

通 信 機 用 リ ー ド ・ リ レ ー

—RDA 形, RDF 形, EG 形 リレーの実用化—

Lead Relays for Communication Equipment

三 井 忠 夫*

Tadao Mitsui

森 山 寛 美*

Hiromi Moriyama

木 津 一 夫*

Kazuo Kizu

内 容 梗 概

クロスバ電話交換方式においては、加入者サービスの飛躍的向上のため、用途に応じて適切な機器が使用されている。リード・リレーは、接点動作部分を不活性ガスとともにガラスに封入したリード・スイッチをコイルと組合せたものであつて無調整で組立てられ高速、かつ小型で接点動作の信頼性が高く保守がきわめて容易である。このリレーの製造に当つては、無調整組立に対する製造仕様の決定と、ガラス封入技術をはじめ、新しい技術の開拓が必要である。日立製作所では昭和 31 年このリレーの実用化を開始、これらの問題を解決して保証試験による性能の確認を終え昭和 32 年、均一安定で保守の容易なリレーを製作しクロスバ交換機の構成要素として顧客に納入した。

1. 緒 言

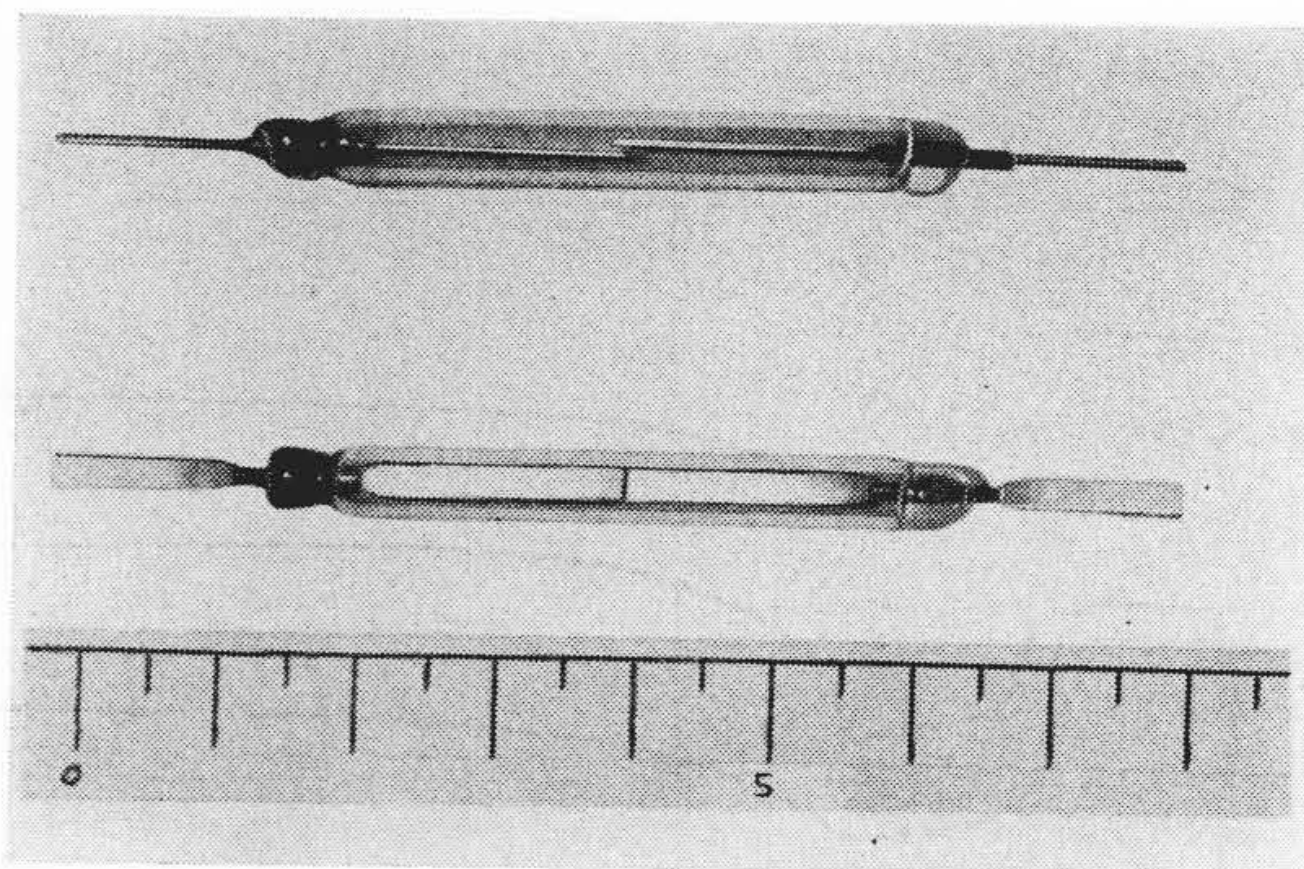
電話交換のサービスを飛躍的に向上させるため、従来のステップ・バイ・ステップ方式に代つて、新しくクロスバ方式が採用され^{(1)~(4)}、その特長である共通制御方式の機能を十分に発揮している。日立製作所が接続機構であるクロスバスイッチとともに、制御機器として、ワイヤスプリング・リレー、ワイヤスプリング形マルチコンタクト・リレーを実用化したことは、すでに報告したとおりである^{(5)~(8)}。リード・リレー^{(9)~(11)}は、このクロスバ機器系列の一つであつて、動作接点部分をガラス管に密封したまったく新しい原理を有し、小型、速動、長寿命で、接点の動作および接触の信頼性が著しく高く、特に計数蓄積回路などの使用に最適のリレーである。日立製作所においては、昭和 31 年よりこのリレーの実用化を開始、昭和 32 年秋、日本電信電話公社蔵局へ納入のクロスバ交換機をはじめ、多くの用途に使用して予期どおりの好成績で運転中である。以下にリード・リレー実用化の経過とその特性を報告して、御批判を仰ぎたいと思う。

2. リード・リレーの構造と特長

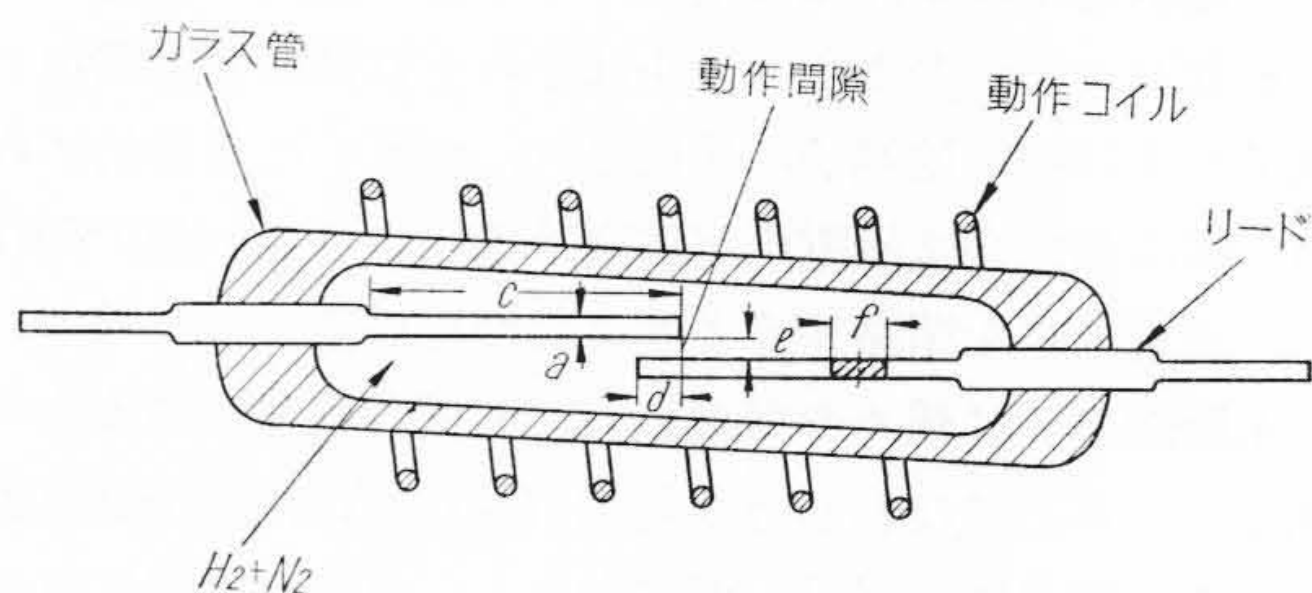
2.1 リード・リレーの構造

リード・リレーは、動作接点部分をガラスに密封した第 1 図に示すようなリード・スイッチとコイルを組合せたものであつて、米国ベル・システムで開発され、従来のリレーと著しく異なつた原理のリレーである。これはあらゆる電磁リレーのうちで最も簡単な構造で、その重要な素子であるリード・スイッチは第 2 図に示すように、ガラス管の中に磁性材料よりなるリードを 2 枚むかいあわせ不活性ガスとともに封入したものであつて、接

* 日立製作所戸塚工場



第 1 図 リード・スイッチ

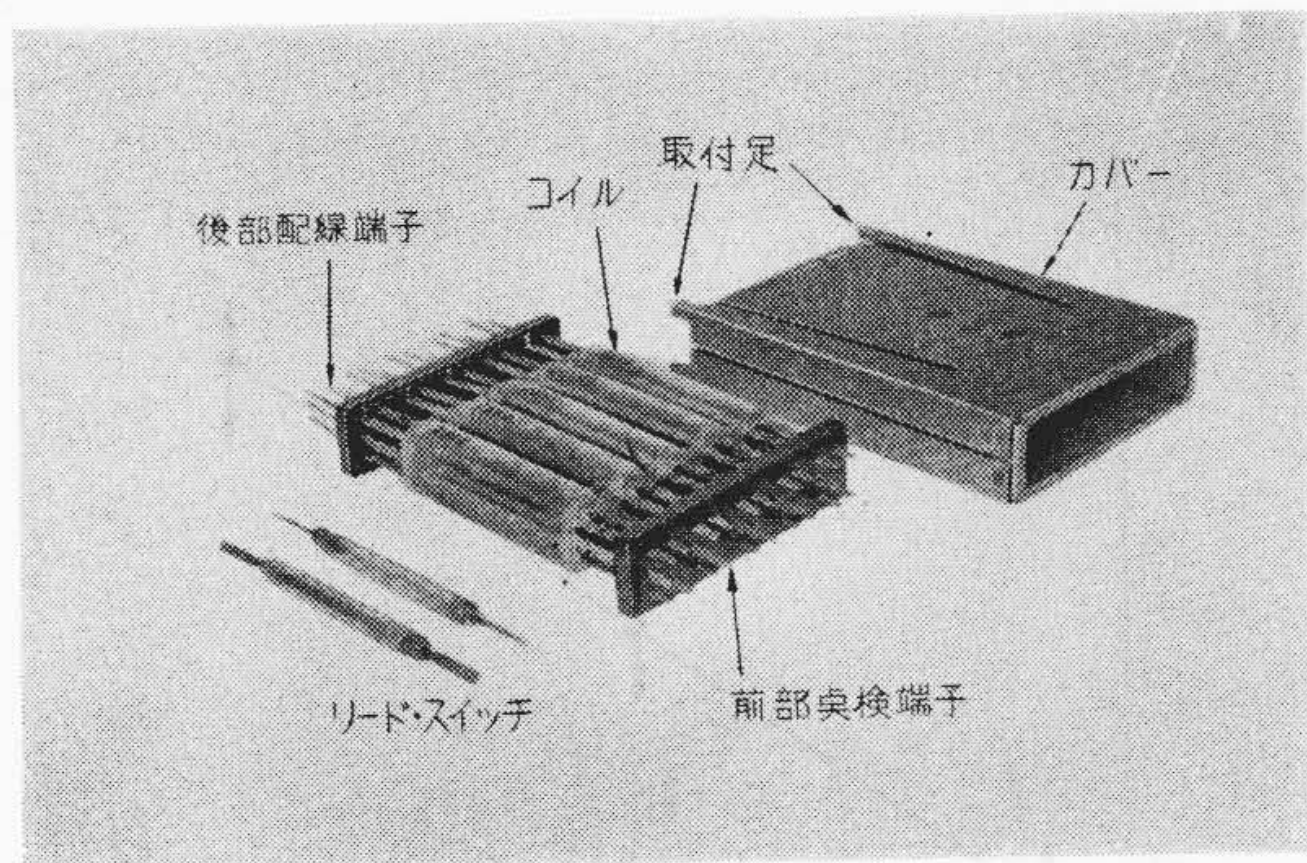


第 2 図 リード・リレー概念図

点はリードの対向部分にメッキされている。

リード・リレーはこのリード・スイッチ数本を 1 組にしてコイルの中に挿入したものであつて、このコイルを励磁すると、リードは相互に吸引しあつて接点回路を閉成する。すなわち、リードは、一般リレーのコア、アーマチュア、接点バネおよび接点に相当する。

実際のリレーのコイルは、いわゆるセルローズ・アセテート・フィールド・コイル⁽¹²⁾の構造であつて、用途に応



第3図 RDA-1 リレー

じて、このコイル数個を1組として磁気シールドし、ケースに入れ、取り付けに便利な形としてある。配線は無半田巻付接続により行われるが、プラグ・イン型もある。リレーの前面にも端子があつて、装機後、装置の背後へまわらずに点検が可能である。

第3図に示したのは、代表的な RDA-1 リレーである。この場合は1個のコイル中に2個のリード・スイッチを有し、このコイル5個を1組としてカバーの中に納めたものであつて、このカバーの4本の足は、鉄板に挿入の際、図に見える切りこみを利用したバネ性によつて、鉄板にリレーを固定し、リレーの製作から装機まで、ネジを1本も使用していない。

2.2 リード・リレーの特長

リード・リレーは上述のように、従来のリレーと、まったく異なつた構造のため、種々の特長を有する。

- (1) 可動体であるリードの質量が小さく、動作間隙が励磁コイルの中央にあり、巻線のインダクタンスが小さいので、現用のどのリレーより入力が少ない場合における作動速度が速い。
- (2) 不活性ガス中に接点部分が封入されているので、塵埃による接点障害がなく摩耗が少なく、現用のどのリレーよりも使用中の接点動作の信頼性が高い。
- (3) 構造が単純であり、接点部を除いて摺動摩耗の箇所がないため、長期間使用しても特性が変化しない。
- (4) 機械作業のみによつて構造が決定し、従来のリレーにあるような手による調整作業は、製造中、使用中を通じて皆無である。
- (5) 上記により、寿命が長く、現場の保守は、すこぶる容易である。
- (6) 小型軽量であつて、取付占有面積が小さい。
- (7) 代表的な RDA 形リレーは、単に鉄板の穴へ挿入するだけで取り付けを完了し、組立から装機までネジを使用せず、無半田巻付接続用端子を有し、前面にも点検端子を有し、装機配線が容易であつて、経済的

である。

- (8) 構造が堅固で、しかも量産性に富み、経済的である。

3. 日立製作所における実用化の経過

上述のように、リード・リレーの特長は、リード・スイッチであり、この特殊な構造のため、実用化に当つて次のような新しい問題がある。

- (1) ガラスと熱膨脹係数が一致し、機械的性質の均一なリード用磁性材料の製作
- (2) 無調整で、必要な電流値、時間特性を有するための材料、構造寸法とその許容公差の決定
- (3) 接点の特性と封入工程に適した封入ガスの成分の決定
- (4) (2)項を満たすためのリード加工上の精度
- (5) 接点特性に適したリードのメッキおよび後処理工程の決定
- (6) 気密封入のための封入装置および封入プログラムの決定

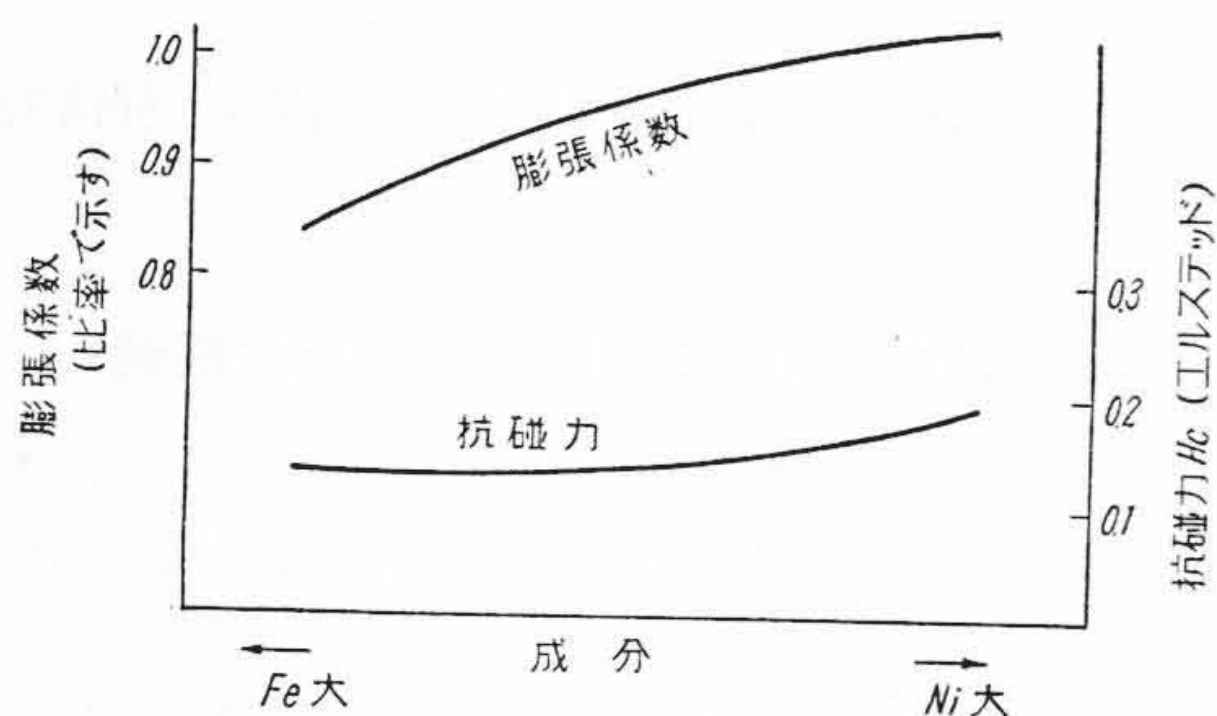
これらは、いずれも新しい製造技術を必要とし、また諸因子は相互に複雑な関連を有し、無調整組立のために、製造工程上の変動が、そのまま製品特性の変動となつて現われるので設計は同時に製造条件を決定しなければならない。さらに量産性に富み、個々のスイッチの検査のみでは集団として長期にわたる保証が行いがたいため、高度の実験計画法による諸工程条件の決定と、徹底した品質管理による保証が必要である。

日立製作所においては、磁性材料の開発を日立研究所、ガラス材料その他を茂原工場、メッキおよび封入技術を中央研究所が担当し、戸塚工場関係各課と協力して、少数個の予備実験で、製造の中心値を決定後、大規模の製造実験で、変動を含んだ諸特性を検討して、適切な作業条件を決定し、戸塚工場において製造を開始したのである。以下この内容を述べる。

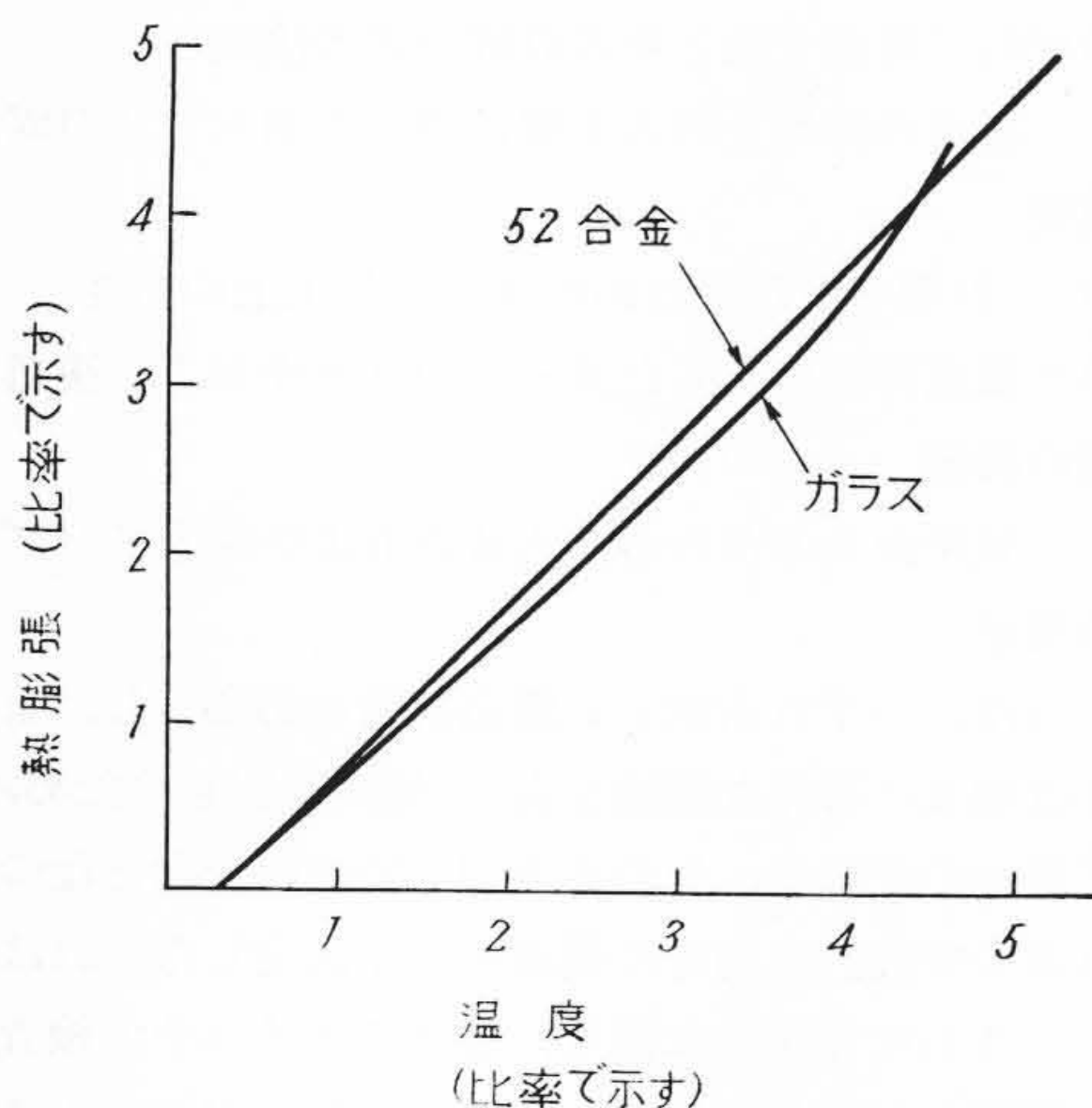
4. リード・スイッチの問題点

4.1 リード用磁性材料

前述のようにリード・スイッチ封入のための加熱温度範囲で、ガラスとリード用材料は膨脹係数が一致している必要がある。種々の見地から、リード・リレーに最も適したガラスを選定し、これと膨脹係数の一致するような材料として、ニッケル 52%、鉄 48%のいわゆる 52合金を決定、必要条件として、熱膨脹係数、磁気特性および後述の高精度加工のための機械的性質の均一性につき検討した結果、特性を発揮するための材料成分の比率、不純物の許容量、溶解、ロール条件などを決定し、良好な材料を得ることができた。第4図にニッケル、鉄の成



第4図 鉄ニッケル合金の特性



第5図 52合金とガラスの熱膨脹特性

分比が膨張係数および磁性に及ぼす影響を、第5図に決定したりリード用52合金とガラスとの熱膨脹の比較を示す。

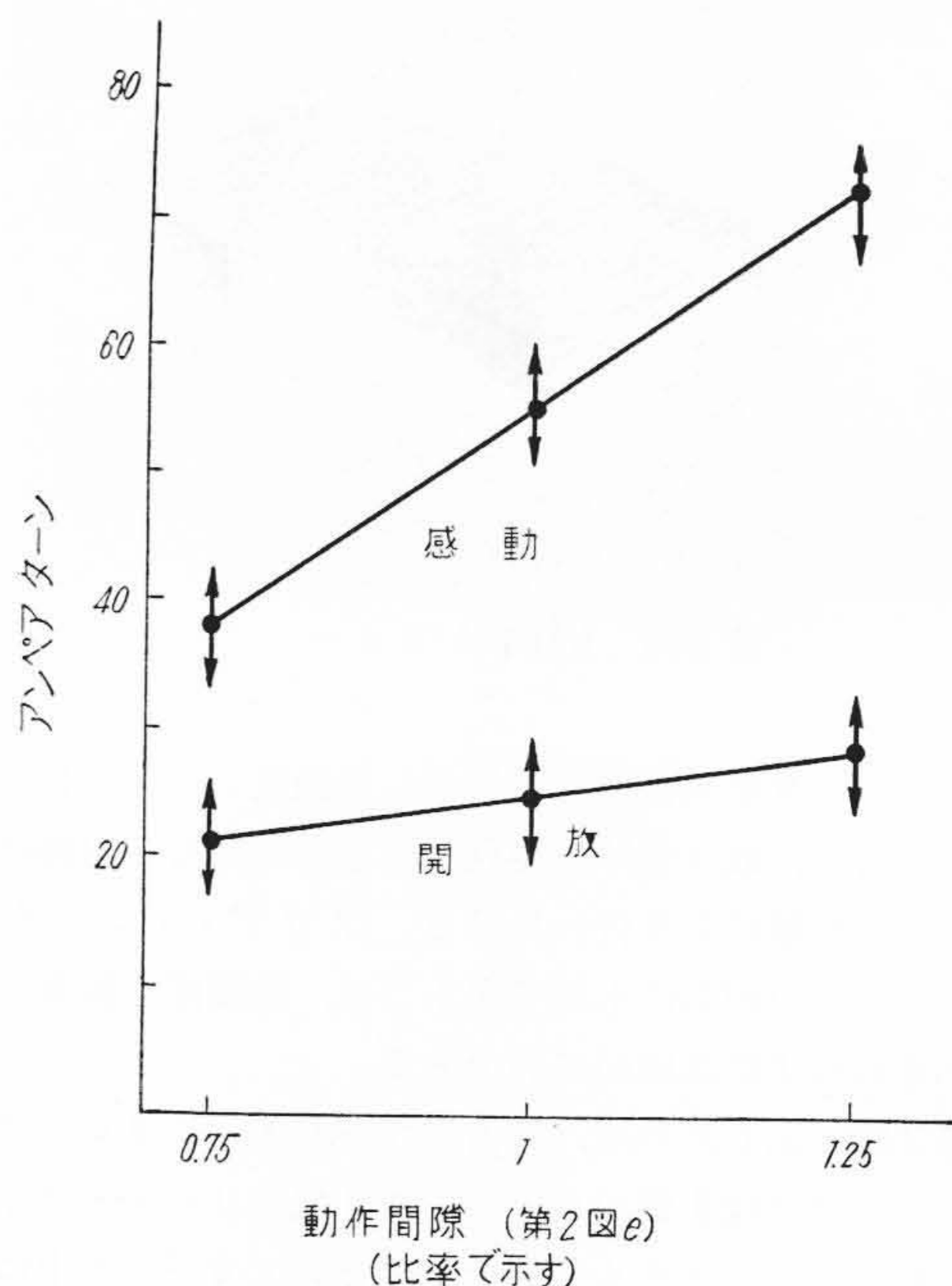
4.2 電流値特性に影響する要因

リード・リレーは従来のリレーと異なり、すべて機械加工によつて組立てられ、手による調整を必要としない。このため各部品の製造変動は、すべて加算されて製品特性の変動となる。これを一定の範囲におさめるためには、製品の特性と部品の要因との相関を明確にして、必要な製造公差の配分を行わなければならない。

電流値特性に影響する磁気回路の各寸法を決定するため、リード材の磁性と、第2図a～eの各寸法を要因にとり、構造寸法および許容範囲を決定した。第6図に一例として、動作間隙(第2図e)と感動、開放アンペアターンとの比較を示す。

4.3 封入ガス

リード・スイッチに封入するガスは、当然、接点の特性に密接な関連を有するが、同時に封入工程の条件にも大きな影響を与える。すなわち、接点の特性上からは、有機ガスを含まぬ不活性ガスが望ましいが、52合金がガ



第6図 動作間隙長と電流値特性

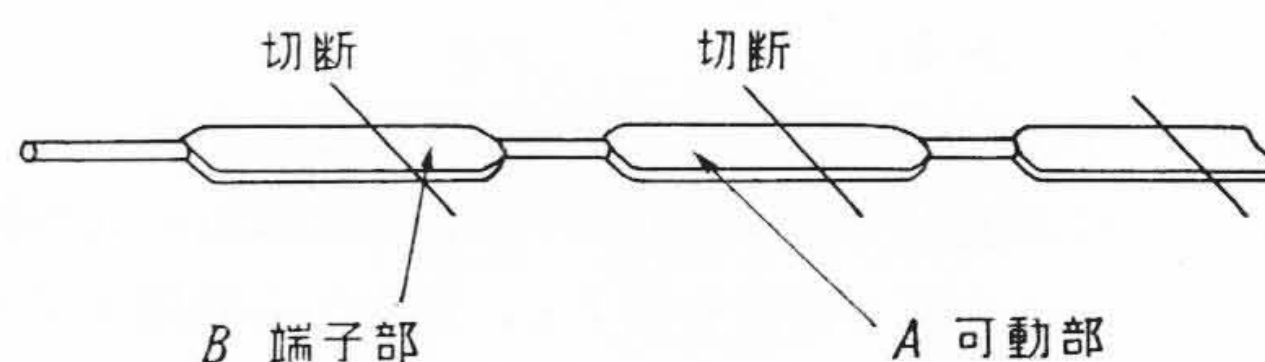
ラスと密着するためには、酸化が必要であり、これは接点の特性に悪影響を与える。種々検討の結果、窒素に水素を添加して使用することとしたが、ガスの純度と水素の量は、接点特性および封入条件に明瞭に影響を与えるので特にガスの混合浄化設備を整え、厳重に管理することとした。

4.4 リード材料の矯正およびリードの成形切断

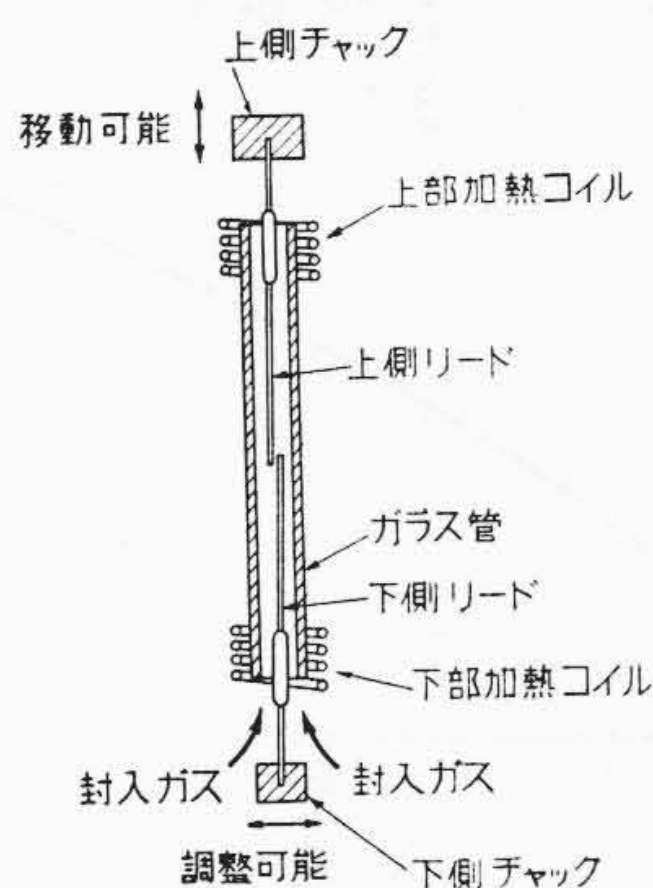
リードの加工は、直径約1.3mmの52合金線を矯正して真直性を大とし、第7図に示すように、可動部分Aと端子部分Bを連続状態で矩形断面に成形して後切断する。各部の寸法および許容範囲はリード・スイッチの特性に影響するが、A面とB面の同一平面性が、後述の封入工程で動作間隙を精密に設定するために重要である。素線の直径公差、機械的性質、プレス型の構造、成型条件などを検討し、必要な工程を決定した。

4.5 リードのメッキと後処理

リードは機械加工の後、メッキ前処理を行い、接点部



第7図 リードの機械加工



第8図 リード・スイッチの封入原理

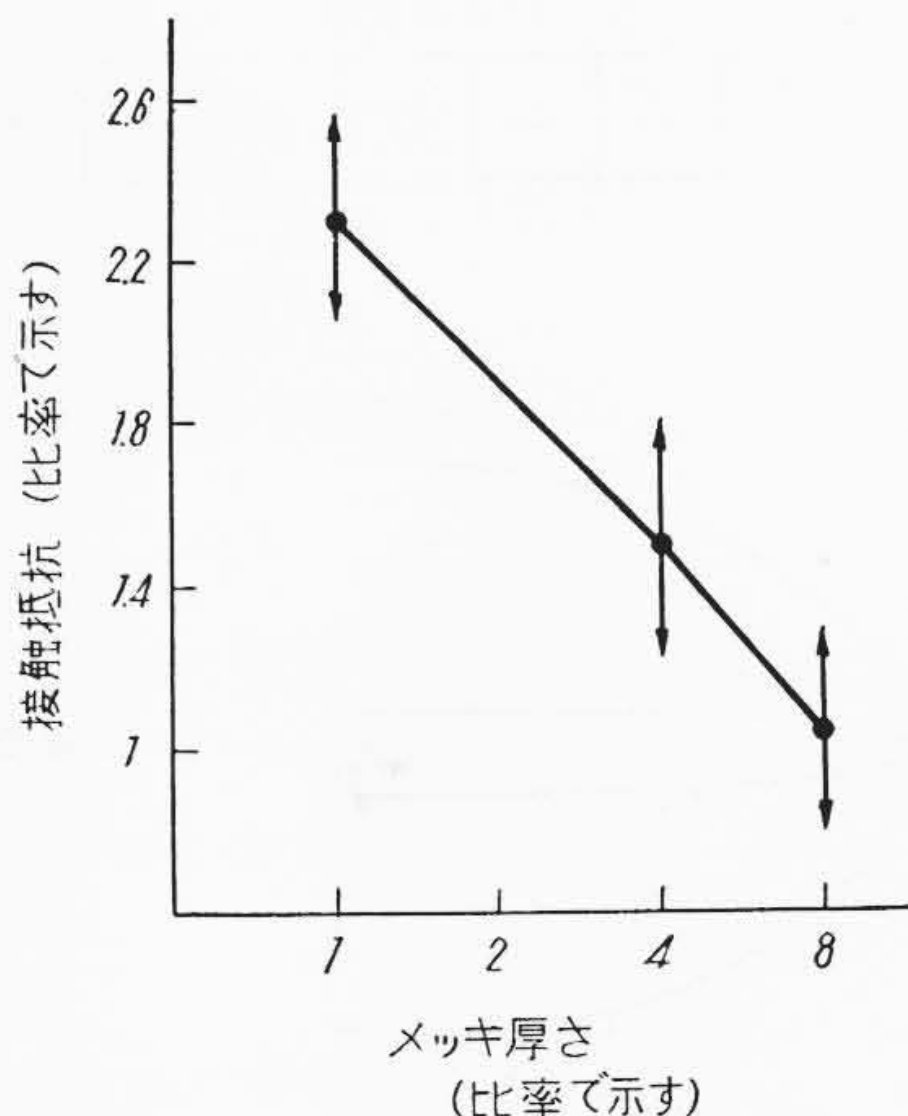
に金メッキを施し、後処理をして完成する。可動接点としての条件から、メッキ前処理を量産的に実施するのに工夫を必要とし、また金メッキは接点動作特性から、厚さ、密着性などを決定するが、この後処理が、磁性とともに接点特性に影響するのでまた重要である。作業条件を決定後、量産化のための各種設備を整備した。

4.6 リード・スイッチの封入

リード・スイッチの封入は、封入ガスの気密性と動作間隙の正確な決定およびガラスのひずみを残さないという見地から検討する必要がある。これは真空管のように別の排気口をもたず、また約 0.2 mm の動作間隙をガラス壁で正確に保持し、一定のガス圧を保持するために、特殊な技術が必要である。封入装置は、第8図に示すように、上下のチャックにリードを1本ずつ保持し、ガラス管の位置を決め、上側チャックを下げてストップにより、リード対向面のオーバ・ラップを定め、下側チャックを左右に動かして、動作間隙を設定する。チャックは端子部を保持して、可動部の間隙を決定するので前述のようにリードの端子面と可動面の同一平面性が必要になる。この状態で、空気の入らぬように封入ガスを下面より噴出させ、上下の加熱コイルに通電すると、とけたガラスの表面張力によつてシールドされる。多くの実験の結果リードとガラスが完全に密着し、ガラスにひずみを残さぬようにするため、厳密な封入プログラムを決定した。

4.7 総合製造実験

これら個々の条件は、相互に関連を有するので、接点特性に関連のある9個の要因と7種の交互作用および変動を求めるための必要なくくりかえしを含んだ製造実験を行つた。これにより、有効な要因の効果を確認し、製造の諸工程を決定した。一例として第9図にメッキ厚さの影響を示す。



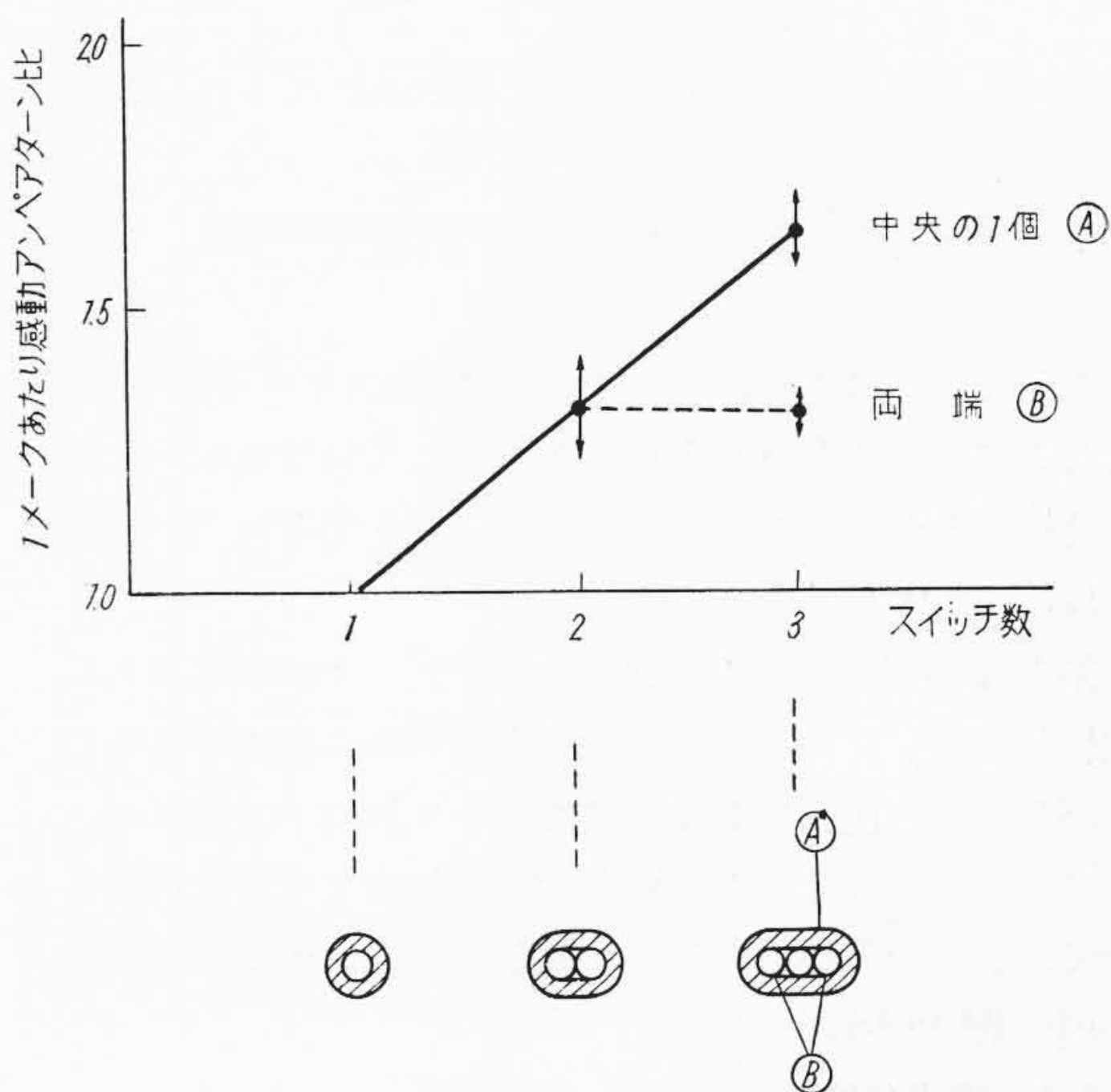
第9図 メッキ厚さと接点の特性

5. リード・リレーの特性

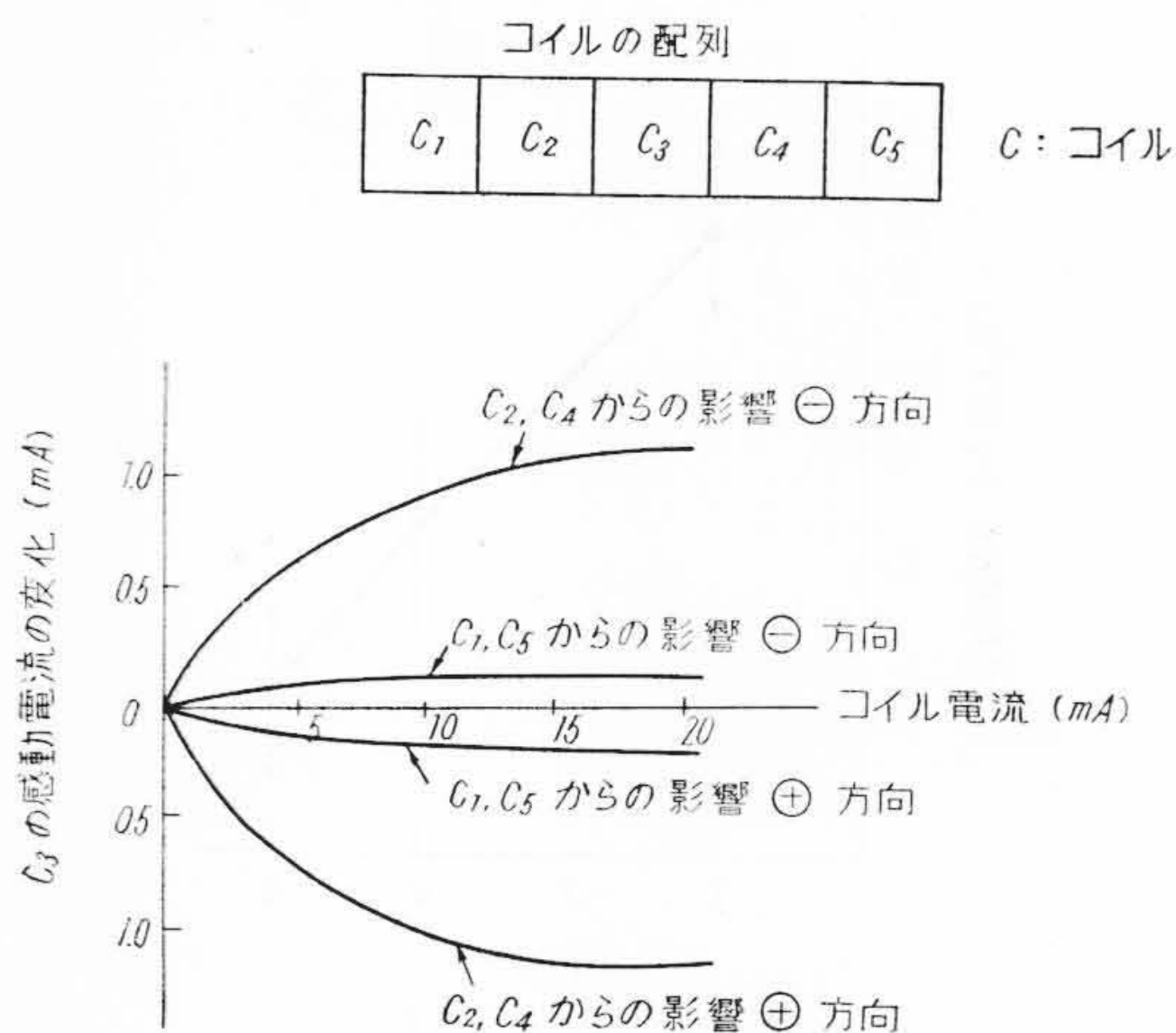
5.1 電 流 値

個々のスイッチの電流値特性は前述したが、1コイルに2個以上のスイッチを入れた場合には、いずれか1個のスイッチがまず動作すると、まだ動作していないスイッチに対して磁気分路を形成し、このため感動アンペアターンが上昇する。この関係を第10図に示した。スイッチが3個平面上に並んだ場合は、中央の1個と両端の2個では、影響が異なることがわかる。

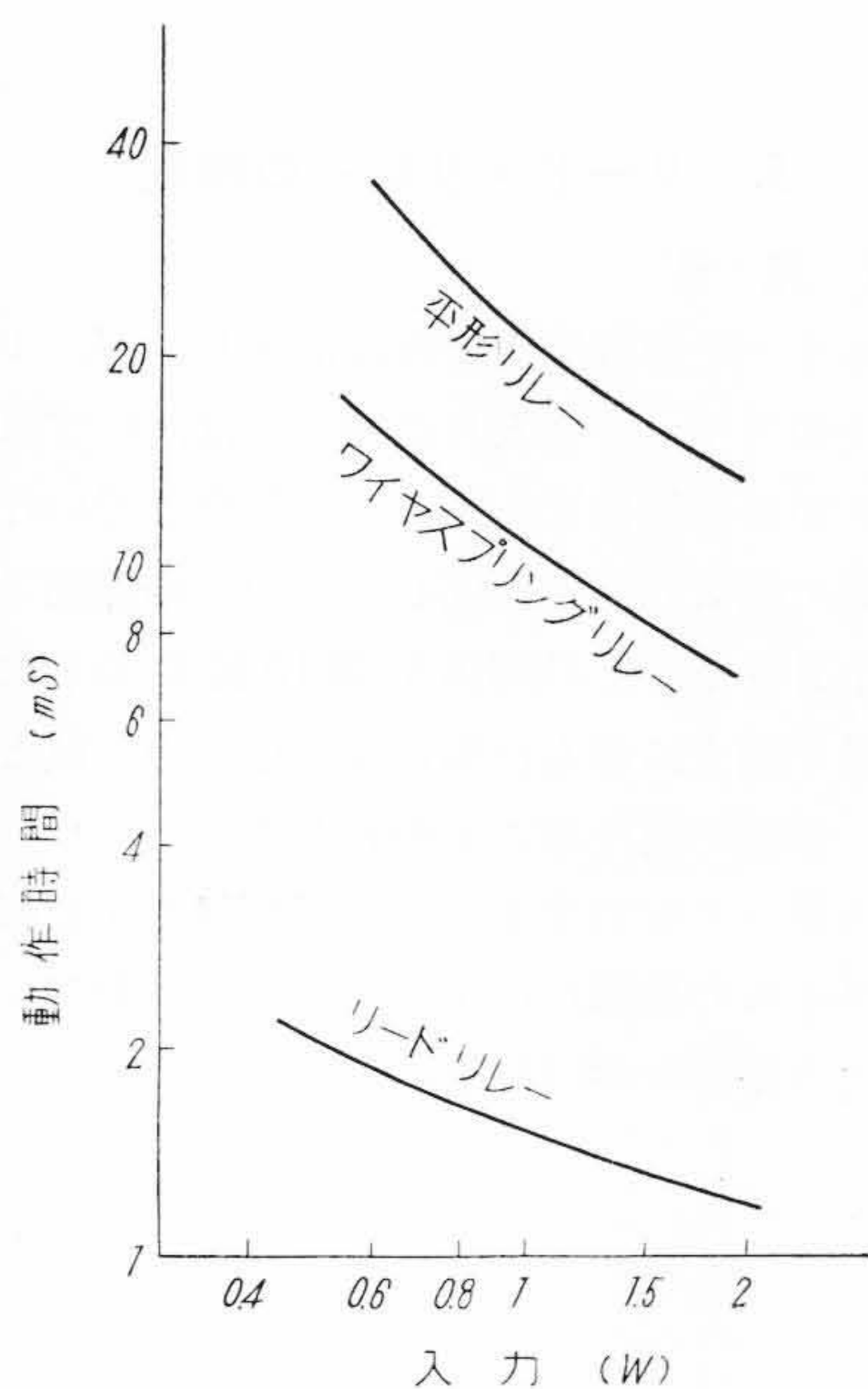
次に1スイッチを有するコイルが数個並んだ場合、いずれかのコイルの励磁がほかのコイルの感動アンペアターンに与える影響を第11図に示す。このリレーは用途



第10図 リード・リレーのスイッチ数と感動電流値



第11図 リード・リレー・コイル相互の影響



第12図 リード・リレーの動作時間特性

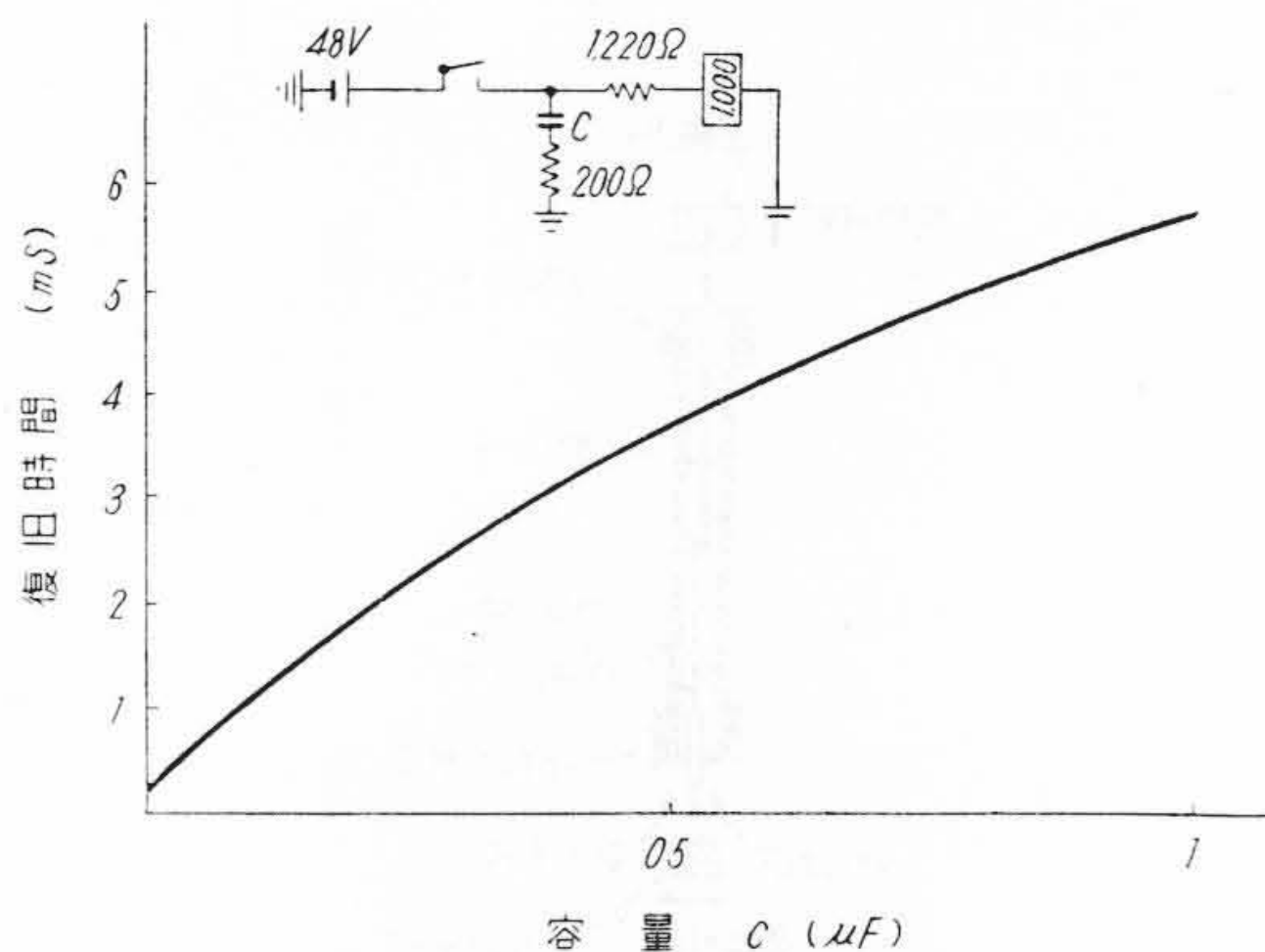
に応じて、しばしば、1コイルに数個のスイッチを入れ、またこのコイル数個を1個のケースに入れてリレーとして使用するので、これらの関連が必要となる。

5.2 動作時間

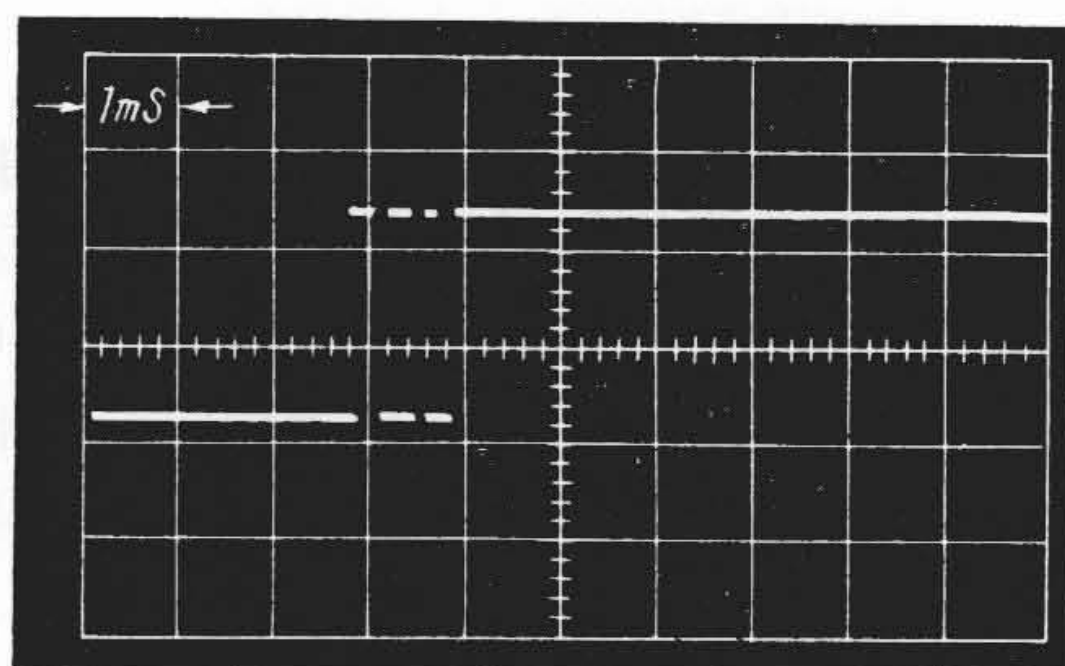
第12図に入力に対する動作時間を、ほかのリレーと比較して示した。入力の少ない範囲で特に高速であることがわかる。復旧時間は、通常1ミリ秒以下であるが、このリレーは火花消去回路をつけて使用することが多いので、この場合のコンデンサ容量と、復旧時間の関連の一例を第13図に示した。

5.3 接点の特性

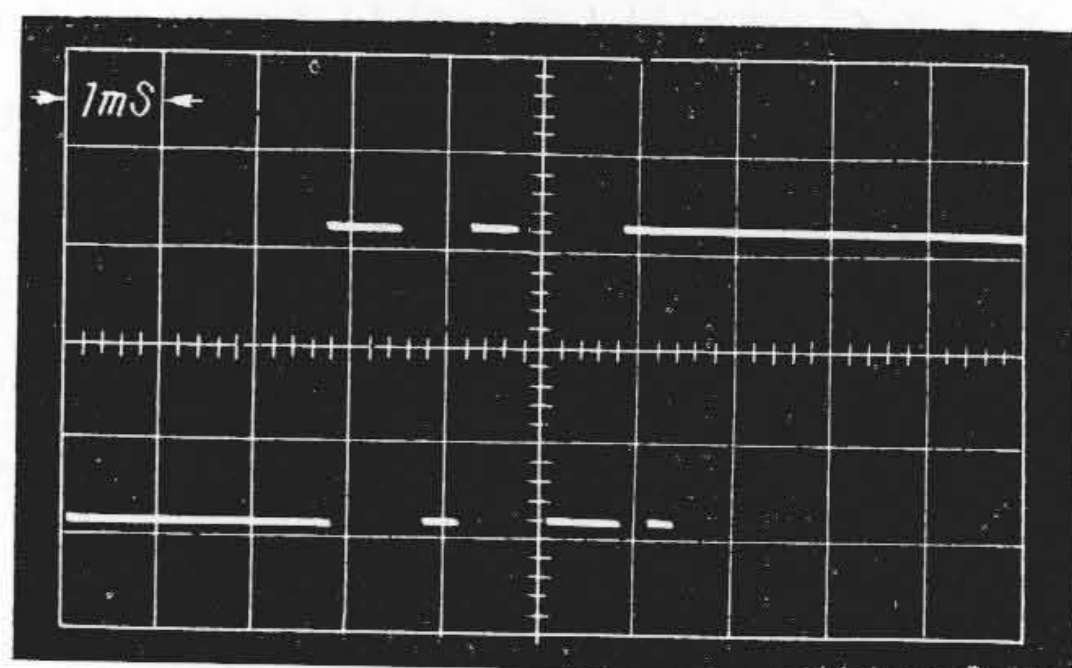
リードは単純なカンチ・レバーで特別な制振機構をも



第13図 火花消去回路と復旧時間



(a) リード・リレー



(b) 水平形リレー

第14図 リード・リレーと水平形リレーの接点チャッタの比較

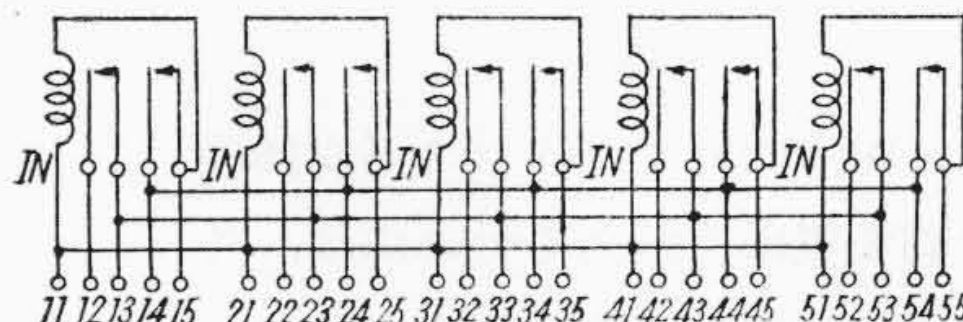
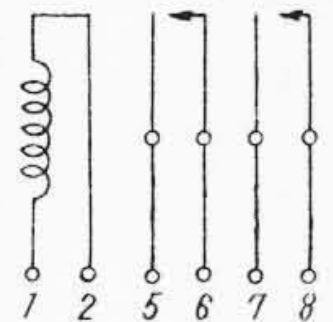
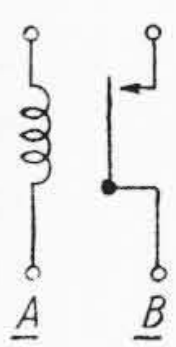
たないので、閉成時に接点チャッタは発生するが、リード相互の吸引力のため、第14図に示すように急速に終息し、現用ストロージヤ交換機用水平形リレーに比較して、はるかに少ない。接点開放時にはチャッタは発生しない。

火花消去は接点の移動速度の上から、特別な検討が必要で、使用回路に応じた常数が決定できる。種々の回路条件により、使用回数に対する接点の特性は異なるが、接点条件の悪いものは、連続動作の比較的初期に欠陥があらわれることが判明し、条件の検討に有利であつた。

5.4 リード・リレーの種類

リード・リレーは各用途に応じ、数個のリード・スイッチと、数個のコイルを組合せ、1個のケースに入れて使用する。ブレーク接点は、永久磁石またはバイアス・

第1表 リー ド ・ リ レ ー の 一 例

品 名	抵 抗 (Ω)	電流値(mA)		作動時間(ms)		接 続 図	寸 法(mm)
		感 動	不感動	動 作	復 旧		
RDA-1	2,250	9.5	2	$2 \geq$	$0.6 \geq$		$21.6 \times 73.1 \times 120$
RDF-57	1,150	15	2.5	$2 \geq$	$1 \geq$		$21.4 \times 25.6 \times 120$
EG-201	1,700	6	—	$2 \geq$	$1 \geq$		$14\phi \times 81$

第2表 リー ド ・ リ レ ー と 平 形 リ レ ー の 比 較

	A RDA-1 リー ド ・ リ レ ー	B 平 形 リ レ ー (5個)	A/B (約)
取付スペース (cm ²)	15.8	46	1/3
重 量 (g)	290	700	1/2.5
感 動 電 流 (mA)	9.5	8	1/1
動 作 時 間 (ms)	2	20	1/10
復 旧 時 間 (ms)	0.6	4	1/7
寿 命 (回数)	10^8 以上	10^6 以上	10^2

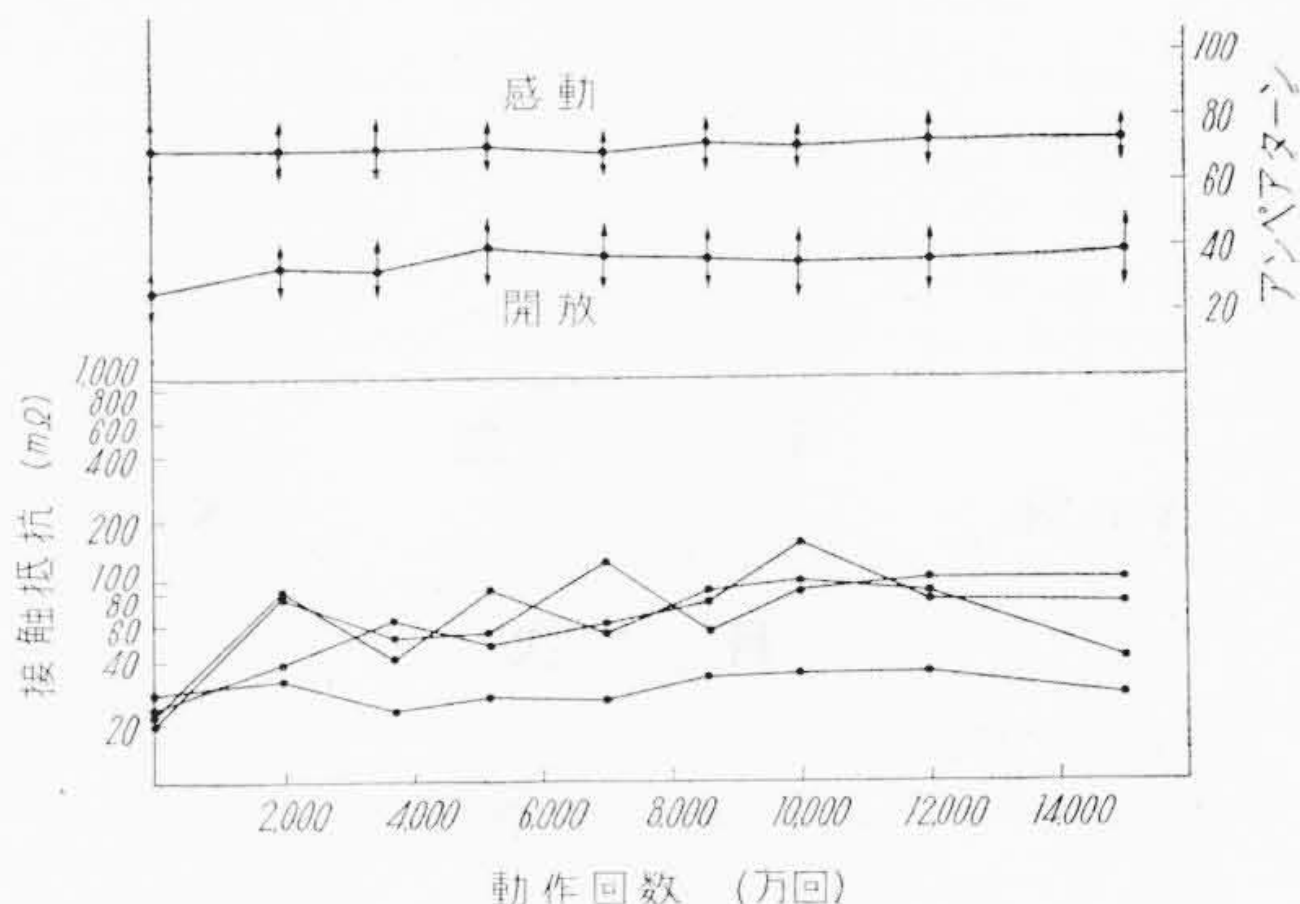
コイルを付加し、常時スイッチを動作状態に保持しておき、励磁コイルに逆方向にさらに大きい電流を通じることによつて実現し、トランスファ接点は、メーク、ブレイク接点を組合せて得ることができる。代表的なリード・リレーの種類を第1表に示す。

5.5 現用リレーとの比較

代表的な RDA-1 リレーを、いわゆる2 out of 5 の計数蓄積回路に使用した場合、同一機能の平形リレー5個と比較すると第2表に示すようになる。リード・リレーの特長があらわれていると思う。

6. リー ド ・ リ レ ー の 保 証

前述のように、リード・リレーはすべて無調整で組立てられるので、材料の特性から各加工工程条件が、そのままリレーの品質を左右する。このため量産品の品質保証には必要な項目における量産検査のみならず各工程における厳重な品質管理を必要とし、また封入後のガス漏洩とガラスひずみの検出は重要である。現在、これらの検査設備とともに品質管理態勢をととのえ、量産品に対する保証を行つている。



第15図 寿命試験結果の一例

第3表 振 動 試 験 結 果

	感動電流(mA)		動作時間 (ms)		復旧時間 (ms)	
振 動 前	6.29	$\sigma=0.65$	1.5	$\sigma=0.13$	1.14	$\sigma=0.17$
振 動 後	6.21	$\sigma=0.73$	1.5	$\sigma=0.13$	1.18	$\sigma=0.11$

注：1. 振動条件 1,200rpm 振幅 ± 2.5 mm 2方向
2. σ ：標準偏差

連続動作に対する特性は第15図に示すようにきわめて安定である。接触圧力は原理的に検討する必要がなく、電流値変化も図示のようにほとんど問題にならない。接点の特性を左右する接触抵抗が、リレーの寿命を決定する大きな要素である。良好な条件のもとで製作されたリレーは図示のように接触抵抗の絶対値も変化量もきわめて小さいことがわかる。

さらに交換機を電話局まで送る場合、輸送による事故を検討するため、振動試験、輸送試験を実施し、また周囲条件の悪い場合の動作を保証するため、高温試験、低

温試験を実施したが、いずれもほとんど変化なく、満足な結果が得られた。一例として第3表に振動試験前後の特性値の比較を示す。

7. 結 言

高性能で経済的であり、保守の容易なクロスバ交換機を製造し、需要家各位の御要望にこたえるためには、各用途に応じた適切なリレーの選択が必要である。リード・リレーは、クロスバ交換機の中でも特に小電力で速動であり小型を必要とする箇所に最適である。その上動作接点部分がガラス管に密封され、接点の動作特性が良好で、保守が容易である特性は、ほかのリレーにない特長であつて、これを生かしてクロスバ交換機のみならず、ほかの用途にも使用され、さらにその範囲は拡大しつつある。日立製作所においては各種用途に応じた経済的で保守の容易なリレーの製作にさらに努力を続けている。

終りに御指導いただいた日本電信電話公社の各位、日立製作所日立研究所小野部長、中央研究所浜田副所長、

南波、宮城部長、北川博士、茂原工場伊地山課長、安岡主任はじめ関係各位、御協力いただいた戸塚工場の関係の方々に厚く御礼を申し上げますとともに、今後の御指導と御協力をお願いする次第である。

参 考 文 献

- (1) たとえば渡辺：日立評論 36, 1359(昭 29-9)
- (2) 江森, 中村：日立評論 37, 807(昭 30-5)
- (3) 江森, 中村, 若林：日立評論 37, 1441(昭 30-10)
- (4) 江森, 中村, 若林：日立評論別冊 18, 21(昭 31-12)
- (5) 田島, 菊地：日立評論 37, 1429(昭 30-10)
- (6) 三井, 菊地, 海野：日立評論 38, 897(昭 31-7)
- (7) 小林, 田島, 三井, 鈴木：日立評論 40, 385(昭 33-3)
- (8) 三井, 飯島：日立評論 40, 535(昭 33-4)
- (9) C. G. Mc Cormick: B. L. R. 25, 9(1947-9)
- (10) W. B. Ellwood ほか: E. E. 66(1947-11)
- (11) O. M. Hovgaard, G. E. Perreault: B. S. T. J. 34 309 (1955-3)
- (12) C. Schneider: B. L. R. 29 514 (1951-11)

日 立 Vol. 20 No. 6

目 次

- ◎電器と知識 阿部 静 枝
- ◎キッチンタイマーで朝から夜まで
- ◎58年度の新型電気冷蔵庫
- ◎電気ポンプの共同使用
- ◎ショールーム(日立テレビ)
- ◎田子倉ダムのケーブルクレーン
- ◎こんなに使われている冷凍機
- ◎明日への道標(東北本線の無人変電所)
- ◎新しい照明施設
- ◎暮らしの科学

誌代 1冊 ㊦ 60 (㊦ 16)

発行所 日立評論社
東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
振替口座 東京 71824 番
取次店 株式会社 オーム 社 書店
東京都千代田区神田錦町 3の1
振替口座 東京 20018 番

日 立 造 船 技 報 Vol. 19 No. 2

目 次

- ◎突合せ溶接における溶接中の変形ひずみの動的測定実験
- ◎小中形船用ディーゼル機関の得失について
- ◎熱膨脹継手の疲労強度について
- ◎板用ドリルにおける刃先の検討
- ◎防音壁構造について
- ◎微弱磁場測定装置とその応用
- ◎小形船舶に対する風圧による傾斜モーメントの研究

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願いたします。

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町60