

始



87

工學博士吉川龜次郎著

蓄電池及其取扱法

東京丸善株式會社

大正
13.12.11
内交

537-1
緒言

現今の科學の應用は所謂電氣の世の中にして動力に照明に熱源に通信に到る處電氣の應用たらざるなし特に最近に到り電化の聲喧しく工場に家庭に從來薪炭の獨占なりし區域を侵蝕する勢は恰も曠原の燎火の如し是電熱使用の單簡清潔にして文化的なるに因らずんばあらずと雖も又一方家庭燃料たる薪炭は益々不足を告げ工業動力の根元なる石炭の前途も僅々數十年たるに過ぎざるが故に全く自然の要求に外ならざるなり幸にして我邦天與の水力豊富にして之に依りて得たる電力は能く薪炭の不足を補ふの一助たるを得れども是亦無盡藏に存在するにあらざれば極力之を節約使用し以て無限の要求に應ずべきなり然るに水は四六時中絶へず流散するものにして之に由りて發生し得べき電力は日夜均等なるに拘

はらず電力の需要は晝夜均一なること能はずして時々刻々に偏倚するものなれば其の需要僅少なるとき其の餘力を貯藏して殷賑なる需要期に之を轉用することを得ば國家經濟上最も有意義なりとす此の目的に向つて水力工事の貯水池の設備は是も適切なりと雖も本設備は短時間に於ける變化に適應すること困難にして又地勢の關係上實行不可能なる場合なきにあらざ之に反して蓄電池は既に電力に變じたるものを貯藏する機關にして地勢に關係なく又電力の供給者たると需要者たるを問はず任意に不要時の力を貯藏し得るものにして蓄電池が國家經濟に及ぼす影響は蓋し亦僅少ならずと云ふべし是を以て方今蓄電池の應用は日に月に隆盛に赴き深夜間の低廉なる電力を貯藏して有要の時之を使用するものゝ増加したるは誠に欣ぶべき現象なれども本邦に於ける蓄電池の普及は

尙最近の事に屬し之が取扱法を熟知するもの少し然るに蓄電池は其の取扱方の巧拙如何により其の能率及び耐久力に大なる差異を生ずるものなれば其の取扱方を一般世人に熟知せしめ以て蓄電池をして其の効果を充分に發揮せしむること今日に於て最も急務なりと信ず故に本書は主として其の取扱に従事する者の爲めに蓄電池製造の概畧を敘し且其の性質と使用法を詳説して取扱上の錯誤及び危険を防止せん事を目的とせり讀者此を諒とし本書を活用せらるれば幸なり

大正十三年十月

京都の寓居に於て

著者識

蓄電池及び其の取扱法目次

第一章 蓄電池の來歴

ボルタ氏電池	一
一次電池	二
二次電池	三
アルカリ蓄電池	八

第二章 鉛蓄電池の組成と其の概念

エレメント	一〇
充電及び放電	一二
陽極及び陰極の稱呼	一三
硫酸鹽化及びサルフェーションの意義	一四
容量	一五

時間放電率……………一五

起電力……………一六

剩餘電流……………一七

能率……………一八

内部抵抗……………一八

分極電壓……………一八

電位曲線……………一九

第三章 鉛蓄電池内に起る化學變化……………二

有害なる硫酸鹽化即ちサルフェーション……………二六

第四章 蓄電池の起電力及び其の變化……………二九

トムソン氏の定律……………三

溫度係數……………三

硫酸の稀釋熱量……………三

ストライインツ氏の溫度係數……………三七

電液比重と起電力の關係……………三八

充放電の進行程度と起電力の關係……………四〇

充放電率と起電力の關係……………四〇

電極の單獨電位……………四四

第五章 電液……………四八

硫酸濃度と其の傳導度……………四八

硫酸檢定法……………四九

硫酸稀釋法……………五三

所要電液量……………五三

第六章 蓄電池の容量……………五九

放電に於る最終電壓……………五九

放電率と容量の關係……………六〇

殘存電流……………六三

活質體の量と容量の關係……………六三

活質體の配列と容量の關係……………三

活質體の状態と容量の關係……………三

電液量及び比重と容量の關係……………六

電液の循環と容量の關係……………七

蓄電池の年齢と容量の關係……………六

温度と容量の關係……………九

蓄電池の内部抵抗と容量の關係……………七

基板自己の抵抗……………七

蓄電池の實際抵抗……………七

第七章 内部放電或は自働放電……………七

純化學的自働放電……………七

電氣化學的自働放電……………七

金屬不純物に因る局部作用……………七

種々の不純物の影響……………八

第八章 蓄電池の能率

定義……………八

電流の強さの影響……………七

電液濃度の影響……………九

取扱上の注意の影響……………九

第九章 蓄電池の構造と其の設計の要旨

蓄電池の稱呼及び部分名稱……………九

基板に必要な活質體の量……………九

陰陽兩極板の比較……………七

陰極板延壽法……………九

第十章 糊狀式基板の製造法

格子の任務と之に對する要求條件……………一〇

糊狀式基板の種別及び其の形狀……………一〇

單純格子……………一三

エキサイド型格子	103
チニードル型格子	104
メトウ型格子	105
チタン型格子	107
ダイヤモンド型格子	107
ヘリング、ボーン型格子	109
格子の鑄造	110
鑄造材料	110
鋸融爐	113
鑄型	114
鑄造用合金の性質	117
練塗作業	119
アイヤン、クラッド型基板	128
混型基板	130

化成.....131

第十一章 プランテ式基板製造法.....134

鑄造式基板	134
組合式基板	137
スパン、タイプ、プランテ式基板	138
鋤形基板	139
筐式陰極板	140
化成	141

第十二章 隔離子と基板の絶縁.....145

硝子製隔離子	145
隔離子としての必要條件	146
木製隔離子	147
硬質護膜製隔離子	153

第十三章 電槽.....157

エボナイト電槽……………一五七

硝子電槽……………一六〇

鉛張木槽……………一六一

ガムミツト電槽……………一六三

セルロイド電槽……………一六三

封口電池……………一六三

第十四章 蓄電池の組立……………一六五

各部分品の名稱……………一六五

銲接……………一六九

組立……………一七三

蓄電池室……………一七五

第十五章 蓄電池の充放電……………一七六

直列充電……………一七六

併列充電……………一七九

恒壓充電……………一八〇

恒流充電……………一八二

初充電……………一八三

放電……………一八五

普通充電……………一八七

過充電……………一八八

第十六章 エンドセル及びエンドセル開閉器……………一九〇

エンドセル設置の目的……………一九〇

エンドセル設置法……………一九一

エンドセル開閉器……………一九四

第十七章 蓄電池の耐久力と毀損の原因……………二〇〇

第十八章 蓄電池の故障と其の修理法……………二〇七

容量の減少……………二〇七

基板の腐蝕……………三〇九

基板の龜裂及び彎曲……………三二〇

活質體の剝落……………三二一

サルフェーション……………三二一

轉極……………三二二

陽活質體の軟化……………三二三

第十九章 鉛蓄電池取扱法……………三二四

第二十章 アルカリ蓄電池……………三三三

アルカリ蓄電池と鉛蓄電池の得失……………三三三

エデソン蓄電池……………三三四

活質體……………三三七

電液……………三三〇

起電力……………三三〇

能率及び特徴……………三三五

ユンガー氏の改良……………三三七

鉛蓄電池との比較……………三三八

アッヘンパツハ氏蓄電池……………三四〇

挿圖目次

第一圖 充放電々位曲線……………一九

第二圖 硫酸稀釋發熱量曲線……………三三

第三圖 ストラインツ氏の起電力に對する溫度係數曲線……………三八

第四圖 起電力と電液濃度の關係を示す曲線……………三九

第五圖 充放電中に於る起電力變化圖(ダィリュース氏の測定)……………四〇

第六圖 充放電率の起電力に及ぼす影響圖……………四一

第七圖 放電率と起電力の關係圖……………四三

第八圖 單獨電位圖……………四六

第九圖 硫酸の電気抵抗圖……………一〇六

第十圖 電液濃度と容量の關係圖……………一〇七

第十一圖 同上……………一〇七

第十二圖 溫度と容量の關係圖……………一〇八

第十三圖 内部抵抗と充放電經過時間の關係圖……………一〇九

第十四圖 極板各自の抵抗圖(ドレッツアレク氏測定)……………一一〇

第十五圖 陰極板自己放電圖(デュモル氏測定)……………一一一

第十六圖 不純電液中に於る自己放電圖……………一一二

第十七圖 單純格子……………一一三

第十八圖 エキサイド型格子……………一一四

第十九圖 同上……………一一四

第二十圖 チュールドル型格子……………一一五

第二十一圖 メトウ型格子縦断面……………一一五

第二十二圖 ウキラード型格子……………一一六

第二十三圖 グールド型格子……………一〇六

第二十四圖 同上基板群……………一〇七

第二十五圖 チタン型格子……………一〇八

第二十六圖 ダイヤモンド型格子……………一〇九

第二十七圖 同上基板……………一一〇

第二十八圖 ヘリングボーン型格子……………一一〇

第二十九圖 鑄造爐……………一一一

第三十圖 同上……………一一一

第三十一圖 同上……………一一二

第三十二圖 鑄型……………一一五

第三十三圖 同上……………一一五

第三十四圖 同上……………一一六

第三十五圖 同上……………一一六

第三十六圖 同上……………一一七

第三十七圖 同上……………一三七

第三十八圖 捏混器……………一三四

第三十九圖 アイヤン、クラッド型格子……………一三〇

第四十圖 同上基板……………一三〇

第四十一圖 チェイドル型基板……………一三五

第四十二圖 同上断面……………一三五

第四十三圖 マンチエスター型基板……………一三八

第四十四圖 スパン、タイプ、プランテ式基板……………一三九

第四十五圖 鋤形基板……………一三九

第四十六圖 筐式陰極板……………一四〇

第四十七圖 木製隔離子の挽割方説明圖……………一四八

第四十八圖 木製隔離子……………一四九

第四十九圖 同上……………一五〇

第五十圖 アイヤン、クラッド式蓄電池配列圖……………一五三

第五十一圖 木製狭子……………一五三

第五十二圖 穿孔護謨隔離子……………一五三

第五十三圖 細隙護謨隔離子……………一五四

第五十四圖 細隙護謨管……………一五四

第五十五圖 纖維織込護謨隔離子……………一五五

第五十六圖 エポナイト電槽……………一五六

第五十七圖 同上……………一五六

第五十八圖 大型エポナイト電槽……………一五九

第五十九圖 潜水艦用蓄電池……………一五九

第六十圖 小型エポナイト槽蓄電池……………一六〇

第六十一圖 同上……………一六〇

第六十二圖 硝子槽蓄電池……………一六一

第六十三圖 鉛張木槽蓄電池……………一六一

第六十四圖 列車點燈用蓄電池……………一六二

第六十五圖	セルロイド槽蓄電池	一六三
第六十六圖	蓋電池部分品	一六五
第六十七圖	部分品構造圖	一六六
第六十八圖	封口電池部分品	一六七
第六十九圖	強電流用接續杆及び極柱	一六八
第七十圖	酸水素瓦斯吹管	一六九
第七十一圖	同上瓦斯發生裝置	一七〇
第七十二圖	橋絡子	一七三
第七十三圖	同上	一七四
第七十四圖	ブスバー	一七五
第七十五圖	鍍着設備	一七五
第七十六圖	木槽蓄電池室	一七六
第七十七圖	エンドセ	一七九
第七十八圖	同上	一八四

目次

一六

蓄電池及び其の取扱法

工學博士 吉川龜次郎著

第一章 蓄電池の來歴



一千七百九十九年伊太利の物理學者アレツサンドロ・ボルタ氏(Alessandro Volta)は二種の異なるたる金屬を或種の液即ち此等金屬の一若しくは兩者に化學的反應を起し得る液體中にて相互に接觸することなく挿入するときは此等兩金屬間に或程度の電位差を生じ液槽外に於て此等兩金屬を針金にて連結すれば此の針金内即ち外圈に於て電流通過の現象あることを發見せり斯くの如く構成せられたる裝置を人呼びてボルタ氏カップル(Voltaic couple)又はボルタ氏電池 (Voltaic cell) と云ひ其兩金屬を電極 (Pole or Electrode) 其の液を電液

第一章 蓄電池の來歴

ボルタ氏
電池
電極電液

(Electrolyte)と名付けた。

ボルタ氏は更に此の電池の状態を精査して次の二事實を發見せり。

一、電池の外圍開放即ち切斷せられたるときは兩極間に電位の差ありと雖も電流通過の現象なく又電極が消耗することなし。

二、然れども一旦外圍を閉塞(即ち接續すれば其の圈内に電流通過の現象忽ち起り電極と電液の間に化學反應を起して電極は徐々に電液中に溶解し始め電液は漸次其の金屬の鹽類溶液と化し電極の形狀全く消滅し畢る迄其の作用持續して電池の内容は遂に最初の状態を存せざるに到りて止む。

ボルタ氏の此の發見は學術上最も緊要なるものにして今日隆盛の域に達せる電池界の基礎となるものなり爾來種々の學者は此の電流を有意義に使用し且つ容易に之を發生せしむる方法の研究に努力して遂に當今吾人が工業上軍事上又は通信上共に盛に使用せる所謂一次電池及び二次電池の發見をなすに到れるなり。

一次電池

一次電池 (Primary battery)

一次電池とはボルタ氏の發見せる電池の如く電流發生の爲めに其の電極並に電液が共に消費せらるゝものにして一旦其の效力を失へば之を回復するの途なく更に新しき材料を以て之を改造する必要あるものなり故に其の反應は可逆性(Reversible)にあらずル、クランシェ氏電池(Le Clanche Cell)ダニエル氏電池(Daniel Cell)の如きは之に屬するものなり。

二次電池

二次電池又は蓄電池 (Secondary battery, Storage battery or accumulator)

ボルタ氏が一次電池を發見せしより凡そ一世紀半の間は電氣發生の根元として獨り一次電池のみを使用したりしが一千八百六十年佛蘭西の物理學者ガストンプランテ氏(Gaston Plante)は稀硫酸の電氣分解を行ふに際し鉛板を以て其の兩極となしたりしとき左記の事實を發見せり。

一、電解装置の外圍中に挿入せられたるガルバノメートル(Galvanometer)の指針は電解作業の終了するや否や電解中に示せし方向と反對の方向に偏示し暫時間繼續の後零點に復歸すと是れ即ち電解中は一次電流の爲めに指針は一方に偏倚せしも電解の終了せるとき電解槽に起れる二次電流の作用

を受けたるを示すものにして其の電位の方向は一次電流と反対なるを意味するものなり。

二、此の二次電流の量は電解作業の回数を重ねるに従ひ漸次其の量を増加す。
三、各電解毎に一次電流の方向を變換せば之に伴隨する二次電流の増加する割合は非常に促進す。

四、電極として使用せられたる鉛板片は最初は灰青色を呈するも硫酸中に浸漬せる間に漸次白色の被覆物を以て覆はる之に直流電氣を通ずれば陽極 (Anode: 電源より硫酸中に電氣を送入する鉛片) の表面に附着せし白色の被覆物は漸次變じて褐色となり陰極 (Cathode: 硫酸中より電源の方へ電氣の復歸する鉛片) の表面にありしものは次第に灰色に變ず斯く變色せし各物質を分析するに白色の化合物は硫酸鉛にして褐色の物は過酸化鉛たり又灰色の物は多孔性海綿狀の鉛たることを發見せり。

五、斯くの如く一次電流の通過によりて兩極が變色したるとき電源を切り離し單に外圈の線のみを接續して電解槽内の兩極により蓄積せられたる二

陽極
陰極

放電

基板

プランテ
式基板

次電流を發生即ち放電 (Discharge) せしむるときは兩極の表面は更に復變色して元の白色に戻り之を反覆するときは硫酸鉛の被覆層は其の度毎に其の厚さを増し來る是れ其の第二次電流の増加と相對應せるを知るべし。
斯くの如く處理せられたる極板又は基板 (Plate) は一次電流を漸次蓄積せしものと認むることを得て一種の電源として使用することを得るなり之を名けてプランテ式基板 (Plante's Type Plate) と云ふ。

故にプランテ氏は此の實驗中不知の間に過酸化鉛と海綿狀鉛及び硫酸より成る一種のボルタ氏カップルを得たるものにして其の特徴とする所はカップルが放電して効力を失ひたるとき更に他の電源より反對の方向に電流を通ずれば其の要素たる前記の鉛酸化合物は再び原形に戻りて其の効力を回復するにありて一次電池の如く一旦其の効力消失したるとき其の要素を更に新しき物にて取換へるの必要なきにあり是れ即ち二次電池にして其の要素が他の電源の力により回復する性質あるが故に其の作用を名づけて可逆作用 (Reversible action) と云ひ之を以て二次電池たる資格の須要條件となすな

り。
 プランテ氏の基板は二次電池の資格を完全に有すと雖も其の製作に多大の日子と多量の電気とを要して其の製作費不廉なるが爲め到底實用品として使用すること能はざるなり故に多數の學者は此が速成と製作費の遞減に努力し一千八百八十年遂に佛人カミール・フワウル(Camille Faure)氏及び米人チャールズ・ブラッシュ(Charles Brush)氏によりて殆んど同時に此が速成法を發見せられたり。

此の改良速成法はプランテ式基板の如く鉛板を其の儘使用するにあらずして鉛を鑄造法によりて恰も障子の骨の如き形に作りたるものを使用す(之を格子Gridと名づく)次に之に鉛の酸化物を稀硫酸にて練りて糊状となしたるもの(之をペーストPasteと名づく)を塗り付け凝固乾燥せしめたる後稀硫酸中に浸漬してプランテ式基板製造の際に於ける鉛板に代用し弱き電流を通ず然るときは陽極として使用せられたる格子の塗附物は漸次酸化せられて過酸化鉛となり一時に其の厚き層を作り又陰極として使用せられたる格子

格子

ペースト

糊状式基板

の塗附物は漸次還元せられて灰色の海綿状鉛の厚層に變じ一回の電流通過によりて所望の蓄電力を有する基板を作ることを得るなり斯くの如き方法により製作せられたる基板を名づけてフワウル式又は糊状式基板 (Faure's Type or Pasted Plate) と云ふ。

この發見によりて可逆性基板の製作容易となり製作に要する日數短縮せられて價格も大いに低下せしかばボルタ氏カップルの工業界に於ける應用は甚だ其の範圍を擴張し効果を發揮するに到れり茲に於てプランテ式基板の速成法も亦大いに研究せられて遂にフワウル式基板と殆ど相比の短時日を以て相當深厚なる活動性被覆層を得ること容易となり兩者相伴ひて工業界に貢獻するに至れり。

其の方法は鉛板の表面を機械力又は鑄造法によりて微細なる無數の溝渠を有するものとなして其の表面積を増大し種々の藥品を以て電氣化學作用により其の表面を腐蝕せしむるにあり。

斯くてプランテ式並にフワウル式の兩基板は工業上併用せらるゝに至り

しが各其の特徴を有するにより方今一般に

フランテ式基板は重量の大なるを厭はざるも其の壽命の長さを希望する場合即ち据置用蓄電池として使用せられ

フワウル式基板は壽命は比較的短くとも其の重量に比して電気容量の大なるを希望する場合即ち移動用蓄電池として使用せらるに至れり。

以上述ぶる所は所謂酸性電池(Acid battery)にして其の電液として硫酸を使用するものなり然るに方今世上に使用せらるる蓄電池にはアルカリ溶液を電液となせるものあり之をアルカリ電池(Alkali battery)と云ふエジソン及ユンガー氏のニッケル鐵電池(Iron and Nickel battery of Edison & Junger)及びアッヘンバッハ氏のニッケルカドミウム電池(Achenbach's Nickel and Cadmium battery)之なり此等のアルカリ電池は其の構造の堅牢なること鉛電池の比にあらざるが故に主として運搬車又は自働車等振動劇甚なる處に使用せらるれども其の電力能率不良なるが爲に据置用としては到底鉛電池に對抗すること能はざるなり。

アルカリ電池

電流の方向

蓄電池は斯くの如く其の種類多く各其の特徴を異にす故に以下順次其の各種の製法及び其の取扱上の注意に就きて記載すべし。

備考

本章に於ては屢電流の方向なる語を使用したり然るに電気には所謂交流電氣(Alternating current)と直流電氣(Direct current)の二種ありて前者に於ては其の方向時々刻々に變化するが故に單簡に之を指示すること能はず従つて交流電氣は蓄電池界に其の儘使用することの能はざるものにして後者のみ斯界に應用せらるるなり而して直流電氣に於ても亦陰陽兩性ありて各反對に同一徑路を環流す故に其の方向を指示するに當りても陰陽何れの方向なるかを明にせざるべからず通常其の方向を指示するには陽性電氣の流るる方向を意味するなり故に本書に於ても之を採用することゝせん。

第二章 鉛蓄電池の組成と其の概念

鉛蓄電池とは稀硫酸を電液として一種の容器中に盛り此の中へ過酸化鉛よりなる電極と海綿狀鉛より成れる電極とを挿入して相對峙せしめたる一種のボルタ氏カップルにして前者を陽極 (Positive electrode) 後者を陰極 (Negative electrode) と名づけ此兩者と其の附屬隔離子 (Separator) とを綜合してエレメント (Element) と云ふ。

陽極はチョコレート狀の褐色を帯びたる天鷲綸様の外觀を有せる基板にして陰極は灰青色を帯びたる堅牢なるものなり故に一基板が陽極なりや將た陰極なるかは其の色彩及び外觀によりて容易に識別することを得るなり此の灰青色をなせる海綿狀鉛は普通鉛の變形體にして其の性質も異なり故に之を普通鉛に變ぜしむるときは熱を發し又比重一二二五の稀硫酸中にて過酸化鉛と對峙せしむるときは普通鉛が過酸化鉛と同液中にて對峙したるときよりも高き電壓を示すものなり即ち前者の一九四ボルトなるに對し

て後者は僅に一四六ボルトを呈するのみ。

活質體

蓄電池が電流を發生するときは組成を化學的に變化す即ち陽極に於ては過酸化鉛が變じて次第に硫酸鉛となり過酸化鉛との混合組織となる陰極に於ても亦海綿狀鉛と硫酸鉛の混合體に化す故に蓄電池に於ける電流の發生には兩極の要素が漸次に硫酸鹽化を伴ふものなり此の過酸化鉛及び海綿狀鉛を總稱して基板の活動物質 (Active material) 又は單に活質體と云ふ。

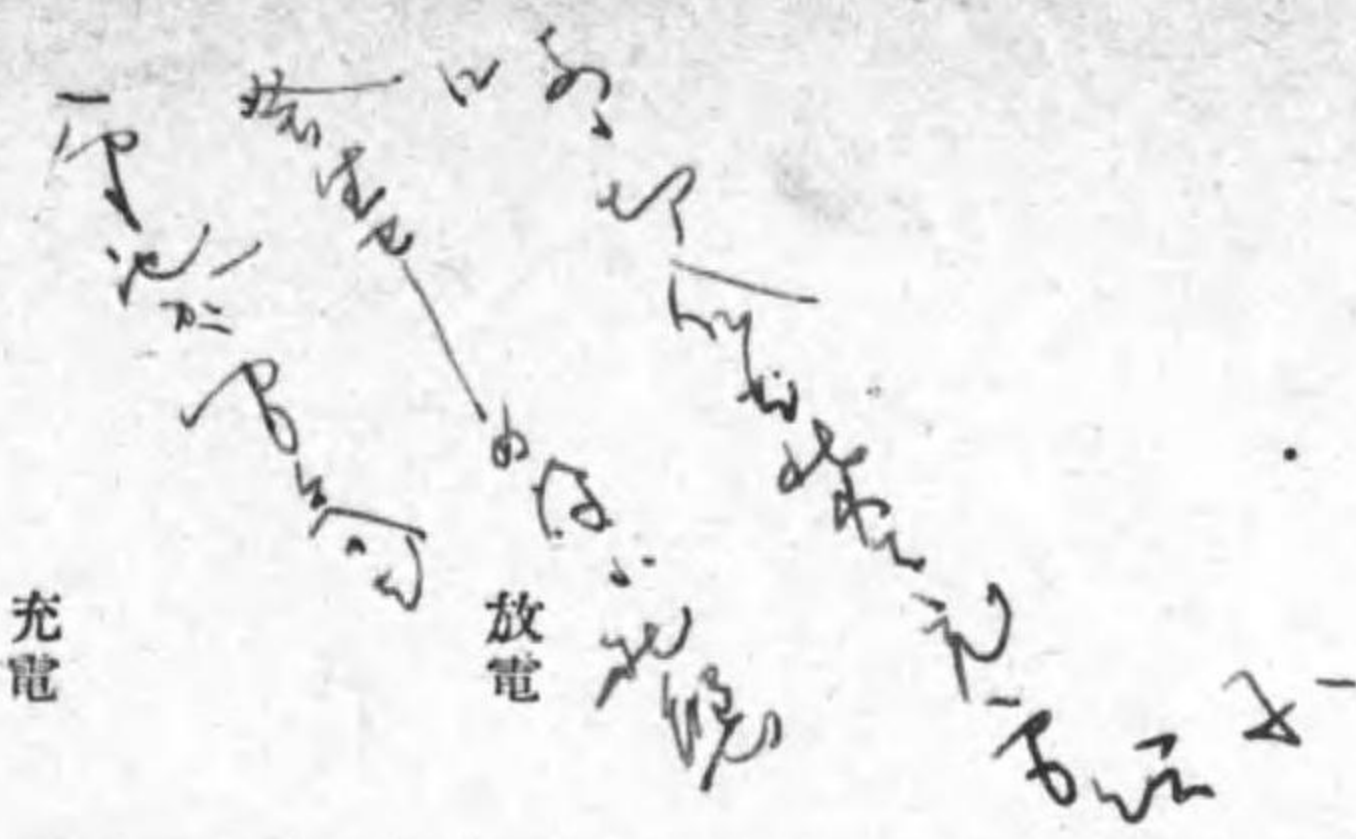
極群

基板は普通偏平なる薄板にして陰陽同形なることあり又全く異なることあり而して小なる蓄電池にありては陽極は一枚の基板より成ることあるも多くの場合は數枚より成る斯くの如く數枚の基板より成るときは其の各は一の連結杆に併列に鎔着せらるる者にして之を陽極群 (Positive Group) と名づく陰極は最少二枚より成り常に他の連結杆に併列に鎔着せらるる之を陰極群 (Negative Group) と稱し此の兩群が一の電槽内にて相互に接觸することなく相對峙する時に互に極としての作用をなすものなり。

陰極群に於ける基板の數は常に陽極群の其れよりも一枚多し是陽極基板

は其の両面共必ず陰極に相對峙するの必要あるが爲めにして従つて電槽内に組立てられたるエレメントは常に陰極板が其の兩側に現はるゝものなり此の陰陽兩群間には些少の接觸をも許さざるが故に普通各基板の間隙には皆隔離子(Separator)を挿入して其の接觸を完全に防止するなりされば隔離子として使用せらるゝものは能く此の目的に叶ふものにして而も電液の循環を妨ぐることなく又不純物を電液中に誘導せざるものたるを要す。

電池が電氣を發生し得る状態にあれば之を充電せられたる電池 (Charged cell) と云ひ此の電池をして電氣を發生放出せしむる作業を放電 (Discharge) と稱す此の放電によりて最早電氣を發生し能はざる状態になりたるものに更に他の電源より放電の時と反對に電氣を通ずれば此の電池は再び舊態に復し再度電氣を發生し得る状態となるべし此の作業を充電 (Charge) と名づく既に陳べたる如く放電に於ては兩極の活質體が何れも變じて硫酸鉛となり充電に於ては此の硫酸鉛が元の過酸化鉛と海綿狀鉛に變ずる化學變化を伴ふものなれば充電なる語は單に物理的に電氣を電池中に貯藏せしむる意にあ



極の稱呼

らずして電氣エネルギーを化學エネルギーに變じ又放電とは化學エネルギーを電氣エネルギーに轉ぜしむるの意味なり。

爰處に注意すべきは陰極及び陽極なる稱呼なり凡そ電解作業に於て電流が電解槽を通過するに際し外部より電解液に電流を傳ふる極を名づけて陽極 (Anode) と云ひ液より電流を受けて之を外部に送達する極を名づけて陰極 (Cathode) と呼ぶを原則とす而して海綿狀鉛は過酸化鉛に比して電解的に陽位を示すのみならず蓄電池と云ひ電解槽と云ひ皆同じく電氣エネルギーと化學エネルギーの相互轉化をなす所の装置なれば放電に於ける蓄電池も一個の電解槽と見ることを得べく従つて電流は海綿狀鉛に發して電液に入り過酸化鉛を経て外圈に出づるものなるにより前者を陽極後者を陰極と呼ぶこそ正當なりと考へらるゝなり然るに一般に使用せらるゝ稱呼は全然之に反し海綿狀鉛を陰極過酸化鉛を陽極と稱す此は全く見地の異なるに起因し蓄電池も發電機と同じく電氣發生の根元にして發電機に於ては自體に於て發生したる電氣を外部に送出する口を陽極と云ひ自體に戻る口を陰極と云

ふに倣ひたるに外ならざるなり。

既に陳べたる如く蓄電池が放電せらるゝ場合には其の基板内の各活質體が變じて硫酸鉛に化するものなり是即ち硫酸鹽化するものにしてサルフェーション(Sulphation)と云ふべき反應なり普通硫酸鉛は白色の固體にして電氣抵抗甚だ高く其容積も鉛又は過酸化鉛に比して遙に大なり故に電池が放電を受くるときは基板内の活質體は漸次膨脹して其の容積を増し或る限度を超過せば格子は其の膨脹に耐ふること能はずして龜裂し機械的にも電氣的にも損傷を受くるに至る故に放電は必ず此の限度以内に止め置くべきものにして活質體中には尙原形の儘なる活質體が硫酸鉛と混合組織をなして存するが故に反對に電流を通じ充電を行ふときは容易に復舊せらるゝなり斯る状態にある間は假令其の反應はサルフェーションなりとも普通其の電池がサルフェーションを受けたりと云はざるなり是斯界に於けるサルフェーションなる語は後章に於て詳述するが如く一種の惡意義を含み最早其の可逆反應が不能となるに到れるものを意味すればなり。

一サルフェーション

容量

蓄電池の大小を表示するに普通容量(Capacity)なる語を用ひアムペヤ時間を以て測定す一アムペヤ時とは一アムペヤの電流を一時間使用し得る量なり故に放電が一定の強さの電流を以て數時間持續したるときは其の時間數に電流の強さを乗ずれば直ちに其の容量を得べし若し其の電流の強さが時々變化せば其の變化を起したる時と其の場合の電流の強さとを録し各時間に於けるアムペヤ時を計算し得たる合計が其の蓄電池の容量を表示するなり然るに蓄電池の容量は種々の原因により影響せらるゝが故に普通蓄電池の容量を指定するには其の温度と電流の強さとを定めて幾アムペヤ時と規定するを要す。

放電々流の強さを示すに時間率を以てすることあり例へば五時間放電率或は八時間放電率と云ふが如し五時間放電率とは其の蓄電池が或る一定の強さの電流にて五時間放電を繼續したる時恰も其の容量の電氣量を消滅する電流の強さを云ふものにして八時間率とは八時間にして消滅する強さなり。

時間放電率

其の強弱は陽極基板の活質體が電液に接觸する面積の大小によりて定まるものにして重量の割合に其の面積大なるもの程強き電流を以て放電し得るものなり。

起電力

蓄電池が放電によりてなし得る作業量は獨り電流の強さのみによりて測定し得べきものにあらず恰も水流が勾配ありて初めて水が流れ其の流れによりて成したる作業量は水量と落差とによりて計算せらるゝが如く蓄電池にも亦電流を起さしむる壓力なかるべからず之を其の蓄電池の起電力(Promotive Force)と云ふ通常單に電壓と稱せり其の測定單位をボルトとす之れは活質體の材質と電液の濃度及び溫度によりて異なるものなるが基板の大小には何等關係なきものなり鉛蓄電池の起電力は普通二ボルトにして之れより大なる起電力を必要とするときは多數の蓄電池を直列に使用す例へば百ボルトを必要とせば五十個の蓄電池を又五百ボルトを必要とせば貳百五十個の蓄電池を直列に使用するが如し直列接續(Series Connection)とは甲の陰極を乙の陽極に結び乙の陰極を丙の陽極に以下順次進みて最終蓄電池の陰

直列接續

極を最初のもの陽極に結び着くる接續方法を云ふ。

蓄電池の電壓は最初二ボルトありと雖も放電の進むに従ひ次第に低下し遂に或る限度(普通一・八ボルト)に達す是を放電終了の時とす斯く放電終了したる蓄電池も其の回路を切斷せば其の電壓は少時間にして復舊し暫時休止せしめば再び前記限度に低下する迄に多少の電流を發生す斯く發生する電流を剩餘電流(Residual current)と稱す是れ初度の放電に於て活質體が表面より漸次硫酸鉛に化し膨脹して其の氣孔を狹窄することにより内部の活質體は化學變化を起すに必要な硫酸の供給を受くること能はずして電流の發生に參與するを得ざりしが放電休止中に酸の擴散力によりて其の供給を受くるを得たるにより爰に初めて電流を發生し得るに至れるなり故に強電流を以て放電したるとき剩餘電流は弱電流を以て放電したるとき其れよりも大なるものなり然れども剩餘電流は成るべく使用せざるを良しとす。

蓄電池は他の電源より受電し貯藏したるものを再び發生するものなれば最初受けたるエネルギーを損失なしに發生することは不可能なり故に其の

剩餘電流

能率
内部抵抗

オーム
レジスタ
ンス
分極電
圧

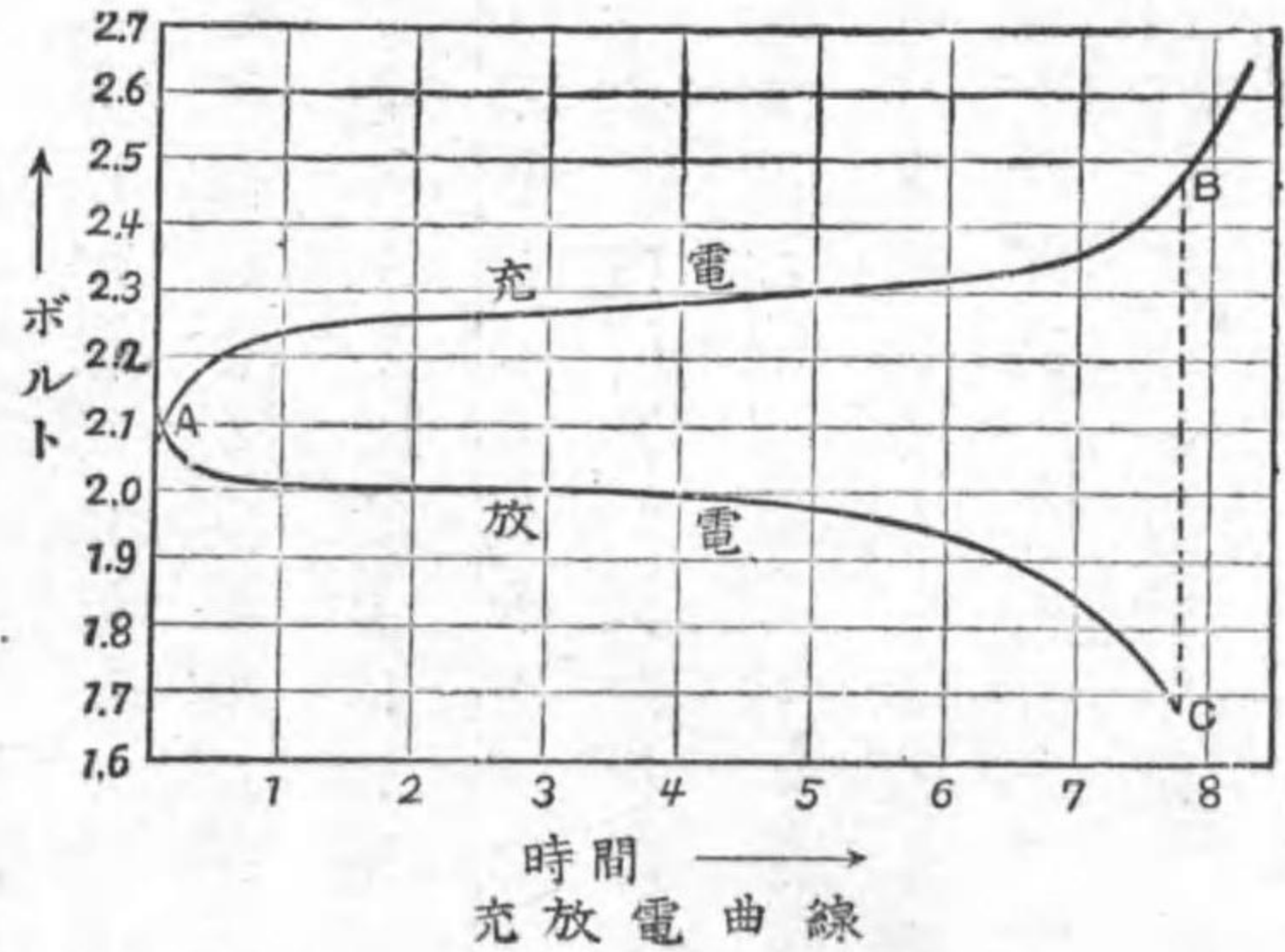
発生したる量と收受したる量との比を示すに能率(Efficiency)なる語を使用す
 此は百分率を以て示せるものにして種々の原因によりて影響せらるゝが故
 に蓄電池の能率を示すには其の測定の際に於ける状況を明にせざるべから
 ず後章に於て之を詳述すべし。(第八章参照)

蓄電池にも亦内部抵抗(Internal resistance)ありて放電に際しては其の利用し
 得べき電圧を低下し充電に於ては復舊に要する電圧を昂騰して其の能率を
 悪からしむ此の内部抵抗を來す所の原因も亦種々あり第一は電液のオーム
 ック、レジスタンス(Ohmie Resistance)にして第二は分極電圧(Polarisation Potenti-
 たりとす分極とは電液中に挿入したる二種の電極間に電流を通じたるとき
 起る現象にして其の作用は通過する電流に反抗して之を阻止せんとする傾
 向を示し電極に於て發生する水素が瓦斯體となりて空氣中に放散する迄は
 其の表面に水素の薄層を作り所謂水素電極の形狀をなし其の溶壓によりて
 反對の起電力を起すに基くものなり。

然れば蓄電池の充電に際しては其の電壓漸次昂上して遂に或最高電位に

電位曲線

第一圖



充放電曲線

達すれば之を停止し又放電に際しても其電壓漸次降下して或最低電位に達
 すれば其の放電を中止せしむるなり故に横軸に時間縦軸に電位を示して曲
 線を引けば容易に充放電中の或瞬間に於ける電位の關係を知るを得べく又
 之によりて其の蓄電池の特性を知るを得る
 なり之を稱して電位曲線 (Voltage Curve) と云
 ふ第一圖は或電池の充放電電位曲線を示すも
 のにして其の各は互に三部分より成ること
 を容易に知悉すべし即ち充電曲線に於ては
 一、充電の初めに於て曲線が急騰す。
 二次に此の曲線は二・二乃至二・三ボルトの間
 にて殆ど水平状態にて永く持續す。
 三、充電の終期に近づきたる頃より曲線は又
 急騰して二・三ボルトより二・六ボルト位迄
 上昇す。

是充電の初めに於ては蓄電池内の抵抗は單にオームミック、レジスタンスのみなりしが終局に近づくに及び分極電壓も参加するに因るなり放電に於ても亦三部分より成る然れども其の形状は充電の場合と反對に降下す即ち一、放電し始むるときは電壓は急に降下して二ボルトとなる。

二、之より後は長時間極めて緩徐なる降下を示して一・八ボルトに達し三、之より後は再び又急に降下す。

是初期に於ては單に電液のオームミック、レジスタンスの影響のみなりしが終期に於ては基板の表面に於ける活質體が硫酸鹽化して膨脹する爲硫酸の滲透を妨げ其の内部にある活質體をして活動の餘地なからしめたと又基板内部にありし硫酸が消失して水に化し基板内のオームミック、レジスタンスを増大したるとに起因するなり。

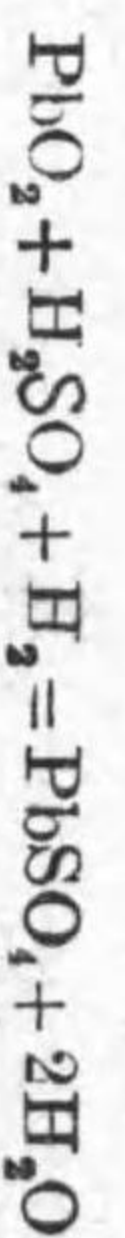
第三章 鉛蓄電池内に起る化學變化

(Chemical change taking place in the accumulator)

充放電に際し鉛蓄電池が起す所の化學變化は多數學者の研究材料となり種々の説ありと雖も今日最權威あるものとして一般に認めらるゝものはゼーエッチ、グラッドストーン(J. H. Gladstone)及びエッチ、トライブ(H. Tribe)氏の双硫酸鹽化説(Double sulphate theory)なりとす此の説に依れば放電即ち兩電極を導線にて連結し電流を發生せしむるときは陰極に於て次の變化を起し

$$\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4 + \text{H}_2$$

又陽極に於て左の反應を來す



即ち放電に於ては兩極の活質體共に硫酸鉛に化するなり次に外部の電源より反對の方向に電流を通じ充電するときは陰極に於ては



PbO
Pb

なる變化を起し陽極に於ては



なる反應によりて硫酸を復生し鉛化合物は海綿狀鉛と過酸化鉛に復歸す故に此兩極に於ける變化を合せば充放電の際に起る變化を次の可逆反應式によりて示すことを得べし



此の方程式は現今に於ける鉛蓄電池理論の基礎をなせるものにして左より右に讀めば放電反應を示し其の反對の方向に讀めば充電の反應を示すものなり。

充電方程式を見れば兩極に於ける活質體は各其の硫酸根を遊離せしむるにより基板自身は其の重量を減ずると同時に電液の比重は増大すべく又放電方程式によれば恰も之と反對に基板は其の重量を増し電液は其の比重を低下す斯くの如く電液の比重は充放電によりて上下するものなるが基板内部に於ては其の程度更に一層甚だしきものなり即ち充電を畢りたる瞬間に

於ては基板の氣孔内の硫酸は基板外のものに比して非常に濃く放電終了の瞬間に於ては非常に淡し故に充電直後に於ては此の基板内外の硫酸は相互に入り交はり平均せんとするものなり。

此の平均は陽極にありては普通次の三法によりて行はる。

一、擴散力 比重の異なりたる二液が平衡する迄相互に混淆するものにして其の速度は比重の差に比例す故に最初の間は速かなるも次第に遅緩すべし。

二、電解的局部作用 過酸化鉛なる活質體と基板の格子の鉛とが硫酸に接觸しつゝ存在せるが故に



なる反應起り氣孔中の硫酸を消費して水となす此の作用は長時間繼續するが故に却つて内部の比重をして外部より低からしむることあり。

三、酸素發生作用 充電の終期に生成せる過酸化水素と過酸化鉛とは相互作用により

なる反應を起して酸素を發生し生成せる酸化鉛は硫酸と化合して



となり硫酸の比重を低下す。

然れども此の三者の中二及び三の作用は一に比すれば甚だ輕微なるものなり。

陰極にありては前記擴散力によりて相平均する外に海綿狀鉛と硫酸が純化學的作用を起し次の反應により



水素を發生して硫酸を消費し氣孔中の電液の比重を低下す此の場合に於て發生せられたる水素は氣孔中に閉塞せられ擴散によりて入り來る電液の通路を妨ぐるを以て濃度の均等は却て遲緩せらるゝなり放電直後に於ては氣孔内の比重は外部よりも低きが故に此の場合に於ては獨り擴散力によりて平均せらるゝものとす。

元來ボルタ氏のカップルに於ては其の起電力なるものは基板の活質體を構成せる材料と電液の種類及び其の濃度によりて定まるものなり故に鉛蓄電池に於ては其の活質體は過酸化鉛及び海綿狀鉛にして電液は一定せる稀硫酸なれば其の起電力は終始一定し活質體の全部が硫酸鉛に變じたるとき始めて其の起電力に變化を起すべきなり然るに事實は之に反し其の起電力は徐々に低下するにより種々の説をなし過硫酸の生成説などを主唱するものありたれども現今に於ては此の漸落の原因は電極氣孔内硫酸の缺乏にありて基板活質體の内外に於ける硫酸比重の差の著しきによることを一般に承認せらるゝに至れり然れども過激なる充放電に於ては電極に於て變態的の化學變化を起すことあり即ち極端なる急激充電を行へば陽極に於て少量の過硫酸と陰極に於て亞硫酸瓦斯又は硫化水素が硫酸の還元によつて發生せらるゝことあり又過大なる電流を以て放電せらるるときは基板の氣孔内に硫酸の缺乏を來し硫酸鉛を作ること能はずして活質體は單に水酸化鉛に變ず其の反應次の如し。

有害なる
硫酸鹽化

有害なる硫酸鹽化 (injurious sulphation)

然るときは蓄電池の起電力は殆んど一ボルト内外となるべし。

既に陳べたる如く蓄電池には各規定容量ありて之れ以上放電せざるを常とすれども蓄電池の容量は之にて全く盡きたるにあらざり故に引續き放電すれば其の電圧は低きながらも尙多少の時間放電をなし得るなり斯くの如く過剰の放電をなしたる儘充電作業を行はず放置する時は基板は過度に硫酸鹽化すべし。然る時は基板の表面は白色化し電氣的抵抗を増し電池の容量を減じ之を復舊する事非常に困難となる故に蓄電池は放電後は其の儘放置する事なく直ちに充電復舊せしむるを要す是放電量は同一なりと雖も放電後の経過時間によりて次の差異を生ずればなり即ち其の放電直後に於ては生成せる硫酸鉛は未だ微細なる状態の儘海綿狀鉛或は過酸化鉛と充分に混濁存在するが故に其の色白色を呈するに至らざれども放電状態の儘放置する時は温度變化の影響を受け生成せる硫酸鉛は温度上昇したる時其の溶解

度を増加して液中に溶込み温度下降したる時再び析出して基板の表面に附着す斯く析出したるものは元の微細なる者に比すれば餘程大粒となれるを以て基板表面の氣孔を塞ぐ傾向を生ず一般に微細なる状態にあるもの程溶解速なるが故に温度上りたる時は基板中の尙微細なる形状を保てるもの早く溶け込み温度低下すると共に大粒となりて基板に析出す斯くて放電の儘休止せる内に温度の變化屢來る時は上述の作用反覆せられ電氣を導くべき鉛又は過酸化鉛を混有せざる純粹且大粒の硫酸鉛が漸次基板の表面に集中し來りて氣孔を塞ぐが故に基板面は次第に白色を呈するに至る斯くの如く白色を呈せる基板は既に傳導性なき析出物を以て殆ど全面を被覆せられたる者なるが故に之を充電復舊するには其の抵抗に打勝つに充分なる電圧を要するのみならず假令此の大なる電圧を以てするも一旦結晶状態に變じたるものは其の氣孔性を回復する事困難にして甚しく基板の活性を失ふなり斯くの如く規定内放電を受けたる電池にても永く其の儘放置する時は既に此の現象を起す況んや過剰放電を受けたる蓄電池に於てをや故に蓄電池使

用の際には必ず過剰放電をなさざる様注意し規定内放電の場合に於ても放電後は速に充電復舊し置く事を忘るべからず。

第四章 蓄電池の起電力及び其の變化

(Electromotive force of an accumulator and its change)

電池内に生ずる化學變化の實熱量と電氣エネルギーとの關係はダブルユールギッブス(W. Gibbs)及びファンヘルムホルツ(V. Helmholtz)の兩氏によりて明にせられたり。

今恒溫度 T に於て一つの可逆電池に甚大なる抵抗を加へて一の電流圈を作り常に平衡を保ちつゝ化合物一グラム當量の化學變化を起し得べき電流量即ち九六五四〇クローム(96540 Coulombs)之を F にて表はす(通過せしむる時此の電池の起電力を E とせば此の電池が此の際與へ得る最大の電氣エネルギーは EF なり又此の電池内の化學變化の爲に發生すべき實熱量(一グラム當量に就て)を Q とし此の電池が作用する時外界より熱を吸収するものとせば $FE - Q$ に相當する熱量を吸収せざるべからざる事は熱力學の第一定律によりて明なり(但しは熱量 Q を電氣エネルギーの單位に變ずる爲の恒

數なり。

次に此の温度を dT だけ上げ常に平衡を保ちつゝ、逆に此の電流圈に F だけの電流を通ぜしむ今此の温度に於ける電池の起電力を $E+dE$ なりとすれば此の際消費すべき仕事は $F(E+dE)$ なり化學變化の實熱量は一般に温度によりて變ずれども其の變化率は Q に比して微小なるが故に之を無視すれば此の際電池内に生ずる化學變化の爲に吸収せらるゝ熱量は以前發生したる熱量 Q に等し而して電池内に發生したる熱量は消費したる電氣エネルギーと化學變化の爲に吸収せられたる熱量との差に等しく $F(E+dE)-kQ$ なり。

茲に於て此の電池の温度を再び T に降下して其の最初の状態に復せしむ。此輪回行程に於て FdE なる仕事は消費せられ温度 T に於て $F(E-kQ)$ なる熱を失ひ温度 $T+dT$ に於て $F(E+dE)-kQ$ なる熱を得たり dE は E に比して甚だ小なれば $F(E+dE)-kQ$ を $F(E-kQ)$ と置くも著しき誤なし然れば $F(E-kQ)$ なる仕事を消費して $F(E-kQ)$ なる熱量を温度 T より温度 $T+dT$ に上昇したり故に熱力學第二定律によりに次の關係を得

$$F dE = (F E - k Q) \frac{dT}{T}$$

$$\frac{dE}{dT} F T = F E - k Q$$

$$E = \frac{k Q}{F} + T \frac{dE}{dT}$$

而して一ボルトクーロムの電氣エネルギーは 0.239 グラムカロリーなるが故に

$$k = \frac{1}{0.239}$$

$$E = \frac{9654}{0.239} \times 0.239 \frac{Q}{F} + T \frac{dE}{dT}$$

$$= \frac{23073}{F} Q + T \frac{dE}{dT}$$

此 $\frac{23073}{F} Q$ なる項は化學變化に伴ふ熱より來る起電力の影響を示すものにして之をトムソンの定律 (Thomson's Law) と名付け $F \frac{dE}{dT}$ は電池の温度より受くる影響を示すものにしてヘルムホルツ氏によりて誘導せられたるものなり。

$\frac{dE}{dT}$ は攝氏温度一度毎に起電力に及ぼす影響にして之を温度係數 (Temperature Coefficient) と云ふ而して鉛蓄電池の温度係數は電液の比重によりて變

トムソン
氏の定律

温度係數

化し一定の者にあらず即ち攝氏一五五度に於ける比重一〇四四の場合には零にして比重之より高き時は正值となり之より低き時は負値を取るなり今一例を設けて之を説明せんに或る電池の温度係数が〇〇〇三なりとせば常温攝氏十八度に於て其の電池の起電力なるものはトムソンの定律により化合熱より得たるものに更に

$$0.003 \times (273 + 18) = 0.0873 \text{ Volt}$$

を加へたる者なり然れども普通電液として使用せらるゝ程度の硫酸比重にありては其の温度係数は殆ど無視するも差支へなき程度のものなれば實用上には電池の電圧は單にトムソンの定律のみに依りて計算し得べきものなり然れども此の化學變化により電液濃度に變化を及ぼし而して濃度の變化は熱量の變化を伴ひ且既に述べたる如く基板の氣孔中にありては其變化甚だ大なれば充放電に伴ふ氣孔中の硫酸濃度の變化に因する電圧の温度係數は之を忽にする事を許さざるなり。

今硫酸の稀釋又は濃縮により發生又は吸收せらるる熱量に就きてトムソ

ン氏は次の公式を與へたり。

$$\text{Calorie} = \frac{a \times b}{b + 1.178a} \times 17860$$

本式に於て a は混合體中に於ける酸のグラムモル數を示し又は同じく水の

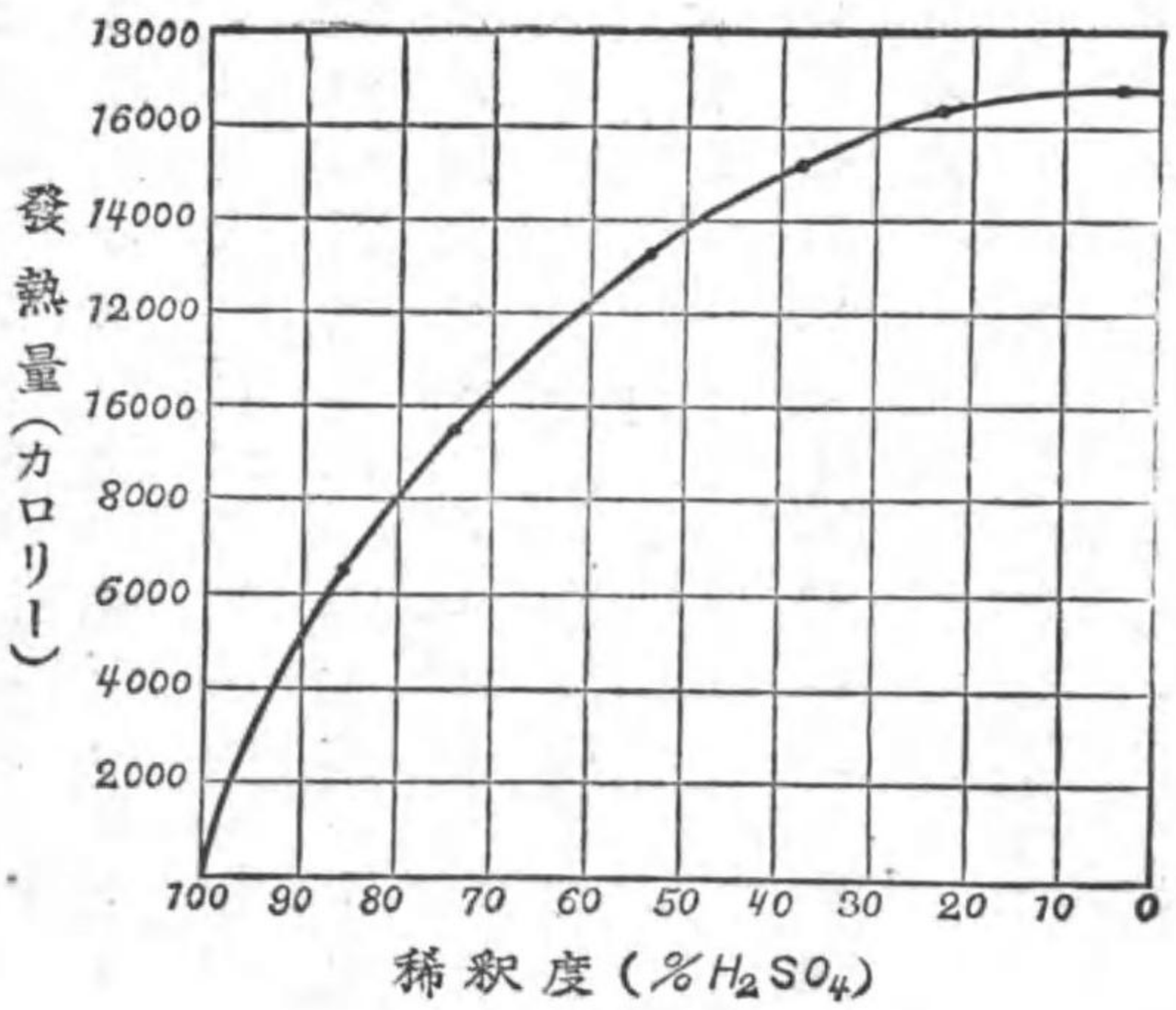
のグラムモル數を示せるものなり。

第二圖は硫酸の一グラムモル量即ち九十八グラムに對し重量にて種々の割合に水を混じたる際の發熱量を示すものなり。

蓋し硫酸の實際の重量は水の二八四二倍なれども其のグラムモル量の水の $\frac{98}{18}$ 倍即ち五・四五倍なり故に單に重量百分率にて五〇パーセントの液を作るには九十八グラムの硫酸と同量の水とを混ずれば可なれども之をグラムモル

硫酸のモル量と百分率との關係

第二圖



數にて示せば五四五倍の水を使用したる事となる從て普通重量百分率にて示されたる水の量を酸の一グラムモルに對する水のグラムモル數に換へんとすれば水の百分率を酸の百分率にて除し之を五四五倍すべし例へば普通蓄電池の電液は硫酸二十七パーセントと水七十三パーセントとよりなるものなるが之をグラムモルを標準とせば硫酸一分に對し水は

$$\frac{73}{27} \times 5.45 = 14.75$$

分に當れり。

此の換算法を了解せば鉛蓄電池の起電力を計算する事を得べし。

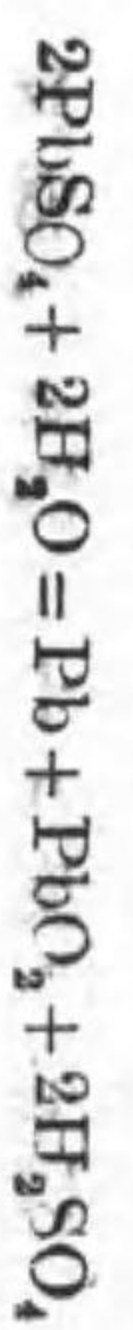
今方程式

$$E = \frac{Q}{23073} + T \frac{dE}{dT}$$

によりて鉛電池の起電力を求めんに元來此の方程式に於ては反應に關係する物質は皆一グラム當量を標準とし來りしが故に若し關係物質の原子價が一ならずして v なる時は上記の方程式は次の如く改むるを要す。

$$E = \frac{Q}{23073 \times v} + T \frac{dE}{dT}$$

今鉛蓄電池の可逆的化學反應式は



なるが故に蓄電池にて發生すべき實熱量は

$$2Q_{\text{PbSO}_4} + 2Q_{\text{H}_2\text{O}} - Q_{\text{Pb}} - Q_{\text{PbO}_2} - 2Q_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \text{實熱量}$$

となるなり而して各關係化合物體の化合熱量は次の如し。

$$\text{PbSO}_4 = 212970 \text{ cal}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 68360 \text{ "}$$

$$\text{PbO}_2 = 62800 \text{ "}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 89860 \text{ "}$$

之を前の方程式に代入せば

$$Q = 2 \times 212970 + 2 \times 68360 - 0 - 62800 - 2 \times 89860 = \text{實熱量}$$

$$= 121000 \text{ cal}$$

此の數をトムソン氏の定律に代入せば鉛蓄電池の起電力は

$$E = \frac{121000}{23073 \times 2} = 2.63 \text{ volt}$$

となるべし此れは純硫酸を電液となし温度係数を考慮せざるとき起電力なるが實際蓄電池に使用せらるゝ硫酸の強さは二十七パーセントなり故に純硫酸を此の濃度に迄稀釋する際に發生する熱量を控除せざるべからず硫酸一モルが此の際發生する熱量は約一六〇〇〇カロリーなり而して二モルが此の反應に與かるが故に其の二倍量を控除したる八九〇〇〇カロリーが實熱量となるなり然れば普通電液に於ける蓄電池の起電力は

$$E = \frac{89000}{46000} = 1.936^{*} \text{V}$$

となるなり尙前記化學反應式を見れば水量の増減ありて電液の濃度を變ず従つて熱量にも増減を來すべくウエード氏 (Wade) は此の熱量を實驗的に約二〇〇〇カロリーと算出せり此の二〇〇〇カロリが起電力に及ぼす影響は〇・〇四三ボルトにして前者に増すべき數なりとす而して二十七の硫酸と七十三の水とより成る電液に於ける温度係数は攝氏一度毎に〇・〇〇三ボルトなり故に常温を攝氏十八度とせば

$$T \frac{dE}{dT} = 291 \times 0.0003 = 0.0873^{*} \text{V} \cdot \text{C}^{-1}$$

にして結局前述の如き狀況にある蓄電池が常温に於て有すべき起電力は

$$E = 1.936 + 0.043 + 0.0873 = 2.0653^{*} \text{V}$$

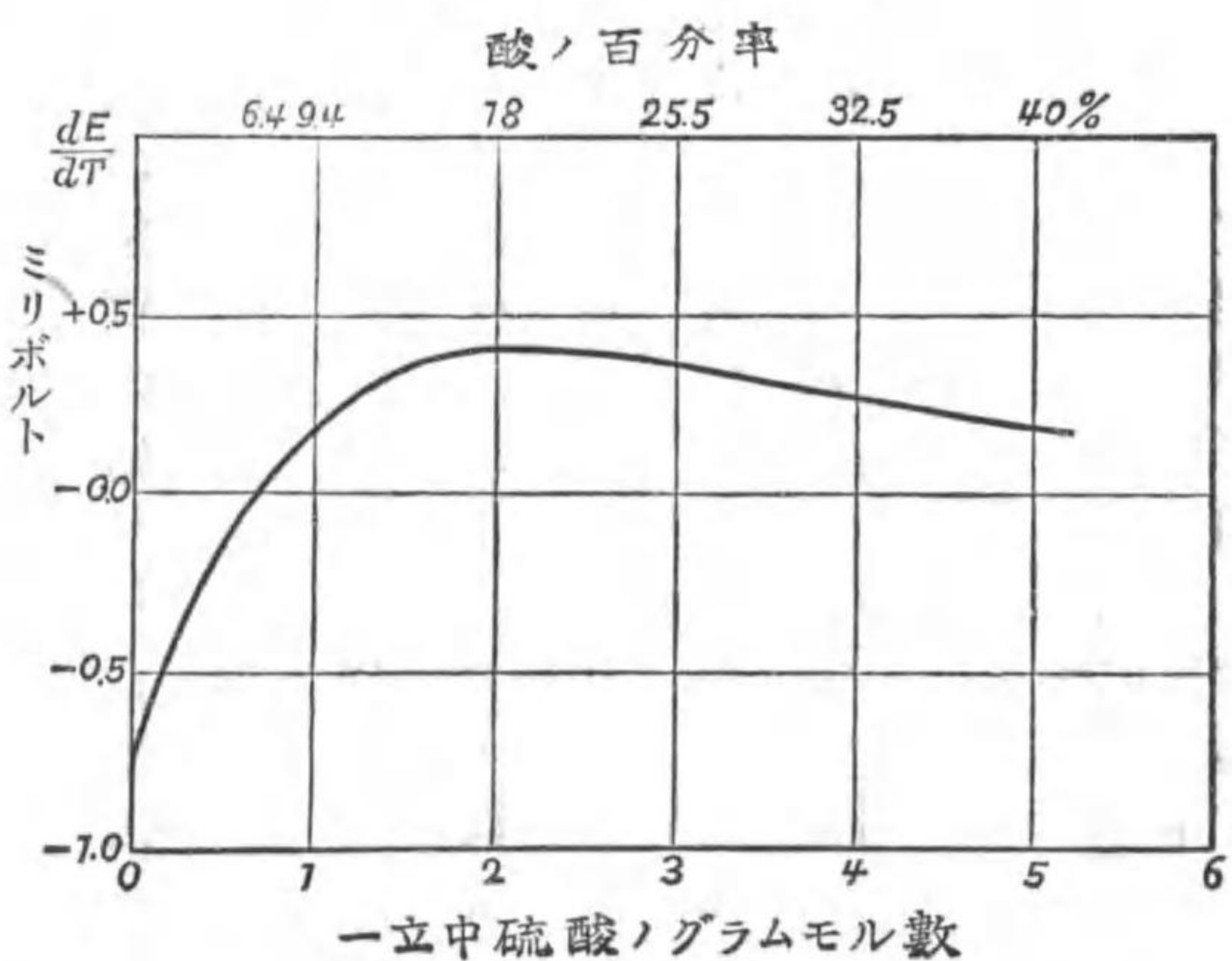
となる。

ストラインツ氏 (Steinitz) は此の温度係數に就きて其の縊奥を究めたり第三圖は其の研究の結果を曲線にて示せるものにして硫酸比重の變化に伴ふ温度係數の變化を表はせるものなり即ち比重一・〇四四約六・五パーセントの場合には其の係數の値零にして之より濃厚となるに従ひ係數は急に増加し比重一・一六(約十八パーセント)に於て其の係數は最大〇・〇〇三四一ボルトに達し之より濃度の増加に伴ひ僅に降下するを示せり又比重一・〇四四以下に於ては急に其の價が減少す故に電池の起電力は電液比重一・〇四四以下なるときは温度の上昇に従ひて減少し以上なるときは却つて増加することを示すものなり。

以上陳ぶる處は蓄電池固有の起電力を熱力學上より考察したるものなり然れども實際蓄電池を使用するに當りては又種々の原因により起電力を變

ストラインツ氏の温度係數

第三圖



蓄電池及び其の取扱法

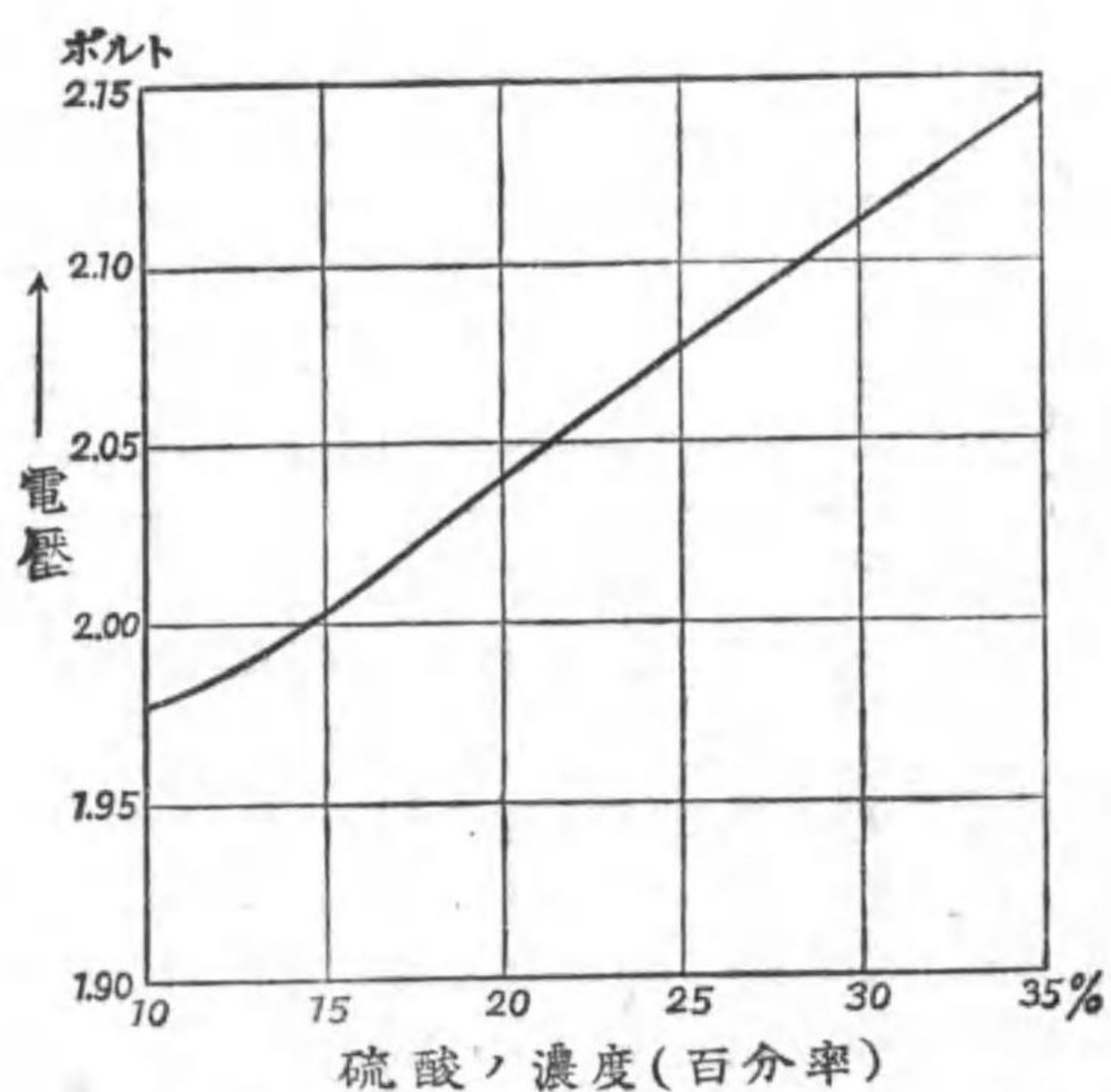
化するものなり即ち蓄電池の外圈開放せるときは電液の比重温度及び活質體の種類によりて左右せられ其の外圈閉鎖せられ電力使用しつゝある場合に於ては電流の通過率充電の状態及び内部抵抗によりて變化せらるゝものなりとす殊に其の影響の最大なるは電液の比重にしてストラインツ氏は實驗上次の公式を發見せり。

$$E = 1.85 + 0.917(S_1 - S_2)$$

S_1 は電液の比重にして S_2 は同温度に於ける水の比重なり而して氏は此の公式は電液の比重一〇五より一六五の間に於ては正確なりと云へり。

第四圖は外圈の開放せる場合に於ける海綿狀鉛と過酸化鉛との間に起る

第四圖



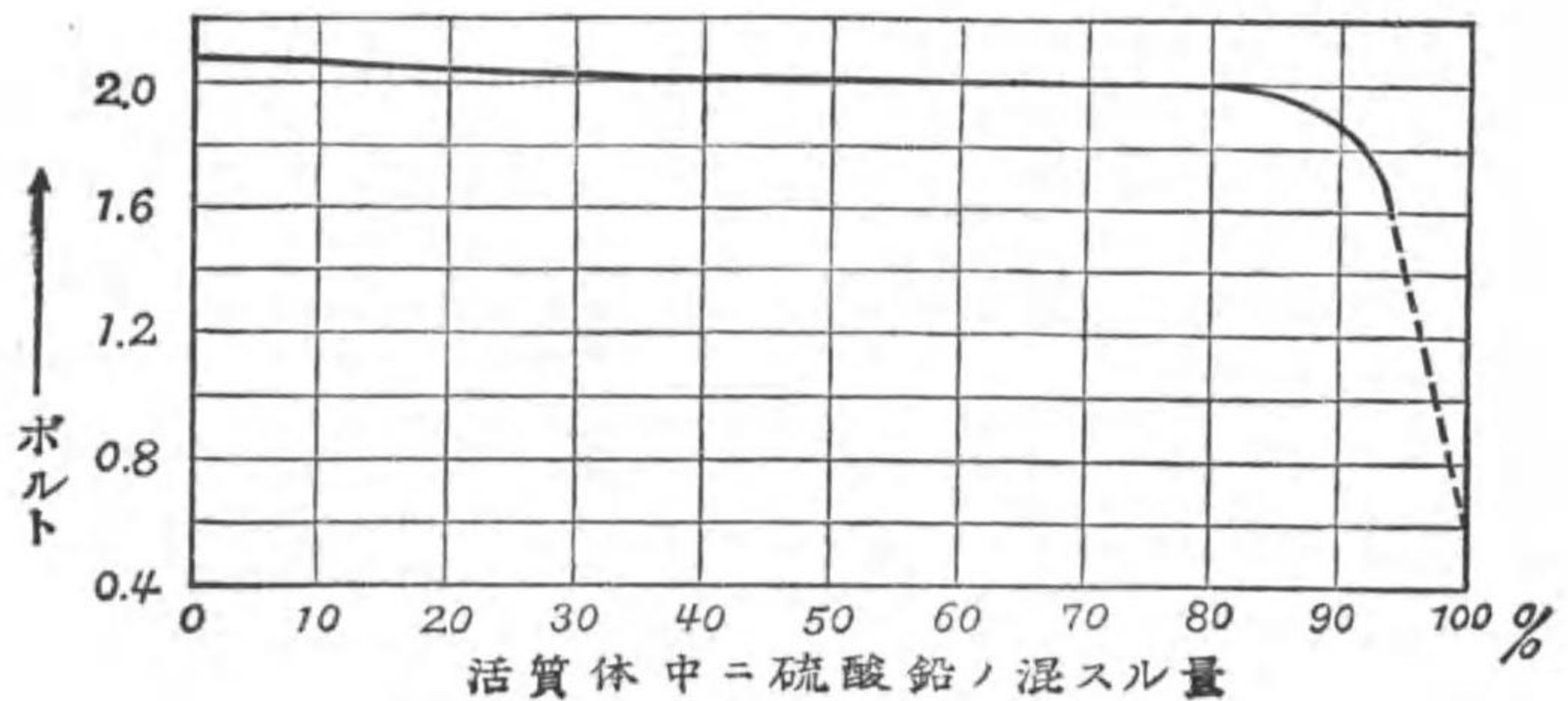
起電力が電液の濃度の變化に伴ひ變化する状態を示せるものにして電液の比重一〇五より一三〇迄の間に於ける起電力の昂上率は電液の濃度に比例するが故に其の曲線は一直線となるも其の前後に於ては比例せず是れ稀薄なる酸中に於ては化學作用の様多變化し又特に強酸中にては海綿狀鉛と酸の間に局部作用を起して弱酸中に於

けるが如く一定率を以て昂上せざるによる故に電池の起電力を表示するに酸の比重を指定すること最も緊要なる條件なりとす普通使用せらるゝ硫酸の比重は一・二八迄の比重の酸を使用することあり。

充放電の進行と起電力の関係

充放電の進行と起電力の関係

第五圖

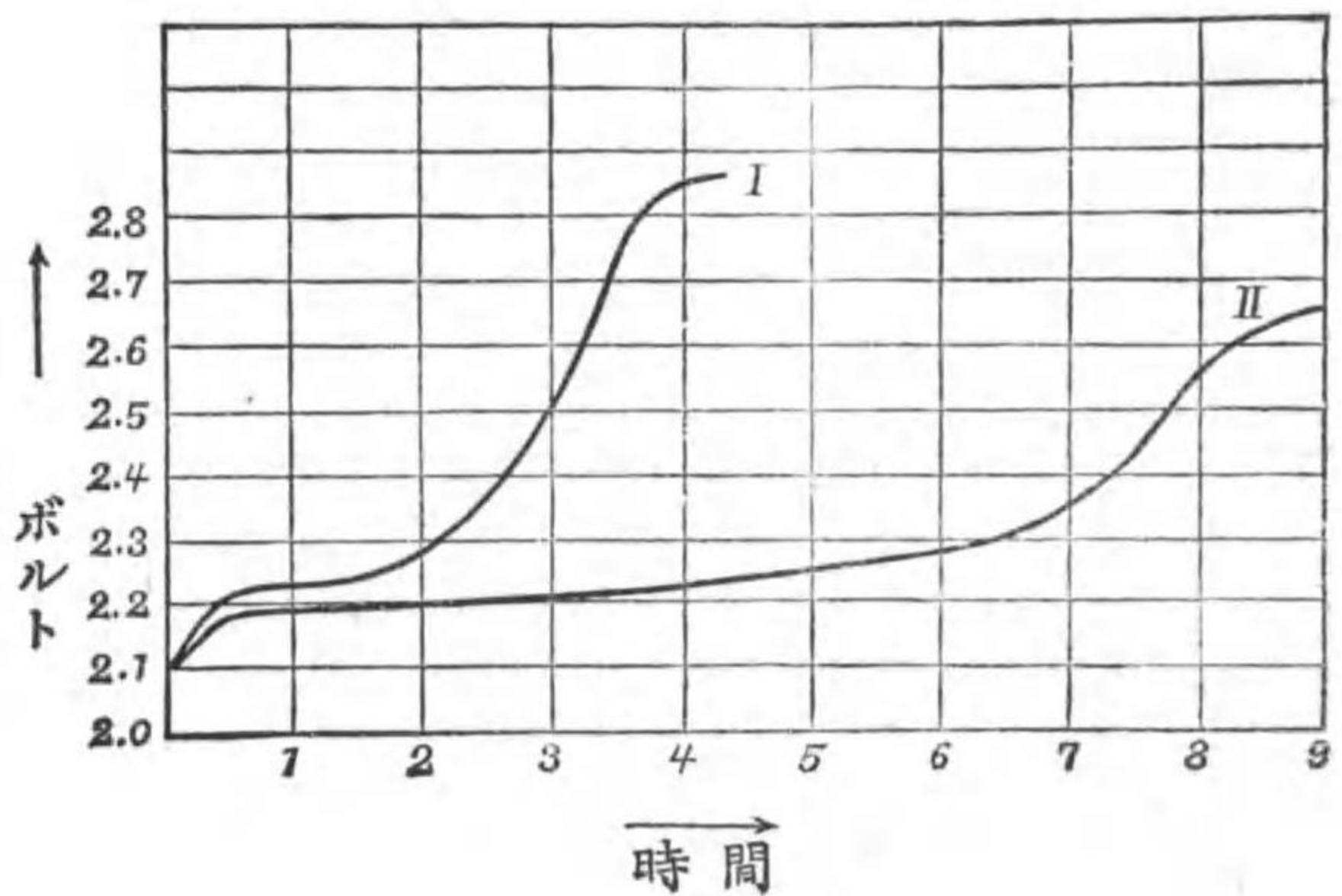


蓄電池及び其の取扱法

蓄電池の起電力は充放電中に於ける時期によりて異なり此は活質體と其のサルフェーションを受けたる部分との混淆程度によりて變化するものにしてダリユース氏 (Darrieus) が比重一・三二の硫酸中にて純粹なる海綿狀鉛を標準として測定したる過酸化鉛と硫酸鉛との混合物の起電力の變化は第五圖に示すが如し即ち過酸化鉛中に硫酸鉛の混ざること少なき間は起電力の降下は至極緩徐なりと雖も九十パーセント以上に達すれば其の降下の急速なる稍電池放電の際に於ける終期の曲線に類せり電池の起電力は又その充放電率の大小により異なり即ち強電流を以て短時間に行ふと弱電流を以て長時間に涉り充放電を行ふとにより其の起電力を異にす第六圖は

四〇

第六圖



之より最早増加することなし此の充電の初期に於て急騰するは分極作用に

第四章 蓄電池の起電力及び其の變化

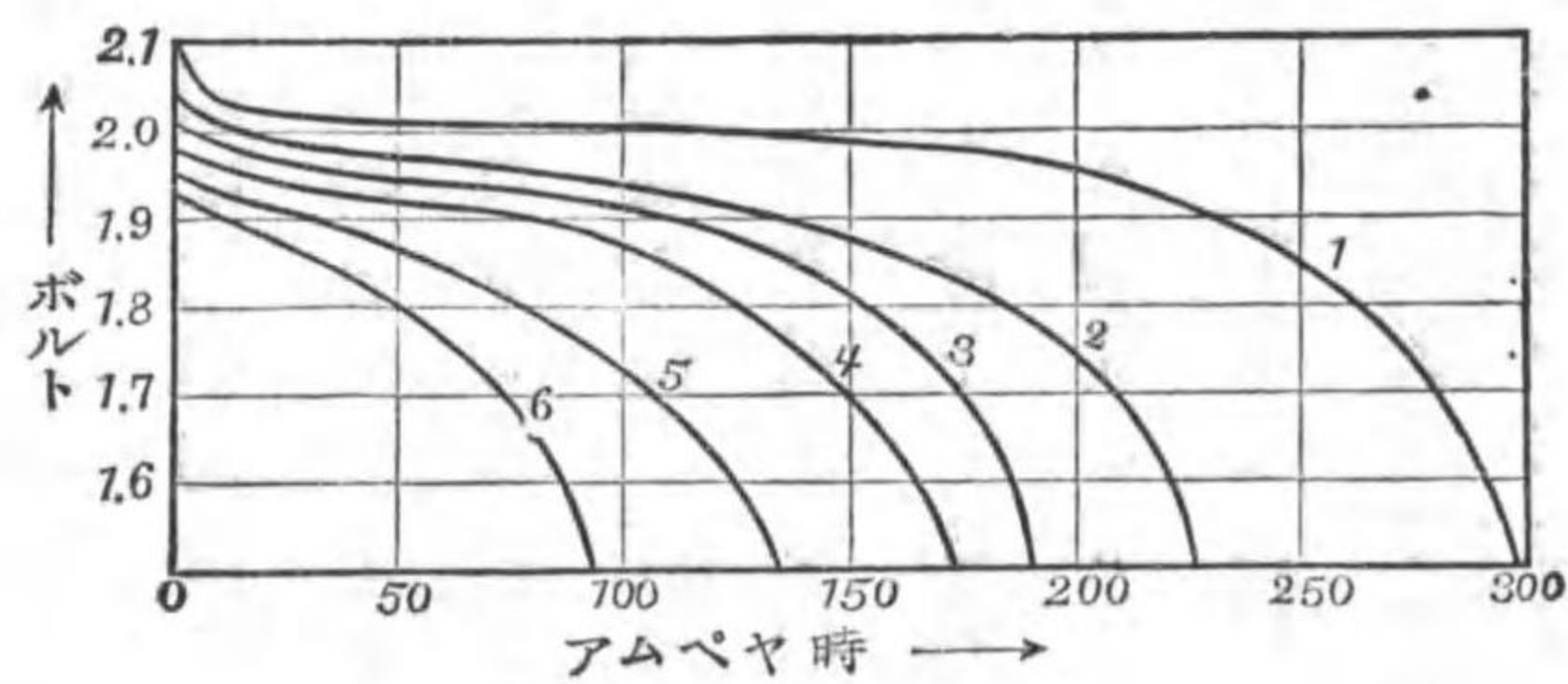
四一

プランテ式基板を以て組立てたる一の蓄電池の充電に於て二種の異なる電流を以てし得たる曲線にしてIは三時間率にて放電したる後同率を以て充電したるときこの曲線を示しIIは八時間率を以て放電したる後同率を以て充電したるときこの曲線なり其の電液比重は何れの場合に於ても一・二一なりとす故に外圍開放せるときは何れの曲線に於ても二・一ボルトを示せるが一旦充電開始となるや其の起電力は急に上昇して二・一八乃至二・二ボルトとなり之より徐々に昇りて二・二八乃至二・三ボルトに達するに及び其の性質により二・五乃至二・七ボルトに達し

よるものにして之に續く所の漸騰は基板氣孔内に含有せらるゝ電液比重の増加に基因す是れ氣孔内に於ける電液比重の増加は基板外の電液の比重よりも遙に急速に進めばなり充電終期の急騰は活質體たる硫酸鉛が殆ど全部還元せられて電解生成物が酸素及び水素となり初めたる時に起るものにして鉛は水素瓦斯を吸収し能はざるが故に海綿狀鉛の表面を瓦斯氣泡にて被覆し此の瓦斯被層が水素電極となりて充電々流に相反せる方向の起電力を醸生するが爲なり而して此の瓦斯發生の初期は充電が如何に長引くとも大抵二三ボルト附近にて起るものにして曲線の全體に於ける形狀は充電々流の強弱即ち充電に費したる時間の長短に拘らずして相互に類似し強電流を以てせば弱電流を以てしたるときよりも瓦斯發生の時期が早く來るのみ。

放電に於ては其の結果全く反對に現はるゝものにして第七圖は種々の電流の強さを以て放電したるときとの時間と電壓とを示せるものなり此の曲線を考査するに緩放電をなすときは最初に急激なる電壓降下ありて其より後は電壓は容量の盡くる迄至極緩徐に降下し最後に又急降下をなす然るに急

第七圖



放電に於ては放電の最初の瞬間に起るべき電壓降下は極めて大なり故に緩放電の場合に於けるが如く最初の電壓降下を認むる能はずして最初より低電壓を以て發足したるが如く見ゆるなり。

此の充放電の曲線間に包回せらるゝ面積は充放電に於て起るエネルギーの損失を表示す第一圖に於るB A C Bの面積是なり而して此の兩曲線間の距離は電流の強さが大なれば大なる程相遠ざかるが故に包圍面積は大となり従つて電池の能率悪しくなるなり分極作用及びオームミックスレジスタンスも此の兩曲線間の距離に影響を及ぼすものなりと雖も其の主なる原因は氣孔中に於ける酸の濃度の差を來すに基づくものなれば弱電流を以て作業せば兩曲線は相互に接近し包圍面積を減少すべし是弱電流の場合には基板氣孔内にて生成又は消費せらるゝ硫酸も擴散力によりて容易に氣孔

外に搬出又は氣孔内に搬入せられて相平均し基板内外に於ける酸の比重に大差を來さざるが爲なり。

蓄電池の電壓は充電終期の最高壓又は放電終期の最低壓に達したるとき其の外圍を開放せば短時間にして其の普通の電壓に復歸す此の復歸に要する時間は電極構造の如何により多少の差異あれども一電池に於ては充放電何れの場合に於ても同一時間にて復歸するものなり其の他充電の際に幾分副生したる高級酸化物例令ば過硫酸鉛又は類似化合物の分解も亦幾分宛徐々に電壓を降下復歸せしむるものなり此の現象は充電終了後陽極より絶へず酸素を放散するにより之を證し得べし而して此の高級酸化物の分解により電壓を降下する割合は電液比重の大なる場合に於ては小なる場合に於けるよりも緩なるものなり。

電極の單獨電位(Individual potential of the electrode)以上陳べたる電壓なるものは兩極間に於ける相對電位の差にして各電極の電位は那邊にあるかを明にせず故に此の電壓が相當の電位にありても一方の電極が完全なる充電を受

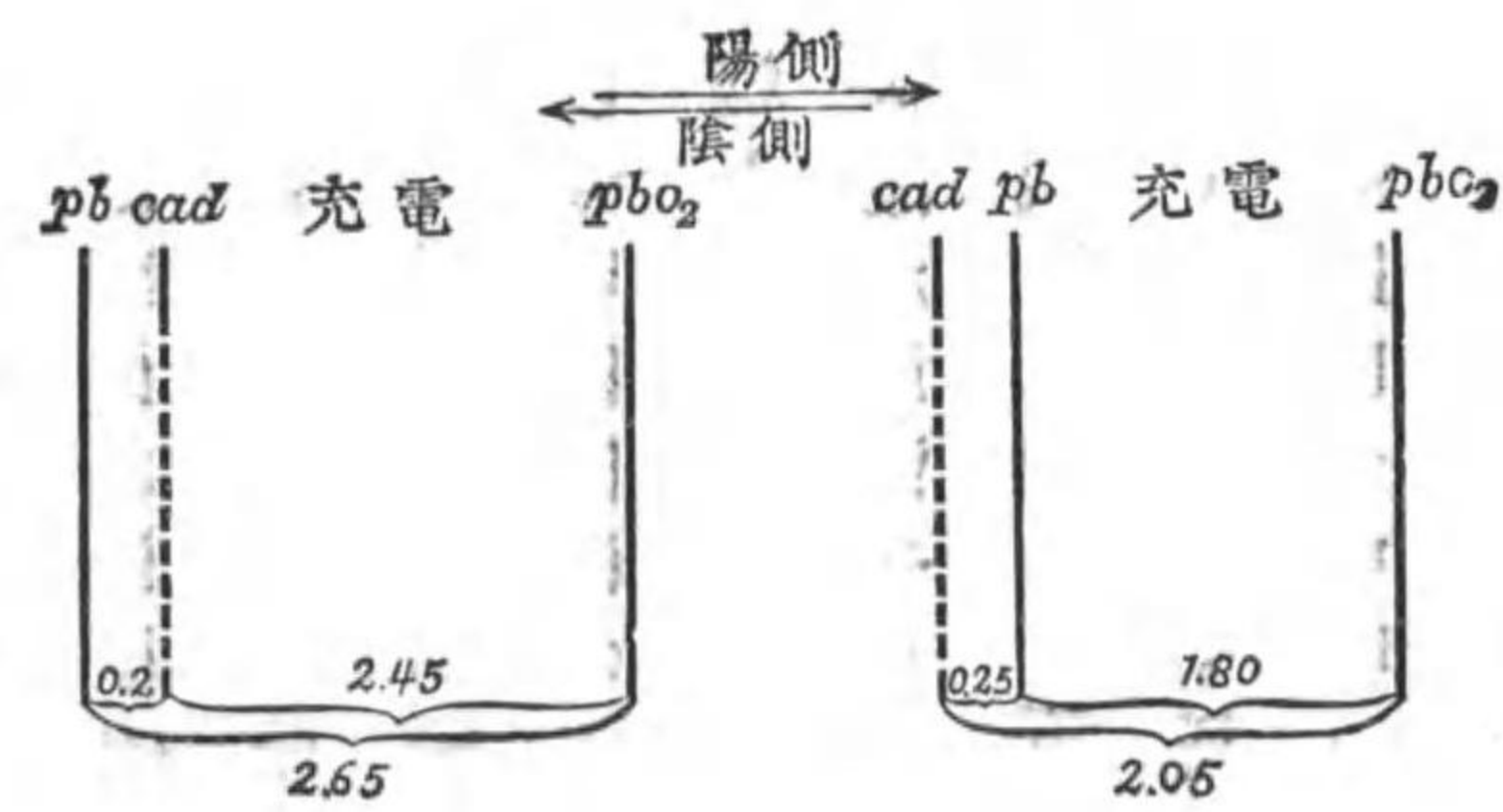
電極の單獨電位

補助電極

け他方の電極が不完全なる充電を受けたる場合には此の電壓に相應する容量を發揮し得ざるなり然れば電池をして完全に其の容量を發生せしめんと欲せば兩極共に完全なる充電を受け居らざるべからず茲に於て初めて兩極各自の電位状態を知るの必要を生ず此の爲めには標準となるべき一定不變の電極を作り之を基礎として電池の各極の電位を測定し以て其の充電程度を推知するの要あり此の標準となる電極を稱して補助電極(Auxiliary electrode)と云ふ普通此の補助電極として使用せらるゝものは純粹なる金屬カドミウムにして陰陽何れの極にも接觸せざる様電池の電液中に挿入し之と陰極又は陽極との間の電壓を精密なる電壓計によりて測定し單獨電位を知る。

蓄電池が放電せられ其の電壓が一・八ボルトとなりたる時は陽極對カドミウムの電壓は約二・〇五ボルトを示すべく又陰極對カドミウムの電壓は〇・二五ボルトを示すを普通とす蓋し此の場合に於てはカドミウムは電池の何れの電極に對しても陰性を表示すべく蓄電池の電壓は従つて前二數の差一・八ボルトとなるなり更に又電池が充分に充電せられたる時は陽極對カドミウ

第八圖



ムは二・四五ボルト陰極對カドミウムは負〇・二〇ボルト前後となるべきなり但此の時カドミウムは過酸化鉛極に對しては陰性なるも海綿狀鉛極に對しては陽性となれり語を代へて云へば海綿狀鉛極はカドミウム極に對して其の極性を變じたるものにして電池の電壓は此の兩數の和即ち二・六五ボルトとなるなり。

第八圖は其の終局に於ける關係を示せるものにして海綿狀鉛の充電の際に於ける行爲は最初はカドミウムに對し陽位にあるも其の位置漸次に下りて遂に零位に達し之より轉性してカドミウムに對し負數的に増加するものとす故に充電を行ひたる時陰極對カドミウムの電壓差は少くとも負〇・五乃至負〇・一〇ボルトに達するにあらざれば充電完全なりと云ふこと能はざるべく又放電に於て〇・二五ボルトに達

すれば其の放電完了せりと判断すべきものにして海綿狀鉛極の充放電中に變ずる電位の範圍は普通〇・三五ボルトなりと云ふ事を得べし。

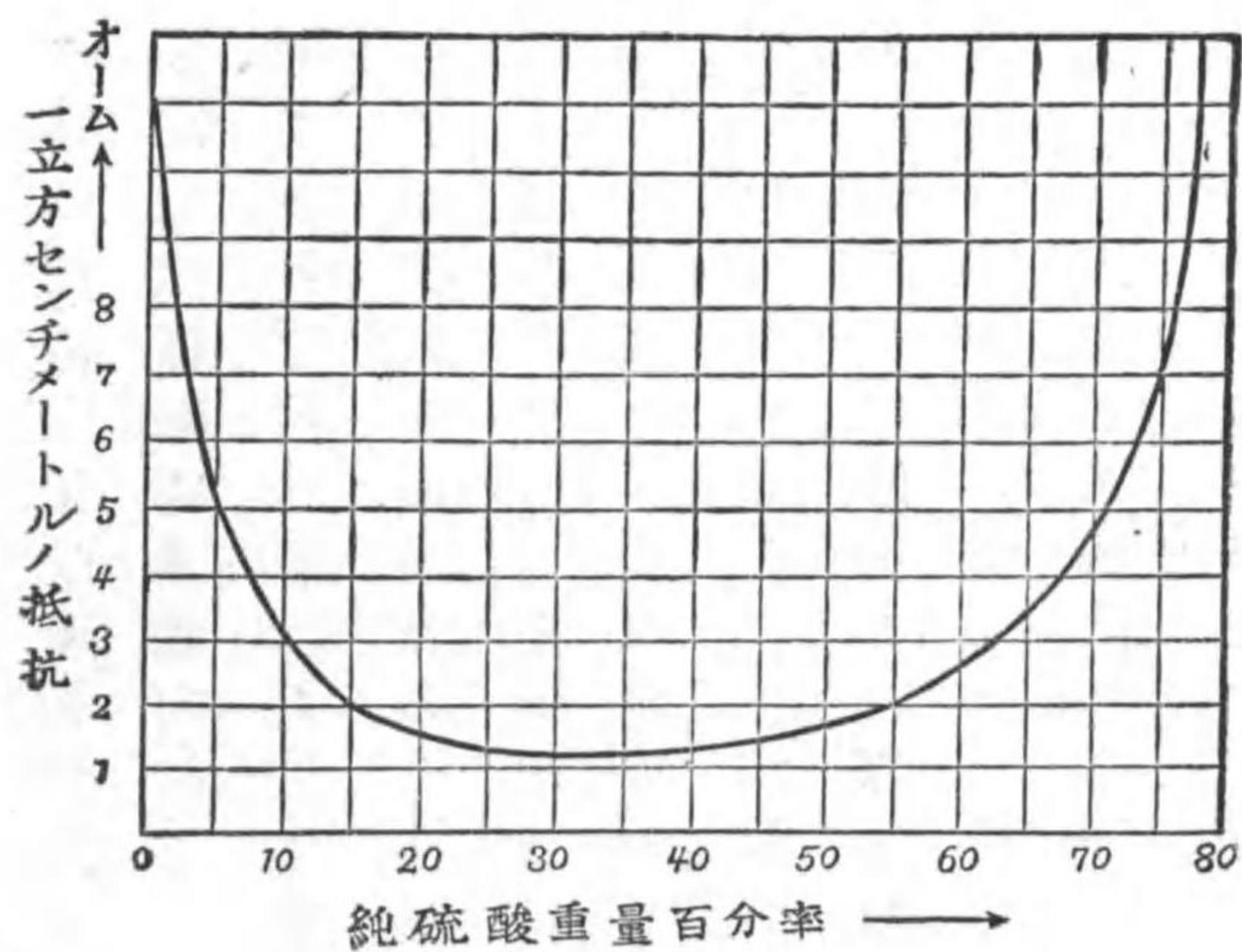
カドミウムを補助電極として使用するに當り注意すべきは電液中に浸漬の後數分時間を経過したるとき始めて測定をなすことなり若し浸漬と同時に測定せば未だ充分なる硫酸カドミウムが生成せざるにより測定を誤ることあればなり故に多數の電極の對カドミウム電壓を短時間内に測定せんとする場合には甲の電池にて測定したる後乙の電池内に移入せしむるとき決して其の表面を乾燥せしめざる様心掛くべし然るときは甲電池の測定をなしたる後乙電池に移して直ちに測定をなし得べし又カドミウムの表面は決して磨くべからず又電池の電極と接觸せざる様エポナイトにて作りたる小籠中にカドミウムを入れて使用するを便利とす。

第五章 電液 (Electrolyte)

鉛蓄電池の電液には普通稀硫酸を使用す其の濃度は既に陳べたる如く電

壓並に電気抵抗に大なる影響を與ふるものなれば最大の電壓と最少の電気抵抗を與ふる濃度を選択せざるべからず稀硫酸の電気抵抗は第九圖に示すが如く比重一・二二四乃至一・二四重量百分率にて約二十六乃至三十二パーセントに於て最も少なく濃度之より増すも又減ずるも電気抵抗を増すものなり故に電気抵抗の點より云へば此範圍内の比重を有する硫酸こそ電液として最も適當なるべきなり然れども又一方電壓を高

第九圖



ひる點より云へば之より濃厚なる硫酸を希望するも比重一・三以上の硫酸は充電に當り格子を損傷腐蝕すること大なるが爲め此等諸條件を參酌して今日普通に使用せらるゝ濃度は据置用蓄電池にありては一・二九乃至一・二二五の比重の硫酸にして潜水艦又は自動車の如き移動用蓄電池にありては比重一・二五乃至一・三〇の硫酸を使用することゝなせり。

工業用の硫酸は往々不純物を含有するにより電液としては使用に適せず化學用純粹と稱するものと雖も尙不純物の痕跡を含有することあるにより電液用としての硫酸は一々檢定済のものにあらざれば使用することを得ざるなり此の不純物中最も忌まるゝものは鹽酸、硝酸、醋酸、有機物、鐵、銅、砒素、水銀及び白金なりとす故に今左に此等不純物檢出法にして完全なる分析室を有せざる場所にては單簡に施し得る方法の概要を述べし。

濃硫酸を檢定するには其の一部を取りて電液の濃度に稀釋して試料となすを要す。

一、白金の痕跡を檢出する化學分析法は相當複雑にして素人には實行

硫酸檢定法

到底困難なり故に若し白金の不純物を含有する疑あるときは其の疑ある硫酸にて調製せられたる電液を既設の蓄電池の電液と入替へて其の電池の模様を観察するなり若し瓦斯を発生せざりし既設電池にして新電液を以て入替へたる後瓦斯を発生せば其の新電液には白金の痕跡が不純物として存在せるものと見做して差支へなし是白金は千萬分臺の痕跡にても能く此の現象を呈すればなり。

二、鐵 試料の一小部分を取りアムモニヤにて中和し過酸化水素を加へ煮沸し次に之にロマン加里(硫青酸加里液を二三滴添加すべし若し其の液が赤色に變ずれば鐵分存在の證なり。

三、鹽酸 試料の一部分を試験管に取り之に二パーセントの硝酸銀液數滴を加へ振盪すべし液が乳白狀を呈せば鹽酸の存在を證するものなり。

四、硝酸 試料二十五立方糎を試験管中に取り之に新しく準備したる硫酸第一鐵の濃厚なる液十立方糎を加へ更に其の試験管を斜に保ち管壁に沿ふて靜に純強硫酸十立方糎計りを管内液と上下に層をなす様に注加すべし

若し此の兩層の接觸點に褐色の環を形成せば其は硝酸鹽不純物を含有せるの證なり。

五、銅 試料を試験管中に取り黄色血滴鹽の溶液數滴を加ふべし若し赤褐色の着色を見れば銅が存在せるなり此の法にては〇〇〇〇一パーセント迄の銅を検出することを得べし。

六、水銀 試料の液中に石灰乳を加へて黒き沈澱を生ずるか或は試料液中に沃度加里液を加へてオリブ様綠色の沈澱物を得ば水銀の存在せるものと認むることを得べし。

七、砒素 此の檢定法は種々あるも何れも簡單ならず其の内比較的容易なるはライニッシュ氏(Kleinisch)の法なり此の法は可驗體の少量を取り四五倍に稀釋し之に約十分の一量の濃鹽酸を加ふ次に銅線の磨きたるものを輪にして可驗體中に浸漬し凡そ十五分間煮沸すべし若し砒素あらば銅は褐色又は黒色となるべし。

八、醋酸 試料にアムモニヤを加へて中和し之に鹽化第二鐵の溶液を加ふべし

し若し試料赤變し之に鹽酸を加へて褪色せば醋酸存在せるなり。
 九、有機物 精密なる検査は固より化學者の手を借らざるべからざるも大體の見當は試料を煮沸して白烟を發する迄煮詰むべし若し有機物を混有せば液の色は漸次黒味を帯び來るべし。

以上陳ぶる所の檢定法は固より素人向きの簡便法にして其の配列順は必要度の順序となせり故に最初の白金、鐵、鹽酸及び硝酸の四檢定に合格せば此の酸は使用に堪ゆるものと認定するも大過なかるべし水銀は相當多量に存在するにあらざれば敢て害なしと雖も後章に陳ぶる處あるが如く他の金屬と共存するときは局部作用を起すを以て宜しからず。

此等不純物の濃硫酸中に存在するを許容し得べき分量としてハイニンツ氏 (Heinle) は次の數を示せり。

鐵 〇・一〇
 鹽素 〇・〇〇二
 窒素 〇・〇一

其の他の金屬は普通の定性分析に於て痕跡をも存すべからず。

檢定上使用に堪るものと認定せられたる硫酸は使用前豫め之を所要の濃度迄稀釋せざるべからず稀釋用の水も亦純粹なる蒸溜水を使用すべき事論を俟たず濃硫酸を稀釋するときは甚しき熱を發生し其の方法を誤れば器物を破壊して危険なるものなり故に之を實施するには所要の蒸溜水を磁製の器に盛り之を攪拌しつゝ徐々に硫酸を注入すべし決して其の反對に硫酸中に水を注入すべからず混合畢れば能く之を放冷し其の比重を測定して過不及あらば之を訂正したる後使用すべし所要電液量が多量なるときは其の放冷に數日を要することあるを以て蓄電池の組立の節は豫め之を考慮し着手せざるべからず。

今便宜の爲め稀釋に要する酸と水の割合を表示せば次頁第一表の如し。
 電池を据付くるに當り所要の電液量は電池の容量と其の放電の前後に於て保持せしむべき電液の比重とによりて變ずるものなり今鉛電池の反應式



第一表
電液調製法(比重1.2-1.3間)

比 量 26.5°C 80.0°F	酸ノ一分ニ對スル水量			
	1.835ノ酸		1.400ノ酸	
	容積ニテ	重量ニテ	容積ニテ	重量ニテ
1.200...	4.33...	2.36...	1.14...	0.83...
1.205...	4.16...	2.29...	1.09...	0.79...
1.210...	4.03...	2.22...	1.04...	0.75...
1.215...	3.90...	2.15...	0.99...	0.71...
1.220...	3.79...	2.09...	0.94...	0.68...
1.225...	3.68...	2.03...	0.89...	0.65...
1.230...	3.58...	1.97...	0.85...	0.61...
1.235...	3.48...	1.92...	0.81...	0.58...
1.240...	3.39...	1.86...	0.77...	0.55...
1.245...	3.30...	1.80...	0.73...	0.52...
1.250...	3.21...	1.75...	0.69...	0.50...
1.255...	3.12...	1.70...	0.66...	0.47...
1.260...	3.04...	1.65...	0.63...	0.44...
1.265...	2.96...	1.61...	0.59...	0.42...
1.270...	2.88...	1.57...	0.56...	0.40...
1.275...	2.80...	1.53...	0.52...	0.38...
1.280...	2.73...	1.50...	0.49...	0.35...
1.285...	2.66...	1.47...	0.46...	0.33...
1.290...	2.59...	1.42...	0.43...	0.31...
1.295...	2.53...	1.38...	0.40...	0.29...
1.300...	2.47...	1.34...	0.37...	0.27...

によれば電氣量ニクロムの放電により二分子の硫酸を消費するなり故に一アムペヤ時に對しては

$$\frac{98 \times 3600}{96510} = 3.652 \text{ グラム}$$

の硫酸を失ふべし而して硫酸の分子量は九十八にして水の分子量は十八なれば硫酸の組成を H_2SO_4 とするときには硫酸一分中に於ける H_2O は $\frac{18}{98} = 0.1837$ 分にして H_2SO_4 は $\frac{80}{98} = 0.8163$ 分なり故に一アムペヤ時の放電によりて電液中より無水硫酸 (SO_3) の消失する量は $3.652 \times$

$0.8163 = 2.981$ グラムにして後に残さるゝ水の量は $3.652 - 2.981 = 0.671$ グラムなり因て此等の條件を基礎として次の公式を求むることを得べし。

今 S を以て放電すべきアムペヤ時即ち容量を示し X を以て所要電液のグラム量又 D 及び d を以て其の放電前後に於ける電液中に存在すべき硫酸の百分率を示すものとすれば放電の前後に於ける電液量及び其の内に含有せらるゝ無水硫酸及び水の各グラム量は次の數にて示すことを得べし。

	放電前	放電後
電液量	X	$X - 2.981S$
電液中硫酸量	DX	$(X - 2.981S)d$
電液中水量	X - DX	$X - DX + 0.671S$

而して放電後の水量に就きては(1)と(2)の差なるべきにより次の方程式成立すべし。

$$X - 2.891S - (X - 2.891S)d = X - DX + 0.671S$$

之より X の値を求むれば

硫酸比重表 第二表
(Lunge & Is'er)

比 量	ポ - ム	重量 100瓦中=含有 スル純硫酸(H ₂ SO ₄)瓦数	容積 1立中=含有 スル純硫酸(H ₂ SO ₄)瓦数
1.000	0.0	0.09	1
1.010	1.4	1.57	16
1.020	2.7	3.03	31
1.030	4.1	4.49	46
1.040	5.4	5.96	62
1.050	6.7	7.37	77
1.060	8.0	8.77	93
1.070	9.4	10.19	109
1.080	10.6	11.60	125
1.090	11.9	12.99	142
1.100	13.0	14.35	158
1.105	13.6	15.03	166
1.110	14.2	15.71	175
1.115	14.9	16.36	183
1.120	15.4	17.01	191
1.125	16.0	17.66	199
1.130	16.5	18.31	207
1.135	17.1	18.96	215
1.140	17.7	19.61	223
1.145	18.3	20.26	231
1.150	18.8	20.91	239
1.155	19.3	21.55	248
1.160	19.8	22.19	257
1.165	20.3	22.83	266
1.170	20.9	23.47	275
1.175	21.4	24.12	283
1.180	22.0	24.76	292
1.185	22.5	25.40	301
1.190	23.0	26.04	310
1.195	23.5	26.68	319
1.200	24.0	27.32	328
1.205	24.5	27.95	337
1.210	25.0	28.58	346
1.215	25.5	29.21	355
1.220	26.0	29.84	364
1.225	26.4	30.48	373
1.230	26.9	31.11	382
1.235	27.4	31.70	391
1.240	27.9	32.28	400
1.245	28.4	32.86	409
1.250	28.8	33.43	418
1.255	29.3	34.00	426
1.260	29.7	34.57	435
1.265	30.2	35.14	444
1.270	30.6	35.71	454
1.275	31.1	36.29	462

即ちS D及びdなる数字は既知数なるが故に電液の總量は之に依りて容易に求むることを得べし今假にSを百アムペア時とすれば前の公式は

$$X = \frac{S(3.562 - 2.891d)}{D-d}$$

$$X = \frac{356.2 - 289.1d}{D-d}$$

となるべし但しD並にdは百分率を以て示す所の数なれば此の分母子を共に百倍してD及びdを正数にて示せる数となすこと必要なり然るときは

$$X = \frac{35620 - 2891d}{D-d}$$

となる例令ば百アムペアの容量を有すべき或る電池の放電前の電液の濃度を三十パーセント放電後の濃度を二十パーセントとするときは之に要する電液量は容易に二九六五瓦なることを算出し得べし。

普通蓄電池の取扱には電液の濃度を示すに百分率によらずして比重を用せり故に次に容易に其の比重と百分率の關係を知ることが得べき表を掲げん。

但左表に於ては攝氏十五度に於ける数字を示すものなれば温度之より

高きか若くは低き時は其の攝氏十五度に於ける比重に攝氏一度毎の差に對して0.0065 (0.065°Bé)を減じ又は加ふべきものとす。

比	重	ポ	×	重量 100瓦中=含有 スル純硫酸 (H ₂ SO ₄)瓦數	容積 1立中=含有 スル純硫酸 (H ₂ SO ₄)瓦數
1.280	...	31.5	.....	36.87	.....472
1.285	32.0	.....	37.45	.....481
1.290	32.4	.....	38.03	.....490
1.295	32.8	.....	38.61	.....500
1.300	33.3	.....	39.19	.....510
1.310	34.2	.....	40.35	.....529
1.320	35.0	.....	41.50	.....548
1.330	35.8	.....	42.66	.....567
1.340	36.6	.....	43.74	.....586
1.350	37.4	.....	44.82	.....605
1.360	38.2	.....	45.88	.....624
1.370	39.0	.....	46.94	.....643
1.380	39.8	.....	48.00	.....662
1.390	40.5	.....	49.06	.....682
1.400	41.2	.....	50.11	.....702

第六章 蓄電池の容量

(The electric capacity of the accumulator.)

蓄電池の容量とは其の電池が放電し始めてより其の電圧が漸次降下して或る一定電圧に達する迄に與へたる總電流量にして普通アムペヤ時を以て表示す一定電圧とは經驗上各製造家が適宜規定せるものにして放電を流の強弱によりて異なるものなり普通八時間放電率に於ては其の最終電圧を一八ボルトとし一時間放電率に於ては一六八ボルトとせり其の中間の放電率に於ては次の公式によりて其の最終電圧を定むることを得べし。

$$E = 1.66 + 0.0175t$$

tは放電に要する時間數を示す故に五時間放電率に於ては其の最終電圧は

$$E = 1.66 + 0.0175 \times 5 = 1.75 \text{ 等とす}$$

となるべし。

總て蓄電池は如何なる放電率を以て放電するも此の公式によりて定めら

放電に於
ける最終
電圧

れたる最終電圧以下に放電すべからず之れ以上に放電するも得る處の電流は僅少なるアムペヤ時にして而も其の電圧低きが故にエネルギーとしては一層微少にして全放出量に對し殆ど無視し得べき程度の量なり然るに一方基板自身の上より考ふれば活質體の膨脹甚だしく爲めに基板は歪曲又は龜裂を生じ蓄電池の保健上甚だ忌むべき現象を來すべし。

凡そ蓄電池は一般に其の使用の新しき時は陰陽兩極板共に其の容量を多少増加す是れ其の氣孔度が使用中に改善せらるゝ結果にして糊狀式基板に於ては其の現象特に著し而して使用回数三四十回に達すれば其の容量は最大に達し之より後は漸次其の容量を減ずるを常とす又同一電池にても其の使用回数如何に拘はらず放電率の大小によりて其の容量を變化す即ち總ての他の條件は同一として電池の容量は放電率の強弱に反對に變化するものなり例令ば今或電池に於て一時間放電率に於ける容量を一〇〇とせば他の放電率に於ては次の如き容量を示すものなり

放電率

容量

一	一〇〇	アムペヤ時
三	一三五	
五	一五〇	
一〇	一七二	
一五	一九三	
二〇	一九七	

是電池が放電をなすに當りては基板中の活質體と電液中の硫酸とが相接觸して化學變化を起すべきに急放電の場合にありては活質體の硫酸を消費吸收すること急速なるが爲め擴散力による硫酸の移動補給充分ならざると又一方に於ては化學變化が單に基板の表面のみに起り内部の活質體をして活動の餘地なく生理れの状態にあらしむる結果急放電の場合には速に最終電壓に達するが爲なり之に反し緩放電にありては硫酸の補給充分にして能く基板の内部にある活質體に迄達し之を活躍せしむるが故に最終電壓の到來容易ならず従つて放電量を増加するに因る。

急放電をなしたる場合には初回の放電量は少なけれども最終電圧に達したるとき暫時放電を休止し後再び之を放電せしむれば初回到硫酸と結合せざりし活質體も亦活動するが故に相當多量なる残存電流 (Residual or Recurrent *live current*) を得べし故に残存電流は急放電をなしたる場合に多く緩放電の場合に少なし尙此の他に電池の容量に直接影響を及ぼす事項種々あり左に其の主なるものを説述すべし。

第一、活質體の量 陽極の過酸化鉛並に陰極の海綿狀鉛は放電の際何れも皆硫酸鉛に變化すべきものにして其の反應の結果として電氣エネルギーを發生するものなれば各電極に於て此等活質體の含有量多ければ多き程發生すべき電氣エネルギーも亦多量なるべきなり今フワラデー (Furukawa) 氏の電解法則により鉛電池に於て一定の電氣エネルギーを發生するに要する活質體の量を計算せば次の如し。

鉛の原子量は二〇・六九にして其の原子價は二なり故に其の電氣化學當量は一〇・三四五瓦にして此の量が電氣的に化學變化を受くれば九六五四〇ク

ロムの電氣を發生す然れば一アムペヤ時即三六〇〇クロムに相當する鉛の量は三八九瓦なるべし次に過酸化鉛の電氣化學當量も同理により一・九四五瓦にして一アムペヤ時に相當する量は四・四五瓦なることを容易に算出し得べし故に一蓄電池より一アムペヤ時の電氣エネルギーを發生せしむるには陰極に於て三八九瓦の鉛と陽極に於て四四五瓦の過酸化鉛を消費するものなれば此等活質體の量多き程發生する電氣エネルギーの量も亦多きこと敢て多言を要せざるべし然れども既に陳べたる如く基板に存在せる總ての活質體が硫酸と相接觸して活躍すること能はざる事と最終電壓に達したるときと雖も尙未だ硫酸鹽化せざる活質體の存在を必要とする事との爲に電池の容量は活質體の計算量に比例すること能はずして普通其の二分の一乃至五分の一の間にあるなり。

第二、活質體の配列 蓄電池が電氣エネルギーを發生するには電液中の硫酸と基板の活質體とが相互に親密なる接觸をなす事必要なれば電液に對して活質體の配列如何は其の容量に大なる影響を有し接觸面大なれば大なる

程容量も大となる特に注意すべきは活質體と硫酸との作用は各部分に於て均等に起らしめ基板の何れの部分にも無理なる牽張を與へず歪曲を生ぜざらしむる事なり故に蓄電池の設計に當りては極力基板の表面積を大にし且數多の基板に分割して電槽内に組立つる事を必要とす殊に潜水艦自働車其の他急放電を必要とするものに於ては極力基板の厚さを減じ枚數を多くして其の目的を達するなり。

然れども薄き基板は歪曲損傷し易くして壽命短きものなれば緩放電にて其の目的を達し得る場合に於ては相當其の厚さを増すこと必要なり是緩放電の場合に在ては酸の擴散力のみにて所要の硫酸分子を活質體の氣孔中に送り此に接觸せしめ得ればなりプランテ式チュードル基板(Tudor type plate)は能く此の目的に適合するものにして活質體は大なる基板の表面に薄く化成法によりて作られたるものなれば酸の接觸自在にして急放電に耐へ而も活質體と電氣導體との接觸密なるが故に傳導度良く内部抵抗少きを以て放電中に於る電壓高し従て能率も糊狀式基板に比すれば良好なり殊に此の基板

の特長とする所は度々使用せる後も其の容量殆ど變化なく一定に保持せらるゝ事なり是後章第十五章に述ぶる如く充電は一種の氣永き化成なるが故にプランテ式の基板に於ては其の活質層下に存在する鉛は漸次化成せられ活質體が其の層の表面より次第に剝落する程度に下部より補充を受くる事となり活質層下の金屬鉛が盡く化成を受け終る迄其の容量を變化せざるに因ればなり。

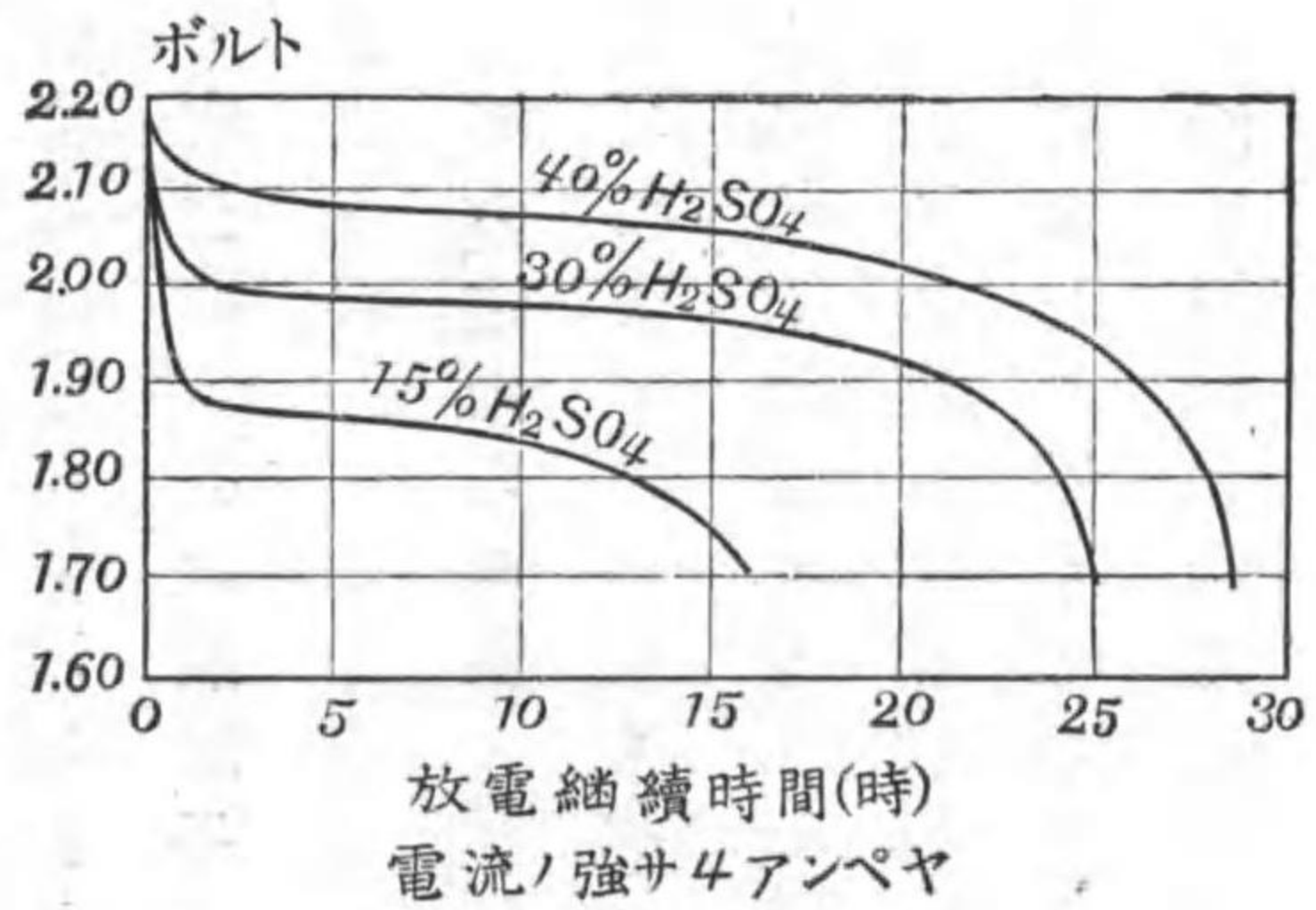
第三、活質體の状態 基板の製造に當り活質體の全部をして其の表面にありて電液中の硫酸と接觸せしむる事は不可能にして其の大部分は内部に包藏せらる此の包藏せられたるものをして硫酸に接觸し易からしむるには其の外層を作る活質體に酸の通過する途を與へざるべからず是活質體が多孔性なる事を要求せらるゝ所以にして糊狀式基板にありては普通炭素末又は硫酸バリウム等の不活質物を練糊の際に混入して其の目的に資す故に活質體が氣孔性大なる程其の基板の容量大にして特に急放電の場合に於て著しき效果を示すものなり然れども此の氣孔性にも一定の制限あり之を超過す

れば容量は増大すれども爲に基板の耐久力を減ずるを以て或程度に止むるを要す故に適度の氣孔性を以て製作せられたる基板は其の使用中に氣孔性を失はしめざる様努めざるべからず是電池が常に充電状態に保持せらるゝ事を必要とする所以にして若し放電せられたる儘放置せらるゝ時は既に述べたる如く生成せる硫酸鉛の結晶が固結して充電の際還元作用を困難にし氣孔閉塞して酸の通路を妨げ内部抵抗を増加し容量及び能率を減少する結果を生ずればなり。

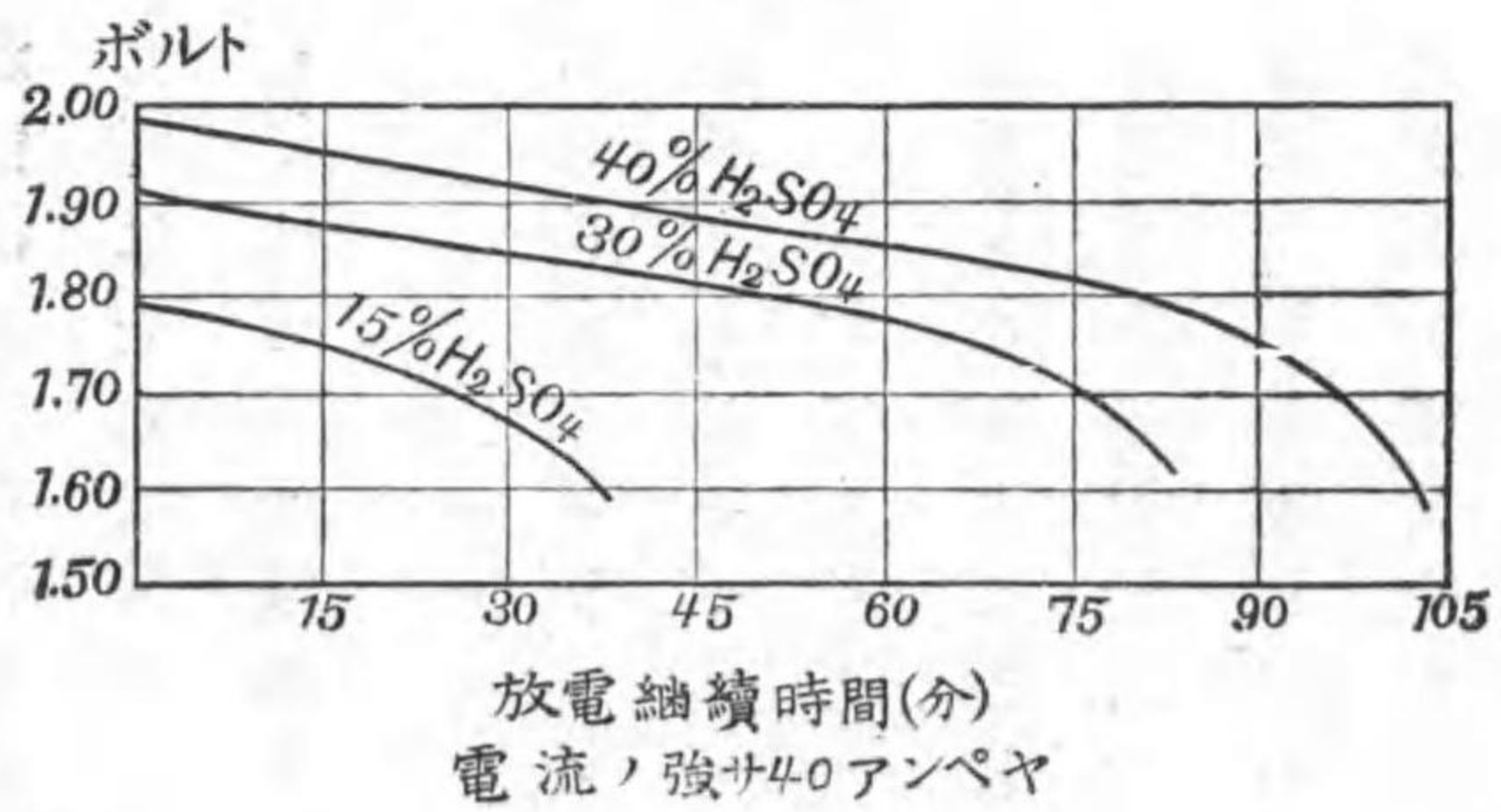
第四電液の量及び比重 活質體と等しく電液も亦電流發生の要素たる事は論を俟たず而して一アムペア時の電流を發生するに要する硫酸の量は三六四グラムなれども蓄電池に於ては此の理論上の必要量のみにては満足し得ざるなり如何となれば放電の終期に於ても電液が相當の比重を有するに非ざれば電池は其の電壓を保持する事能はざるものにして普通終期に於ける比重を一・一五に維持し得るに充分なる量を必要とするのみならず極板は常に酸中に浸漬さるゝ要あり而も電槽に於ては基板下に剝落物の沈積する

部分の爲に空積を存するものなるが故に之を充す丈の量を使用せざるべからず而して其の比重高ければ高き程電壓も高く又硫酸の量も多き故活質體

第十圖



第十一圖



に接近し易く電池の容量は大いに増加するものなり第十及び第十一圖は高率及び低率の放電に於て電液の比重を異にする場合の容量の變化を示せるものなり。

第五電液の循環 蓄電池を構成する時に普通兩極の接觸を防止する爲に隔離子 (Separator) を使用する此はエポナイトの薄板に

無数の孔を穿ちたるものか或は木の薄き板の樹脂を除去したるものなり此のものは液の循環に對して障害となるものなれば其の有無は容量に多少の影響を與ふ故に隔離子としては可及的液の循環を妨げざるものを選択すべきなり。

第六、電池の年齢 蓄電池の容量を考究するに當りては其の電池を使用し初めてよりの年齢も亦考慮に加へざるべからず普通電池が適度に使用される場合には其の容量は最初の數十サイクル(一回の充放電を一サイクル(Cycle)と云ふ)の間は次第に其の容量を増加して遂に最大容量に達し之より又漸次其の容量を減ずるを常とす是基板の製造に於ては普通使用せられたる全部の活質材料が化成により放電作用を成し得る程度に化成せられ居るに非ず一部分未化成状態に残り之が充放電を重ねることに依り始て充分反應を起し得るものに變ぜらるゝと又一部は活質體の物理的性質が漸次に變化せられて氣孔性を増し反應に参加し易き性質になるとに因るものなり斯くて充放電を重ねるに従ひ全部の材料が反應に預りて一旦其の最大容量に達する

サイクル

や是より後は活質體は充放電毎に幾分宛剝落し次第に其の容量を減少するものなり。

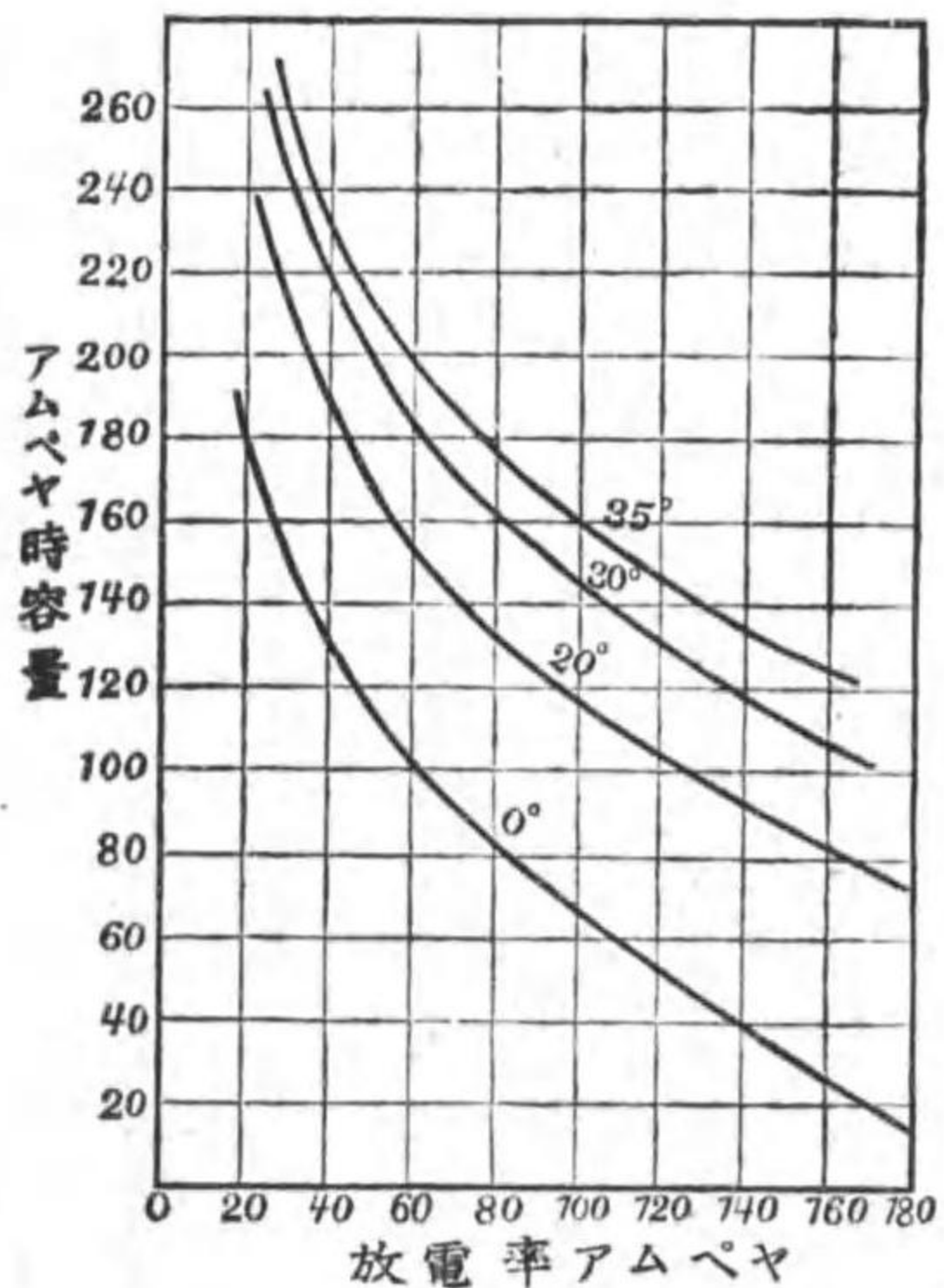
一般に蓄電池は其の規定容量の六十乃至七十パーセントに下降したる時は其の電池の生命を畢れるものと認定し其の極群の入替を要する時期至れりとなす故に蓄電池を購入するに當りては製造者をして其の電池の規定容量が其の幾割に降下する迄に何年間繼續使用し得べきかを保證せしむるを常とす。

第七、温度の影響 温度の變化は電池の容量に至大の關係を有す是温度高ければ電液の擴散力増大して活質體に接觸する機會を多からしむるのみならず凡ての化學的作用は温度の上昇によりて非常に促進せらるゝものなれば電気エネルギーの發生作用も亦容易に起るに原因するなり又電池内に於ける電気エネルギーの通過に對する抵抗は温度の上昇に従ひ減少するものにして充電に際しては所要電壓低く放電に於ては規定最低電壓に達する迄の時間も延長せらるゝにより其の容量も増加するものなりハイム(Helm)氏

蓄電池の
壽命

の研究結果によれば攝氏一五・五度に於ける容量を單位として攝氏一度毎に於ける容量の變化は約次の如し。

第二十圖



放電率	容量變化率
六	一・五
三	二・五
二	三・二

単位: 百分

而して温度の變化により來す所の容量の變化は緩放電の場合よりも急放電の場合に於て遙に大なるものなり第十二圖は種々の放電率に於て温度の變化に伴ふ容量の變化を示すものにして右側に赴くに從ひ各曲線間の間隔の擴がれるを見るべし是弱き放電率に於ては常温に於ける液の自然の擴散力によりて電極表面下にある活質體に硫酸の供給をなし得べしと雖も強き放電率にありては酸の補給不充分勝となるべき所を温度の上昇

により此の補給を敏活ならしむればなり其の容量の増加は攝氏一度毎に〇・五乃至四・五パーセントにして華氏一度に付きては〇・三乃至二・五パーセントに相當す基板の厚さは又温度による容量の變化に影響を及ぼすものにして其の厚さの増加するに從ひ容量も増加するものなり。

蓄電池の温度は普通充電の際上昇し放電の際降下す是充電に於ては電流通過の抵抗熱と硫酸の生成熱とに起因するものにして放電の場合に於ては抵抗熱は依然として發生するも電液中より硫酸の消失する爲めに吸收せらるゝ熱量ありて其の結果は負數となるが爲なり。

故に蓄電池を取扱ふには成るべく温度高き室を宜しとするも温度が攝氏四十五度以上に達すれば基板及び隔離子を損傷するが故に普通電池の温度は攝氏四十度以下に保たるゝ様注意すべきなり。

蓄電池の容量は斯の如く種々の影響を受けて變化するものなるが電池の内部抵抗も亦之に關係すること大なり故に今序手を以て其の大要を左に述べし。

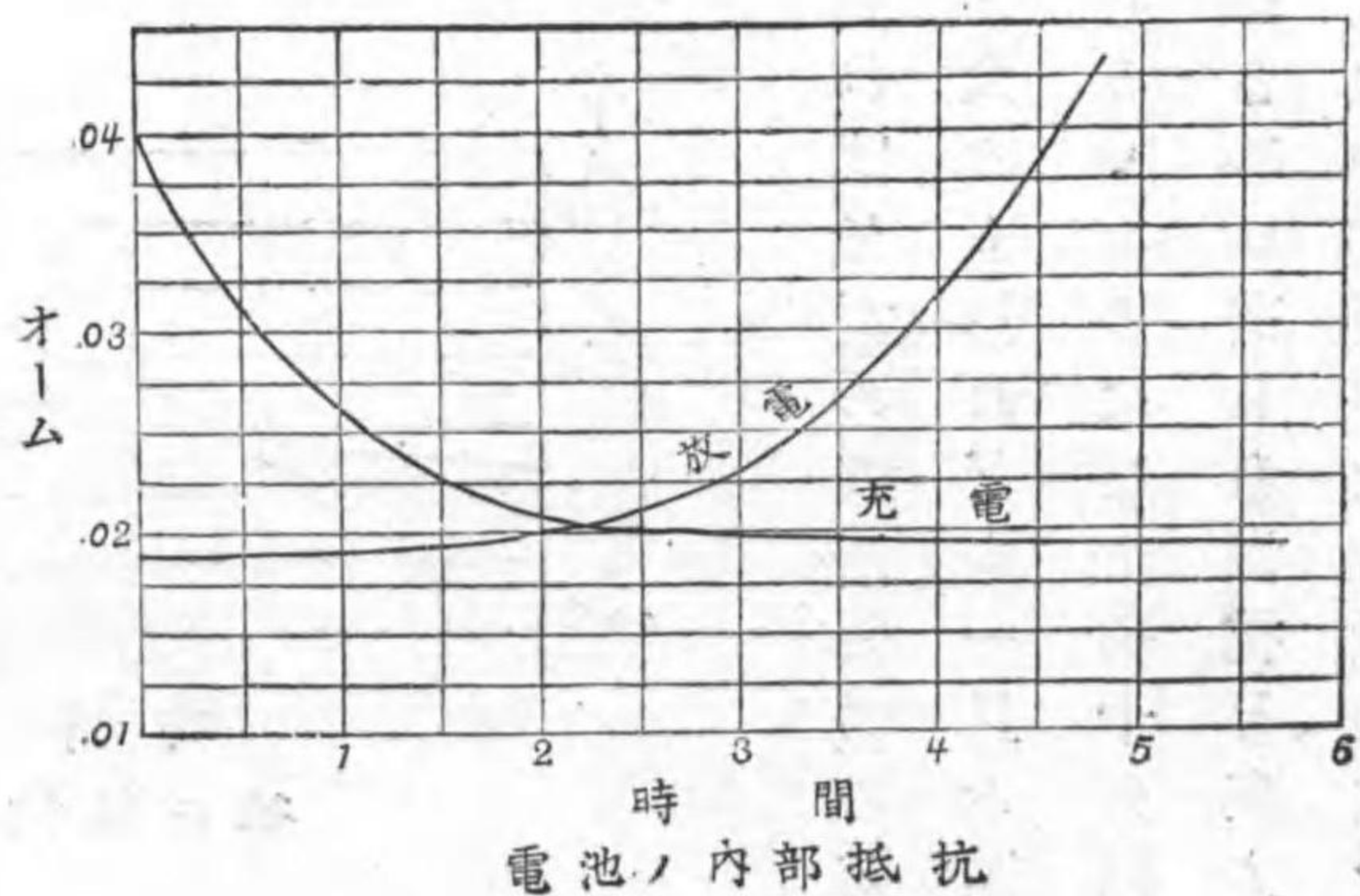
蓄電池の内部抵抗(The internal resistance of an accumulator.)

蓄電池の内部抵抗なるものは種々の要素より成立す即ち基板内の格子材料の抵抗、活質體材料の抵抗、活質體氣孔内の硫酸の抵抗及び基板外硫酸の抵抗を綜合したるものなり然れども其の内最も重要なる要素は氣孔内の酸の抵抗と活質體の抵抗とにして他の二者は之に比すれば殆ど無視するも可なる程度なり順調に取扱はるゝ電池に於ては其の抵抗は餘り大ならざるものにして放電の際之が爲めに損失する容量は五パーセント以内なり特に其の放電緩徐なる場合にありては僅に二パーセント内外に止まるものとす。

既に陳べたるが如く内部抵抗は温度の影響を受く即ち温度上昇せば抵抗減少するものなり而して放電に於ては温度の降下により最初より漸次終局に近づくに従ひ其の抵抗を増し充電に於ては其の反對に温度上昇するが故に始より終りに近づくに従ひ其の抵抗を減ず。

蓄電池の抵抗は充放電の速度によりて影響を受くること少なく却つて其の経過時間によりて影響を受くるものなり第十三圖は其の變化の有様を示

第三十圖



すものにして充電の場合に於ては其の抵抗は或限度に達したる後は變化なきを示し放電の場合には其の抵抗は最初の間は徐々に増加するも終局に近づけば迅速に増加し活質體の全部が硫酸鹽化するに至れば其の抵抗は數オームに達するものなることを示せり。

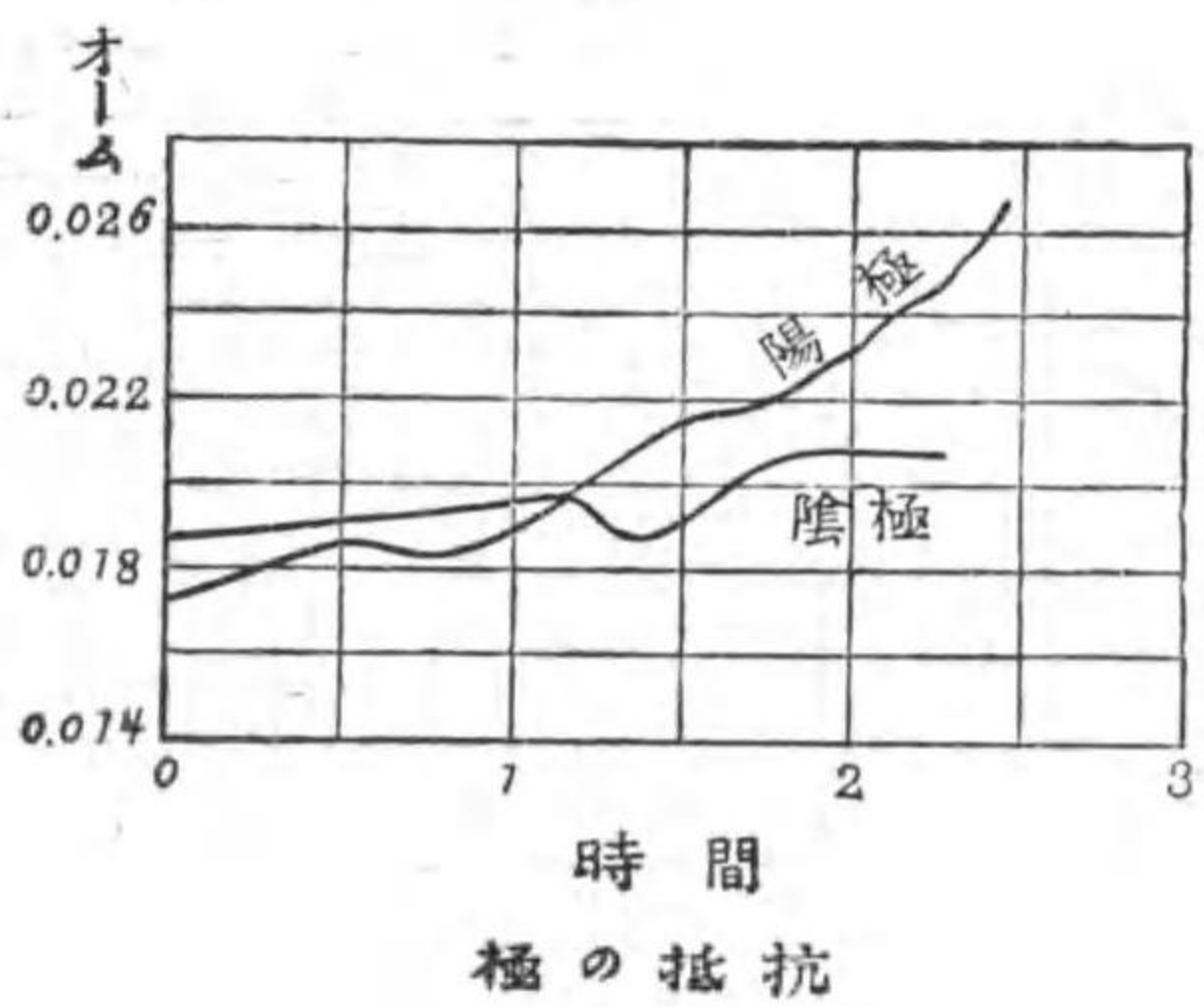
ドレッツェック(Doretzsch)氏は基板自己の抵抗を測定したりしに陰極板の抵抗は放電の終始に於て大差なきも陽極板の變化は稍大なること第十四圖に示すが如し。

素となるものは活質體の氣孔内にある硫酸比重の増減にして其の濃度の如何により非常なる差あること次表に示すが如し。

第三表

硫酸濃度 パーセント	比重	攝氏十八度に於て 一立方糎の抵抗
一〇	一・〇六二	三・三七二
一五	一・一〇三	一・八五
二〇	一・一四一	一・五四
二五	一・一八〇	一・四〇
三〇	一・二二〇	一・三六
三五	一・二六二	一・三九
四〇	一・三〇五	一・四八

第四十圖



然れば放電の際活質體の氣孔内にて硫酸濃度の變化によりて起る抵抗は甚だ大なり然れども一旦外圈開放せらるれば此の濃度は迅速に外液と平均せらるゝものにして約十分以内に常軌に復すれども放電繼續中殊に其の電流強き時は著しき抵抗を與ふるものなり。

電池の電極間に電位の差を起さしむる者は獨り此の電液のオームツク、レ

ジスタンスのみならずして分極作用も亦預りて大いに力あるものなり即ち充電の際には充電々壓を昂上し放電の場合には其の放電々壓を降下す故に電池の實際抵抗(Apparent or Virtual resistance)なるものは此の兩者を綜合せる結果にして方程式にて示せば次の如し。

$$\text{實際抵抗} = \frac{\text{充電々壓} - \text{放電々壓}}{\text{充電々流} + \text{放電々流}}$$

$$\text{或は} \quad \text{實際抵抗} = \frac{\text{外圈開放電壓} - \text{放電々壓}}{\text{放電々流}}$$

然れども充放電終期に於て壓力に激變を來す場合は他の因子の參加せるが故に本方程式を以て其の實際抵抗を計算するも正確なること能はず。

第七章 内部放電或は自働放電

(The internal or the self discharge.)

内部放電或は自働放電と稱せらるゝものは蓄電池内に於て起る純化學的反應と不純物に起因する電氣化學的局部反應とにより電氣エネルギーを失ひ容量を減ずるを意味するものなり。

純化學的反應の主なるものは陰極と電液の間に起る反應なり鉛は普通稀硫酸に對しては侵蝕を受けざるものとなせるも決して全然反應を起さざるものにあらざりて磨きたる鉛を稀硫酸中に浸漬せば

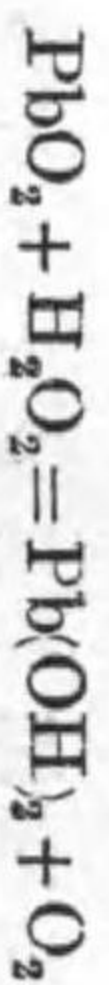


なる反應を起すも其の生成物たる硫酸鉛は不溶性の者なれば残る金屬鉛の表面を包み薄き被覆層を形成するが故に硫酸の作用は其の内部に達すること能はずして此以上の侵蝕を受けざるなり然るに陰極の鉛は海綿状をなし其の表面積大に且つ氣孔に富むを以て硫酸は内部に滲透し易く又其の物

純化學的
自働放電Pb + H₂SO₄ →

理的性質普通の塊狀鉛と全く異なりて硫酸の作用を受け易きが故に前記の化學反應は漸次内部に迄進み爲めに陰極の表面より不斷に多少の瓦斯を發生す而して瓦斯發生の程度は素より其の極板の製造方法の如何によりて差異ありと雖も一般に云へば電液比重の増加と温度の上昇は前記の化學反應を促進し瓦斯の發生を多からしむ故に陰極板は其の活質體及び電液中に何等不純物なき時と雖も絶へず幾分づゝ前記の反應によりて其の容量を減じつゝあるものなり。

陽極に於ける純化學的反應は陰極の其に比すれば微々たるものなりと雖も充電中に生じたる過酸化物の作用は又看過し得べからざるものあり例令ば過酸化水素は過酸化鉛を還元して水酸化鉛となし酸素を遊離放散せしめ



又過硫酸も過酸化鉛を還元して硫酸鉛に變じ酸素を發生せしむ



其他陽極に於て酸素を放散せしむる原因は極板の中心近くにて鉛の格

子と過酸化鉛が互に相接觸せる處へ硫酸が滲透し來れば爰處に電氣化學的作用起りて過酸化鉛は硫酸鉛化し酸素を發生す然れども此の作用は格子が硫酸鉛を以て包まるゝに至る時は止むものなれば至極僅少にして特に其の格子が合金製なるときは一層微弱なりとす。

金屬不純物に因る局部作用(Local actions by metallic impurities.)

金屬不純物が電液又は活質體中に存在するも陽極に對しては何等の作用を起さず然れども若し此の不純物が酸化せられ易き金屬にして陰極表面に析出附着せざるものなるときは酸素運搬者となりて陽極を還元し陰極を酸化する作用を起すべく若し析出して陰極表面に附着するものなるときは海綿狀鉛とボルタ氏カップルを作り短絡(Short circuit)を起すが故に其の影響甚だ大なり而して其の附着せる不純物が海綿狀鉛よりも陽性なるときは電流は此の不純物より電液を通じて海綿狀鉛の方向に流れ後者より水素を發生して益々其の充電率を昂上するも若し陰性なるときは電流は海綿狀鉛より不純物の方向に進み鉛の表面にて酸素を發生し不純物より水素を放散して

陰極活質體を消耗すべし斯る作用をなす金屬は白金、金、鐵、白金、銀、ニッケル、銅にして白金は其の力最も強く液中に僅に百萬分の一あるも其の放電強烈に行はれ以下順次其の力を減じ銅の如きは最も弱し今爰處に白金の反應が強烈なる一例を示さんに化學的純硫酸の白金器にて濃縮せられたるものを電液として使用すれば其の蓄電池は速に放電せられて其の容量を失ふべし故に電池用硫酸の製造には白金器物を使用せざる様注意を要す斯くの如く白金不純物によりて一旦汚されたる陰極板は後章第十八章に詳述するが如く一度之を陽極に變ぜしめたる後之を能く水洗し電液を取り換へ然る後更に陰極に戻すべく白金以外の金屬にて汚されたる陰極は其の儘にて充放電を續行せば不純物は海綿狀鉛によりて包まれ遂に放電力を失ふに至るべし。

金屬性不純物の存在は電池が使用休止せる際にも常に陰極面より水素瓦斯を放散するにより認知することを得べし而して此の自動放電は電液濃度の増加によりて昂上するものなり。

以上述べたる金屬不純物の外向左記の不純物も電池の極板に對し惡影響を與ふるものなり。

自動放電に於ける鹽酸の作用

一、鹽酸 鹽酸は陽極に於て過酸化鉛に作用して鹽化鉛を作りて酸素を放散し鹽化鉛は硫酸の作用を受けて硫酸鉛と鹽酸を生ずべし故に鹽酸は少量にても其の作用は反覆せられて止むことなし又陰極に於ても同一の作用をなすものにして唯酸素の代りに水素を發生するの差あるのみ然れども鹽酸の害は充放電の回数増加するに従ひ消失するものにして其の一部は鹽素瓦斯となりて空中に飛散するものなり。

自動放電に於ける砒素の作用

二、砒素 砒素は陽極に對し何等惡作用なきも陰極に對しては最初は放電作用を起すべし然れども此の者も漸次に砒化水素瓦斯となりて放散し又一部は金屬砒素となりて器底に沈降し害を及ぼさざるに至る。

自動放電に於ける硝酸の作用

三、硝酸 硝酸は兩極に向つて害をなすものなり陽極に對しては放電作用を起さざるも其の格子を腐蝕し陰極に對しては海綿狀鉛を先づ硝酸鉛に變じ次に硫酸の作用を受けて硫酸鉛を沈澱し硝酸を復生す故に其の作用は反

覆循環するものなり。

自動放電に於ける鐵の作用

四、鐵 此の者は最も忌むべき不純物なり即ち陰陽兩極共に放電せらるゝものにして而も時日の經過によりて其の害の薄らぐことなく永久的なり其の反應は陽極の過酸化鉛の酸化作用を受けて硫酸第二鐵鹽となりたるものが電液中を逍遙して陰極に觸れて海綿狀鉛を酸化し自らは爲に元の第一鐵鹽に戻り再び陽極方面に逍遙して過酸化鉛を還元す即ち間斷なく陰陽兩極間を逍遙して陽極の酸素を陰極に運び去り兩極をして共に不活性状態に變ぜしむ其の反覆作用は甚だ頻繁に起るものにして僅に〇・五パーセントの鐵が電液中に存在するときは完全に充電せられたる電池も二十日間にして全く放電せらるゝものなり。

自動放電に於ける滿充の作用

五、滿充 滿充も鐵と同じく硫酸滿充及び滿充酸の轉化作用によりて兩極を放電せしむるものなり此の者が不純物として存在するときは充電の際其の特色たる紅色を呈するにより直ちに其の存在を識別することを得べし。

六、アンチモニー 此のものゝ基板に對する作用は最も慎重に考慮すべき

問題なり一部の學者は電池中に如何なる形状に於てアンチモニーが存在するも有害なりと云へり又他の學者の説によれば基板の格子が鉛及びアンチモニーの合金より成るときは陽極のアンチモニーは幾分溶解して硫酸アンチモニーの溶液となり陰極に逍遙して還元せられ其の表面に極微細に分布して附着す此の附着物は海綿狀鉛とボルタ氏カップルを構成して陰極を放電す然れども時日の経過するに従ひ此の微細なるアンチモニーは海綿狀鉛(之は氣孔内硫酸が稀薄となりたる時幾分溶解して氣孔外に逍遙し出でたる硫酸鉛の充電操作により分解して陰極面に析出したる鉛なり)によりて包圍せられ遂には不活性状態となりて其の有害作用を消滅すべし故に若し陽極格子の表面が次第に純鉛となりアンチモニーの供給繼續せざるときは此の作用は一時的のものなりと云へり

アンチモニーを以て汚辱せられたる陰極板は充電の終り殊に過充電を行ひたる時其の單獨電壓を低からしむ是れ一面は極板自身が電液に對して有する電位が純海綿狀鉛の場合よりも低く現はるゝと又他方面に於て海綿

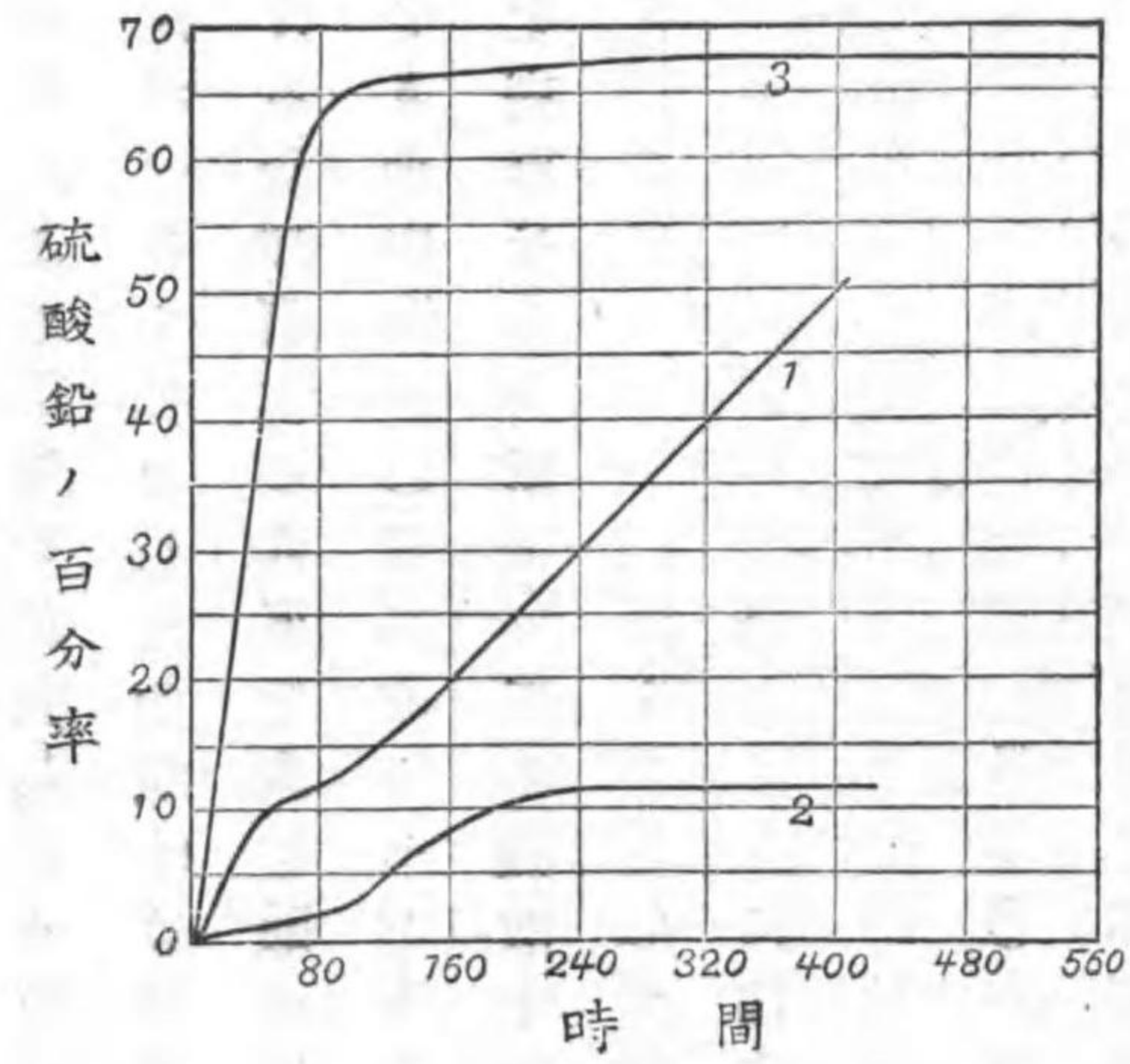
狀鉛とアンチモニーの間に起る局部作用が海綿狀鉛の充電状態を常に陽極板よりも遅延せしむるによるなり。

アンチモニーは斯くの如く陰極板の容量を減少するの虞ありと雖も格子としては其の硬度を増し耐久力を附與する爲めに大いに其の存在を必要とするものなり故に今日合金製格子を作るには大約三乃至十二パーセントのアンチモニーを使用し普通八パーセント前後のもの最も多し。

種々の同性金屬が不純物として共存せる場合には内部放電は特に促進せらる。

ヂュモイ(Jumeau)氏の説によればアンチモニーの害は電池が休止せる場合に特に甚しと第十五圖は氏が充分に充電

第五十圖



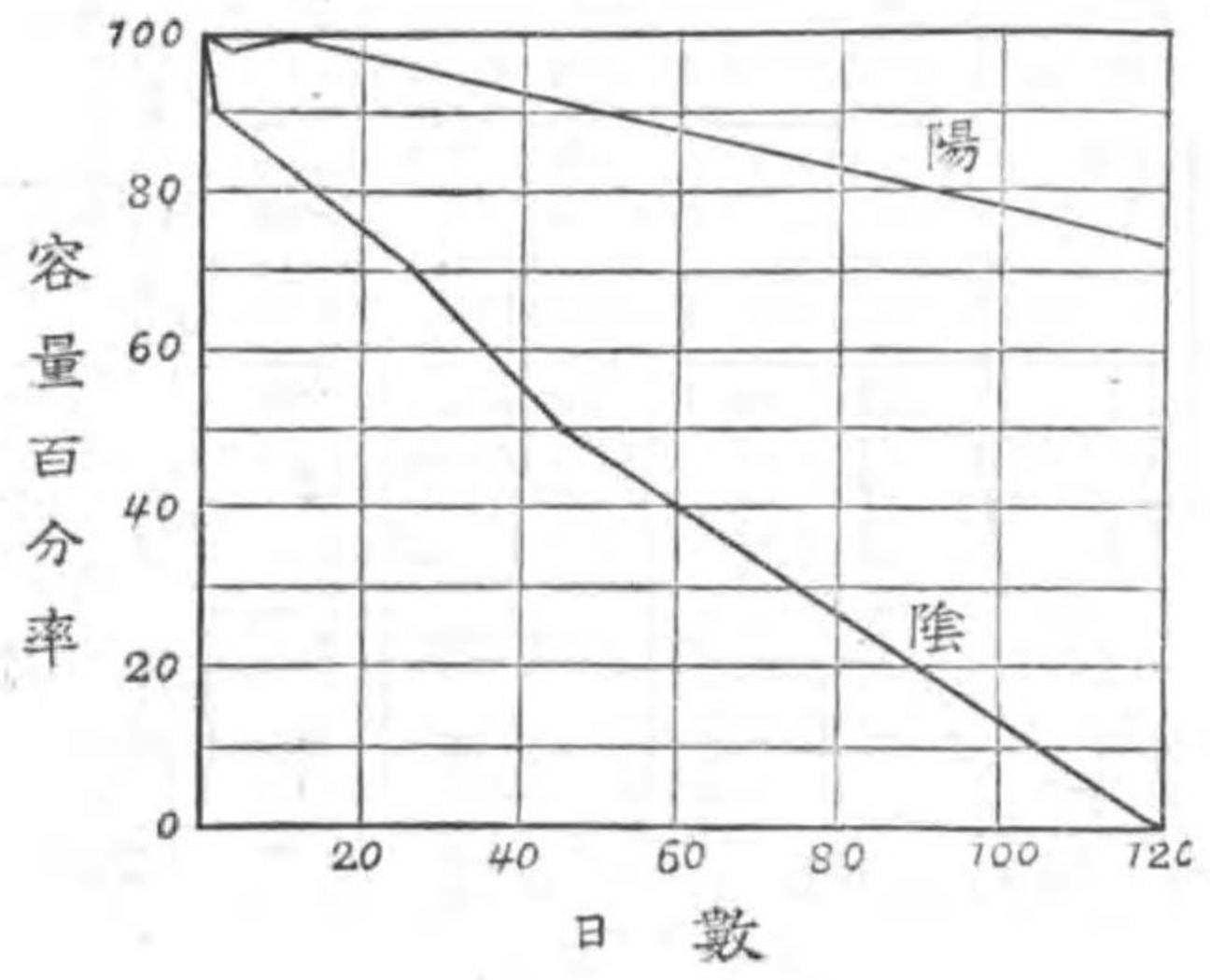
第七章 内部放電或は自動放電

せられたる蓄電池を放置し時々其の陰極板の硫酸鹽化したる程度を測定して圖示せるものにして曲線(1)は比重一・三二曲線(2)は比重一・一九の硫酸内に於ける硫酸鹽化の程度を表し酸の濃厚なる場合には其の作用強烈なる事を示せり曲線(3)は〇・三二パーセントのアンチモニーと〇・〇九パーセントの鐵とを夾雜せる比重一・三二の硫酸中に於ける硫酸鹽化の程度を示せるものに

して僅に百時間内に殆ど完全に放電し純硫酸に比すれば全く隔世の感あるを示せり。

又第十六圖は〇・〇五の鐵、〇・〇七二の鹽酸、〇・〇一の砒素及び〇・〇七五パーセントの硝酸を不純物として有せる電液中に於て陰陽兩極が各其の充電量を失ふ程度を示せるものにして陰極は陽極に比すれば非常に速に且つ容易に其の貯藏電量を失ふを知るべし即ち陰極は百二十日間に其の全部を失ひ陽極は其の間に僅

圖六十第



に二十五パーセントを失ふに過ぎず。

此等局部放電は單純なる化學作用なるか或は不純物の附着によりて起る電氣化學作用の何れかなるが故に電液の比重の増大と共に其の作用益促進せらるゝなり然れば此の點よりするも電液の比重は或る一定の限度以内に止むる必要あるものなり。

第八章 蓄電池の能率

(The efficiency of an accumulator.)

定義

電流能率

電力能率

蓄電池の能率とは其の電池が放電に際し出したる電流量又はエネルギーの量を充電の際之に與へたる電流量又はエネルギーの量に對し比較したる割合を云ふものにしてアムペヤ時能率或は電流能率(Ampere-hour efficiency or Current efficiency)とは其の時の電流量のみに就きての比率を示しワット時能率或は電力能率(Watt-hour efficiency or Energy efficiency)とは之に放充電の平均電壓の比を乗じたるものなり。

$$\text{アムペヤ時能率} = \frac{\text{放電々流} \times \text{放電時間}}{\text{充電々流} \times \text{充電時間}}$$

$$\text{ワット時能率} = \frac{\text{アムペヤ時能率} \times \text{放電平均電壓}}{\text{充電平均電壓}}$$

既に第六章に於て陳べたる如く充電には終局ありて其の時期に達すれば電壓も一定し之より如何に永く電流を通ずるとも單に水の電解作用に止まり最早蓄電作用をなさざるなり故に充電に要したる電流量なるものは其の

電壓曲線が水平の地位を保つ迄に使用せられたる量にして其の曲線が果して一定せるや否やを確かむる爲に消費せられたる電流量は除外すべきものなり又放電は其の終局判明し難きものなれば或る規定の電壓迄降下したるときは假令其の蓄電池が尙相當の蓄電量を有するとも其の放電終了したるものと見做さるなり而して其の規定電壓なるものは其の放電率によりて異なるのみならず又其の基板がプランテ式なるか或は糊狀式基板なるかによりても變化するものなれば各製造家は各自の製品に就き各放電率に對しての最終電壓を指定せりと雖も若し其の指定無きときは既に陳べたる通り

$$E = 1.66 + 0.0175I$$

なる公式によりて適宜規定すべきものなり。

此等能率は種々の因子によりて影響せらるゝものにして其の最も重要なものは電流の強さなり是如何なる蓄電池に於ても内部抵抗あることは既に前章に於て述べたるが如くにして此の抵抗の總量をRにて示し充放電にて通過する電流の強さをIにて示せば其の電壓は充電に際しIR丈け過剰に

電流の強さの影響

要求せられ放電に於ても同量丈け減殺せらるゝことはオーム氏の法則によりて明なり而してRなる數は一電池に就きては略一定せるもIなる數は任意に何程にても變化し得るものにして而も其の電壓は其の自乗に比例して上下に影響せらるゝものなれば通過電流の強さ大なれば大なる程第一圖に於ける兩曲線は互に相遠かり小なれば小なる程相接近するものなり此の兩曲線にて包圍せらるゝ面積の縮少は能率の良好なるを意味するは既に述べたるが如し。

而して内部抵抗なるものは活質體の氣孔度並に其の層の厚薄によりて影響せらるゝものなれば能率も亦從つて此等の影響を受くべし即ち充電々流の強さ大なる場合に其の活質體の層厚く酸の擴散不充分なるときは氣孔内の酸の濃度増加し爲めに電壓は上昇す然れば之に打勝つべき發電機の電壓は酸の濃度低き場合よりも高からざるべからずして能率は不良となるなり此のエネルギーの損失は熱に變ずるものにして電池が急激なる充電を受くる際其の温度の上昇するは全く此の熱に起因するものなり而して電池が其

ハイム氏の沸騰状態に於ける温度と電壓の関係表

の温度高きときは充電最終電壓を低下すハイム(Heim)氏の測定によれば同一の電池にして充分に瓦斯發生の爲め沸騰状態となりし時に於ける温度と電壓の関係は次の如し。

温度(攝氏)	電壓(ボルト)
一四	二・七〇
三〇	二・五八
四五	二・五二

故に急激なる充電をなしたりとて能率に及ぼす不良影響は温度上昇の爲め幾分緩和せらるゝにより全然電流の強さに比例するものにあらず。又電池の能率は急激なる充放電の場合に於ては一回の測定を以て決定し得るものにあらず是活質體が充電を受け活躍し得る状態にありながら急放電の場合には酸の供給不足の爲め其の一部分は不活状態に畢ることあるが爲めなり故に斯る場合には充電せられたる電池が放出する電量を其の次に此を回復する爲めに充入したる電量に比較せば寧ろ精確なる數を得べく若

電液の影
響

し可能なれば数回の放充電を反覆して其の平均能率を定むるを以て最も適當なりとす然れども數回反覆して檢定する場合には常に其の温度を一定して毎回同一温度を採用せざれば又正確を失することあるを忘るべからず。

電液の濃度も亦能率に影響を及ぼすものなり然れども此は主として毎回完全に充放電を行ふ場合に於て其の影響を示すものなり緩衝用電池の如く短時間強烈なる充放電を受くる場合にありては殆ど影響を示す程のものにあらず。

電液の比重量及び擴散力も亦蓄電池の能率に大なる影響を有す比重は須らく電流通過に對し最も僅少なる抵抗を與ふる程度のものたるべく量は放電の場合に於ても電液の比重に大なる變化を來さざる程度の量たるべし擴散力は多き程其の能率良好なり。

其他蓄電池は放電したる後充電を直ちに行はずして多くの時間を經過せしむれば此の次に充電するに當り普通よりも大なる電圧を要す是亦能率を不良ならしむる一因となるが故に放電をなしたるときは直ちに充電復舊

取扱方の
影響温度の影
響

することを怠るべからず。

蓄電池のアンペア時能率は其の温度高まるに従ひ減少することあり是電池内局部作用の促進せらるゝ結果なり然れどもワット時能率は温度上昇の爲に受くる電壓低下の影響が局部作用の爲めに失はるゝ影響よりも大なるが故に温度上昇して却て其の能率を減少するが如きことなし。

之を要するに蓄電池は普通の使用状態にありては其のアンペア時能率は八十五乃至九十五パーセントの間にあるものにしてワット時能率は七十乃至八十パーセント位なりとす緩衝用電池又は充電を瓦斯發生して沸騰状態を開始する前に停止したる場合或は又放電の終期電圧を高く選定したる場合には八十乃至九十二パーセントの間にあるべし。

普通使用
状態に於
ける蓄電
池の能率

第九章 蓄電池の構造と其の設計の要旨

蓄電池の
呼称及び
部分名稱

既に屢述べたる如く一個の蓄電池の電圧は約二ボルトにして工業上普通に使用せらるゝ電圧を發生せしむるには數個若しくは數十個の電池を聯結せざるべからず斯く聯結せられたる群を名づけてバッテリー(Battery)と云ひ各其の一個を稱してセル(Cell)と云ふ本邦に於ては兩者共に蓄電池と稱せられ其の意義甚だ曖昧なるが故に著者は便宜上前者を蓄電池列と稱し後者を蓄電池と呼ぶべし從て蓄電池列とは各蓄電池を橋絡子(Connector)によりて或は直列(Series)に或は併列(Parallel)に聯結したるものゝ謂なり。

蓄電池は其の用途の如何により各其の構造を異にすと雖も何れも皆次の各部分より成るものなり。



隔離子の保持子(Separator Holder)

一電 液(Electrolyte)

三電 槽(Jar or Vat)

四橋絡子(Connector)

据置用蓄電池にありては特に電液の溢出を防止するの要なく單に瓦斯發生の際に酸の水煙を防止し且塵埃の混入を防ぐ爲め硝子板を以て其の上を覆ふのみなるも移動用又は艦船用の蓄電池にありては傾斜して其の液を溢出する虞あるが故に上面には完全なる蓋を作りて嵌装し尙其の接觸隙を密封する爲コンパウンド(Sealing compound)と稱する封口化合物を使用す。

陽極群とは數枚の陽基板が一定の距離を隔て、一本の接續杆(Cross bar)に併列に其の耳を鑢付けしたるものにして之に極柱(Strap)及び柱尖(Terminal post)を附したる者なり(第十四章を参照すべし)又陰極群も同様に別個の接續杆に陰極板を併列に鑢付けしたるものとす而して相應せる陰陽兩極群に於て陰極群の基板數は陽極群の其よりも一枚多し從つて此等兩群を電槽内に

陽極群
陰極群

装したるときは陰極板は常に其の兩端にありて陽極群の各基板は其の兩面共に必ず陰極板に相對峙するものとす然れば兩端にある陰極板は其の他の陰極板の如く兩面共に活動するの必要なく其の容量は約二分の一にて足るが故に其の厚さも普通薄く作られ蓄電池の總重量を多少にても減少することとせり斯くせば基板容量の不平均に起因する基板の歪曲を防止することを得移動用艦船用又は自働車用等には重量軽減の便ありと雖も製造家に於ては鑄型の節約と取扱上の繁を避くる爲め同一基板を以て兩端に使用せるものなきにあらず。

隔離子は陰陽兩極間の短絡を防止する爲め其の間隙に挿入せらるゝものにして木製とエポナイト製とあり木製のものは陽極活質體に接觸すれば酸化せられ損傷し易きを以て獨立使用せらるゝこと少く多くはエポナイト板と混用せられ陰極側に使用せらるゝものなり然れども市場の競争激烈なる場合には價格廉なるによりエポナイトを省き獨立して其の目的を達せしむることなきにあらず。

隔離子

隔離子は基板間に壓迫せられざるときは電液中に於て墜落又は浮遊する虞あるを以て保持子によりて其の位置を固定せしむるの要あり保持子は木製又はエポナイト製にして隔離子を挾持して電槽底に立つか或は基板間に楔壓せらるゝものなり。

以上陳ぶる所により蓄電池の構造の概念を得たれば次に其の各部分の構造及び製作に就き詳述するに先だち最も重要な基板の活質體の量と其の取るべき形狀に就きて述べし。

既に第六章に於て述べたる如く一アムペヤ時の電流を發生せしむるには四四五瓦の過酸化鉛と三八九瓦の海綿狀鉛をして完全に硫酸鉛に變化せしめざるべからず然るに此等活質體は單獨に成形し能はざるが故に之を抱擁し硫酸と接觸して化學變化を起さしむるに便利なる形狀を與へ其の發生したる電気エネルギーを外部に傳達する格子(Grid)を使用せざるべからず。

活質體を格子に塗布充填して一定の形狀を保たしむるときは電液中に自由存在するときの如く其の全部を活躍せしむること困難となるを以て一

基板に必
要なる活
質體の量

部分は不活状態にて残留すべく又假に全部活躍し得るとするも悉く硫酸鹽化せしめたるときは基板はインヂェリヤス、サルフェーションの状態に陥り易く爲めに蓄電池に必要な可逆作用を起すこと困難となるにより常に相當量の未變化活質體を残留せしむるの必要あるものなり加之基板の活質體は其の充放電を反覆する毎に常に多少宛剝落減少するが故に製造の際活質體の量を理論上の要求數に限定し置かば其の蓄電池は使用日尙淺くして其の容量不足するに至るべし然れば使用中に其の活質體の補充をなし得る構造の基板即ちプランテ式の如きものを除きては總て製造の際に活質體の量を多分に使用して其の基板の壽命を永續せしむべきものなり普通使用せらるゝ量は其の蓄電池の使用目的によりて異なれども先づ理論上要求する量の二乃至五倍量なりとす従つて基板の厚さも其の用途によりて大いに異なるものにして其の面積(兩面を計上す)一平方粉より發生する電氣量も亦基板の形狀電液の濃度等によりて變化し四五乃至八アムペヤ時となるべくプランテ式基板にありては其の形狀及び化成程度により四五乃至六・五アムペヤ時

陰陽兩極板の比較

糊狀式にありては其の厚さと氣孔度によりて五・五乃至八アムペヤ時の電流を發生す。

陰陽兩極板を比するに理論上陽極板は陰極板よりも其の氣孔度小なり従て陽極板に於ては酸の滲透擴散も陰極板に於るが如く自由ならざることにより陽極板の容量は最初より陰極板の其よりも大ならしめざるべからず然らざれば陰陽兩極板間に容量の平衡を失ひ陰極板に尙放電力あるに陽極板は既に無能力となるが如き現象を呈すべし然れども事實は之に反し普通製造家は陰極板の容量を陽極板の其よりも大に設計するを常とせり而も其の超過量は殆ど二倍に達することあり是海綿狀活質體は最初は其の氣孔度非常に豊富なりと雖も使用回數を重ねる毎に幾分宛收縮凝着して氣孔度を減じ遂には其の海綿狀性質を失ひて金屬鉛塊に變ずる傾向あると又一面には硫酸鉛及び電液中の不純物が氣孔中に集積し僅々一二年間の使用にして其の容量遙に過酸化鉛の其に劣るに至るを以てなり特に其の陽極板がプランテ式なる場合には其の活質體は使用中に補充せられ其の容量容易に減退せざる

によりブランテ式陽極板に對する陰極板の製作には此の點に就きて最も注意を拂ふべきなり。

陰極板延壽法

ビヂユール(Bijour)氏は陰極板の作用を永久化(Permanizing)せしむる方法を施し其の容量の減退を防止せり此の法は陰極板を砂糖水の如き液に浸漬し充分に濡ひたる時之を引上げ攝氏三百度の温度にて乾燥を行ひ砂糖を炭化し氣孔度を保持せしむるにあり然れども此の法は特別の操作を要するを以て當今は膨脹劑(Expander)としてアルカリ土類金屬の鹽類を原料練糊の際に混じりて得たる糊狀體を格子に塗布することゝせり斯くして陰極活質體は其の收縮凝着を完全に防止することを得たると又一面に於て陰極活質體は陽極の其の如く充放電の際剝落すること僅微なるに因り當今に於ては製造の際容量さへ陽極板に相應するときは其の剝落を慮り特に餘分の活質體を塗布するの必要なきに至りしかば現今一般に製造せらるゝ陰極板は陽極板に比して比較的薄く其の重量も亦大いに輕減するに至れり更に又活質體は其の極の何れたるを問はず多少硫酸に溶くる傾向ありて陽極活質體の電

膨脹劑

液中に溶存するものは充電の際電解作用により陰極面に析出附着して却て其の活質體量を増加するの傾向あるが爲なり。

第十章 糊状式基板(Pasted plate)の製造法

格子の任務

糊状式基板製作の原料は鉛粉又は鉛酸化物にして何れも皆無定形のものなれば之をして一定の形状を有せしむるは全く格子の助けに依るなり故に格子の任務は活質體に一定の形状を保たしむると同時に此の活質體によりて發生したる電流を傳達するにあるものにして之を設計するに當りては次の條件を満足するものたるを要す。

糊状式基板の格子が具備すべき條件

- 一、格子の材質は電液の爲めに侵蝕を受けざるものたるべし又活質體と接觸し電解的局部作用を起し電流の損失を來すが如きものたるべからず。
- 二、格子の構造は其の全面積に渡り同一の密度を以て活質體を配置せしめ得るものなるを要す。
- 三、格子の構造は活質體が化學變化によりて其の容積を増減するも自己は伸長すべからず此の條件は最も緊要なるものにして製造技術者の最も腦漿を痛むる所のものなり通常伸長の最も激しきは陽極にして過酸化鉛の容積

變化大なる上に格子が漸次酸化せられて増伸するが爲めなり陰極に於ては充放電に際し容積の變化なきにあらざれども其の活質體の柔軟なると氣孔度多きが爲めに能く緩和せられて基板に伸長を來すことなし。

四、活質體と格子の骨組との間には其の電池使用の全期間を通じて最大の電氣的接觸面を有せしめ且活質體をして剝落せしめざる様の構造となすべし普通新製基板は能く此の條件を保持すと雖も其の使用回数進むに従ひ若し第三條件が充分に實行せられざる場合には活質體の密着が漸次弛緩して機械的にも電氣的にも其の接觸不完全となるに至るべし。

五、格子骨組の總縱斷面積は發生せる電流を通過せしむるに充分なるものたるを要す若し此の面積不十分なる時は基板の表面各部の活質體が不平均なる作用を受くべし。

六、格子の構造は電液に向つて最大の擴散を許さざるべからず。

七、格子は可及的重量輕減なるを要す然れども有害なる硫酸鹽化せられたる場合に起る歪曲に對し充分なる抵抗力を有せざるべからず。

糊状式基
板の種別

八、格子の構造は之に塗布せられたる活質體をして電液に對し可及的大なる面積を曝露せしむべし。

以上陳ぶる處は其の主要條件のみなるも之を完全に充すことは不可能なれば可及的之に接近せんとして各製造家は種々の考案を巡らし設計せるもの其の數甚だ多し今左に現今主として使用せらるゝものゝみを列記せん。

此等の格子は其の形狀によりて二大別することを得べし其は

甲、格子の骨組が相互に直角をなして相交るもの

乙、格子の骨組が相互に直角及び斜角を以て相交るもの

にして其の前者の標本となるものは

一、單純格子(Simple grid)

二、エキサイド型格子(Exide grid)

三、チユードル型格子(Tudor type grid)

四、メトウ型格子(Melauze type grid)

なり又後者に屬する主なるものは

五、チタン型格子(Titan grid)

六、ダイヤモンド型格子(Diamond grid)

七、ヘリング、ボーン型格子(Herring bone grid)

なり。

一、單純格子

第十七圖に示すが如く縦横の骨は共に菱形の斷面を有し其の端は基板の兩表面に達するものにして總ての格子中最も簡單なるものなり此は陰陽共に同形なり。

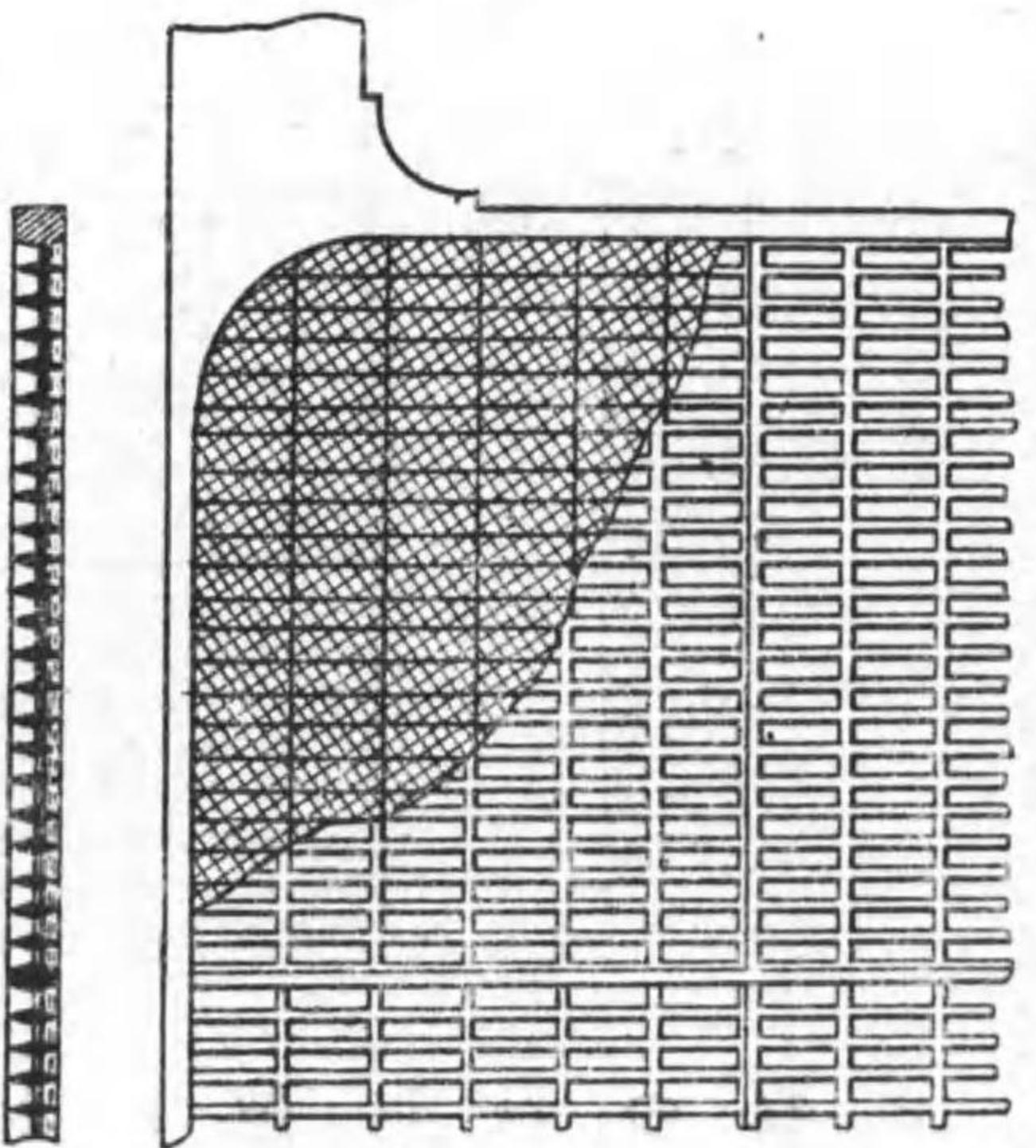
二、エキサイド型格子

此は米國エレクトリック、ストアレ

ーヂ、バッテリー會社(Electric Storage Battery Co.)が其の社特有の格子に命名せる

商名にして陰陽共に同形なり第十八圖及び第十九圖は其の正面と斷面を示

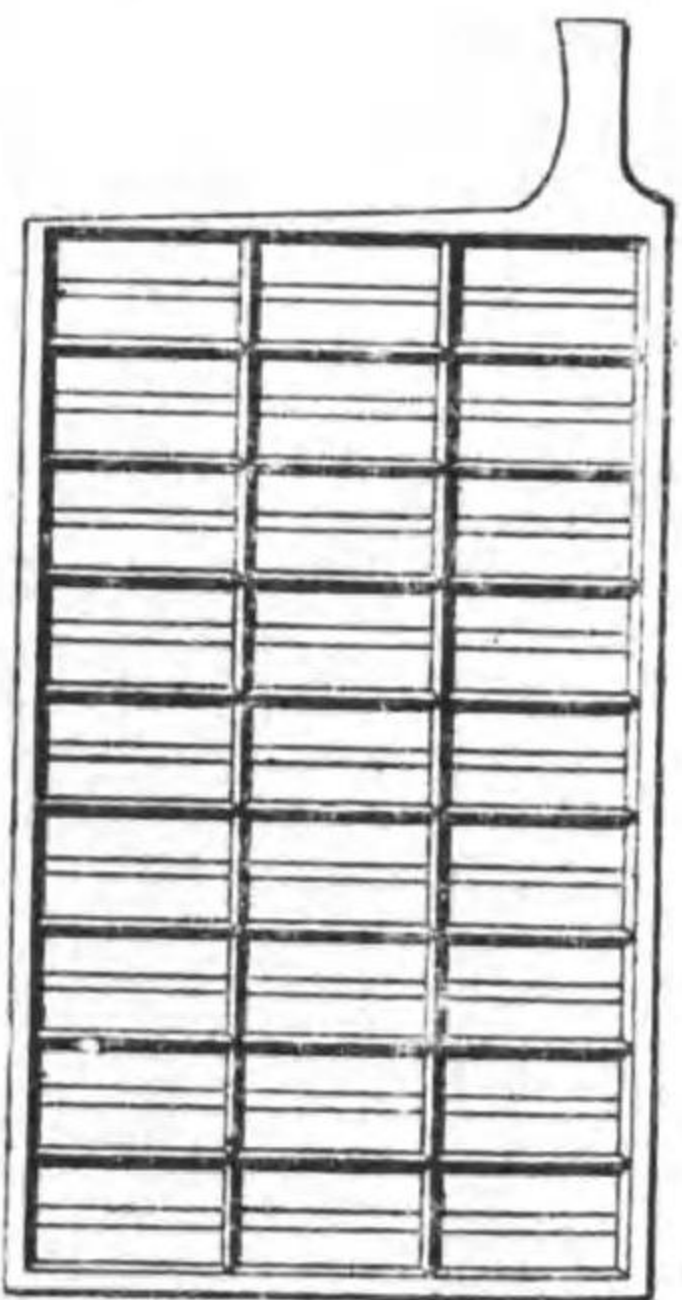
圖七十第



單純格子

エキサイド
型格子

第十八圖



第十九圖



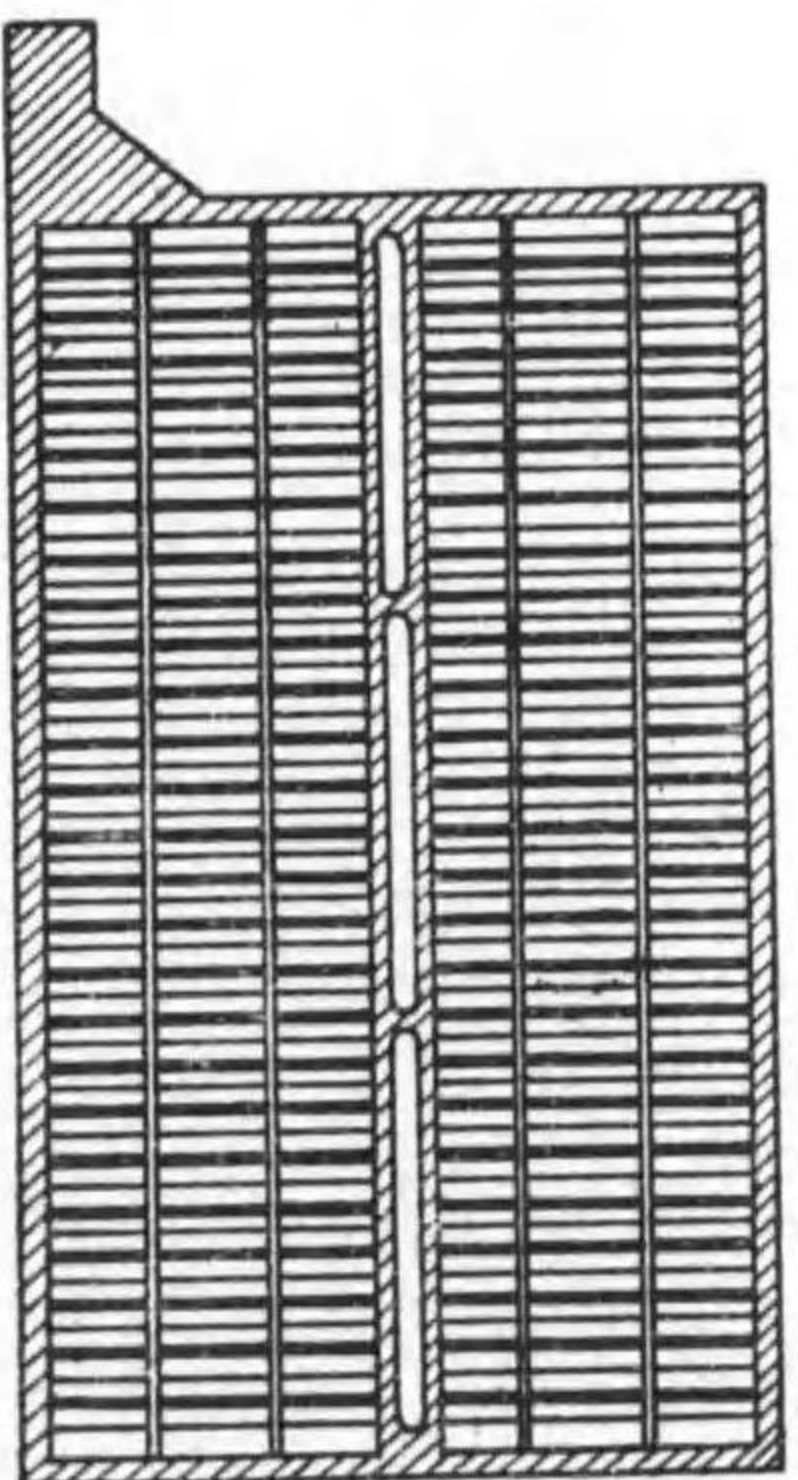
物線の形状を有し全長を通じて變化せざるも縦骨は上部より下部に至るに従ひ漸次細くなれるものなり。

三、チユールド型格子

此はエキサイド型的一種なり然れども活質體の膨脹に對し基板の伸長を

チユールド型格子

第二十圖



防止する爲め中央に空隙を設けて伸縮を自ら加減し得る様に設計せらる第二十圖の如し。

四、メトウ型格子

此はエキサイド型の變形にして横骨が外部に向つて其の廣き面を示したるものなり故にエキサイド型よりも活質體を堅く抱擁するも電液に對し活質體の曝露する面積は小となる第二十一圖は其の縦斷面を示せるものなり。

第二十一圖



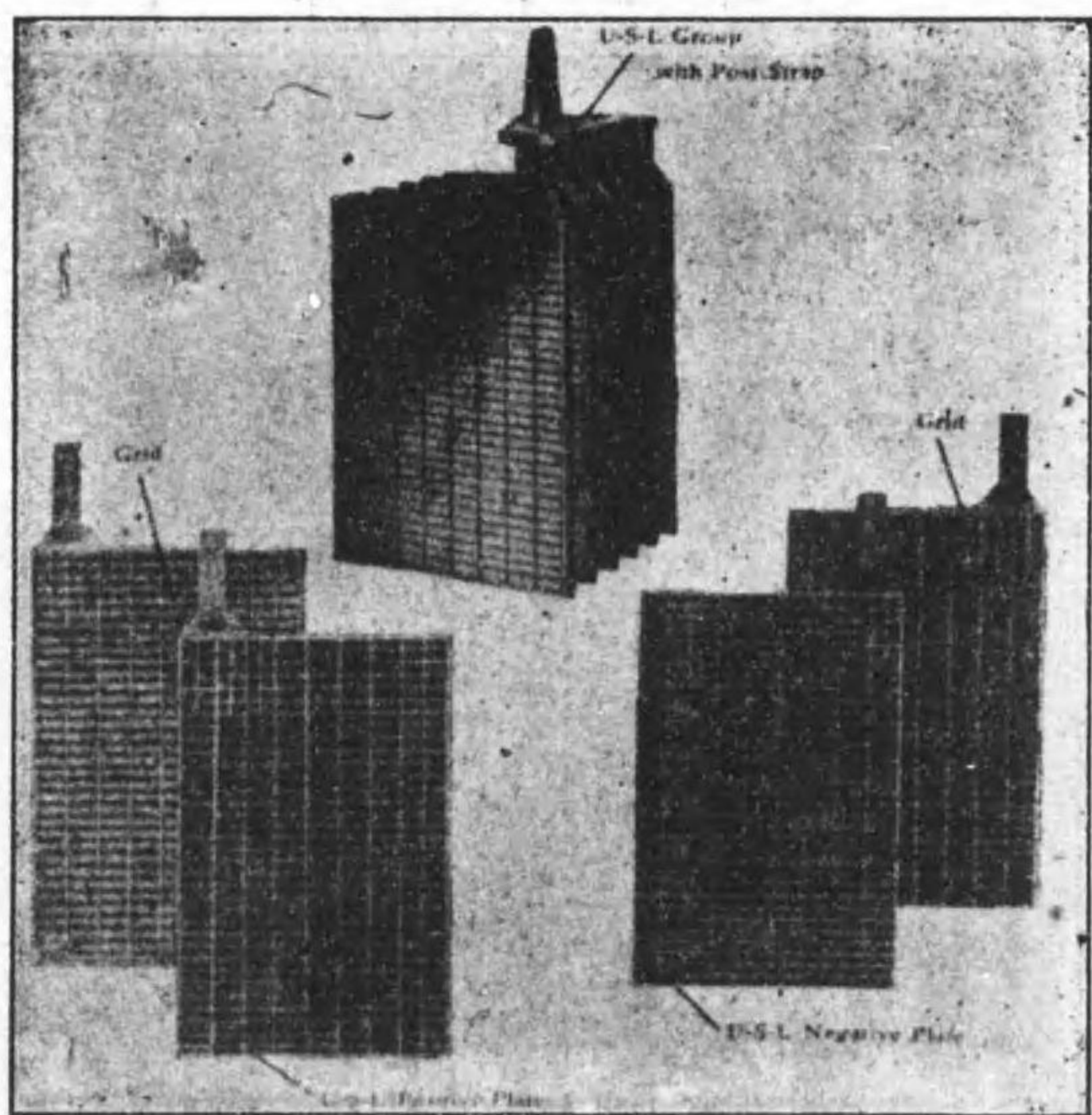
其他米國のグールド(Gould)及びウキラード(Willard)會社等の使用せる格子も此のエキサイド型に幾分の變形をなしたるに過ぎず第二十二、二十三、二十四圖の如し。

メトウ型格子

子
ン
ド
イ
ヤ
モ
型
格

チ
タ
ン
型
格
子

圖 四 十 二 第

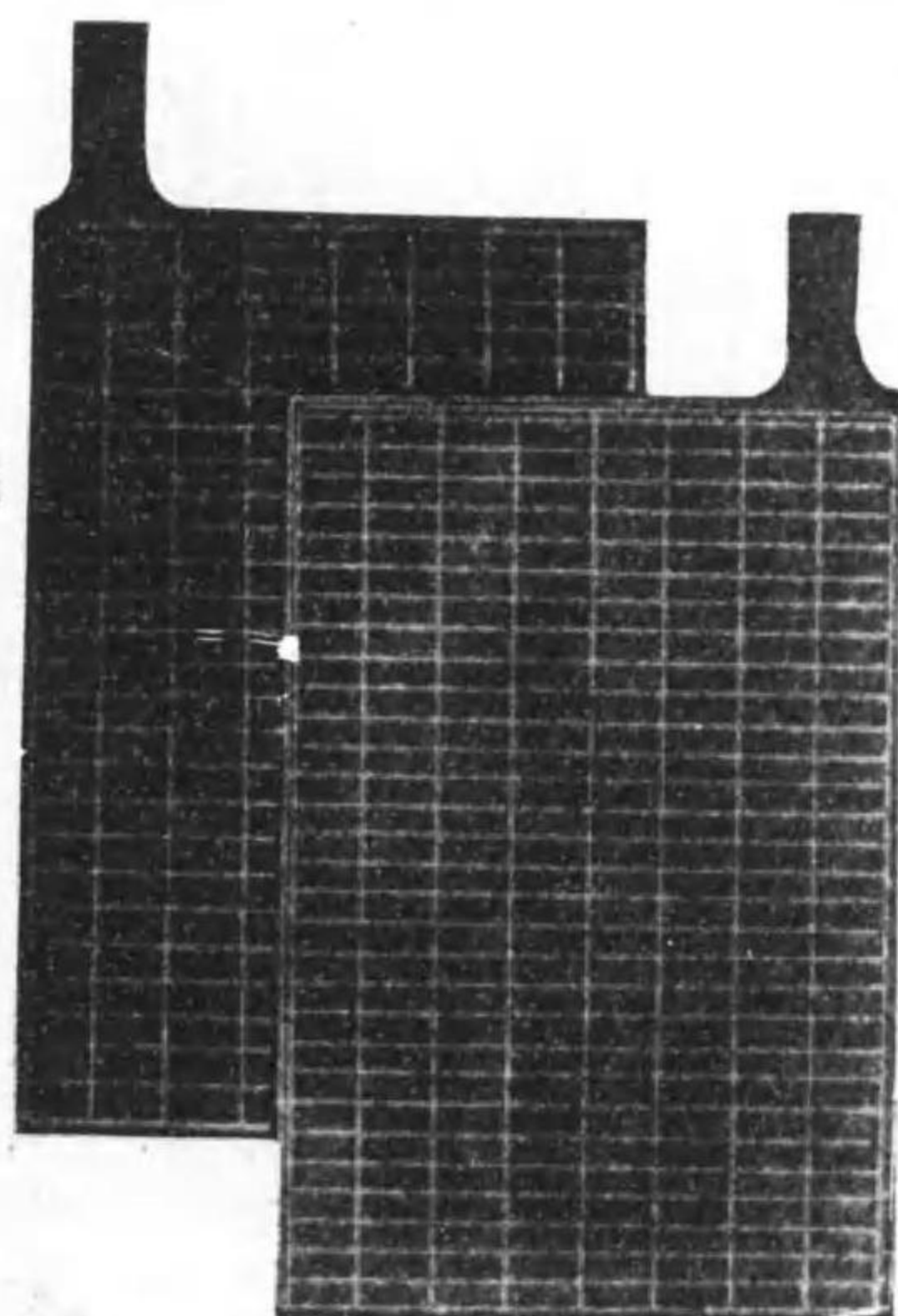


第十章 糊狀式基板の製造法

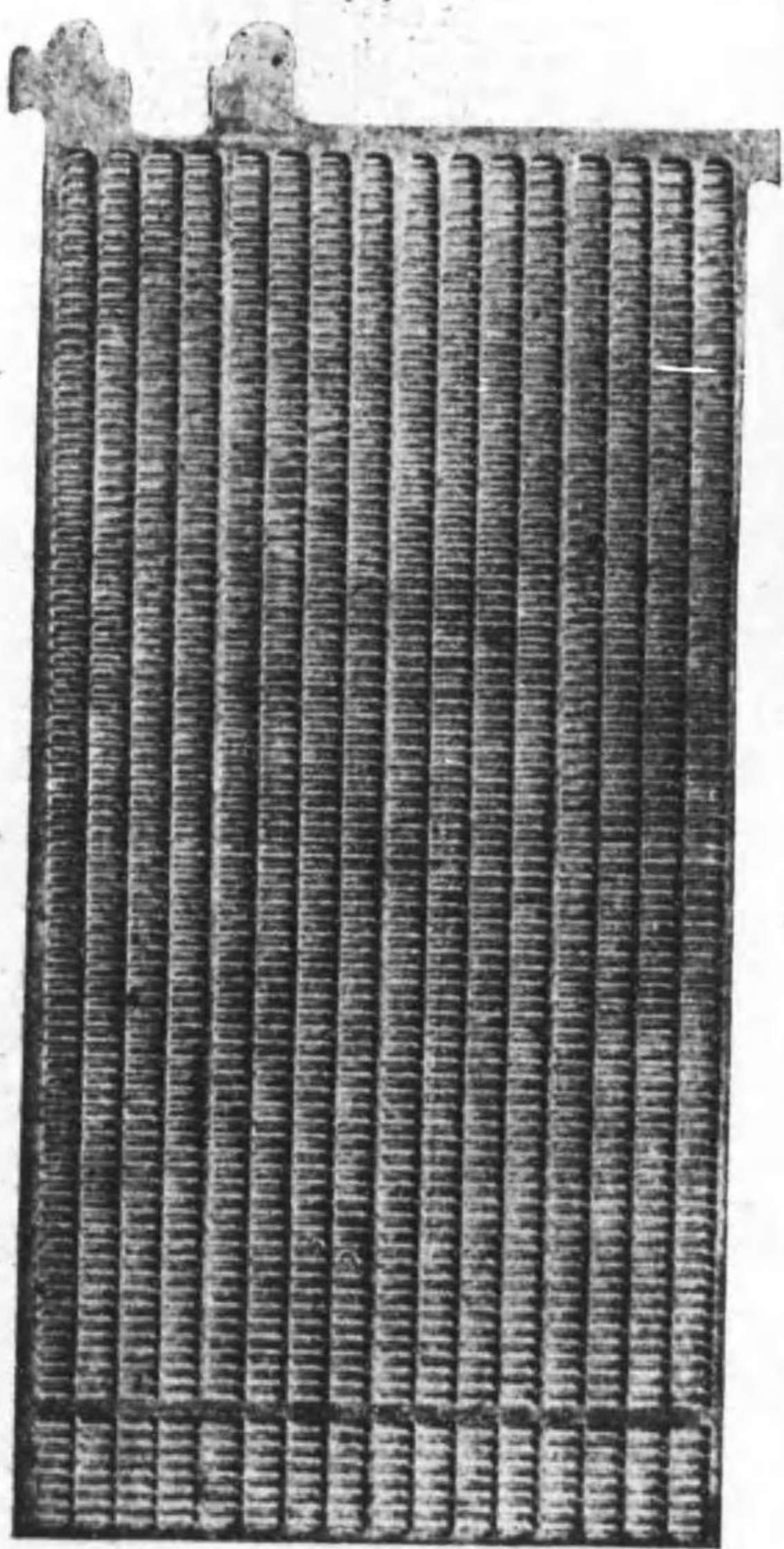
五、チタン型格子
 此の格子の骨組は直角及び斜角を以て互に相交るものにして其の構造は第二十五圖に示す如し此はゼネラル、レッド、バッテリー
 ー 會社 (General Lead Battery Co.) にて使用せるものにして陰陽兩極とも同形なり其の特徴は彎曲に對し抵抗力大なるにあり。
 六、ダイヤモンド型格子
 此の格子はフィラデルフキヤ蓄電池會社 (Philadelphia Storage Battery Co.) が其の使用せる格子に其の形狀より命名したるものにして骨

第 二 十 二 圖

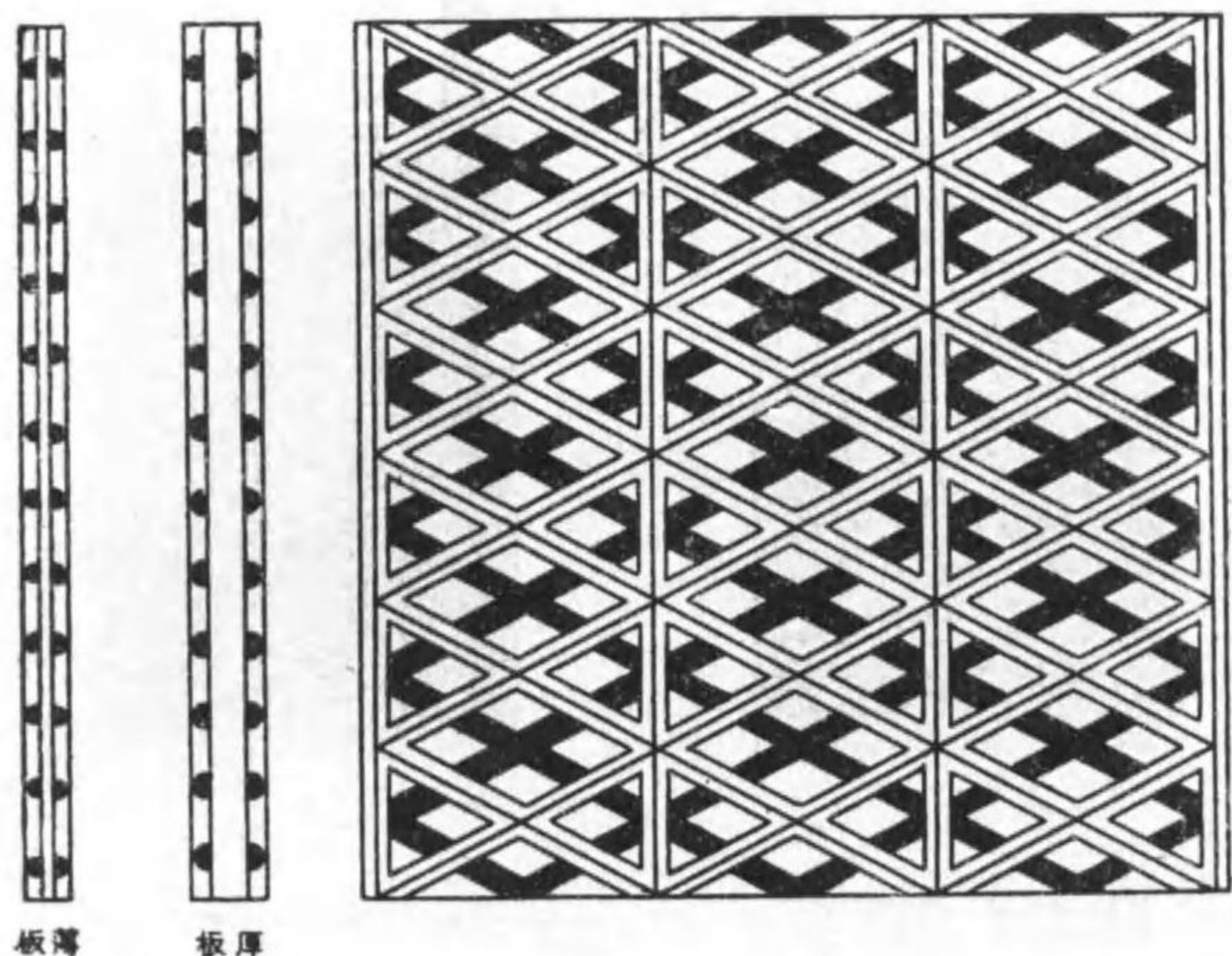
蓄電池及び其の取扱法



第 二 十 三 圖

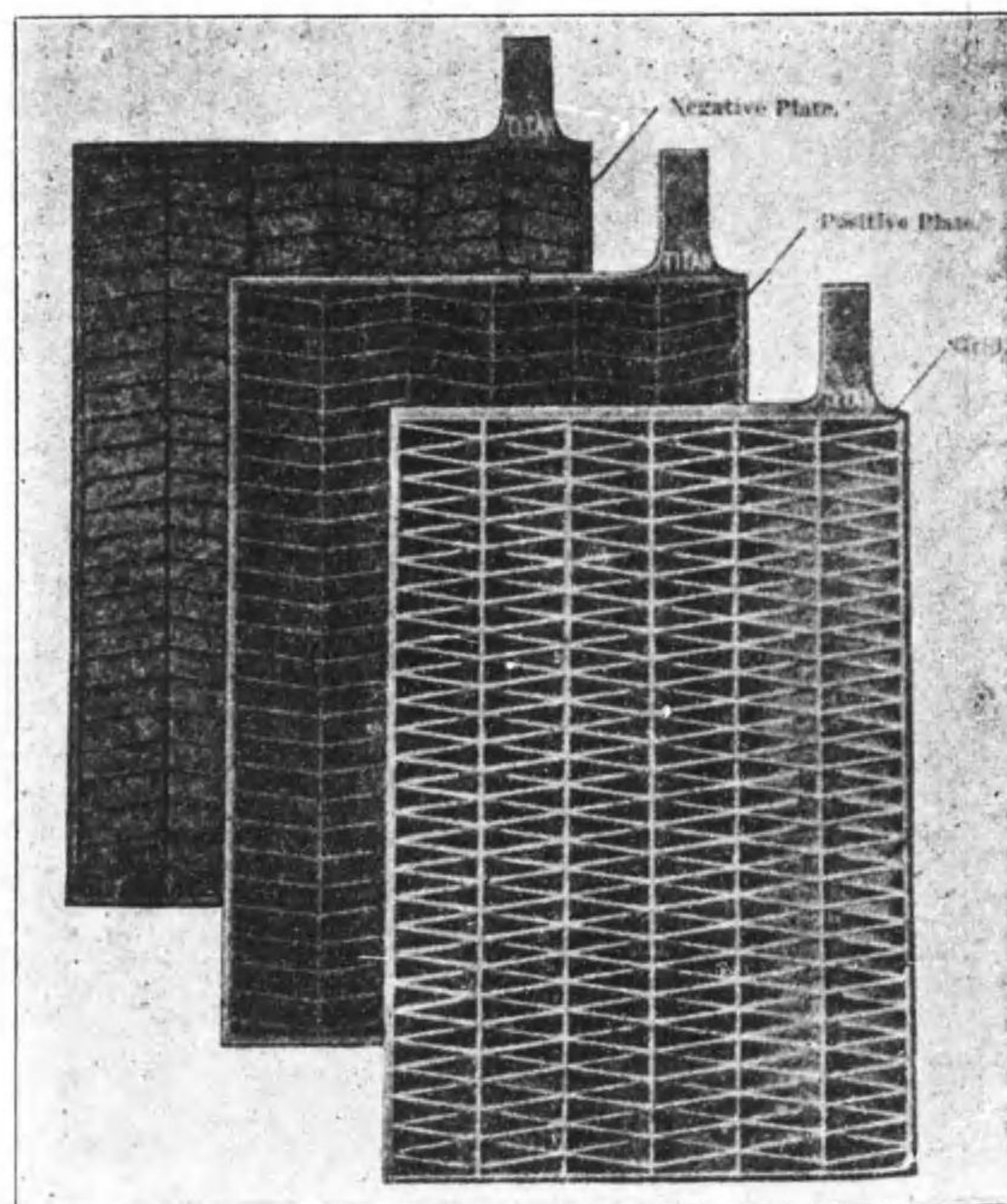


圖六十二第



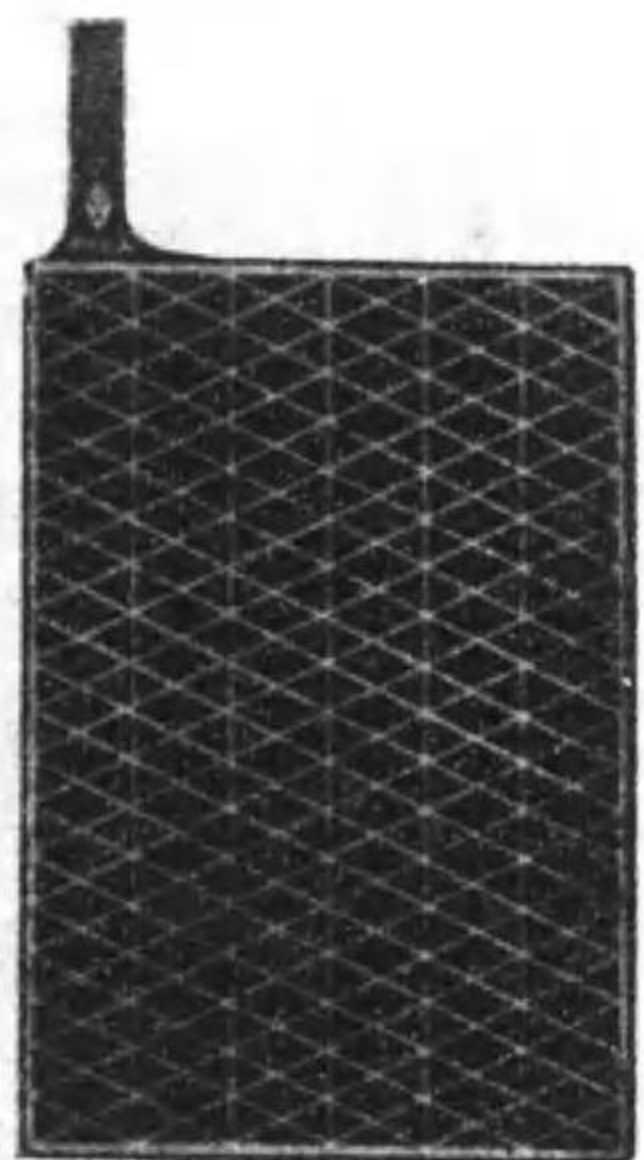
ち其の構造は恰も橋梁の桁の如く相互に保持するが故に堅牢にして強固なり又一面に於て現る、菱形の糊状體は其の裏面に於て十字形の骨によりて支持せらるゝが故に糊状體と骨の密着性も多く又電氣の傳達力も大なり従て薄き基板を作るに便にして移動用又は自動車用の如き重量の輕きを要する蓄電池の薄基板を作る元祖たり第二十六圖は其の格子の詳細を示せるものにして第廿七圖は糊状體を詰め仕上げたるもの、外觀なり此の格子は陽極のみを使用せらるゝものにして陰極には其の構造簡單簡なる魚の骨組狀の所謂ヘリング、

圖五十二第



組は縦骨と對角骨とが相交り此の對角骨が又相互に交叉して菱形をなすによりダイヤモンドなる名を導びきたるなり。
此の對角骨は表裏に分れて互に其の位置を偏倚するも縦骨は表裏兩面に通じて太く上部より下部に向つて幾分細くなれり。
此の種の格子は種々の優越なる點を有す即

第二十七圖



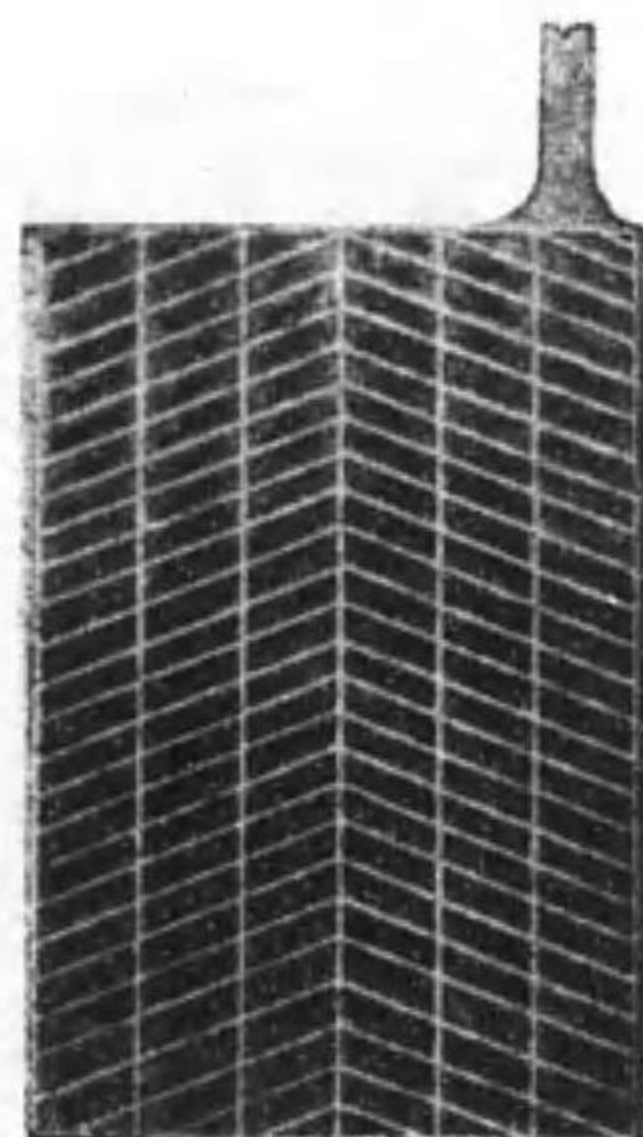
ポーン型を使用せり第廿八圖の如し。其の他一部分宛の改良によりて尙數多の形状ありと雖も其の原理に於ては異なる所なければ之を略す。

以上陳ぶる所の格子は何れも皆鉛及びアンチモニーの合金より成れるものにして鑄造によりて製作せらる。

鑄造(Casting)

格子鑄造の材料は鉛及びアンチモニーなり兩者特に純粹なる事必要にして金、白金、銅、錫、砒素等の不純物あるべからず然れども普通市場にある鉛は其の品位九九九パーセント位なれば成るべく電解精鍊を施したるものを使用するを要す濠洲産鉛の純粹なるも

第二十八圖

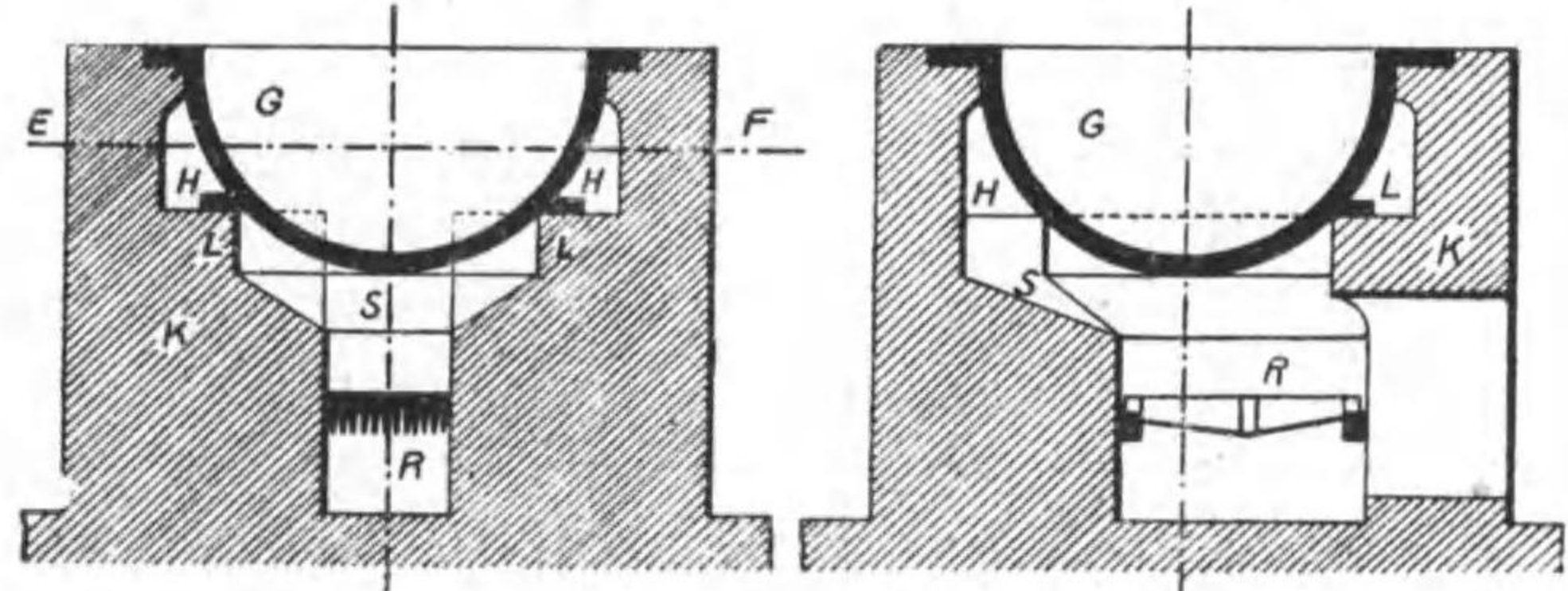


のにありては其の品位九九九パーセントに達するを以て賞用せらる其の比重は一・二五乃至一・三七にして其の熔融點は攝氏三百四十度附近なり此のものは灰青色の柔軟なる金屬にして一平方耗の斷面に對し一三疋の力を以て牽引すれば切斷され又五疋の壓を加ふれば壓潰せらる熔融せるものを凝固せしむれば約一パーセントの收縮をなすが故に此の鉛の鑄造は甚だ困難なり又赤熱すれば白色の蒸氣を發す此の蒸氣は甚だ有毒なるが故に取扱者は之に觸れざる様注意すべし。

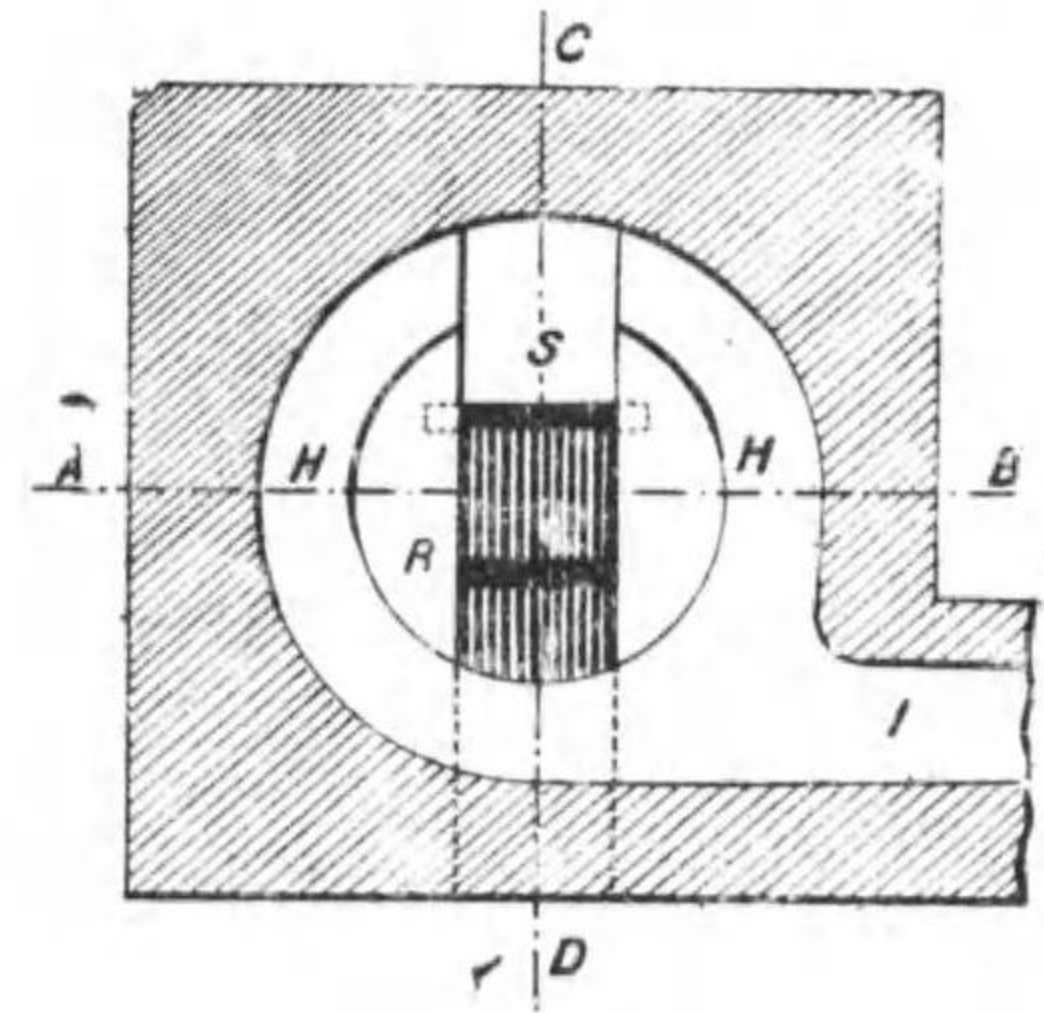
アンチモニーは銀色の光輝ある結晶形の金屬にして其の比量は六七其の熔融點は攝氏四百四十度なり鉛と共に熔融せば其の硬度を増し熔融點を低下する性あり斯く合金となれるもの、熔融體は鉛のみの場合の如く粘稠ならず故に合金の鑄造は容易なれども其の量十パーセント以上に達すれば其の質甚だ脆弱となり却て格子の損傷を多からしむ又餘り少なきときは格子が使用中に伸長する虞あるを以て通常使用せらるゝ調合には五乃至八パーセントを含有す。

圖九十二第

圖十三第



第三十一圖



此等金屬の熔融は普通
 鑄鐵製の肉厚き鍋中に於
 て行はるゝものにして先
 づアンチモニーの必要量
 を熔融し其の融液となり
 たる處へ鉛の所要量を徐
 々に加へ攪拌混合せしむ
 此の鍋は通常骸炭爐にて
 熱せらるゝものにして第
 二十九圖及び第三十圖は
 交互に九十度の角度を轉
 換せる縦断面第三十一圖
 は水平断面の鍋を取除き
 たる處にして火床上にて

骸炭より發したる火焰は鍋底に觸れてSなる通路より鍋側煙道且を経て側
 面より鍋を熱しIなる通路に出で煙突に逃るゝなり。

鍋内の熔融金屬は鐵製柄杓にて掬ひ鑄型に注入せらるゝ者なるが鉛は空
 氣に觸るれば酸化せられて渣滓となるが故に柄杓にて掬する毎に其の渣滓
 の量を増して甚だ不經濟なるのみならず渣滓が熔融物中に混じて鑄型内に
 流れ込む虞あり故に熔融せる金屬を掬出す代りに鍋内に唧筒を据付け鍋
 底の熔融物を壓出して注ぎ込むか或は鍋底に活栓を附して底部の熔融物を
 流出注入せしむるを宜しとす。

斯くするときには熔融物の表面は開放し置くの必要なきにより其の表面を
 木炭末にて覆ひて酸化を防止し且つ鍋の上に煙突を附して發生する有毒な
 る鉛の蒸氣を煙突内に逃れしめ鑄造者に對する鉛毒を豫防する事を得。

又熔融物の温度は終始一定するを要す然らざれば格子の質を一定せしむ
 ること能はざればなり故に熔融鍋内には檢熱器(Pyrometer)を備へ附け常に其
 の温度を指示せしめ爐熱を調節すること肝要なり骸炭の熱にては此の温度

鑄型

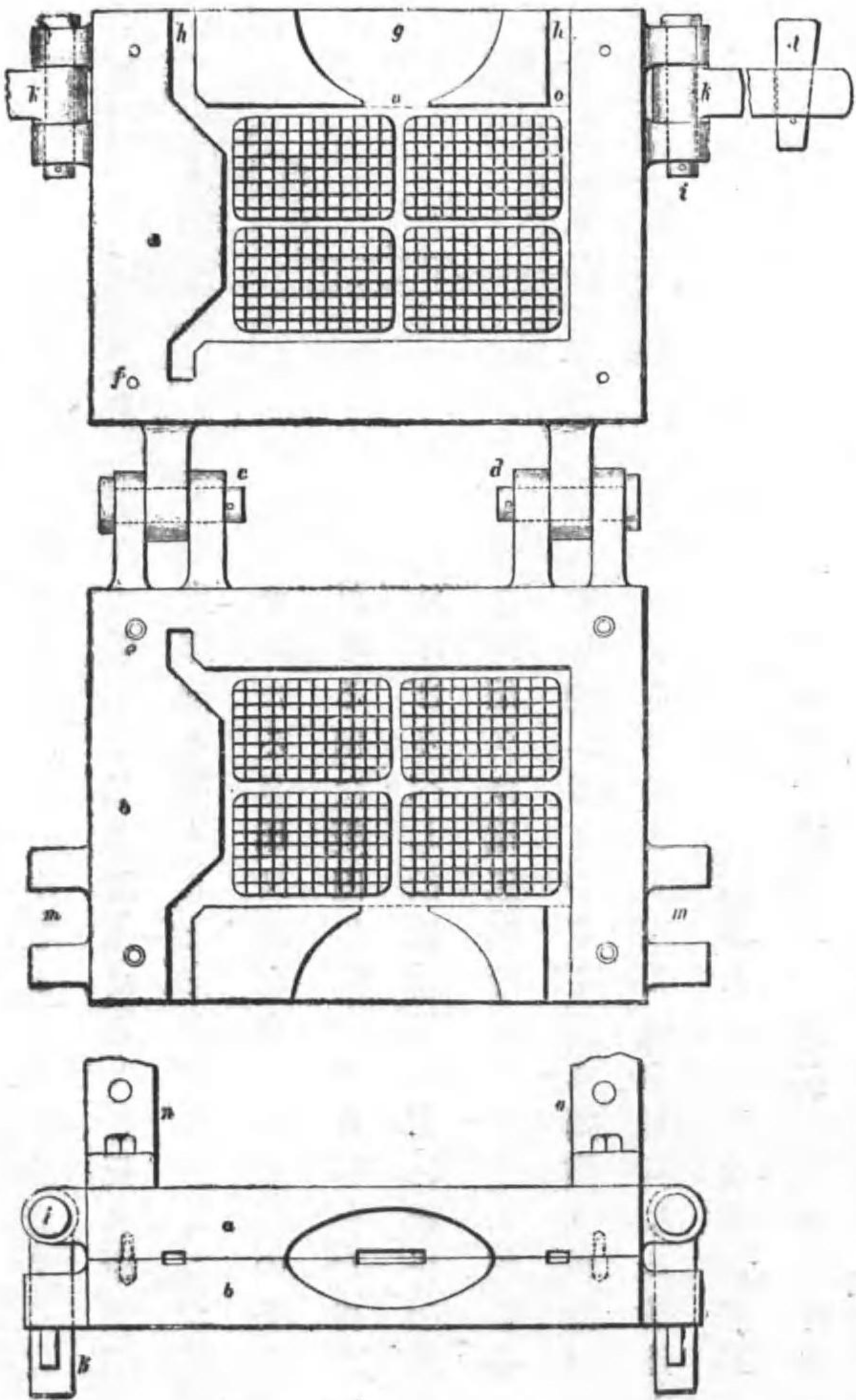
鑄型(Mould)

の調節困難なれば燃料として瓦斯を使用するを便なりとす。

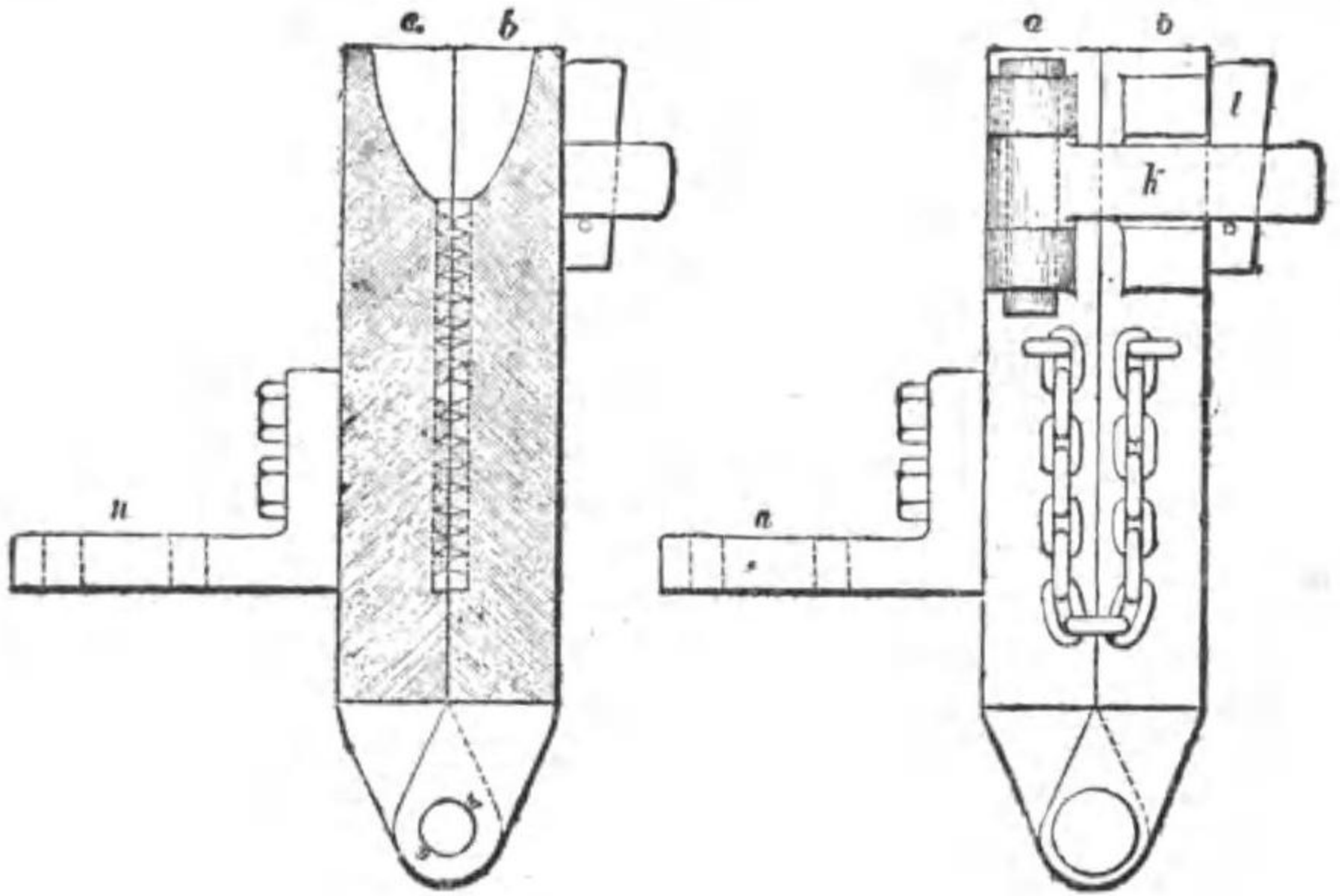
鑄型材料としては鑄鐵鋼鐵眞鍮又は砲銅を用ふ鑄型は二枚の部分よりなり各其の相接する面には作らんとする格子の厚さの二分の一に相當する深さの彫刻あり此の彫刻面は最も平滑にして金屬の光澤を現はし鑄物の離脱を容易ならしむるを要す此の二枚の型は一時間に數十回開閉せらるゝを以て其の組合せは容易にして特に精密に符合する様機械的裝置を施さるべからず第三十二乃至第三十五圖は其の一例を示せるものにしてa及びbなる半型をc及びdなる蝶番によりて聯結しe及びfなる突起と孔とによりて其の組合せ位置を精確ならしめk l mによりて之を締め付くるなりgは鑄込口にしてhは空氣抜きなり即ち第三十三圖は鑄型の開きたる處第三十二圖は其の閉ぢたる處を示し第三十五圖は閉塞せる鑄型の直立斷面第三十四圖は其の側面を現せるものなり又nは此の鑄型を正位置に保持する裝置なり。

圖三十三第

圖二十三第



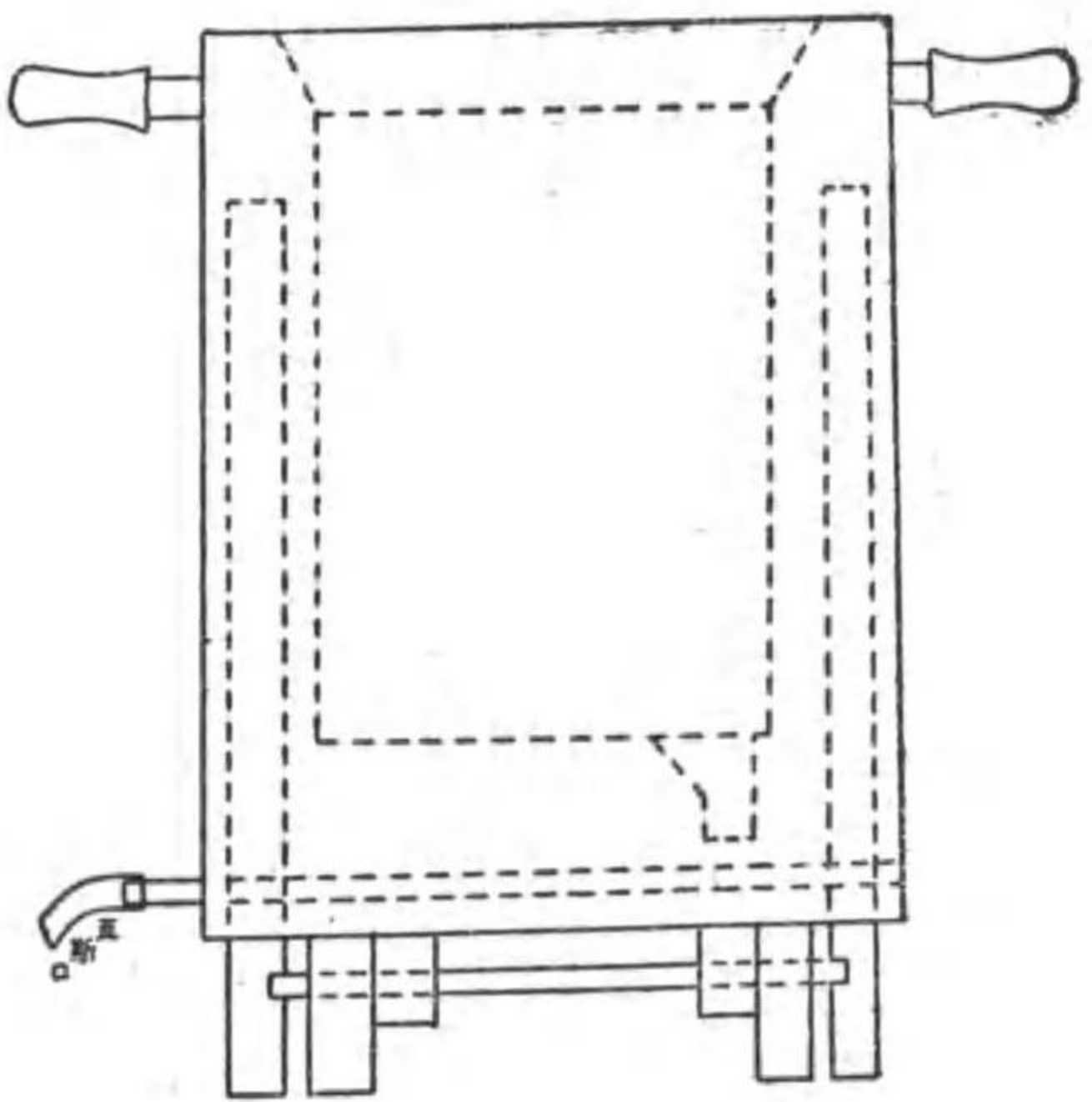
第三十四圖



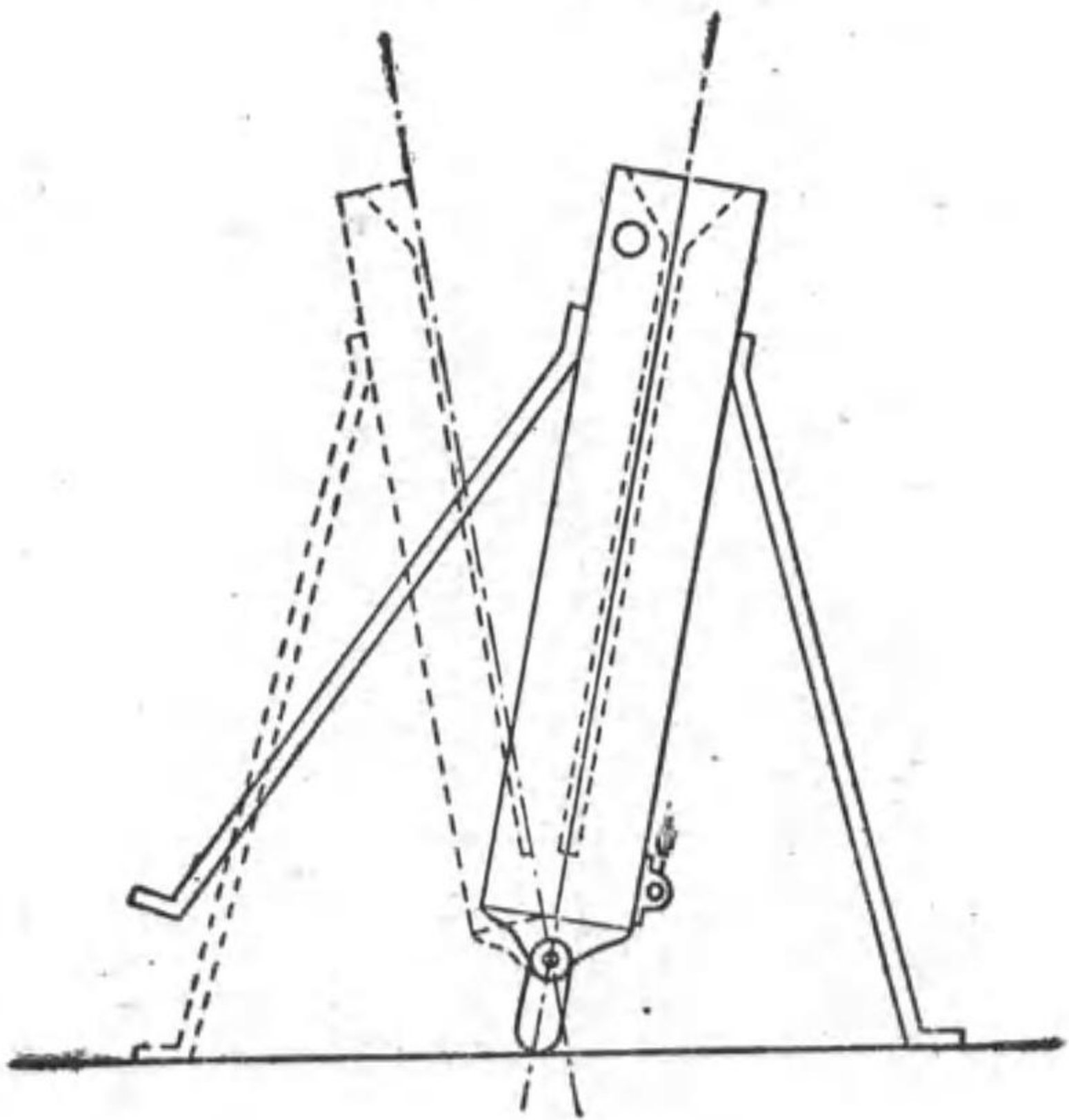
第三十五圖

凡そ鉛又は其の合金の如き熔融温度低く且其の比熱の小なるものを鑄造するには其の鑄型は豫め鑄込まるゝ金屬の凝固温度附近迄熱し置くこと必要なり然らざれば鑄込まれたる金屬又は合金の湯は型の全面に流れ渉る前に凝固し完全なる鑄物を得ること能はざるべし故に鑄型は常に前後兩面より瓦斯焰又は電氣熱等によりて加熱さるゝ装置を備ふるものなり従て鑄型は吸熱部を減少する目的より成るべく單簡なる構造たるを要す第三十六圖及び第三十七圖は其の要求に應ずる装置の一例にして其の開き方を單に狭小なる角度に止め其の位置は幾分傾斜したる儘使用せらるゝものなり。

圖六十三第



圖七十三第



鑄造に際しては熱せられたる型の彫刻面に石鹼石末又は滑石末を撒布し軽く拭ふか又は油煙を敷き或は石蠟を塗布したる後鑄造すべし然らざれば鑄物を型より離脱すること困難なり。

鑄造に使用する合金材料は基板の出來上りたる後局部作用を起さしめざ

る爲め可及的純粹なるものたるを要す然れどもアンチモニーには往々砒素を夾雜することあり又或る製造家は鑄物の物理的性質を良好にし鑄造の際流れ易からしむる爲とて特に少量の砒素を加ふることあるも元來砒素は電解の際發生する水素と化合して砒化水素(Asin: AsH₃)を作り空氣中に飛散するが故に密閉室内にて使用する蓄電池の基板の格子としては衛生上面白からず故に砒素の許容し得べき最大限度は〇・〇一パーセントとし練糊材料中に於ける限度は〇・〇四パーセントとせり。

基板の厚さは陰陽兩極共同一の厚さを使用するも陽極は後述の化成作用を受けて脆弱となり易きが故に陰極より多少厚くするを可とす普通に使用せらるゝ陽極は四乃至五耗にして飛行機又は自動車用などには之より薄きものを使用するを普通とす。

鑄造畢れば格子を検査し其の完全に鑄造せられ鑄集なきものを選びて直ちに之に糊狀體を充填す若し未充填の儘永く空氣中に放置するときは格子の表面は酸化せられて糊狀體の定着力を減少する虞あり。

練塗作業

練塗作業(Pasting the grid)

糊狀に練りたる活質體を格子に塗布し放置するときは恰もセメントが固結するが如く凝固し格子の孔眼内に充填せる固塊を得べし此の操作を名づけて練塗作業と云ひ手工又は機械力によりて行ふものなり其の凝固の程度によりて得たる基板を次の三種に區別す。

一 軟板(Soft plate)

之は其の名の如く凝固せる活質體が柔軟なる状態にあり従つて氣孔度多く酸の滲透擴散速にして化學反應促進せられ容量絶大なるものなり此の種の基板にて作られたる蓄電池は強放電率によりて多量の電氣を發生するが故に自動車の點火及び發働用電池に賞用せらるゝも其の耐久力の少なきを缺點とす。

二 硬板(Hard plate)

此の種のもののは其の凝固状態甚だ堅牢にして前者に比すれば氣孔度少なく従つて酸の擴散速度も鈍く化學變化の敏活を缺くが故に強放電率にて大

軟板

硬板

容量の發生を望む場合には適せざれども其の壽命長さにより穩健なる電流を發生し永く使用せんことを望む場合即ち陸上据置用に適するものなり。

中板

三、中板 (Medium plate)

其の凝固程度前二者の中間にあれば氣孔度、耐久力、電流發生速度、容量等共に其の中間に位するものなり此の種のもは艦船用に最も多く使用せらる。糊狀式基板は斯くの如く任意の凝固程度のもを製作し得て容量及び其の電流發生速度を自由に調節することを得るものなれば此の點に關しては到底プランテ式の能く追従し得ざる所なり然れども其の耐久力に至りては遙に短く利用し得べき充放電の回數は素より使用狀態の如何により異なりと雖も約三分の一乃至四分の一に過ぎず。

活質體の原料

活質體の原料として使用せらるゝものは種々あるも多年の經驗により今日にては酸化鉛、光明丹及び鉛粉の三種類に殆ど限定せらるゝに至れり。

一、酸化鉛 (Litharge : PbO)

鉛を反射爐又は空氣の流通自在なる爐内にて熔融せしめ攪拌すれば次第

に酸化して酸化鉛となり金屬鉛粒と混じて漸次固り來るべし之を爐外に取出し粉碎して水簸により金屬鉛と粉末泥狀をなせる酸化鉛とを分つ次に此の泥狀のものを乾燥灼熱して黄色の酸化鉛を得此の時分離したる金屬鉛は更に復熔融酸化せしむ。

或は又鐵鍋内にて熔融したる硝石中に鉛を投じて攪拌するときは酸化作用を受けて酸化鉛と亞硝酸曹達とを生じ餅狀となる之を冷却後水洗せば亞硝酸曹達の溶解により固塊は漸次破壊せられ粒狀の酸化物を殘留す之を粉碎水簸して前者の如く處理すれば酸化鉛を得るなり溶解せし亞硝酸曹達は多少の鉛を溶存するが故に之に炭酸瓦斯を吹き込みて鉛を沈澱回收し其上澄液を蒸發して比重ポイメー五十度に達したるとき冷却せば亞硝酸曹達は晶出すべし。

鉛粉の細きものは空氣中にて自然に酸化して亞酸化鉛となるも若し之に點火せば酸化促進せられて酸化鉛を生ず。

二、光明丹又は鉛丹 (Minium or Red lead)

前述の如く水簸法によりて分離したる濕酸化鉛を強熱して黄色の酸化鉛となす代りに攝氏四百度乃至四百三十度位にてマツフル爐中にて熱すれば赤色の粉末となるべし是即ち光明丹なり此のものは一定の成分を有せずして單に酸化鉛と過酸化鉛の混合物なるが故に其の化學記號は $3\text{PbO} + 2\text{PbO}_2$ にして其の最も近き所は $2\text{PbO} + \text{PbO}_2 = \text{Pb}_3\text{O}_4$ なるも灼熱の時間によりて種々の程度の混和物を生ず。

此等酸化物は何れも皆稀硫酸又は硫酸鹽類の溶液にて捏混すれば化學變化を起しセメントの如く硬化するものなり。

三、鉛粉(Lead powder)

セメント工場に於て使用するチューブミル(Tube mill)の如き鐵製圓筒内に多數の小鉛球を入れ回轉するときは鉛球は相互に磨擦し或は鉛球と筒壁との磨擦によりて磨鎖して粉末を作る故に圓筒の周壁に無數の小孔を穿ちて之より篩出せしむるか或は壓搾瓦斯を圓筒内に吹き込みて其の粉末を隣室に飛散せしむれば鉛粉のみを得べし斯くして得たる粉末は帶黄青色にして

鉛粉と亞酸化鉛との混合物なり水又は稀硫酸にて捏混せば能く固結する性質を有す。

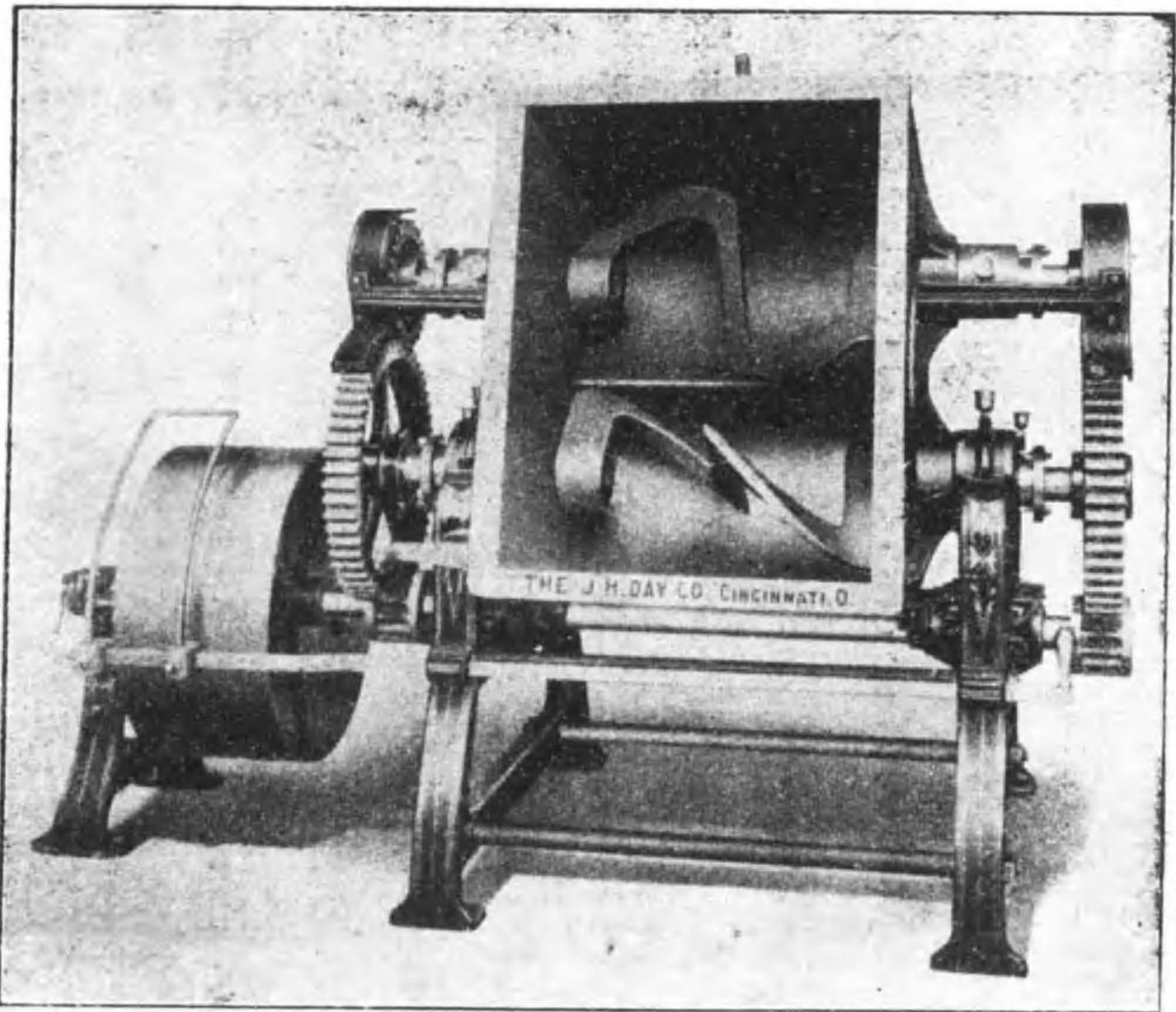
捏混器

捏混器(Mixer)

第三十八圖は上記の諸原料を硬化劑たる液と共に捏混する装置なり其の構造は一見して明瞭なるが如く鐵製の器の内面を鉛板にて張り詰めたるものにして内部に水平に位置せる二個の鐵製回轉軸あり之に攪拌装置を附着す攪拌装置は其の表面を全部鉛板にて包まるゝか或は全然硬鉛にて製作せられ互に相反する方向に異なりたる速度を以て回轉して捏和の目的を達す圖は其の糊狀物を取出すときの位置を示せるものなり之を使用するには先づ硬化劑として使用せらるべき液を容れ次に調合せる原料を少し宛徐々に加へて攪拌器を回轉して充分に捏混せしむ生成せる糊狀體の硬度は基板の氣孔度及び容量に變化を及ぼすこと既に述べたるが如し而して其の硬化速度は其の調合法及び原料の種類により異なるものにして最も大なる影響を與ふるものは捏混時の溫度なり普通夏期七八月の頃は其の速度餘りに迅速

活質體の
割合

第三十八圖



にして到底塗布するの暇なきが故に捏和室及び塗布室を人工的に適度の温度に調節してなるべく四季共に變化なき様設備するを宜しとす。

活質體の割合法は各製造家皆之を秘藏するを以て知るに由なきも一般に陰陽兩極に向つて異なる割合をなせるが如し今其の一例を左に示さん。

陰極に向つては主として酸化鉛を使用し之を稀薄なる硫酸比重約一・二にて捏混するものにして其の割合は所望の電

氣容量によりて異なるも大約原料六に對し硫酸一の比なり陰極板は使用中收縮する性あるにより其の收縮防止劑として硫酸バリウムを混ず其の量二乃至六パーセントの間にあり其の他硫酸マグネシウム、黒鉛、煤等も亦同一の目的に使用せらる又グリセリンを以て其の固着力を増加せしむる處もあり之を行ふには先づ濃厚なる硫酸とグリセリンを等量に混じ之を冷却し水を加へて三倍量となし酸化鉛四疋に對し此の混合液八百七十立方糎を加へて捏混し格子に塗り詰めフェルトを以て之を壓するなり斯くの如くして作りたる活質體は化成後粘靱なる海綿狀鉛と成ると云ふ。

陽極に向つては主として光明丹を使用し適當量の稀硫酸を以て所望の粘稠度に捏混す然れども陽極は化成後陰極の如く收縮することなく従つて固着力弱きが故に其の凝着を助成せんが爲め補助劑を使用することあり其の最も普通なるは硫酸アムモニヤなり又時としては唯硫酸アムモニヤ溶液のみにて捏混せらるゝこともありグリセリンも亦凝着補助劑として使用せらる其の液の製造法は陰極の場合と異なることなく鉛丹四疋に對して硫酸グ

リセリン液六百二十五立方糎を使用す。

陽糊としても亦鉛粉を使用せる處あり此は水又は稀硫酸を以て適度の濃度に練り基板に塗布するものなれども其の粘着力光明丹の場合の如く大ならずして乾燥の際龜裂を生じ易きにより之を防止する爲其の表面に紙を張りて乾燥せしむ又鉛粉原料の場合には特に硫酸グリセリン法を推擧せる製造家もあり。

斯くの如く凝着補助劑を使用するも陽極の過酸化鉛活質體は機械的結合力に乏しくして使用中次第に柔軟となり恰も泥土の如く表面より漸次に洗ひ去らる殊に過酸化鉛は無定形なるに硫酸鉛は結晶性なれば充放電毎に其の物理的性質を變化するを以て一層其の剝落を助成す又充電の終期に於ける瓦斯の發生も之を助長するが故に瓦斯の發生は可及的緩徐たらしむるを宜しとす蓋し糊狀式基板より成る蓄電池の耐久力は全く陽極の壽命によりて左右せらるゝものなり。

糊狀體塗布法

糊狀體塗布法

捏混を終りたる糊狀體は時を移さず直ちに格子に塗布せらるべきものにして普通手塗と機械塗の二法あり。

手塗

手塗にありては臺上に帆木綿又は石綿の布を敷き其の上格子を平臥せしめ篋を以て糊狀體を全面に塗り附くるものにして此の敷布は糊狀體の水份を吸収して適度の凝固をなさしむる爲め使用せらるゝものなれば其の湿度は此の作業に重要なる關係を有するものなり一面を塗り畢れば裏返して直ちに其の裏面に塗布す敷布は此の際此の顛回を補佐する手段ともなる又時としては片面宛數枚を塗り畢りたる後積重ねたる儘全部を一度に返顧し然る後其の裏面を塗ることあり之れは濕氣吸収に時間を與ふる爲又取扱を便にする爲なれども表裏の湿度に差を生じ凝着力に影響を及ぼす虞あり塗布を畢りたる基板は吸収紙又は帆木綿を挿みて積重ね濕潤度を均一ならしむ。

機械塗

機械塗に於ては糊狀體を機械的に格子面に一樣に撒布し循環せる調革の上に乗せ壓搾ロールの異なりたる空隙間を順次に通過せしむるなり此の方

法によれば活質體の各部一様の硬さに塗ることを得るが故に薄板の塗布に適せり。

上述の如くして作りたる基板は次に比重一・一六乃至一・一七の硫酸中に浸漬して其の一部を硫酸鹽化せしめて硬化を助け活質體中に硫酸鉛の結晶の網を一面に羅せしむ。

浸漬を畢りたる基板は次に乾燥に處す乾燥法は枠に懸けて空氣中にて自然乾燥をなすか或は密閉室中にて蒸氣又は電氣熱に依りて乾燥す時としては特別の室に熱空氣を吹き込みて乾燥することもあり何れの場合に於ても乾燥室内の空氣餘りに乾燥せば活質體に龜裂を生ずる虞あるが故に室内の空氣には常に相當の濕度を保持せしめ溫度を攝氏六七十度にして此の溫度により硬化作用を促進せしめつゝ乾燥するの目的に出づるを宜しとす。

アイヤンクラッド型基板(The iron clad type plate)

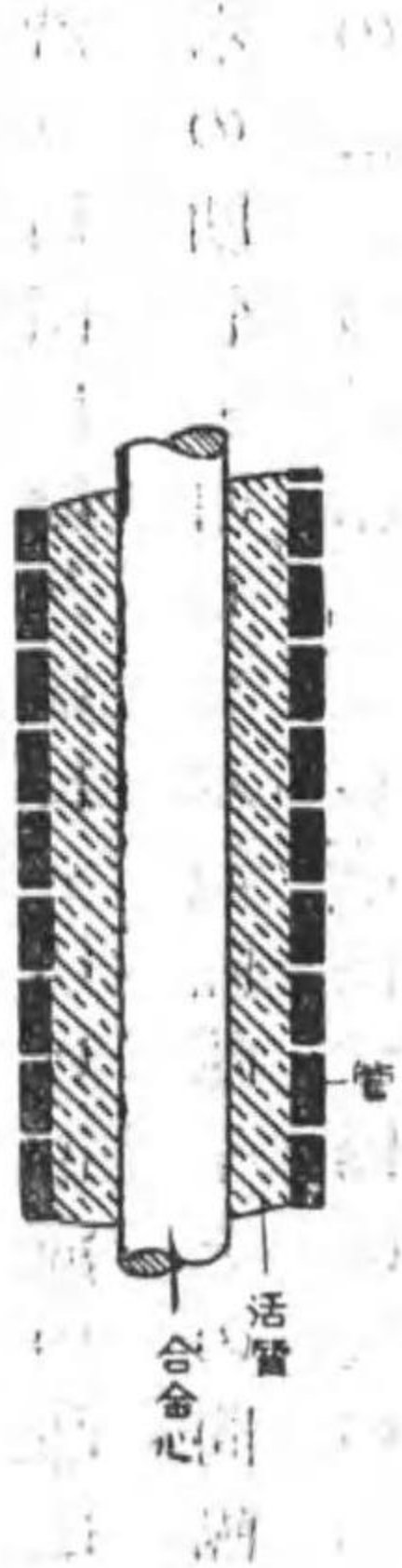
以上陳べたる基板は合金製格子によりて其の形狀を維持せしむるものなれども近年に至りエポナイト管によりて其の形狀を維持せしめたる基板現

アイヤンクラッド型基板

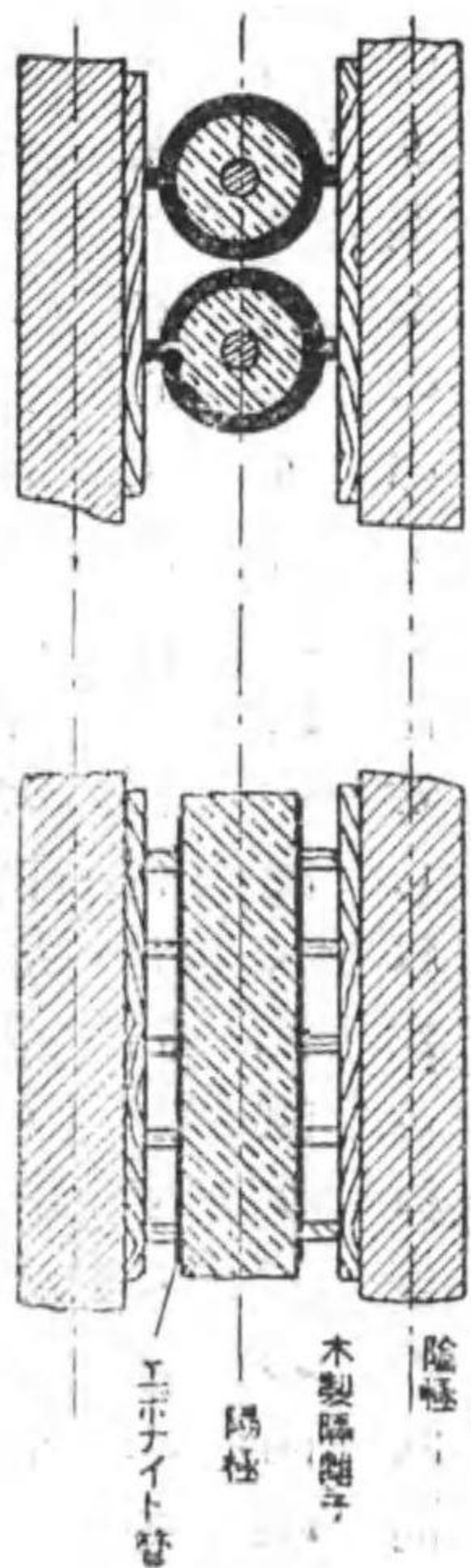
出せり。

此の種の基板は千八百九十八年佛國人フキッパール(Phillipart)氏によりて發明せられたるものにして米國のエレクトリック、ストアレンジ、バッテリー會社(Electric Storage Battery Co.)の創製にかゝる其の構造は陽極板の改良に止まり陰極板としてはエキサイド型を使用す故に又アイヤンクラッド、エキサイド型(Iron clad oxide type)とも稱せらる陽極はエポナイト製の管の中心に鉛及びアンチモニー合金の心棒を貫通せしめ此と管との間に活質體を充填せしめたるものにして心棒の偏寄を防止する爲めエポナイト製半圓形の薄盤を心棒の全長に涉り等距離の處に挿置す其の兩端はエポナイト製圓盤を以て蓋とせり斯くの如く製作せられたる數多の圓筒を心棒の上下兩端に於て二本の合金の横棒に鐵付けして一の基板を組立つ又此のエポナイト管は全長に沿ひ周圍に細き鋸目を明け電液の疏通循環を促し其の外方對角の位置に二本の肋骨を附して木製隔離子との間隔を定むることとせり第三十九圖は其の構造の詳細を示し第四十圖は其の完成せる基板を示せるものなり。

圖九十三第



混型基板

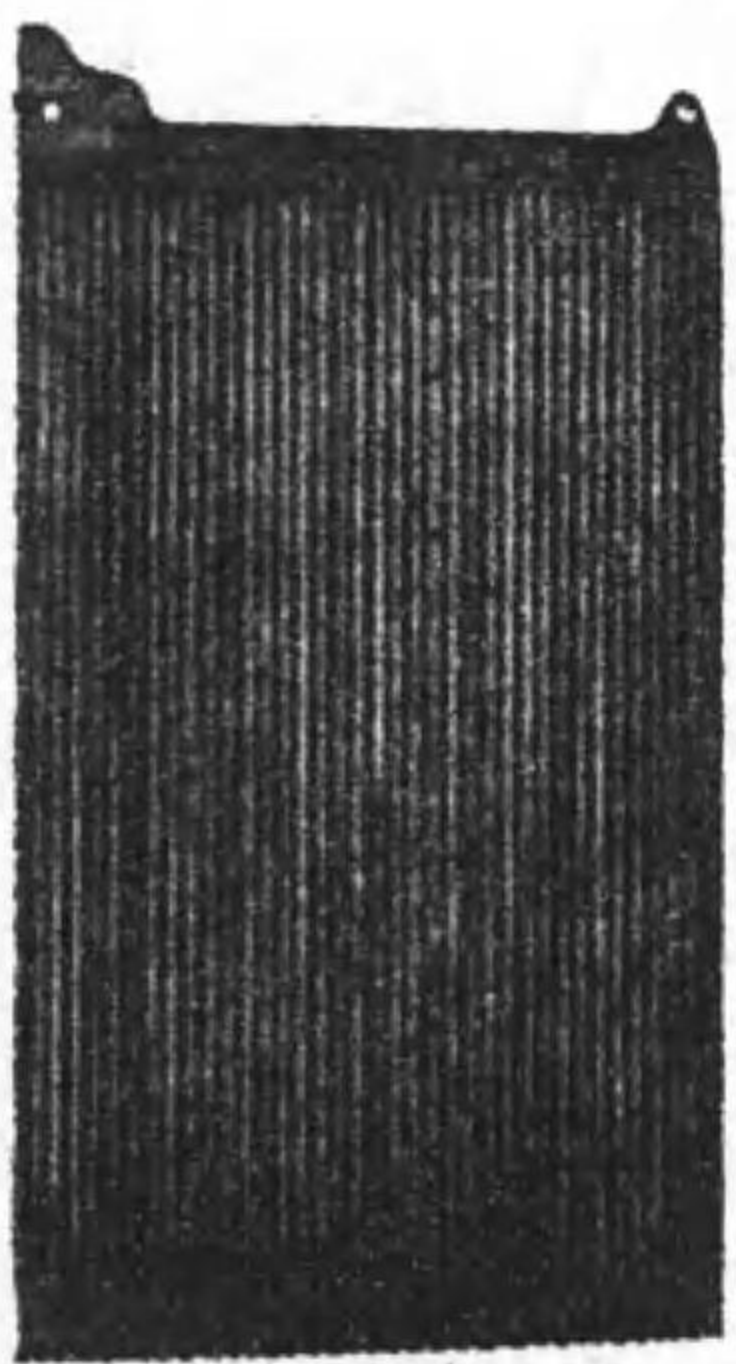


此の陽極の耐久力は非常に大なるものにして其の構造も亦堅牢なれば現今此の種の基板は潜水艦自動車其の他諸種の方面に大いに賞用せらるゝに至れり。

混型基板 (Mixed type plate)

此の種の基板は列車點燈用に主として使用せらるゝものにして糊狀式基板とプラント式基板との兩特徴を具備せしめたり即ち其の製法は全く糊狀

圖十四第



式なるも格子材料には合金を使用せずして純鉛を使用し其の骨組を肉太にして孔眼を小にせり故に最初は糊狀式活質體によりて其の容量を出さしむるも列車の振動激烈なる爲め活質體が漸次剝落するに從ひ格子の純鉛は次第にプラント式の化成を受けて活質體を補足し電池をして其の容量を減ぜざらしむ故に其の重量は容量に比して甚だ大なるものにして移動用としては不適當なるも列車の重量の大に比して九牛の一毛なれば敢て顧慮するの必要なきなり。

化成 (Formation)

化成とは陽極の糊狀體を過酸化鉛に陰極の糊狀體を海綿狀鉛に變ずる操作にして之を行ふには適當の大きさを有する鉛張り木槽又は磁製槽内に化成せんとする乾燥せる基板を入れて併列に接続し鉛板或は合金格子を其の對極として亦併列に接続し稀硫酸を注入して電流を通ずるなり斯くの如く對極として使用せられたる鉛又は合金の群をダンミー (Dummy) と稱す故にダンミーは結局基板とならざるものなり使用せらるゝ硫酸の比重は普通一・一前

化成

ダンミー

單獨化成

同時化成

後のものたり此の方法を單獨化成(Single formation)と云ふ時としては硫酸鹽類溶液又は硫酸と鹽類の混合溶液を電液として使用しダミーを用ひずに陰陽兩基板を同一槽にて同時に化成することあり之を同時化成(Simultaneous formation)と云ふ然るときは其の操作非常に簡單となり電力、勞力及び材料を節約することを得て經濟的なるも其の兩極の化成に要する電量相等しからざるときは何れか一極は化成度過剰となりて其の成績宜しからず故に同時化成を行はんと欲せば調合の際陰陽兩糊狀體の酸化程度を能く調査し化成に要する電量を等しからしむるを要す化成に使用せらるゝ電流密度は單獨化成にありては同時化成の場合よりも大なるものを使用す普通一平方粉に對し〇・二乃至〇・六アムペアを選定するものにして其の兩極より盛に瓦斯を發生するに至らば化成終了せるものとなし電流を切り基板を槽外に取出し充分水洗して空氣中にて乾燥す此の乾燥に當り陰極板は空氣の酸化を受け發熱することあり其の發熱急なるときは海綿狀鉛を熔し其の組成を變ずる虞あるが故に普通化成終了せば其の容量の約三分一乃至二分の一量を放

電し然る後槽外に取出し水洗乾燥を行ふなり。

近時後章(第十五章)に述ぶるが如き初充電を行はずして直ちに使用し得る蓄電池として市場に販賣せるものは此の化成終了後の一部放電を行はずして其の儘空氣に觸るゝことなく水洗乾燥したるものなり斯くの如き基板は製作後三四ヶ月は使用に當り初充電の必要を認めざれども五六ヶ月を経過せば普通の基板と同様初充電を要するに至るものなり是陰極基板が徐々に酸化を受くるに基因す。

普通の化成を受けたる基板の成分は大約次の如し。

成分	陽極	陰極
酸化鉛	六—一〇	三—五
過酸化鉛	八〇—九〇	—
鉛	—	九〇—九五
硫酸鉛	二—五	一—二

第十一章 プランテ式基板(Plante's type plate)の製造法

第一章に陳べたる如くプランテ氏が初めて使用せし基板の製造法に於ては其の化成に要する時間と電力及び労力は實に莫大なるものにして而も其の容量大ならざるが故に到底之を工業上に應用するの望なかりしが其の後長年月の間種々の學者之を工業化せんとして努力研究したる結果遂に鉛の表面を機械的操作によりて増大せしめ之を硫酸中にて化成するに當り鉛を腐蝕する力ある藥品を硫酸に添加し電流を通じて容量大なる基板を短時日に製造することを得るに至り漸く其の目的を達せり其の機械的加工法の差によりプランテ式基板にも種々の形式あるを以て今其の標本となるべきものを左に叙述すべし。

一 鑄造式基板(Casting type plate)

此の種の基板中最も普通に用ひらるゝものはチュールドル型(Tudor type)にして第四十一圖に於て其の陽極板の正面圖を第四十二圖にて其の一分部を

鑄造式基板
チュールドル型

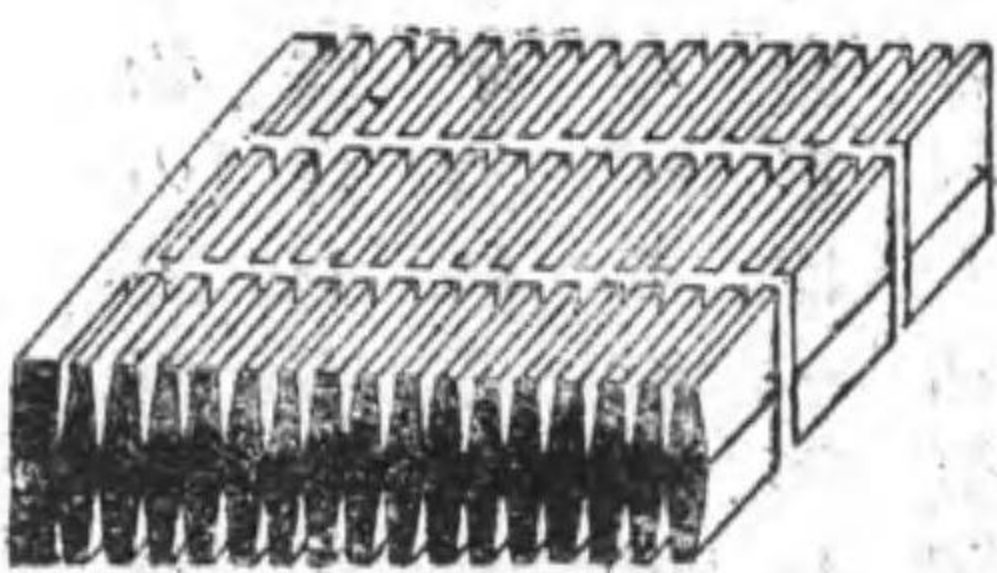
圖一十四第



擴大せる断面を示せり即ち無數の薄葉が垂直に併行して基板の兩面に達し少數の水平に並行せる骨によりて相互に聯結せらるる周囲の親骨は其の形狀を維持し且電氣の傳導體となるなり。

之を鑄造するには精巧なる鑄型を要するものにして普通砲銅に彫刻せらるゝか或は鋼鐵葉片の一縁を楔形に成形したるものを重疊し其の間に鑄物の厚さの二分の一に等しき幅丈け狭き鋼薄葉を挿みて櫛目を作らしめ其の背面に無數の極く微細なる空氣抜を設けたる組合せ型なり其の取扱法は合金の場合と異なることなきも緻密なる鑄物なれば其の温度の調節に深甚の注意を要する

圖二十四第



第十一章 プランテ式基板の製造法

ものなり。

此の鑄物の表面に於ける薄葉數及び其の化成程度は其の基板の電気容量に大なる關係を有する者なり故に用途の如何によりて其の葉數を調節せざるべからず然れども容量を大ならしめんが爲め其の葉數を多くするときは化成の際生ずる酸化物の量多きが故に膨脹して歪曲を來す虞あり普通採用せらるゝ葉數は一種に付き八乃至九葉なりとす此の葉數は又化成によりて生成せらるべき活質體の層に關係あるものにして葉數多き者には其の厚さを薄くすべく其の葉數少なきものには其の厚さを増さしむべし通常急激なる充放電を行ふ必要ある處には活質層の薄きものを使用し完全なる緩充放電をなす場合には葉數少なく活質層の厚きものを採用す。

此の種の基板は充放電を重ねるに従ひ伸長す而して其の方向は薄葉の並行せる方向に大にして之に直角をなせる方向には少なし是れ直角方向には無數の溝渠ありて活質體の膨脹に對し充分の餘地あるも薄葉に並行せる方向には其の餘地なきが爲めなり。

組合式基板

二、組合式基板(Built up type plate)

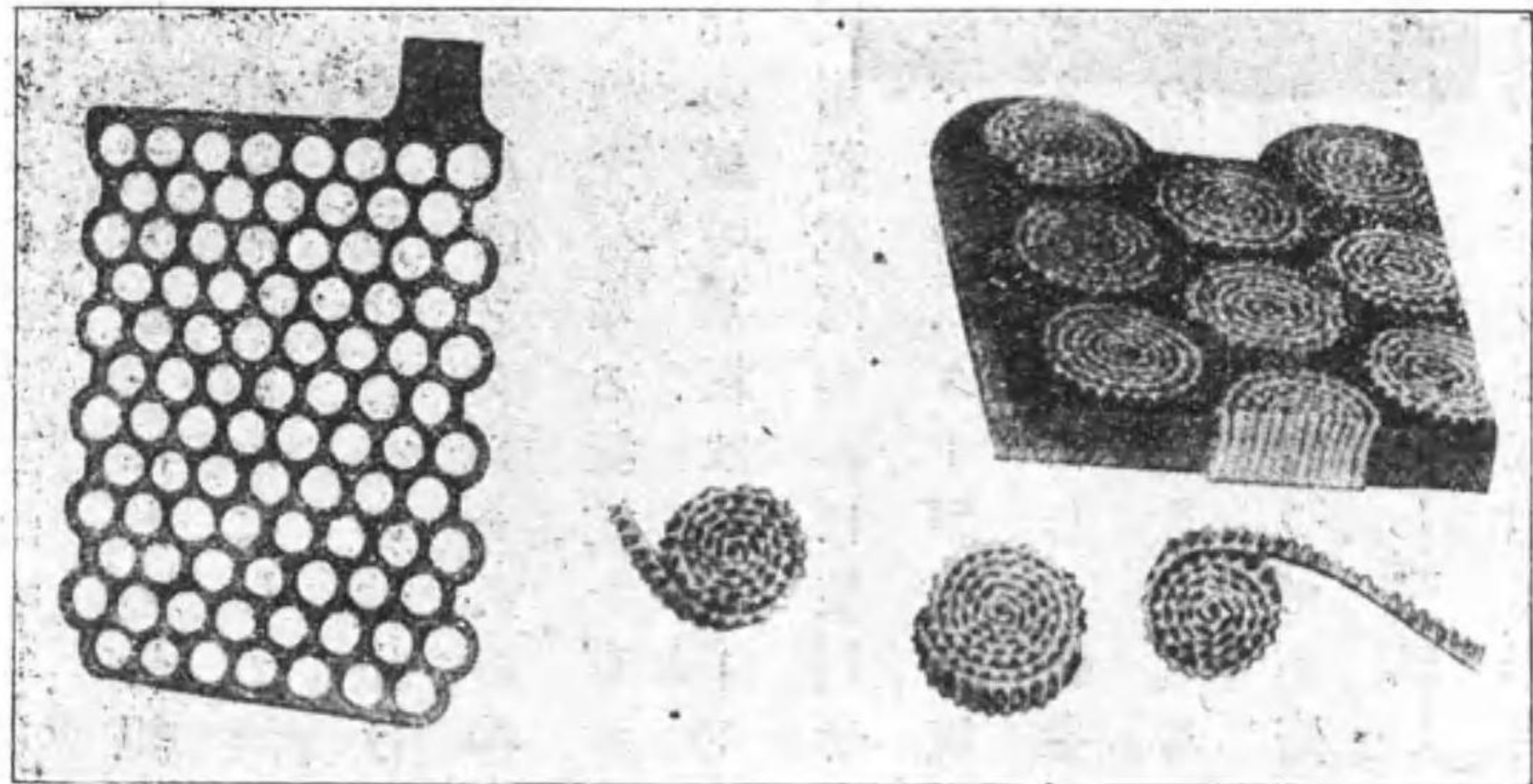
組合式基板とは其の骨組が合金より成り之に純鉛の活質體となるべきものを挿みたるものにして活質體の表面積を大ならしむる爲め種々の工夫を凝したり故に合金の骨組は單に電氣を傳導し其の活質體を保持する丈けの目的なればプランテ式の特徴たる活質體の膨脹により歪曲を來す性質に對しては充分なる抵抗を有するものなり。

此の種の基板はチュードル型基板に比し重量能率惡しきものなれば單に据置用蓄電池のみに使用せられ用法亂暴なる處に適す其の普通使用せらるるはマンチエスター型陽極板(Manchester type positive plate)なり此は古くより使用せらるゝものにして合金製枠に多數の圓孔を穿ちて格子となし此に波形純鉛のリボンの捲きたるものを挿入す格子の穴の直徑は約十五耗にして中心より兩表面に向つて稍擴りたるものなり之に捲きたるリボンを挿入し水壓機によりて壓迫し化成して膨脹せしむればリボンは恰も鼓の絞られたる如き形となりて穴内に緊着せられて電氣の傳達を良くし自己は剝落するこ

マンチエ スター型

スパンタイプ、
プランテ式
蓄電池の
基板

第四十三圖



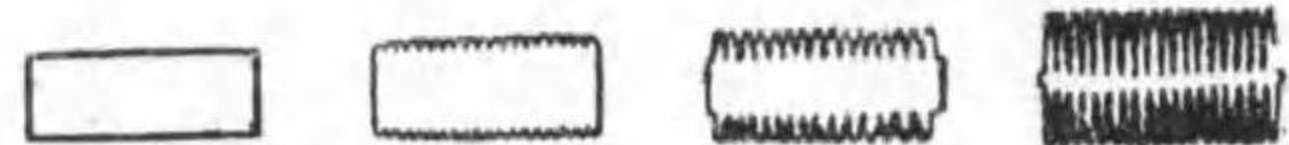
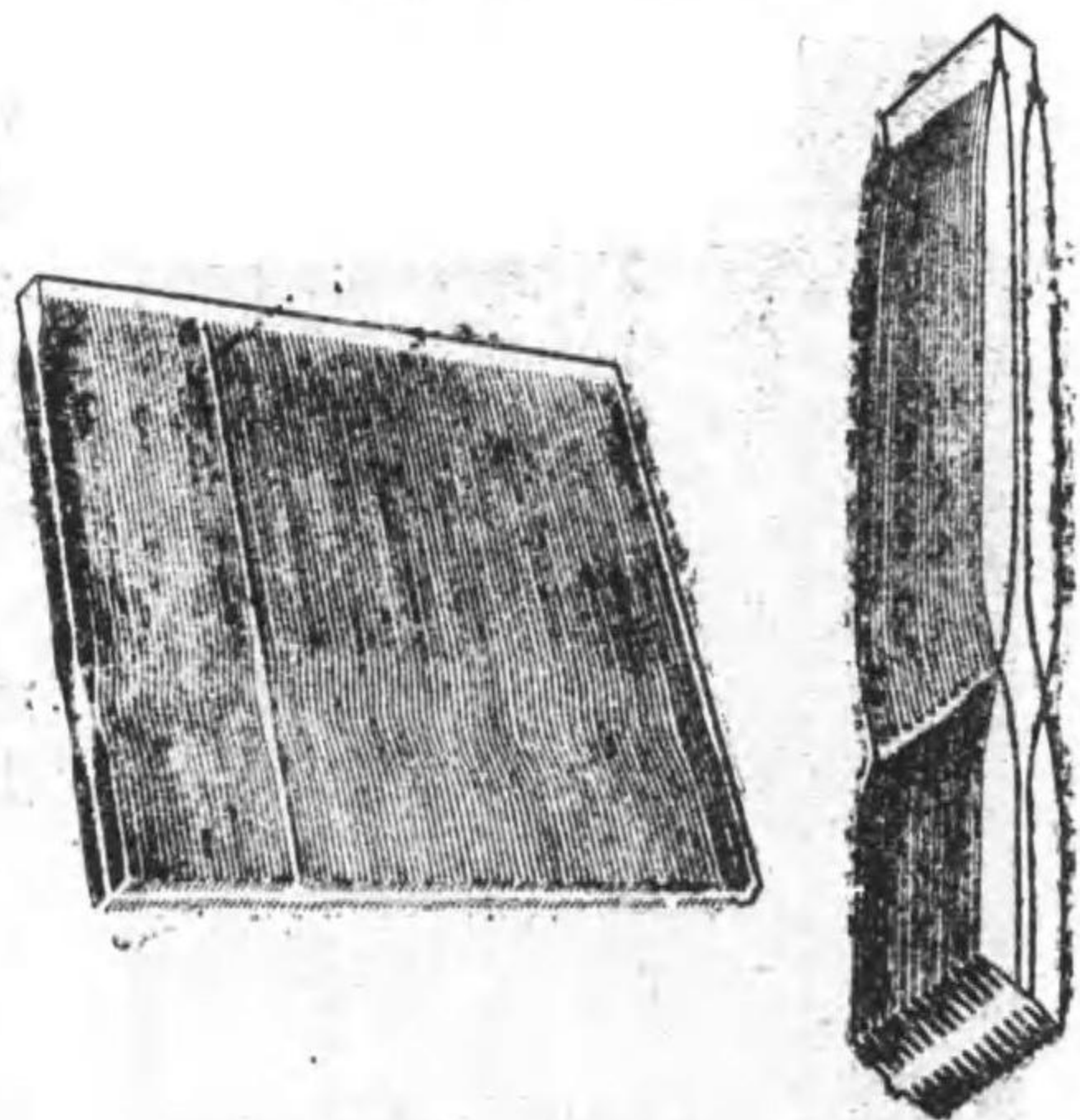
となし第四十三圖は此の基板の各部を示すものにして一見其の構造を詳知するを得べしリボンの波形をなすは面積の増大と電液の循環を良好ならしむる目的にして其の長さは約三十三種なりとす。

スパンタイプ、プランテ式基板 (Span type plate)

此は米國ゴールド蓄電池會社 (Gold Storage Battery Co.) の採用せる基板にして一軸に數百個の鋼鐵齒輪を有せる二個の絞轉子 (Roller) 中に鉛板を絞挿し數回前進後退運動をなさしめて鉛板の面を恰も櫛齒形になしたるものなり此の齒輪は中心に於て厚く之を遠ざかるに従ひ薄くなれるを以て出來上りたる

鋤形基板

第四十四圖



鉛板の表面積は非常に増大せらる其の製作工程は第四十四圖によりて詳細に知ることを得べし。

四、鋤形基板 (Plough plate)

此の基板は米國ウキラード蓄電池會社 (Willard Storage Battery Co.) の型式にして鋤を以て田面に畦を作るが如く鉛の表面を削り起し表面積を増大せしめたるものなり第四十五圖に示すが如し。

其の他種々の考案の下に數多の形状ありと雖も大同小異にして餘り廣く使用せられざるが故に爰に之を省略すべし以上陳ぶる所は主

第五十四圖



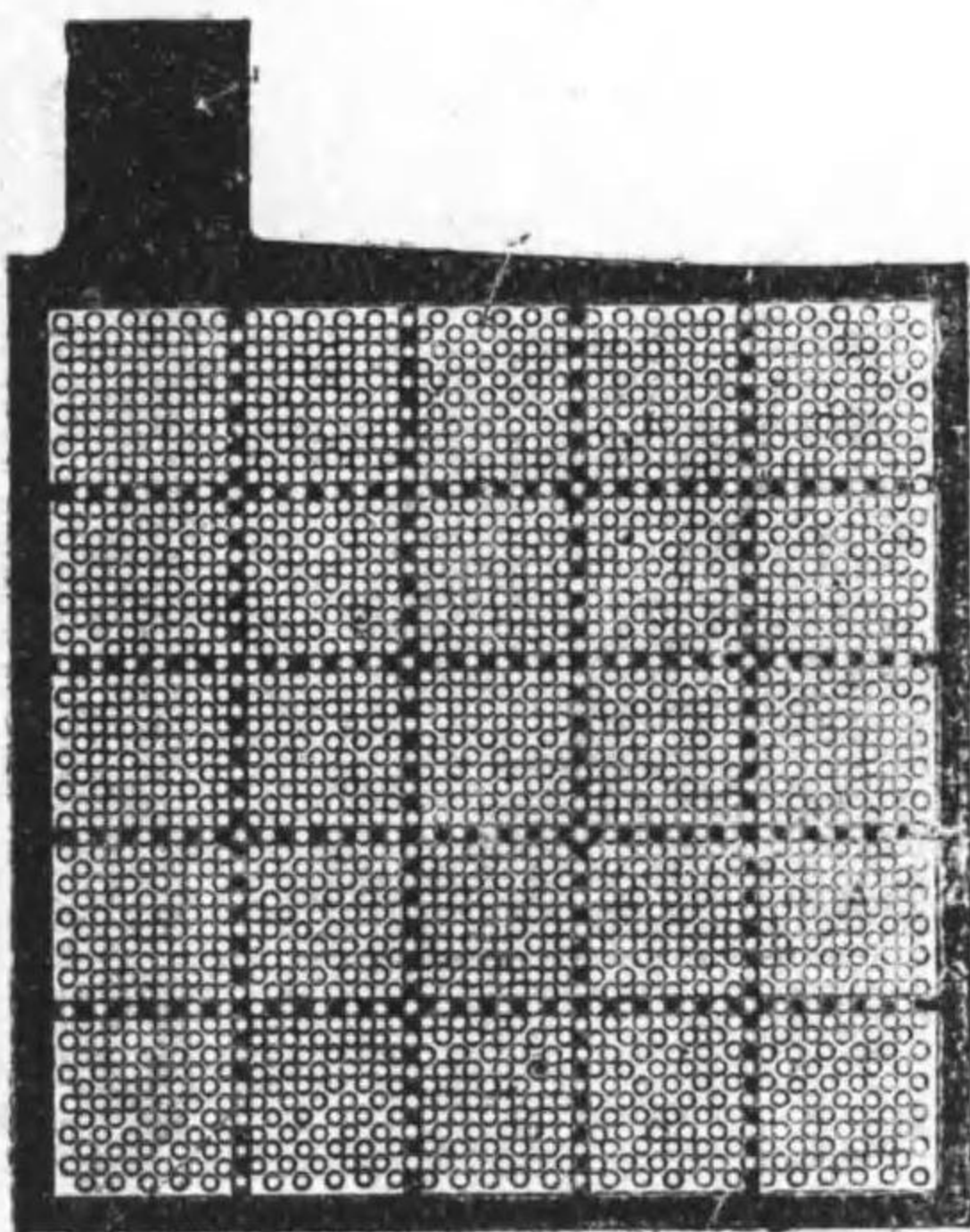
筐式陰極板

として陽極基板のみに應用せらるゝものにして陰極基板には糊狀式基板を使用するか或は筐式基板を使用するを常とせり。

筐式陰極板(Box type negative plate)

此の種の基板はプランテ式基板にあらずして一種の糊狀式基板なり然れども主としてプランテ式陽極板を使用する蓄電池の陰極として使用せらるゝが故に本章に於て述ぶることゝせり其の構造より云へば一の組立式基板にして其の形は第四十六圖に示すが如く恰も活質體を筐中に容れて保持するが如き體裁をなせるにより此の名あり其の格子は合金にて作りたる粗眼のものにして此に活質體を詰め込み兩面より無數の細孔を表面一面に穿ちたる薄鉛板を以て張り液の循環を促したるもの

圖六十四第



なり。

プランテ式基板の化成(Formation of the Planté's type plate.)

プランテ式基板の化成

プランテ式基板の化成は電氣化學的方法によるを常とす純化學的方法にてアマルガム式などなきにあらざるも其の結果は遠く前者に及ばざるものなり。

電氣化學的方法の行程は三段に分割することを得其の第一行程は前記の方法により其の表面積を擴大したる鉛板を能く洗滌して塵埃及び油脂類を去り少量の腐蝕劑と稀硫酸との混合液を入れたる電槽内にて陽極となし之とダンミー陰極との間に電流を通じ電解を行ふなり其の電流の強さは陽極面より瓦斯を發生せしめずして其の腐蝕作用を進捗せしめ得る程度に止むる要あるが故に電液の濃さ温度及び腐蝕劑の量によりて其の強さを異にする従て此等條件の選擇如何によりて生成せる活質體の外觀及び物理的性質は非常に異なるものなり普通低温度に於ては其の化成比較的容易なるも温度高き時は困難なれば化成槽は内外より冷却するを宜しとす斯くして其の活

質體に變ぜる層が所望の厚さに達すれば電流を停止し陽極を槽外に取出すか或は電液を入れ替へて第二段の行程に移る第二段の行程とは比重一・一前後の硫酸中にて前と反對に電流を通じて第一段の行程にて生じたる過酸化鉛を還元して海綿狀鉛に變化せしむる操作なり其の目的は第一段の行程により基板内部に浸み込み居る腐蝕劑を痕跡迄驅逐するにあり蓋し此の腐蝕劑は普通の水洗のみにては充分排除すること能はずして若し其の内部に残留することあらば電池の耐久力を短縮するが故に完全なる除去を要すればなり斯くして第二段の行程を終りたるものは更に他の槽内にて陽極として電流を通じ再び過酸化鉛層に變ぜしむ之を第三行程とす之を畢れば能く水洗乾燥して製品となすなり時としては第三行程を行はず還元状態の儘水洗乾燥して賣り出すことあり是還元状態に於ては運搬中活質體の剝落するのと少なきと手數に於て一段の行程を省くことを得るが爲めなれども購入者に於て組立て後初充電をなすに當り多量の電氣と時間を要する事となる。

腐蝕劑

普通腐蝕劑として使用せらるゝものは硝酸、鹽素酸又は過鹽素酸及び其等

の鹽類にして醋酸、鹽酸其の他有機酸も亦時として使用せらるゝことあり今其の一例としてジャーダン(Jardin)氏の調合法を掲ぐれば次の如し。

硝酸曹達 一
硫酸(比重一・八四) 二
水 一〇

又シロープ(Schoop)氏の公表せる調合法は左の如し。

酸性硫酸曹達 五〇〇〇_瓦
鹽素酸加里 一〇〇
水 四五〇〇

此の液にて第一段の行程を行ふには電流密度一平方粉に付〇・四アムペヤを以てし次に比重一・一の硫酸中にて第二段の行程を行ひ水洗して攝氏二百度の溫度にて乾燥して海綿狀鉛を亞酸化鉛となし次に二十五パーセントの硫酸中にて一アムペヤの電流密度を以て第三行程を行ふなり此等の工程に於て生ずる過酸化鉛層を一樣ならしむる爲に化成液中に時々空氣を吹き込

みて其の槽内上下に於る液の比重に差なからしめ攝氏二十五度乃至三十五度の温度に保持すれば凡そ一百時間にて良好なる基板を製作し得べく又液の濃度前記の二分の一なるときは二百時間にして同一の結果を得べしと云へり其の他製造會社毎に多少其の調合法を異にせるも皆之を秘密となせるが故に爰に公表の自由を有せず。

第十二章 隔離子と基板の絶縁

(The separator and the insulation of plates.)

隔離子の機能

隔離子の機能(The function of the separator)

隔離子とは陰陽兩基板間の空隙を一定し隣接せる基板の相互觸絡を防止する爲めに使用せらるゝものにして其の種類三あり硝子製木製及び護謨(エポナイト)製是なり。

硝子製隔離子

硝子製隔離子(Glass separator)

此のものは据置用電池に使用せらるゝものにして基板間の空隙に相當せる太さの硝子管を各空隙毎に數本宛挿入して目的を達す此の硝子管の長さは基板よりも幾分長くし其の一端に護謨輪を嵌し基板の肩によりて懸垂せらる此の種の隔離子は電液の擴散循環に對し最も自由を與ふるものなれども基板が歪曲するか或は剝落物が鱗片狀をなして基板間に架橋するを防止すること能はざるが故に現今にては僅に据置用小型の蓄電池に使用せらる

のみ。

然るに蓄電池の應用は現今移動用に大なる發展をなしたるを以て其の容積重量共に小にして電氣容量多く而も堅牢にして耐久力の大きなるを望むに
より基板は一般に薄くなり其の空隙も狭くなり従つて其の組立法も亦大いに改良を加へられ木製又はエポナイト製隔離子は蓄電池部分品中重要な品目となるに至れり其の結果隔離子に就きては種々の要求提出せらるる左に其の要求條件の主なるものを掲ぐべし。

隔離子と
しての必
要條件

- 第一、絶縁力完全なること
- 第二、電液の腐蝕作用を受けざること
- 第三、基板の伸縮に基く摩擦及び壓迫に耐ゆること
- 第四、電池の充放電の爲めに起る温度の變化に耐ゆること
- 第五、電池に有害なる作用を起すべき成分を含まざること
- 第六、電液たる酸の循環擴散に向つて充分なる氣孔度を有すること
- 第七、氣孔度の多きを望むと雖も其の孔は瓦斯の抑留せらるゝが如き大なるものならざること

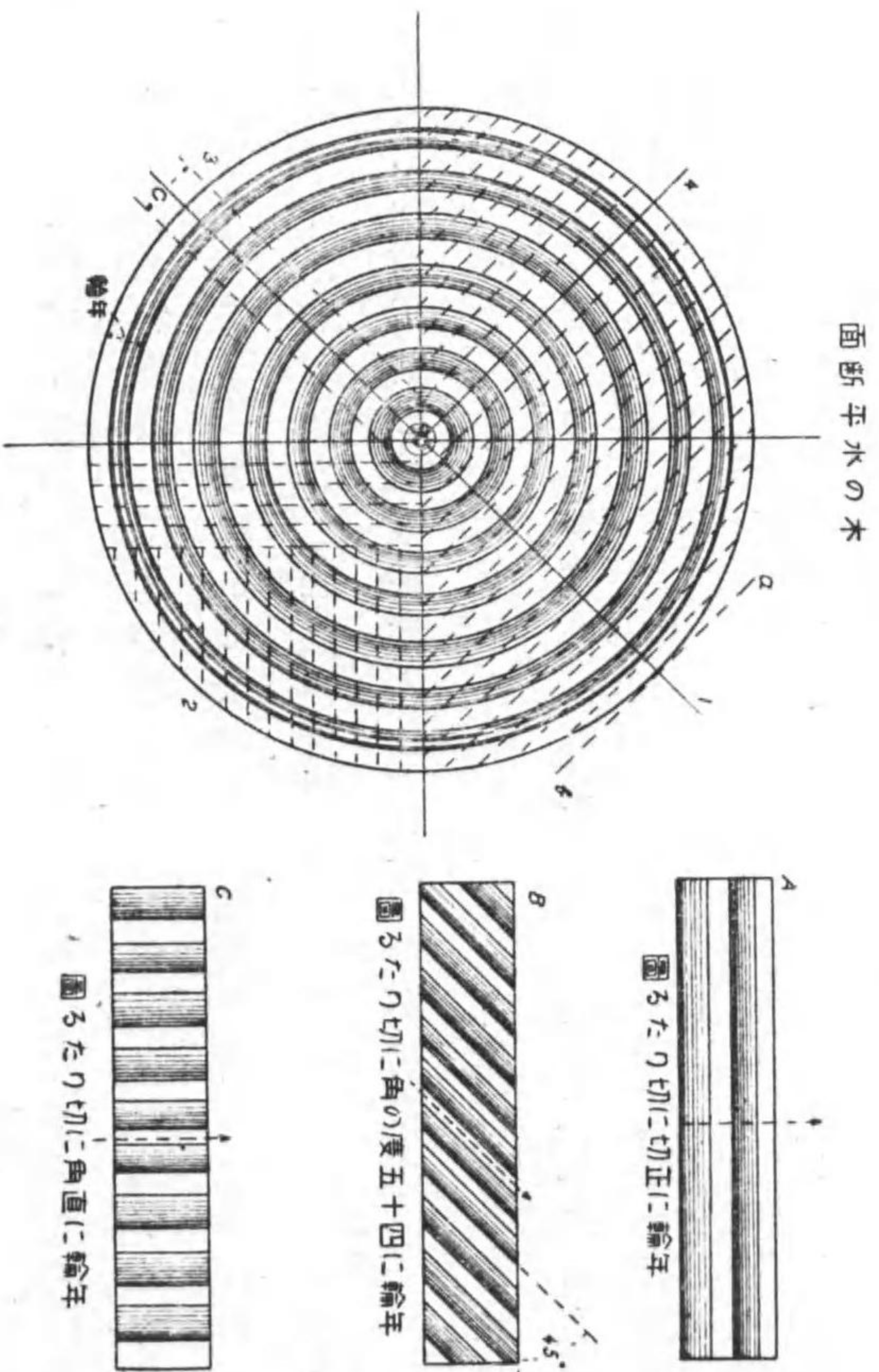
木製隔離
子

木製隔離子(Wood separator)

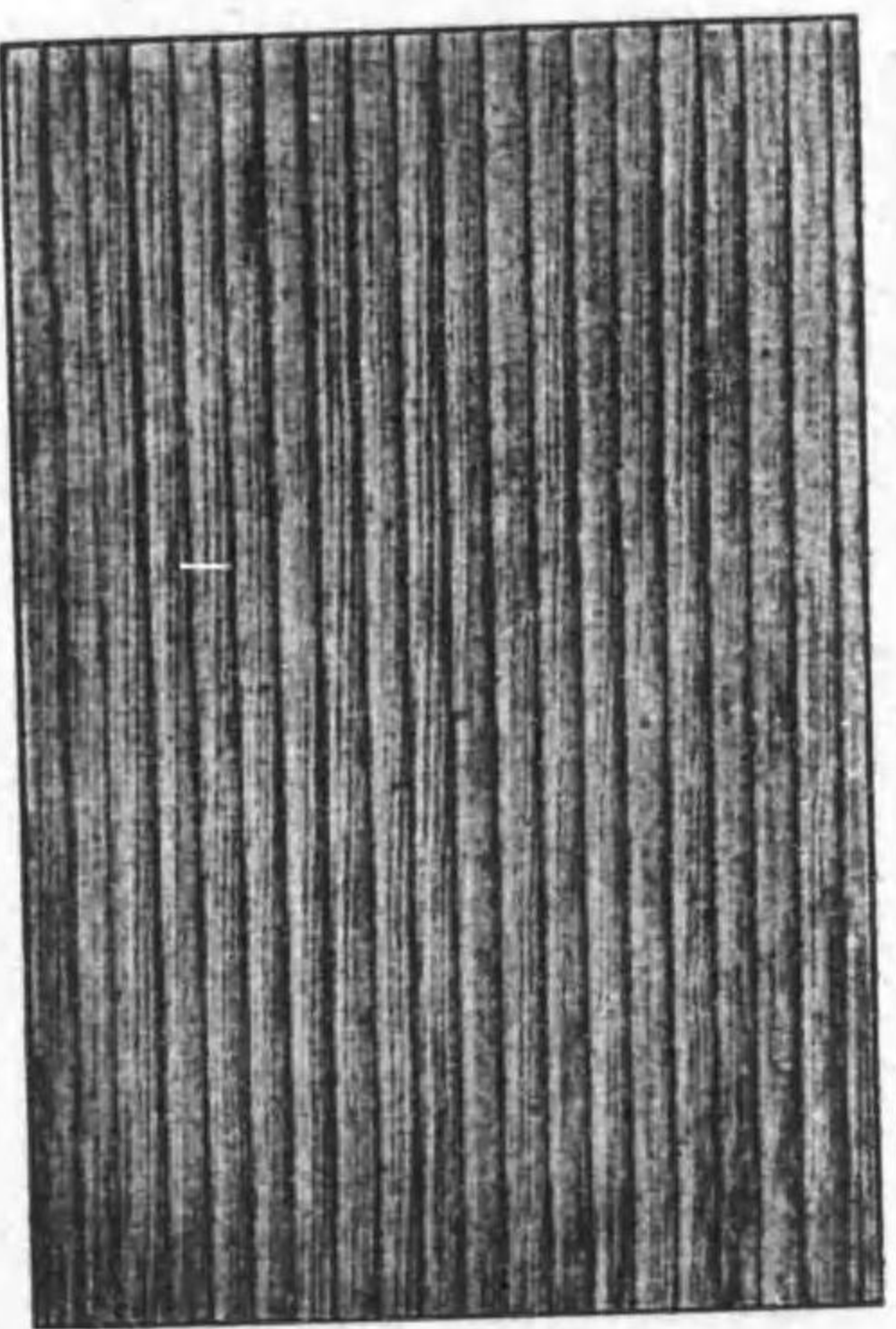
前記の要求を充たすものとして木製隔離子はエポナイトと共に現今一般に使用せらるゝに至れり而して木の種類多しと雖も之に適するものはシナ(Bass wood) ポプラ(Poplar)等にして松柏科の植物は耐久力多けれど内部抵抗多きと樹脂の含有量大なるが故に使用せられず其の伐採時期は秋冬の頃を宜しとす是水分樹脂其の他有害物の含有量少きが爲なり。

元來木材には年輪(Year ring)ありて其の質堅牢内部抵抗多きが故に木製隔離子は其の木材の挽割方により其の抵抗度異なり其の抵抗少なき挽割方は年輪が挽割面に直角なる場合とす然れども此は木材の利用上不經濟なれば通常斜角を以て甘んじ正切面を使用すること殆ど稀なり第四十七圖は其の挽割方を示せるものにして陰影線を附したる部分は年輪にして矢は酸の滲透擴散する方向を示せるものなり第四十八圖は其の年輪角が九十度なる隔離子を圖示せり。

圖七十四第



圖八十四第



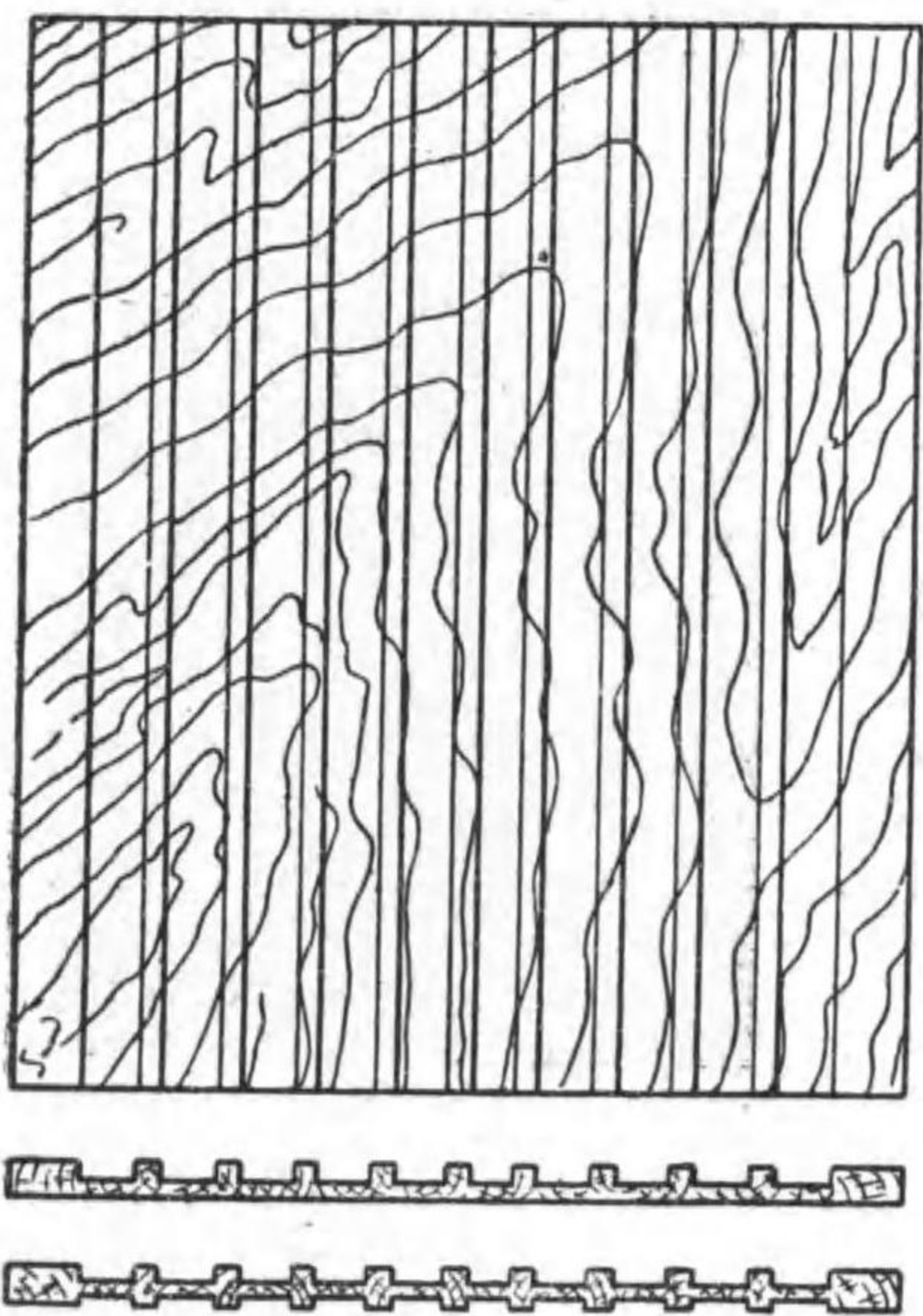
板を入れ縦に列べて酸の疏通を良くし之に比重一二の稀硫酸を注ぎ常温にて三四日間放置す或は比重一一の稀硫酸を使用し温度を攝氏四十度前後にするも可なり次に此の廢酸を抜き去り更に三パーセントの苛性アルカリ液を注ぎ一兩日浸漬の後之を流出し能く水洗す此の際用ゆる水は鐵分なき所謂蓄電池用水たるを要す水洗を畢りたるものは飴色をなせる柔軟なる板にして少許の硫酸を加へたる蒸溜水中に密封して保存すべし空氣中に放置するときは乾燥して使用に適せざるに至る。

木製隔離子は使用前豫め化學的處理を行ひ其の含有せる醋酸其の他の有機酸類を除去し纖維を膨脹せしめ

氣孔度を増加し置くこと必要なり又此の處理法により脂肪は鹼化せられ樹脂護膜類は溶解し去らる其の處理方法は鉛張り木槽内に處理すべき木

木板隔離子は其の處理宜しきを得ば充電に際して泡沫を生ずること少しと雖も其の操作不完全なるものによりては多量に發泡して電槽外に溢出し液面に渣滓を残留し汚穢なる外觀を呈すべし普通濃飴色の一様なるものは此の虞少きも白色を帯びたる薄き飴色にして所々に白色の斑點を有するものは多量の泡沫を生ずるものなり。

圖九十四第



又酸及びアルカリにて處理する代りに蒸氣を以てすることあり即ち隔離子を槽中に入れ水を充たし下部より蒸氣を吹込み十二乃至十八時間を経過せば操作終了せるものとす若し此の槽に八九十封度の壓力を加へ得れば其の操作は五乃至十時間にて完了すべし。

木板隔離子は平面のものを

使用することもあるも普通は第四十九圖の如く其の片面又は兩面共に肋骨を附して基板の間隙を一定すると同時に電液の存在する空隙を擴むる目的に供せり。

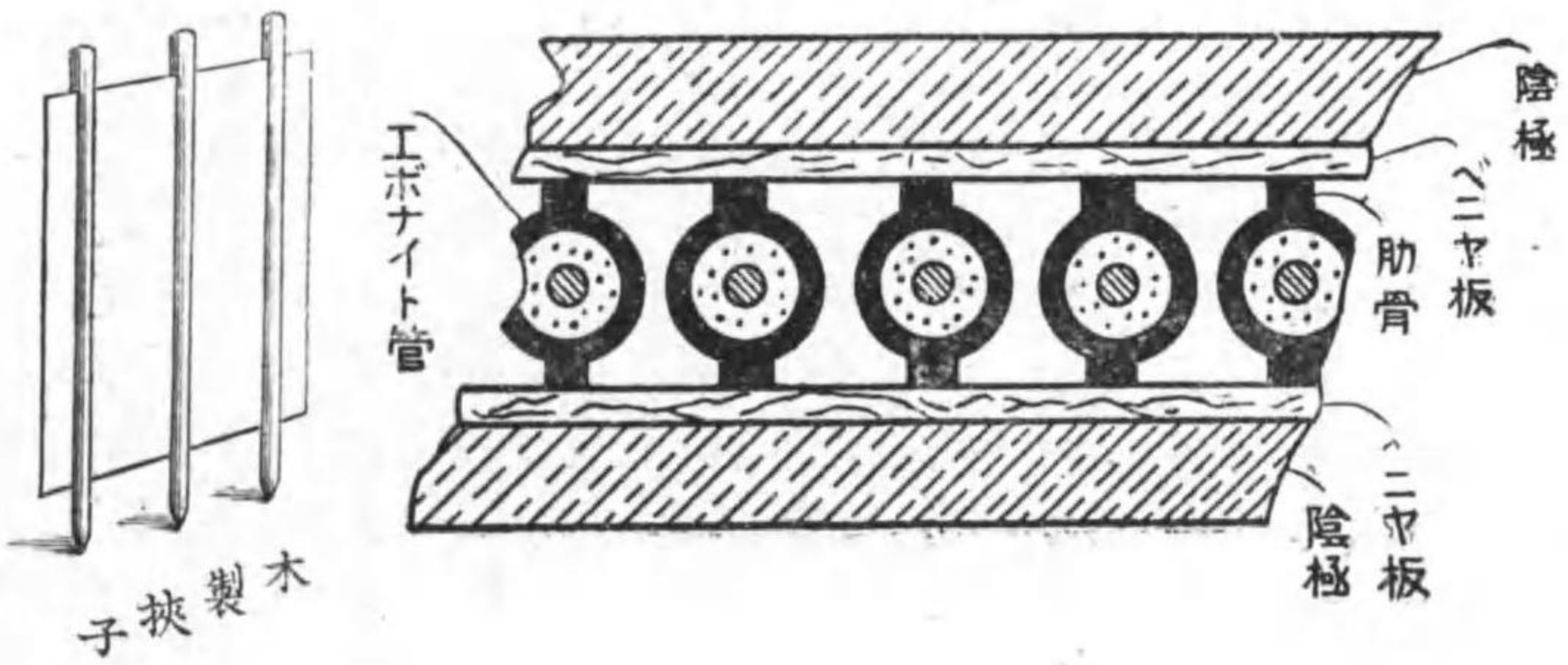
以上陳べたる木製隔離子は其の質良好にして強く永く使用に堪ゆと雖も大型基板用のものにありては非常に太き木材にあらざれば之を供給し難し故に近頃ベニヤ板(Veneer plate)とて木材を熱湯中にて煮沸し柔軟になりたるものを年輪に沿ふて適當の厚さ(普通一耗乃至二耗)に螺旋狀に剝切したるものを使用す斯くの如き板は化學的處理を行ふ以前にも常に濕潤状態に保存せざるべからず是乾燥せば皺波を生じ切裂して使用に堪へざるべく又化學的處理を行ふにも困難を醸せばなり。

ベニヤ板にて作られたる隔離子は獨立して使用せらるゝことなく多くはエポナイト隔離子と併用して陰極側に使用せらる第五十圖はアイヤンクラッド式蓄電池配列の一部を示せるものにしてベニヤ板の使用法を一見して了解することを得べし。

硬質護膜製(エポナイ)ト製隔離子(エポナイ)ト製隔離子

穿孔護膜隔離子

第五十圖



第五十一圖

ベニヤ板が若し獨立して使用せらるゝときは木製挾子(Dowell)に挟みて挿入し直接極板に接觸せしめざるものとす第五十一圖に示すが如し。

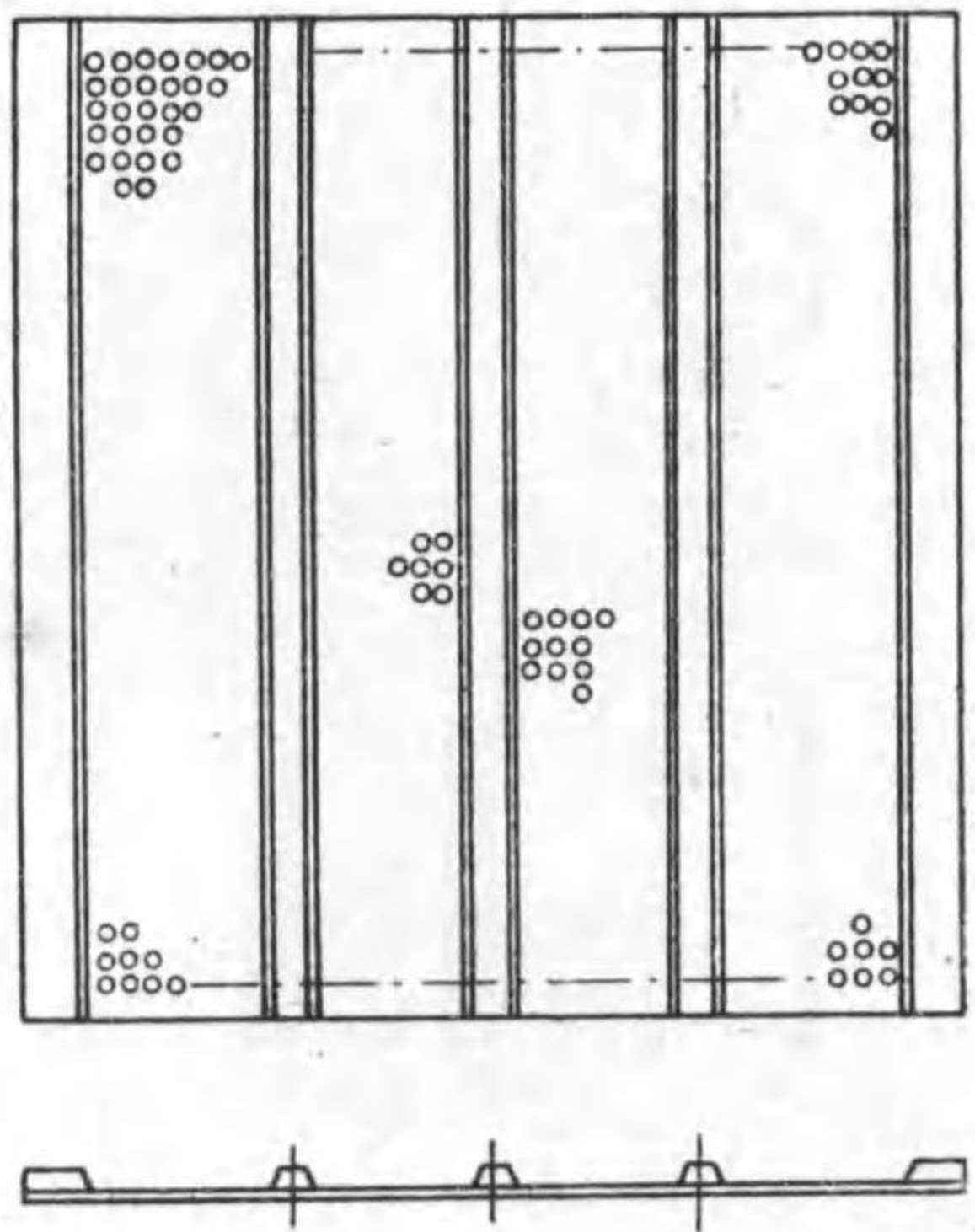
硬質護膜製(エポナイ)ト製隔離子(Hard rubber separator or Ebonite separator)

硬質護膜製隔離子に三種あり。

一、穿孔護膜隔離子(Perforated rubber separator)

此の隔離子は硬質護膜即ちエポナイトにて作りたる薄き板に無数の小孔を穿ちたるものにして單獨にて或はベニヤ板と共に使用せらる普通共用の場合にありては護膜板は陽基板の両面に接して隔離子としての任務をなす外に陽極活質體の軟化して泥狀となり剝落するを防止する役目をなすが故に其の穿孔度は傳導度を害せずし

第五十二圖



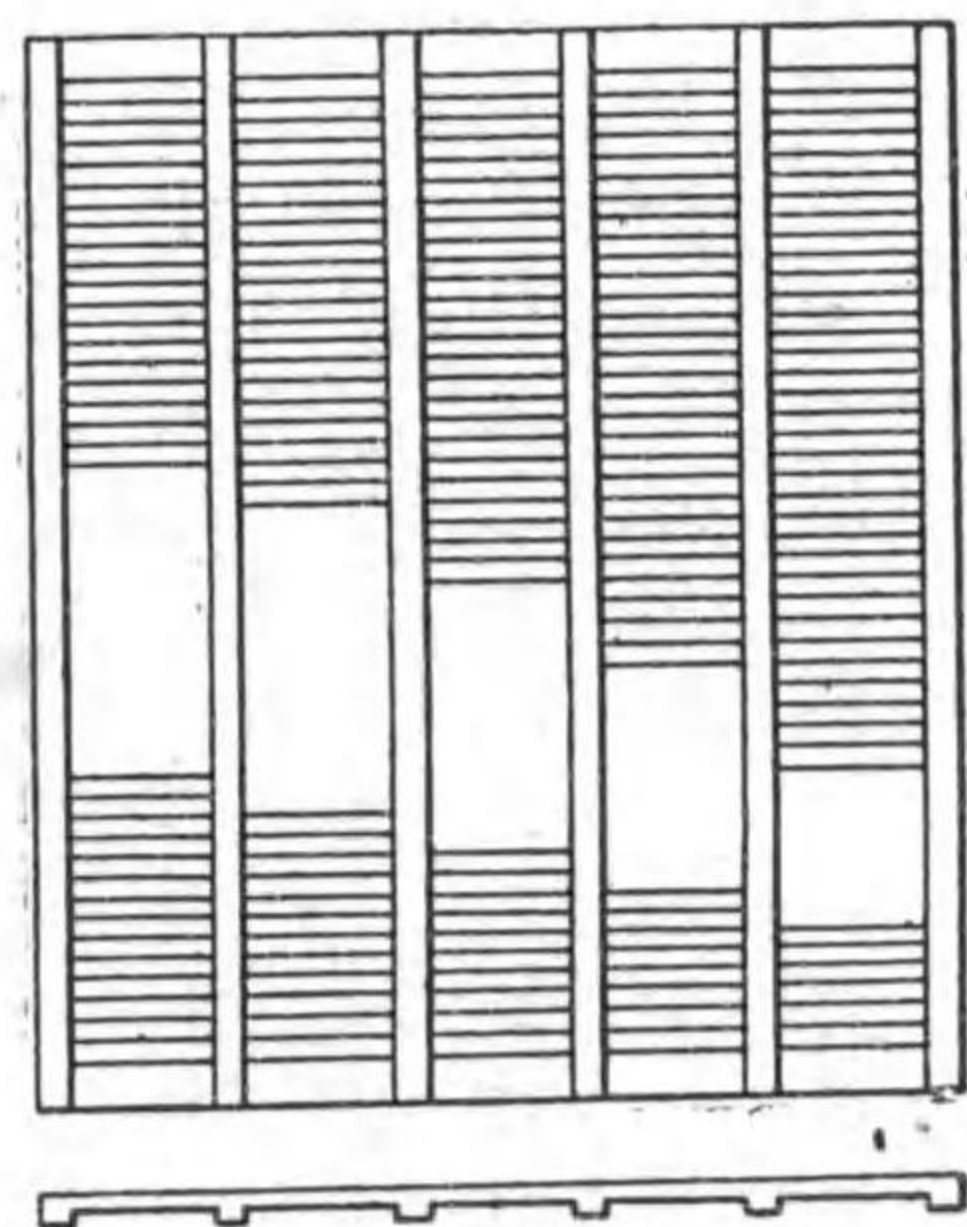
細隙護膜隔離子

二、細隙護膜隔離子(Slotted rubber separator)

圍には約十耗宛穿孔せざる部分を残して其の強さを保存せしむ。

此の形状は比較的最近の製作にかゝり前者と異なる處は圓形の小孔を穿つ代りに細長き矩形の間隙を一樣に穿てるにあり第五十三圖の如し此のもの、特徴とする處は圓形の穿孔板よりも活質體を保持するに適せるを以て陽極の耐久力を増すと同時に活質體が此の孔を通じて喰み出づること少き

圖三十五第



蓄電池及び其の取扱法

により陰極側の木板隔離子を傷むることなく従つて電池の壽命を延長し其の延長度は百二十五パーセントに達すと云ふ。

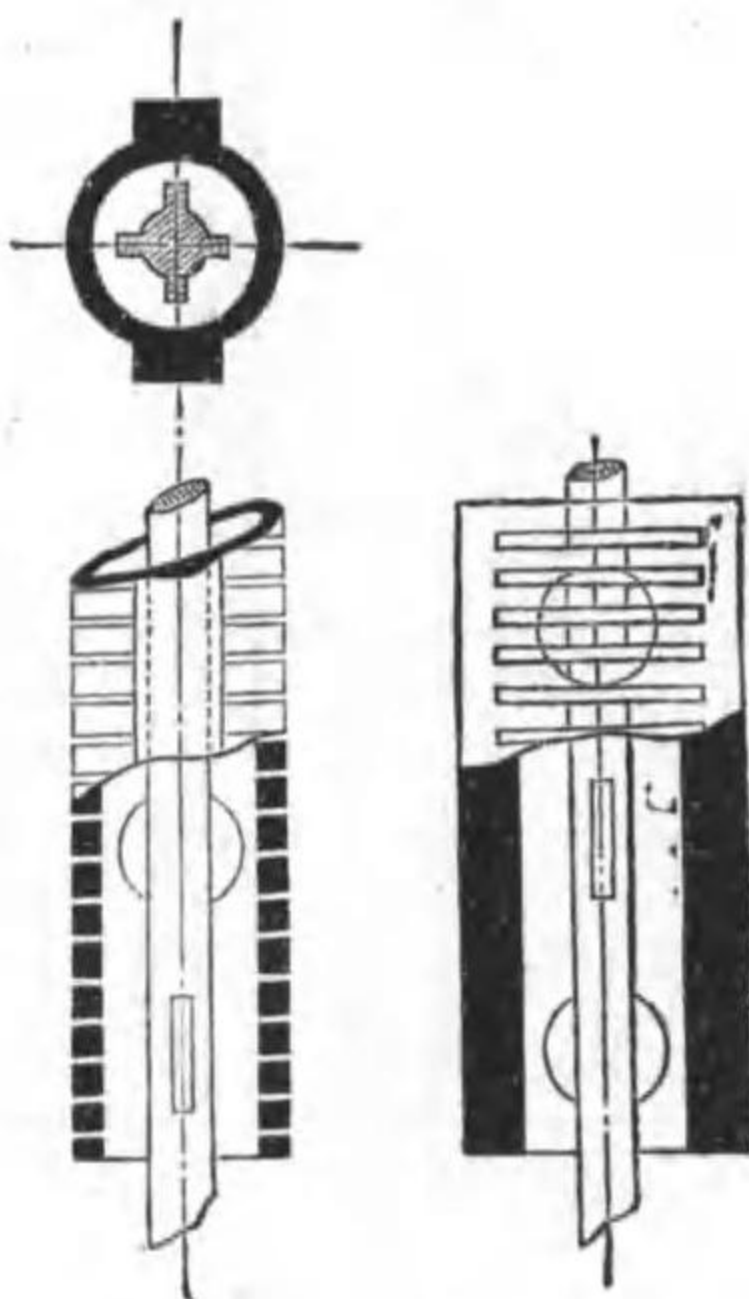
アイヤン、クラッド型の鋸目を切れるエポナイト管(Slotted rubber tube)は此の隔離子の應用にして相對せる肋骨はベニヤ板に接して基板の間隙を定むるものなり第五十四圖は其の構造を明にすべし。

三、織維織込護膜隔離子

(Threaded rubber separator)

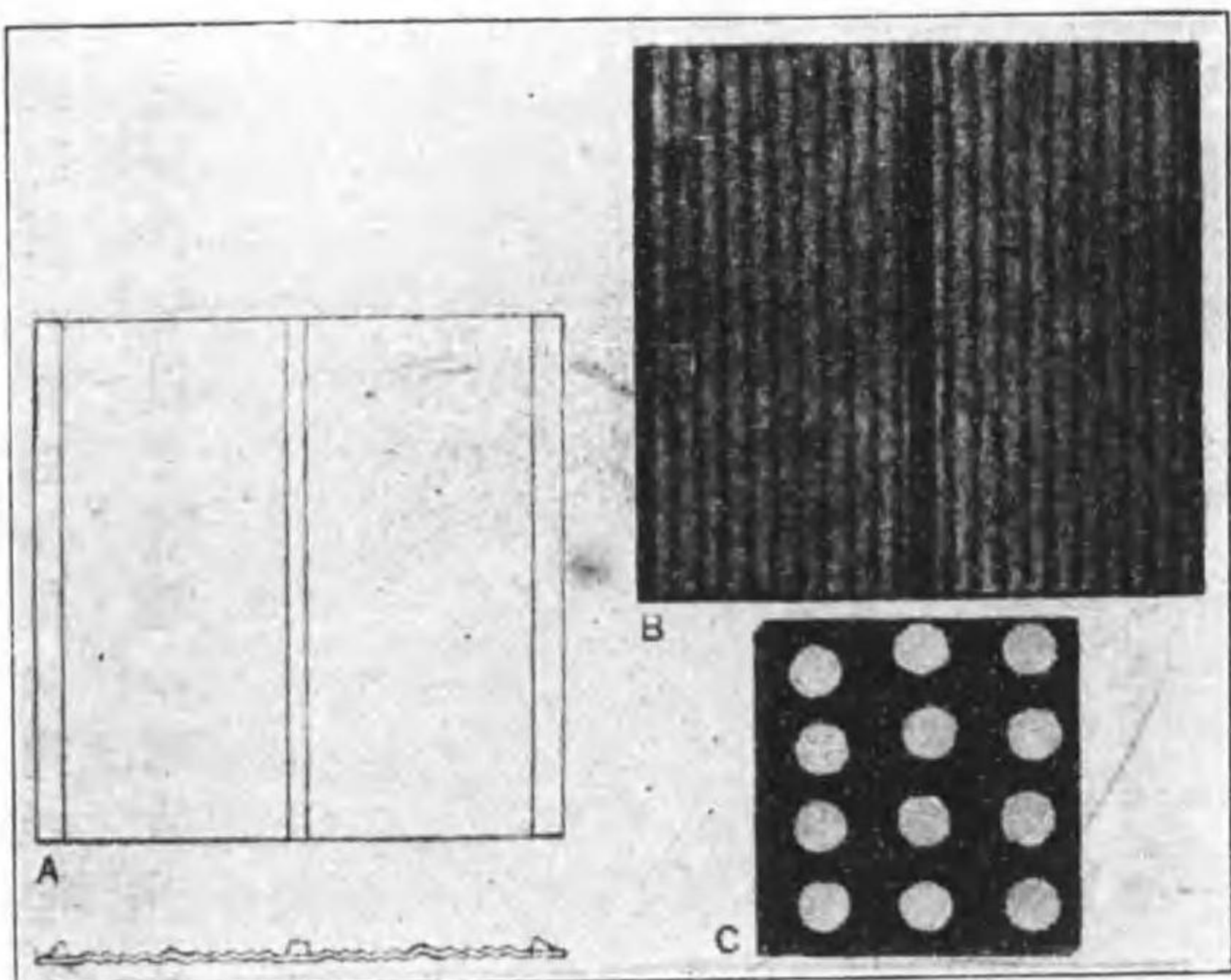
此のものは最近電池界に應用せられたるものにして特に自働車用蓄電池の

圖四十五第



隔離子としてウキライド會社に於て發明せられたるものなり其の組織は無数の綿糸が硬質護膜板を縫ふが如く表裏兩面に織出されたる者にして特に

圖五十五第



れ木板の氣孔は低溫なれば收縮して内部抵抗を増大するも此のものに於て

は其の虞なきが爲めにして従つて寒地に於ける自動車に使用しても満足なる効果を與ふるものなり其の他又木板隔離子の如く電液の爲に損傷を受くること少きを以て電池の耐久力も亦増加すべし。

第十三章 電槽(Containing cells.)

電槽の材料としては普通エポナイト、硝子、セルロイド、鉛張木槽又はガムミツト(Gummit)を使用す。

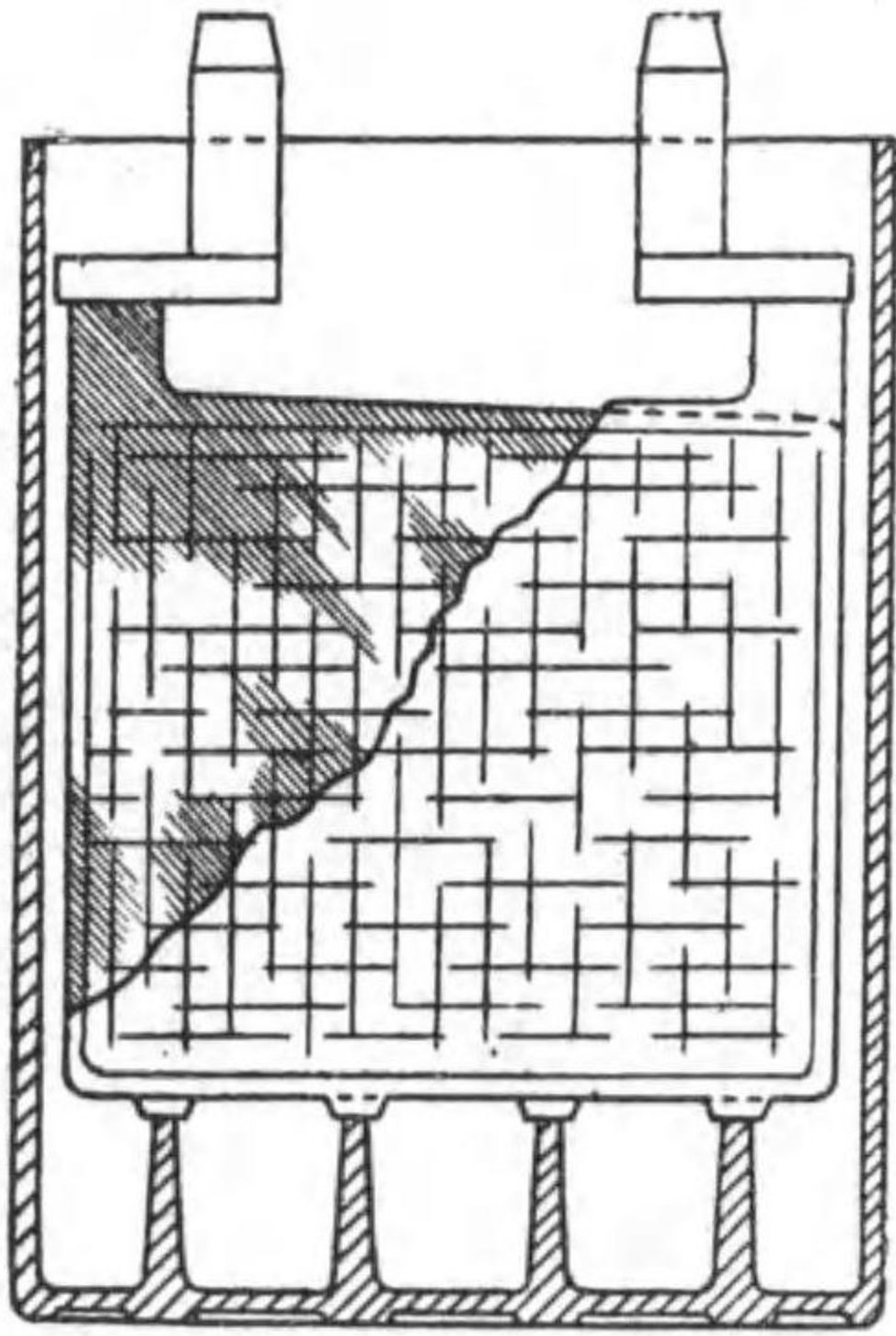
エポナイ
ト電槽

エポナイトは其の重量軽く且つ絶縁完全なれば電槽としては最も理想的のものなれども其の價格の不廉なるが爲め一般に使用すること能はず單に潜水艦其の他の艦船自動車又は航空用の蓄電池の如き經濟を顧慮し得ざる場合にのみ應用せらるゝが故に其の材質は堅牢にして良好なるを必要とす其の厚さは潜水艦用のものは大なりと雖も其の他の用途のものは大抵三耗以下なり其の耐伸力は一平方耗に對し三百五十疋其の絶縁力は三五耗の厚さのものにて一萬ボルトにして之より薄きものにて最低三千五百ボルトを下るべからず之を検するにはエポナイト槽内に水を盛り感應コイル (Induction coil)の一極より導きたる導線を此の水中に挿入し他極よりの導線を硝子又はエポナイトの棒の端に結び付け其の導線端を以て槽の外を摩す此

第五十六圖

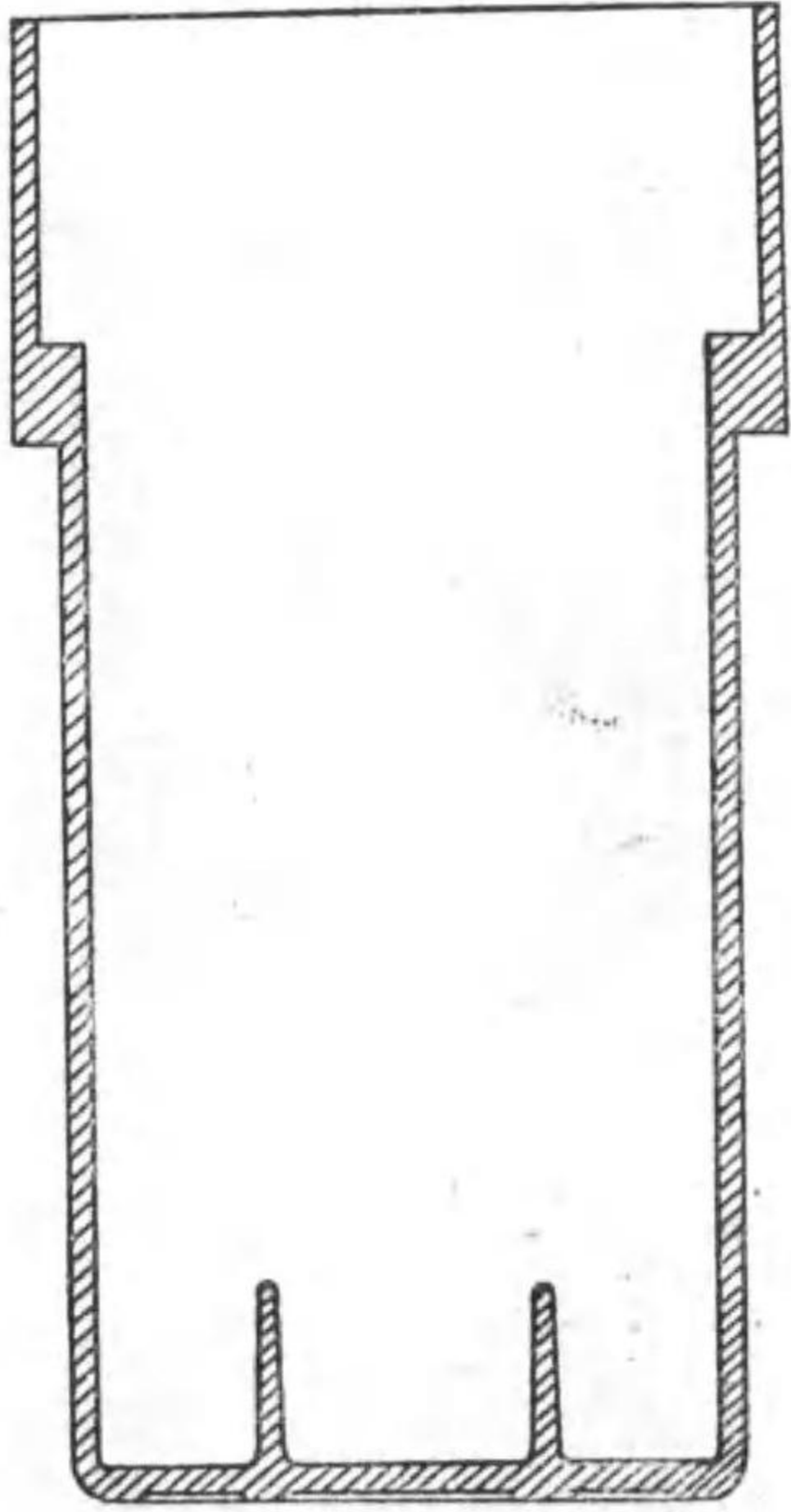


第五十七圖

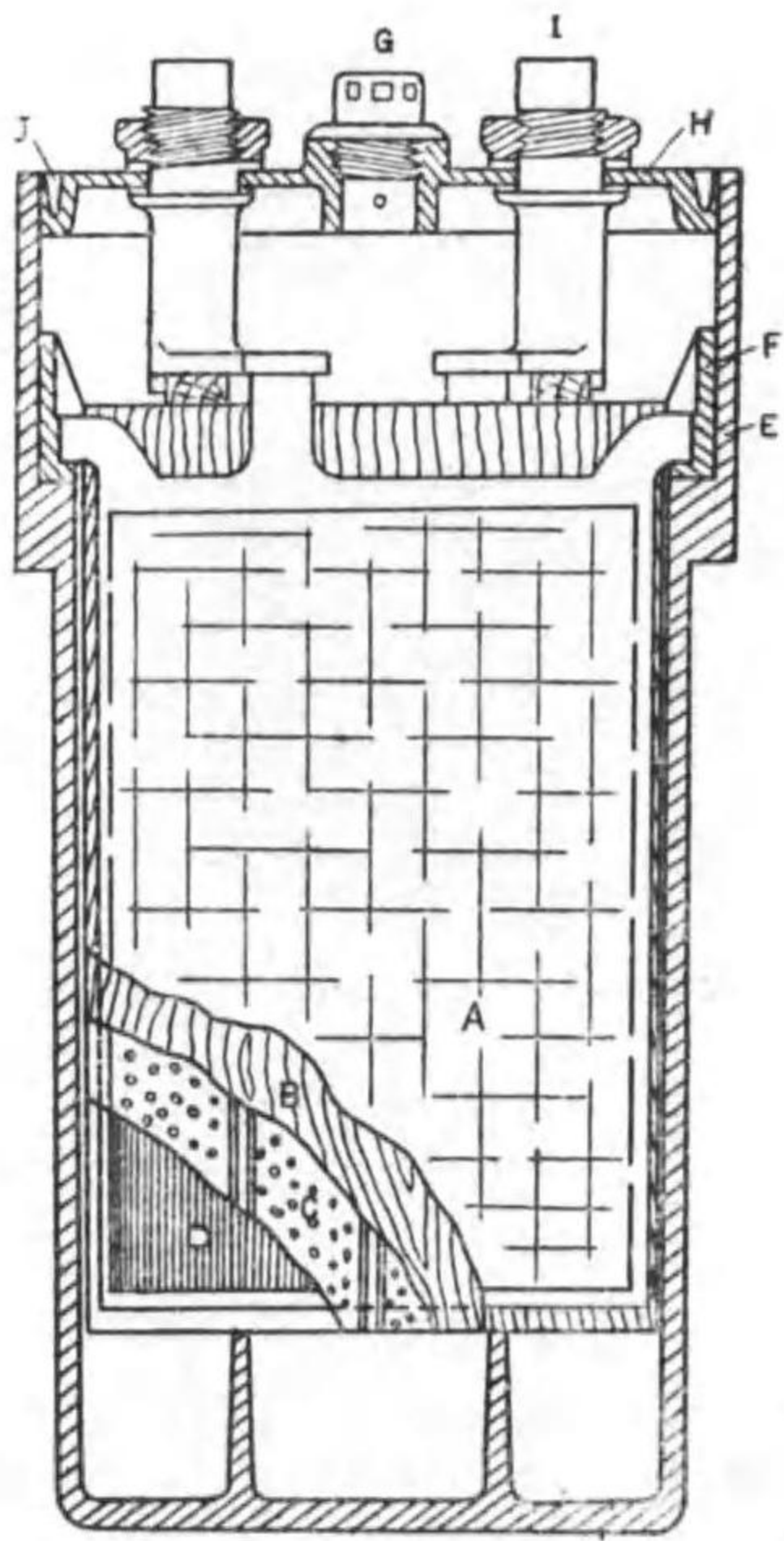


の時若し閃光を發する部分あれば其の點の破損せることを示す證なり普通に使用せらるゝエポナイト電槽は第五十六圖に示すが如く底部に基板受けとして數個の突起物を有す之を鞍(Bridge)と名づく此の鞍が二個なるときは陰陽兩極共に此の鞍上に安置せらるゝも四個なるときは陰陽兩極は各別個の一組の鞍の上に安置せらる第五十七圖に示すが如し然るときは鞍は兩極に共通ならざるが故に剝落物が此の鞍上に堆積するも短絡することなし又基板の何れか一極を電槽の側壁に懸垂し他極を鞍の上に安置して短絡を防止するものもある

圖八十五第



圖九十五第



り潜水艦用の如き大型蓄電池の容器は主として此の形式を採用せり第五十八圖は此の電槽を示す第五十九圖はグールド會社の潜水艦用蓄電池にしてAは陰極、Bは木板隔離子、Cはエポナイト隔離子、Dは陽極、Eは電槽、Fは各極板の間隔を定むるエポナイト板、Gは瓦斯抜口、Hは電槽蓋、Iはターミナルを示すものなり此の電槽は半噸以上の重量を支ふべ

第六十圖



きにより其の側壁は餘程堅牢ならざるべからず故に普通縦横に多數の肋骨を附して之を強固にせり第六十及び六十一圖は小型エポナイト槽蓄電池の外観を示せるものなり。

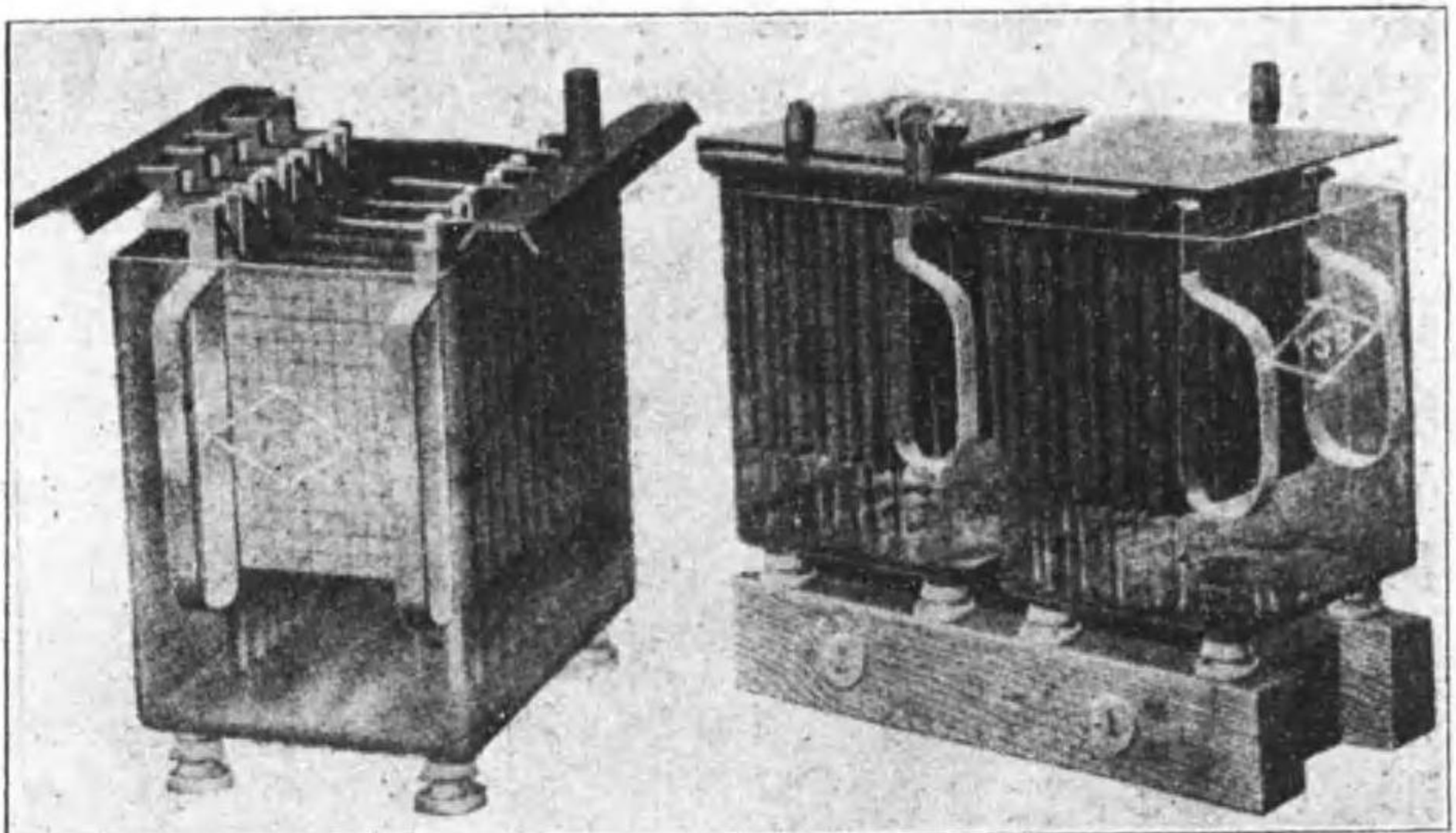
第六十一圖



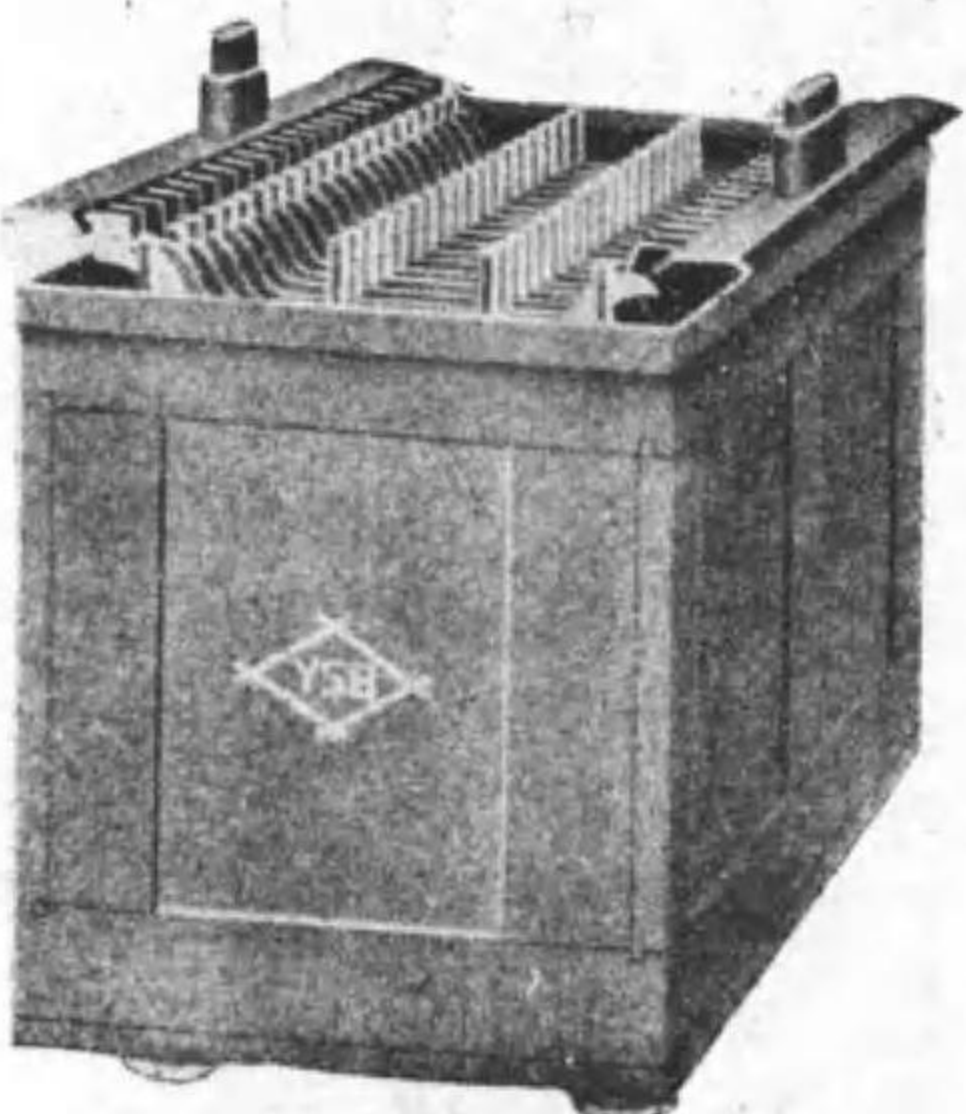
硝子槽は價格低廉にして絶縁力大に其の厚さも十耗に達せしむるを得又其の内部を透視して故障の有無を檢定するに便なれば据置用蓄電池の電槽として多く使用せられ移動用の場合にありても破損の虞少なき所には廣く使用せらる然れども其の大きさは製作上及び耐重力の關係より無限に大ならしむる能はずして普通300×300×500位のものを以て其の最大限度なり

鉛張木槽

第六十二圖



第六十三圖



第六十四圖



りとす第六十二圖は其の組立圖にして基板の重量は全部側壁にて支持せらる。鉛張木槽 据置用の蓄電池にありても前記の寸法より大なるものには木製電槽を使用す此は内部及び上端に薄き鉛板を張り鐵付けして液の漏れざる様になしたるものなり第六十三圖の如し第六十四圖

ガムミット電槽

は列車點燈用蓄電池獨特の形狀を有する木槽を示せるものなり。
 ガムミット槽 此の電槽は佛國及び英國の海軍に於て多く使用せられ主として佛國に於て製造せらるゝものなり其の材料はアスファルト又は此と類似のものを基礎として調合せる一種の塑造劑にして高温高壓の下に成形せらる此のものゝ缺點は耐伸力少なきにより其の構造も特種の形狀を取り厚さもエポナイト電槽の如く薄くすること能はず従つて其の重量も大なりと雖も破損又は龜裂を生じたる時之を修繕すること可能なれば斯る場合にエポナイトの如く全部を放棄するの必要な特徴とす。

セルロイド電槽

セルロイド槽 此のものは古くより使用せらるゝものなるも其の質可燃性にして危険なるが故に特種の場合又は小型の重量輕さを望む所に多く使用せらる之を作るにはセルロイド板を適當の大きに切り折目となるべき所に局部加熱を施して曲げ型に入れて組合せ醋酸アミール溶液を塗り縛り置くときは相互膠着成形す此の種の槽は透明なれば硝子槽の如く内部の狀態を検するに便にして而も衝動に堪へ得れども長く使用するときには硫酸の

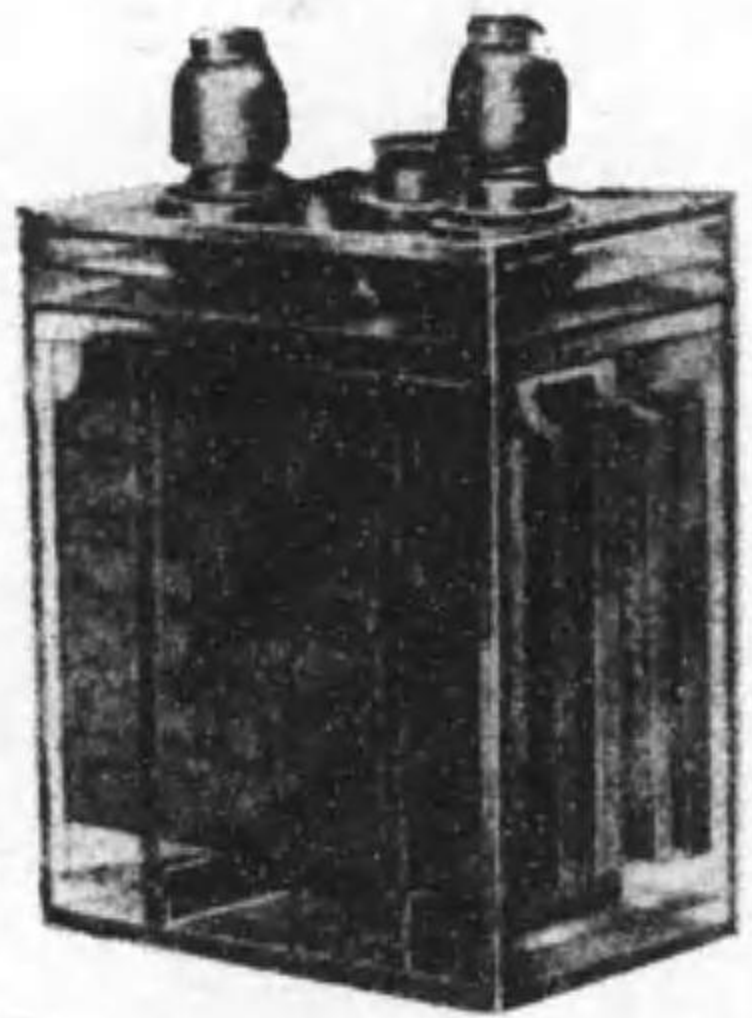
封口電池

作用を受け漸次不透明に變ずる事と重量に耐ゆる力少く引火し易きを其の缺點とす第六十五圖は小型セルロイド槽蓄電池の全形を示すものなり。

封口電池 (Cl-seal cell)

凡そ移動用の蓄電池は運搬中又は使用中に其の位置傾斜するを以て電液の溢出せざる方法を講ぜざるべからず硝子槽にありては槽底に安置せる護謨製又は木製の鞍の上に基板を据へ其の極柱 (Stud) に設けたる鏢の上に脱脂せる木蓋を載せ其の上に封口化合物を熔し込みて液の洩れざる様になす極柱は此の封口層を貫通するものにして電流は之によりて導かる又層の中央部に電液の注入と瓦斯の放散の爲に小孔を設け細孔を上下に貫通せる護謨栓を以て閉塞して電液は洩れざるも瓦斯の放散を自由ならしむ。

圖五十六第



セルロイド槽にありては其の製作容易なるが故に種々の考案を施して倒

にするも液の出でざる様になせるものあり第六十五圖は三重蓋にして相互に反對の隅に小孔を穿ち極柱の貫通する處は護謨輪を以て密閉せり。

エポナイト槽に於ては同種の材料にて適當なる蓋を作りて槽の上部に嵌入し封口化合物にて目塗するなり第五十九圖のJ及び第六十圖のA部は此の封口化合物を詰込む場所なり。

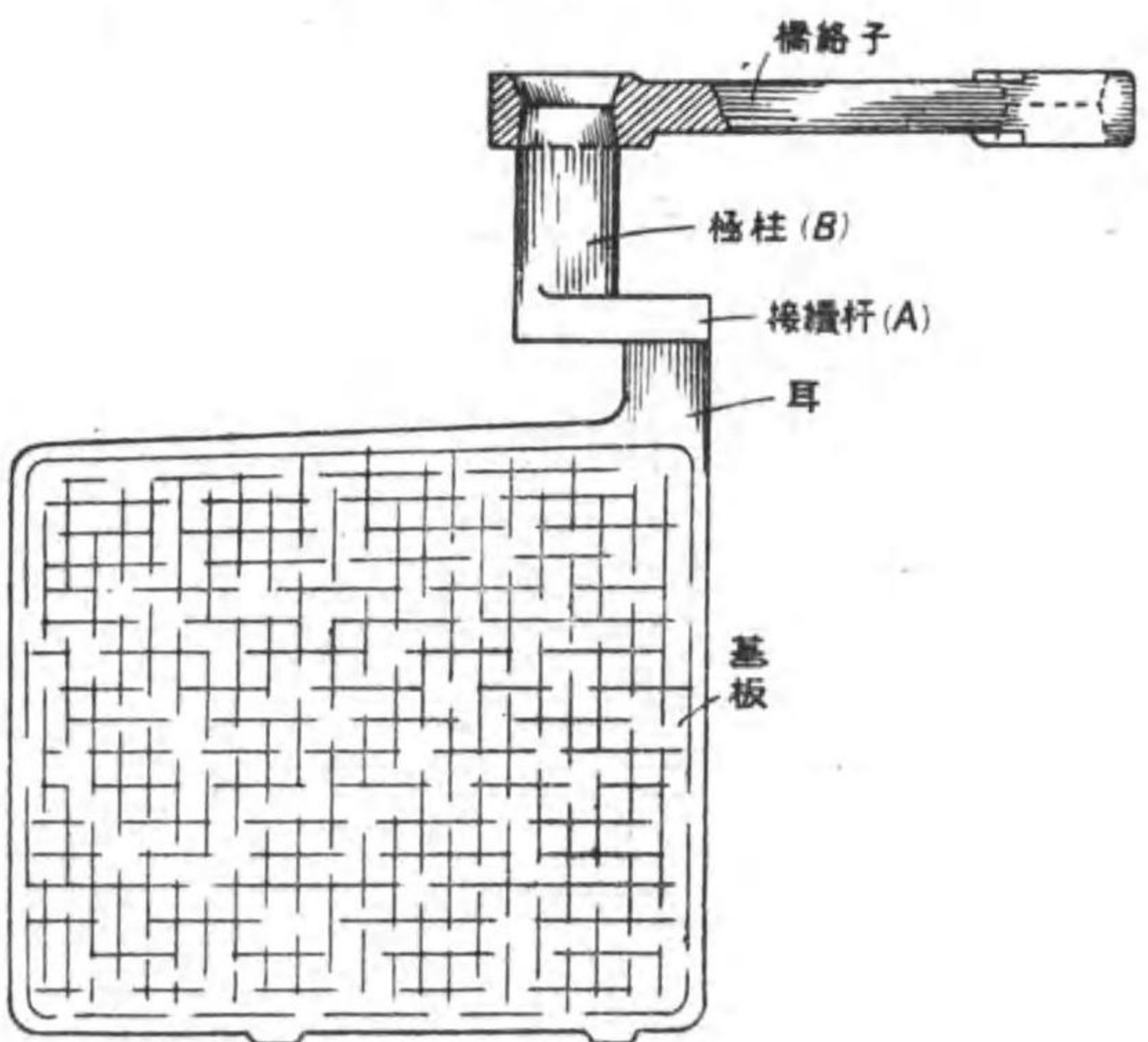
封口化合物は通常コムバウンド(Sealing compound)の畧と稱せらるゝものにしてピッチ、アスワルト、脂肪類等の調合劑なり其の性質は成るべく攝氏七十度以上の熔融點を有し氷點附近の溫度に於ても脆弱ならざるを要す。

第十四章 蓄電池の組立(Assembling of the cell.)

電池を組立つるに當り以上陳べたる基板群隔離子及び電槽の外尙種々の

蓄電池の
組立部分
の名稱

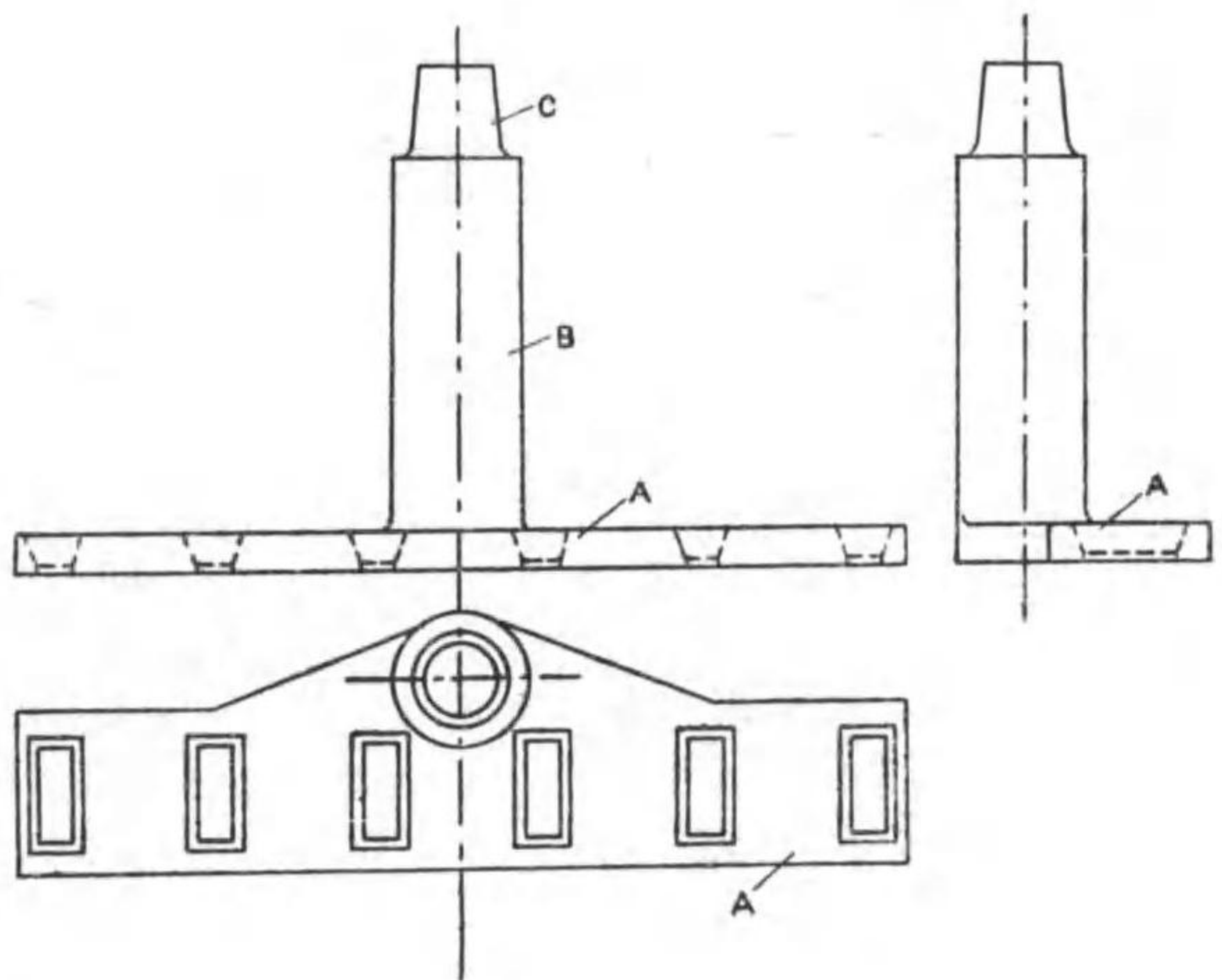
第六十六圖



第十四章 蓄電池の組立

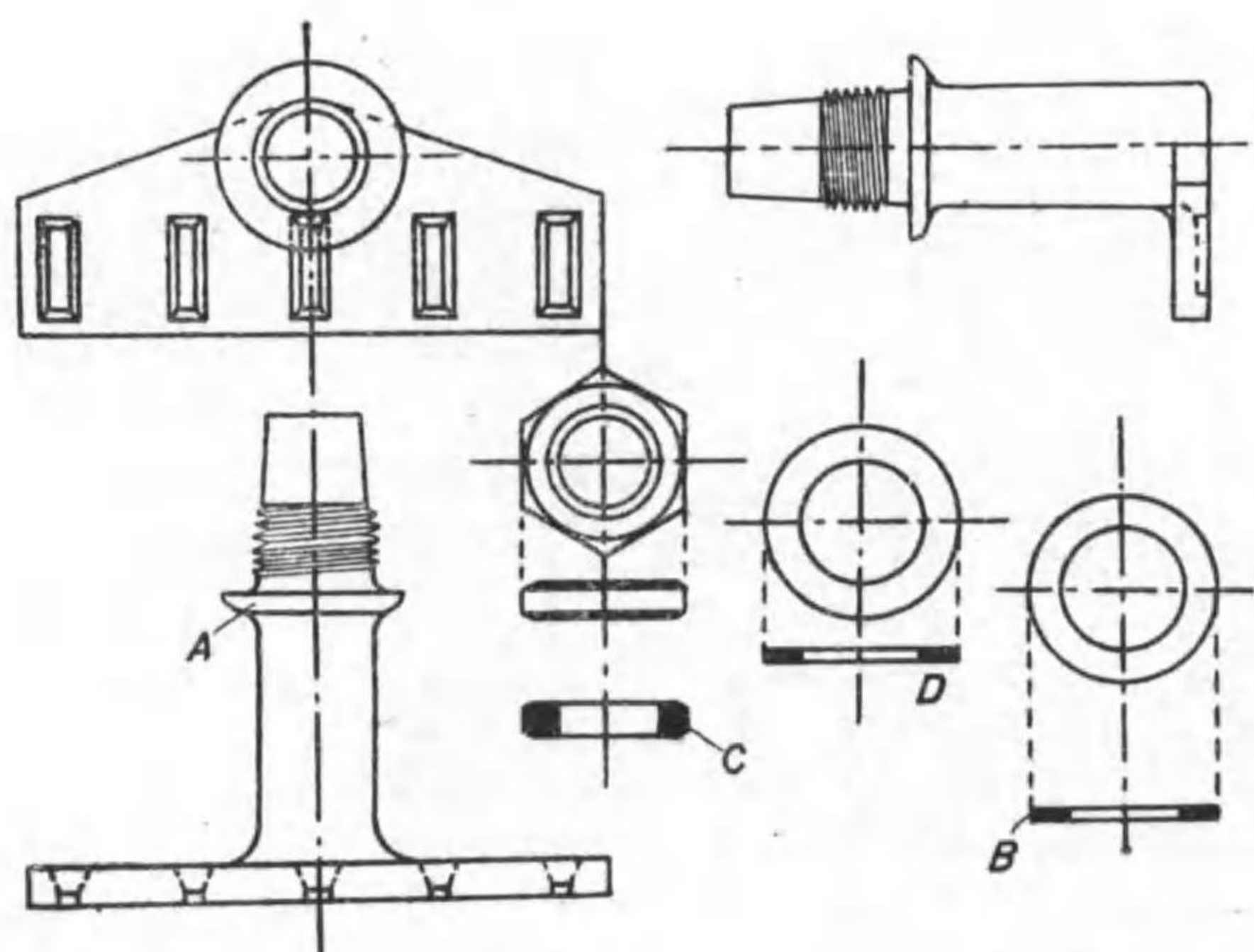
部分品を要す何れも皆各基板より電槽外に電氣を導くに必要なるものにして部分毎に其の名稱を異にせり第六十六圖は其の各部の名稱を示し第六十七圖は其の構造を圖示す此等の材料としては鉛又は鉛とアンチモニーの合金を用ふ。
接續杆(Cross bar) Aは數枚の同性基板を併列に接續して極群を作るに使用するものにして一個の平角棒に數個の穴を穿ち之に基板の耳

第六十七圖



(Fig)を挿入して溶接し數枚の基板をして恰も一枚の如くに作用せしむるものなり極柱 (Strap) Bは電槽内にある接續杆に集まりたる電氣を槽外に傳達するものにして電流の強さにより或は一本なることあり又數本を設けたることあり柱尖 (Terminal post) Cは極柱の尖端にして他槽との橋絡子 (Connector)を取附くるか或は導電線の一端を取附くる處なり此等各部は開放電池にありては總てを一個の鑄物として單簡に製作し可及的接觸抵抗を減ずるを常とすれども封口電池にありては其の蓋を嵌入する爲め極柱に鉤を附し液の漏洩を防止する

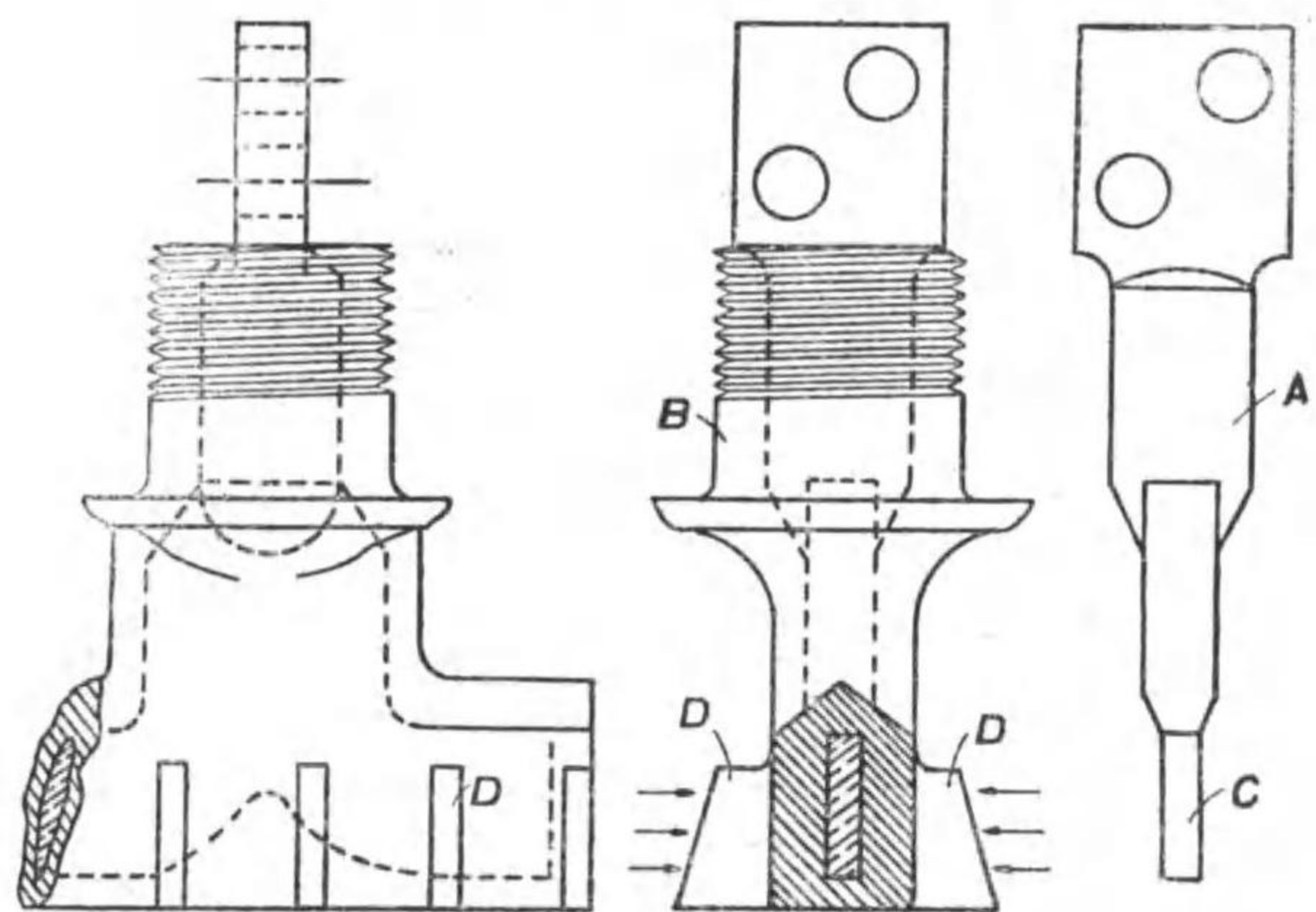
第六十八圖



護謨輪を嵌め螺線を切込みて螺子止を施す必要ある等非常に複雑となるが故に全部を一個の鑄物とすること能はず然れども電流の通路に當る部分は成るべく一鑄物になすことせり第六十八圖は其の詳細を示せるものにしてAは鉤Bは柔軟なる填隙輪Cは螺子止Dは坐金なり。

容量大なる電池にありては極柱を通過する電流大なるにより其の傳導度を良好ならしむる爲め極柱及び接續杆の中心に銅心を入れ其の周圍に鉛及びアンチモニの合金を鑄込みて包圍したるものを用ふる事あり第六十九圖は其の一例を示せるものにしてAは銅心Bは合金の包圍體

第六十九圖

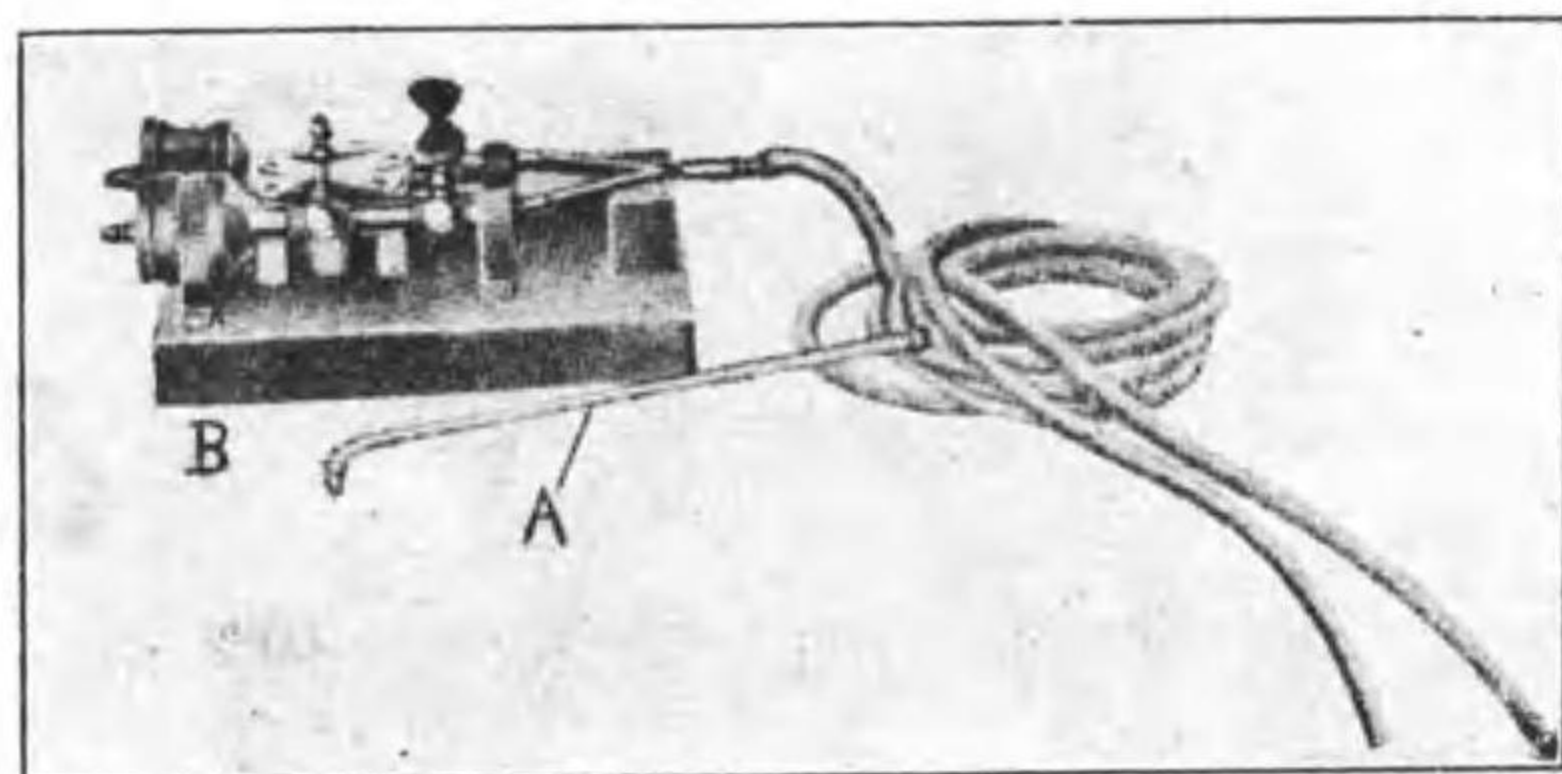


Dは凹形をなせる基板の耳なり故にCなる接續杆の銅心は基板の耳と直角方向に接續杆の中心を通ずる事となる此に使用する銅は電氣鍊銅にして其の太さは最大通過電流に相當するものたるべし而して合金との密着を良くする爲め先づ稀硝酸次に水にて能く洗ひ乾燥後白鐵鍍金を施し之を鑄型の中に保持し適度に熱したる處へ合金を鑄込むなり此の際鑄集を生ぜざる様注意を要す又其の抵抗は一時間放電率にて電壓の落差〇〇三ボルト以下たるべし。

白鐵の代りに水銀アマalgamを施すことあり然れども水銀は蒸發し易くして型を熱する際揮發し去るの虞あれば其の効力少か

るべし。

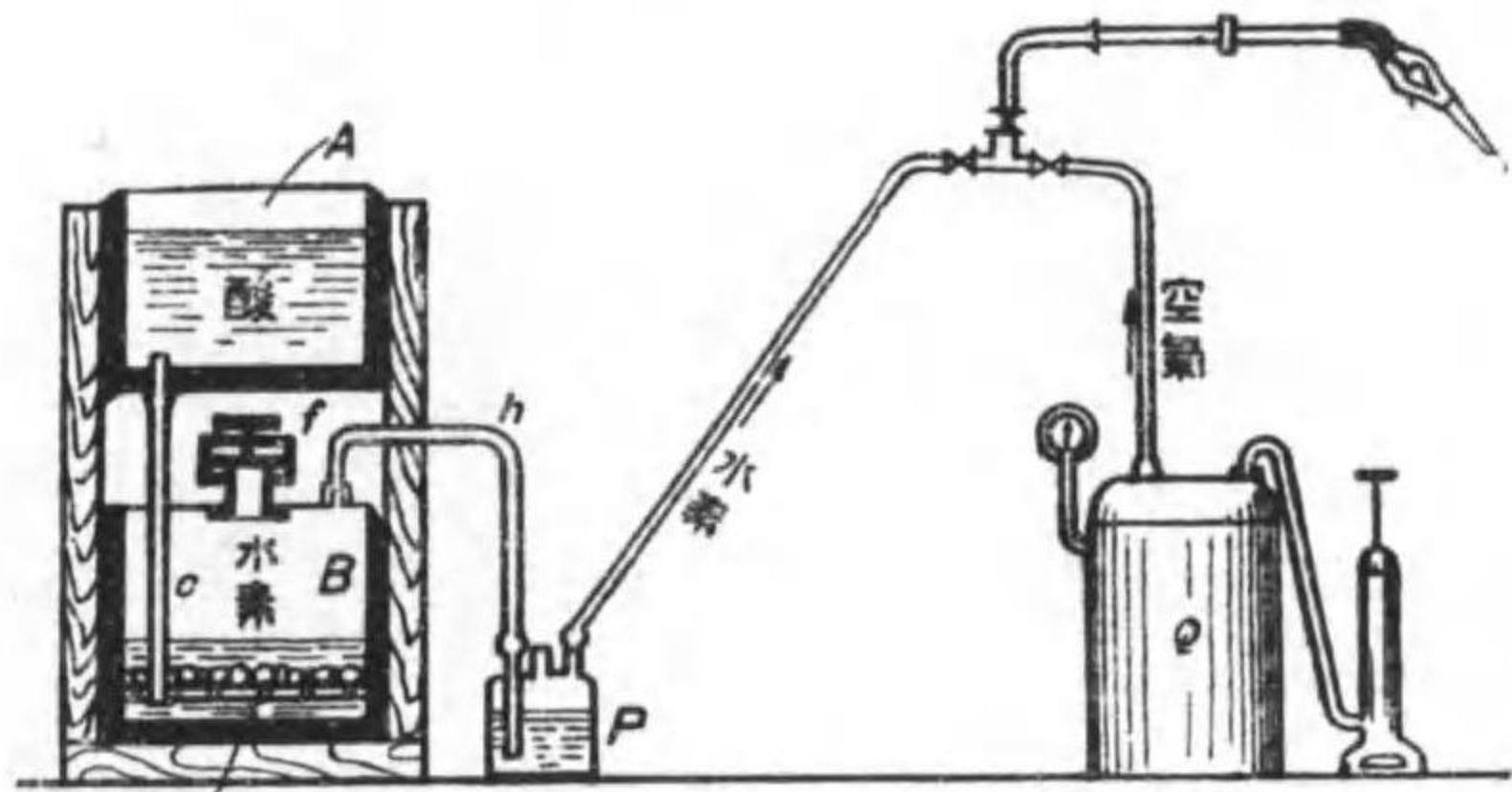
第七十圖



銲接(Burving)

極板を集めて群となし或は木製電槽の内面を鉛板にて被ふ爲に銲接を行ふ木槽の鉛張りには銲接劑を使用するを許されざるが故に鉛自身を火力にて銲接する要あり此には普通酸水素瓦斯吹管を使用す吹管とは第七十圖Aに示す如く外徑約五耗内徑約三耗の細き銅又は眞鍮製の管にして其の一端は約三十度の角度に曲り此處に〇二五乃至〇四耗の細孔ある帽子を被らせ他端には微細なる眼を有する金網を張りて酸素と水素の混合瓦斯を導く護謨管を嵌入したるものなり此の金網は火焰の逆流を防止する爲めにして瓦斯の混合割合はBなる調節器によりて各適度に加減せらる水素を發生せしむるには亞鉛又は鐵と稀硫酸とによるものにして若し砒素を含有すると

きは激烈なる毒性瓦斯を發生するにより使用原料中には砒素なきものを選定すべし第七十一圖は水素發生より空氣と混合するに至る迄の装置の全般を示せるものにしてA及びBは硫酸槽なりBは密閉し得らるゝ様作られAよりも三四尺低く下方に据付けらるCはA槽の底部とB槽とを連結せる管にしてB槽の底部近くにある穿孔假底dの下迄貫通せりfは此の假底上に亞鉛又は鐵を入れるゝ口にして密閉することを得る装置を有す今Aに稀硫酸を充すときはCなる管を通じてBに流入し假底上の亞鉛に作用して水素瓦斯を發生すべく此の瓦斯はB槽に充滿して其の壓力を増し酸の表面を壓するにより酸はA槽内に逆流し亞鉛との接觸を失ひ瓦斯の發生を中止し酸の落差と瓦斯壓が平衡を保つに至るべし若しBの瓦斯をhより進出せしむるときはB槽内の瓦斯壓減



圖一十七第

少するにより硫酸の一部は再びB槽内に入り來り亞鉛に作用して瓦斯の減少せる部分を補充し自働的に瓦斯をして常に一定の壓力(A及びB槽内の硫酸面の落差壓に等し)を保たしむ山より出で來る水素瓦斯はPなる洗滌器を通りて吹管に至るものにして洗滌器中には水を盛りて瓦斯を泡出せしめ以て清淨ならしむると同時に誤りて火焰を逆流せしめたるときにも防火作用をなし爆發を防止せしむ。

酸素或は空氣は手押唧筒又は機械力にてQなる空氣溜に壓入し之より一定の壓力を以て供給せらるゝなり。

近年水素は電解法により製造せられ鋼鐵製ポンペに壓入して坊間に販賣せらるゝにより之を使用せば一層輕便なり此のポンペに壓入せる瓦斯の壓力は一平方吋に對し千七百封度なるが故に壓力低下調節弁を附せば任意の壓力にて作業することを得又酸素もポンペに詰めて販賣せらるゝが故に市中瓦斯のある處にては此の瓦斯と純酸素とを以て水素及び空氣に代用することもあり。

電気弧焰も亦鉛の銲接に使用することを得れども其の光強烈なるが爲め此にて絶へず作業することは従業者の視力並に皮膚を害するにより單に一時の試みのみにて畢れり。

組立

組立(Assembling)

組立をなすに當り第一に注意すべきは各材料が清淨にして塵埃等を附着せざることなり是塵埃は他日自己放電の因となるべければなり故に基板は荷解をなしたるときは塵埃を十分に水洗し其の他の附屬品は清淨なる布片を以て拭ふべし隔離子中エポナイト製のもは電槽と同一の取扱をなし得べきも木製のもは乾燥せば龜裂を生じ且つ使用前清拭の必要なければ使用の直前迄荷解すべからず又組立て、電槽内に装入せば直ちに電液を注入するを要す。

基板は運送中又は荷解の際歪曲を生ずることあり之は組立前に充分に補修して正形となすべし之を行ふには曲りたる基板を二枚の板にて挟み靜に壓力を加ふなり是活質體の離脱するを恐るゝが爲めなれば決して曲所を槌

などにて打ち延ばすが如き事あるべからず。

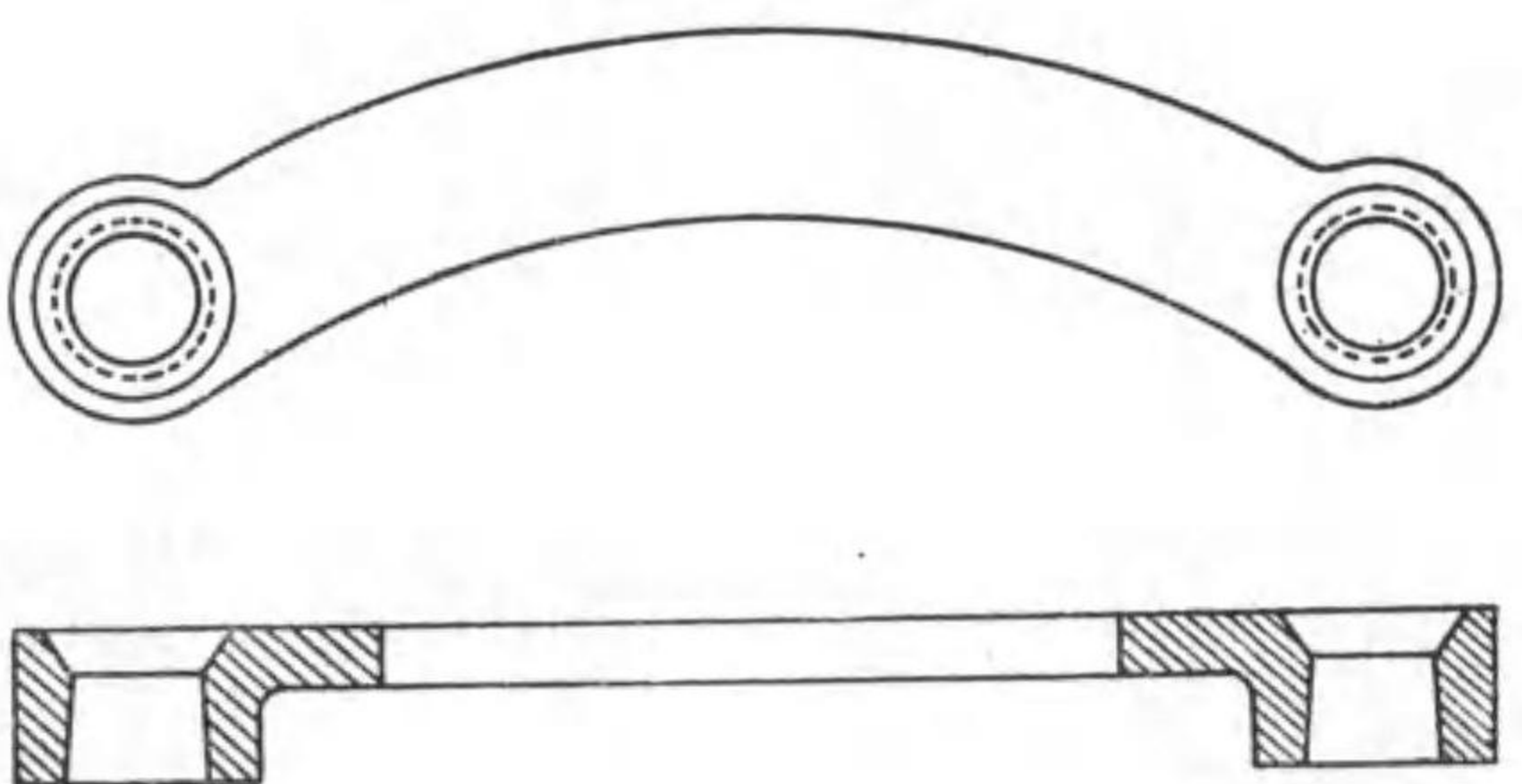
基板の耳其の他瓦斯銲接を施すべき部分は豫め掻手を以て削り新表面を現出せしめたる後銲接すべし然らざれば錆びたる表面は銲接甚だ困難なり。

斯くの如く諸般の準備整へば基板を接續杆の孔に相當する間隔に排列し接續杆を各耳に嵌入して完全に銲接して群となし陰陽兩群を組合せ隔離子を適當に挿みて後電槽内に挿入す小なる据置用のものにありては硝子槽内に基板を入れ然る後に銲接することあり斯る場合には硝子槽内に銲接材料を落し込まざる様注意すべし。

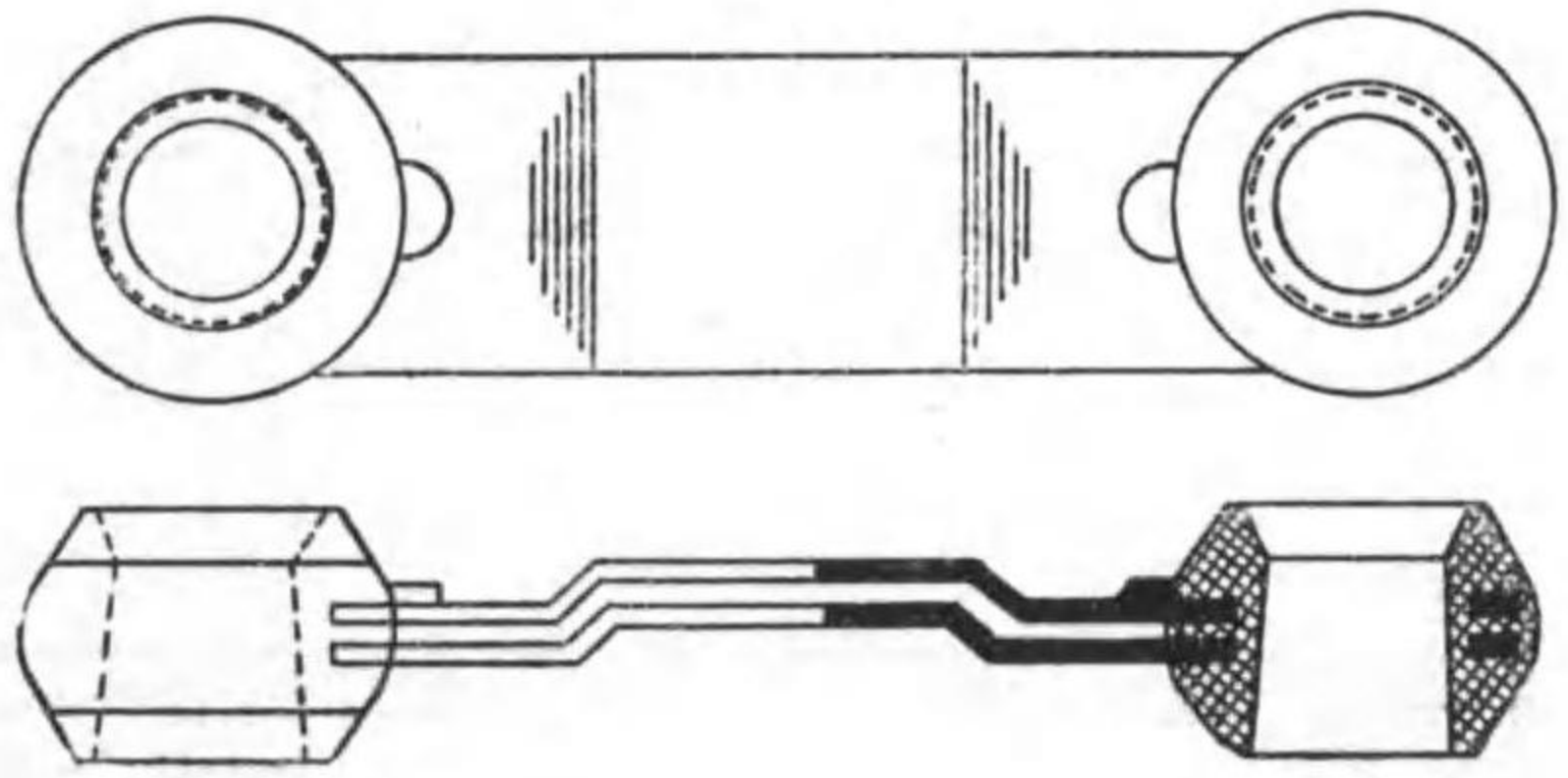
甲乙二槽を接續するには橋絡子(Connector)を使用す橋絡子には固形にして曲撓の出來ざるものと曲撓自由なるものとあり第七十二圖は合金又は純鉛にて作りたる橋絡子にし

橋絡子

圖二十七第



て第七十三圖は其の傳導度を良くする爲めに兩端の合金製要部を數枚の銅

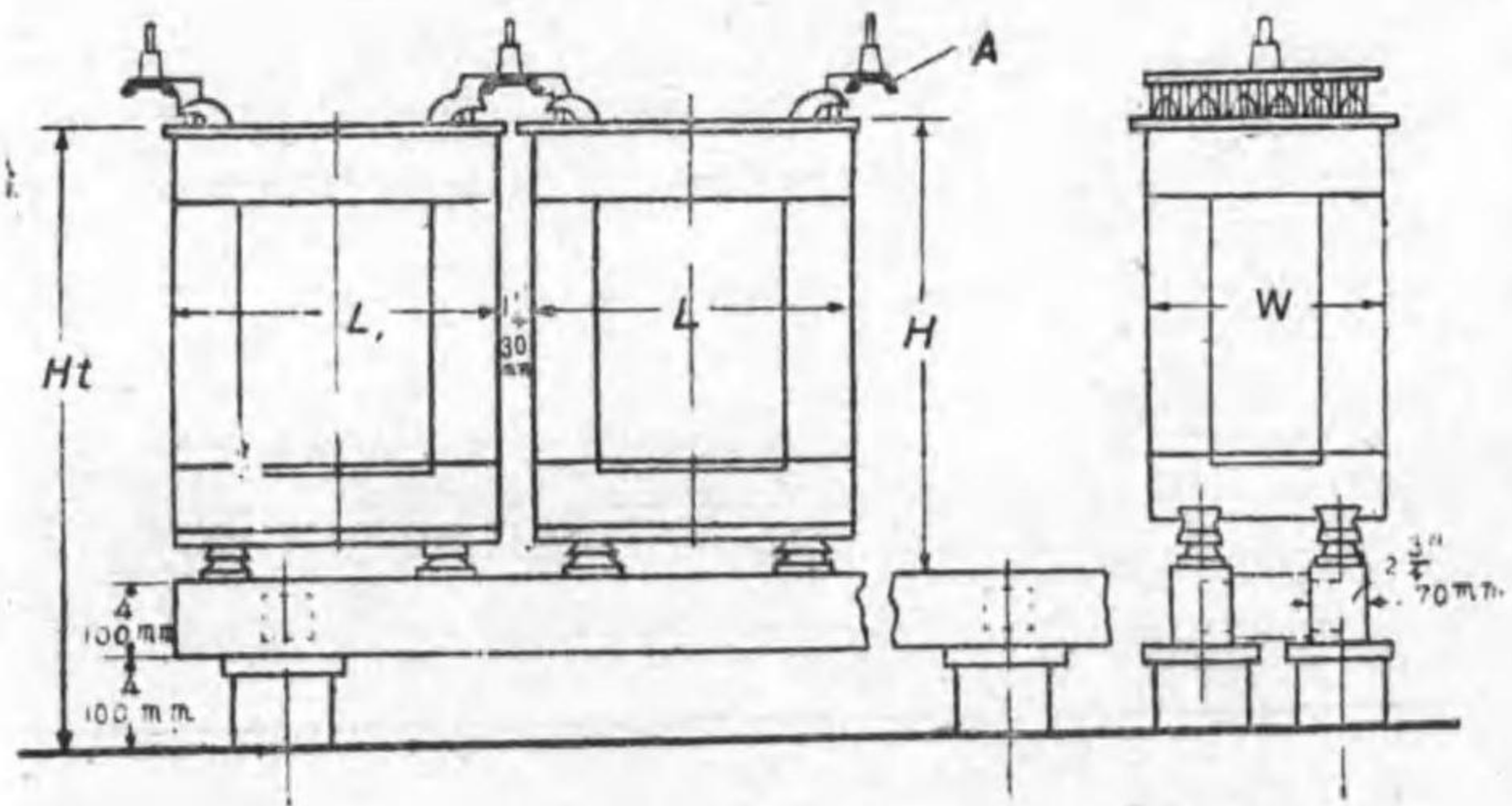


圖三十七第

にして第七十五圖に示すが如し即ちAは鉄Bは金敷CはブスパイDは基板の耳Eは鎔接部なり。

板にて聯接したるものなり斯る場合には要部間の距離を自由に調節することを得べし又此の兩要部間を銅線のコードにて聯接せるものあり是は主として移動用蓄電池にして時々其の間隔を異にする場合に使用せらる然れども据置用において其の間隔常に一定不變なれば「形」の合金板(此をブスパイ Bus bar と云ふ)に甲の陰極と乙の陽極とを鎔接するを便とす第七十四圖Aに示すが如し此の作業を行ふに當りて最も注意すべきは吹管の火焰が活質體に觸れ又木槽の鉛張を熔損せざることなり故に鎔着の際には特別の装置を施して之を防ぐもの

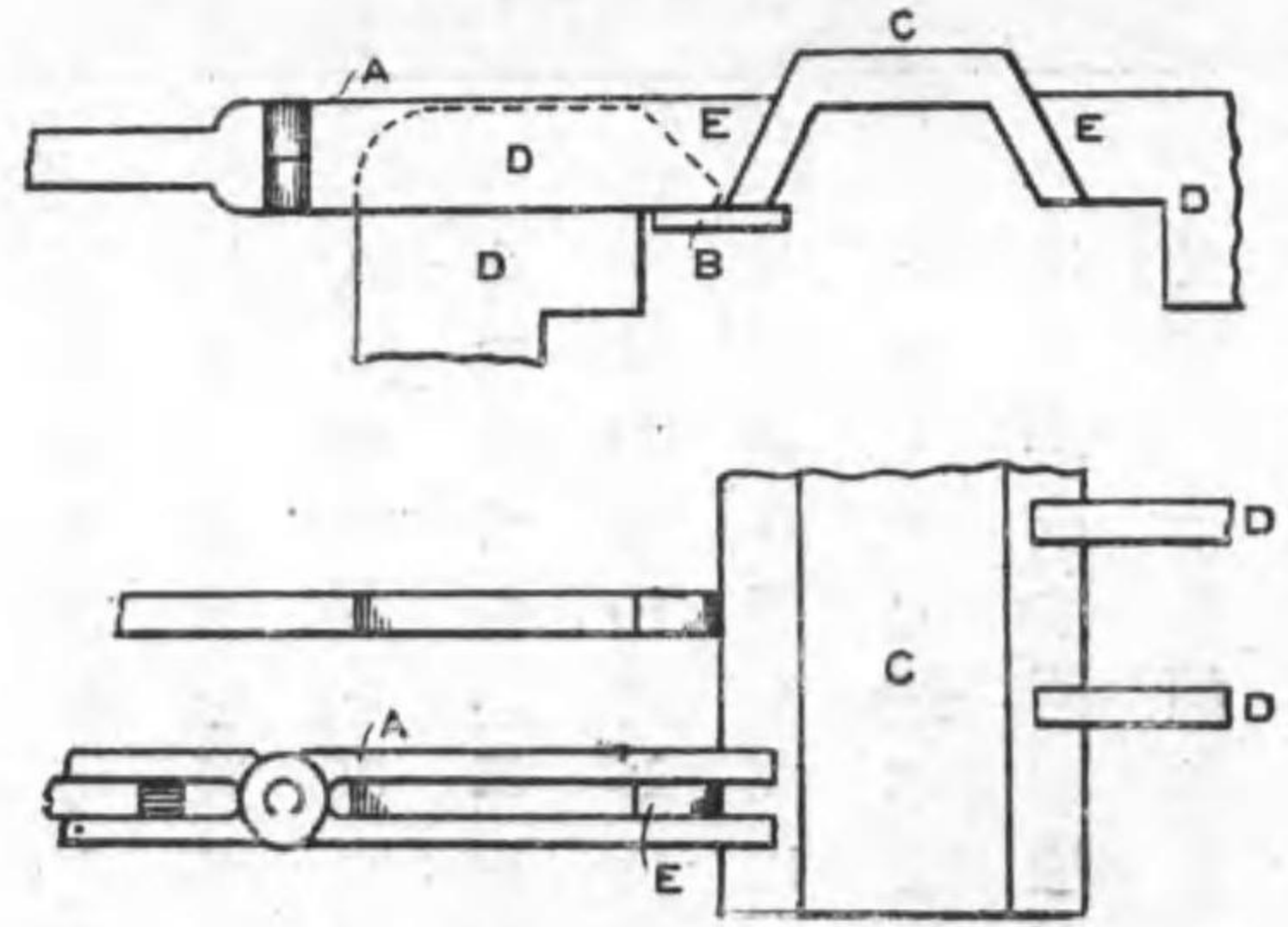
圖四十七第



第十四章 蓄電池の組立

電池の接續部には鉛又は鉛とアンチモニーの合金以外の金屬を使用すべ

圖五十七第



からず若し止むことを得ずして他の金屬を使用する場合には此等金屬は鉛を以て被覆するか或はアスファルト塗料を完全に施し其の表面を露出せしめざるを要す。

蓄電池を据付くる室は直射光