時局下に於けるアルミニウムと水銀整流器*

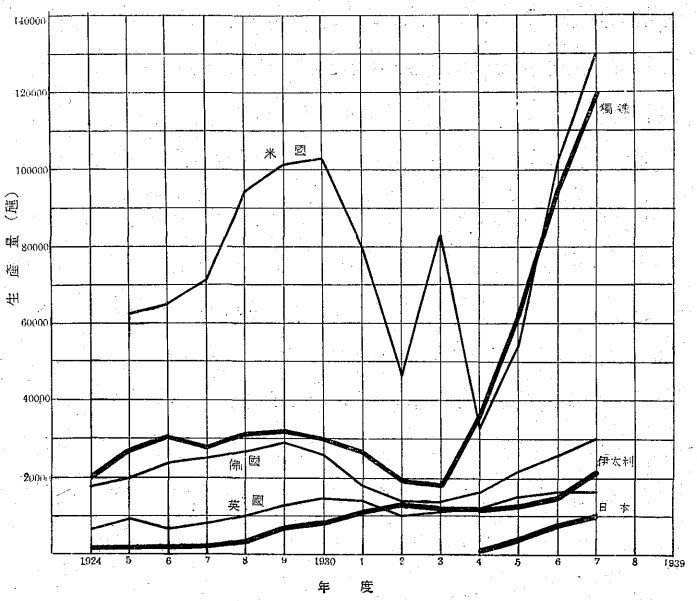
富士電機製作部　甲斐弘道

内容梗概

時局下に於けるアルミニユームの重要なる位置を物的に觀察し、更に其生産上變流設備として種々の點より水銀整流器を最適且有利とする諸點に說き及んでゐる。

物資動員計畫とアルミニウムの位置

時局の急展開に伴ひ物資の統制強化が行はれ、同時に不足物資の節約と資源の開發が急務とされる事は當然な事で、去る第七十四議會でも此の點に檢討が加へられて居る。此れに關して衆議院豫算委員會では、機械設計に於ける 3.5 倍乃至 4 倍の贅澤な安全率を再檢討し、7 基の材料を以て 10 基の橋梁製作や、8 臺分の銅材を以て 10 臺の電氣機器製作が論議されて居る。而して日本電氣工藝委員會制定のZ暫定規格に就ても、電氣學會や協會が絶體的實情に迫られて規格制定に着手する以前に、政府に於て率先し其の事を唱導される樣に要望された事は、技術者の注目すべき事柄である。更に青木企畫院總裁は生産力擴充或は物資動員計畫には、天然資源の開發が一の大なる基礎であり、鑛物資源の如きも現在着手されて居るものだけを以てしては、到底事態の急に應じて、計畫の完全な遂行は期し難き事を注意されて居る。



第1圖　各國のアルミニウム生産比較

即ち最近急に重視を受けて居る所の、アルミニウムの生産擴充の如きは、其の中でも最も重要な資材擴充の一である。

アルミニユウムの增産は、電氣機械や單なる一般の使用不足の急を凌ぐ爲のみのものではなく、世人の氣付かぬ內に、加速度的にアルミニウムの使用範圍が擴大された爲である。

アルミニウムは其の儘では、機械的强度に於ても化學的安定度よりしても、之の使用範圍は極限されて居るが、一度デユラルミン合金に新生され、ツエツペリンが飛翔するに及んで以來、在來の鐵と共にアルミニウムは忽ち近代戰爭の必需品に飛躍し、最近は世紀の翼航研機の出現になり、米國のクリツパー機の如き總金屬製となり、其他地上交通機關や兵器に缺く可らざる重要品になつて了つた。

現實の問題にも、航空隊、快速機械化部隊の充實が如何に國運進展に寄與するものであるかは、最近の歐洲情勢が最も雄辯に之を物語つて居る。

獨逸では 1914 年大戰と殆ど同時にアルミニウム增産に着手し、15～16 年には早くも 10000 瓲に達し、現在のヒトラー總統の下に於ては 4 ケ年計畫の自給策を樹立し、之をドイツ金屬と迄稱して二三年前既に 120.000 瓲を産し、猶此の不足分はハンガリー等より輸入して居る。

* Aluminium in Present Situation, and Rectifier

第1圖（勝田貞次氏調アルミニウムに據る）は各國の生産高を示すもので、此他蘇聯邦では1932年僅かに3000瓲であつたものが、36年には早くも36000瓲其以後の發表はないが、ボーキサイドの埋藏量甚だ多く、且發電設備の完成等により現在は恐らく100000瓲に達するものと想像される。之等の生産高を軍備と關聯せしめて見ると、曲線に新たな意味の藏される事がわかる。

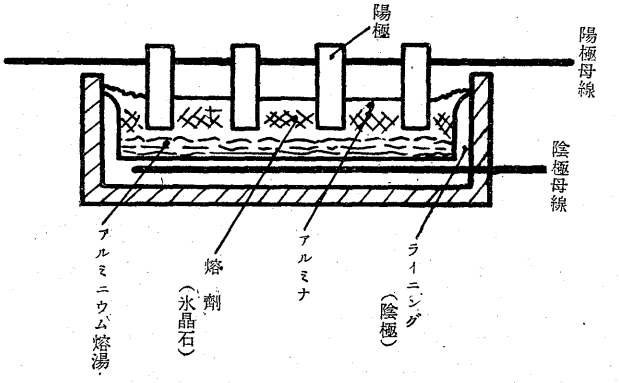
アルミニウム生産の概念的工程

アルミニウム原鑛は多種類あるが、現在吾國では之の自給策と、資源地獲得上の入手容易な點より、ボーキサイト、蠻土頁岩、明礬石の3種が主に使用されて居る。

處理方式にはバイヤー法、理研乾式、滿鐵乾式、淺田式、田中式等原鑛に適應した夫々の方法が採用されて居る。

第2圖は濕式バイヤー法の一例で、原鑛より製品迄の概念を示したものである。此の內のアルミナ製出迄の第一工程が種々の處理方式に據つて異なつて居るが、水酸化アルミニウムが 1100°C 位に灼熱される事から、第一工程の工場を電爐工場とも呼ばれる。

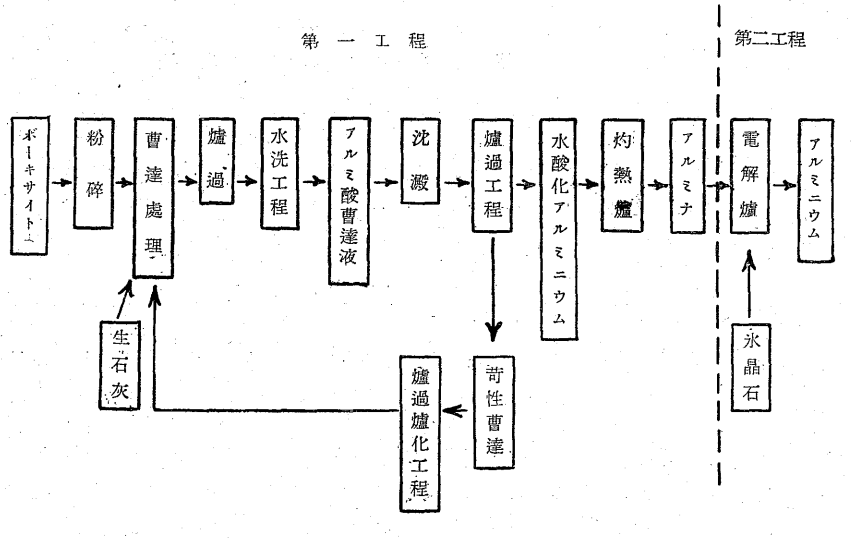
第二工程では直流を使用してアルミナを熔融電解するだけで、爐の構造に相異する點はあつても、各方式とも大體同一方法である。それで此の操作を行ふ工場を電解工場とも呼ばれて居る。



第3圖　電解爐の一例

常識としての原鑛とアルミニウムの比は、ボーキサイドに於てはアルミナで重量が半減し、アルミニウムで更に其の½量になる。熔融劑である氷晶石はアルミニウムの5～10％、消耗電極は50％である。

第3圖は電解爐の一例である。電解工場では斯如き爐が直列に多數接續されて操業される。從つて爐の操作基數により當然電壓が調整され、電流は電解に必要な値に保持されて、爐の基數には無關係である。爐が大規模になり、40000A以上の操業では、電極用の生塊を爐上の枠に充塡し、之を自働燃燒せしめて連續補給する所謂ゼーデルベルグ法が採用される。此の電極方法に依る時は將來 100000A 以上にも使用される事が豫想されるが、固定電極では最大40000A迄であり、電力消費量もゼーデルベルグ法に比し相當大である。



第2圖　濕式バイヤー法に據る生產工程

アルミニウム精鍊には上述の電解用に強大な直流電力を要し、今之を他種製品の生產に要する電力消費量と、アルミニウムの夫れを對比して見ると

窒素工業	17.5 kWH/kg
アルミニウム（ゼーデルベルグ法）	16.5
グラファイト	7.8
鑄鐵（鐵鑛より）	2.4
銅	0.3

の如くである。

國策に沿ひ急速にアルミニウム生産が増大すれば、之に要する電力の消費量も驚く可き數字に昇る。而して此の電力費用が製品のコストに關して極めて重大な關係がある。

それ故アルミナ製造工場は原鑛産地附近に、電解工場は低廉豊富な電力地に設置されたり、又發電が自家用であれば設備費の低減を圖つて、直流發電機を原動機に直結される事も考慮される。一般には斯様な便宜が少く、工場設置や運送の便等から電力は交流受電とし、之を直流に變換されるものが多い。

水銀整流器使用の經濟的考察

製品コストの低減を圖るには、電力變換設備として先づ靜止裝置である水銀整流器と、廻轉裝置である變流機の價格が對比されるが、設備投資としては

1　kW 當りの電力設備費

2　消耗費並に人件費を含む操業維持費

3　電力設備全體の能率

等の項目に就いて考慮さるべきであらう。

價格に就ては是迄種々比較されて居るから省略するが、最近電氣學會の材料調査委員會で、Z暫定規格に準據する機器の所要材料調査が、水銀整流器と廻轉變流機に就いても行はれて居るから、第1表に摘記して見る。何れも新規格によるもので、廻轉變流機を 100 %とし之に整流器を對比したもので、製作各社により一樣ではないが、本邦製作社の數字であるから非常に興味深いものがある。

第1表　水銀整流器と廻轉變流機
2000 kW　600 V　公稱定格

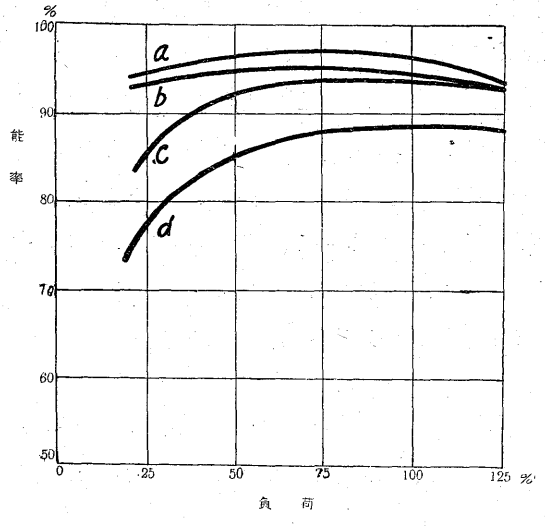
	廻轉變流機 %	水銀整流器 %			
		A 社	B 社	C 社 (1)	D 社 (2)
銅重量	100	40	52	42	30
總重量	100	85	86	87	75

水銀整流器には變壓器、相間リアクトル、陽極リアクトルを含む
（1）1500 kW　600V　　（2）2000 kW　1500V

水銀整流器では、整流器本體には上部の導線以外には毫も銅材を使用しない。附屬變壓器に使用する銅及び鐵材は廻轉變流機に於けるものと大差なく、唯小容量の相間リアクトル其他が整流器に附屬するから、少量の銅材と鐵を此のため別に要するもので、此等を含めた各社數字の平均をとれば、水銀整流器は廻轉變流機に比し、銅材は約 40% で足り、總重量に於ては約 83% である事が示されてゐる。

價格には此等材料費以外に工賃經費が含まれるべきであるが、整流器の構造の簡單さは、工賃經費を含めた價格比に於ても、上記材料の重量比を覆へす樣な事はないと考へられる。

水銀整流器の運轉維持費に關しては、整流器には炭素刷子の如き消耗品のない事と、從つて常時の監視を必要とせず、靜止裝置全體の自働化も亦高度の信賴を置き得る等の事より、改めて廻轉變流機と比較する迄もない事と想像する。



第4圖　能率曲線

第3項の能率であるが、水銀整流器では定格直流電壓に依り能率は相當左右されるから、一概に決定するに難はあるが、併乍らアルミニウム電解工業では、少くとも 500V 乃至 800V 近い電壓が使用され、此の程度の電壓になれば第4圖の如く、輕負荷より過負荷に至る迄、補助裝置一切の損失を含めても、決定的に水銀整流器の能率は他に比して良好である。

此れ以外猶設備投資に有利な事は、床面積の縮少及び裝置の重量輕減と、靜止裝置であるため基礎工事の

簡略等、整流器を使用する事により、建築資材の節約量も無視し得ない額になる事である。

最近の水銀整流器

電力設備として、水銀整流器が經濟的に有利であつても、

1　起動時間の短縮と其の自働化
2　電壓制御の容易と信賴度
3　保護裝置の完備

等の諸項が、技術的に信賴し得るものでなくては、設備投資として如何に有利であつても、其れは問題外になる。

元來電解工業では如何なる製品にあつても、共通して最も重大視される點は、癈品を製産する惧のある停電が最も嫌忌されるもので、殊にアルミニウムに於ては製品の冷固は爐を脅威するから、先づ運轉の連續性が重視され、次いで品質に均一性を附與する爲の、不變電流の保持が肝要である。故に上記3項目の分類も、之に全部關聯して居るとも言へる。

當社の水銀整流器最近の進歩改良亦之を目標にして爲されたもので、整流器內部構造の强化と謂ひ格子制御方式に於ける管理の改善等の全部がそうである。

而して之等のもの〻內、現象の探究を除いた他の總ては、既に二年以前に完成され、現在の製品は方式に於ても形狀に於て更に一段の進歩改善を具現したものが製作されて居る。玆にその詳細を書盡す事は到底不可能であるが、制御格子の構造、陽極の全面的改變、部分的材質の變更、格子制御方式の改善等が擧げられる。而して本誌第 14 卷11號にも之に關する報告の一端が記載されて居る。

第5圖は、安定な操作をなし得る格子制御方式の一例であり、寫眞は、最近のアルミニウム用3500kW整流器と制御用附屬裝置が示される。

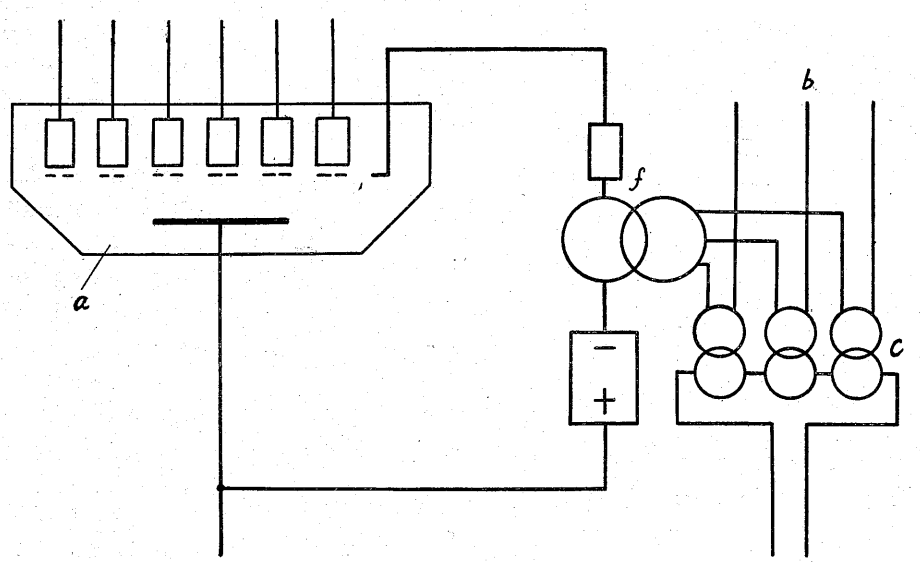
整流器の電壓調整用格子は、之に速働繼電器を併用する事により、直流短絡の場合之に負電壓を附與し、弧光を確實に消弧し電流の遮斷をなす事の出來るのは、本誌にも既に紹介された事である。

此の他、整流器には

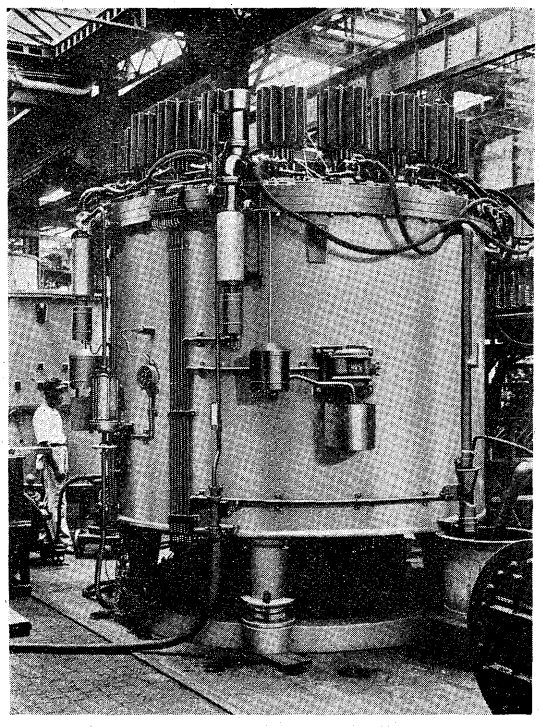
整流器の溫度上昇
變壓器の溫度上昇
整流器冷却水の斷水
水銀ポンプの異常
直流回路の異常電壓

等に對して、遺憾のない保護設備が講じてあるが、その電路の條件に依つて、その變壓器回路には、適當な値の限流リアクトルを設置する事も忘れてはならない。

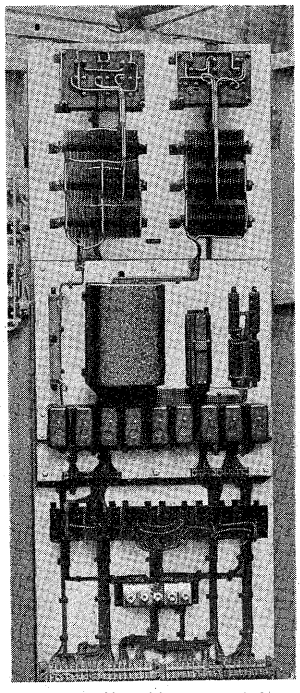
以上單にアルミニウムと水銀整流器に關して述べたるも、更にマグネシウム製造等の輕金屬工業、或は又、曹達工業、アムモニア工業、火藥の製造等に於ける水銀整流器の需要も最近著しく增加しつゝあり。我社は之に鑑み最近更に整流器工場を增設し、以て國策の一端に協力すべく努力しつつある。



第5圖　整流器の格子制御の一例　　c＝特殊變壓器　f＝制御變壓器



第6圖　アルミニウム電解用3500kW水銀整流器

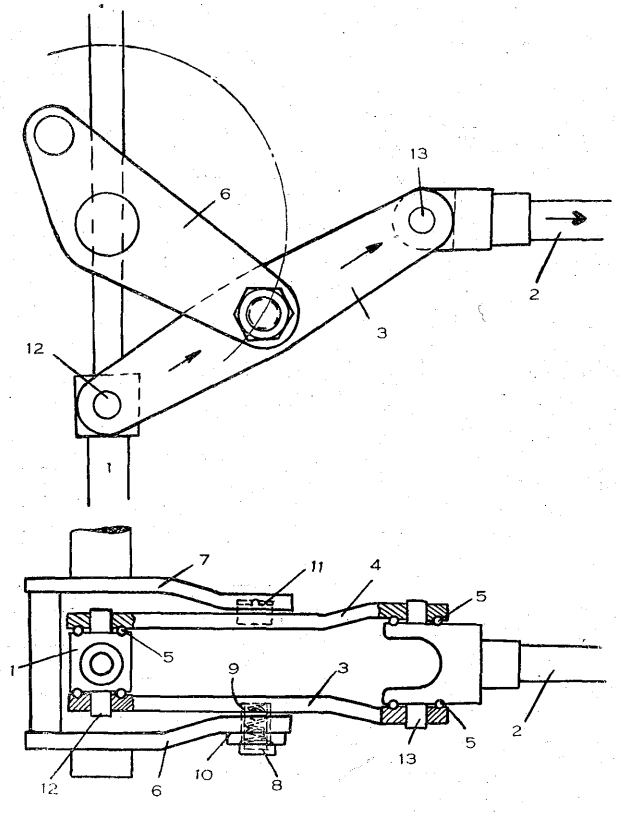


第7圖　格子制御用附屬裝置

電　路　遮　斷　器

（特許第一二八六三六號）

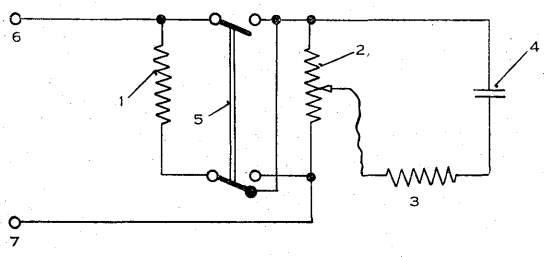
此處に紹介する發明は電路遮斷器の可動接觸子と共通の操作機構を以て操作される斷路器を具へた電路遮斷裝置の優秀な改良に關するものであつて、圖に示す樣に電路遮斷器と斷路器との兩可動接觸子 1, 2 に開閉運動を附與する連桿 3, 4 を其の回動面に直角な方向に於て可動接觸子の頭部に壓接し、且其等の回動接手を球軸承 5 の形式に構成したことを要旨とするものである。圖に於て 8 は操作連桿 6 に螺入されナット 10 に依つて固定された中空回動軸 9 中に螺入された撥條であつて、11は操作連桿 7 と連桿 4 との孔に挿入された樞軸である。今電路を遮斷する場合には操作連桿 6, 7 *を鎖線上に運動せしめると回動樞軸 12 は垂直線上に、回動樞軸 13 は水平線上に運動し正規順序にて可動接觸子 1, 2 は開閉されるものである。矢は電流の通流狀態を示す。以上の說明に明かな樣に此の發明に依れば、簡單な剛性連桿に依つて電路遮斷器と斷路器との兩可動接觸子が共通運動せしめられ且之等の電導連結が行はれ、而も小操作力で急速開閉を可能とし且壓觸良好な球軸承式壓接接手が使用されてゐる爲に、電流傳達の爲の可撓導體の如き特別の部分が省かれ操作機構の構造が簡單となり且操作力が著しく小となる利益が得られる。（佐　藤）



二種の運轉電壓に切換へ使用されい得る新型單相誘導電動機

（特許第一二八六四三號）

分相卷線を具へた單相電動機を主相卷線の部分卷線を直列又は並列に切換へて二種の電壓例へば110V又は220Vの何れかを以て運轉することが屢々ある。此の樣な切換の際に電動機を起動並に運轉の確實度の範圍内に殘存せしめる爲、分相卷線並に之に接續された偏相體に異つた電壓が供給されない樣に注意しなければならない。此の爲には從來非常に煩瑣にして複雜な手段を必要とした。此の樣な缺點を伴ふことなく簡單な構造を以て運轉電壓の切換へに無關係に所定電壓を分相回路に附與し得る樣にしたものが此處*

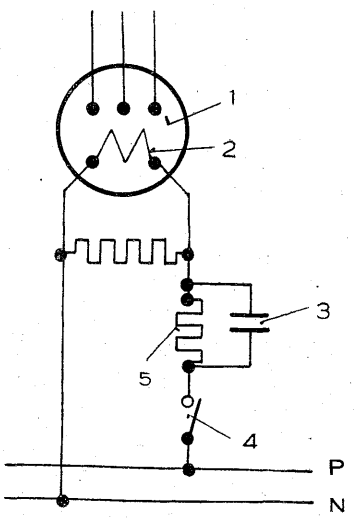


*に紹介する發明であつて、圖に示す樣に端子6, 7より給電され且運轉電壓に應じて切換開閉器5を以て直列又は並列に接續される主相卷線の兩部分卷線1, 2の一方に數種のタップを設け、此のタップに蓄電器を持つた分相卷線を接續する樣にしたことを要旨とするものである。此の樣な構造に依れば部分卷線1, 2の電壓從つて分相回路に加へられる電壓は主相卷線の接續狀態に無關係に而も最適の必要電壓となる樣に容易にタップに於て調整することが出來、更に構造並接續も圖より明かな樣に極めて簡單となる利益が得られる。（佐　藤）

電機の同期化勵磁制御方式

（特許第一二八六四七號）

同期電機等を交流側上り起動する際には同期速度附近に於て直流勵磁を行ふものであるが、界磁卷線の誘導抵抗は一般に大きい爲に直流勵磁開始の際勵磁電流上昇が緩慢で同期牽入力に不足を來す惧れがある。此際勵磁電流を高める時は其の上昇傾度は大となるが、電流過大となり同期牽入後の亂調を起すことがある。此の樣な缺點を簡單有效に除去した方式が此處に紹介する發明であつて、圖に示す樣に界磁卷線2を持つた同期機1を交流側より起動し、同期速度附近に達した際界磁*



*卷線2を一時的に靜電蓄電器3を介して直流電源P, Nに接續する樣にしたことを要旨とするものである。尙圖に於て5は蓄電器3の並列抵抗、4は開閉器である。此の樣な勵磁手段に依れば開閉器の投入と同時に界磁電流は最初蓄電器を通過して急激に上昇して同期牽入を有利ならしめ次第に減衰して抵抗に依つて制限される究極値となる。從つて同期牽入が有效に行はれるは勿論、勵磁電源として比較的高電壓のものを使用する場合にも電流を過大ならしめることがない利益が得られる。（佐　藤）

＊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。