

オートラジオ用FMSラインの開発

Development of FMS for Automobile Radios

佐藤 忠 夫⁽¹⁾ 北 道 広⁽²⁾ 矢 野 弘⁽³⁾
Tadao Sato Michihiro Kita Hiroshi Yano

要 旨

近年、市場ニーズは、製品の多様化ならびにライフサイクルの短縮という形で大きな変革をもたらしている。これにともない生産の形態は大きな変貌が必要となり生産性向上について幾多のアプローチがなされている。とりわけ、製品の多様化に対応する「FMS」が脚光を浴び、各社独自のシステムを作り上げている。

当社では、1983年8月にオートラジオに対して多種少量生産に対応でき、高品質化、省力化に役立ち、かつ設備の転用が可能なFMSラインを開発した。本FMSラインは、フリーフロー方式による搬送装置、ねじ締め・はんだ付けロボットをはじめ、調整・測定装置など専用装置を効果的に組合せ、組立から製品検査までの一貫した自動化システムである。

本稿では、その概要と開発の目標、機器の標準化、段取替え、安全性などの要点について紹介する。

The recent market, due to diversification and shortened life cycle of products, requires drastic change of production process. While many approaches have been tried for productivity improvement, unique "FMS"s meeting with requirements are developed by many companies.

In August 1983, we successfully developed a FMS line for production of various automobile radios in small quantity that does not only serve for quality improvement or rationalization but is convertible for others. This FMS line is an integrated automatic system covering assembly through final inspection consisting of free-flow transport, screw tightening, robotized soldering and special adjustment and measuring devices effectively arranged.

This paper introduces its outline, standerdization, rearrangement procedure and safety.

1. ま え が き

近年、生産の合理化策としてFMS（フレキシブル生産システム）の導入が急速に進んでいる。この様な変革は、製品の多様化、低価格化、高品質化への要求が一段と高まったことによると言える。

FMSには、生産する製品、方針などにより色々な形態があり、各社独自に、自社に適した方式を作り上げている。

当社では、オートラジオの組立工程において、従来より多量生産品に対しては、専用の自動化ラインを導入してきたが、少量生産品に対しては、部分的な自動化により対応してきた。しかし、より効率的な生産をねらうためFMSの導入を計画し、今回、新機種を対象に選び製品設計と並行してFMSの開発を行った。

FMSラインの全容を図-1に示す。

2. FMSラインの概要

2.1 開発の目標

FMSの開発にあたり、技術的目標は、

- 1) 多機種少量生産に対応できること。
- 2) シングル段取りができること。
- 3) 転用・改造・改善が容易であること。
- 4) 立上り期間が短期であること。
- 5) 安全性の確保。

を主なねらいとした。

2.2 ワークの概要

図-2にFMSライン対象機種の代表的なワークの構成を示す。ワークの特徴としては、ユニット設計であり、きょう体をベースにして、各部品を組込んでいく構造をとっている。主な結合手段としては、ねじ・ナット・はんだ付け・はめ込みで



図-1 FMSラインの全容

Fig. 1 Panoramic view of the FMS line.

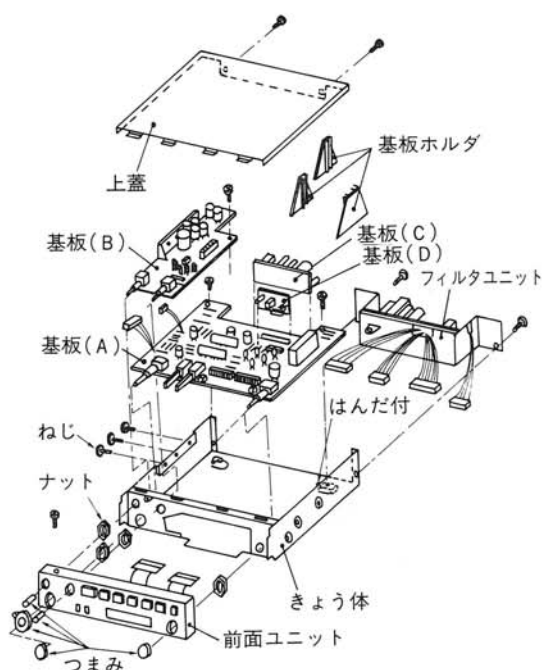


図-2 電子同調ラジオの構成

Fig. 2 Composition of an electronic tuning radio.

あり、回路の配線はコネクタにより接続している。

2. 3 ライン構成

本FMSラインは、

- 1) 5機種流動可能
- 2) 生産能力 900台(1シフト7.5時間)

3) タクトタイム 30秒

4) 作業人員 12名

5) 省人効果 26名

となっている。

工程の順番は、図-3に示すように、組立・配線→調整→表示検査→測定→組立→最終検査→箱詰で各機種共通の工程としている。

ラインの全体レイアウトは、図-4に示すようにプラテン (Platen: ワーク搬送治具) を使用したフリーフローコンベヤ式インライン型であり、17台の搬送ユニットと両端のエレベータからなり、37ステーションを配置している。主要設備としてねじ締めロボット・ナット締めロボット・はんだ付けロボット・つまみ挿入ロボット、などの組立用ロボットとアンローダ・ワーク反転機・きょう体供給機などのハンドリング機器および、調整装置・表示検査装置・測定装置からなる。

組立配線工程は、付加価値のない作業(ワークの方向転換、スタンプなど)と、工具を必要とする作業(ねじ締め、ナット締め、はんだ付けなど)を全て自動化し、作業者は組付けのみ行うようにしている。

調整工程では、AMバンドについて、I Fアライメント、RFトラッキングそして、FMバンド

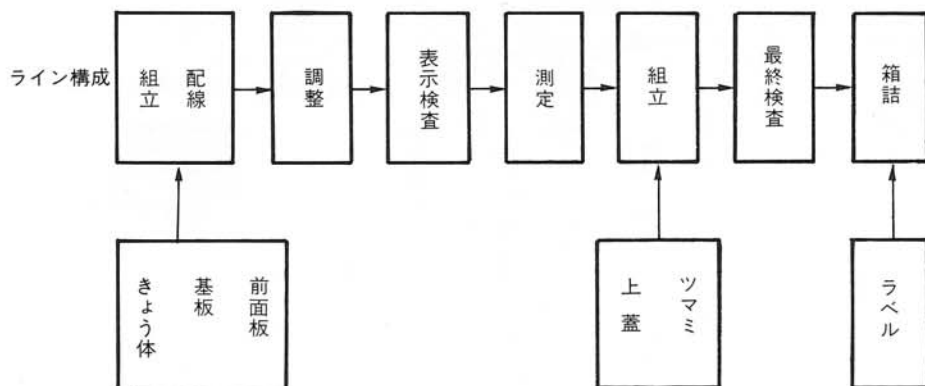


図-3 FMSラインの構成

Fig. 3 Composition of the FMS line.

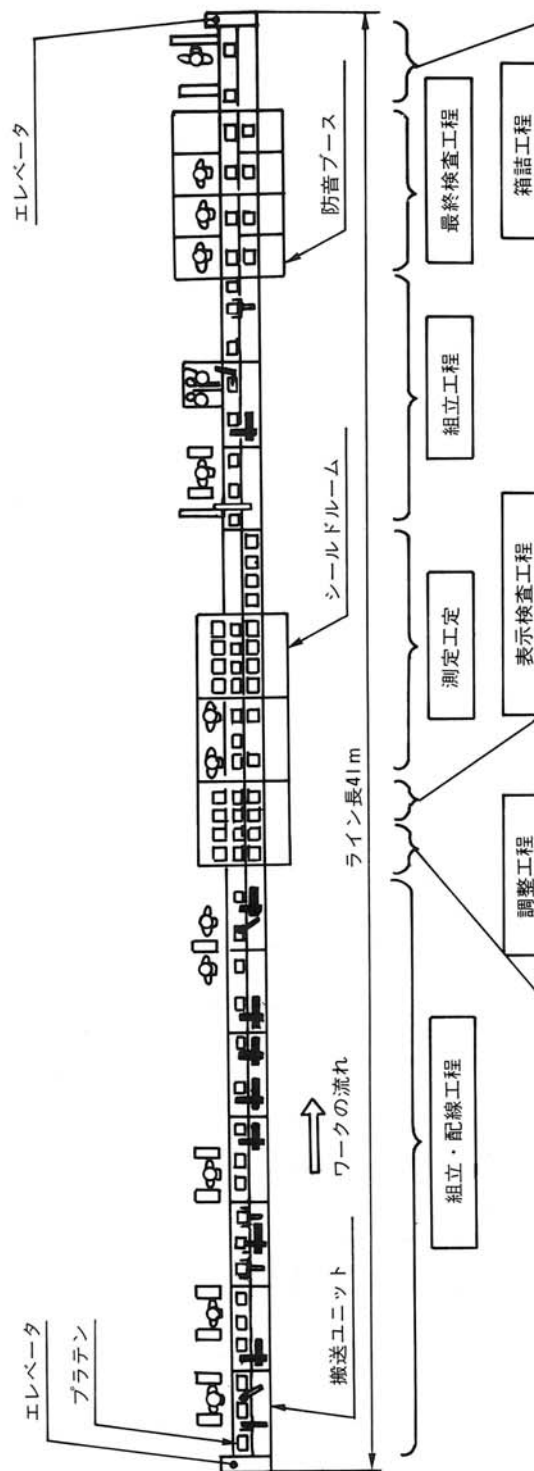


図-4 FMSラインのレイアウト

Fig. 4 Layout of the FMS line.

はリミット感度、ASC (Automatic Separation Control) などラジオの性能を決定づける部分を自動調整する。

表示検査工程では、CCDカメラによりパターン認識にて、表示部の検査を行うと共に、操作スイッチやマイコンなどの機能を自動検査する。

測定工程では、AM最大感度、FM感度、ステレオ特性などの他、多項目にわたり自動測定する。

最終検査工程では、ワークへの電源や信号などを入出力するコネクタの接続を自動化し、外観、操作テスト、実際の受信状態などの官能検査を能率的に行う。

2. 4 ステーションの構成

各ステーションは図-5の系統図に示すような、いくつかのユニットで構成している。各ステーションは独立制御方式により、設置・保守の簡易化をはかっている。その基本的構成は以下のようにしている。

ステーションの中心となるステーション制御ボックスは、センサ信号、空圧シリンダ出力、ロボ

ットへのスタートなど、ほとんどのI/Oを受持つようにした。

その他のユニットの主要機能は、ワークを載荷したプラテン (治具) を位置決めするポジショナ、ワークを回転するZ- θ ユニット、機種切替え用のスイッチが付いたオペレートボックス、機種の表示や機械の異常を表示するビーコン塔、などから構成されている。

ステーションは、搬送ユニット上に最大4ステーション設置でき、最小ピッチは450mmまで可能である。

3. 機器の標準化

3. 1 標準化の方法

自動化を進める場合、製品設計に対して標準化 (主に共通化) は不可欠であるが、生産設備の標準化も行う必要がある。

設備の標準化の方法として、BBS (Building Block System) が一般的であり、自動機をベースマシン、ツールユニットなどの各部分にブロック化して標準化し、それぞれのブロックを組合せ

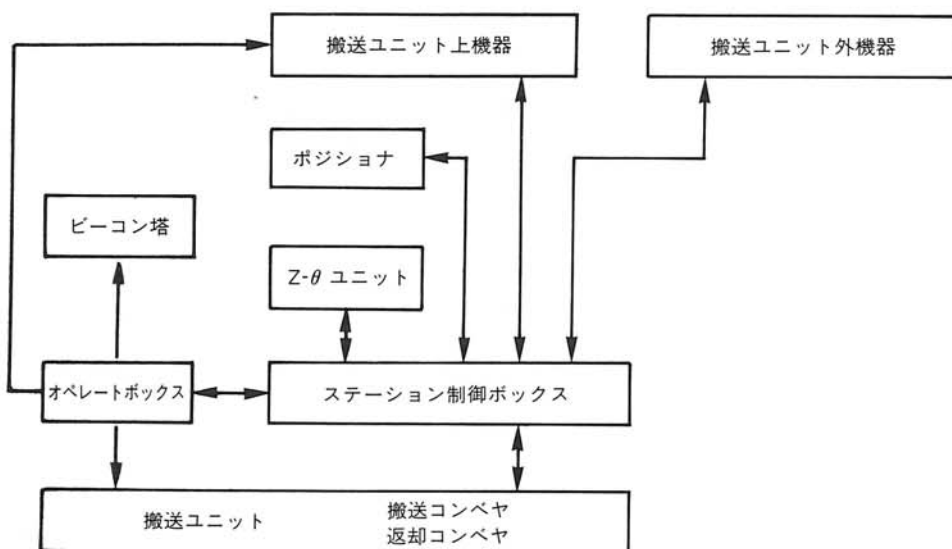


図-5 ステーションの系統図

Fig. 5 Block diagram of the station.

ることによって要求される自動機を作る考え方である。BBS方式の特徴として、標準化そのものの目的を達成する以外に、スクラップ化の防止、すなわち転用、改造が容易であることがあげられる。また、ツールユニットの交換により、自動機のグレードアップが容易であり、自動化システム全体としての弾力的な設計を可能にする。自動機の数が増加するに従い、標準化の効果は倍加する。

標準化において、どのレベルまで行うかにより、今後の応用範囲が定まるが、当社では、ユニットに止まらず、部品レベルまで標準化を行った。

標準化のための機器分類方法として、機能別に見ることができるが、製品から見た自動機といった別の角度から分類した。

3.1.1 製品から影響を受け難い設備

- 1) 搬送装置
- 2) ロボット本体
- 3) ピック&プレース本体
- 4) 制御器
- 5) 位置決め装置など

これらは、オートラジオ組立の基本的要素として、製品が定まる以前に仕様を定め、標準化シタミングよく導入できるように確立しておく。

3.1.2 製品から影響を受け易い設備

- 1) パーツフィーダ
- 2) マガジン
- 3) プラテン（治具）
- 4) ツール（ねじ締め、はんだ付けなど）

これらは、直接ワークに触れるため、製品設計部門と詳細に打合せをし、製品の標準化と共に標準化する。

3.1.3 オートラジオ特有の設備

- 1) 調整装置
- 2) 測定装置
- 3) 表示検査装置など

これらは、ハード的に設計仕様範囲を広くとり、ソフトの変更のみで対応できるように標準化する。

3.2 標準化例

3.2.1 プラテン

設備の中で最も製品に影響され易いのがプラテンであり、逆にいうと最も製品に対して制約を与える。このプラテンによってロボットなどを、いかに効率的に運用できるか、ひいてはFMSの成功のカギを握っている。

当社の製品の特徴として、機種により寸法や構造が異なり、四方八方からの組立てが必要であるため、外形を基準として位置決め固定ができない。そこで各機種共通の穴をきょう体に設けることにより、ワークの外形・寸法に関係なくピンにて位置決め固定することができる。さらに、作業エリアも大きくとれる。

また、プラテンは図-6に示すように、ワークを任意の角度に回転できる機能を持つことにより各ステーションでの作業性を向上させている。

その他の機能として、調整や測定工程などの結果（未判定・良品・不良品）をメモリーするためのフラッグを備えている。

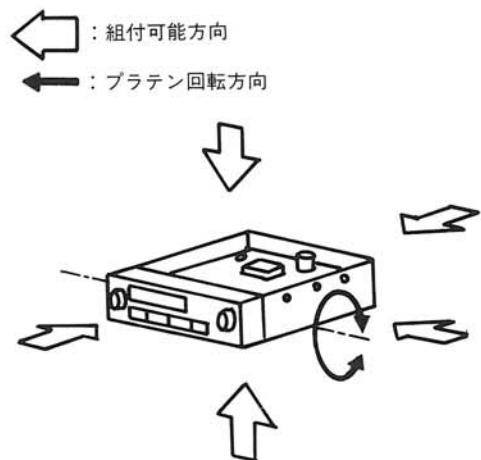


図-6 プラテンに要求される機能
Fig. 6 Requirements for platen.

3. 2. 2 オペレートボックス

市販機器に付属する操作スイッチは、稼動中の操作としては簡単ではなく、余分なスイッチも付いているため、オペレータが押し間違えることがあり危険である。そこで、稼動中のみ必要なスイッチを別個に引出し、また、押し間違えても安全なように状況に応じたスイッチしか有効にならないよう、フール・プルーフ (fool proof) な回路を組む必要がある。

そこで、今回、図-7に示すオペレートボックスを開発した。オペレートボックスには、機種切替え用ロータリスイッチ、ねじ締めミス時などのリベヤスイッチ (4ヶ) とロボットやコンベヤの非常停止スイッチが付いている。

これを全ステーションに設置してあり、周辺機器とのインターフェース・操作性・外観を重視して標準化した。

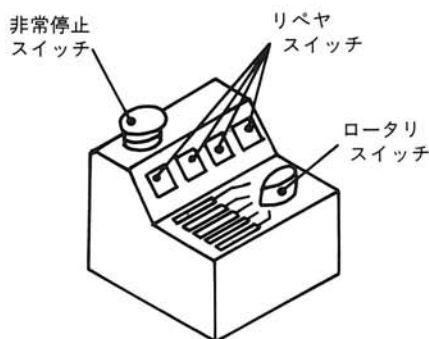


図-7 オペレートボックス
Fig. 7 Operation box.

3. 2. 3 ステーション制御ボックス

市販のシーケンサが安価で使い易くなり、従来より数多く利用されてきたが、その使用法は機器の一部として組み込む一品料理的使用方法であった。

そこで今回、当社では、図-8に示すようにシーケンサと空圧シリンダ用マニホールド型電磁弁お

よびDC電源など、ステーションに必要な機能をユニット化し、配線の削減と省スペース化をはかることができた。さらに、搬送ユニットに置き型または吊り下げ型で設置できるように標準化した。

ここで計画時点で懸念された一つは電磁弁とシリンダ分離による応答速度の劣化であった。一般的に電磁弁は、シリンダのごく近くに取付けるが、近年、空圧機器の発展により電磁弁やシリンダの応答性が向上していて、2~3m離れていても使用上さしつかえないことを確認したので、ユニット化を実現した。

また、I/Oの増設が必要な工程では、増設用ボックスも標準化したので、コンボ式に連ねることにより同様な形態で増設できる。

以上のような標準化によって各ステーションは互換性を持ち、制御ボックスの予備を作っておくことにより、トラブル時に即座に対応できる。

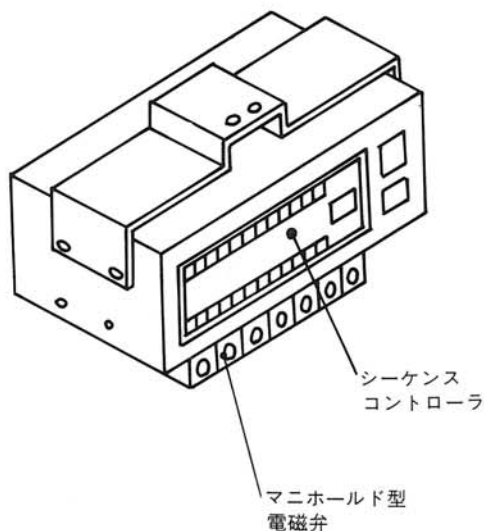


図-8 ステーション制御ボックス
Fig. 8 Station controller.

4. 段 取 替 え

4. 1 シングル段取り

段取替えにおいて、シーケンスや測定条件などのプログラムとメカ的な切替えが必要であり、自動的に切替える方法も考えられるが、コストパフォーマンスを検討した結果、手動で切替えることにした。

切替え方法として、各ステーションにオペレートボックスを置き、そのロータリスイッチにてプログラムを切替える。

プログラムは全機種の必要な要素をあらかじめ入力しており、切替えごとのプログラムの書換えは不要である。

メカ的に切替えなければならない工程は、調整・表示検査・測定・最終検査工程であり、例えば、測定工程においては、ボリュームやチューナ軸を回すドライバユニット、コネクタやアンテナジャックとかん合するコネクタユニットであり、全てワンタッチで切替えできるようにしている。

切替え手順はトップステーションより順次行い、次機種が追い駆けるように切替える。

これにより段取替え時間は、9分以内で可能となった。

4.2 ツールの共通化

ワークに直接触れる機器は、メカ的に切替えが必要となってくるが、ねじ締め・ナット締め・はんだ付けのツール、およびねじ・ナット自体は、製品の標準化によって切替え不要とした。

しかし、つまみは意匠部品であるため、機種によって異なる場合があり、ツールの交換が必要となってくる。そこでツールに工夫を凝らすことにより、ツールの交換なしで挿入可能とした。図-9 につまみ挿入ロボットを示し、図-10 にツール先端を示す。

つまみ挿入方法は、ロボット本体として4自由度のスカラ型ロボットを用い、真空にてつまみを吸着し、ボリュームなどのD型軸と、つまみのD型穴とを、回しながらかん合させる器用な動きを



図-9 つまみ挿入ロボット

Fig. 9 Button insertion robot.

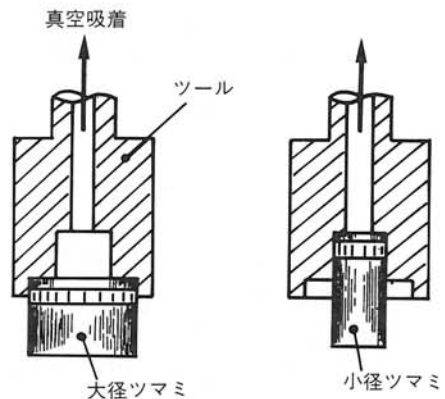


図-10 つまみ挿入ツール

Fig. 10 Button insertion tool.

するようにした。

ここで、ツール先端は図-10に示したようにつまみ外径の種類に応じて段差を設けることにより、多種のつまみを1本のツールで挿入可能とし

た。

5. バラツキ対策

組立とは位置決め技術の結集といってもよく、組立の成功のカギは位置決め、つまりバラツキ退治にあると考える。

ロボットの位置決め精度は $\pm 0.05\text{mm}$ であり、ブラテンは $\pm 0.1\text{mm}$ であるが、ワークが板金折曲げ品で、寸法精度および剛性が不足しているために組付けバラツキが大きい所で $\pm 0.5\text{mm}$ にもなる。

ツールやワークのコンプライアンス（柔軟性）により、ある程度のバラツキは吸収できるが、満足できる自動機には至らず、更にいくら機器の精度を向上しても無意味となる。

そこで、ワークのバラツキ退治として押え（プッシャ）が必要となる。押えの役目として、例えば、ねじ締め部分を強制的に空圧シリンダにて押

えることにより、的確なねじ締めを行う。しかし、機種によって位置や方向が異なるため、ステーション中に数本の押えが必要となり、スペース上困難な所もでてくる。

これらの問題は、数十～数百台ワークを流して見なければ十分にバラツキの吸収ができたか否か明確にならないため、自動化において最も時間と苦勞を要する所である。

6. 安 全 性

ラインを稼動させていく上で安全性は重要なことであり、計画時より安全性を考慮し、ロボットなどの安全対策を行った。

代表的な安全対策として、カバーがある。しかし、カバーは機械が最終的にどのような形になるかで事前に設計できない場合がしばしばある。また、中途半端なカバーでは、逆に危険な場合もあ

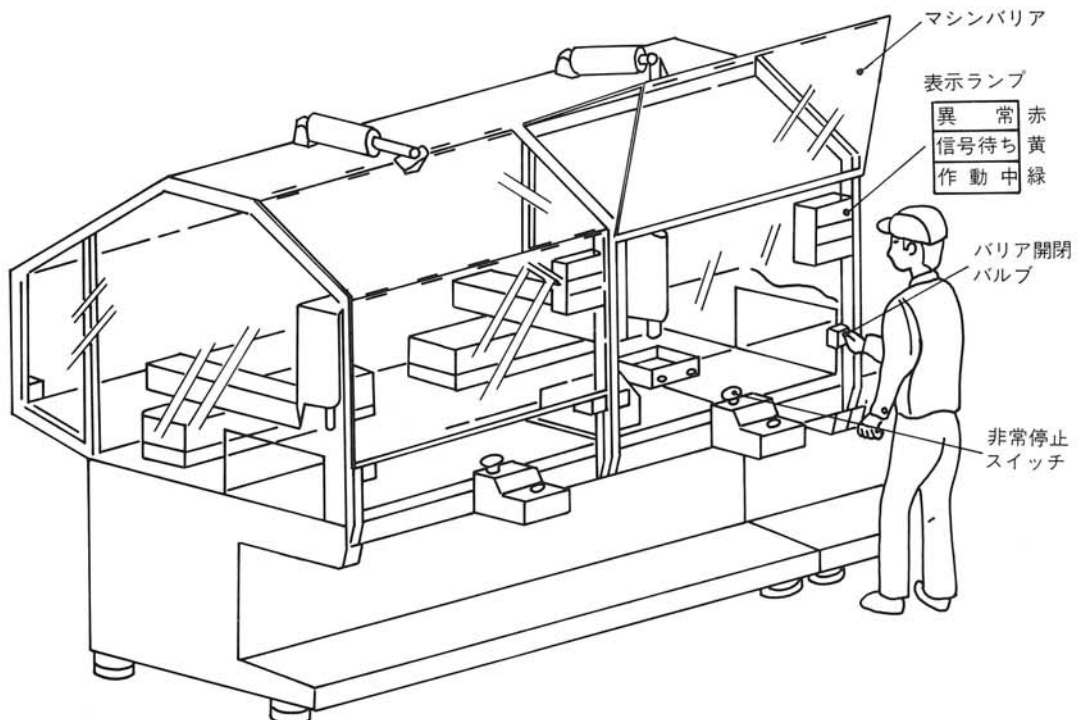


図-11 マシンバリア

Fig. 11 Safety cover.

り、作業性を損うことがある。

そこで、安全カバーとして次の項目を満足する必要がある。

- 1) オペレータに対しての安全性の確保。
- 2) ねじ締めミス時などに対し、素早く復帰できるように保全性を確保。
- 3) 安全カバーとロボットとの間ではさまれたり、カバーを足の上に落として怪我の無いようなカバー自体の安全性の確保。
- 4) ライン全体から見た美しさ。

以上を考慮して、図-11に示すマシンバリアを開発した。

マシンバリアはロボット全体を囲い、前面バリアはバリア開閉バルブにより開くことができ、閉じる場合は、安全のため手によって行うように空圧回路を構成している。また、正しく閉じなければ内部のロボットは作動しないようにしている。

その他の安全機器として、表示ランプがありロボットの作動状態を表示することによりさらに安全性を向上している。

7. む す び

以上、今回導入したFMSラインの特徴について述べた。

システムとしてうまく稼動するためには、装置の一つ一つに対して信頼性が重要になるため、新技術を即FMSに適用することは危険である。したがって、従来からの確立された技術を如何に巧みに組合せ、使いこなすかが現在のFMSといったところである。

今後、更に新技術の確立をはかり、FMSを多くの製品に展開し、より一層の生産効率化を図りたい。