

プリント板検査装置

*鈴木 洋二(すずき ようじ)

*薄 昭夫 (うすき あきお)

① まえがき

近年、プリント基板への高密度実装技術は急速な勢いで進展している。超 LSI にみられる高集積化、部品のチップ化、小形化、これらを高密度に実装する自動装着機などの発展はめざましい。

プリント板製造工程では、製造段階ごとに各種の検査が行われている。代表的には、①プリント基板ランドパターンの検査であり、パターンの断線、ショート、導体幅、導体間隔、及びパターンの欠け、ピンホールなどの欠陥を検出する。次に、②チップの搭載状態の検査であり、チップの有無、位置ずれ、極性などを検出する。また、③搭載部品すべての外観検査があり、実装された IC、ディスクリート部品、チップなどすべての装置状態が検査される。最後に、④プリント板の機能検査がある。

一方、チップの国内生産量をみると、昭和54年はじめには月産1億個であったものが、昭和60年には約25億個になり、この6年間で実に25倍の伸びであり⁽¹⁾、現在も同等な伸び率を示していると思われる。このことは、軽薄短小化の流れの中で、ディスクリート部品が急激な勢いでチップ化され、プリント板の面実装化が急進展していることを物語っている。

民生機器用プリント板に始まった面実装は、近年、工業製品にも適用されつつある。この急進展に伴い実装チップの人間による目視検査を自動化する要請が特に高く、早急な自動検査機の開発が望まれている。

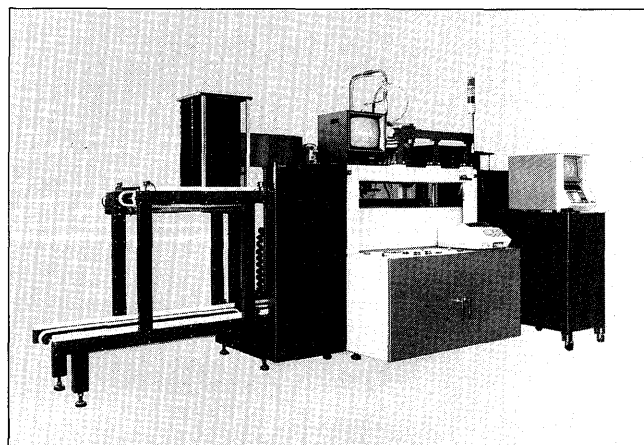
このような背景から、富士電機では表面実装プリント板の実装チップの搭載状態を自動検査する実装チップ検査装置を開発した。本装置は、チップ部品の面実装工程の目視検査を自動化し、FA のコンポーネントとして使用できるものである。

② 実装チップ検査装置の概要

本検査装置は、チップ搭載後のプリント板をテレビカメラにより撮像し、マイクロコンピュータにて画像処理して、チップの欠落、位置ずれなどを検査する装置である。その外観を図1に示す。検査装置本体は、直角座標形 XY ロボットにより画像検出部(テレビカメラ、照明装置)を高速に移動させ順次チップを検査していく方式である。

この検査装置は、面実装自動化ラインに組み入れることが可能であり、またローダ、アンローダを付けることにより自動化ラインから独立して、マガジン収納のプリント板

図1 実装チップ検査装置の外観



N62-212-1

をバッチ処理にして検査することが可能である。

2.1 特徴

(1) チップ実装ライン検査部の自動化

過酷な目視検査を自動化することにより、省力効果が期待できる。

(2) 品質の向上

個々のチップをテレビカメラで撮像し、マイクロコンピュータにて一定の基準で判定するため、品質が安定する。

(3) 高速判定

個々のチップを小形テレビカメラの移動にて高速に判定する。

2.2 検査装置の仕様

(1) 検査対象プリント板

(a) 対象：プリント板搭載チップ。はんだ付け前。裏面にディスクリート部品付も可能。

(b) 寸法：最大330mm×250mm、最小90mm×60mm、そり1mm以内。

(2) 対象チップ

(a) 装着方向：X、Y 方向に装着されたもの。

(b) 種類：抵抗、コンデンサ、トランジスタ、ジャンパチップ、その他類似形とする。

(3) 検査項目

(a) チップの欠落

(b) チップの位置ずれ

ずれ量の値は設定により変更可能である。

(c) チップの極性判別

対象とするチップの極性表示が2値化可能なもの。

*東京工場 メカトロ機器部

(4) 検査基準

標準搭載チップのプリント板を基準とし、テレビカメラの画像をもとに判定基準を設定する。また、装着チップのXY位置情報が得られる場合は、その値を基に設定する。

(5) 検査速度

対象とする搭載チップパターンにより異なるが、1チップ当たり約0.4秒程度である。

(6) 一般仕様

(a) 電源：AC100V $\pm$ 10%，50/60Hz $\pm$ 1Hz，2kVA。

AC200V $\pm$ 10%，50/60Hz $\pm$ 1Hz，1kVA。

(ローダ、アンローダを含む)

(b) エア源：5kg/cm²，15Nl/min，ドライエア。

(c) 接 地：第3種接地。

(d) 環 境：温度5～35℃。

湿度85%以下，結露しないこと。

その他，じんあい，振動，電気ノイズ，有害ガスなどのないこと。

③ システム構成

3.1 機構と動作

この検査装置は図2に示すごとく，ローダ部，検査部，アンローダ部に大別される。検査部は，プリント板の搬送機構，位置決め機構，及び画像検出部を搭載したXYロボット，モニタテレビなどで構成されている。ローダ部は，プリント板を収納したマガジンの搬送部と，リフタから構成され，リフタ部にはプリント板を1枚ずつ検査部へ送る機構が付いている。なおアンローダ部は，マガジン搬送がローダと逆動作をすることで，機構的にはローダと同じである。その他，画像処理用マルチウィンドウとXYロボットコントローラ（中央制御部）は，別置きである。

この検査装置の動作は，まずプリント板を収納したマガジンをローダ部に載せ，空マガジンをアンローダ部に載せる。この状態でスタートスイッチを操作することにより，ローダ部が駆動され，未検査プリント板が1枚ごと検査部に供給される。次にこのプリント板は検査ステージに搬送

され，位置決めされたうえ停止する。この状態であらかじめプログラムされた順にテレビカメラが移動し，チップを順次検査してゆく。この検査の状況は12インチモニタテレビにて，生画像，2値化画像，ウィンドウ画像などを監視できる。

この検査の過程ではチップの種類，形状により照明方法，判定用ウィンドウパターン，設定基準値などが自動的に切り換わる。

なお，検査の結果不良と判定された場合は，そのチップ番号がプリントアウトされるとともに，プリント板の横面にバットマークが押印され，後段の作業性を良くしている。

検査完了プリント板は，アンローダ部に送られ空マガジンに収納される。マガジンが満杯になると，それを検査済みステージに搬送して一連の検査動作が終了する。

本装置に使用しているXYロボットは，富士電機のGA300B形であり，概略仕様は次のとおりである。

(1) 構造：直角座標形

(2) 動作範囲：X軸300mm，Y軸420mm

(3) 最大速度：X軸500mm/s，Y軸500mm/s

(4) 位置繰返し精度： ± 0.02 mm

(5) 可搬重量：15kg

(6) 本体重量：50kg

3.2 システム構成

システム構成を図3に示す。プリント板に装着されたチップは，画像検出部のテレビカメラにより撮像され，ビデオ信号として画像処理部へ送られる。この画像処理部は富士ビデオセンサ，マルチウィンドウ MW-2600であり，多画面を瞬時に切り換え画像処理することができる。すなわち，プリント板に装着された各種の異なったチップは，順次画面を切り換えて判定されてゆく。判定結果は中央制御部に送られ，中央制御部はMW-2600の判定結果をもとに，コントローラに出力すると同時にXYロボットの制御及びデータ処理を行い，その結果をプリンタに出力する。コントローラは，プリント板の搬送，位置決め，照明の切換などを制御する。このコントローラは富士電機のMICREX-F

図2 検査装置の構成

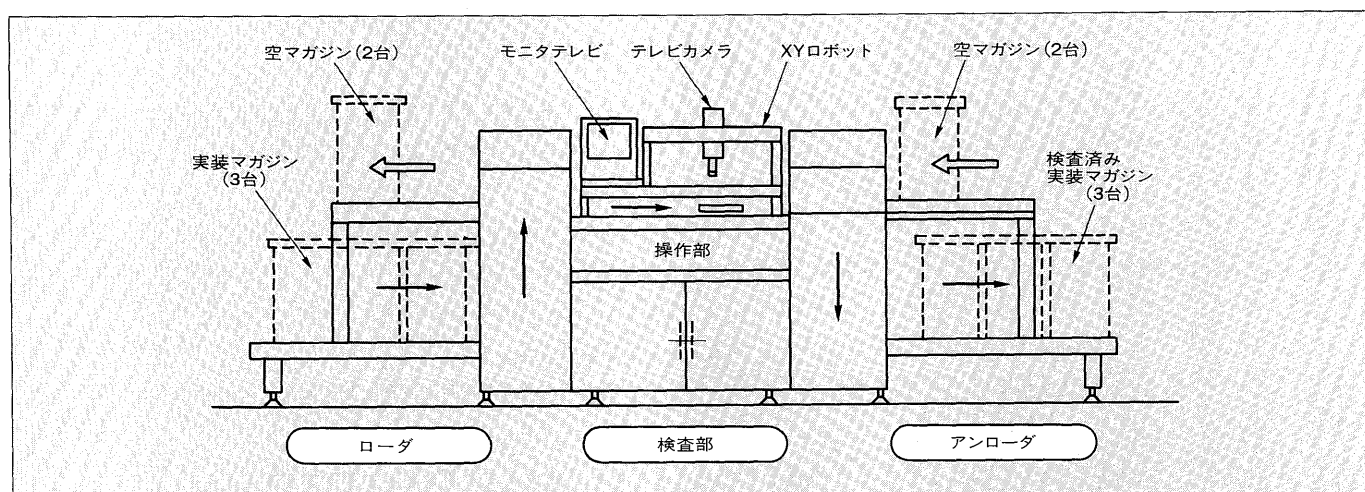
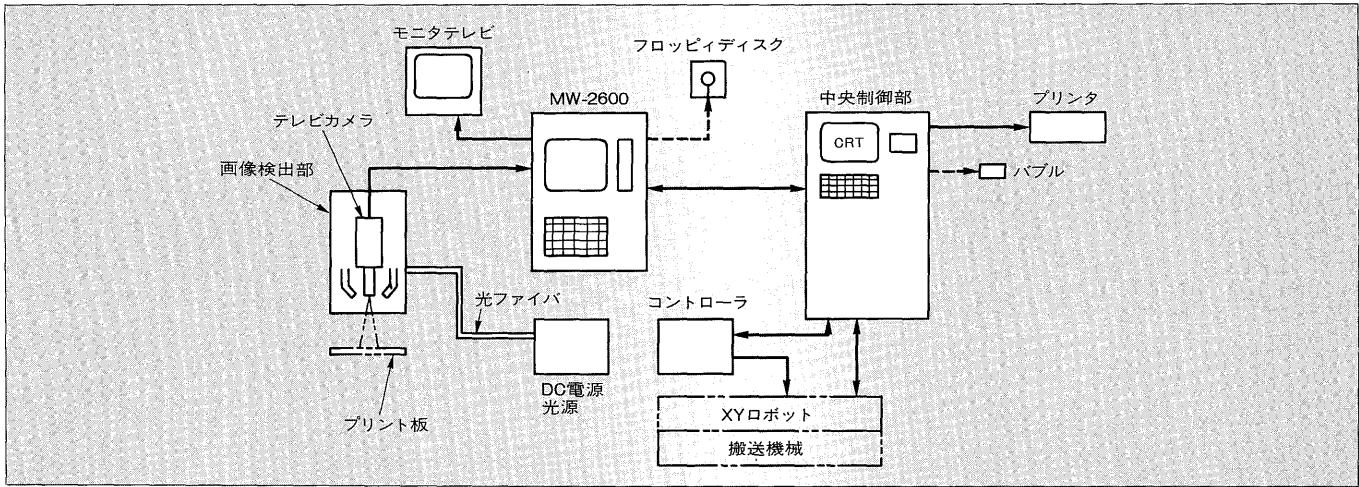


図3 システム構成



を使用している。

検査中の画像は、マルチウィンドウのCRT及び別置の12インチモニタテレビでも監視可能である。マルチウィンドウの判定基準、設定ウィンドウなどをフロッピーディスクに記憶することも可能であり、また中央制御部のXYロボット移動プログラムなどは、バブルメモリへ記憶させ、プリント板の品種替え時に使用することにより、段取り替えの作業性を短縮したシステム構成となっている。

プリンタはオンライン、オフライン時各々次の内容をプリントアウトできる。

(1) オンラインプリントアウト内容

日付、時刻。マガジン番号(通し No.)。プリント板番号(マガジンごとの通し No.)。不良チップ番号(プリント板ごとの通し No.)。

(2) オフラインプリントアウト内容

統計開始、終了の日付、時刻。総検査プリント板の枚数。不良プリント板の枚数。チップの不良率(%)。

また、システム構成中、光源から画像検出部までは光ファイバにより導き、この光源の電源は、直流安定化され光の均一性を良くしている。

4 画像検出と画像処理判定方法

4.1 画像検出部

画像検出部はテレビカメラと照明装置とから構成されている。

テレビカメラはMOS形固体撮像素子を使い、素子数は水平方向320素子、垂直方向244素子であり、物体を二次元パターンとしてとらえるため、性能安定を重視した設計となっている。また固体カメラは、長寿命、無残像(高速化)、焼付きや画像ひずみがなく、小形軽量など、パターン処理装置の入力部として優れた特性をもっている。

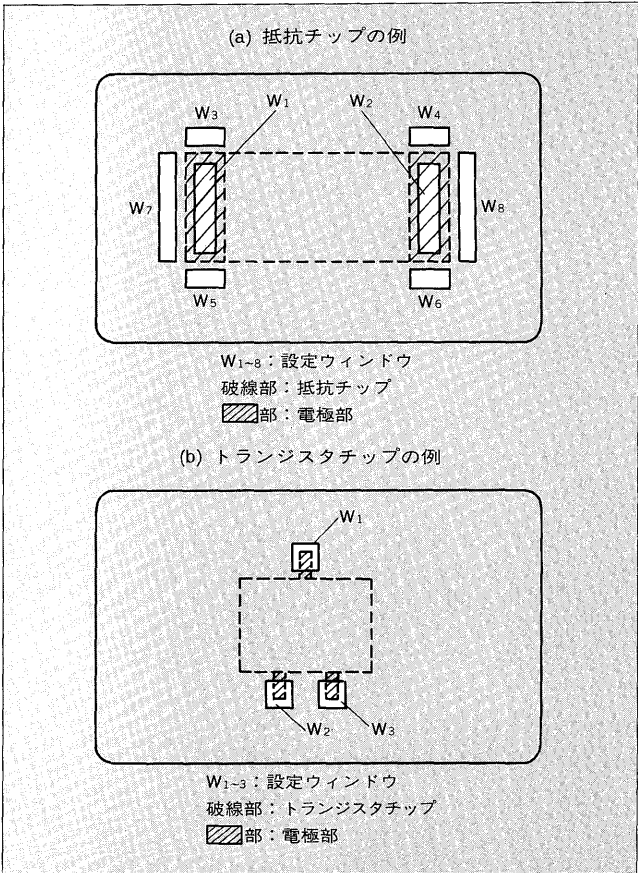
照明装置は、テレビカメラのレンズ系の中から光ファイバを利用して照明用の光を入射させ、画像処理判定に必要な映像が撮像できるよう工夫されている。また別に特殊照明装置を備えており、これら照明方法はチップの種類、

パターンに応じ切り換えて選択使用する。

4.2 マルチウィンドウ MW-2600と判定方法

画像検出部から撮像された映像信号は、マルチウィンドウに取り込まれ、まずアナログ画像信号をデジタル画像(2値化画像)とする。この2値化画像は対象チップの濃淡に応じて、しきい値レベルを無段階に調整でき、チップの特徴部を画像化できる。更にこの2値化回路は4系統あり、対象チップの種類、パターンによる濃淡変化に対して最適2値化画像が得られるよう、ウィンドウごとに任意系統の2値化回路が選択使用できる。

図4 チップ検査用ウィンドウ設定例



このウィンドウは、チップが良品や不良品となる画像の急所部に設定する。次にその設定に対して判定基準を設定するが、これはウィンドウ内特徴部（2値化画像）の面積を演算し、その値をもとに設定する。なお、ウィンドウの設定は最大32個まで画面の任意の位置に設定可能であり、形状は四角形、円形、多角形、二重ループ形など種々のウィンドウが設定できる。したがって、チップの形状に合わせたウィンドウが形成でき、高精度な判定が行われる。

チップ検査のための代表的ウィンドウ設定例を図4に示す。図(a)は抵抗チップに代表される形状を判定するための設定例であり、チップの電極部を特徴抽出しウィンドウを設定している。また図(b)はトランジスタチップ用のウィンドウ設定例であり、トランジスタの電極を特徴抽出し設定している。

この図を例に判定方法を説明する。

1個のウィンドウ内に2値画像化されたチップの電極部面積値（画素数）を S_n とし、判定基準値（画素数）の上限設定値を a 、下限設定値を b とすると、 $a > S_n > b$ で良品と判定する。例えば、チップが装着されてない場合、電極の1か所がない、あるいは位置がずれて実装されている場合などは、 S_n の値が変化し、前式が満足されず不良と判定する。また図4(a)のごとく、ウィンドウ W_{3-7} を設定しておけば、位置ずれをより確実に判定することができる。すなわち W_{3-7} の面積値は、通常0であるが、位置ずれの場合この W_{3-7} のいずれかずれた方向のウィンドウ内に、電極部面積がカウントされ不良と判定される。このずれ検出用ウィンドウの設定位置を変えることにより、許容ずれ量に応じた設定が可能である。

これら設定したウィンドウ、判定基準などを、1フレームとして最大16フレームの切換（多画面切換）判定ができる。

このマルチウィンドウ MW-2600は、他に各種機能をもっているが、本稿では割愛する。

5 検査装置の運転

5.1 運転モード

本実装チップ検査装置は、運転モードが3種用意されており、まず選択スイッチ操作により運転モードを切り換えて運転する。

- (1) 自動モード
- このモードは日常運転されるモードであり、ローダのステーションに未検査マガジンをセットし、アンローダ部に空マガジンをセットした状態でスタート操作を行うことにより、一連の動作が自動的に作動し、自動運転(自動検査)され、その結果をプリントアウトする。検査済みプリント板は、アンローダ部で空マガジンに収納され、検査済みステーションに搬送されてストックする。
- (2) 半自動モード
- このモードも日常運転に使用されるが、自動モードと異なる点は、検査中に不良チップと判定された時点で検査動

作を一時停止させ、人間が目視にてそのチップの良否を判断して、否の場合は不良の、良の場合は良のスイッチ操作のうえ再スタートさせるモードである。すなわち、人間と機械が融合した形態をとれるモードである。それ以外は自動モードと同じ動作である。

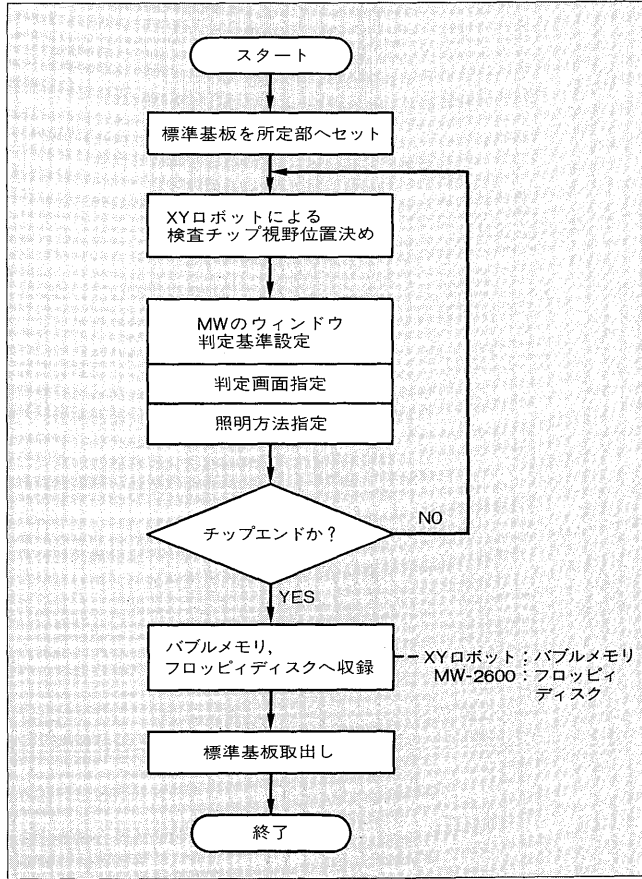
- (3) 手動モード
- 日常の運転では使用されないが、試運転調整及び故障復旧時に使用されるモードであり、各個別機械の動作が操作スイッチにより単独運転されるモードである。

5.2 プリント板の品種替え

チップの実装ラインでは、通常数十種のプリント板を実装する。この場合、品種替えの段取りは、短時間に容易に行えることが要求される。この実装チップ検査装置は、以下のごとく容易な作業にて品種替えを行うことができる。

- (1) マルチウィンドウの操作
- マルチウィンドウにおいて、あらかじめ設定しておいたウィンドウ、判定基準などの情報を付属のフロッピーディスクから対象となる品種のものを選んで、マルチウィンドウのメモリにロードする。
- (2) 中央制御部の操作
- 中央制御部において、バブルメモリに記憶されたプログラムを中央制御部のメモリにロードする。このプログラムは、XYロボットに取り付けたテレビカメラが順次チップを撮像する順番(XY位置情報)と、マルチウィンドウの画面指定、照明方法、判定開始信号などをあらかじめ設定し

図5 検査用プログラムのフローチャート



たものである。

(3) ガイドレールのセット

プリント板搬送のためのガイドレールを、対象プリント板の外形に合わせてセットする。これは調整用ボルトにて簡単に行える。

以上が品種替え段取り作業である。ただしこれら作業を行うに当たっては、あらかじめ図 5 に示すフローチャートのごとくプログラムを別途用意しておく必要がある。

このプログラムの中で、XY ロボットの位置決め作業は各々のテーチング操作にて行うこともできるが、チップ装着機（マウンタ）の XY データをフロッピディスクあるいは、紙テープを介して自動化した実施例もある。

⑥ あとがき

以上、実装チップ検査装置について概説したが、この分野は軽薄短小化の流れの中で、今後ますます高密度化、チップ化が進む傾向にある。そのことはチップ搭載プリント板の生産量増加とともに、その検査も大きな問題となる。

人間の目視による検査は、昼夜作業・長時間作業に伴う

検査員の疲労（特に高密度に数多く実装されたチップの場合などは苦痛ともなる）、見逃し、検査精度のばらつきなど各種の問題がある。これらは検査員の管理の問題とともに、最終的には品質保証の問題となってくる。

一方、人間の目の機能は、現状のパターン認識技術のレベルと比較して、高度な機能を持っている。例えば、目視による総合的判断力や柔軟な対応機能などである。

これら目視検査の自動化は、人間の目の機能の優秀さゆえ、技術的に困難な面もあり、一般的に製造工程の自動化と比べると遅れているのが現状である。

このような状況のもとに、本実装チップ検査装置を開発した。この装置は、自動的に一定の基準で、もれなく検査できる大きな利点を持っている。これらの特徴を理解して本検査装置を有効に御利用いただければ幸いである。今後ユーザーの方々の御指導を得て、更に改良してゆく所存である。

参考文献

- (1) 高田安道：SMT の導入と実際，Electronic Packaging Technology, 1, 1, pp.68～77 (1985)

最近公告になった富士出願

〔特 許〕					
公 告 番 号	名 称	発 明 者	公 告 番 号	名 称	発 明 者
特公昭61-44114	電子写真感光体用クリーニング 研磨材	相田 一成 高橋 嘉剛	特公昭61-47313	ペルトン水車の制御装置	宗宮 誠一 菅野 常夫
特公昭61-44325	プロセス試験方法	太田 徳二	特公昭61-47397	使用済燃料密封容器	高橋 末広
特公昭61-44326	PID 制御パラメータの最適値 演算方式	太田 徳二	特公昭61-47629	加圧式注湯炉の制御方法	林 静男
特公昭61-44396	誘導加熱コイル	松本 巖 原 雅人	特公昭61-48181	実行命令遂行状態のモニタ方式	中島 千尋
特公昭61-44540	非磁性金属選別機の制御方法	北谷三千夫 田口 一洋	特公昭61-48613	蒸気タービンのグランド蒸気管 装置	山本 隆夫
特公昭61-45243	シーケンス制御装置	青山 豊	特公昭61-48724	無効電力補償装置	井村 輝夫 小松木和成
特公昭61-45336	真空開閉装置	吉ヶ江清久 喜多村忠雄 奥田 泰造	特公昭61-48764	電器巻線端部と引出し線導出部 の絶縁構造	高萩 隆司 橋場 一紀 矢城 健二
特公昭61-46757	油入電気機器用水冷式冷却器の 保護装置	張替 進	特公昭61-48876	密閉容器の軸封装置	畠中 秀雄
特公昭61-46795	原子炉燃料取扱機に装備した滴 下ナトリウム受皿の取扱用アダ プタ	衣田 憲司	特公昭61-49241	水素発生装置	田島 博之 丸山 晋一
特公昭61-46796	原子炉の炉外燃料貯蔵槽	畠中 秀雄	特公昭61-49684	比例および積分制御装置	石田 紘一 山中 猛
特公昭61-46797	液体金属冷却高速増殖炉の燃料 出入機	高橋 浩	特公昭61-49712	共通バス使用の優先順位制御方 式	吉田 昌弘 野尻 裕昭 富沢 敏一
特公昭61-46928	電磁継電器	清水都美雄 石川 雅英 村山 正治	特公昭61-49919	電力系統安定化装置	横川 純男 斉藤 哲夫
特公昭61-46929	しゃ断器	藤掛 章雄 高松 巖 伊沢 育夫 針谷 圭一			



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。