

D10形電子交換機の実装および部品

Packaging and Assembly of D10 Electronic Switching System and Its Components

In an electronic switching system its packaging and assembly as well as the components used are closely associated with its economy, standardization, reliability and service life. In packaging D10 Electronic Switching System a standardized high density electronic circuit pack, a fan cooling system, and a wiring system incorporating noise suppression measures are adopted. In the design of the switches and relays most emphasis was placed in reducing their size. Also, the circuit components have been developed with a design target placed on high reliability and miniaturization.

It should be noted that these components as well as packaging and assembly were not developed individually but by engineers who worked under a unified design concept from the very beginning of designing; that is, determination of function for each component device.

田村 秋雄* Akio Tamura
立花 義夫* Yoshio Tachibana
春日 和雄* Kazuo Kasuga
古屋 雅男* Masao Furuya
菊川 久義* Hisayoshi Kikukawa
蔵部 弘敏* Hirotohi Kurabe
田端小太郎* Kotaro Tabata

1 緒 言

電子交換機の実装および部品は、装置全体の経済性、信頼性、寿命および標準化などに著しい影響を与える。D10形電子交換機(以下D10形と略称する)の開発において、実装では標準化、高密度化およびそれに伴う熱放散、スイッチ、継電器では超小形化、製造性、回路部品では高信頼度化、小形化などの項目が大きな目標として取り上げられた。

以下に実装および部品の主要なものについて、思想の概説と設計手法および内容のあらましを紹介する。

2 実 装

電子交換機の実装は次の二つに大別される。すなわち架配列、架間接続、架内配置、取替単位への分割、熱放散法、布線法などを含むいわゆる装置の実装と、電子回路パッケージにおける電子回路部品の印刷配線板への実装である。

2.1 装置の実装

電子交換機的全システムは各種機能別装置により構成されていて、各装置はおおよそ架単位で成り立っているといえる。これらの架は、実装的見地から、電子系架と電磁系架に分けることができる。

電子系架は、電子部品を搭載(とうさい)する架で、電子回路パッケージの実装法が主要な技術である。一方、電磁系架は電子交換機用に開発されたD、F形継電器(通称小形リレー)とXS形クロスバスイッチ(通称小形クロスバスイッチ)が実装される架で、通話路網を構成するスイッチ架およびトランク架が代表的なものである。

また、これらの実装においては高密度化のための熱放散法および雑音防止を考慮した布線法が開発された。

各装置間あるいは架間の相互接続には、建設工期を短縮するためケーブルコネクタが全面的に採用されている。

2.1.1 電子系架の実装

図1は電子系架の実装構造を示したものである。中央処理装置など、通話路系装置以外のほとんどの装置が、この種の

実装によって構成されている。架高は2,750mm、架幅は660mmおよび990mmの2種類がある。D10形では実装に関連するすべての寸法は、標準寸法系列(2.5mmの整数倍)に基づいて決められている。たとえば図1に見られるように、架柱に設けられている取付穴ピッチは25mm、電子回路パッケージの架幅方向取付けピッチ12.5mm、架高方向100mmなどである。

電子回路パッケージは、シェルフに設けられたバーリング加工による溝(みぞ)に沿ってそう入され、取付板にねじ止めされたコネクタとかん合することによって装着される。シェルフを搭載した取付板は前面から架柱に、セルフタッピングねじで固定される構造になっている。これは既設置の装置の布線に妨げられることなく増設工事を容易にするための配慮である。架柱は板厚1.4mmの鋼板で作られ、形状および寸法は図1に見られるとおりである。取付板の裏面には、電源インピーダンスを低く保つための電源供給板、電源バス、より線のアース側配線を収容するアース端子、層別布線のための部品、ファニングサポート、クロスカップなどがそれぞれシェルフ対応に取り付けられている。

2.1.2 スイッチ架の実装

スイッチ架は通話路網の構成単位となる装置で、主要部品はXS形クロスバスイッチである。

XS形クロスバスイッチは通話路網構成に対応して、8個単位で一つの実装部品に搭載され、グリッド板として取り扱われ、保守、点検のため、容易に着脱できる構造になっている。スイッチ架の実装は図2に示すとおりである。架高は、2,750mm、架幅は1,320mm、奥行寸法は500mmで電子系架わくと異なっているが、架柱などの架わく用部品はすべて共通なものが使われている。グリッド板は表面に垂鉛めっきされた鋼板の四角なわくで、XS形クロスバスイッチ8個とリード継電器、D、F形継電器などが実装できる構造になっている。これらの機器の端子面は導体径0.4mmの線で布線接続されている。図2に示すようにグリッド板の1端面にはコネクタ部

* 日立製作所戸塚工場

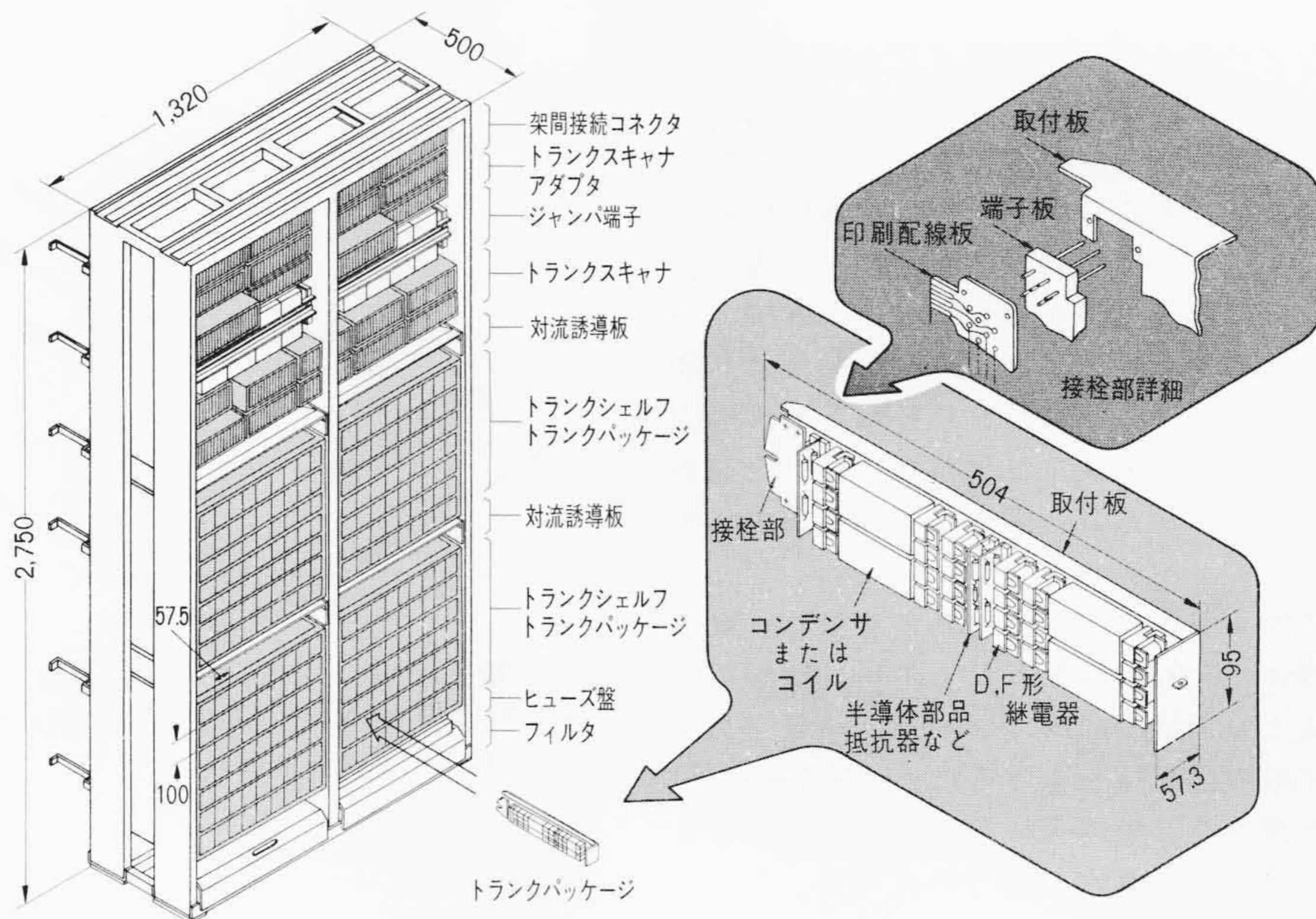


図3 トランク架の実装構造 トランクパッケージ252個/架の收容能力をもち、対流誘導板を用いた自然対流による冷却方式を採用している。

Fig. 3 Trunk Frame

2.1.3 トランク架の実装

トランク架は通話路網における音声の伝達、各種信号の送受信などの機能をもつトランクを実装する架である。主要部品はD、F形継電器である。架の寸法はすべてスイッチ架と同じで、局舎においてはほとんどの場合、スイッチ架と隣接して設置される。図3はトランク架の実装を示すものである。

トランクはD、F形継電器を始め、コンデンサ、コイル、半導体および抵抗器などの機器部品で構成される。これらの機器部品は、グリッド板と同様、着脱可能な構造のトランクパッケージにまとめられている。図3に示すようにトランクパッケージは先端に接栓(せっせん)部をもつコの字形の鋼板製の取付板に各種の機器部品が搭載され、機器相互に布線接続されたものである。トランクパッケージ内の布線は図3の接栓部詳細図に示すように、いったん端子板にワイヤラッピング接続され、コネクタとかん合する印刷配線板にはんだ付けされ、外部との接続を可能にしている。

トランクパッケージはトランク架の前面より、格子状に構成された鋼板製のトランクシェルフに実装され、パッケージ先端の接栓部が架側に設けられたコネクタにかん合する。

トランクパッケージは1架に252個実装される。トランクパッケージの内部実装は、1ユニット10mmで、機器の取付方法が標準化されている。このため回路機能的には数十種類に及ぶトランクが、わずか10種類程度の取付板に収められている。抵抗器、半導体などはワイヤラッピング用端子を備えた32mm×87mmの印刷配線板にまとめて実装され、1個の部品のように取り扱われる。トランクパッケージの重量は1個約2.5kg、架としては252個実装した場合約900kgである。

2.1.4 熱放散法

交換機が設置される局舎の室内温度は、通常30°C以下に調整されている。一方、使用される機器部品は周囲温度55°Cで所定の特性、寿命などが保証されるように設計されているので架内の温度上昇は25 deg以下でなければならない。したがって架内温度上昇を25deg以下に押えることが、この場合の熱放散の目的で、ファンを用いた強制空冷法と、対流誘導板を用

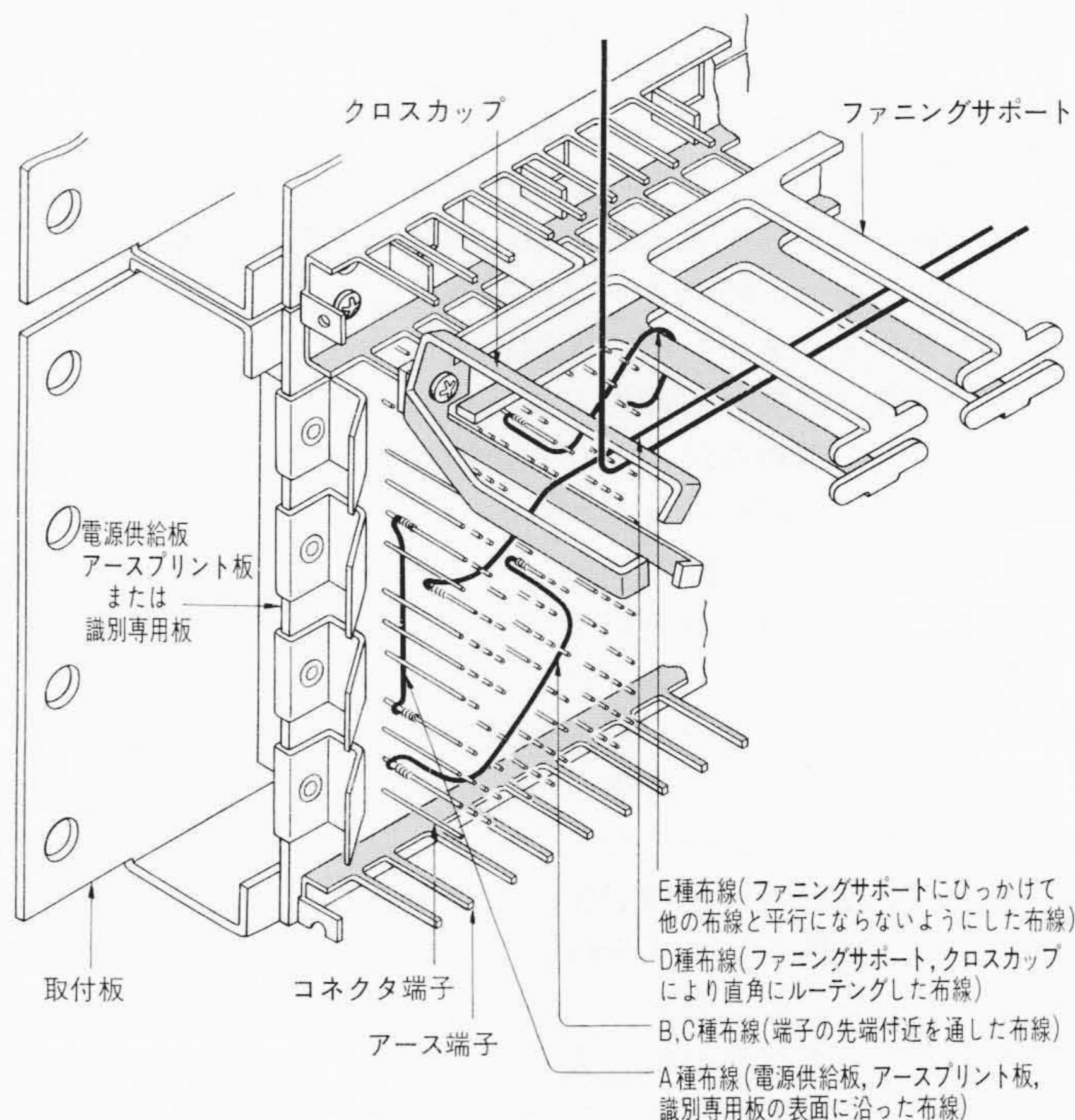


図4 電子装置の布線構造 布線は電子回路の高速化に伴う雑音を防止するため、A種～E種にルート分けされている。

Fig. 4 Back Wiring of Circuit Packs

いた自然対流空冷法が併用されている。それぞれの冷却方法に対応して、電子回路パッケージ群の許容発熱量が定められ、それに基づいて架内の電子回路パッケージの配置が定められている。

2.1.5 布線法

集積回路の大幅な導入による論理の高速化、高密度実装に

よる布線密度の増加などの理由により、電子交換機では布線法においても各種の新しい技術が採用されたが、代表的なものは層別布線構造やより線の全面的な導入など、誘導雑音の低減を目的とした布線方法である。層別布線は電源供給板のアース面よりの距離などによって布線群を層別にするもので、電源供給板のアース面に接近させて布線するものをA種、コネクタの端子先端付近を通すものをB種、電源供給板より50mm以上離れるものをC種というように、おおむね3層に構成されている。このほか、特別に配慮された布線ルートを通るものにD種、E種などの布線がある。図4は層別布線の状態を示したものである。

線材は高密度実装に伴う多量の配線に対処するため、電子回路相互間接続には導体径0.32mmのFEPナイロン線が用いられている。接続方法としては全面的にワイヤラッピング法が用いられているが接続の信頼性を上げるため、0.32mmの線材に対しては線材の被覆の一部を端子に巻き付けるいわゆるモディファイドワイヤラッピングが採用されている。

2.2 電子回路パッケージの実装

電子回路パッケージは、各種の電子部品を印刷配線板に実装することによって構成されており、温度10~55°C、RH50±30%の周囲条件で22年間の耐用寿命が要求されている。電子回路パッケージの設計にあたっては、信頼性、量産性、保全性および実装密度などの見地から印刷配線パターン作成および電子部品取付用の基準を定めておくことが必要である。電子交換機用印刷配線板には集積回路をはじめ各種の小形電子回路部品が搭載されるため配線密度の高い印刷配線パターンが必要とされる。この高密度配線については印刷配線板において最も基本的な量である最小導体幅、最小導体間げき、穴径およびランド径あるいは部品取付法などの項目に対して各種のテストパターン印刷配線板を用いた実験が行なわれ、電子交換機に必要な信頼性、量産性および保全性などを満足する最小値が求められ、これらの値に経済性が考慮されて設計上の基準値が定められた⁽²⁾⁽³⁾。

まず印刷配線板に関しては、基準格子は電子交換標準寸法系列により2.5mmの直角格子が採用され、第2、第3格子として基準格子寸法の1/2および1/4が使用されている。導体幅は導体の引きはがし強さ、電流容量などについての実験結果および製造上の問題点を考慮して、原則として0.5mm以上、最小許容値として0.2mmとなっている。導体間げきの最小値は導体間の絶縁抵抗、絶縁耐圧および電食などの面から検討が加えられ、原則として0.5mm以上、最小許容値として0.25mmとなっている。また実験の結果、間げきが小さい場合には保護コーティングがきわめて有効であることが判明したので、導体間げきが0.4mm以下の場合には熱硬化性樹脂などによるコーティングが施される。穴径およびランド径は、リード線径と穴径との径差、隣接導体との導体間げき、ランドにおける最小導体幅、ランドの引張り強さ、はんだ付け時のランドの損傷率などを検討して定められ、穴径は1.0mm、1.3mm、1.6mmのものが標準として使用され、ランド径はスルーホールめっきを行なわない場合は2.2~3.6mmのものが、スルーホールめっきを行なう場合には1.5~3.0mmのものが使用されている。なお印刷配線板の基板材料としては、数次にわたる量産実験の結果などから、穴あけ加工性、スルーホールめっきの付着性ならびに信頼性およびはんだ耐熱性などの点ですぐれているガラス布基材エポキシ樹脂銅張積層板が採用されている。個別部品搭載用印刷配線板には両面銅張積層板が、また集積回路搭載用印刷配線板にはアース雑音、誘導雑音など

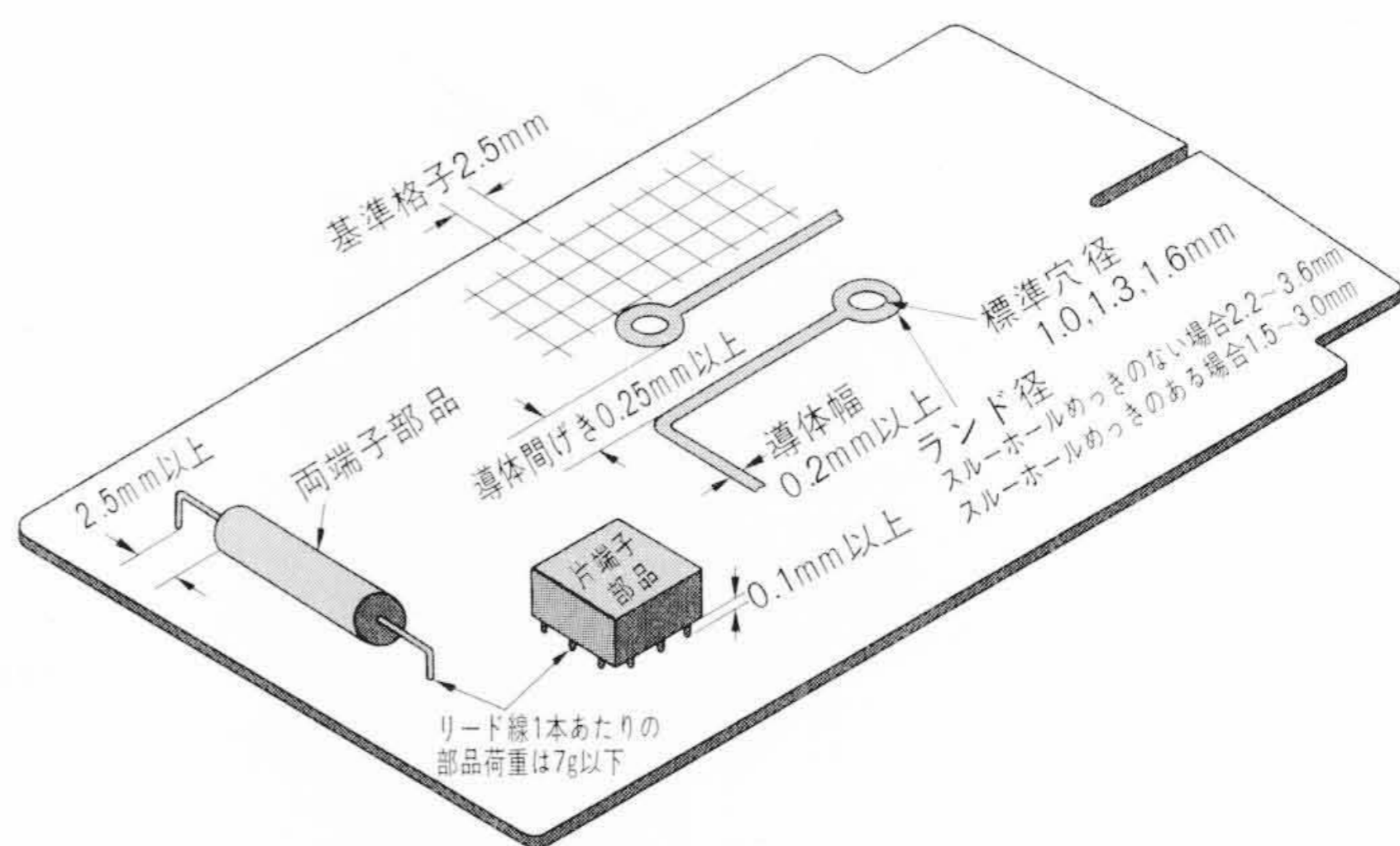


図5 電子回路パッケージの実装基準 電子回路パッケージ用印刷配線板の設計基準および部品取付基準の概要を示す。

Fig. 5 Printed Wiring Board

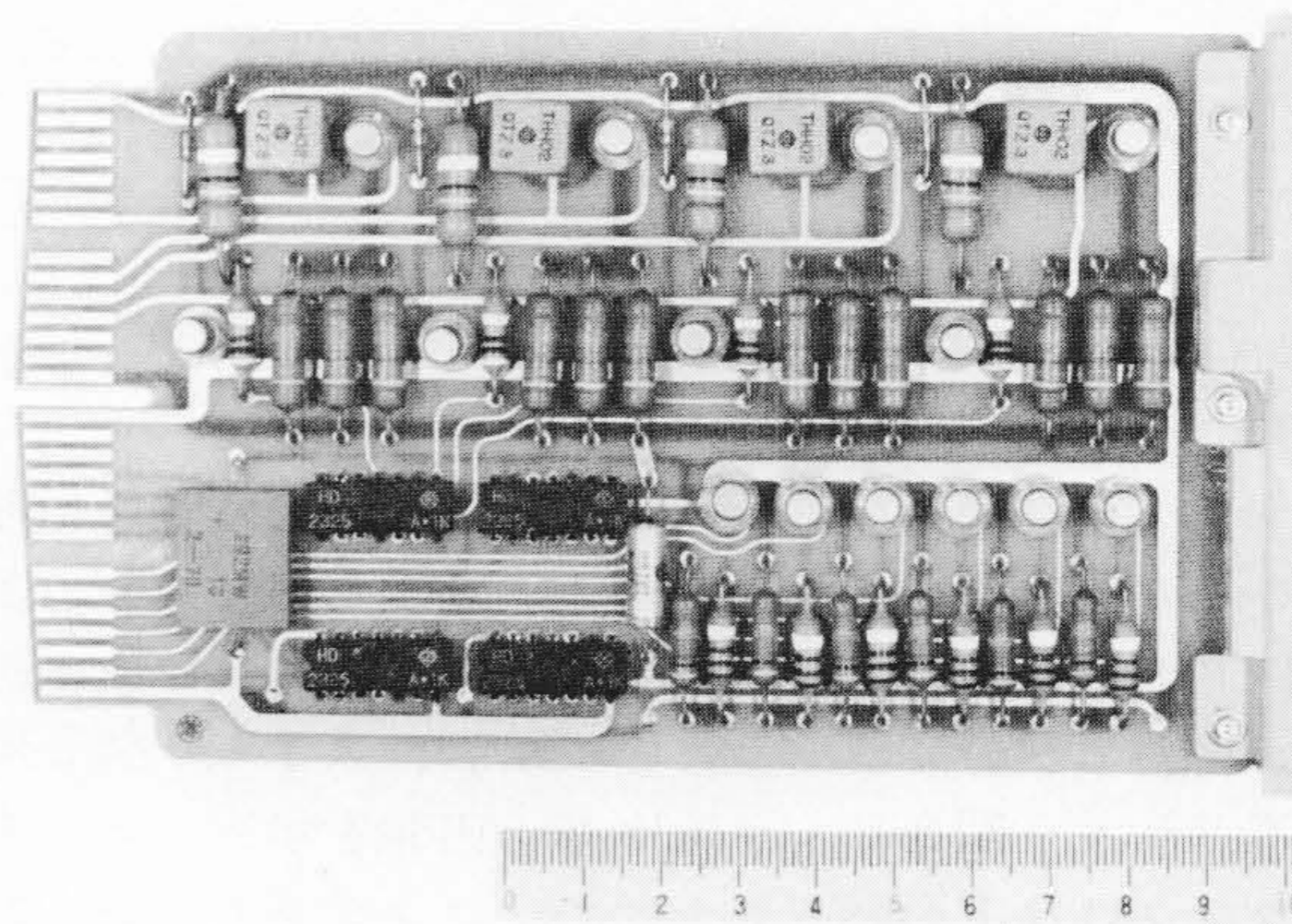


図6 EC-B形電子回路パッケージの実装例 個別部品を搭載した非論理回路用EC-B形電子回路パッケージである。

Fig. 6 Circuit Pack (Discrete Component)

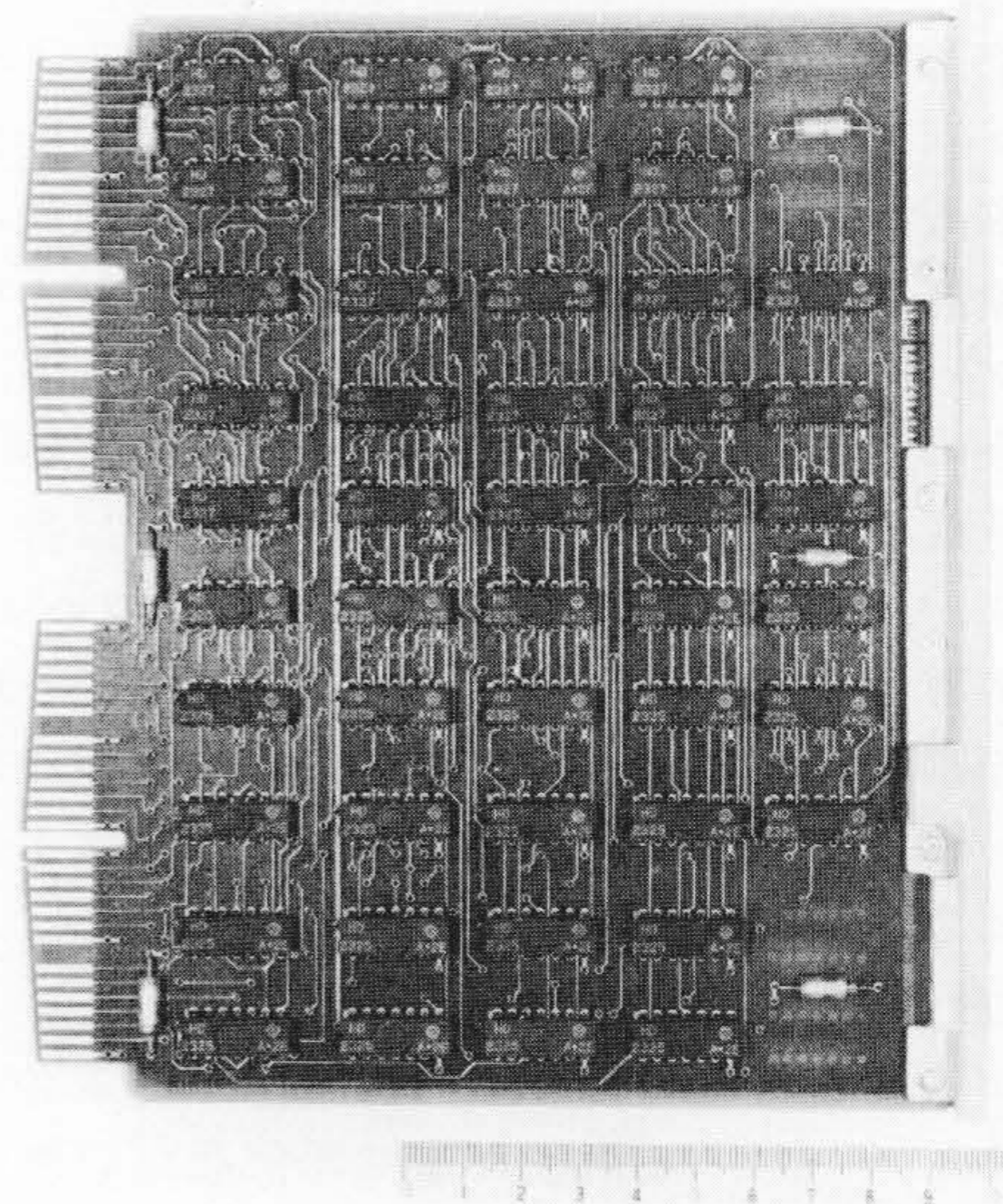


図7 EC-C形電子回路パッケージの実装例 集積回路を搭載したEC-C形電子回路パッケージで、中央処理装置の論理回路用として使用される。

Fig. 7 Circuit Pack (Integrated Circuits)

を考慮してシールド層入り3層銅張積層板が使用されている。

部品の取付基準に関しては、部品のリード線と印刷配線板とのはんだ付け個所の接続強度と信頼性を中心に、はんだ付け個所に対して加えられると考えられる各種の応力および荷重について検討が行われた。その結果、部品は原則として印刷配線板に密着して取り付けること、リード線1本あたりに許容される部品荷重は7g以下とすること、また部品取付に際しては応力がリード線内で吸収されるように配慮することなどが定められた。すなわち、両端子部品は図5のようにリード線に余長を持たせて取り付けること、また片端子部品はリード線と印刷配線板の膨脹係数の相違に起因する応力の発生を避けるため、印刷配線板との間に0.1mm以上の間げきをとるかまたは適当なスペーサを入れるなどの方法がとられている。図5は印刷配線基準および部品取付基準の概要を示したものである。

図6および図7はこれらの基準に基づいて作られた電子回路パッケージの例である。図6は架高方向1段幅(100mm)に実装されるEC-B形電子回路パッケージである。

図7は架高方向で2段幅に実装されるEC-C形電子回路パッケージで、EC-B形の約2倍の外形寸法を有し、中央処理装置の論理回路用として実装密度の向上および装置の裏面布線の減少を目的として採用されたものである。印刷配線板の大きさは、EC-B形が93×160×1.6(mm)、EC-C形が193×160×1.6(mm)であり、端子数はそれぞれ56および108となっている。なお電子回路パッケージの部品実装面の限界高さは、搭載される部品の高さにより、架幅方向で1実装ピッチ(12.5mm)を1枚幅としてEC-B形では1~4枚幅の4種類、EC-C形では1~2枚幅の2種類が標準化されている。

3 部 品

3.1 コネクタ

電子交換機では、建設工事の期間短縮、保守性の向上、高密度実装上の要求によりコネクタを用いたプラグイン構造が採用された。コネクタは主として電子回路パッケージからの接続とケーブルとの接続用の2種類に大別される。標準的な電子交換機においては1局あたり約20,000個のコネクタが使用されるため、高信頼性、かつ低価格であるようなコネクタの開発が要求された。

コネクタの信頼度を裏付ける最も重要な条件として長期間

にわたる安定した接触抵抗が考えられる。接触抵抗を保証するためには、適正な接触圧力と安定な接触面が必要である。コネクタの端子に対する付線工法としては、従来からの実績、端子密度、作業性、保守性などの観点よりワイヤラッピングが用いられることになった。量産性、低価格化などの見地からは、組立工数を低減するために、ワイヤモールド方式で製作可能な形状が採用された。

以上のような見地から次のような基本条件が定められた。

- (1) 接触部は単純なばね系とする。
- (2) 接触圧力は150g以上とする。
- (3) 接触部は貴金属めっき処理あるいは同等の処理を施す。
- (4) 端子部はワイヤラッピングに適する形状とする。
- (5) 製造方法はワイヤモールド方式とする。

基本条件に基づいて種々の検討が行われた。

接触子は大別して板ばねと線ばねに分類できる。板ばねは接触面積が大きく、加工により複雑な形状が作られ接触圧、そう入力を変えることが容易である。一方、線ばねはワイヤモールド形式が採用でき単純な構造が可能であり、ばね系として実際にできたものが設計値とよく合致する、というそれぞれ捨てがたい利点を持っている。

上記の利点の対比に、量産性、低価格という条件を加味して最終的には接触機構は丸線ばねをワイヤモールドし、平潰(つぶ)し加工により板ばね的要素を持たすという双方の利点が生かされた。さらに潰し加工の加工度により、ばね長さを変えことなく接触圧力を変える方法が採られた。この加工によって得られたばねは丸線ばねよりも剛性が大きく、根元に発生する応力が小さいという良好な結果がもたらされた。

端子部はワイヤラッピングができるよう丸線を角潰し、溝入れ加工を施したものとした。さらに電源供給板などへ容易にはんだ付けできるという実装要求を満たすため迎えはんだ処理が施された。

材料選択については、長期にわたるクリープ量、応力弛緩(ちかん)量の少ない材料に着目して、種々の材料を比較検討した結果、ばね材料としてはりん青銅線、また成形材料にはガラス繊維入りフェノール樹脂が採用された。この結果22年間使用後でも接触圧力は130g以下になることはなく安定した接触を保つことができる。

なお接触部には金銀合金(金90%、厚さ50μ)の接点が付けられた。

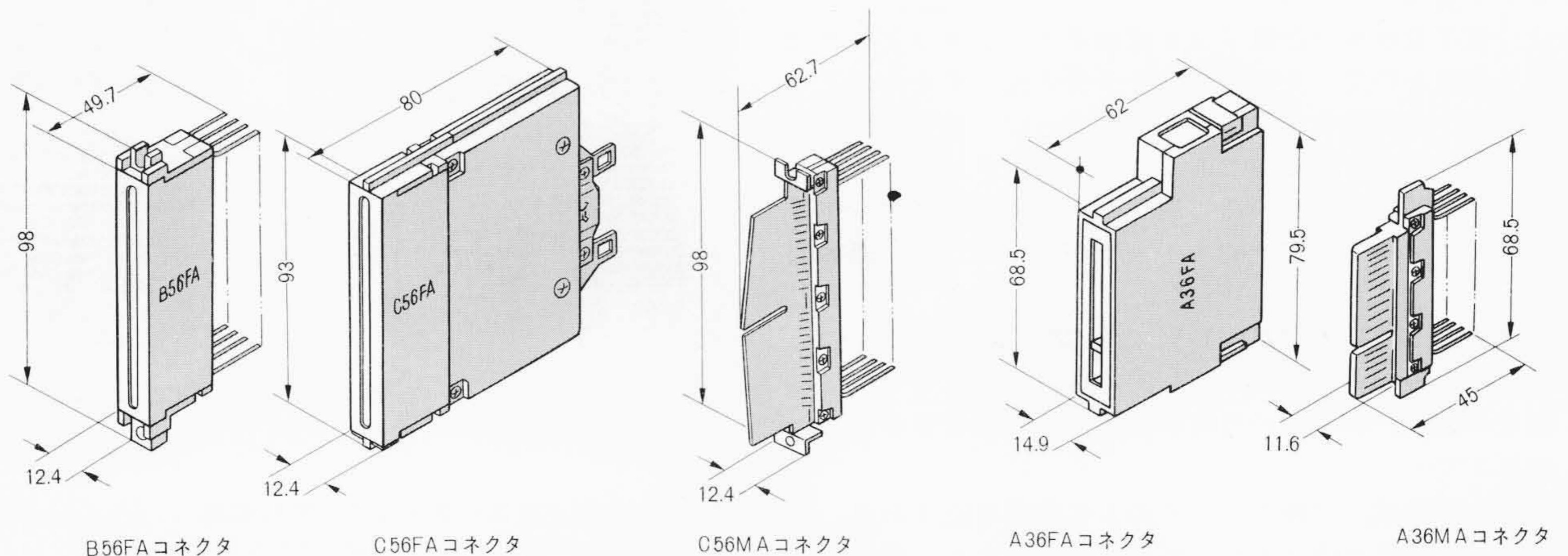


図8 電子交換機のコネクタ B56FAは電子回路パッケージ用。C56FAとC56MAは架間接続で組み合わせて用いられる。A36FAとA36MAも組み合わせて用いられる。端子部はいずれもワイヤラッピング用である。

Fig. 8 Connectors

3.1.1 コネクタの種類

前記の基本方針に基づき、かつ装置に実装された場合の条件を加味して、最終的に下記のコネクタが開発された。図8はコネクタの外観である。

(1) B56FAコネクタ

電子回路パッケージ用コネクタで電子交換機で最も多く用いられるものである。端子数56で、取付寸法は電子回路パッケージに合わせ12.5mmになっている。

(2) C56FA, FBコネクタ

取付幅寸法はB56FAと同じ12.5mmである。ケーブルとの接続が可能なコネクタ（架間接続用）でC56MAコネクタと組み合わせて使用される。端子カバーの有無で、FA（カバー付）、FBに分類される。

(3) C56MAコネクタ

主としてC56FAコネクタと組み合わせて架間接続に用いるコネクタで、架上に設置される。印刷配線板にワイヤラッピング端子を付加した構造である。

(4) A36FA, MAコネクタ

互いに組み合わせて架間接続（主としてグリッド板、スイッチ架）に用いるコネクタで、A36MAは架側に、36FAはケーブルと接続して用いられる。端子数は36である。

3.1.2 コネクタの特長

3.1.1で各コネクタの種類を述べたが各コネクタに共通する特長は下記のとおりである。

- (1) 接点の採用で接触信頼性と耐摩耗性にすぐれている。
- (2) 接触部は2.5mmピッチ、端子部は2.5mm千鳥格子ピッチできわめて高い端子密度を持っている。
- (3) パッケージあるいは、プラグ先端がテーパ状であることにより端子数が多いにもかかわらずそう入抜去が容易である。
- (4) 端子部は迎えはんだを施してあるのでバックパネルなどへはんだ付けが容易であり、さらに裏面付線が可能である。

3.2 XS形クロスバスイッチ

XS形クロスバスイッチは、電子交換機の通話路スイッチとして開発された機械的自己保持形のクロスバスイッチである。

電子交換機を小形にすることは、経済的な観点からきわめて重要である。特に、通話路スイッチは交換機の全容積の大部分を占めており、小形、軽重量、取扱いが容易なことが第一の要求条件となっている。また、通話電流がスイッチ内部を流れるので、スイッチ特性が交換機全体の信頼度を大きく左右することから、安定した高品質、高信頼性のスイッチであることが要求される。

次に、電子交換機では電子系と電磁系のインタフェース回路が電子回路なので、その高速性を十分に生かすためスイッチの接続動作は高速化が要求される。さらに、消費電力が小さく、量産性に富んだ構造であることも要求される。

一般に、空間分割形交換機に用いられる通話路スイッチには、機械的スイッチと電子的スイッチが考えられる。機械的スイッチは、

- (1) 通話路とその制御回路が独立で、回路構成が容易である。
- (2) 落雷によるサージ電流に対し、絶縁耐力が大きい。
- (3) 接点の開放、閉成時の抵抗が大で、伝送損失が小さい。
- (4) 価格が安い。
- (5) 既存の電話機、交換方式にそのまま適合可能である。

など数々のすぐれた特長を持っている。このため、現時点における電子交換機の通話路スイッチでは、機械的スイッチが有利と考えられている。

機械接点による通話路スイッチは、各交差点に配置された

機械接点を選択動作させる機構から、

- (1) 座標的に配列された交差点群の周辺に共通な電磁駆動源を置き、行および列の機械的動作の一致で選択接続するクロスバスイッチ。
 - (2) 交差点接点ごとに電磁駆動源を設けて、行および列の電流信号の一致で選択接続するスイッチマトリックス。
- の二つに大別できる。また、通話中の交差点接点の接続を保持する方法によって、
- (1) 通話中、駆動巻線に通電して、交差点接点を閉じたままの状態に保持しておく電流保持形。
 - (2) 交差点接点を選択開閉するときのみ電流パルスを通電し、通話中の保持は機械的、もしくは磁気的に行なう自己保持形。

がある。電流保持形は制御が簡単な反面、通話中も駆動コイルに電流を流し続けなければならず消費電力が大きくなる。駆動コイルの温度上昇が問題となる。スイッチが大形化し、かつ接続動作も遅くなるなどの欠点がある。このため、XS形クロスバスイッチでは機械的自己保持形式が採用されてい

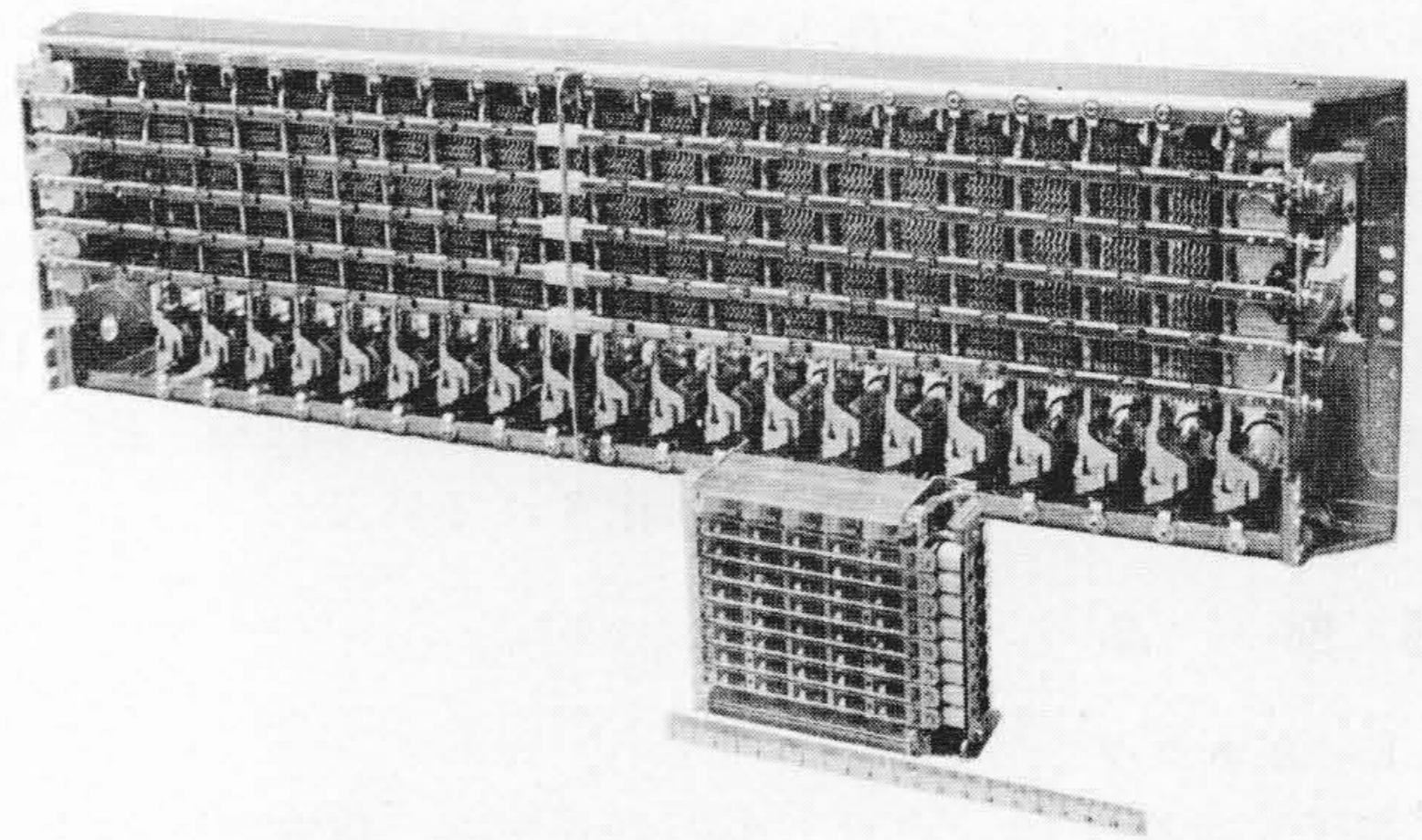


図9 クロスバスイッチ C形交換機に使われているクロスバスイッチ(上)とD形交換機に使われているXS形クロスバスイッチ(下)。

Fig. 9 Comparison of Crossbar Switches

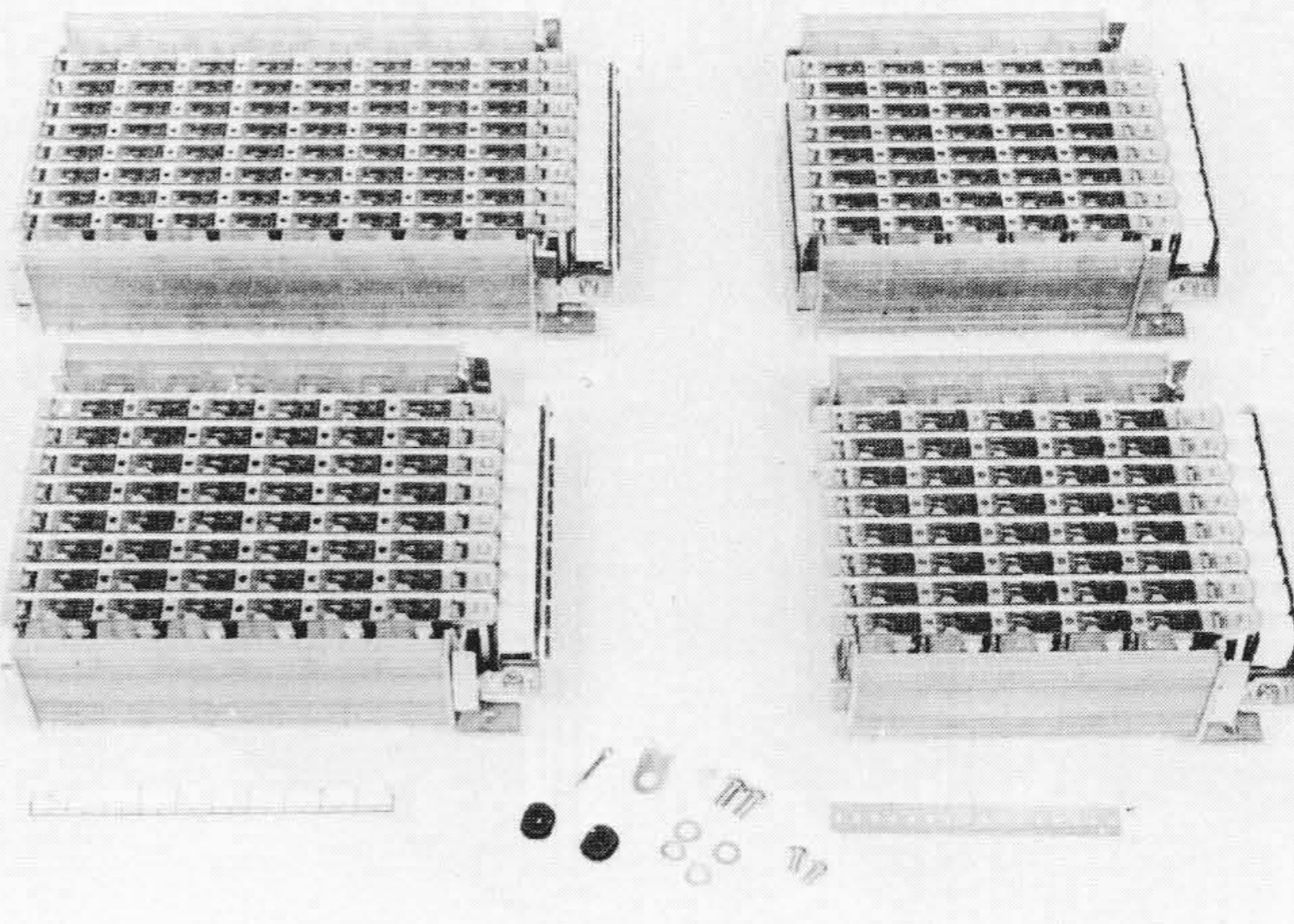


図10 XS形クロスバスイッチと取付部品 左上：XSA-2，左下：XSC-1，右上：XSB-1，右下：XSA-1をそれぞれ示す。

Fig. 10 Crossbar Switches, Type XS's

表1 XS形クロスバススイッチの機種とおもな仕様 XS形クロスバススイッチには、接点構成の違いにより、4種類のものがある。それぞれ回路に応じて使い分けられる。

Table 1 Specifications of Crossbar Switches

品名	ワイヤ数	水平路数×垂直路数(交差点数)	垂直ユニット数			オフノーマル接点	外形寸法 幅×高さ×奥行 (mm)	重量 (g)
			交差点	切換	カットオフ			
XSA-1	2	8×8 (64)	4	1	0	—	134.6×110×52.5	800
XSB-1	"	"	"	"	0	2 M	135.3×110×52.5	820
XSC-1	2	8×8 (64)	4	1	1	2 M	154.3×110×52.5	920
XSA-2	4	"	8	0	0	—	193.4×110×52.5	1,130

る。次に、高速性を満たすため、薄い板状のばね磁性材料がフィンガとして用いられ、これを直接電磁的に吸引する機構が採用され、また、可動部分の軽量化も図られている。量産性を向上させるために、できる限り、構成部品の点数を少なくし、ユニット組立化が図られている。

以上の考え方により、XS形クロスバススイッチは従来のクロスバススイッチに比較し、大きさ、重さおよび接続時間において、それぞれ、約1/2となっている。図9は従来のクロスバススイッチとの比較写真である。電子交換機に使われている主要4機種の写真は図10に示されている。

表1は、XS形クロスバススイッチの機種とおもな仕様を示したものである。

- 以上述べてきたように、XS形クロスバススイッチは、
- (1) 交差点接点の選択動作、保持を媒介する薄板状のフィンガは、電磁石で直接駆動される電磁フィンガで、軽量でかつ、振動の減衰が速く、接続動作の高速性を可能にしている。
 - (2) 有機材料によるモールド成形によって作られた垂直ユニットフレームに、接点ばね、接点駆動カードおよびフィンガ系を組み込んだ3種類の垂直ユニット(交差点ユニット、カットオフユニット、切換えユニット)がスイッチの機種により組み合わせられ、定寸法に締結されている。
 - (3) 2線式スイッチ、4線式スイッチとも、水平路が8、垂直路が8の64の交差点を持ち、使用量の多い2線式スイッチには切換えユニットを設けて、水平路切換えとし、垂直ユニット数が節減され、小形軽量化、経済化が図られている。
 - (4) 一次ラインスイッチ用には、加入者回路のラインリレーの接続、切離しを行なうカットオフ機能が必要で、カットオフユニットを組み込むことが可能である。
 - (5) 重負荷用接点を持つ水平オフノーマルユニットを交差点接点と直列に付加し、これらの接点間に動作順序をつけて、通話路スイッチでの電流の断続動作を可能にしている。さらに、交差点接点の接続動作あるいは復旧動作時において、既接通話路に瞬間的な回り込みクリック雑音が発生するのを防止する二つの役めを持たせてある。
 - (6) 接点ばね、平衡ばね、フィンガおよびフィンガ電磁石、水平リセット電磁石鉄心などの主要部品は、製造、組立てを容易にするため、8水平路を一体化した状態で生産できる形状としてある。
 - (7) ばね材料には、ばね特性がすぐれ、耐食性のよい18-8系ステンレス鋼薄板が使用されている。接点ばね端子はス

イッチの背面で0.8φのステンレス線に溶接することにより、水平マルチ線に接続している。

(8) グリッド単位の実装が可能のように、スイッチの装機構造が合理化されている。

など、多くの特徴を持ち、電子交換機の通話路スイッチとしての機能を十分満足している。

3.3 D, F形継電器

機械接点を開閉するリレーを電子スイッチと比較すると大形で動作速度がおそいという欠点はあるが、開閉抵抗比、通電容量、耐圧および価格などの点で有利であるのに加え、任意の接点組構成の多接点を同時に駆動できるという特徴がある。電子交換機でも、電子的な超高速を必要としない回路、大電力を中継あるいは開閉する回路、雷などにより高電圧が誘起されるおそれのある回路たとえば、(1)通話路選択回路、(2)加入者と接続される回路、(3)大電力パルス送出回路、(4)情報命令の中継回路、(5)予備装置との切換回路には機械接点リレーが適していると考えられている。

一般に交換機に使われるリレーには、

- (1) 電源が規格化されていること。
- (2) リレーの動作時間に対する各種の要求があること。
- (3) 加入者回路に流れる電流でも動作すること。
- (4) 長時間保持でもコイルの発熱および消費電力が小さいこと。

などの制約条件がある。電子交換機ではこのほかに、

- (1) 小形軽量であること。
 - (2) 電子部品との混用のため印刷配線板への搭載も可能であること。
 - (3) 保持電力が不要で発熱量が小さく、高密度実装に適し、かつ大電力短パルスによって駆動し、接続制御時間が短く、自己保持が可能であること。
 - (4) 長寿命で信頼度が高く、量産性に富んでいること。
- などが要求される。

D, F形継電器は、以上のような要求条件を満たすために、基本形式を一種類にしばり、一部の部品を替えるのみで、多くの使用目的にかなうよう構造が考えられている。

まず負荷系において、接点ばねには、端子の成形、接点の溶接、駆動カードの摩耗、通電容量、曲げ潰しの加工、クランプ法、耐腐食性および低スティフネス化の点で有利な潰し加工した板ばねが採用されている。ばね駆動方式は多接点を同時駆動する必要性と、緩復旧形および自己保持形への転用が可能で、最終負荷が小さく、また、カードトラベル、接点チャッタ、接点摩耗量および製造時の調整工数の少ないカード駆動方式リフトオフ形が用いられている。

一方、電磁石の構造は、緩復旧、自己保持形を構成しやすくするため、駆動カード位置および磁極中心より接極子回転中心までの距離をほぼ等しくした磁気回路で構成されている。また、目的に応じたコイルインピーダンスを得るため、巻線容量をできるだけ多くとれるよう形状が考慮されており、長寿命で高速動作させるための大電力駆動に耐えられるよう、接極子は可動質量をできるだけ小さくし、回転支持部にはヒンジ構造が採用されている。

このほか、接点の耐塵(たいじん)性向上のために巻線の放熱を考慮したカバーが用いられ、継鉄には防塵板が設けられている。

D, F形継電器はさきにも述べたように基本形式はひとつに絞られているが、一段に4接点組を持つD系列と、同じく6接点組を持つF系列がある。

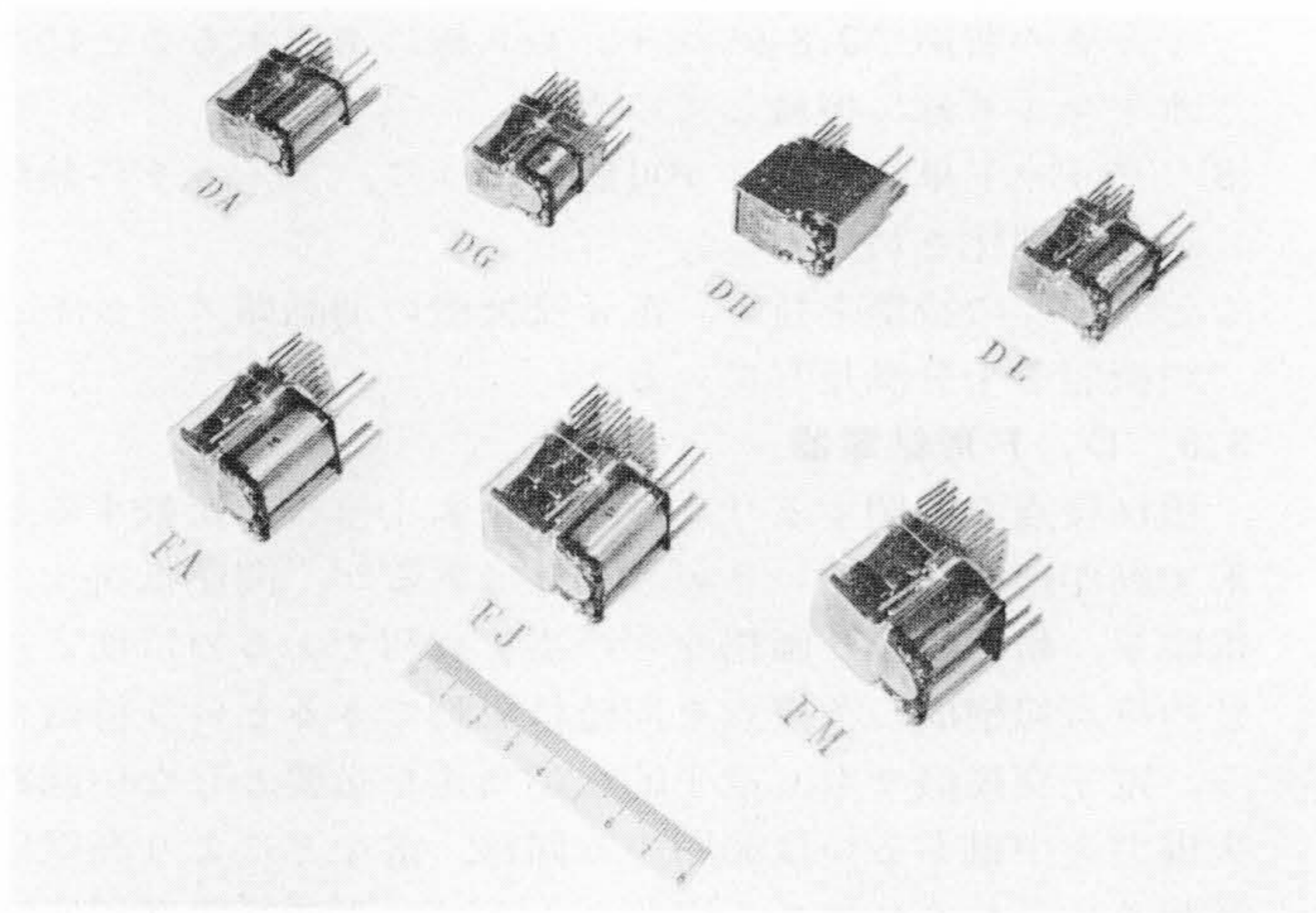


図11 D, F形継電器 上側がD系列, 下側がF系列である。

Fig. 11 Relays, Type D and F

表2 D, F形継電器の代表機種とおもな仕様 D, F形継電器には1列に4組の接点をもつD系列と6組の接点をもつF系列があり, 回路構成により, 使い分けられる。

Table 2 Specifications of Relays

項目 形名	最大搭載 接点組数	外形寸法 * 幅×高さ×奥行(mm)	重量 (g)	用途	
D 系 列	DA	4EBM	17.5×29.2×44.6	約45 一般用	
	DG	4EBM		50 緩復旧用	
	DH	2M		60 高インピーダンス用 (トランク回路通話監視)	
	DL	4EBM		45 自己保持用 (トランク回路パターンリレー)	
F 系 列	FA	6EBM	24×29.2×44.6	約60 一般用	
	FG	6EBM		70 緩復旧用	
	FJ	12EBM		24×37.6×44.6	65 多切換接点用(ワイヤリレー と同等の接点組をもつ)
	FM	18M		24×35.5×44.6	60 多メーク用 (通話路パスセレクション)

* 無はんだ巻付接続の場合

D系列継電器の構造は図11に, 代表的機種とおもな仕様は表2に示すとおりである。

最後にD, F形継電器の特徴を要約すると次のとおりである。まず負荷系については,

- (1) 単一駆動カード・リフトオフ形式である。
- (2) 接点ばねは, ばね部が薄く, 低ステイフネスに保たれ, 端子部は巻付け接続に耐えられる厚さになっている。
- (3) 接点ばねの端子部形状を変更することにより, 印刷配線板搭載用, あるいははんだ付端子用に転用することができる。
- (4) 切換接点ばね組を2段積み重ねて, 多切換接点形が構成される。
- (5) 多メーク接点形はメーク接点ばね組を2段ないし3段積み重ねて構成される。

また電磁石系については,

- (1) 巻線容積が大きく, 接極子でこ率が1に近い構造になっていることにより, 緩復旧形, 自己保持形など多目的用途に応じられる。
- (2) 接極子の回転支持部はばねヒンジになっており, 接極子

の可動質量が小さいため, 過渡振動が小さく, 長寿命で, 大電力駆動による高速動作にも十分耐えられる。などの特徴を持ち, 交換機用の継電器としての機能を十分に満足するとともに, 従来のワイヤスプリングリレーに比較し, 容積で $\frac{1}{2}$, 重量で $\frac{1}{2}$ と電子交換機に適する小形軽量の継電器となっている。

3.4 回路部品

集積回路が全面的に導入された電子交換機においても, 比較的高電力を扱う部分, 時間設定回路, 電子回路の電源部などに数多くの回路部品(抵抗器, コンデンサ, コイル類)が使用され, 重要な回路を形成している。したがって, 回路部品は, 長期間検討され, 特性が把握(はあく)されていると同時に, 使用基準が設定されていることが必要である。

(1) 回路部品に要求されること。

電子交換機は, 長寿命かつ高信頼性が要求されているので, 回路部品に対してもきびしい要求が出されている。これら要求事項, 採用方針などの概要を示すと図12のようになる。

(2) 回路部品の特徴

長期間にわたる検討の結果, 採用した部品の特徴の概要は下記のとおりである。

(a) 抵抗器, コンデンサの特徴

(i) 全許容差の設定

安定に動作する回路を設計するためには, 全使用期間中の部品の特性変動を把握し, 全許容差を設定する必要がある。

したがって, 部品の周囲温度の変化による変動などを検討すると同時に, 経時的な特性値のドリフトを推定するため, 数千~数万時間にわたって, 寿命試験が実施された。これらの資料に基づき, 全許容差が設定されている。ここで全許容差は次のように定義される。

$$\text{(全許容差)} = \text{(製造偏差)} + \text{(温度変化による変動)} \\ + \text{(負荷率50\%におけるドリフト)}$$

(ii) 故障率の設定

使用実績および試験などにより, 部品, 構造を厳選すると同時に, 温度および電氣的加速試験により, 故障率が確認され, 実使用時の故障率が設定されている。

(iii) 標準化

使用目的などにより品種の標準化が行なわれるとともに, 定格電力などの標準化が行なわれている。

$$\text{抵抗器の定格電力: } 2^n \text{ (} n = -3 \sim 6 \text{ したがって } \frac{1}{8}W \sim 64W \text{)}$$

$$\text{コンデンサの定格電圧: R シリーズ}$$

$$\text{抵抗値および静電容量: E シリーズ}$$

(iv) 絶縁形部品の採用

実装および自動組込みを加味し, 電子回路パッケージに搭載される部品は, ほとんど絶縁形が採用されている。(定格電力1Wを越える抵抗器を除く)その他実装上または組込み上の配慮がなされている。

(b) 変成器, コイルの特徴

(i) 高信頼度化, 故障率の設定

高信頼度化を図るため, 鉄心, 樹脂などの材料および構造について種々の検討が加えられた。パルス変成器においては, EE形フェライトコアおよび巻わくを使用し, 実使用時の推定故障率を7Fit以下にするなどの配慮がなされている。

(ii) 構造の標準化

コイル類は方式により左右される部品で, 標準化の困

難な部品であるが、電子交換機用コイル類は、次のとおり、構造の標準化を行なうとともに、品種の整理統合を行なっている。

端子間隔：1.25mmの整数倍

パルス変成器の形状：使用レベルにより4形状、25品種

鉄板実装用コイル類の形状：主たるものは、3形状、7品種

(iii) 小形化

鉄板実装用コイルの主たるものは、実装密度を上げるため、小形化されており、従来の同類のコイルに対し、約1/2(体積)に小形化されている。したがって、自己発熱に対する特別な配慮がなされている。

(3) 回路部品の概要

抵抗器に関する定格電力、全許容差と品種の対応および、実使用状態(電気的ストレス：定格電力の50%以下)における設定故障率は表3に示すとおりである。

コンデンサの静電容量、全許容差と品種の対応および実使用状態(電気的ストレス：定格電圧の50%以下)における設定故障率は表4に示すとおりである。

図13は代表的なコイル類を示したものである。

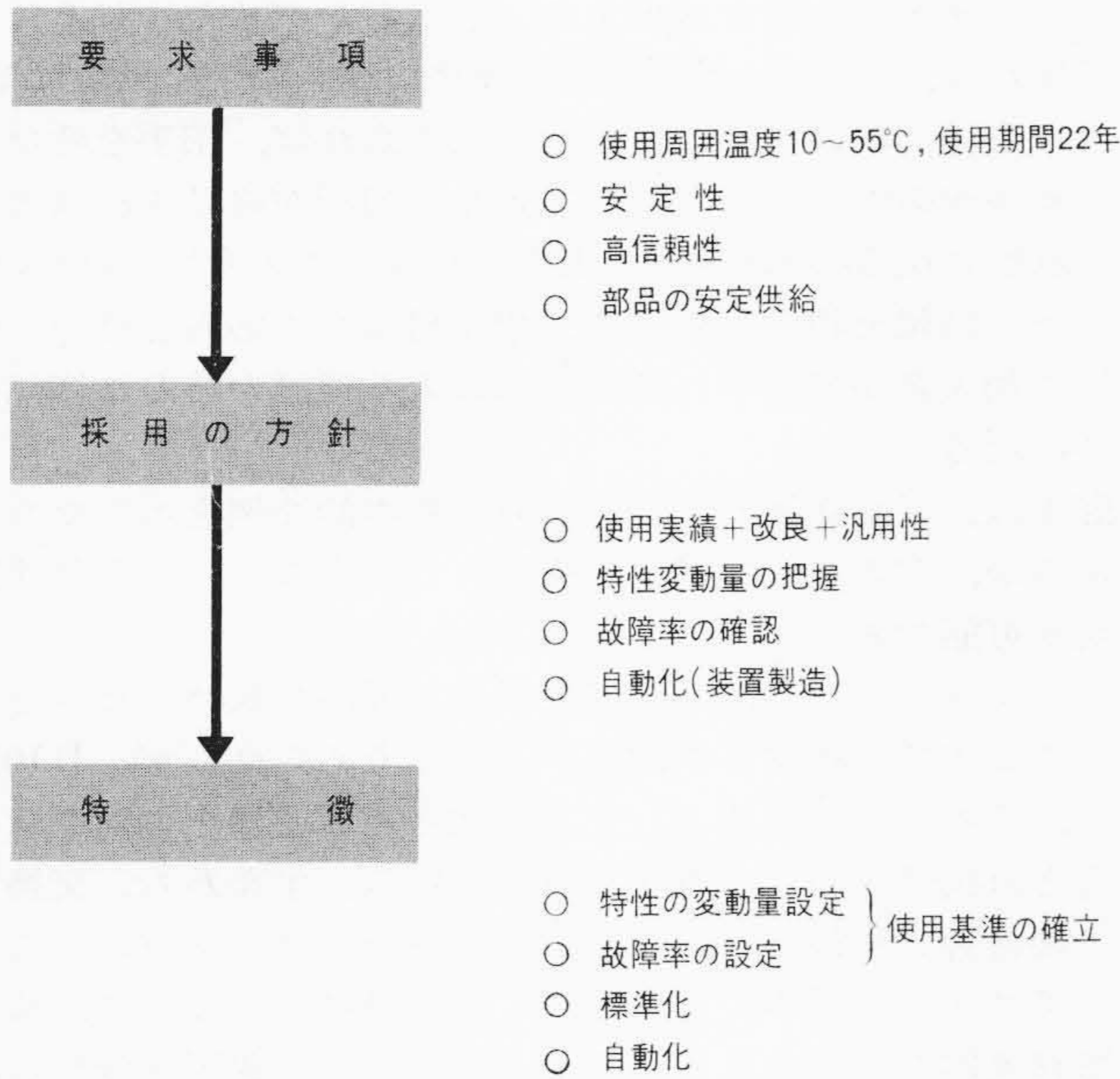


図12 回路部品に対する要求事項 電子交換機用回路部品に対する要求事項、採用方針および特徴の概要を示す。

Fig. 12 Design Procedure of Reliability for Electronic Components

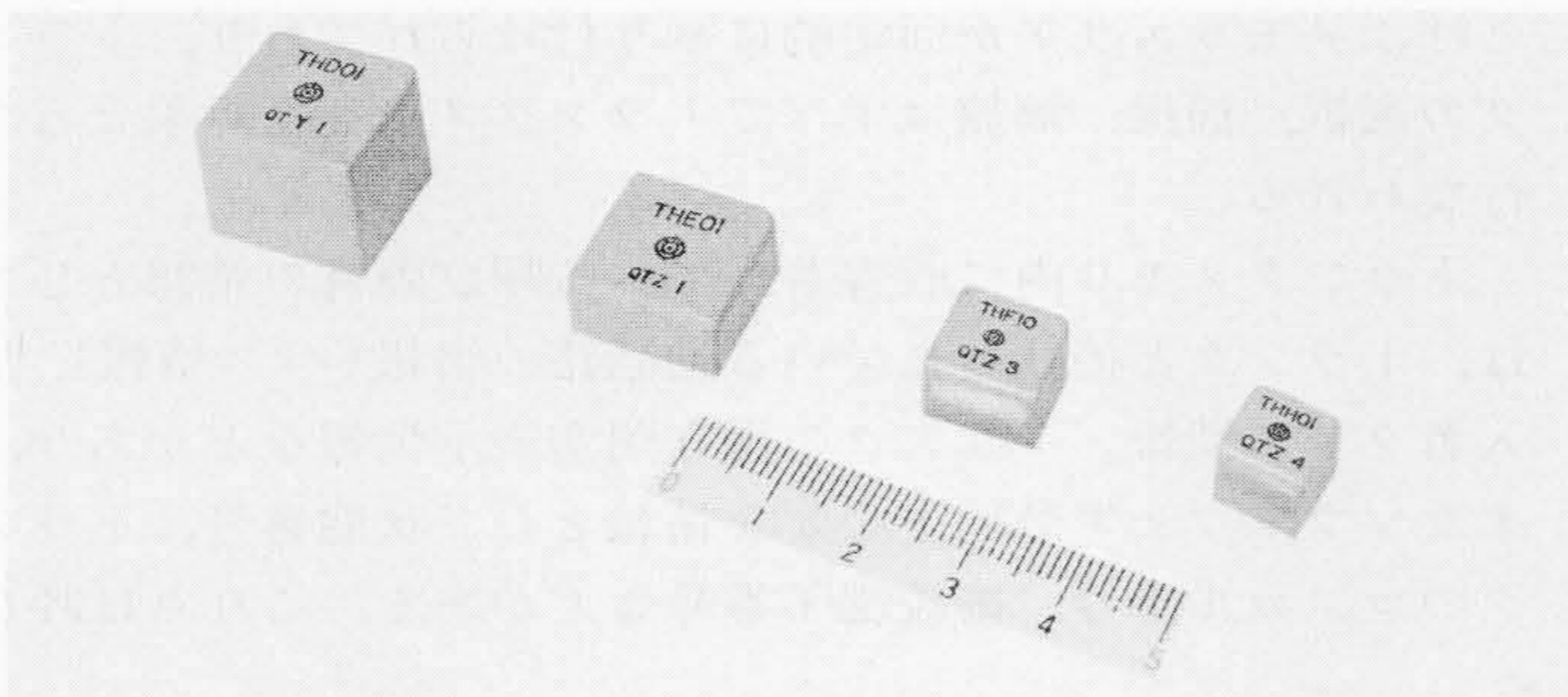


図13 パルス変成器 レベルにより、4形状のものが使用されている。

Fig. 13 Pulse Transformer

表3 抵抗器 定格電力、抵抗値、抵抗値許容差などについて、標準化が行なわれた高信頼度抵抗器。

Table 3 Resistors

定格電力 全許容差	1/8~1W	2~8W	16~64W
±1%	 モールド形金属皮膜抵抗器	—	—
±2%	同上	メタルクラッド抵抗器	—
±5%	 塗装絶縁形金属皮膜抵抗器	—	 メタルクラッド抵抗器*
±10%	 塗装絶縁形炭素皮膜抵抗器	 酸化金属皮膜抵抗器	電力形巻線抵抗器
実使用時の 設定故障率(Fit)	2.4	13	13

注：* 定格電力8~32W

表4 コンデンサ 定格電圧、静電容量、静電容量許容差などについて標準化が行なわれた高信頼度コンデンサ。

Table 4 Capacitors

静電容量 全許容差	3,300PF以下	6,800PF~0.47μF	0.47μFを超えるもの
±2%	 シルバードマイカコンデンサ (315)	—	—
±10%	 ポリスチレンフィルム コンデンサ(50,125,250)	 ポリエチレンテレフタレート フィルムコンデンサ(35,125)	—
±20%	—	同上	金属化紙コンデンサ(160)
+30% -50%	—	—	 タンタル固体電解コンデンサ(6.3~50) アルミニウム固体電解コンデンサ(6.3~25)
実使用時の 設定故障率(Fit)	1.3~1.8	5	5.5

注：()は定格電圧を示す。

4 結 言

以上、電子交換機の実装および部品の概要について述べたが、この分野には、装置の経済化のための機器部品のコストダウン、電子部品の超小形化、高集積度化に伴う実装後熱放散法など残された課題は多い。これらに対し今後、さらに検討を重ねていく所存である。

参考文献

- (1) 高原：電気通信学会雑誌, 49・632 (昭41-4)
- (2) 小林, 三宅, 田村：通研研究実用化報告, 18, 3375 (1969)
- (3) 田村, 立花：日立評論, 51, 973 (昭44-10)
- (4) 半沢, 都丸, 杉原, 武田, 谷井, 金光, 工藤, 大川：通研研究実用化報告, 20, 729 (1971)
- (5) 高村, 富田, 三石, 寺沢, 清水：通研研究実用化報告, 20, 749 (1971)
- (6) 水洗, 森川, 木下：日立評論, 51, 978 (昭44-10)
- (7) M.Takamura, T.Sekiya, T.Mizuarai, M.Kubo : France-Japan Symposium on High Reliability Electronic Components 137 (Sep. 1971)
- (8) S.Hiyama, M.Hanzawa, Y.Hosokawa, A.Tamura, H.Timita : France-Japan Symposium on High Reliability Electronic Components 97 (Sep. 1971)