

小形交流整流子電動機用ブラシの摩耗

The Wear of the Brush for Fractional Horsepower Motors

広瀬 利男*
Toshio Hirose

要 旨

小形交流整流子電動機用ブラシの摩耗は電動機の性能に大きく影響すると考えられている重要な問題なので、摩耗に関係する因子を選んで摩耗との関係を究明した。その結果、摩耗を少なくするためにはブラシ材質としては、曲げ強さが大きく、かつ接触抵抗が大きく適度の皮膜調整作用をもつものが良好である。また材質以外ではブラシピグテールはたわみ性に富むこと、使用される機械の仕様、負荷条件などによりブラシ圧力には最適値をきめる必要があること、およびより合わせブラシも効果があることがわかった。

1. 緒 言

家庭電気品、電動工具などに使用される小形交流整流子電動機のブラシ摩耗は電動機の寿命を直接左右する重要な因子である。この電動機は電氣的に難整流で、かつ回転数が大きいので、ブラシは電氣的機械的に非常にきびしい条件で使用されている。したがって、ブラシの摩耗は著しく大きいのが普通である。ここではブラシ摩耗を改善するために、ブラシ材質、ブラシの圧力、ブラシピグテールのたわみ性、運転時間とブラシ摩耗、整流とブラシ摩耗などについて説明する。

2. 小形交流整流子電動機用ブラシの問題点

家庭電気品および電動工具などに使用されている小形交流整流子電動機用ブラシの問題としては摩耗、整流、整流子荒損などがある。特に摩耗については、その大小により電動機自体の性能が左右されるとまで考えられている関係上非常に重視されている。次に整流は交流機である以上当然無火花は望めないがあまりに火花が大きくと摩耗が著しく増大するだけでなく整流子を焼損させるので、整流の改善について一般に努力が払われている。また、整流子の荒損に対しては特に火花が大きくない限り、火花による整流子面の障害はあまりないようである。しかし、ときにはブラシ材質、その他の原因により、整流子を荒損させる場合がある。したがってブラシとしては耐摩耗性の大きい材質を用い、整流特性がよく、整流子面を荒損させない材質が望ましい。

3. ブラシ材質とブラシ摩耗との関係

ブラシ摩耗と物理特性との関係を知ることは、ブラシの選定にきわめて重要なので内外のブラシ数十種について家庭用の 220V, 400W 真空掃除機によって試験を行なったところ、図 1~4 の結果を得た。図 1 はブラシの固有抵抗、図 2 はブラシの曲げ強さ、図 3 はブラシのかたさ、図 4 はブラシの摩擦係数とブラシ摩耗の関係を示したものである。図 1 および図 4 からブラシの固有抵抗、摩擦係数とブラシ摩耗との関係は明らかでなく、あまり関連がないようであるが、これは曲げ強さその他の物理特性が同じでない試料を用いたためである。もし重相関関係を求めればもっと明らかな関係が得られると思う。なおここに示した摩擦係数は 1,500 rpm、無通電状態における値である。図 2, 3 からブラシの曲げ強さ、かたさとブラシ摩耗との関係は明らかで曲げ強さ、かたさとともに大きくなるほどブラシの摩耗は小さくなる傾向を示している。これは回転数が大きく整流火花が大きい条件の下ではブラシはカーボン粒子の脱落による摩耗が大きいので機械的強度の大きいものほど摩耗が小さいと考えら

* 日立化成工業株式会社桜川工場

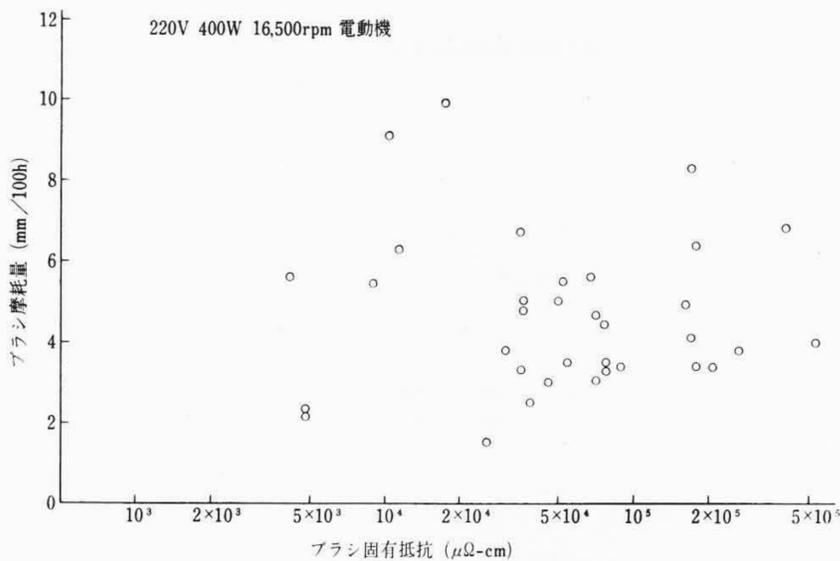


図 1 ブラシ固有抵抗とブラシ摩耗の関係

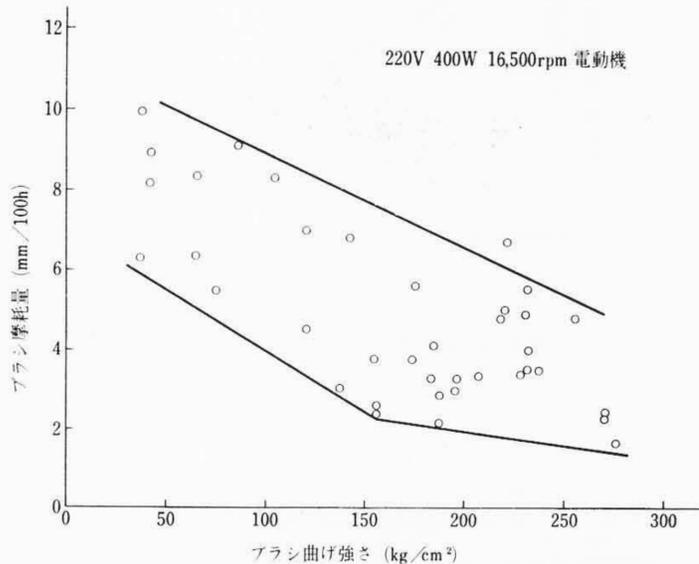


図 2 ブラシ曲げ強さとブラシ摩耗の関係

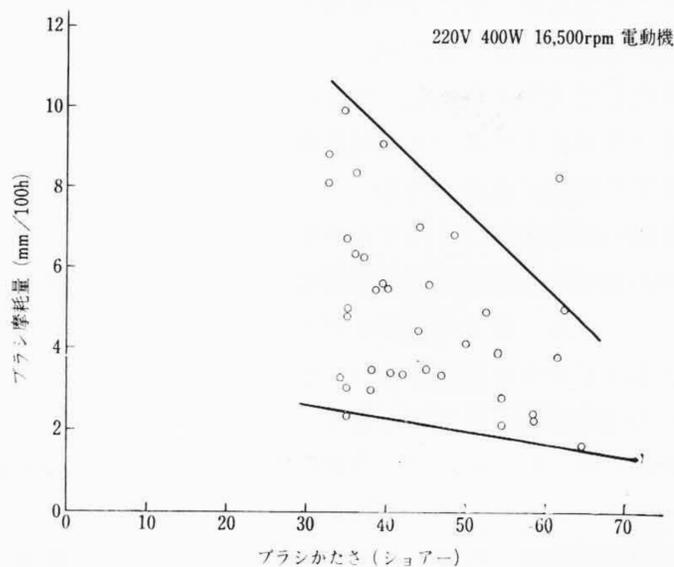


図 3 ブラシのかたさとブラシ摩耗の関係

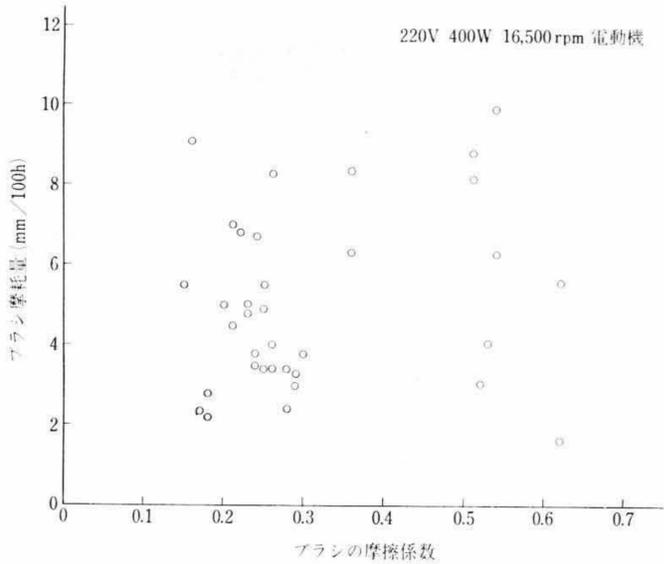


図4 ブラシ摩擦係数とブラシ摩耗量の関係

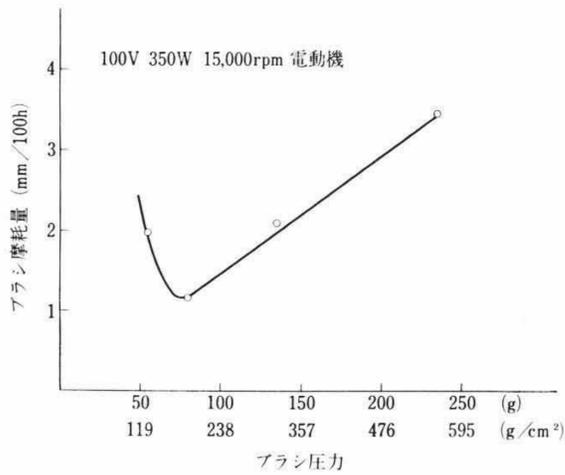


図5 ブラシ圧力とブラシ摩耗との関係

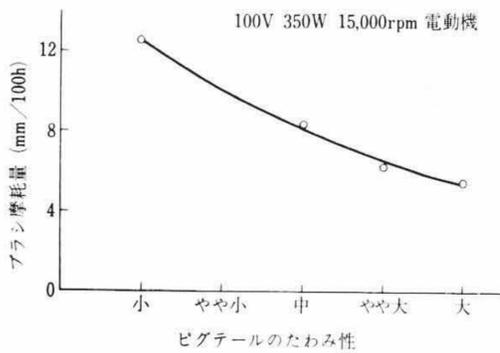


図6 ピグテールのたわみ性とブラシ摩耗の関係

れる。

4. ブラシ圧力とブラシ摩耗との関係

ブラシの摩耗はブラシ圧力と密接な関係がある。すなわちブラシ圧力が高すぎるとしゅう動接触特性は良好になり火花による電氣的摩耗は小さくなるが、その反面接触面の温度が高くなり、さらに機械的摩耗が大きくなる。また逆にブラシ圧力が低いとしゅう動接触特性は悪化して火花を発生し、火花のためにブラシ摩耗が大きくなる。結局ブラシ圧力が高いと機械的摩耗が大きくなり、また圧力が低いと電氣的摩耗が大きくなる⁽¹⁾。ブラシの適正圧力は機械の整流条件、機械的振動条件によってきめなければならない。100V、350W、15,000rpmの家庭用真空掃除機によりブラシ圧力と摩耗との関係を求めたところ、図5の結果を得た。図5の結果はブラシ圧力が小さくなるほどブラシ摩耗が小さくなることを示している。しかしブラシ圧力190g/cm²以下では整流子とブラシの接触が不安定になり不良であった。したがってこの電動機のブラシ圧力は200g/cm²前後が一応よいことを示す。このようなブラシ圧力とブラシ摩耗との関係曲線は電動機の仕様、負荷条件により異なるので図5の結果をそのまま異なる機種に適用することはできない。

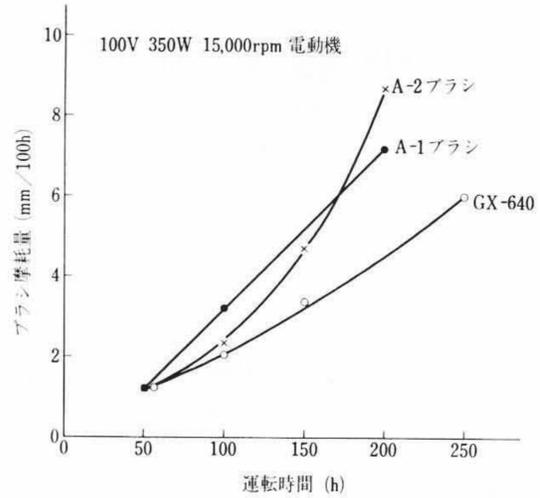


図7 運転時間とブラシ摩耗量の関係

5. ブラシピグテールのたわみ性とブラシ摩耗との関係

小形整流子電動機は一般にコイルスプリングを使用した筒形ブラシホルダを使用しているがピグテールのたわみ性が悪いとブラシ圧力を減少させるとともにブラシの振動に対する応動性を悪くすることになる。図6は100V、350W、15,000rpmの家庭用真空掃除機によってピグテールのたわみ性とブラシ摩耗について行なった結果である。たわみ性は数値的表示が困難なためここでは定性的表示によって示した。図6はピグテールのたわみ性がブラシ摩耗に与える影響が大きいことを示すもので、ピグテールとしては可能な限りたわみ性に富んだものを使用するのが望ましいと考えられる。

6. 運転時間とブラシ摩耗との関係

小形交流整流子電動機では一般に火花があるため、整流の良否によって運転時間と摩耗との関係曲線は著しく異なるのが普通である。図7はA-1、A-2およびGX-640(日立化成試作ブラシ)を用い、100V、350W、15,000rpmの小形交流整流子電動機で試験した結果を示したものである。図7を見ると運転時間の経過によりブラシ摩耗は増大するが、その傾向はブラシによって著しく異なりA-1およびA-2ブラシのほうがGX-640より運転時間が長くなるに従ってブラシ摩耗は増大している。この原因については火花により整流子面が荒損されるとブラシ材質が崩壊する二つの因子が考えられる。いずれにしても整流の良好なブラシほど火花は少なく、したがって摩耗は小さい。

7. 整流とブラシ摩耗との関係

7.1 ブラシの固有抵抗

前述のようにブラシ摩耗は整流が悪いと漸次増大するので整流の良好なブラシを用いなければならない。元来、小形交流整流子電動機は補極がないのと変圧器起電力が発生するのでブラシによって短絡されるコイルには過大な短絡電流が流れる⁽²⁾⁻⁽⁵⁾。したがって、固有抵抗および接触電圧降下の大きいブラシを用いれば当然短絡電流は抑制され整流は改善されるはずである。表1にあるような物理特性を有するブラシを使用し電動機入力電圧100Vおよび220Vに変えた場合について試験した結果は表2のとおりで固有抵抗の大きいCX-C-1は摩耗がきわめて小さい。

7.2 はり合わせブラシによる整流改善効果

ブラシによって短絡される電機子コイルの短絡電流を抑制するためにブラシの接触抵抗をなるべく大きくしたほうがよいことは前述したとおりである。はり合わせブラシの構造は図9のように分割片を絶縁性接着剤で接着しはり合わせ面の抵抗により短絡電流を抑制することを目的としたものである。100V、330W、15,000rpmの電動機で単体ブラシとはり合わせブラシについて試験を行なったとこ

表1 供試ブラシ物理特性

特性 ブラシ材質	見掛比重 (g/cm ³)	固有抵抗 (μΩ-cm)	曲げ強さ (kg/cm ²)	かたさ (ショア)	摩擦係数
A-1	1.64	6,500	210	48	0.20
C-1	1.61	1,700	234	25	0.28
CX-C-1*	1.56	39,400	150	35	0.28
GX-136 *	1.59	4,930	270	39	0.17

* 日立化成試作ブラシ

表2 電動機入力電圧とブラシ摩耗の関係

摩 耗 ブラシ材質	ブラシ摩耗 (mm/100時間)		摘 要
	入力電圧 100V	入力電圧 220V	
A-1	2.0	6.6	350W 電動機
C-1	2.5	13.8	350W 電動機
CX-C-1*	1.2	2.5	400W 電動機
GX-136 *	2.2	2.3	400W 電動機

* 日立化成試作ブラシ

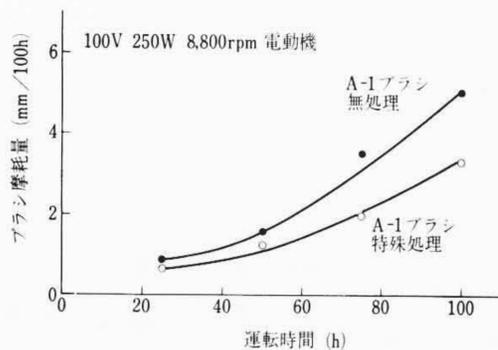


図8 運転時間とブラシ摩耗量の関係

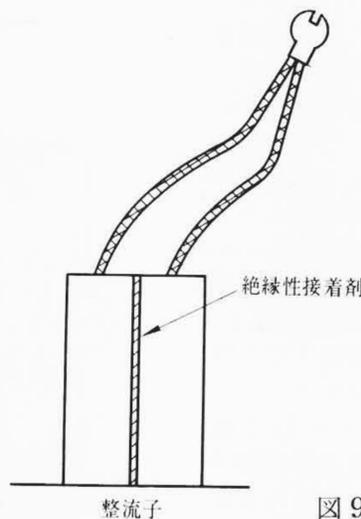


図9 はり合せブラシ説明図

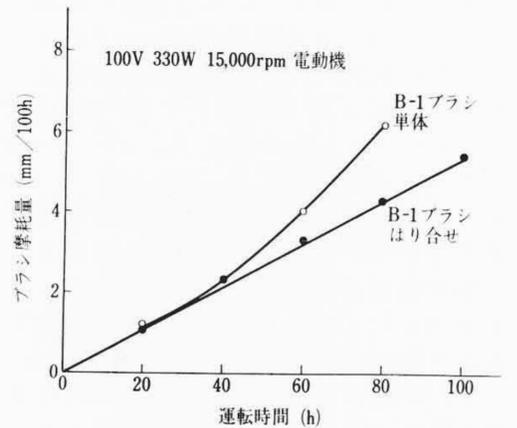


図10 運転時間とブラシ摩耗の関係

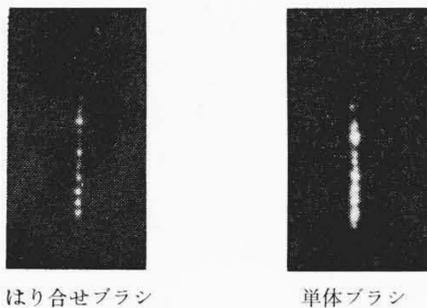


図11 60時間運転後の整流火花

る図10の結果を得た。図10は運転時間の経過に対しはり合わせブラシは摩耗増大の傾向が著しく小さいことを示している。また図11は60時間運転後の整流火花を写真撮影したものであるがはり合わせブラシは整流火花が小さい。これははり合わせブラシは短絡電流を抑制し整流が改善されたためである。したがって整流を改善することによりブラシ摩耗は著しく改善されることがわかった。ただ問題点としては接着剤が整流子面に絶縁性の皮膜を形成し漸次整流悪化を来す場合がある。したがってこの点が解決されない限り実用化には問題がある。

7.3 皮 膜

整流については整流子面の皮膜に重大な関係があることが最近明らかになった。特に小形交流整流子電動機の場合は常時火花を発生しているため整流子面が黒化されやすく、その結果さらに整流悪化を促進させる場合が多い。たとえば図8においてはブラシに特殊処理を施し皮膜調整作用を与えたブラシと特殊処理を施さないブラシを用い、250Wの小形整流子電動機で試験した結果を示したもので、明らかに特殊処理をしたブラシのほうが摩耗が少ない。これは皮膜調整作用により黒化を極力防止したためである。また表2においてGX-136は固有抵抗が小さいにもかかわらず220Vの場合でも摩耗が比較的小さいのは同じくGX-136の皮膜調整作用によるものである。

7.4 そ の ほ か

このほかブラシのしゅう動特性の良否によっても摩耗および整流に著しい影響を与えることが明らかになってきた。たとえばブラシの潤滑性が良好な材質であればしゅう動特性は安定し機械的振動による火花は少なくなる。このような考えから保持器を改善することも有効である。なお日立製作所日立研究所一木主任研空員らは角度付ブラシを使用することにより著しく摩耗特性を改善した。

8. 結 言

以上の結果を要約すると次のとおりである。

- (1) ブラシの物理特性とブラシ摩耗との関係においてはブラシの曲げ強さ、かたさとの関連が明らかである。曲げ強さ、かたさが大きいほど摩耗は小さくなる傾向がある。
- (2) ブラシ圧力はブラシ摩耗と密接な関係があるが、ブラシ圧力の最適値はその機械の仕様、負荷条件などによって決める必要がある。
- (3) ブラシのピグテールのたわみ性はブラシの摩耗に著しく影響を与える。ピグテールはたわみ性に富んだものを使用するのが好ましい。
- (4) 小形交流整流子電動機は一般に火花があるためブラシ材質によっては運転時間により整流子は黒化、荒損を発生しやすくブラシ摩耗は経過時間とともに増大する。したがってブラシとしては適度の皮膜調整作用をもつものが良好である。
- (5) 整流を改善するとブラシ摩耗は著しく改善される。小形交流整流子電動機はブラシによって短絡されるコイルの短絡電流が大きいのでブラシ材質としては接触抵抗の大きいものがよい。また短絡電流を抑制する意味でははり合わせブラシも効果がある。
- (6) そのほかブラシのしゅう動特性を改善する意味でブラシ保持器の改良も効果がある。

以上、小形交流整流子電動機のブラシ摩耗について述べたが多少なりとも参考になれば幸いである。なお本研究を行なうにあたりご協力をいただいた日立製作所多賀工場、日立工機株式会社の関係者、貴重なご意見ご配慮をいただいた日立化成工業株式会社無機事業部長、製造部関係者、また実験にご協力いただいた試験課関係者に深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 武政隆一：電気ブラシの性能と使用法(昭33東京電機大学)
- (2) 大隅菊次郎, 茂木晃：小形回転機ハンドブック(昭34電気書院)
- (3) 電気学会：直流機(昭33電気学会)
- (4) 藤井俊雄, 安川昌平：日立評論 40, 225(昭33-2)
- (5) Cornelius W. Dickin-Zangger, Design Trends. 138 (June 1962)



新案の紹介



登録新案 第761470号

安藤 進一郎・矢崎 智

タイマー装置

この考案は矩形ヒステリシス特性を有する鉄心を用いた静止形のタイマー装置で、限時を連続可変となし、かつ補助リレーの動作により出力接点、自己保持接点および、鉄心の磁束レベルを原位置に復帰するための第3の接点を同時に駆動するようにしたものである。

端子3, 4より交流電圧 $V_{\sin \omega t}$ を加えると抵抗値 R_0 の抵抗10を介して抵抗値 r の巻線2には励磁電流 I が流れ、抵抗7, 8の抵抗値 R_1, R_2 を $R_2 > R_1$ に選定しておけば巻線2に加わる電圧は、端子3が正の半サイクル時の電圧 $V_{\sin \omega t} - (r + R_1 + R_0) I$ より端子4が正の半サイクル時の電圧 $V_{\sin \omega t} - (r + R_2 + R_0) I$ より大きいため、端子3が正となる半サイクル時の電圧の積分量が多くなる。そして端子3が正となる半サイクル時を鉄心1の磁束レベルが負の飽和領域から正の飽和領域に移行せしめるものとすれば、端子3, 4間に電圧 $V_{\sin \omega t}$ を印加したことにより、鉄心1の磁束レベルは負の飽和領域より漸次正の飽和領域に向かい、ある限時をもって正の飽和領域に達する。すると鉄心1のインピーダンスはほぼ零になるゆえ、抵抗7に大電流が流れ、これがパルス状の電圧となって単安定形のマルチバイブレータ回路11を駆動し、補助リレー17を付勢する。リレー17が駆動されるとまずタイマー出力接点18が閉路し、同時に自己保持接点19を開路し、さらに交流電圧の各半サイクルの導通方向が異なる並列回路の一方に設けた第3の接点20を開路して、鉄心1の磁束レベルを正の飽和領域より負の飽和領域に戻すようにしたもので、この

考案によれば、抵抗8の抵抗値を適宜選定することにより任意の限時の静止形タイマー装置が得られ、しかも鉄心1の磁束レベルをタイマー装置の動作完了後直ちに復帰することができるので、手動復帰スイッチが不要となるなどの効果がある。(西宮)

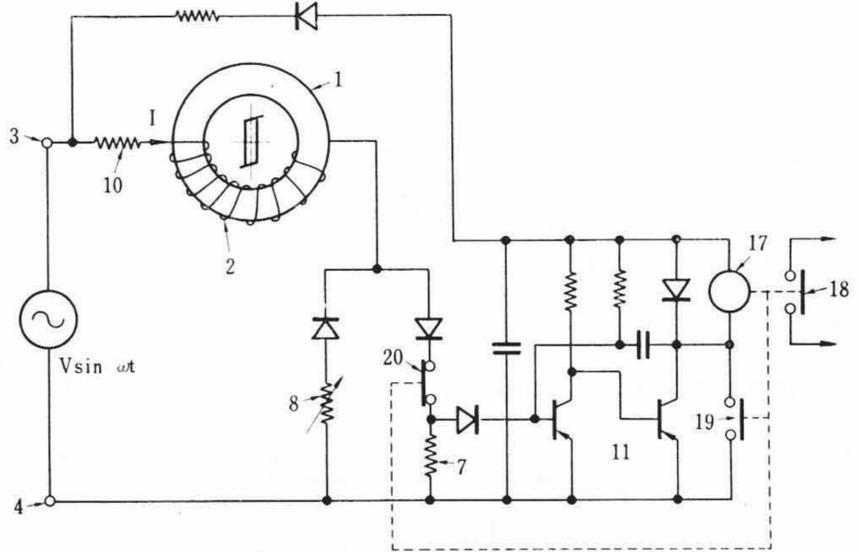


図1



特許の紹介



特許 第440047号

小沢 重樹・笹間 純也

ホール発電器の温度補償回路

ホール発電器を計測機器に応用する場合、その制御電流側抵抗およびホール係数に温度依存性があるため、その出力電圧に温度影響が現われ、測定精度はそれによりはなはだしく低下せしめられる。

この発明はホール発電器の温度影響の補償方法として基準点およびそれより異なった点の温度を完全補償し、それ以外の点は許容誤差範囲におさえることとし、さらにホール係数の温度影響を制御電流の温度係数の内を含めてホール電圧の温度補償をなすものである。

ホール発電器5の制御電流端子1, 2に制御電流 I を流し、磁場 B を与えると、ホール出力電圧端子3, 4間にはホール電圧 E が得られる。しかしながらホール係数および制御電流端子間抵抗の温度依存性のためホール電圧 E は温度により変化し、測定精度が低下することになるので、この発明においては、ホール発電器5の制御電流端子間の抵抗を R_1 、温度係数を α_1 、またホール係数の温度係数を α_3 とする場合、ホール発電器5と並列に、温度係数 α_2 なる抵抗 R_2 を接続しさらに直列に温度係数零の抵抗 R_3 を接続し、ホール係数の温度影響を制御電流の変化に置換え、ホール発電器自身の内部抵抗およびホール係数二者による制御電流の温度変化を前記二点で完全補償し、他は直線近似補償とするように抵抗 R_3 を選定するようにし

たものであり、ホール電圧の温度影響を0.1%以下におさえることが可能となる。

なお、本発明装置はたとえば送配電線を通る電力や負荷に供給される電力を測定するホール効果利用装置に適用されるものである。(西宮)

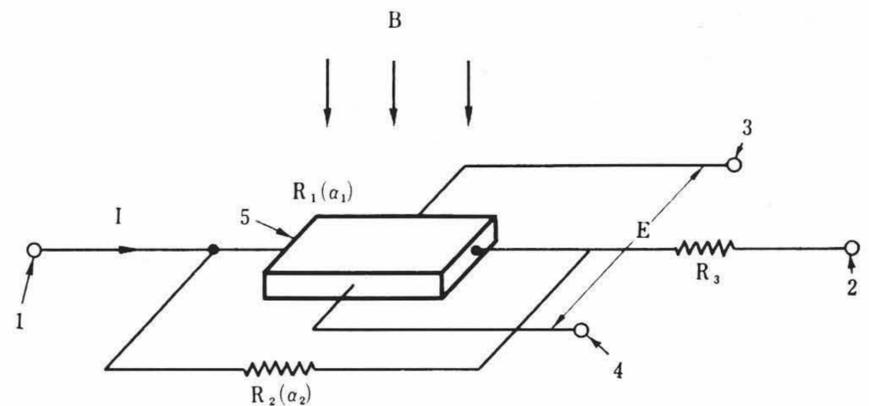


図1