

中量産工場のファクトリーオートメーション —小形モートル—

Factory Automation System for Standard Motor

小形モートルは日立製作所創業時からの製品であり、長年培った技術力により業界トップレベルを維持しているが、近年の厳しい情勢に加えて顧客ニーズは多様化、短納期化してきており、市場環境の変化に即応できる体制作りが急務となってきた。

こうした背景から小形モートルについて製品設計と生産設備及び生産システムの面から総合的に合理化を行なった。

合理化に当たっては、習志野工場のFA製品であるロボット、プログラマブルコントロールシステム、パーソナルコンピュータなどを多用し、典型的な中量産品といえる生産ラインを、鉄心製造から組立、塗装までワンフロアフレキシブル自動生産ライン化した。

深見 弘* Hiroshi Fukami

水谷完治* Kanji Mizutani

市山俊一* Shun'ichi Ichiyama

島本紘治* Kôji Shimamoto

1 緒 言

小形モートルの生産工場である習志野工場は、昭和47～50年にかけて総合的合理化計画をもとに、自動化設備を導入して合理化を図ってきたが、これらの設備も老朽化してきており、市場環境に即応できる工場としてのFA(ファクトリーオートメーション)化が必要となった。

このようなことから、昭和59年4月から小形モートルFAプロジェクトを発足させ、比較的生産量の多い小形標準モートルについてFA化を推進し、生産設計をもとにフレキシビリティのある一貫生産ラインを実現したのでその概要について説明する。

2 計画の背景

図1は小形モートルの製品形状を示したものである。

モートルは成熟製品であり、物量の変動は少なく安定した製品であるといえるが、機種数は極数、電圧、フレーム形式、軸端の形状などから分類すると250種類にも及び、また月ごとの生産量でも1ロット当たりが10～500台と典型的な中量産形態となっている。

モートルに対する市場ニーズの多様化の中で、注文品に対しては最短納期体制、見込品に対しては在庫を極限まで減少して、流通経費の削減を図りながら必要なものを即納できる体制が要求されている。

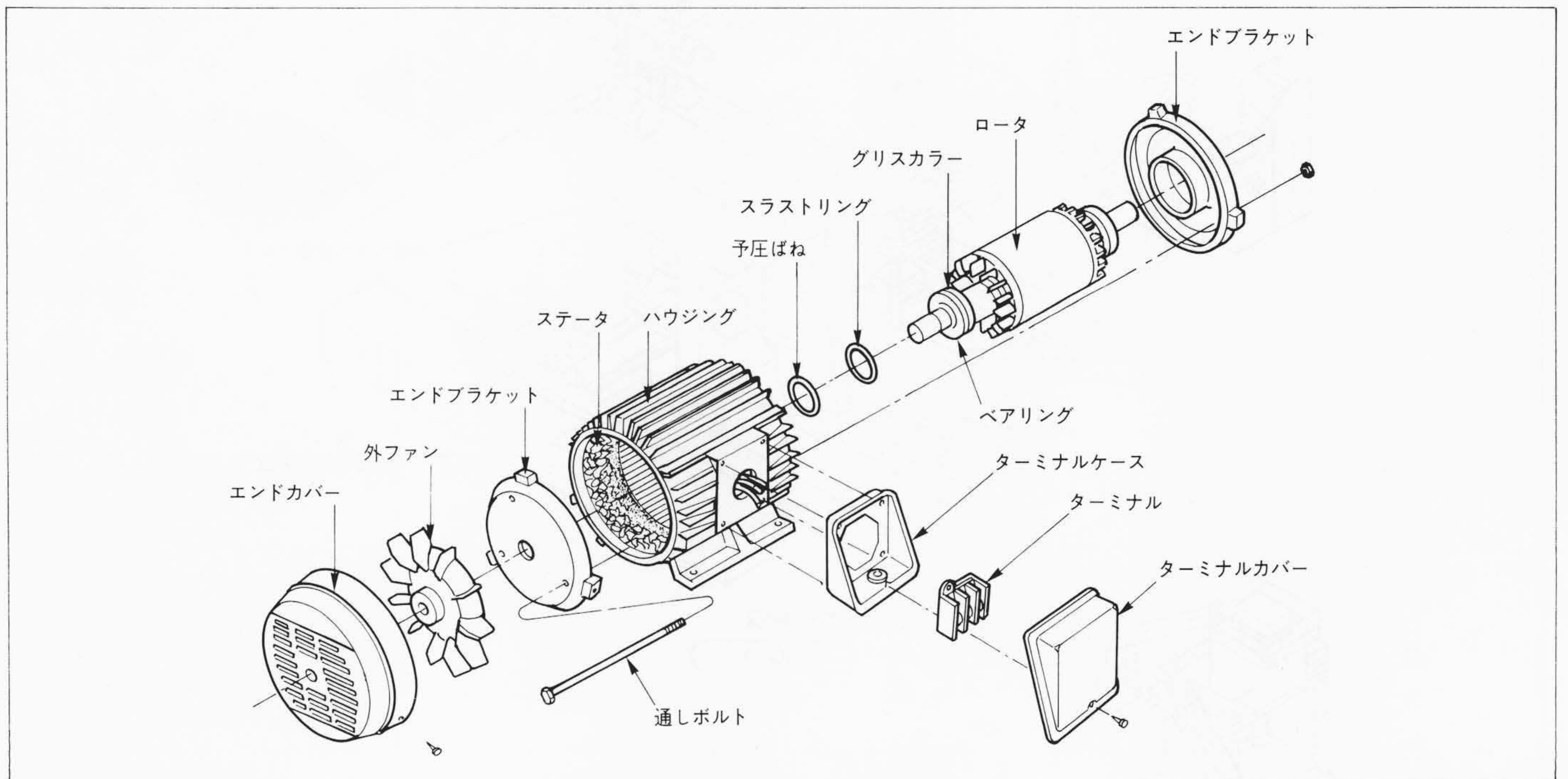


図1 モートル構造図(全閉形の例) 新形全閉小形モートルの構造を示す。

* 日立製作所習志野工場

3 計画の概要

3.1 合理化の基本方針

表 1 に合理化の基本方針を示す。

3.2 開発技術

- (1) 新技術(鉄心の型内積層、無切削、高速処理技術など)の開発による作業の省略、作業時間の大幅短縮
- (2) 多機種に対応できる作業方式の開発と段取りの自動化
- (3) 加工精度の見直しと向上による調整作業、調整用部品の廃止と自動化率の向上(ロボット導入の拡大)
- (4) 生産管理のEDP(Electronic Data Processing)化とビジュアル化

4 合理化の内容

4.1 全体概要

小形モートルFAラインの全体構想としては、管理の一元化、リードタイムの短縮、ライン内仕掛りの縮減などを目的とし、鉄心製造からモートル組立までをワンフロア化したこと、鉄心製造、電工、シャフトロータ加工、組立の各ラインを小ロット混流生産ができるようなフレキシブルな設備にして全体を構成した。

4.2 鉄心製造のFMS(Flexible Manufacturing System)化

鉄心の製造は従来は別の建屋で行なっていたが、前述の方針により、モートル生産工場の先頭工程の位置に設置してワ

表 1 合理化の基本方針 製品計画に合わせてライン生産ラインをFMS化して、短納期体制を確立する。

No.	基本方針	合理化のポイント
1	小ロット混流生産により短納期体制の確立(100台/ロット)	(1) 作業の高速化 (2) 段取り自動化の拡大 (3) 生産管理システムの確立
2	ラインを集約して省スペースを図る。	(1) 設備の高効率化 (2) 一貫ライン化による仕掛け縮減
3	既存設備の高機能化と自動化レベルの向上	(1) 自動化向き製品設計 (2) 主作業の自動化 (3) 検査自動化による信頼性向上

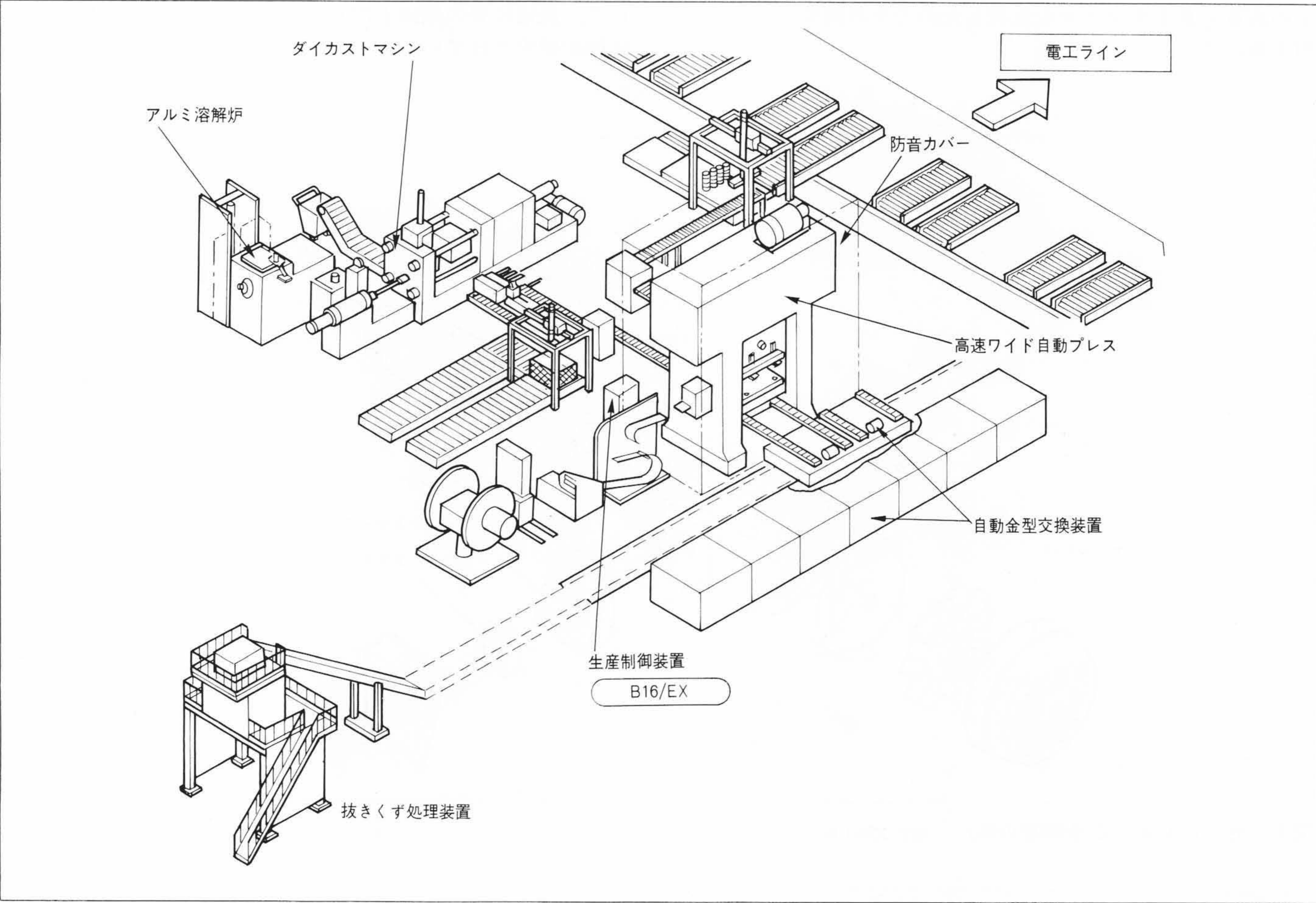


図 2 FMS鉄心製造ライン 鉄心製造ラインは、モートル生産工場の先頭工程に設置してワンフロア一貫ラインとした。

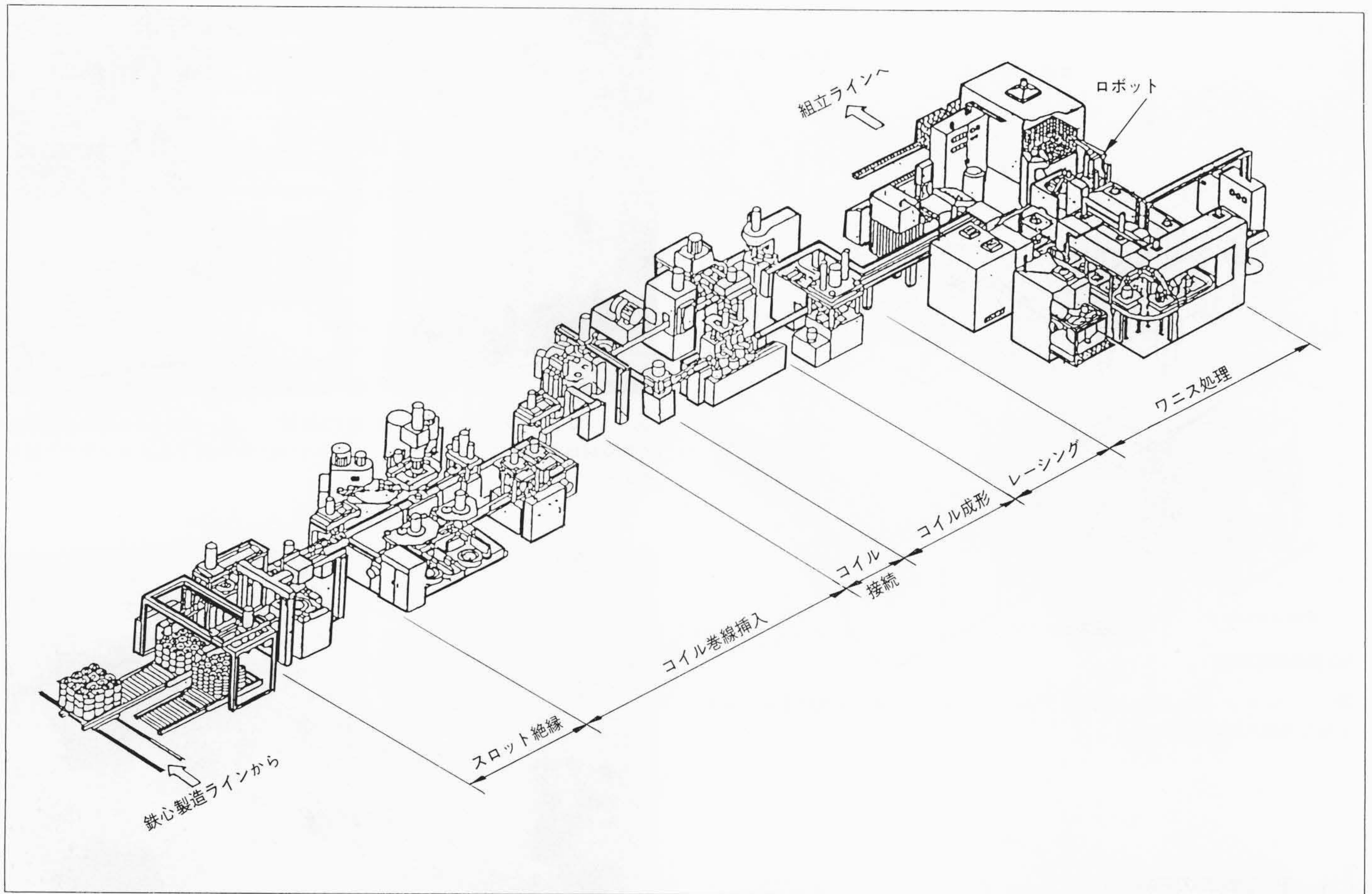


図3 電工FMSライン 鉄心のデパレタイズから最終のワニス処理後のパレタイズまでを、一貫ライン化した。

ンフロア化した。図2は鉄心製造の一貫ラインである。

主な合理化は次のとおりである。

- (1) 鉄心の型内積層化
- (2) 金型自動交換装置の開発と交換時間の短縮
- (3) 無切削化のためのコア抜金型及びロータダイカスト金型の改善
- (4) 検査のインライン化と自動化
- (5) 工程間運搬及びパレタイズの自動化

これらの合理化により生産タクトを70%短縮し、自動化率を2倍に、リードタイムを30%にし、また作業面積を30%減少することができた。

4.3 電工作業のFMS化

ステータの電工作業とは、コイルの巻線、鉄心スロットへのコイルの挿入、接続作業、コイルエンドの成形及びワニスによる絶縁処理作業である。

従来の生産設備は、専用ラインであるために多機種のものに対応できないこと、また絶縁処理はリードタイムが非常に長く、設備が大規模であるためにオフラインバッチ作業となっており、そこに物が停滞するために種々の問題があった。

これらの問題を解決して、フレキシブルなラインとするために次の項目について検討を行ない、合理化した。

- (1) コイル巻線、挿入では新しい巻線、挿入技術を開発した。これによって機種切換えの自由度の向上と、切替時間の短縮を図った。
- (2) ワニス処理の高速化

速乾性ワニスの開発と、ワニス含浸方式及びワニス乾燥のための加熱方式について新技術を開発し、新プロセスによっ

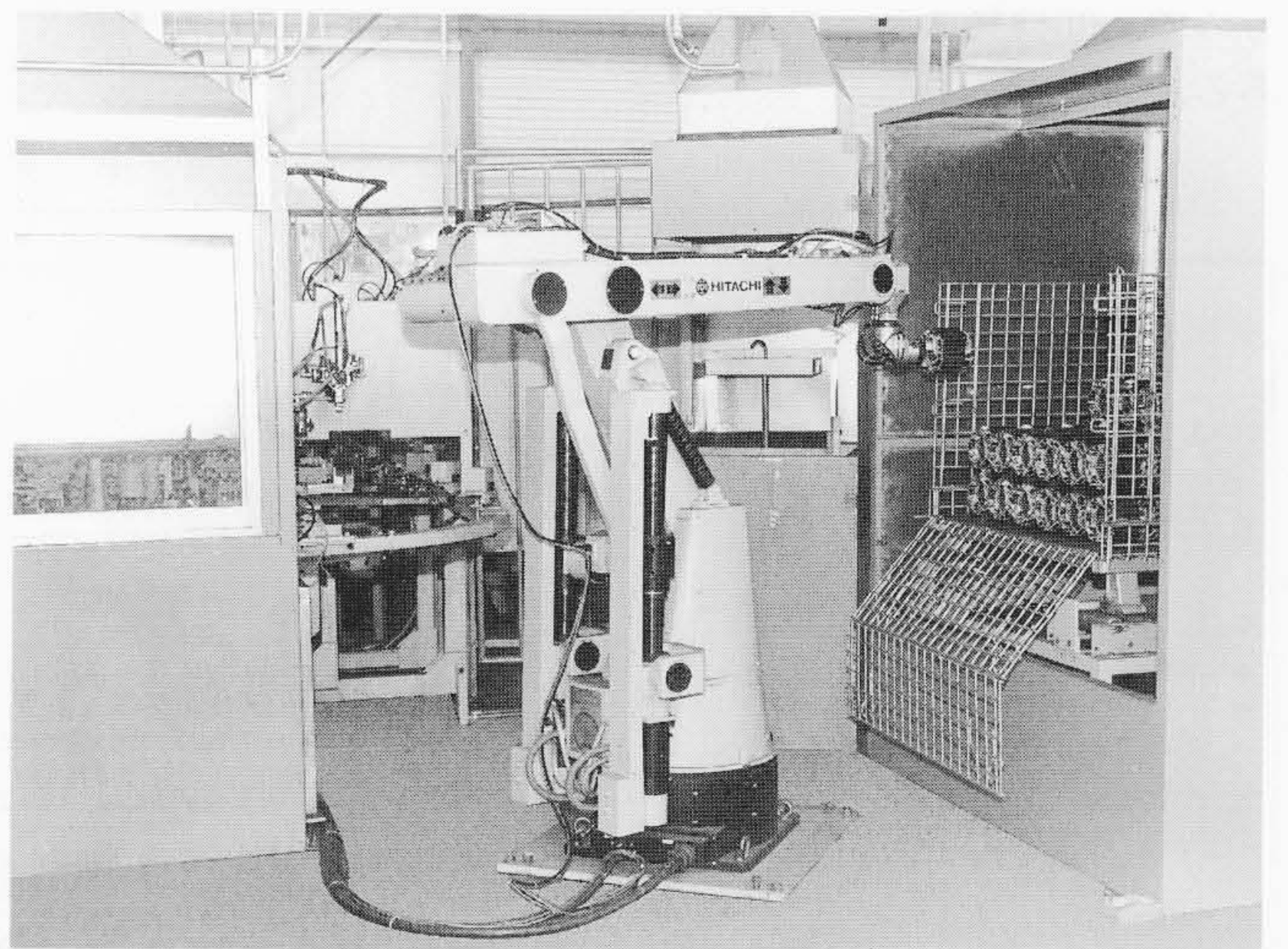


図4 ステータパレタイズ用ロボット (M6060) 装置からステータの取外し、線の処理、外径ワニス塗り及びパレタイズの一連の作業を行なう。

て処理時間を大幅に短縮して、絶縁処理作業のインライン化を図ることができた。

図3は電工作業FMSラインを示したものである。また、図4はワニス処理終了後のステータをパレタイズするためのロボットである。

コイル巻線、挿入技術の開発、絶縁処理作業のインライン化などの改善によって、フレキシブルな生産ができるようになるとともに、作業面積を従来の30%に縮小することができた。

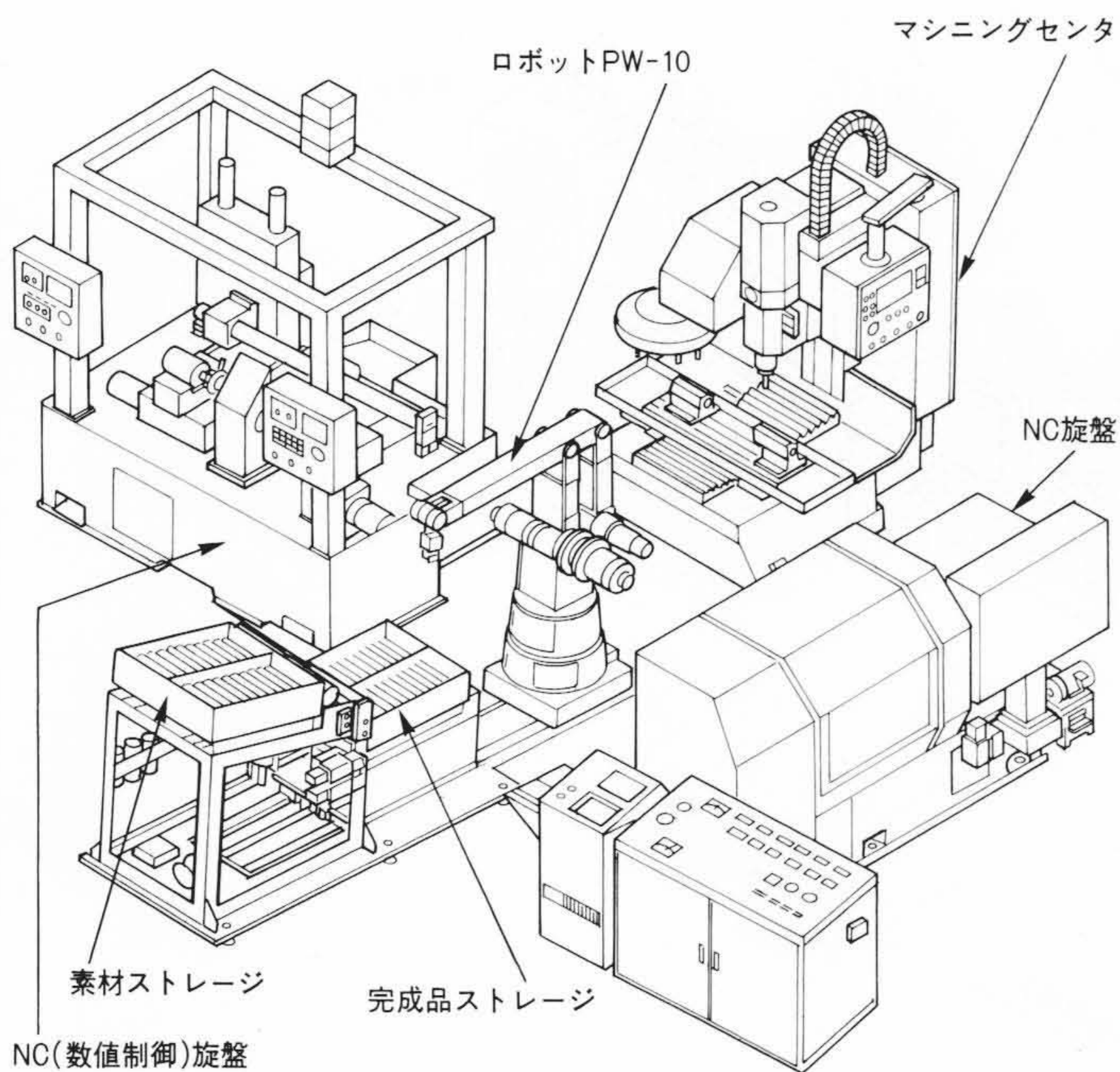


図5 シャフト加工FMSシステム ロボットのサービスによるシャフト加工の無人運転を実施する。

4.4 部品加工のFMS化

図5は部品加工FMS化の一例として、シャフト加工の合理化を示したものである。NC(数値制御)旋盤、マシニングセンタ及び加工部品ストレージを1台のロボットでサービスするもので、30機種のシャフトを加工し4時間の無人運転が可能である。

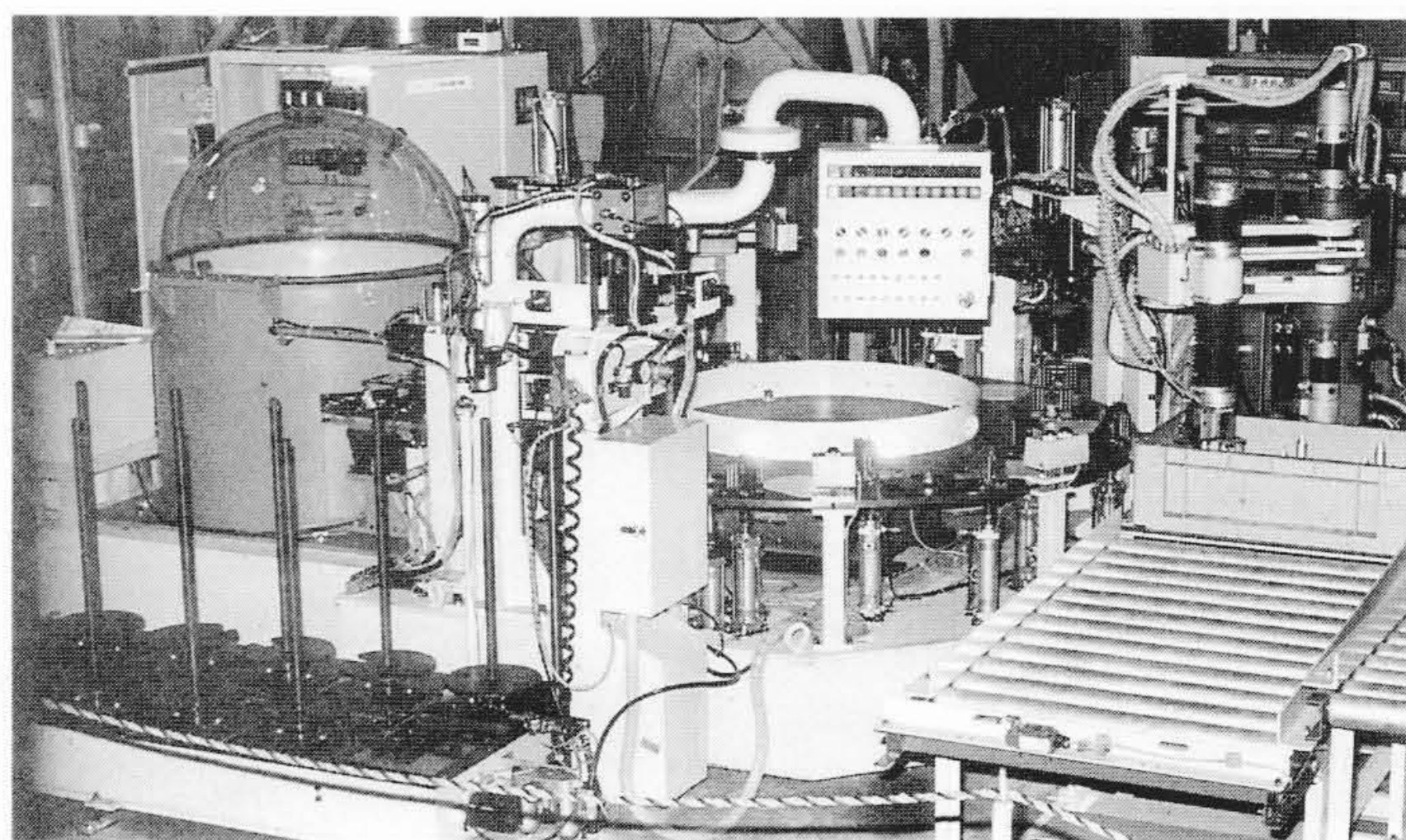


図7 エンドブラケット部品取付装置 エンドブラケットに各種部品を取り付ける装置である。ロボット(A4020)は、作業完了品をコンテナへ整列積込みを行なう。

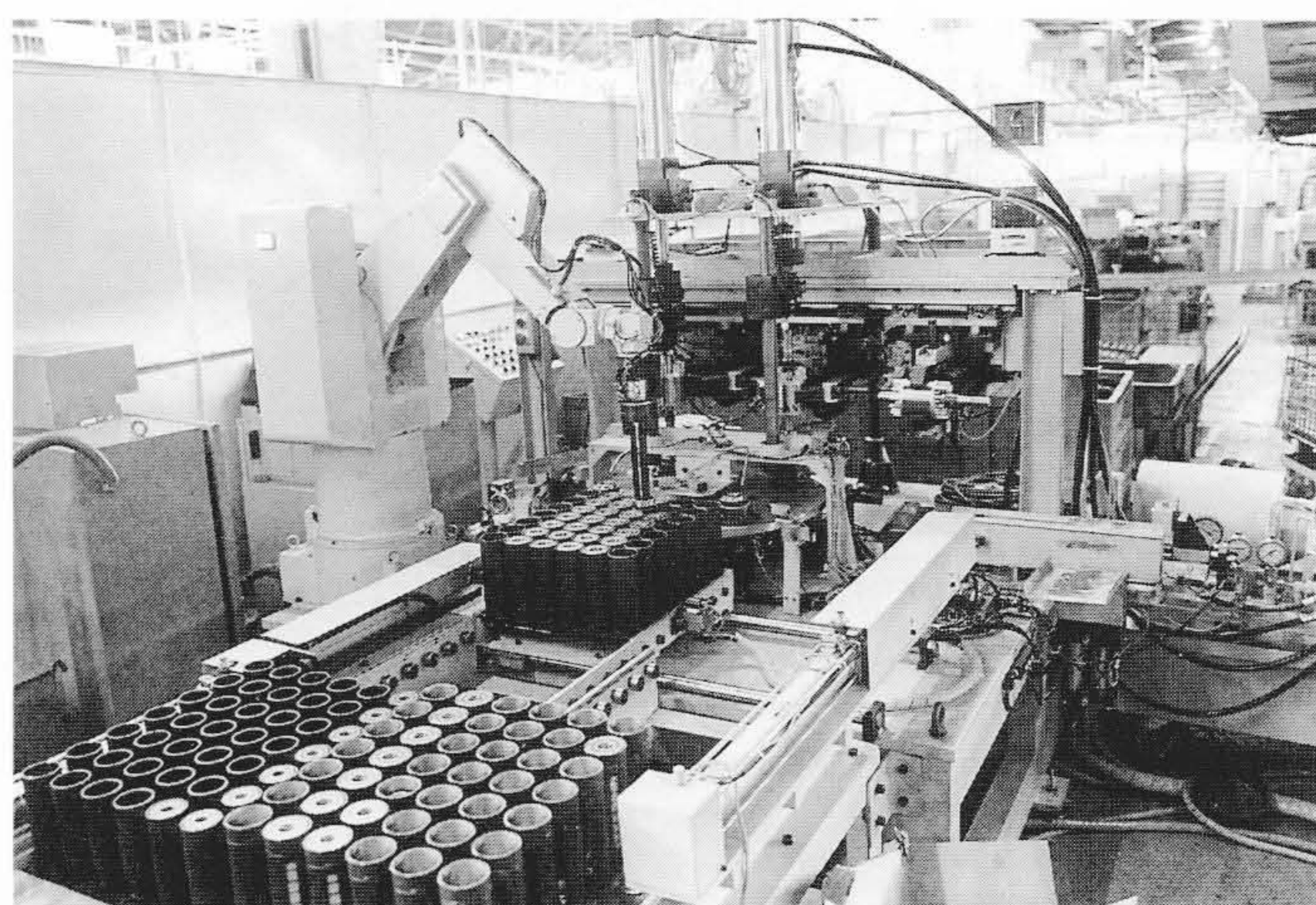


図8 ベアリング圧入用組立ロボット(A6030) ボールベアリングをストックから1個ずつ取り出し、圧入機に供給する。

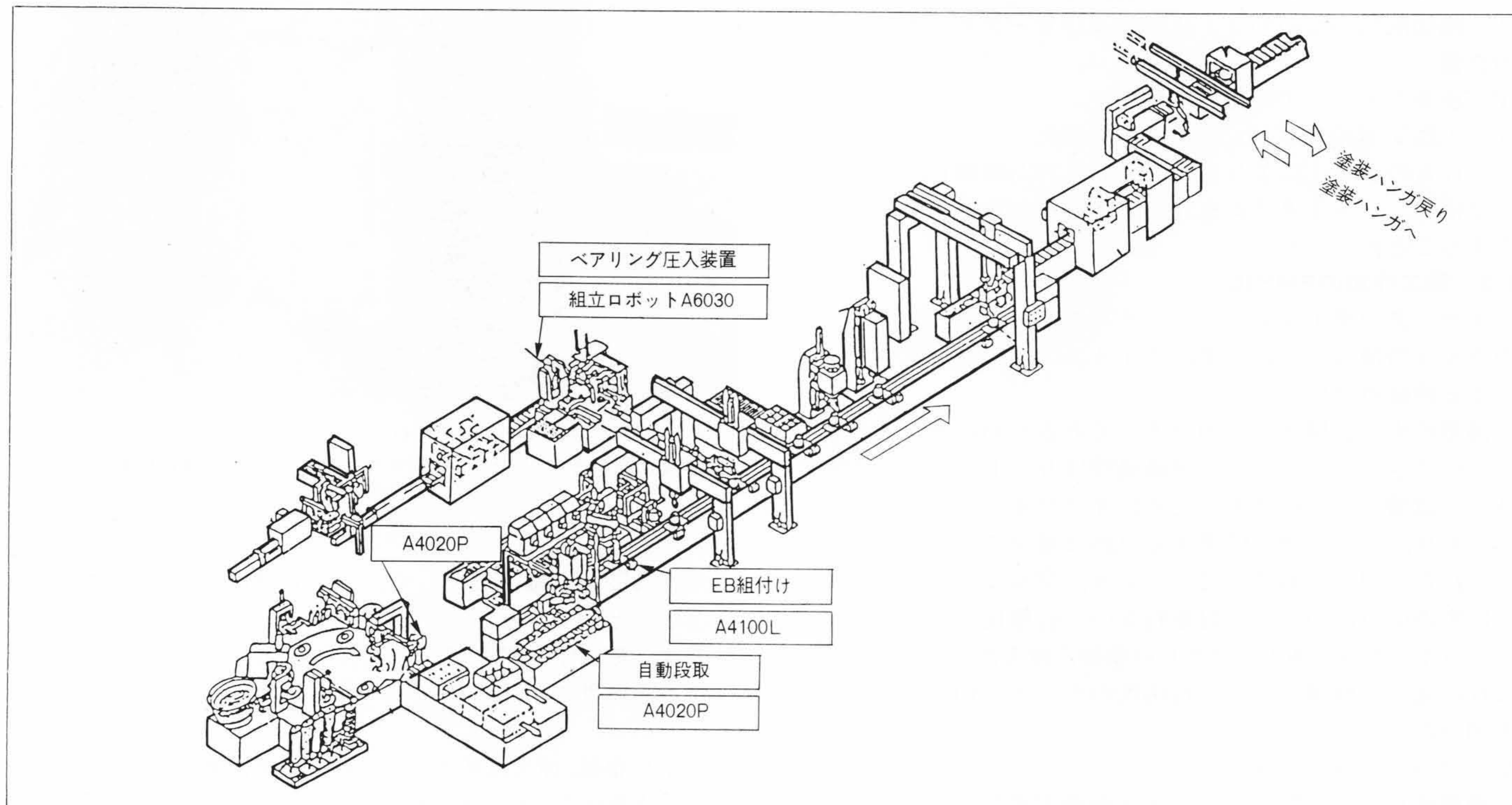


図6 モーター組立FMSライン 部品組立と本組立ラインを直結し、各所にロボットを配置したFMSラインを示す。

4.5 組立作業のFMS化

組立作業については、従来のラインの自動化レベルを向上させるとともに、小ロット混流生産が可能なフレキシブル組立ラインを確立すると同時に、インラインで行なう検査項目を拡大して、製品信頼性の向上を図った。

このために製品形状の検討、いわゆる生産設計を行なうことによって組立性を向上して自動化を促進し、フレキシブル性については組立ロボットを各所に採用している。

図6は組立ラインの鳥観図である。自動化工程率は従来の2.3倍となり、組立時の平均ロット数も従来の $\frac{1}{3}$ となり混流生産を可能にすることができた。図7～10は組立ラインに使用している各種ロボットの使用状況である。



図9 組立ライン自動段取用ロボット (A4020) 組立ライン上の治具を、機種変更のつと自動的に入れ替える。

4.6 生産管理システム

図11にシステムの全体構成を示す。本システムは各部門にまたがる共通DB(データベース)をもったHITAC M-180をホストコンピュータとし、日々のタイムリーな情報処理、また生産ラインの稼動時間に合わせた運用を考えて分散システムとした。図12はパーソナルコンピュータに表示した一画面である。

分散システムは日立パーソナルコンピュータB16/MX及びB16/FXを光ケーブルによってオンライン化したパーソナルコンピュータネットワークシステムで構成し、生産情報の即時処理が可能である。

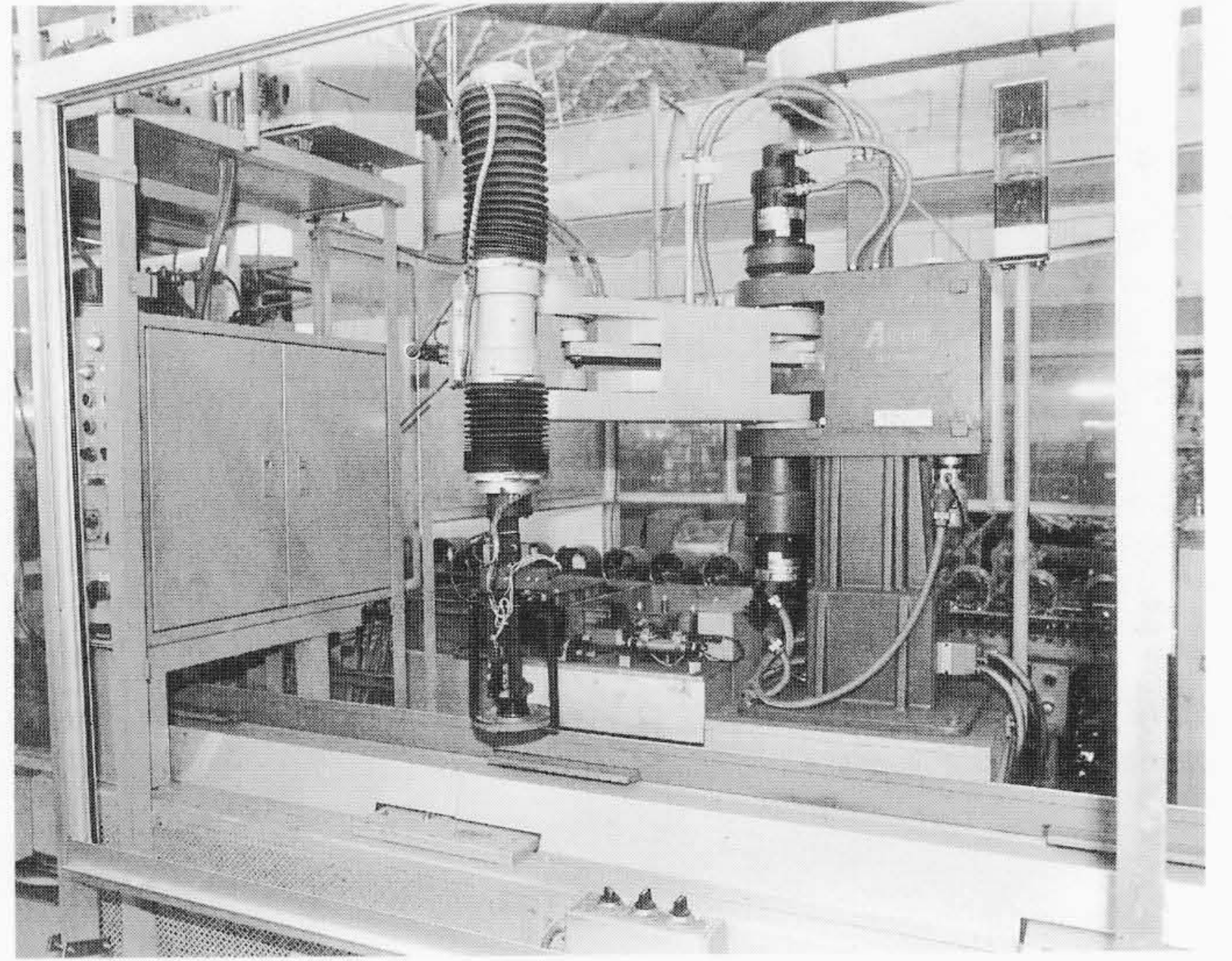


図10 エンドブラケット組付用ロボット (A4100) エンドブラケットを、組立ラインの治具上に取付ボルトの穴位置、心合せを自動的に調整して載せる。

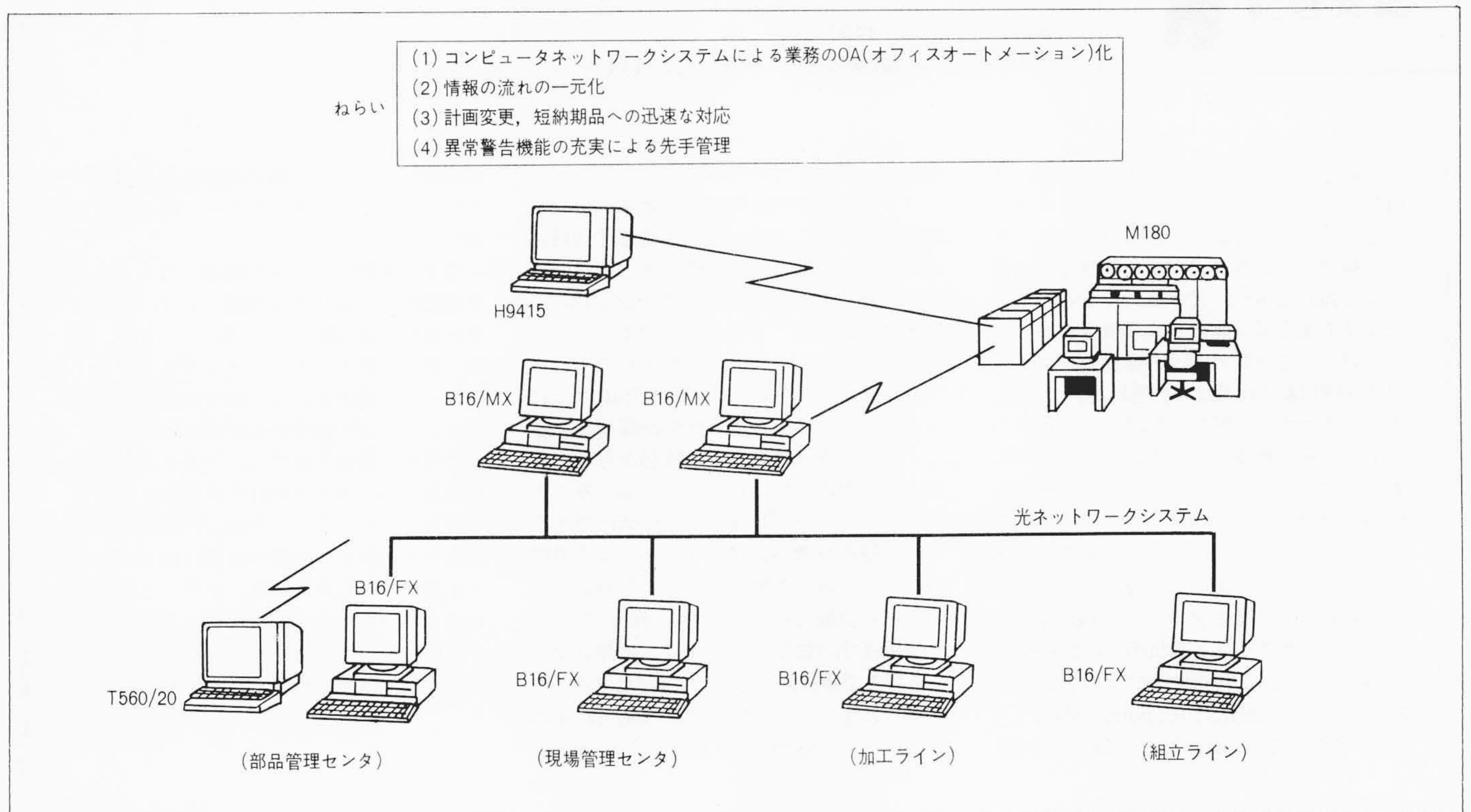


図11 生産管理システム パーソナルコンピュータネットワークシステムで構成した小形モートル生産管理システムを示す。

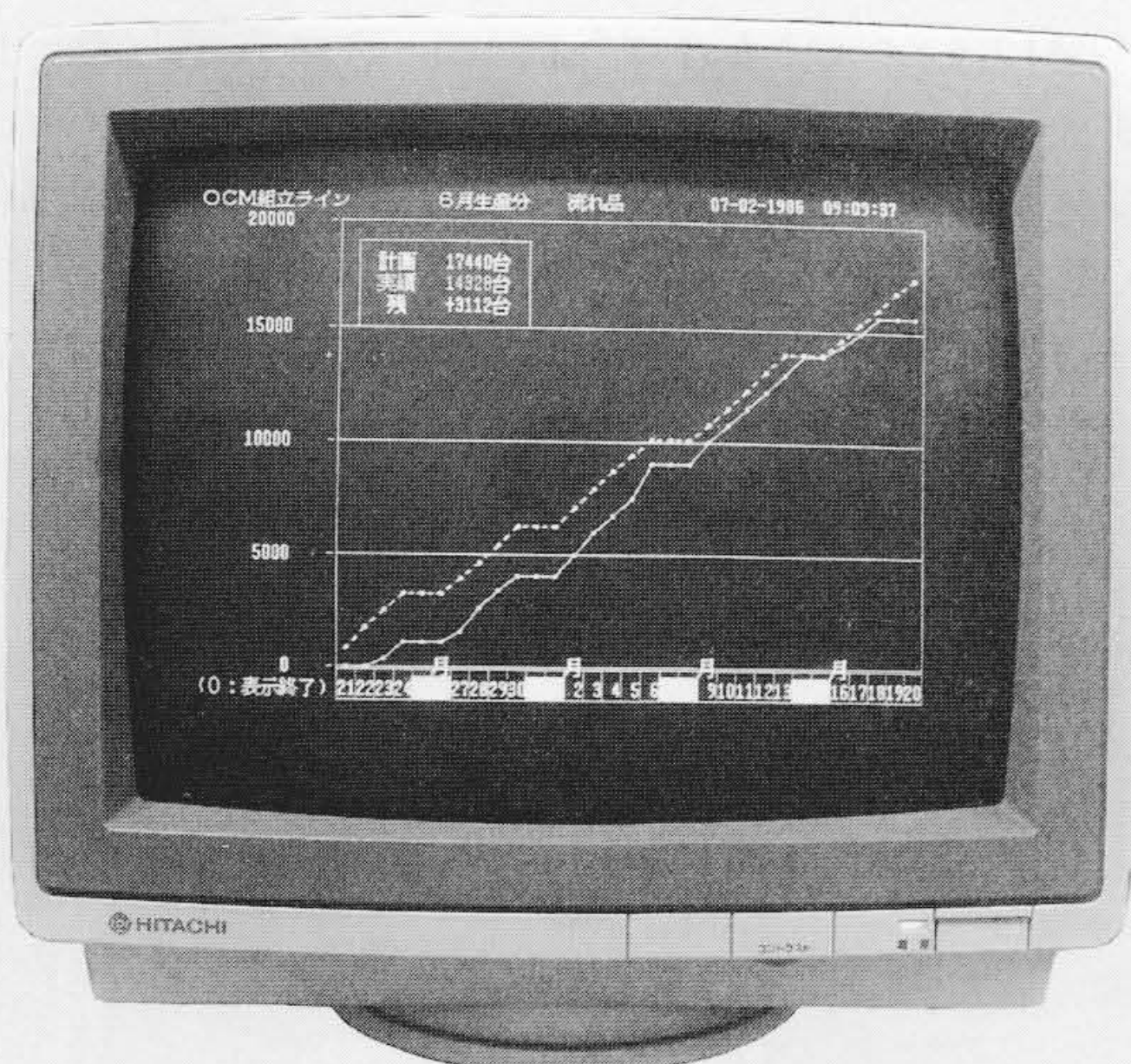


図12 生産管理用パーソナルコンピュータ画面 作業指示、実績収集、配膳指示などを行なう。

5 結 言

中量産工場である小形モートル工場のFA化として、鉄心製造から組立、塗装までの全工程のワンフロアフレキシブル自動生産ラインを完成した。

その主なものは次のとおりである。

- (1) 鉄心製造については、工程数の大幅短縮と主作業の自動化を行なった。
- (2) コイル巻線、挿入と絶縁処理のライン化及びFMS化を行なった。
- (3) 部品加工のFMS化と組立ラインへの直結を行なった。
- (4) 組立作業はロボットを各所に配置して、自動化レベルの向上とフレキシブル性の向上を図った。
- (5) パーソナルコンピュータと光ネットワークによる生産管理システムを完成させた。
- (6) 新しい設計思想を採用した新形モートルを開発した。

なお、本FAシステムには、日立製作所のFAシステム製品である産業用ロボット、プログラマブルコントロールシステム、ACサーボモートル、ビデオデータターミナルやパーソナルコンピュータなどを各所に使用している。

参考文献

- 1) 特集 FAの考え方と実践的アプローチ、オートメーション、第27巻、第11号、日刊工業新聞社(1982)
- 2) 榊本、外：FA製造設備、設備監視へのパソコン利用；ファクトリーオートメーション、Vol. 3, No. 5 (1985-5)
- 3) 大内田：多機能パソコンの生産管理への応用、電気計算、Vol. 53, No. 1 (1985-12)

論文抄録

金めっきコネクタの経時劣化と雑音発生機構に関する検討

日立製作所 石野正和

電子通信学会論文誌 J69-C, 111~119 (昭61-1)

高信頼度を必要とする電子機器では、接触抵抗の安定性を考慮して金めっきコネクタを使用する場合が多い。一方、コスト低減の観点からコネクタの金めっき厚さは薄くなる傾向にあり、ピンホールなどの増加により下地金属が腐食される機会が多くなっている。このため、この腐食物がコネクタの接触信頼性に及ぼす影響は重大である。ここでは金めっき厚さの低減が接触抵抗の増加と振動や衝撃などの外部ストレスが加わって生じるインタミットエラ発生機構の解明を行なった。

実験サンプルとして金めっき厚さが0.76 μm のカードエッジ形コネクタとニッケル下地に金めっきの厚さを0から1.5 μm まで5段階に変えたプリント基板接栓の組合せを用いた。また、これらサンプルの加速劣化雰囲気としては H_2S : 0.5ppm, SO_2 : 1.0ppm, NO_2 : 1.0ppm, 35°C, 75%RHの混

合ガスを使用している。

コネクタの信頼性評価には従来の接触抵抗測定に加えて、200~300Gの衝撃印加時に発生する電気雑音(検出感度: 0.3V, 1 μs 以上)の検出方法を開発し、この方法を用いて従来法では評価できなかったコネクタのインタミットエラーの解析を行なった。この結果、接触抵抗の増加幅が17m Ω 以上になったコネクタから雑音発生が顕著となること、及び雑音の発生量は外部から加えられる衝撃力の三乗に比例して増加することを明らかにした。雑音の発生機構はコネクタの接触点が微小に移動するモデルで説明でき、この雑音発生を防止するためにはコネクタの接触力を大きくする必要がある。

接触抵抗の増加は0.2 μm 以下の薄い金めっき厚さで挿抜200回以上行なったコネクタで顕著に生じる。また、雑音の発生は金めっき厚さが1.0 μm でも0.2 μm の厚さとはほぼ

同程度に発生した。雑音の発生量を減らすためには、金めっきの厚さが1.5 μm 以上必要である。

以上の検討を行なった結果、コネクタの接触信頼性を評価する指標として、従来は接触抵抗の増加幅だけを用いていたが、実際の電子回路中で生じるインタミットエラーを評価するには、雑音発生量を測定することがより実地的な評価になること、また従来の評価方法では、コネクタの接触抵抗増加幅が20~30m Ω で不良品と判定する場合が多かったが、今回この微小な接触抵抗の増加幅が、実際の故障に結びつくことを初めて明らかにした。また、この評価方法を用いてコネクタの金めっき厚さ低減が接触信頼性に及ぼす影響を調べ、金めっきの薄層化限界に対する目安を与えた。