

ワイヤスプリング・リレーの実用化

Practical Operation of Wire Spring Relay

小林 季 八* 田 島 喜 平 太*
Kihachi Kobayashi Kiheita Tajima
三 井 忠 夫* 鈴 木 弘 也*
Tadao Mitsui Hiroya Suzuki

内 容 梗 概

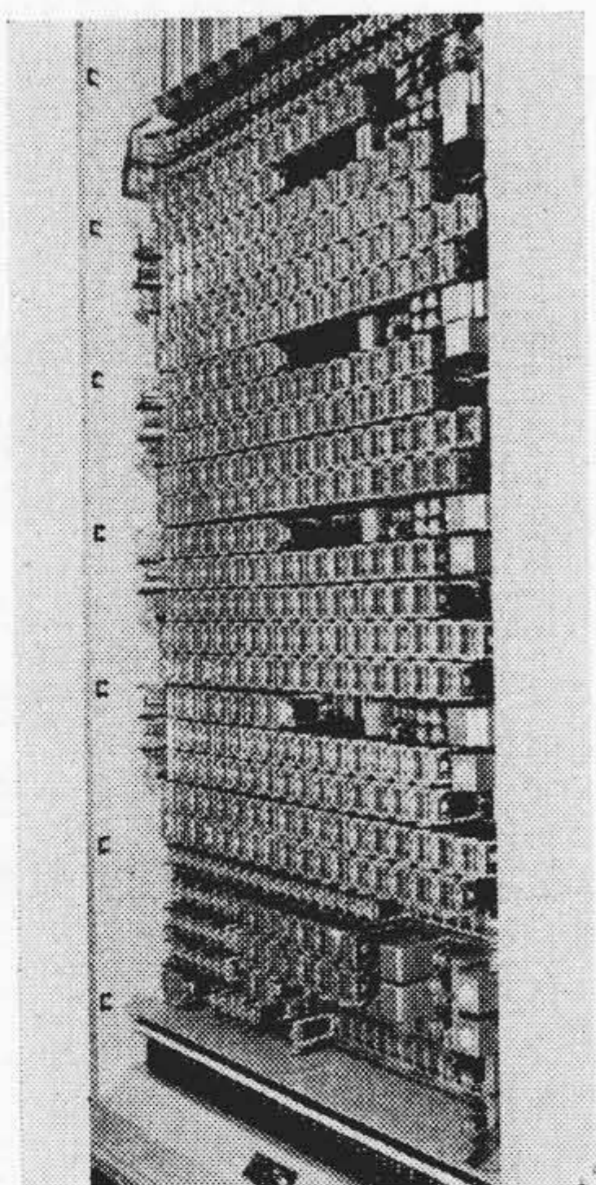
クロスバー電話交換方式は、現用ストロージャ方式に比し、飛躍的に加入者サービスを向上するが、現用機器より、はるかに長寿命、速動で保守の容易な機器を必要とする。ワイヤスプリング・リレーは、これに、最も適したリレーである。

このリレーは、製造にあたって数多くの、まったく新しい生産技術を必要とし、また高精度の測定器による特性の検討を行わなければならない。

日立製作所においては昭和29年この実用化を開始し、生産技術の開発、測定器の整備、品質管理サークルによる組織的な試作実験と、多くの保証試験を行つた結果、昨年より、従来のリレーに比べて数十倍の寿命と、数分の一の動作時間を有し、均一安定で保守の容易な製品を完成して顧客に納入した。

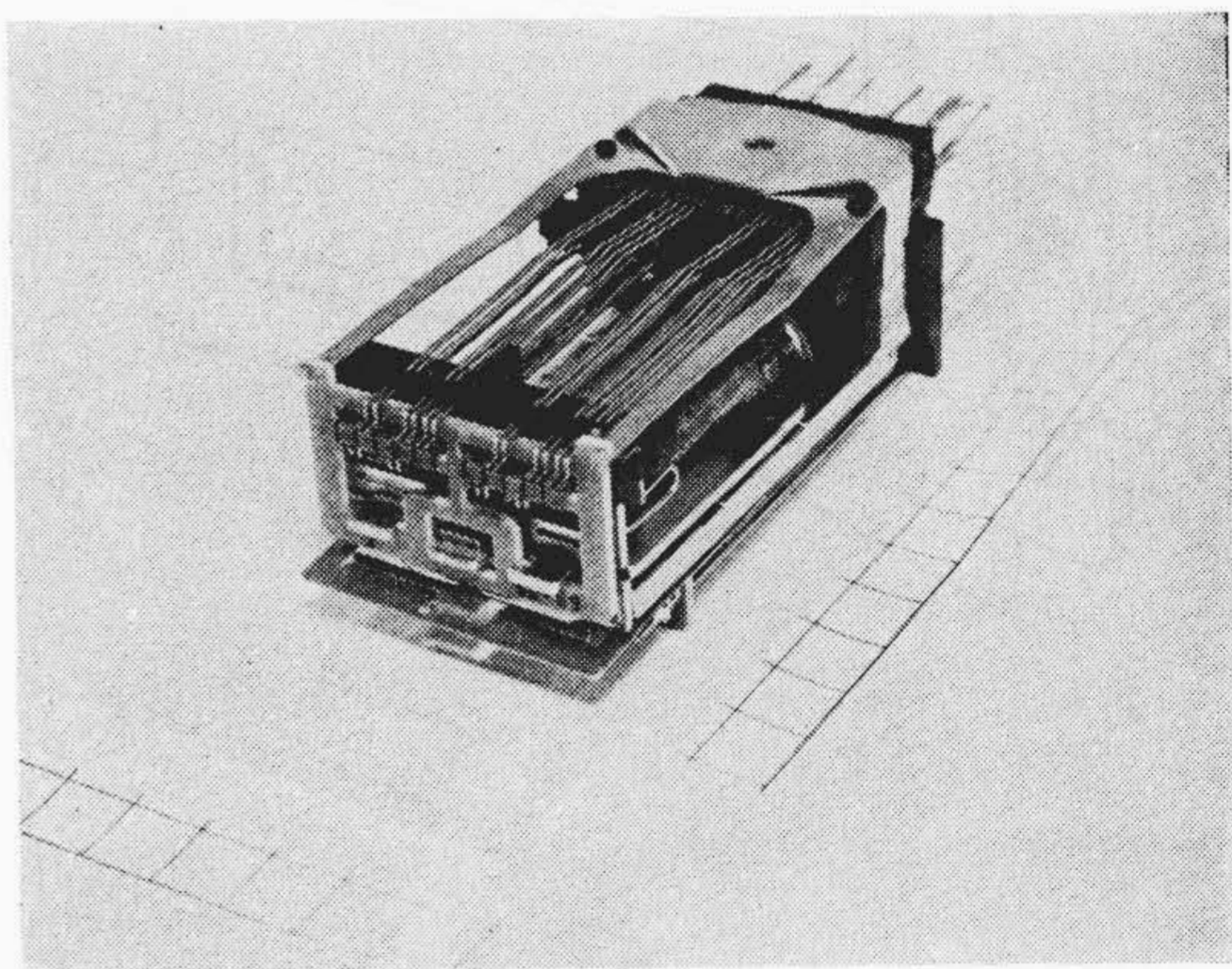
1. 緒 言

クロスバー電話交換方式が現用ストロージャ方式に比べて、多くのすぐれた特性を有し、サービスの向上のために、電話交換方式がクロスバー方式に移行する必要があることは、すでにたびたび報告したが⁽²⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾、この方式の特長の一つである共通制御方式が、十分その機能を発揮するためには、使用機器の作動時間が短く、寿命が長いことを必要とする。交換機に使用する一般用継電器についても、この見地から各種の継電器が製造されている⁽⁷⁾。ワイヤスプリング・リレーは、米国ベル・システムにおいてこの目的のため多年にわたる苦心の結果、



第1図 交換機に取り付けられたワイヤスプリング・リレー

開発実用化されたもので、特にウエスタン・エレクトリック方式のクロスバー交換機に、最も適した特性を有している。日立製作所においては昭和29年より、このリレーの開発実用化を開始してきたが、昭和32年日本電信電話公社ならびに関西電力株式会社大阪火力発電所などに納入し、すでに予期どおりの好成績で運転中である。第1図に、この一例を示した。以下にその概要を報告して、御批判をおおぎたいと思う。



第2図 ワイヤスプリング・リレーの外観 (AF形リレーの場合を示す)

2. ワイヤスプリング・リレーの構造と種類

ワイヤスプリング・リレーは、クロスバー交換機用継電器として、既存の継電器に対して次の点の改良を目標として製造されている。

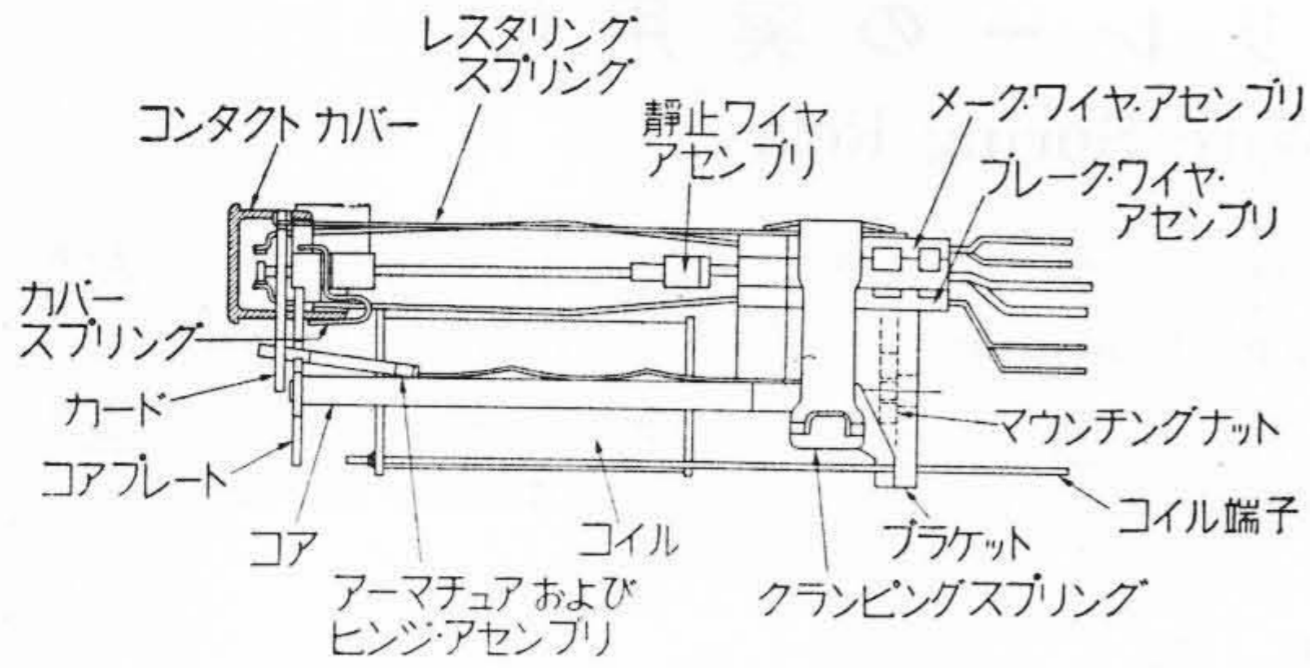
- (1) 長寿命であること。
- (2) 接点の開閉動作が確実であること。
- (3) 消費電力が少ないこと。
- (4) 速動用としては、動作および復旧時間が短いこと。
- (5) 量産に適した構造であること。

以下に、このリレーの構造および種類について述べる。

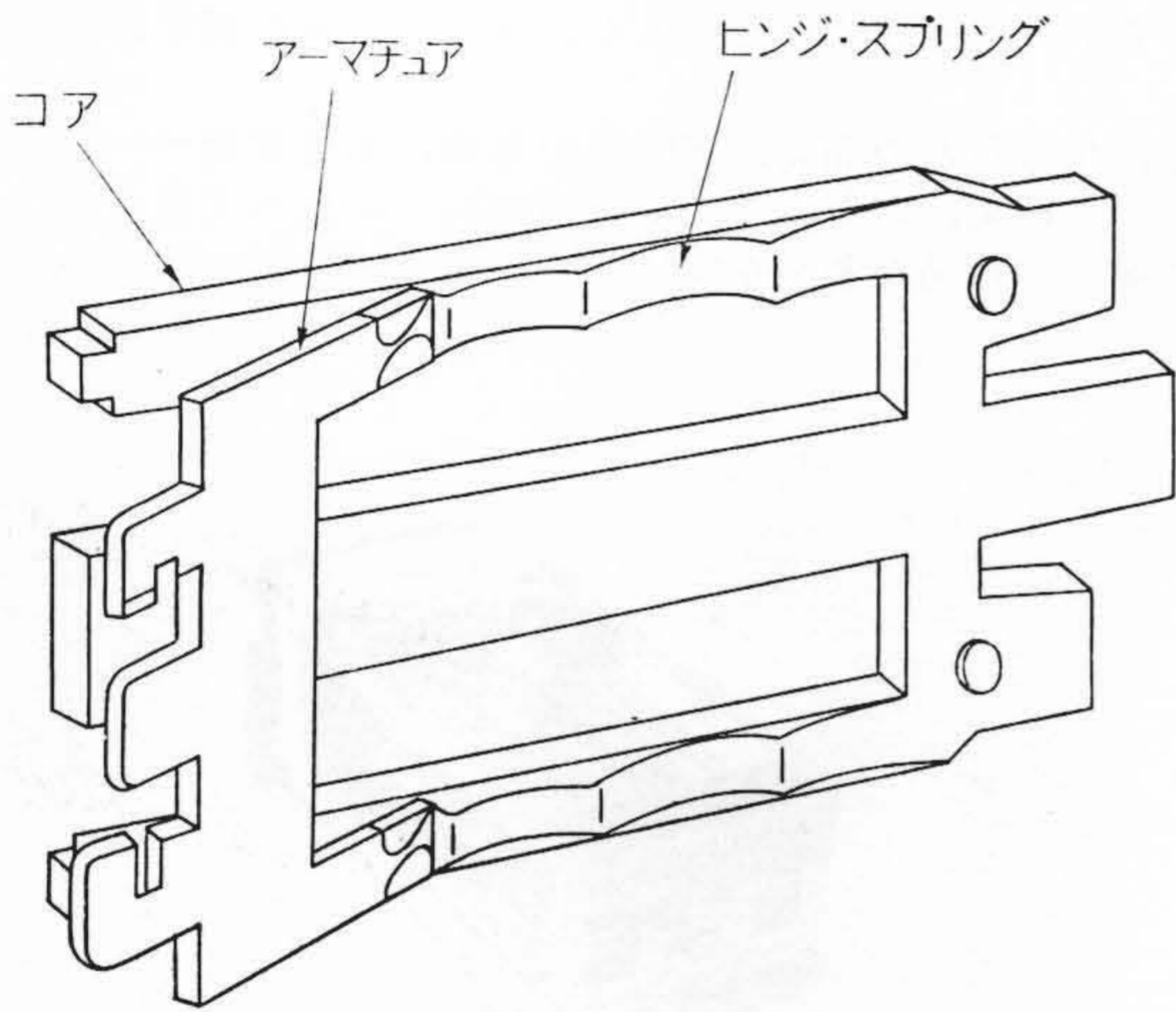
2.1 ワイヤスプリング・リレーの構造

第2図に、AF形リレーの外観写真、第3図に構造の一例を示した。磁気回路は第4図に示したように、厚いE字形の打抜鉄心の上に、薄いアーマチュアがあり、アーマチュアの脚部はヒンジ・スプリングによつて、コア

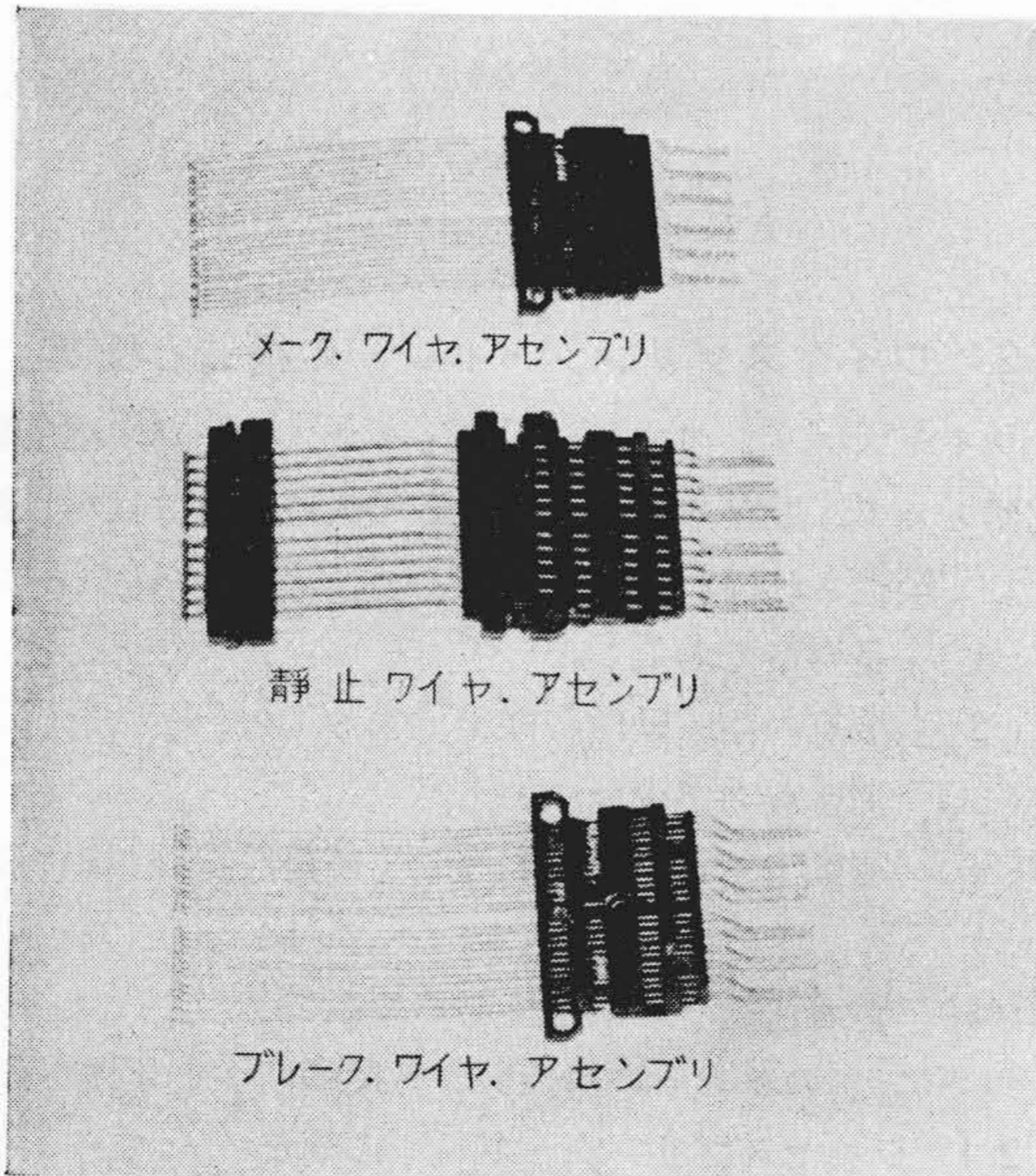
* 日立製作所戸塚工場



第 3 図 ワイヤスプリング・リレーの構造 (AF形リレーの場合を示す)



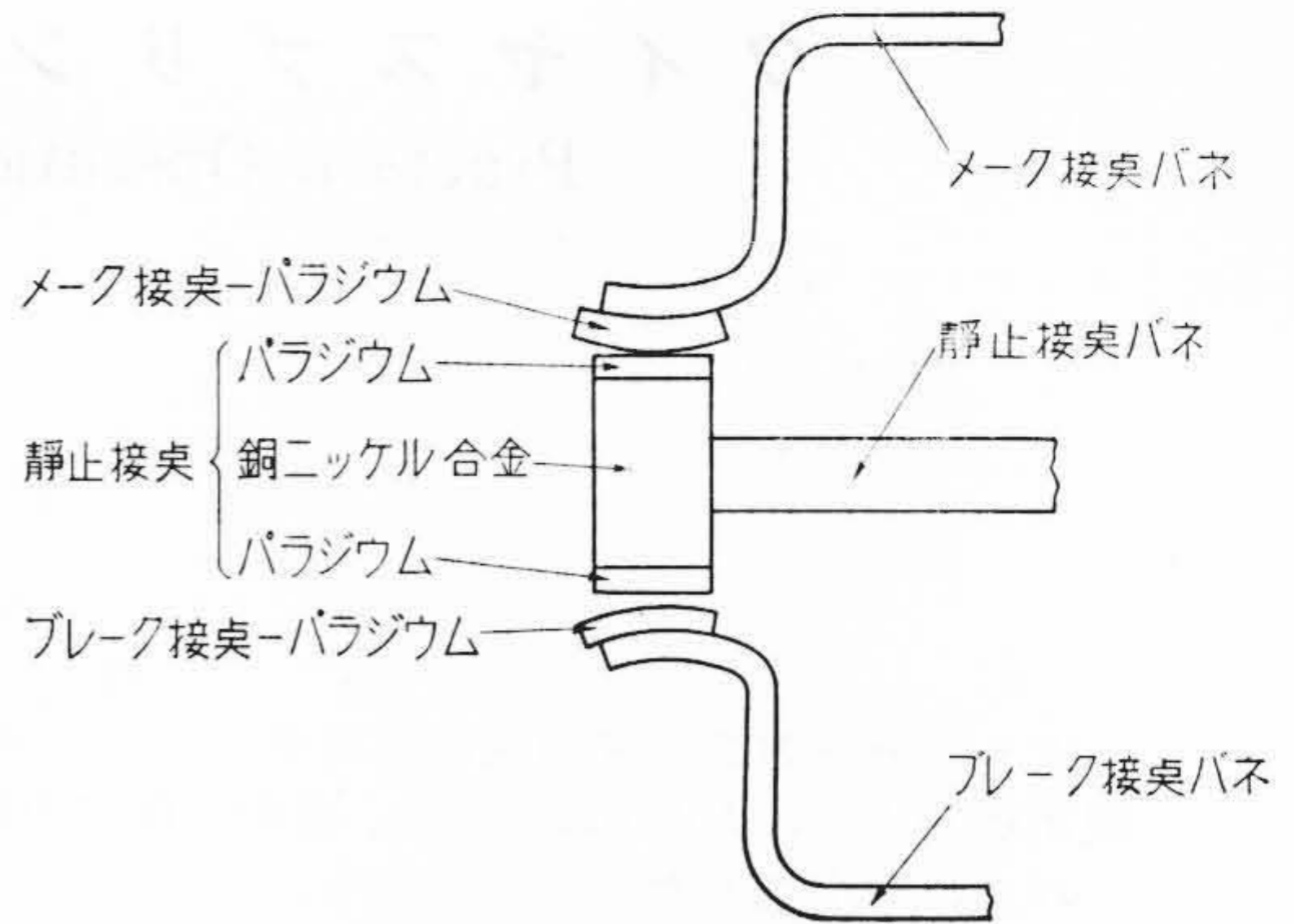
第 4 図 ワイヤスプリング・リレーの磁気回路 (AF形リレーの場合を示す)



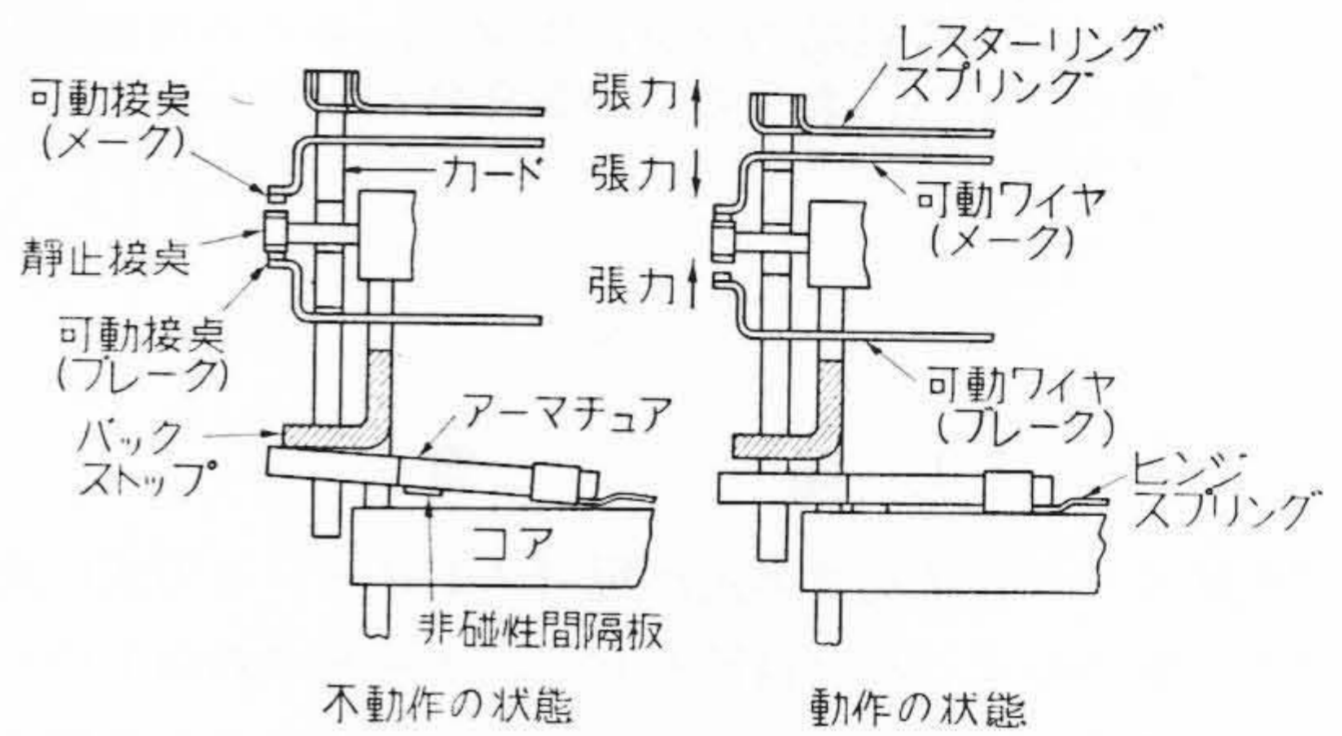
第 5 図 スプリング・アセンブリ

に加圧されている。

スプリング・アセンブリは、第 2, 3 図および第 5 図



第 6 図 接点部分の拡大図



第 7 図 接点の動作説明図

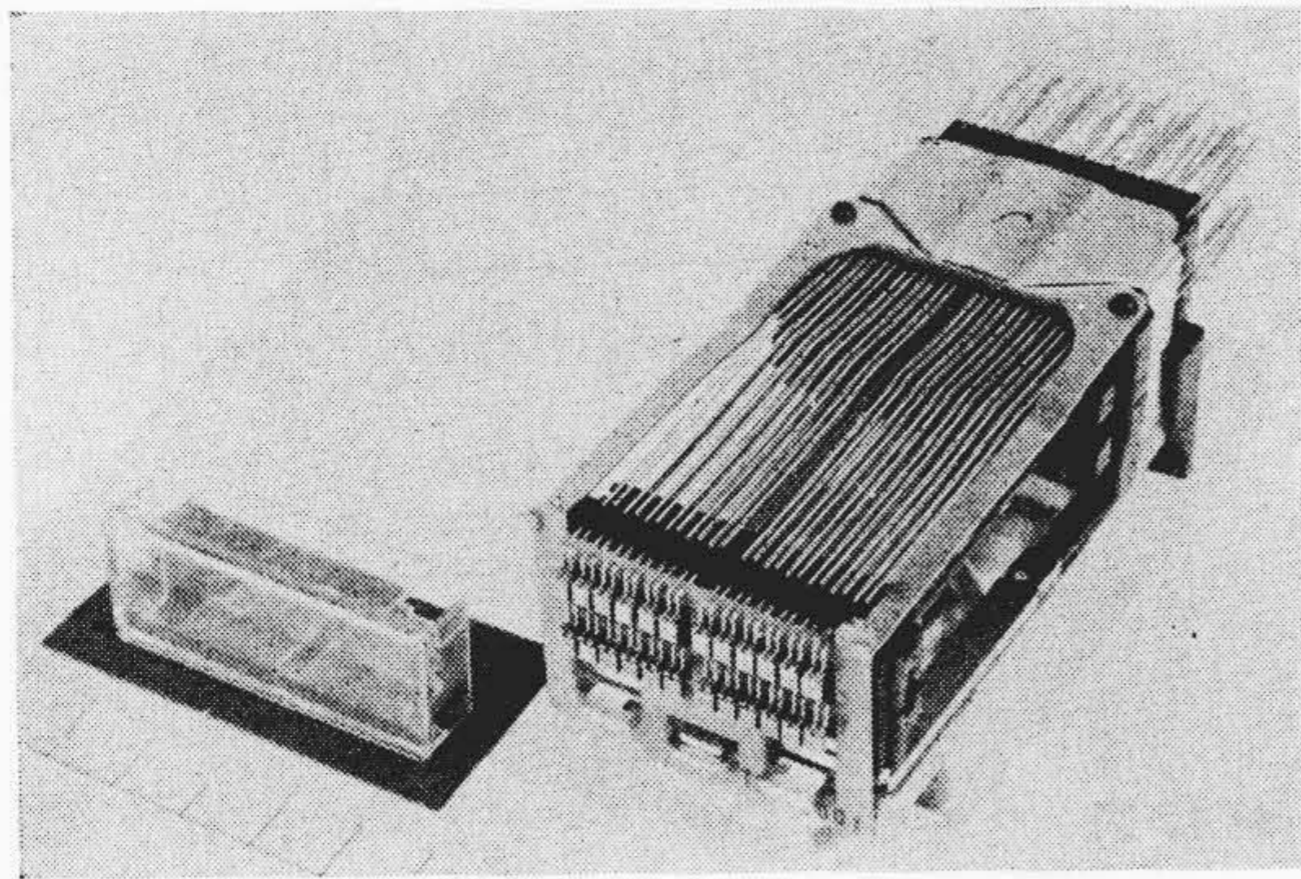
に示すように、上下 24 本の細いワイヤ・アセンブリ、中に 12 本の太いワイヤ・アセンブリがあつて、細いワイヤは 2 本ずつを 1 対とした可動接点スプリングを、太いワイヤはおのおの 1 本がこれに対向して、静止接点スプリングを形成している。各スプリングは基部をモールドされ、コア基部の上にあるモールド・ブラケットの上に重ねられて、クランプ・スプリングで押えられる。このリレーの組立には、ネジは 1 本も使用されていない。

第 6 図に示すように、可動パラジウム接点は可動ワイヤの先端側面に熔接され、静止接点は静止ワイヤの先端面に熔接されていて、後者はパラジウムを銅ニッケル合金の上にはりつけた、バイメタル型となつている。

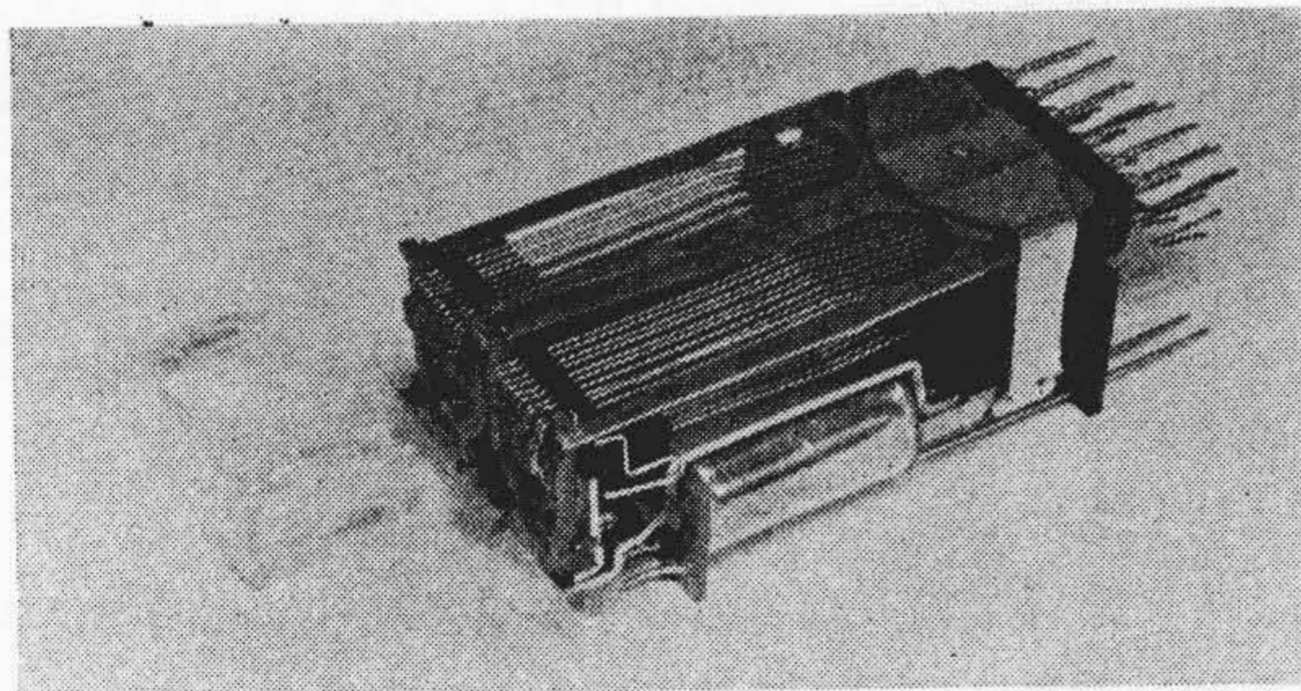
静止ワイヤ・アセンブリの前部のモールド部分は、コアの前端に取り付けられたコア・プレートの上に固定され、また、可動ワイヤ・アセンブリは、板状のカードを媒介としてアーマチュアにより駆動される。この状況を第 7 図に示す。

カードは、レスタリング・スプリングによつて、アーマチュアをつねに静止位置におくよう力が加えられ、コアプレートの一部がバックストップを形成して、アーマチュアの静止位置を規定している。

また、接点部分は透明なプラスチックのモールド・カバーによつて塵埃から保護され、このカバーは、モールド



第8図 メーク接点24組をもつた、AJ形リレー

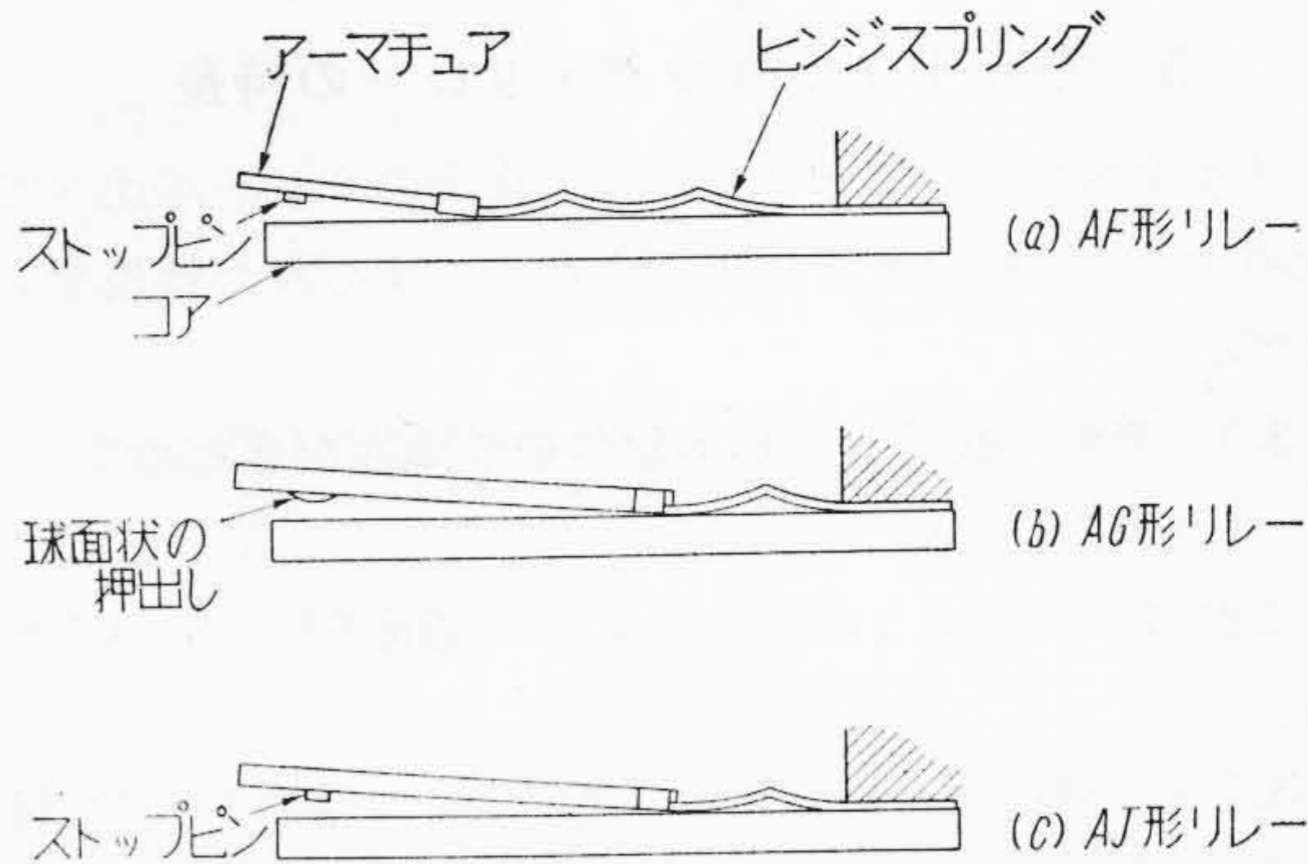


第9図 AK形リレー（2組のリレーが組合せられている）

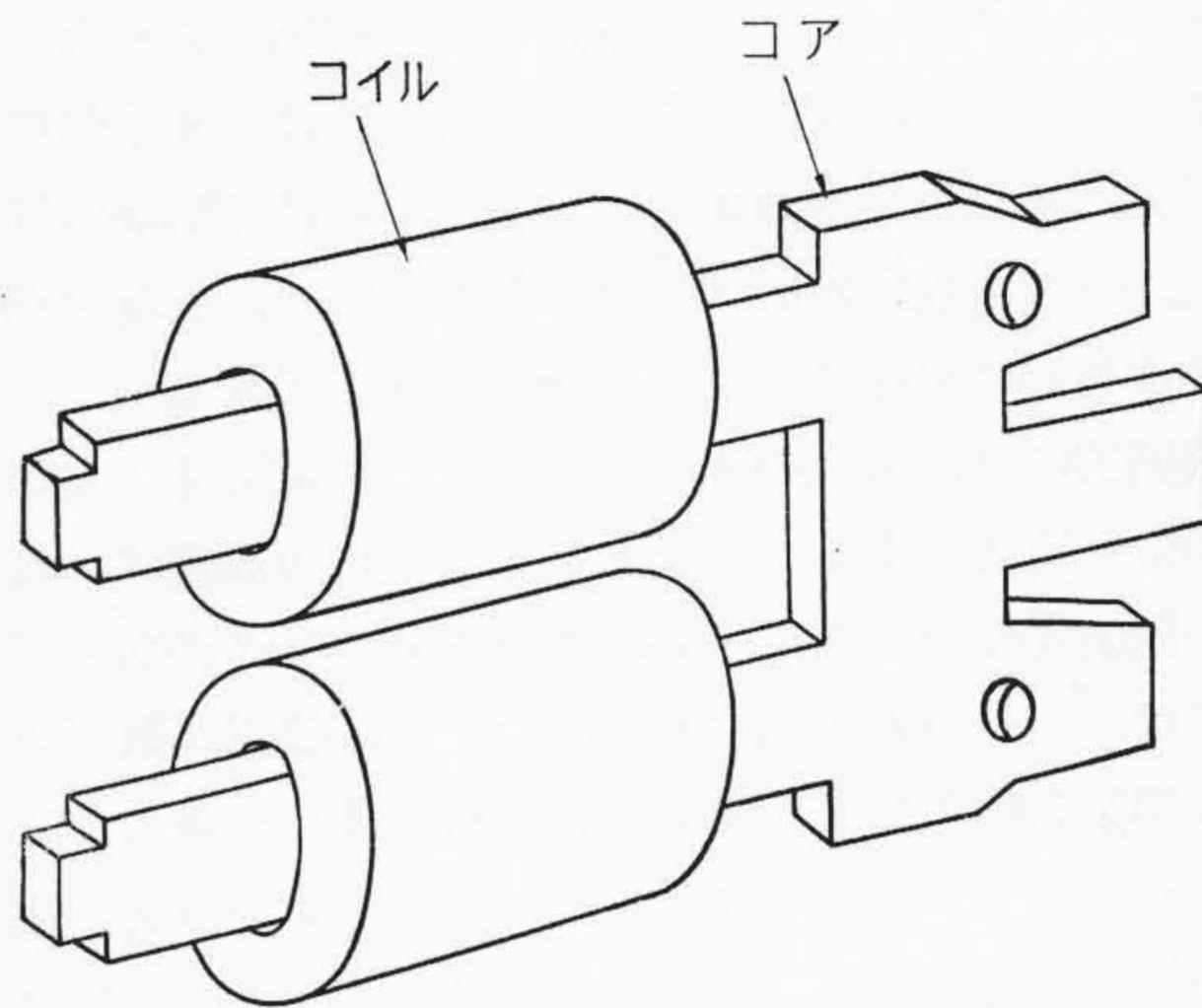
第1表 ワイヤスプリング・リレーの種類と構造上の特長

種類	用途	構造上の特長
AF形リレー	速動用 一般用 (接点18対以下の場合のみ)	(1) アーマチュアの脚部が短く、厚さが薄い。 (2) コアとの対向面に、ストップ・ピンをもつ。(第10図a)
AG形リレー	遅緩復旧用	(1) アーマチュアの脚部が長く、厚さが厚い。 (2) コアとの対向面にはストップ・ピンはなく、球面状の押し出しがある。(第10図b) (3) 標準のリレーでは、スリーブまたは銅環のついたコイルを用いる。必要とする復旧時間によって、4種類のスリーブ、または2, 4枚の銅環を選択して用いる。
AJ形リレー	速動用 一般用 (重負荷用) (接点19対以上の場合) マージナル動作用	(1) アーマチュアの脚部が長く、厚さが厚い。 (2) コアとの対向面に、ストップ・ピンがある。(第10図c) (3) 必要により ラミネード・コアを用いる。
AK形リレー	一般用 (トランスファ接点5組までをもつリレー2組として使用される)	(1) コアはそれぞれ別のコイルをもつた2本のアームをもつ。(第11図) (2) それぞれのアームに、別々のアーマチュア・カードが組合わせられ、単独に接点パネを動作させる。おのおのの磁気回路をシールドするために、コアの2本のアームの中間に、シールド板がある。 (3) ワイヤモールドは、標準のリレーのものを、そのまま用いている。

ド部分にはさんだ線状のカバー・スプリングで固定され着脱が容易である。



第10図 アーマチュアとヒンジ・スプリングの形状



第11図 AK形リレーのコアとコイル

モールドのブラケットは、その内部に二つのネジ穴をもつた鉄板をもっており、2本の取り付けネジによつて、リレー全体が架に取り付けられる。接点端子、コイル端子とも線状なので、配線はいわゆる無半田巻付接続⁽¹¹⁾⁽²⁰⁾によつて行われる。

コイルは、セルローズ・アセテート、フィルドコイル形⁽¹⁸⁾であつて、コイル端子は前部つばからさらに前方に伸びているので、リレーを架に取り付けた状態で架の前面から試験することも可能である。

2.2 ワイヤスプリング・リレーの種類

コイルは独立に3巻線まで可能であつて、バネ組合せはメーク、ブレーク、トランスファ、コンティニューイ(メーク・ビフォア・ブレーク)をあわせて12組まで可能である。さらにほかのバネより先に動作しあるいはあとで動作する組合せも実現できる。また、部品および構造の一部を変更し、第8図に示したように、24組のメーク接点をもつもの、あるいは、第9図のように、トランスファ接点5組までを、2群別々に動作させられる(すなわち、2個のリレーとして使用される)ものもある。

機能と構造とにより、第1表および第10, 11図に示すような4種類がある。

3. ワイヤスプリング・リレーの特長

ワイヤスプリング・リレーは、従来のリレーに比べて次のように、保守上、使用上きわめてすぐれた特長をもっている。

3.1 寿命が長く、しかも動作中の障害がきわめて少ない

これは、次のような理由によつて達成されたものである。

3.1.1 接点のチャタリングが著しく少ないため、接点の摩耗が少ない。

リレーの接点は、動作中接点間に生ずる、アーク、スパーク、グローの各放電によつて移転、溶着などを生じ、しだいに摩耗する。これらの摩耗を最小限にとどめ、接点の長寿命化をはかるためには、電気的には、上記の放電現象特にアーク放電の研究と、放電を抑制するための火花消去回路の検討が必要であるが、一方機械的には、接点のチャタリングを減らすことが、非常に重要である。すなわち、これらの放電は、接点の開閉動作のときに生じ、チャタリングがある場合には、リレーの1回の動作に対して、接点が数回以上も開閉動作を行い、実効動作回数は著しく多くなる。したがつて、チャタリングの多いリレーほど、接点の寿命は短くなる。ワイヤスプリング・リレーでは、次の理由によつて、チャタリングがきわめてわずかである。

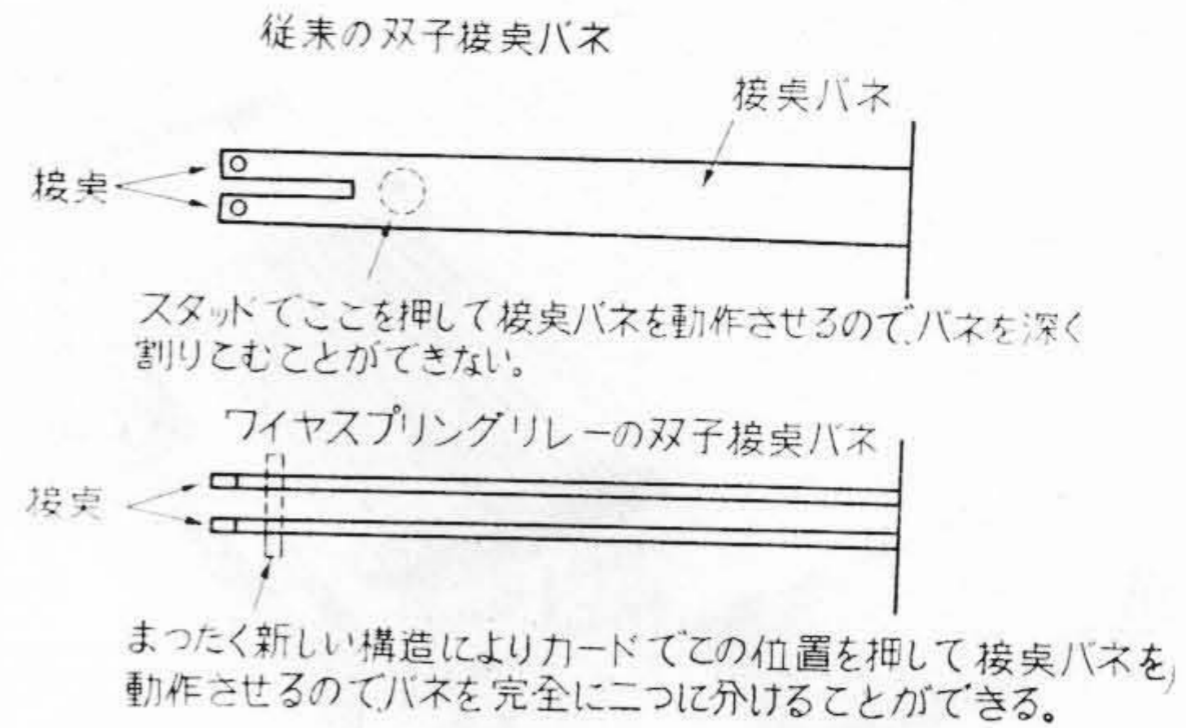
ワイヤスプリング・リレーのアーマチュアは、従来のリレーのようにピボット型、またはリード型ヒンジでなく、ヒンジ・スプリングによつて、ある圧力でコアに押しつけられているだけであつて、運動の自由度が大きい。このため、アーマチュアが復旧したとき、バックストップに当る衝撃のエネルギーは、アーマチュアのヒンジ側が浮き上ることによつて消費され、振動がカードに伝わりにくい。したがつて、アーマチュア復旧時の振動による接点のチャタリングがない。また、可動バネのステイフネスが小さく、カードが接点のきわめて近くを駆動するなど、振動系の適切な設計により、接点がメークしたときのチャタリングは非常に少ない。

3.1.2 接点の摩耗による接点圧力の変化が少ない。

可動バネのステイフネスが小さいため、接点圧力を生ずるに必要なバネの変位はきわめて大きくなる。このため、接点が摩耗しても、バネの実効的な変位はほとんど変化せず、接点圧力もほとんど減少しない。

3.1.3 接点のロッキングによる開放不良がない。

カード駆動方式のため、接点が開放される時、カードはすでにある運動エネルギーを有して、接点を急



第12図 ワイヤスプリング・リレーの双子接点バネ

にひきはなすため、接点が摩耗しても、これらの凹凸がひつかり合つて、開放しなくなる現象、いわゆるロッキングを生ずることがない。

3.1.4 使用中塵埃による障害が著しく少ない。

ステイフネスの小さい可動ワイヤ2本を、完全に独立した双子接点バネとして使用し、しかも防塵カバーを有していることによる。すなわち第12図に示したように、従来のリレーの双子接点は、バネの割り込みが浅いため、一方の接点に大きい塵埃が入ると、他方が閉じなくなる恐れがあるが、ワイヤスプリング・リレーの接点バネは、完全に根本から独立しているため、一方の接点間に塵埃が入つても、他方の接点はまったく影響を受けずに閉じ、接触不良を起さない。

3.1.5 調整値の変化が少ない。

ベアリングなどのように、著しく摩耗する構造がなくアーマチュア、ヒンジ・スプリングとコア、カード間、カードとバネ間など摩耗に影響する箇所は摺動がきわめて少ない構造であり、さらに必要に応じて硬質クロムメッキを施すなど、耐摩耗性の材料を使用している上に、摩耗してもこれらの影響が相加されないため、リレーの調整値に対する影響は小さい。

また、磁気回路に低珪素鋼を使用することにより、エージングによる磁性の劣化が少なく、これに起因する調整値の変化も少ない。

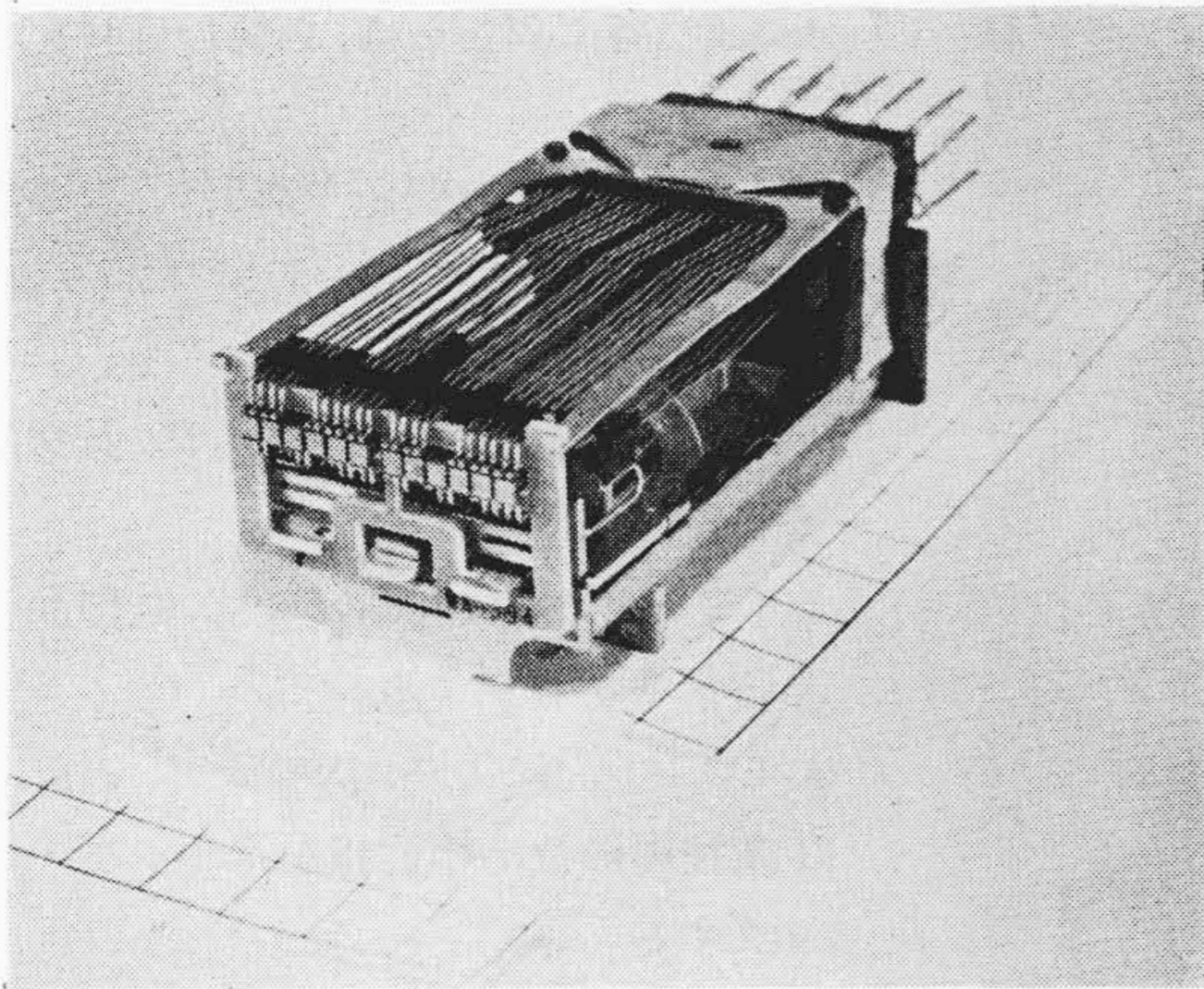
3.2 調整箇所がほとんどなく、保守がきわめて容易である

3.2.1 可動、静止接点バネは無調整である。

可動接点の、静止接点に対する圧力および静止バネのコアプレートに対する圧力は、ともに必要な圧力を得るに大きな変位をさせるので、プレス加工により予備変位を与えたのみで精度よく圧力を得ることができ、まったく調整を必要としない。

3.2.2 アーマチュア・トラベルは、コアプレートの加工寸法によつて決定し、無調整である。

3.2.3 アーマチュア・ヒンジのコアに対する張力は、ヒンジ・スプリングのプレス加工のみで決定し、無調



第13図 バッファ・スプリングをもつたAG形リレー

整である。

3.2.4 接点間隔の調整、いわゆるゲーシングは、ドライバのみで容易にできる。しかも、使用中の調整の変化はわずかであるため、再調整を必要とするようなことはほとんど生じない。また、トランスファ接点、コンティニューイテ接点などの、接点の動作順序は、カードの形状のみによつてきめられ、確保されるので、特別な調整はまったく必要としない。

3.2.5 アーマチュアの、バックストップに対する張力は、レスタリング・スプリングの張力を調整するのみである。また、生産の際調整されれば、使用中に調整する必要は、まったく生じない。

3.2.6 遅緩復旧、マージナル動作などを必要とするリレーすなわち、AG形リレー、AJ形リレーの一部などでは、バッファ・スプリングを用いる。バッファ・スプリングの調整は、カードに対する張力と、カードとの間隔を、アームおよびラグを曲げて行うが、使用中再調整を必要とすることは、まったく生じない。第13図に、バッファ・スプリングをそなえたAG形リレーを示した。

3.3 消費電力が少ない

3.3.1 磁気回路に空隙が少なく、さらに漏洩磁束が少ないため、同一アンペア・ターンに対する吸引力が大きい。

3.3.2 3.1項の理由によつて、接点圧力を少なくすることが可能なので、アーマチュアに加わる負荷が少なく、ほかのリレーに比べて同じ吸引力で多くのスプリングを駆動できる。

3.3.3 特にスプリングの多いAJ形リレーは、アーマチュアを厚くし、脚部を長くして、カード位置における吸引力を増している。

3.4 作動時間が短く、また遅緩復旧時間も安定である

3.4.1 アーマチュアを軽く、負荷を小さくし、また磁性材料に珪素鋼を使用し、かつ形状を適当としたので作動時間が短い。

3.4.2 3.1項の理由により、長時間使用しても作動時間が変化しない。

3.5 周囲条件が変わっても、特性はほとんど変わらない

3.5.1 AK形リレー以外のリレーではコアはE形で断面積が大きく、また無効空隙を減らして漏洩磁束が少ない構造としているため、隣接リレーの励磁などによる作動電流、作動時間の影響が少ない。

3.5.2 クランプ・スプリングの採用によつて、温湿度の変化による部品の変形は、特性になんら影響しない。また、フィールド・コイルの採用のほか材料の十分な検討により、温湿度の変化による特性の変動はきわめて少ない。

3.5.3 クランプ・スプリングの採用と、各部品寸法、材料の検討により、輸送中の振動、衝撃に対しては非常に安定で十分な強度をもっている。

3.6 量産に適した構造である

3.6.1 次節に述べるように、きわめて量産に適した部品構造をもっており、生産の自動化がしやすい。

3.6.2 ネジを1本も使用せず、組立がきわめて容易である。

3.6.3 前項に述べたように、調整をほとんど必要としない。

4. 日立製作所における実用化の経過

ワイヤスプリング・リレーは、従来の交換機用機器とは異なつた画期的な構造をとり入れているので、リレーの実用化にあつては、材料および生産方法について、従来経験したことのない、まったく新しい技術研究を必要とする。また、このリレーは特に量産を目的として設計、製作されるから、特性の検討には統計的手法を応用し、確実に保証できる特性範囲を求めなければならない。日立製作所においては、リレーの材料の開発、改良は日立製作所日立研究所、中央研究所、多賀工場、絶縁物工場、日立電線株式会社、日立金属工業株式会社安来工場、同社冶金研究所、およびそのほかの関係会社がそれぞれ担当し、戸塚工場との密接な協力のもとにこれを推進した。また、戸塚工場においては、品質管理サークルに従つて、次の方針で組織的に実用化を進めた。

4.1 研究（材料、性能、および生産方法）

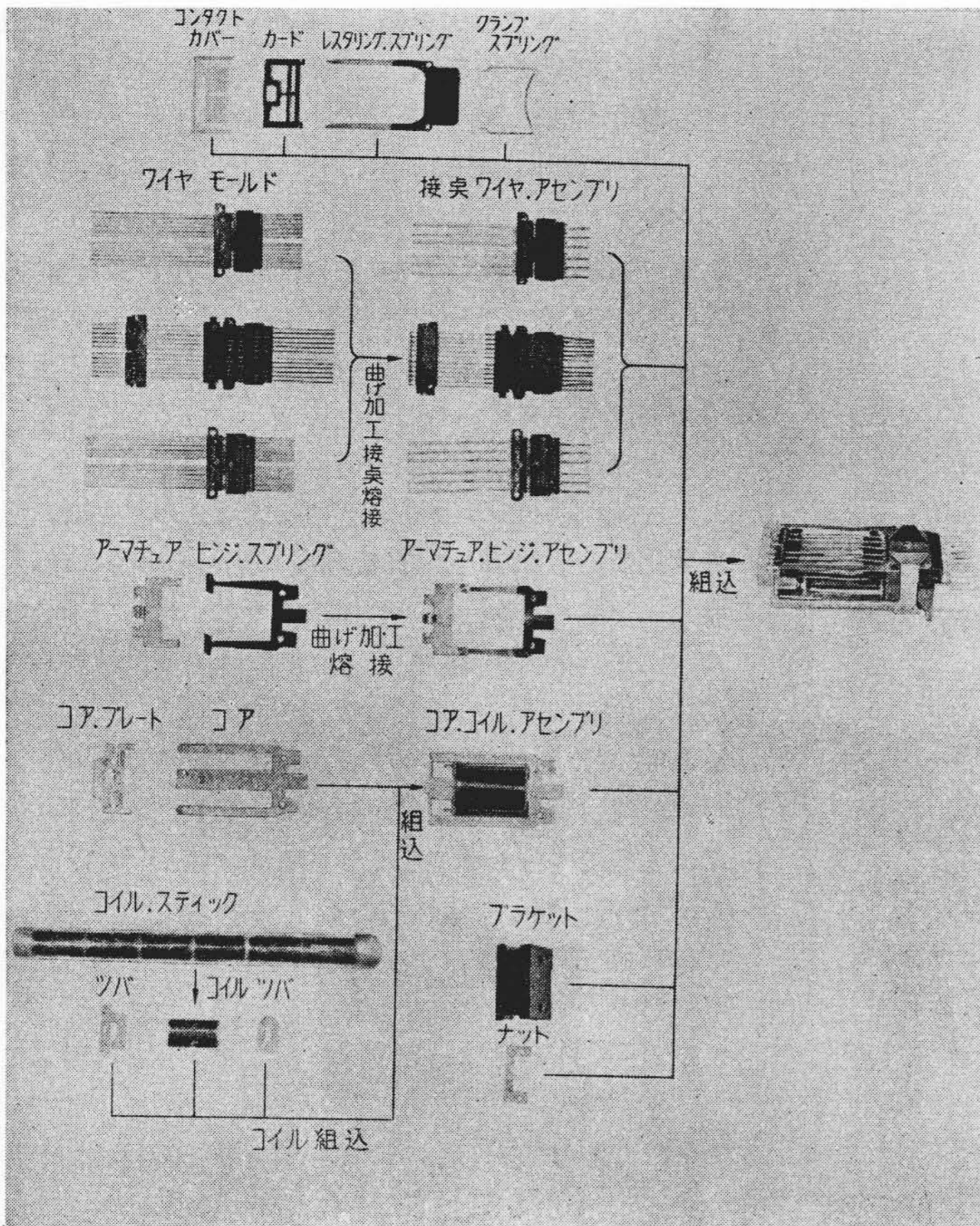
4.1.1 材料の特性と加工法の研究

4.1.2 リレーの、おのおのの特性の基礎研究

4.1.3 個々の部品ごとに、生産設備、生産方法の研究

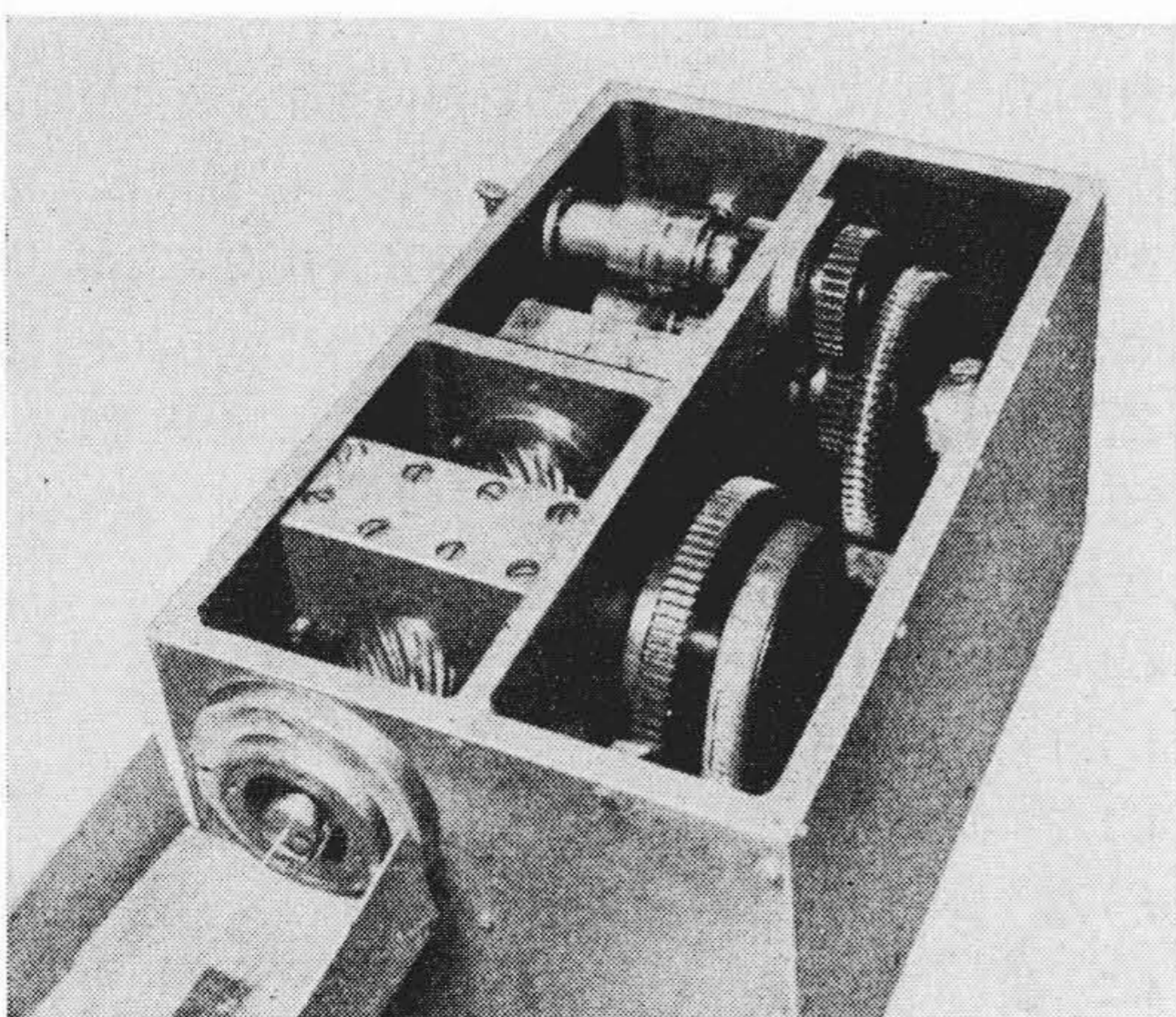
4.2 設計

4.2.1 試作の目的の決定



第14図 ワイヤスプリング・リレーのおもな部品の加工順序

- 4.2.2 そのときまでの材料特性、および生産方法に関する研究結果を導入し、設計仕様の決定。
- 4.2.3 工場実験計画の立案。
- 4.3 生産（生産技術を含む）
- 4.3.1 インストラクションを決定し、これに従って生産。



第15図 実験に用いた矯正機

- 4.3.2 各工程ごとに、必要な資料をとる。
- 4.3.3 製造上の問題を摘出し、次の設計の資料とする。
- 4.4 検査
- 4.4.1 製造中の資料とともに、試作品資料を作成する。
- 4.4.2 保証試験をあわせて、試作品の品質水準を判定する。
- 4.4.3 上記により、次の研究、設計、生産技術のための情報をフィード・バックする。

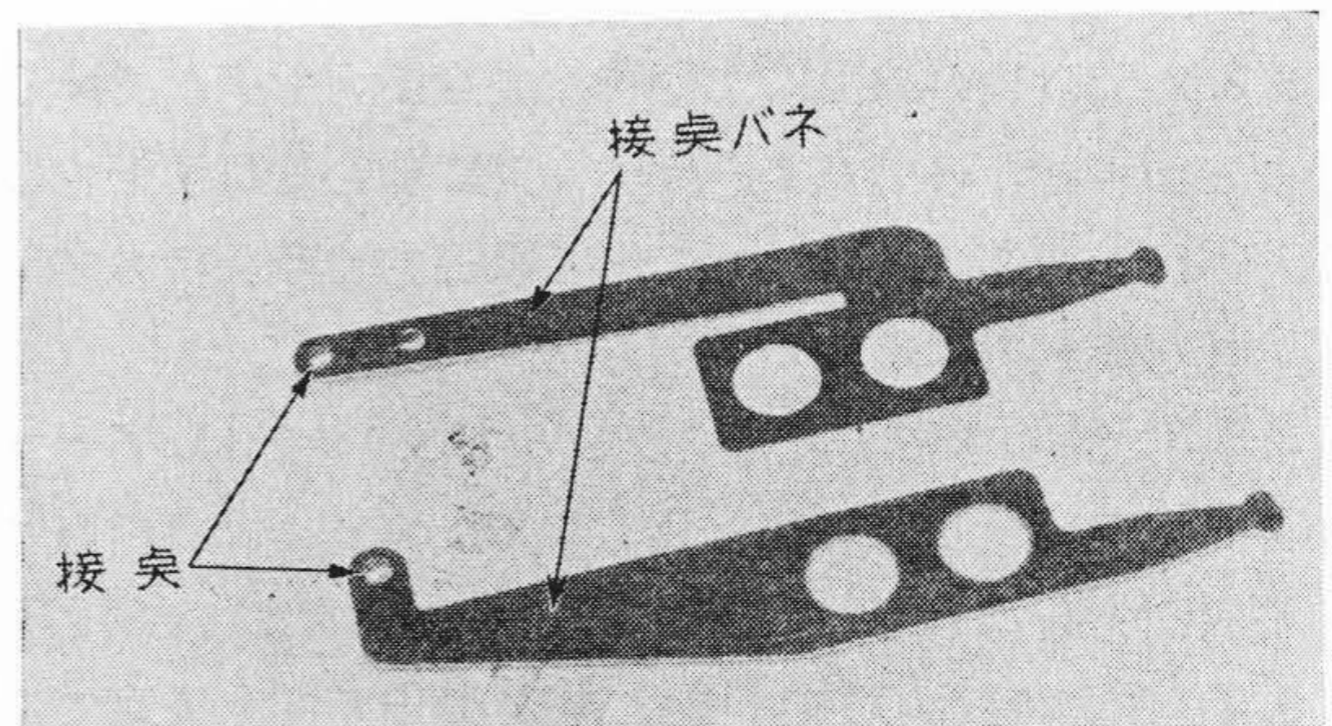
5. ワイヤスプリング・リレーの生産方法

ワイヤスプリング・リレーが、交換機一般用リレーとして特にすぐれている理由は、前述のように高性能をもつとともに、量産に適した構造となつてゐることである。すなわち、高性能を得るために必要な形状や材質を決定し、ついで、これとは独立に量産化のために必要な生産方法や材質の研究を、別個に行つたものではなく、はじめから性能と量産方法を同時に考慮し、これらが矛盾しないような新しい生産技術と設備の研究を行つた結果、完成したものである。ゆえにこ

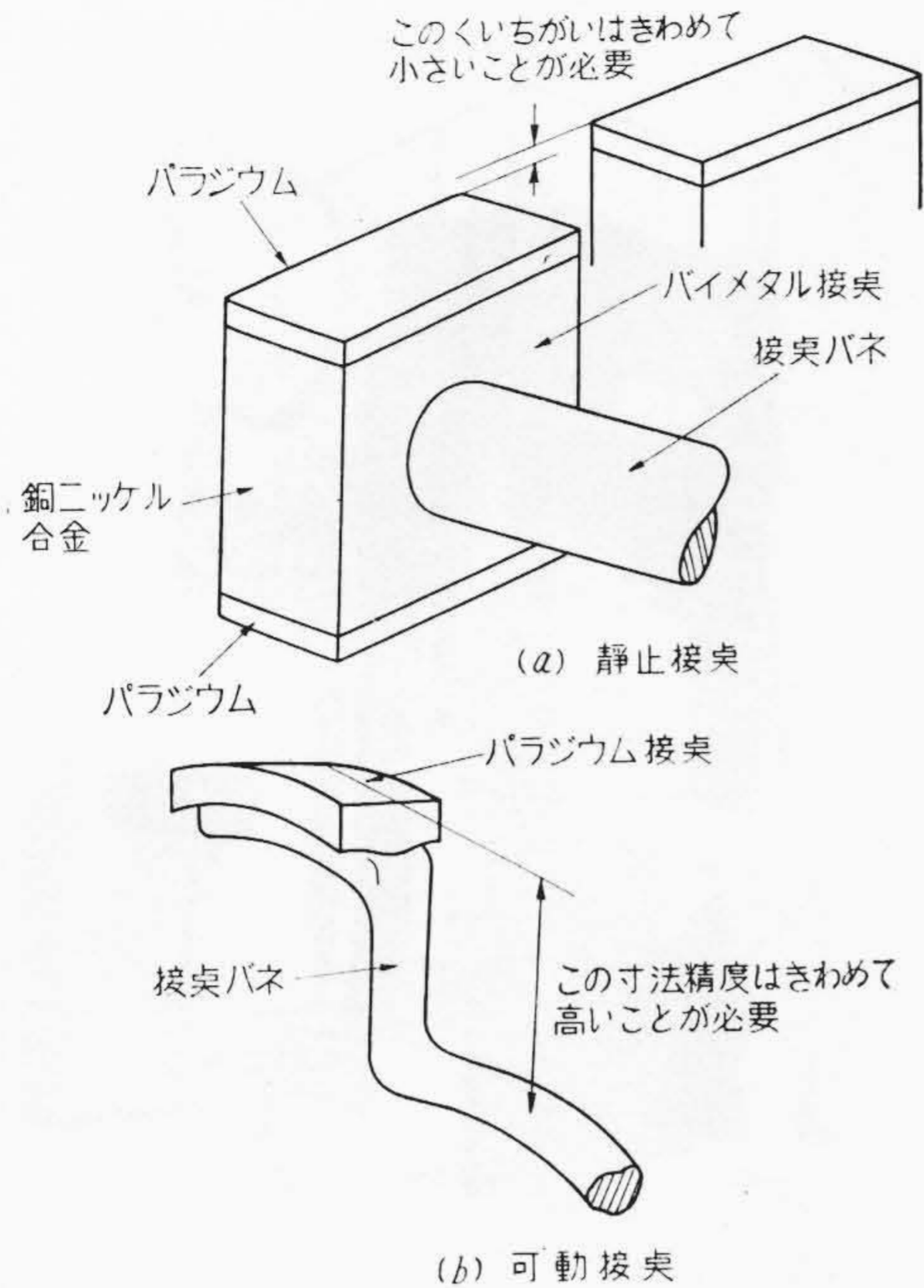
のリレーの品質と性能とは、生産技術いかによつて、決定される。この見地から研究されたワイヤスプリング・リレーには、従来のリレーになかつた多くの新しい生産技術を必要としている。以下にその主なものを列記する。このリレーの加工順序を、第14図に示す。

5.1 静止および可動ワイヤ

静止および可動ワイヤは、それぞれ12本および24本を並べてモールドし、曲げ加工ならびに接点溶接を行つて、リレーの静止および可動バネとして動作する。可動ワイヤは、直径約0.5mmの洋白線であつて、これを約1.2mm



第16図 従来の接点の溶接形状



第17図 ワイヤスプリング・リレーの接点の熔接形状

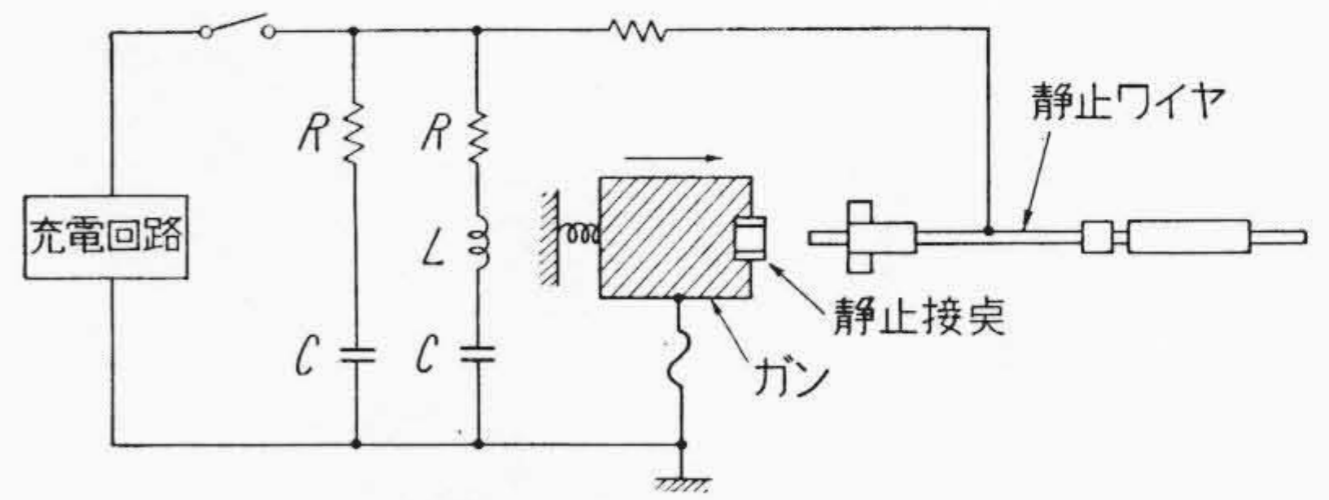
ピッチに24本を並べて、隣接接点と接触せず、しかも無調整で組立てられるように曲げ加工をするためには、ワイヤに非常な直線性を必要とする。このために、素線の材質、線引、矯正の各工程には多くの困難な問題が存在する。日立製作所においては、線引、および矯正について、各種の特性に影響する要因を検討し、最適条件を求めて加工を行っている。第15図には、実験に用いた矯正機の内部を、また第5図に、でき上ったワイヤ・モールドを示した。

5.2 ワイヤ・モールド

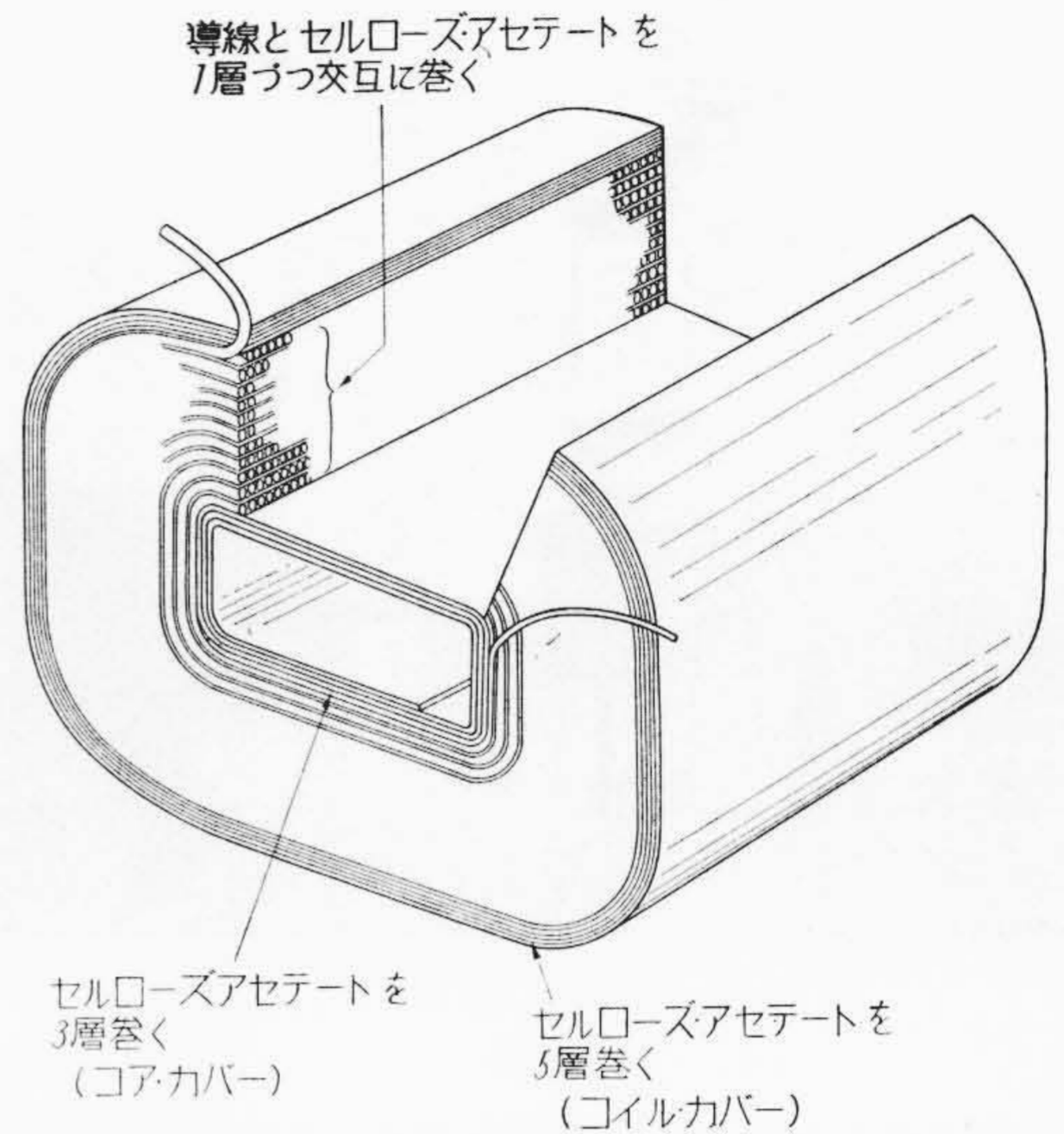
矯正されたワイヤは第5図、および、第14図に示すように、それぞれ12本および24本を正確に位置をきめてモールド・インする。ワイヤの位置の精度、モールドとのなじみ、上下が対称でないためのモールドのそり、モールド後のワイヤ位置の狂いなど、非常に解決の困難な多くの問題は材料、モールド型、およびモールド工程の検討により、必要な性能を十分に確保している。

5.3 接点の熔接

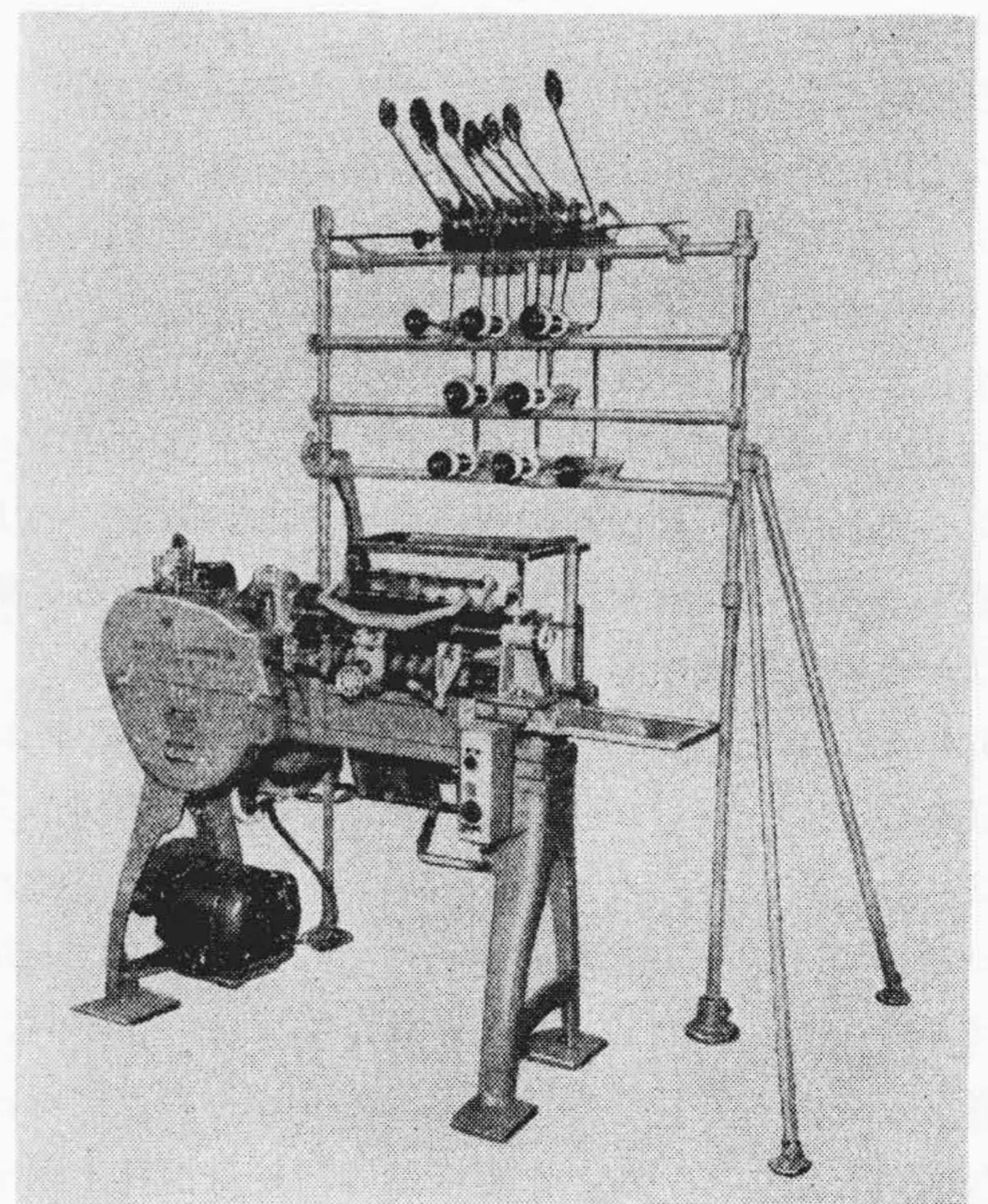
従来のリレーにおいては、第16図に示すように板状のバネの上に、接点が抵抗熔接されていたが、ワイヤスプリング・リレーにおいては、第17図のように静止接点はワイヤの先端に、可動接点はワイヤの側面に熔接されている。しかも、無調整組立のため、静止接点の整列性と、可動接点の高さは非常な高精度を必要とする。量産を考慮した場合には、1本ずつの接点を別々に熔接することは、多くの加工時間を必要とするため、接点の熔接には



第18図 接点熔接機の回路原理図

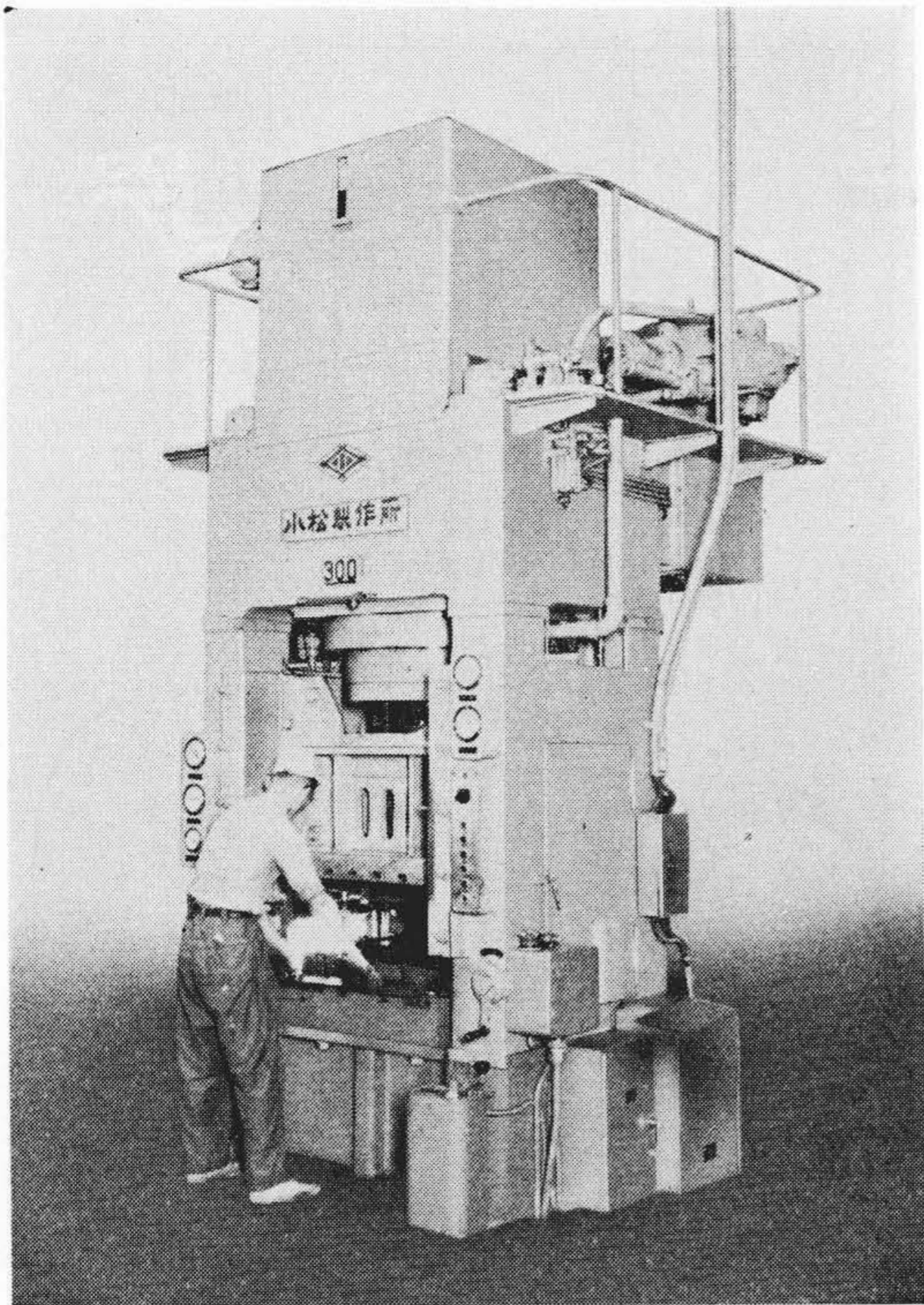


第19図 セルローズ・アセテート・フィールド・コイルの構造

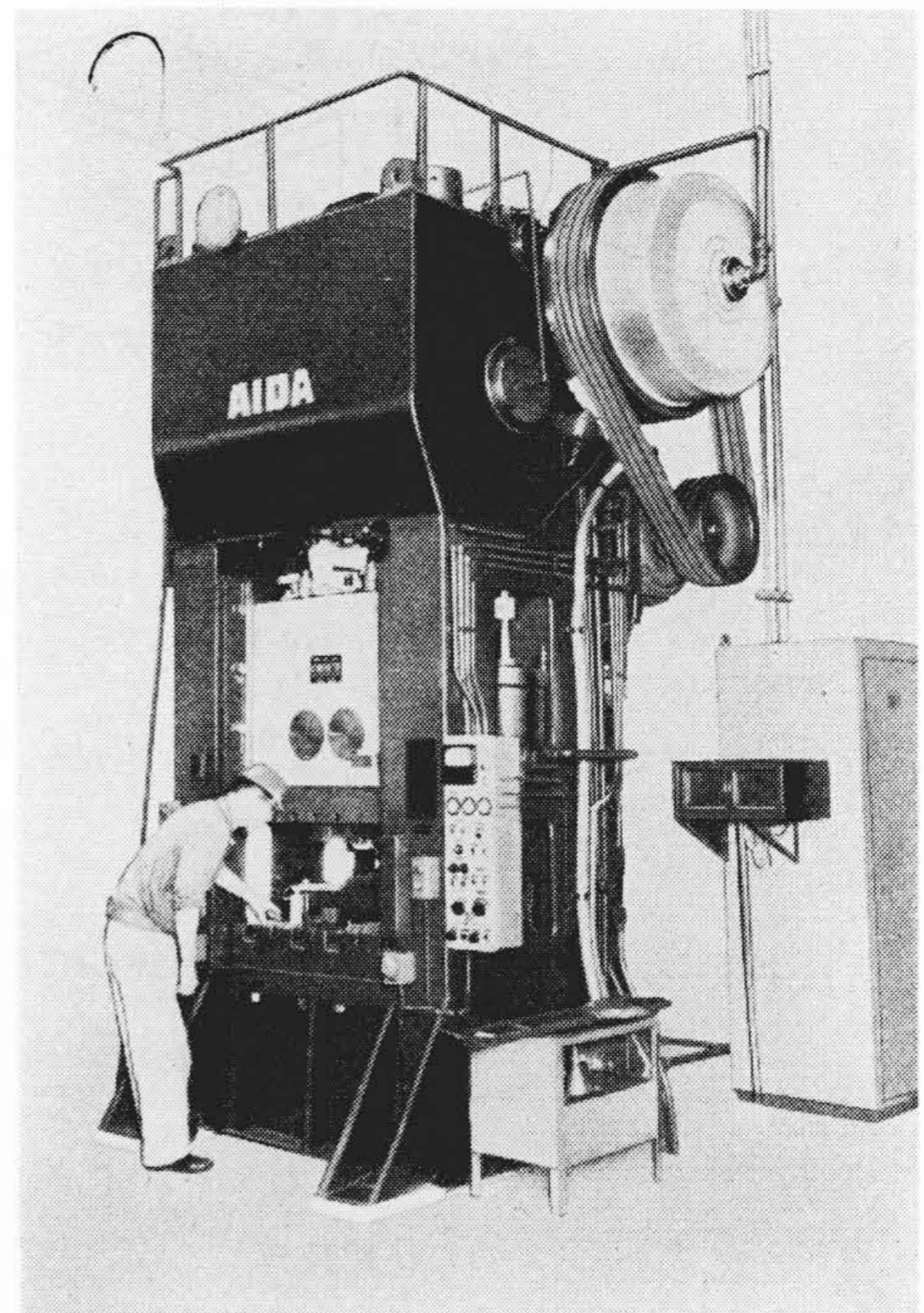


第20図 フィールド・コイル用自動巻線機

特殊な方法が採用された。一例として、静止接点について述べると、抵抗熔接法では、熔接に大電流を必要とし



第21図 300 t 油圧プレス

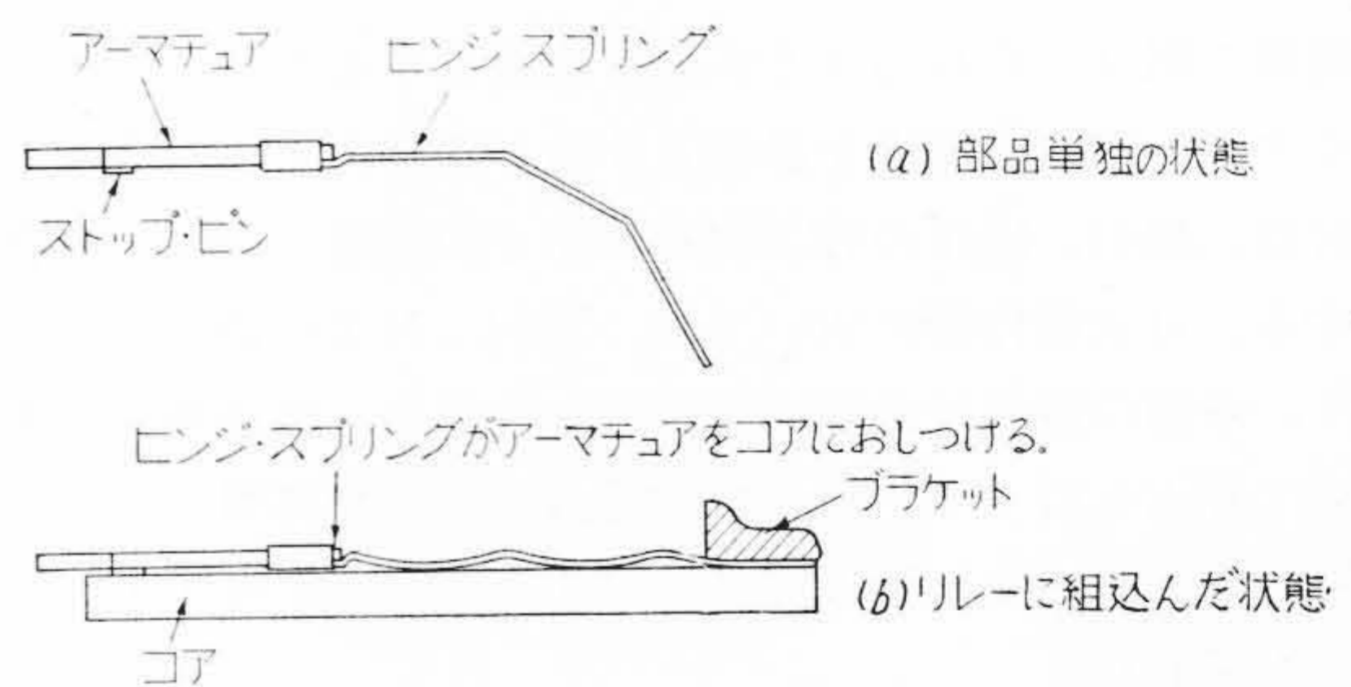


第22図 300 t クランクプレス

線を熱することにより悪影響を与え、しかも熔接強度は低く、そのばらつきも大きい。新しく採用した衝撃熔接法 (Percussion welding)⁽¹⁰⁾⁽¹⁴⁾ は、接点とワイヤの間に高い電圧を与え、接点を近づけたとき、その空隙に生ずる放電により接触面を熱して熔接する方法であつて、これは電流が少なく、電極を熔接部から離すことが可能であり、熔接部を速やかに加熱することができ、熔接時間が短いので、高速の自動熔接が可能となる。しかも、熔接強度は非常に大きい。しかし、これには多くの電気的および機械的諸元を決定すること、および高精度の設備を必要とする。日立製作所においては、数多くの実験の結果、妥当な要素を決定し、量産に移している。第18図は、この熔接機の原理図である。

5.4 セルローズ・アセテート・フィールド・コイル⁽¹⁸⁾

従来のリレーコイルは、コアの上に直接に導線が重ね巻にされていたが、セルローズ・アセテート・フィールド・コイルでは、巻線は別の巻心の上に1層ごとにセルローズ・アセテートの薄いフィルムを巻き込みながら、揃え巻とし、あとで巻心を取り去つてリレーのコアをはめ込む構造となつている。この構造は、絶縁抵抗、耐圧ともにもすぐれ、電蝕に対して大きな耐久力をもっているのみならず、自動巻線機によつて、1個の巻心に数個のコイルを同時に並べて巻き、巻線後切りはなし成形して、単独のコイルとして完成するので、巻線時間が短縮でき

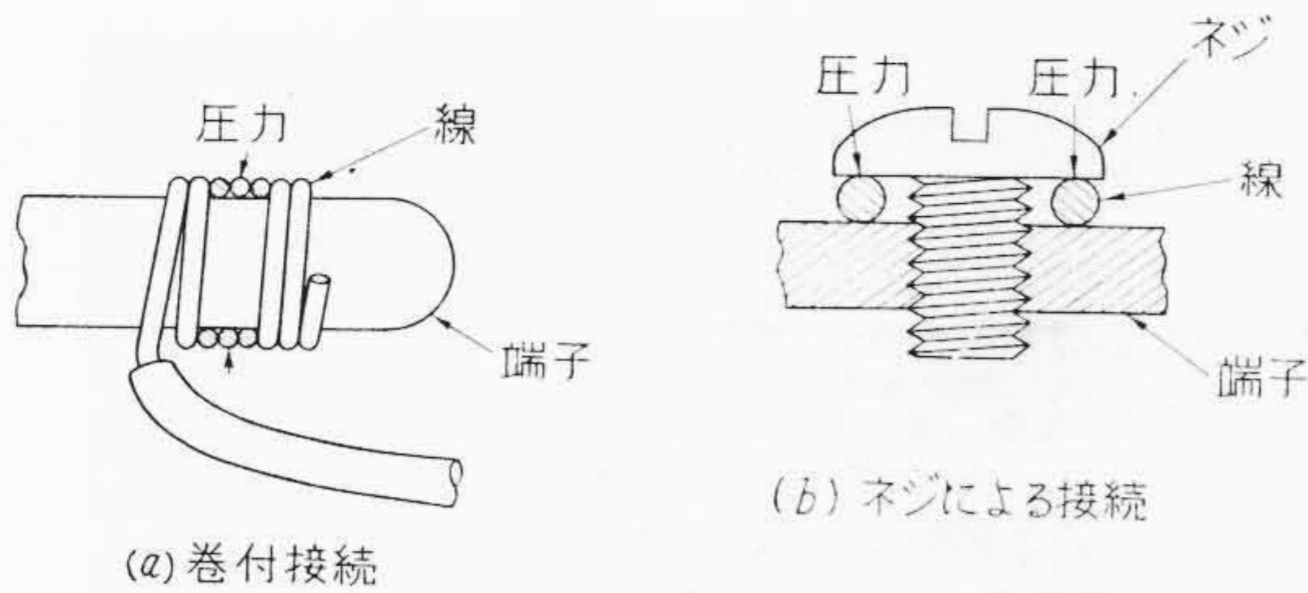


第23図 アーマチュア・ヒンジアセンブリの形状

る。巻線直後のコイルと、これを切断、成形した後のコイルの外観を第14図、コイルの構造を第19図に、また、自動巻線機を第20図にそれぞれ示した。

5.5 高精度プレス部品

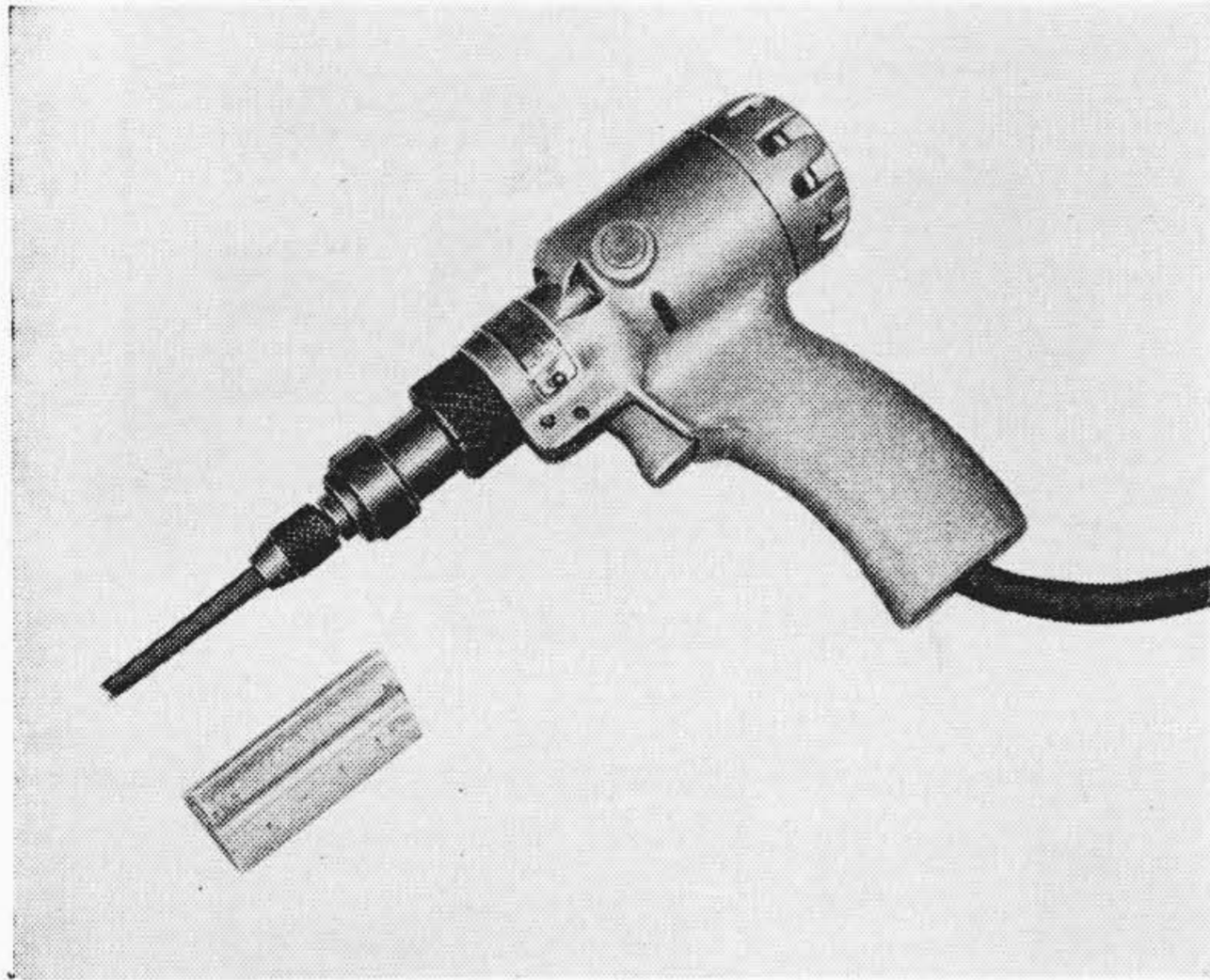
5.5.1 コアおよびアーマチュアには、磁氣的に安定で固有抵抗の大きい低珪素鋼を使用している。約4 mm厚の低珪素鋼を、十分な平面度を有するコアに加工するためには、材料、プレス機械、プレス型、および加工工程上多くの問題を解決しなければならない。また、コアプレートは、コアおよび静止接点ワイヤモールドを、正確かつ確実に固定するとともに、アーマチュア・トラベルを決定し、アーマチュアのはね返りによるチャタリングを防止するために、十分な部品精度を必要とする。第21、22図に示したような、高精度、大型プレスなどの使用によつて、要求を満足した、安定



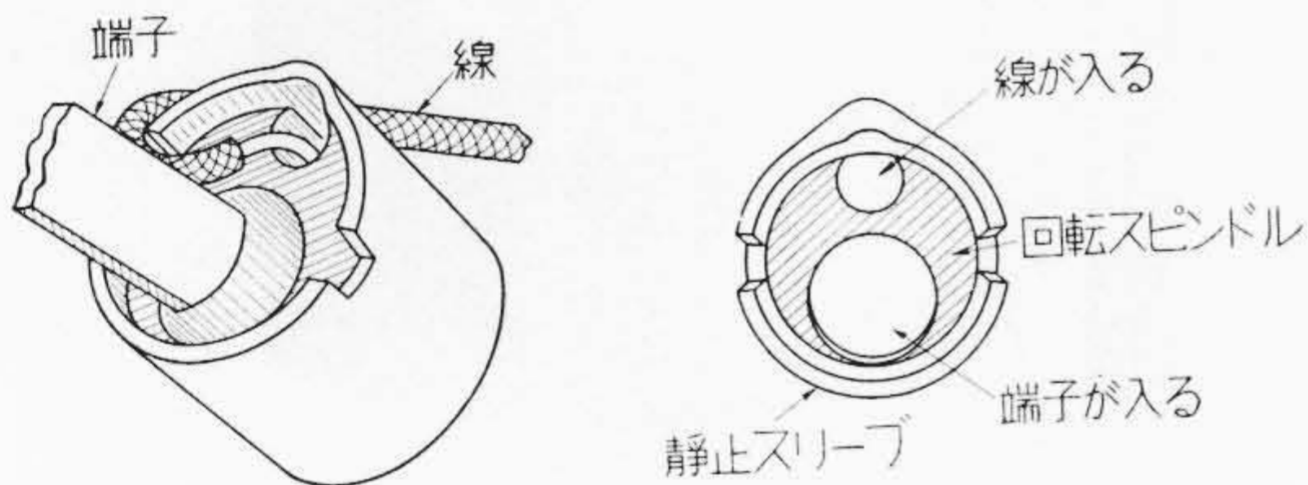
(a) 巻付接続

(b) ネジによる接続

第24図 無半田巻付接続とその原理



第25図 無半田巻付接続用工具



第26図 無半田巻付接続用工具の先端の形状

な製品を得ている。

5.5.2 ヒンジ・スプリング

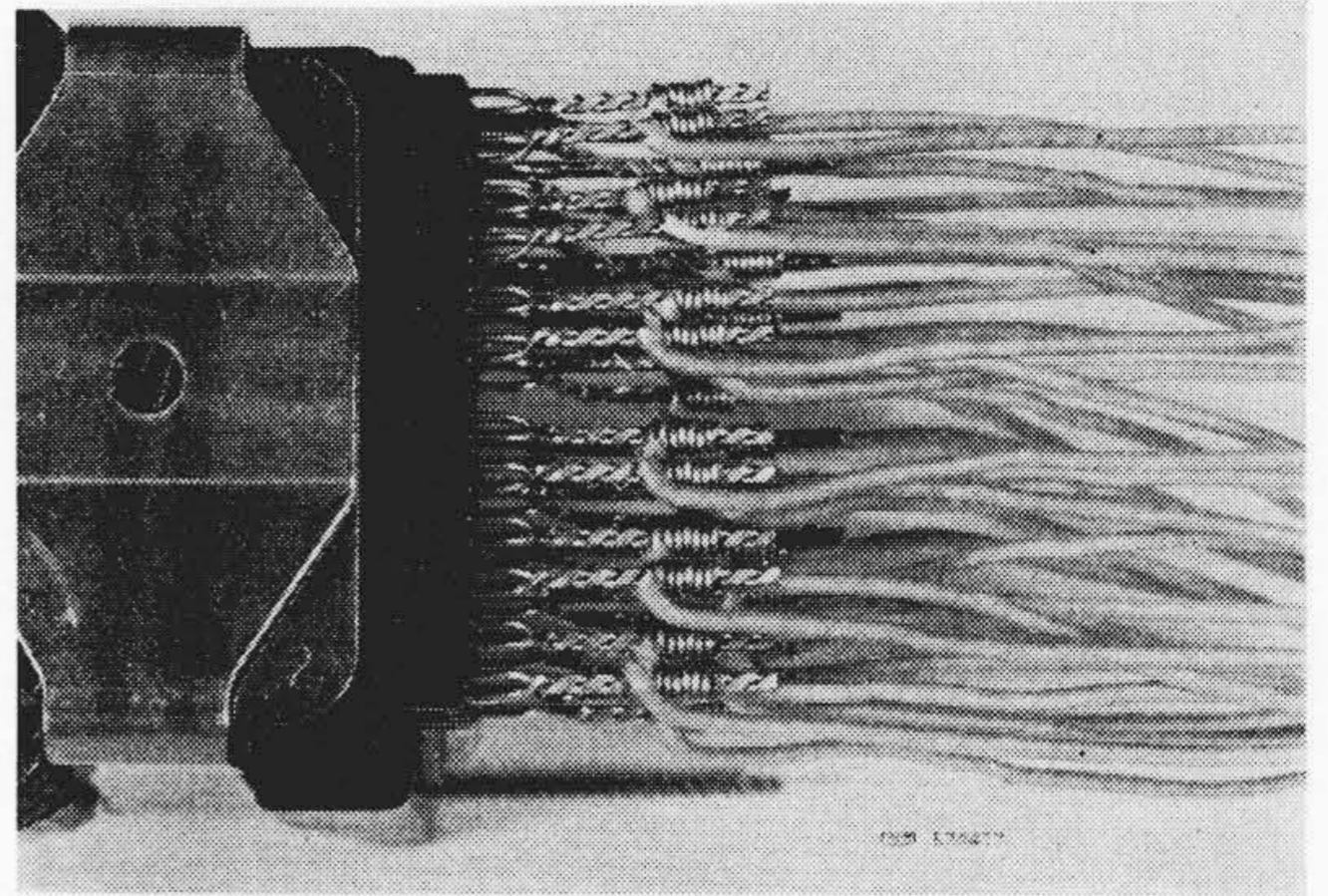
特殊なステンレス鋼を、第23図に示すような、アーマチュアのはね返しおよび摺動が少ないよう、特殊な形状に加工したものである。リレーに組立てた後に、無調整で、ばらつきの少ない張力を得るため、特に材料の成分、加工法、および部品の形状、加工法について、多くの問題を解決した。

5.5.3 カード

無調整で接点の動作順序を十分な精度をもつて決定するため、絶縁材料としては異例の高精度が必要であり、このため良好な加工性と、この高精度を、リレーの使用につねに確保するため、材料に対して十分な耐摩耗性と、温湿度に対する安定性を必要とする。

5.6 硬質クロムメッキ

コア、コアプレート、およびアーマチュアは、特に長



第27図 可動ワイヤ・アセンブリの端子に、無半田巻付接続を行つた状況
(端子は、ねじり成形している)

寿命を必要とするリレーに対しては硬質クロムメッキを行つて耐摩耗性を向上している。これらは、所要の耐摩耗性を磁気特性に影響ないようにして得るために、十分な考慮を必要とする。

5.7 組立、および調整

リレーの組立は、1個のクランプ・スプリングによつて、各部品が所要の位置にすべて固定され、組立にネジ類を必要としない。また、一般用のリレーでは、調整はゲージング調整と、アーマチュア・バックテンションの調整の二つだけでよく、きわめて簡単に行われる。

5.8 無半田巻付接続⁽¹¹⁾⁽¹⁶⁾⁽²²⁾

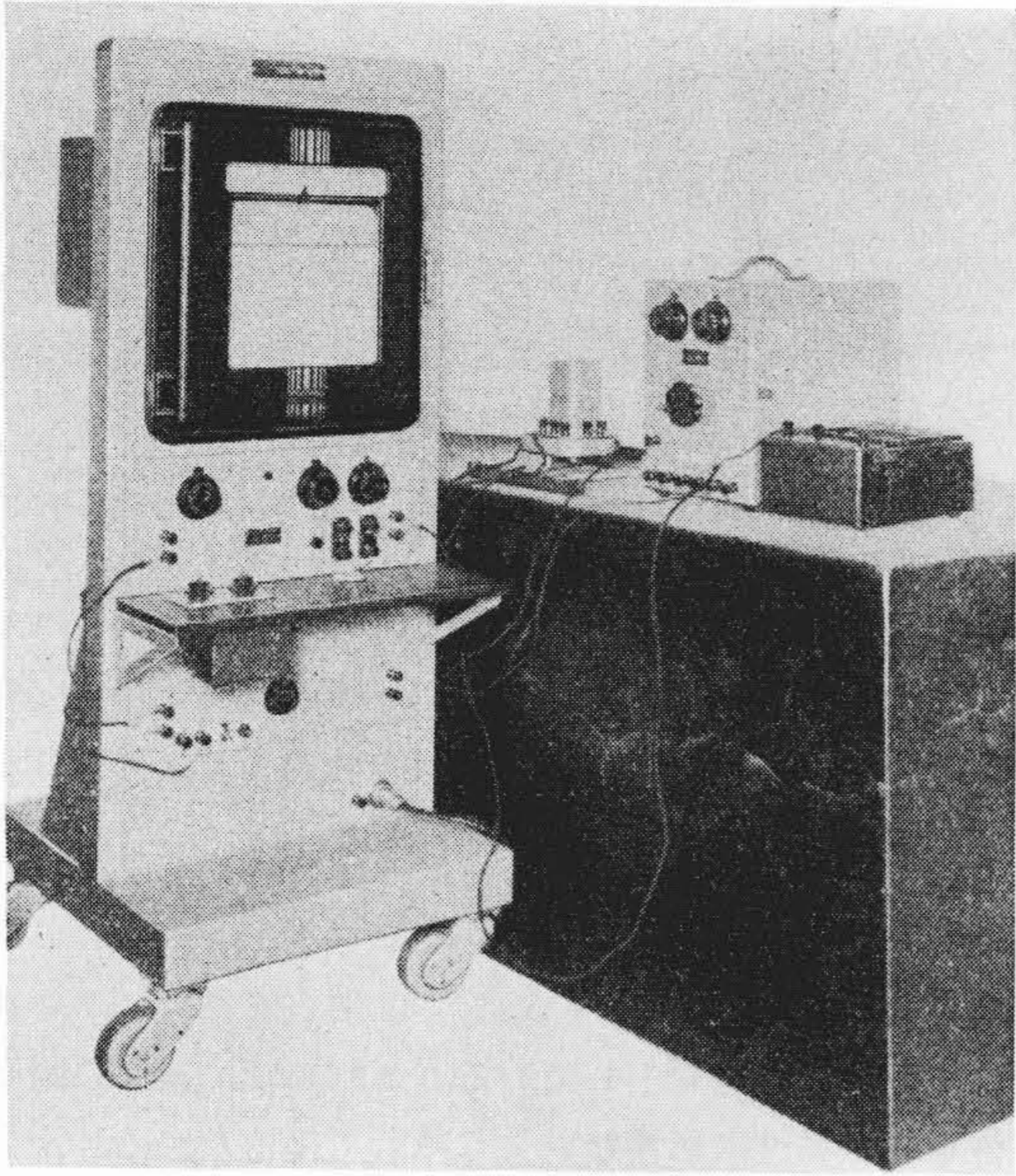
無半田巻付接続は、でき上つたリレーを交換機に組込み、端子に配線する際、従来のように半田を使用せず、単に線を巻付けるのみで配線する新しい配線方法である。これは、第24図(a)に示すように、線と端子の間に圧力をもたせて接触させる方法で、原理的に同図(b)のネジによる接続と似ている。

5.8.1 巻付方法と巻付工具

巻付工具は第25図および第26図に示すようにピストル型をしていて、先端のスリーブの中にあるスピンドルの中央に端子を入れ、スピンドルの外側にある穴に線を入れて、スイッチを入れると、電動力により線が端子に巻き付けられる。巻付力は、スピンドルスリーブの関係寸法、モータのトルクなどによつて決まるので、線径に応じて各種のスリーブと、スピンドルとがある。これにより、十分な接着力が生ずるようになっている。

5.8.2 無半田巻付接続の特長

- (1) 十分な接触圧力があり、機械的に安定である。特に半田付けのように高温にすることがないので、線や端子の材質を痛めない。
- (2) 配線に熟練を要しない。半田付は経験により、接続強度も、外観も著しく変動するが、これは



第28図 直流磁化特性自動記録装置

未熟練者でも常に一定の圧力で同様に仕上げる事が可能である。

(3) 端子がたくさん並んで、その間が狭いときでも、容易に配線できる。特に、半田ごての寸法で制限されるようなことがないので、小さい機器にも配線可能である。

(4) 半田くずによる障害がない。特にクロスバー交換機は迂回中継線が多いため、半田くず障害は非常に発見しにくい。これが絶無になることは非常に利点である。

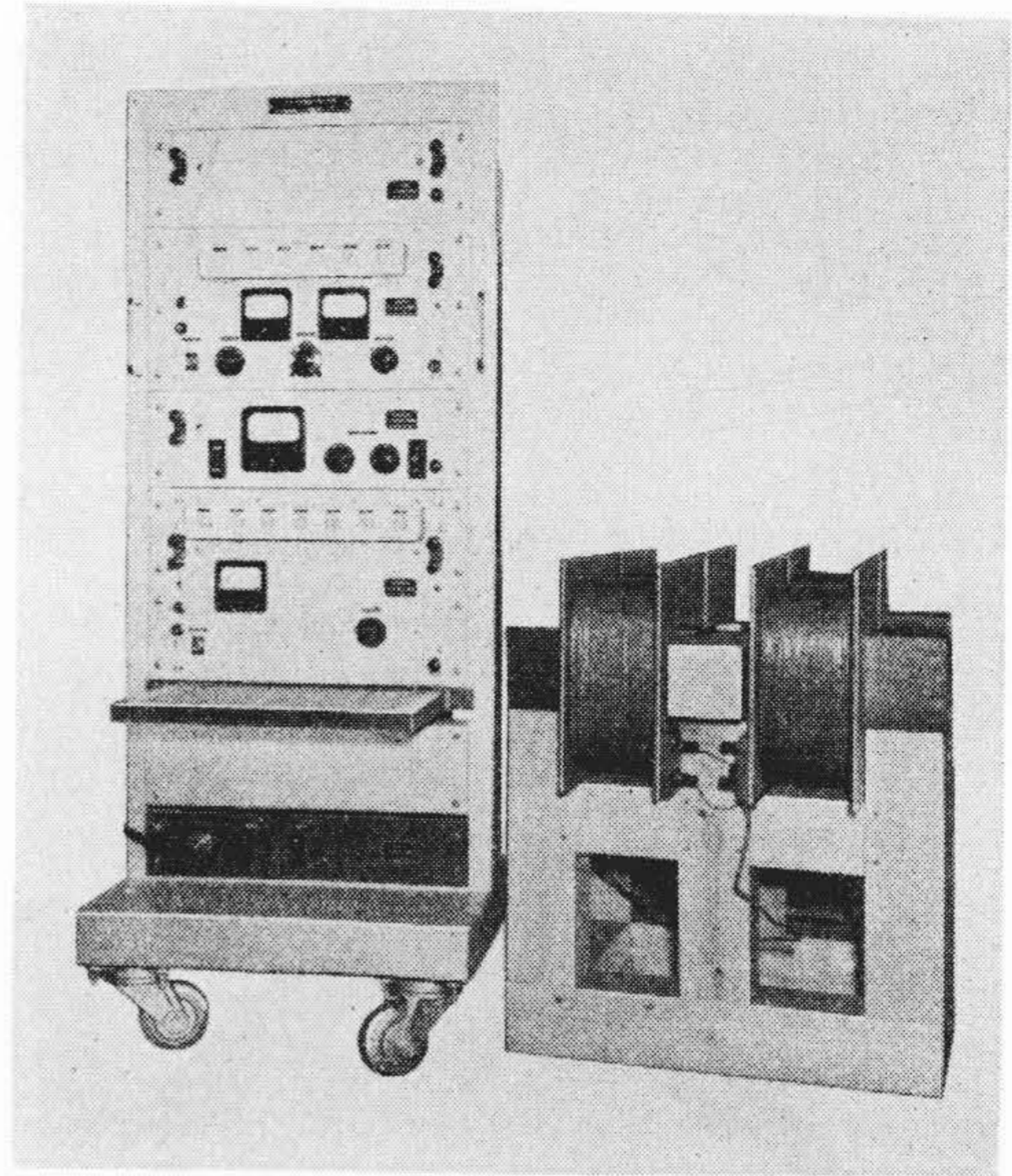
(5) (2)~(4)により、配線の速度が早い。

5.8.3 諸条件の決定

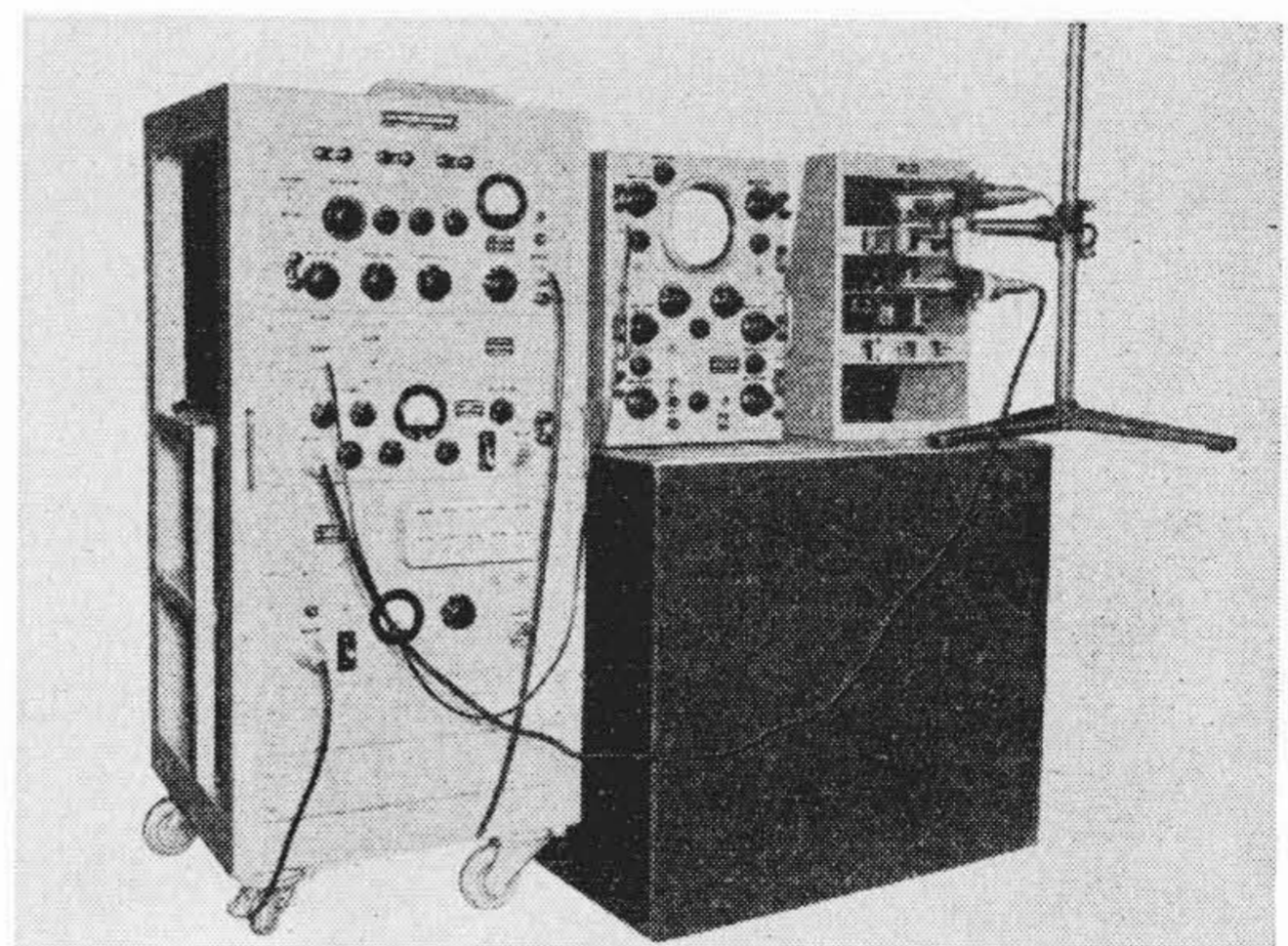
原理も、作業もきわめて簡単であるが、これを実施するには、線の材質、端子の材質、形状、表面処理、巻付工具を使用するときの電源電圧変動、作業者の巻付条件、工具の管理条件など、多くの条件を決定する必要がある。また、これを長期にわたって保証するためには、種々の試験を行わなければならない。日立製作所では、数次の実験の末、第27図のように可動ワイヤ端子は、2本をより合わせた上、静止ワイヤ端子とともに特殊な形状に加工し、配線材料、工具、作業の諸条件を決定して実用に供している。

6. ワイヤスプリング・リレーの研究、測定設備⁽³⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾

ワイヤスプリング・リレーは、従来のリレーに比べて高性能、長寿命であり、また、量産に当って高度の均一性を得るために、このリレーの実用化には、高精度で能



第29図 直流導磁率計



第30図 過渡磁化特性直視装置

率のよい測定設備を準備する必要がある。これらの測定器の代表的なものを次に示す。

6.1 磁気特性の測定設備

6.1.1 直流磁化特性自動記録装置

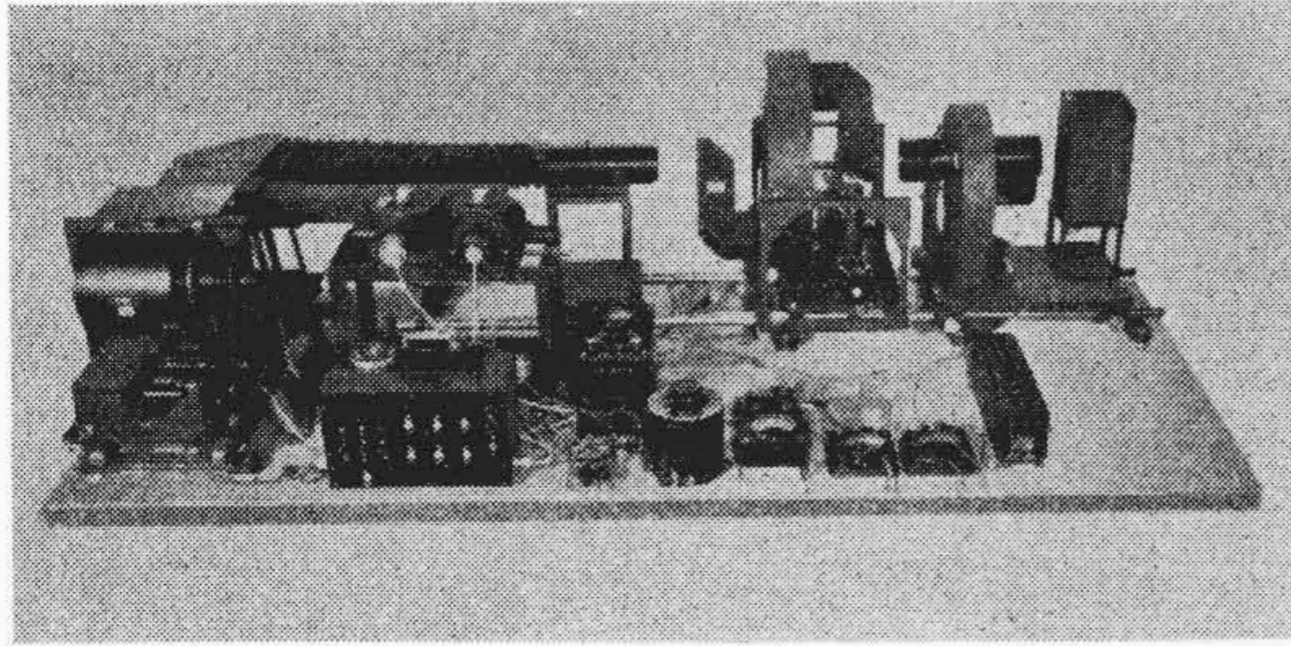
第28図に、外観を示した。これは、磁化特性を自記できるもので、精度の高い測定を著しく容易に、また短時間に行うことができる。

6.1.2 直流導磁率計

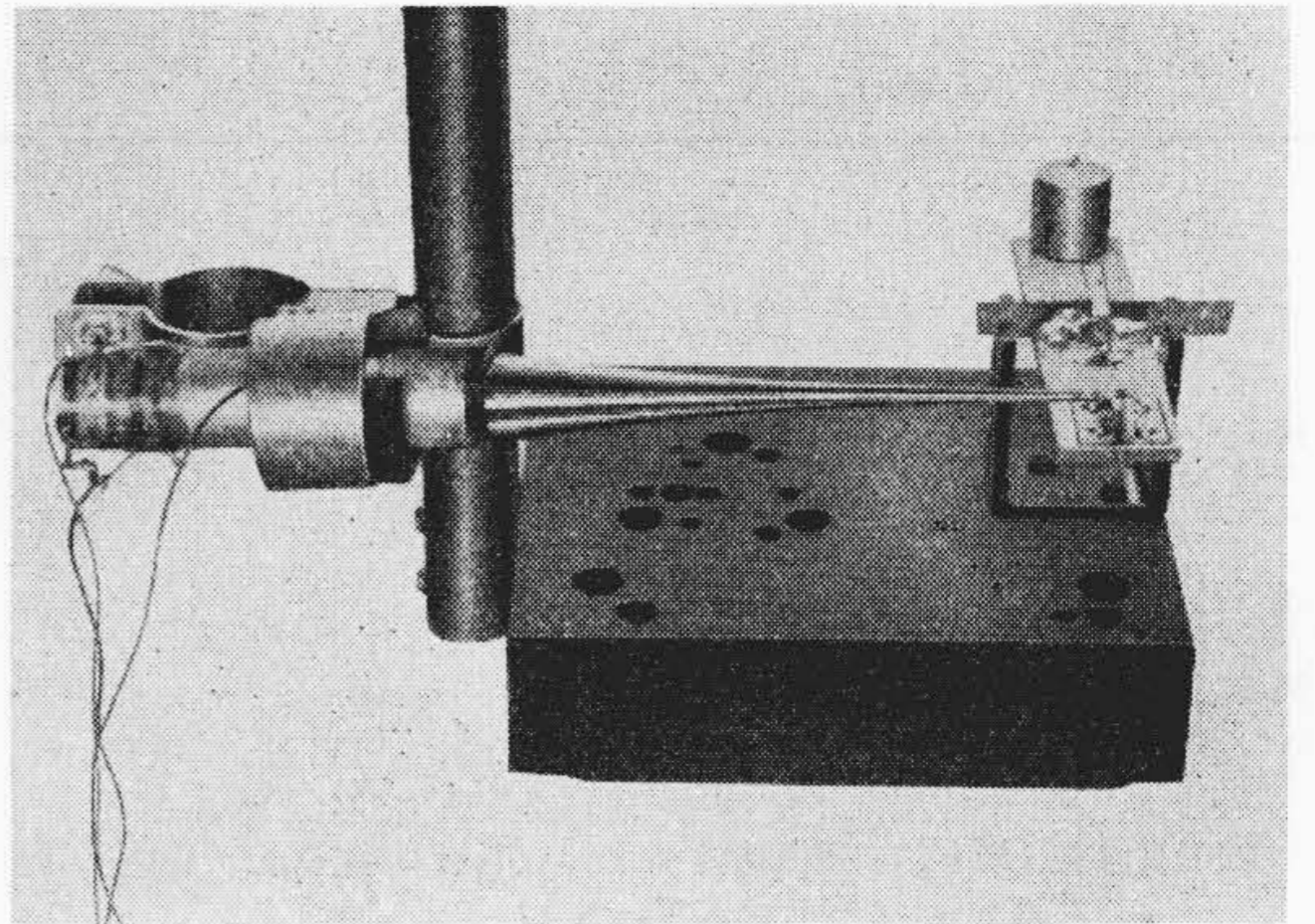
第29図にその外観を示す。これまで磁化特性の測定は、リング試料、または棒状試料のような特別な形状のものをいなければならなかつたが、この装置は、材料の磁化特性を部品に加工した後でも測定できるので、部品の焼鈍の良否、加工による磁気特性の変化などの検討に非常に有効な設備である。

6.1.3 吸引力測定装置

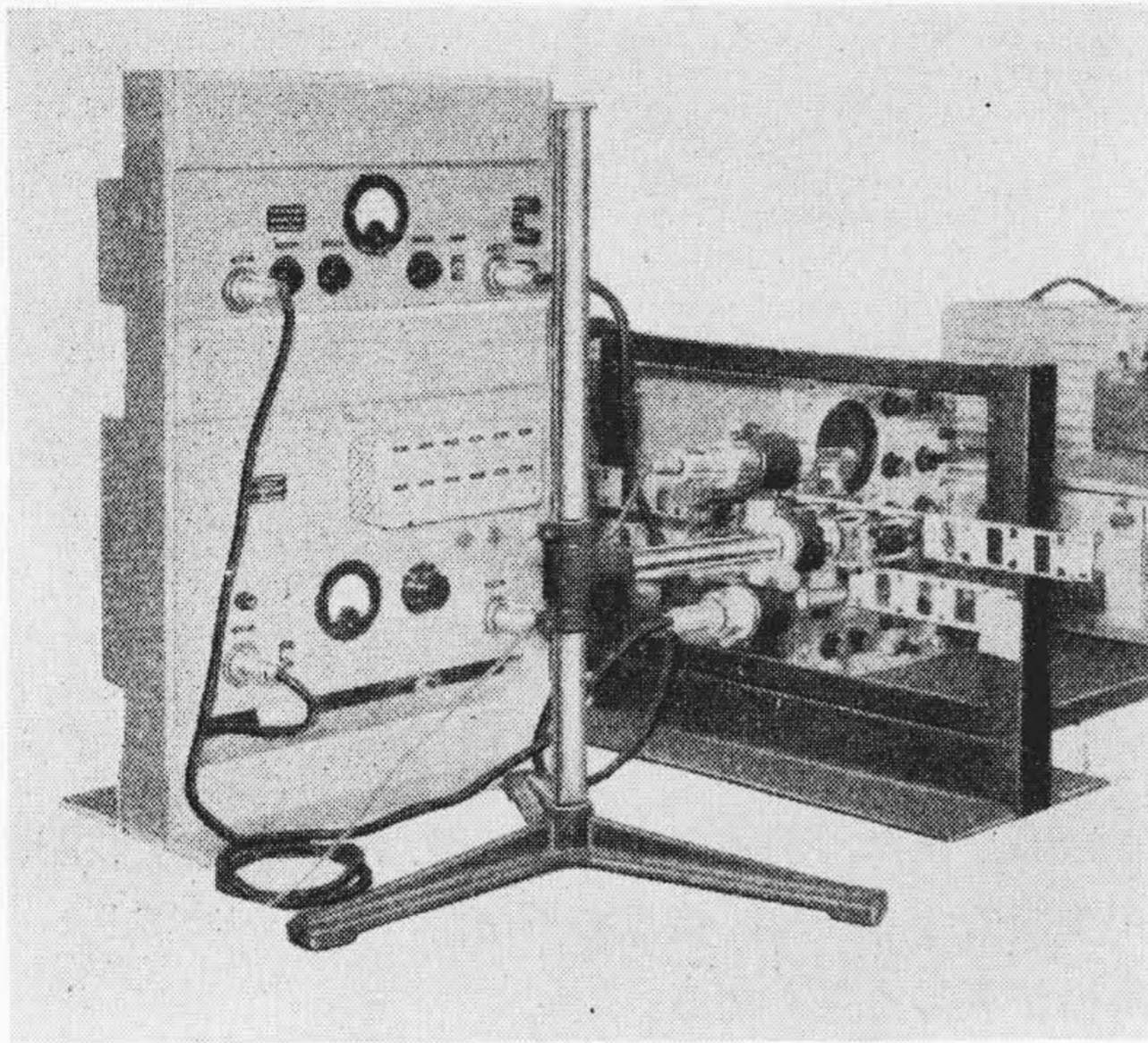
リレーの吸引力を自記できるもので、6.1.1節と同



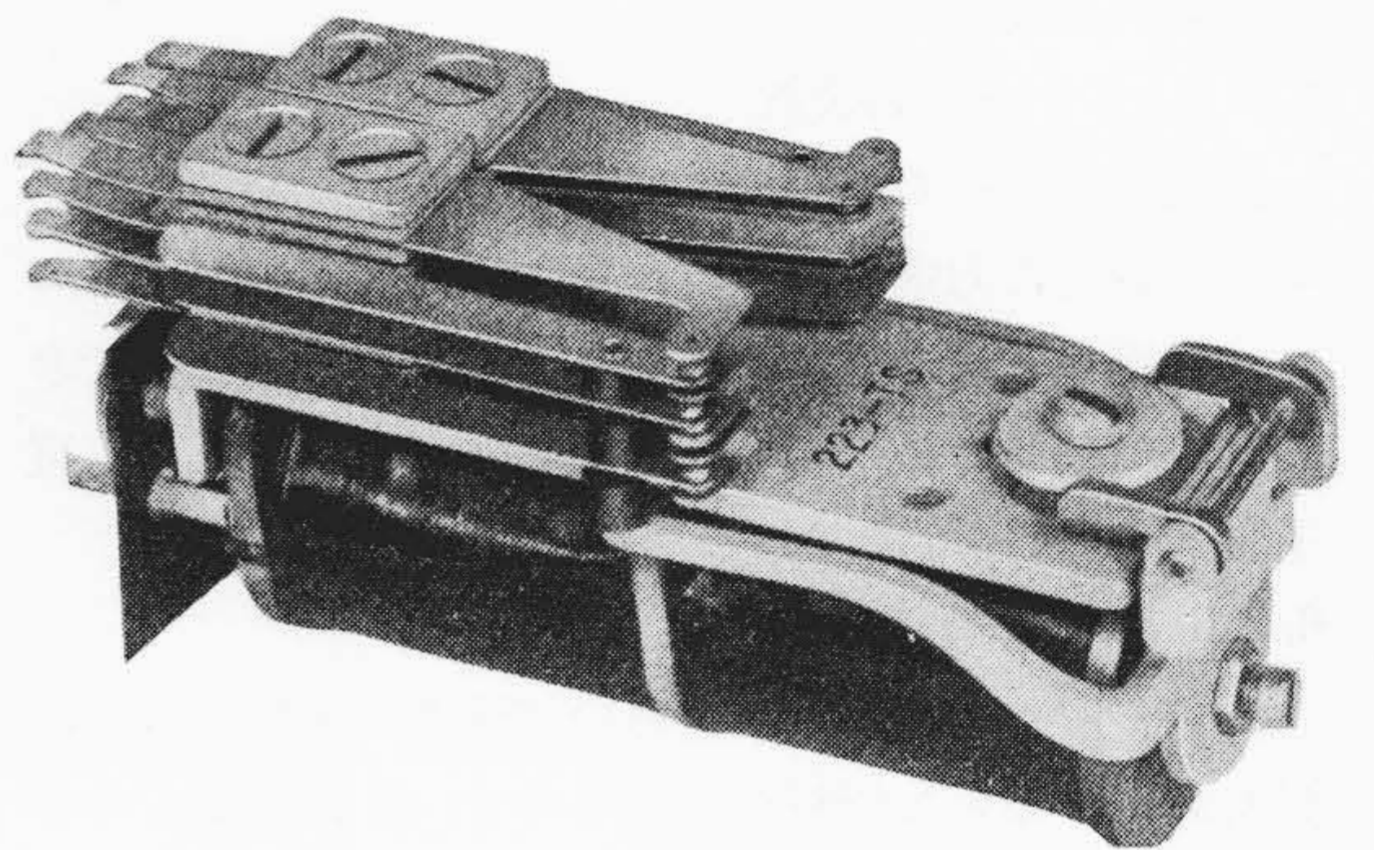
第31図 シャドウグラフ



第34図 摩耗試験装置



第32図 光電管式振動測定装置



第35図 水平形継電器

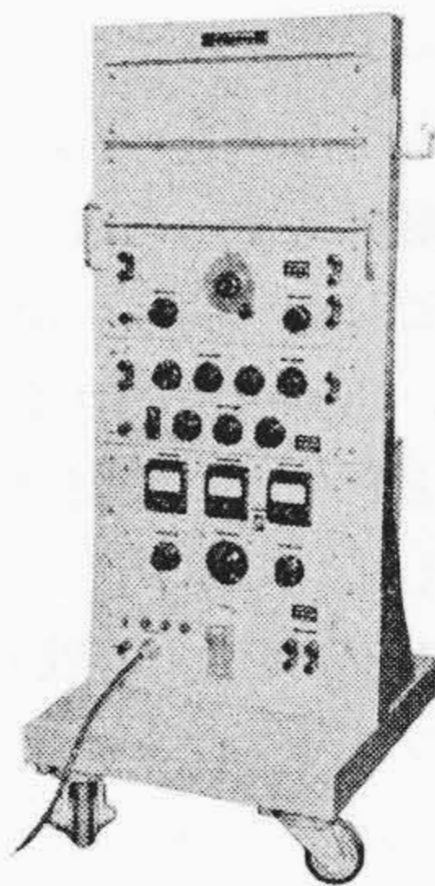
様に測定の容易化，測定時間の短縮化によつて大きい成果をあげることができる。

6.1.4 過渡磁化特性直視装置

リレーの過渡的な電流，磁束，変位の3特性を測定するものである。外観を第30図に示した。

6.1.5 作動時間の測定

特に短時間の測定に高精度が得られるよう，発振器と計数回路を使用したものである。指示計器を用いず，測定結果が直接数字でパネル面に示されるため，測定が非常に容易で，かつ測定者による差がなくなる。

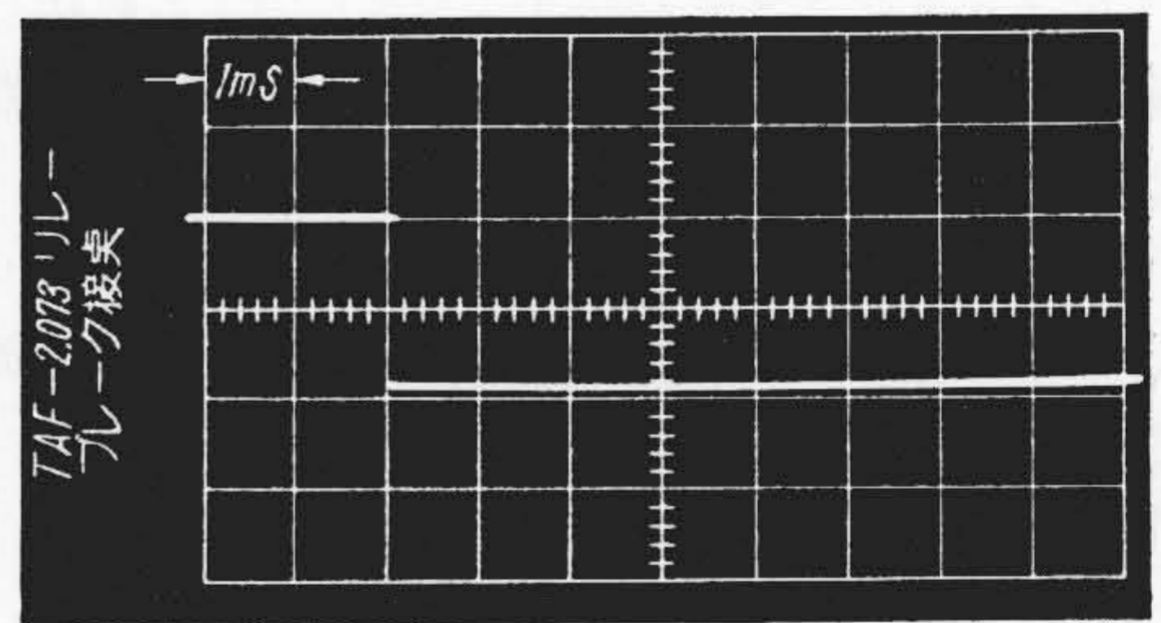


第33図 電子管式インパルス発生装置

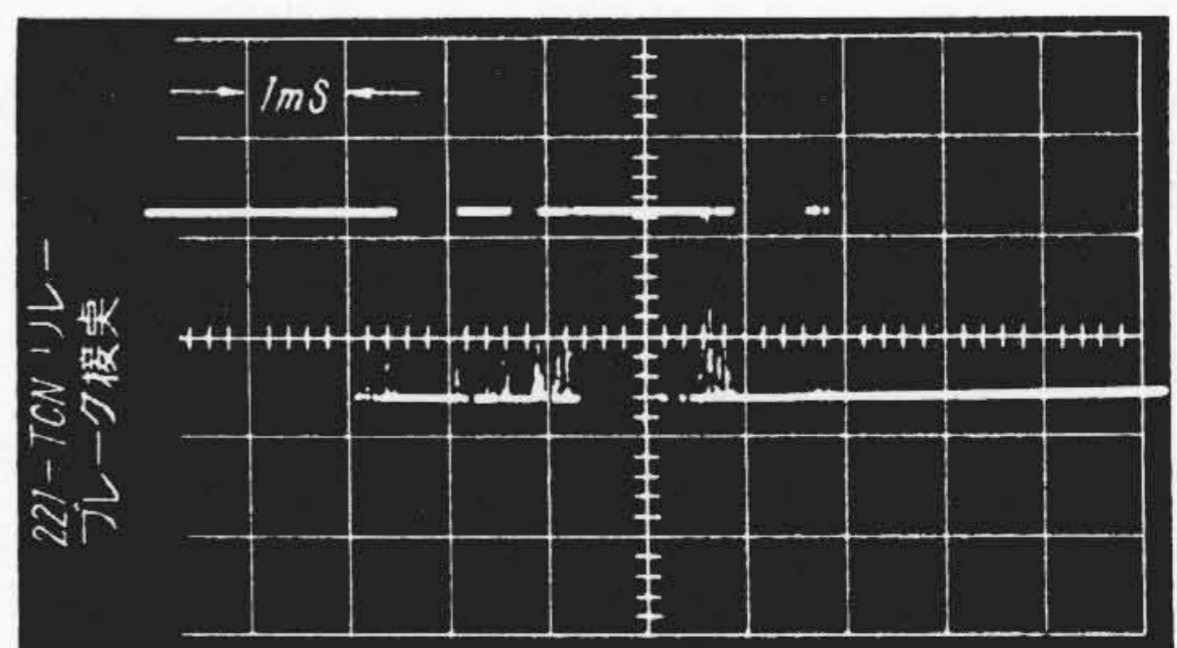
6.2 機械的特性の測定設備

6.2.1 各部品の振動測定装置

リレーの動特性を測定するもので，動作中の各部品の振動状況，接点のチャタリング，およびこれらの相互関係などが同時に測定できる。これにより，リレーの長寿命化の検討に必要な多くのデータが求められ，非常に重要な測定器である。第31図および第32図



(a) ワイヤスプリング・リレーのチャタリング



(b) 水平形継電器のチャタリング

第36図 ワイヤスプリング・リレーと，水平形継電器のチャタリングの比較

第2表 ワイヤスプリング・リレーと水平形
継電器の消費電力の比較

	接点組合わせ	リレーの種類	コイル抵抗 (Ω)	指定感動電流 (mA)	48Vで使用したときの電流安全率
例1	メーク接点 12組	ワイヤスプリング・リレー	2,500	7.7	2.5
		水平形継電器	2,100	14.3	1.6
例2	トランスファ接点 6組	ワイヤスプリング・リレー	2,500	8.5	2.3
		水平形継電器	2,100	11.8	1.9

注：電流安全率とは、使用状態でコイルに流れる電流を、リレーの感動電流で割った値であつて、大きいほど安全である。

に、測定装置の一例として、シャドウグラフ、および光電管式振動測定装置を示した。

6.2.2 リレー駆動装置

振動特性、そのほかの動特性の検討のためには、リレーの駆動入力電圧、インパルス速度、インパルスのメーク比などを自由に、かつ正確に変えることのできる電源が必要であつて、第33図はこの一例として、電子管式のものを示した。

6.2.3 摩耗試験装置

リレーの各部品および材料の加速摩耗試験を行い、長寿命化に必要な資料を得るもので、第34図は、その振動子である。

7. 日立ワイヤスプリング・リレーの性能

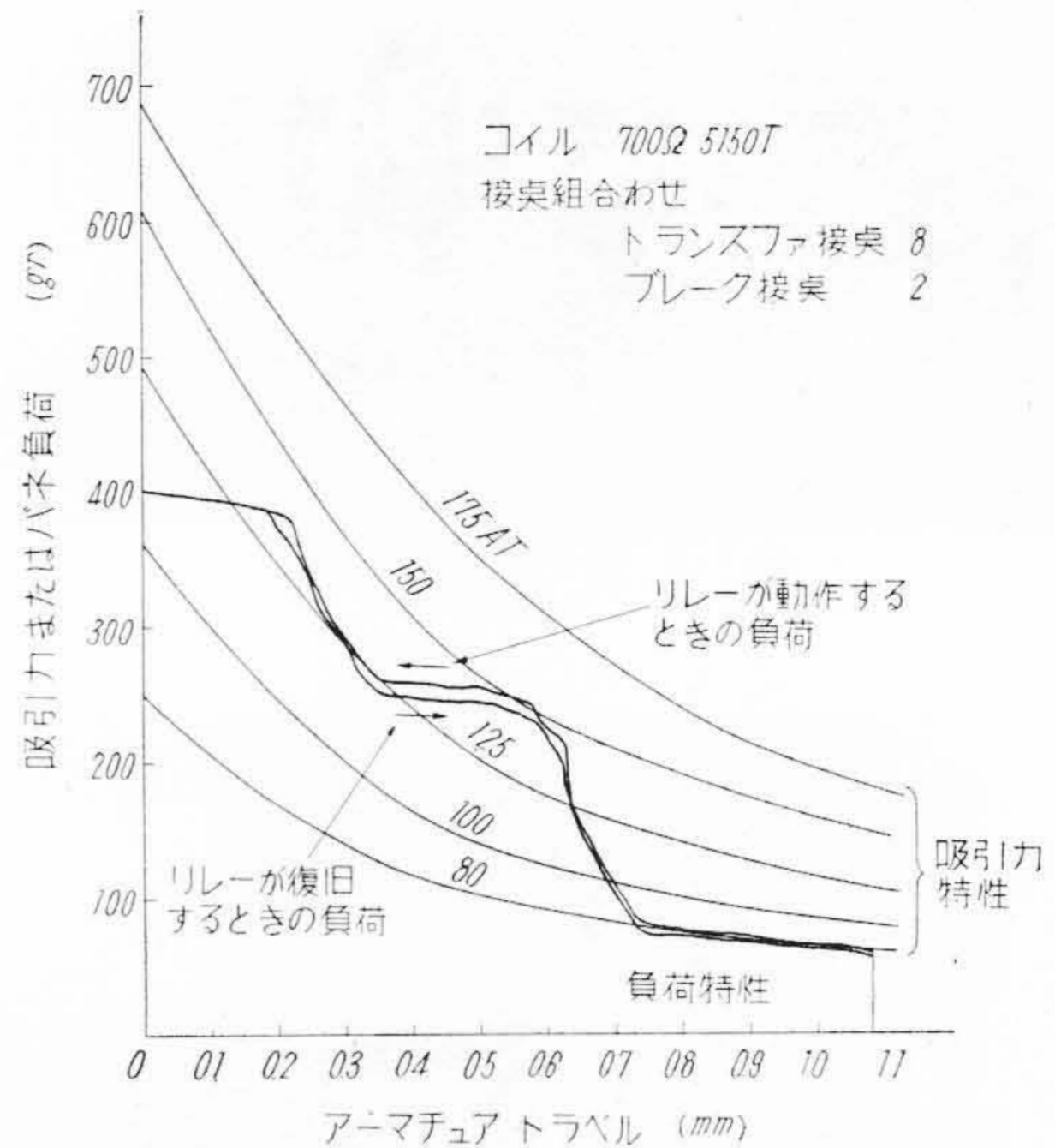
ワイヤスプリング・リレーは、前述したように接点動作が確実で、消費電力が少なく、速動形リレーの動作および復旧時間は短く、きわめて長寿命である。

以下に日立製作所で製作したワイヤスプリング・リレーを、第35図に示した現用のストロージャ式交換機用水平形継電器と比較して説明する。

7.1 接点の動作

第36図(a)に、ワイヤスプリング・リレーの接点が閉じるときの、チャタリング特性を示した。同図(b)の、水平形継電器の場合と比較すると、ワイヤスプリング・リレーのチャタリングは、著しく少ない。この程度のチャタリングは、接点が閉じた後の可動バネのわずかな振動によるか、アーマチュアとコアまたはコアプレートとの衝撃によつて生ずるものであつて、アーマチュアのはね返りによるものではない。これは前述したように、アーマチュアのはね返りによる振動は、ヒンジ・スプリングに吸収されて、カード側には伝わりにくいためである。

チャタリングが、著しく少ないために、回路の誤動作に対する安全率は高い。この点は、最近のように、交換機用の各機器の動作が早くなると、きわめて大きな利



第37図 ワイヤスプリング・リレーの吸引力特性と負荷特性 (AF形リレーの場合を示す)

点となる。また、前述のように、接点の実効的な開閉回数が少なくなるため、接点の寿命が、したがつてリレーの寿命が著しく長くなる。

7.2 消費電力

一例として、比較的使用頻度の多い、約2,000Ωのコイルと、トランスファ接点6組、またはメーク接点12組をもつたリレーを、ワイヤスプリング・リレーおよび水平形継電器の両方について第2表に比較した。

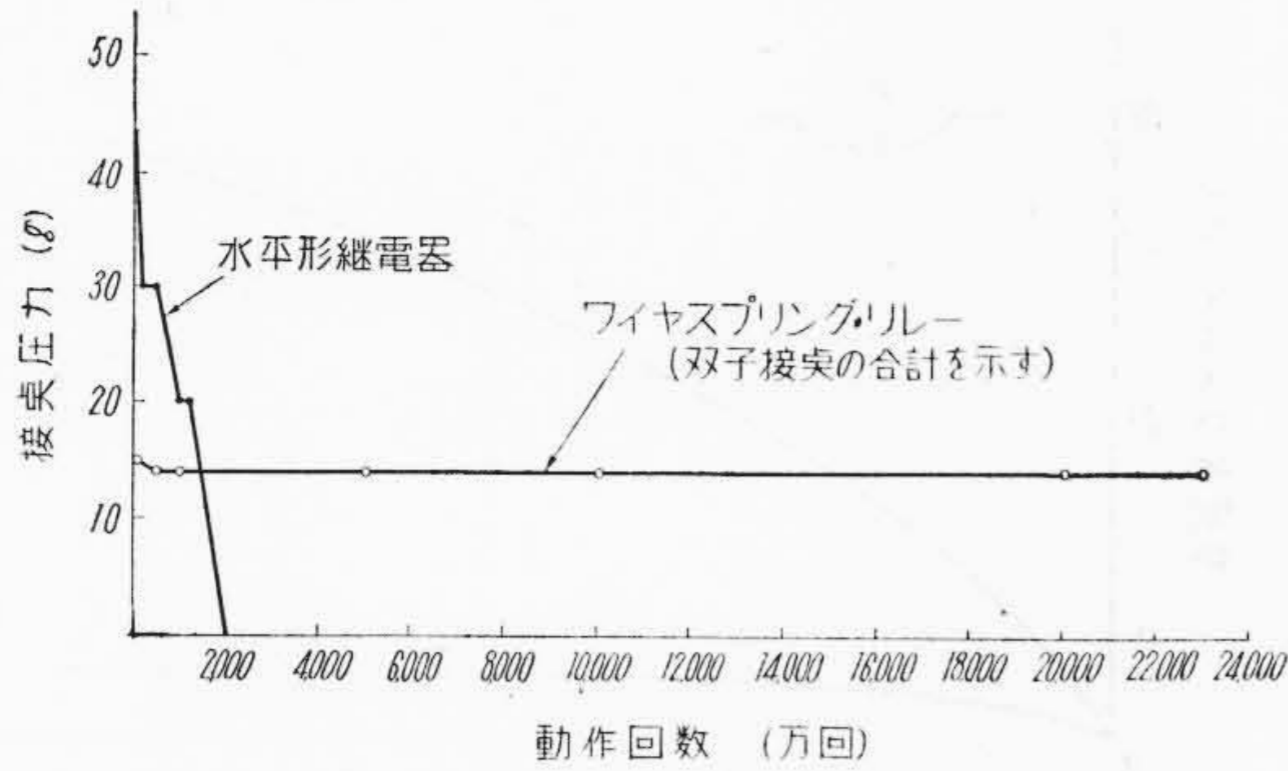
これより明らかなように、ワイヤスプリング・リレーは、感動電流、コイル入力ともに小さく、48Vで使用したときの、電流安全率が大きくて、高感度であることを示している。

7.3 吸引力特性および負荷特性

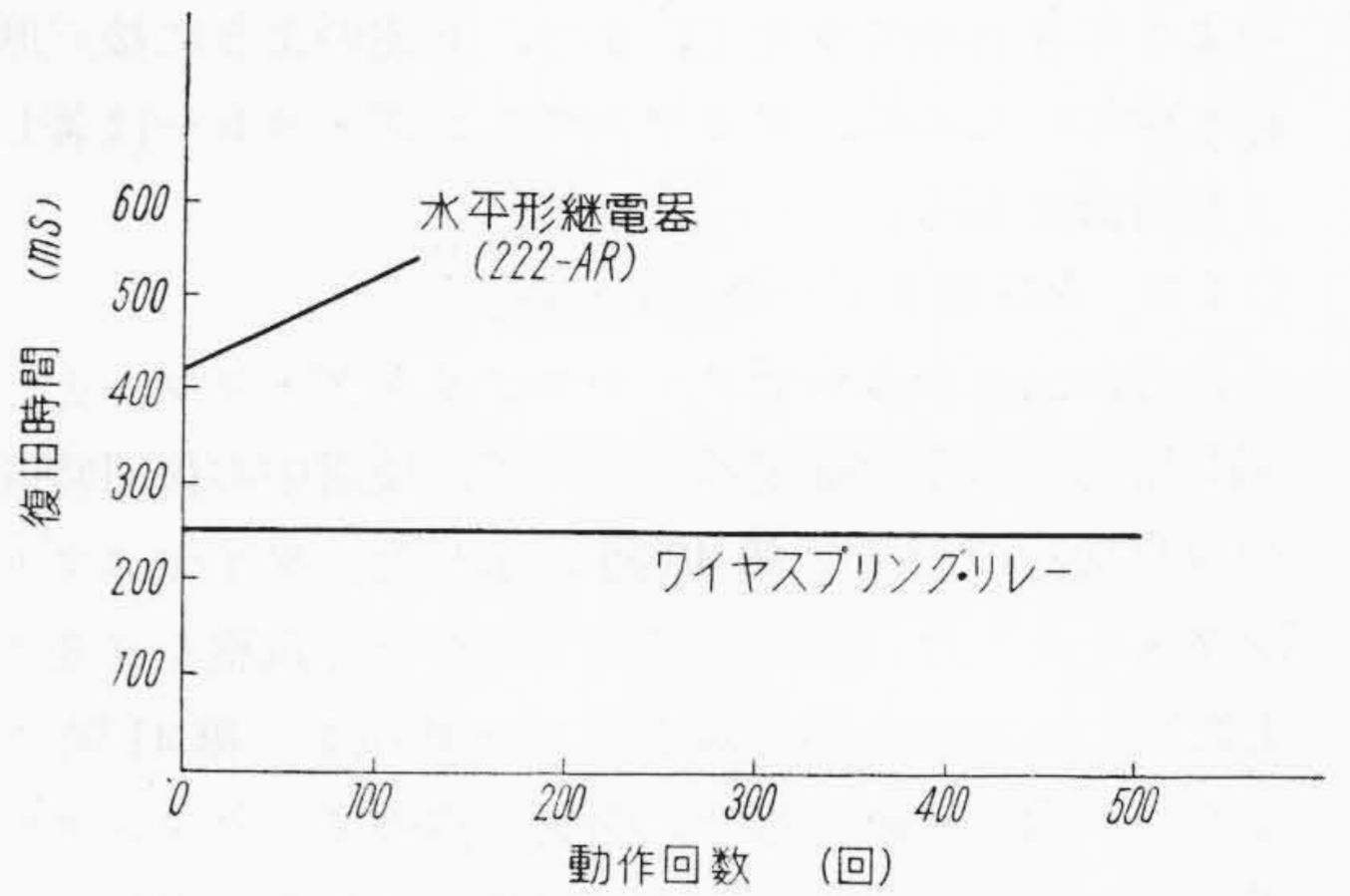
ワイヤスプリング・リレーが高感度をもつおもな理由は、磁気回路の設計が適当で、無効空隙、漏洩磁束などが少なく、吸引力が十分得られること、および、接点圧力が小さく、アーマチュアにかかる負荷が軽いことである。

第37図は、一例として、AF形リレーの吸引力特性、および負荷特性を重ねて示した。いずれも、カード位置における値である。

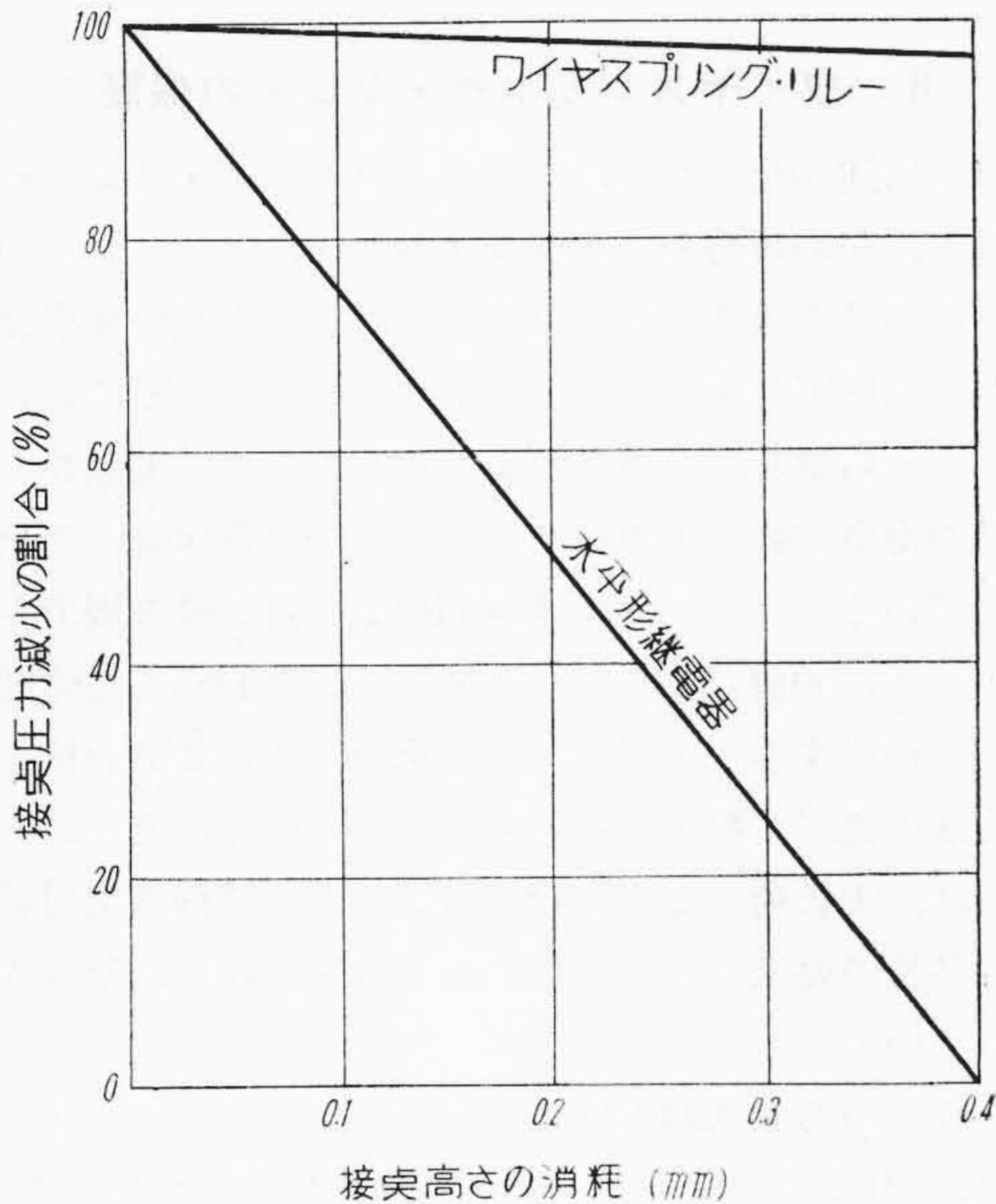
負荷特性は、アーマチュアに加わる、接点バネおよびレスタリング・スプリングの負荷張力と、アーマチュアの位置との関係を示すもので、特性曲線の形状は、リレーのカード、静止接点、可動接点ワイヤの各寸法、および、材料の特性によつて決定し、調整によつては、単に上下および左右に平行移動するだけである。したがつ



第38図 ワイヤスプリング・リレーと、水平形継電器の接点圧力の変化



第40図 ワイヤスプリング・リレーと水平形継電器の遅緩復旧時間の変動



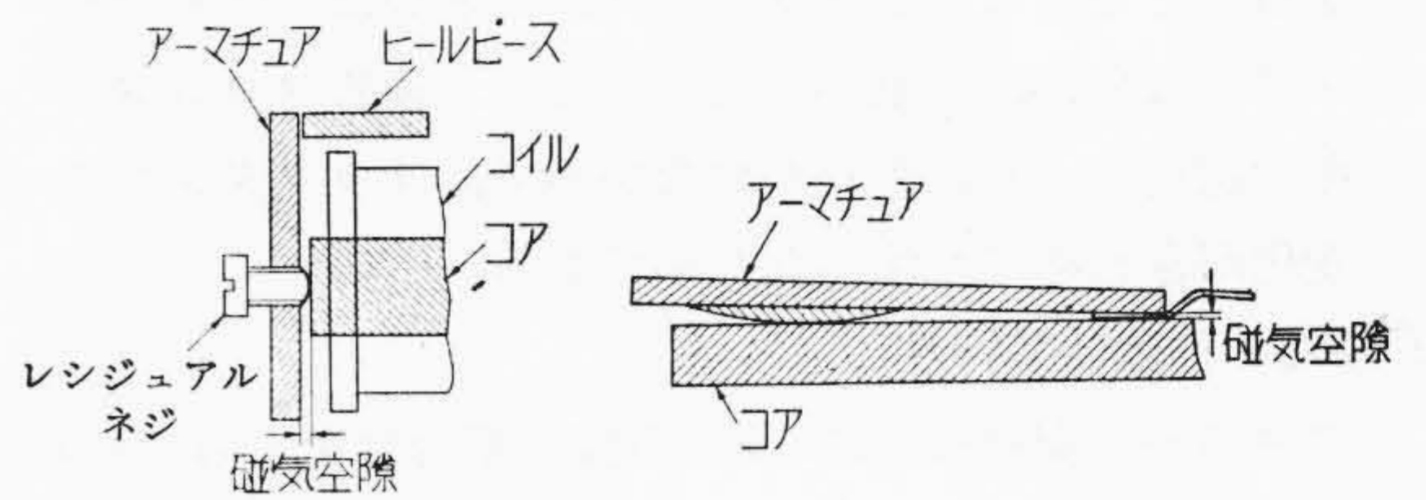
第39図 ワイヤスプリング・リレーと、水平形継電器の接点圧力の変化 (計算値)

て、上記の各部品の寸法および材料の特性を適当に決定すれば、調整はきわめて簡単で、しかも均一な特性を得ることができる。なお、負荷張力が、アーマチュアが動作方向に動いた場合と、復旧する方向に動いた場合とで異なるのは、接点バネなどの動作のときに、わずかの摩擦があり、摩擦抵抗分だけ測定値に差を生ずるためである。図に示すように、摩擦による損失は、無視できるほどに小さい。

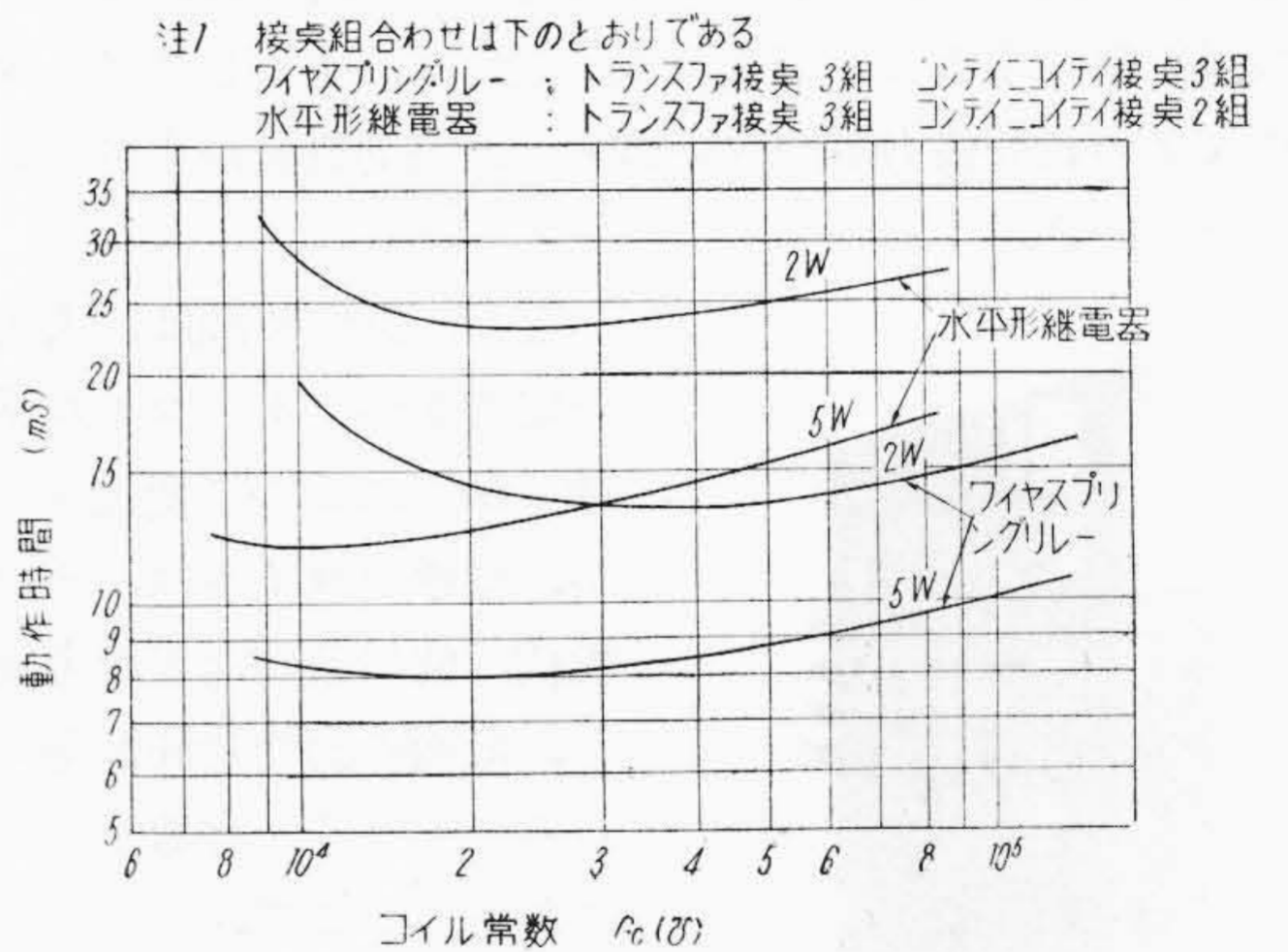
同図のリレーの場合、アーマチュアは、印加アンペア・ターンが 80 になるまで動かず、これをこえると動きはじめて、約 150 アンペア・ターン以上で完全に動作する。すなわち、不感動アンペア・ターンは約 80、感度アンペア・ターンは約 150 である。

7.4 使用中の特性の変動

7.4.1 接点圧力の変動



第41図 ワイヤスプリング・リレーと水平形継電器の磁気空隙 (遅緩復旧用リレーの場合)



第42図 ワイヤスプリング・リレーと水平形継電器の動作時間 (速動用リレーの場合)

第38図は、リレーの使用における接点圧力の変動の状況を示したものである。水平形継電器は、わずか2,000万回の動作で接点圧力が 0 となり、使用できなくなるのに対して、ワイヤスプリング・リレーでは、2億回以上の動作に対して、ほとんど変化しておらずきわめて安定である。これは、ワイヤスプリング・リレーの接点動作に、カード駆動方式を採用し、ステイフネスの小さいワイヤを接点バネとしているためである。第39図は、計算で求めた、接点摩耗量と、接点圧力の変化量との関係であるが、接点圧力の変化が、こ

のようにきわめて少なく、かつ、前述のように接点摩擦も少ないために、ワイヤスプリング・リレーは著しく長寿命である。

7.4.2 AG形リレーの復旧時間

遅緩復旧用のAG形ワイヤスプリング・リレーと、同じ用途の水平形継電器について、使用中の復旧時間の変化状況の一例を第40図に示した。ワイヤスプリング・リレーは、非常に安定でまったく調整を必要としないことが明らかである。この理由は、第41図のように、水平形継電器では磁気回路のリラクタンスを黄銅のレンジユアル・ネジで調整しており、動作中ネジが衝撃をうけて摩耗して、リラクタンスが変化しやすいのに対して、ワイヤスプリング・リレーでは、磁気空隙となるヒンジスプリング、あるいは、アーマチュアの部分は、摺動が少ないことと、硬質クロムメッキの採用により、摩耗が少ないので、リラクタンスの変化がきわめてわずかなためである。

7.5 作動時間特性

クロスバー交換機では、多くの接点組合せをもち、かつ動作時間の短いリレーを多数必要とする。ワイヤスプリング・リレーは、この点で従来のリレーに比べ非常にすぐれている。すなわち第42図に示したように、水平形継電器に比べて、同じコイル入力で、短時間に、多くの接点を駆動することができる。これは、主としてアーマチュアの負荷張力が小さいことと、実効質量が小さいことなどによる。

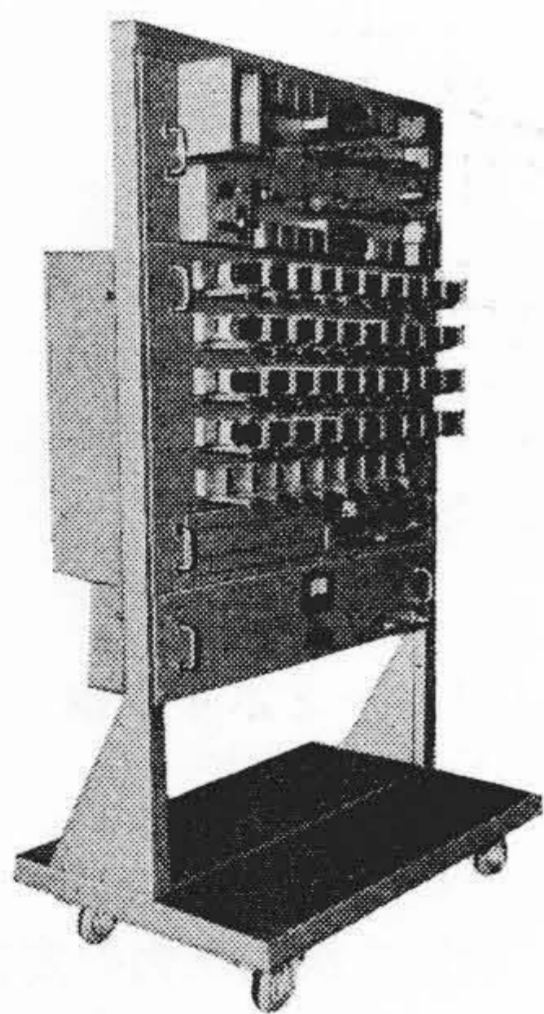
なお、動作時間は、入力一定であつても、コイル常数 (Gc) によつて変化するが、標準のコイルは、その抵抗、使用条件などを考慮し、最適の動作時間が得られるようコイル常数をきめてある。ここで、

$$Gc = \frac{N^2}{R}$$

ただし

N = コイルの巻回数

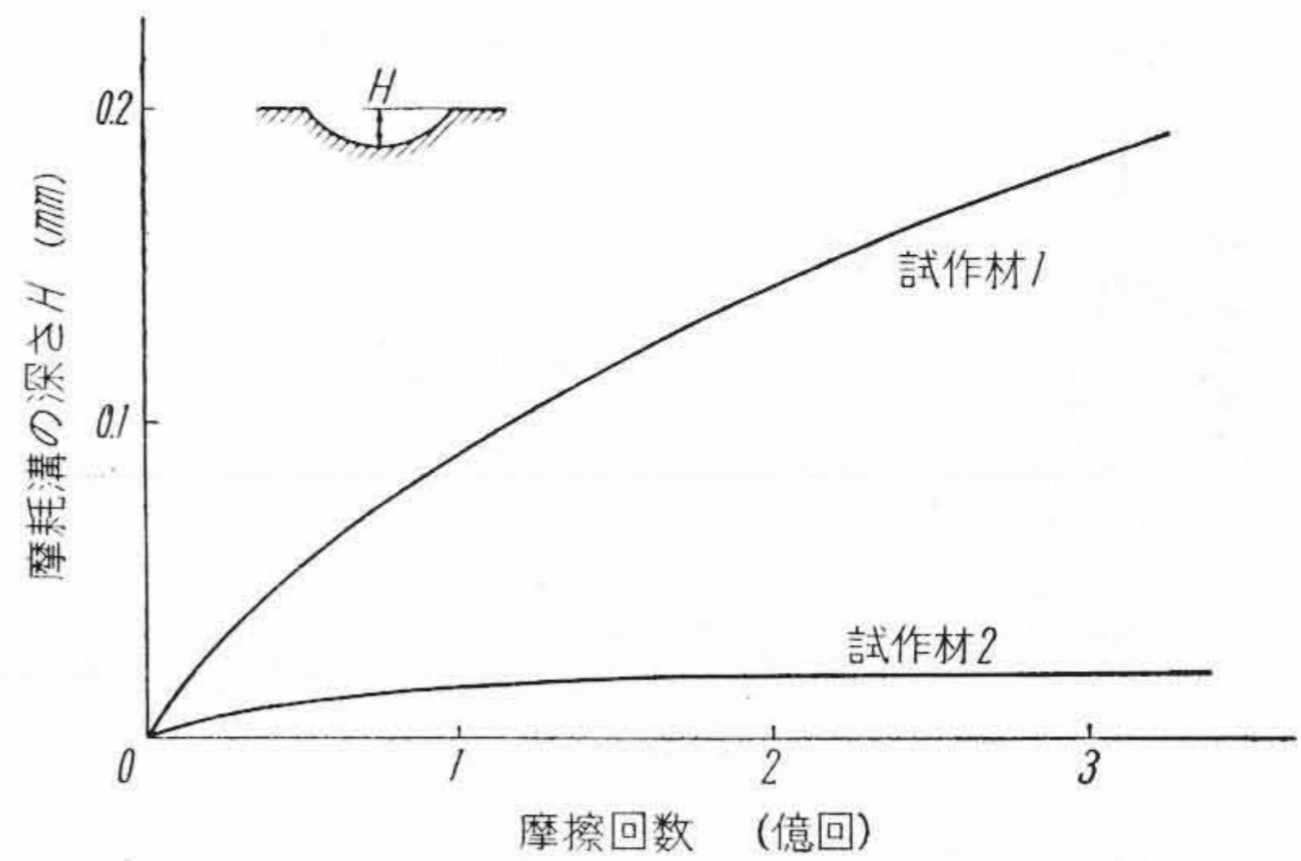
R = コイル (外部抵抗が直列のときは、これを含む) 抵抗



第43図 ワイヤスプリング・リレーの自動検査機

第3表 寿命試験による特性の変動

項目	寿命試験前	2,3億回動作後
感動電流 (mA)	38.0	35.0
動作時間 (mS)	12	12
接点圧力 (gr)	7.5	7.0



第44図 カード用材料の摩耗試験結果

8. ワイヤスプリング・リレーの保証

以上に述べたような、ワイヤスプリング・リレーの高性能と、その長寿命とを保証するためには、リレーの生産時における徹底した品質管理と、各工程間の要所要所における確実な検査が必要である。日立製作所においては、これら量産品の検査はもちろんのこと、部品および製品の寿命試験を実施して、リレーの品質保証に万全を期している。たとえば、第43図は、自動検査機であつて、一時に50個のリレーを連続して、きわめて短時間のうちに検査することができ、従来の、1個1個を検査する方法に比べて数十倍の能率があげられる。また、寿命試験は、実負荷および、疑似負荷によつて行う実用試験と、特殊の要求に対して行われる加速試験とに分けて実施している。

これらの寿命試験の結果は、ワイヤスプリング・リレーは、これまでのほかのリレーが到達しなかつたような、多くの動作回数に達して、なお動作をつづけている。第3表は、寿命試験前後における、リレーの特性変化の一例である。また第44図には、加速試験の一例として、カード用フェノールレジジン積層板の摩耗試験結果を示した。

さらに、交換機を電話局まで送る場合に、輸送中の事故の絶滅を期するため、振動試験、輸送試験が、周囲条件の悪いところでの動作を保証するため、高温高湿試験などが実施され、これらの試験によつても、ワイヤスプリング・リレーはなんらの異常も認められず、きわめて好成績をおさめている。

また、以上にのべた寿命試験と並行して、実用状態における諸特性の検討のために、工場構内用として、ワイヤスプリング・リレーを使用したクロスバー交換機を製作して、実用試験を行つているが、今後さらに顧客各位の御批判をうけるとともに、保証試験の方法にも検討改善を加えて、品質のより良く、安定したリレーを生産するように、努力をつづけている。

9. 結 言

高性能のクロスバー交換機を製造して、需要家の御要求を満足するためには、従来の電話用リレーでは不可能であつて、ワイヤスプリング・リレーの開発実用化が、欠くことのできないものである。日立製作所においては、以上報告した経過によりこのリレーを実用化し、保守の容易で安定なリレーを製作納入しているが、引続き顧客各位の御意見によりいつその検討、改善を加えて、リレーの性能の向上と安定化をはかり、経済的生産により、さらに高い水準のクロスバー交換機を納入できるよう努力するつもりである。

最後に、種々の御指導をいただいた日本電信電話公社の各位、東京大学生産技術研究所鈴木教授、亘理教授、森脇教授、工学部鳳教授をはじめ、御協力をいただいた関係各会社、日立金属工業株式会社安来工場、同冶金研究所、日立電線株式会社、および日立製作所日立、中央各研究所、日立、多賀、亀戸、亀有、絶縁物、戸塚各工場の関係の方々にあつくお礼申し上げるとともに、今後の御指導、御協力をお願いする次第である。

参 考 文 献

(1) 小林, 篠原: WA形系継電器, 通研月報(昭32-8)

- (2) 渡辺: 日立評論 36, 1359 (昭29-9)
 (3) 西口: 日立評論 37, 807 (昭30-5)
 (4) 江森, 中村: 日立評論 37, 1441 (昭30-10)
 (5) 江森, 中村, 若林: 日立評論 38, 461 (昭31-3)
 (6) 江森, 中村, 若林: 日立評論別冊 18, 21 (昭31-12)
 (7) 田島, 三井: 日立評論別冊 18, 79 (昭31-12)
 (8) 二見: 日立評論 39, 905 (昭32-8)
 (9) 北条: 日立評論 39, 1151 (昭32-10)
 (10) A. C. Keller: B. S. T. J. Vol. 31, 6 (1952-11)
 (11) J. W. Mcrel: B. S. T. J. Vol. 32, 3 (1953-5)
 (12) A. C. Keller: B. S. T. J. Vol. 33, 1 (1954-1)
 (13) A. J. Brunner ほか: B. S. T. J. Vol. 33 4 (1954-7)
 (14) E. E. Summer: B. S. T. J. Vol. 33, 4 (1954-7)
 (15) A. L. Quinlan: B. S. T. J. Vol. 33, 4 (1954-7)
 (16) W. P. Mason ほか: B. S. T. J. Vol. 33, 4 (1954-7)
 (17) H. A. Miloche: B. L. R. Vol. 39, 7 (1951-7)
 (18) C. Schneider: B. L. R. Vol. 39, 11 (1951-11)
 (19) H. M. Knapp: B. L. R. Vol. 41, 11 (1953-11)
 (20) J. J. Kuhn, SR: B. L. R. Vol. 42, 2 (1954-2)
 (21) O. C. Worley: B. L. R. Vol. 42, 9 (1954-9)
 (22) H. M. Knapp: B. L. R. Vol. 44, 4 (1956-4)
 (23) H. M. Knapp: A. I. E. E. (1956-11)
 (24) 窪小谷, 富田: 水平形継電器設計基準の研究 通研成果報告 477, (昭29-3)

日 立
Vol. 20 No. 3

目 次

- ◎家庭サービス
 ◎完全な電気ポンプ
 ◎主婦へのプレゼント
 ◎明日への道標(関門国道トンネルの換気装置)
 ◎テレビチャンネル・放送局一覧表
 ◎ショールーム(冷蔵庫)
 ◎暮らしの科学
 ◎新しい照明施設
 ◎貨車のいろいろ(1)
 ◎海をくぐる国道(関門国道)
 ◎日立だより
 ◎ミシンの常識

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. 1

目 次

- ◎厚板熔接継手の低温応力緩和法の研究
 ◎熔接箱形けたの研究(第1報)
 ◎ステンレス鋼の切削について
 ◎電磁型トルク計およびねじり振動計について
 ◎船体固有振動数の研究
 ◎ライナ摩耗に伴うピストンリングの圧力分布の変化について
 ◎イオン交換樹脂によるリン酸老化液再生の研究

本誌につきましての御照会は下記発行所へ
 御願致します。

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