

ワークセル方式異形部品挿入機

Working Cell Type Odd-Shaped Electronic Components Inserting Machines

小野眞幸* Masaki Ono
 本間 紀** Motoi Homma

プリント基板組立作業は、近年、各種自動挿入機の開発によって飛躍的に自動挿入率が向上しているが、異形電子部品については自動挿入化が検討され始めた段階で、プリント基板組立作業自動化のあい路となっている。今回、組立ロボットを応用し、基板の生産規模、対象部品の点数、部品の多様化などに、フレキシブルに対応できるワークセル方式異形部品挿入機を開発し、日立製作所内のVTR用プリント基板自動組立ラインなどに適用した。

本論文では、異形部品挿入機の機能、特長を中心に述べるとともに、適用例を紹介し、プリント基板組立作業の自動化の一助とする。

1 緒言

最近、プリント基板組立作業で電子部品の自動挿入比率が非常な伸びを示している。部品の形状、供給形態などから自動化の容易なラジアル、アキシャル部品については自動化が進み、DIP-ICや、それ以外のいわゆる異形部品へと自動化のターゲットが移りつつある。異形部品は形状が複雑で多岐にわたること、部品の規格化、標準化が遅れていることなどにより、汎用インサータによる実装が困難である。

また、設備コストの面からは、大量の部品を実装する場合は自動化が容易であるが、プリント基板の生産枚数が少ない場合は、汎用インサータの導入が難しく、この面からも自動化が遅れている。

このようなニーズにこたえて、低価格の組立ロボットA4010シリーズを使用し、ロボットのフレキシビリティを生かしたDIP-IC、異形部品などを対象とする異形部品挿入機を開発した。

2 異形部品挿入機の概要

2.1 開発方針

- 異形部品挿入機の開発に当たっては、以下の点を考慮した。
- (1) 挿入自動化のニーズの高いIC部品、異形部品など、できるだけ広い範囲の部品の挿入が可能で、生産量も少量生産から大量生産まで対応可能とした。
 - (2) 汎用インサータにはないロボットのもつフレキシビリティを生かし、目的に合わせて構成ユニットを組み合わせるモジュール構造の挿入機とした。
 - (3) 生産量に応じて、1台でも、数十台を直線的に連結しラインを構成しても使用できるワークセル方式とし、ラインの拡大や変更に対応可能とした。
 - (4) 挿入機の機構のシンプル化、挿入ミス検出機構などにより、組立ラインの信頼性向上と稼働率の向上を図った。

2.2 挿入機の仕様

挿入機はロボット、ベースマシン、部品供給ユニット、ハンド、クリンチユニット、制御ユニットの6ユニットで構成している。各構成ユニットは、生産タクト、挿入対象部品など生産条件に合わせて、選択、組み合わせられて挿入機を構成する。挿入機の構成ユニットについて以下に説明する。

(1) ロボット

ロボットは水平多関節形4自由度の小形組立ロボットを使用し、生産タクトや必要な機能に応じて、3機種の中から選択できる。その概略仕様を表1に示す。

(2) ベースマシン

機種読取、挿入、搬出の3ステーションをもち、バーコードなど機種判別機能を装備すれば、混合生産が可能である。また、送りねじ駆動による基板搬送幅調整機能によって、幅寸法の異なるプリント基板の組立にもフレキシブルに対応が可能である。その外観を図1に示す。

(3) 部品供給ユニット

異形部品は、スティック、バルク(ばらで袋詰め)、テーピング、トレイの四つの荷姿で、メーカーからユーザーに納入されている。本挿入機は、スティック式部品供給ユニットを標準仕様とし、バルク部品はボウルタイプ振動式パーツフィーダ、テーピング部品には専用の供給ユニットを、いずれも

表1 ロボットの仕様 いずれも小形組立ロボットで、使いやすさと低価格を特長とする。

項目		形式		
		A4010H	A4010HC	A4010S
ロボット本体	動作自由度	4	4	4
	可搬重量(kg)	1	1	1(低速時2kg)
	最大速度(mm/s)	1,200	1,200	2,200
	位置繰返し精度(mm)	±0.1	±0.1	±0.05
制御部	教示方式	ティーチング プレイバック (直接教示方式)	ティーチング プレイバック (直接教示方式)	ティーチング プレイバック
	経路制御方式	PTP	PTP	PTP
	記憶容量	位置	200ポイント (100ポイント/1 ジョブ)	200ポイント
順序		200ステップ (100ステップ/1 ジョブ)	200ステップ	500ステップ
通信インタフェース (RS-232C)		—	付き	オプション

注：略語説明 PTP(Point to Point)

* 日立製作所栃木工場 ** 日立製作所東海工場

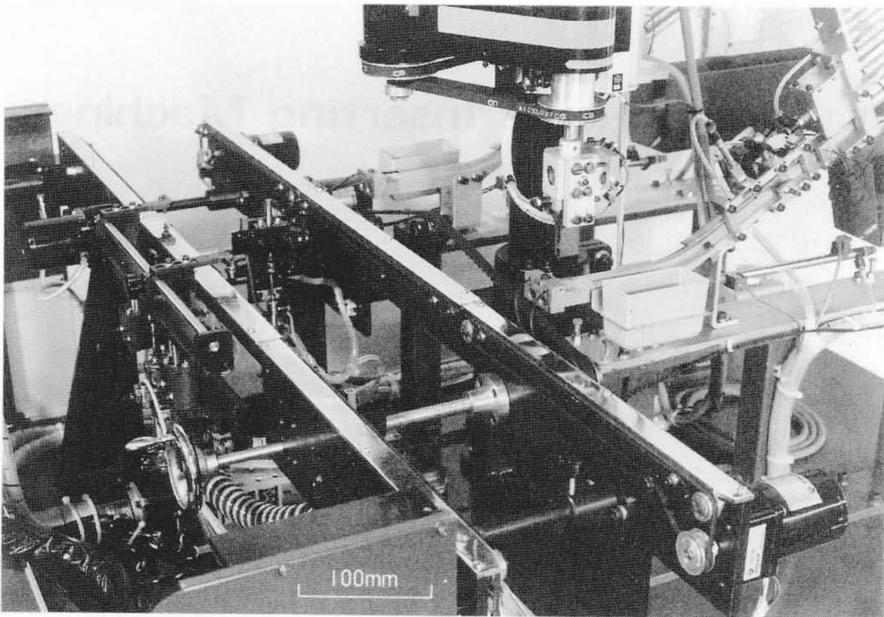


図1 ペースマシンの外観 基板搬送部、ロボット架台などで構成され、基板幅変更にも対応できる。

オプションとして準備している。また、トレイ部品については、供給部品を正確に位置決めすること、及びロボットハンドにより部品がつかめるトレイ構造が必要で、位置決め機能付きトレイ供給、回収コンベヤで対処している。

スティック式部品供給ユニットは、傾斜面に10~20段積載したスティックから自重落下した部品を1個分離し、ロボットハンドでつかむため、正確に位置決めする機能を設けている。スティック式部品供給ユニットの外観を図2に示す。

(4) クリンチユニット

異形部品の挿入では、基板搬送、部品挿入時の振動やはんだ槽のはんだ噴流により、部品の抜けや浮上がりが生じる場合がある。このため、抜けやすい部品については、リードを約45度折り曲げるクリンチを行なって、抜けと浮上がりの防止を図っている。

クリンチユニットは、プリント基板が位置決めされると、クリンチハンド部が上昇し、ハンド部中央の支えピンで基板を支える。この支えピンにより基板のたわみを防止し、クリンチ用のつめ(爪)が基板に接触し、損傷するのを防ぐ配慮をしている。また、クリンチユニットは、部品挿入位置に合わせて、前後左右の2軸を自由に移動する直交座標ロボット、クリンチハンドを90度回転させる機構を備え、専用コントロー

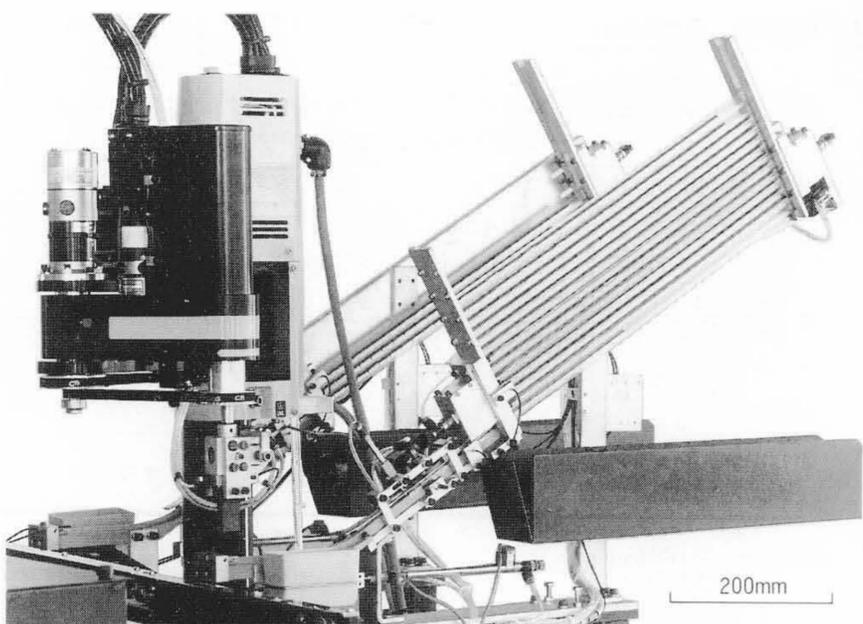


図2 スティック式部品供給ユニットの外観 各種スティックを使用した電子部品の供給が可能で、スティックは10~20段を収納できる。

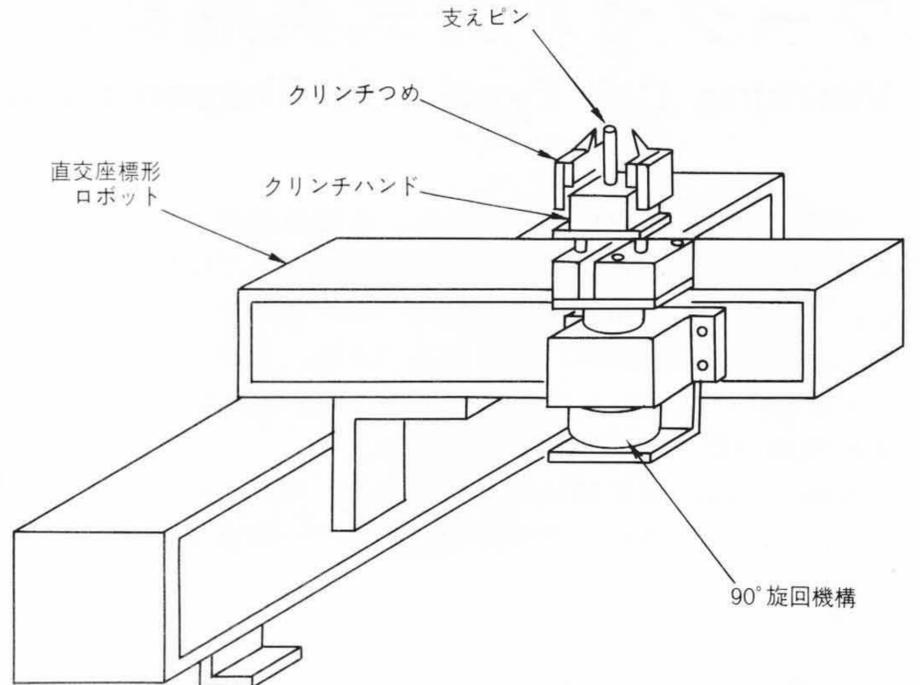


図3 クリンチユニットの外観 片持ばり(梁)形直交座標ロボットにクリンチ部を載せた構造で、部品挿入ロボットに同期して移動しクリンチを行なう。

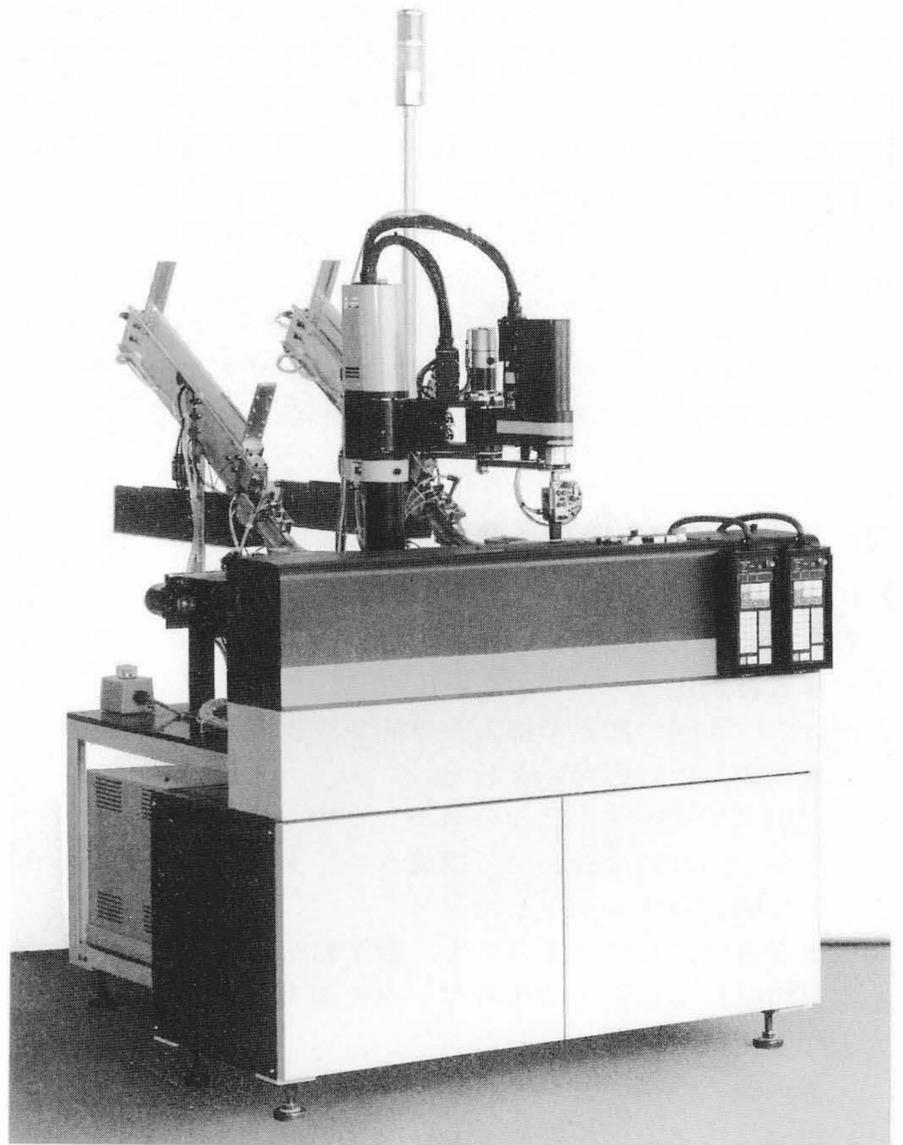


図4 異形部品挿入機の外観 基板の生産条件に合わせて、挿入機を連結しラインを構成できる。また、ライン変更、拡大にもフレキシブルに対応可能である(外形寸法:幅1,200mm×奥行1,250mm×高さ1,600mm)。

ルユニットで制御されている。クリンチユニットの外観を図3に示す。

異形部品挿入機の外観を図4に、仕様を表2に示す。

また、本挿入機により挿入が可能な電子部品の例を図5に示す。

表2 挿入機の仕様 ロボットを使用し、各種異形電子部品に対応でき、生産条件にもフレキシブルに対応できる。

項目		仕様
対象部品		DIP-IC, SIP-IC, コネクタ, 半固定抵抗, その他
基板寸法 (mm)		最大330×220 最小150×100
挿入方向		4方向(0°, ±90°, 180°)
挿入部品数		1形状最大6品種 パーツフィーダの場合は, 1形状最大2品種
挿入時間 (s)		A4010S搭載 3~5
		A4010HC搭載 5~7
		A4010H搭載 6~9
ベースマシン	搬送方式	基板ダイレクトフィード
	位置決め	基板ガイド穴ピン挿入方式
	ステーション	3ステーション
部品供給	供給方式	スティック, パーツフィーダ
	部品チェック	部品切れ予告機能付き
ハンド	動作方式	平行開閉式
	オートリトライ機能	オートリトライ回数 1回 (挿入不成功品は, 自動排出)
クリンチ	曲げ方向	2方向(0°, 90°)
	曲げ角度	内曲げ
	ミス検出	クリンチつめ動作検出
電源		AC100V±10%
空気圧 (kg/cm ²)		4~5
外形寸法 (mm)		幅1,200×奥行1,250×高さ1,600

3 挿入機の機能

挿入機の機能について、その主なものを以下に説明する。

(1) 挿入ミス検出機構

装置の信頼性向上のために、挿入が確実に行なわれたことを確認する挿入検出機構を開発し、装備した。今回開発した挿入検出機構の原理を図6に示す。

異形部品の挿入方法は、部品をロボットハンドでつかみ、そのリードをプリント基板の挿入穴にのぞかせた後、センタプッシュで押し込む方法を採用した。部品の挿入が完了した場合は、センタプッシュの全ストロークで押し込むが、挿入ミスの場合は部品を押し込めず、ストロークの途中で停止する。この押し込みストロークの差をセンサで検出し、挿入ミス検出を行なう。

更に、挿入ミスが発生するとその信号を受け、挿入ミス部品をロボットハンドで再把握し、排出した後、新しい部品を再挿入するリトライ機能を装備して、信頼性の向上と同時に、装置の稼働率の向上を図っている。

(2) ロボットの機能を生かした部品挿入法

プリント基板の実装密度を上げるため、挿入機が挿入可能な限界近くまで、先付部品を挿入するのが通例である。このとき、先付部品に倒れがあると、挿入位置上部から直接挿入する通常の挿入方法では、先付部品と接触して挿入不良となることがある。汎用異形部品挿入機の多くは、上下の動作をエアシリンダで行なうのに対し、ロボットは上下軸も制御できるため、図7に示すように、横方向から挿入位置上に水平移動し、ハンドのつめにより先付部品を起こした後、挿入する移動挿入が可能である。この例のように、ロボットは状況に応じ挿入方法を選び実行できる利点がある。

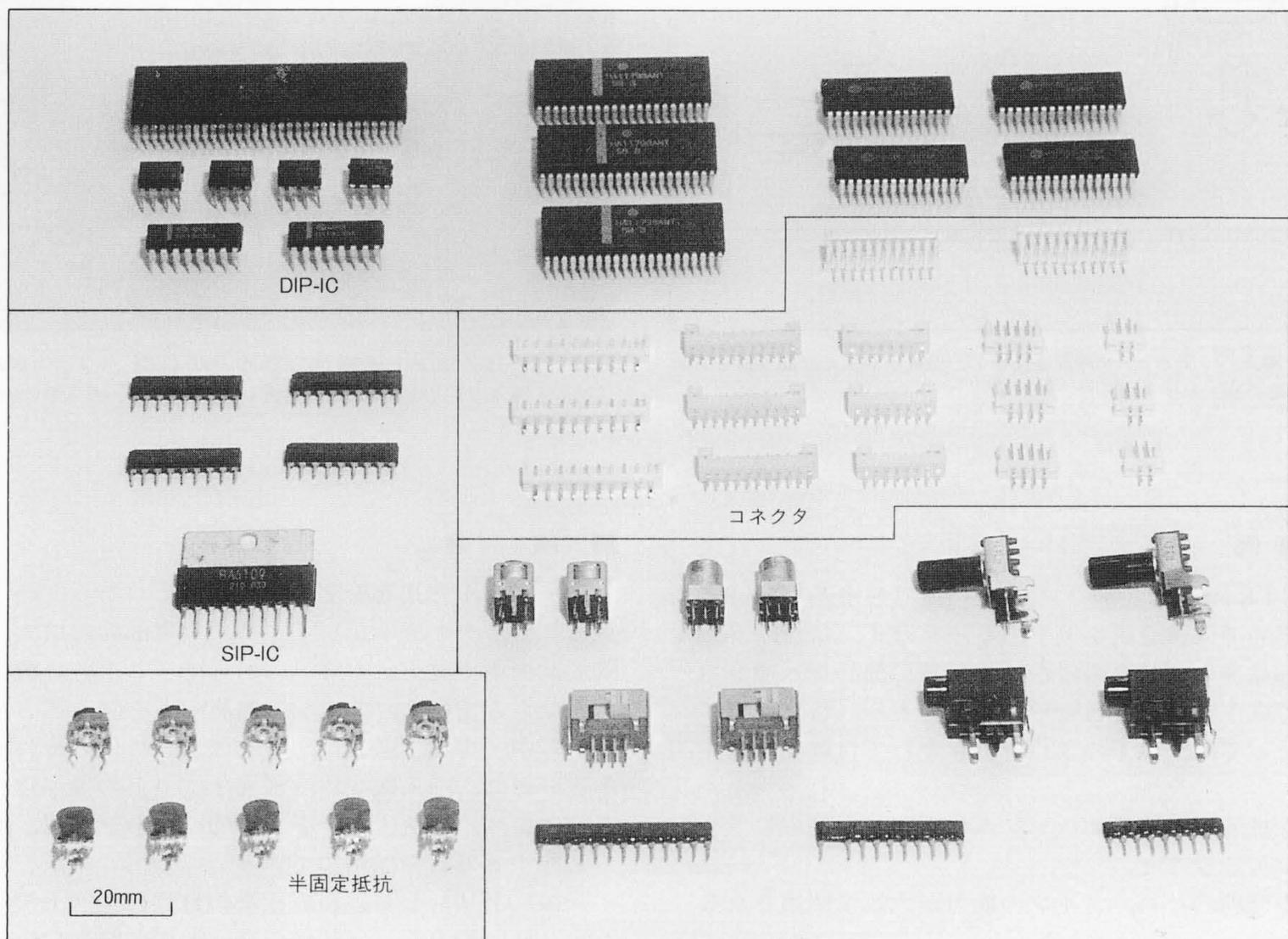


図5 挿入対象部品 DIP-IC, SIP-IC, コネクタ, 半固定抵抗など標準的な挿入対象部品を示す。

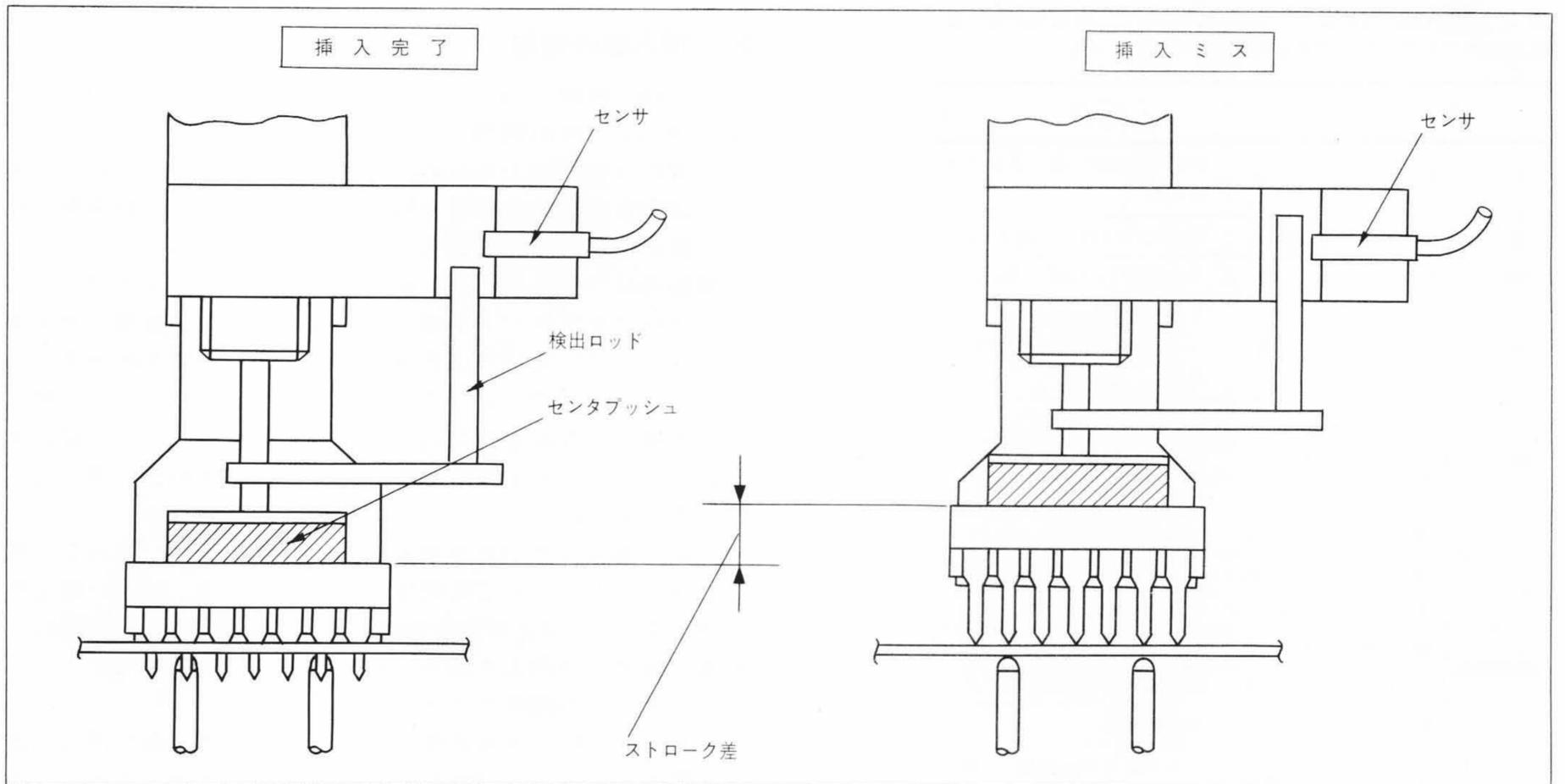


図6 挿入検出機構の原理 挿入ストロークの差を利用して挿入ミスを検出し、部品を除いた後、再度新部品の挿入を行なう。

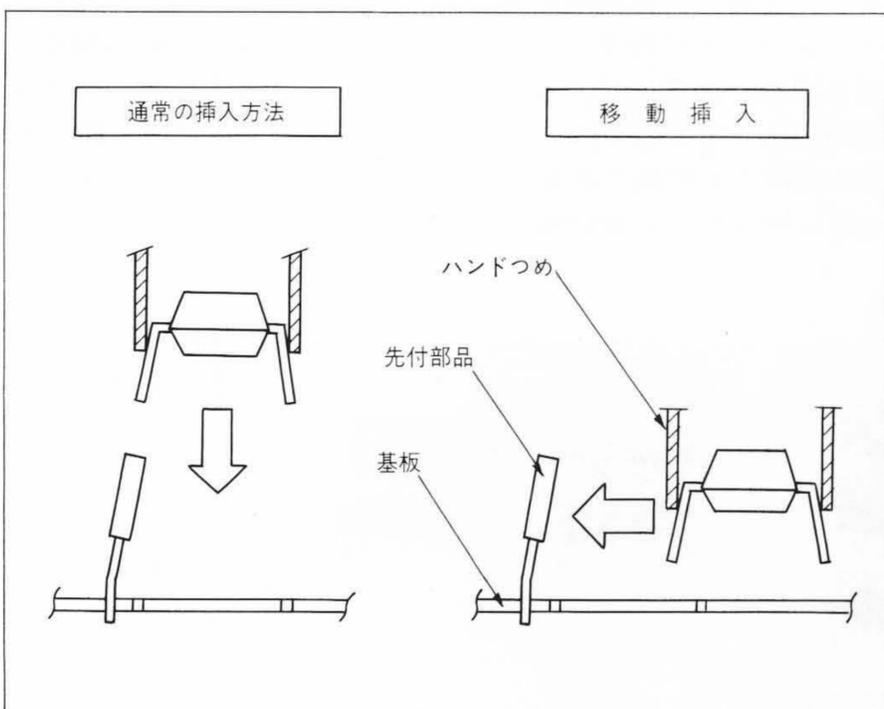


図7 移動挿入 ロボットの機能を生かし、倒れかかった部品を横から起こしながら部品の挿入ができる。

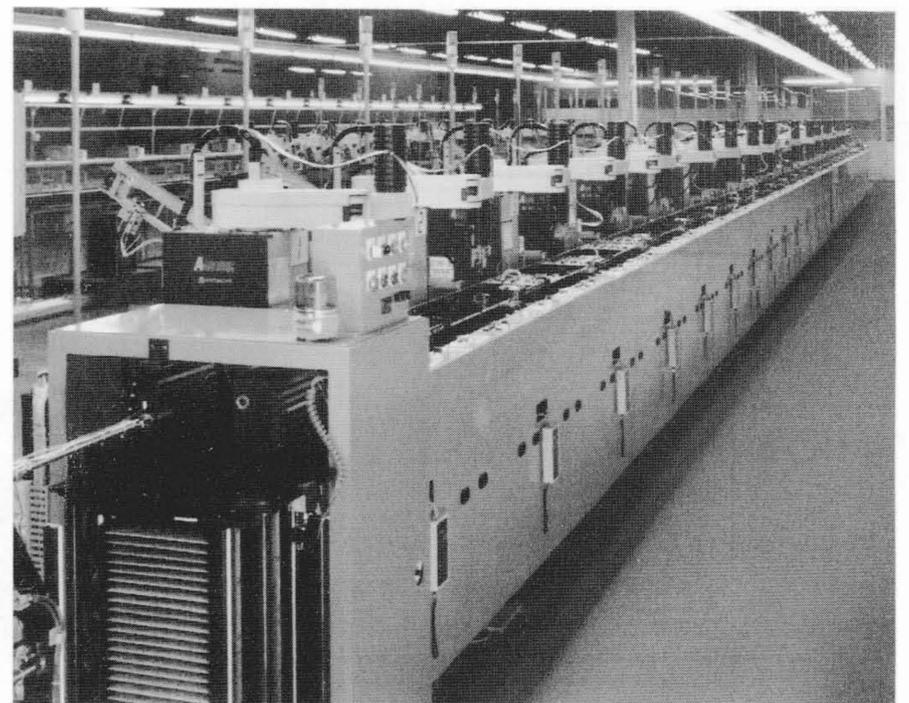


図8 VTRプリント基板組立ラインの外観 1台の挿入機で1個の電子部品を挿入する方式の採用で、機構をシンプル化し、挿入率の向上と装置の低価格を図った。

4 適用例

図8はVTR(ビデオテープレコーダ)プリント基板組立作業への異形部品挿入機適用事例である。本ラインはワークセル方式異形部品挿入機47台のほか、専用異形部品挿入機9台、計56台で形成された一貫自動化ラインである。自動化ライン導入に当たっては、以下の3点を重点として自動化推進を図った。

- (1) 各々の挿入機の機能のシンプル化を図り、簡単にラインの再編成が可能なこと。
- (2) 保守や修理のため、ラインの能力が大幅に阻害されないこと。
- (3) 部品供給システムを容易に変更できること。

5 結 言

ワークセル方式異形部品挿入機は、ロボットのもつフレキシビリティを十分生かして、挿入対象部品の拡大、ラインの構成が簡単で変更にも容易に対応できること、機構のシンプル化による信頼性の向上など機能向上を図っており、大量生産から中・少量生産まで、目的に応じて使い分けられることができる。更に、挿入機本体は構成ユニットの標準化を推進することにより、標準ユニットを目的に合わせ選択、組み合わせる方式を採用している。

今後、プリント基板組立作業の自動化率向上のニーズにこたえ、使いやすく、信頼性の高い装置の開発にいったん努力をしていきたい。