

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3654758号  
(P3654758)

(45) 発行日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(24) 登録日 平成17年3月11日(2005.3.11)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H04Q 1/14

F I

H04Q 1/14

請求項の数 6 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-331993                  (22) 出願日 平成9年12月2日(1997.12.2)                  (65) 公開番号 特開平11-168762                  (43) 公開日 平成11年6月22日(1999.6.22)                  審査請求日 平成12年9月21日(2000.9.21)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005223                  富士通株式会社                  神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号</p> <p>(74) 代理人 100094330                  弁理士 山田 正紀</p> <p>(74) 代理人 100109689                  弁理士 三上 結</p> <p>(72) 発明者 江尻 革                  神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内</p> <p>(72) 発明者 渡辺 一郎                  神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 自動配線接続装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の差点穴が所定のピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、前記マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、および該ピン挿抜ヘッドを前記マトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜口ロボットとを備え、前記マトリックスボードが、差点穴の配列の途切れにより相互に分離された複数の領域を有するものであって、該マトリックスボードが、互いに交わる二方向それぞれに複数の位置検出マークが配列されてなるキャリブレーショントラック、および、前記複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークを備え、前記ピン挿抜口ロボットが、前記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して前記位置検出マークを検出するセンサ、および、前記位置検出マークの設計上の位置データと、該位置検出マークが前記センサにより検出されたときの前記ヘッド移動機構による該ピン挿抜ヘッドの移動位置をあらわす位置データとに基づくとともに、さらに、前記マトリックスボード上の、所望の差点穴を含む領域を取り巻く4点以上の位置検出マークの設計上の位置データと、これら4点以上の位置検出マークそれぞれが前記センサにより検出されたときの前記ヘッド移動機構による該ピン挿抜ヘッドの移動位置をあらわす位置データとに基づいて、該ピン挿抜ヘッドを該所望の差点穴に移動させるための位置データを求める位置演算部を備えたことを特徴とする自動配線接続装置。

【請求項2】

前記マトリックスボードに備えられた、前記キャリブレーショントラックを構成する複数の位置検出マークの一部が、前記複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークの一部を兼ねた位置検出マークであることを特徴とする請求項1記載の自動配線接続装置。

【請求項3】

前記マトリックスボードが、前記キャリブレーショントラックを、前記二方向それぞれにつき各一本ずつ備えたものであることを特徴とする請求項1記載の自動配線接続装置。

【請求項4】

前記複数の位置検出マークそれぞれが、中央に設けられた穴と該穴を取り巻くランドからなるものであることを特徴とする請求項1記載の自動配線接続装置。

10

【請求項5】

前記センサが、4分割センサであること特徴とする請求項1記載の自動配線接続装置。

【請求項6】

複数の差点穴が所定の配列ピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、前記マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、および該ピン挿抜ヘッドを前記マトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜ロボットとを備え、前記マトリックスボードが、所定の位置検出マークと、該位置検出マークよりも広い面積を有すると共に、くさび状に突出した形状の、前記位置検出マークとの相対位置が既知の尖頭部を有するランドマークとを備え、前記ピン挿抜ロボットが、前記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して前記位置検出マークを検出するセンサ、および、該センサが前記ランドマーク上に配置され、該ランドマーク上に配置されたセンサが前記尖頭部に向かって移動し、該尖頭部に移動したセンサが前記位置検出マークに移動するように前記ヘッド移動機構を制御するヘッド移動制御部を備えたことを特徴とする自動配線接続装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電話加入者のケーブルと電話交換器ケーブルとの接続関係を定める、自動主配線盤(MDF; Main Distribution Frame)などと称される自動配線接続装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来より、上記のような自動配線接続装置が広く使用されているが、そのような自動配線接続装置には、以下に説明する方式のものがある。

図1は、自動配線接続装置の作用説明図、図2は、マトリックスボード上の配線と差点穴の一部を示す模式図、図3は差点穴に差し込まれた状態の接続ピンの断面図である。

【0003】

この自動配線接続装置には、いわゆるマトリックスボード(MTB)が備えられており、その表面及び裏面にはそれぞれ縦方向および横方向の配線11(図2には横方向の配線の一部を示す)が形成され、それら縦方向の配線と横方向の配線との各交点に差点穴12が形成されている。差点穴12の同図には配線11に続くランド13が形成されている。

40

【0004】

ここでは、隣接する2本の配線がペアになり、それら2本の配線の、斜めに隣接する2つの差点穴12に、図3に示す接続ピン14を差し込むことにより、縦方向の配線と横方向の配線との接続関係が定められる。このようにして、図1に示すように例えば電話加入者Cのケーブルと電話交換器の3番テーブルとが接続される。新たな電話加入者があればそれに対応した差点穴に接続ピンが差し込まれ、電話脱退者あるいは管轄外の地域への移転者があった時には、それに対応した差点穴から接続ピンが抜き取られる。この自動配線接続装置では、外部からの指令に基づいて、そのマトリックスボードの差点穴への接続ピン

50

の挿抜が自動的に行なわれる。

【 0 0 0 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記のマトリックスボードに設けられた差点穴は、近年のものでは、図 2 に示すようにその径が例えば 0.5 mm 程度のものであり、差点穴どうしのピッチも 1.6 mm 程度であり、マトリックスボードには、このような小径の差点穴が細かなピッチで多数配置されており、それら多数の差点穴の中の所望の差点穴に間違いなく接続ピンを差し込み、あるいは差し込まれた接続ピンを正しく抜き取る必要がある。

【 0 0 0 6 】

この接続ピンの挿抜のためにロボット機構が採用されているが、所望の差点穴に接続ピンを正しく挿抜するためには高精度な位置決めを必要とする。この高精度な位置決めのために、以前はロボット機構の精度や剛性を高めることで対処されてきたが、最近では、小型化、低コスト化の要請上、ロボット機構は、低精度で低剛性のものになりがちである。また、マトリックスボードにも製造に伴う伸縮があり、必ずしも設計通りの位置に差点穴が存在しているとは限らず、通常はある程度の位置ずれを伴っている。しかも近年では差点穴の径やピッチが上記のように細くなってきておりロボット機構のみ高精度化しても高精度な位置決めは難しい状況にある。

【 0 0 0 7 】

そこで、従来は、製造時に、マトリックスボードの差点穴の位置ずれを含めたロボットのうねりや駆動誤差をオフラインで人手を使って測定し、そのデータを補正関数として使用

することにより、ロボットの最終的な位置決め精度の向上を図っていた。しかし、この方法では人手を使うためコストアップの要因となり、またその装置を実際に設置した後はそのデータを変更することができないため、経年変化や地震などの外乱による組み立て状態の変化などには容易には対応することが出来ないという問題がある。

【 0 0 0 8 】

上記のような不都合を解消するために、マトリックスボードの差点穴の位置を検出する 4 分割センサを備えることが提案されている（特開平 3 - 5 0 6 0 8 号公報参照）。

図 4 は、4 分割センサの模式図である。

この 4 分割センサ 2 0 は、分割された 4 つのセンサ領域 2 1 , 2 2 , 2 3 , 2 4 つのそれぞれに入射する光量  $V_a$  ,  $V_b$  ,  $V_c$  ,  $V_d$  を独立に検出することのできるセンサであり、Y 方向の光量差  $(V_b + V_c) - (V_a + V_d)$ 、および Z 方向の光量差  $(V_c + V_d) - (V_a + V_b)$  がいずれゼロとなる点に位置決められる。

【 0 0 0 9 】

図 5 は、差点穴の穿設位置誤差の模式図である。

4 分割センサ 2 0 で差点穴を検出する場合、その差点穴に光を当ててその反射光の光量が Y 方向及び Z 方向双方にバランスする位置に向けて 4 分割センサが移動するよう制御されるが、差点穴自体は穴であり反射光は存在せずその差点穴の周りのランドからの反射光を検出することになる。ところが、配線およびランドの形成と差点穴の穿設は一般には工程が異なることから差点穴とランドの位置関係は図 5 の左側に示す差点穴 1 2 a とランド 1 3 a の位置関係のような設計どおりの位置関係であるとは限らず、図 5 の中央の差点穴 1 2 b のようにランド 1 3 b の隅に寄ったり、図 5 の左側の差点穴 1 2 c のようにランド 1 3 c から一部がはみ出したりすることもあり、このような場合 4 分割センサではうまく光量がバランスせず、正しい検出が行なわれない結果となる。

【 0 0 1 0 】

一方、差点穴とランドの位置関係の正しいマトリックスボードを作製しようとするとは大幅なコストアップになってしまうことになる。また、差点穴の位置がずれてもその差点穴が必ずランド内に留まるようにランドの面積を広げることも考えられるが、その場合、差点穴どうしのピッチや配線間隔を広げる必要を生じ、装置の小型化の要請に反する結果となる。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

また、差点穴を直接に検出するのではなく、各差点穴に対応付けて位置検出用マークとしての穴を設けるという提案もある（特開平1-260994号公報参照）。差点穴とは別にマーク（穴）を設けた場合、センサに適合したマーク（穴）を設けることができ、位置検出には有利であるが、位置検出用マーク（穴）と差点穴とをペアで備える必要上マトリックスボードの差点穴の集積度を上げることが難しいという問題がある。

【0012】

本発明は、上記事情に鑑み、設置後も必要に応じて補正をやり直すことが可能であって、かつマトリックスボードの差点穴の集積度にも悪影響を及ぼすことの少ない自動配線接続装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の自動配線接続装置のうちの第1の自動配線接続装置は、複数の差点穴が所定の配列ピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、

上記マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、およびそのピン挿抜ヘッドを上記マトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜ロボットとを備え、

上記マトリックスボードが、互いに交わる二方向それぞれに複数の位置検出マークが配列されてなるキャリブレーショントラックを備え、

上記ピン挿抜ロボットが、上記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して上記位置検出マークを検出するセンサ、および上記位置検出マークの設計上の位置データとその位置検出マークが上記センサにより検出されたときの上記ヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動位置をあらゆる位置データとに基づいて、ピン挿抜ヘッドを所望の差点穴に移動させるための位置データを求める位置演算部を備えたことを特徴とする。

【0014】

ここで、上記キャリブレーショントラックは、上記二方向（例えば縦方向と横方向）それぞれにつき一本ずつ備えれば足りる。

本発明の第1の自動配線接続装置は、位置検出マークが並んだキャリブレーショントラックを、例えば典型的には、縦一本、横一本備え、それらキャリブレーショントラックに並んだ位置検出マークの設計上の位置データとピン挿抜ヘッド（位置検出マークを検出するセンサ）をその位置検出マークの位置へ移動させたときのヘッド移動機構から得られるピン挿抜ヘッドの位置データとに基づいて、ピン挿抜ヘッドを所望の差点穴に移動させるための位置データを求めるものであり、キャリブレーショントラックは典型的には縦一本、横一本で済み、また、そのキャリブレーショントラックを構成する位置検出マークのピッチは差点穴の配列ピッチよりも粗いピッチで済み、差点穴の集積度には大きな影響は与えずに、高精度な位置決めが可能である。

【0015】

このキャリブレーショントラックを採用した位置決めの場合、主にヘッド移動機構にはピン挿抜ヘッドのうねり（駆動方向に対する直角方向への変動）や駆動誤差（駆動方向への駆動量の変動）に起因する位置ずれを補正することができる。

上記位置検出マークは、差点穴と同様に、中央に設けられた穴とその穴を取り巻くランドからなるものであってもよい。このときランドは、その位置検出マーク用の穴がはみ出さないよう大きめの寸法のもので採用される。また、上記センサとしては、典型的には4分割センサを採用することができる。

【0016】

また、上記目的を達成する本発明の自動配線接続装置のうち、第2の自動配線接続装置は、複数の差点穴が所定の配列ピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、上記マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、およびその

10

20

30

40

50

ピン挿抜ヘッドを上記マトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜ロボットとを備え、

上記マトリックスボードが、差点穴の配列の途切れにより相互に分離された複数の領域を有するものであって、それら複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークを備え、

上記ピン挿抜ロボットが、上記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して位置検出マークを検出するセンサ、および上記マトリックスボード上の所望の差点穴を含む領域を取り巻く4点以上の位置検出マークの設計上の位置データと、これら4点以上の位置検出マークそれぞれがセンサにより検出されたときのヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動位置をあらゆる位置データとに基づいて、ピン挿抜ヘッドを所望の差点穴に移動させるための位置データを求める位置演算部を備えたことを特徴とする。

10

#### 【0017】

マトリックスボードは、通常、差点穴が配列された領域が島状に分かれている。すなわち、差点穴の配列の途切れにより相互に分離された複数の領域を有している。そこで、それら複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークを備え、ある所望の差点穴にピン挿抜ヘッドを移動させるにあたっては、その差点穴を取り巻く4点以上の位置検出マークの設計上の位置データとそれらの位置検出マークがセンサにより検出されたときの、ヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動位置をあらゆる位置データとに基づいて、ピン挿抜ヘッドをその差点穴に移動させるための位置データを求めるものであり、位置検出マークは、マトリックスボード上の各領域毎に4点で済み、かつ隣接する領域では位置検出マークの一部を共用することができ、このような少数の位置検出マークで差点穴の位置決めを行なうことから、マトリックスボードの差点穴の集積度には殆ど影響を与えずに高精度の位置決めが可能である。

20

#### 【0018】

この周囲を取り巻く、典型的には4点の位置検出マークを用いた補正によれば、例えばマトリックスボードの一辺が対向する辺に対し伸縮し正方形もしくは長方形の領域が台形状に変形した場合など、マトリックスボードの変形に起因する位置ずれを補正することができる。

位置検出マークは、前述した第1の自動配線接続装置の場合と同様、中央に設けられた穴とその穴を取り巻くランドからなるものであってもよい。また、上記センサとしては、例えば4分割センサを採用することができる。

30

#### 【0019】

また、上記目的を達成する本発明の自動配線接続装置のうちの第3の自動配線接続装置は、上記第1の自動配線接続装置と第2の自動配線接続装置とが複合された自動配線接続装置であって、

複数の差点穴が所定のピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、

上記マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、およびそのピン挿抜ヘッドをマトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜ロボットとを備え、

40

上記マトリックスボードが、差点穴の配列の途切れにより相互に分離された複数の領域を有するものであって、

そのマトリックスボードが、互いに交わる二方向それぞれに複数の位置検出マークが配列されてなるキャリブレーショントラック、および、上記複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークを備え、

上記ピン挿抜ロボットが、上記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して位置検出マークを検出するセンサ、および、位置検出マークの設計上の位置データと、その位置検出マークがセンサにより検出されたときのヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動位置をあらゆる位置データとに基づくとともに、さらに、上記マトリックスボード上の、所望の差点穴を含む領域を取り巻く4点以上の位置検出マークの設計上の位置データと、これら4点以上

50

の位置検出マークそれぞれが上記センサにより検出されたときの、ヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動位置をあらゆる位置データとに基づいて、ピン挿抜ヘッドを所望の差点穴に移動させるための位置データを求める位置演算部を備えたことを特徴とする。

【0020】

本発明の第3の自動配線接続装置によれば、ヘッド移動機構によるピン挿抜ヘッドの移動に伴ううねりや駆動誤差に起因する位置ずれやマトリックスボードの変形に起因する位置ずれを総合的に補正し、一層高精度な位置決めが行なわれる。

ここで、上記本発明の第3の自動配線接続装置において、上記マトリックスボードに備えられた、キャリブレーショントラックを構成する複数の位置検出マークの一部が、上記複数の領域それぞれを少なくとも4点で取り巻く位置に配置された複数の位置検出マークの一部を兼ねた位置検出マークであることが好ましい。

10

【0021】

位置検出マークを兼用することにより、位置検出マークの数の低減が図られ、マトリックスボードの差点穴の集積度にわずかでも悪影響を与える可能性が一層低減される。

本発明の第3の自動配線接続装置においても、上記の第1の自動配線接続装置と同様、キャリブレーショントラックは上記二方向（例えば縦方向と横方向）それぞれにつき一本ずつ備えれば足り、また、上記第1の自動配線接続装置及び上記第2の自動配線接続装置と同様、位置検出マークは、穴とその周囲のランドからなものであってもよく、上記センサとしては、例えば、4分割センサが好適に採用される。

【0022】

さらに、上記目的を達成する本発明の自動配線接続装置のうちの第4の自動配線接続装置は、

20

複数の差点穴が所定の配列ピッチで二次元的に配列され、これら複数の差点穴への接続ピンの挿抜に応じた信号路を形成するマトリックスボードと、

マトリックスボードの差点穴への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド、およびそのピン挿抜ヘッドをマトリックスボードの面に沿って二次元的に移動させるヘッド移動機構を有するピン挿抜ロボットとを備え、

上記マトリックスボードが、所定の位置検出マークと、その位置検出マークよりも広い面積を有すると共に、くさび状に突出した形状の、その位置検出マークとの相対位置が既知の尖頭部を有するランドマークとを備え、

30

上記ピン挿抜ロボットが、上記ピン挿抜ヘッドと一体的に移動して上記位置検出マークを検出するセンサ、および、そのセンサが上記ランドマーク上に配置され、そのランドマーク上に配置されたセンサが上記尖頭部に向かって移動し、その尖頭部に移動したセンサが位置検出マークに移動するように上記ヘッド移動機構を制御するヘッド移動制御部を備えたことを特徴とする。

【0023】

位置検出マークは、位置検出の高精度化を図り、かつ差点穴の集積度の妨げとならぬよう、例えば、差点穴と同径の穴と、差点穴の周囲のランドよりも多少広めのランドとからなる小さなマークであり、そのマークの近傍にまでセンサが移動して初めて、そのセンサによりそのマークを検出することができる。したがって、センサを検出しようとするマークの近傍にいかにして移動させるかが問題となり、これ無くしては高精度な位置決めは不可能である。マトリックスボード上の複数の位置検出マークの相対位置は、ある程度の位置誤差は含むものの既知であるため、センサが常に1つのマトリックスボード上に配置される構成のときは、センサを所望の位置検出マークの近傍に移動させることは通常は可能であるが、例えば地震や何らかの突発的な原因でセンサと位置検出マークとの位置関係が検出可能な範囲を超えて外れてしまった場合や、そのような突発的な状況以外でも、例えば1台のピン挿抜ロボットが複数枚のマトリックスボードを担当しており、ピン挿抜ヘッドが1枚のマトリックスボードの範囲を超えて移動する場合などに、上記の問題が発生する。

40

【0024】

50

本発明の第4の自動配線接続装置は、位置検出マークと、その位置検出マークとは別に尖頭部を有する広い面積のランドマークを備えている。ランドマークは、かなり大きな位置ずれがあってもその位置ずれを吸収できる程度の広い面積を有するマークであり、4分割センサを先ずそのランドマーク上に移動し、次いでそのセンサを尖頭部に移動させる。この尖頭部に移動させるアルゴリズムは特定のアルゴリズムに限られるものではなく、例えばランドマークの外周をセンサでなぞることにより尖頭部に移動させてもよく、あるいは後述するように、4分割センサを用い、その4分割センサのバランスをくずすようなバイアスを印加することによってその4分割センサを尖頭部に移動させてもよい。この尖頭部と位置検出マークとの相対位置は既知であるため、その尖頭部に移動したセンサ（ピン挿抜ヘッド）を、位置検出マークに移動させることができる。

10

【0025】

さらに、本発明の第5の自動配線接続装置は、ランドに穿設された差点穴を有するマトリックスボード、該マトリックスボードは該差点穴よりも大きなランドを有する位置検出穴を有し、該位置検出穴を検出するセンサ、該センサにより検出した前記位置検出穴の位置に基づいて、前記差点穴の位置を求めることを特徴とする。

【0026】

ここで、上記本発明の第5の自動配線接続装置は、前記位置検出穴は互いに交わる二方向に複数配列してキャリブレーショントラックを形成すると共に、前記センサを移動させるヘッド移動機構を有し、該キャリブレーショントラックの前記位置検出穴の位置を前記センサを移動させつつ検出し、該検出位置に基づいて、前記ヘッド移動機構により差点穴へ位置決めされる位置データを求める位置演算部を備えたものであることが好ましい。

20

【0027】

この場合に、前記位置演算部は、前記ヘッド移動機構の機械的誤差を補正するものであってもよい。

また、上記本発明の第5の自動配線接続装置は、前記差点穴は方形に配列して差点領域を形成し、該差点領域を取り巻く位置に前記位置検出穴を形成すると共に、前記センサを移動させるヘッド移動機構を有し、前記位置検出穴の位置を前記センサを移動させつつ検出し、該検出位置に基づいて、前記ヘッド移動機構により差点穴へ位置決めされる位置データを求める位置演算部を備えたものであることも好ましい形態である。

30

【0028】

この場合に、前記位置演算部は、前記ヘッド移動機構と前記差点領域との傾きを補正するものであってもよい。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

図6は、本発明の自動配線接続装置の一実施形態の分解斜視図である。

筐体100に隣接して、多数本の電話線110が配線されている。この筐体100は、仕切板100aで縦長の複数の小部屋に分けられている。各小部屋にはそれぞれ、マトリックスボード(MTB)200、およびピン挿抜口ポット300が収納されている。ただし図6には、図示の繁雑さを避けるため、マトリックスボード(MTB)200およびピン挿抜口ポット300は、1つの小部屋に収納される構成要素のみ示されている。

【0030】

MTB200は、上から順に一次MTB210、二次MTB220、および三次MTB2

50

30に分かれており、さらに、一次MTB210、二次MTB220、および三次MTB230は、それぞれ、互いに平行に配置された一对のボードで構成されている。

また、ピン挿抜口ポット300は、一次MTB用口ポット310と、二次および三次MTB用口ポット320からなる。一次MTB用口ポット310は、一次MTB210を構成する2枚のボードの間に配置され、一次MTB210を構成する2枚のボードについての接続ピンの挿抜を担当する。また、二次および三次MTB用口ポット320は、二次MTB220を構成する2枚のボードの間、および三次MTB230を構成する2枚のボードの間に配置され、二次MTB220を構成する2枚のボードと三次MTB230を構成する2枚のボードとの合計4枚のボードについての接続ピンの挿抜を担当する。一次MTB用口ポット310と、二次および三次MTB用口ポット320には、それぞれピン挿抜ヘッド311, 321が備えられており、それらのピン挿抜ヘッド311, 321は、縦ガイド312, 322に沿って上下に移動され、その縦ガイド312, 322が横ガイド313, 323により横方向に移動され、それらの移動により、ピン挿抜ヘッド311, 321は、それぞれ一次MTB210、二次および三次MTB220, 230の面に沿って二次元的に移動し、それらのMTB210; 220, 230への接続ピンの挿抜を行なう。

10

#### 【0031】

図6に示す自動配線接続装置には、MTB200とピン挿抜口ポット300との組が、仕切板100aで区切られ各小部屋に1組ずつ備えられている。

図7は、ピン挿抜口ポットの模式図である。この図7に示すピン挿抜口ポットは、図6に示すピン挿抜口ポット300を構成する2台の口ポット310, 320のうちの1台に相当するが、原理的な説明を行なうためにかなり模式化して示されている。

20

#### 【0032】

このピン挿抜口ポット300は、MTB200の面に隣接して配置されており、MTB200への接続ピンの挿抜を担うピン挿抜ヘッド301と、そのピン挿抜ヘッド301を図示のZ方向に移動させるときの案内となるガイド棒303と、ピン挿抜ヘッド301をそのガイド棒303に沿って移動させるためのモータ304を備えている。ピン挿抜ヘッド301には、MTB200上の、後述する位置検出マークを検出するための4分割センサを備えたセンサブロック302が固定されており、このセンサブロック302は、ピン挿抜ヘッド301の移動に伴って移動する。以下では、特に断らない限り、ピン挿抜ヘッド301にセンサブロック302の構成部分を含むものとし、それらを区別しないでピン挿抜ヘッド301で代表させることがある。

30

#### 【0033】

また、モータ304には、そのモータの回転量を測定する回転センサ305が備えられており、この回転センサ305により、ピン挿抜ヘッド301のZ方向の移動位置を知ることができる。

上記のピン挿抜ヘッド301(センサブロック302を含む)、ガイド棒303、およびモータ304(回転センサ305を含む)は、Y方向に延びるもう一本のガイド棒306に、Y方向へ自由に移動できるように支持されており、もう1台のモータ307の回転により、Y方向に移動する。このモータ307にも回転センサ308が備えられており、この回転センサ308により、ピン挿抜ヘッド301のY方向の移動位置を知ることができる。

40

#### 【0034】

また、この図7に示すピン挿抜口ポット300には、コンピュータシステム340を含む回路部350が備えられており、コンピュータシステム340は、各種プログラムを実行するCPU341、CPU341で実行されるプログラムが格納されたROM342、測定データや演算結果等が格納されるRAM343、このコンピュータシステム340以外の外部の回路との間の信号の授受を受け持つインターフェース回路344から構成されている。また、この回路部350には、さらに、コンピュータシステム340からの指令を受けてモータ304, 307を駆動するモータ駆動回路351、やはりコンピュータシ

50



ステム 340 からの指令を受けて、接続ピン挿抜のためにピン挿抜ヘッド 301 を制御するピン挿抜制御回路 352、およびセンサブロック 302 で得られた光量信号をデジタルデータに変換してコンピュータシステム 340 に受け渡す A/D 変換回路 353 が備えられており、さらに、回転センサ 305, 308 で得られたモータ 304, 307 の回転量(すなわちピン挿抜ヘッドの Z 方向、Y 方向の移動位置)をあらゆるデータをコンピュータシステム 340 に受け渡すための配線を有している。

#### 【0035】

コンピュータシステム 340 には、外部の電話番号管理システム 30 から新たな電話加入者、新たな脱退者に関する情報が送られ、コンピュータシステム 340 は、その情報に基づいて、ピン挿抜ヘッド 301 を MTB 200 上のその情報に応じた位置に移動させ、そのピン挿抜ヘッド 301 に接続ピンの挿入あるいは抜取りを行なわせる。この作業を行なうにあたっては、各種の位置誤差を補正して接続ピンを正しい差点穴に挿入し、あるいは正しい差点穴から接続ピンを抜き取る必要があり、このコンピュータシステム 340 は、後述するようにして、回転センサ 305, 308 からのデータおよびセンサブロック 302 からのデータを基に位置決め演算が行なわれ、ピン挿抜ヘッド 301 がその演算により求められた位置に移動される。

#### 【0036】

したがって、このコンピュータシステム 340 は、本発明にいう位置演算部に相当し、かつモータ駆動回路 351、A/D 変換回路 353 とともに、ガイド棒 303, 306 やモータ 304, 307 等からなるヘッド移動機構を制御する、本発明にいうヘッド移動制御部にも相当する。

図 8 は、マトリックスボード (MTB) の一構成例を示す模式図である。ここには、図 6 に示す MTB 200 との対応では、二次 MTB 220 を構成する 2 枚のボードのうちの 1 枚と三次 MTB 230 を構成する 2 枚のボードのうちの 1 枚が示されている。ここでは各 1 枚ずつのボードをそれぞれ二次 MTB ボード 220、三次 MTB ボード 230 と称する。

#### 【0037】

各 MTB ボード 220, 230 には、複数の位置検出マーク 221, 231 が等間隔に横方向 (Y 方向) に並んだ横キャリブレーショントラック (以下、キャリブレーショントラックを CT と略記することがある) 222, 232 と、その横 CT 222, 232 との間で 1 つの位置検出マーク 221a, 231a を共用し、多数の位置検出マーク 221, 231 が等間隔に縦方向に並んだ縦キャリブレーショントラック (縦 CT) 223, 233 が備えられている。

また、各 MTB 220, 230 には、差点穴 (図 2 の差点穴 12 参照) が所定のピッチで配列された複数の領域 227\_1, 227\_2, ..., 227\_5; 237\_1, 237\_2, ..., 237\_4 が存在し、それら複数の領域それぞれの四隅には一部が横 CT 222, 232 や縦 CT 223, 233 を構成する位置検出マーク 221 と兼用された位置検出マーク 221, 231 が配置されている。さらに、各 MTB ボード 220, 230 は、各 MTB ボード 220, 230 の位置座標の原点を定める位置検出マーク (原点マーク) 224, 234 を有し、さらにその原点マーク 224, 234 に隣接して、広い面積を有する、差点穴 12 のランド 13 や配線 11 (図 2 参照) の材料と同一の材料で形成されたランドマーク 225, 235 を有する。ランドマーク 225, 235 は、原点マーク 224, 234 に向かってくさび状に細くなった尖頭部 225a, 235a を有する。その尖頭部 225a, 235a と原点マーク 224, 234 は近接した位置にあり、かつそれらの間の距離は既知である。

#### 【0038】

さらに各 MTB 220, 230 は、差点穴と同様な穴に現在使用されていない接続ピン (図 8 には図示せず。図 3 参照) が差し込まれた接続ピンストック領域 226, 236 を有する。

例えば一日一回、あるいは一週間に一回等定期的に、あるいは不定期に、図 7 に示すピン

10

20

30

40

50

挿抜ロボット300に備えられたセンサブロック302により各位置検出マーク221がセンサされ、センサブロック302が各位置検出マーク221の位置に配置されたときのピン挿抜ヘッド301の移動位置データが回転センサ305, 308から読み取られ、ピン挿抜ヘッド301(図7)を所望の差点穴12a(図8)の位置に移動するときのモータ304, 307の回転量に相当する、その差点穴12aの移動位置データが求められ、モータ304, 307は、その移動位置データに基づいて、ピン挿抜ヘッド301を、その差点穴12aの位置に移動させるべく回転する。

#### 【0039】

ここで、ピン挿抜ヘッド301が現在三次用MTB230上に位置しており、その状態からそのピン挿抜ヘッド301を、二次用MTB220上の差点穴12aに移動させる際は、そのピン挿抜ヘッド301は、以下の手順を経て差点穴12aに移動する。先ず、ピン挿抜ヘッド301は、二次用MTB220のランドマーク225上に移動する(図8の矢印a)。ここで、ランドマーク225は、様々な誤差を含んでもピン挿抜ヘッド301がランドマーク225に行きつくよう、例えば5mm×5mm等かなりの広い面積を有している。

#### 【0040】

ピン挿抜ヘッド301は、ランドマーク225上に移動した後、後述するようにして、そのランドマーク225上で移動し、そのランドマーク225の尖頭部225aに行きつく(矢印b)。その尖頭部225aと原点マーク224との間の距離は短く、かつそれらの間の相対位置は既知であるため、ピン挿抜ヘッド301は、その尖頭部225aから原点マーク224に移動する。このとき、ピン挿抜ヘッド301の移動位置と原点マーク224の位置との間に多少のずれがあっても、そのピン挿抜ヘッド301に固定されたセンサブロック302で検出可能な範囲であり、その原点マーク224を確実に捉えることができる。

#### 【0041】

各位置検出マーク221は、前述のようにして定期的にはあるいは不定期にその位置が測定されており、ピン挿抜ヘッド301は、原点マーク224から所望の位置検出センサ221に移動することができる。

図8のMTB220, 230の説明にあたり、以下、代表的に、MTB220について説明する。

差点穴が配列された各領域227\_\_1, …… , 227\_\_5は、その領域の左隅の位置検出マーク221がその領域の基準点として定められており、差点穴12aに接続ピンを挿入する場合について説明すると、原点マーク224の位置にあるピン挿抜ヘッドは、一旦接続ピンを取りに行ってから(矢印c)、所望の差点穴12aを含む領域227\_\_5の基準点(位置検出マーク)221bに移動する(矢印d)。この場合、直ちにはその基準点(位置検出マーク)221bの正確な位置に到達できなかったとしてもセンサブロック302(図7参照)に備えられた4分割センサで十分センサ可能な領域であり、その基準点(位置検出マーク)221bの位置に正確に移動する。その後、ピン挿抜ヘッド301は、後述する演算に基づいて定められた差点穴12aの移動位置データにより示される位置に移動し(矢印e)。そこにある差点穴12aに接続ピンを挿入する。ピン挿抜ヘッド301が基準点221bから差点穴12aに移動するときは、補正されたデータに基づいて移動するのであって、センサブロック302に備えられた4分割センサあるいはその他のセンサで差点穴121aを検出することなく、その差点穴12aの位置に移動し、その差点穴12aに接続ピンが挿入される。

#### 【0042】

図9は、ピン挿抜ヘッドの、理想状態の動作説明図、図10は、その理想状態におけるピン挿抜ヘッド部分の拡大図である。

図7にも示すガイド棒303は、理想的にはz方向に直線的に延びモータ304(図7参照)は、ピン挿抜ヘッド301を、Z軸方向直線的に移動量の過不足なく移動させる。また、もう一本のガイド棒306は、理想的にはY方向に直線的に延び、モータ307(図

10

20

30

40

50

7参照)は、ガイド棒303を、Y軸方向に直線的に移動量の過不足なく移動させる。この場合、図に破線で示す縦横の線の交点に差点穴が配置されているものとする、図10に示すように、ピン挿抜ヘッド301は正しくその差点穴の位置に移動することになる。

#### 【0043】

図11は、ピン挿抜ヘッドの、誤差を含む場合の動作説明図、図12は、その誤差を含む状態におけるピン挿抜ヘッド部分の拡大図である。ここでは誤差が強調されて描かれている。

ピン挿抜ヘッド301は、実際には、図9、図10を参照して説明したような理想的な動きとはならず、図11に示すようにガイド棒303、306が曲がっており、また、モータ304、307(図7参照)によるピン挿抜ヘッド301、ガイド棒303の移動量にも誤差があり、図12に示すように、ピン挿抜ヘッド301を所望の差点穴の位置に移動させたときに、Y方向、Z方向それぞれに位置誤差をもつ結果となる。

#### 【0044】

図13、図14は、誤差成分を分解して示した図である。

図13に示すように、ピン挿抜ヘッド1をZ方向に延びるガイド棒303に沿って移動させたとき、ガイド棒303のY軸方向へのうねり等に起因するZ軸うねり誤差  $y$  (Z軸)、モータ304(図7参照)によるピン挿抜ヘッド301の送り量の誤差等に起因するZ軸駆動誤差  $z$  (Z軸)が発生し、これと同様に、図14に示すように、ガイド棒306に沿ってガイド棒303を移動させたとき、Y軸うねり誤差  $z$  (Y軸)およびY軸駆動誤差  $y$  (Y軸)が発生し、図12に示すY方向誤差  $y$ 、Z方向誤差  $z$  は、それぞれ

$$y = y(Y軸) + y(Z軸)$$

$$z = z(Y軸) + z(Z軸)$$

とあらわされる。

#### 【0045】

そこで、図8に示す横CT222、232、縦CT223、233に並ぶ複数の位置検出マークそれぞれをセンサブロック302に備えられた4分割センサで検出して、それらの位置検出マークの各位置を図7に示すモータ304、307に取りつけられた回転センサ305、308により測定し、その測定結果に基づく補正(これをここでは「CT補正」と名づける)を行なう。位置検出マークの位置の測定にあたっては、まずは、設計値あるいは前回は測定した位置データに基づいて検出しようとする位置検出マークの位置にピン挿抜ヘッド301を移動し、センサヘッド302の4分割センサによりその位置検出マークの正確な位置にそのピン挿抜ヘッド301を移動し、そのときの回転センサ305、308の回転検出値を読み取る。これを各位置検出マークについて繰り返す。

#### 【0046】

図15は、理想状態のMTB上の、差点穴が配列された1つの領域を示す模式図、図16は、現実状態のMTB上の、図15と同一の領域の模式図である。

領域227の四隅には位置検出マーク221が1つずつ配置されており、理想的にはそれら4つの位置検出マーク221は正方形もしくは長方形の各角の位置に配置されており、差点穴は、図15に縦横に引いた線分の交点に位置している。

#### 【0047】

ところが実際には、図16に示すように、MTBの伸縮等により多少変形した形状となり、差点穴12aも理想上の設計位置12a'から外れた点に位置することになる。この誤差は、この領域227を取り巻く4つの位置検出マーク221の位置測定結果に基づいて補正される。ここでは、この補正を、「4点補正」と称する。

#### 【0048】

尚、図11～図14を参照して説明した誤差は主にピン挿抜ロボットに起因し、図15、図16を参照して説明した誤差は主にMTBに起因する旨説明したが、実際には、いずれの誤差も双方の種々の誤差要因が重なり合っている。

以下、ランドマークを用いた原点マークの検出方法について説明し、次いで4点補正、

10

20

30

40

50

CT補正について説明する。

【0049】

図17は、ランドマークと原点マークを示した図、図18は、4分割センサで得られた信号の処理回路を示した回路ブロック図である。尚、図7に示すピン挿抜口ポット300では、センサブロック302に備えられた4分割センサで得られた信号はA/D変換回路353でデジタルデータに変換されてコンピュータシステム340に取り込まれ、そのコンピュータシステム340内で演算が行なわれる旨説明したが、ここには解り易さのため、4分割センサからの信号を処理するハードウェアの信号処理回路が示されている。

【0050】

ここでは、先ず図18に示す、4分割センサの信号処理回路について説明する。

4分割センサ20を構成する4つのセンサ領域21, 22, 23, 24で得られた各受光光量をあらわす信号は、各プリアンプ401, 402, 403, 404を經由し、4つの加算回路405, 406, 407, 408に入力される。4分割センサ21を構成する4つのセンサ領域21, 22, 23, 24で得られた各受光光量をそれぞれ $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ,  $V_d$ としたとき、各加算回路405, 406, 407, 408では、それぞれ、 $V_a + V_d$ ,  $V_a + V_b$ ,  $V_b + V_c$ ,  $V_c + V_d$ が求められる。それら4つの加算値のうち、2つの加算回路406, 408で得られた2つの加算値 $V_a + V_b$ ,  $V_c + V_d$ は、コンパレータ411に入力され、4分割センサ20を構成する2つのセンサ領域21, 22, 23, 24を、2つのセンサ領域21, 22の組と2つのセンサ領域23, 24の組に分けたときの光量バランス(上下の光量バランス)が求められる。ただし、加算値 $V_a + V_b$ は、加算回路409に一旦入力されて、スイッチング素子410を經由して入力されるバイアスが加算された後コンパレータ411に入力される。もう一方の加算値 $V_c + V_d$ は直接にコンパレータ411に入力される。バイアスおよびスイッチング素子407の作用については後述する。一方、上記の4つの加算値のうち別の2つの加算回路405, 407で得られた2つの加算値 $V_a + V_d$ ,  $V_b + V_c$ はコンパレータ412に入力され、4分割センサ20を構成する4つのセンサ領域21, 22, 23, 24を、2つのセンサ領域21, 24の組と2つのセンサ領域22, 23の組に分けたときの光量バランス(左右の光量バランス)が求められる。2つのコンパレータ411, 412の出力は、モータ駆動回路351に入力され、図7に示す2つのモータ304, 307が駆動され、ピン挿抜ヘッド301が移動される。

【0051】

ここで、図18に示す切替信号は、上下あるいは左右の光量バランスがくずれた時、光量の少ない側のセンサ領域を先頭とする方向に4分割センサ(ピン挿抜ヘッド)を移動させるか、光量の多い側のセンサ領域を先頭とする方向に4分割センサ(ピン挿抜ヘッド)を移動させるかを切り替えるものである。通常は、4分割センサを、光量が少ない側のセンサ領域を先頭とする方向に移動させるようモータ駆動回路が働き、この時は、スイッチング素子410はオフ状態となり、加算回路409にバイアスは入力されず、加算回路406の出力である $V_a + V_b$ がそのままコンパレータ411に入力される。これに対し、4分割センサ20が図17に示すランドマーク225上に移動してきたときは、切替信号が切り替えられて、モータ駆動回路351は、4分割センサを、光量が多い側のセンサ領域を先頭とする方向に移動させ、かつ、スイッチング素子410がオンとなって加算回路409にバイアスが入力され、加算回路406で得られた $V_a + V_b$ の信号は、より明るい光を受光したことをあらわす、( $V_a + V_b + \text{バイアス}$ )に変更されてコンパレータ411に入力される。したがってこのときは、4分割センサ20を構成する4つのセンサ領域21, 22, 23, 24のいずれにも同一光量の光が入射したとき、この4分割センサ(ピン挿抜ヘッド)は、2つのセンサ領域21, 22を先頭とする、図18における下方向に移動することになる。

【0052】

図17に戻って原点マークの検出方法について説明する。

図8において矢印aで示すようにしてピン挿抜ヘッド301(図7参照)がランドマーク

10

20

30

40

50

225上に移動される。このランドマーク225は、配線11や、差点穴12のランド13(図2参照)と同じ材質のものであって、配線11や、差点穴12のランド13などと同時に形成される。また、このランドマーク225は、図17に示すように例えば5mm×5mm等、設計上の中心点Oを中心に広がる広い面積を有しており、ピン挿抜ヘッド301の動きに大きな誤差が含まれていても、そのランドマーク225上のいずれかの点に移動する。ここでは点Aに移動したものとする。

#### 【0053】

このとき、図18に示す切替信号により、モータ駆動回路351が、4分割センサ20を構成する4つのセンサ領域22, 23, 24のうち明るい光を受光したセンサ領域を先頭とする方向にピン挿抜ヘッドを移動するモードに切り替えられ、かつ、図18に示す4分割センサ領域20のうち下側の2つのセンサ領域21, 22での受光信号 $V_a$ ,  $V_b$ の加算値 $V_a + V_b$ にバイアスが加算される。

10

#### 【0054】

ランドマーク225は、全面が高反射率であってかつ一様であるため、4分割センサ領域20の4つのセンサ領域21, 22, 23, 24にはほとんど等しい光量の光が入射し、バイアスの作用により、4分割センサは点Aから下に向かって進み、ランドマーク225の下側の斜めの境界線に達すると今度はその境界線に沿って進み、そのランドマーク225の尖頭部225a(点B)に移動する。原点マーク224は、ランドマーク225の尖頭部225aの近傍に配置されており、かつそれらの間の位置関係は既知であるため、4分割センサ領域20は、今度は、それらの間の位置関係をあらかじめデータに基づいて、点C(原点マーク224)に移動される。このとき、図18に示す回路において切替信号が切り替えられ、モータ駆動回路351は、4分割センサ領域20を構成する4つのセンサ領域21, 22, 23, 24のうち受光光量の少ない側を先頭とする方向に移動するモードとなり、かつ、バイアスは遮断される。すると、尖頭部225aから原点マーク224に移ったとき、何らかの誤差要因により正確には原点マーク224の位置に移動しなかった場合であっても、自動的な位置修正が行なわれ、原点マーク224の正確な位置が検出される。

20

#### 【0055】

以下、位置ずれ補正(CT補正および4点補正)について説明する。

図19は、CT補正および4点補正の概念図である。

30

CT補正は、横CT222および縦CT223に並ぶ位置検出マークの、設計値からのずれ量(これを「CT補正值」と称する)に基づく補正であり、4点補正は差点穴の集合からなる領域の4隅に設けられた位置検出マーク(ここではA, B, C, Dで示す)の設計値からのずれ量(これを「基準穴オフセット値」と称する)に基づく補正である。この図19には、CT補正や4点補正を行なうべき誤差要因の全てがMTBにあるかのように描かれているが、実際には、MTBとピン挿抜ロボット2の双方に誤差要因が存在する。

#### 【0056】

以下、補正の手順に沿って説明する。

先ず前述したように位置検出マークの位置を、図7に示すモータ304, 307の回転量を検出する回転センサ305, 308で測定する。この測定は、前述したように、定期的いし不定期に時々行なわれる。

40

(CT補正值の取得)

各MTB上にあるCT(キャリブレーショントラック)を構成する複数の位置検出マークの位置を測定し、Y軸, Z軸のもつうねり、送りの誤差(図13, 図14参照)やMTBの取付誤差等に起因する位置検出マークの設計値からの位置ずれ量を計測し、CT補正值とする。

#### 【0057】

横CT補正值:

横CT上のi番目の位置検出マークの設計値を( $hCT_i Y$ ,  $hCT_i Z$ )、その位置検出マークの測定値を( $r hCT_i Y$ ,  $r hCT_i Z$ )としたとき、

50

$$\begin{aligned}
 & Y=hCTiY\text{での補正值}(\Delta hCTiY, \Delta hCTiZ)\text{は、} \\
 & (\Delta hCTiY, \Delta hCTiZ) \\
 & = (rhCTiY-hCTiY, rhCTiZ-hCTiZ)
 \end{aligned}$$

で求められる。

【0058】

縦CT補正值：

縦CT上のi番目の位置検出マークの設計値を $(vCTiY, vCTiZ)$ 、その位置検出マークの測定値を $(rvCTiY, rvCTiZ)$ としたとき、

$$\begin{aligned}
 & z=vCTiZ\text{での補正值}(\Delta vCTiY, \Delta vCTiZ)\text{は、} \\
 & (\Delta vCTiY, \Delta vCTiZ) \\
 & = (rvCTiY-vCTiY, rvCTiZ-vCTiZ)
 \end{aligned}$$

10

で求められる。

【0059】

(オフセット値の取得)

横CT, 縦CTを構成する位置検出マーク以外の位置検出マークの、設計値と測定値とのずれ量を、ここでは基準穴オフセット値と称しており、代表的に、位置検出マークWの設計値を $(WY, WZ)$ 、測定値を $(rWY, rWZ)$ としたとき、基準穴オフセット値 $(WY, WZ)$ は、

$$(WY, WZ) = (rWY - WY, rWZ - WZ)$$

で求められる。

【0060】

次に、上記のようにして求めた補正值を用いたCT補正および4点補正について説明する。

ここでは、設計値に対し(1)4点補正、(2)CT補正の順に修正を加える。

(基準穴オフセット値の変換)

MTB上の差点穴の集合からなる領域を取り巻く4点の基準穴オフセット値 $(WY, WZ)$ を用いて4点補正を行なう場合、この4点補正に引き続いて行なわれるCT補正との間で重複補正となってしまう成分が存在し、ここではその重複成分を差し引いた上で4点補正を行なう。そのため、ここでは、基準穴オフセット値からCT補正值が差し引かれる。

20

30

【0061】

図20は、4点補正、CT補正に関連する位置検出マークの配置関係を示した図である。ここでは、この図20に示す領域227に含まれる差点穴M(点M)に図示しない接続ピンを差し込もうとしているものとする。

この領域227を取り巻く4隅の位置検出マークを、図示のように、点A, B, C, Dと称し、横CT222および縦CT223上の位置検出マークのうち、図示の位置関係にある位置検出マークを、その位置検出マークの近傍に付した符号を用いて、それぞれ点E, F, G, H, P, Q, R, S, Lと称する。各位置検出マークの設計値と測定値との差(CT補正值あるいは基準穴オフセット値)を、と、そのずれの方向Y, Zを付して示す。例えば、点Aの基準穴オフセット値は $(AY, AZ)$ であり、点EのCT補正值は $(EY, EZ)$ である。

40

【0062】

ここで、4点補正を行なうための基礎データとして基準穴オフセット値からCT補正值分を差し引いた「基準穴オフセット補正值」が求められる。この基準穴オフセット補正值は、点A, B, C, Dに対応して、それぞれ $(dAY, dAZ)$ 、 $(dBY, dBZ)$ 、 $(dCY, dCZ)$ 、 $(dDY, dDZ)$ であらわされる。

50

## 【 0 0 6 3 】

$$\begin{aligned}
 d A Y &= A Y - P Y - R Y + L Y \\
 d A Z &= A Z - P Z - R Z + L Z \\
 d B Y &= B Y - Q Y - R Y + L Y \\
 d B Z &= B Z - Q Z - R Z + L Z \\
 d C Y &= C Y - Q Y - S Y + L Y \\
 d C Z &= C Z - Q Z - S Z + L Z \\
 d D Y &= D Y - P Y - S Y + L Y \\
 d D Z &= D Z - P Z - S Z + L Z \quad \dots\dots ( 1 )
 \end{aligned}$$

( 4 点補正)

10

上式 ( 1 ) で求めた基準穴オフセット補正值 (  $d A Y$  ,  $d A Z$  )、(  $d B Y$  ,  $d B Z$  )、(  $d C Y$  ,  $d C Z$  )、(  $d D Y$  ,  $d D Z$  ) を用いて、以下のようにして 4 点補正が行なわれる。

## 【 0 0 6 4 】

ここでは、表 1 のように定義する。但し、距離の単位は  $m m$  である。

## 【 0 0 6 5 】

## 【 表 1 】

領域 2 2 7 の原点	点 A
点 A と点 B との間の設計距離	AB
点 A と点 D との間の設計距離	AD
点 M の差点穴としての番号	$m y$ , $m z$
点 A ( 原点 ) と差点穴 ( 1 , 1 ) との間の距離	$\Delta y$ , $\Delta z$
点 M の設計位置	( $M Y$ , $M Z$ )
4 点補正後の点 M の位置	( $M Y'$ , $M Z'$ )

20

30

## 【 0 0 6 6 】

点 M の設計値  $M Y$  ,  $M Z$  は、

$$M Y = y + 1.6 \times m Y$$

$$M Z = z + 1.6 \times m z$$

であらわされる。ここで数値 1.6 は隣接する差点穴どうしの間隔 ( 1.6  $m m$  ( 図 2 参照 ) ) をあらわしている。

## 【 0 0 6 7 】

$$\begin{aligned}
 MY' &= dAY && : \text{(基準穴のズレ成分)} \\
 &+ (AD+dDY-dAY) \times (MY/AD) && : \text{(伸縮成分)} \\
 &+ (dBY-dAY) \times (MZ/AB) && : \text{(傾き成分)} \\
 &+ (dAY-dBY+dCY-dDY) \\
 &\quad \times (MY/AD) \times (MZ/AB) && : \text{(台形成分)} \\
 MZ' &= dAZ && : \text{(基準穴のズレ成分)} \\
 &+ (AB+dBZ-dAZ) \times (MZ/AB) && : \text{(伸縮成分)} \\
 &+ (dDZ-dAZ) \times (MY/AD) && : \text{(傾き成分)} \\
 &+ (dAZ-dBZ+dCZ-dDZ) \\
 &\quad \times (MY/AD) \times (MZ/AB) && : \text{(台形成分)}
 \end{aligned}$$

10

ここで、図 2 1 に、 $MY'$  の台形成分について示しておく。この図 2 1 に示すような領域 2 2 7 の台形的な変形が点 M の位置ずれに及ぼす程度をあらわしたものが、上記の台形成分である。台形成分以外の伸縮成分、傾き成分も同様な考え方に基づく。

【 0 0 6 8 】

(CT 補正)

20

上記のようにして求めた 4 点補正後の点 M の位置データ ( $MY'$ ,  $MZ'$ ) を、CT 補正值を用いてさらに修正する。

ここでは、以下の式に基づいて、計算に用いられる、CT 上の位置検出センサの番号 (図 2 0 に示す例では点 E と点 G) を求める。

【 0 0 6 9 】

$$nh = \text{INT} (MY' - hCT1Y) / 9.6$$

$$nv = \text{INT} (MZ' - vCT1Z) / 9.6$$

ここで、9.6 は CT 上の隣接する位置検出マークどうしの間隔 (9.6 mm)、 $\text{INT}(\dots)$  は小数点以下を切り捨てることを意味する関数である。

次に、以下のようにして点 M の補正值を比例配分で求める。

30

【 0 0 7 0 】

$$\Delta hCTY = \Delta hCTiY + (MY' - hCTiY) / 9.6$$

$$\times (\Delta hCT(i+1)Y - \Delta hCTiY)$$

$$\Delta hCTZ = \Delta hCTiZ + (MZ' - hCTiY) / 9.6$$

$$\times (\Delta hCT(i+1)Z - \Delta hCTiZ)$$

$$\Delta vCTY = \Delta vCTiY + (MZ' - vCTiZ) / 9.6$$

$$\times (\Delta vCT(i+1)Y - \Delta vCTiY)$$

$$\Delta vCTZ = \Delta vCTiZ + (MZ' - vCTiZ) / 9.6$$

$$\times (\Delta vCT(i+1)Z - \Delta vCTiZ)$$

40

図 2 2 に、上記 4 つの式のうち、 $hCTY$  に関しその演算方法を図解しておく。

【 0 0 7 1 】

次に点 M の最終補正後の移動位置データ ( $MY''$ ,  $MZ''$ )、すなわち、ピン挿抜ヘッドをその移動位置データによりあらわされる座標点に移動させたときに点 M の差穴がそこに存在していることあらわす移動位置データが求められる。

$$MY'' = MY' + hCTY + vCTY - LY + hY$$

$$MZ'' = MZ' + hCTZ + vCTZ - LZ + hZ$$

50



ここで、( L Y , L Z ) は、図 20 に示す、横 C T 2 2 2 と縦 2 2 3 との交点に位置する位置検出マーク L の C T 補正值であり、( h Y , h z ) は、図 7 に示すセンサブロック 3 0 2 とピン挿抜ヘッド 3 0 1 との間の実行的なオフセット値である。

【 0 0 7 2 】

図 20 に示す点 M の差点穴に接続ピンを差し込むにあたり、点 A を原点とし、移動位置データ ( M Y " , M Z " ) があらず位置にピン挿抜ヘッド 3 0 1 ( 図 7 参照 ) を移動させることにより、ピン挿抜ヘッドをその差点穴の位置に高精度に移動させることができる。次に、具体的なデータを示しておく。各点の符号 A , B , …… は、図 20 に付した符号による。

【 0 0 7 3 】

【表 2】

	設計座標	測定値	CT補正值	基準穴 オフセット 値	基準穴 オフセット 補正值
基準点A	30, 30	35, 33	-	5, 3	-1, 0
点B	30, 100	43, 110	-	13, 10	0, 0
点C	100, 100	120, 110	-	10, 10	0, 0
点D	100, 30	116, 33	-	16, 3	3, 0
点P	0, 30	3, 33	3, 3	-	-
点E	0, 65	6.5, 71.5	6.5, 6.5	-	-
点F	0, 74.6	7.5, 82.1	7.5, 7.5	-	-
点Q	0, 100	10, 110	10, 10	-	-
点L	0, 150	15, 165	15, 15	-	-
点R	30, 150	48, 165	18, 15	-	-
点G	65, 150	86.5, 165	21.5, 15	-	-
点H	74.6, 150	97.1, 165	22.5, 15	-	-
点S	100, 150	125, 165	25, 15	-	-
点M	40, 40	-	-	-	-

但し、点Mについては基準点Aからの相対的な座標値、その他の各点については、

ロボット座標値 (例えば図8に示す原点224を基準とした座標値) をあらわしている。

【 0 0 7 4 】

まず、ピン挿抜ヘッドを、図 20 に示す原点 A に、その基準点 A の測定値 ( 3 5 , 3 3 ) を参照して、その測定値 ( 3 5 , 3 3 ) の位置に移動し、そこから 4 分割センサによる原点 A の検出を開始し、ピン挿抜ヘッドを原点 A に正しく配置する。

10

20

30

40

50

接続ピンを差し込もうとする差点穴（点M）の設計値（MY，MZ）は  
 （MY，MZ）＝（40，40）  
 であり、これを先ず4点補正により修正する。

【0075】

$$\begin{aligned}
 MY' &= dAY \\
 &+ (AD + dDY - dAY) \times (MY / AD) \\
 &+ (dBY - dAY) \times (MZ / AB) \\
 &+ (dAY - dBY + dCY - dDY) \\
 &\quad \times (MY / AD) \times (MZ / AB) \\
 &= -1 + (70 + 3 + 1) \times 40 / 70 + 1 \times 40 / 70 \\
 &\quad + (-1 - 3) \times 40 \times 40 / 70 / 70 \\
 &= -1 + 42.28 + 0.57 - 1.31 \\
 &= 40.54
 \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}
 MZ' &= dAZ \\
 &+ (AB + dBZ - dAZ) \times (MZ / AD) \\
 &+ (dDZ - dAZ) \times (MY / AD) \\
 &+ (dAZ - dBZ + dCZ - dDZ) \\
 &\quad \times (MY / AD) \times (MZ / AB) \\
 &= 40.0
 \end{aligned}$$

20

今度は、上記の4点補正により求められた修正値（MY'，MZ'）をCT補正によりさらに修正する。

【0076】

$$\begin{aligned}\Delta hMY &= \Delta hGY + (MY' - GY) / \\ &\quad CT穴ピッチ \times (\Delta hHY - \Delta hGY) \\ &= 21.5 + (40.54 - 35) / \\ &\quad 9.6 \times (22.5 - 21.5) \\ &= 22.08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta hMZ &= \Delta hGZ + (MY' - hGY) / \\ &\quad CT穴ピッチ \times (\Delta hHZ - \Delta hGZ)\end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned}\Delta vMY &= \Delta vEY + (MZ' - vEZ) / \\ &\quad CT穴ピッチ \times (\Delta vFY - \Delta vEY) \\ &= 6.5 + (40 - 35) / 9.6 \times (7.5 - 6.5) \\ &= 7.02\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta vMZ &= \Delta vEZ + (MZ' - vEZ) / \\ &\quad CT穴ピッチ \times (\Delta vFZ - \Delta vEZ)\end{aligned}$$

20

点Mの再補正值 (MY'', MZ'') を求める。

【0077】

$$\begin{aligned}MY'' &= MY' + \Delta hMY + \Delta vMY - \Delta LY \\ &= 40.54 + 22.08 + 7.02 - 15 = 54.64\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}MZ'' &= MZ' + \Delta hMZ + \Delta vMZ - \Delta LZ \\ &= 40 + 15 + 7.02 - 15 = 47.02\end{aligned}$$

30

基準点Aの補正值 (5, 3) を差し引き、相対移動量を求める。

【0078】

$$\begin{aligned}\text{相対移動量} & (54.64, 47.02) - (5, 3) \\ &= (49.64, 44.02)\end{aligned}$$

基準点Aの位置にあるピン挿抜ヘッドがその相対移動量だけ移動され、その点に存在する差点穴に接続ピンを挿入する。

尚、ここでは、4点補正を先に行なったが、CT補正の方を先に行なってもよい。また、4点補正とCT補正とでは補正しようとする誤差の要因が多少異なっており、一方の誤差の補正のみで足りる時は、4点補正のみ、あるいはCT補正のみを行なってもよい。

40

【0079】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、設置後にも必要に応じて位置補正をやり直すことができ、かつマトリックスボードの差点穴の集積程度にも悪影響を与えることの少ない、高精度に位置決めされ接続ピンの確実な挿抜を行なうことのできる自動配線接続装置が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図1】自動配線接続装置の作用説明図である。

50

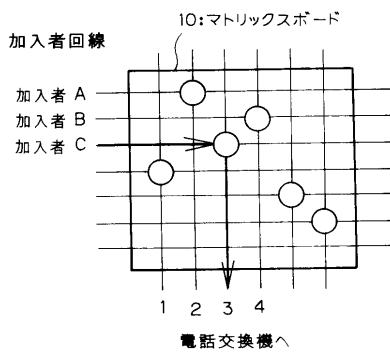
- 【図 2】マトリックスボード上の、配線と差点穴の一部を示す模式図である。
- 【図 3】差点穴に差し込まれた状態の接続ピンの断面図である。
- 【図 4】4 分割センサの模式図である。
- 【図 5】差点穴の穿設位置誤差の模式図である。
- 【図 6】本発明の自動配線接続装置の一実施形態の分解斜視図である。
- 【図 7】ピン挿抜口ボットの模式図である。
- 【図 8】マトリックスボード (MTB) の一構成例を示す模式図である。
- 【図 9】ピン挿抜ヘッドの、理想状態の動作説明図である。
- 【図 10】理想状態におけるピン挿抜ヘッド部分の拡大図である。
- 【図 11】ピン挿抜ヘッドの、誤差を含む場合の動作説明図である。 10
- 【図 12】その誤差を含む状態におけるピン挿抜ヘッド部分の拡大図である。
- 【図 13】誤差成分を分解して示した図である。
- 【図 14】誤差成分を分解して示した図である。
- 【図 15】理想状態の MTB 上の、差点穴が配列された 1 つの領域を示す模式図である。
- 【図 16】現実状態の MTB 上の、図 15 と同一の領域の模式図である。
- 【図 17】ランドマークと原点マークを示した図である。
- 【図 18】4 分割センサで得られた信号の処理回路を示した回路ブロック図である。
- 【図 19】CT 補正および 4 点補正の概念図である。
- 【図 20】4 点補正、CT 補正に関連する位置検出マークの配置関係を示した図である。
- 【図 21】台形成分の説明図である。 20
- 【図 22】補正値を求める演算方法の説明図である。
- 【符号の説明】
- 10 マトリックスボード
- 11 配線
- 12 差点穴
- 13 ランド
- 14 続ピン
- 20 4 分割センサ
- 21, 22, 23, 24 領域
- 100 筐体 30
- 100a 仕切板
- 110 電話線
- 200 マトリックスボード
- 210 一次 MTB
- 220 二次 MTB
- 221, 231 位置検出マーク
- 222, 232 横キャリブレーショントラック (横 CT)
- 223, 233 縦キャリブレーショントラック (縦 CT)
- 224, 234 位置検出マーク (原点マーク)
- 225, 235 ランドマーク 40
- 225a, 235a 尖頭部
- 226, 236 接続ピンストック領域
- 227\_1, ..., 227\_5, 237\_1, ..., 237\_4 領域
- 230 三次 MTB
- 300 ピン挿抜口ボット
- 301 ピン挿抜ヘッド
- 302 センサブロック
- 303 ガイド棒
- 304 モータ
- 305 回転センサ 50

- 3 0 6 ガイド棒
- 3 0 7 モータ
- 3 0 8 回転センサ
- 3 1 0 一次MTB用口ポット
- 3 1 1 ピン挿抜ヘッド
- 3 1 2 縦ガイド
- 3 1 3 横ガイド
- 3 2 0 二次および三次MTB用口ポット
- 3 2 1 ピン挿抜ヘッド
- 3 2 2 縦ガイド
- 3 2 3 横ガイド
- 3 4 0 コンピュータシステム
- 3 4 1 CPU
- 3 4 2 ROM
- 3 4 3 RAM
- 3 4 4 インターフェース回路
- 3 5 0 回路部
- 3 5 1 モータ駆動回路
- 3 5 2 ピン挿抜制御回路
- 3 5 3 A/D変換回路
- 4 0 1 , 4 0 2 , 4 0 3 , 4 0 4 プリアンプ
- 4 0 5 , 4 0 6 , 4 0 7 , 4 0 8 , 4 0 9 加算回路
- 4 1 0 スイッチング素子
- 4 1 1 , 4 1 2 コンパレータ

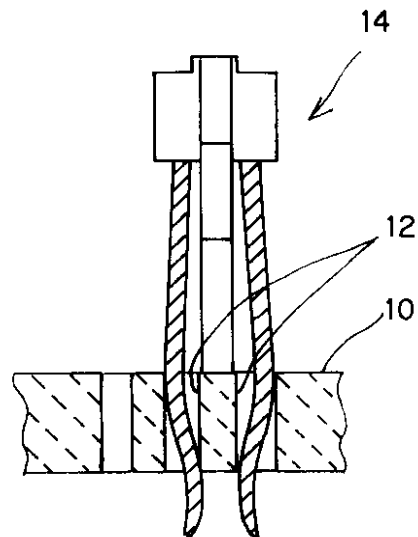
10

20

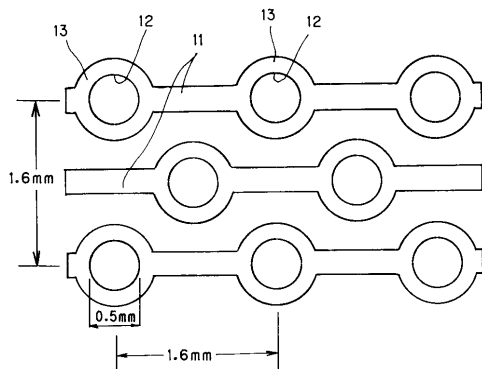
【図1】



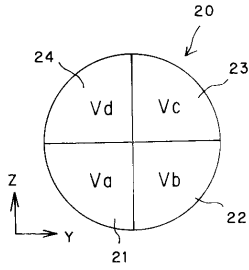
【図3】



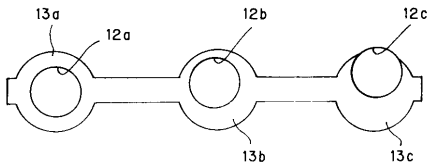
【図2】



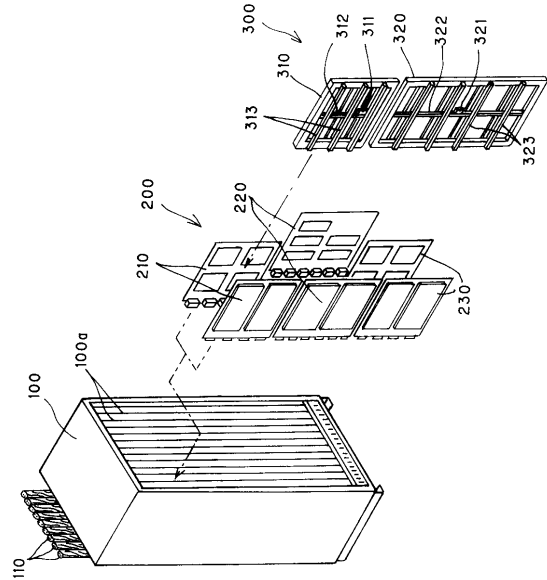
【 図 4 】



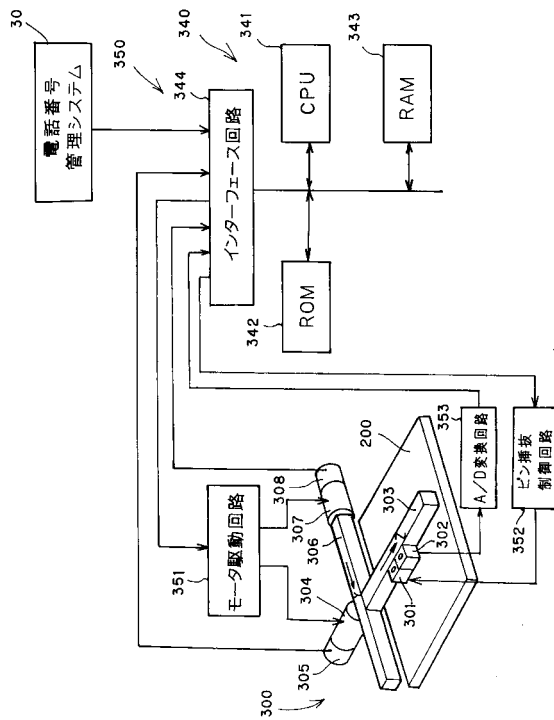
【 図 5 】



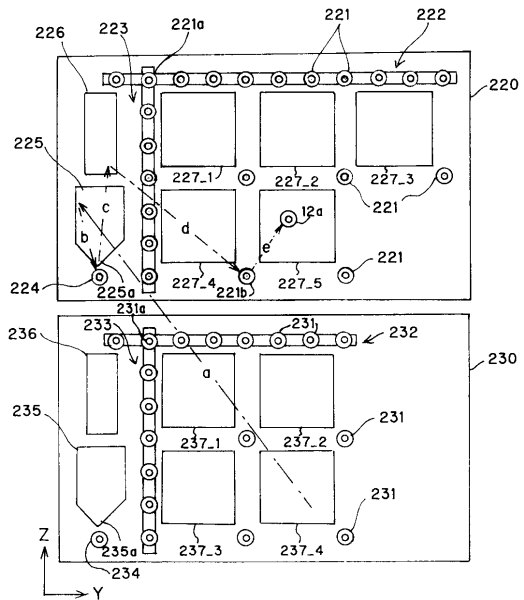
【 図 6 】



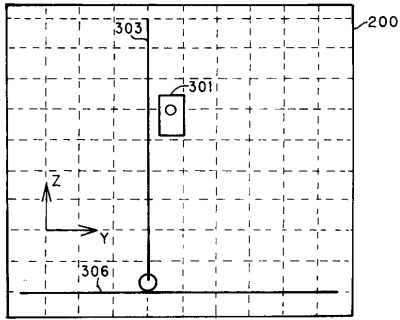
【 図 7 】



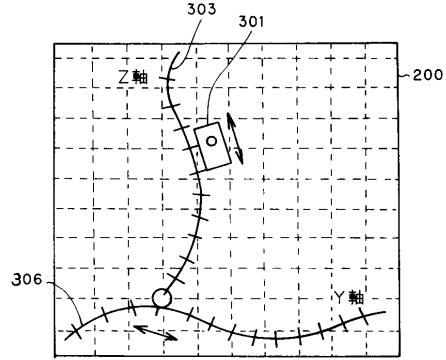
【 図 8 】



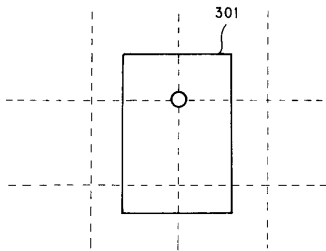
【 図 9 】



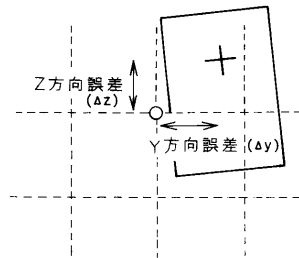
【 図 1 1 】



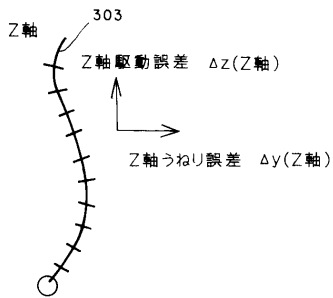
【 図 1 0 】



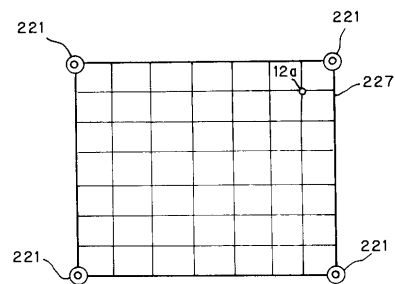
【 図 1 2 】



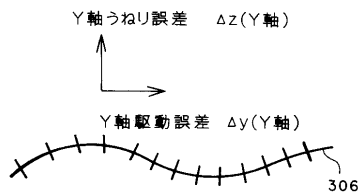
【 図 1 3 】



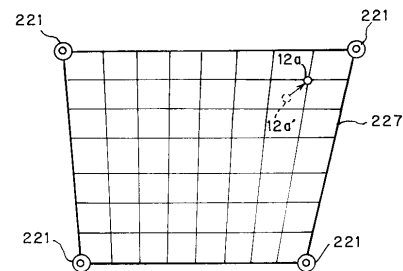
【 図 1 5 】



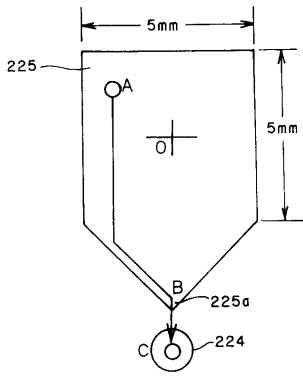
【 図 1 4 】



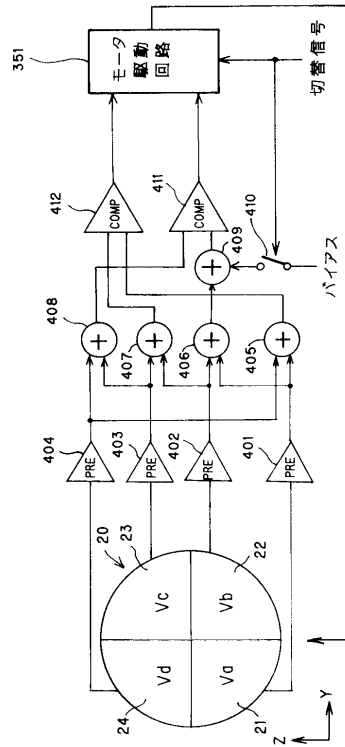
【 図 1 6 】



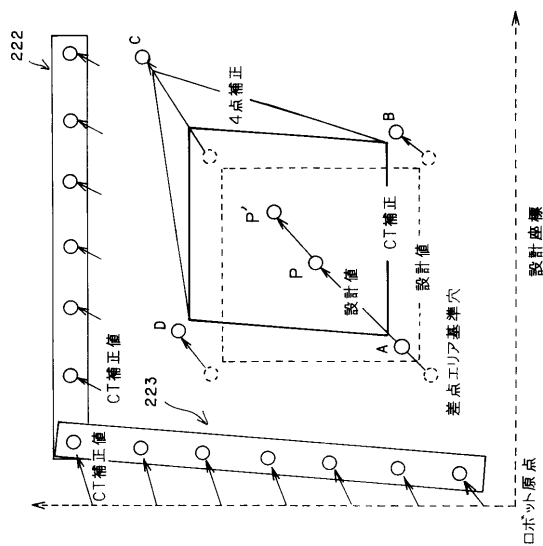
【図17】



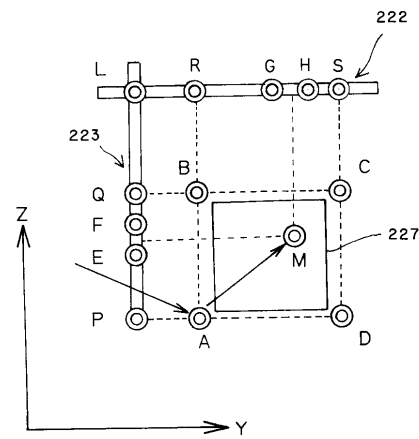
【図18】



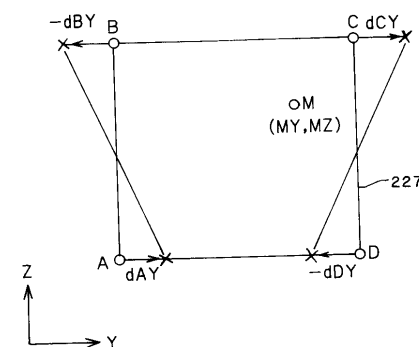
【図19】



【図20】

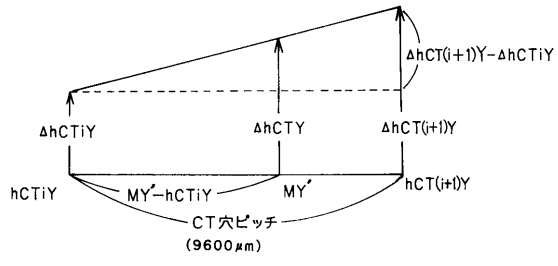


【図21】





【 図 2 2 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 丸山 次人

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 小林 勝広

(56)参考文献 特開平1 - 260994 (JP, A)

特開平9 - 139961 (JP, A)

特開平3 - 43172 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

H04Q1/00-1/16