

新式整流器

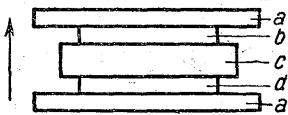
富士電機製造株式會社

朝倉吉郎

此處に謂ふ新式整流器とは銅と銅の酸化物との間の限界面に於ける瓣作用を應用して作つた所の乾式整流器の一種であつて其の説明に入るに先だち斯種金屬整流器の發達の歴史を述べて見よう。

1. 金屬整流器發達の歴史

前世紀の終り頃諸種の金屬や金屬化合物の電氣的抵抗を測定するに當つて圖らずも硫化金屬が電流の方向、強さ及び通流時間の大小に依つて異つた抵抗を持つことが發見された。西曆千九百〇三年に維納の Pawlowski と云ふ人が硫化銅を「アルミニウム」電極と或る種の金屬板との間に挿入したものに電流を通すと或る一つの方向では他の方向よりも非常に抵抗が高いことを發見した。研究の結果金屬板（汞和された鉛板）の電位が正である場合には電流が自由に通ることが出来るけれど其極性が反對になると電流が通らないのであると云ふことが分り Pawlowski 氏は硫化銅を使用して整流器を作り得ると云ふことに想達した。第一圖に示したのは Pawlowski 氏が



第一圖 Pawlowsky 氏整流器
a=絶縁物 b=アルミニウム
c=硫化銅 d=汞和された鉛

始めて考案した金屬整流器の概略圖である。併し乍ら此の整流器は電壓の高い場合に「アルミニウム」板と他の金屬板との間に火花が出るので實地に使はれるに至らなかつた。此の火花發生を避けるには前述の整流器要素を數個直列につなげれば良い譯であるがさうすると電流が自由に通る方向に於ける抵抗が大となり従つて損失も亦増大することとなる。此の様な缺點の外に此の整流器の壽命は非常に短いものであつた。

其の間歐洲ばかりでなく亞米利加でも此の様な金屬組合せの整流作用に就ての研究が多少行はれてゐたが大した進歩を見ることが出来ず實驗研究の域を出て完全な新しい金屬整流器を製作供給するまでには至らなかつた。特許明細書などに依つて見ると此の頃は鉛、鐵、眞鍮、銀、青銅等を其の酸化物或は硫化物と組合せたものに就て研究されてゐた様である。今を去る數年前漸くにして亞米利加の L.O. Grondahl と云ふ人に依つて壽命も長く火花の心配もなく而も損失も非常に少い所の乾式金屬整流器が發明された。此の整流器は銅板の上へ加熱に依つて酸化第一銅の薄層を作つたものから出來てゐる。

其の間歐洲ばかりでなく亞米利加でも此の様な金屬組合せの整流作用に就ての研究が多少行はれてゐたが大した進歩を見ることが出来ず實驗研究の域を出て完全な新しい金屬整流器を製作供給するまでには至らなかつた。特許明細書などに依つて見ると此の頃は鉛、鐵、眞鍮、銀、青銅等を其の酸化物或は硫化物と組合せたものに就て研究されてゐた様である。今を去る數年前漸くにして亞米利加の L.O. Grondahl と云ふ人に依つて壽命も長く火花の心配もなく而も損失も非常に少い所の乾式金屬整流器が發明された。此の整流器は銅板の上へ加熱に依つて酸化第一銅の薄層を作つたものから出來てゐる。

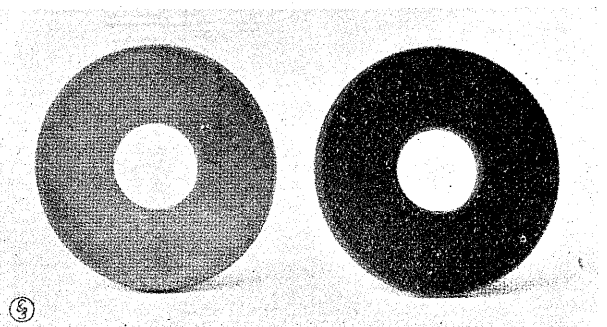
此の金屬組合せの整流作用の原理に關しては今日の所未だ確たる定説がないが、此の整流作用が主體たる銅と其の上に附着せる第一酸化物の層との間の限界面に於て起ると云ふことは確である。又此の整流作用が熱電氣作用や電解的作用に基因するものでないと云ふことも大體確かである。此の事は金屬整流器の耐久性が大で従つて長時間使用しても中間層が何等變質しないことを意味するものである。此の銅と酸化第一銅との間の限界面の不思議な作用を説明する爲めに色々の假説が唱へ出されたが Jolley 及び Slepian 二氏に依つて到達された結論に據ると此の限界面の辨作用は主として限界面の結晶組織に基因するものらしい。Grondahl 氏の最近の實驗に依つて銅と酸化第一銅とを組合す時は銅から酸化第一銅に向つては非常に良く電流を通すが其の反對の方向では電流が通り難いことが發見された。之れが今日に於ける乾式金屬整流器の發達の因をなしたものである。

11. 「プロトス」整流器

獨逸では久しき前より「シーメンス、シュツケルト」電氣會社が此の金屬整流器に就いて學術的並に實地の研究を怠らなかつた。今日では其の研究が完全に成功し極めて優秀な乾式整流器を作ることが出来る様になつて「プロトス」整流器の名で市場に出してゐる。此の乾式整流器は銅板の上に酸化第一銅を附着したものを構成要素として此の要素を澤山積重ねたものから出來上つてゐる。即ち中央に孔を持つてゐる所の圓板が積重ねられ其れを締付け「ボルト」で一體に合成したものである。此の第一酸化物は總べて導電率の大變低いものであるから其の厚さを決めるには一方塞止電壓を出来るだけ高くすることに努め他方に於ては電流通流方向の抵抗を小さくすることを考慮せねばならぬ。「シーメンス、シュツケルト」電氣會社が採用してゐる製造方法に依れば此の二つの條件は大變良く整流作用を行ふのであ



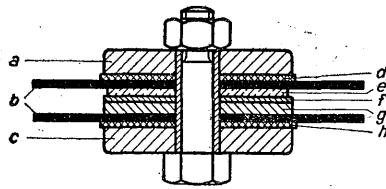
第二圖 銅と酸化第一銅との組合せ



第三圖 銅板（右は酸化第一銅を附着せるもの左は附着せざるもの）

る。第二圖は此の様な銅板の構造を示すもので第三圖は第一酸化物が附着した銅板と附着してない銅板との寫眞である。整流を行ふ場合には交流電源の一つの端子を銅板に結び他の端子を第一酸化物の層の上に壓着された接觸板に結び付ける。第一酸化物の薄層と接觸板との間の接觸を良くすることは接觸抵抗を低減し能率を高める爲めに必要なことである。此の理由から所謂對極と

して一枚の鉛板を第一酸化物の薄層の上に置き壓力を加へて緊密に接觸させる。第四圖は此の様

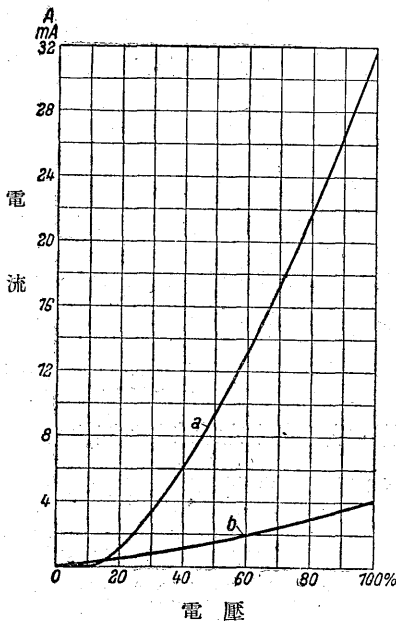


第四圖 銅と酸化第一銅とより成る整流器要素
 a, c=緊壓板
 b=冷却板
 d, h=絶縁物
 e=對極
 f=Cu₂Oの層
 g=銅板

な整流器構成要素の組立てられた状態を示してゐる。銅板、酸化第一銅の薄層と對極から出來てゐる所の整流器構成要素は熱放散の目的で兩端に冷却用の金屬板を持つてゐる。全體は一本の「ボルト」と二枚の緊壓板とに依つて締付けられる。此の「ボルト」及び緊壓板は整流器構成要素に對して絶縁されてゐるから二枚の冷却用金屬板を同時に電流取出し板に兼用出來る。

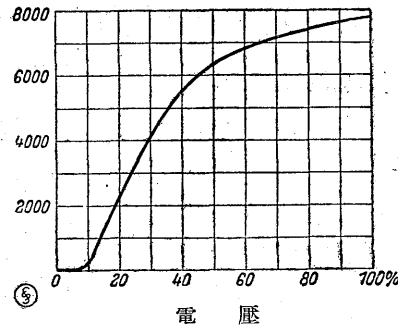
此の整流器構成要素は普通の使用状態では或一つの

方向で二「ボルト」の電壓を確實に塞止し他の方向即ち電流通流方向では少く共 0.25「アンペア」の電流を大した損失を伴ふことなく通し得る様な性質を持つてゐる。色々の値の直流電壓を整流器構成要素に與へて試験した成績が第五圖に示してある。各電壓値に對して兩方向の電流値



第五圖 電流—電壓特性、縱軸—電流、横軸—電壓
 a=正方面電流 (アムペア)
 b=逆方向電流 (ミリアムペア)

が示してある。此の特性曲線より電壓塞止方向には殆んど電流が流れず實際上閉却し得る程度のものであることが解る。此の所謂逆電流は交流の半「サイクル」毎に流れ有用電流に比較して非常に小さいものである。此の金屬整流器では他の整流器 (特に電解的整流器) に比し非常に低い電壓でも整流作用が行はれる。電流と同じ様に兩方向の抵抗も適當の關係を持つてゐなければならぬ。一方向と他の



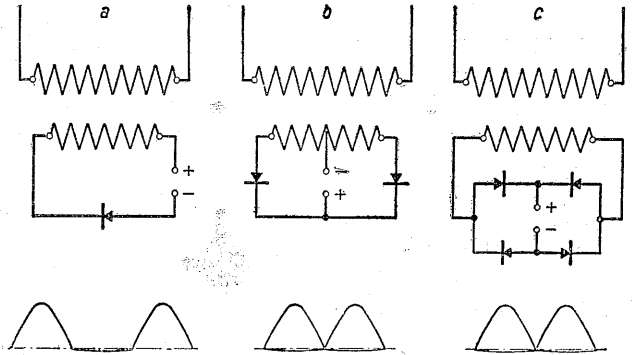
第六圖 逆方向抵抗と正方向抵抗との比と電壓との關係特性

方向との抵抗の差が大きければ大きい程有用電流が逆電流に比して大きい譯である。有用電流と逆電流とに對する二つの抵抗の比は各整流板の性質の良し善しの表徴となるものである(第六圖)比較的高い電壓が整流せられねはならぬ場合には多くの整流器要素を直列に接続して其の各の

塞止電壓の總計が交流の最大値に相當する様に選ぶ。比較的大きな電流に使ふ場合には多くの整流器要素を並列に接続すれば良い。

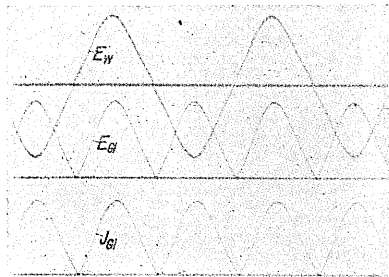
整流器の普通の接続では交流の半波だけが整流され他の半波は塞止作用で抑制されて現れて来ない。(第七圖 (a)) 併し第七圖の (b) に示した様に變壓器の捲線の中央より「タップ」を出し捲線の兩端に一つ宛反対方向に整流

器を接続する時は交流電壓の兩半波を有用に使ふことが出来る。茲に注意すべきことは一つの分岐電路中の整流器の塞止電壓が半波利用接続の場合の二倍でなければならぬことである。(但し負荷電壓が同じものとして)。第七圖 (b) の様な接続の場合には一つの整流器に最大電流が通



第七圖 整流器の種々の接続方式

る瞬間には此の整流器に $+E_{max}$ なる電圧がかかる。 E_{max} は交流電壓の最大値即ち $E = E_{max} \cdot \sin \omega t$ の關係を満足させる値である。同時に他の整流器には $-E_{max}$ がかかる。電流が自由に通る方の整流器の電壓降下は殆ど零と云つてよいかから電流を通さない方の整流器の兩端子間の電位差は $2E_{max}$ 或は $2.82 E_{eff}$ となる。其れであるから此の場合使はれる整流器は變壓器電壓の有効値の約三倍の電壓を塞止する様なものでなければならぬ。其の外交流の兩半波を利用する接続方式としては西曆 1897 年に L. Graetz 氏に依つて考案された所の四つの整流器を「ブリツヂ」接続する方式がある。(第七圖 (c)) 上記の接続に依つて整流器からとられる電壓及び電流の「オツシログラム」は第八圖 (a) に示した通りであつて此の直流は蓄電池等の充電に使用される。充電の目的に使はれる場合には電壓波の中高い電壓値の部分即ち充電電壓より高い部分

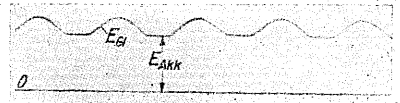


第八圖 (a) 抵抗負荷の際に於ける電流と電壓との「オツシログラム」

だけが利用される。(第八圖 (b)) 併し例へば「コンデンサー」や「インダクタンス」の様なものを使つて直流電壓の波形を扁平にすることも出来る。此の様なものを使ふと装置が複雑、高價となる缺點があるから可成り大容量の設備に對しては交流側で相數を増して直流電壓の波形を平滑にする方法を採用した方が良い。

「プロトス」整流器の整流器要素は最後に示した接続方式(第七圖 (c)) で組立ててある。過負荷耐力を高める爲めに整流板が二つ宛並列に接続してある。各整流板の塞止電

壓は二「ボルト」であるから最高使用電壓が八「ボルト」の場合には前記の整流器要素を四個直列に接続せねばならぬ。各半波に對して八枚の整流板が使はれる場合には装置全體として十六枚の整流板が必要となる。冷却板は同時に聚電板として使用される。此の冷却板は整流板中央の穿孔附近に蓄積しようとする傾向のある熱を迅速に發散させるものであるから電流強さの大なる場合或は過負荷する場合には特に必要なものである。(第九圖)



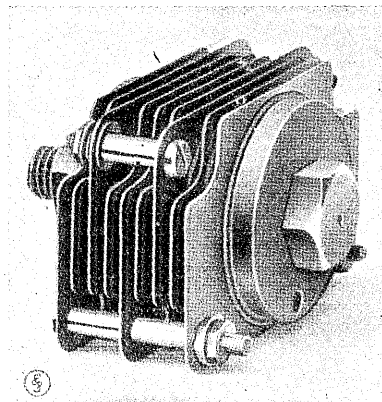
第八圖 (b) 電蓄池充電の際に於ける電壓の「オッシログラム」

此の整流器の能率も一般の整流器の場合と同様に次の關係から求められる。

$$\frac{\text{直流側の平均出力}}{\text{交流側の平均入力}}$$

「プロトス」整流器の能率は 50「パーセント」以上であるから「プロトス」整流器は能率の點から云つても市場に現れてゐる他の斯種整流器を凌駕すると云つても過言であるまい。

整流器を流れる實際の電流の強さは其れに接続されてある所の負荷電流回路の抵抗の大小に關係する。其の外整流器及び變壓器内の電壓降下にも關係する。若し附加抵抗が小さい場合には電流の強さが非常に高い値に昇り整流器を損傷する惧れがある。其の危険を避ける爲めに「プロトス」整流器には非常に「リーケージ」の高い變壓器が接続してある。高い「リーケージ」の爲めに負荷の増加と共に誘導的電壓降下が増大し公稱電流の約二倍の電流が通る場合には電壓が零になる。此の強さの電流に對しては安全である様に捲線が設計されてあるから變壓器が短絡されても何等危険がない。第十圖には三つの「タップ」に於ける變壓器の短絡特性が示してある。

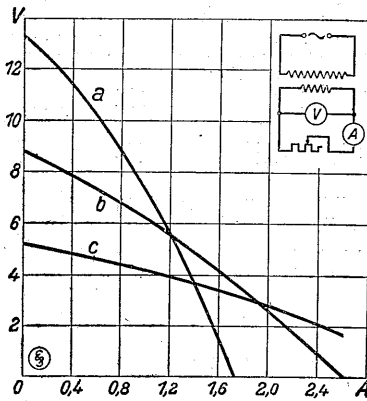


第九圖「プロトス」
整流板堆

整流器も短時間ならば此の負荷に堪へることが出来るから此の整流器の總べての装置が短絡に對して安全であると云ふことが出来る。充電電流の強さが餘りに高過ぎる場合或は負荷電壓が低い場合などに整流器が長時間過負荷されることを避ける爲めに一つの切換開閉器に依つて整流器が割合に低い變壓器電壓に切換接続される様にしてある。即ち變壓器には一個乃至三個の蓄電池が約 0.5「アンペア」の電流で充電される様に「タップ」が設けてある。此の場合實際にはどれ位の強さの電流が流れるかは蓄電池の反抗起電力

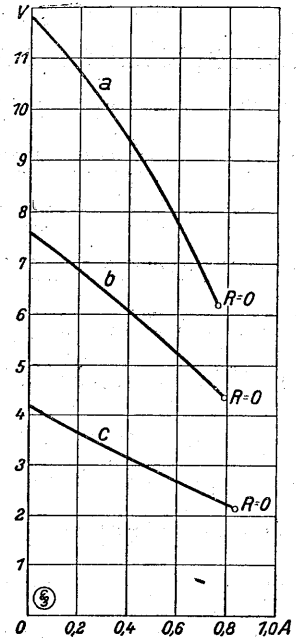
或は其の他整流器に接続されてある所の負荷の内部抵抗に關係する。割合に大きな電流が必要な場合には此の整流器を 50「パーセント」迄で過負荷しても何等損傷せらるることがない。

異なつた数の電池を定電
 壓に接続した場合の整流器
 の特性が第十一圖に示され
 ている。實驗に際しては蓄
 電池に直列に一つの可調整
 的抵抗が接続され此の抵抗
 を徐々に短絡して行つた。
 此の抵抗が完全に短絡され
 た状態では充電々流の強さ
 は 0.8「アンペア」に達し
 たけれ共整流器は過負荷せ

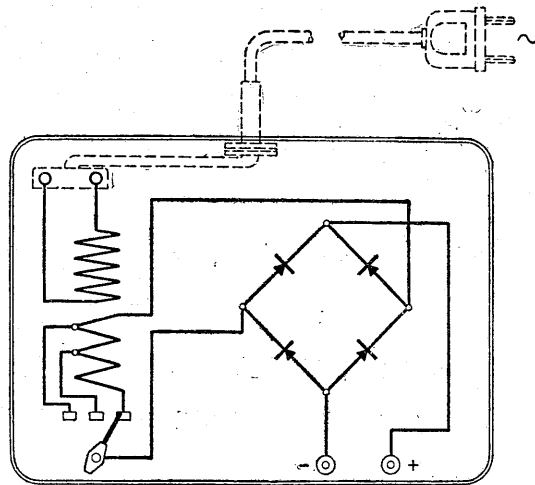


第十圖 變壓器特性
 a=第一「タップ」(8V)
 b=第二「タップ」(5V)
 c=第三「タップ」(3V)

られなかつた充電が進行するにつれて蓄電池の反抗起電力も亦
 増大するから遂には充電々流は零となり直流の消費が杜絶する
 こととなる。従つて充電の後整流器を遮断するのに都合がよ
 い。交流電壓が一定に維持せられないで多少變動する様な場合
 でも蓄電池が數日間もぶつ通しにつなぎ放しになつてゐない限

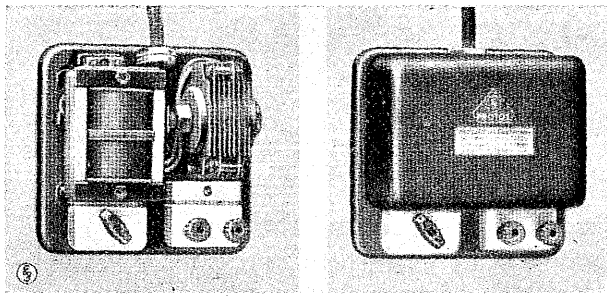


第十一圖 充電の際に於ける電
 流—電壓特性
 a=第一「タップ」、電池三個
 b=第二「タップ」、電池二個
 c=第三「タップ」、電池一個



第十二圖 「プロトス」乾式整流器の接続圖

りは整流器を経て甚だしく放電する様なことはない。第十二圖に示してある様に蓄電池の放電方
 向には其の放電を妨げる様に整流器が横つてゐるから放電の惧れがない。「プロトス」整流器の
 此の接続圖から解る様に直流側は交流側から電氣的に全然分離してゐる。其れであるから整流器
 の作業中其の端子に接觸しても危険がない。電流の強さは直流側に接続された所の電流計で監視



第十三圖 「プロトス」乾式整流器

することが出来る。若し電流の強さが規定の値を著しく超過した場合には整流器に設けられた切換開閉器に依つて其の次の低い電壓階段に切換へられる。

變壓器からは三つの電壓階段が得られる様になつてゐて

第一の「タップ」では六「ボルト」蓄電池

第二の「タップ」では四「ボルト」蓄電池

第三の「タップ」では二「ボルト」蓄電池

が充電される様になつてゐる。

—(終り)—



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。