

クロスバー機器の実用化

Development of Crossbar Switching Apparatus.

田島喜平太* 三井忠夫*

内 容 梗 概

クロスバー電話交換方式に使用する機器は、現用交換機器より、飛躍的に取扱いの容易化、速動化、長寿命化が必要である。

(1) クロスバー・スイッチは、品質管理サークルにしたがつて、数次の試作の後製品化し、保守の容易な高性能の製品を完成、逐次量産化の態勢をととのえつつある。

(2) 一般用継電器も同様の方針で実用化につとめ、量産化の態勢をととのえるとともに、基礎研究項目を決定し、各種の測定器を整備して研究中である。

(3) そのほかの機器も、同様に検討をつづけている。

本文は上記内容の具体例をあげて説明したものである。

〔I〕 緒 言

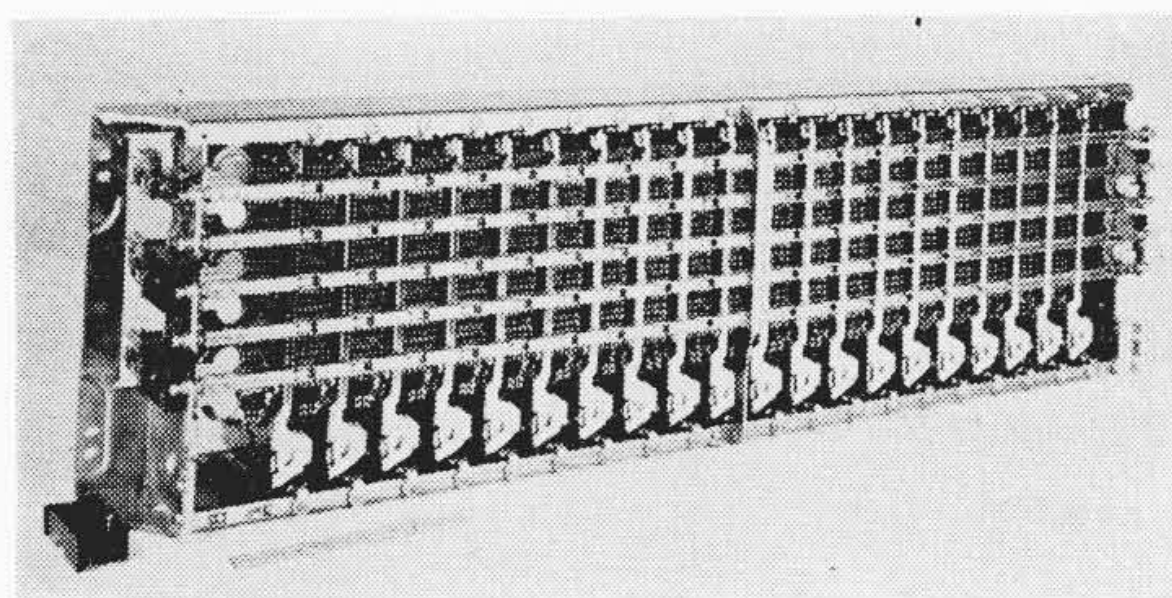
クロスバー電話交換方式は、現用のストロージャ方式とことなつた多くの機器を必要とする。これは、この方式の特長の一つである共通制御方式が、機器の使用能率をあげて、少い機器で多くの機能を果たすようにしているため、取扱いの容易化、速動化、および長寿命化を強く要求するためである。日立製作所においては、既報⁽¹⁾のとおり、昭和15年、はじめてクロスバー・スイッチを試作検討したが、昭和28年、本格的にこの方式の研究を開始するとともに、機器の開発実用化に、努力をつづけてきた。以下にその概況を報告する。

〔II〕 クロスバー・スイッチの量産化

(1) クロスバー・スイッチの特長

クロスバー・スイッチの構造は第1図に示すとおりであるが、これを第2図の現用のステップ・バイ・ステップ式スイッチと比較すると、後者が2種の電磁石をダイヤル・インパルス数に応じて励磁し、シャフトの上昇、回転によつて接続を完成するのに対してクロスバー・スイッチは、縦横にある電磁石のうちいずれかをそれぞれ一度ずつ励磁することによつて、バーの交叉点にある接点群を、継電器と同様の原理で、閉成させるのである(この説明は(附)に記した)。この構造の相異により、クロスバー・スイッチには、次のような特長がある。

- (A) 動作復旧時間が非常に短い。
- (B) 運動距離が少く、摺動部分がほとんどないので磨耗がきわめて少い。
- (C) 貴金属の双子接点を使用できるので、接続部分の信頼性が高い。
- (D) 構造が簡単なので、調整が容易である。
- (E) 量産的である。
- (F) 上記理由により、使用上の事故は、きわめて少

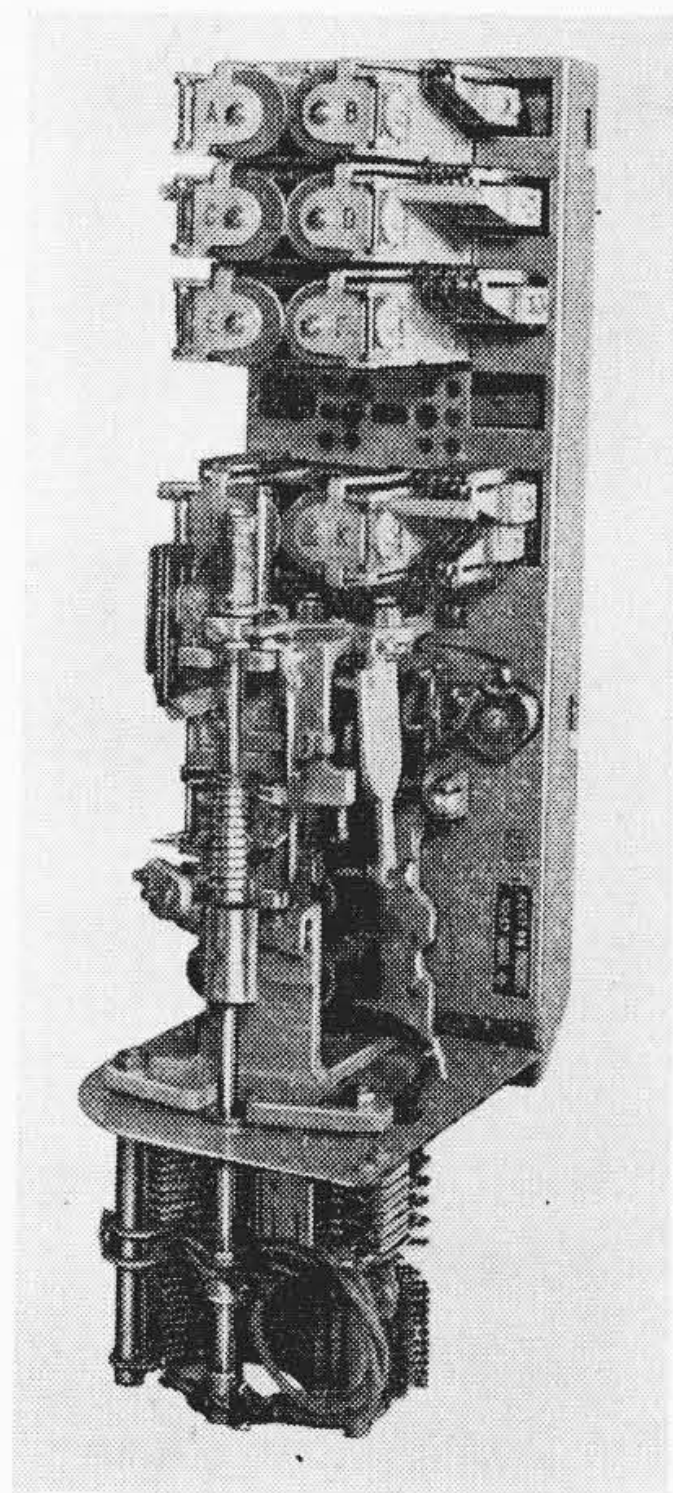


第1図 EA 22 形クロスバー・スイッチ
Fig. 1. EA22 Type Crossbar Switch

く、長寿命であつて、保守がすこぶる容易である。

クロスバー・スイッチは、世界各国に多くの種類のものが使用されている。すなわち

- (A) 米国ウエスタン・エレクトリック会社製品⁽²⁾⁽³⁾
- (B) 米国ケロック会社製品⁽⁴⁾⁽⁵⁾
- (C) スウェーデン・エリクソン会社製品⁽⁶⁾
- (D) スウェーデン郵政庁標準品⁽⁷⁾
- (E) フランスCGC T製品⁽⁸⁾
- (F) ベルギー・ベル電話会社製品⁽⁹⁾

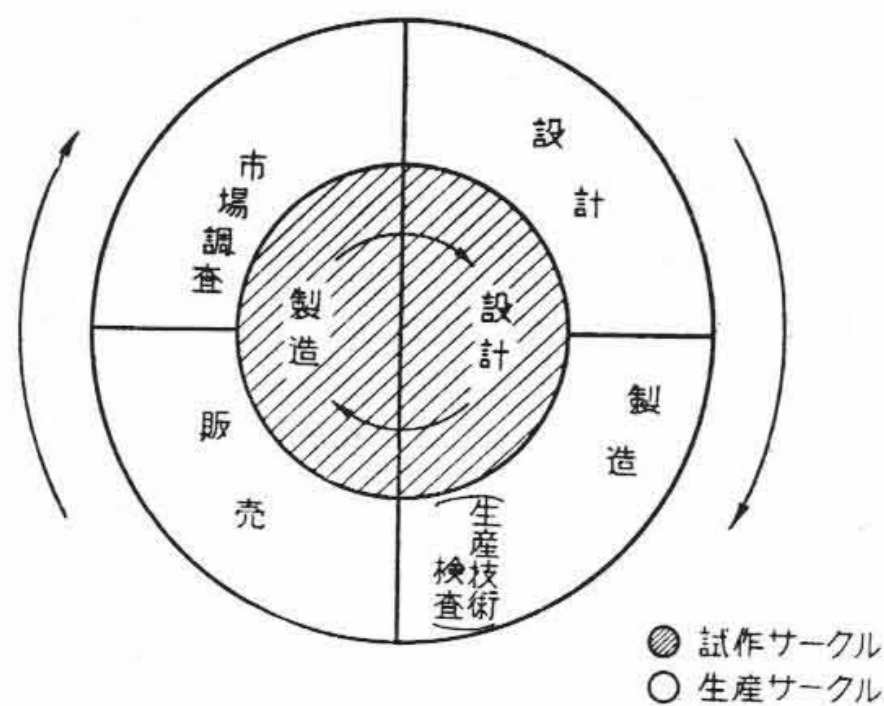


第2図 ステップ・バイ・ステップ式スイッチ
Fig. 2. Step by Step Type Switch

- (G) ドイツのミックス・ウント・ゲネスト会社製品⁽¹⁰⁾

このうち、おもなものは(A)~(C)であつて、この特長を比較すると第1表のように考えられる。このように

* 日立製作所戸塚工場



第3図 クロスバー機器実用化サークル
Fig. 3. Development Circulation Diagram of Crossbar Apparatus

一長一短があり，総合的な優劣は簡単には決定できないが，日立製作所においては，既報のとおり，第1表のような特長と，世界においてもつとも多く使用され，信頼度の高い点から，ウエスタン形を採用し，試作研究することとした。

(2) クロスバー・スイッチの寿命

クロスバー方式に使用される機器は，ストロージャ方式に比して，きわめて使用頻度が高い。しかもクロスバー・スイッチは，構造上，電話交換局で，大規模な再調整を行うことは困難なので，本質的に長寿命を要求される。この使用頻度は，もちろん局の規模，発呼率などにより相当異なるが，ウエスタン No. 5 クロスバー方式の中継方式より計算すると次のようになる⁽¹⁾。

通話回路に入るもの 43万接続/年
共通回路に入るもの 86万接続/年

ただし，この条件は次のとおりである。

1 通話の平均保留時間 150秒
出線の使用能率 30%
1 日を最繁時換算 10時間
中継線能率 75%

実用的最高接続数の理論

最高接続数に対する割合 65%

20の加入者数につき10の出線があるとする。

これにより40年無事故を必要とすればクロスバー・スイッチの寿命は

通話回路に入るもの 1,720万接続/40年
共通回路に入るもの 3,440万接続/40年

を要求される。

(3) クロスバー・スイッチの量産化の経過

昭和28年，ウエスタン形のクロスバー・スイッチの試作を開始してより，昭和31年2月，第2回製品を完成するまで，各試作製造ロットごとの品質特性についてはすでに報告したが⁽¹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾，以下にこれをまとめて，量産化の過程を報告する。

第1表 各種クロスバー・スイッチの比較
Table 1. Comparison of Various Type Crossbar Switches

	ウエスタン形	エリクソン形	ケロッグ形
保守調整	調整値の許容範囲が大きく，調整しやすいので，保守はいちじるしく簡単である	構造上，調整はやや困難と思われる	横形で引きだし可能なので，取替えは便利であるが，構造上，点検がすこぶる困難である
接点接触の安定性	パラジウム接点を使用し安定である	卑金属なのでやや安定性に疑問がある	接点バネが上下に動くので，下の接点に塵埃がたまりやすい
構造の安定性	構造堅固でいちじるしく安定である	軽量で，やや安定性に疑問がある	個々の構造に，やや不安定な所があり，輸送による振動などに弱いおそれがある
フィンガーの構造	構造簡単で制動性良い	構造簡単であるが制動性に疑問がある	制動性は良いが構造複雑で，調整困難
大きさ重量	大きく重い	もつとも小型，軽量である	もつとも大きく重い，横型で引きだし可能なので装機上やや有利である
ウエスタン方式を使用した場合	当然ウエスタン式回路に最適である	20パーティカルでないため，ウエスタン式回路に使う場合，再設計を要し，その場合，上記長所を発揮しうるか否か疑問である	回路と組合せた場合，やや融通性に欠ける

(A) 量産化の方針

クロスバー・スイッチは，欧米において40～50年の歴史を有し，本格的な研究が開始されてからでも20年以上を経ている。これを短期間に国産化することは，決して容易なわざでなく，設計，研究，生産技術，製造，検査の組織的総合的な協力を必要とする。このため日立製作所においては第3図に示すいわゆる品質管理サークルにしたがつて，組織的に試作研究および量産化を実施した。すなわち，

(i) 第1期（試作研究時期）

(a) 設計：機能の確認と性能の向上を目標として設計する。

(b) 製造：インストラクションを定めて製造し，特性値をとつて，寿命試験そのほかにより製品の品質を確認する。この結果を次の設計に導入する。

この過程をくりかえして，実用にさしつかえない品質の製品を完成した。

(ii) 第2期（量産化時期）

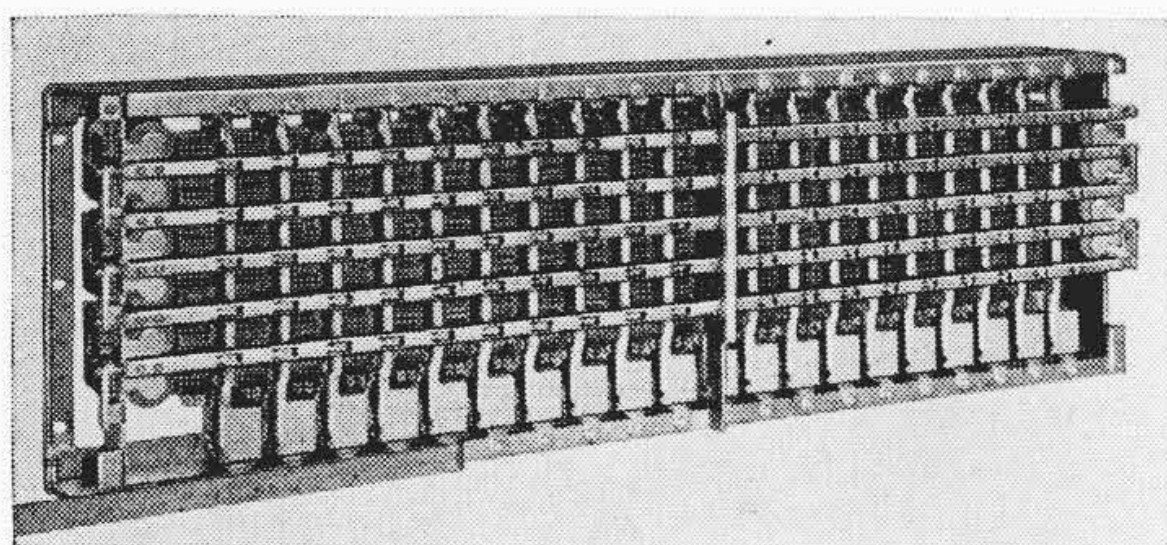
(a) 設計：試作の結果に，性能の安定，保守の容易化の目標を加えて設計する。

(b) 製造，販売，市場調査：第1期と同様に治工具を整備して製造，品質を確認して納入する。市場調査により，顧客の御意見と，社内の確認結果を照合する。

(c) 設計：(b)の結果，その重点をパレト線図で決定し対策を立案，工場実験などにより，効果

第 2 表 クロスバー・スイッチ量産化の過程
Table 2. Process of Crossbar Switch Production

	第 1 期 (試作時期)			第 2 期 (量産化時期)		
	第 1 次試作	第 2 次試作	第 3 次試作	第 1 次製品	第 2 次製品	第 3 次製品
時 期	昭和28年 6 月 ～昭和29年 2 月	昭和29年 3 月 ～昭和29年 7 月	昭和29年 8 月 ～昭和30年 3 月	昭和29年10月 ～昭和30年 5 月	昭和30年 6 月 ～昭和31年 2 月	昭和31年 3 月 ～
品 名	EA 13 形			EA 22 形		
設 計	1. 目標：機能 の確認 2. 昭和15年の 試作品および 諸種の文献に より設計	目標：性能 の向上	目標：性能 の安定化	目標：性能 の安定化	1. 目標：保守 調整の容易化 2. ウェスタン エレクトリック 製品を範とし て設計	同 左
製 造 (生産技術 検査)	1. 静的、動的 特性ともおお むね満足しう る	おおむね実用 に供しうる	十分に実用に供しうる		1. 治工具を一 新して製作 2. 検査試験設 備整備 3. 性能さらに 安定化す	
	寿命試験	2,000 万接続 でおもな事故 13件, その他	2,000 万接続 で接触不良10 件フィンガー 不拘束17件	2,000万接続で接触不良 4件 フィンガー不拘束 3件	4,000万接続で 接触不良 1件	
販 売 市 場 調 査	1. 構内交換機 として社内 で使用する 2. その他種々 の試料とする	1. 日本電信電 話公社に提出 種々御批判を いただく 2. 種々の試料 とする	種々の試料と する	日本電信電話 公社および関 西電力株式会 社へ納入	日本電信電話 公社香良洲局 そのほかへ納 入	



第 4 図 EA 13 形 クロスバー・スイッチ
Fig. 4. EA 13 Type Crossbar Switch

を確認して設計する。

- (d) 製造、販売：治工具、製造設備をととのえ、インストラクションを再製して生産し、特性の検査と保証試験で製品の品位を確認して納入する。検査、保証試験の方法は、人為的なミスによる誤検のない信頼性の高い保証を行うよう対策する。

- (e) 市場調査：納入後、顧客の御意見と社内の確認結果とを照合し、設計にフィード・バックする。

この過程をくりかえして、逐次品質の向上、安定化につとめるとともに量産化の態勢を整備しつつある。

(B) 量産化の経過

上記方針にしたがって実施した量産化の経過をまとめて第2表に示す。この表にしたがって、製作した結果の詳細はすでに報告済み⁽¹¹⁾⁽¹²⁾なので、とくに量産化において品質の保証とサービスの改善に努力した点について述べる。

交換機器を使用する立場から必要なことは次のとおりである。

- (i) 機能上の要求をみたすこと
- (ii) 使用中に安定で障害の少いこと
- (iii) 取扱いが容易で障害の修理が容易なこと
- (iv) 寿命が長いこと
- (V) 製品が均一であること

第1図に示す第1回製品EA13形スイッチは、この項目をすべてみたして製作されたが、さらにサービスの向上を計るため、第2回製品 EA22 形スイッチは、(ii)～(iv) 項に重点をおき EA13 形スイッチを検討した結果、次のように改善の重点をおいた。

- (a) 調整の許容範囲をひろげた。

調整の指定値に対して、その許容変動範囲が広いことは、簡単な調整で規格の範囲に入れることができ (iii) 項、使用中の磨耗などで、部品の寸法、相対的位置が変化しても、調整の規格値を割ることが少くなる (ii) 項)。しかし、単に調整の許容範囲をひろげただけでは、特性の劣化することは当然である。EA22 形スイッチは、既報のとおり⁽¹²⁾、磁気回路と負荷特性の改善により、特性を劣化さすことなく、調整値の許容範囲を大幅にひろげることができた。これを第3表に例示する。この効果は納入後の製品によつて、長期間にわたつて逐次実証されてゆくことと思うが、日立製作所において製造の場合の調整工数が、いちじるしく減少したことも、間接的にこれを立証していると思う。

- (b) バイメタル形接点の採用

接触部分の信頼性を増大することは上記 (ii) (iv) 項より必要なことである。しかし、いたずらに高価な貴金属接点を使用することは、経済上の見地より、顧客に迷惑をかける。このため、接点の必要な面のみに貴金属を使用するバイメタル形接点⁽¹²⁾を開発実用化して使用した。これは第5図に示すように、ニッケル・ベースの上にパラジウム接点を使用して、電気回路の開閉部分の特性は従来よりいちじるしく向上させながら、必要な貴金属の体積は、数分の一に減している。

第3表 EA13形クロスバー・スイッチとEA22形
クロスバー・スイッチの調整値許容範囲

Table 3. Adjusting Value Allowance of EA13
Type Crossbar Switch and EA22 Type Cross-
bar Switch

	許容範囲の増大	備 考
アーマチュア・トラベル	約 2.3 倍	EA22形の許容範囲 EA13形の許容範囲 で表わす
接 点 間 隔	約 1.5 倍	
接点のゲーシング	約 2.6 倍	

(c) フレームの構造

フレームは、クロスバー・スイッチの自重をささえ、全部品の位置を決定する重要部分である。この強度はEA13形スイッチにおいて、社内の輸送、振動試験によつて確認されたばかりでなく、架にとりつけて輸送納入された製品の特性変化がまったくないことにより、十分立証されている。さらに寸法精度をあげて、セレクトイング・フィンガの調整をできるだけ少なくするため、構造および作業方法を変更した。この効果はやはり、社内の調整工数の減少により間接的に確認されている。

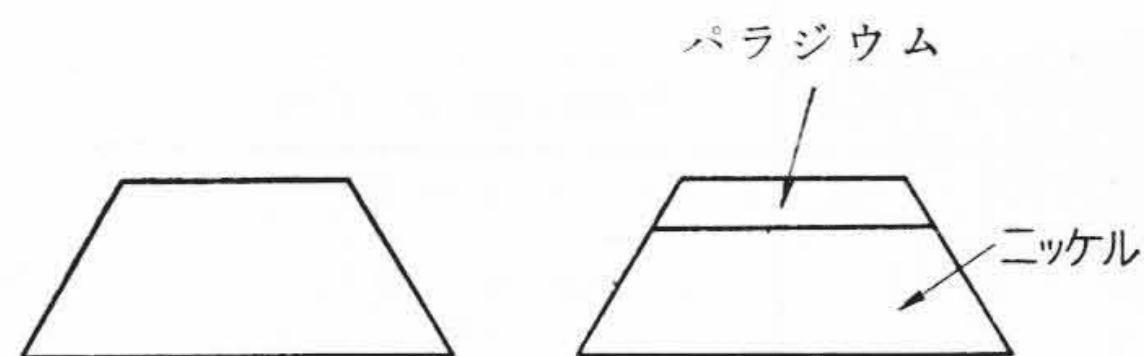
(d) セレクトイング・フィンガ止めの構造

セレクトイング・フィンガ⁽¹³⁾はスイッチの動作時カードとアーマチュアの間に、はさまれたままで保持され、しかも、セレクトイング・バーが逆の方向に回転するため、十分な可撓性を必要とするとともに、通話完了後フィンガの復旧時に振動をつづけることは、誤動作の原因になるので、制動特性も要求される。(文献(9)第8図、第9図) このため製造は非常にむづかしく、EA13形の苛酷な促進試験においては、多少フィンガ位置の偏位がみられた(寿命試験の方法は(附)に記した)。この試験は10本のフィンガを噛んだ状態で逆方向へバーを回転させるもので、実用上、これが生ずる確率はまずないと思われるが、なおこれについて構造および作業上の改善を行い、十分この試験にたえる製品とした。

(e) 製品の均一性

製品の均一性は、いかなる場合にも必要であるが、クロスバー・スイッチのごとく、1台に1,200個もの交叉接点を有する場合には、製品の安定化と保守の容易化の見地より、とくに均一性が要求される。これは構造設計による改善とともに、品質管理による製造上の配慮が必要である。実験計画、管理図、作業規格など、品質管理に必要な資料を整備し、WF法を応用した作業分析により、第6図に示すように組立作業の流れ化を実施、この効果をあげている⁽¹⁴⁾。

また、製造設備の整備と加工法の改善により部品加



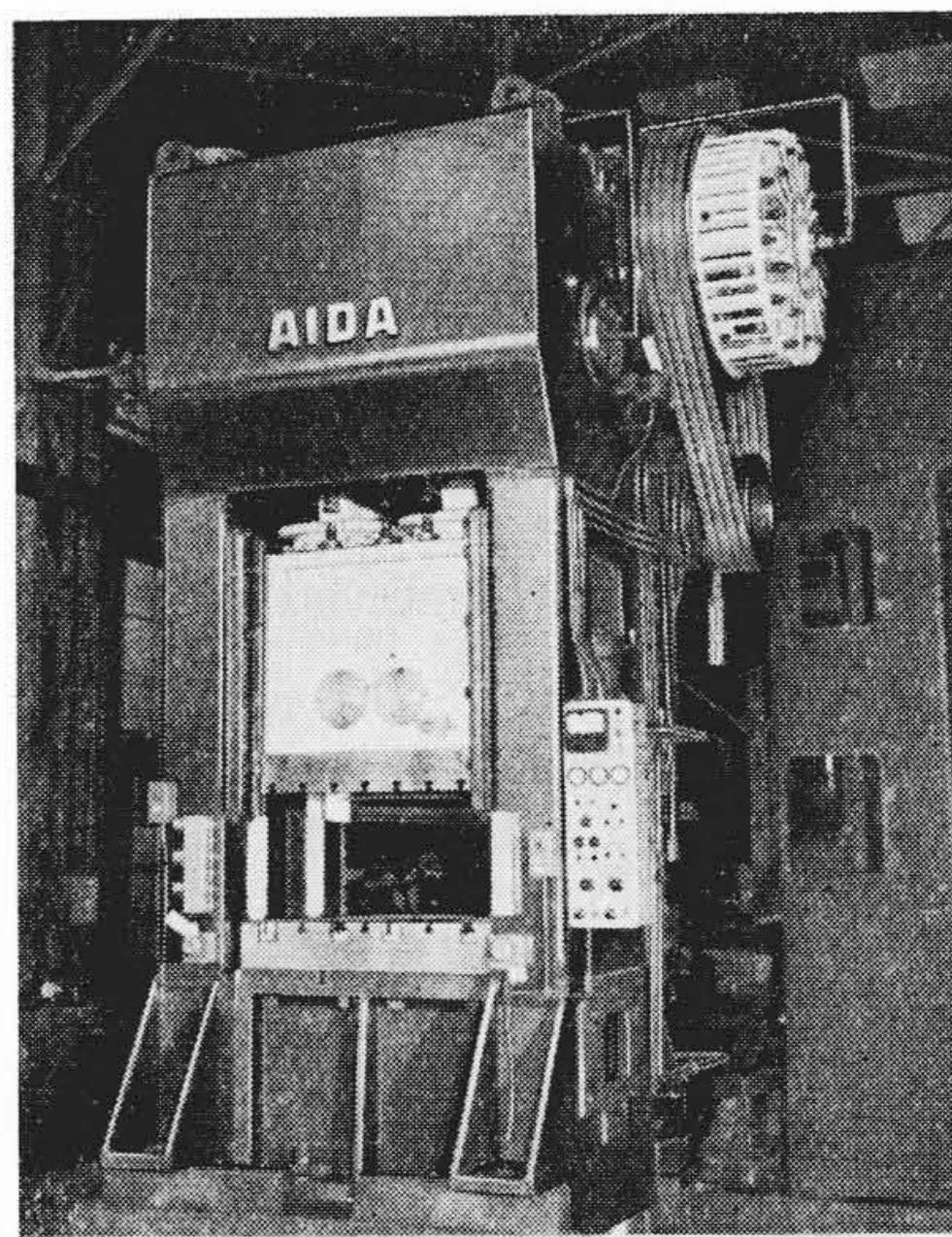
(a) 単一形接点

(b) バイメタル形接点

第5図 バイメタル形接点
Fig. 5. Bimetal Type Contact



第6図 クロスバー・スイッチの流れ作業
Fig. 6. Continuous-Flow Works of Crossbar Switch



第7図 大型 クランクプレス
Fig. 7. Crankless Type 300 t Two Point Press

工の精度をあげることににより、いままで製品の均一性をうるために要した多くの手数を除去し、需要に応じて短納期で均一な製品の納入を可能にした。日立製作所において整備した設備の一例を第7図および第8図に示す。

(f) 保証試験

製品の保証は、品質の幅と深さを保証することにあ



第8図 大型油圧プレス
Fig. 8. 300 t Single Action Hydraulic Press

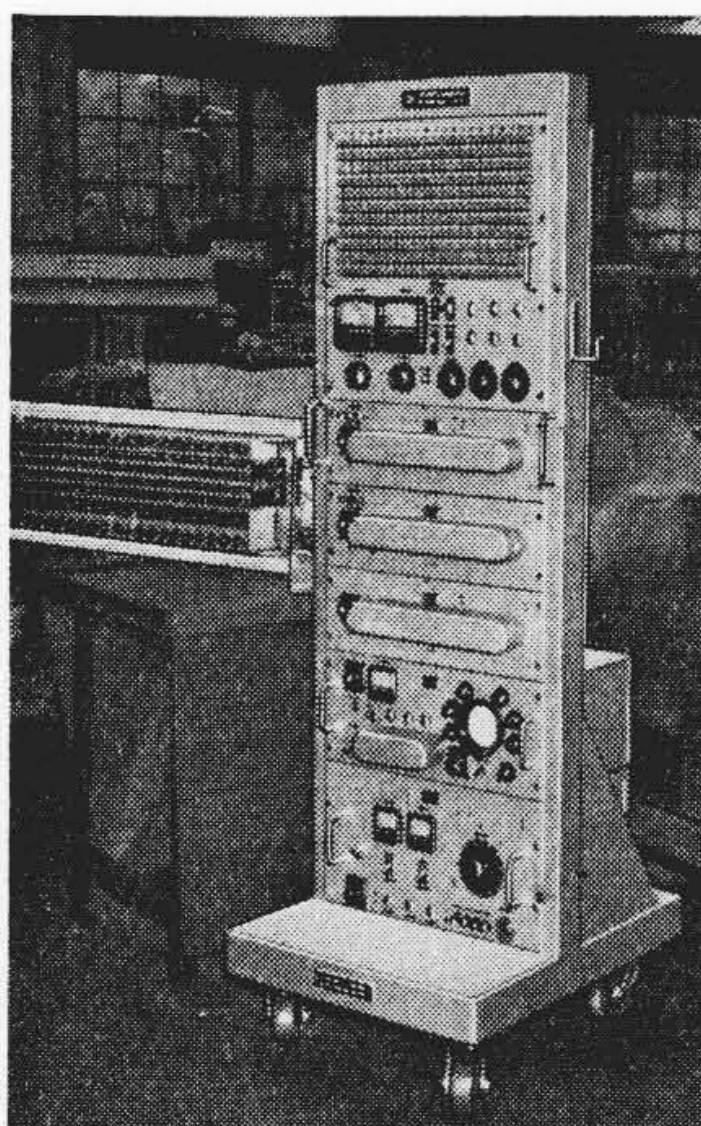
る。品質管理により、品質の深さを保証するとともに、徹底した検査は、品質の幅を保証する。日立製作所においては、諸種の検査設備を整備して、十分な検査を行つているが、とくに調整値はスイッチ1台に約3,000箇所の点検項目があり、この検査は至難なことである。ここでスイッチの量産化に応じて第9図に示すような独自の自動検査機を作成した。これによつて1台の試験工数は約 $\frac{1}{10}$ に短縮するとともに、人為的ミスのない確実な検査が可能となつた。また、第10図に示すような同時に多くのスイッチを寿命試験できるように設備し、つねに各製造ロットごとに連続動作の試験を行つている。

(4) クロスバー・スイッチの品質の向上

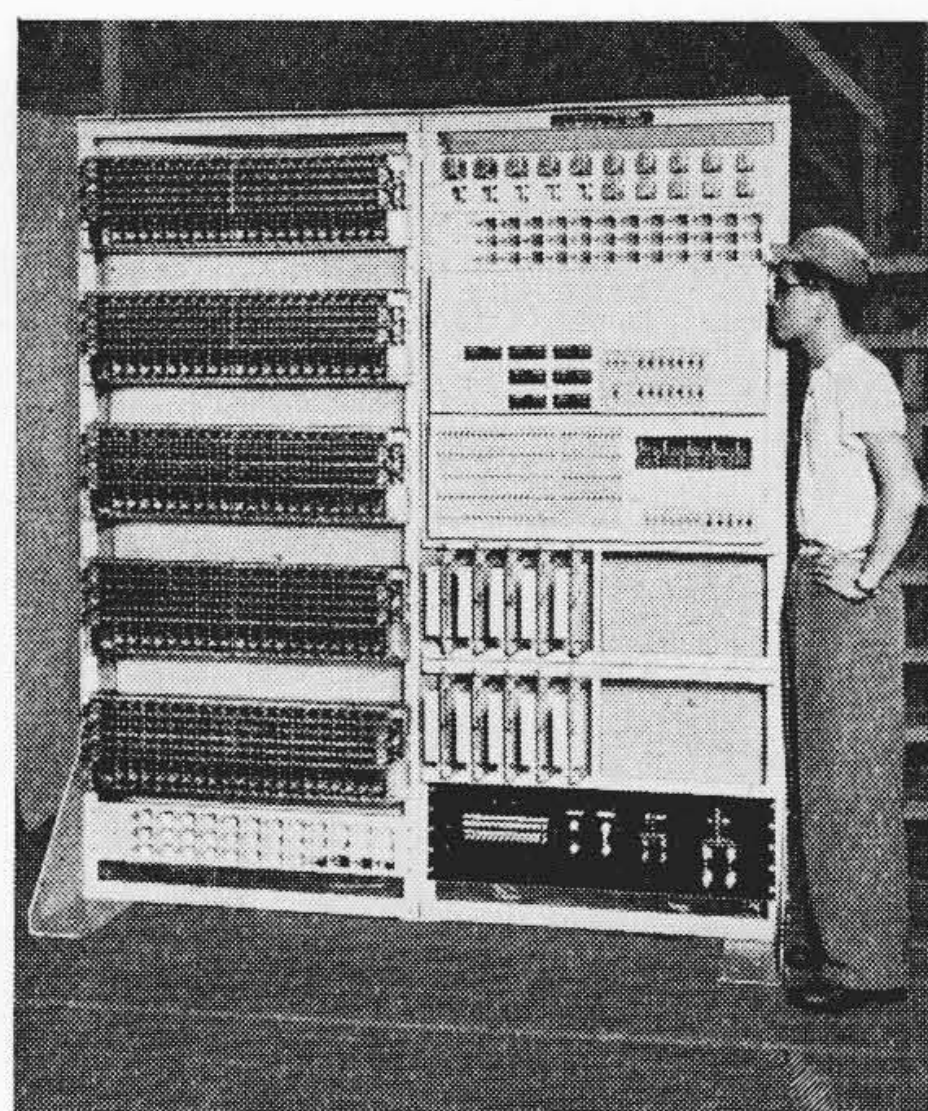
前節に述べた量産化の経過により、クロスバー・スイッチの品質は逐次向上した。その効果は、スイッチの納入後、日が浅いため、実際使用した上の確認としては十分ではないが、第1回製品は、納入後1年間無事故の好成績で運転中である。社内における保証試験の結果は第1表に示したとおり、40年間使用に相当する4,000万接続で、接点接触不良1件という好成績を示した。しかし、クロスバー・スイッチの連続動作による寿命試験（文献(1) P. 57）は、実際電話局で使用した場合と異なる点もあると考えられるので、今後なお市場調査により顧客の御批判をおおぐとともに、保証試験の方法にも検討を加え、さらにサービスの改善に努力を続けるつもりである。

〔III〕 一般用継電器の開発

(1) 電話交換機一般用継電器について



第9図 クロスバー・スイッチ自動検査機
Fig. 9. Automatic Testing Apparatus for Crossbar Switch



第10図 クロスバー・スイッチ寿命試験機
Fig. 10. Crossbar Switch Life Testing Apparatus

電話交換機が簡単な信号電流のみによつて、複雑な線路の選択、接続を行い、各種の割込監視などの機能をはたすのは接点の数組合せ、接点数、感動電流、動作復旧時間などを異にした実に数多くの継電器の組合せによるのである。回路機能が、複雑微妙になるにつれて、継電器に要求される特性もますます複雑多岐にわたるが、このような継電器に、それぞれ異つた構造を使用していたのでは、保守上いちじるしく不便であるばかりでなく、経済的にも顧客に高価な負担をかけることとなる。よつて大部分が同様な構造を有し、ほんの一部の部分のみの相異によつて、各種の複雑な機能をみたす継電器が使用されている。これが電話交換機一般用継電器（General Purpose Relay for Telephone Switching Systems）とよばれる継電器である。

交換機に要求される各種機能は同じであつても、回路方式の相異により、一般用継電器に要求される特性はいちじるしく異なってくる。したがつて、各方式は、それぞれの要求に適した一般用継電器を使用している。そのおもなものをあげると次のとおりである。

- (A) ストロージャ方式.....水平形継電器⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾
- (B) ジーメンス方式.....70号形継電器⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾
- (C) 国内で主として手動交換機（ウェスタン式）
.....R形系統平形継電器⁽²⁰⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾
- (D) イギリス郵政庁標準方式...3000号形継電器⁽²³⁾
- (F) ウェスタン・クロスバー方式
.....従来U, Y, UA, UB形継電器^{(24)~(27)},
現在ワイヤ・スプリング・リレー⁽²⁸⁾
- (G) ケログ・クロスバー方式
.....4000号形継電器

(H) エリクソン・クロスバー方式

.....エリクソン RAF 形継電器⁽²⁹⁾

これらの継電器は、塔載可能の接点バネ枚数、同一接点バネ負荷を駆動するのに必要な入力、同一負荷同一入力に対する動作復旧時間、寿命などがそれぞれ異なっているが、これは、それぞれ使用される方式に適合するように設計されたものであつて、簡単な数値の比較で、優劣を断ずることはできない。よつて、一般用継電器はそれぞれの方式に適合したものを設計する必要がある。

(2) 一般用継電器の必要条件

一般用継電器を設計するには数多くの条件を考慮しなければならない。とくに一度構造が決定されると、保守上の見地から簡単にその構造を変更できないので、この設計は重要であり、慎重を要する困難な問題である。この必要条件をあげてみると、次のようになる。

(1) 回路上の種々の機能をみたすこと

(i) 種々な接点バネ組合せの各種類(メーク接点、ブレーク接点、トランスファ接点、メーク・ビフォ・ブレーク接点、フライ接点など)が塔載できること、とくに最大塔載バネ数を決定することは、重要、困難な問題である。

(ii) 種々な動作復旧時間が可能であること。とくに速動速復旧、速動緩復旧、遅動速復旧、遅動遅復旧時間を入力に応じてどの程度まで実現させ、その変動範囲をどうするか重要な問題である。

(iii) そのほかの特殊な要求に応ずること。たとえば交流不感動、インパルス中継、監視機能などを一般用継電器で実現させるか、ほかの形の継電器を使用するかが問題である。

(2) 使用上取扱いやすく経済的であること。

(i) 少くとも鉄板にとりつけて、通常の輸送を行つたとき、実用上支障がなく、これによつて一々調整をやりなおすことのないようにする必要がある。

(ii) 調整する範囲をできるだけ少く、調整が簡単であること、故障が起つたとき、再調整に手間どつては不便である。

(iii) 使用中の障害の少いこと。これは保守の手数をへらす最大の必要条件である。たとえば塵埃による障害などはできるだけ少なくする必要がある。さらに温度湿度の変化や、隣接継電器の磁気的影響により実用上支障を生ずることがあつてはいけな

(iv) できるだけ取付面積が小さく、配線に便利なこと。交換機一般用継電器は取扱いの容易化と、長寿命化を主体とするので、形状を小型にすると、小型化の利益よりそのほかの不利が大きくなり、一般に小型化は困難である。もちろん、小型にするに越したこと

はないが、とくに取付面積を小さくすることの利益が大きい。

(3) 寿命の長いこと。

とくに説明する必要はないが、問題は使用頻度に適合した寿命であつて、1日に1度位しか動作しないものが、1億回の動作に耐えても意味がない。経済性を考慮した寿命である必要がある。

(4) 大量生産に適していること。

交換機用継電器には非常に多くの継電器が使用され、クロスバー方式の一例では、加入者が一度通話するのに、数百個の継電器が動作する。よつて量産性がなければ経済的に顧客に負担をかけることになる。この場合、所有する製造技術とにらみあわせた量産性であることはもちろんである。また継電器自体の量産性ととも

(3) 一般用継電器の開発

クロスバー方式においては、前節にあげた必要条件が、現用方式にくらべて、はるかに苛酷に要求される。このため、回路方式と協力して、具体的な必要条件を慎重に定め、継電器の機能別な現象を分析して、組織的に基礎研究を行い、量産上の諸条件を基礎実験により求めて、製作しなければならない。すなわちこの場合の実用化サークルは次のようになる。

(1) 設 計

(i) 回路方式とともに、必要条件を設定する

(ii) 継電器個々の機能別な現象を基礎的に研究する

(iii) 個々の部品ごとに材料、製造方法、製造設備を検討する

(iv) 以上を総合して図面化する

(2) 製造(生産技術、検査を含む)

(i) 作業を分析、インストラクションを定め、標準化した工程によつて製造する

(ii) 必要な工程ごとに資料をとり、総合的に検査し各種保証試験を加えて、品質を保証する

(3) 販売、市場調査

(i) 納入後、顧客よりの御批判により、工場内の保証品質と照合し、検討する。とくに保証試験の方法について検討する

(ii) 機能上の必要条件について検討を加える。

(4) クロスバー交換機一般用継電器

日立製作所において、昭和29年1月試作した構内交換機用クロスバー式小自動交換機には一般用継電器として、TUA、TY形継電器を使用した⁽³⁰⁾⁽³¹⁾。これはウェスタン形のクロスバー方式を研究する過程において、その方式に適した継電器として、当時ウェスタン・エレクトリック会社で使用されていた一般用継電器U形、Y形

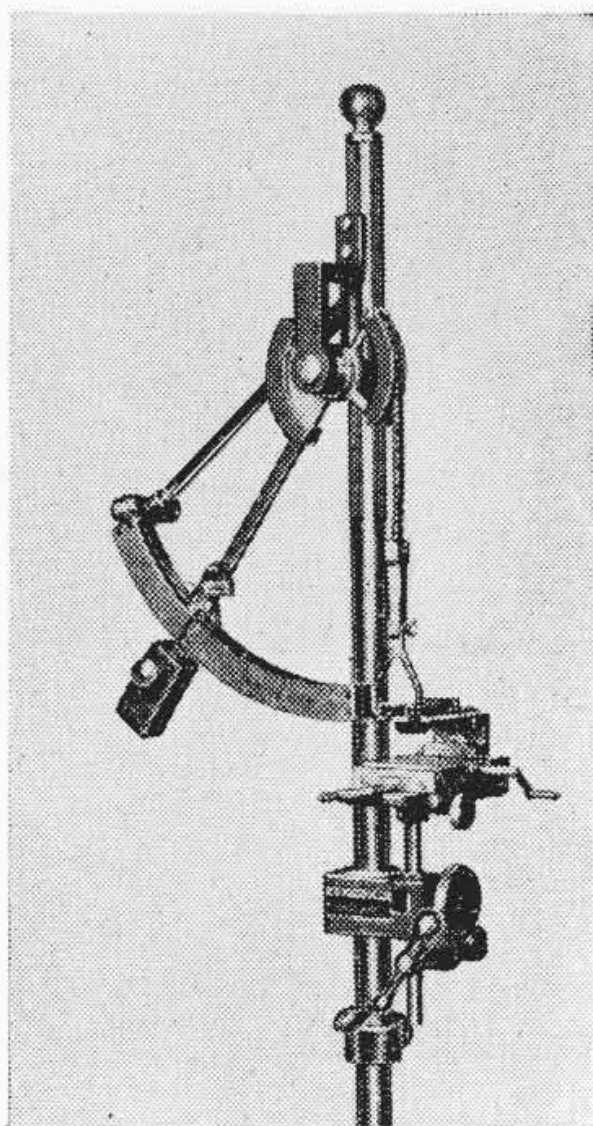
継電器⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾に範をとつたものである。この継電器は、それまでの国内標準形継電器に比べて多くの機能上の改良がなされていて、構内交換機の機能はみたしたが、使用上の取扱いと量産上に難点があつた。

以後のクロスバー式交換機には、現用の水平形継電器を改良したZRE形双子接点水平形継電器⁽³¹⁾⁽³²⁾を使用した。これは機能上、取扱いの上から多くの点を解決し、小容量の交換機では十分その目的を達している。すでに日本電信電話公社、関西電力株式会社などの80回線小自動交換機、さらに200回線の日本電信電話公社香良州局などで、その機能を発揮している。

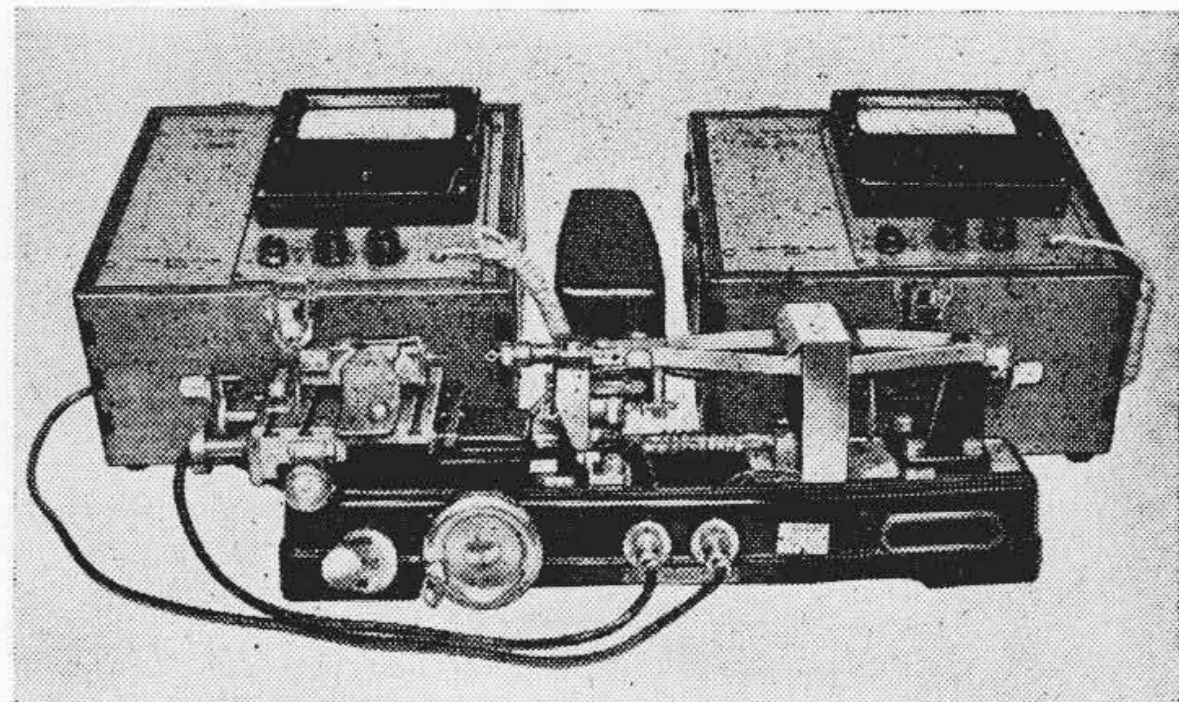
しかし、さらに大容量の交換機には、これでも不十分であつて、新しい一般用継電器の出現が期待されている。前述のようにこれは単に一特性の改善でなく、総合的な経済性を考慮して製造しなければならない。日立製作所は、戸塚工場を中心に、日立、中央、冶金の三研究所、多賀、亀有、絶縁物、日立金属、安来、日立電線工場など、関係事業所が協力してこの開発に努力中である。継電器の特性および量産化設備の状況については省略し、ここではその基礎的研究の一部として重要因子の測定法について概述する。

(1) 吸引力の測定

継電器の吸引力特性を正確迅速に測定することは設計の基礎資料をあたえ、材料の磁性、構造の特長、寸法公差を決定する上に重要なことである。これは力を変位と入力との函数として測定することであり、とくに変位の正確な測定が、重点であつて、継電器の吸引力



第 11 図 振り型吸引力測定装置
Fig. 11. Pendulum Type Measuring Set for Pull Characteristics



第 12 図 歪計式吸引力測定装置
Fig. 12. Differential Transformer Type Strain Meter Measuring Set for Pull Characteristics

特性を知る前にその測定方法を決定することが第一の問題である。吸引力は入力を一定として測定する場合が多い。この場合、吸引力は次のようになる⁽³³⁾

$$F = \frac{d}{dx} \int_0^{NI} \phi d(NI)$$

ここで

F : 吸引力

x : 変位

NI : 入力アンペア・ターン

ϕ : 磁束

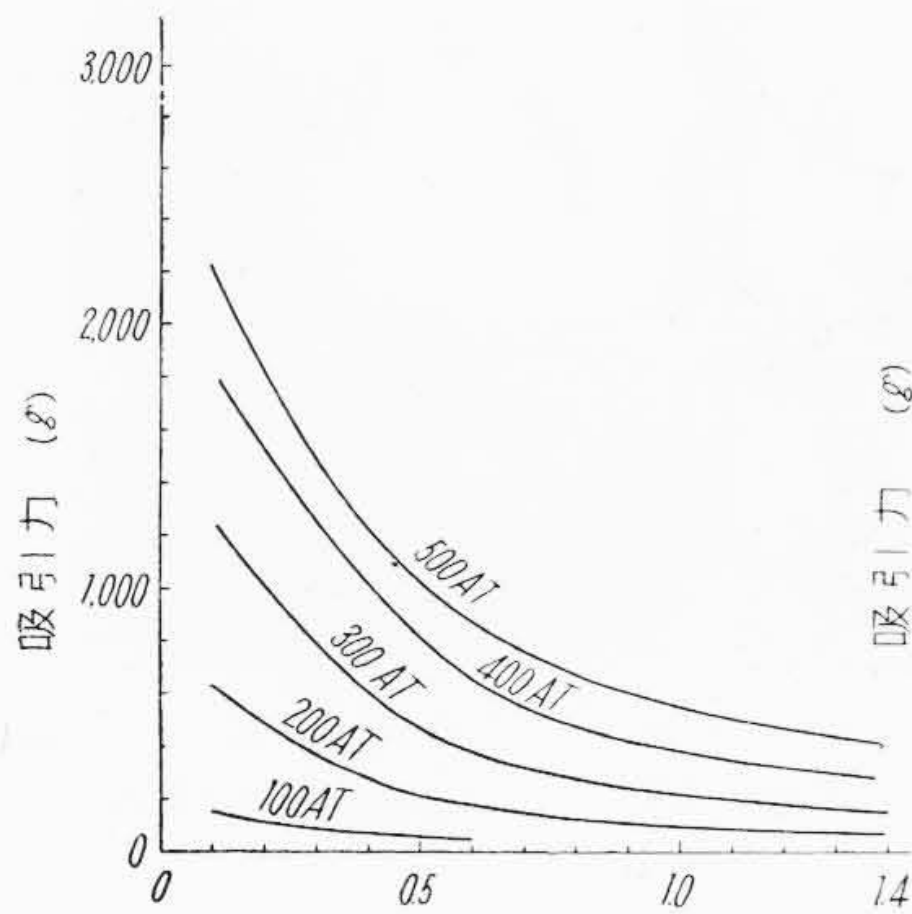
磁束密度が小さく、リラクタンスが変位のみの函数として表わされる範囲ではつぎのようになる。

$$F = 2\pi (NI)^2 \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{\mathfrak{R}} \right)$$

ここで

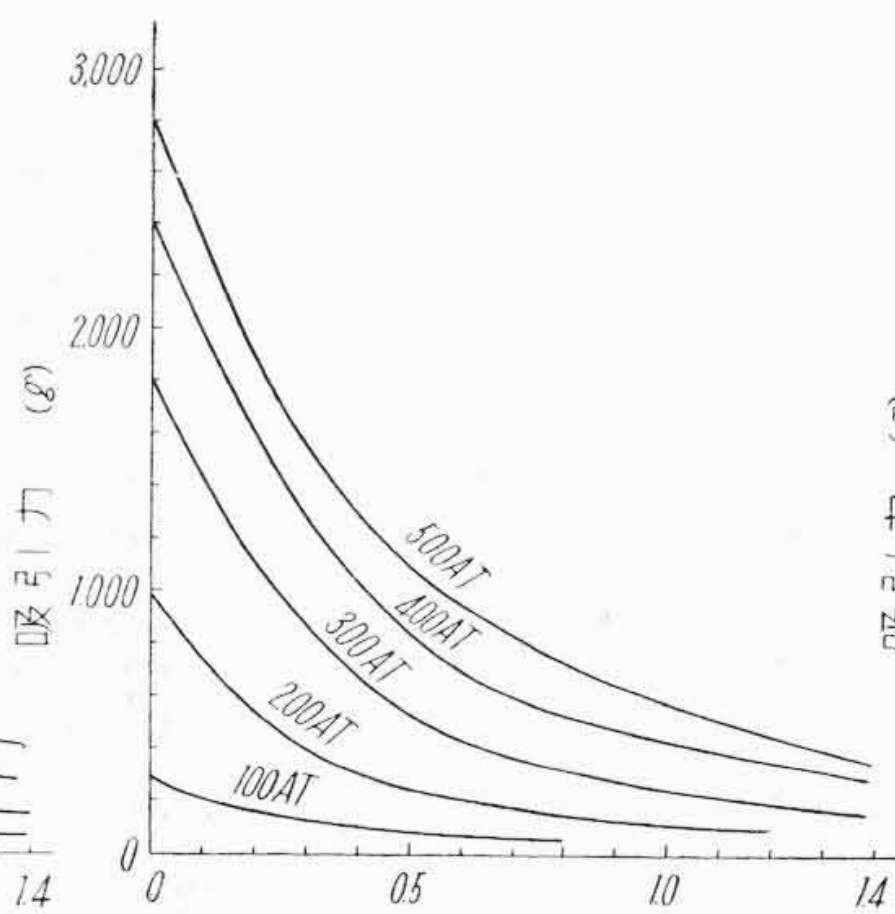
$\mathfrak{R}$: リラクタンス

従来よく用いられるのは、アーマチュアに重錘をつるし、変位は非磁性スペーサでみる方法であるが、これでは手数もかかり、誤差も少なくない。現在日立製作所で、使用中の測定器はこれらを考慮して製作した

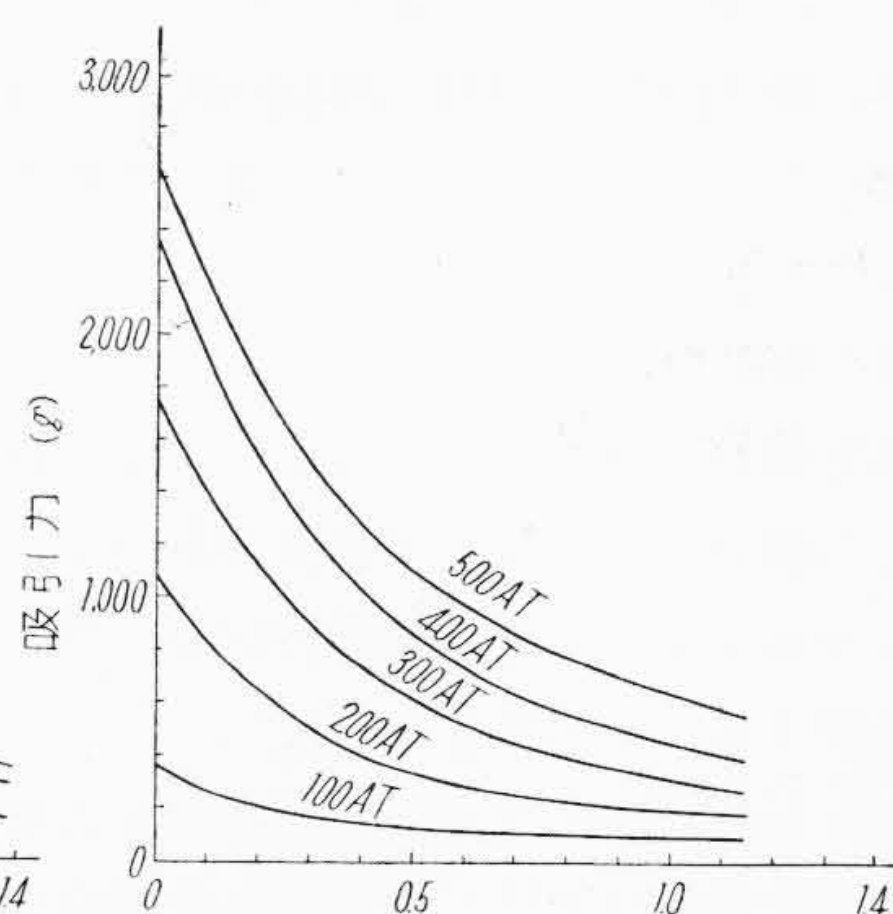


アーマチュアトラベル (mm)
(a) 磁化曲線より計算

第 13 図 吸引力測定 の 例

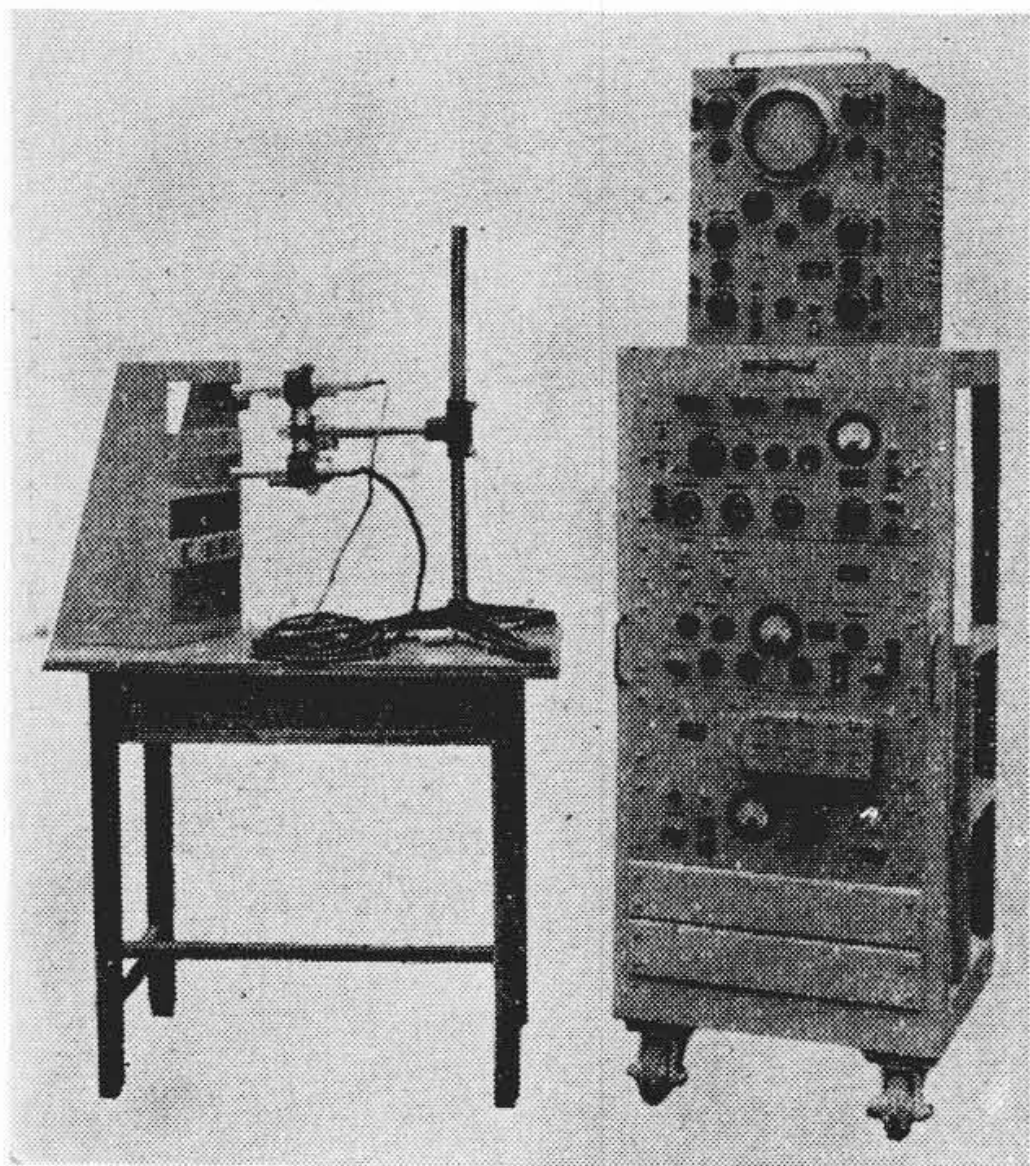


アーマチュアトラベル (mm)
(b) 振り型による測定



アーマチュアトラベル (mm)
(c) 歪計式による測定

Fig. 13. Examples of Pull Measurement



第14図 過渡的3現象測定装置
Fig. 14. Measuring Set for 3 Phenomena in Transient

もので、それぞれ第11、12図に示し、これによつて測定した一例を第13図に示す。

(2) 磁化特性の測定

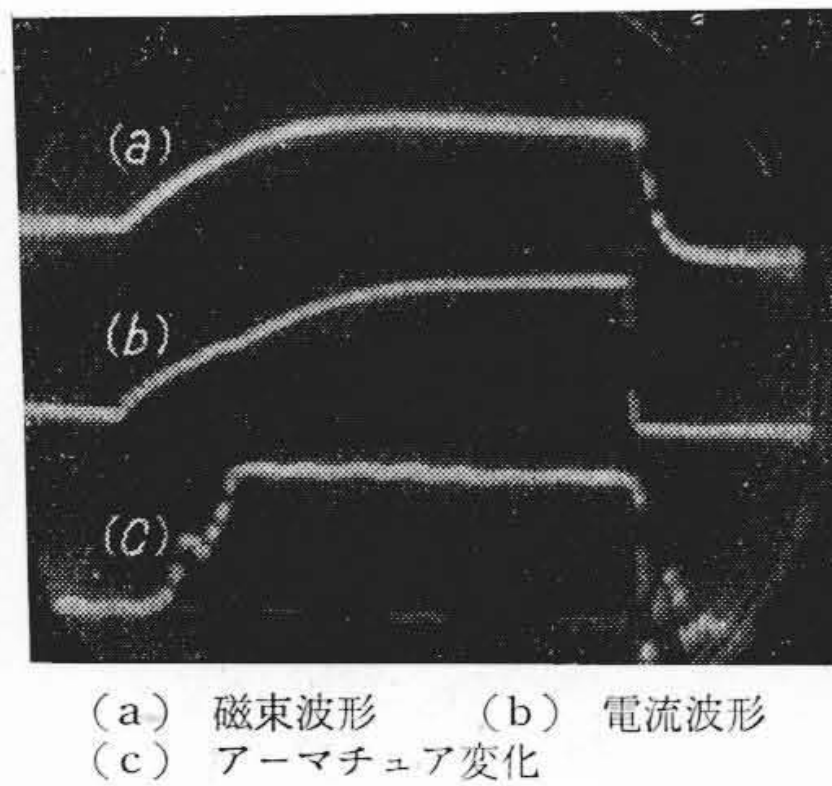
継電器の電磁変換部を解析するのに、磁化特性の測定が根幹をなすことはいうまでもないが、作動時間などを解析するためには静的磁化特性のみでなく、過渡的な磁化特性の測定を必要とする。第14図に過渡的3現象測定装置、第15図にその測定例を示す。

(3) 作動時間の測定

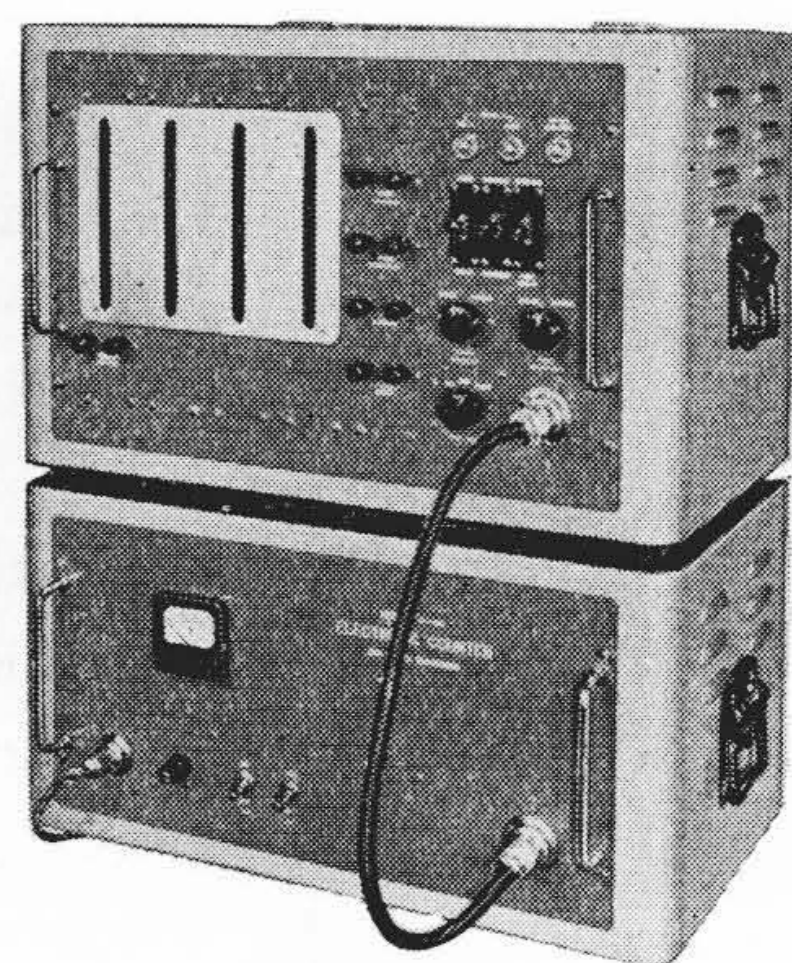
継電器が速動化されるとともに、10 ms 以下の短時間を正確、容易に測定する必要が生ずる。精度をあげ、しかも多くの実験を短時間で行うために、種々の測定法が考えられているが、第16図は、計数回路を使用した時間測定器で、これらの要求をみたし、大いにその機能を発揮しているものである。

(4) 振動の測定

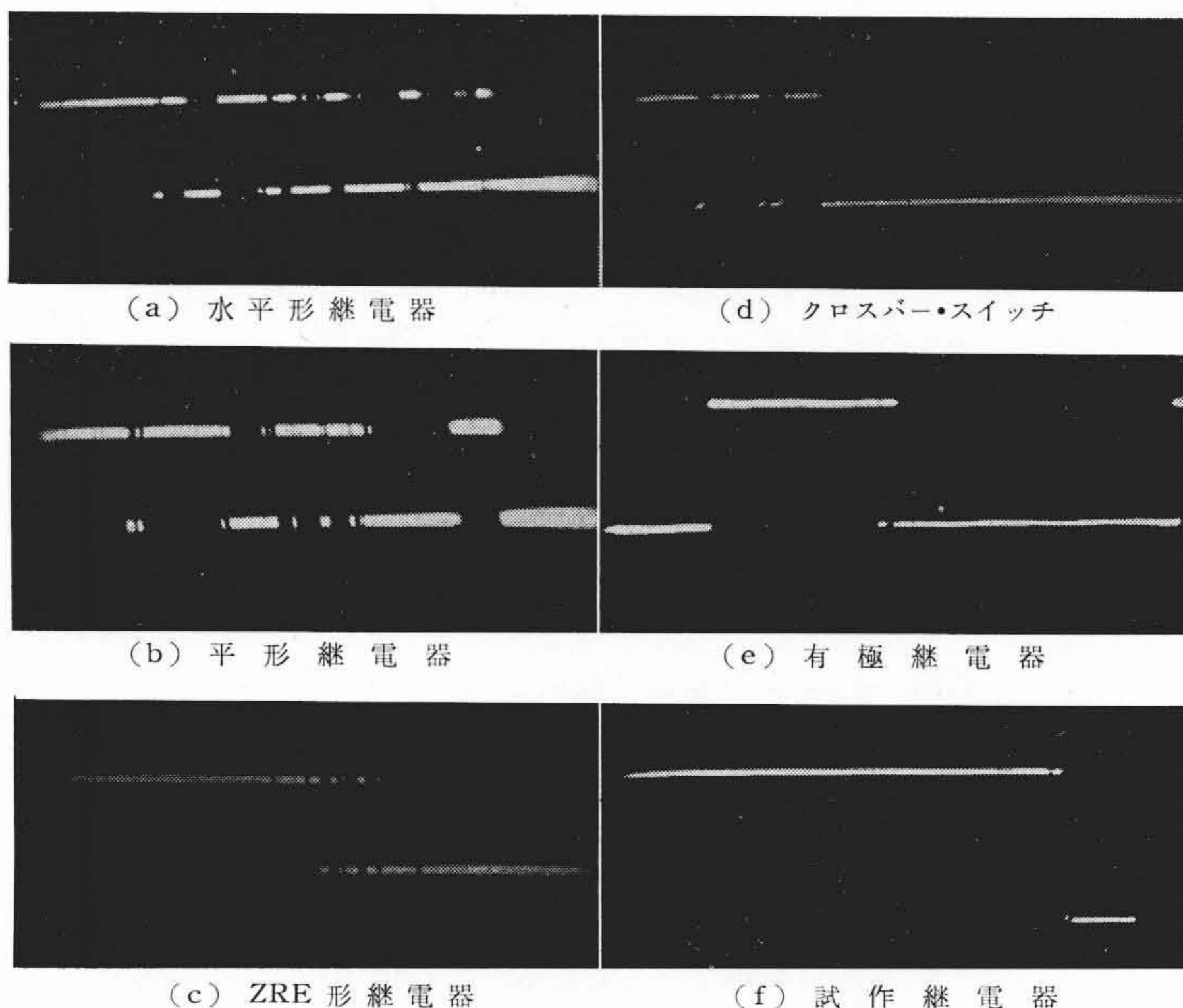
継電器の寿命を長くするためには、静的特性より、むしろ動的特性の測定が重要であつて、衝突による振動の測定により、各部の動作状況を知り、改善の方法を決定することができる⁽³⁴⁾。とくに、接点が閉成開放したときの振動は、接点の寿命を直接決定する。この測定も各種の方法があるが、分解能を高め、寿命に影響する範囲で周波数の高い短時間の振動を測定することは容易ではない。第17図に日立製作所において



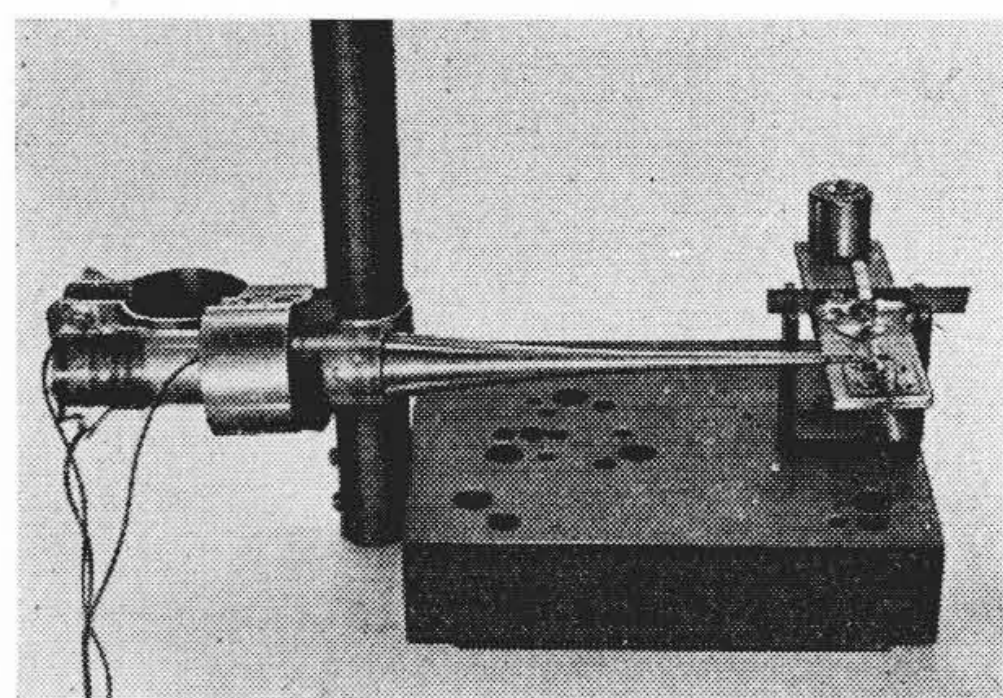
第15図 磁化特性測定例
Fig. 15. Example of Magnetization Characteristics in Transient



第16図 作動時間測定器
Fig. 16. Measuring Set for Operating Time



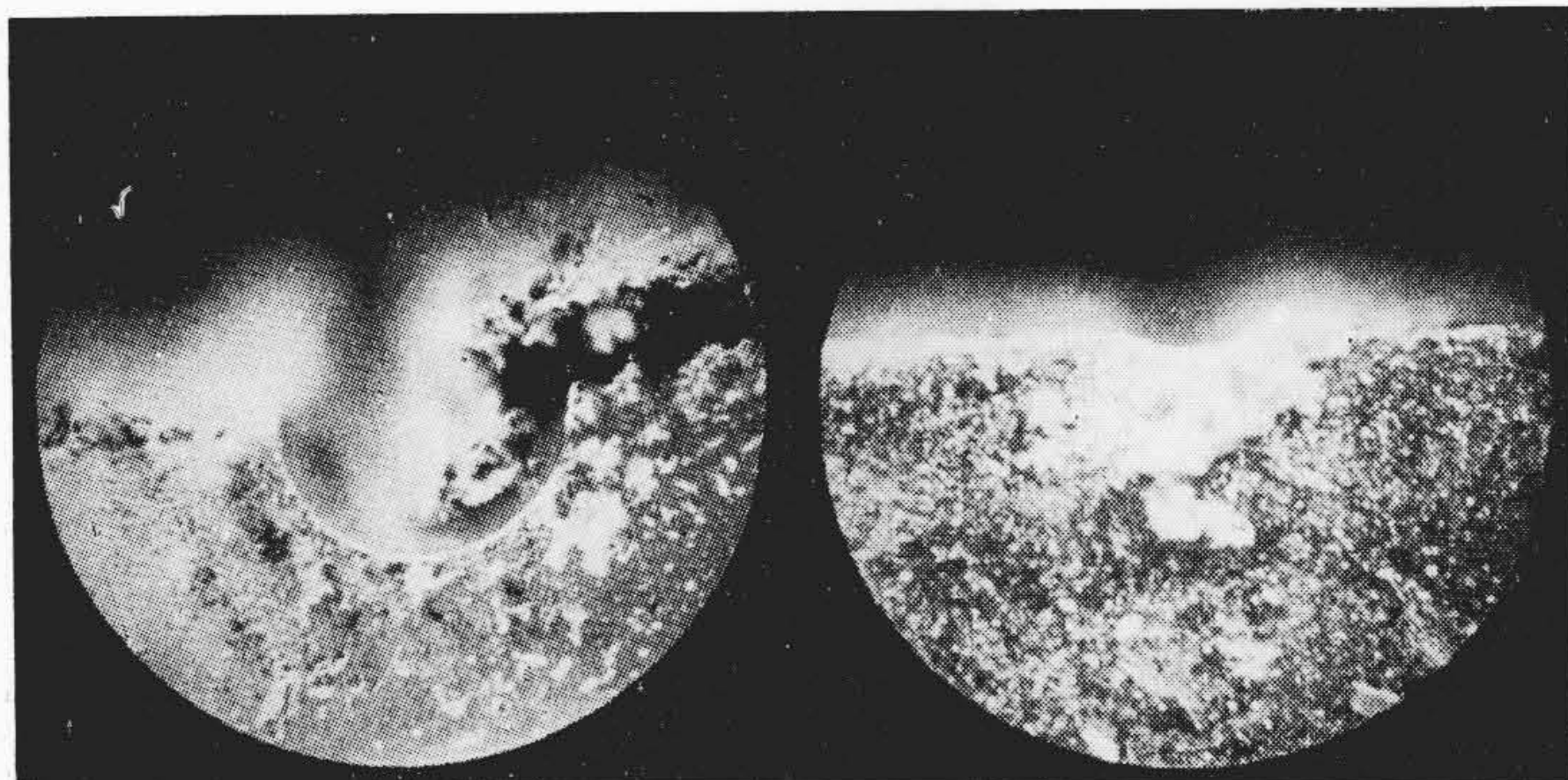
第17図 接点振動測定例
Fig. 17. Examples of Chattering Measurement



第18図 チタン酸バリウム磨耗測定器
Fig. 18. Wear Measuring Set by Barium Titanate Ceramics

測定した接点振動状況の一例を示す。

(5) 磨耗の測定



(a) 磨耗の多い例

(b) 磨耗の少ない例

第19図 チタン酸バリウム磨耗測定器による磨耗試験結果の例

Fig. 19. Example of Wear Testing Result by Barium Titanate Ceramics Wear Measuring Set

前項と同様に継電器の磨耗を測定することは、長寿命化に不可欠である。とくにこの場合、実際の使用状況と似た状態での促進試験が必要である。第18図はチタン酸バリウムを使用し⁽³⁵⁾、18kcの振動により10億回の磨耗状況を1日で求められる装置で、第19図は、この装置によつて試験した試料の例である。

〔IV〕 そのほかの機器の開発

以上のほかに、特殊な用途に応じたマルチコンタクトリレー⁽³⁶⁾、有極継電器その他の機器も、それぞれの回路方式の使用目的に応じ、取扱い容易で、品質の優秀な製品を納入するよう努力中である。また、現用交換機に使用されている各種の機器も、需要家各位の御批判によつて、取扱いの容易化、小型化と品質の向上の面より再検討中であり、引続いて報告する予定である。

〔V〕 結 言

現用の電話交換方式に比べて、飛躍的に取扱いの容易化、速動、長寿命を要求されるクロスバー方式について、日立製作所において実用化しつつある概況を御報告した。これらはいずれも需要家各位の御要望にそうよう、たゆまぬ努力をつづけて、安定高性能な交換機を製作すべく努力中である。御批判をいただければ幸である。

終りに、種々御指導を賜わつた日本電信電話公社交換課米沢課長はじめ関係各位、納入機器について種々有益な資料をいただいた需要家各位、また御協力いただいた日立製作所日立、中央研究所、日立、多賀、亀戸、亀有、絶縁物、戸塚工場および日立金属冶金研究所、安来工場、日立電線工場の関係各部課の皆様にあつく御礼を申し上げ、今後の御指導御鞭撻をお願いするしだいである。

参 考 文 献

- (1) 渡辺：クロスバー式自動交換機の試作研究について 日立評論，36 9 (昭29-9)
- (2) F. J. Scudder, J. N. Reynolds: Crossbar Dial Telephone Switching System, B.S.T.J, 18 1 (1939-1)
- (3) C. C. Barber: The Post-War Crossbar Switch, B. L. R. 34 5 (1956-5)
- (4) 川田：ケログ・クロスバー方式の変遷，施設 6 11 (昭29-11)
- (5) 高井：百万人のクロスバー(その2)，施設 7 7 (昭30-7)
- (6) E. A. Wiberg: The Crossbar Switch-Its Design and Manufacture, Ericsson Review No.2 (1949)
- (7) S. Vigren, W. Broberg: The Switch and the Development of Crossbar System in Sweden, Ericsson Review No.2 (1949)
- (8) F. Gohorel: Pentaconta Dial Telephone Switching System, Elec. Comm. 31 2 (1954-6)
- (9) J. Kruithof M. den Hertog: Mechanoelectronic Telephone Switching System, Elec. Comm. 31 2 (1954-6)
- (10) J. Bernutz: Der Koordinatenshalter KS 53, FTZ 7, 4 (1954-4)
- (11) 田島，菊地：日立クロスバースイッチの特性 日立評論 37 10 (昭30-10)
- (12) 三井，菊地，海野：日立クロスバー・スイッチの特性(第2報) 日立評論 38 7 (昭31-7)
- (13) 西口，クロスバー交換機用フィンガの制動について 通学会大会 (昭30)
- (14) 小林，中村，成田：通信機工場における品質管理 日立評論 別冊11 (昭29-11)
- (15) 日本電信電話会社仕1,200号 水平形継電器仕様書
- (16) K. W. Graybill: Characteristics of Strowger Relay, Automatic Telephone (1931-3~12)
- (17) 窪小谷，富田：水平形継電器設計基準の研究，日本電信電話公社電気通信研究所成果報告 No. 477 (昭29-3)
- (18) 日本電信電話公社 仕70号 70号形継電管仕様書
- (19) 大滝：70号形継電器，Fuji 24 31 32 (昭26, 27)
- (20) 日本電信電話公社 仕127号 R系列平形継電器仕様書
- (21) S. P. Shackleton: Relays in the Bell System, B. S. T. J. 3 1 (1924-1)
- (22) D. D. Miller: Design Characteristics of Electromagnets for Telephone Relays, B. S. T. J. 3 2 (1924-4)
- (23) R. Barker B. Sc.: Design of Relays for Automatic Telephone Equipment Circuit With Special Reference to Relay Type 3,000, P.O.E. F. 26 1 (1933-4)
- (24) H. N. Wager: The U-Type Relay, B. L. R. 26 5 (1938-5)
- (25) F. A. Zupa: The Y-Type Relay, B. L. R. 26

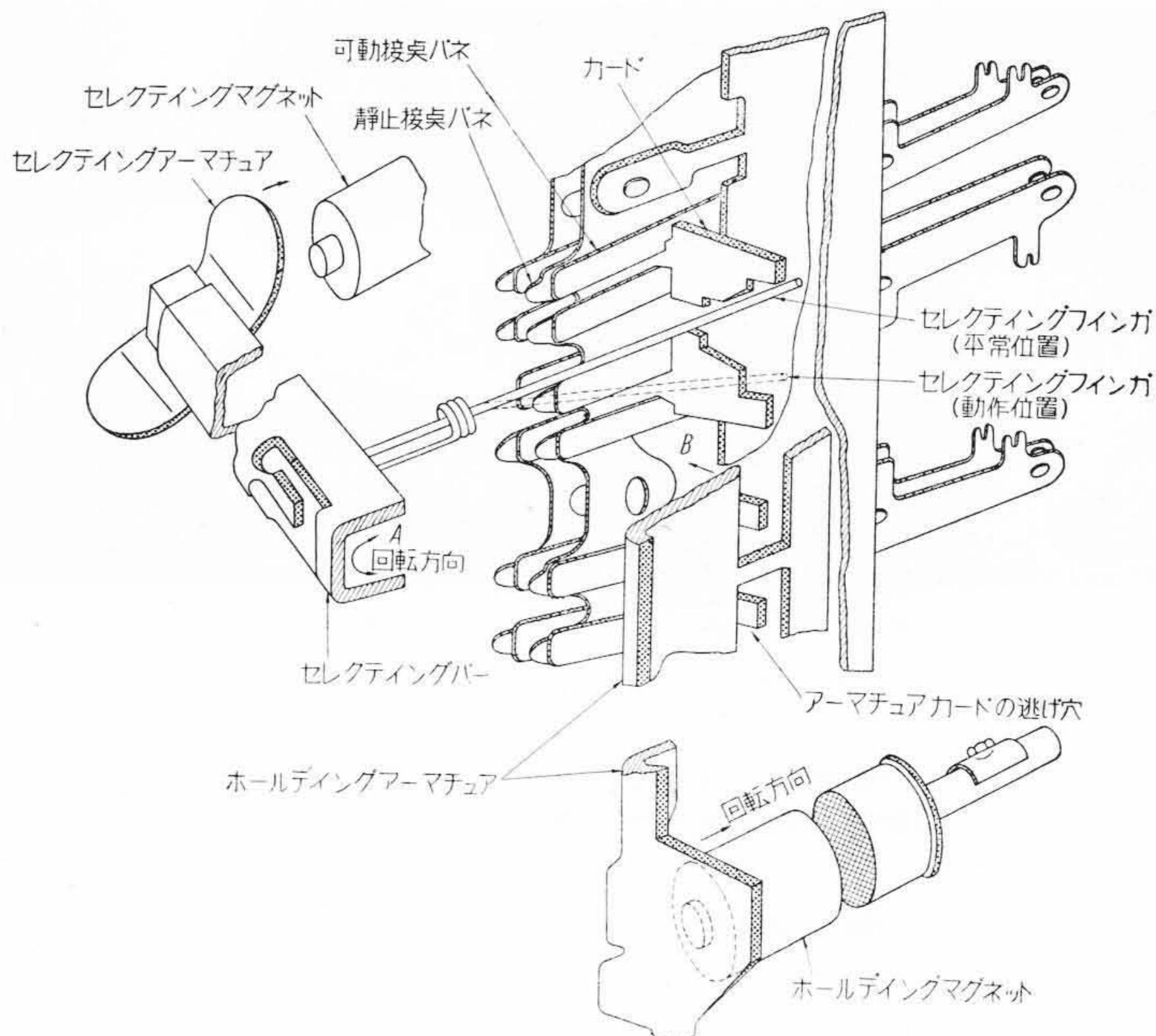
- 5 (1938-5)
- (26) H. M. Knapp: The UB Relay, B. L. R. 37 10 (1949-10)
- (27) W. C. Slauson: Improved U, UA, and Y Type Relay, B. L. R. 39 10 (1951-10)
- (28) A. C. Keller: A New General Purpose Relay for Telephone Switching Systems, B.S.T.J. 31 6 (1952-11)
- (29) K. G. Hansson: The Assumptions for Economic Maintenance of L. M. Ericsson's Automatic Telephone Exchanges, Ericsson Review No. 4 (1955)
- (30) 昭和28年度における日立技術の精果 日立評論 P.162 36 1 (昭29-1)
- (31) 昭和29年度における日立技術の精果 日立評論 P.154 37 1 (昭30-1)
- (32) 三井, 大沢, 山内: 日立双子接点水平形継電器 日立評論 37 8 (昭30-9)
- (33) R. L. Peek Jr., H. N. Wager: Magnetic Design of Relays, B. S. T. J. 32 1 (1954-1)
- (34) 西口: 衝突振動測定法とその応用 日立評論 37 5 (昭30-5)
- (35) W. P. Mason, S. D. White: New Techniques for Measuring Force and Wear in Telephone Switching Apparatus, B. S. T. J. 31 3 (1952-5)
- (36) 三井, 海野: クロスバー交換機用マルチコンタクトリレー 日立評論 37 11 (昭30-11)

(附) クロスバー・スイッチの動作原理と寿命試験方法

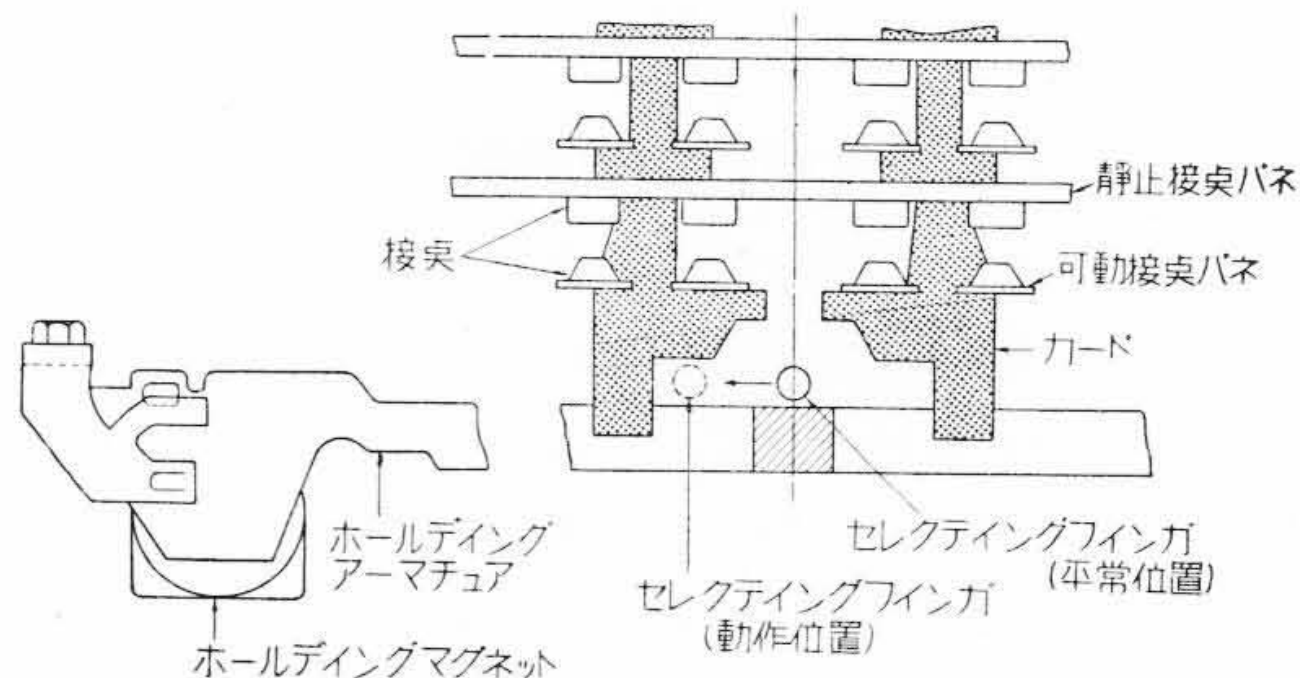
日立EA22形クロスバー・スイッチの動作原理を第20図および第21図により説明する。ほかの形のクロスバー・スイッチも原理的に同様な機構で動作する。

(1) まず第19図において、セレクトイング・マグネットが励磁され、セレクトイング・アーマチュアが吸引されるとセレクトイング・バーがA方向に回転し、セレクトイング・フィンガは点線の位置に変位する。

(2) ついで、ホールディング・マグネットが励磁されると、ホールディング・アーマチュアが吸引され、B方向に変位する。このとき、第20図に示すようにフィンガーが、アーマチュアの逃げ穴をふさぎ、アーマチュアは、このフィンガーを介してカードを押し、カードは可動接点バネを押し上げる。アーマチュア上にならんだほかの可動接点バネは、フィンガーが逃げ穴をふさがないので、アーマチュアが動作しても、カードは逃げ穴のため押し上げられず、したがって可動バネを動作させない。



第20図 クロスバー・スイッチ動作原理図(1)
Fig. 20. Operating Mechanism of Crossbar Switch (1)



第21図 クロスバー・スイッチ動作原理図(2)
Fig. 21. Operating Mechanism of Crossbar Switch

い。

(3) これがすむとセレクトイング・アーマチュアの励磁は終り、バーはもとの位置に復し、フィンガーは、中正点にもどるが、カードとアーマチュアにはさまれたフィンガーのみは、変位した状態で保持される。そして引づき、次の信号ではほかのセレクトイング・マグネットが励磁されうる状態で待機するわけである。

(4) ホールディング・マグネットは励磁をつづけ、通話が終了したとき、はじめて励磁が終つて、ホールディング・アーマチュアが復旧し、カード、可動接点バネはもとの位置にもどる。

本文にあげた寿命試験は、次の方法で行っている。

(1) 10個のセレクトイング・マグネットのうち一つおきに5個を励磁して、5本のセレクトイング・バーを

全部一方（たとえば上方）に回転させる。

(2) 20個のホールディング・マグネットのうち10個のマグネットを励磁して、 20×5 本のフィンガのうち 10×5 本のフィンガを介して、 20×10 組の接点バネ群のうち 10×10 組の接点バネ群を動作させて保持する。

(3) 5個のセレクトイング・マグネットの励磁をとりてセレクトイング・バーを復旧させる。

(4) 残りの5個のセレクトイング・マグネットを励磁させ、セレクトイング・バーを前と逆方向（たとえば下方）に回転させる。

(5) 残りの10個のホールディング・マグネットを励磁させ、残りの 10×10 組の接点バネ群を動作させる。こ

の状態では、全接点バネ群が動作し、 20×5 本のセレクトイング・フィンガは、 10×5 本は一方（たとえば上方）に、残りの 10×5 本は他方（たとえば下方）に拘束されているわけである。

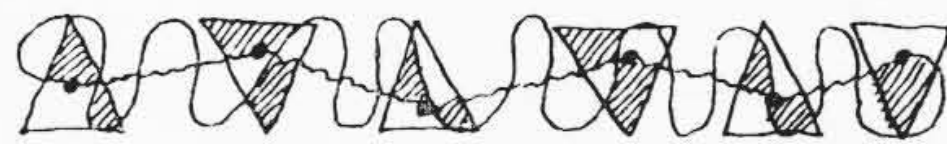
(6) 全マグネットの励磁をとりて復旧させ、ふたたびこれをくりかえす。

実際に1本のセレクトイング・バーにとりついた20本のフィンガのうち、10本が同一方向に拘束された状態で、次の信号が逆方向に励磁される場合は、確率的にみてまずおこりえず、この試験は、非常に苛酷な状態であるといえる。



製 品

紹 介



40回線1号C共電式構内交換機

40-Line No. 1-C C.B. P.B.X. Switchboard

この交換機は磁石式、共電式および自動式のどの方式の局に対しても使用できる単式共電式交換機で従来使用されてきた40回線1号A共電式構内交換機の長所を採った改良型で、ポジションダイヤル方式とステーションダイヤル方式の両機能を有し、電々公社の指定標準品である。

外観実装は第1図の通り従来のものとほとんど変りがないが、その動作機能はまったく改良されており使用者にとってきわめて便利になっている。

仕様および機能の概略は次の通りである。

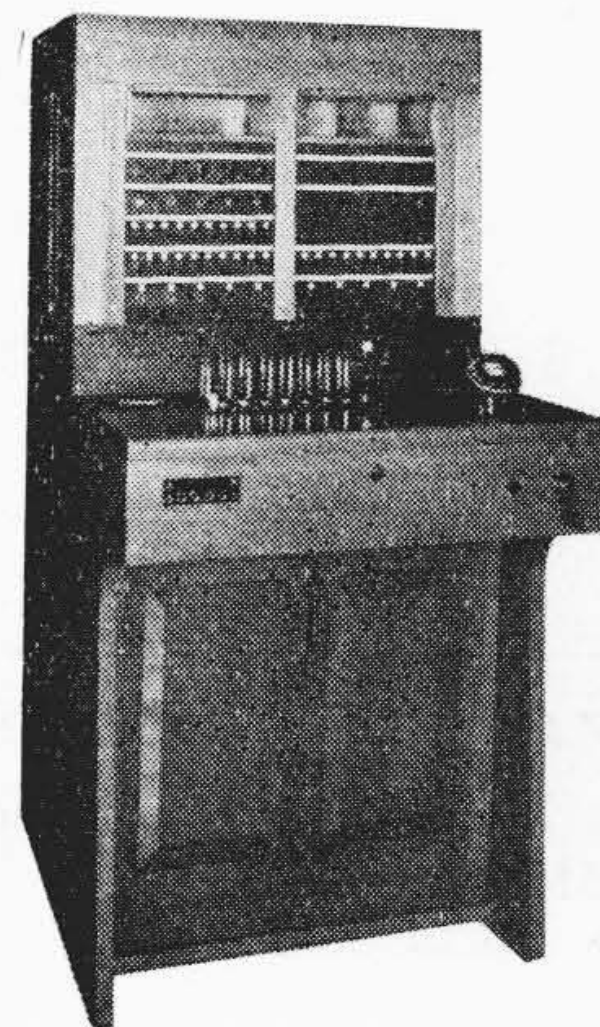
- (1) 筐 体 1台1座席2パネル型 単式
- (2) 材料および塗装 桜および桂材、電々公社指定 P.B.X 色（淡橙色）

- (3) 回路の容量および実装
各種回路の最初実装数により1号CAと1号CBの2種にわかれ容量実装は下表の通りである。

回 路 名	容 量	実 装	
		1号CA	1号CB
局 線	8	4	5
継電器式内線	5	5	5
無継電器式内線	35	15	25
接 続 紐	10	6	8
そ の 他	1式	1式	1式

- (4) 機能概略

- (A) 動作電圧 24V
- (B) 線路抵抗
共電式局局線 800Ω



第1図 40回線1号C共電式構内交換機
Fig. 1. 40-Line No. 1-C C.B. P.B.X. Switchboard

- A形自動式局局線 1,000Ω
- H形自動式局局線 1,200Ω
- 磁石式局局線 1,000Ω
- 継電器式内線 400Ω
- 無継電器式内線 200Ω

- (C) ステーションダイヤルおよびポジションダイヤルの機能を有する。

ただしステーションダイヤル方式の場合は内線線路抵抗と局線線路抵抗の和がA形自動式局では 1,000Ω、H形自動式局では 1,200Ωまでの地域に使用できる。

- (D) どの方式の局にも一部の布線変更で使用できる。そのほか電線公社の技術基準に定められた各種機能を有している。

1 号 C ラインファインダ

No. 1-C Line Finder

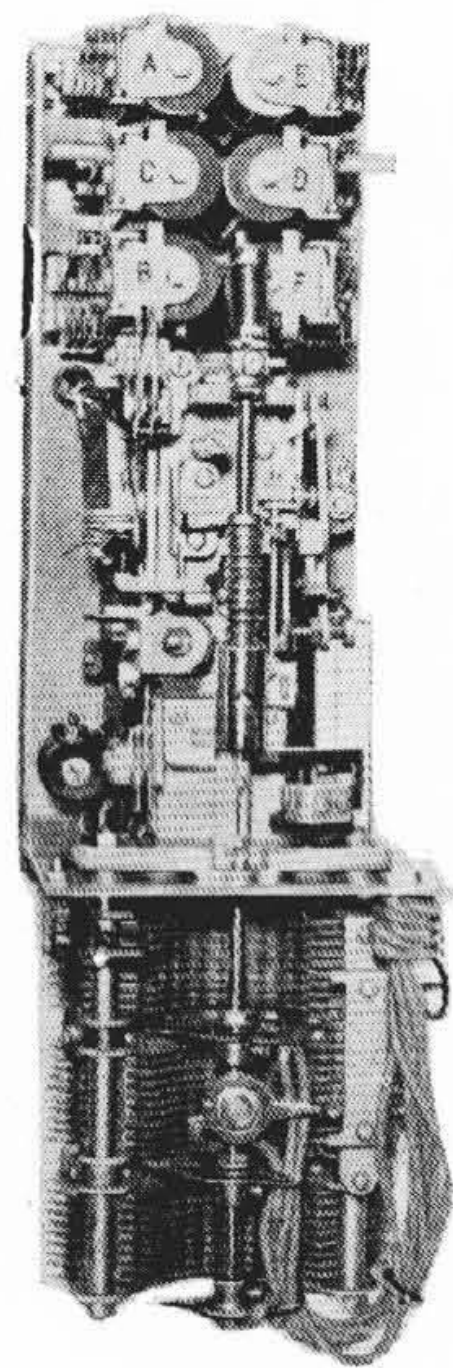
現在電話局で使用している A 形ラインファインダは、上昇、回転、捕捉の機能に、機構および回路上の欠陥があり障碍の原因となつてきた。

日立製作所においては、昭和25年日本電信電話公社電気通信研究所の依頼により、協同して改良型ラインファインダの設計に着手し、四次にわたる試作実験を経て、今回最終案たる 1 号 C ラインファインダの寿命試験に成功した。

本品の主な特長は、電磁石のインタラプタスプリングとしてメーク接点を使用することにより動作の確実化を図ると同時に、RT 線回路と捕捉回路を分離して、捕捉、二重接続、切換接点の磨耗、バンク絶縁物の焼損などの点で改良され、さらに保守の簡易化を考慮して若干の機能が追加された。

本品を搭載するシェルフ、ユニット類、は従来のものがそのまま使用できるので、新設局はもちろん既設局に

第 1 図 1 号 C ラインファインダ
Fig. 1. No. 1-C Line Finder



においても現在使用されている 1 号 A ラインファインダおよび 1 号 B ラインファインダと置かえられる特長を有している。

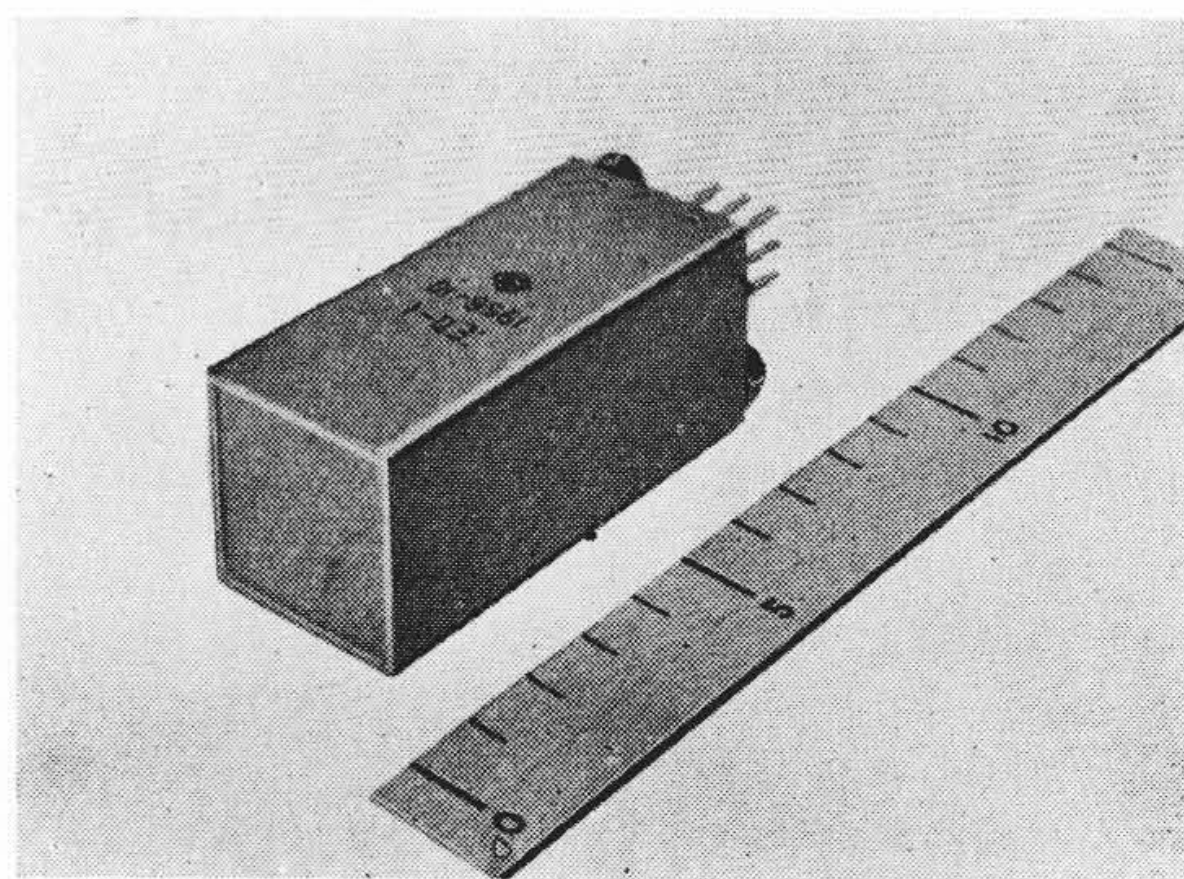
ED 形マグデンサ (磁気蓄積装置)

ED Type Magdenser (Magnetic Core Memory Apparatus)

電話交換機などで、数字その他の符号を蓄積するには従来、通常の継電器の組合せで行つていたが、日立製作所では、今回、矩形ヒステリシス・ループを有する磁性材料の使用により、小形でしかも長寿命の蓄積装置を完成した。これが ED 形マグデンサである。

この原理は、矩形ヒステリシス・ループ特性のコアに、入力、出力および検出用巻線を巻き、必要な符号パルスを入力巻線に与えることにより、コアは磁化され出力巻線で検出可能となるようなエネルギーを保持する。必要なときに、検出巻線に符号を与えると、蓄積されたエネルギーを出力巻線から取出すことができる。

ED 形マグデンサは、このコア 5 個を 1 組としてケースに封入し、巻付配線可能な棒状端子をつけたもので、0～9 の数を、いわゆる 2 out of 5 の組合せで蓄積するので、出力巻線から取出したエネルギーは、電話用有極継電器を動作させるのに十分な大きさである。この特長は、運動部分がないため、寿命が半永久的であることと、



第 1 図 ED 形 マグデンサ
Fig. 1. ED Type Magdenser

小形のことであつて、従来の継電器を組合せた場合と比較すると次のようになる。

	マグデンサ	継電器の組合せ
取付面積 (mm)	30×30	265×37
鉄板上の高さ (mm)	76	98

マグデンサは主として、電話交換機の自動交換証作成装置などに使用されているが、この特長を生かして、その他の符号蓄積用に、広い用途を有すると思われる。