

EF 形 有 極 リ レ ー

EF Type Polarized Relay

三 井 忠 夫* 森 山 寛 美*
Tadao Mitsui Hiromi Moriyama

内 容 梗 概

有極リレーは、その特長を生かしてクロスバ交換機に多数使用されているが、従来の206号形有極リレーではクロスバ交換機用には特性上不十分であったので、日立製作所においては、感度、安定性、および磁気干渉の特性を改善し、量産性をも考慮したEF形有極リレーを実用化した。EF形有極リレーは、日本電信電話公社や官庁、民間会社のクロスバ交換機用をはじめ各種用途に多数納入されている。

本論文では、EF形有極リレーの特性と有極リレーに対する理論的考察を述べ、とくに、静的見地から接点圧力係数、動的見地から運動時間係数を求め、有極リレーの特性表現のための手段を与えた。

1. 緒 言

通信機用有極リレーは、従来主として電信の送受信リレーとして使われていたが、高感度であること、極性を有すること、マージナル動作がとりやすいことなどの特長を有し、タイミング・リレー、インパルス・リレー、マージナル・リレーなどとして、クロスバ交換機⁽¹⁾⁽²⁾にはなくてはならない機器の一つとなっている。また、各種搬送装置、テレメータなどにインパルス・リレーとしてもその用途は広い。

電話交換機のサービスを飛躍的に向上させるため、昭和28年より従来のステップバイステップ方式に代って新しくクロスバ交換方式の開発が始められ⁽¹⁾、日立製作所ではクロスバスイッチ⁽³⁾、ワイヤスプリングリレー⁽⁴⁾、ワイヤスプリング形マルチコンタクトリレー⁽⁵⁾、リードリレー⁽⁶⁾、などのクロスバ交換機用機器を実用化した。有極リレーについては、従来のステップバイステップ方式交換機用として使用されていた206号形有極リレーは、クロスバ交換機用としては感度、外部磁界の干渉、安定性などの特性が不十分であり、実装上も不利なので、わが国のクロスバ交換機に適した有極リレーを開発する必要があった。そこで、これらクロスバ交換機用機器の一環としてまた各種装置に従来使われていた数種の有極リレーへの適用も考慮して新しくEF形有極リレーを実用化した。

EF形有極リレーは、従来の有極リレーに比し多くの特長をもっている。すなわち

- (1) 従来の有極リレーより高感度である。
- (2) 外部磁界の影響を受けにくいので、ほかの機器とすぐ隣合せて使用でき有効取付面積を小さくすることができる。
- (3) ワイヤスプリングリレーと取付寸法がまったく同じなので同じ取付鉄板を使用できる。

- (4) 部分的な端子板の変更により

- (A) 無はんだ巻付接続
- (B) はんだ付接続
- (C) プラグイン

のいずれでも製作することができる。

- (5) 従来のリレーより小形である。
- (6) 従来のリレーよりポールピース間隙が大きく調整が容易なので、保守上有利である。
- (7) 透明カバーキャップを有するので保守点検が容易である。などである。

EF形有極リレーは、日本電信電話公社蔵局をはじめ官庁、民間会

* 日立製作所戸塚工場

社のクロスバ交換機などに使用され好成績で運転中である。

本論文では、EF形有極リレーの構造、諸特性について述べるとともに、それらに先立ち有極リレーに関する理論的考察を行ない、特性を表現する一手段として静的見地から接点圧力係数、動的見地から運動時間係数を導入し、有極リレーのよさを表わすこれら係数がリレー諸元のどのような関数であるかを論じた。

2. 有極リレーの理論的考察

2.1 概 論

有極リレーの特性を効果的に表現する手段として、静的見地から接点圧力係数、動的見地から運動時間係数が考えられる。前者はコイルの励磁アンペアターンと接点圧力との関係を表わすもので、この係数の大きいほど、すなわち励磁アンペアターンに対し発生する接点圧力の大きいほど有極リレーはすぐれているといえる。換言すれば、必要な接点圧力をうるための励磁アンペアターン、したがって投入電力が少ないほうがよい。このようにすれば、与えられた投入電力に対して、コイルの寸法が小さくてすみ、リレーを小形にすることができる。後者は、接点の移動時間に関係のある係数で、この係数が小さいほど移動時間は短くなる。移動時間の短いほど、すなわち移動速度の大きいほど接点の電気的特性は向上する。

有極リレーのアーマチュアに働く力は、アーマチュアの変位により発生する力と励磁コイルにより発生する力に分けられるが、つぎに述べるように変位による成分はアーマチュアの片持はりとしての力で打消すことができ、実際それに近い状態で使用されるので、その条件を用いると接点圧力係数、運動時間係数は比較的容易に求めることができる。

2.2 接点圧力係数

有極リレー磁気回路の模型を第1図に示す。動作間隙内のアーマチュアが受ける吸引力Fは第1図の記号を用いて次式で表わされる⁽⁷⁾。

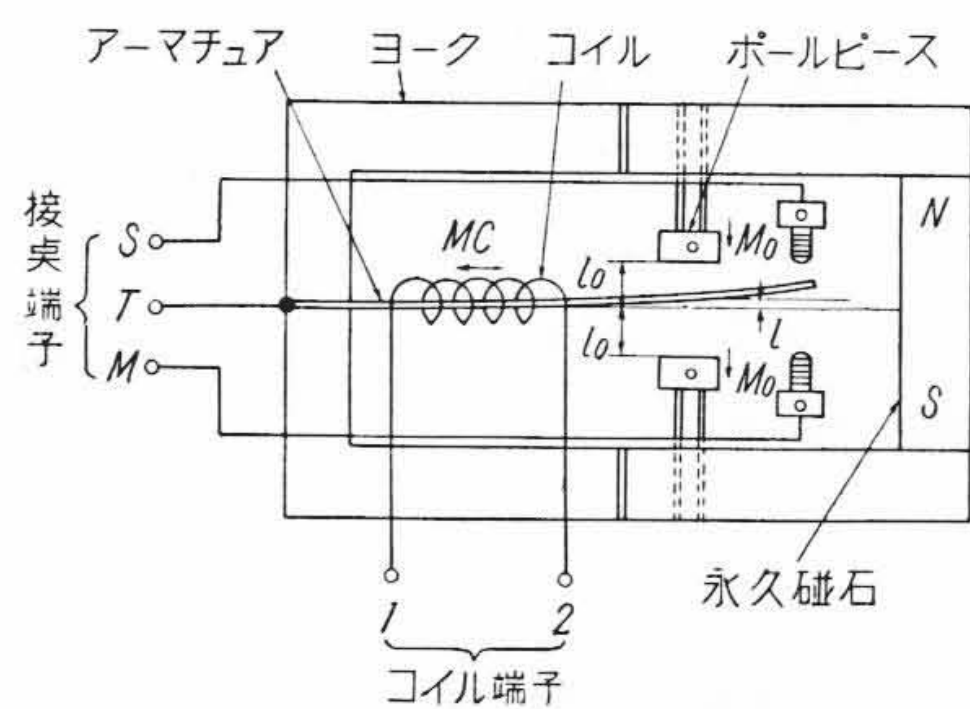
$$F = \frac{A}{(124.9)^2} \left\{ \frac{(M_0 + M_c)^2}{(l_0 - l)^2} - \frac{(M_0 - M_c)^2}{(l_0 + l)^2} \right\} (g) \quad \dots\dots (1)$$

ここで A: 磁極面積(cm²)

となる。(1)式から

$$\frac{F}{F_1} = \left\{ \frac{\left(1 + \frac{M_c}{M_0}\right)^2}{\left(1 - \frac{l}{l_0}\right)^2} - \frac{\left(1 - \frac{M_c}{M_0}\right)^2}{\left(1 + \frac{l}{l_0}\right)^2} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここで $F_1 = \frac{M_0^2 A}{(124.9)^2 l_0^2}$



l_0 : ギャップ中心からポールピースまでの距離 (cm)
 l : ギャップ中心からアーマチュアまでの距離 (cm)
 M_c : コイルが発生するギャップ部の起磁力 (A)
 M_0 : 永久磁石が発生するギャップ部の起磁力 (A)
 (片側のギャップにつき)
 第1図 磁気回路模型図

が得られるが、 M_c/M_0 をパラメータとした F/F_1 と l/l_0 の関係を第2図に示す (系が対称なので半分だけ示した)。これによれば、 l/l_0 の小さい範囲では F/F_1 は等間隔な平行直線に近いのでつぎのことがいえる。

- (1) 吸引力は変位とともにその方向に直線的に増し、負のスチフネス (s_n) を呈する
- (2) 吸引力は M_c とともに直線的に増加する。

アーマチュアのスチフネスを s_a とすると、アーマチュアに働く力は $(s_a - s_n)l$ となり、 $s_a = s_n$ でアーマチュアは理想的な場合無限小の力で動かすことができ感度最大となる⁽⁸⁾。この状態ではアーマチュアに対する吸引力は M_c のみできまり $(\partial F / \partial M_c)_{l=0}$ で l/l_0 が小さいときの単位 M_c あたり発生する吸引力を近似することができる。これを F' とおく。すなわち

$$\left(\frac{\partial F}{\partial M_c} \right)_{l=0} = \frac{4 A M_0}{(124.9)^2 l_0^2} \equiv F' \quad (3)$$

また同様に $(\partial F / \partial l)_{l=0}$ で負のスチフネス s_n を表わすことができる。

$$\left(\frac{\partial F}{\partial l} \right)_{l=0} = \frac{-4 A M_0^2}{(124.9)^2 l_0^3} \equiv -s_n \quad (4)$$

(4) 式を $s_n = s_a$ として M_0 について解くと

$$M_0 = \sqrt{\frac{(124.9)^2 l_0^3 s_a}{4 A}} \quad (5)$$

これを(3)式に代入すると

$$F' = 0.016 \sqrt{\frac{A \cdot s_a}{l_0}} \quad (6)$$

したがって接点圧力 P は接点圧力係数を γ とすれば

$$P = S F M_c = S F' k (N I)_c = \gamma (N I)_c \quad (7)$$

ここで S : 吸引力 F と接点圧力 P との比

$(N I)_c$: コイルの起磁力

k : 効率

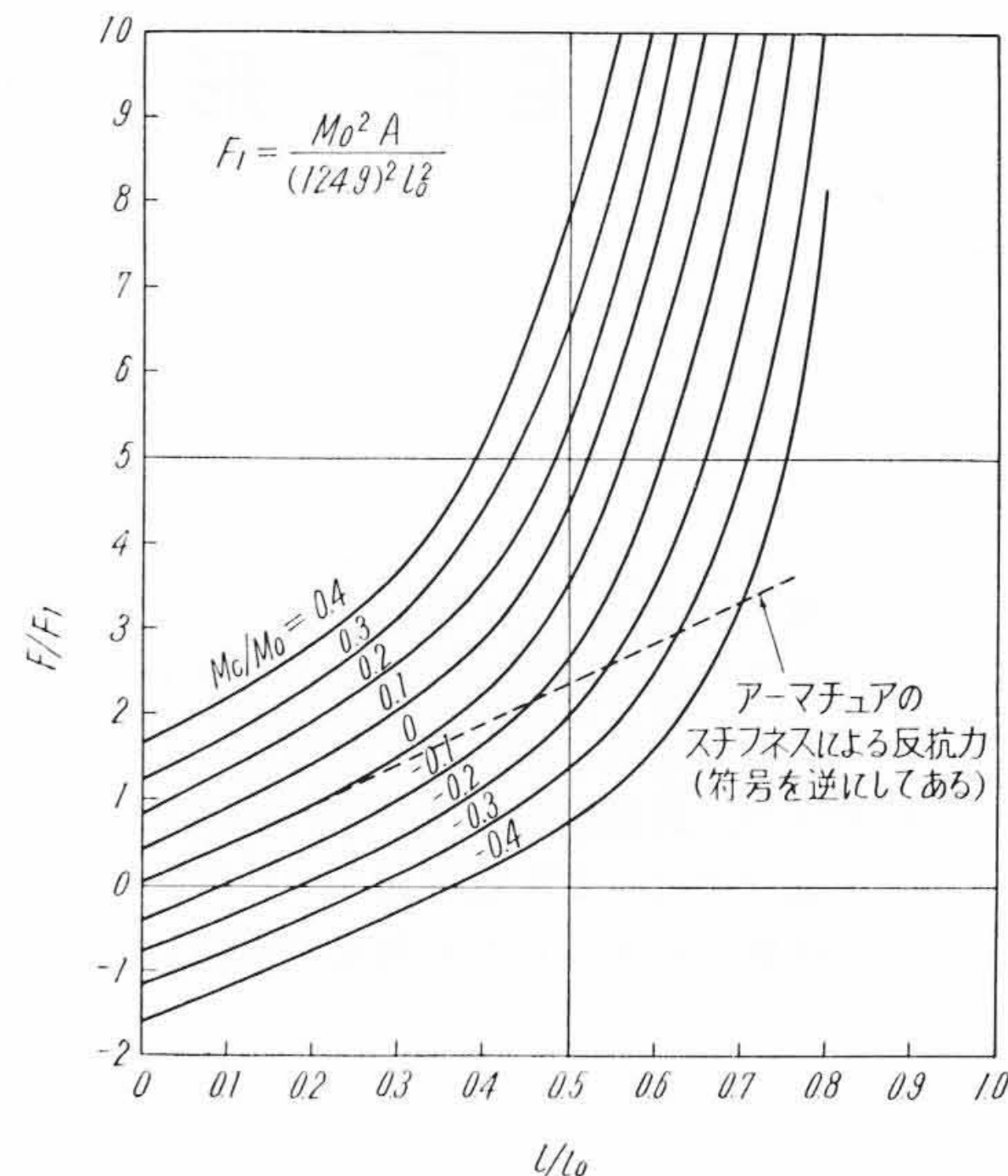
接点圧力係数 γ は(3)、(6)式を用いて

$$\gamma = S F' k = \frac{4 A M_0 S k}{(124.9)^2 l_0^2} = 0.016 S k \sqrt{\frac{A \cdot s_a}{l_0}} \quad (8)$$

となる。

(7) 式の関係が示すように、接点圧力はコイルのアンペアターンに比例し、励磁アンペアターン 0 付近では接点圧力は 0 となる。接点の機能を確保するための接点圧力をワイヤスプリングリレーを参考にして $6g$ 以上とすると、 $6g$ の接点圧力を発生する $(N I)_c$ がリフトオフ式電磁リレーの感動アンペアターンに相当する。これを $(N I)_{op}$ とすればつぎのように求められる。

$$(N I)_{op} = \frac{6}{\gamma} = \frac{375 \sqrt{l_0}}{S k \sqrt{A \cdot s_a}} \quad (9)$$



第2図 吸引力曲線計算値

$$= \frac{1.5 (124.9)^2 l_0^2}{S k A M_0} \quad (10)$$

2.3 運動時間係数

有極リレーの電気回路に関する方程式は

$$L \frac{di}{dt} + R i = E \quad (11)$$

ここで L : コイルのインダクタンス

i : コイルに流れる電流

R : コイル回路の全抵抗

E : 電源電圧

(11) 式に N/R を乗ずると

$$T \frac{dNi}{dt} + Ni = (N I)_c \quad (12)$$

ここで N : コイルの巻数

$T \equiv L/R$: 時定数

$$(N I)_c \equiv N \frac{E}{R}: \text{定常アンペアターン}$$

$t=0$ で $Ni=0$ として(12)式を解くと

$$Ni = (N I)_c \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \quad (13)$$

となる。

前に触れたように、アーマチュアのスチフネス s_a と負のスチフネス s_n が同じにとつてあると、アーマチュアに働く吸引力は変位とは無関係になり、質量のみをもった物体と考えることができるから運動方程式は

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} - s x = 980 F' k (N I)_c \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) \quad (14)$$

ここで m : アーマチュアの等価質量 (g)

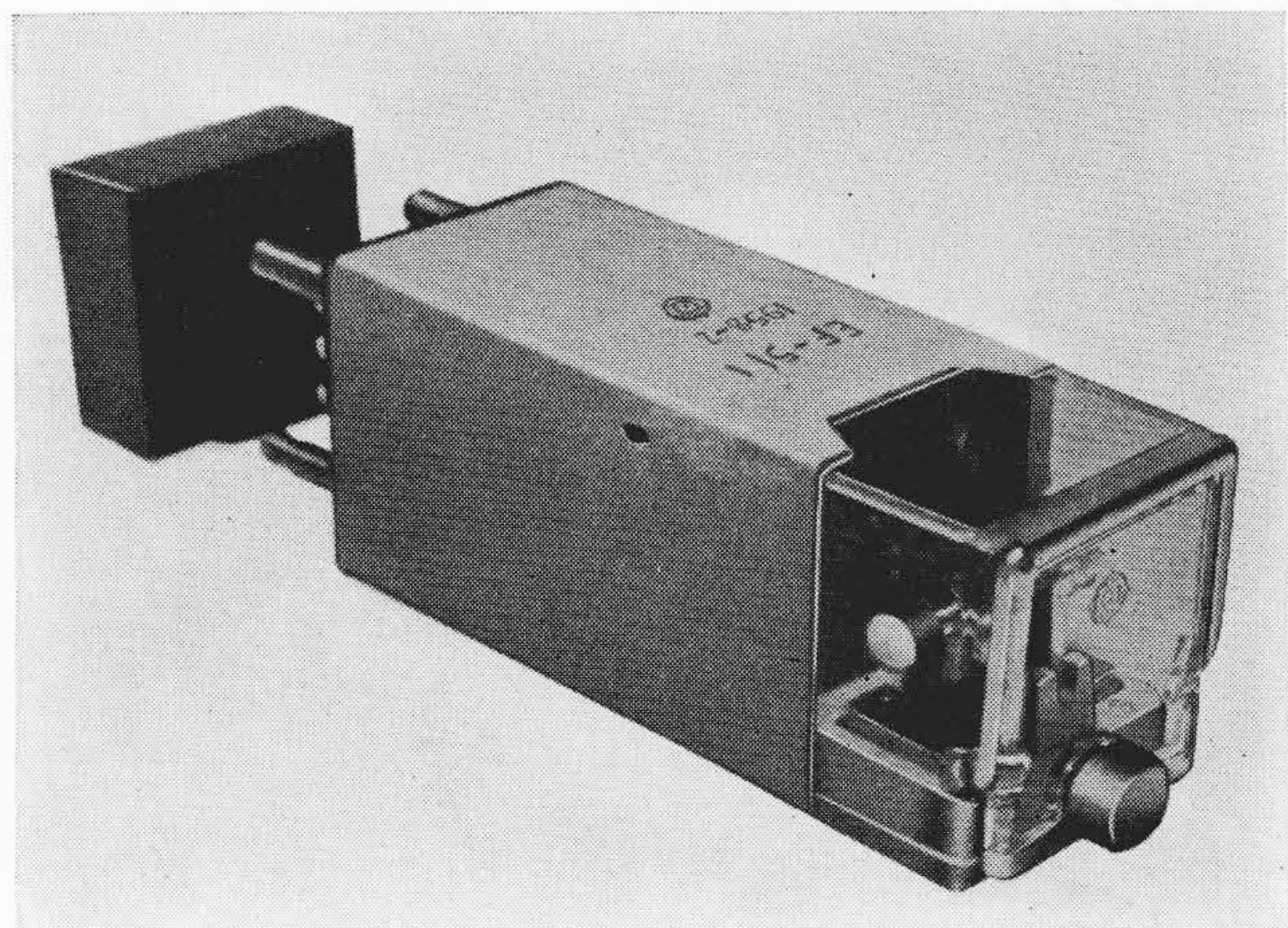
x : アーマチュアの駆動点の変位 (cm)

s : 接点位置を支持したときの駆動点におけるアーマチュアのスチフネス (g/cm)

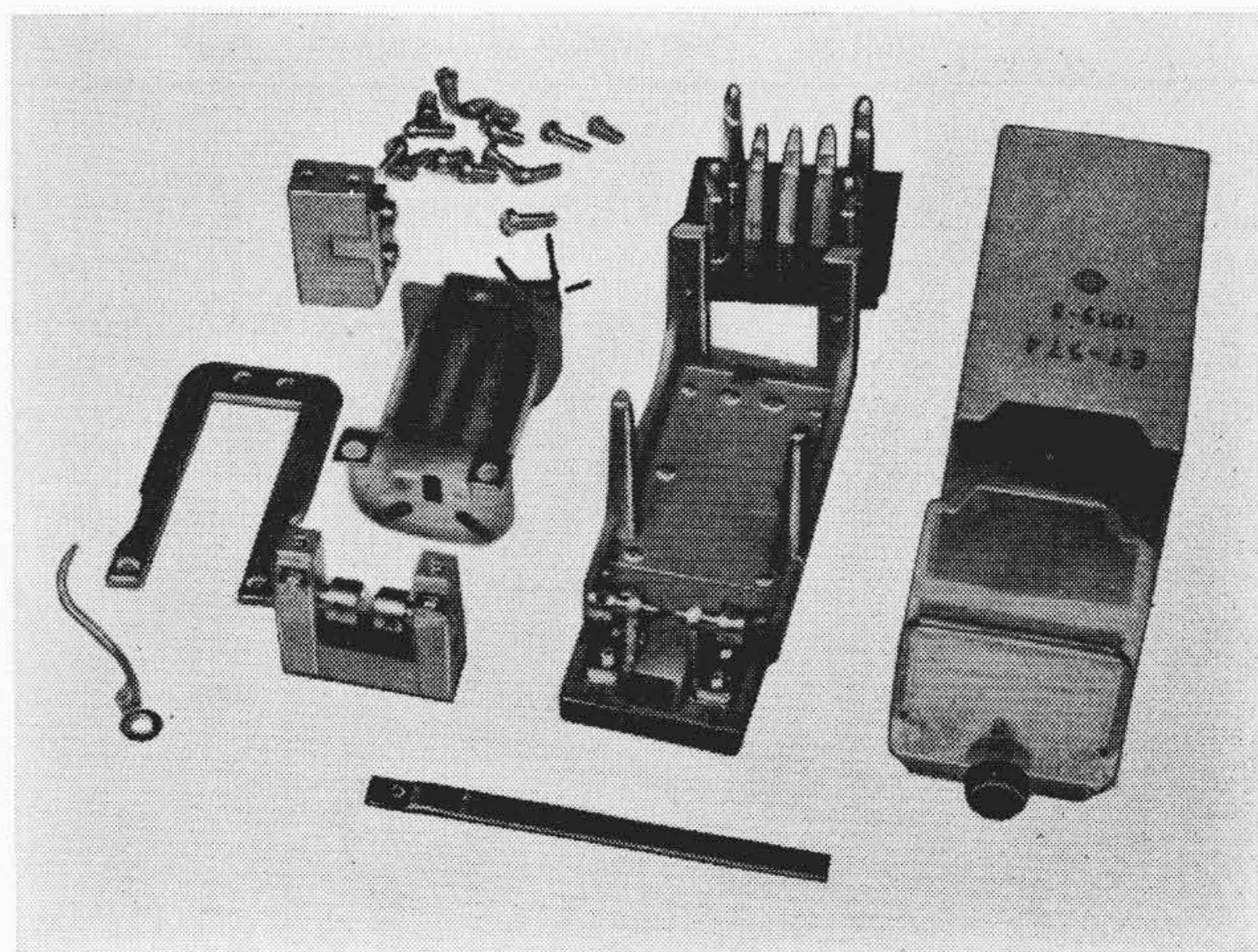
接点が離れてからは $s x$ の項はなくなる。簡単化のため $s x$ の項を省略して考えると(14)式は容易に解けて

$$x = \frac{980 F' k (N I)_c}{m} \left\{ T^2 \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \frac{1}{2} t^2 - T t \right\} \dots (15)$$

ここで $e^{-\frac{t}{T}}$ を展開すると



第3図 EF 形有極リレー



第4図 EF 形有極リレーの構成部品

$$e^{-\frac{t}{T}} = 1 - \frac{t}{T} + \frac{t^2}{2T^2} - \frac{t^3}{6T^3} + \dots \quad (16)$$

もし $t/T \ll 1$ として第4項までで近似し、これを(15)式に代入すると

$$x = \frac{980 F' k (NI)_c}{6 T m} t^3 \quad (17)$$

$$\therefore t = \sqrt[3]{\frac{6 T m x}{980 F' k (NI)_c}} \quad (18)$$

(18)式で $T = L_1 G_c$, $(NI)_c = \sqrt{G_c \cdot W}$ を代入すると

$$t = \sqrt[3]{\frac{6 L_1 m x \sqrt{G_c}}{980 F' k \sqrt{W}}}$$

ここで L_1 : 1ターンインダクタンス

G_c : コイル定数

W : 入力

(19)式で G_c , W を除く部分はリレーの構造などできまり、リレーの動的特性を表わす量である。これを運動時間係数 τ とすると

$$\begin{aligned} \tau &= \sqrt[3]{\frac{6 L_1 m x}{980 F' k}} \\ &= \sqrt[3]{\frac{6 L_1 m x s}{980 \gamma}} \quad (\text{接点圧力係数 } \gamma \text{ で表した場合}) \\ &= \sqrt[3]{\frac{23.9 L_1 m x l_0^2}{k A M_0}} \quad (\text{永久磁石のギャップにおける起磁力 } M_0 \text{ で表した場合}) \\ &= \sqrt[3]{\frac{0.383 L_1 m x \sqrt{l_0}}{k \sqrt{A} \sqrt{s_a}}} \quad (s_a \text{ で表わした場合}) \end{aligned}$$

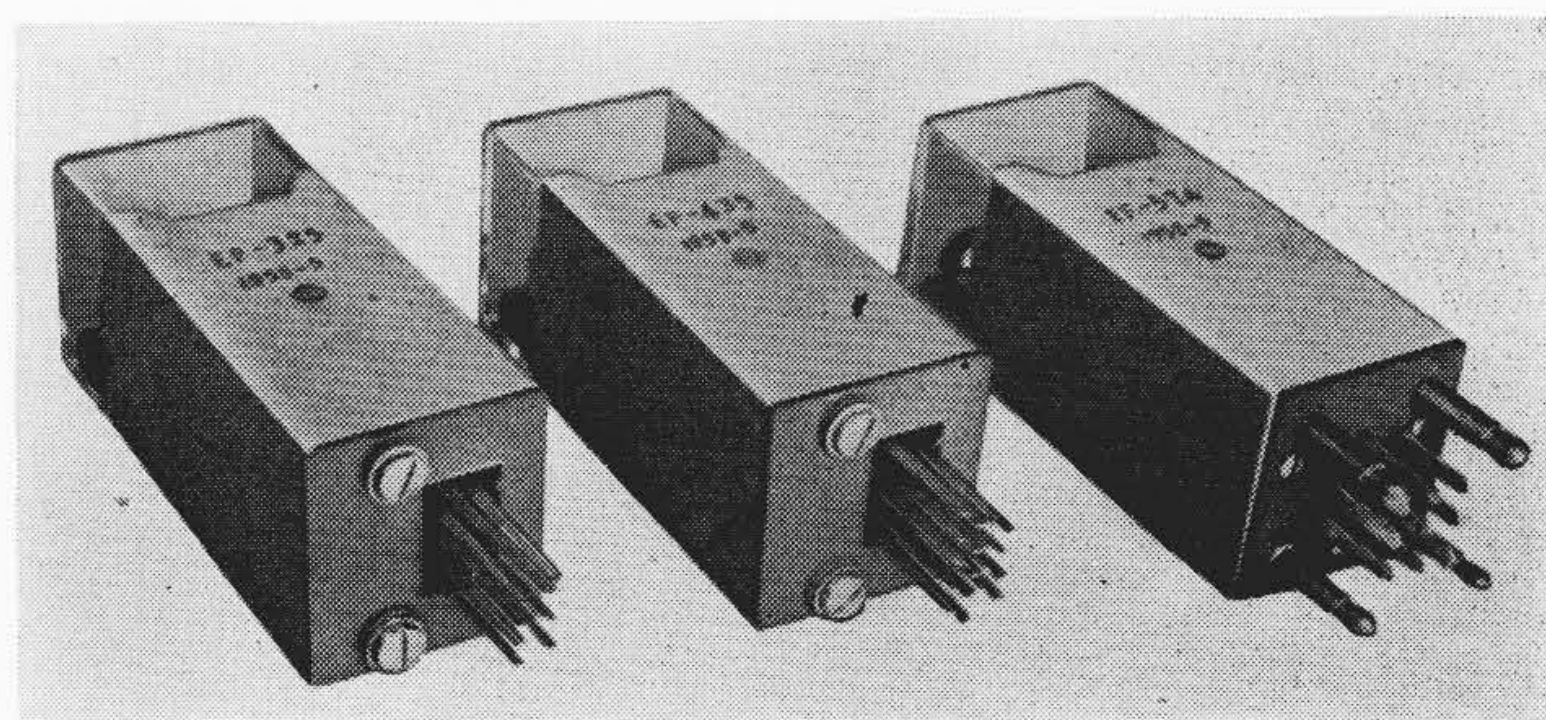
すなわち、運動時間係数 τ は1ターンインダクタンス L_1 等価質量 m , 運動距離 x の3乗根に比例し、接点圧力係数の3乗根に反比例する。

3. EF 形有極リレーの構造

EF 形有極リレーの外観写真を第3図に、分解したところを第4図に示す。

EF 形有極リレーの基本的な磁気構造は、206号形リレーなどと同じブリッジ形である。構造について特に考慮した点をあげると、

- (1) 寿命、調整容易化のため、永久磁石は JIS MCB 2 クラスの強力な棒状磁石を使用し、動作間隙を十分にとった。
- (2) ポールピースの支持部ほかの磁気回路も、調整変化をなくするため十分な強度をもたせた。
- (3) 組立の基礎であるフレームはダイカスト製で、強度、量産性を考慮した。
- (4) 磁性体のカバーを設けて磁気シールドし、他の機器とすぐ



第5図 3 種の端子板

隣り合わせて使用できるようにした。

(5) ワイヤスプリングリレーと取付寸法を同じとし、同じ取付板が使用できるようにした。取付けピッチは $13 \times 3 = 39 \text{ mm}$ である。もちろんストロージャ交換機用の鉄板にも取付けられるような高さとした。

(6) 端子板のみの変更によって第5図の写真に示すような

- (A) 無はんだ巻付接続 (EF-300 形)
- (B) はんだ付接続 (EF-400 形)
- (C) プラグイン (EF-500 形)

の3種のリレーが製作できるようにした。

(7) 固定接点支持部の電氣的絶縁にはマイカを使用し外気条件の変化による寸法変化に基因する障害をなくすようにした。

(8) つまみを指で回すことにより着脱できる透明カバーキャップを設け、保守点検が容易な構造とした。

(9) 定位形の必要な場合には、バイアススプリングを付加するだけで行なうようにした。

なお、参考のために206号形、280号形⁽⁹⁾ EF 形リレーの比較表を第1表に示す。

4. EF 形有極リレーの特性

4.1 静 特 性

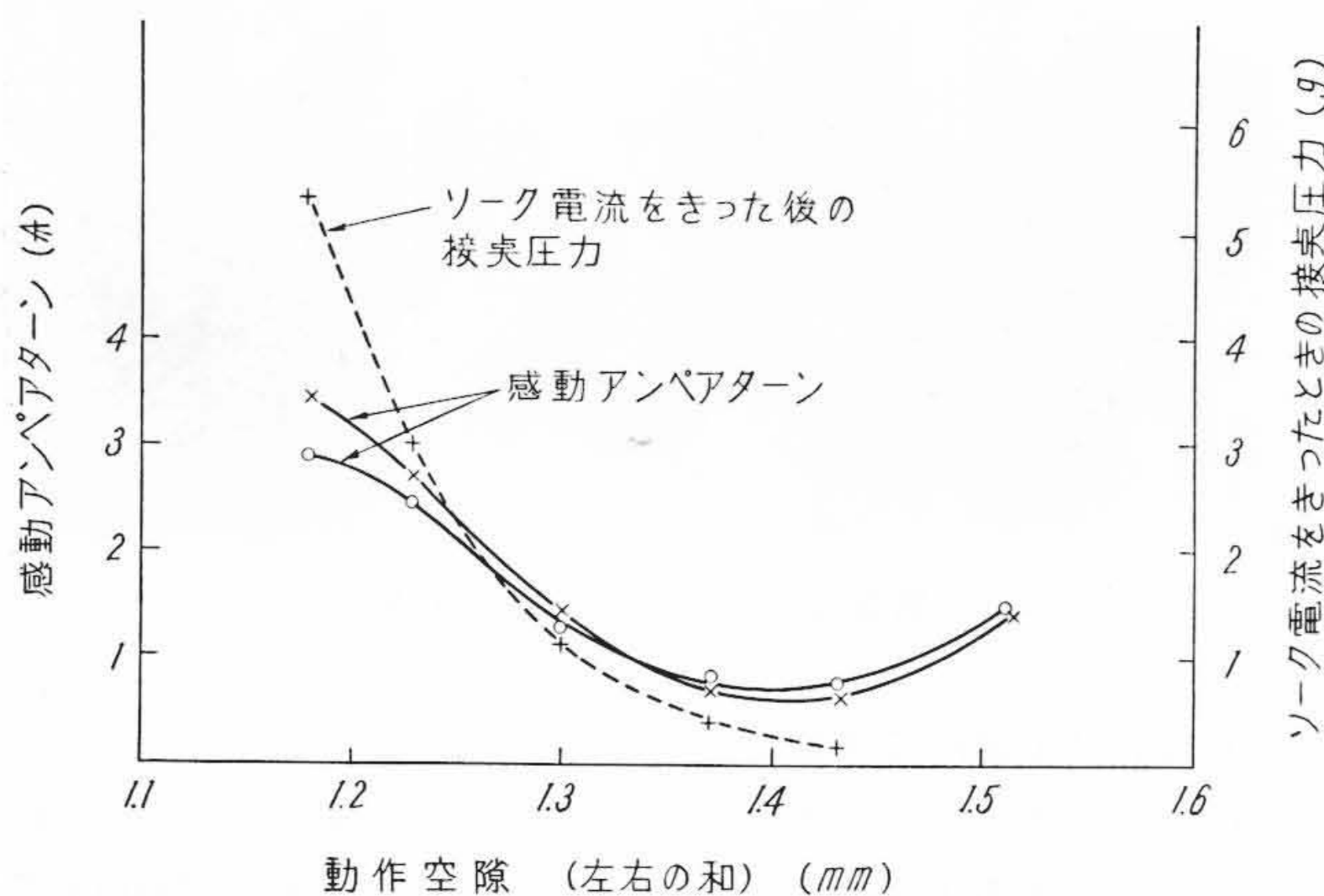
ソーク電流をきった後の接点圧力、動作空路、感動アンペアターンの関係の実測値の一例を第6図に示す。 $s_n = s_a$ の点で感動アンペアターンは最小となるが、アーマチュアの残留磁束のため0とはならない。EF 形リレーではアーマチュアに良質のパーマロイを使用しているため、この値は約 0.6 安と非常に低くとれている。

ポールピース間隙を変えてソーク電流遮断後の接点圧力を変化させたとき、すなわち s_n を変化させたときの励磁アンペアターンと接点圧力との関係の実測値の一例を第7図に示す。ソーク電流遮断後の接点圧力が小さくなるにつれて、すなわち $s_n = s_a$ になるにつれて

第 1 表 各種有極リレーの比較

	206 号形リレー	280 号形リレー	EF 形リレー
外形寸法	mm ³ 37.5×40×110: 165	cm ³ 40×42×108: 182	cm ³ 35×38×92: 122
フレーム	2.6 mm 厚黄銅板	アルミダイカスト	亜鉛ダイカスト
磁気シールド	なし	モリブデンパーマロイ	45%パーマロイ
永久磁石	コバルト鋼馬蹄形	リマロイ棒状	MCB2 棒状
取付法	B形リレーと同じ	B形リレーと同じ	300形ワイヤスプリングリレーと同じ 400形ワイヤスプリングリレーと同じ 500形プラグイン
調整感動アンペアターン	10	3	3
コイル G_c^* (kΩ)	227	211	172
感動電力**(mW)	1.76	0.66	0.81

* 0.1Eをボビン一ばいに巻いたとき
 ** 同上条件で、接点圧力 6gをうるための最低電力



第 6 図 動作空隙と感動アンペアターンおよび動作空隙と接点圧力の一例

直線性が増し(7)式を裏書きしていることがわかる。接点圧力が飽和しているのはアーマチュアの磁束飽和によるものである。

ここで、EF 形リレーについて接点圧力係数 γ を計算してみる。(8) 式で $s=0.7$, $k=0.5$, $A=0.3\text{ cm}^2$, $s_a=1920\text{ g/cm}$, $l_0=0.07\text{ cm}$ であるから $\gamma=0.51\text{ (g/At)}$ 。よって接点圧力は $P=0.51(NI)_c$ となる。これは第 7 図に示してあるが、実測値とほぼ一致している。

γ を(9)式に代入すると $(NI)_{op}=11.8\text{ At}$ になる。実際の使用にあたっては、接点圧力を 6g に確保するため 15 アンペアターン以上で駆動することになっている。

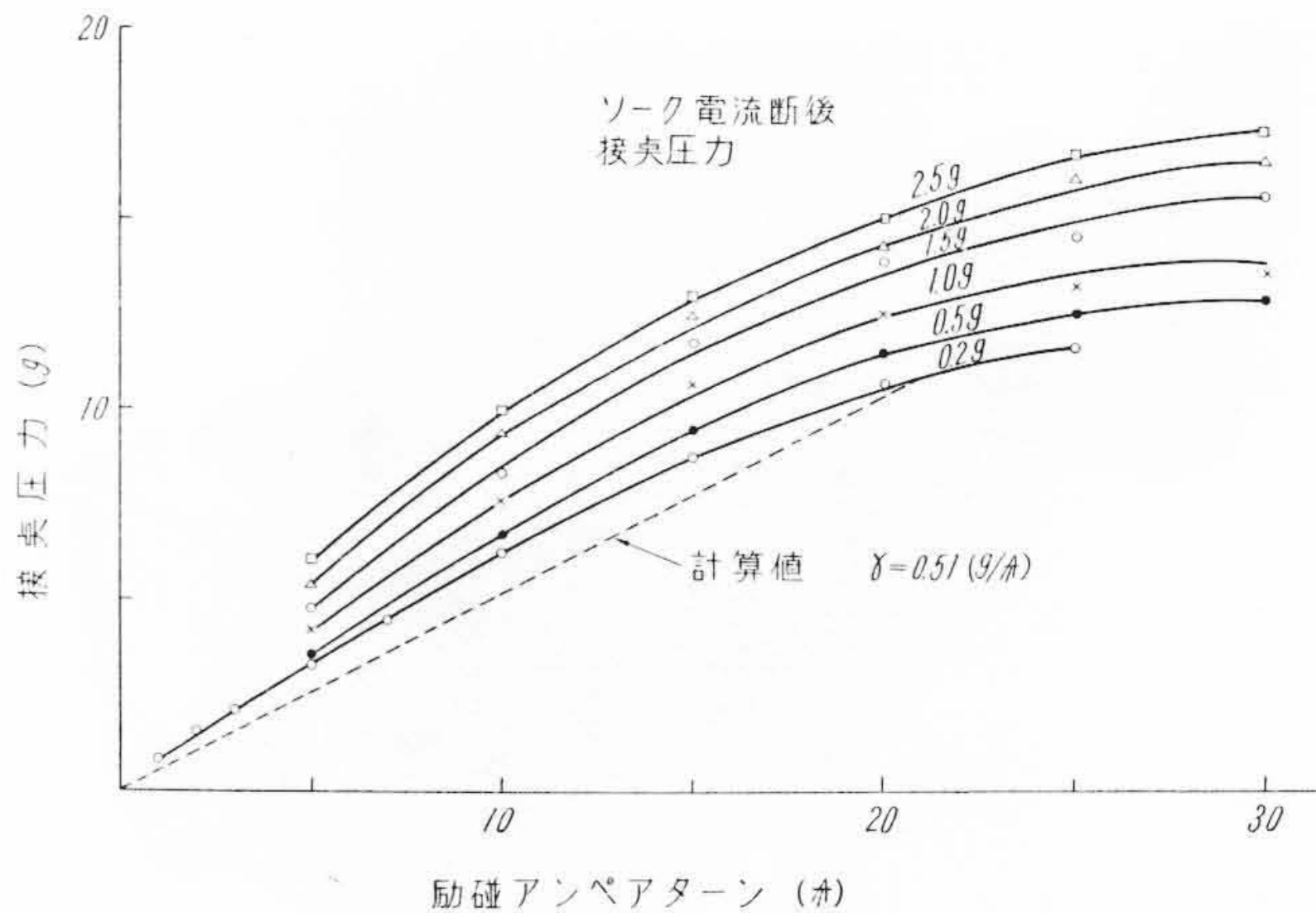
4.2 磁気干渉

クロスバ交換機用取付鉄板に EF 形リレーを取付け、そのまわりを 8 個のワイヤスプリングリレーで取りかこんだときの磁気干渉を第 8 図に示す。ワイヤスプリングリレーは約 600 At で励磁してある。全部のリレーを励磁した場合にはかなりの干渉となるが、有極リレーがワイヤスプリングリレーに完全に取りかこまれる場合は一般にほとんどないし、それが同時に励磁される場合はさらに少ないので、この程度のシールドで十分である。

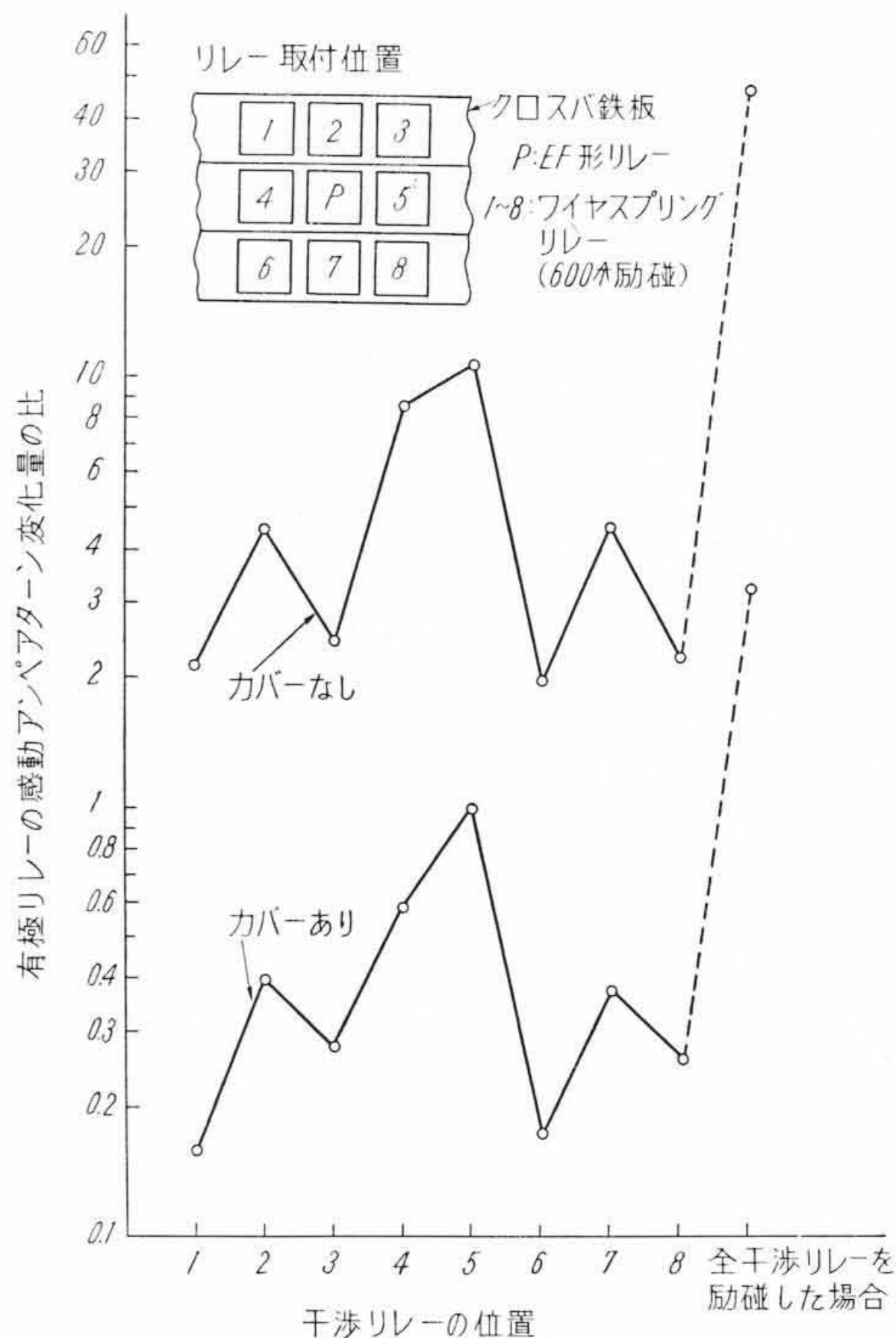
同種有極リレーを並べた場合の磁気干渉は無視することができる。

4.3 動作時間

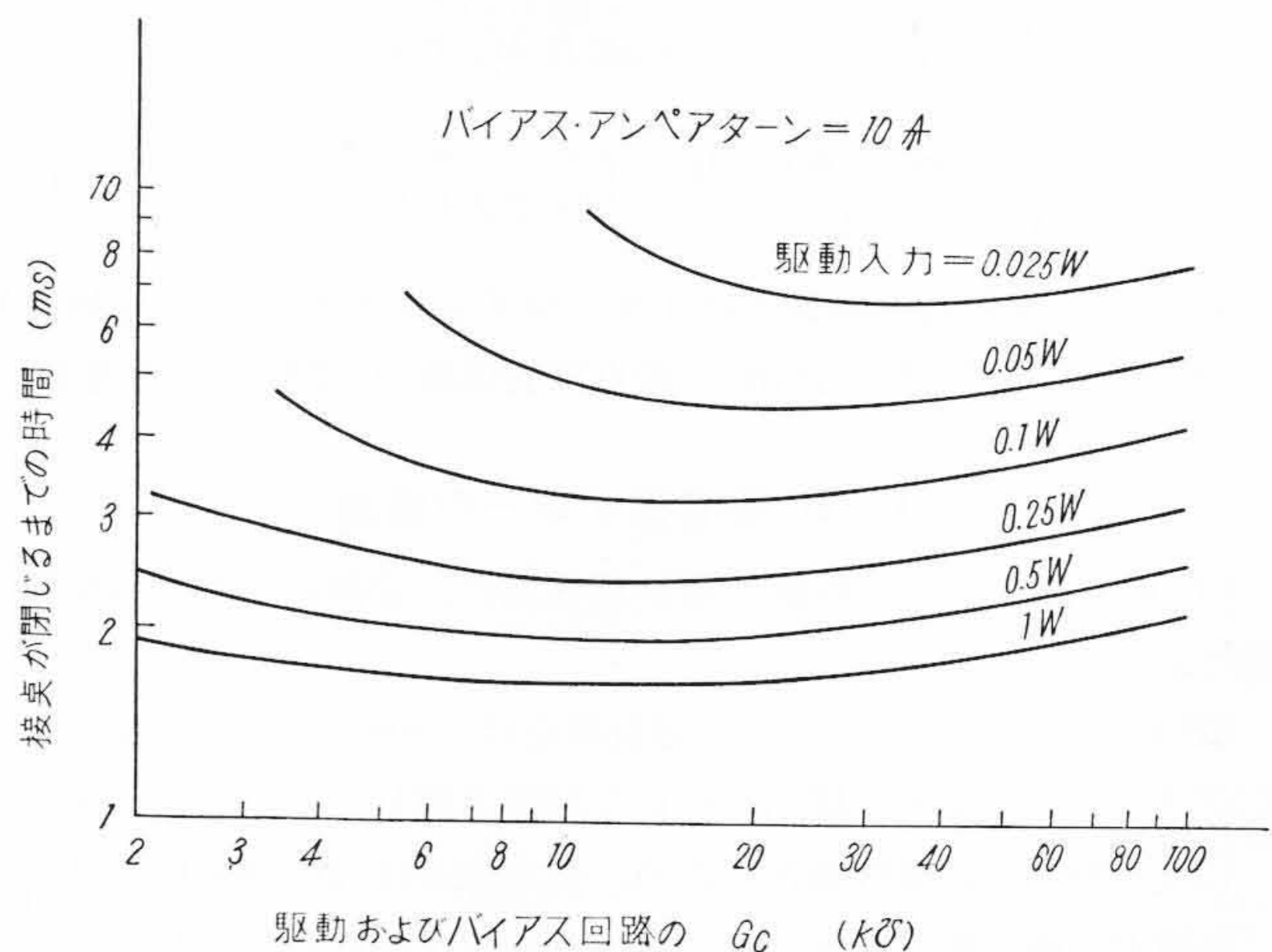
有極リレーは小さいアンペアターン、したがって小さい電力で動作させることができるので、同じ動作時間をうるのに要する電力は一般電磁リレーにくらべて非常に小さい。また、アーマチュアの等価質量が小さく、トラベルも小さいので到達できる時間も小さい。



第 7 図 接点圧力特性の一例

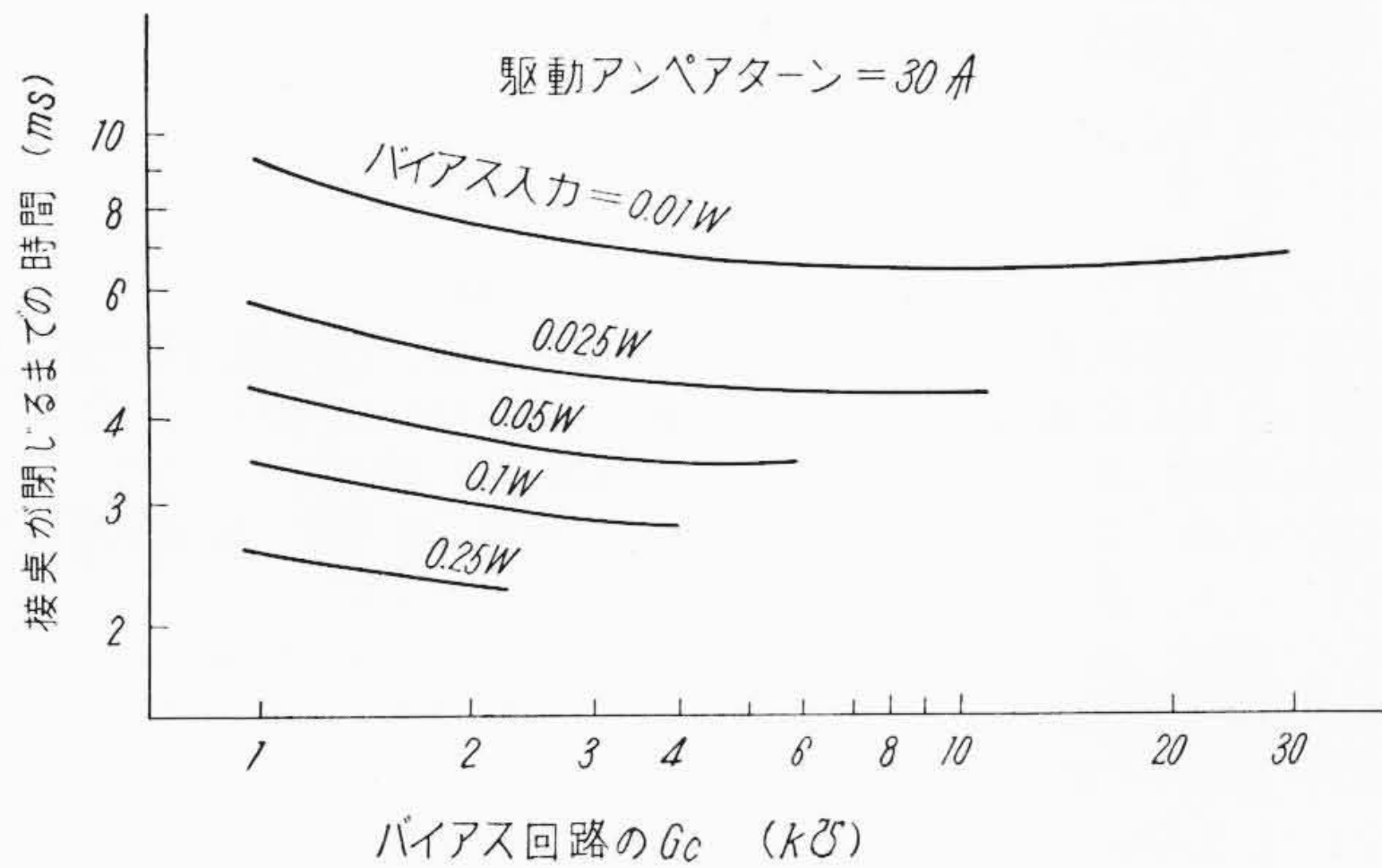


第 8 図 磁気干渉特性

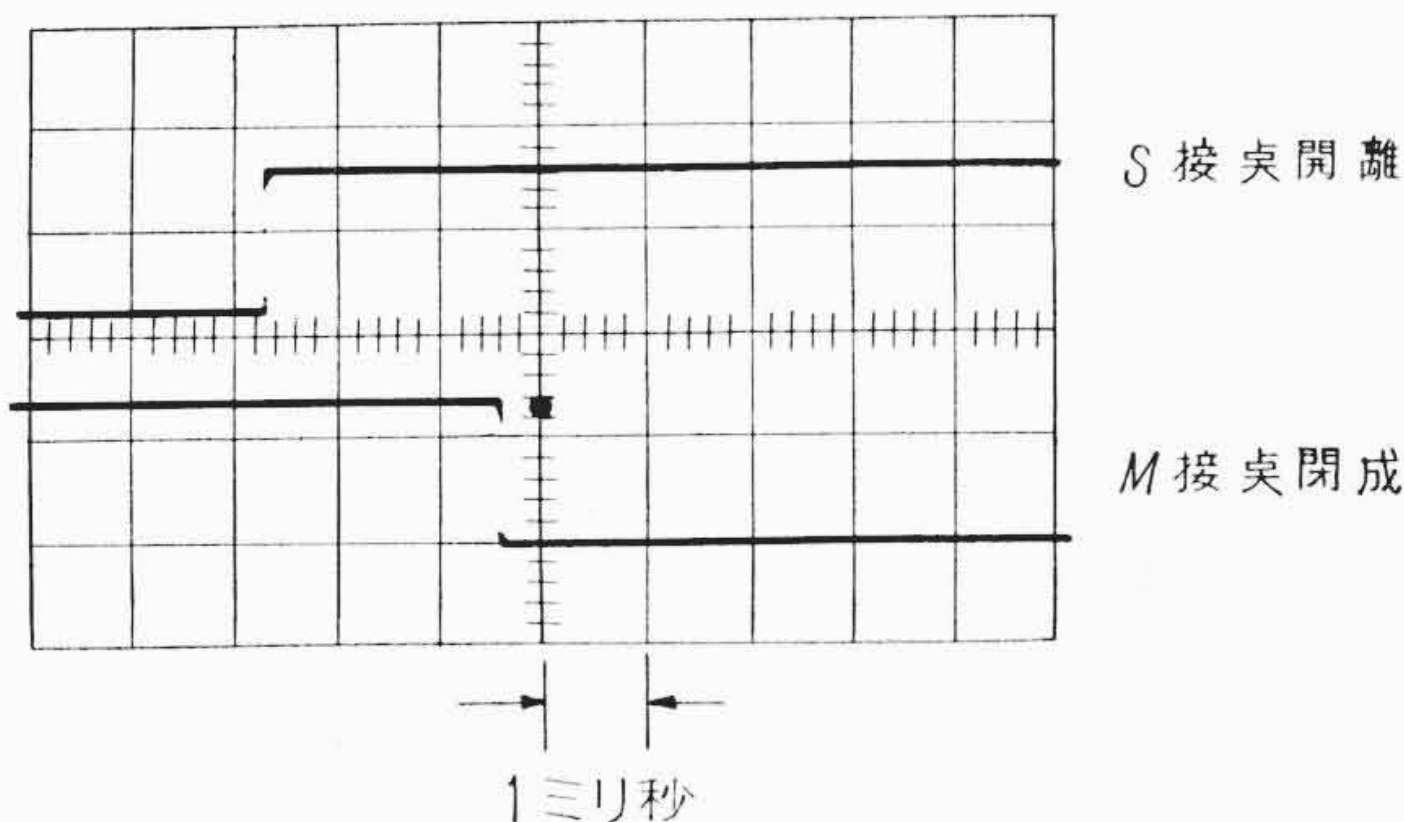
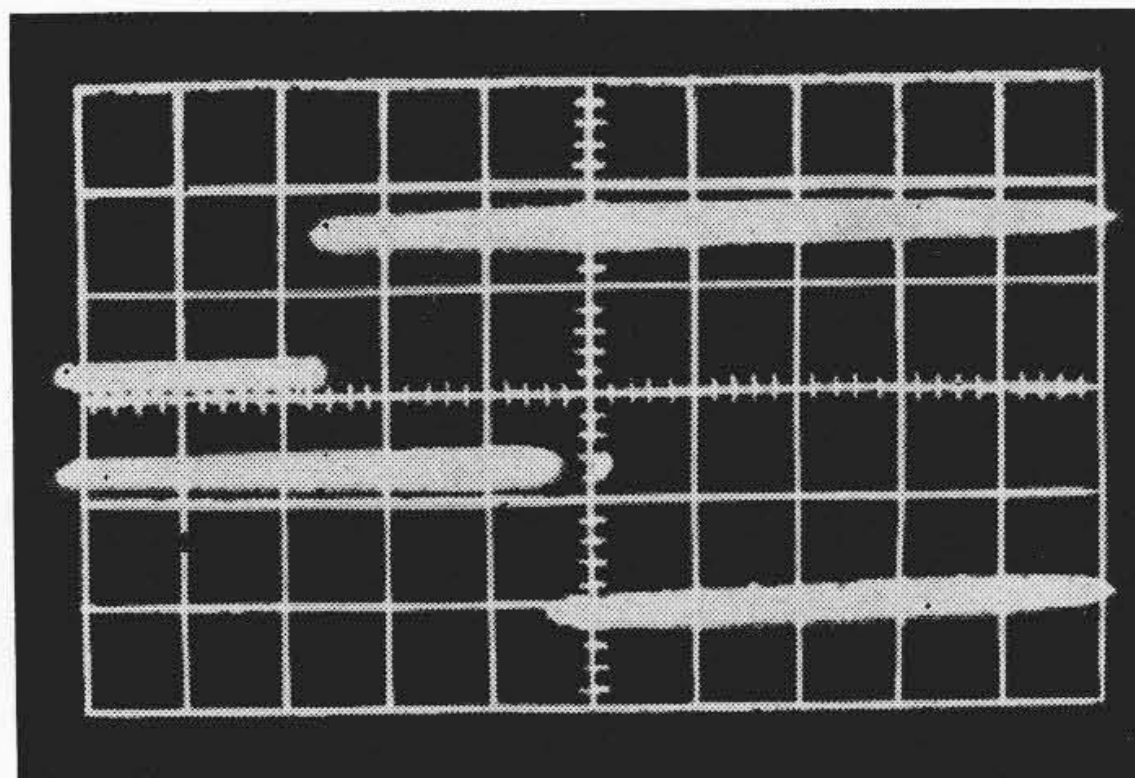


第 9 図 動作時間の一例

EF 形有極リレーの動作時間、復旧時間の実測例を第 9～10 図に示す。ここにいう動作時間とは、バイアスコイルで一方に吸引しておき、駆動コイルで逆方向に励磁してアーマチュアを移動させたと



第10図 復旧時間の一例



第11図 チャッタの一例

きの時間であり、復旧時間とは、駆動コイルの励磁を断ってバイアスコイルでアーマチュアを引戻すときの時間である。バイアスアンペアターンは駆動アンペアターンよりも必ず小さいので、復旧時間で G_c の大きい場合はあり得ない。

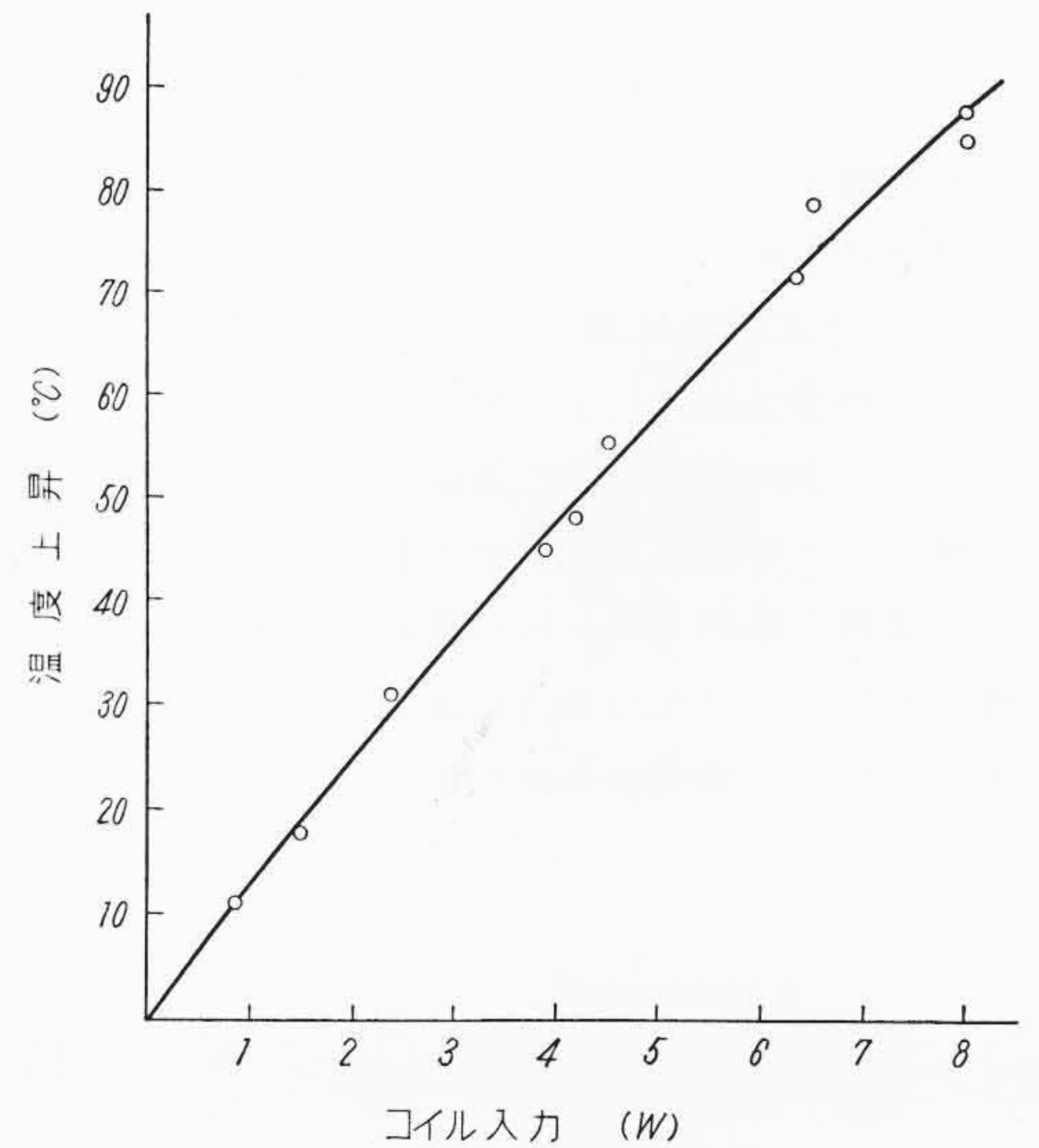
これらの図にみるように、0.1 W の入力で 3~4 ミリ秒の動作復旧時間が得られているが、無極の一般電磁リレーでは 3~4 ミリ秒の動作時間をうるための入力はこの約 200 倍である。

4.4 チャッタ

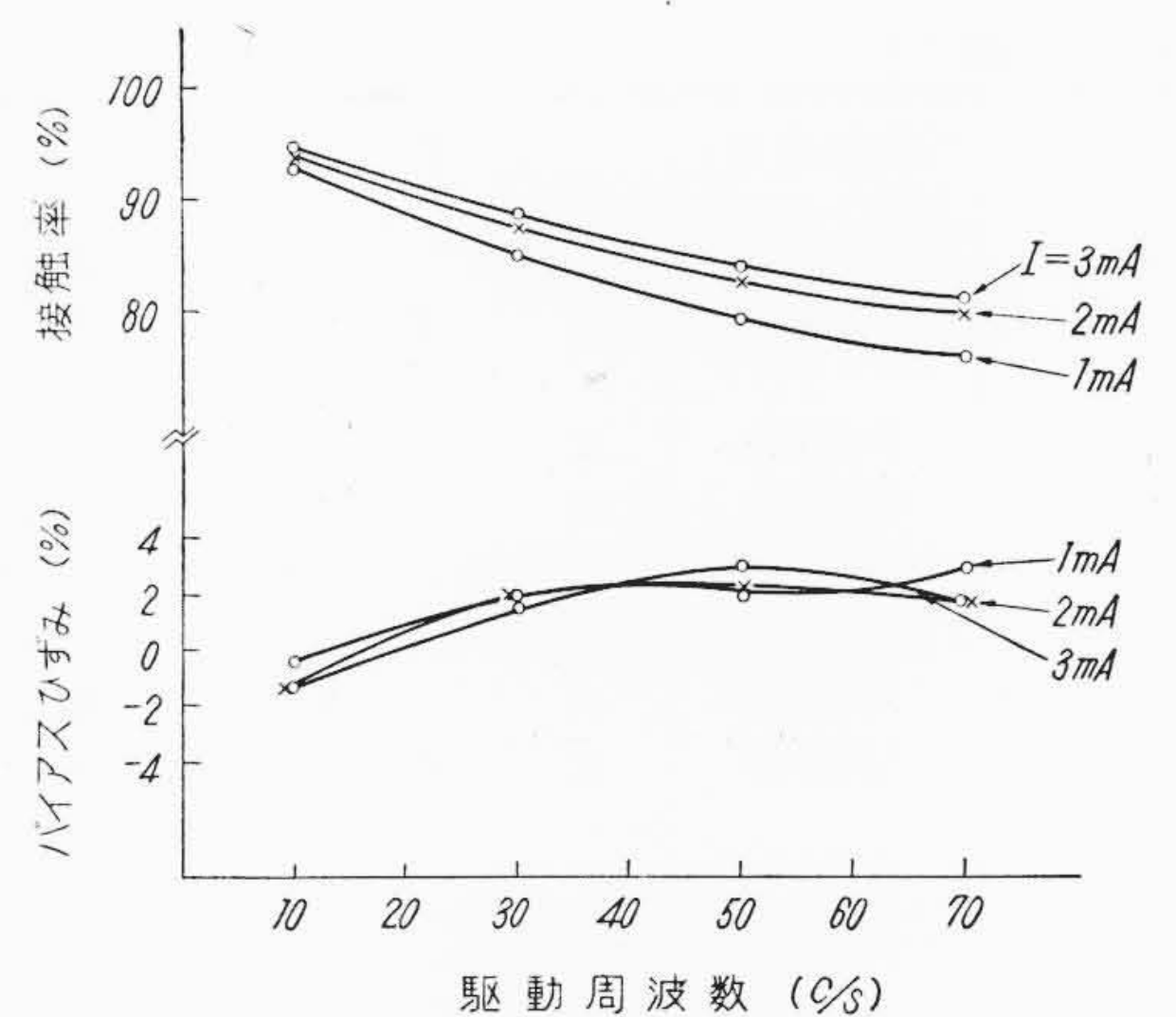
クロスバ交換機では、駆動アンペアターンは最低15から最高数100からまで非常に広い範囲にある。この全範囲にわたって同一の制振機構でチャッタをなくすことは非常に困難であるが、実用上十分な値に抑制することができた。EF 形リレーのチャッタの一例を第11図に示す。

4.5 温度上昇

有極リレーを大電力で連続駆動することは一般には行なわれていないが、事故の場合を考え温度上昇特性を測定した。その結果を第12図に示す。EF 形リレーは、コイルのボビン、フレーム、カバーがすべて金属製であり、熱は金属のみを通じて放散しうるので、温度上昇は無極の一般電磁リレーより少なく、温度上昇限度を 60°C としたときの許容入力約 5 W である。



第12図 コイル入力と温度上昇

第13図 交流特性 (EF-574 リレー)
(正弦波にて駆動)

4.6 交流特性

搬送装置、テレメータ装置などに使用されるときは、全接点接触率、バイアスひずみなどの交流特性が要求される。第13図に EF-574 リレーの一例を示すように、十分な交流特性をもっている。

4.7 保守

EF 形有極リレーには、一般電磁リレーのような機械的摩耗が直接動作に影響を与え寿命を決定する部分がないので、機械的磁氣的エージングを経たあとでは、接点の消耗変形のみが寿命を決定することになる。EF 形リレーは、組立後、機械的ひずみを取除き、かつ永久磁石の磁力を安定化するため十分な熱エージングを実施しており、また機械的強度も十分にとってあるため、これら原因による調整変化はほとんどない。

接点保護回路には、従来の c-r 火花消去回路に代って安価、実装容易なシリコンカーバイド・バリスタ⁽¹⁰⁾が使用されるが、適切に使用した場合 0.2A 以下の電流で 10^8 回以上の無調整使用にたえる。また、接点の消耗変形による調整変化は接点ネジのみで補償すればよい。さらに消耗変形のはなはだしいときには、接点を接点みがきで整形することも必要となるが、このときでも磁気回路に手を加える必要はない。

EF 形リレーは接点部の点検を容易にするため、つまみにより着脱自在な透明カバーキャップを有している。

これらの理由により、EF 形リレーの保守は、従来のリレーに比べてすこぶる容易である。

5. 結 言

クロスバ交換機をはじめ、各種の通信装置に使用される無極電磁リレーが飛躍的に進歩しつつある現在、なお有極リレーは特殊な性能を有するため、その需要は増大しつつある。EF 形有極リレーは、上述のようにこの要求にこたえて製作されたもので、ほぼ所期の特性をうることができ、現在好調に運転中である。

また、有極リレー特性向上のための動作解析として、静的見地からの接点圧力係数、動的見地からの運動時間係数を求めたが、なお引続いて検討を行い、さらに目的に適したリレーの製作に努力を続けるつもりである。需要家各位のご批判をいただければ幸いである。

終りにご指導いただいた日本電信電話公社の関係各位に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 米沢, 本莊, 天野, 窪小谷: 通研日報, 10, 515 (昭 32-12)
- (2) たとえば渡辺: 日立評論 36, 1347 (昭 29-9)
- (3) 田島, 菊地: 日立評論 37, 1429 (昭 30-10)
- (4) 小林, 田島, 三井, 鈴木: 日立評論 40, 385 (昭 33-3)
- (5) 三井, 飯島: 日立評論 40, 535 (昭 33-4)
- (6) 三井, 森山, 木津: 日立評論 40, 723 (昭 33-6)
- (7) J. T. L. Brown ほか: B. S. T. J. 30, 1393 (1953-11)
- (8) 細川: 電気 4 学会東京支部連大 10. 17 (昭 27-10)
- (9) J. S. Gorvin: B. L. R 32, 392 (1955-10)
- (10) 田島, 三谷: 日立評論 40, (昭 33-3)

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案 (その3)

(第19頁より続く)

種 別	登録番号	名 称	工 場 別	氏 名	登録年月日
実用新案	502828	球 漏 斗	川崎工場	藤 間 平	34. 10. 15
"	502813	積 算 無 効 電 力 計	多賀工場	中 村 奎 進 一 郎	"
"	502820	窓 用 換 気 扇 風 器	多賀工場	安 四 倉 輝 和 夫	"
"	502830	開 閉 器	多賀工場	大 内 名 心 勝 浩	"
"	502838	微 動 回 転 タ イ マ ー ス イ ッ チ	多賀工場	椎 井 田 大 井	"
"	502833	消 弧 装 置	亀戸工場	大 井 田 大 井	"
"	502829	有 極 継 電 器	戸塚工場	森 山 寛 正 長 久 昇 周 勝 睦 敏 五 卓 次 五 三 次 郎 雄 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	502808	水 位 計 照 射 装 置	戸塚工場	角 東 井 高 都 古 三 前 川 林 大 武 田 政 次 五 三 次 郎 雄 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	502817	電 子 ビ ー ム 収 束 装 置	戸塚工場	高 都 古 三 前 川 林 大 武 田 政 次 五 三 次 郎 雄 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	502819	螺 合 部 回 り 止 め 装 置	戸塚工場	武 田 政 次 郎 雄 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	502846	電 子 管 ゲ ッ タ ー 装 置	茂原工場	門 馬 光 幸 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	502845	静 止 レ オ ナ ー ド 電 動 機 の 可 逆 運 転 装 置	日立研究所	秋 御 代 田 政 次 郎 雄 夫 旦 郎 男 丸 雄 丸 雄 雄 吾 雄 雄 次 雄 治 雄 一 治 博 章 博 昇 夫 照 三	"
"	501169	電 動 ポ ン	多賀工場	伊 藤 大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501172	電 動 機 支 持 装 置	多賀工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501173	井 戸 ポ ン プ の 電 動 機 調 整 装 置	多賀工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501185	歯 車 ポ ン プ	多賀工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501196	熱 応 動 開 閉 器 の 調 整 装 置	多賀工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501197	圧 力 タ ン ク 自 動 空 気 補 給 装 置	多賀工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501165	モ ー ト ル ロ ー ラ ー	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501181	回 路 遮 断 器 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501182	回 路 遮 断 器 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501183	回 路 遮 断 器 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501184	回 路 遮 断 器 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501207	誘 導 電 動 機 の 速 度 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501208	電 動 機 速 度 制 御 装 置	亀戸工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501188	箱 形 冷 蔵 庫 覆 板 取 付 装 置	栃木工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501190	と び ら 緩 衝 ゴ ム 取 付 装 置	栃木工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501198	押 ボ タ ン ス イ ッ チ	戸塚工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501166	ガ ラ ス 水 銀 整 流 管 の 点 弧 さ お	茂原工場	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
"	501211	レ ベ ル 計 用 検 知 部	中央研究所	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	"
実用新案	501176	避 雷 器 動 作 報 知 装 置	日立研究所	大 居 大 居 大 居 千 居 榎 原 榎 本 須 喜 本 須 権 秋 高 西 二 加 石	34. 10. 15