U.D.C. 621.313.2.012

高性能整流 試験機

High Efficiency Commutation Testing Machine

一木利信*田附修**西政隆**

内 容 梗 概

直流機の設計製作,保守運転にとつてもつとも重要な現象である整流は,それに影響する因子がきわめて多岐にわたり,かつそれらがたがいに密接な関係をもつているために,単に外部的な観測のみでは 整流現象を解明することが困難で現在まだ十分究明されつくしていない現状である。

筆者らは数年前に単に外部からのみでなく,機械が実際に整流をうけつつある部分の内部の種々の現象を直接とりだし観測しうる多数の測定要素をそなえた試験機を製作した。これは設計のことなつた電機子2箇と固定子1箇とよりなり,さらに整流にもつとも密接な関係のある部分に対しては,設計のことなつた部品を多種類そなえ,種々ことなつた条件下で試験を行いうるように考慮されているものである。

最近本試験機に関し二,三の測定例の観測をおえたので,ここにその内容を紹介するしだいである。

[I] 緒

整流作用は,直流機特有のものであるだけに,直流機 の設計,運転ならびに保守にとつてきわめて重要な問題 であつて,古くから多くの人によつて研究されている が,いまだ十分究明されていない現状である。これは整 流に関係する因子があまりにも多く,かつそれらが相互 に密接複雑な関係をもつているからであつて,単に外部 的な観測のみでは整流現象を究明することが困難なため

言

を行いうる直流機を製作した。本試験機は,電圧,電流,回転数を広範囲にわたつてかえることができるよう になつており,最大連続出力は 16.7 kW という大容量 のものである。また深溝電機子の整流におよぼす影響, スロットダンパの効果などについても研究できるよう予 備電機子をそなえており,ほかに類をみない試験機であ る。最近二,三の測定を完了し,大いにうるところがあ つたのでここに本試験機の概要ならびに測定例を紹介す

である。

そこでもし、単に外部からのみでなく実際に整流をう けつゝある電機子コイル、またはそれを収納する電機子 溝内に発生する現象、たとえば電機子コイル中の電流変 化を示す「整流曲線」それによつて生ずる「リアクタン ス電圧」またはこれを打消す補極磁束による「誘起電圧」 などを直接に観測、測定することができれば整流現象の 究明は容易となると考えられる。

実際に,このうち整流曲線に関しては古くより測定方 法が研究せられているが,古くは電磁オッシログラフを もちいており,測定技術も不十分であつたためにその研 究はほとんどみるべきものがなかつた。しかるに最近に 至つて測定技術の急速な進歩によりようやくこの方面の 研究も注目されるようになつた。ブラウン管オッシログ ラフをもちいて整流曲線を最初に測定したのは服部氏⁽¹⁾ であるが,最近では M.J. Baldwin⁽²⁾,山村博士⁽³⁾など の報告がある。

筆者らは数年前に, 直流機の整流現象を解明するため に, これら最近の技術を十分にとり入れた測定用増幅装 置, 観測用特殊ブラウン管装置をそなえるとともに, 整 流曲線のみならずリアクタンス電圧, 整流子片間電圧, 磁東分布曲線など, 整流に関係するあらゆる因子の測定

* 日立製作所日立研究所 工博 ** 日立製作所日立工場

[II] 試験機の仕様ならびに構造の特長 本試験機の仕様は下記のとおりである。 定格出力.....5 kW 回 転 数......3,000~4,500 rpm E.....最大連続 100V 電 流.....最大連続 167 A 電 数.....4 称 式......開放型両側ペデスタル支持,他励磁式 刑 駆動電動機は直流可変速度電動機で 定格出力.....10 HP 回 転 数.....3,000~4,500 rpm 庄.....190~130V 電 流.....52~72A 電 極 数.....4 式......閉鎖自力通風両側エンドブラケット支 型

持,他励磁式

なおこのほかに本試験機にはことなつた設計の予備電 機子1箇を具えるものである。

本機仕様の決定にあたつては試験測定に便利で手ごろ な 5 kW としたのであるが, 電圧, 電流ともにおのお の広範囲にかえられるものとしたので, 実質的には 16.7 kW の出力をだしうるもので, 十分に広範囲の研究がで きるように考慮されている。また速度に関してもこの程

---- 35 -----



第1図 5kW 整 流 試 験 機
Fig. 1. General View of 5kW Commutation
Testing Machine

度の直流機としては一般的限界と考えられる 4,500 rpm において,連続運転,測定可能とし,低速の方は 3,000 rpm まで一定電圧,一定出力をだしうるような設計と し,研究,測定に際して機械の仕様上の不備がさまたげ にならぬようかつ広範囲にわたつて種々な条件の下にお ける試験ができるよう,慎重な考慮がはらわれている。

第1図は本試験機の外観を示し,第2図は予備電機子の外観である。一般的構造は両側ペデスタル支持プレー



第2図 予備電機子 (設計のちがうもの) Fig. 2. Spare Rotor (of Different Design)



第3図 電機子 コイルに流れる電流 Fig. 3. Current Flow in an Armature Coil



ンベアリングつきの開放型直流機とほぼ同様であるが, 電機子には以下に詳論するとおりの多くの測定要素を内 蔵し,その端子を取付けるための特殊リングと,これを とりだすために集約された6箇のスリップリングを反整 流子側にもつている。

本機はこの程度の大きさのものでは一般的限界と考え られる高速において連続運転測定を行うものであり,ま た測定にさいして機械的諸因子の介入することはこのま しくないので,各部構造は十分頑丈とし,振動,変形な どは極力これをおさえるようにした。整流子は両端2箇 所において強力なシュリンクリングによつて締付ける構 造とした。なおこのシュリンクリングは同時に測定要素 を取出すためのスリップリングをもかねるもので,その 外周に刷子をとりつけてある。また回転子軸受は頑丈な ペデスタルに組合わせ,ロッカ,ロッカリングも第1図 よりわかるように十分頑丈なものとし,直接床盤に強力 に取付ける構造とした。この結果振動はきわめて少く, 4,500 rpm においても 1/1,000 mm 以下という優秀な成 績をもたらすことができた。

このほか試験にさいして,予備電機子と簡単に取換え を行えるよう,固定子およびロッカリングは2つ割り構 造とした。

なお,整流子側軸端にはブラウン管測定用の同期装置 を附してある。これはペデスタルよりでた枠に固定され 5

第4図 整 流 曲 線 測 定 法 Fig. 4. Measuring of Commutation Curve

た線輪と,回転子軸にとりつけた永久磁石よりなるもので,その詳細はのちにのべる。

〔III〕 試験機の測定要素

本試験機には以下にのべるような測定要素が内蔵されている。

(1) 整流曲線測定用要素

直流機の任意の電機子コイルを流れる電流は,第3図 に示すように交番し,そのコイルが刷子によつて短絡さ れている期間,すなわち整流周期 T の間に + I から - I まで急変する。この電流変化を第4図に示すように そのコイル内の抵抗電圧降下によつて測定すれば整流曲 線がえられるわけであるが,電機子コイル自体およびそ の電圧降下を取出すための測定要素は,特に整流中は複 雑に錯綜した磁界のなかにあるので,その影響をうけや すく,完全な整流曲線の測定は困難となる。固定子,電 機子の磁界あるいは電機子溝内の漏洩磁界の影響をまつ たくうけることなく,この整流曲線を完全に測定するた めには,第5図に示すように被測定コイル導体の中心部 に測定要素を絶縁してうめこむのがよいが,これは工作



第5図 整流曲線測定用要素の理想的挿入法 Fig. 5. Ideal Method of Attaching the Search Coil for Commutation Curve to an Armature Conductor in which the Observed Current Flows

上きわめて厄介でありまたかえつて事故の原因ともなり やすいので第6図(a)に示すような方法を採用した。 すなわちコイル導体の側面中央部に溝を切りこの部分に 絶縁した要素をしつかりとはめこみ,その測定両端部は ろう付けとした。なお参考的に測定部分および測定要素 が電機子溝内にあるという条件を排除して,電機子コイ ルの端接続部のみの電圧降下を測定しうるような要素も





設けた。これは第6図(b)に示すとおりであり、この 場合測定部分が短いことを考慮して、この部分の端接続 はろうづけされた真ちゆう導体としさらにこれをパイプ 状に仕上げてその中心部に測定要素を固定した。

なお一般に同一溝内の電機子コイルは溝漏洩磁束によ つてたがいに密接な電磁作用をなしあうものであるから 第6図(a)の場合はもちろん(b)の場合に対しても その測定要素は一つの溝内の全電機子コイルに対して設 けられており、おのおのさらに電機子表面上ある特定の 角度をへだてた2箇の溝に対して設けてある。

(2) リアクタンス電圧測定用要素

以上のべたように直流機の電機子電流は刷子で短絡さ れている間に反転させられるために,そのときそのコイ ルのもつている漏洩インダクタンスによつてコイル内に 電圧が発生する。これがリアクタンス電圧とよばれるも のであり,これは補極を設けその補極磁束による整流電 圧によつて補償,打消を行うのであるが,この補償作用 は整流中の全期間にわたつてつねに完全に行われること がもつとものぞましい。

ここで整流電圧の推移は補極の強さとその極端部の形 状,補極空隙,電機子周辺の形状とがわかればほど正確 に計算することはできる。一方リアクタンス電圧を求め るにも種々の方式があるが,いずれも根本において直線 整流という仮定をとつているものであり,実際の状況を 第6図 整流曲線測定要素の構造 Fig. 6. Method of Attaching the Search Coil for Commutation Curve to an Armature Conductor

正確に計算することは至難である。

このため実際のリアクタンス電圧の推移が、われわれ の一応の計算に対して実際にどのような形をとつている かを知ることはきわめて重要と考えられる。本試験機に おいては筆者らは Schenfer の方法(4)を採用してこのリ アクタンス電圧を測定するようにした。すなわち第7図 に示すように電機子コイルの反ライザ側端部を環状とし て一次線輪となし、これと磁気的に結合する二次線輪を 設け,鉄心としては渦状のダストコアをこの線輪に挿入 し変圧器作用によりリアクタンス電圧を測定するように したものである。なおこの場合被測定電機子コイル固有 の漏洩インダクタンスに対して,この電圧取出し用変圧 器の一次線輪部分の励磁インダクタンスは十分に小さく とつてあり, さらに二次線輪につながる測定用増幅装置 の入力インピーダンスはほとんど無限大であるので、こ のような装置を設けたために発生リアクタンス電圧が真 のものからずれるという心配はない。ただその一次線輪 部の励磁インダクタンスが小さいということは測定要素 に取出された電圧が小さくなることを意味するが、これ に対してはのちにのべるような優秀な特性の増幅装置に

--- 37 ----



第7図 リアクタンス電圧測定法説明図 Fig. 7. Means of Measuring Reactance Voltage



状況がどのようになつているかほぼわかる。またこれに 整流曲線よりえられた抵抗電圧降下を加えればほとんど 完全に両者の動作状況を知ることができる。このため一 つの電機子コイルにつながる2箇の整流子片には測定要 素をとりつけてある。

また整流電圧による補償が完全に行われぬ場合の短絡 電流をおさえる方法として,抵抗線,鉄ライザなどの方 法がとられることもあるので,本機には一部に鉄ライザ を設け,この部分の測定もできるようになつている。

(4) 磁束分布の測定要素

整流現象には整流帯における空隙磁束分布がきわめて 密接な関係をもつ。このため本試験機では電機子溝の上 面および底面と電機子歯の上,下部のおのおの2箇所に 測定要素を設けた。なお磁極の軸方向の漏洩磁束による 鉄心外の部分の要素に誘起される電圧の影響をのぞくた めに整流子側とスリップリング側の延長部はたがいに1 極間隔だけはなして接続してある。

(5) 電機子鉄心部漏洩磁束測定とスロットダンパ (4)においてのべた電機子溝内の磁束分布測定要素は その上,下の2本を適当に接続することにより,溝内横 断磁束の変化の状況およびリアクタンス電圧中,これに よる部分の推移を測定することができる。この場合おの おのとも電機子鉄心外で電機子電流による磁界によつて うける影響は打消しあうので,完全に溝内漏洩磁束のみ を測定することができる。この漏洩磁束はスロットダン パの動作と密接な関係があるわけで,スロットダンパを そなえた予備電機子においては,スロットダンパを入れ た溝と入れない溝とに本測定要素を設けてあり,比較研 究を行いうるようにした。また溝上部に設けた磁束分布 測定要素は,補極極端漏洩磁束の測定をも行うことがで きる。

第8図 整流子片間電圧測定法説明図 Fig. 8. Means of Measuring Segment Voltage

たよることとした。

さらに同一電機子溝内のおのおののコイルに発生する リアクタンス電圧を同時に測定できるように第7図に示 すように同一溝内のコイルには全部この装置を設け,ま た電機子表面上,ある角度だけ隔つた溝に対してもこの 装置を設けた。

(3) 整流子片間電圧の測定および鉄ライザの応用

補極による整流電圧がリアクタンス電圧を完全に打消 さない場合,その差電圧は短絡された電機子コイルおよ びライザ部分の短絡電流による電圧降下と刷子部分の接 触電圧降下または火花電圧によつて消費される。このう ち抵抗電圧降下は普通きわめて小さいので,短絡された 電機子コイルの整流子片間電圧を測定すれば両者の補償

〔IV〕 測定要素試験法およびそのほかの特長

整流曲線測定要素とリアクタンス電圧測定要素の端子 および磁束分布測定要素の反整流子側端子はすべて第2 図よりわかるように反整流子側の電機子コイル端部の近 くで,スリップリング用ボスの一角にとりつけられた非 磁性リングのまわりにボルトによつてとりつけられる。 またこのリングの外側面には6箇の端子を設け,これは おのおの6箇のスリップリングに接続されている。した がつて測定せんとする場合には周上に設けられた希望す る端子と,スリップリングに至る端子とを適当に接続す ればよい。

リアンクタンス電圧測定用変圧器は,エンドプレート に頑丈にはめられた強力ベークライト製リングを加工し てそのなかに収納せられており,その外周には非磁性バ

- 38 ----

インド線をまいて強力に保護してある。

整流子片間電圧測定要素および磁束分布測定要素の端 子はいずれもシュリンクリングに取りつけられている。 したがつてこのシュリンクリングは刷子をそなえてい る。また本試験機では多くの測定要素をそなえているの で,電機子エンドプレートは非磁性とした。

このほか主極,補極片は数種類とりそろえ,簡単に取換えることのできる構造とし,種々の条件のもとにおける研究が行えるようにした。補極には専用の調整用コイルをそなえ,主極端部にもコイルをおいて補償巻線の働きを測定することも可能のようにした。

〔V〕 測定装置および測定法

(1) 増幅装置

測定要素により検出できる電圧は,整流曲線,リアク タンス電圧の場合いずれも数 mV ないし数10 mV であ るので,増幅装置の増幅率の大きいことが必要であるが, さらに数ミリ秒の間の整流現象をしらべるためには波形 の歪が少く周波数特性の良好なことが必要である。

本測定に使用した増幅装置は増幅率 71.5 db, 直線性 5%以内, 周波数特性は第9図に示すように 30~ より 100,000~ まで一定という優秀な性能のものである。



オシログラフは特殊掃引もでき るようにしたもので現象を拡大 して撮影することもできる。

(3) 時間軸始動装置

試験機の軸端にとりつけた同 期装置の固定線輪に発生する電 Eをブラウン管装置の始動信号 および同期信号にもちいた。

この信号は回転子一回転につ



(2) ブラウン管装置

直流機の整流現象を測定することのできるブラウン管 としてはつぎのような条件をそなえなくてはならない。

(A) 測定電機子コイルが整流をうける前にその直前 において時間軸の掃引がはじまり、しかも単掃引でその 速度は種々な条件下の測定が行えるように自由にかえら れること。

(B) 検出電圧が非常に小さく,これを増幅して測定 するのであるが,ブラウン管としての偏向感度も大きい こと。

(C) 測定時間は 10⁻¹ ミリ秒から数ミリ秒のもので あり、この写真撮影に適するものであること。

上記諸条件を満足する装置として,後段加速ブラウン 管を使用した過渡現象直視装置が適当である。しかし, この装置は1素子であるために同一溝内にある各コイル の整流曲線を同時に測定することはできず,また一回転 の間の各ブラシ下で整流を受ける状況を観測撮影するこ とはできない。このような目的にはロングレコードブラ ウン管オシログラフ(時間軸掃引を行わず,現象を回転 するフィルム上にかかしめる方法で,電磁オシログラフ と同一原理のもの)が適するので,これと前述の後段加 速ブラウン管オシログラフを併用すれば整流現象の解明 に非常に便利である。第10図に試作の4素子ロングレコ ードブラウン管オシログラフを示す。なお本ブラウン管 きー回発生するものであり,単 掃引を行わせる場合にはこの電 Eを第11図に示すような回路で サイラトロンの格子に加えサイ ラトロンの放電によるパルス電 Eをブラウン管装置のトリガー パルスとして使用した。

現象波形をつねにブラウン管 映像面の同一位置にかかせるた めには,上記サイラトロンの始 第10図 4素子ブラ ウン管オッシログ ラフ

Fig. 10. 4 Element Cathode-ray Osciloscope

動用信号の電圧波形の立上りが極力急峻なものであることが必要である。

本試験機の同期装置でえられるパルスは第12図に示す ようなものであり、正のパルスよりも負のパルスの立上 りがはるかに急峻であるので、サイラトロンの始動には この負のパルスを利用した。なお同期装置の固定子線輪 はその位置を任意に動かしうる構造とし、測定要素の位 置に応じてブラウン管装置の始動点を任意に調整しうる ようにしてある。

(4) 試験機の結線

第13図に本試験機の結線法を示す。同図の F'2 は綴聖 子コイル数のことなる予備電機子を使用する場合の予備 直列補極界磁である。第14図は電圧,電流,速度などの すべての制御と同時に測定も一箇所でできるよくに設計

---- 39 -----





第11図 トリーガーパルス発生装置 Fig. 11. Trigger Type Pulse Oscillator

+ 第 12 図 信号発生用固定線輪に発生する電圧 波形 (3,000 rpm) Fig. 12. Voltage Pulse Induced in Signal Generating Coil (at 3,000 rpm)



第14図 操作盤およびブラウン管オッシロ装置の 外観

Fig. 14. General View of Control Panel and Cathode-ray Oscilloscope





Fig. 13. Connection Diagram of Commutation Testing Machine

された操作盤,ブラウン管オッシロ装置を示す。

〔VI〕 実測例の二, 三

刷子 GH-45 をもちいた場合の本機の 3,000 rpm にお ける無火花整流帯を第15図に示す。第16図は第6図(a) の方法で測定した場合の整流曲線のオッシログラムであ る。ここで

E: 試験機出力電圧, I_L: 試験機出力電流 である。同図の(1)はほぼ直線整流の場合であり,(2) は過整流,(3)は不足整流の場合である。(4)は(1)と 同一の直線整流の条件で同一溝内の全電機子コイルの整 流曲線を同時に測定したものである。これよりわかるよ うに本試験機では同一溝内の電機子線輪はすべてほぼ同 じ形状の整流曲線をもつて整流を行つている。なお第16 図より本試験機の 3,000 rpm における整流周期は約 0.5 ミリ秒であることがわかる。一方この整流周期を計算で 求めると

 $T = \frac{b + \beta(1 - a/p)}{v_c} = 0.57 \text{ ms} \dots (1)$ ここで b: 刷子の厚み $\beta: 整流子片の厚み$ a: 電機子並列回路数 p: 極数J. Neukirchen⁽⁵⁾および服部氏⁽¹⁾によれば電機子電流

- 40 ----



第17図 整流の最良の場合の整流曲線 Fig. 17. Commutation Curve when the Best Commutation is Achieved

の実際の反転時間は上記計算より求めた値よりも一般に ははるかに短かくなることが報告されている。第16図に 示す実験の場合にはこれら両者の値が比較的接近してい るが、これはこの実験に使用した刷子は GH-45 で、弾 性率小さく, また試験機自体の振動も十分小さいため に,刷子の接触が十分に良好であつたためと考えられ る。実際に別に弾性率の大きい刷子をもちいて実験を行

- Fig. 19. Short Circuit Current in the Armature Conductor in Case of Only Interpole Coil Being excited (Brushes are in Good Contact with Commutator Surface)

つてみるとこの場合の整流周期は計算値の約半分ぐらい であることがわかつた。このような事実から実際の整流 周期は機械の振動,刷子保持器の構造などのほかに刷子 の弾性率と密接な関係があるものと思われるが、これに ついては今後の研究にまたなければならない。

第16図の(1)に示すような直線整流は実際には無火花

---- 41 -----





第20図 整流曲線(ブラシの接触良好の場合) Fig. 20. Commutation Curve when the Contact of Brash or the Commutator Surface is Good

3,500 rpm

整流帯を測定して補極がやや弱い状態においてえられる もので、補極の調整が無火花整流帯を測定してもつとも のぞましい状態におかれるときには、第17図に示すよう な整流曲線となる。すなわち補極はこの整流曲線より判 断すればやや強い状態である。このような場合には刷子 入口の電流密度は直線整流の場合にくらべてやや大きく なるが、刷子出口の電流密度は非常に小さい。もつとも 良好な整流は正弦波整流を行うときにえられるとされて いるが、実際にはこのような整流曲線を実現させること は困難であるので、第17図に示すような整流曲線が理想 的な形のものではないかと考えられる。

整流子面に刷子の磨耗粉末などが附着し整流子面がよ ごれてくると整流曲線は乱れてくるが,この場合整流子



第22図 同一溝中にある各コイルの整流曲線 (ロングレコードブラウン管オッシロ使用)
Fig. 22. Commutation Curves of Armature Coils in One Slot (Observed by Four Element Long-Record Cathode-ray Oscilloscope)

面を軽く拭くと整流曲線の乱れは消滅する。この状況を 第18図に示す。

第19図は補極のみ励磁した場合の電機子線輪に流れる 短絡電流の波形を示す。山村博士⁽³⁾の報告によれば刷子 と整流子の接触状態の良否を判定するには補極のみを励 磁した場合の電機子線輪の短絡電流の波形をみるのがも つとも合理的であるとされている。なお第19図に示すよ うな刷子の接触状態における整流曲線を第20図に示す。 この整流曲線は第19図に示される短絡電流の波形より刷

1383 機 能 整 流 試 験 性 高 3 MANSAMANNA MAMMANNA 2 (a) human inter inter and the second in the second (b) タイミング 10 kc munn annun and the second in the second A A A A A A A A man

第23図 同一溝中にある各コイルの整流曲線 (特殊掃引ブラウン管オッシロ使用) Fig. 23. Commutation Curves of Armature Coils in One Slot (Observed by Special Sweep Cathode-ray Oscilloscope)



2,500 rpm

第24図 主極の磁束分布 (ブラシを上げた場合) Fig. 24. Mainpole Flux Distribution (Brushes are lifted)

子と整流子面との接触がきわめて良好な状態におけるものと考えられる。一方この接触状態の悪い場合を示すと 第21図のとおりであつて、同図(1)は補極のみを励磁した場合の短絡電流、(2)は整流曲線である。 第22図は同一溝にある各コイルに流れる電流の一回転 の間の変化の状況を示すオシログラムで、4素子ブラウ ン管オシログラフによつて撮影したものである。オシロ グラムの0は2kcのタイミング1,2,3はそれぞれ同 一溝内の第1,第2,第3コイルに流れる電流である。 aは直線整流,bは過整流,cは不足整流の場合であ る。第22図の電流変化の部分すなわち整流曲線を拡大し て撮影するには特殊掃引によつて撮影すればよいことを 前に述べたが,第23図に測定結果の一例を示す。図aの 矢印の部分が整流曲線で、1,2,3はそれぞれ第1, 第2,第3コイルの整流曲線である。なおbのオシログ ラムは 10 kc のタイミングで、これをもちいて a の整 流周期を求めることができる。

第24回,第25回および第26回は主極の磁束分布を示す オシログラムである。第24回はブラシを上げた場合,第 25回はブラシを下した場合,第26回は負荷をかけた場合 である。

〔VII〕結 言

以上5kW 整流試験機の概要ならびに若干の測定例に ついてのべた。本試験機は整流曲線,整流子片間電圧, 磁東分布,リアクタンス電圧などの測定ができるように なつており,整流に影響する諸因子の相互関係を綜合的

---- 43 -----



2,500 r pm

第25図 空隙の磁束分布 (無負荷の場合) Fig. 25. Main Pole Flux Distribution (No Load)

に見出しうることができるもので, 直流機の整流現象の 究明に大いに役立つものと確信する。

最後に本機の製作にあたり種々御援助を賜わつた日立 工場ならびに日立研究所の関係者各位に厚く感謝の意を 表する。

文 献 考 参

日立評論 27 235 (昭 19-5) (1) 服部:

2,500 rpm

第26図 空隙の磁束分布(負荷をかけた場合) Fig. 26. Main Pole Flux Distribution (On Load)

- M.J. Baldwin: Trans, AIEE 68 100 (1949) (2)
- (3) 山村,山崎: 電気3学会東京支部連合大会講演 予稿 (昭 26-11) 山村,山崎:学振第117委員会報告
- C. Schenfer: Archiv. tür Elektrotechnik (4)XII S. 204 (1923)
- J. Neukirchen: Kohlbürsten (1934) (5)

日立評論	照	明	特	集	号	別冊第17号	
	発行	〒 昭利	和31年	11月3	0日		
 ◎新らしい建築と照明 ◎光 源 の 進 歩 ◎電球製作時における諸要因が初 命におよぼす影響について ◎蛍光放電管の寿命と点灯度との ◎蛍光ランプの寿命に関する諸医 ◎蛍光放電管の電極近傍の放電状 ◎点灯管について ◎日立スーパーラビッド蛍光灯 	0特性および 9関係 1子 2況	び寿		◎ ④ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	光灯があり、 光灯があり、 光灯があり、 がいたい に し が が が が が が が が が が が が が が が が が が	章害の防止 の基礎的考察 用蛍光体 キルンによる蛍光体の製造 電灯の光と色 る最近の車輌照明 の放射性とその応用 光測定法と照明計算 施設	
東京都千代田区丸の内1/4 (新丸の内ビルディング7階)	日	立	評	論	±	誌代特集号1冊 ¥100 〒16 (振替口座 東京 71824 番)	

44 ----