示す。

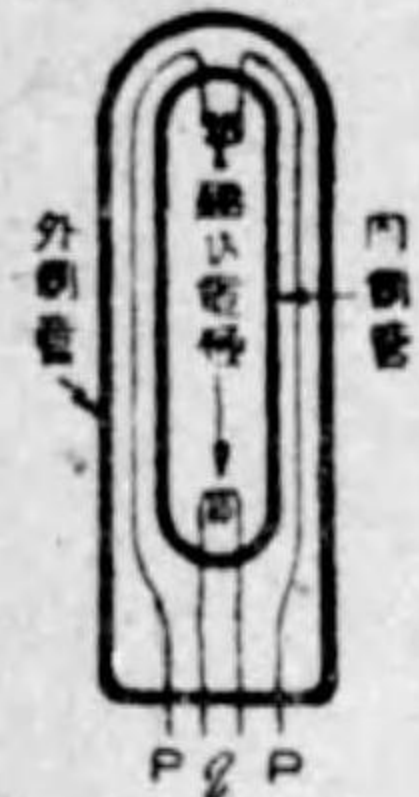
3.2.10 超高壓水銀燈 高壓水銀燈が點燈中の管内水銀蒸氣壓を、數十〜300氣壓に高めると、光色が白色に近づき、能率が50〜80ルーメン/ワットにも達する。又、輝度が極めて高く、小型にできる。放電管球には、温度が高いので石英管を用ひ、これを普通の白熱電球と同様なガラス球内に入れる。

未だ餘り普及されてゐないが、一般の照明用として最も理想的である。

超高壓水銀燈の定格

大 小 (W)	電 壓 (V)	蒸 氣 壓 (氣壓)	能 率 (lm/W)	輝 度 (ストルブ)	長 寸 (mm)
500	600	160	59	25000	10

3.2.11 ナトリウム燈 ガラス管を二重にして熱損失を防ぎ、内管にナトリウム、及びアルゴン・ガスを封入する。點火するには、兩電極のタングステン織條を白熱して、これより熱電子を放出させ



ナトリウム燈

ると、先づアルゴンが放電して温度が昇る。そのためナトリウムが蒸発し、数分後には、ナトリウムの放電になる、

光色は黄色。単光色——波長は $589\text{m}\mu$ ——で、眼の最大感度の波長 ($556\text{m}\mu$) に近いから、能率が非常に良く、管自體の能率は 500 ルーメン/W にも達する。但し、織條を赤熱する電力や、放電を安定に保つ安定抵抗の電力損失を含めると、全體の能率は $(35\sim 60)$ ルーメン/W 位になる。

用途は、黄色が強いので室内照明には適さないが、単色光で視感度のよい點から街路照明や精密工場照明用として用ひられる。尙、管内の温度は、 $200\sim 250^\circ\text{C}$ 位になる。

註：高壓水銀燈もナトリウム燈も、共に一度停電すると、再點火するのに10分間位かゝるから、街路照明に使用する時には、白熱電燈と併用する。

3.2.12 螢光放電燈 一般に光源からは可視光線の外に、赤外線や紫外線等も出るが、これ等は照明に役立たない。水銀燈のやうに紫外線の強い電燈では、放電管の管壁に螢光物質を塗り、これに紫外線等が當ると可視光線を發するやうにする。すると、電燈の能率が向上し、光色も白色に近づく。これは低壓水銀燈、高壓水銀燈及びネオン管等に應用される。

註：螢光物質には、主に珪酸亜鉛、珪酸カドミウム、硫化亜鉛等が用ひられる。

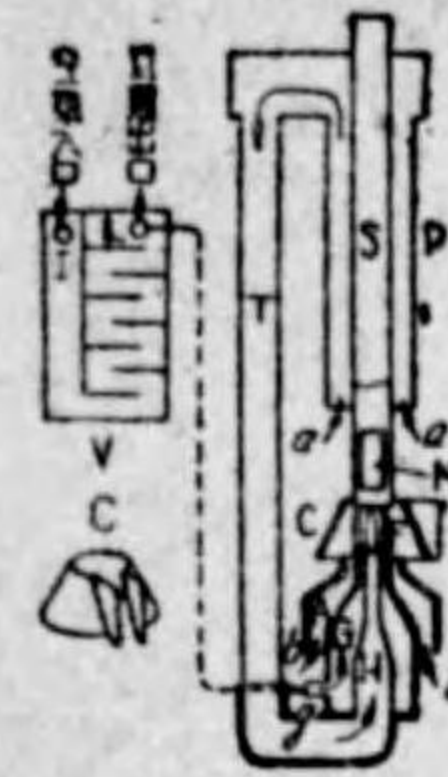
4 測 光 學

4.1 光度及び照度の測定

4.1.1 標準光源 或る光源の光度を測るには、その光度を標準光源の光度と比較して、定める。

1 燭光の光度とは、氣壓 760 耗で、1 立方メートルに付 8 立の水蒸氣を含む空氣中にて、燃焼するハーコート氏 10 燭光ペンテーン燈の光力の $1/10$ 、と定められてゐる。

① **ペンテーン燈** 圖に於て、ペンテーン・ガスと空氣の混合物は、



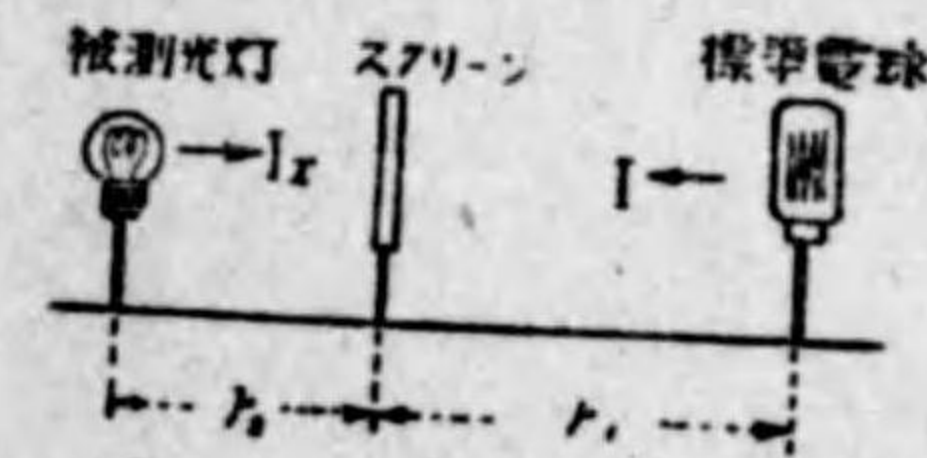
ペンテーン燈

g の孔から G の區劃へ送り込まれる。更に混合ガスは H 内で噴出し、これに點火する。燃焼に必要な空氣は、一部分は bb の孔から A の區劃に入り、他は aa の孔から入り、 T を通つて H より供給される。焰の上部には火屋 S があり、その窓 M の高さ迄焰の高さを一定に保つ。この焰の光度を、圓錐形の蔽 C の窓より取り出す。本器は、光度の一次原器 (最も標準になる原器) である。

② **標準白熱電球** ペンテーン燈は、取扱が甚だ面倒であるから、實用上の原器には標準白熱電球を用ふる。これを光度の二次原器と云ふ。織條温度を確めてなるべく光度の變化が少いやうに設計されてゐる。

註：標準白熱電球には、織條を一平面上にかけて、常に一定方向の光度を取るやうにしたものもある。

4.1.2 光度計 (1) 長型光度計 光源の光度を測定するには、圖



長型光度計

のやうに標準電球と被測光燈(供試燈)との間に不透明の擴散反射板(スクリーン)を置き、兩電燈との距離 r_1 r_2 を加減して、スクリーンの兩側の照度を等しくする。これを、測光平衡を取ると云ふ。光源からの照度は距離の自

乗に逆比例するから (逆二乗の法則)

$$\text{* スクリーンの各面の照度 } E = \frac{I}{r_1^2} = \frac{I_x}{r_2^2}$$

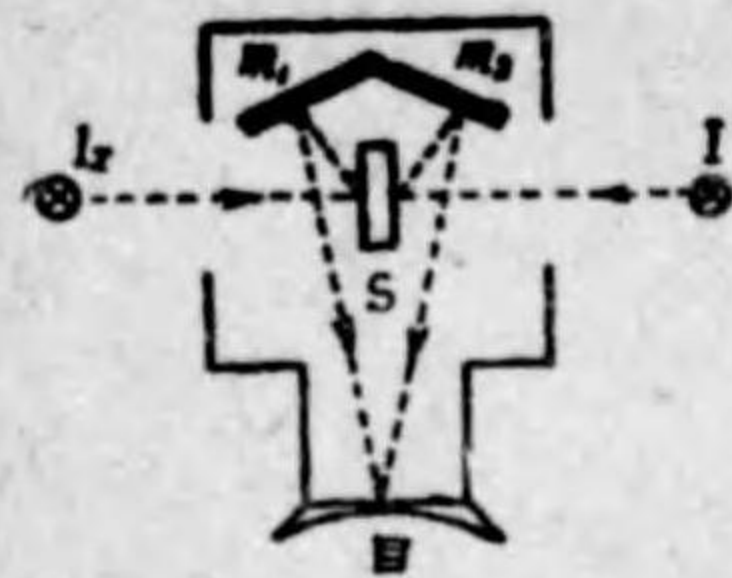
但し、 I ……標準電球の光度、 I_x ……被測光燈の光度

r_1 r_2 ……標準電球、及び被測光燈とスクリーン間の各距離。

$$\text{故に被測光燈の光度 } I_x = I \times \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

この距離 r_1 、及び r_2 を測るのに便利なやうに、目盛を施した台上で兩電球を移動する。この台を光度計架台と云ふ。又、スクリーンの兩側の照度を同時に眺めるために、次のやうな考案がある。

(2) **ブンゼン光度計** 圖の S はスクリーンで、白紙の中央の一

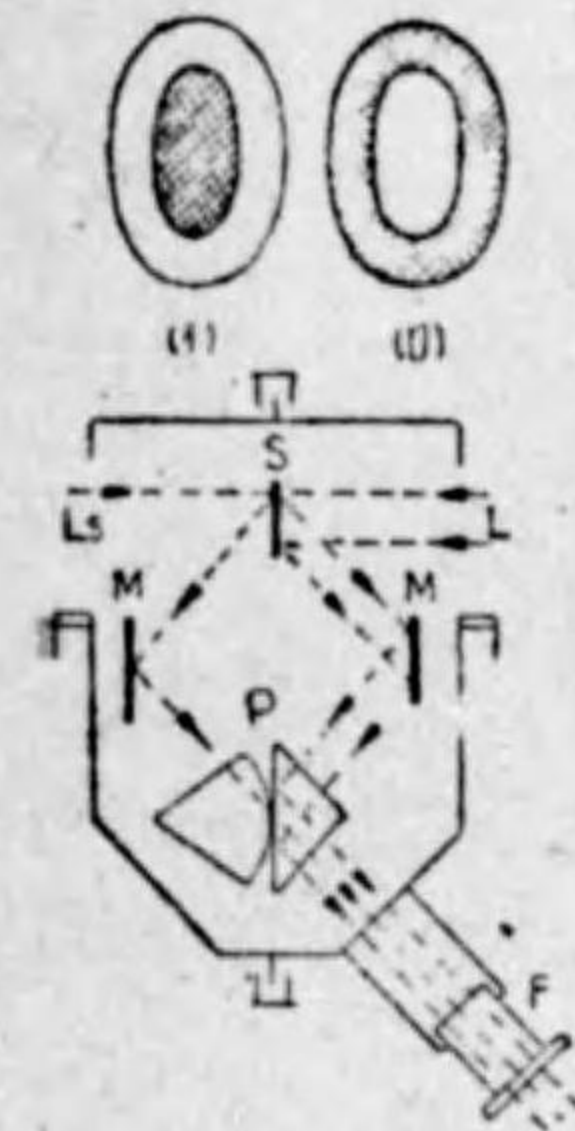


ブンゼン光度計頭部
くする。

部にパラフィン蠟を滲み込ませて、この部分を半透明にしたものである。このSの両面を、標準電球と被测光燈で夫々照し、その両面の照度を鏡 m_1 及び m_2 に映して、圖の(目)の位置より兩照度を同時に見る。斯様にして、Sの両面の照度を精密に等しくする。

註: 半透明の部分は、測光平衡が取れてゐない時でも、常に両面の照度が相等しい。故に、この部分と不透明の部分の照度の差を、両面について比べると、一層に測光平衡が取り易い。

(3) **ルンメル、プロデュン光度計** 本光度計も、ブンゼン光度計と同様にスクリーンSの両面の照度を、同時に見るやうにしたものである。



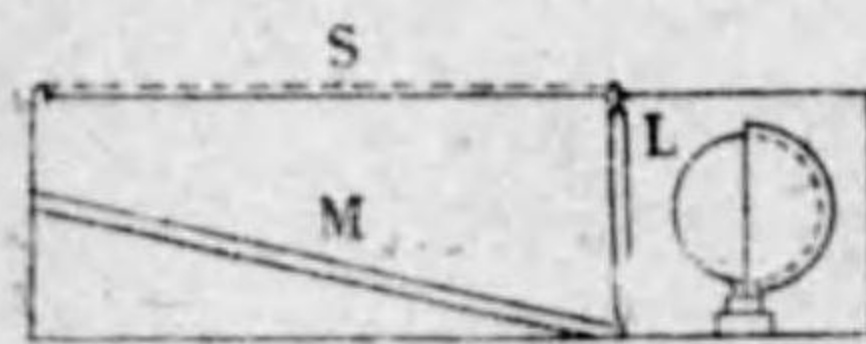
ルンメルプロデュン光度計

圖のPは、2つのプリズムを組合せたもので、一方は底面を圓形にしてゐる。不透明の擴散反射板Sに當つて反射した兩光線L₁及L₂は、平面鏡Mによつて更らに反射する。然して、

① 光束L₁は、Pの兩プリズムが接觸した部分(上圖の内側の圓)だけ直進し、その他は全反射して、望遠鏡Fに達しない。

② 光束L₂は、L₁と反對に、兩プリズムが接觸してゐない部分(上圖の外周圓)だけ全反射して、Fに向ふ。接觸した部分は直進してFに達しない。

註: 上圖の(イ)は、S面のL側の照度が、L₁側より大きく、(ロ)は、この反對の場合である。兩照度が等しいと、斯様な見分けがつかない。



ルクス計

4.1.3 照度計 (1) 簡易照度計 (ルクス計) 圖のやうに函の蓋に乳色ガラスを用ひ、その上に多數の小

孔を一系列にあげた金屬板Sを載せる。函の隅に豆電球Lを入れ、又、平面鏡Mを用ひて、金屬板Sの裏面を照す。

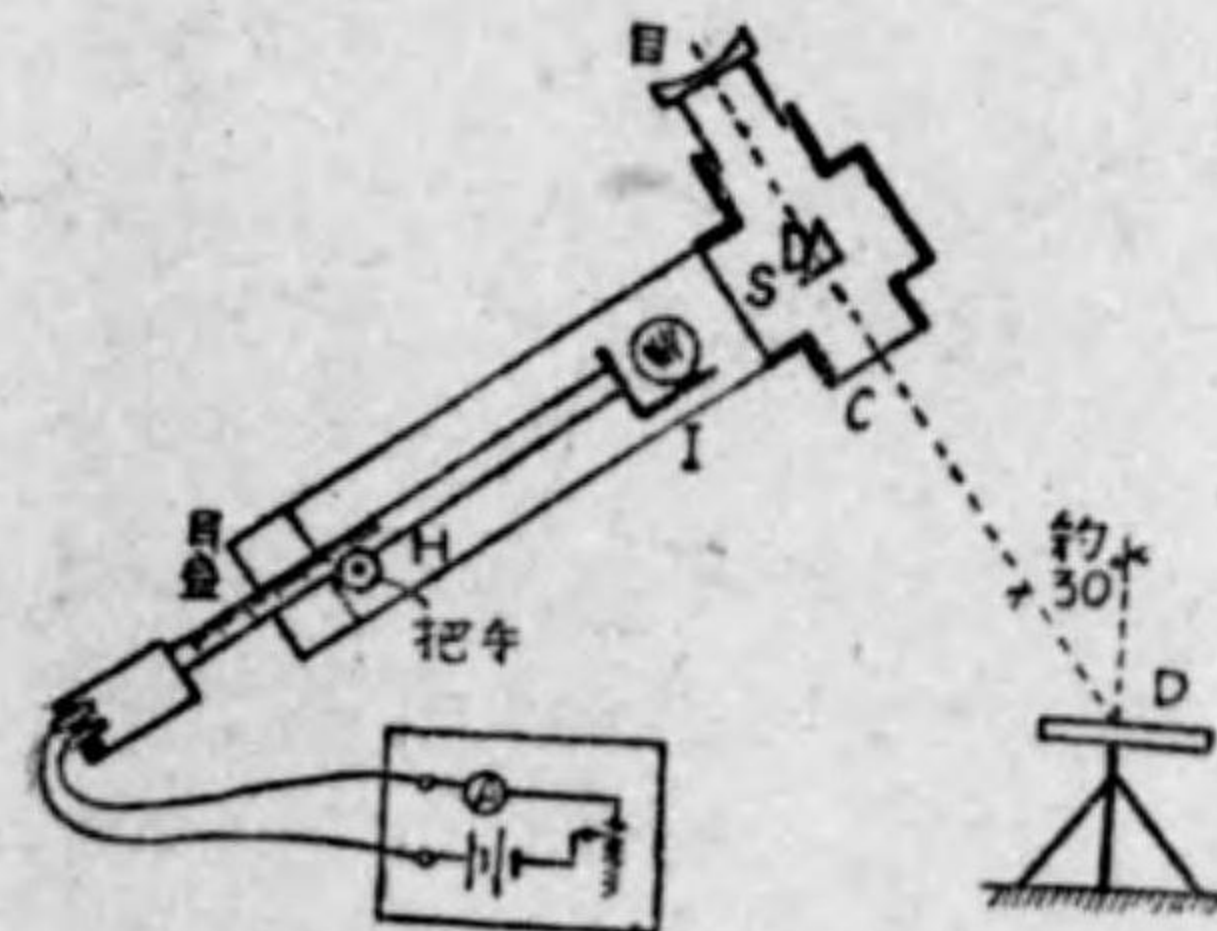
Sの小孔の照度は、左側に行く程、順次に小さい。これを測定しようとする照度に當てると、その照度に等しい明るさの小孔は、消へて見へる。この小孔に目盛つてある照度目盛より、その點の照度を知る。

豆電球を點火するには、乾電池を用ひ、加減抵抗と電壓計を使つて、豆電球の點火電壓を常に一定値に保つ。これ等は、何れも上記の函内に入れてある。測定範圍は0.1—40ルクスである。この照度計は、構造が簡單で取扱が簡易であるが、誤差が大きい。

註: 照度計は、光度計と異なり、現場で使用することが多いから、携行に便利で、簡單、迅速に測定できることが望ましい。一般に照度計の構成要素は次の如くである。

- ① 測定點に於て、測定しようとする照度を受ける試験板として、白色艶消エナメル板、又は乳色ガラス等を用ふる。
- ② 試験板の照度と比較するために、標準光源によつて照らされる標準照明面。
- ③ 平衡を取る装置。

(2) **マクベス照度計** ルンメル、プロデュン光度計と同一のプリズムを用ひてゐる。Sは標準照明板で、豆電球Iによつてある照度を與へる。一方、照度を測定する點に試験板Dを置き、これを(目)の位置より點線の様に眺めると、(目)には、試験板の照度とSの照度が同時に見へる。豆電球IをHによつて左右に動かし、兩照度を等しくすると、試験



マクベス照度計

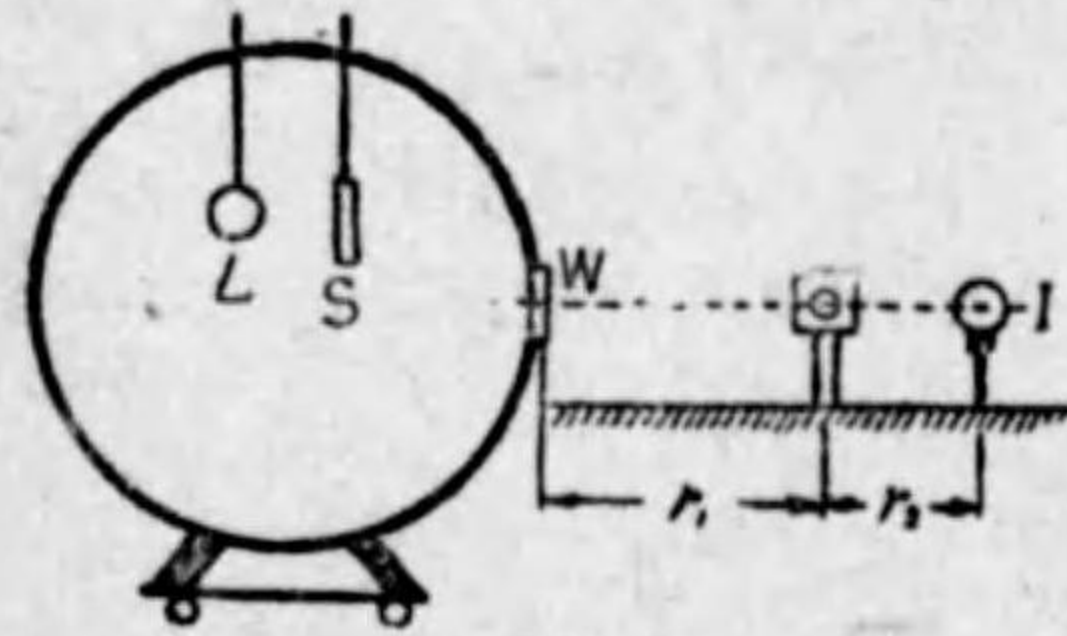
板の照度は棒に目盛られた數字によつて讀まれる。

この照度計は精確であるが、測定者が試験板に影を落さぬやうにせねばならない。又、取扱がやゝ面倒である。

4.1.4 光束計 光源の輻射する總光束を、直接に測定するもので

ある。

(1) 球形光束計 球の内面を白色完全拡散面にして、これに小窓



球形光束計

Wを設け、球内に供試電球 Lを点す。又、Lの光りがWに直射しないやう、その間に遮光板 Sを設ける。Lの發散した光束は、總て球の内面で反射され、これが更に無数の反射を繰返す。この反射光による球内面の

照度は、各部一様で Lの總光束に正比例する。この照度による窓の光度を長型光度計で測る。先づ、Lに總光束φが既知な標準電球を入れた時の Wの光度を I₁とする。次に、Lを供試電燈に取替へた時の Wの光度を I₂とすると、Wの光度は、球内面の照度に比例するから、

$$\text{供試電燈の總光束 } \phi_x = \phi \times \frac{I_2}{I_1}$$

又、φ_xを4πで除すと、供試電燈の平均球面光度が求められる。

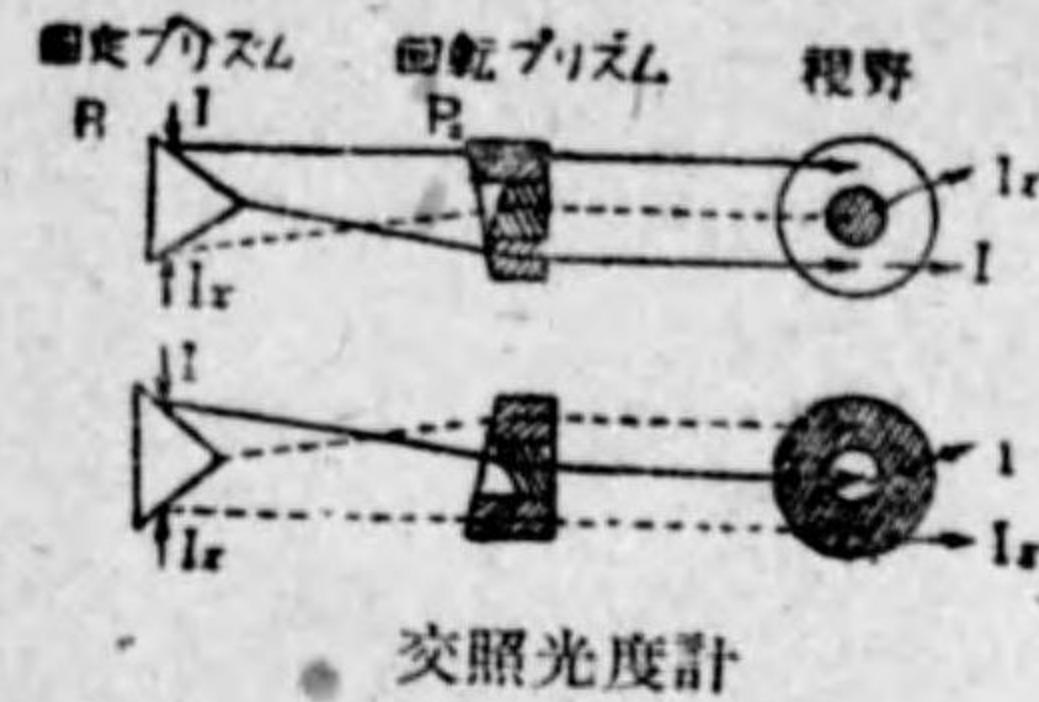
註：球の直径は、電燈のワット数によつて大きさを變へるが、普通1~2.5m位である。一般に鐵又はアルミニウム製であるが、大型にはコンクリート製を用ふる。尙、球の半径を R、内面の反射率を ρ とすると、球内面の照度 E (但し、直射照度を除く) は

$$\text{球内面の反射照度 (擴散照度) } E = \frac{\phi}{4\pi R^2} \frac{1}{1-\rho}$$

即ち、Eは總光束φに正比例する。

4.1.5 異色測光 例へば、ナトリウム燈等の光度を 1.7.1で述べた光度計で測定しようとする時、兩光束の色が違ふので、兩照度を直接に比較することが困難になる。このやうな場合には次の異色測光法を用ふる。

(1) 交照光度計 色の違ふ2つの光が交互に眼に入る時、その交番が毎秒10~15回であると、吾々の眼は、色の相違が分らなくなり、只、光度の差によるチラツキだけを感じる。交照光度計は、この原理に依つたものである。圖のやうに固定プリズム P₁ (リツチ楔)によつて、色の異つた光度 I 及び I_xを反射させる。回轉プリ



交照光度計

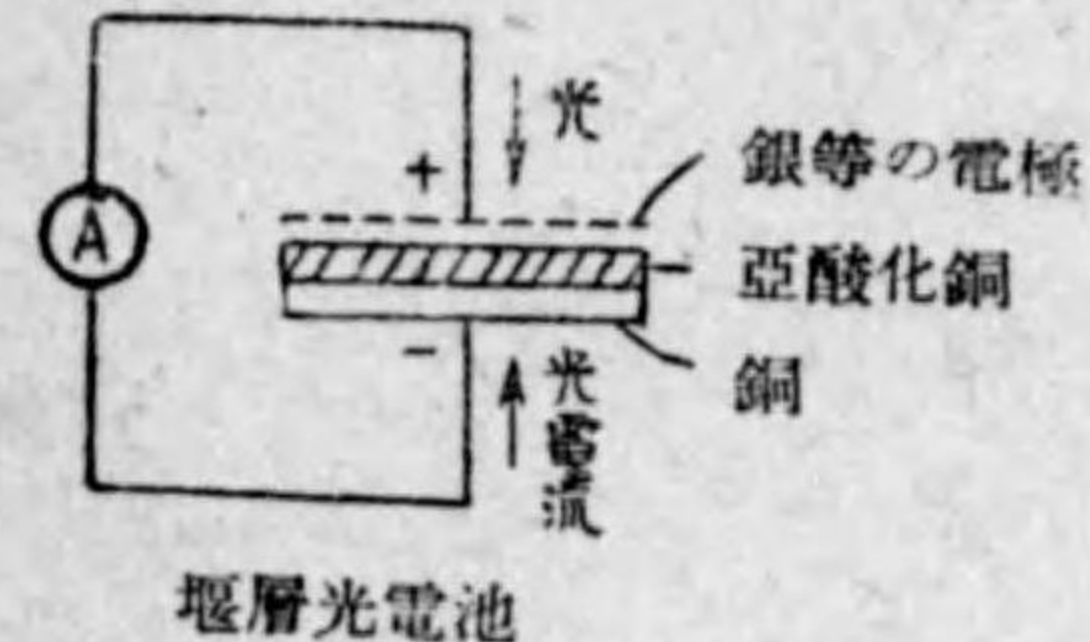
光度が求められる。

(2) 濾光法 2つの光色の何れか一方に濾光板を入れて、その透過光の色を他方の光の色に合はせる。斯様にして、長型光度計で兩者の光度を比較する。この濾光板の透過率は、豫じめ精密に測つてあるから、求めた光度をこの透過率で除して、光源の未知光度を知る。

註：白熱電球同志でも、200ワット級と10ワット級では、光色が相當に異なる。又、ナトリウム燈等の放電燈と電燈の光色は、著しく異なるから、これを直接に比較することは出来ない。

4.1.6 物理測光 全く肉眼を用ひずに、測光を行ふ方法である。上述の各方法に比べて、測定が正確な上に、迅速である。又、測定者の勞力と時間が節約できるし、光度や照度を自動的に記録することも出来る。

(1) 堰層光電池 圖は酸化銅型を示したものである。銅を約1000°Cに熱して、これに酸化皮膜を作り、その上に銅、銀等の格子電極を設ける。これを堰層光電池と云ふ。



堰層光電池

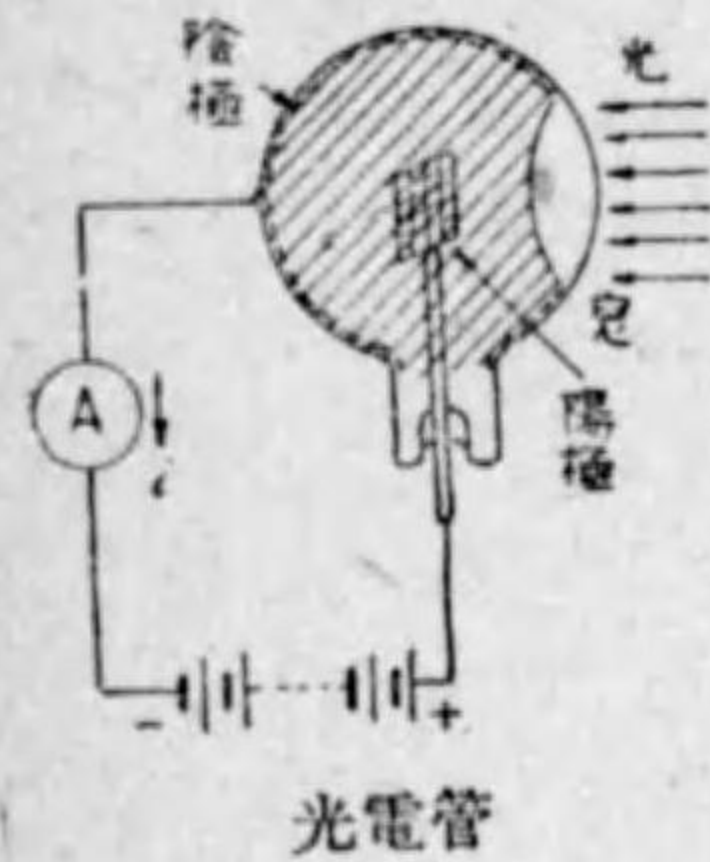
亞酸化銅に光を當てると、母銅が負、他の電極が正となる起電力を生ずる。この起電力は入射した光束に比例するから、銅と他の金屬間に檢流計 A を結んでこの起電力を測ると、その偏れから照度がわかる。

照度が著しく大きい時は、亞酸化銅の上に、多數の小孔を開けた遮光板を載せて、入射光束を減じ、目盛を10倍程度に擴大できる。測定範圍は、0.1~10000ルクス位である。

註: その他にセレン型がある。これは鐵板にセレンの薄膜を密着し、その上に金銀等の薄膜をかぶせてセレンを保護したものである。カドミウムの側に光を当てると、上圖と反對方向に起電力を生じ、光束1ルーメンに就き數百マイクロアンペアの電流が通ずる。

各波長の光に対する堰層光電池の感度は、肉眼の視感度によく似てゐるから、測定した値は、肉眼で測つた場合と同様である。

(2) 光電管 眞空にしたガラス球の中にニツケルの陽極を置き、ガラス球の内面には、窓を残してアルカリ金屬(陰極)を塗る。これを光電管と云ひ、陽極と陰極の間に、檢流計Aと電池を圖のやうに結ぶ。



光電管

ガラス球の窓より球内のアルカリ金屬(陰極)に光線を当てると、この金屬より電子(光電子)が飛び出す。さてこの電子は正電位の陽極に引かれて之れに向つて突進し、

吸着される。即ち、電池より電流(光電流)が流れる。この電流の大きさは入射光束に比例するから、檢流計の読みより光束の大きさが分る。この電流は微小であるから、眞空管を使つて増幅する。

光電管には、ガス入型と眞空型の2つがある。ガス入型は光電流が大きく感度が良いが、光束と光電流が正比例しない場合がある。眞空型は、感度が悪いが、光束と光電流が正比例するので、測光にはこの方が良い。

註: 堰層光電池は光束によつて起電力を生じ電流が流れるが、光電管は、光線によつて光電子を放出するのだから、電池を結んで電流を流すやうにする。

光電管は、①光電測光器、特に微小な光度、又は照度等を測るのに適する。②光電繼電器、自動扉や、光線を遮断した時に電鈴が鳴る様にした盗難豫防装置など。③電燈點滅装置——天候の明暗によつて、電燈を自動的に點滅する——。④其の他、トーカー用等に用ひられる。

4.2 眼の生理、及び心理作用

4.2.1 眩輝 物を見るとき、光度が大き過ぎると眩しい。このやうに、光の刺激が過度で、見るのに不快、又は苦痛を感じる事を眩輝と云ふ。眩輝の原因を挙げると、

① 輝度眩輝 太陽や裸電球を直視したり、或は、日向で白紙を見た時等のやうに、輝度の著しく高い發光面を見た時に起る眩輝を云ふ。

② 對比眩輝 白紙と黒紙を同時に並べて見た時のやうに、輝度の高い部分と輝度の低い部分が並んで強い對比をなしてゐる時に起る眩輝を云ふ。

③ 過照眩輝 輝度が低くても、眼に入る光束が過度に多い時、例へば、室内を無暗に明るくしたり、窓より屋外を眺めた時等に起る眩輝を云ふ。

④ 斜照眩輝 輝度の高い光源を直視しなくても、眼の傍に電燈がある場合のやうに、斜に強い光が眼に入る時に起る眩輝である。

⑤ 一時眩輝 暗い處より明るい處へ出た時に起る、一時的の眩輝を云ふ。

⑥ 被膜眩輝 日の當つてゐる簾を通して外を見た時、又は、明るい陳列窓の中を覗き込んだとき等のやうに、眼と見る物との間に明るい膜(又は、暗い膜)がある時に感ずる眩輝を云ふ。

眩輝を生ずると、視力が低下するだけでなく、眼が疲勞する。又、不測の事故を惹き起し易いから、極力、眩輝を防ぐ。その方法は、

① 光源に外球を用ひて、輝度を小さくするか、光源の位置を高くて直接、光源が眼に入らぬやうにする。

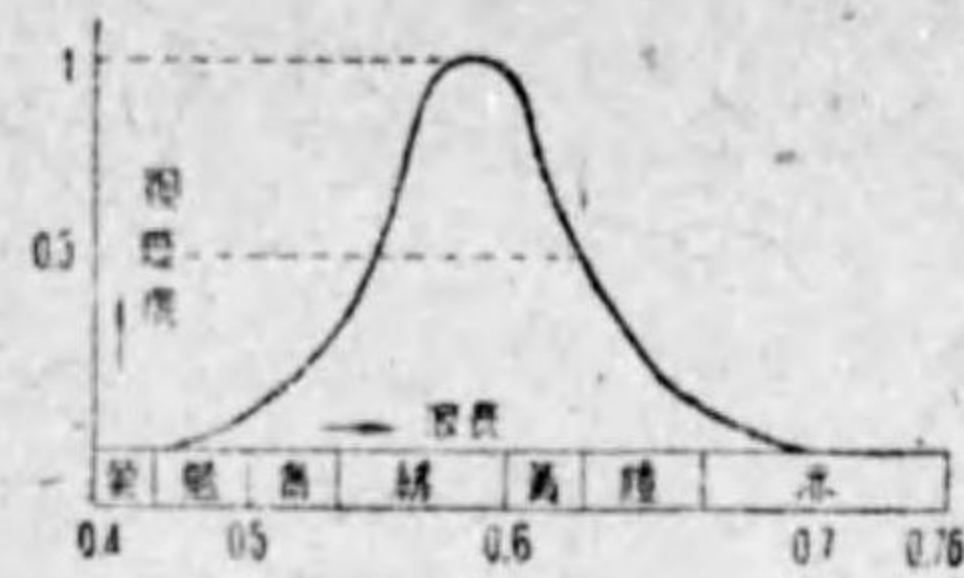
② 直接照明を廢し、半間接、又は間接照明を用ふる。

③ 大きい電球を小數用ふる代りに、小さい電球を多數に用ふる等である。

4.2.2 視感度 光源から出る輻射束の中、我々の肉眼に感ずるのは、光線の範圍だけである。即ち、赤外線や紫外線等は眼に感じない。茲にある輻射束がある時、その全輻射束の中の何割だけが肉眼に光束として見へるかの割合、即ち、可視光線の全輻射束に對する割合を視感度と云ふ。即ち、

$$\text{視感度} = \frac{\text{可視輻射束(光束)}}{\text{全輻射束}}$$

これは輻射束の波長によつて異なる。例へば、輻射束が總て赤外線であると、この輻射束は肉眼に全く感じない。普通、波長 556m μ



視感度曲線

の光（緑色）の視感度が最大である。各波長の視感度の値を、この最大視感度の値で除したものを比視感度と云ふ。圖のやうに横軸に波長を、縦軸に比視感度の値を取つて、これを曲線に表はしたものを視感度曲線と云ふ。圖より緑と黄色の光線が最も

明るく感じ、赤や紫色の光線は、暗く感ずることがわかる。

註：堰層光電池や光電管で、照度や光度等を測定する時には、これ等の比視感度曲線が眼の比視感度曲線に近似してゐないと、誤差が大きい。

4.2.3 タルボットの法則 交照光度計の場合のやうに、異つた照度をチラツキを起さぬやうに早く交番すると、眼にはその中間の照度が感覺される。即ち、 t_1 時間 E_1 の照度、 t_2 時間 E_2 の照度を交互に繰返すと、

$$\text{眼に感ずる照度 } E = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2}{t_1 + t_2}$$

これをタルボットの法則と云ふ。

4.2.4 残像 一つの物體を凝視して、急に眼を閉ぢると、暫時の間、物體の映像が消へない。即ち、網膜に映つた像は、眼を閉ぢても一時見へる作用がある。この現象を残像と稱し、高輝度のものを長く見る程、像が長く消へない。

註：火を振り廻すとこれが輪に見へたり、1/24秒毎に一度消へて又映る映畫が、連続して見へたり等するのは、この作用による。

4.2.5 プールキンエ効果 等しい光度を有する赤色と青色の光がある時、兩光度を同じ割合で減じて行くと、最初は赤色の方が明るく見へるが、或る光度以下では、青色の方が明るく見へる。この現象をプールキンエ効果と云ふ。

註：網膜の視細胞には、圓錐體と桿狀體がある。前者は明い光でよく働き、色の感覺も鋭敏であるが、後者は弱い光によく感じ、色の感覺が鈍く、赤色よりも青色によく感ずる。従つて、上記のやうに始めは圓錐體がよく働いて、赤色の方を明るく感ずるが、光度が小さいと、桿狀體がよく働いて、青色の方が明るく見へる。

4.2.6 光滲 明るい部分と暗い部分を同時に視ると、明るい部分

は實際より大きく見へる。この現象を光滲と云ふ。電氣サインを設計するとき、この光滲に注意を要する。

① 包圍式看板等で、黒地に白文字を表はした場合は、その反對の場合より文字が太く見へる。故に、この場合文字を細目にする。

② 照明器具の發光面と取付金具の部分を同時に見ると、その大きさの割合は、實際よりもガラスの部分が大きく見へる。

③ 多數の電球を一定の間隔を置いて取付けた場合、これを遠方より見ると連続した光の線に見へる。

4.2.7 餘色 異つた2つの色があり、これを混ぜ合せた時、白色（又は無色）になつたとすると、この2つの色は、互に餘色であると稱する。

又、赤、緑、青の3色を等量に混ぜると白色（繪具では黒色）になり、適當な割合で混ぜると、任意の色が得られる。この3色を色の三原色と云ふ。

註：赤色と青綠色、黄色と青色、黄綠色と紫色等は、何れも餘色である。

4.2.8 物體の色 同じ白色の日光で照されてゐるのに、物體には夫々特有の色がある。その理由は、

- ① 入射した光線の全部を吸収するもの（黒色）
- ② 入射した光線の全部を反射するもの（白色）
- ③ 入射した光線の一部を反射し、他を全部吸収するもの（各種の色）

日光は、赤、緑、青の三原色を等分に含んでゐる。又、この三原色が混合すると任意の色ができる。例へば赤色の花は、日光中の赤色のみを反射し、他の色の光は總て吸収するから、赤色として眼に感ずる。他の任意の色に就いても、總て同様である。又、透明體の色は、これを透過する光の色による。即ち、青色のガラスは、青色の光だけを透過し、他は總て吸収してしまふ。

灰色は、白色の各色光を、一樣に吸収するもので、白色と黒色の中間の色である。

4.2.9 明視論 物が良く見へるか、否かは、次の4つによつて定まる。

- ① 視角の大小、大きい物はよく見へ、小さい物は見へ難い。又、同じ大きさでも、遠くより近い方がよく見へる。斯様に視角（眼か

ら物体の両端に引いた2直線の狭む角)の大きい程, 見へ易い.

② 照度, 明るいとよく見へ, 暗いと見へ難い. 但し, 物体の見へ易い見へ難いは, これに入射する光束の大小だけでは定まらない. 物体より發散する光束, 即ち, 輝度, 又は光束發散度の大小によつて定まる.

註: 例へば, 黒色の膜を強く照らしても, 明るくは見へない.

③ 周囲との對比, 例へば, 白紙に黒で印刷したものはよく見へるが, 灰色紙に印刷すると見へ難い. 斯様に, 見るものの色と其の周囲の色, 又夫々の濃淡が違ふ程, 即ち, 對比が大きい程見へ易い.

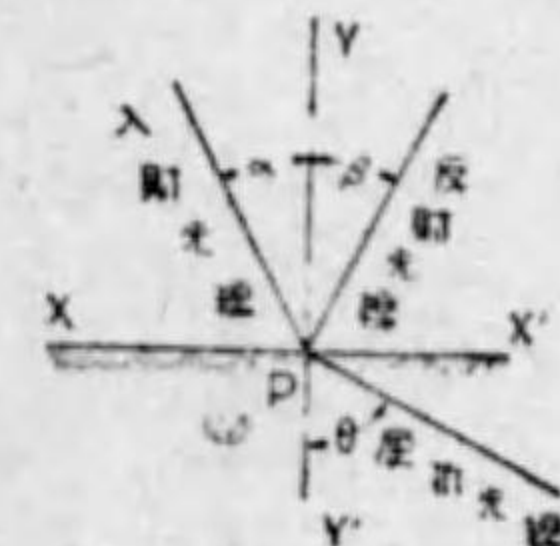
④ 時間, 動かぬものは見易いが, 動くものは見難い. 但し, これにも程度があり, 0.3秒位で見へないものは, いくら長く見ても見へない.

明視論と云ふのは, 以上の各事項を考へて, 物が最も見易いやうに研究する理論である.

5 電燈照明

5.1 照明工学

5.1.1 光の反射 (1) 整反射 透き通つた物体(透明體)に光を當てると—之れを入射光線と云ふ—その一部は物体の表面より反射し—之れを反射光線と云ふ—他は物体の中に侵入する—之れを屈折光線と云ふ—これ等の各光線の間には, 次の關係がある.



光の反射及び透過

圖に於て, 光線の入射した點より透明體の表面 XX' に對して垂線 YY' を立てる. YY' と入射光線のなす角を入射角 α , YY' と反射光線, 及び屈折光線とのなす角を反射角 β , 及び

屈折角 θ とすると,

- ① 入射光線, 反射光線, 屈折光線は各々同一の平面内にある.
- ② 反射光線及び屈折光線は, YY' に對し入射光線と反對側にある.
- ③ 入射角と反射角は相等しい. $\alpha = \beta$

④ 入射角 α と屈折角 θ の間には, 一定の關係がある. 即ち,

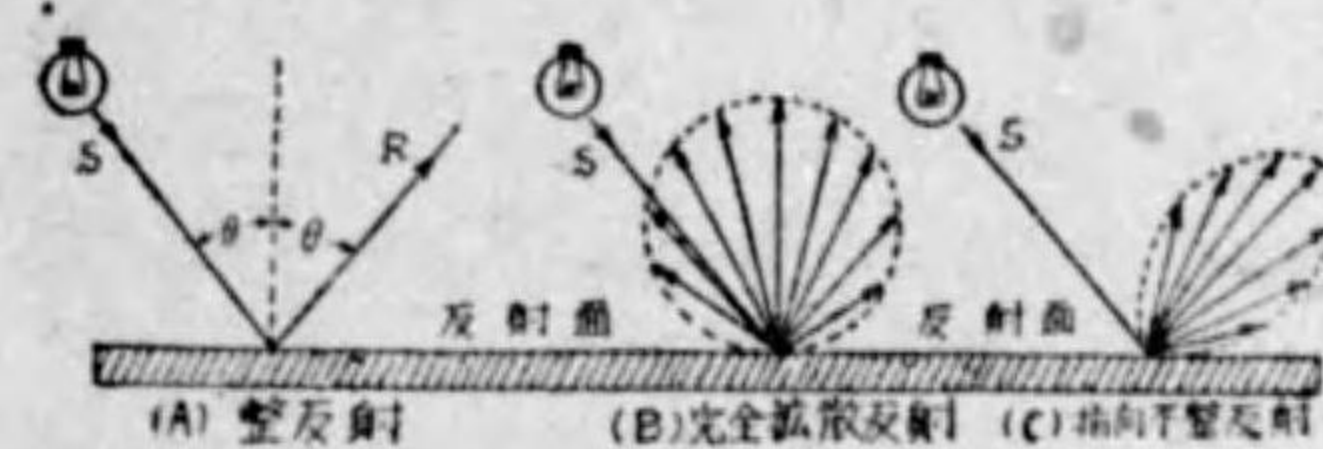
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \theta} = n \text{ (屈折率と云ふ.)}$$

n の値は, 透明體の種類によつて異なる.

この $\alpha = \beta$ の場合の反射を整反射と云ふ.

註: 鏡や磨いた金屬面等は, 整反射をなす.

(2) 完全擴散反射 整反射以外の反射, 即ち, 反射光線が種々の方向に向ふ場合を擴散反射と云ふ. その中で,



各種の反射

① 光線の入射した點に立てた反射面の垂線方向に最大の反射光束が出る. 光線の入射角が變つても, 常に斯様になる.

② 反射面を何れの方角から見ても, 常に同じ明るさに見へる. 或は, 入射點から各方向に向ふ反射光束の分布が, 入射點に切した球狀のやうになる.

斯様な反射を, 完全擴散反射と云ふ.

註: 石膏や硫酸バリウムの平面, 吸取紙等は, これに近い反射をなす. 上記を數式で示すと, 反射點より反射面に立てた垂線に對して, θ 角をなす方向の反射光度が,

$$\theta \text{ 角方向の反射光度} = \text{垂線方向の最大光度} \times \cos \theta$$

となる様な反射が, 完全擴散反射である.

(3) 不完全擴散反射 圖のやうに, 完全擴散反射以外の雜多な擴散反射を云ふ. 一般の物体の反射は, 殆んどこの不完全擴散反射である.



塗料ある壁 艶のある紙 アルミ塗料の面 珪瑯引きの面 不完全反射

5.1.2 光の透過 光の透過を分類すると, 反射の場合と同様に次の如くなる.

透過の分類 $\left\{ \begin{array}{l} \text{整透過} \\ \text{拡散透過} \left\{ \begin{array}{l} \text{完全拡散透過} \\ \text{不完全拡散透過(指向性不整透過)} \end{array} \right. \end{array} \right.$

(1) 整透過 透き通つたガラス板(透明體)を光が貫通する時のやうに、①入射光線と透過光線(物體を貫通した光線)が同一の平面内にある。②入射光線と透過光線が平行してゐる。斯様な透過を整透過と云ふ。



整透過 完全拡散透過

(2) 完全拡散透過 透過した光線が、雑多の方向に向ふ場合を擴散透過と云ふ。この中で、透過光線が透過點より完全擴散反射と同様に發散する場合を、完全擴散透過と云ふ。厚い乳色ガラス等の透過が、これに近い。



薄い色ガラス 艶消ガラス 軽い艶消

(3) 不完全擴散透過 圖のやうに、完全擴散透過以外の擴散透過を云ふ。一般の半透明體の透過は、殆んどこの不完全擴散透過である。

5.1.3 反射率、透過率、吸収率 透明體に光を當てると、その一部は反射し、他は透明體内に屈折する。更らにこの屈折光線は、一部が透明體内に吸収され、他は透明體を貫通して外に出る。この場合、

$$\frac{\text{反射光束}}{\text{入射光束}} \times 100 = \text{反射率} \quad \alpha\%$$

$$\frac{\text{透過光束}}{\text{入射光束}} \times 100 = \text{透過率} \quad \beta\%$$

$$\frac{\text{吸収光束}}{\text{入射光束}} \times 100 = \text{吸収率} \quad \gamma\%$$

反射光束と透過光束と吸収光束の總和は、入射光束に等しいから、

$$\alpha + \beta + \gamma = 100\%$$

但し、不透明體では、透過光束がないから、

$$\alpha + \gamma = 100\%$$

この反射率の大小は、①反射面の状態、及び色、②入射角、③入射光線の波長、即ち色、等によつて相違する。

註：例へば白熱電燈の光に對しては、綠色面が最も反射率が大きい。次は青色であり、小さいのは赤色である。ガラスの反射率は、入射角が大きい程大きく、入射角が70°位以上になると急激に増して、全反射をするやうになる。

又、ガラス等の透明體では、波長の短い光の反射率が大きく、金屬面はこの反對である。

5.1.4 反射率、透過率、吸収率の實例

(1) 不透明體の反射率

物 質	反射率	物 質	反射率	物 質	反射率
炭酸マグネシウム	94	白色吸取紙	70-80	アルミニウム粉	55
磨いた銀面	92	白色畫用紙	75	木 材(白木)	40-60
石 膏	87	白色珫 瑯	75	コンクリート	25
ガ ラ ス 鏡	85	白 ベ ン キ	60	茶 壁	5-10

(2) 半透明體の反射率、透過率

物 質	反射率	透過率	物 質	反射率	透過率
障 子 紙	40-45	45-50	艶消ガラス(艶消面より入射)	10	81
ト レ ー ス 紙	20	75	ク ク (滑面より入射)	12	77
新 一 聞 紙	55-65	14	乳色オパール・ガラス(3耗厚)	63	25
無色透明ガラス	8	91	乳色嫦娥ガラス (3耗厚)	38	57
水 面	2		空 氣 (1耗につき)		0.9

註：透明體及び半透明體の透過率と、その厚さの關係は次式で表される。

$$\text{厚さ } x \text{ なる層の透過率} = (\text{單位長の層の透過率})^x$$

例へば、空氣(地表上)の2耗の透過率は、 $0.9^2 = 0.81$ となる。

5.1.5 照明材料 照明器具に使用されるものは、大部分がガラスである。このガラスには透明ガラスと色ガラス、及び乳色ガラスの3種がある。照明器具には乳色ガラスが最も多く用ひられ、これに

は次のやうなものがある。

① オパール・ガラス、色の濃い純白のもので、反射率が高いため主に反射笠に用ひられる。然し、透過率が低く、透過光線が赤味を帯びる（波長の長い光線の吸収が少い）ので、外球（グローブ）には適さない。

② スキガケ・ガラス、透明ガラスの上にオパール・ガラスを薄く重ねたもので、反射笠にも外球にも用ひられる。建築化照明用に最適である。

③ アラバスター・ガラス（嫦娥ガラス）、反射率は低いが透過率が高く、且つ透過光の色が變らないので、外球に適する。

各種ガラスの反射及び透過の性質

種類	反 射	透 過
透明ガラス	整 反 射 (鏡面反射)	整 透 過
艶消ガラス	不 完 全 擴 散 反 射	不 完 全 擴 散 透 過
オパール・ガラス	整 反 射 + 擴 散 反 射	擴 散 透 過
嫦娥ガラス	整 反 射 + 擴 散 反 射	不 完 全 擴 散 透 過

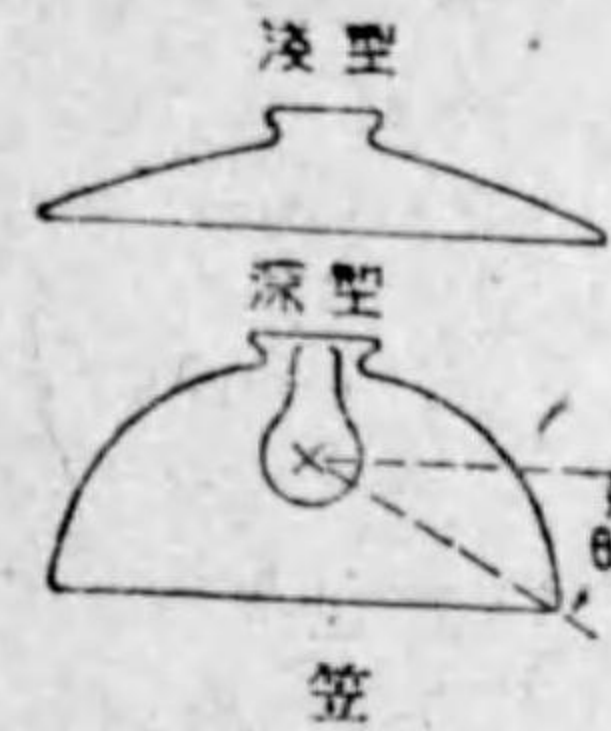
照明用不透明体の反射の性質

反 射 面	反 射 の 性 質
磨 け る 金 屬 面	整 反 射
白 色 珐 瑯 面	整 反 射 + 擴 散 反 射
ニス又はペンキ塗り木材面	〃 〃
アルミニウム粉塗り面	不 完 全 擴 散 反 射

5.1.6 照明器具 照明器具の使用目的は、

- ① 光源の光を適當に反射、屈折、及び透過して、光を有効に使用する。
- ② 光源を包んで、その輝度を減少し、柔かい擴散光にして眼を保護する。
- ③ 光源を保護し、電燈や室内の裝飾的價値を増す。

(1) 笠 (シェード) 光源の光を下方で多く集めて、光束を有効に利用するために用ふる。ガラス製であるから、上方にも一部の光が出て感じがよく、一般の家庭に廣く用ひられる。



浅型は、安價なために普及してゐるが、その効果が少いので推奨できない。深型は、眩輝が防がれ、光束の集中もよい。

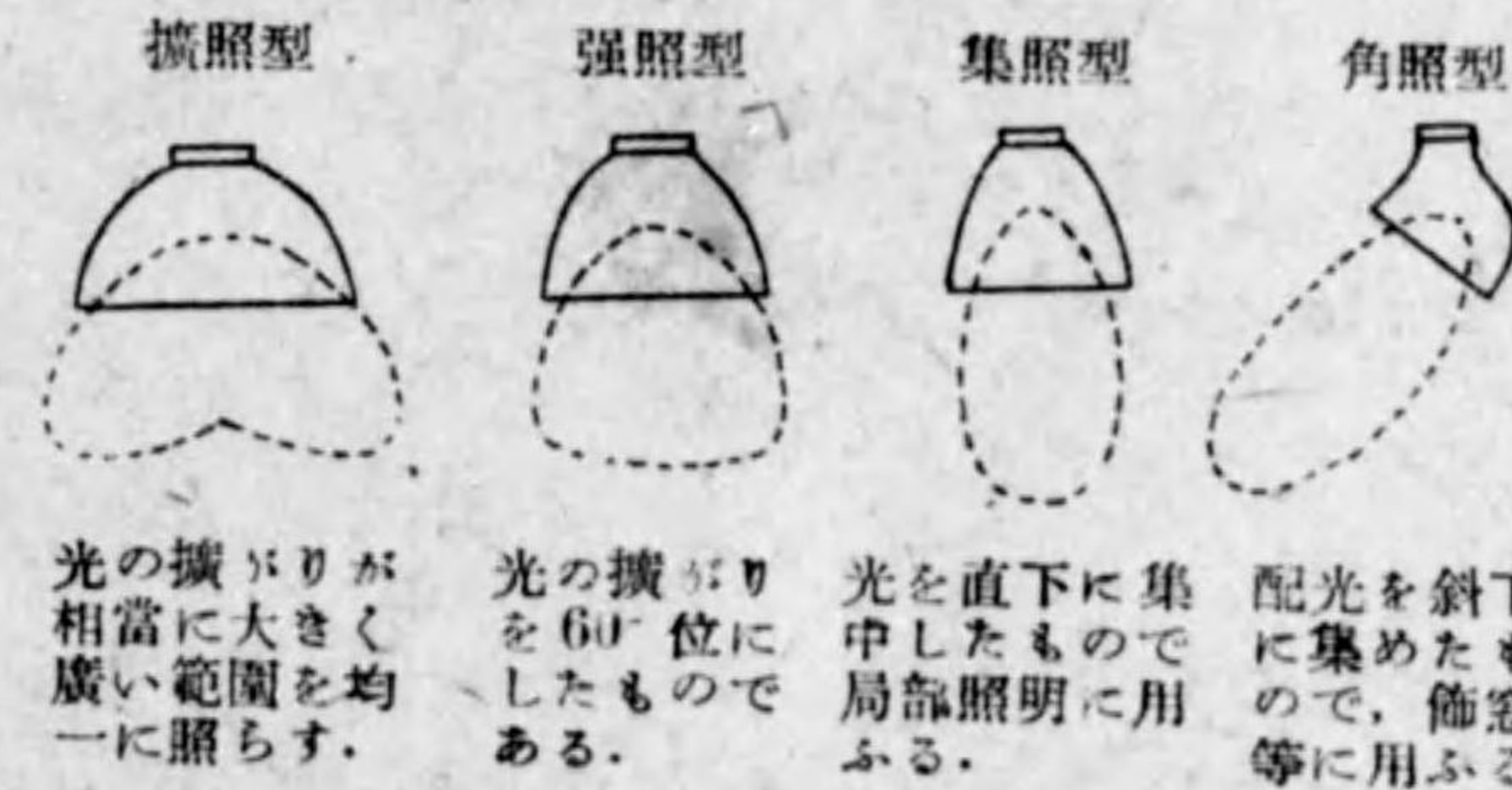
註：深型では、圖の角θを25°以下にするとよい

(2) 反射笠 (レフレクター) 笠のガラスの代りに金屬、又は鏡の反射面を用いたものである。

① 金屬反射笠は、その内面を白色珐瑯引きにしたものが良い。ペンキやアルミ粉末等を塗つたものは、はげ易く、色があせる。この笠は、工場等に用ひられる。

② 鏡面反射笠は、反射面を銀鍍したもので、波狀の凹凸を作つて、光を散光とし、表面積を増して放熱を良くしてゐる。飾窓や、寫場等に用ひられる。

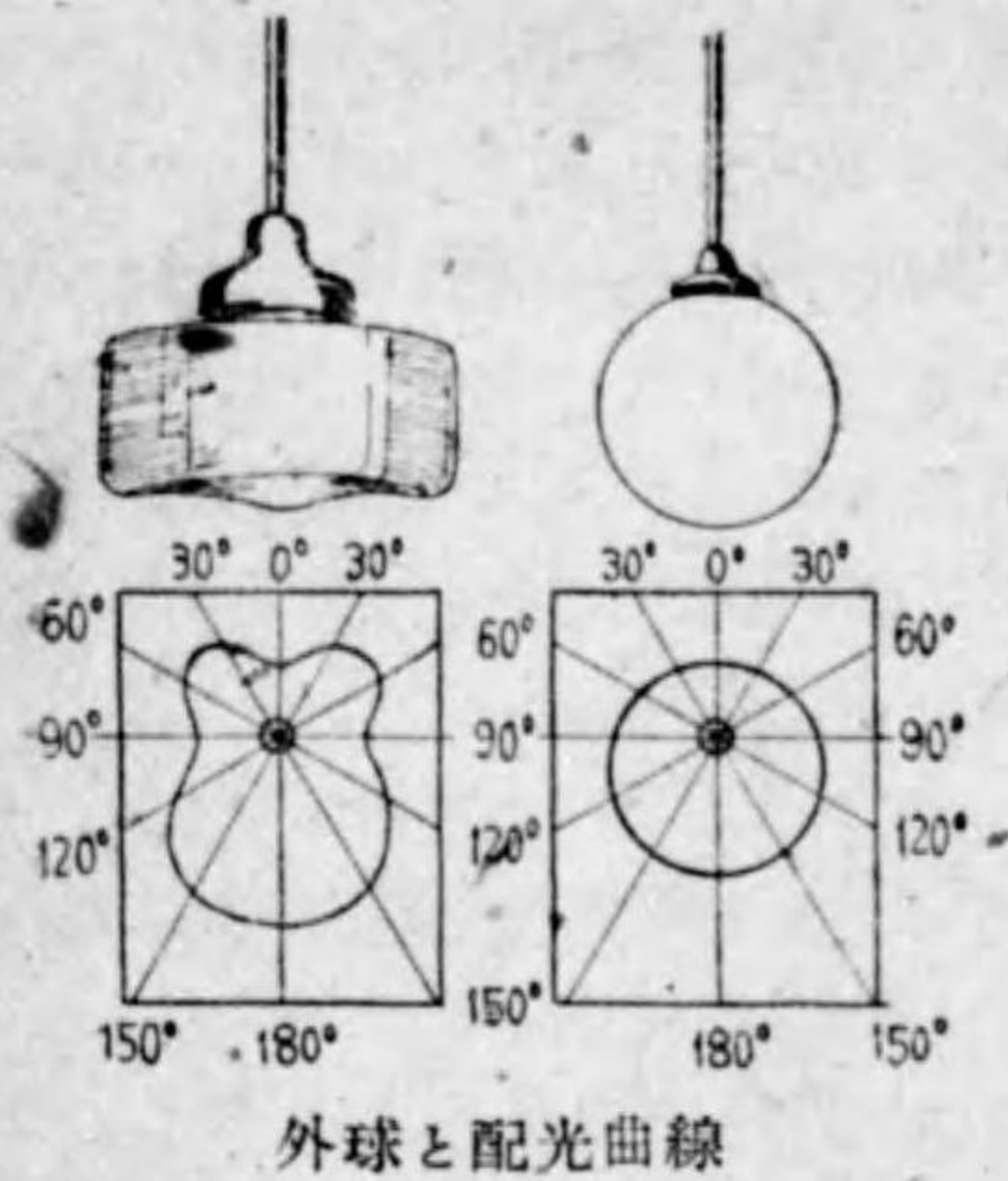
反射笠は、その配光によつて次のやうに分類される。



擴照型 光の擴がり相當に大きく廣い範圍を均一に照らす。
 強照型 光の擴がりを60°位にしたものである。
 集照型 光を直下に集中したもので局部照明に用ふる。
 角照型 配光を斜下に集めたもので、飾窓等に用ふる。

(3) 反射皿 笠、又は反射笠を光源の下側から上に向けたものである。光源の光を天井や壁等に投射して、その反射光を利用する。半間接 (笠の場合)、又は間接 (反射笠の場合) 照明に用ふる。

(4) 外球 (グローブ) 電燈をガラスの球で包んだもので、眩輝を防ぎ、柔い光を出す目的に用ふる。圖のやうに外球の形によつて、配光曲線が異なる。左は、下方に照度を要する學校、事務所等に適し、右は、一般用である。外球は、普通、150W 級以上の電球に用ふる。



外球の大きさは、球内の温度が
 昇り過ぎないやう、電球のワット
 数によつて次のやうに定める。

電球の最大ワット数

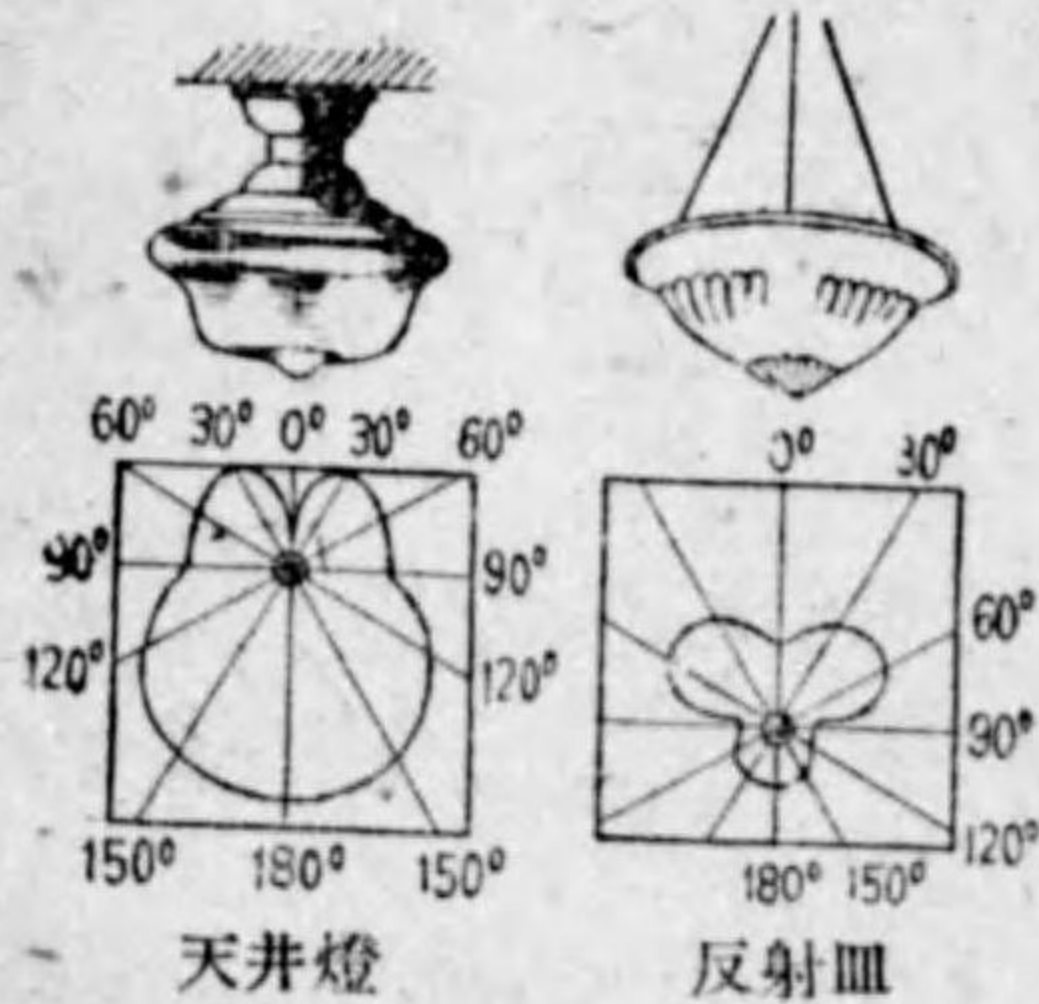
80	150	250	500
外球の直径(寸)			
25	30	35	40

註: ホロフエン外球は、透明ガラ
 スの外球の内外両面に、プリズムの
 ヒダを作つたものである。内面の方
 は光を擴散し、外面の方は光の方向
 を變へる。輝度が小さくなり、外觀

が美しい。

(5) シヤンデリア 天井等から吊下げた器具に、多數の電燈を取
 付けたものである。華美であるから公會堂や講堂に使用されるが、
 電球の斷線が頻繁で、取替の困難な處には適當でない。最近は餘り
 用ひられない。

(6) 天井燈 (シーリングライト) 電燈の台、及び燈器を直接天
 井に取付けたものである。天井の
 低い處や玄關、浴室等に用ひられ
 る。

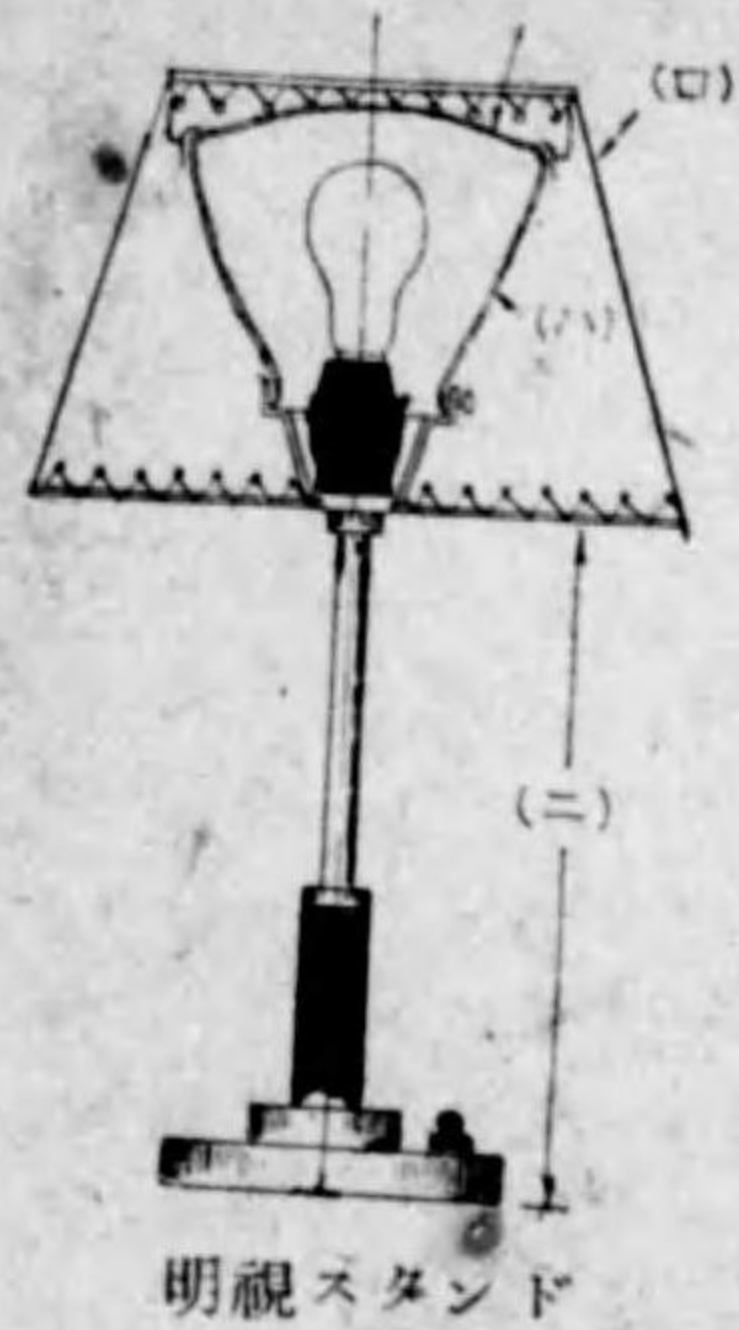


(7) ペンダント 天井から燈具
 をコード、パイプ、又は鎖等で吊
 り下げたものである。工場、廣間、
 應接室等で天井の高い處に用ふる。

(8) ブラケット 柱や壁等に直
 接に燈具を取付けるか、又は、腕
 木で燈具を取付けたものである。

(9) スタンド 台の上に電球を取付けて、自由に移動できるやう
 にしたものである。

明視スタンドは、裝飾本位、又は極端な實用本位のスタンドより
 一步進んで、明視論より "よく見へること" に重點を置いて作られ
 たスタンドである。明視スタンドの特長は、



① 光の一部が上部に出るので、室内の明
 暗の差が少い。

② 丈が十分高く、机上の光の分布が一様
 である。

③ 直射光が眼に入らぬやう笠を深くし、
 外球を用ひて眩輝を防いでゐる。

5.2 照 明 設 計

5.2.1 照明の要素 良い照明には次の要素
 を備へてゐなければならない。

① 照度 作業の種類や取扱ふ品物の色、作
 業時間等によつて、適當な照度を選ぶ。肉眼
 で疲勞なく見得る照度は、屋内では晝間が200~1000ルクス、夜間
 が20~200ルクス位である。

② 陰影 陰影が強いと作業に支障を來し、反對に過小であると、
 物體の形狀が見分け難い。故に適當な陰影を與へるためには、電球
 を外球で包み、或は、部屋の壁や天井等の反射率を高くして、その
 反射光線を適當に利用する。

③ 光の方向 事務所や製圖室等では水平照度の大きいことが望
 ましいが、繪畫や彫刻の製作、陳列窓等では、鉛直面照度が相當に
 なくてはならぬ。又、被照物體によつて、上より照すか下より照す
 かを考へる。

④ 眩輝 一般の照明では、眩輝を極力防止する。

⑤ 光色 赤味の強い光は暖味を與へ、青味の強い光は涼しく感
 ずる。又、色によつて種々な感情を起させる。故に、照明場所や季
 節によつて、適當な光色を選ぶ。

⑥ 均齊度 小電球を多數用ふると、照明が均一になるが不經濟
 である。従つて、照明が餘り不均一にならぬ程度で、なるべく大電
 球を間隔廣くつける。

⑦ 燈器 事務所や學校等には外球、工場には金屬笠等が適する。
 一般に燈器は出來合のものが安くて良いが、娛樂場や劇場等では、
 裝飾的のものが欲しい。

⑧ 經濟 一般に設備費が安くて、維持の簡単なこと。

5.2.2 照明方式の分類 (1) 光源からの光線が、作業面に達する経路によつて分類すると、

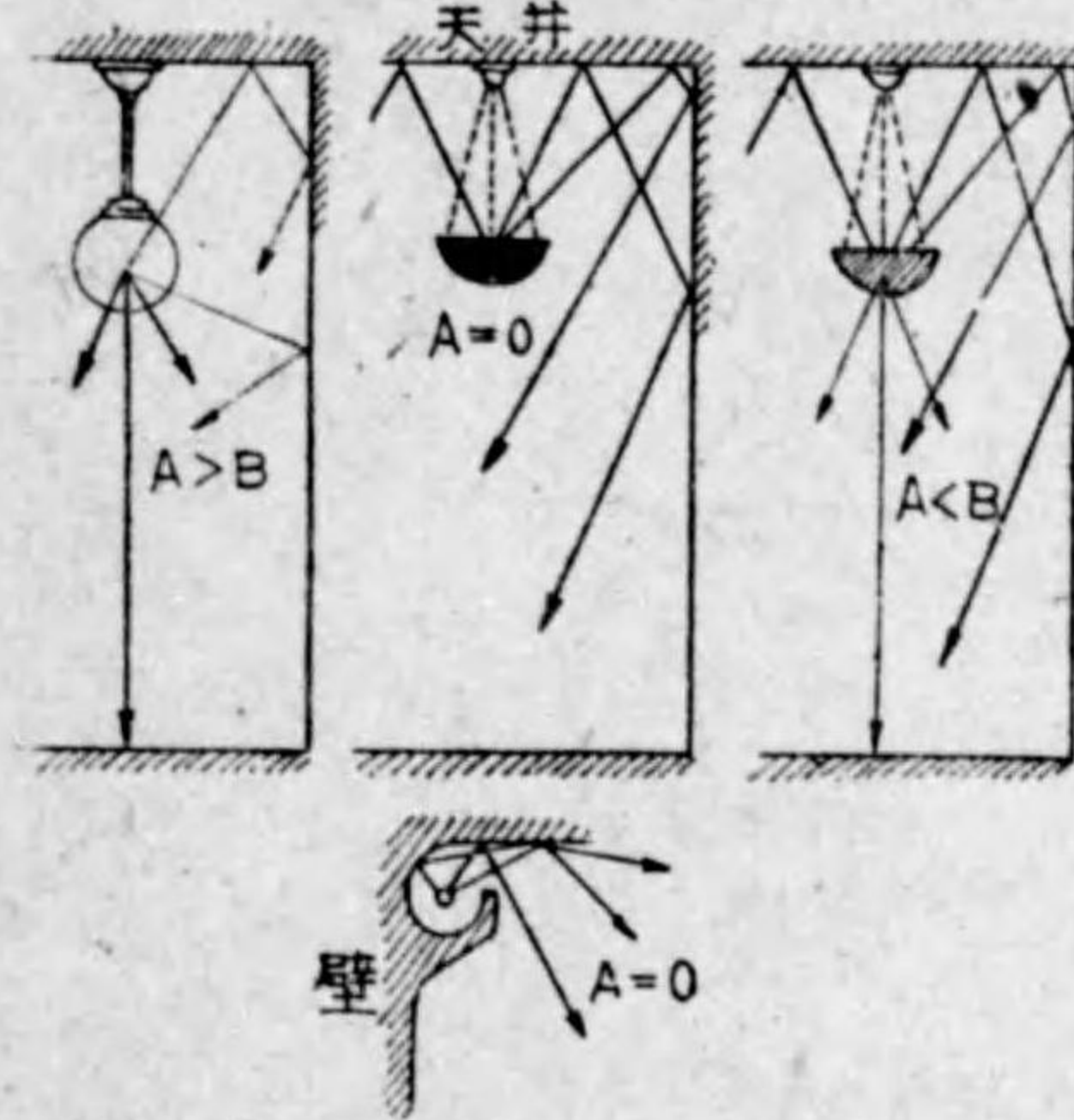
照明方式	特長	缺點	採用場所
直接照明 光の大部分が、直接作業面に達する	①光束が有効に利用される ②設備費が安い ③塵埃による減光が少ない	①眩輝が起り易い ②陰影が強い ③照度が不均一になる	学校 事務室 商店
間接照明 光を天井、壁等に直射し反射光線が作業面に達する。	①照度が均一である ②陰影が柔い ③眩輝が起らない	①点燈費が嵩む ②照明能率が低い ③物体の立體感がない	病院 娯楽室

註: 半間接照明は、特長、缺點共に兩者の中間である。

5.2.3 照明方式の分類 (2) 照度の分布状態によつて分類すると、

照明方式	特長	缺點	採用場所
全般照明 照度が一樣になるやうに、光源を規則的に配置する	①明暗が少ない ②作業面の移動が容易 ③設備費、維持費が小 ④器具の配置が簡単	①必要な處の照度が暗く、不必要な處が明る過ぎる ②所要電力が大きい	一般工場 事務室 学校
局部照明 必要な處の照度を大きくする	①光の集中ができ、能率が良い ②照度の變更が容易	①明暗の差が大きい ②器具が損傷し易い ③配線費が大きい	特殊精密工場
全般併用照明 局部	得失は兩者の中間で、最も理想的である		一般工場
建築化照明 建築構造に照明設備を作り込む	①外觀が優美である ②陰影が少ない ③眩輝が少ない	①照明能率が低い ②設備費が高い ③電球の斷線が多い	娯楽室 會館
電燈直付照明 電球直付器具を用ふる	①器具費を要しない ②管型電球を用ふると、建築化照明と同様になる	①取付が悪いと眩輝を生ずる	飾窓 浴室

5.2.4 直接照明、間接照明、半間接照明 光源から作業面に達する光には、直射光束 A と、光源の光が天井、壁等に當つて、その反射による光束 B の2つがある。この兩者の關係より次のやうに定められる。



る光には、直射光束 A と、光源の光が天井、壁等に當つて、その反射による光束 B の2つがある。この兩者の關係より次のやうに定められる。

A > B なる場合を直接照明
A = 0, B のみの場合を間接照明

A < B なる場合を半間接照明

直接照明 間接照明 半間接照明

(1) 直接照明 簡單であるから、最も一般に用ひられる。

特に、外球を用ふると實用的になり、學校、事務所、住宅等に適する。

(2) 間接照明 圖のやうに光源を陰蔽したもので、反射光の全部が擴散光であるから陰影が殆んど出來ない。然し、これは陳列窓や應接室等では却つて適當でない。又、反射笠が上向きであるから、塵埃等が溜り易く、天井や壁等が汚れて照明率が更に悪くなる。

(3) 半間接照明 最も理想的である。

5.2.5 照明方式の改善 從來の不適當な照明方式、誤つた照明方式を改善して、照明方式を合理化し、電力の節約を計るには、

① 作業 性質をよく考へ、これに適する範圍内で最も能率の良い照明方式を選定する。

② 能率の良い照明器具を用ふる。

③ 局部照明を利用して、必要な處に光束を集中する。但し、全般照明を併用する。

④ 直射眩輝や反射眩輝を避け、作業の能率低下を防ぐ。

⑤ 天井や壁等は明色に仕上げ、汚れた時は塗替へる。

⑥ 不均一な照明にならぬ範圍で、なるべく大ワット電球を少数用ふる。

① 二重コイル電球、或は、高圧水銀燈、超高圧水銀燈等のやうな能率のよい光源を用ふる。

5.2.6 推奨照度

室の種別	推奨照度 (ルクス)	天井、壁の色	照明器具	所要電力 (ワット/m ²)
工場	精密作業 (精密機械、植字、裁縫等)		金屬反射笠	18~30
	普通作業		〃	10~18
	粗作業		〃	5~10
商店	理髪店、時計店、花店、服装店、革具店、美術品店等	中	ガラス笠外球	22~44 30~60
	普通商店	中	ガラス笠外球	11~22 15~30
	百貨店 (一階以外)	明	外球	20~30
公共建物	事務室、圖書室、銀行、學校教室、等	明 中	ガラス笠外球 ガラス笠外球	16~24 20~30 18~26 24~36
	講堂	明	ガラス笠外球 半間接	18~26 12~32 15~40
	裁縫室、製圖室	明	ガラス笠外球	20~40 25~50
住宅	屋内體操場、待合室	中	外球	10~25
	應接室、客間、浴室	中	外球	6~12
	臺所、食堂	暗	ガラス笠	14~21
	書齋、子供勉強室	中	外球	18~24

5.2.7 照明器具の能率

$$\text{照明器具の能率} = \frac{\text{電燈の全光束} - \text{照明器具の吸収光束}}{\text{電燈の全光束}} \times 100$$

書換へると、

$$\text{照明器具の能率} = \frac{\text{照明器具より外部に放散する全光束}}{\text{電燈の全光束}} \times 100$$

同一の照明器具でも、これに點燈する光源の配光曲線によつて能率が異なる。この値は大體 70~85% 位である。

5.2.8 利用率 (照明率) 光源から發射した光束は、照明器具、天井、壁等に吸収せられ、或は、窓や隙間より外部に光が漏れて、その残りが作業面に達する。この作業面に達した總光束が、光源の發散した全光束の何割に當るかを示したものを利用率と云ふ。

$$\text{利用率} = \frac{\text{被照面に入射する總光束數}}{\text{光源の發射した總光束數}} \times 100$$

利用率の値は、同じ照明方式でも天井や壁の反射率、燈具、光源の配光曲線等によつて著しく異なるが、概數を示すと、

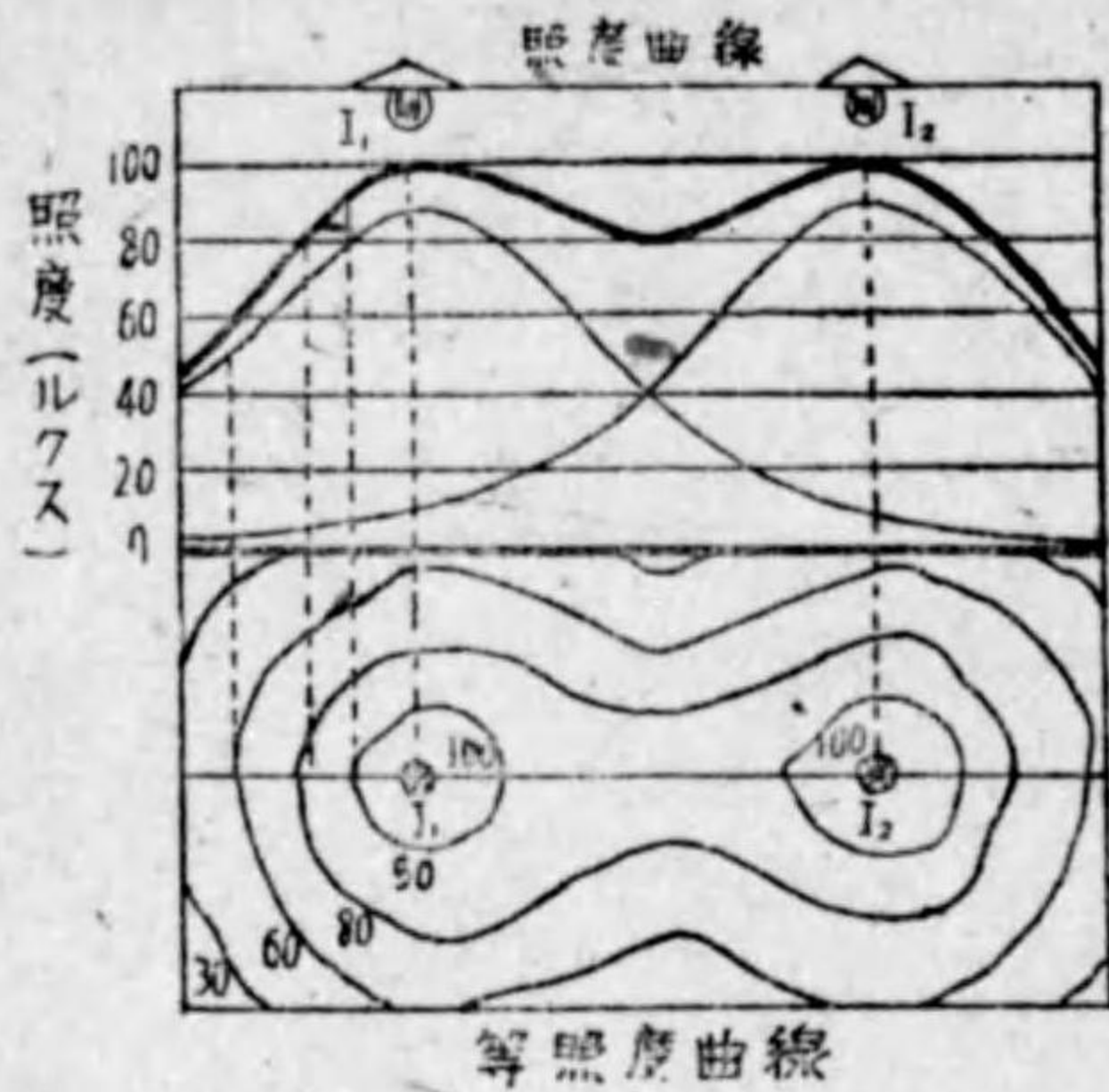
照明方式	利用率	照明方式	利用率
直接照明	70~90%	間接照明	10~30%
半直接照明	50~70%	街路照明	10~30%
半間接照明	30~50%		

5.2.9 減光補償率 電燈の發散する光束は、長時間點火すると次第に減少する。又、照明器具、壁、天井等にも塵埃が附着して、その透過率、及び反射率が減少し、利用率が低下する。故に、最初、照明設計を行ふ時には、この低下を見込んで、光源の總光束を必要量より大きくする。この割合を減光補償率 (減光補填率) と云ふ。即ち、

$$\text{減光補償率} = \frac{\text{設備當初の被照面の照度}}{\text{或る期間後の低下した被照面の照度}} \times 100$$

この値は、普通 1.3~1.5 位に取る。

5.2.10 照度曲線と等照度曲線 被照面上に任意の直線を引いて、その各點の照度を、圖のやうに横軸上にその位置、縦軸上にその點の照度を取つて表はしたものを照度曲線と云ふ。又、地圖の等高圖と同様に、一つの平面上で、照度の等しい點を連ねて、この面上の



照度曲線, 等照度曲線

照度分布を示したものを等照度曲線と云ふ。圖は、何れも電燈が2箇、ある間隔を置いて同一の高さに點燈された場合の兩曲線を示したものである。

5.2.11 均齊度(均一度)
作業場等で、作業面上の各場所の照度に大きい明暗があると、眼を疲労し作業能率を低下する。又、事故の原因になるから、なるべく照度を均一にし

なければならない。その程度を表はすのに均齊度を用ふる。その定義は一定されてゐないが屋内照明では、

$$\text{均齊度} = \frac{\text{最大照度} - \text{平均照度}}{\text{平均照度}} \quad \text{又は} \quad \frac{\text{平均照度} - \text{最小照度}}{\text{平均照度}}$$

屋内照明では、この値が0.3以下の時を均一照度と見做してゐる

5.2.12 作業面の高さ 照明設計を行ふ場合、被照面(即ち、作業面)の高さを次のやうに定める。

事務室, 學校, 工場などは	床上 85cm
日本間, 座敷などは	床上 40cm
廊下, 道路, 運動場などは	その面

5.2.13 照明設計法 一口に照明設計と云つても、色々の場合がある。茲では屋内照明に就いて述べ、その他の場合は項を改めて説明する。先づ、設計の順序は、

- ① 被照面を定める。その高さは、1.10.11で述べた作業面の高さを取り、又、照明を行ふ面積を定める。
- ② 推奨照度によつて、その作業に必要な照度を定める。
- ③ 室の大きさや作業の種類等によつて、照明方式を定める。
- ④ 室の天井や壁の明暗、天井の高さ等による、光束の利用率を推定する。

- ⑤ 必要な總光束数を算出する。
- ⑥ 室の用途や作業の種類により、又、均齊度を考へて電燈の配置、及び箇数を定める。
- ⑦ 照明器具を選定し、電球1箇のワット数を定める。

5.2.14 光束法 次に、必要な光束数の算出であるが、局部照明では箇々の場合で異なるから、茲では屋内、又は屋外で全般照明を行ふ場合について述べる。

被照面の面積を S 平方米、その所要照度を E ルクスとし、この照明設計に於ける利用率を η とすると、

$$\text{光源の所要總光束} \quad \phi = \frac{ES}{\eta} \quad \text{ルーメン}$$

更らに、減光補償率 F を見込み、電燈の箇数を N とすると、

$$\text{電燈一箇の所要光束} = \frac{FES}{\eta N}$$

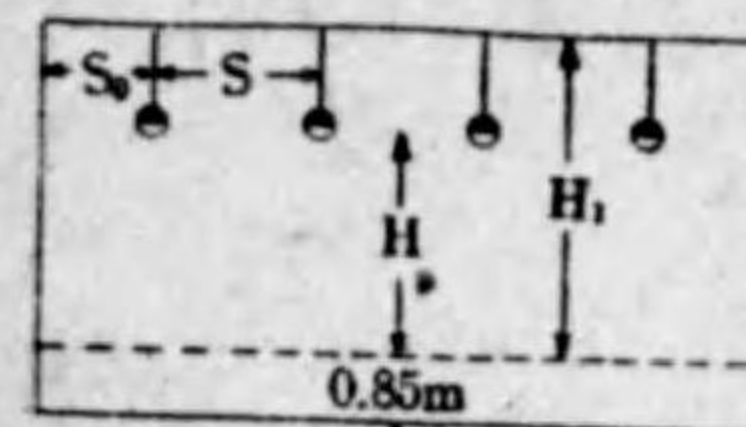
$$= \frac{\text{減光補償率} \times \text{照度} \times \text{被照面積}}{\text{利用率} \times \text{全燈數}} \quad \text{ルクス}$$

斯様にして求めた電燈1箇の所要光束数より、これに近い光束を發散する電燈のワット数を定める。實際には、所要光束数に近い光束の電燈が無い場合が多い。この時には、利用率、減光補償率、電燈箇數等を再吟味して修正し、再度計算を行ふ。

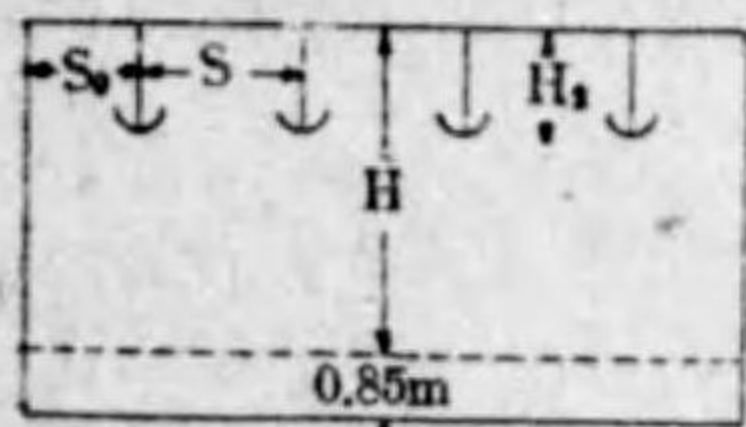
5.2.15 電燈の位置選定

建物の構造や作業の種類、體裁、將來の擴張等を考へて電燈の配置を考へねばならないが、一般の照明で均齊度を30%以下にするには、電燈の配置を大體、圖のやうに定める。

直接照明



間接及半間接照明



電燈の配置

(1) 直接照明、作業面より天井迄の高さを H_1 とすると、

$$\text{電燈の高さ} \quad H = \frac{2}{3} H_1$$

$$\text{電燈間の距離} \quad S = 1.5H$$

$$\text{電燈と壁との距離} \quad S_0 = 0.5S$$

(2) 間接照明、作業面より天井迄の

高さを H とすると、

$$\text{電燈の吊り下げ } H_2 = \frac{H}{5}$$

$$\text{電燈間の距離 } S = 1.5H \quad \text{電燈と壁との間隔 } S_0 = 0.5S$$

5.3 屋内照明

5.3.1 住宅 慰安と團樂の場所であるから、感じと衛生を眼目とする。居間は、中央にコードで電燈を吊し笠を用ふる。書齋や勉強室は、更らにスタンドを設けて局部照明をする。台所、浴室、廊下等にはブラケット、又は天井燈が適する。

5.3.2 事務室 眩輝を防いで長時間疲勞しないやう光源の輝度を小さくする。一般に全般照明が採用され、電燈数を多くして、照度を均一にする。又、電燈には外球を用ひ、天井や壁等を明色にして、その反射光を利用する。

5.3.3 工場 工場照明の設計に於て、その眼目となる事項は、

- ① 作業の精確と製品の品質を向上し、生産高を増す。
- ② 傷害等の事故を減少し、進んで作業者の疲勞を減じ、保健状態を改善する。
- ③ 場内の清潔整頓を保ち、監督を容易にする。

等である。これに對して、照明設計上、考慮すべき事項は、

- (1) 作業の精粗に應じて適當の照度を與へること。
- (2) 作業中に絶対に眩輝を起させぬこと。
- (3) 照度の均齊を適當にして、強い陰影を作らぬこと。
- (4) 設備費、維持費を少なくすること。

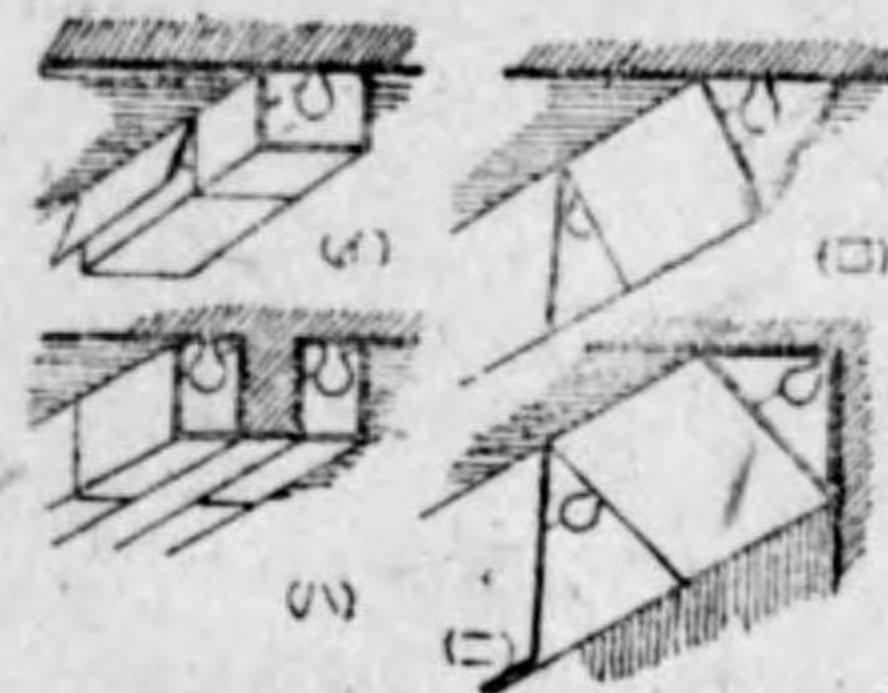
一般に金屬笠を用ひた全般照明が採用され、特に精密作業には、局部照明を併用する。尙、塵埃が多いから度々燈具を掃除する。

5.3.4 商店 商店の照明は、店の繁榮に大きい影響があるから甚だ重要である。店内には直接照明、又は半間接照明を用ひて全般照明を與へるが、陳列窓には、次の考慮を要する。

- ① 通行人の注意を惹き、購買心をそよること。
- ② 商品に十分の照度を與へる。但し、絶対に眩輝を起させぬこと。
- (3) 光源が見へぬやうに、特殊の反射笠を用ひた電燈を天井に取

付ける。又、管型電球で補助する。

5.3.5 建築化照明 一般の照明方式のやうに、照明器具を天井や壁等に取り付けず、建築物の柱、壁、天井等に照明装置を作り込んだものである。



建築化照明、

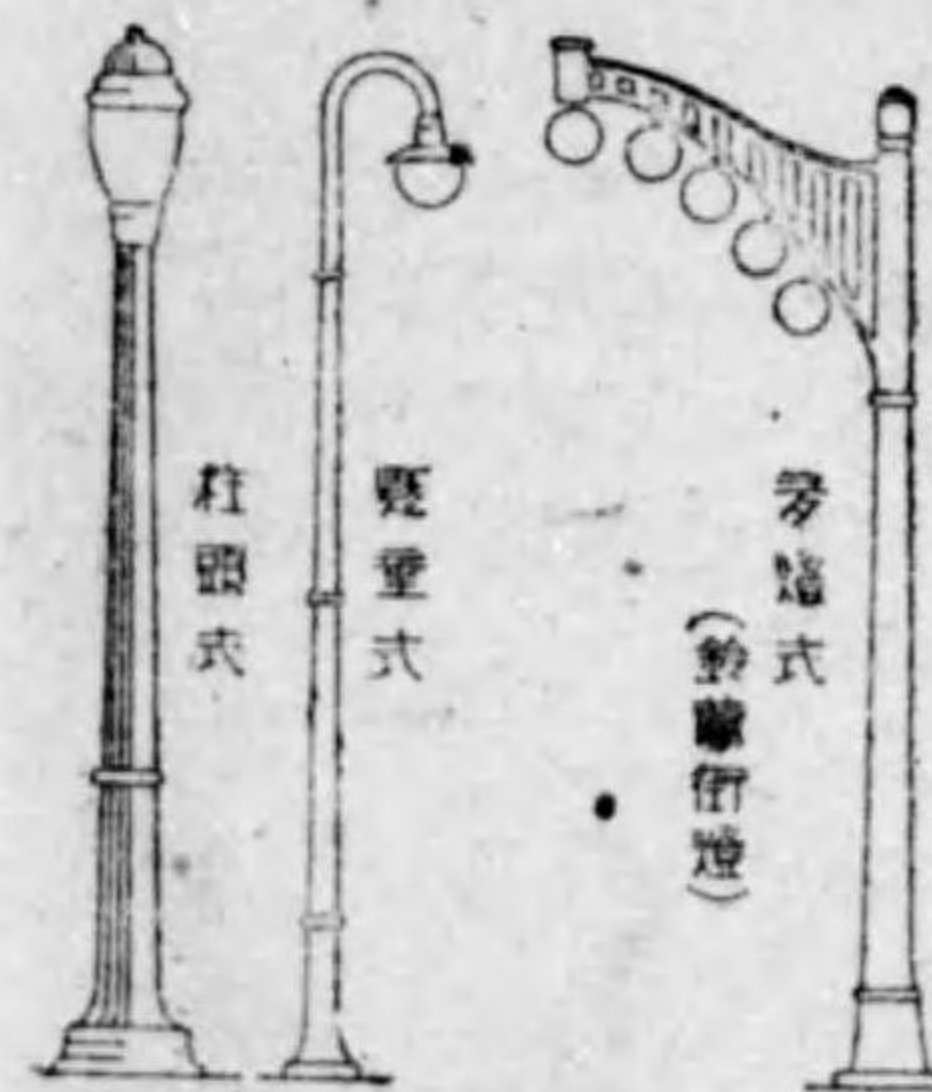
ある。構造が簡單で能率が良い。

(ア) は、梁の兩側に光の函を取付けてゐるが、梁が小さい時は、これを光の函で包む。

(イ) は、天井と壁等の隅に取り付けた場合で、工事が簡單である。その他に、柱をガラス張りで圍み、その中に電球を入れたものや、天井の一部をガラス張りとしたもの等がある。

これ等の光の函に用ひられるガラスは、透過率が良く、面が一様に輝く(擴散度が高い)ことが必要である。乳色スキガケ・ガラスは、透過率、擴散度ともに高いから最も適當であるが、高價である。電球と電球の距離は、電球とガラス間の間隔の約 1.5 倍以内にならないと、函の光にむらを生ずる。又、ガラス面は常に清掃する。

5.4 街路照明



街路燈

5.4.1 一般 街路照明の目的は、①交通の安全、②犯罪の防止、③市街の美觀、④都市の繁榮、等にある。その燈器には次の 3 種がある。

(1) **柱頭式** 光が横に多く出るので、街路面への光束が少く利用率が悪い。然し、建物の側面も照すので、建物の多い商業街路、事務所街路等に適する。

(2) **懸垂式** 主に下方を照すので、交通街路、住宅街路、廣場等に用ひら

れる。

(3) 多燈式 (鈴蘭燈) 電球が多数で、その取替費が嵩み、照明能率も悪く、経済的でない。然し、構造が賑やかであるから、道幅の狭い繁華な街路に用ひられる。

次に、燈器の配列法を分類すると、

對稱式	千鳥式	片側式	中央式
道路の兩側に燈器を對稱的に置く。	道路の兩側に燈器を千鳥型に置く。	道路の片側のみ、燈器を置く。	道路の中央のみ、燈器を置く。
幅の広い街路に用ふる。	一般の道路に用ふる。	幅の狭い住宅街路等に用ふる。	公園等の道路に用ふる。

燈器の高さは、狭い繁華街路では低くともよいが、交通街路では、交通者に眩輝を與へぬやう十分に高くする。狭い道路では3米以上、広い道路では6米以上にしてゐる。

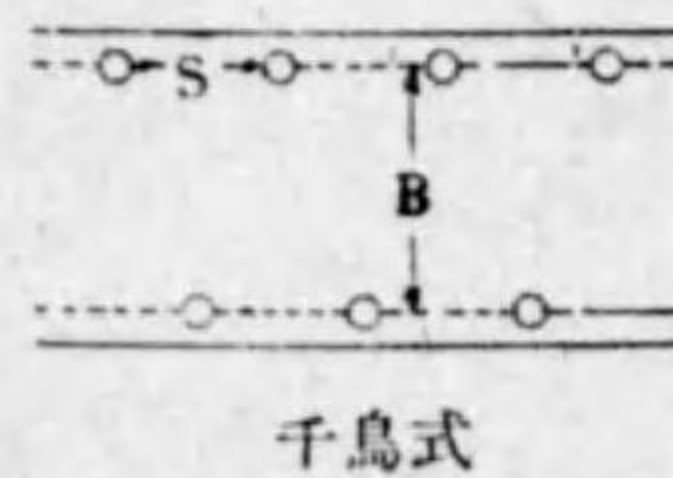
5.4.2 設計 街路照明の設計を行ふ順序は、

- ① その街路に適する照度を、推奨照度より定める。
- ② 電燈の取付高さを定める。大體に道路幅の $1/2 \sim 1/4$ 位とする。
- ③ 光束の利用率を、燈器の種類、配列方法等によつて適當な値に推定する。
- ④ 燈器の位置を定める。光源の高さを H とすると、燈器の間隔 S は、

商業街路 $S = 3H \sim 8H$

主要交通街路 $S = 5H \sim 10H$

住宅街路 $S = 5H \sim 20H$



- ⑤ 電燈1箇の所要光束を算出する。その方法は、1.13.13の光束法と全く同様にして求められる。即ち、

$$\text{電燈1箇の所要光束} = \frac{\text{減光補償率} \times \text{照度} \times \text{被照面積}}{\text{利用率} \times \text{一燈器の電燈箇數}}$$

被照面積は、圖のやうな千鳥式及び對稱式では (燈間隔 \times 道幅) / 2、片側式ではこの2倍となる。

5.4.3 商業街路 人通りが繁く、華やかな氣分を與へる必要上、照度を大きくして、燈器を裝飾的にする。その要點は、

- ① 照度の分布は、なるべく一樣にする。最高と最低の比を 10:1 以下にする。
- ② 光源を高くして、通行者に眩輝を與へない。
- ③ 建物の上部もなるべく明るくし、建物に強い陰影を作らない。

5.4.4 交通街路 交通に支障がなく、交通事故を防ぐことが主眼である。然し、一般に距離が長いために、照度を餘り大きくすることは經濟上困難である。そこで、ある程度、燈間隔を増して、影法師効果を利用し、通行者の存在を明かにする。

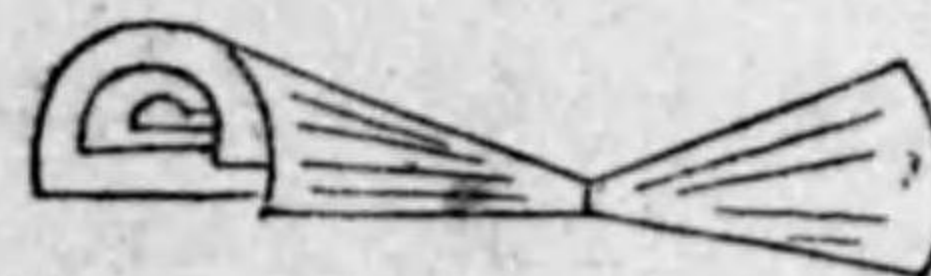
電燈には、比較的、大燭光のものを用ふる。光の色が餘り問題にならぬから、高壓水銀燈やナトリウム燈が適するが、設備費の點から一般に白熱電燈が採用されてゐる。

注: [影法師効果] 例へば、雪の夜、道路を歩く人の姿が、黒くはつきりと浮んで見へる。このやうに物體の背景を明るくすると、その反射光で物體がよく認められる。これを影法師効果と云ふ。

5.4.5 住宅街路 單に通行の安全と、保安とを目的とする。故に、照度が低くともよく、裝飾は不用で、能率の良い燈具を用ふる。又、燈柱には電柱等を利用して、交通の邪魔にならぬやうにし、費用を節約する。

注: 街路照明の燈具には、

- ① 淺型反射笠に裸電球を用ふる。
 - ② 擴散性の外球を用ふる。
 - ③ プリズムのついた外球を用ふる。
 - ④ 特別の街路照明器具を用ふる。
- ①は、體裁を重んじない工場街路等に用ひられ、②は、住宅街路等に採用される。③は、透明ガラスの外球にプリズムを作つたもので、その屈折作用により、道路に沿つた方向に多くの光を出す。④には、次のやうなものがある。



ハイウェイ・ユニット

5.4.6 ハイウェイ・ユニット 拋物線状をした大小の反射面を、圖のやうにある間隔を置いて並べたものである。その中央に光源を置くと、

反射面に當つて反射した光は、總て同一方向の平行線となつて出る。狭い道路等に用ひられ、遠方迄光が届く。反射面は、普通、鐵板に珓璃引してゐる。

5.4.7 街路照明一覽

	街路幅 (米)	車道幅 (米)	平均照度 (ルクス)	燈高(米)		燈柱間隔 (米)	一基當り ワット數	排 列	一基 燈數
				頭	懸垂				
商業 街路	8	—	2~10	3.5	3.5	15~25	100~500	千鳥	1
	18	11	〃	4.5	5	15~35	150~1900	〃	1~2
	27	18	4~10	5.5	6	20~40	400~1500	{千鳥 對稱	〃
	36	24	〃	6	6	20~50	750~2000	〃	〃
交通 街路	11	6	1~3	4	4.5	30~60	100~250	千鳥	1
	18	11	〃	4.5	5	〃	150~500	〃	〃
	27	18	〃	5.5	6	40~70	200~750	〃	1
	36	24	〃	6	6.5	〃	300~1000	〃	1~2
住宅 街路	3	—	0.2~0.6	—	3.5	20~40	30~60	{千鳥 片側	1
	6	—	〃	—	3.5	30~50	40~60	〃	1
	11	—	0.2~1	4	4.5	40~90	40~150	千鳥	1

5.5 特殊照明

5.5.1 照明看板 晝間を目的にした普通の看板に、照明設備を行つて、夜間も廣告するやうにしたものである。

① 照明方式 普通は電球に反射笠を用ふるが、大型の看板には投光器を使用する。照明看板の設計に際し考慮すべき點は、

- (イ) 看板の照度が、その周囲より明るいこと。
- (ロ) 照度が均一で、眩暈を起さぬこと。
- (ハ) 照明器具が晝夜共に、餘り目立たぬこと。
- (ニ) 費用がなるべく少いこと。
- (ホ) 看板の上部は下部より明るくする。

② 反射笠による照明 反射笠には、珓璃引の角照型が最も一般に用ひられる。これを看板から突き出した腕木の先に取付ける。本方式は、器具が安く、丈夫で耐水的な上に、電球の取換が容易な利點がある。然し、反射光で眩暈を起し易いから、看板には艶消塗料

を用ふる。

③ 所要電力 照明に必要な光束、従つて所要電力は、次の場合、増加する。

- ① 看板の色が暗いとき、及び面が非常に粗雑なとき。
- ② 周囲が明るいとき、又は、近くに明るい建物等があるとき。
- ③ 色の光で照すとき、電燈と看板が離れてゐるとき。

5.5.2 電氣サイン (1) 電球による電氣サイン 之には、次の3種がある。

① 直接式 看板面に電球を露出して並べ、文字や繪畫、模様等を形造つたものである。華美にするため色電球を用ひ、注目を引くやうにこれを點滅する。或は、電燈を一部宛、點滅して、移動するやうに見せるものもある。

② 間接式 廣告文字の背後、又は、看板の外枠の中に電燈を隠して、電燈が直接見へないやうにしたものである。

③ 包圍式 廣告を畫いた半透明體で電燈を圍んだもので、行燈式の看板である。

これ等の各得失を比較すると、

直 接 式	間 接 式	包 圍 式
① 輝度が大きく、注意を惹き易い。	① 晝夜共に落ちついた美しさがある。	① 晝夜共に美しく、注意を惹き易い。
② 構造が簡單である。	② 複雑で費用が嵩む	② 意匠が自由なため、効果が大きい。
③ 有効距離が大きい。	③ 有効距離が短い。	③ 有効距離が短い。
④ 大型の看板に用ひられる。	④ 構造上、大型のものが出来ない。	④ 大型のものが出来ない。

(2) ネオンサイン ネオン管を用ひたもので、殆んど露出して取付ける。その特長は、

- ① 新奇で、人の注意を惹き易い。
- ② 綺麗な特色のある色を放つ。又、光の線が連続してゐるから、滑らかである。
- ③ 電球より細かい文字、模様等が容易に作られる。
- ④ 電力の消費が少く、経費が少い。
- ⑤ 霧等にも光が吸収されず、有効距離が大きい。

然し、最初の設備費が高み、ネオン管の点火電圧が非常に高いから、その配線工事が面倒な缺點がある。

註：電気サインに移動式、又は点滅式を採用すると、非常に効果的である。前者は、看板上に並べた多数の電球の中の、任意の電球を順次に点滅して、次々に異つた文字、又は模様を現はして行く。電光ニュースはこれと同種である。

後者は、文字、又は模様が看板上を連続して一方より他方に移動するやうに見せるものである。

5.5.3 溢光照明 (投光照明) 大建築物や廣告塔、或は屋外運動場等を照明するとき、投光器を用ひて、これ等に光を集中させる照明方式を溢光照明と云ふ。

① **投光器** 光源より出る光を、一方向に集中させるために用ふる。光源の後に反射鏡を取付け、前面にはガラス、又は凸レンズをはめる。反射鏡には、クローム (反射率 65%)、アルミニウム (同 62%)、ニッケル (同 55%) 等が用ひられる。

② **建物** 建物と投光器取付箇所間の距離に応じて、投光器の光の擴がりを適當に選ぶ。又、投光器の数は、被照面にむらが出来ぬやうに撰定する。

註：所要照度は、周囲の明るさによつて異なるが、白色の建物で 50~100 ルクスにする。

③ **運動場** 競技者や観覧者に、眩暈を起させぬやうに光源を十分高くする。一般に、運動場の周囲に沿ふて、投光器を配置する。所要照度は、陸上競技 100 ルクス、水泳プール 50 ルクス、野球は内野 500 ルクス、外野 300 ルクス位である。

註：水泳プールの照明には、投光器で周囲の高い處より照す方法と、投光器を水面下に取付ける方法の 2 種がある。最近では、後者が主に用ひられる。

その他、建築場や鐵道停車場、屋外作業場、銅像等の照明に、投光照明が用ひられる。

照明看板に對して、投光器が反射笠より優れてゐる點は、

- ① 看板面の照度を一樣に出來、然も、光の利用率が高い。
- ② 一般に低い處より照すため眩暈が少い。
- ③ 燈器を隠すことができ、體裁が良い。
- ④ 大型看板にも適する。

5.5.4 舞臺照明 (1) フットライト (脚光)、舞臺の前面の下方に並べた電燈で、舞臺面を照明するのに用ふる。観覧者の邪魔にならぬやうに取付けられてゐる。

(2) **ボードライト** 細長い金屬製の樋の中に多数の電燈を並べ、これを舞臺の天井に吊したものである。普通、観覧席側より 4 列位配置する。舞臺面に均一な垂直照度を與へるのに用ふる。

(3) **スポットライト** 凸レンズを用ひて光を集中し、舞臺の一箇所を照明する。或は、平行光線を與へて、日光の直射と同様の感じを起させる。観覧席の前方で、兩側の高い處へ取付けられる。

(4) **調光機** 舞臺照明に用ふる電燈の電壓を調整して、光度を次第に變化させる装置である。その方法には、

① **金屬抵抗式** 回路に可變抵抗器を直列にする。最も簡單で安價なため、廣く用ひられるが、電力の損失が大きい。

② **變壓器式** 單巻變壓器の二次側に多数のタップを設け、これを切替へて電壓を加減する。その特長は、電力損失の小さいこと、1 箇の變壓器で多数の電燈が獨立に調整できること、容積が小さいこと等であり、廣く使用される。

③ **リアクトル式** 抵抗の代りに可變リアクトルを直列にして、その電壓降下を加減する。電力損失が少いが、力率が低下する。

④ **整流管式** 大型の放電管 (サイラトロン整流管) を用ひて、電燈回路に電流を供給し、放電管を制御して、電壓を加減する。

5.5.5 コロラマ照明 色光と影で、天井や壁等に、美麗な色模様を映すやうにしたものである。喫茶店、ダンスホール等の歡樂場に用ひられる。これは、長押等の上に異つた色の電球を多数並べ、一定の順序で切換へて點燈するやうにしたものである。

これと同様なものに投影法がある。圖のやうに箱の中に電球を入



投 影 法

れ、その蓋に色模様の透明紙を貼つたものである。これに用ふる電球として、集中織條のものが模様をはつきりさせる。

5.6 晝光照明

色の識別を必要とする呉服店、製粉、製紙工場等や、化学實驗室、診察室等に用ふる。

5.6.1 人工晝光を得る方法

	晝光電球	眞色燈	超高壓水銀燈 螢光放電燈	光源の組合せ
能率 ($\frac{\text{ルーメン}}{\text{W}}$)	12	5	80	
特長	①能率が長い ②簡便である	①光色が晝光に近い	①光色が晝光に近い ②能率が最もよい	①能率がよい ②光色が晝光に近い
缺點	①光色が晝光より赤い	①能率が悪い	①価格が高い ②装置が複雑である	①光の波長が連続してゐない ②取扱が複雑
用途	商店 診察室	砂糖、製紙 染物工場	未だ普及されてゐないが、最も理想的	室内照明、擬似天窓

註：光源の組合せには、①自熱電燈+水銀燈、②ネオン燈+水銀燈、③晝光電球+水銀燈、等がある。

5.6.2 眞色燈 深型の金屬笠にタングステン電球を入れ、笠の下部を特殊の色ガラスで覆つたものである。このガラスによつて濾過された光は、青色の光に近くなる。ガラスの吸収率が約85%にも達するので、一般の照明には適さない。

5.6.3 晝光による照明 工場や事務室等では、一般に點燈費を節約するため、晝間は極力日光を利用する。その方法として、

①窓を大きくする、但しこれには室内温度の激變、冬期に於ける暖房費の増大、窓ガラス掃除費の増加、建築費の増大、家具や商品の置場が狭くなる等の缺點が伴ふ。

②窓の位置は、なるべく南側がよい。即ち、夏は入射光束を少くし、冬に多くする。又、窓の天端を天井近くまで高めると、室内

の奥まで明るくなる。

③天窓を設ける。或は、建物の屋根を鋸齒状にして、北側をガラス張りとし、天空光を取り入れる。

④天井や壁等を明色にする。

⑤晝光の明暗によつて、電燈を自動的に點滅する。これには光電管等を用ふる。——最近は街路燈の自動點滅にも光電管に依る方法が採用されてゐる——。

註：天空光とは、大氣中の塵埃や雲等による日光の反射光線を云ふ。北窓より入る光がこの天空光で、その概数を示すと、

天空の平均輝度(薄曇り日)	3~5ランベルト
薄曇り日の天空光による照度	30000~50000ルクス
暗き雨日の天空光による照度	7000~10000ルクス

5.6.4 紫外線浴 日光浴をすると日やけ(紅斑)ができ、健康の増進に効果がある。これには0.28~0.31 μ の紫外線が最も有効である。都會地等のやうに、空中に塵埃が多いと、紫外線(紫外線)が吸収されて不足する。これを補ふために、バイタライト・ランプ(健康ランプ)、又は水銀バイタライト・ランプ(水銀健康ランプ)等の光で、光浴をする。

5.7 電燈の特殊應用

5.7.1 誘蛾燈 稲作に害をする螟蟲を捕殺するために使用する。稻田上約1.5mに盤を設置し、中に水を入れて、石油を少量浮かす。その上方約30cmの處に40~60W電燈を吊す。夜間、螟蟲は光りを慕つて電燈に集まり、水に映つた電燈に突進して、溺死する。點燈期は、5月中旬より7月上旬迄、及び8月中旬より9月中旬迄の2期である。配置は、1町歩當り60W1燈位にする。



誘蛾燈

註：最近では青色光の螢光燈(青色螢光燈)を使用したものがある。本燈によると5町歩當り20W位でよく、消費電力が自熱電球の1/15ですむ。然し、放電管が高價なため未だ普及してゐない。壽命は大體2000時間である。

5.7.2 養魚集蛾燈 魚を飼つた池、沼、稻田等の水面上に電燈を點じて蟲を集めると、蟲は水面に寫つた電燈目がけて突進し、溺死

する。この蟲を魚の飼料にすると、附近の農作物の蟲害も減するので、1石2鳥の効果がある。斯様な目的に用ふる電燈を云ふ。

5.7.3 點燈養鶏 冬季に於て、鶏の睡眠時間を短縮し、産卵数を増すために用ふる。その方法には、

- ① 曉點燈式 タイムスイッチを用ひて、曉方に點燈する。
- ② 宵點燈式 消燈するとき、鶏を泊木に泊らせるために、人工日没器（一種の單卷變壓器）を用ひて、電燈を次第に暗くする。

5.7.4 點燈栽培 植物に夜間照明すると、著しく植物の發育が促進され、且つ、花や果實が増收される。照射は、北方から斜に照すのがよく、照度は10~100ルクスでよい。但し、點燈栽培は時期を誤ると、失敗する。

5.7.5 電照養蠶 蠶に連夜照明すると、成育を促進し、眠起を齊一にして、良繭が10~15%増收できる。電球は、8疊の蠶室に60W 4燈位が良く、カナリヤ電球が適する。

5.7.6 集魚燈 夜間に電燈の光で魚を集める。石油やカーソイトに較べて、電燈には次のやうな缺點がなく、優れてゐる。

- ①取扱が面倒である。
- ②光度が不安定である。
- ③水中に入れられない。
- ④點滅が面倒である。
- ⑤魚に臭ひがつく。
- ⑥燃料費が高い。
- ⑦月夜には効果が少い。

電燈の電源には、一般に蓄電池を用ふる。

5.7.7 盜難豫防 建物の周圍等に、プリズムを配して赤外線の垣を作り、光線の終端を光電管で受ける。人體等がこの光線を遮ると、光電管の電流が變化して繼電器が働き、警報電鈴を鳴らす。

5.7.8 代用資材 照明器具、及び屋内配線に使用される代用資材を示すと。

器 材	代 用 資 材	器 材	代 用 資 材
電 球 口 金	鐵 (亞鉛、又はカドミウムメツキ)	絶緣電線	暫定第二種、及第四種
ソケット螺殼	鐵 (アルミニウム)	コ ー ド	暫定普通及防濕
ブラケット	鐵 (亞鉛メツキ)	封印線	漆 引 麻 組
工場用照明笠	硬 質 磁 器	ノ ッ プ	バインドレス・ノツブ

明視スタンド	木	材	クリート	一ツ穴クリート
			電線管	ファイバ管

6 電 燈 經 済

6.1 電 燈 料 金 制

6.1.1 定額制 電球の燭光數によつて、一箇月の料金を定め、電燈を點燈しなくとも料金を支拂ふ制度である。料金は、低燭のものより高燭の方が割安であり、屋内燈よりも屋外燈の方が安いのが一般である。電球には燭光球を用ひ、大抵は會社が負擔する。

6.1.2 従量制 需用家に積算電力計を取付けて、使用した電力量に應じて料金を支拂ふ料金制である。普通、1燈に付き1ヶ月何キロワットかの最低使用量が定められ、電力を全く使用しなくとも、これだけの料金を支拂ふ。或は又、最低使用量は定めないが、積算電力計の容量(アンペア)數に對して、ある準備料金を定めたものもある。これは、需用家が全く電氣を使用しなくとも、電燈會社は、何時でも送電できるやうに準備してゐるから、その費用に當てるものである。

6.1.3 綜合料金制 上記の従量制は、電燈、電熱、動力によつて夫々電力料金の單價が異なる。これに、設備費や負荷率等の關係からである。従つて、電燈、電熱、及び動力に對して各別々に配線しなければならない。

綜合料金制は、この不便を除くために電力料金の各單價を同一にして、その需用家の最大契約電力を定めたものである。故に、この電力以下では電力を何れに使つてもよく、配線や積算電力計は1箇でよい。

註: 最大契約電力を越へて電氣を使はぬやう、需用家の入口に電流制限器(電流約定器)を取付ける。これは使用電流が規定値を越へると、回路を開くか、又は抵抗を挿入して負荷の電壓を下げる。電流が規定値以下になると再び元の状態に歸る。

7 電 熱

7.1 一般

7.1.1 熱エネルギー 各種エネルギーの最終の形は熱エネルギーであつて、あらゆるエネルギーはこれを熱エネルギーに変換して利用することが出来る。

吾々が一般に利用してゐるのは、——太陽熱、地熱等の自然熱の利用を除くと、——

- ① 薪炭、石炭、ガス、油、等が燃焼する際の化学變化に伴ふ熱エネルギーの利用。
- ② 電力エネルギーを熱エネルギーとして利用。

の2つであつて、②が一般に電熱と云はれてゐるものであり、以下、之れに就て研究する。

7.1.2 熱単位 工業上に用ひられる熱単位には、次の2種がある。

① カロリ 重さ1gの蒸留水の温度を、攝氏の1度(1°C)だけ高めるに必要な熱量を1カロリ、又は1ワカロリと云ふ。工業上ではこの千倍、即ち、純水1Kgの温度を1°C高める熱量を単位にして、これを1キロ・カロリ、又は1疋カロリと云ふ。

② B. T. U (British Thermal Unit) 重さ1封度の純水を華氏の1度(1°F)だけ高めるに要する熱量を1B.T.Uと云ふ。これは主に英米で用ひられる。

③ 電気単位と熱単位 電力量の単位、即ち、1キロワット時(1キロワットの電力を1時間使用した時の電力量)と上記の熱量の単位の間には、次の關係がある。

$$1 \text{キロワット時} = 860 \text{キロ・カロリ} = 3412 \text{ B. T. U}$$

$$1 \text{キロ・カロリ} = 0.00116 \text{キロワット時}$$

$$1 \text{ B. T. U} = 0.000293 \text{キロワット時}$$

又、電力量の単位1ジュール(1ワットの電力が1秒間流れた時の電力量)と、熱量の単位1カロリの間には、次の關係がある。

$$1 \text{ジュール} = 0.24 \text{カロリ} \quad 1 \text{カロリ} = 4.2 \text{ジュール}$$

④ 電流の發生する熱量 導體に電流が流れると、導體の抵抗に

よつて抵抗熱(オーム損)を發生する。今、抵抗Rオームの導體に電流Iアンペアが流れたとすると、

$$1 \text{秒間の消費電力量} = I^2 R \text{ジュール}$$

$$1 \text{秒間の發生熱量} = 0.24 I^2 R \text{カロリ}$$

$$t \text{秒間の消費電力量} = I^2 R t \text{ジュール}$$

$$t \text{秒間の發生熱量} = 0.24 I^2 R t \text{カロリ}$$

7.1.3 比熱 或る物質の1瓦を温めて、その温度を1°Cだけ上昇させるに要する熱量をカロリ數で表した時、その數値をその物質の比熱と云ふ。例へば、各物質の比熱を示すと、次表の如くである。

物質	水	水銀	アルコール	銅	鐵	アルミニウム	鉛	白金
比熱	1	0.033	0.58	0.093	0.113	0.22	0.032	0.032

又、或る物體の温度を1°Cだけ高めるに要する熱量を、その物體の熱容量と云ふ。故に、比熱C、重さ(質量)W瓦の物體の熱容量はWCであり、その温度を1°Cだけ高めるに要する熱量はWCtカロリである。

7.1.4 熱の移動 熱が高温度の處より低温度の處へ移つて行く経路には、次の3つがある。

① 傳導 例へば、火箸を握つてその先端を火中に入れると、火箸を握つた手は次第に熱く感ずる。斯様に、熱が物體に沿つて移つて行く事を熱の傳導と云ふ。よく熱を傳へるものを熱の良導體と云ひ、餘り熱を傳へないものを熱の不良導體と云ふ。

熱の良導體………金屬(その順位は、銀、銅、金)

熱の不良導體………氣體、液體、木材、綿、羽毛、石棉等

② 對流 液體は熱の不良導體であるから、液體の上部のみを熱したのでは、底の方は仲々温まらない。然し、底部より熱すると、液體の全體は速かに温まる。これは、熱せられて比重の小さくなつた液體が上昇し、上部の冷い(比重の大きい)液體が下降して、この循環を繰返すからである。斯様に、熱が液體、氣體の移動に伴はれて移つて行くのを熱の對流と云ふ。

註: 風を送つて室内や、電気機器等を冷却するのは、この對流作用を利用したものである。

③ 輻射 地球の周囲 300 軒以上になると、空気はなく全くの真空である。従つて、太陽の熱は対流に依つても傳導に依つても地球に達する譯はない。然るに、吾々は平常日光の暖さに浴し得る。これは対流及傳導以外に依つても熱の傳達されることを證明してゐる。この形式の熱の傳導を輻射と云ふ。太陽に限らず電熱器でも炭火でも輻射に依つて熱を傳達する。之れを輻射熱と云つてゐる。

註：輻射熱は、光線のやうに物體の表面で反射される。又、黒い物體は輻射熱をよく吸収し、白い物體は輻射熱を反射する。なから夏は白い覆で帽子を包み、白い衣類を着て輻射熱を反射して温度の高まることを避ける。

7.1.5 温度 温度には、次の3種がある。

① 攝氏(°C) 純水が氷になる時の温度を0度とし、沸騰する時の温度を100度として、其の100分の1を攝氏の1度とする。

② 華氏(°F) 攝氏の0度を華氏の32度、攝氏の100度を華氏の212度として、その間の180分の1を華氏の1度とする。

③ 絶対温度 主に、學理上に用ひられる。攝氏の零下273度(-273°C)を基準、即ち、0度とした攝氏の温度を絶対温度と云ひ、°Kで示す。即ち、°C+273=°K、°K-273=°C。

7.1.6 温度測定 温度を電氣的に測定するには、次の方法がある。

① 電氣抵抗の温度に依る變化を利用し、此の一定關係から温度を知る。(抵抗温度計、抵抗法)

② 熱電對の起電力が温度に比例することを利用して起電力の大きさから温度を測る(熱電對温度計)

③ 物體の膨脹が熱に比例することから膨脹の度合より温度を測る。(寒暖計)

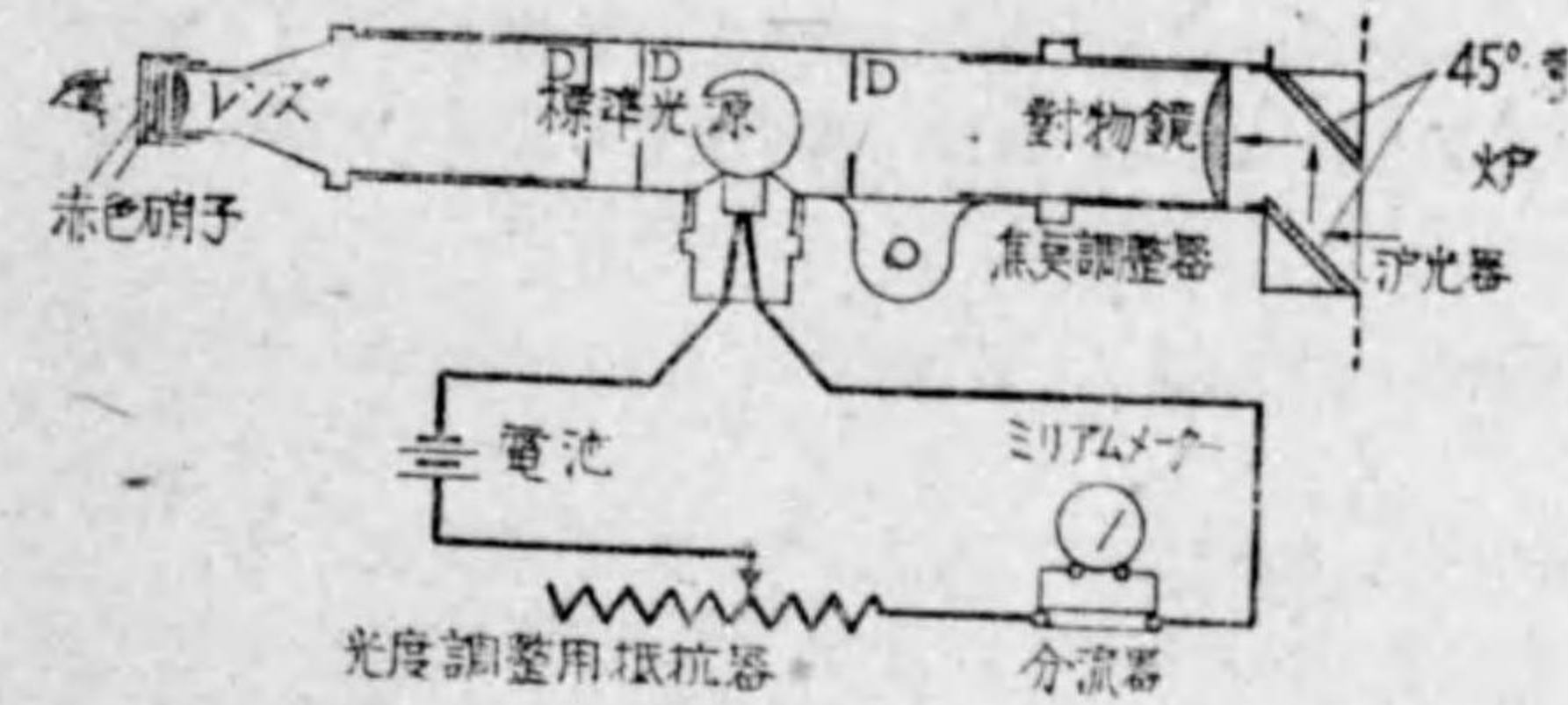
④ 温度による輻射が温度に比例することから温度を測る。

①及②に就いては、“測定新書” P86、以下に詳述したから、茲では④に就いて説明する。

① 輻射高温計 爐等の内部温度を測るのに用ひられる。爐壁に小さい窓をあけ、その窓より出る輻射束をレンズ又は鏡で一點に集める。この點に熱電對——異種の金屬の接合點を熔接し、他端にミリボルト計をつないだもの——の接合點(高温部)を置くと、接合點は全輻射束に比例した温度に高まり、起電力が発生してミリボルト計が偏れる。この偏れは全輻射束に比例し、全輻射束は温度に比

例するから、ミリボルト計の偏れより爐内の温度が分る。本器に依つて、1800°C位まで測定し得る。

② 光學高温計 輻射高温計は全輻射束を測定したが、これは輻射束の中で可視光線の單光



光學高温計

射束の中で可視光線の單光色を取り、これを標準光源の輝度と比較して、温度を定める。例へば、爐壁の窓より出る輻射

束を濾光板で濾過して、單色の光を得る。一方豆電球を用ひ、その點火電流を變へて、豆電球の輝度を單光色の輝度に等しくする。この時の點火電流を電流計で讀み、爐内の温度を知る。電流の目盛には、豫じめ標準温度を測定して、その温度で目盛が施されてゐる。

7.2 發 熱 體

7.2.1 一般 電熱器を發熱の方式によつて分けると、次の2種に大別される。

(1) 抵抗發熱 導體に電流(Iアンペア)が流れると、導體の抵抗(Rオーム)によつて熱を發生する。これは既に示したやうに、

$$\text{毎秒の發生熱量} = (I^2 R \text{ジュール}) = (0.24 I^2 R \text{カロリー})$$

これをジュールの法則と云ふ。

註：上式を變形すると、

$$\text{發生熱量} = I^2 R = IR \times I = E \times I = E \times \frac{E}{R} = \frac{E^2}{R}$$

即ち、發生熱量は電壓の2乗に正比例し、抵抗に反比例する。又、電壓を一定にすると、發生熱量は、抵抗の小さい程大きい。

(2) 電弧發熱 弧光燈と同様に、炭素棒等の電極間に電弧を發生させ、その時に發生する高熱を利用する。主に、電氣熔解爐に用ひられる。

次に、被熱の様式を分けると、次の2種となる。

直接式	被熱體に直接電流を流して、その抵抗發熱を利用する。又は、被熱體と電極間に電弧を發生させ、その電弧熱を利用する。
間接式	別に發熱用の抵抗、又は、電弧發生用の電極を設け、これ等で發生した熱を傳導、對流、及び輻射によつて被熱體に傳へる。

註：前者は、被熱體が電流を通ずる導體であること。後者は、被熱體が絶縁體でもよい。

更に、電流を發熱體被熱體に導く様式によつて分類すると、

(1) 傳導式 發熱體を直接に電源に結んで、これに電流を流す。
—例へば、一般の電熱器—

(2) 電磁式 變壓器と同一の原理による。線輪(一次巻線に相當)を交流電源に結んで磁束を發生させ、この磁束が被熱體(二次巻線に相當)を切つて起電力を發生し、被熱體に電流が流れて熱せられる—例へば、誘導爐—

7.2.2 發熱體の具備條件

① 固有抵抗が大きいこと。

註：固有抵抗が小さいと、所要の抵抗値を得るのに、斷面積を小さくして長くせねばならぬ。これでは斷線し易い。

② 熔融温度が高く、高温度でも酸化の少ないこと。

③ 展延性に富み、加工が容易なこと。

④ 抵抗の温度係数が小さく、電壓の變化に對して影響が少ないこと。

⑤ 端子の接續が容易なこと。

⑥ 材料が容易に得られ、安價なこと。

7.2.3 發熱體の種類と使用温度

	低温度	400~500°C	500~1000°C	1000°C以上
發熱體	鐵線、鐵管、銅ニッケル合金	鐵ニッケル合金	ニッケルクロム合金、鐵クロム合金、鹽化バリウム(液體)	炭珪素化合物、白金、タンゲステン、クリプトン(炭素粒)
用途	電熱栽培に於ける温床用	温水用發熱體、對流型暖房用	輻射型暖房用、アイロン、七輪	輻射暖房用、實驗用電氣爐(燒入、熔解用)

7.2.4 金屬發熱體と非金屬發熱體の比較

	金屬發熱體	非金屬發熱體
特長	①發熱體の加工が容易である ②抵抗の温度係数が正である ③安價である	①高温度に使用できる ②固有抵抗が大きい ③酸、鹽等により腐蝕しない
缺點	①高温度に使用すると酸化が著しい ②腐蝕し易い	①温度係数が負である ②端子の接續が面倒である

7.2.5 金屬發熱體 最も普及されてゐるは、ニッケル・クロム合金線(一般に、ニクロム線と稱する)である。これには、次の2種があり、その成分を示すと、

種類	ニッケル	クロム	鐵	マンガン	最高使用温度
第一種電熱線	75~80%	18~20%	1~3%	0~2%	1150°C
第二種電熱線	55~65%	11~18%	11~25%	0~2%	900°C

ニッケル・クロム合金線の成分は各製作所によつて異り、種々なものがある。

最近、ニッケルの不足によりこれを含まない鐵クロム線が使用されてゐる。その特性を示すと、

種類	クロム	アルミニウム	添加物	鐵	使用温度
第一種	22~25%	3~6%	5%以下	殘部	1000°C以上
第二種	13~18%	3~6%	3%以下	殘部	600°C以上

鐵クロム線の得失

長 所	短 所
①固有抵抗が大きい ②耐蝕性が大きい ③熔融點が高い	①脆くて加工が困難である ②高温で粒子が成育し壽命が短い ③伸びが大きく抵抗が増す

尚、その他の金屬電熱線について、最高使用温度を示すと、

種類	鐵ニッケル	銅ニッケル	鐵クロム	モリブデン	白金
最高使用温度 (°C)	550	600	1300	1350	1600

7.2.6 非金屬發熱體 各種の非金屬發熱體の最高使用温度を示すと、

- ① 炭素, 黒鉛の板, 棒, 管及び粒……………1500~1800°C
- ② 炭化硅素……………1500°C
- ③ 鹽化物……………1350°C

最も普及されてゐるのは炭化硅素で、炭素と石灰(又は石英)の粉末を混合成形し、これを窒素等のガス中で焼成したものである。非金屬發熱體の一番、困るのは、その端子部である。即ち、端子部を特に太くして、銀鍍金等を行ひ、接觸抵抗を小さくして、端子部の過熱を避けてゐる。

又、鹽化物には鹽化バリウム等の液が用ひられ、鹽槽爐に利用される。

7.2.7 電熱線の設計 ① 温度の決定 電熱線の温度は、被熱物に必要な温度より高くする。但し、餘り高過ぎると、電熱線の壽命を縮める。

註: 電熱線の温度は、消費電力が同一でも使用状態、即ち、熱の放散状態によつて異なる。一般に、電熱線を密閉すると放熱が少なくなり、通風が良いと放熱が大きいから、これ等を考へて、電熱線の温度を定める。

② 寸法の決定 所要熱量と使用時間並に電熱器としての能率を考へて、所要電力を求める。これを供給電圧で除して、電熱線の電流を算出し、電流の値によつて電熱線の太さを定める。次に、

$$\text{電熱線の所要全抵抗} = \frac{\text{供給電圧}}{\text{電流}} = \frac{\text{所要電力}}{(\text{電流})^2}$$

$$\text{故に 電熱線の長さ} = \frac{\text{電熱線の所要全抵抗}}{\text{電熱線の單位長の抵抗}}$$

7.2.8 電熱線の試験 電熱線の試験には、壽命試験、抵抗値並抵抗温度係数の測定、熱膨脹係数の測定、等があるが、最も重要なのは壽命試験である。これには次の2種がある。

- ① 普通試験 長さ20~30cmの試料に、その中央部が規定の温

度になるやうな電流を流す。この時の端子電圧を一定にして、斷線する迄の時間を測る。

註: 最も確實であるが、試験時間が長く、電力損失が大きい。

② 強制壽命試験 電熱線を強制的に早く斷線させて、その壽命より使用状態に於ける壽命を推定する。その方法は、

(イ) 高温度試験 使用温度より高い温度で試験する。但し、高温度で壽命の長いものが、使用温度でも常に壽命が長いとは限らない。

(ロ) 斷續試験 電流を斷續すると、急冷急熱のために酸化被膜が裂け、酸化が内部に進んで壽命が短縮する。

(ハ) 酸素試験 酸素中に行ふ方法で、所要時間は普通試験の十分の1でよい。

(ニ) 鹽水浸漬試験 鹽水に浸ける事を繰返すと早く斷線するが、これから空氣中の壽命を推定することは難しい。

7.2.9 絶縁材料 電熱器に用ふる耐火材料は、①高温に耐へること。②熱の傳導を防ぐ。即ち、熱の絶縁物であること。③電氣の絶縁物であること。④濕氣等によつて、これ等の性質が變化しないこと、等の條件を必要とする。通常用ひられるのは陶磁器、雲母、マグネシア、アルミナ、石綿等である。

面白いことは、一般に電氣の絶縁物は、熱も導かない。然し、投込電熱器等に用ふる耐火材料は、電氣に對しては絶縁物であるが、熱は良く導いて周圍の水を温めることが望ましい。此の要求に對して、雲母を薄片にするか、マグネシア、アルミナ等を壓縮して充填する。

註: 陶器の熔融點は約1600°Cと云ふ高温度であるから、發熱體の支持物に廣く用ひられる。雲母は、500~600°C以上に熱すると、水分を放出して分解するから、これ以上の温度には用ひられない。

7.3 家庭用電熱器

7.3.1 家庭用電熱器の具備條件 ① 構造が丈夫で、取扱が便利なこと。

② 取扱に安全で、漏電や温度の過昇による危険がないこと。

③ 發熱體の壽命が長く、且つ、安價なこと。

④ 電気こたつ、電気座蒲團等には恒温器を取付けて、温度の過昇を防ぐ。

⑤ 故障が容易に起らず、火災等の心配の少ないこと。

⑥ 能率が良く、体裁が優美なこと。

7.3.2 家庭用電熱器の容量と能率

品名	容量 (W)	品名	容量 (W)
電気座蒲團	20~40	電気アイロン	300(2Kg) 500(3Kg)
煙草点火器	40~100	電気火鉢	300~500
足温器	100	電気パン焼器	500
電気炬燵	40~200	電気湯沸器	300~3000
電気裁縫機	60~100	電気七輪	500~2000
電気半田機	100~200	電気暖房器	500~5000
電気火鉢	300~500	電気炊飯器	500~5000
電気茶瓶	500	電気天火	2000~3000

品名	能率 (%)	品名	能率 (%)
電気七輪	50~70	投込湯沸器	95~99
電気茶瓶	70~75	瞬間湯沸器	90~95
電気炊飯器	80~90	自動湯沸器	85~90
電気天火	70~85	タンク湯沸器	70~85

7.3.3 発熱体の實例 ① 発熱コイル 電熱線をコイル状に捲いて、これを磁器の圓筒に捲く。或は、硅藻土等で作った平板(熱板)に、渦巻状の溝を作り、これに嵌め込んだものである。電気暖房器や電気炬燵、電気七輪等の発熱体に用ひられる。

② 発熱リボン又はテープ 電熱線をリボン、又はテープ状にすると、圓形の針金より表面積が大きく、熱の放散が良い。又、熱を傳導させるとき、被熱体によく接觸し、電熱線に捲いた時、捲きずれが少ない。

このリボン状の電熱線を雲母の薄板に巻いたものが葉状発熱体で、電気アイロンに用ひられる。

③ シーズ線 電熱線を銅管、又は軟銅管の中に収め、マグネシ



ヤカアルミナ等を堅くつめて、絶縁したものである。電熱線が露出してゐないので、料理用の鐵製熱板に鑄込んだり、或は、液體の加熱や暖房用等に用ひられる。但し、高價であるから一般用には適さない。

④ スペース・ヒーター 電熱線を雲母の薄片に巻き、その外側を更らに雲母板で包んで電氣的に絶縁する。これに金属薄板の鞘をかぶせたものである。主に暖房用電熱器の發熱体に用ひられる。

7.3.4 電気釜 釜底を二重にして、その間に發熱体を収めたものである。構造上能率が良い。主に飯炊き用で、その大きさは、

釜の大きさ (升)	1	1.5	2	2.5
容量 (Kw)	1.5	2	2.5	3
所要時間 (分)	約20	20	25	25

註: 次の電気七輪に釜を掛けても、飯は炊けるが、能率が甚だ悪い。

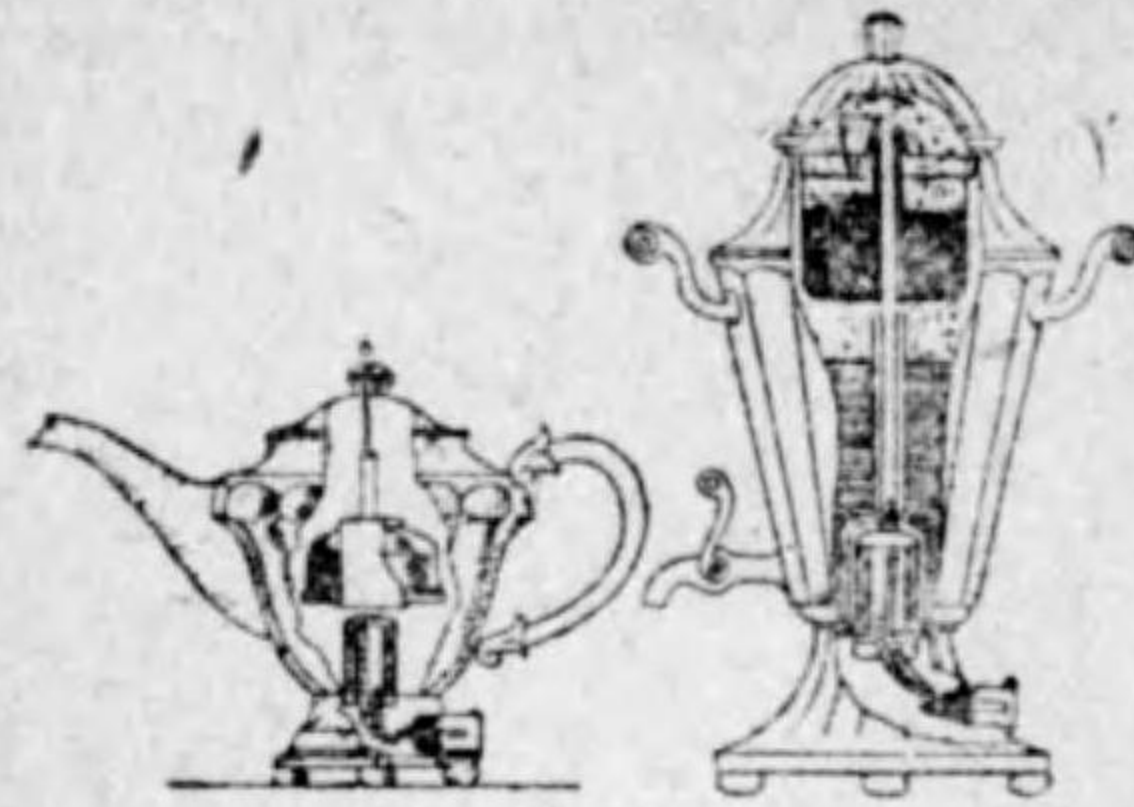
7.3.5 電気七輪 普通、硅藻土等で作った平板(熱板)に、渦状の溝を作り、コイル状の電熱線を納める。この平板發熱体を水平にして、枠や脚をつけたものである。平板發熱体の上に載せる鍋類は、平底のものでないと熱能率が悪い。

註: 平板發熱体に柄を取付け、下向きにして魚等が焼けるやうにすると、電気天火になる。又、函型の器具で、その内部の上下に發熱体を取付け、蒸したり、煮炊きするものをオープンと云ふ。

7.3.6 電気レンジ 七輪や天火、オープン等を組合せて作った大型の調理台を電気レンジと云ふ。これ等の中で、例へば天火に電気を、七輪にガスを用いたものもある。その操作方法によつて自動式、手動式、半自動式の種類がある。

自動式は、時計スイッチによつて指定の時間に電路を閉ち、煮炊きを始める。電路を開くには寒暖計スイッチによる。煮炊きが自動的に出来上るので、非常に便利である。

7.3.7 コーヒー沸 茶瓶の底に發熱体を取付ける。發熱体で温められた湯は、中央の管を昇つて、上端より噴き出し、コーヒーの層を潜つて下に溜る。湯が循環するので、次第に濃くなる。



コーヒー沸

註: 紅茶沸しや、ミルク沸しも同様である。

7.3.8 電熱パン焼器 (トースター) 發熱體には、雲母板に發熱リボンを巻いたものを用ふる。その兩側でパン片を當てがふやう針金の枠等を取りつけてゐる。パン片の兩側を一度に焼くものや、焼けると (約3分間) 自動

的に電流を斷つて、パン片を押し出す營業用のもの等がある。

7.3.9 暖房用電熱器 (電氣ストーブ) ① 輻射型 (反射型) 露出した發熱體の背後に、銅板の熱反射體を置き、發生した熱を直接、又は反射によつて前方に向ける。即ち、直接、發熱體の輻射熱を利用する。

② 對流型 發熱體によつて周圍の空氣を熱し、この空氣が對流作用によつて循環し、部屋全體を暖める。

③ 輻射型と對流型の比較

	輻射暖房器	對流暖房器
長	①局部が能率よく暖められる ②熱の放射方向が任意に變へられる ③急速に暖められる	①室全體が一樣に暖まる ②溫度が均一になり不快がない ③火災の慮れが少い
所	④通風の大きい場所に適する	④設備費が一般に安い
缺點	①熱の直射を受けるので不快である ②火災の危険がある	①暖房の能率が悪い ②室内が乾燥し易い

④ 暖房用電熱器の容量

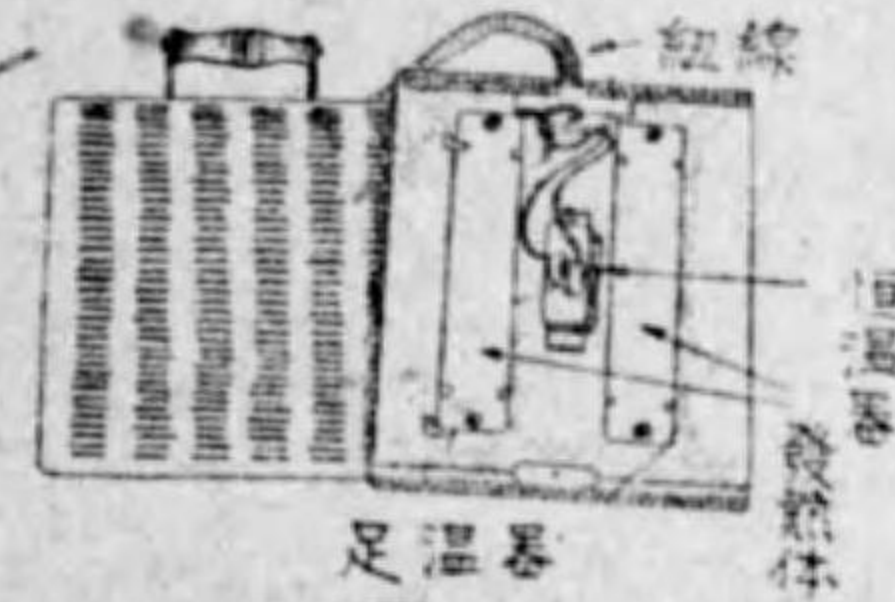
室の大きさ (疊)	4.5	6	8	10	12	20
日本室	1	2	3	4	5	- (Kw)
洋室	-	1.5	2	2.5	3	5 (Kw)

但し、この値は室の状態等によつて著しく異り、上記は概數を示した。又、これ位では十分に暖いと云ふ處迄は行かない。

⑤ 電氣炬燵 圓筒型の磁器 (ポビン) に、電熱線を巻いて、これを箱の中に入れたものである。恒溫器 (サーモスタット) を取付

けて、溫度が昇つたとき電路を開き、溫度が下ると再び電路を閉ちて、箱内の空氣の溫度を一定に保つ。又、溫度ヒューズを直列にして、恒溫器の故障により溫度が過昇したとき、これが熔斷 (110°C) で熔斷) して電路を開き、火災發生の危険を防ぐ。

註: 恒溫器については、7.3.16 を参照。



足温器

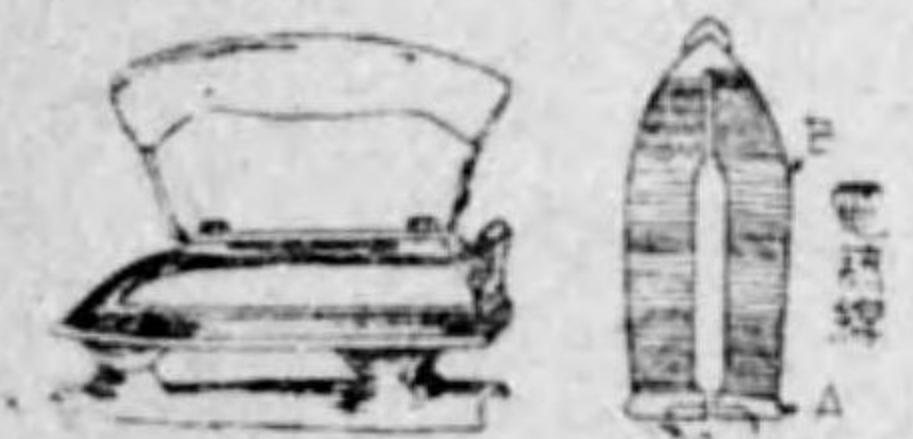


足温器

⑥ 電氣足温器 椅子に腰をかけた時、足を暖めるのに用ふる。蓋の傾斜した浅い金屬箱の中へ、發熱體を入れたもので、電氣炬燵と同様に恒溫器を用ふる。

⑦ 電氣座蒲團 極く細い電熱線コイルを、石綿で被覆したものを、座蒲團の中へ分布して入れたものである。溫度の過昇を防ぐため、座蒲團の中へ小型の恒溫器を入れてゐる。電熱線が斷線し易く、實用的でない。

7.3.10 電氣鍔類 ① 電氣アイロン 底金の上に葉狀發熱體 (第2.3.3項を参照) を置き、その上に押金を載せて締めつける。發熱體の兩面は薄い雲母板で絶縁する。小型のアイロンには、普通恒溫器がついていないが、大型のものには、恒溫器を取付けたものがある。



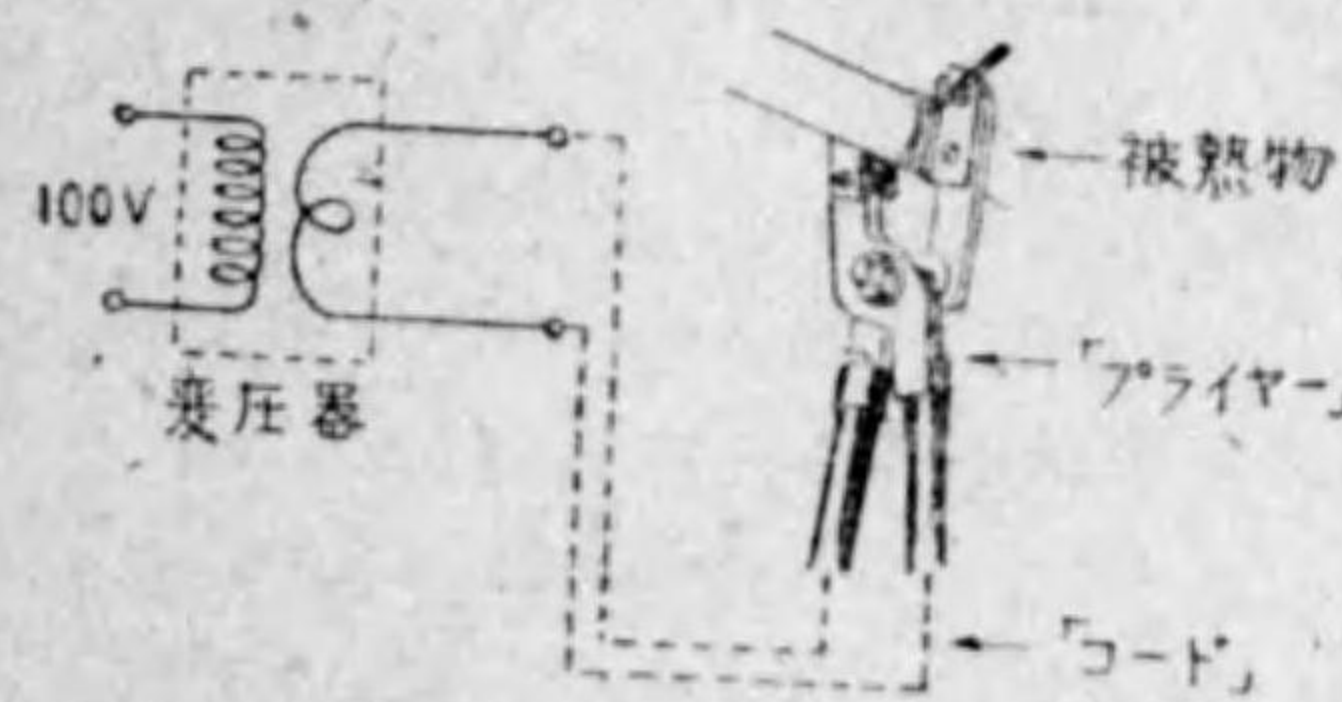
電氣アイロン

これを自動アイロンと云ふ。

又、アイロンの底を二重にして、これに水を通じ、蒸汽を噴出させるやうにしたものもある。

註: 電氣アイロンの容量は、次のやうに重さとワット數で表はす。

3封度(2Kg)...	250W	4封度...	300W	6封度(4Kg)...	500W
-------------	------	--------	------	-------------	------



② 電氣半田鍔 蠟着に使用する銅棒を電熱線で取巻き、これに柄をつけたものである。

註: 電熱線を用ひない半田鍔がある。これは圖のやうに變壓器とプライヤー (ベンチ

の刃の部分に、炭素片を取付けたやうなもの)よりなり、ブライヤーは變壓器の二次側に結ばれる。ブライヤーで半田着けする所(被熱物)を挟むと、ブライヤーの刃間が被熱物で短絡され、これに直接電流が流れて發熱する。このとき半田を熔かしこむ。

③ 電氣裁縫鏝 普通の裁縫鏝を電化したもので、鏝の中に電熱線を仕込む。100W程度で、柄の中からコードを引出してある。

7.3.11. 電氣温水器 ① 瞬時湯沸器 水道の給水管と栓(コック)との間に發熱體を置き、栓をひねると、同時に電路が閉ぢる。従つて、水道の水は暫時の後に、湯になつて出る。便利であるが、電熱器の容量が相當に大きく、一般家庭には不向きである。

② 投込電熱器 スペースヒーターの發熱體を彎曲して、これに端子を取付けたものである。發熱體の部分在水中に浸けて、水を暖める。

③ 自動湯沸器 湯沸器の底部、又は内部にシーズ式發熱體を裝置したもので、恒温器により湯の溫度を60~70°Cの範圍に保つ。湯沸器の保温材にはコルク粒、石綿、木粉等を用ひ、外函を二重にして、その間に填める。

④ 蓄熱型温水器 一般の需用家の使用電力は、深夜間にはずつと減少するので、深夜間には電力が餘る。故に電力會社によつては、深夜間の電力を晝間の電力より割安にしてある場合がある。斯様な場合、時間開閉器を用ひて、深夜に水を温め、その水を翌日に使用する。このやうな目的に用ふる温水器を、蓄熱型温水器と云ふ。その構造は、自動温水器と同様である。

註: 電氣温水器の能率は、瞬時温水器で90%、投込電熱器で80%位である。尙、電氣温水器は學校、病院、旅館、料理店等で温水を用ふる處に採用される。

7.3.12 電氣汽罐(電氣ボイラ) 電氣温水器も一種の電氣汽罐であるが、茲では、大型のものに就いて述べる。

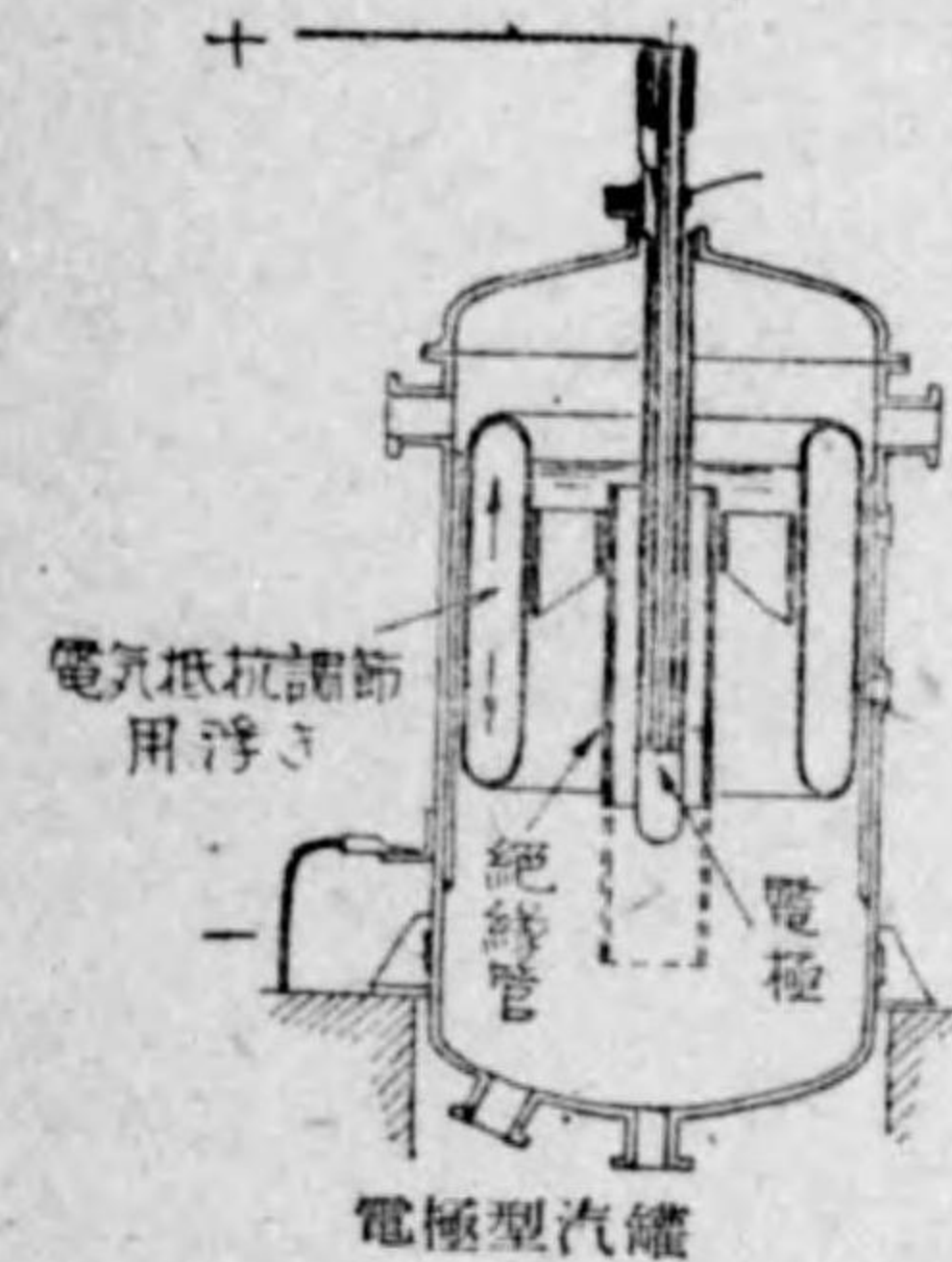
(1) 抵抗型 (イ) 直接式 發熱體を直接水中に浸して水を温める。本方式に、直流電源を用ふると、電流が水に分流して水が電氣分解され酸素と水素を發生し、爆發の危險があるから、交流電源を用ふる。但し、發熱體を絶縁すると交直兩用になる。又、罐水に不純物を含むと、これが發熱體に沈澱して、放熱を妨げる。これを防ぐた

めに、發熱體に陶管を着せ、温水によつて管内に水を循環させ、沈澱物の附着を防ぐ。

註: 本方式は、高電壓用には適さない。即ち、電壓が高いと抵抗線が細くなり、機械的に弱くなる。

尙、消費電力を加減するには、①發熱體の使用數を變へる。②發熱體の接續を變へる。例へば、直並列切換へ、又はY-Δ切換へを行ふ。

(2) 電極型 水中に鐵製の電極を浸し、この電極間に交流電壓を加へ、水に電流を流して、その抵抗に依る I^2R で水を直接に温める。消費電力を加減するには、①電極間の距離を變へる。②電極の周圍を包んである絶縁筒を上下する。③水面を昇降して、電極の浸水深さを變へる。本型も、抵抗型と同様に直流電源には使用されない。



註: 水の抵抗は、普通、1立方糎2000~5000Ωである。その溫度係数は負であるから、水の溫度が上昇すると、抵抗が減じて消費電力が増加する。

(3) 電氣汽罐の長所 ① 煙が出ないので、煙突がいらぬ。② 火夫、石炭取扱人等が不要で、運轉費が安い。又、始業、終業が簡単である。

③ 小型で清潔なため、設置場處が制限されない。又、建設費が低廉である。

④ 小型でも高能率であるから、蒸氣の必要な場處に分散し、蒸氣を送る途中の熱損失が省かれる。

⑤ 容易に自動運轉ができる。又、過熱等による爆發の虞れがない。

但し、現在では電力料金が高いので、經濟的でなく、餘り用ひられてゐない。

(4) 所要電力量 電力量1KWHの發熱量は、860 疋カロリーである。又、1疋の水(1000立方糎)を1°C高めるには、1疋カロリーの熱量を要する。従つて、H疋の水を、t°CよりT°Cまで温め

るには、

温水に要する熱量 $H \times (T-t)$ 珎カロリー

故に、所要電力量 $\frac{H \times (T-t)}{860 \times \eta}$ KWH

但し、 η は電氣汽罐の能率で、92~96%位である。

7.3.13 家庭用電熱器の保安 家庭用電熱器の保安上、考慮すべき點は、

① 交流 1KW, 直流 500W を越へる電熱器には、その近くに兩極の開閉器を設ける。

註: 但し、電熱器のコードに挿込型接續器を使用して、これで抜き差しする時には、開閉器を要しない。

② 150V 以上の電壓で使用する電熱器の金屬製の外函は、第三種地線工事で接地する。

註: 但し、中性點を接地した電路では、250V まで接地を要しない。

③ 保温用の電熱器 (電氣炬燵、座蒲團、足温器等) には、恒温器、及び温度ヒューズを用ひて、過熱の危険を防ぐ。

④ 電熱器、及び附屬器具は温度が過昇しないこと。即ち、電熱器を連続して使用した時の温度上昇が、下記の値以下のこと。

- 保温用電熱器 (人體の觸れる部分).....70°C 以下
- 電氣炬燵 (箱内の空氣温度).....70°C 以下
- 電氣アイロン (底金の温度).....150~160°C 以下
- 電熱器用コード (取付點、及び端子函内の温度).....65°C 以下

⑤ 發熱部には堅牢で、耐熱性の陶磁器、その他の絶縁物を用ふる。但し、電氣座蒲團等には石綿布を使用する。

發熱體を露出したものはこれと金屬部との距離を 3 糎以上にする。

⑥ 固定した電熱器は、周圍の可燃性物と適量に離すこと。又は、その間に耐熱壁を設ける。

⑦ 電熱器のコードと配線との接續は、下記の如くにする。

- 直流 250W, 交流 400W 以下.....普通の有鍵受口
- 700W 以下.....普通の無鍵受口
- 700W 超過.....コンセント、又は配線に直結 (開閉器を使用)

7.3.14 電氣用品取締規則 電氣用品取締規則によつて、商工省の型式承認を受ける必要のある、電熱器の種類と、保安上に必要な

試験項目を挙げると、次表の如くである。

	品 名	試 験 項 目
採暖用 電熱器	電氣ストーブ (電氣火鉢を含む)	通電試験, 温度試験 絶縁抵抗試験, 絶縁耐力試験
	電氣炬燵, 電氣行火 電氣足温器, 電氣座蒲團	通電試験, 温度試験 絶縁抵抗試験, 絶縁耐力試験 恒温器動作試験
電 氣 温水器	投込湯沸器, 瞬間湯沸器 電氣温水槽	通電試験, 温度試験 絶縁抵抗試験, 絶縁耐力試験
電 氣 鍍 類	電氣アイロン, 電氣裁縫鍍 電氣牛田鍍, 電氣髮鍍*	同 上 (點滅装置があれば, それも試験する)
調理用 電熱器	電氣炊飯釜, 電氣七輪 電氣天火, 電氣湯沸器 電氣コーヒースター, 電氣トースター	同 上 (自動装置があれば, 其の動作試験も行ふ)
	その他	毛髮乾燥器, 煙草點火器

註: [試験方法]

- ① 通電試験 電熱器を定格電壓の使用状態で 30 分間通電し、支障が起らぬこと。
- ② 温度試験 連続使用した場合の電熱器、及び附屬器具の温度上昇は、電熱器の脚又は台 (可燃性物に接觸する部分).....50°C 以下
電熱器の把手 (人體に觸れる部分).....30°C 以下
但し、電氣鍍類を除く。
- ③ 絶縁抵抗試験 電熱器 (附屬品を含む) の絶縁抵抗は、通電試験の直後その漏洩電流が定格電流の 2 萬分の 1 以下のこと。但し、その最小限度は、乾燥時に於て、1 メガオーム以上のこと。
- ④ 絶縁耐力試験 使用電壓 250V 以下の電熱器は、通電試験の直後、下記の試験電壓に 1 分間以上耐へること。
1Kw 以下 500v
1Kw 以上 2×定格電壓+1000v

7.3.15 工業用電熱 工業用、及び營業用に電熱器を用ふると、

他の燃料を使用した場合に比して、次のやうな利點がある。

- ① 被熱物が電氣の導體であると、これに電流を流して、直接に發熱させる事ができる。
- ② 一局部に熱を集中できる。又、電弧熱に依ると、非常に高い熱が發生できる。
- ③ 火勢が劣へない。又、温度の調整が容易な上に、正確である。
- ④ 有害ガスの發生や塵埃の發散がなく衛生上によい。故に、密閉器内に仕込み得る。
- ⑤ 始業、終業が迅速で容易な上に、この際の熱損失が少い。
- ⑥ 運轉が容易な上、遠方操作や自動制御も簡単にできる。
- ⑦ 低温度も、高能率で連続的に得られる。又、燃料の運搬、貯藏の必要がない。

次に、工業用電熱の實例について述べると、

- (1) 加熱加工用 これを加熱方式によつて分類すると、
 - (イ) 熱板式 金屬板を發熱體で加熱するもので、菓子燒器、セルロイド加工、調理用等に用ひられる。
 - (ロ) オープン式 函の内面に發熱體を仕込んだもので、所謂、蒸窯式電熱器である。パン燒窯に適する。
 - (ハ) トンネル式(コンベヤ式) トンネル式の窯の中に、原料を通してその間に焼上げる。自動パン燒窯、陶磁器燒窯等に用ひられる。
- (ニ) 液體循環式 電熱器で水又は油等の液體を熱し、この液體で被熱物を直接に熱する。製薬、ゴム加工用等に用ひられる。

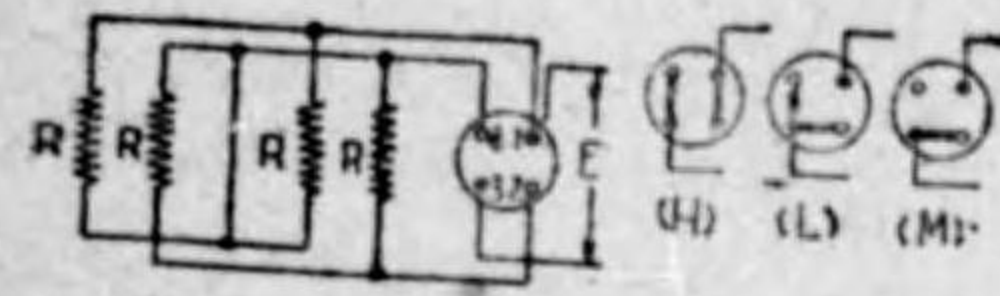
註: その他に、火爐式、浸水式等がある。
- (2) 乾燥用 (イ) 加熱室式、乾燥室内の空氣を電熱器で温める方式である。
 - (ロ) 熱風式 加熱した空氣を乾燥室内に送り込む方式で、電氣機器等の乾燥に用ひられる。
 - (ハ) 真空式 乾燥室内を排氣して、真空に近くし、水分の蒸發を容易にする。變壓器の乾燥等に採用される。

註: その他に、輻射式、トンネル式、接觸式、液體循環加熱式等がある。

7.3.16 温度調節 (1) 温度調節方式 電熱器の温度を加減するには、電熱器の消費電力を變へる。その方法として、

(イ) 變壓器のタップを切替へるか、又は、誘導電壓調整器を用ひて、供給電壓を變へる。

(ロ) 發熱體を數箇の回路にして、これを直並列切替へ、又は、星形—三角形(スターデルタ)切替へする。



三段切換法

圖は、一般の家庭用電熱器に用ひられる三段切換法の接續圖を示した。4箇のRは各電熱線で、これを双受が二重になつてゐる發條開閉器(スナツプ・スイッチ)で

切換へる。即ち、

(H)……高(High)では4本のRが並列になる。(M)……中(middle)では、Rが2本並列になり、他の2本は短絡される(L)……低(Low)では、2本宛並列が二組直列になる。今、Rの抵抗をR、供給電壓をEとすると、各場合の消費電力は、

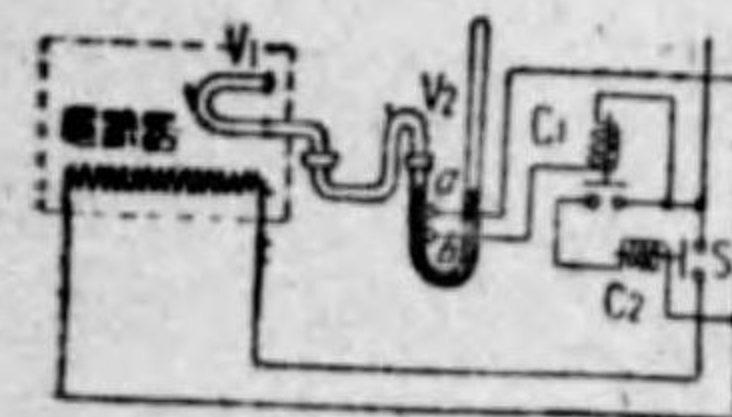
$$H \dots 4 \times \left(\frac{E}{R}\right)^2 R \quad M \dots 2 \times \left(\frac{E}{R}\right)^2 R \quad L \dots 4 \times \left(\frac{E/2}{R}\right)^2 R$$

$$\text{故に } H:M:L = \frac{4E^2}{R} : \frac{2E^2}{R} : \frac{E^2}{R} = 4:2:1$$

即ち、消費電力が4:2:1に切換へられる。

(2) 自動温度調節器 電熱器の温度が一定となるやうに、自動的に調整するものである。一般に加熱部と繼電器部より成り、温度が一定値を越へると加熱部が働いて、繼電器部が作用し、電熱回路を開く。次に一定温度に下ると、再び加熱部が作用して、繼電器部により電熱回路を閉ぢる。これを繰返して、温度を一定値に保つ。

(イ) 氣體(液體)の膨脹を利用する 圖のやうに電熱器内にガス封入管V₁を置く。温度が昇つてガスが膨脹すると、U字型の管V₂中の水銀が押し下げられ、ab間の回路が切れる。従つて、線輪C₁の電流が消失し、その接觸片が落ちて、線輪C₂の回路が閉ぢる。C₂に



電流が流れて主回路の開閉器Sが開き、電熱器の電流が斷たれる。温度が下ると、V₁のガスが收縮してabの接觸ができ、C₁の接觸片

が上る。其處で C_2 の電流が消失し、開閉器 S が閉じて電熱器に再び電流が流れる。

調整する温度の値は、接觸子 ab 間の距離を變へて、上下させる。尚、 V_1 の中に水銀を入れてもよい。

(ロ) 固體の膨脹を利用する 最も一般的なのは、バイメタルを



應用したものである。バイメタルは、膨脹係數の異つた2つの金屬(例へば眞鍮とモネルメタル)を抱き合せたものである。温度が上昇すると、一方の金屬が餘計に延びてそり返り、温度が下ると、再び元の状態に歸る。斯くて接觸を開閉するやうにしたものである。

圖の(a)は、バイメタルの一端を固定し、他端に接觸を取付たもので、接觸の開閉を急速に行ふために、鐵片と磁石を用ふる。

(b)は、バイメタルの平板に、板状スプリングを組合せてゐる。バイメタル

が或る程度膨脹すると、圖の點線の様にベコンとそり返り、接觸が急に開く。

(c)は、膨脹による變位を大きくするため、バイメタルを螺旋状にしたものである。バイメタルの變位がある程度に達すると、スプリングによつて接觸が急速に開く。調整する温度を上下するには、圖の調整ネジで行ふ。

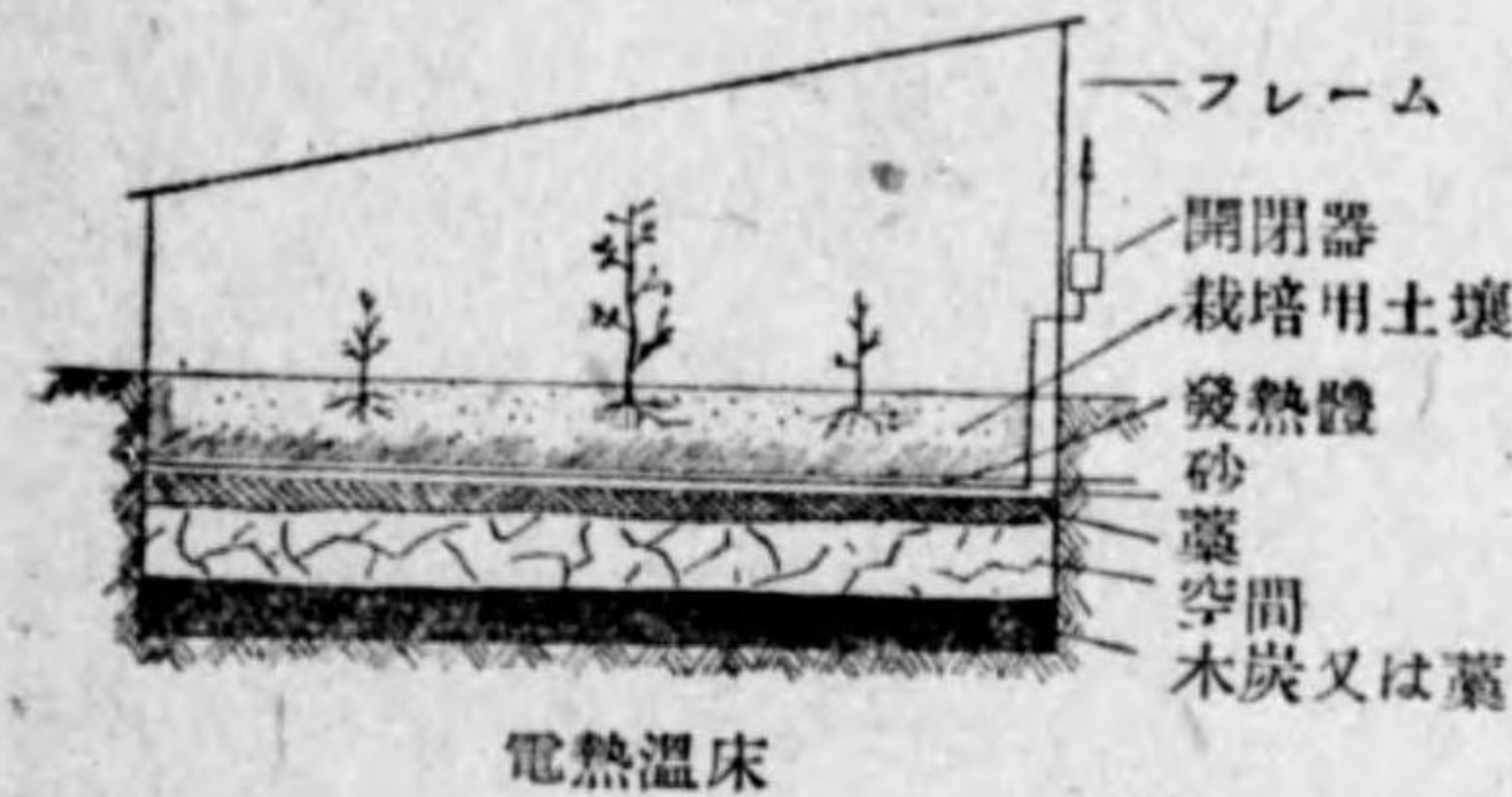
以上のやうに、電熱器の温度を自動的に一定の値で調整するやうにしたものを、恒温器(サーモスタット)と云ふ。又、(ロ)の(a)(b)(c)のやうに接觸の開閉を速かにしたものを、速切恒温器と云ふ。

7.3.17 電熱の特殊應用 主に、農業方面に於ける電熱の應用について述べる。

① 養蠶 蠶室を温めて、蠶の成育を早め、繭質の均一、糸量の増加等をはかる。又、繭の乾燥に用ふる。電熱は他の燃料に較べて、

有害なガスが出ず、温度の調節が容易で、火災の虞れが少い等の特長がある。

② 植物の栽培 温室、及び温床の保温に用ふる。温室は、電氣温水器で湯を作り、これを鐵管で温室内に循環させる。或は、スペースヒータで、室内の空氣を直接に温める。



温床は、地中に電熱線を埋込んで、苗床を直接に温める。これ等の特長は、温度の調節が容易であり、手数が非常に省かれる。又、移植の必要がない等である。

③ 養鶏 鶏の人工孵化と、引き續いて育雛に應用される。

電氣孵卵器には、卵を温める(約 38°C) 方法によつて、氣温式と温湯式がある。氣温式は直接に空氣を温める構造で、小規模の場合に能率が良い。温湯式は、水を温めて循環させる。規模が大きいと、停電の場合を考へて、兼用式にする。養鶏に電熱を使用した時の特長は、養蠶の場合と同様である。

④ 製茶 製茶の際、粗揉機、再乾機、精揉機等に電熱を應用して、製品の均一、所要時間の短縮、生産費の低下等をはかる。

7.4 電氣熔接

7.4.1 一般 金屬の熔接を行ふには、次の方法がある。

① 鍛接 古くから鍛冶屋で行はれてゐる方法である。接合する2片(主に鐵材)を赤熱して、軟かくなつた時に金槌でたゞき固める。

② 酸素熔接 酸素とアセチレンの焰で接合部を赤熱し、その焰中に熔接棒を入れて、接合部に熔け込ます。

註: 肉厚のものに應用でき、大物を現場で組立、修理するのに便利である。又、熔接だけでなく、熔斷にも廣く用ひられる。

③ テルミット熔接 テルミットは、酸化鐵とアルミニウムの細粉を混合したもので、これに點火すると、その化合熱で高熱を發生

する。この際に還元された熔鐵を、接合部に熔け込ませて熔接する。

註：鐵道軌條の熔接等のやうに、現場の作業に適する。

④ 電気熔接 他方法に比べて、次のやうな利點がある。

① 電気熔接の方式は多種多様で、廣範圍の熔接ができる。

② 熔接すべきものに應じて、これに最も適した方法を用ひ、優秀な熔接ができる。

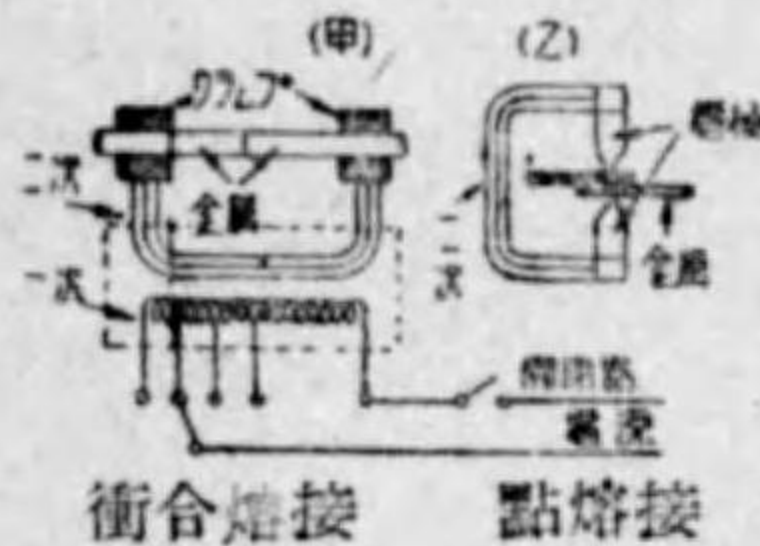
③ 輕金屬の熔接等のやうに、他では出来ない熔接が行へる。

④ 熔接の調整が簡單である。又、自動的に熔接を行ふこともできる。

⑤ 高速度熔接ができる。又、熔接費が安い。

7.4.2 抵抗熔接 熔接すべき金屬面を接觸して、大電流を通ずると、その接觸抵抗が大きいので發熱し、接觸部が軟くなる。この時、兩金屬に壓力を加へて熔接する。

① 衝合熔接 (甲) 圖のやうに、熔接する金屬棒をクランプで把持し、これを突合せて熔接用變壓器の二次側に結ぶ。二次側の巻回數は一回であるから、數千アンペア (電壓は僅か數ボルト) の大電流が流れ、接觸部が赤熱する。二次電流 (熔接電流) を加減するには、一次側のタップを切換へる。



この熔接法は、鐵棒や鐵管等の熔接に用ひられ、熔接に要する電力は、斷面積1平方糎につき約13ワット時であり、5—40秒位で熔接が完了する。

註：熔接する兩金屬の種類やその斷面の形が異ると、兩金屬が同時に熔解温度に達しない。この様な場合には、クランプから熔接面迄の距離を變へる等の方法によつて、熔接が完全に行はれるやうにする。

② 點熔接 (乙) 圖のやうに、2枚の板を重ね合せ、上下から電極で挟んで大電流を流す。適當な温度になつたとき、壓力を加へて熔接を終る。細かい熔接や、鐵板の熔接に用ひられる。

③ 縫合熔接 點熔接の電極に、ローラ型の電極を用ひたものである。鐵板をづらすと、上下のローラ電極が回轉して、連続的に熔接が行はれる。壓力槽や鐵管を板より作る等の場合に適する。

註：熔接に當つて注意すべき事は、

① 熔接温度を適當に見定めること。低いと熔接せず、高いと熔融、又は蒸發する。

② 熔接面を磨いて、不純物を留めないこと。

③ 熔接する面の大きさにあつて、熔接電流を適當に定める。

7.4.3 電弧熔接 炭素棒、又は、金屬棒と熔接する金屬との間に電弧を發生させ、その高熱で熔接する。

① 炭素電極式 一般に、直流電源を用ふる。熔接する金屬を陽極にし、炭素電極を陰極にする。兩者の間に電弧を發生させ、別に充填用の金屬棒をこの電弧の中に入れて、熔接面に熔かし込む。

電源電壓 (電弧電壓) は 60—80V で、熔接電流は一般に 200—300A である。又、電弧を安定させるため、回路に抵抗を直列にする。即ち、電弧の電壓電流特性は、負特性 (電流が増加すると電弧電壓が反對に或る値まで低下する) であるから、電流が増すと電源が短絡状態になり、反對に電流が減少すると、電弧電壓が増して更らに電流が減じ、遂に電弧が切れる。其處で正特性 (電壓降下が電流に比例する) の抵抗を直列にすると、全電壓 (供給電壓) は、

電弧電壓 (負特性) + 抵抗の電壓降下 (正特性) = 全電壓 (正特性) となり、電弧が安定になる。又、この直列抵抗を加減して、電弧電流を調整できるが、抵抗中の電力損失が大きいので、熔接機の能率が悪い。熔接電流は、普通 200—300A である。

註：直流電弧は、常に陽極が陰極より高温度になる。従つて、必ず熔接する金屬を陽極に、炭素電極を陰極にする。これを反對にすると、炭素棒が自熱して、熔接部の金屬に炭素が混り、その材質を變化させる。

② 金屬電極式 炭素電極の代りに熔接棒自身を電極に用ふる。熔接棒は電弧を發生すると共に、熔けて熔接部の充填物になる。

電源は直流、交流何れでもよいが、上記と同様に電弧が不安定である。交流では、抵抗の代りにリアクタンスを直列にして電弧を安定させる。この直列リアクトルには電力損失がないが、熔接機の力率を著しく低下する。但し、直流の場合でも、抵抗の外にリアクタンスを直列にして、電流の激變を緩和し、電弧の安定を助ける。電弧電壓は約 20V であり、熔接電流は普通、50—300A である。

註：電弧を安定させるための抵抗、又はリアクタンスの代りに、直流では特殊の發電機 (電壓特性が垂下特性のもの)、又、交流ではリアクタン

スの大きい特殊の變壓器を用ふることがある。

自動熔接機は、電弧の調整や熔接棒（長いものを枠に巻いて置く）の送り、及び熔接物の移動を自動的に行ふものである。多量生産に適する。

③ 熔接棒 熔接棒の材質には、熔接物（母材）と同じ材質のものを用ふる。これには裸熔接棒と被覆熔接棒がある。後者は、前者に被覆物質（炭酸鹽類、マグネシウム、水ガラス等）を塗布したもので、次のやうな長所がある。

- ① 高熱によつて多量のガスを発生し、電弧の周圍を掩ふて、熔接部の酸化や窒化を防ぐ。
- ② 電弧の安定を助ける。
- ③ 熔融金屬の脱酸作用を行ひ、軽い熔滓になつて熔接面を掩ひ、熔接部の酸化、及び急冷を防ぐ。

④ 直流電弧熔接と交流電弧熔接の比較

	直 流 電 弧 熔 接	交 流 電 弧 熔 接
特	①電弧が安定で、作業が容易である	①電源が容易に得られ、變壓器1台でよいから設備費が安い
長	②電源の無負荷電圧が低く、取扱が安全である ③直流發電機を三相誘導電動機で運轉すると三相に平衡負荷をかけ得る	②變壓器の能率が良く、電力費が安い ③機械の總重量が軽く、運搬が容易である
缺	①定電壓の電源では、電弧安定用の直列抵抗を要し、電力損失が大きい	①交流であるから、電弧が切れ易い
點	②機械の設備費が大きい	②變壓器の漏洩磁束を大きくして電弧を安定にするため、力率が悪い ③無負荷電圧が高く危険である

7.4.4 電弧熔接用電源 一般の定電壓電源で電弧熔接を行ふには、電弧を安定させるために抵抗、又はリアクタンスを直列にせねばならない。これを避けると共に、電弧を安定させるために熔接用發電機（直流式）又は熔接用變壓器を用ふる。

電弧熔接用發電機の具備條件としては

- ① 電弧の長さが變化しても、電流の變動が少いこと。
- ② 電流が減少すると、端子電圧が急に増加して、電弧の消滅を防ぐこと。

- ③ 短絡電流が過大でないこと。能率や力率が良いこと。
- ④ 熔接電流を遠方から制御できること。
- ⑤ 無負荷電圧は、電弧を容易に發生させるために 60~110V であるが、電弧が發生すると、電弧電圧は 15~25V（金屬電極式）に下ること。

直流の電弧熔接用發電機には、他勵磁差動複巻發電機、ローゼンベルヒダイナモ等が用ひられる。その原理、及び構造は“電氣機器新書” P39 以下で詳述している。

交流用には、構造の簡単な熔接用變壓器が採用される。その特長は、鐵心の漏洩磁束を多くし、巻線の漏洩リアクタンスを特に大きくしてゐる。従つて、變壓器に電流が流れると、このリアクタンスに大きい電壓降下を生じて端子電圧が急に低くなる。又、リアクタンスが大きいので、短絡電流も小さい。

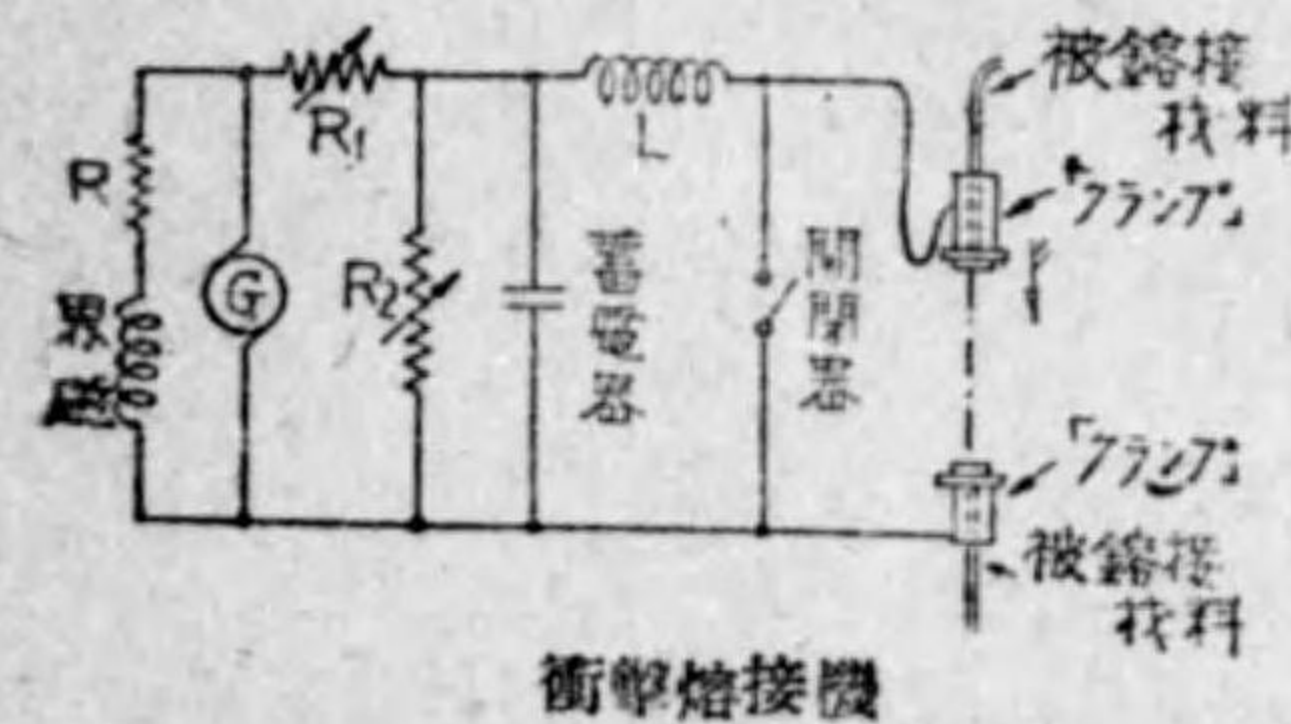
變壓器のリアクタンスを増大、即ち、漏洩磁束を増すには、

- ① 一次巻線と二次巻線を密接せず、同一の鐵心上に離して巻く。
- ② 鐵心の兩脚の間に、漏洩磁束が通り易いやうに磁氣分路用の鐵心を置く。

熔接電流や變壓器の電壓特性（垂下特性）を變へるために、變壓器のリアクタンスを加減するには、①では兩巻線の距離を變化し、②では磁氣分路を、抜き差しして行ふ。

註：リアクタンスに誘起する逆起電力の方向は、常に電流の變化を妨げる方向である（レンツの法則）。故に、熔接用變壓器で、電弧電流が減少すると、漏洩リアクタンス中に、電流の減少を妨げる方向の逆起電力を發生して、電弧の消滅を防ぐ。

7.4.5 衝擊熔接（蓄電式熔接） (1) 原理 直流發電機 G によつて、



て、靜電蓄電器を充電する。次に熔接する兩金屬を衝突させ、熔接面を通じて蓄電器の充電電流を放電させる。このとき、火花に伴ふ高熱を發生して、熔接が瞬間的に行はれる。

蓄電器の靜電容量の代りに、線輪のインダクタンスを使用して、

これに電磁エネルギーを蓄積する。このエネルギーを再び電流として放電させ、上記と同様に熔接を行ふものもある。

② **特長及び用途** 熱の発生が急であるから、熔接面のみを赤熱し、熔接が瞬間的に行はれる。又、熱が他に傳導しないから、普通の方法で、熔接の困難な異種の金属の熔接もできる。例へば、銅とアルミニウムの熔接が出来る。高温度で酸化の著しいアルミニウム軽合金等の熔接にも適する。但し、本方法は細工物に用ひられ、大規模の熔接には適さない。

③ **放電管制御熔接** 放電管に格子（グリッド）を設け、これに正電位を與へると、電弧が発生して放電管に電流が流れる。斯様にサイラトロン等の放電管を格子によつて制御し、これに 1/100 秒位の短時間大電流を通ずる。この電流によつて、上記と同様に瞬間的に熔接を完了する。この方式は、點熔接や縫合熔接等に應用される。

7.4.6 **水素電弧熔接** 電弧熔接の一種である。タングステンの電極間に電弧を発生させ、これに水素を吹きつける。水素は電弧の高熱によつて原子に分解し、これが熔接面でまた元の分子に結合するときに高熱を発生する。この熱で熔接を行ふ。

本方式に依ると、熔接面が酸化、及び窒化せず、光澤のある優秀な熔接が出来る。

7.4.7 **高周波電弧熔接** 一般に交流電弧熔接は、電流の瞬時値が一定でないために、直流電弧熔接よりも電弧が不安定である。交流電弧熔接の供給電圧に、高周波数の高電圧を重疊すると、電弧間隙は高周波数の高電圧によつて半波毎に電弧を生じ、電弧が切れ難く安定である。

高周波電圧を発生するには、電源回路から分岐した回路に、放電間隙と L、及び C を挿入して振動回路を作り、高周波振動を起させる。——これを電弧回路に加へる——。その周波数は、高電圧でも人體に危険がないやう、相當な高周波数とする。

註：本方式は、電弧が安定であるから、小さい熔接電流で薄板の熔接ができる。又、非鐵金属に應用しても成績が良い。

7.4.8 **熔接用具** 熔接作業には、熔接機の外に次のやうな熔接用具が必要である。

① **覆面眼鏡（ヘルメット）** 電弧によつて発生する強力な紫外線、赤外線、及び熱等を遮ぎつて、眼を保護するために用ふる。黒色のファイバーで覆面を作り、眼鏡には特殊の色ガラスを用ふる。

② **革手袋** 電弧熱を防ぎ、感電を避けるために用ふる。

③ **電極支持器** 電極、又は熔接棒を支持する。

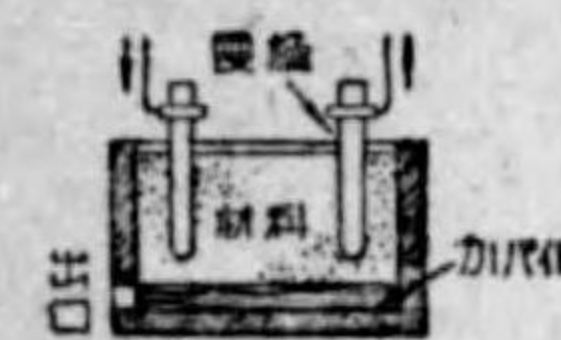
註：その他、ハンドシールド、ワイヤ刷子、金鋤、電極板等がある。

7.5 電 氣 爐

7.5.1 一般 電氣爐の分類、及び用途を示すと、

分 類	原 理	用 途
直接抵抗爐	原料に直接電流を流して、その抵抗熱により原料を熔融する	カーバイト、黒鉛等を製造
間接抵抗爐	例へば、炭素粒に電流を流して、その抵抗熱を利用する	金属の熱處理
直接電弧爐	電極間、又は電極と原料間に電弧を発生させ、その電弧熱で直接に熔解する	電氣製鋼
間接電弧爐	電極間に電弧を発生させ、その電弧熱の輻射で原料を熔融する	製鐵、製鋼、非鐵合金の熔解
誘導爐	線輪に交流を通じて交番磁束を作る。この磁束中にある材料（金属）に起電力が誘起し、電流が流れる。この電流の抵抗熱で加熱する	亜鉛、銅、真鍮、合金等の熔解

7.5.2 抵抗爐 (1) 直接式 圖は、カーバイト製造の場合である。



直接式抵抗爐

材料（石炭と石灰）の中に、2本の炭素電極を適當に離して立て、これに電流を通じて、材料を直接に發熱させる。材料の抵抗が高い時は、始め電極を接近してその間に電弧を発生させる。この熱で材料が熔解し、その抵抗が減少すると、次第に電極を引離す。材料が熔解して出來たカーバイトは、圖の出口より取り出す。



間接式抵抗爐

これと同様の方法で、カーボランダム（材料は珪砂とコークス）黒鉛電極等が製造される。

(2) 間接式 ① 炭素粒を用ふる。圖のやうに炭素粒中に、2本の炭素棒と、爐壺を埋め入れる。炭素電極間に電圧を加へると、炭素粒に

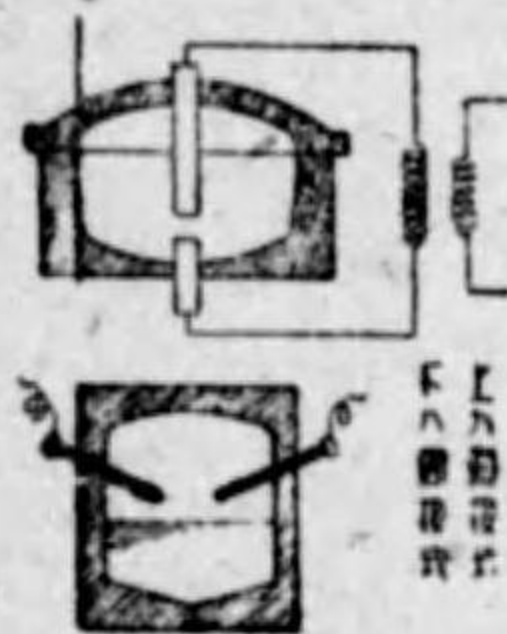
電流が流れ、炭素粒間の接觸抵抗によつて發熱する。この熱で爐壺を加熱する。餘り高溫度に用ふると、炭素粒が消耗するが、1000°C位では、他の爐より安價である。又、炭素電極と炭素粒間の接觸抵抗を小さくして、この部分の高熱を防ぐ。

② 爐壁に發熱體を取付ける 爐壁に金屬、又は非金屬の發熱體を取付け、その輻射熱を利用する。發熱體の種類は使用溫度によつて、

1000°C以下…ニッケル・クロム合金線 1000~1500°C…白金線
1800°C級……タンダステン線(水素中で使用) 高溫用…非金屬發熱體

爐内に用ふる材料には、熱の傳導が良く、溫度の變化に耐へる磁器、石英、マグネシヤ等が用ひられる。

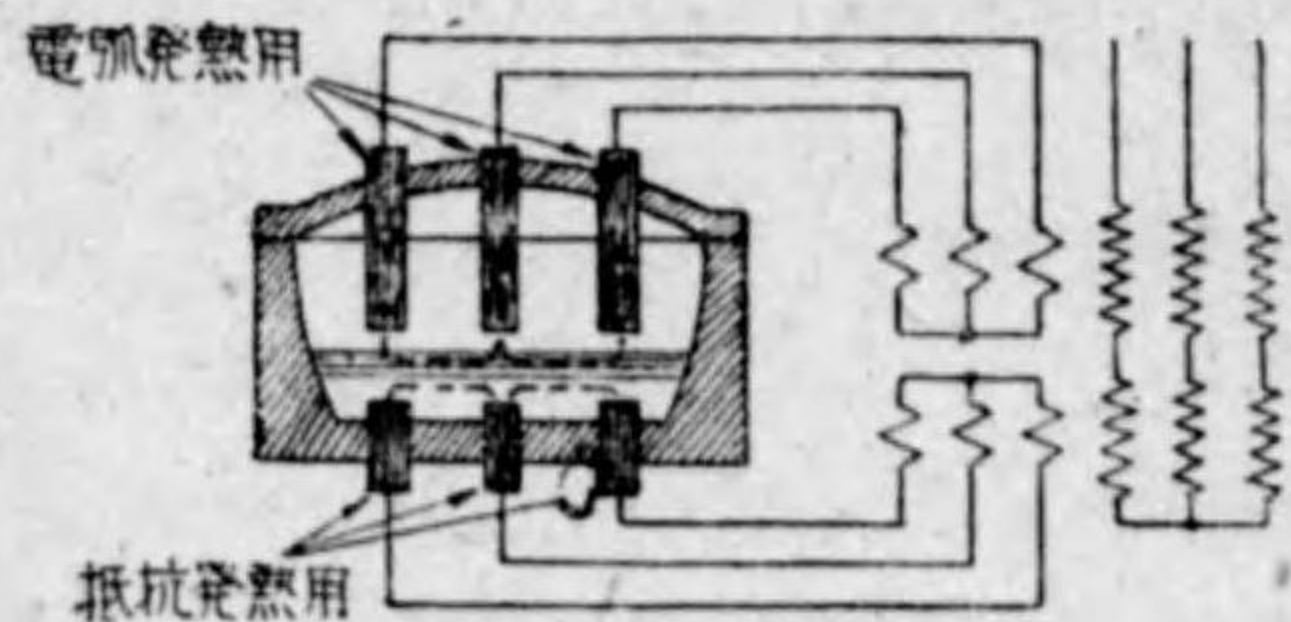
7.5.3 電弧爐 ① 直接式 炭素の電極間に電弧を發生させ、この電弧を直接原料に觸れさせる。又は、炭素電極と原料との間に電弧を發生させて、原料を熔解する。電源には單相交流、又は三相交流を用ふる。電極は前者は2本、後者は3本である。その配置は、全部原料の上を取付けるか、又は、1本を原料中に入れて、これ等の各電極間に電弧を發生させる(上圖)



直接式電弧爐
間接式電弧爐

② 間接式 電極間に電弧を發生させ、發生した熱の輻射で原料を加熱する。使用中電極が消耗するので、手動又は自動操作によつて、電極の間隙を調整する。電源には單相交流、又は三相交流が用ひられ、電極は前者が2本、後者が3本である。

③ 電弧熱抵抗熱併用爐 直接電弧式でも、原料中を電流が流れるので、こゝに抵抗發熱を生ずる。この抵抗發熱を更らに利用するため、圖のやうに電極を配置したものが電弧熱抵抗熱併用爐である。

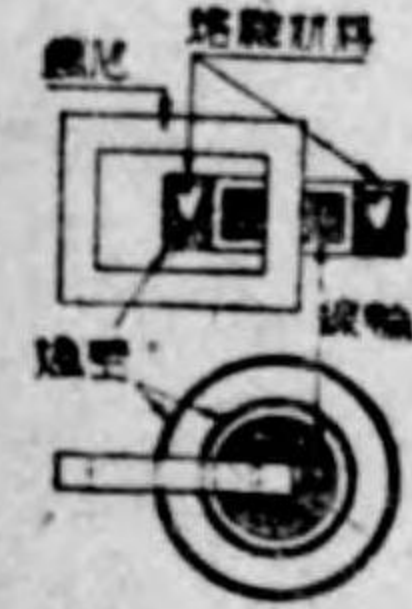


電弧熱抵抗熱併用爐

本爐の特長は、上部と下部より加熱するので、加熱

状態を適當に調節できる。又、熔融後は抵抗熱だけで精鍊を行ふこともできる。

7.5.4 誘導爐 ① 低周波誘導爐 變壓器の原理を應用したものである。圖のやうに、鐵心を有する線輪の外周に、環狀の爐壁を作る。この爐壁に溝があり、その中に熔解する金屬を入れる。線輪に交流を流すと(一次電流に相當する)變壓器と同じ原理によつて、環狀の熔解金屬に電流が流れる(二次電流に相當する)。この場合、線輪の或る卷數に對して、熔解金屬は1回巻きであるから、二次電流=一次電流×線輪の卷數/1 となり、大きな電流が流れる。この電流の抵抗熱によつて金屬を熔解する。

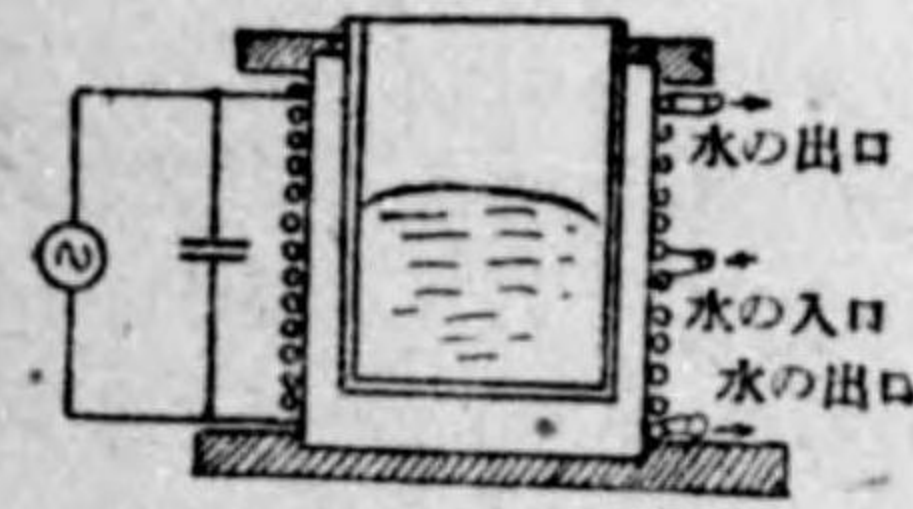


低周波誘導爐

又、熔解金屬に流れる二次電流と、線輪の發生する磁束との間には電磁力が働き、熔解した金屬が自動的に攪拌される。

註: 非金屬を熔解するには、爐壁を金屬で作し、これに二次電流を流して、爐壁を發熱させる。

② 高周波誘導爐 上記の熔解金屬の回路(二次回路)に誘起する起電力は(周波數×最大磁束數)に比例する。高周波誘導爐は、この周波數を高くして、最大磁束數を小さくし、上記の鐵心を省略したものである。周波數には數千~數萬サイクルが採用される。大容量の場合は高周波發電機が用ひられるが、小容量のものには、火花間隙とC、及びL(加熱コイルのインダクタンス)で高周波電壓を發生させる。更らに小型のものには、三極真空管を使つた發振器を用ふる。尙、高周波數は、大容量のもの程低い。



高周波誘導爐

註: 圖の加熱コイルは中空管で、これに水を通じて冷却水管に兼用してゐる。

③ 誘導爐の得失

利	①材料に電極等の不純物が混入せず、熔解金属が化学的に変化しない
點	②熔解金属が自動的に攪拌され、熔解金属が均質になる
	③高周波誘導爐では、密閉したガラス管(例へば真空管)等の中にある金属を直接に加熱できる
缺	①低周波誘導爐は線輪の漏洩磁束が多く、線輪のインダクタンスが増大して力率が甚だ悪い
	②線輪の必要電圧が相當に高い
點	③熔解金属が攪拌されるので、酸化の著しい金属(アルミニウム等)には適さない
	④爐の構造が複雑である

④ 低周波誘導爐と高周波誘導爐の比較 低周波誘導爐は、最大磁束が大きいため漏洩磁束が多く、力率が悪い。従つて、熔解金属の起電力を高くすることが困難で、その抵抗が高いと、熔解電流が小さい。

高周波電氣爐は、鐵心がなくても力率が良く、又、熔解金属の起電力も高い。然し、設備費が嵩む。

7.5.5 真空電氣爐 熔解物の酸化を防ぐ場合に用ふる。抵抗爐、及び誘導爐の何れにも應用されるが茲では誘導爐について述べる。熔解金属を石英管の中に入れ、管内を真空にする。これを高周波誘導爐の發熱コイルの中に入れると、熔解金属は抵抗熱で直接に加熱される。真空中であるから熔解金属は酸化されない。高い純度の合金の精製、金属の研究等に用ひられる。

7.5.6 鹽槽爐 鹽化バリウム等の液體に、電極によつて電流を流し、直接にこれを加熱する。この液中に材料を漬けて加熱した後取り出して急冷する。即ち、精密機械の部分品や工具類の焼入れに用ひられる。

本方法は、①複雑な材料でも、一樣に熱せられる。②材料の酸化が防がれる。等の特長がある。

7.5.7 電解爐 材料を熱して熔解させておいて、これを電氣分解する場合に用ふる。例へば、アルミニウムやアルカリ金属の製造に採用される。その構造は、直接式電弧爐に似てゐる。即ち、爐の底部に炭素板を張つて、これを陰極とし、陽極(炭素棒)は爐の中の

原料中に突き込む。この兩極間に直流電流を流し、原料の抵抗熱によつて之を熔解すると共に、電流によつて電氣分解を行ふ。

7.5.8 電氣爐用變壓器 電氣爐用變壓器の特異點を挙げると、

① 電圧が低い。電圧が高いと操作に危険である。又、高温度であるから絶縁が難しく、せいぜい200V位である。電弧爐は、100V位にする。

② 大電流である。負荷のKVAが大きく、電圧が低いから、變壓器の二次電流が大きい。故に、二次導線をなるべく短くして、銅量を節約し、漏洩リアクタンスを小さくする。又、三相では各相の負荷が平衡するやうにする。

③ 電氣的、及び機械的に堅固なこと。電氣爐は負荷の變動が激しく、時々短絡に近いことも起る。故に、電氣的にも機械的にも丈夫に作る。

④ タップは一次側で切替へる。二次側は大電流であるから、導體が太くタップの切替へに不便である。

註: 電氣爐は、KVA 単位が大きいため、なるべく三相式を用ひて、三相電路に不平衡を與へないやうにする。单相式を用ふる時は、變壓器2臺をスコット結線にする。(以上)

演習問題

読み放し、習ひ放しでは學修事項が體得されない。従つて、受験場では優秀な答案は書けないし、實務にこれを應用することも出来ない。これでは全く徒勞である。左様なことのないやうに、讀者は以下の演習問題を十分に究め、悉くに、満足な解答を與へ得るやうに習練されたい。

1 電燈一般

- (1) オンダストロームに就いて説明せよ。
- (2) 可視光線の波長を問ふ。
- (3) 下記事項に就き説明せよ。
(イ) 温度輻射 (ロ) 黒體 (ハ) 選擇輻射
- (4) ルミネセンスの意義を述べ、その種類を挙げて簡単に説明せよ。
- (5) 螢光と燐光の相異なる點を説明し、その實例各一種を挙げよ。
- (6) 下記電燈に就き、その發光現象の種類を示せ。
(イ) 白熱電燈 (ロ) 發焰弧光燈 (ハ) ネオン管燈
- (7) 色温度に就いて知れる處を記せ。
- (8) 白熱電燈の纖維温度を上昇すると、その發光能率が向上する理由を記せ。又この場合光色は如何に變化するや。
- (9) 下記の單位に就き記せ。
(イ) 光束 (ロ) 輝度 (ハ) 光束發散度
- (10) 輻射束と光束の相異を略述せよ。
- (11) 同一の入射光束に對して、之れを受くる面が入射光束の方向と直角なる場合、及びこの直角面に對して θ 角をなす場合、各場合に於ける照度の比を求めよ。
- (12) 下記術語の相違せる點を記せ。
(イ) 光度と照度 (ロ) 黒體と灰色體 (ハ) 輝度と光束發散度
- (13) 照度が距離の自乗に逆比例する理由を説明せよ。
- (14) 全照度(法線照度)、水平照度、及び鉛直面照度に就いて其の意義を述べ各實例を示せ。
- (15) 輝度に就いて記せ。
- (16) 大きさを有する光源の輝度は方向に依つて異なるも、光束發散度は方向

によつて異らざる理由を説明せよ。

- (17) ランベルトの意義を述べよ。
- (18) 球面換算率に就いて略述し、各種白熱電燈に對する球面換算率の値を示せ。
- (19) 下記の術語を説明し、これを使用する場合に就いて記せ。
(イ) 光量 (ロ) 露出
- (20) 立體角に就き知れる處を記せ。
- (21) 光源の能率と電燈能率の各意義を述べ、その相違せる點を説明せよ。
- (22) 下記光源の輝度を問ふ。
(イ) 太陽(地表上) (ロ) 100V 100W タングステン電球
(ハ) 炭素弧光燈(火坑)
- (23) 満月時の地表面上の照度に就き記せ。

2 白熱電球

- (1) 100V 60W ガス入タングステン電球の構造を圖示し、各部の名稱及其の材料を示せ。
- (2) 白熱電球に對して下記の使用場處を記せ。
(イ) 吊子 (ロ) 導入線 (ハ) 纖維
- (3) タングステン電球の製作順序を列記し、これを略述せよ。
- (4) 白熱電球の纖維として現今タングステンが専ら使用されてゐる理由を述べよ。
- (5) 白熱電燈の纖維としての具備すべき條件を列挙せよ。
- (6) 下記の概數を問ふ。
(イ) 眞空電球の眞空度 (ロ) ガス入電球のガス壓(點燈時)
- (7) 眞空電球の眞空度の良否を知る方法に就いて述べ、製作時に於て眞空度を高めるために行はれてゐる一般的方法を記せ。
- (8) ガス入電球と眞空電球の得失を比較せよ。
- (9) ガス入タングステン電球に於て、ガスを封入する理由を述べ、且つ、小電球にこれが採用せられざる理由を説明せよ。
- (10) 下記に就き簡単に述べよ。
(イ) エーヂング (ロ) 働程曲線
- (11) 白熱電球を點燈する際其の瞬時に於て常規電流の十數倍の電流が流入することの理由を説明せよ。
- (12) 白熱電球の特性曲線に就いて述べ、その一例を圖示せよ。
- (13) 定格電壓 100 ボルト、大き 40ワット、壽命 1500 時間の眞空タングステン電球の光束數幾何なりや。此の電球を 96 ボルト、及 104 ボルト

にて點火したる場合、全光束及び壽命は如何に變化するや、此の概數を記せ。

- (14) 白熱電球の壽命及び効率について説明せよ。
- (15) 白熱電球の黒化に就いて説明しその原因を挙げよ。
- (16) 白熱電球のガラス球内に水蒸氣が残留すると、織條の壽命を著しく短縮する理由を説明せよ。
- (17) 下記に就き記せ。
(イ) 斷線率 (ロ) 生存曲線
- (18) タングステン電球の壽命を短縮する原因を列挙せよ。
- (19) 下記の概數を問ふ。
(イ) 100W ガス入電球の全光束及び能率
(ロ) 100V 20W 眞空タングステン電球の能率。
- (20) 100V 40W ガス入タングステン電球及100V 60W ガス入タングステン電球の能率を記し、其の値に差異ある理由を記せ。
- (21) 最近に於て定額電球に燭光制の採用されたる理由を述べよ。
- (22) 白熱タングステン電球の購入に當り行ふべき試験の種類を記せ。
- (23) ガス入タングステン電球に於て、織條を螺旋狀とする理由を説明せよ。
- (24) 下記の特長を記せ。
(イ) 二重螺旋織條(白熱電球の) (ロ) 艶消電球
- (25) 100V 60W ガス入電球に就きガラス球の最高温度の概數を記せ。
- (26) 配光曲線の意義を説明せよ。
- (27) 下記各種電燈の配光曲線を圖示せよ。
(イ) 普通の眞空タングステン電球
(ロ) 輪型織條を有する瓦斯入タングステン電球
(ハ) 上記(ロ)電球に金屬反射笠を用ひたるもの
(ニ) 上記(ロ)電球に乳色外球を用ひたるもの
- (28) 下記の用途を記せ。
(イ) ルーソー線圖 (ロ) 等燭圖
- (29) 下記の概數を問ふ。
(イ) 艶消電球のガラス球の吸收率
- (30) 次の電球を簡単に説明せよ。
(イ) 晝光電球 (ロ) 全光電球 (ハ) カナリヤ電球
(ニ) 低壓ガス入タングステン電球
- (31) 下記電球の用途を記せ。
(イ) 管型電球 (ロ) サイン電球 (ハ) 寫眞電球

(ニ) 閃光電球

- (32) バイタライト電球の構造を説明し、其の用途を記せ。
- (33) 100ボルト40ワット白熱タングステン電球と200ボルト40ワット白熱タングステン電球との能率の數値を記し、且つ其の差異ある理由を述べよ。

3 放電燈 弧光燈

- (1) 放電燈に就き下記事項を略述せよ。
(イ) 陰光芒 (ロ) 陽光柱 (ハ) クルツクス暗部
- (2) 放電燈封入ガスの種類3種に對する各光色を記せ。
- (3) ネオン管燈に就いて説明し、其の用途を記せ。
- (4) 下記の使用目的を記せ。
(イ) ネオン變壓器 (ロ) 弧光燈の安定直列抵抗
- (5) ネオン電球の構造を説明し、その使用場處を挙げよ。
- (6) ネオン檢電器に就き述べよ。
- (7) 放電燈と弧光燈の相違せる點を説明し、その得失を比較せよ。
- (8) 炭素弧光燈の火坑に就いて記せ。
- (9) 炭素弧光燈に於て、その能率が直流式と交流式とで相違する理由を説明し、且つ概數を記せ。
- (10) 下記の用途を問ふ。
(イ) タングステン弧光燈 (ロ) 水銀バイタライトランプ
- (11) 太陽燈に就いて知れる處を記せ。
- (12) 高壓水銀燈の構造を説明し、その用途を記せ。
- (13) ナトリウム燈の能率の概數を記し、之れが白熱電球に比して優れたる理由を説明せよ。
- (14) 螢光放電燈が白熱電燈に比して將來有望なる理由を述べよ。

4 測 光 學

- (1) 下記に就き簡単に説明せよ。
(イ) 光度の一次原器 (ロ) 1燭(光度の單位)
- (2) 長型光度計の原理を説明せよ。
- (3) 長型光度計に於て、測光平衡を取るとは如何なる事なりや。
- (4) ブンゼン光度計に於て、右側の中央が其の周圍より暗い場合測光平衡を取るためには光度計頭部を左右何れに移動すべきや。
- (5) 10燭及び40燭の電球を以てPなる面の兩側を垂直に照し、同一照度

を與へたるに P は 10 燭の電球より 60 糶の距離にありと云ふ。 P と 40 燭電球との距離如何。

- (6) 下記に就き構造及び原理を簡単に説明せよ。
(イ) 簡易照度計 (ロ) マクベス照度計
- (7) 照度計の一種を挙げ、その原理を説明せよ。
- (8) 簡易照度計とマクベス照度計に於て、その原理の相違せる點を説明せよ。
- (9) 100 ボルト 60 ワットタングステン電球あり。其の全光束の概數を記し、これを測定する装置に就いて簡単に説明せよ。
- (10) 異色測光とは如何なることなりや。
- (11) 10 燭の標準真空タングステン電球を以て 500W のガス入タングステン電球の光度を直接測定するには、如何なる方法によるべきや。
- (12) 交照光度計の原理、及び構造を略述せよ。
- (13) 下記に就き知れる處を記せ。
(イ) 堰層光電池 (ロ) 光電管
- (14) 物理測光の意義を説明し、其の特長を記せ。
- (15) 眩輝に就いて記せ。
- (16) 眩輝の種類を挙げ、その低減方法に就いて述べよ。
- (17) 下記事項を問ふ。
(イ) 視感度 (ロ) 比視感度曲線
- (18) 眼の殘像現象を説明し、その實例二つを挙げよ。
- (19) 下記に就き知れる處を記せ。
(イ) 餘色 (ロ) 色の三原色 (ハ) プールキンエ現象
- (20) 各種の物體には夫々特有の色を有するのは如何なる理由によるや。
- (21) 物の視へ易い視へ難いは何によつて定まるかを説明せよ。
- (22) 明視論とは如何なる事なりや。又、これが照明學上に於ける應用に就いて述べよ。

5 電燈照明

- (1) 光の反射及び透過の各 3 種を挙げよ。
- (2) 下記の意義を述べよ。
(イ) 擴散反射 (ロ) 完全擴散透過
- (3) 反射率の定義を説明し、これに影響を與へる事項を挙げよ。
- (4) 下記の概數を問ふ。
(イ) 新聞紙の反射率 (ロ) 新聞紙の吸収率。

- (ハ) 障子紙の透過率
- (5) 照明器具に於ける下記の用途を問ふ。
(イ) スキガケガラス (ロ) オパールガラス
- (6) 電球に笠を使用する目的を挙げ、且普通住宅用の笠の選定に當り考慮すべき事項を述べよ。
- (7) 下記の特徴を記せ。
(イ) 明視スタンド (ロ) 外球
- (8) 反射笠と反射皿の相違せる點を説明し、且つ使用場處を記せ。
- (9) 反射笠の配光による分類四種を挙げ、各々の場合の配光曲線の一例を圖示せよ。
- (10) 100W ガス入電球に用ふる外球の大きさの概數を示し、且つこれを決定する根據を説明せよ。
- (11) 下記の使用場所を問ふ。
(イ) シャンデリヤ (ロ) 天井燈 (ハ) ブラケット
- (12) 照明設計に於て、設計の根本となる要素に就いて述べよ。
- (13) 機械工場に於て採用せらるべき照明方式の種類を挙げ、各方式の特徴を述べよ。
- (14) 下記の各照明方式に於ける得失を表示せよ。
(イ) 全般照明 (ロ) 局部照明 (ハ) 全般局部併用照明
- (15) 電燈直付照明方式に就いて説明せよ。
- (16) 下記の照明器具を使用せる照明方式は、直接照明、間接照明、半間接照明の何れに屬するかを記せ。
(イ) 外球 (ロ) 金屬反射笠 (ハ) 天井燈 (ニ) 反射皿
- (17) 機械工場に於て電力使用を合理化せんとするに當り、照明に關し考慮すべき事項を挙げて之を詳述せよ。
- (18) 下記に於て必要なる照度の概數を問ふ。
(イ) 精密工場の作業面 (ロ) 講堂 (ハ) 居間
(ニ) 鑄物工場
- (19) 下記を簡単に説明せよ。
(イ) 利用率 (光束の) (ロ) 減光補償率 (ハ) 照度曲線
(ニ) 均齊度
- (20) 照明設計を行ふ場合、一般に採用される作業面の高さに就いて記せ。
- (21) 學校の一般教室に照明設計を行ふ場合、設計の順序を記せ。
- (22) 機械工場に於て照明設計を爲す場合、電燈の位置選定に當り考慮すべき事項を説明せよ。

- (23) 一般の住宅に於ける照明設計と工場に於ける照明設計とに於て、着眼點の相違せる點を説明せよ。
- (24) 建築化照明の得失を記せ。
- (25) 商業街路に於ける街路照明の效果に就いて記せ。
- (26) 街路照明に於て燈器の配列方法四種を挙げ、その各採用場處を記せ。
- (27) 交通街路に於て街路照明を行ふ場合、設計上考慮すべき點を述べよ。
- (28) 影法師效果に就き知れる所を問ふ。
- (29) 下記の概數を記せ。
(イ) 繁華な商業街路面上の照度
(ロ) 閑散な交通街路面上の照度
- (30) ハイウエイ、ユニットの構造を説明し、其の採用場處を問ふ。
- (31) 照明看板の特長を列挙せよ。
- (32) 下記を簡単に説明せよ。
(イ) 電氣サイン (ロ) 溢光照明
- (33) 電氣サイン3種を挙げ、その得失を比較せよ。
- (34) 電氣サインとしてネオンサインが廣く採用せられる理由を挙げよ。
- (35) 下記の術語に就いて記せ。
(イ) フットライト (ロ) スポットライト
(ハ) コロラマ照明
- (36) 調光機の用途を説明せよ。
- (37) 人工晝光の意義を問ふ。
- (38) 人工によつて晝光を得る方法3種を挙げ、その得失並に用途を記せ。
- (39) 紡績工場に於て、晝間照明電力を節約するために晝光の利用を圖らんとす。之れが考慮すべき事項を述べよ。
- (40) 農業方面に於ける電燈の應用につき知る處を記せ。
- (41) 下記を簡単に説明せよ。
(イ) 誘蛾燈 (ロ) 點燈養鶏 (ハ) 集魚燈
- (42) 屋内配線及び照明器具に使用される代用資材に就き知れる處を記せ。
- (43) 養魚集蛾燈について説明せよ。

6 電燈經濟

- (1) 電燈料金制3種を挙げよ。
- (2) 定額制の電球に燭光制電球の採用される理由を説明せよ。
- (3) 定額制と従量制の得失を需用者を對象として比較せよ。
- (4) 従量制と綜合料金制の相違せる點を説明せよ。

- (5) 綜合料金制に於て、需用家の最大需用電力を制限するためには如何なる装置をなすべきや。

7 電熱

- (1) 熱單位の2種を挙げよ。
- (2) 下記の術語を問ふ。
(イ) 比熱 (ロ) 傳導(熱の) (ハ) 對流(熱の)
(ニ) カロリ (ホ) ジュール
- (3) 溫度の單位3種を挙げ、それ等の各相互間に於ける關係を示せ。
- (4) 電氣爐内に於ける溫度の如き高溫度を測定するには如何なる方法によれば可なりや。
- (5) 電氣による發熱方式の二種を挙げよ。
- (6) 調理用電熱器に用ふる發熱體の具備すべき條件を列挙せよ。
- (7) ニッケルを含有せざる電熱線二種を挙げ、その最高使用溫度を記せ。
- (8) 非金屬發熱體と金屬發熱體の得失を比較し、その用途を記せ。
- (9) 下記の概數を問ふ。
(イ) 電熱用ニッケルクロム合金線の最高使用溫度
(ロ) 第一種電熱線の最高使用溫度
- (10) 非金屬發熱體の種類二種を挙げ、その最高使用溫度を記せ。
- (11) 電氣七輪に於ける電熱線の設計方法を問ふ。
- (12) 電熱線の強制壽命試験に就き知れる處を述べよ。
- (13) 家庭用電熱器の具備すべき條件を挙げよ。
- (14) 下記電熱器の容量を記せ。
(イ) 電氣アイロン (ロ) 電氣炬燵 (ハ) 電氣座蒲團
(ニ) 電氣牛田鍋 (ホ) 電氣茶瓶
- (15) 下記の用途を列挙せよ。
(イ) 發熱コイル (ロ) 發熱リボン (ハ) シーズ線
(ニ) スペース・ヒーター
- (16) 電氣七輪に使用する鍋と一般の鍋との形狀を異にする理由を説明せよ。
- (17) 電氣レンジの構造を説明しその用途を記せ。
- (18) 電氣ストーブの種類二種を挙げ、その得失を表示せよ。
- (19) 下記電熱器に就き知れる所を記せ。
(イ) 瞬時湯沸器 (ロ) 投込電熱器 (ハ) 蓄熱型溫水器
- (20) 15°C の水4立を容器に入れ 1kw の電氣七輪を以て之を熱し水の溫度を 90°C に達せしむるに30分を要したり。此の場合に於ける湯沸

装置の能率は何パーセントなりや。

- (21) 電気汽罐に於て電極型は直流電源に採用されざる理由を述べよ。
 (22) 電気汽罐の長處を挙げ其の用途を記せよ。
 (23) 家庭用電熱器に於て保安上必要とする事項を挙げ、且つ保安の限度を定むべき數値を挙げよ。
 (24) 一般家庭の電球ソケットより使用し得る電熱器容量の限度並に其の値を定むる根據につき述べよ。
 (25) 工業用電熱の特長を述べよ。
 (26) 家庭用電熱器に於ける溫度調整法二種を挙げこれを説明せよ。
 (27) 下記に就き述べよ。
 (イ) バイメタル恒温器 (ロ) 速切恒温器
 (ハ) サーモスタット
 (28) 農村方面に於ける電熱の應用に就き知れる處を記せ。
 (29) 電気孵卵器の構造を簡単に説明せよ。
 (30) 下記に就いて説明せよ。
 (イ) 電弧發熱 (ロ) テルミット熔接 (ハ) 抵抗熔接
 (ニ) 點熔接
 (31) 電気熔接が他の熔接に比して優れる點を列挙せよ。
 (32) 電弧熔接に於て電極の種類による方式二種を挙げ、その得失を比較せよ。
 (33) 電弧熔接の電源に直流を使用する場合と交流を使用する場合の得失、及び用途を比較せよ。
 (34) 電弧熔接用發電機の具備すべき條件を列挙せよ。
 (35) 直流式電弧熔接に安定抵抗を必要とする理由を説明せよ。
 (36) 輕合金の熔接を行ふに適する熔接機の一種を挙げ、その原理を説明せよ。
 (37) 下記に就き知れる所を記せ。
 (イ) 水素電弧熔接 (ロ) 高周波電弧熔接
 (38) 抵抗爐を發熱方式によつて分類し、その用途を述べよ。
 (39) 抵抗爐と電弧爐の得失を比較せよ。
 (40) 低周波誘導爐と高周波誘導爐の相違せる點を説明し、その得失を比較せよ。
 (41) 電気爐用變壓器の具備すべき條件を列挙せよ。



電燈電熱新書

定價 32 圓

昭和 22 年 7 月 1 日 印刷

昭和 22 年 7 月 10 日 發行

著者 電気技術研究会
 發行人 田中増吉
 印刷人 石井喜太郎
 印刷所 大寶印刷株式會社
 京都市下京區東九條山王町三八番地

會員番號 A104015

發行所 電氣書院
 京都市東山區今熊野劔宮町三三
 振替大阪四六一五七番
 電話 祇園 ⑥ 八二七番

配給元 日本出版配給株式會社
 東京都千代田區淡路町二丁目九番地

545

D583

終