

AM 5 釐型オートラジオの生産技術

Production Techniques for AM 5 Push Button Auto Radio

前 田 健一郎⁽¹⁾ 田 中 正 巳⁽²⁾ 奥 山 悦 雄⁽³⁾
Kenichiro Maeda Masami Tanaka Etsuo Okuyama

北 道 広⁽⁴⁾ 丸 山 克 幸⁽⁵⁾
Michihiro Kita Katsuyuki Maruyama

要 旨

トヨタ「カローラ」用AM 5 釐型オートラジオは、当社でもっとも大量に生産されている標準型オートラジオである。

本ラジオは、軽薄短小、低価格化のユーザーズ、市場動向に対応させるため、常に設計面、生産技術面の幾多の検討が加えられてきた。そこで、本稿では、初期のAM 5 釐型オートラジオから、現在に至るまでの生産技術面の変遷、特に基板加工、組立、調整測定工程における自動化技術と設備面の変遷、更に基板加工工程におけるはんだ付け技術の変遷について紹介する。

近年、メカトロニクス技術の進歩は著しく、オートラジオ生産工程における自動化も急速に進みつつあるが、今後は、更に生産システム全体の自動化の推進が必要である。

The AM 5 push button auto radio for Toyota Corolla is the radio which is produced the largest in quantity.

Various studies have been made from the aspects of design and production to meet users' demands and market trends for slim, compact and inexpensive car radios. This paper introduces a history of AM 5 push button auto radios production, placing special emphasis on new auto techniques and facilities for PC-board processing, assembly wiring, alignment & measuring. A history of PC-board soldering is also discussed. Recently, auto radio production techniques have been rapidly automated due to the marked progress in mechanical electronics. However, for a fully automated production system, greater efforts will be required.

1. ま え が き

現在、当社で同一機種として、もっとも大量に生産されているトヨタ「カローラ」用AM5 釐型オートラジオは、1967年に生産が開始されて以来、今日まで、市場の動向、ユーザニーズに対応させるため、常に設計面、生産技術面の検討が加えられ、市場に供給されてきた。

そこで、本稿では、初期の「カローラ」用AM5 釐型オートラジオから、現在に至るまでの生産技術面の変遷を取上げ、基板加工工程から調整測定工程における自動化技術と新しい設備、工法について紹介する。

近年、メカトロニクス技術の進歩は著しく、初期の手作業の殆んどが、自動化されてきている。即ち、基板加工工程では、初期は、作業者が部品を手挿入し、リードを折り曲げ、カットした後、はんだ付けを行っていたが、現在では、電子部品の飛躍的な進歩により、従来のリード部品から軽薄短小のニーズに対応するチップ部品への移行、それに伴ない基板面に接着する面実装技術の確立により、部品実装は、一部手挿入部品を除いて、殆んど自動化され、基板加工の自動化率は80%にも達した。次に、製品組立工程では、初期は全て手作業による組立であったが、順次、ネジ締め、はんだ付けなどの単能機の導入により部分的機械化ラインの推進をはかり、現在では、フリーフローコンベアを備えた機械化ラインの確立をはかり、組立工程の自動化率も80%に達した。

調整測定工程では、比較的早くから自動化が進められていたが、ユーザニーズの変化から製品の多様化が進み、これに対応させるため、自由度が高く、測定スピード、精度共向上させた装置を開発し、調整測定の自動化を推進している。

以上述べてきた生産技術の開発、導入に伴ない得られた成果として、各工程における自動化率の

向上、製品品質の向上について紹介する。

2. 製 品 の 変 遷

テンオートラジオの第1号機（AM5 釐型）は、1953年に国産初の本格的乗用車であるトヨタ「クラウン」用オートラジオとして試作が始まり、1955年より純正品として納入が開始された。以降、オートラジオは、顧客ニーズの変化と主要部品の技術革新、生産技術の進歩により、小型・軽量化と低価格化の道を迎えて来た。

本章では、1967年より純正品として納入を開始した、世界のベストセラーカーであるトヨタ「カローラ」用AM5 釐型オートラジオ（当社の標準型）の、設計と製造方法の変遷経緯について紹介する。

表-1は、当社の標準型オートラジオ（AM5 釐型）の推移を年代別に示したものである。

1967年当初から現在までの変遷経緯を辿って見ると、設計面ではオールトランジスター方式からパワーアンプICの採用、AMチューナICの採用、チップ部品の採用、また、製造方法では手作業から測定の自動化、調整の自動化、ねじ・ナット締め・はんだ付けの機械化、基板実装部品の機械装入化、搬送の機械化と変遷している。

その成果として、体積は約25%、重量は約50%、はんだ付け点数は約40%、部品点数は約60%、標準工数では約85%と大きく低減している。

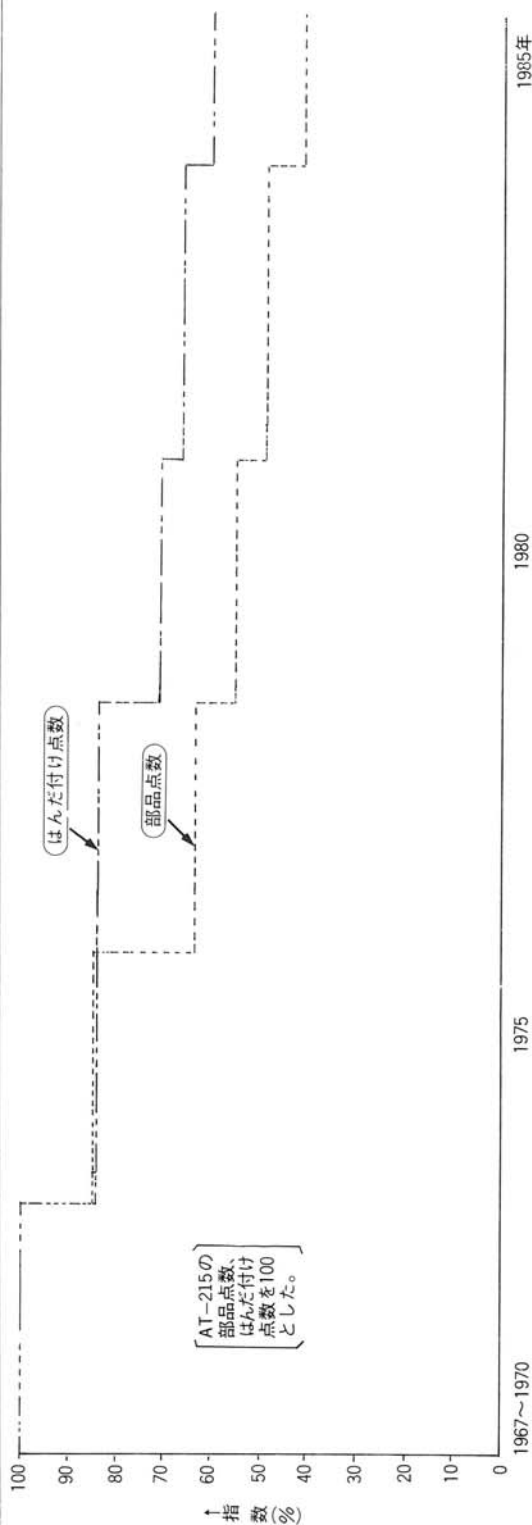
3. 生産技術の変遷

図-1に当社製品の生産工程フローを示す。

この工程は、部品の購入から製品出荷までを大きく分けて8工程よりなるが、本章では、ユニット組立（基板加工）、組立、調整測定工程の生産技術面（工法面・設備面）の変遷を主体に紹介する。

表-1 標準型オートラジオ (AM5 釘型) 推移表

機種名	A T - 215	A T - 2116	A T - 2127	A T - 2138	A R - 1010	A R - 1013	A R - 1070
日産台数	1,000台/日	1,000台/日	2,000台/日	2,100台/日	2,500台/日	2,500台/日	2,600台/日
設計の変遷経緯	ディスクリート回路	パワーアンプICの採用	1. AMチューナICの採用 2. ねじのタッパタイト化 3. プリント基板の複合化 (3台/枚) 4. チューナ端子の一体化	メイン・フィルタ基板の一体化	ポリウム・メイン基板の一体化	筐体・チューナの軽量化	1. チップ部品採用 2. 筐体の1ピース化
寸法	159(W)×48(H)×95(D)mm	140(W)×58(H)×125(D)mm	160(W)×48(H)×85(D)mm	160(W)×48(H)×90(D)mm	180(W)×50(H)×100(D)mm	180(W)×50(H)×60(D)mm	180(W)×50(H)×60(D)mm
重量	約1.0 kg	約1.0 kg	約0.82 kg	約0.65 kg	約0.81 kg	約0.67 kg	約0.5 kg
製造方法の変遷経緯	部品マウント・ねじ締め・はんだ付け・調整・測定は手作業	測定の自動化 (RATS-1)	プリント基板加工・リードカット方式化	基板縦型部品 (C・R) の機械装入化	製品組立ライン (1) フリーフローコンベヤ・プラーテン採用 (2) 手・m/c作業の分離	基板組立部品 (C・R) の機械装入化	基板組立部品 (C・R) の機械装入化



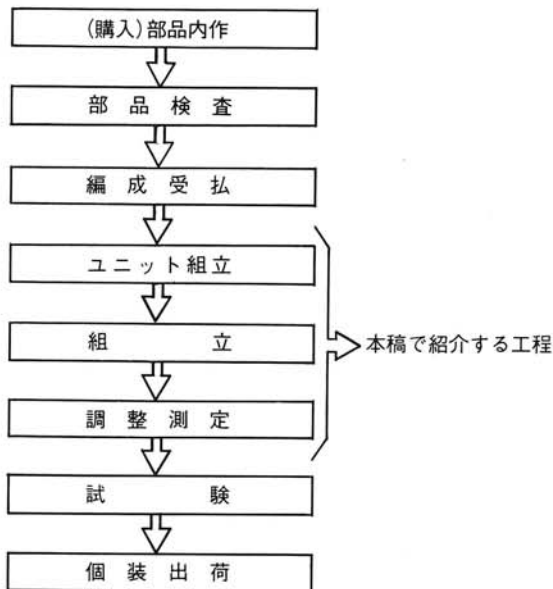


図-1 当社製品の生産工程フロー

Fig. 1 Production process flow of products.

3. 1 プリント基板加工技術

3. 1. 1 基板加工工程の変遷

AM 5 釦型オートラジオの基板加工工程は、1967年当初から1985年までの18年間に図-2に示すような変遷をとげている。ここでは、ステップ1からステップ4について工程上の特徴を示す。

1) ステップ1

プリント基板に部品挿入後、作業者が治具を使ってリードを折曲げ、ニッパなどでカットするため加工工数が増大し、部品の誤挿入も発生していた。また、カットされたリードの長さのパラツキが大きく、かつ、はんだ付けが1回のためはんだブリッジなどのはんだ付け不良が多発するという問題があった。

2) ステップ2

プリント基板に部品手挿入後、全自動はんだ付け装置の一次はんだ槽ではんだ付けされて、リードがプリント基板に固定され、その後円盤状の回転刃によってリードが自動カットされ、二次はんだ槽で仕上げのはんだ付けが行なわれるためステ

ップ1で問題となっていたはんだ付け不良は、大幅に低減した。一方、加工工数の増大と部品の誤挿入が、基板チェッカー工程で発見されるという問題は依然として残っていた。

3) ステップ3

プリント基板にテーピング包装されたディスクリット部品が縦型部品自動装入機によって自動装入されるため、ステップ2で問題であった基板加工工数が低減し、かつ部品の誤挿入も低減し基板完成品の品質が向上した。

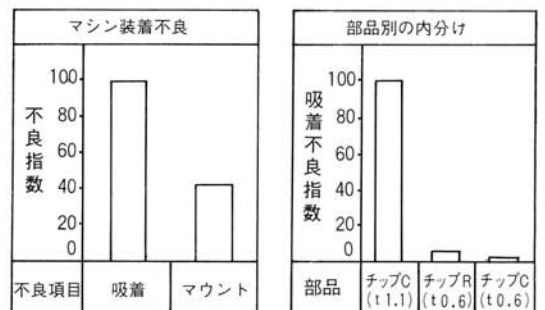
また、基板パターン形状・寸法の適正化により、はんだ付け品質も向上した。

4) ステップ4

プリント基板にまず、縦型部品が自動装入され次いで基板の裏面（はんだ付け面）にチップ部品が接着剤によって仮固定される。基板の両面に部品が実装されるため、部品の基板実装密度が向上し、その結果、製品の小型化・薄形化が可能となった。今回は、その改善の中から2つを紹介する。

i) チップコンデンサ ($t=1.1$) 吸着不良低減

チップ部品自動装着機の不具合状況は図-3に示すように吸着不良が大巾にマウント不良を上回っていた。それを、チップ部品別に層別すると、チ



[吸着不良の指数を100とする] [チップC (t1.1)の不良指数を100とする]

図-3 チップコンデンサの吸着不具合状況（対策前）

Fig. 3 Poor absorption conditions of tip capacitor. (before corrective action)

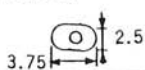
ステップ	ステップ1	ステップ2	ステップ3	ステップ4	
方 式	リード折り曲げ	リードカット	部 品 自 動 挿 入	チップ部品自動装着	
年 代	1967～1976	1976～	1979～	1984～	
加 工 工 程	プリント基板 ↓ 部 品 手 挿 入 ↓ リード折曲げ・カット ↓ はんだ付け(1回) ↓ 調 整 検 査 ↓ 組立配線工程へ	プリント基板 ↓ 部 品 手 挿 入 ↓ 1次はんだ付け ↓ リードカット ↓ 2次はんだ付け ↓ 調 整 ・ 検 査 ↓ 組立配線工程へ	プリント基板 ↓ 自 動 装 入 ↓ 部 品 手 挿 入 ↓ 1次はんだ付け ↓ リードカット ↓ 2次はんだ付け ↓ 調 整 ・ 検 査 ↓ 組立配線工程へ	プリント基板 ↓ 自 動 装 入 ↓ チップ部品自動装着 ↓ 部 品 手 挿 入 ↓ 1次はんだ付け ↓ リードカット ↓ 2次はんだ付け ↓ 調 整 ・ 検 査 ↓ 組立配線工程へ	
	部 品 実 装 方 法	手	手	M/C装入手	M/C装入手
	リード加工 方 法	手折り曲げ カット	リードカット	←	←
	基板パターン 形状・寸法	長 円 形 	丸 形 	丸 形 	チップ形 
	DIP 回数	1 回	2 回	←	←
	メ リ ッ ト		・ はんだ付け不良の 低減	・ 加工工数の低減 ・ 部品誤挿入の低減 ・ はんだ付け不良の低減	製品の小型化・薄形化
	デメリット	・ 加工工数の増大 ・ 部品の誤挿入 ・ はんだ付不良増大	・ 加工工数の増大 ・ 部品誤挿入		・ %メンテナンスの増大

図-2 基板加工工程のプロセスと変遷

Fig. 2 Progress of PC board processing.

ップコンデンサ ($t=1.1$) の不良率が非常に高いことがわかった。

原因を調査してみると、図-4の如くチップ部品をセンタリングする際、センタリング爪が厚さ1.1mmの電極部の中央部を保持するため、バランスがくずれた時に吸着不良となっていた。このため、現状のセンタリング爪形状は厚さ1.1mmの部品には適応していなかった。

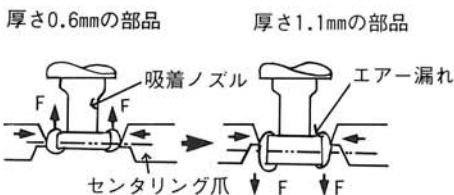
対策として、センタリング爪の形状を変更し、爪の先端が部品の下部を押え、上方向に力が働くように改善した。

効果として、厚さ1.1mmのチップコンデンサの不良率は $\frac{1}{20}$ に低減し、他部品と同じレベルになった。

ii) チップ抵抗の裏返り

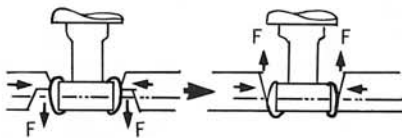
チップ実装後の不良率を調査してみると、チップ

原因



∴ 現状のセンタリング爪形状は厚さ1.1mmの部品には適応していない。

対策



爪の先端が部品の下部を押え、上方向へ力Fが働くように改善した。

図-4 チップコンデンサ吸着不良の原因と対策

Fig. 4 Cause of faulty tip capacitor absorption and the countermeasure.

ボトムテープの種類による裏返り不良率の差

ボトムテープ 材 料	部品	裏返り有無	備 考
和 紙	10k Ω	無	
ポリエステル		有	

図-5 チップ抵抗裏返りの原因

Fig. 5 Cause of tip resistor turned inside out.

部品も裏返りも多いことがわかり、テーピングのボトムテープ材質に2種類（和紙、ポリエステル）あることがわかった。

このため、同じ装着機で同じ機種にて実験したところ図-5のように、ポリエステルテープにのみ不良が発生していることが判明した。

原因の調査のために、高速度ビデオで観察した所部品が供給されると同時に、部品が飛びはねて裏返っており、ポリエステルの材質そのものによって発生していることがわかった。ボトムテープの材質を和紙にすることで不良が $\frac{1}{5}$ に低減した。

今後の問題としては、装着機のメンテナンスに対してどのように解決していくかが課題として残っている。

3. 1. 2 製造設備

プリント基板加工に使用する製造設備として、これまでに各種の設備を導入してきたが、ここでは、現在主に使用されている装置について概要を紹介する。表-2に自動装入機と装着機の種類を示す。

1) ジャンパー線装入機

リールに巻かれたジャンパー線を装入穴ピッチに応じて任意に選択し、高速で装入することが可能である。（図-6参照）

導入の効果としては、次の2点があげられる。

① リールに巻かれているため、単品に対して大幅

表-2 自動装入・装着機の主な特徴

装 置 名	対 象 部 品	主 な 特 徴		
		部 品 種 類	挿入範囲 及び方向	そ の 他
ジャンパー線自動装入機 	リール状のジャンパー線	1種	330×250mm X軸、Y軸	装入ピッチが5～30mmで0.02mm単位で可変
縦型部品自動装入機 	テーピング固定抵抗 // ジキコン // 電解コンデンサ // ダイオードなど	40種	↑	装入ピッチ5mm固定
異形部品自動装入機 	スティックマガジン入りIC // トランス // トリマーコン // スイッチ等	10種	↑	特殊形状の部品も装入できる。
チップ部品自動装着機 	テーピングチップ抵抗 // ジキコン // トランジスタ // ダイオード	50種 (デュアル) ヘッド時	↑	ヘッドがデュアルで高速である。

な材料費の低減となる。②リードが折曲げ、カットされるため、手挿入のような線浮きがなくなり実装品質が向上する。

2) 縦型部品自動装入機

テーピングされた縦型部品（固定抵抗、ジキコン、電解コンデンサ、ダイオードなど）を高速で

装入することが可能である。（図-7参照）

装置には、40種のテーピング部品がセットでき、1台の設備で部品を装入順序に整列し、つぎに、プリント基板に自動装入するため、部品の選択順序による装入速度の変化が生じない機械である。

3) 異形部品自動装入機

スティックマガジンに収納された異形部品（IC、トランス、トリマーコン、スイッチなど）の自動装入が可能である。（図-8参照）

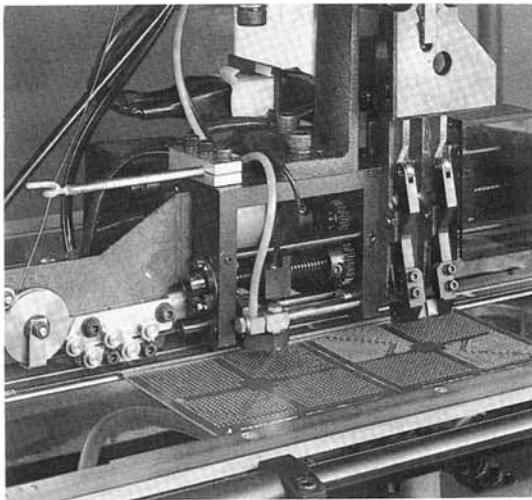


図-6 ジャンパー線自動装入機

Fig. 6 Automatic insertion device for jumper wire.



図-7 縦型部品自動装入機

Fig. 7 Automatic insertion device for longitudinal parts.

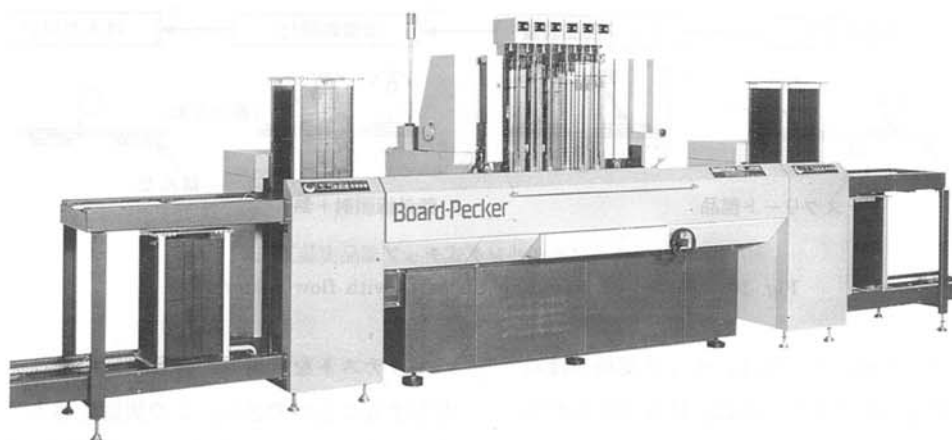


図-8 異形部品自動装入機

Fig. 8 Automatic insertion device for odd shape parts.

装入スピードは、他の自動装入機と比較して遅いが、部品の変更が生じた場合には、供給装入ユニットの交換により対応できるメリットがある。

4) チップ部品自動装着機

テーピングされたチップ部品（固定抵抗、ジキコン、トランジスタ、ダイオード）をNCプログラムの順序に従って予め接着剤塗布されたプリン

ト基板へ高速で装着することが可能である。（図-9参照）チップ部品の実装工法は、フローソルダリング方式といわれ、図-10に示すように、①ディスペンサによってプリント基板のはんだ面に接着剤を塗布する。②チップ部品を装着し、接着剤の粘性によって部品を仮固定する。③紫外線照射と熱によって、接着剤を硬化させ、部品を固定する。④基板を反転し、フローソルダリングによって、基板のパターンランドと部品の電極をはんだで接合する。

5) 手挿入工程用コンベア

手挿入工程におけるプリント基板の搬送を機械化したキャリア式チェーンコンベアである。設備の構造は、非常に単純であるが手挿入作業性を重視し、部品箱の高さ、コンベア高さなど作業性を左右する箇所の寸法は、当社の標準作業者をあらかじめ設定し、人間工学的に最適になるようにしている。（図-11参照）

6) 全自動はんだ付け装置

ディスクリート部品およびチップ部品を実装したプリント基板を搬送用キャリアに載荷し、図-12に示す工程により自動的にはんだ付けを行うことが可能である。（図-13参照）

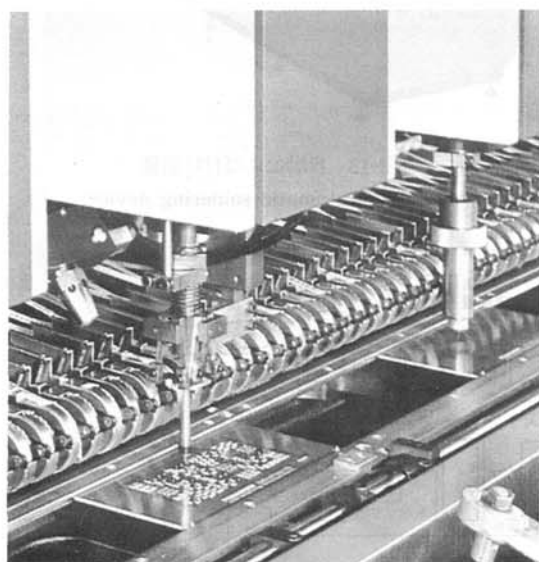


図-9 チップ部品自動装着機

Fig. 9 Automatic mounting device for tip parts.

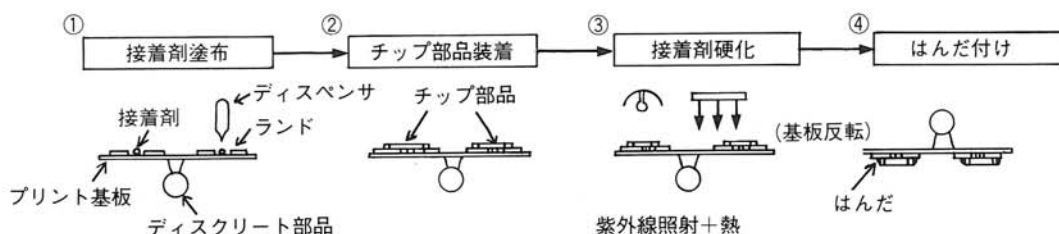


図-10 フローソルダーリング式チップ部品実装工法

Fig. 10 Method of mounting tip parts with flow soldering.

特に噴流はんだ槽においては、チップ部品のはんだ付け品質を良好にするために、特殊なはんだ流れにしている。

7) インサーキットテスト

プリント基板完成品の実装部品の回路定数、はんだ付けによるショート・オープンなどはマイクロコンピュータを使ったインサーキットテスト

によりテストを実施し、良否判定結果はプリント出力することができる。この装置を導入することにより①作業不良が低減し、基板完成品の品質が向上する。②不良箇所がプリント出力されるため、修理時間が大幅に低減する。(図-14参照)

8) フังก์ションテスト

プリント基板の回路調整・検査を目的とした装置で、コンタクトピンによって信号の入出力を行う装置である。

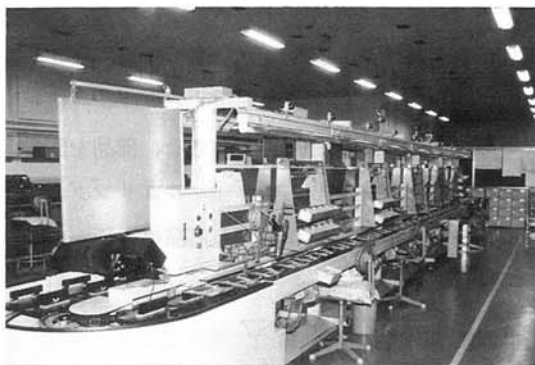


図-11 手挿入工程用コンベア

Fig. 11 Conveyor for manual insertion method.

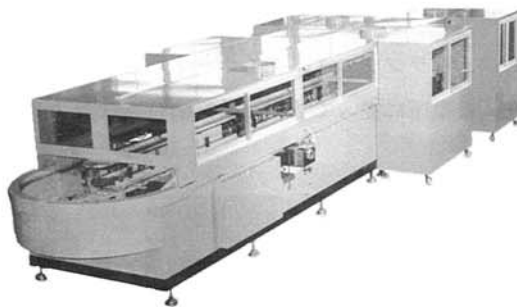


図-13 自動はんだ付け装置

Fig. 13 Automatic soldering device.

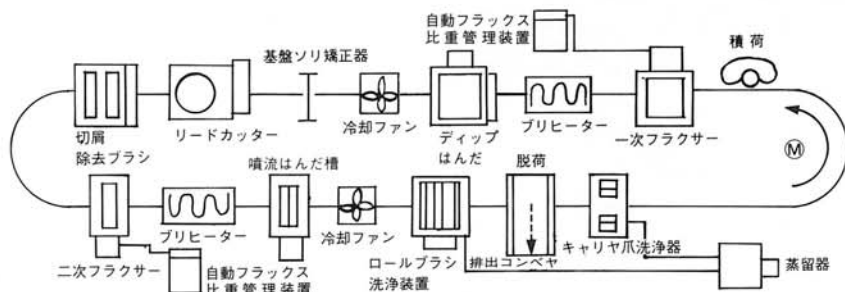


図-12 自動はんだ付け装置の工程

Fig. 12 Process of automatic soldering device.



図-14 インサーキットテスタ
Fig. 14 In-circuit tester.

3. 2 はんだ付け技術

3. 2. 1 自動はんだ付け

自動はんだ付けについては1979年よりフローソルダリング無修正化の活動を開始し、現在までに図-15に示すようにはんだ付け不良が低減している。

また、設備、部品材料、はんだ付け方法それぞれについては、図-16に示す改善を行ってきている。今回は、その改善の中からいくつかを紹介する。

1) センターボディ抵抗の採用

従来テーピングされたディスクリート部品において、ストレートリード型の部品を使用していたため、ディップはんだ付け時、基板とフラックスから発生するガスが、抵抗のボディによってふさがれ、リード穴から上への抜けを妨げられ下に逃げ、はんだを押しのかき空（はんだブローホール）ができていた。そのため、ディップ後の修正工数が増大し大きな問題となっていた。そこで対策としてガス抜き可能な部品としてセンターボディ抵抗（図-17）を検討した所、良好な結果が得られた。

2) フラックスの選定検討

ステップ4に入ると、製品の高機能化にともない基板実装部品の小型化、高集積化が必要となり、高密度実装基板でははんだ不着、ブリッジなど、ディップ品質の維持、向上を従来使用中のフラックスに期待するには限界があり、新にフラックスの検討を行った。

フラックスは、各社から固形成分の少ない物、チップ部品用など6種類を抽出し、予備実験としてはんだ濡れ性の良いフラックスをメニスコグラフ法を用いて調べ、本実験としてはんだ付け装置にてはんだ付け性を評価した。メニスコグラフ法によるはんだ濡れ性と総合試験結果を図-18と図-19に示す。

フラックス変更後のはんだ付け不良は、ディスクリート部品で約30%、チップ部品のはんだ不着については約90%低減した。

3) チップ用紙フェノール基板の採用

ステップ4にてチップ部品を基板に実装する必要がある、従来の紙フェノール基板に実装してディップはんだ付けを行った所、図-20に示すようにチップ部品仮固定用接着剤乾燥後のそりと、信

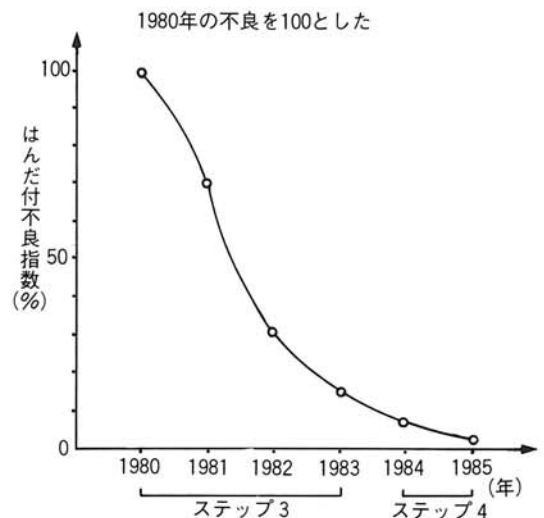


図-15 はんだ付け不良の推移

Fig. 15 Transition of defective soldering.

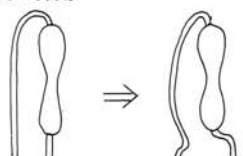
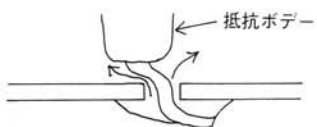
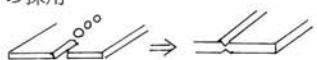
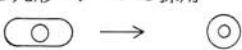
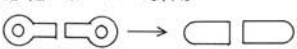
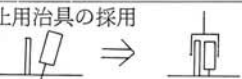
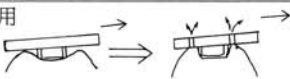
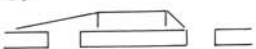
分 類	ステップ	内 容	ね ら い
部 品 材 料	3	センターボディ抵抗の採用 	はんだディップ時基板とフラックスより発生するガスが容易にぬけるようにするため。 
	3	ボードインコネクタの採用	ディップ時の線材の浮き防止
	3	ジャンパー線のホーミング形状の変更 	ジャンパー線の浮き対策
	4	基板Vカットの採用 	基板割り作業性向上
	4	ディスクリート部品用フラックスの変更とチップ・ディスクリート部品混載用フラックスの採用。	はんだ付け品質の向上
	4	チップ部品用紙フェノール基材の採用	基板そりによるチップ部品の破損防止
	4	チップコンデンサ電極材料の変更	チップ部品の電極くわれ防止
	4	チップ部品の基板仮固定用接着剤の変更	はんだディップ時チップ部品の基板からの脱落防止のため。
M/C	3	比重管理装置の導入	はんだ付け品質向上
	3	基板裏面洗浄機の導入	基板の信頼性向上
	3	基板そり矯正機の付加	リードカット寸法の精度向上
	4	ジェミニスウィングはんだ槽の採用 	チップ部品のはんだ付け品質向上
はんだ付 方 法	3	はんだ付け温度の変更	チップ部品の熱ストレスによる不具合の抵減
	3	ディスクリート部品の丸形パターンの採用 	ディスクリート部品の高密度実装のため
	4	はんだ槽銅成分の管理追加	はんだ付け部の信頼性向上
	4	チップ部品の小形化パターンの採用 	チップ部品の高密度実装のため
	4	パワー I C 用傾き防止用治具の採用 	パワー I C の傾き防止対策
	4	新パターンの採用 	はんだブリッジ不良の低減
	4	ガス抜き穴の採用 	チップ部品のはんだ付け品質向上
	4	ダブルレジストの採用 	はんだ付け品質向上
	4	チップブローホール修正廃止 (ガス抜き穴に対する) 	はんだ付け不良修正工数の低減
	5	フラックス比重値の変更	はんだ付け品質向上

図-16 自動はんだ付け改善例

Fig. 16 Examples of improved automatic soldering.

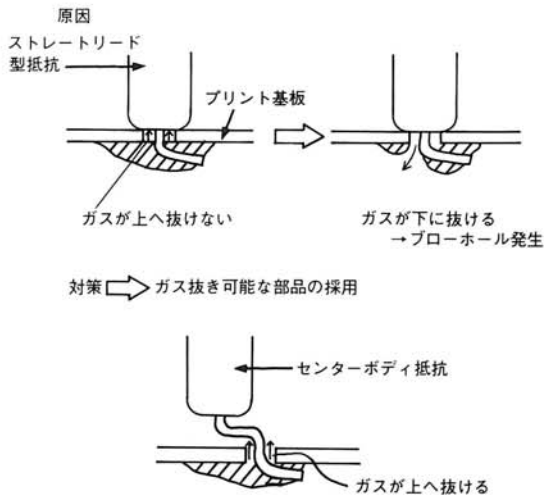


図-17 ストレートリード型抵抗のブローホールの原因と対策

Fig. 17 Cause of straight lead resistor blowhole and the countermeasure.

頼性試験（温湿度サイクル試験）後のそりが大きく信頼性試験後のそりが原因と考えられるチップコンデンサのクラックが1件発生した。そこで基材メーカーより、そりと寸法変化に関して改良を加えたチップ用紙フェノール基板を入手し、検討した所良好な結果が得られた。チップ用紙フェノール基板採用後、そりが原因のチップコンデンサのクラックは発生していない。

4) 基板Vカット採用

当初、基板を多数枚取りするような場合、ミシン目といわれるものを設けていたが、チップ部品を基板に実装してはんだ付けを行った後に基板を分割する時、基板にたわみ力が働きチップ部品の電極部が引張られ破損するという問題があった。基板加工メーカーで製品化されたVカットによる基板分割を検討した所、分割時の応力がV溝部に集中し、チップ部品への応力の集中は比較的少ないことが分った。そこで、Vカットの溝深さと分割強度の関係を求めた結果 図-21 に示すようになり、この結果より最適溝深さを決定した。

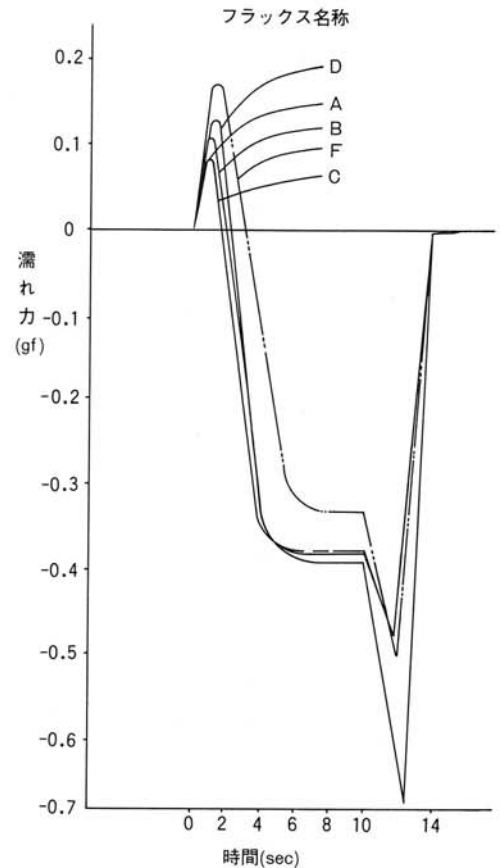


図-18 メニスコグラフ

Fig. 18 menisco graph.

基板Vカット採用後、工程内でチップ部品の電極が破損する不具合は発生していない。

フラックス名称		A	B	C	D	E	F
項目	メニスコグラフ法	◎	○	○	△	—	×
	ディスクリート部品	◎	△	○	○	○	—
	チップ部品	×	○	◎	○	○	—
信頼性試験		OK	OK	OK	OK	OK	NG
固形成分(洗浄性)		○	○	◎	×	△	○

図-19 総合試験結果

Fig. 19 Overall test result.

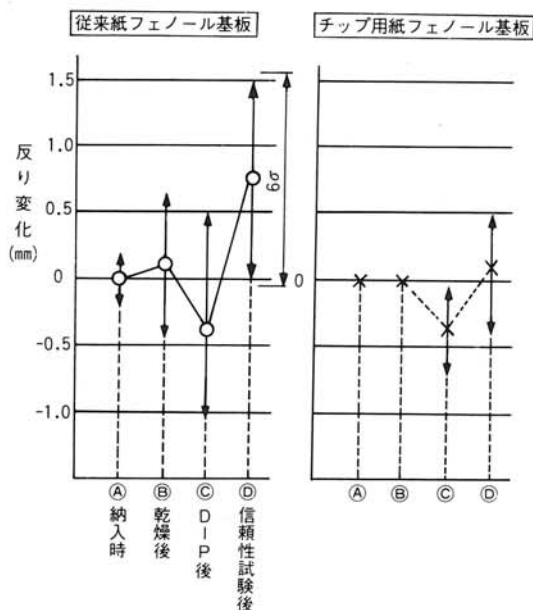


図-20 チップ用紙フェノール基板のそり

Fig. 20 Warpage of paper phenol PC board for tip.

5) ジェミニスウイングはんだ槽の採用

ステップ4では、チップ部品が実装されるとデ
ィップはんだ付けで基板のランド部にはんだが付
かないチップはんだ不着不良が多発した。この原
因を調べてみると基板やフラックスから発生した
ガスがチップ部品の電極部にたまり、このガスに
よってはんだが押しのけられてはんだ不着となっ
ていることがわかった。対策として①ガス抜きを
容易にするために基板にガス抜き穴を設けた。②
はんだ付け装置の2次はんだ槽を 図-22 に示すジ
ェミニスウイングはんだ槽に改良した。このはん

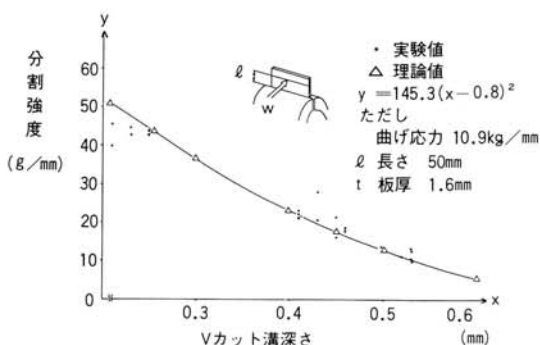
図-21 Vカット溝深さと分割強度の関係
(紙フェノール基板)

Fig. 21 Relation between v-cut depth and parti-tive strength. (paper phenol PC board)

だ槽の導入によってガス抜き穴削除基板のはんだ
付け不良率は従来はんだ槽と比較して 図-23 に示

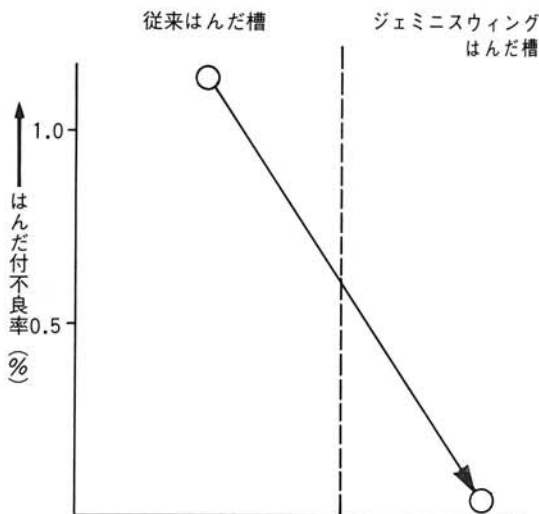
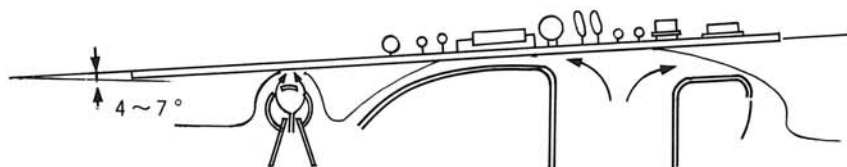
図-23 ジェミニスウイングはんだ槽導入による
効果例Fig. 23 Exemplified effect with introduction of
gemini swing soldering bath.

図-22 ジェミニスウイングはんだ槽の断面

Fig. 22 Sectional view of gemini swing soldering bath.

のように大きく低減することができた。

今後の自動はんだ付け技術の課題としては、より小形化したランドを使用して、より信頼度の高いはんだ接合力を得るための条件を見い出すことが残されている。

3.3 組立・調整・測定技術

製品本体の製造は、組立・調整・測定工程を一連のラインシステムとして造り上げ、組立工程と総称している。

製品の設計的な変遷と同期し、組立工程についても低価格化、高品質化への要求など市場動向をふまえ当社生産技術開発の推進によって機械化を促進してきた。ここでは当初の全手作業組立工程から現在に至るまでを大きく5ステップに分類して紹介する。

3.3.1 組立工程（システム）の変遷

表-3に変遷の概要、図-24にそれぞれの工程概略図を示すが、開発経過を大まかに整理すると

ステップ1：全手作業組立
↓

ステップ2：単能機の部分的導入検討

↓
ステップ3：全工程に単能機導入

↓
ステップ4：単能機技術を集大成し搬送設備と結合

↓
ステップ5：ステップ4の改善

以上の順序で実施しており、いずれの場合も前段階に確立した技術を基礎として、設備開発と改善を進めてきたわけであり、製品の品質確保のためには、設備の完全性を常に見極めた地道な活動の累積である。

また、工程を構成している単能機（設備）については導入検討時、コスト面・品質面でもっとも効果的な手段を選択し、表-4のとおり部分的に汎用品を使用している。

3.3.2 設備の変遷

1) ねじ締め機

当初エアドライバを使用し手締めを行っていたが、ステップ2から単能機を利用し機械化を実施している。（図-25）また、単能機についても機

表-3 組立工程の変遷

年度	ステップ	工程概要	開発項目	開発のねらい	自動化率
1973	1	全手作業工程	———	———	0%
	2	部分的機械化工程	(1) 自動測定 (2) 自動ねじ締め	人とm/cの協同作業実施可能性の確認	17%
1980	3	主作業の機械化工程	(1) 自動調整 (2) 自動ナット締め (3) 自動はんだ付け	主作業について 人 ⇄ m/c化	55%
1981			上記設備のインライン型 (1) 製品搬送 (2) つまみ挿入	製品取扱い、部品組付など付帯作業について 人 ⇄ m/c化	83%
1984	5	自動化工程（改善）	上記設備の改善	安全性・汎用性など 使用面・投資効率面について改善	85%

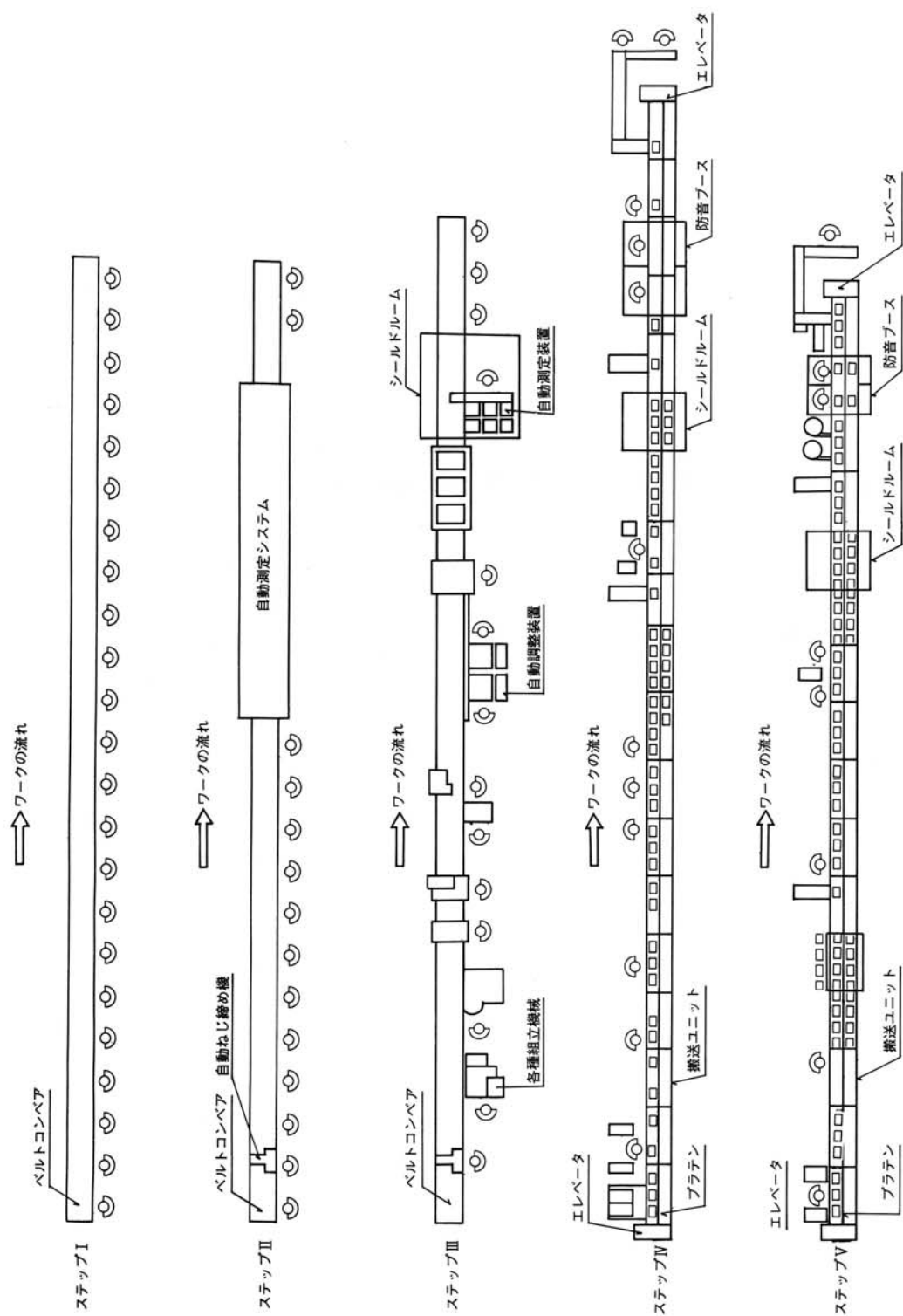


図-24 工程概略図

Fig. 24 Schematic process diagram.

表-4 主要設備の開発区分

設 備 名		社内設計品	汎用品
搬 送 設 備		○	
組 立 設 備	ね じ 締 め 機		○
	ナ ッ ト 締 め 機		○
	は ん だ 付 け 機	○	
	つまみ 挿入機	○	
	ラベリング m/c		○
測定設備	自動調整装置	○	
	自動測定装置	○	

械チャック式から、デッドスペースの縮小、マシン品質の安定度向上のため真空チャック式にvariその後、ねじ浮き検知なども行い、より確実なね

じ締めめの改善がなされている。

2) ナット締め機

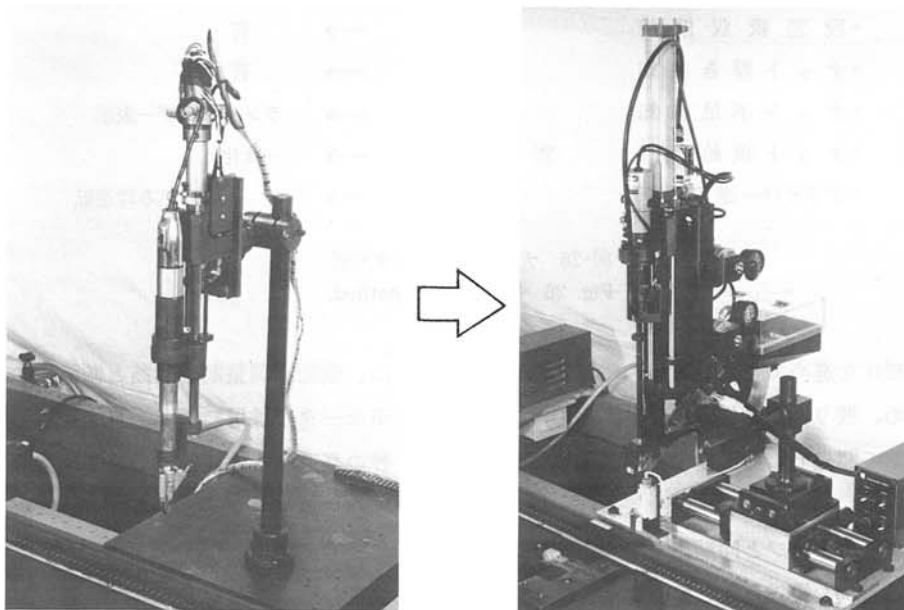
ねじ締め機と同様の経緯で変遷しているが、チャック形状は異なっている。(図-26)

3) はんだ付け機

はんだ付け機については導入当初(ステップ3)から自社開発品を使用しており基本的な構成は図-27に示すとおりで現在も同様である。構成ユニットは設備の品質・安定度向上をねらい幾多の改善を繰り返し現在に至っており表-5にその変遷と改善点を示すが、今後、まだ改善すべき所や、機械化適用の拡大すべき所が残っている。

4) つまみ装入機

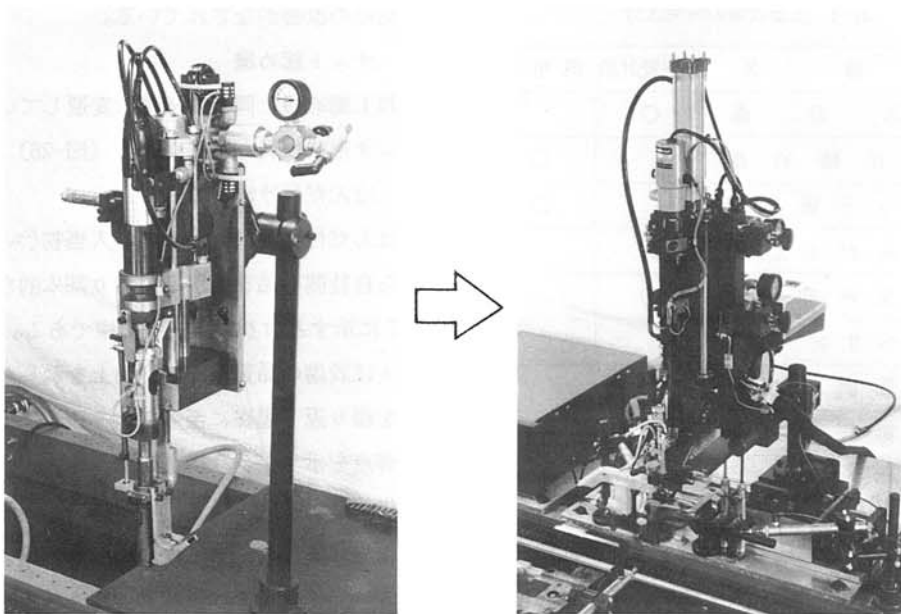
ステップ4までは、ねじ締め・はんだ付け・調



。デッドスペース	12mm×40mm	→	φ10mm
。段差吸収機構	無	→	有
。ネジ浮き検知	無	→	有
。ネジ不足検知	無	→	ランプ・ブザー表示
。ネジ供給装置	別置	→	一体化

図-25 ねじ締め機の変遷

Fig. 25 Transition of screw fastening device



◦デッドスペース	26mm×40mm	→	φ16mm
◦段差吸収機構	無	→	有
◦ナット浮き検知	有	→	有
◦ナット不足検知	無	→	ランプ・ブザー表示
◦ナット供給装置	別置	→	一体化
◦ドライバー逆転機構	無	→	ナットかみ込み時逆転

図-26 ナットのチャック方式

Fig. 26 Nut chuck method.

整測定の機械化を進めてきたがさらに機械化の拡大を図るため、残りの部品供給組付け工程の機械化第1弾として開発したのが本つまみ装入機である。

製品のモデルチェンジと同期しステップ5では、つまみの形状を機械装入と整合させ、装入率向上に寄与している。装入シーケンスなど本機のポイントを含め設備の変遷を図-28に示す。

5) 調整装置

調整工程は、IFアライメント、RFトラッキングなどのラジオの性能を決定づける重要な工程である。

当社が、独自開発した自動調整装置（RATS^{脚注）}

-2) は、機能別調整制御回路と制御性の良いDCサーボモータの採用により、平均調整時間が1素子1秒の高速性と熟練作業員並みの精度を実現しラジオのコストダウンと品質の安定に貢献している。

本装置の基本構成を図-29に、調整可能項目を表-6に、さらに本装置の変遷を表-7に示す。

脚注 RATS

RATSとは、Radio Automatic Testing Systemの略で当社の調整・測定工程の省力化設備の総称であり開発順に追番を付与している。

RATS-1 第一世代の自動測定装置

RATS-2 自動調整装置

RATS-3 第二世代の自動測定装置

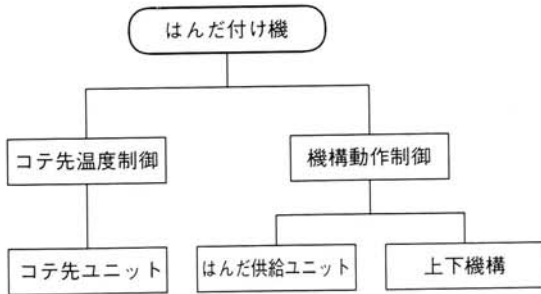


図-27 はんだ付け機の構成

Fig. 27 Structure of soldering device.

ステップ5では、その前年に完成したFMSライン（富士通テン技報Apr. 1984 Vol. 2 No.1 に詳報）に設置の装置と同じ装置を設置し、将来の製品の機能拡張に即応可能なようにした。

6) 測定装置

測定工程は、AM感度、S/Nなど、ラジオの電気的性能を確認する工程である。

自動測定装置は、導入当初からラジオの音量調節や同調制御を自動化した全自動システムで、汎用設備とは異なった当社独自の装置である。

導入当初は、3本の組立ラインで組立てたラジオを1ヶ所に集合し、自動測定をする大規模なシステム（RATS-1）であった。しかし、市場ニーズの変化から製品が多様化し始めたため自由

表-5 はんだ付け機の変遷

ステップ	はんだ供給ユニット	コテ先ユニット
3	 ローラー送り ↓ 送りがバラつく はんだ不送り	 ニクロム線ヒーター コテ先6点一体化 (特注品) ↓ 寿命が短い コテ先高価
4	 ボールチャック送り ↓ はんだづまり はんだ強制送り	 セラミックヒーター コテ先単体化(市販品) ↓ コテ先交換が困難 コテ先交換時の位置ズレ
5	 クッション機構付	 ワンタッチ交換化

度が高くライン別に設置可能な小形の装置（RATS-3）を開発した。この装置は、測定スピード、精度、さらに装置の経済性を考え、16ビットのマイクロコンピュータを自社開発し、平均測定時間が1項目3秒の高性能な装置にした。

本装置（RATS-3）の基本構成と測定可能項目を図-30、表-8に示す。

現在では、製品の機能はさらに多様化しつつある。このため装置の自由度を高め、同時に測定スピードの向上をねらった新しい測定装置が完成している。表-9に自動測定装置の変遷と特徴を示す。

表-6 自動調整可能項目

項	目	ステップ 3	ステップ 4	ステップ 5
A M	I F調整	○	○	○
	受信周波数範囲	○	○	○
	トラッキング	○	○	○
F M	リミッタ感度			△
	残留雑音			△
	ビート除去			△
	左右分離度			△
	自動同調感度			△
	A S C			△
	A G C			△

△：将来拡張可能

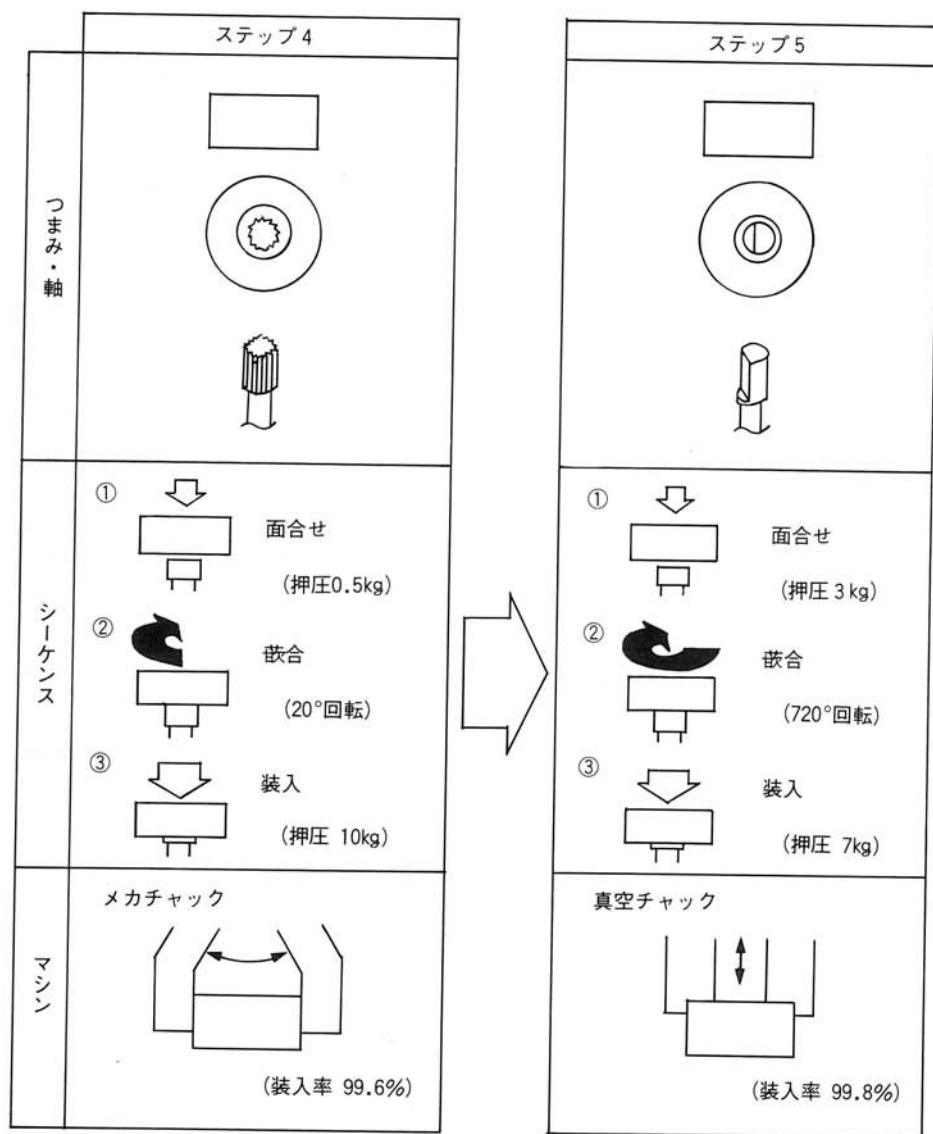


図-28 つまみ装入機の変遷

Fig. 28 Transition of knobs insertion device.

4. 製品品質と自動化率の推移

前章までは、製品、生産技術などハード面の変遷について述べてきたが、ここでは製品品質、自動化率など生産性の推移について表-10に紹介するが製品品質は1976年の市場クレーム率を100とし指数の変化で表わしている。

4. 1 製品品質の推移

製品の立上り時にはクレーム率が高く、徐々に減少し安定する傾向が伺えるが現在ではこの差も小さくなり品質が安定していることが判る。またクレーム率は、当初に比べ約 $\frac{1}{20}$ に減少している。

4. 2 自動化率の推移

基板加工において1979年より急速に自動化率が向上しているのは縦型部品自動装入機の導入によ

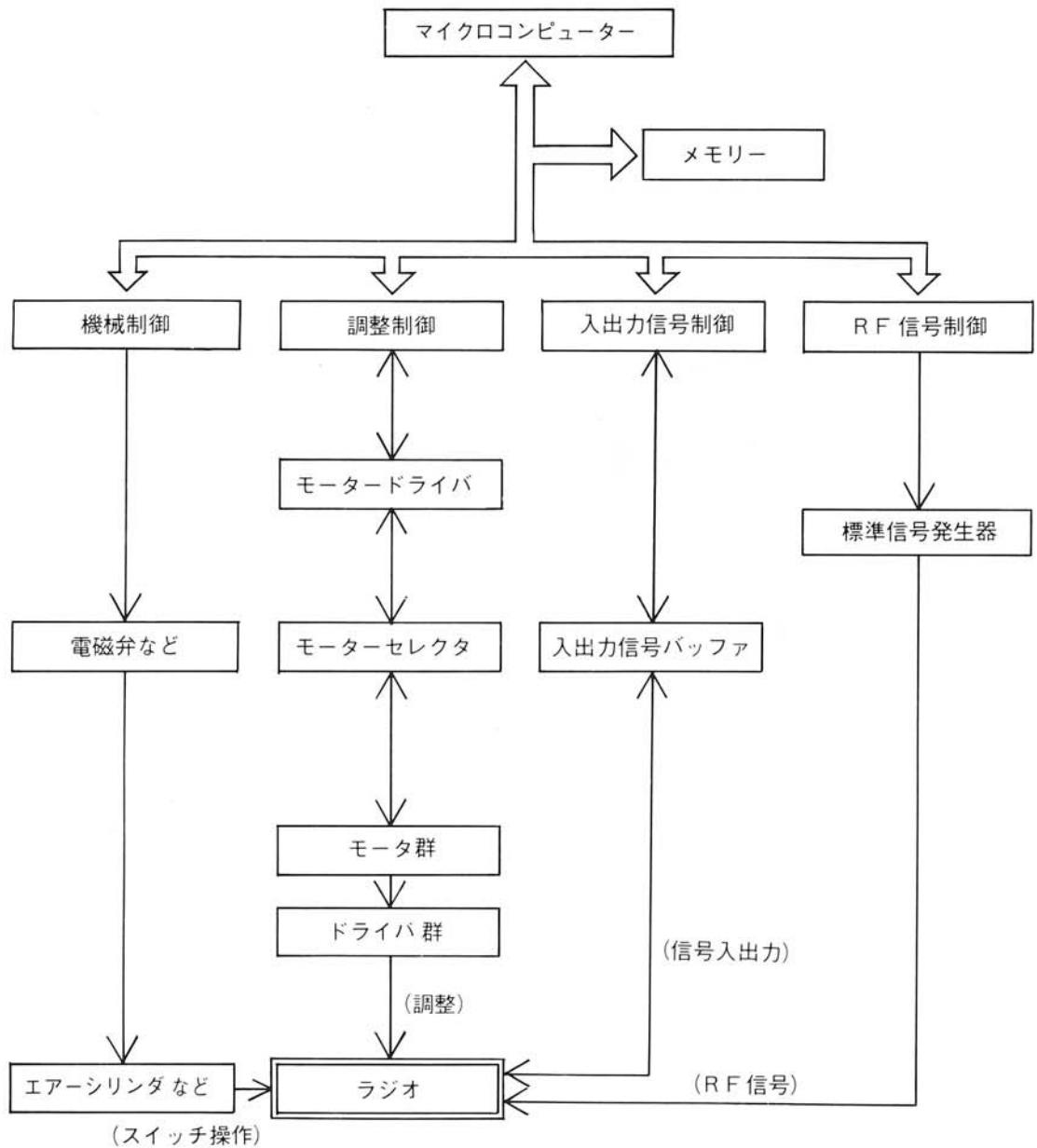


図-29 自動調整装置の構成

Fig. 29 Structure of automatic adjusting device.

り、手挿入部品が大巾に減少したためである。その後、異形部品の自動装入化により若干の向上が見られるが1984年のチップ化では縦型部品装入機

からチップ装着機に移行しただけで自動化率の変化はない。

表-7 自動調整装置の変遷

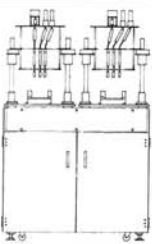
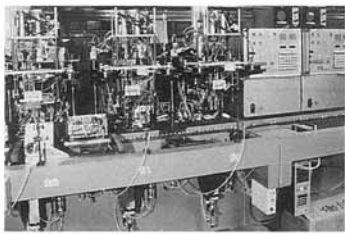
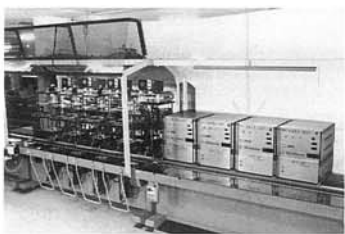
ステップ	略 図	特 徴
3		○ 独立形 ○ ラジオの出し入れはオペレータが行なう。 ○ デュアルヘッド形でラジオの出し入れと調整を同時に行なう。
4		○ インライン形 ○ ラジオの出し入れを自動化しオペレータ2名の削減
5		○ 4式同時調整 ○ FM項目の調整可能 ○ メカ・ソフト的に多機種流動に対応

表-8 自動測定可能項目

項 目	ステップ 2	ステップ 3~5	開発品
A			
最大感度	○	○	○
自動同調感度		○	○
ディスタント/ ローカル感度差		○	○
AGC	○	○	○
残留歪率		○	○
忠実度	○	○	○
受信周波数範囲	○	○	○
S/N	○	○	○
M			
実用最大出力	○	○	○
選択度	○	○	○
実用感度			○
A			
S/N			○
左右出力差			○
左右分離度			○
残留歪率			○
ステレオロック範囲			○
パイロット検出時間			○
ワイド/ナロー 利得差			○
パイロット感度			○
ビート除去比			○
複調感度			○
F			
自動同調感度		○	○
ディスタント/ ローカル感度差		○	○
リミッタ感度		○	○
残留歪率		○	○
S/N		○	○
実用最大出力		○	○
残留雑音比		○	○
AM抑圧		○	○
M			
MW/FM出力差		○	○
AFC幅		○	○
受信周波数範囲		○	○
F			
S/N		○	○
左右出力差		○	○
左右分離度		○	○
ASC分離度		○	○
復調感度		○	○

表-9 自動測定装置の変遷

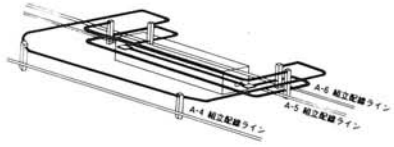
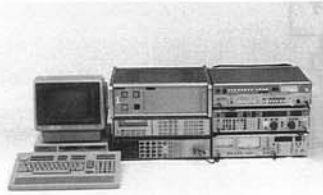
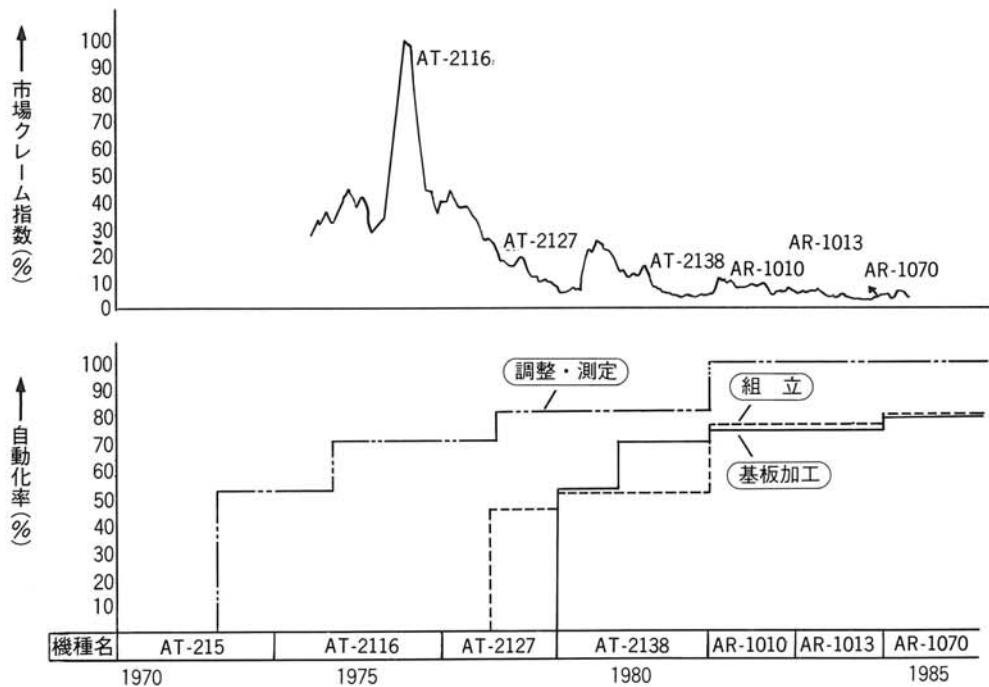
ステップ	略 図	特 徴
2		◦ 3本のラインを一ヶ所に集中して測定 ◦ マルチステーションとし測定項目別に分割 ◦ 1台のミニコンで集中制御
3 → 5		◦ ライン別システム ◦ 16ビットコンピュータを自社開発 ◦ ラインの生産量に合せ1ラインに複数台設置 ◦ FMの測定も可能
開 発 品		◦ パーソナルコンピュータによる細かい制御 ◦ G P - I B の採用により機能拡張が容易 ◦ AM/STの測定も可能 ◦ 測定スピードUP (30%向上)

表-10 自動化率と製品品質の推移



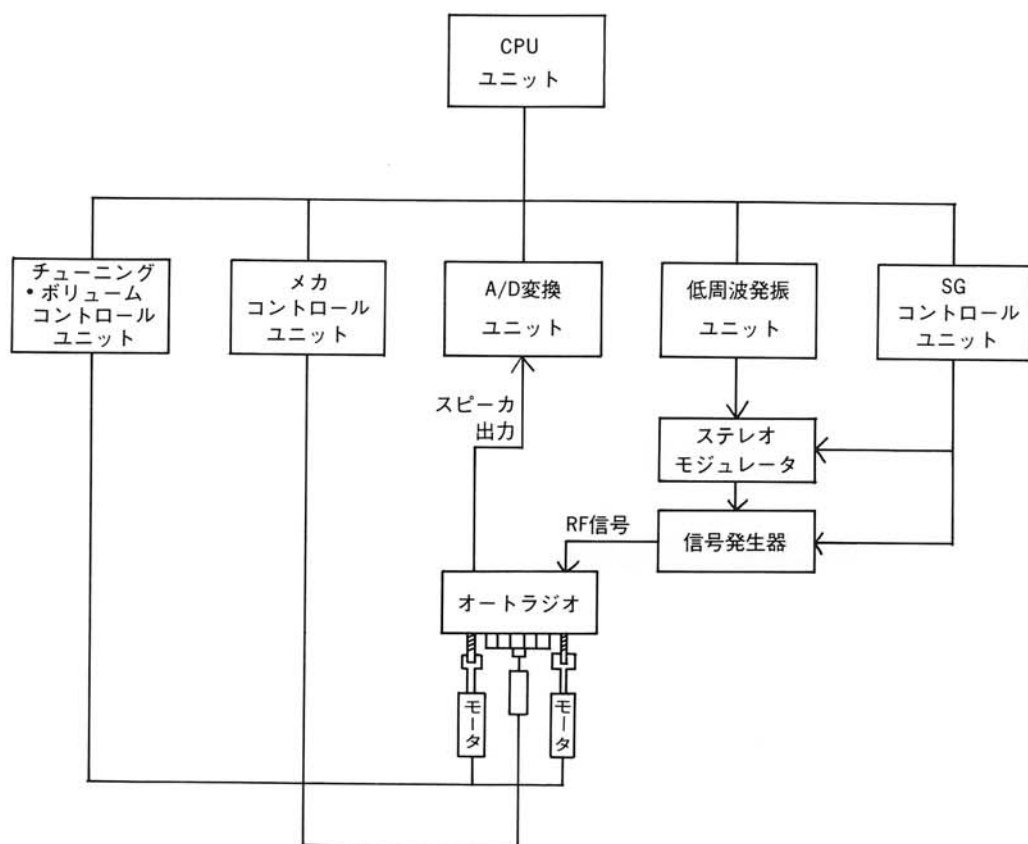


図-30 自動測定装置の基本構成

Fig. 30 Fundamental structure of automatic measuring device.

5. む す び

以上AM5鉋型オートラジオの生産工程のうち、基板加工、組立、調整測定工程における生産技術面の変遷について述べてきた。

各工程での自動化率は、大幅に拡大しているが、工程全体をながめた場合、まだ不十分で、現在は点の自動化から線の自動化へ移行しつつあり、今後はさらに面の自動化、すなわち、生産システム全体の自動化を推進していくことが必要である。