

天然色映画撮影照明電源用直流発電機

D.C. Generator as an Illuminating Equipment for the Technicolour Filming

田附 修* 西 政隆*

内 容 梗 概

最近我国においても天然色映画の製作が次第に行われるようになった。これに伴う問題は勿論種々あるが、その中照明用電源についても問題となることが多い。たとえばタングステン電球を用いる場合その光度およびその光源中に含まれる色の割合の問題、またはアーク灯を用いる場合にはその騒音の問題などである、このためその電圧変動および電圧に含まれる脈動は極力小さくする必要がある。

直流発電機の脈動は、電氣的、磁氣的、機械的原因に基づくものがあり、今回日活多摩川撮影所に納入した 300 kW 直流電源では、そのうち特に重要な溝脈動に対しては溝数、溝の形状、主極空隙、極弧、磁極形状などに十分考慮を払うほか、1/2 電圧の直流発電機 2 台を直列に接続し脈動位相を 180° ずらせることにより脈動をきわめて小さくすることができた。

本設備は現在同撮影所で好調に運転中であり、本設備のように脈動のきわめて小さい直流発電機としては画期的のものである。

〔I〕 緒 言

一般に映画の撮影用照明電源にはアーク灯とタングステン電球の両者が用いられている。アーク灯には直流、交流アークの両者があるが交流の場合にはアークがその電源周波数に応じて膨張、収縮するので、周囲の空気も圧力変化をうけ一種の騒音を発する。

天然色撮影には普通主として直流アーク灯が用いられるが、直流電源中に脈動がある場合にはやはり騒音が発生し、これが同時に行われる録音に対して大きな支障となる。またタングステン電球を用いた照明も行われるが、この場合も電源電圧に微小な変動があつても直ちにタングステン線条の温度が変り、その光度のみならず、成分各色の分布に対しても大きな変化を与え色調が乱れる。

したがって天然色撮影用の電源においては電源電圧の脈動と、変動とを極力小さくする必要があるもので、今回製作した日活多摩川撮影所納の電源では負荷 10% より 160% の間において電圧脈動は 0.18%、電圧変動は受電電源周波数変動 -7% に対して 2% 以下および負荷 10% より 160% の変化に対して 1% 以下の必要があつた。

〔II〕 設備の概要

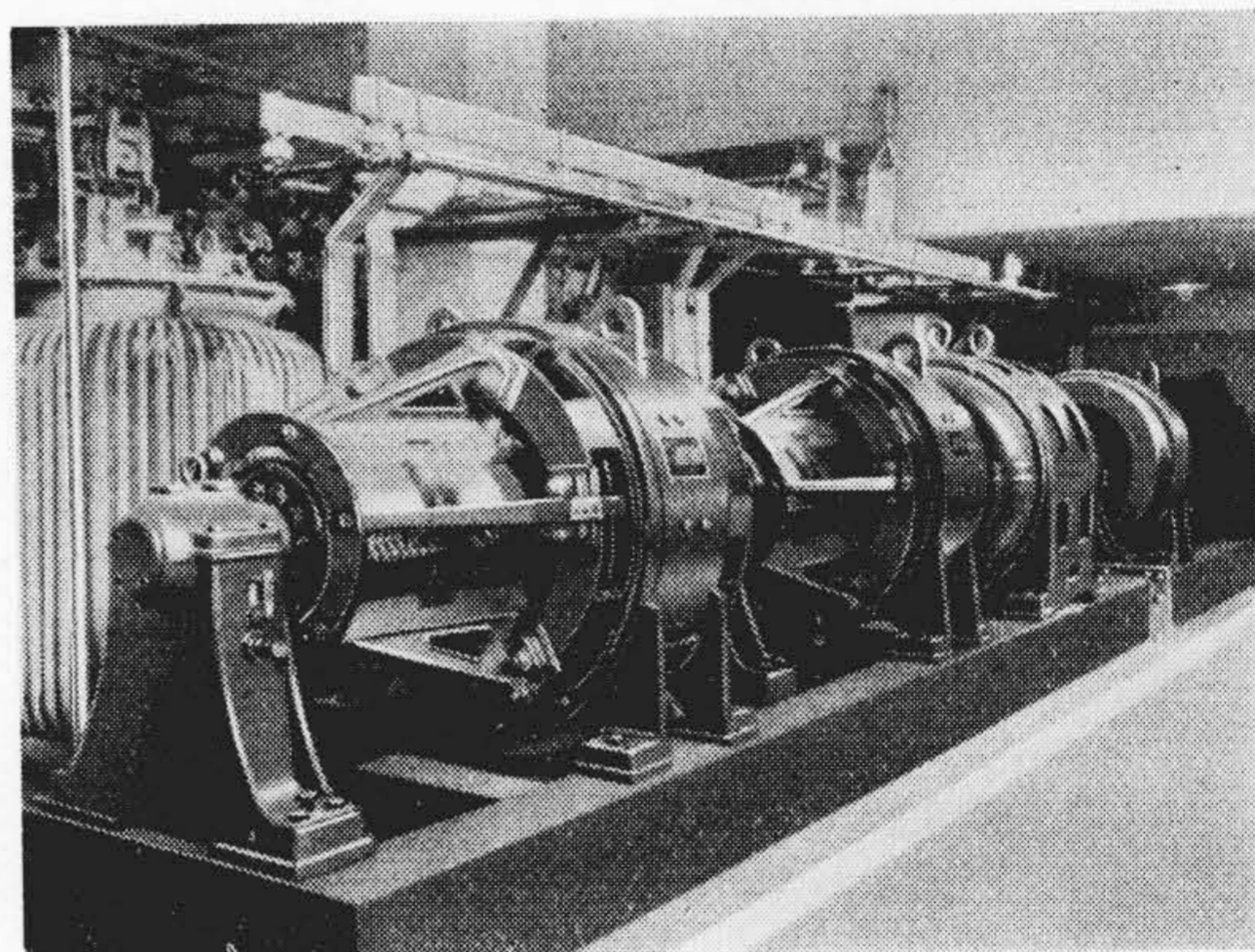
(1) 150 kW 110 V, 2 組 3 線式電動直流発電機

内容は下記

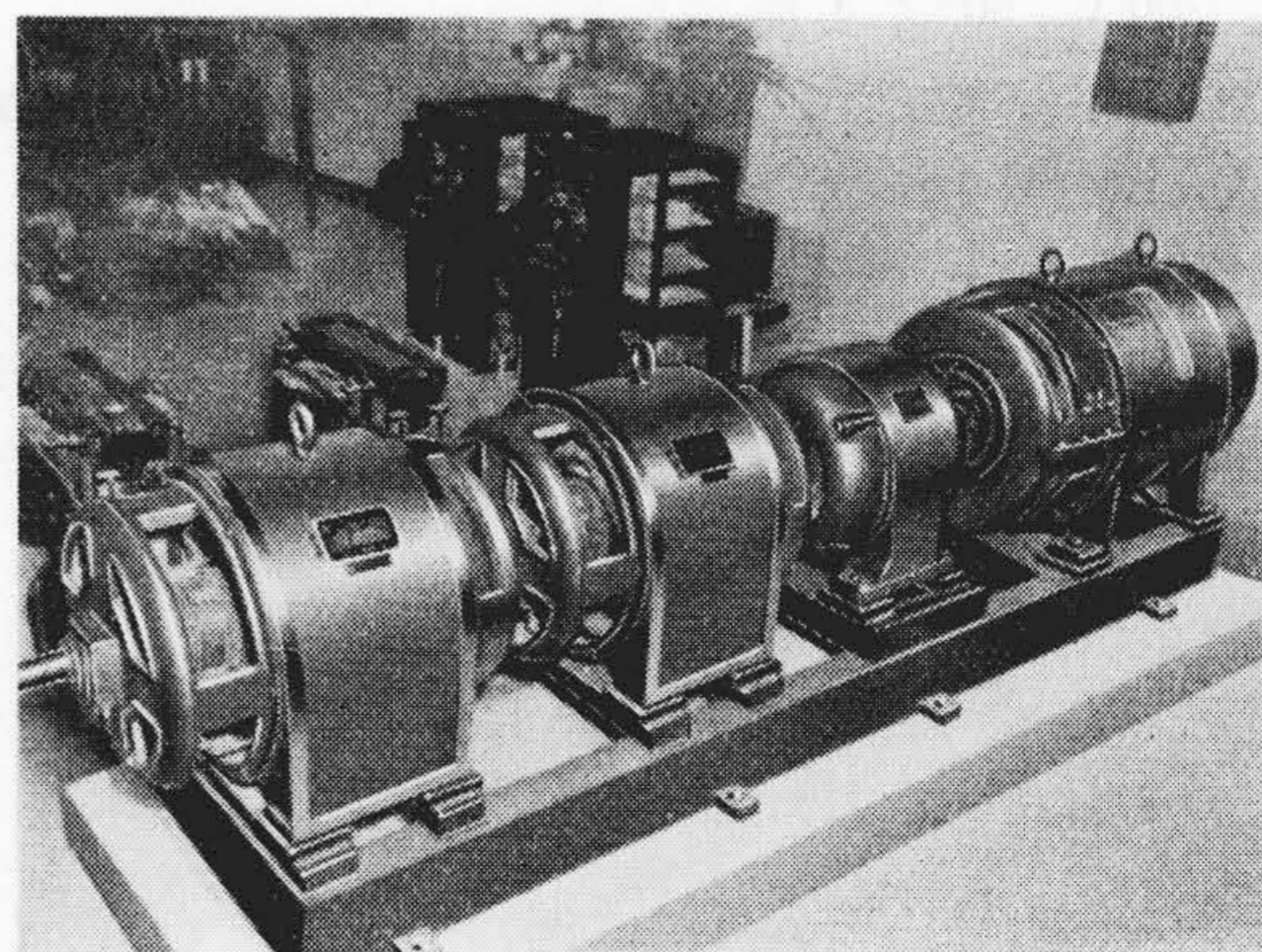
4 台 75 kW 直流発電機, 55 V, 1,000 rpm, 連続,
開放自己通風ペDESTAL支持型他励磁式
過負荷 160% 30 分

1 台 350 kW 誘導電動機, 3,300 V, 50~, 6 極,
連続, 開放自己通風ペDESTAL支持型, 巻線型回転

* 日立製作所日立工場



第1図 75 kW 4 台主電動発電機設備
Fig.1. 4×75 kW Main Motor-Generator Set



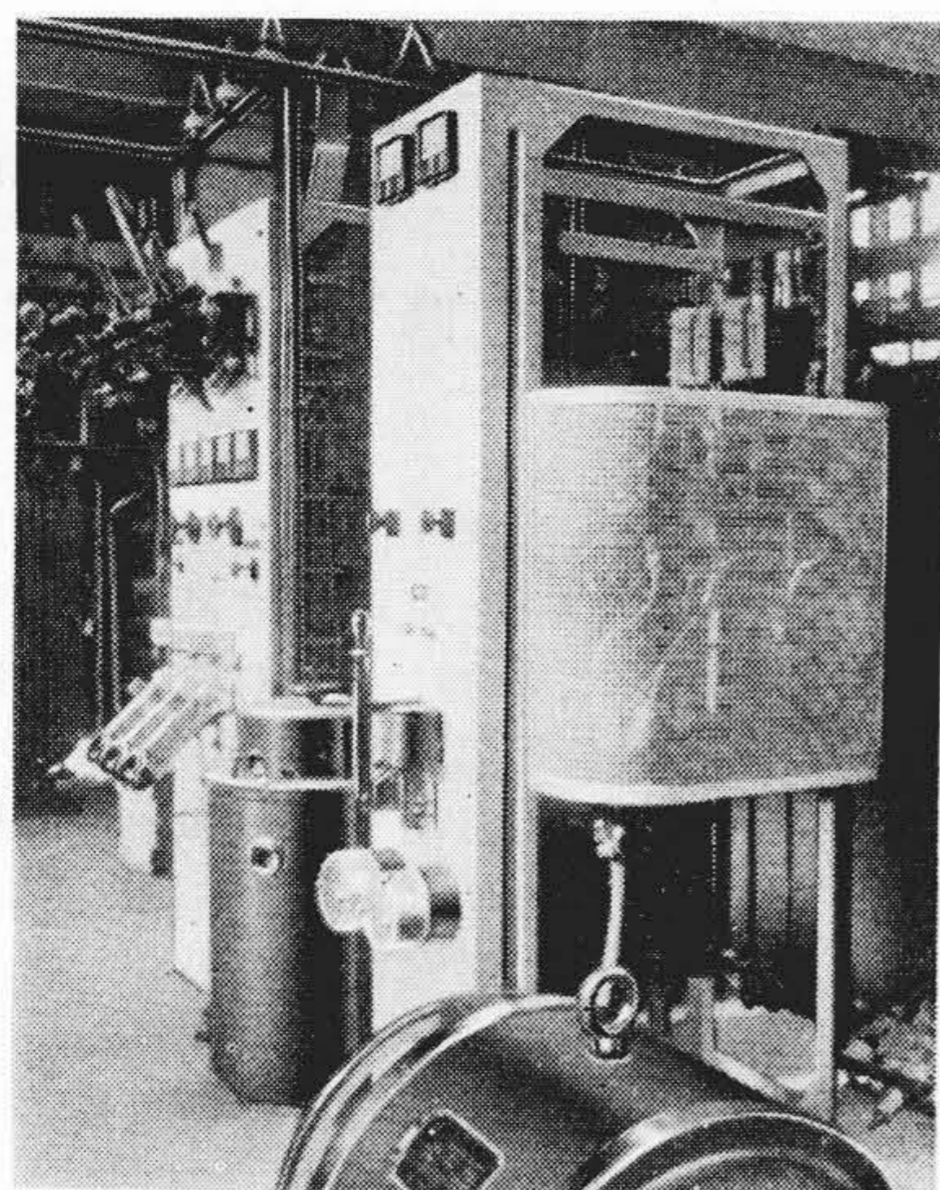
第2図 励磁機設備
Fig.2. Exciter Set

子, 過負荷 160% 30 分

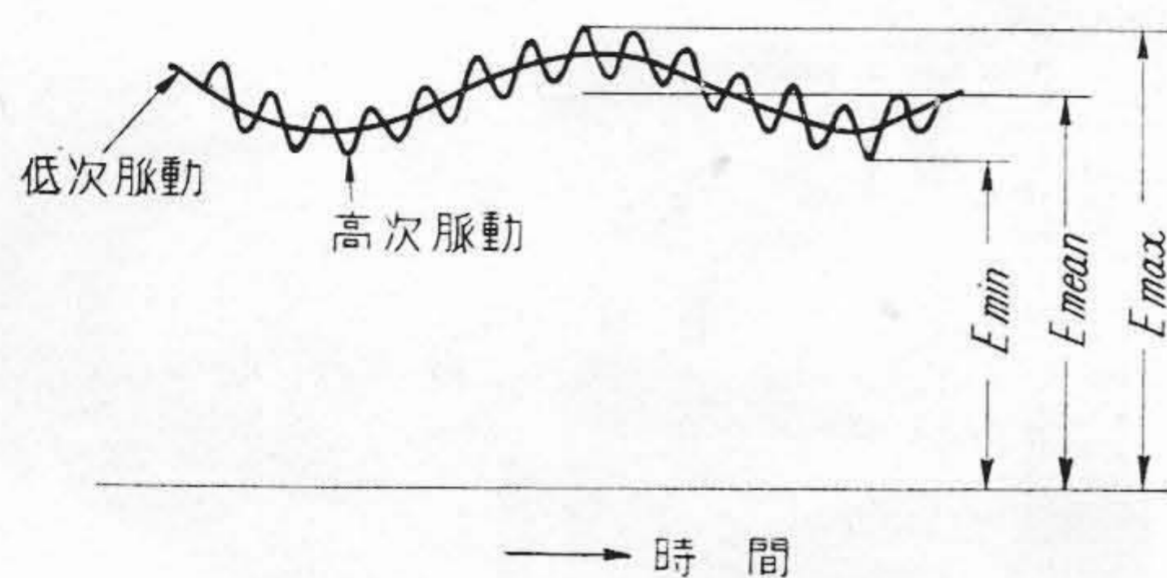
(2) 励磁機設備

1 台 5 kW HL 発電機, 110 V, 1,500 rpm, 基準定
電圧電源用

2 台 1 kW HTD, 110 V, 1,500 rpm, 2 組の 2×



第 3 図 制 御 盤
Fig.3. Control Board



第 4 図 電 圧 脈 動
Fig.4. Voltage Ripple

75 kW 直流発電機電圧制御用

1 台 15 HP 三相誘導電動機

200 V, 50~, 4 極

第 1 図に主電動直流発電機, 第 2 図に励磁機設備, 第 3 図に制御盤を示す。

この種直流発電機では, 普通数%の脈動を含むもので, そのまゝではとうてい天然色撮影用照明電源としては使用に堪えない。脈動には第 4 図のように低次脈動, 高次脈動の両者があり, 一般に

E_{max} = 電圧の最大値 (V)

E_{min} = 電圧の最低値 (V)

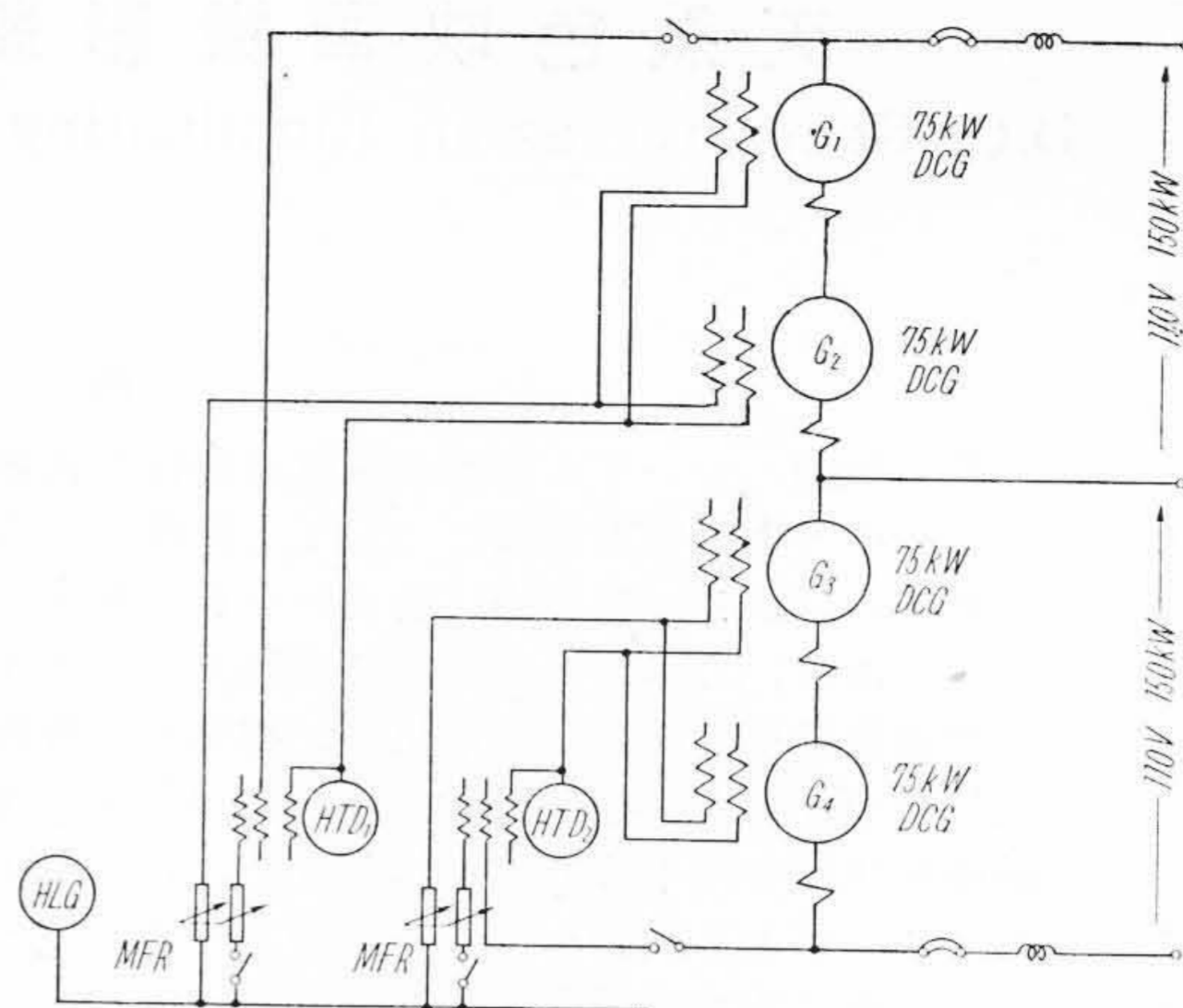
E_{mean} = 電圧の平均値 (V)

とすれば

$$\text{電圧脈動率} = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{mean}} \times 100\%$$

である。

高次脈動は濾波装置を設けることにより比較的容易に除くことができるが, 低次脈動は除去しにくく, また直列リアクトルを主体とした濾波装置は負荷電流の大小により負荷点の脈動率が異なるので, 本設備のように脈動率を厳格におさえられたものに対しては濾波装置の依存度



$G_1 \sim G_4$: 微小脈動直流発電機 HTD: 回転増幅機
HLG: 定電圧基準電源 MFR: 電動界磁調整器

第 5 図 天然色撮影用電源設備概略結線図
Fig.5. Simplified Connection Diagram of Illuminating Equipment for Technicolour Movie

を少なくして, 直流発電機自体の脈動を極力小さくせねばならない。

なお, 本設備では饋電電圧の平均値を一定に保たねばならないが, 平均電圧は交流受電電源の電圧や周波数変化に基づく直流発電機の回転数変化, 負荷変化による主回路の電圧降下変動および温度変化による直流発電機の抵抗変化などにより変るものである。この変化を防ぐため, 第 5 図のように HTD⁽¹⁾ による自動電圧制御を行い, 基準電源として, 回転数, 温度などの変化に無関係に定電圧を発生する HL 発電機⁽²⁾を用いた。直流発電機からスタジオまでは相当の距離があり, その配線の電圧降下が大きいため, 自動電圧制御の饋還電圧はスタジオからとる必要があるが, 主母線は発電機から出て電気室の配電盤, 遮断器を経てスタジオに至るから, 遮断器開路のとき饋還界磁が切れ危険状態となる。これを防ぐため HTD の基準界磁は主回路遮断器と鎖錠して危険を防止した。

直流発電機には主界磁, 補助界磁の両者を設け, 前者は HL 発電機より直接励磁し, 後者は HTD で励磁して自動電圧制御を行つた。直流発電機電圧は主界磁によりほぼ所定の電圧を発生し, 自動制御による追加分だけ補助界磁で与えるようにしたから, 発電機の利得は著るしく増大し良好な特性をうることができた。図の MFR は各線電圧を 75 V から 110 V にわたって上記のように調整するためのものである。3 線中 2 線のみ使用するときは, 休止発電機の界磁を無励磁にしておく。このため HTD は 2 台設備してある。

〔III〕 直流発電機の脈動

いま、

$2p$ = 磁極総数

$2a$ = 電機子回路数

Z = 電機子導体総数

n = 毎分回転数 (rpm)

Φ = 磁極の有効磁束数 (Wb)

V = 発電機の端子電圧 (V)

I = 負荷電流 (A)

R = 発電機の内部抵抗 (Ω)

とすれば

$$V = \frac{p}{a} Z \frac{n}{60} \Phi - IR$$

であらわされる。

このうち、 p 、 a は不変であり、また I を一定とすれば、 V に Z 、 n 、 Φ 、 R によりきまる。したがって、脈動はこれら 4 者が周期的に変化するため生じることとなる。4 者のうち有効な電機子導体数 Z は勿論不変であるが、波巻々線の場合遊びコイルがあると、このコイルにも他のコイルと同じく電圧は発生しており、たゞこのコイルが連続的に接続されていないにすぎないから、脈動を論じる場合には、周期的に電機子導体数が変化していると見なして差支ない。また電機子導体が全周にわたり均等に分布されているときは誘起電圧は一定であるが、分布が不均一な場合は周期的に変化していることになる。

したがって脈動発生の原因を考えるにあたり、 Z 、 R を電氣的、 Φ を磁氣的、 n を機械的原因と三区分して考えてみる。

(1) 電氣的原因

電機子導体分布の不均一、たとえば遊びコイル、溝間隔の不均整および電機子導体接続部の抵抗の不均等などで、低次脈動を生じる。

また電機子導体に発生した交番電圧を整流する際生じる整流子脈動があり、整流子片数を K とすれば、その周波数は $\frac{K \cdot n}{60}$ で表わされ、脈動率は比較的小さく、高周波である。

(2) 磁氣的原因

電機子巻線を収納する溝のため、電機子と磁極の関係位置により主磁束回路の磁気抵抗が周期的に変動し、いわゆる溝脈動を生じる。溝数を N とすればその脈動周波数は $\frac{N \cdot n}{60}$ で表わされ、比較的高周波である。同一原理により、電気鉄板の透磁率の不均等によつても脈動を生じる。

このほか電機子の回転に応じて、軸の偏心や撓みのた

め空隙が周期的に変化し、またスラストによる磁気抵抗の変化、あるいは磁性材料の透磁率の相違、磁路の不均一などのため磁束が周期的に変化して脈動を生じる。脈動周波数は $\frac{2p \cdot n}{60}$ となり、低次脈動である。

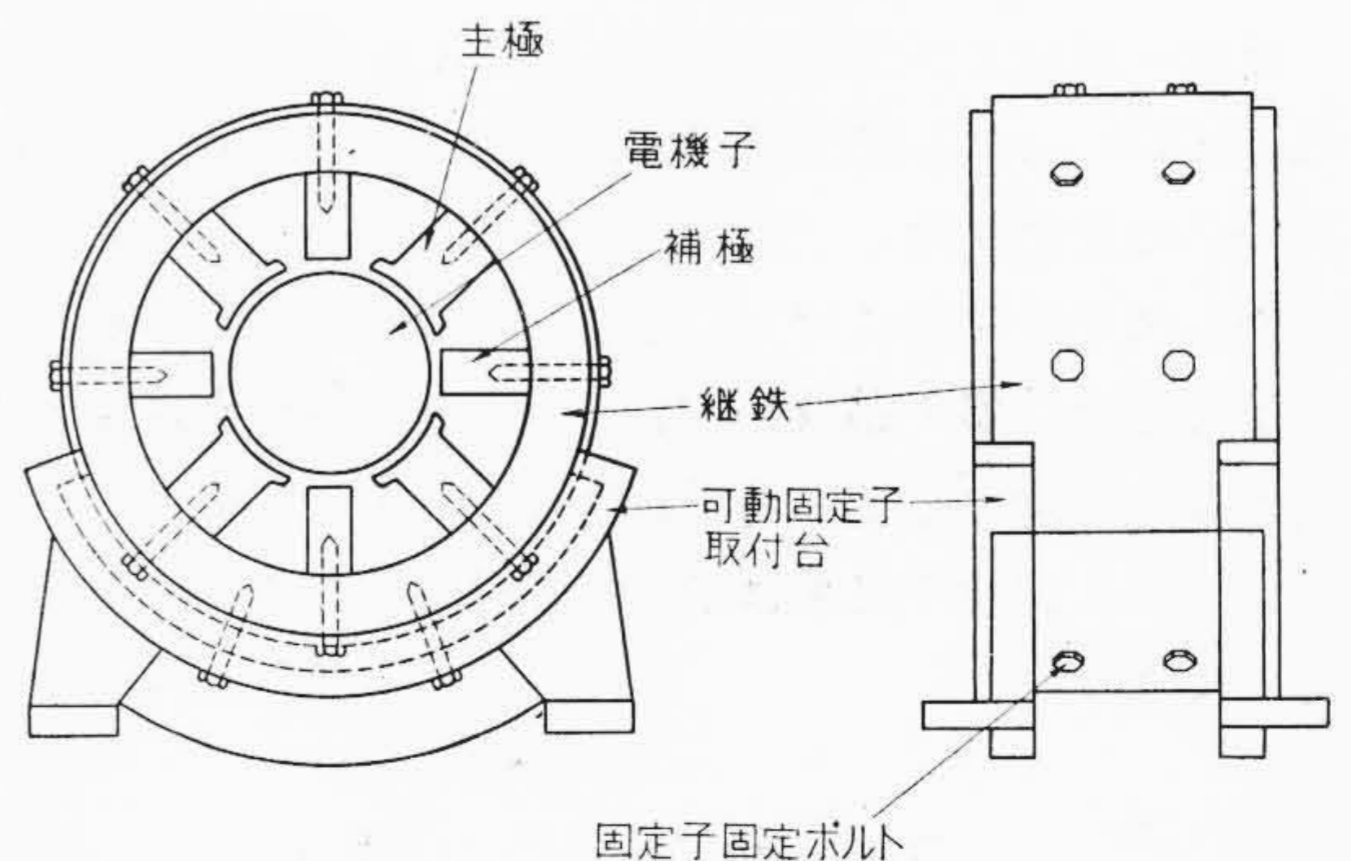
(3) 機械的原因

回転子のバランス、心出し、可撓接手、支持棒および基礎などの不良、あるいは内燃機関による運転などのため回転角速度が不整になり、また軸の撓みや偏心による半径の変動のため周辺速度が周期的に変化して脈動を生じる。この脈動は低次脈動であるが、波形は一般に著るしく歪み、高周波を含んでいる。

上記のように直流発電機には種々の原因により脈動を生じるので、これを防ぐため設計、製作にあたり特に脈動を生じないように特殊な考慮を払った。そのおもな点を挙げればつぎの通りである。

溝脈動を防ぐため、電機子溝は数をできるだけ多く、形状は半閉溝とし、電機子表面の平滑度を増して回転に伴う磁気抵抗の変動を極力小さくした。このため電機子導体寸法およびコイル入れ作業に対し十分考慮を払った。また一極当り溝数を端数にし、主極弧の下の溝数を整数になるよう設計し溝脈動の原因を極力防止してある。主極空隙は特に大きくし、磁極、特にその両端の形状に留意して磁束分布の急変がないようにするほか、さらに磁極両端部に極面に沿って銅板をはりつけ、電機子溝のため回転に伴い生じるフリンジ磁束の脈動を緩衝した。なお、溝は斜溝にして磁束の平均脈動を防止してある。

溝脈動は上記の諸考慮により非常に減少するが、なお僅かに発生する脈動を防止するため、三線式の各単位出力 150 kW、110 V に対し、これを 75 kW、55 V 直流発電機 2 台に分割し、これらを機械的に連結し、電氣的に直列接続する方式とした。すなわち 2 台のうち 1 台は第 6 図に示すように、固定子を取付棒に対しある角度だ



第 6 図 可動固定子構造図
Fig. 6. Construction of Movable Stator

け移動できるような構造にし、回転子、固定子の相対位置を他機と 1/2 溝間隔だけずらして、両機の溝脈動の位相を 180° 変え、両電圧を直列に加えるようにした。試験にあたりこの位相角を最適に調整した後、固定子を取付枠に固着させるものである。

電機子巻線は遊びコイルのないものとし、接続部の電流密度を極力小さくするほか、接続作業は高級半田により入念に作業した。

整流子脈動を防止するため、整流子片数を極力多くするほか、前記 1 単位 2 台の直流発電機の各ブラシ位置を中性点よりおのおの 1/4 整流子片間隔だけずらせ、各整流子脈動の位相を 180° 変え、両電圧を直列に加えて打消し合うようにした。

回転子の支持は頑丈なペDESTAL 型とし、軸の太さ、固定子の支持脚、ベースなどは一般の直流発電機に比し特に頑丈にするほか、回転子の釣合いをよくとり、またスラストを少くして機械的原因に基づく脈動に対し十分な考慮を払ってある。

[IV] 試 験 結 果

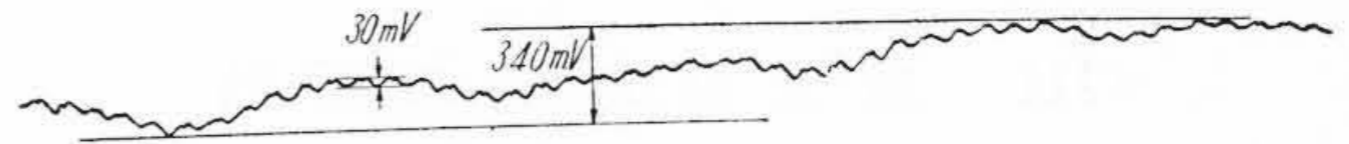
前記可動固定子の位相角、ブラシ移動角の調整を入念に行つた結果脈動はきわめて少く、溝および整流子片脈動は第 7 図でわかるように約 30 mV すなわち約 0.027% であつた。たゞ機械的原因に基づく回転脈動は予想外に大きく、負荷とともに増大し 160% 負荷において約 340 mV すなわち 0.3% であつた。本機の設計、製作にあたり回転脈動を減少するよう特に枠、取付部、ベースなど一般機より頑丈にしたにかゝらずなおこのような脈動になり、今後小脈動直流発電機の製作に当つては回転脈動を減少する方向に研究の主眼点をおくべきことを痛感した。幸い本設備では万全を期し直列リアクトルの濾波器を設けたので、これにより回転脈動、溝脈動、整流子脈動などすべて著るしく減少した。第 8 図にこの場合のオッシログラムを示す。

受電々源および負荷の変動などによる直流電圧の変動は、HTD による電圧調整装置を設けた結果、周波数 -7% の変化に対して出力電圧は 0.4%、負荷 0% より 160% までの変化に対して 0.91% の誤差におさめることができた。第 9 図、第 10 図はそれぞれ周波数および負荷の変化に対する出力電圧の状況を示す。

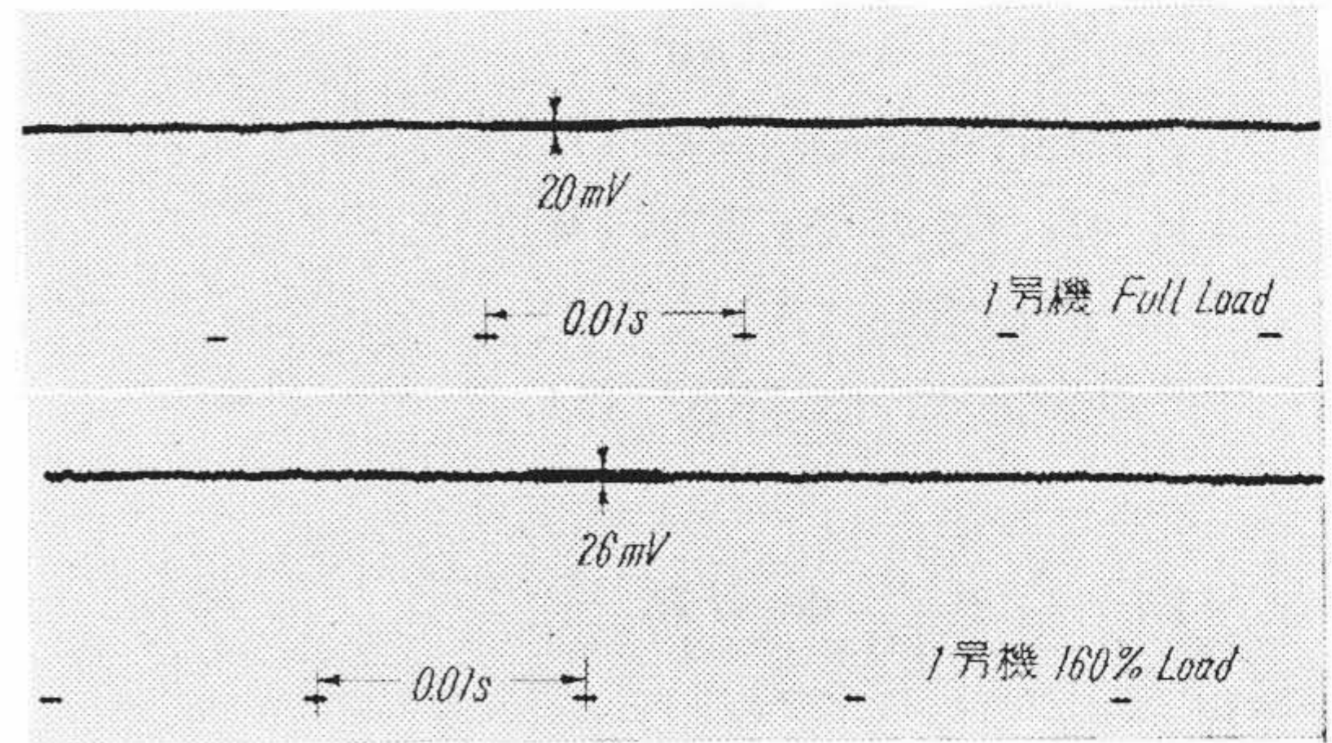
いずれも試験の結果はきわめて満足することのできるものであつた。

[V] 結 言

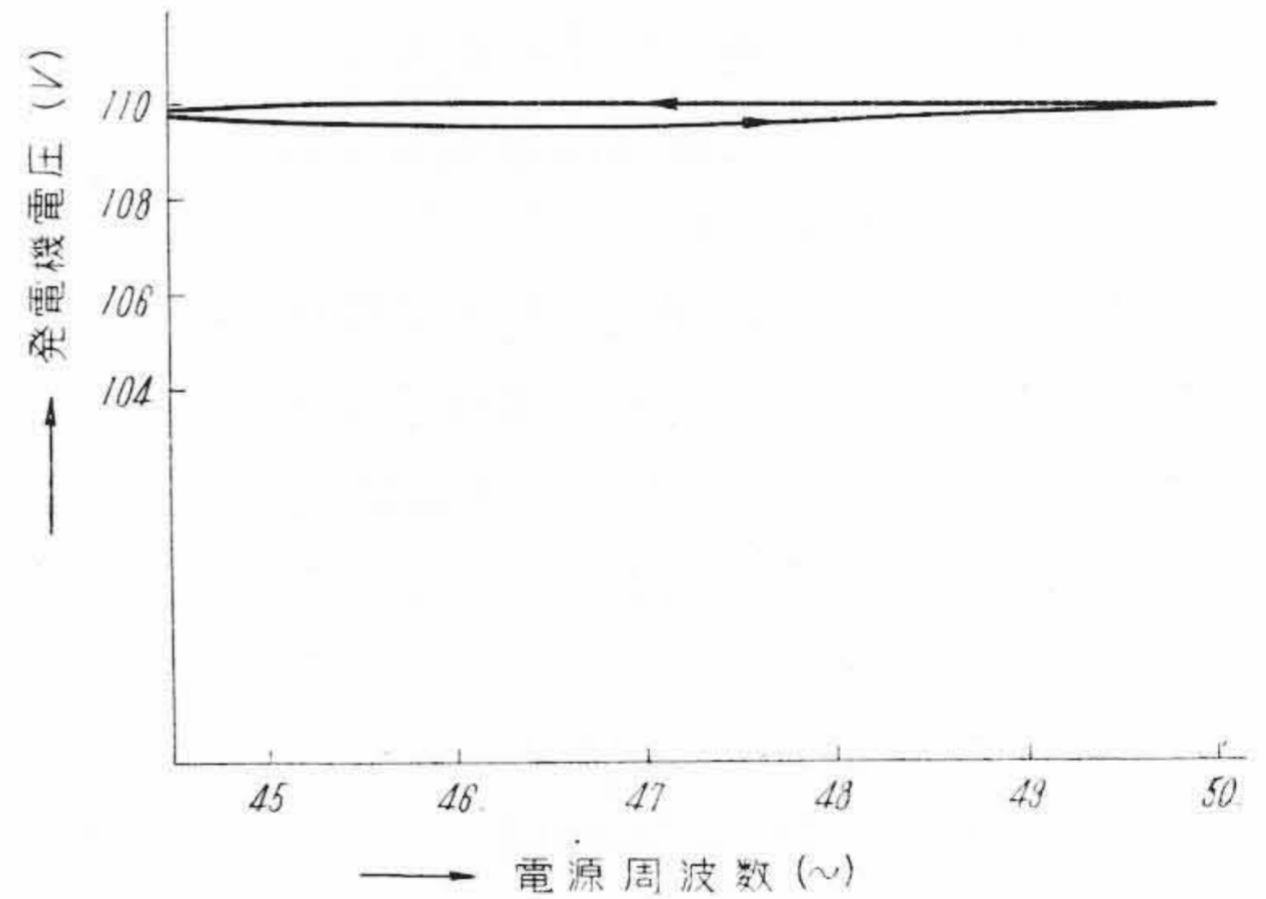
天然色撮影照明用直流電源は、色調および録音の点から脈動の極力小さいものが必要である。今回製作した日



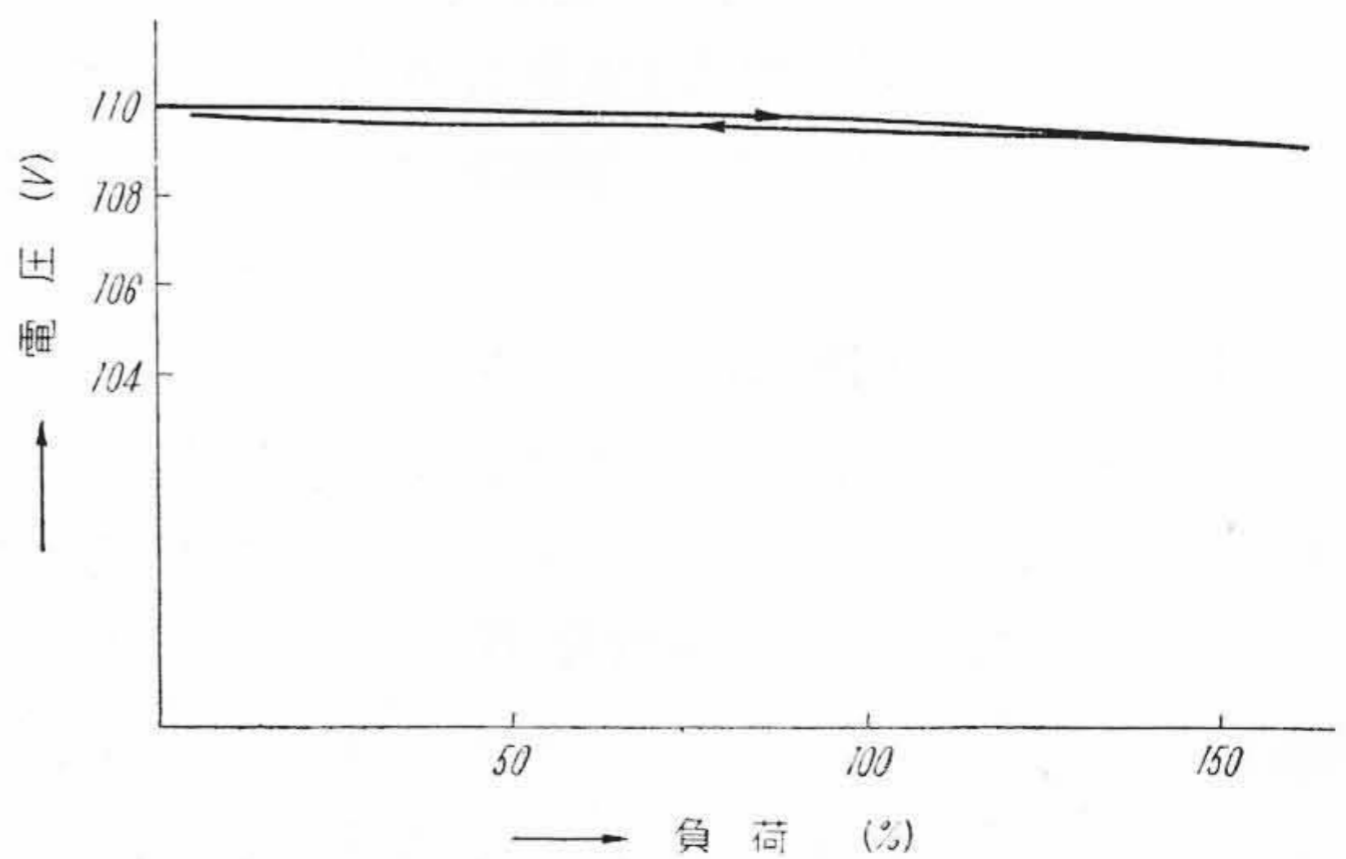
第 7 図 発電機負荷時における電圧脈動
Fig.7. Voltage Ripple of Generator when Loaded



第 8 図 リアクトルを入れた場合の脈動
Fig.8. Oscillograms Showing the Ripple with Series Reactor



第 9 図 受電電源周波数の変動に伴う直流内線電圧の変化
Fig.9. D.C. Bus Voltage Change Due to Frequency Change of Receiving Power Source



第 10 図 負荷変化に伴う直流母線電圧の変動
Fig.10. D.C. Bus Voltage Regulation

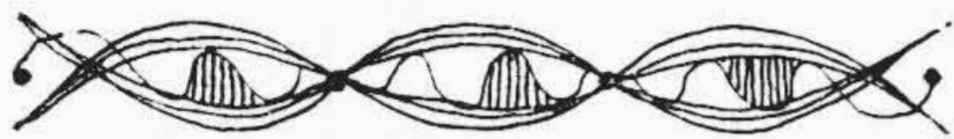
活多摩川撮影所納の 300 kW 直流電源では、電氣的、磁氣的、機械的諸原因に基ずく脈動をよく研究し、そのうち特に重要な溝脈動に対しては溝数、溝の形状、主磁極空隙、主磁極弧、主磁極形状などに十分考慮を払うほか、 $\frac{1}{2}$ 電圧の直流発電機 2 台を直列に接続し脈動位相を 180° ずらせることにより、脈動をきわめて少なくすることができた。溝脈動、整流子脈動に対しては、単に天然色撮影照明電源にとどまらず、その他の用途、たとえば高精度自動速度制御に要求されるパイロット発電機に対しても、現状の目的には十分応じうるものと思う。たゞ

回転脈動に対しては機械的構造によりいつそう研究すべき点がある。この点今回の製作にあたり貴重な資料をえたものと思う。

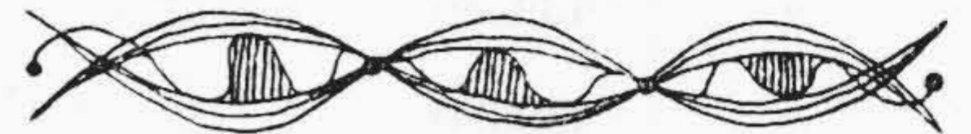
終りに臨み、御指導を頂いた日立製作所稲木電機設計部長、山本直流機設計課長、試験に尽力して頂いた山手検査課木村氏に深甚の謝意を表す。

参考文献

- (1) 西：日立評論 電動力応用特集号 127 (昭 29)
- (2) 稲木：日立評論 19 611, 781 (昭 11)
- (3) Fetch: T.A.I.E.E. 49 1068 (1930)
- (4) Bergman: G. E. Rev. 30 596 (1928)



特許の紹介



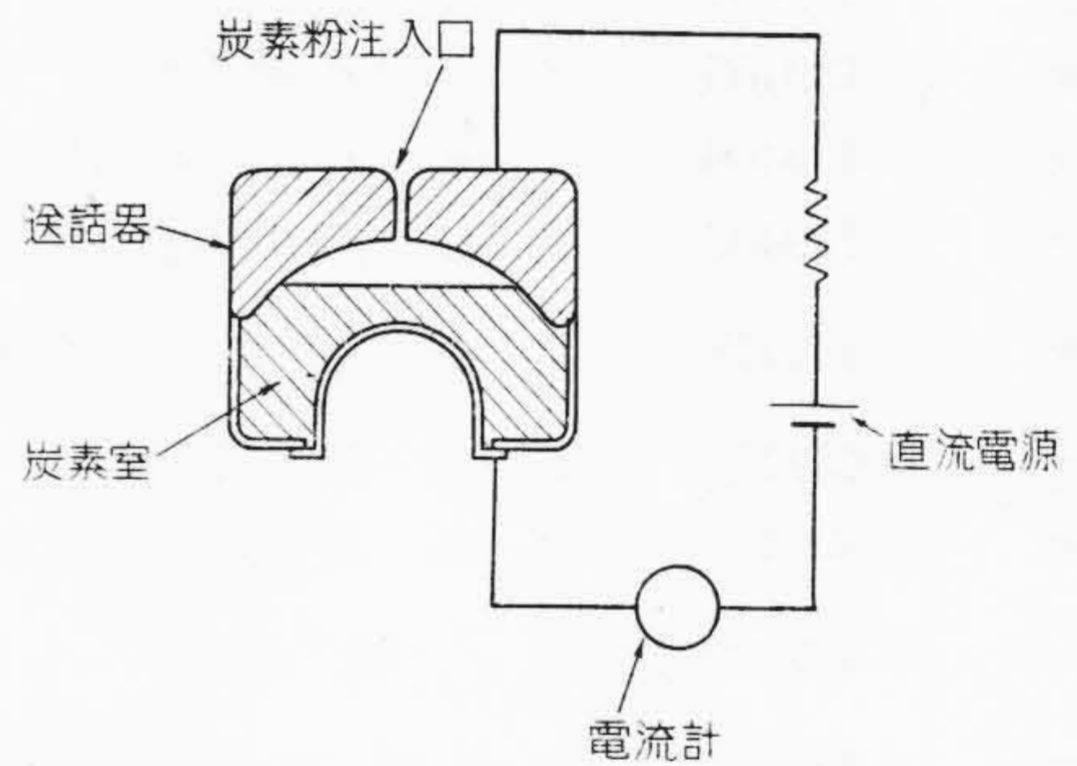
特許第 217186 号

池田国治・石原 坦

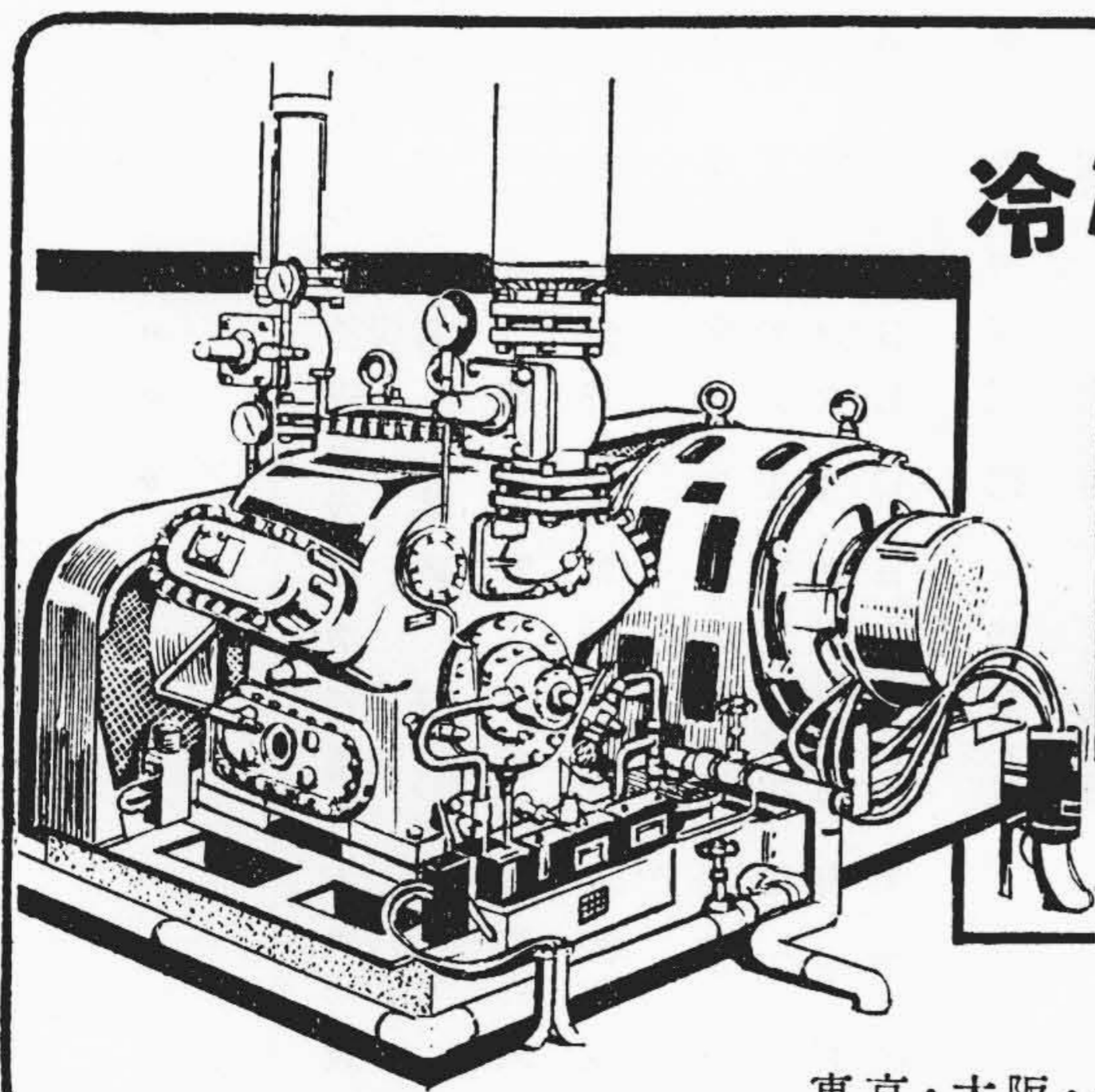
炭素粉 充 填 法

炭素室容積に対する炭素粉充填率が送話器の性能に重要な関係を有していることは公知であるが炭素粉の充填方法として炭素粉を計重して一定重量の炭素粉を充填する一定重量法、一定容量の炭素粉を充填する一定容量法あるいは送話器に振動を与えつゝ炭素粉を注入し一定率に充填する一定充填率法などが実用されているが、一定重量法、容量法共に炭素室構成部品の寸法バラツキのため充填率は一様でなく、一定充填率法では適当な一定充填率に達するまで比較的大きな振幅を長時間加える必要があり、また機械的振動のため炭素粉に好ましくない影響を与える欠点がある。

本発明はこのような欠点を解決するために送話に最適な話中抵抗をえるに必要な送話器を水平位置に置いて炭素粉充填口を上に向け、この送話器を一定振幅および周波数をもつて振動せしめた状態において測定した送話器



の抵抗値(この抵抗値を充填抵抗値という)に炭素粉を充填することにより送話に最適な話中抵抗一様な送話器を提供したものである。(高木)



冷凍・冷房・製氷に



日立 高速多気筒型
冷凍機

アンモニア冷凍機

東京・大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌 日立製作所



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	439374	同期発電機自動調整装置	日立工場	小竹 林村 栄克 二己	31. 1.30
"	439376	制動機付誘導電動機起動装置	日立工場	吉 岡 孝 幸	"
"	439381	電気車動力伝達装置	日立工場	平 佐々木 楽太郎	"
"	439382	レオナード制御における電流制限装置	日立工場	矢 萩 義 雄 泰	"
"	439384	水位調整装置	日立工場	西 一 郎	"
"	439386	可動盤取付小勢力継電器誤動作防止装置	日立工場	小 松 好 房	"
"	439390	電気車におけるウォームホイールクラッチ係脱装置	日立工場	丹 秀 太郎	"
"	439401	接触整流機負荷対応装置	日立工場	大和田 敬 治	"
"	439402	接触整流機負荷対応装置	日立工場	木 村 鐘 治 明	"
"	439404	水封装置の状態検出装置	日立工場	木 橋 鐘 治 明	"
"	439405	変圧器用共油型端子套管	日立工場	高 橋 春 夫	"
"	439406	変圧器用共油型端子套管	日立工場	佐 竹 喜 代 松	"
"	439407	変圧器中身振れ止め装置	日立工場	佐 竹 喜 代 松	"
"	439410	変圧器鉄心の油槽内固定装置	日立工場	斉 藤 亮 二	"
"	439411	変圧器用ガス放出装置	日立工場	沢 幡 寅 治 雄	"
"	439412	水車最大出力制限装置	日立工場	阿 部 春 降 範	"
"	439420	増幅型発電機	日立工場	関 降 秀 夫	"
"	439422	水平切三相断路器操作装置	日立工場	鮎 沢 秀 夫	"
"	439424	電気遮断装置	日立工場	田 附 崎 修 徳 太郎	"
"	439425	ガラス水銀整流機起動装置	日立工場	滑 川 清 義	"
"	439428	風冷式水銀整流器	日立工場	三 浦 倫 之 巳	"
"	439429	ケーブルカー信号装置	日立工場	楊 五 島 元 正 勝	"
"	439430	接触整流機の開閉装置	日立工場	梅 沢 隆 太郎 伊 知 夫	"
"	439431	油入遮断器におけるヒューズ取付装置	日立工場	曾 根 田 瑞 夫 彌 明	"
"	439432	端子套管	日立工場	會 緑 橋 本 好 延	"
"	439433	歯切盤のホブ送り修正装置	日立工場	金 井 好 喜 代 松	"
"	439436	直列接続電磁接触器	日立工場	齊 藤 隆 登 夫	"
"	439438	整流子ライザ	日立工場	檜 垣 所 武 雄	"
"	439439	カム型開閉器	日立工場	菅 野 政 清	"
"	439440	配電函安全装置	日立工場	滑 川 好 延	"
"	439391	液圧制水弁および回転弁等の液圧操作装置	亀有工場	金 井 好 勇 孝	"
"	439393	タービンポンプ	亀有工場	宮 崎 泉 康 志	"
"	439409	2段作用操作弁	亀有工場	大 貫 崎 内 章 勇 正	"
"	439417	2重排出弁装置	亀有工場	宮 崎 武 賢	"
実用新案	439423	液圧制水弁の自動開度保持装置	亀有工場	盛 宮 崎 勇	31. 1.30