

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-295709

(P2009-295709A)

(43) 公開日 平成21年12月17日(2009.12.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05K 13/04 (2006.01)</b>	H05K 13/04 M	5E313
<b>H05K 13/08 (2006.01)</b>	H05K 13/08 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-146509 (P2008-146509)  
 (22) 出願日 平成20年6月4日 (2008.6.4)

(71) 出願人 000010076  
 ヤマハ発動機株式会社  
 静岡県磐田市新貝2500番地  
 (74) 代理人 100105935  
 弁理士 振角 正一  
 (74) 代理人 100105980  
 弁理士 梁瀬 右司  
 (72) 発明者 山田 一亮  
 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発  
 動機株式会社内  
 Fターム(参考) 5E313 AA03 AA11 AA15 DD02 DD12  
 DD31 EE01 EE02 EE03 EE24  
 EE25 FF28 FF32 FG10

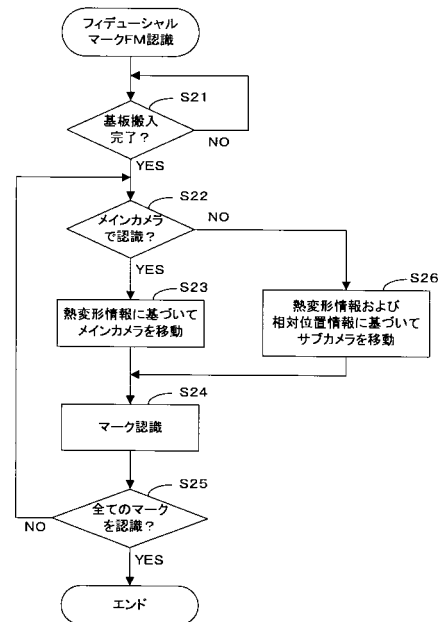
(54) 【発明の名称】 マーク認識システム、マーク認識方法および表面実装機

(57) 【要約】

【課題】複数設けられた較正用マークBM1~BM3の認識動作を効率的に実行して、各カメラ91、92について良好な基板上マークFM1、FM2認識動作を実行可能とする。

【解決手段】ユニット6に設けられた複数のカメラのうちの一のカメラ91を、各較正用マークBM1~BM3の認識可能位置に移動させて、複数の較正用マークBM1~BM3を認識する。この較正用マーク認識結果を用いて駆動機構7の熱変形に関する熱変形情報を求める。熱変形情報に基づきユニット6の駆動を較正することによって基台11上の基板3に付された基板上マークFM1、FM2を認識可能な位置に一のカメラ91を移動させて基板上マークFM1、FM2を認識する。複数のカメラの相対位置情報と熱変形情報とに基づき駆動機構7の駆動を較正することによって基板上マークFM1、FM2を認識可能な位置に一のカメラ以外のカメラ92を移動させて基板上マークFM1、FM2を認識する。

【選択図】 図6



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の校正用マークを有する基台と、  
 前記基台の鉛直方向上側で複数のカメラを保持するユニットと、  
 前記鉛直方向に直交する方向に前記ユニットを駆動する駆動機構と、  
 前記駆動機構による前記ユニットの駆動を制御して前記複数のカメラの相対位置関係を保持したまま前記カメラを移動させる制御手段と、  
 前記複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報を記憶する記憶手段と  
 を備え、

前記制御手段は、前記複数のカメラのうちの一のカメラを前記各校正用マークの認識可能位置に移動させることで得られる前記複数の校正用マークの認識結果を用いて前記駆動機構の熱変形に関する熱変形情報を求め、

前記熱変形情報に基づき前記ユニットの駆動を校正することによって前記基台上の基板に付された基板上マークを認識可能な位置に前記一のカメラを移動させて前記基板上マークを認識し、

前記相対位置情報と前記熱変形情報とに基づき前記ユニットの駆動を校正することによって前記基板上マークを認識可能な位置に前記一のカメラ以外のカメラを移動させて前記基板上マークを認識することを特徴とするマーク認識システム。

## 【請求項 2】

前記駆動機構は、前記鉛直方向に直交する第 1 軸方向に前記ユニットを駆動する第 1 軸駆動部と、前記鉛直方向および前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に前記第 1 軸駆動部を駆動する第 2 軸駆動部とで構成された請求項 1 記載のマーク認識システム。

## 【請求項 3】

前記第 1 軸駆動部は、前記第 1 軸方向に延びる第 1 ねじ軸と、前記第 1 ねじ軸に螺合するとともに前記ユニットに取り付けられたナットとを有し、前記第 2 軸駆動部は、前記第 2 軸方向に伸びる第 2 ねじ軸と、前記第 2 ねじ軸に螺合するとともに前記第 1 軸駆動部に取り付けられたナットとを有する請求項 2 記載のマーク認識システム。

## 【請求項 4】

前記複数の校正用マークのうち少なくとも 2 つの校正用マークそれぞれの位置は、前記第 1 軸方向と前記第 2 軸方向のいずれにおいても互いに異なる請求項 2 または 3 に記載のマーク認識システム。

## 【請求項 5】

3 個以上の前記校正用マークが設けられている請求項 2 ないし 4 のいずれか一項に記載のマーク認識システム。

## 【請求項 6】

前記基板上マークはフィデュシャルマークである請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載のマーク認識システム。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載のマーク認識システムを備えた表面実装機であって、前記基台上に搬送された前記基板に対して部品を実装することを特徴とする表面実装機。

## 【請求項 8】

基台の鉛直方向上側で複数のカメラを保持するユニットを駆動機構により前記鉛直方向に直交する方向に駆動することで、前記基板に付された基板上マークを認識可能な位置に前記複数のカメラの相対位置関係を保持したまま前記カメラを移動させて、前記基板上マークを前記カメラにより認識するマーク認識方法であって、

前記複数のカメラのうちの一のカメラを、前記基台に設けられた複数の校正用マークそれぞれの認識可能位置に移動させることで得られる前記複数の校正用マークの認識結果を用いて前記駆動機構の熱変形に関する熱変形情報を求め、

前記熱変形情報に基づき前記ユニットの駆動を校正することによって前記基台上の基板

10

20

30

40

50

に付された基板上マークを認識可能な位置に前記一のカメラを移動させて前記基板上マークを認識し、

前記複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報と前記熱変形情報とに基づき前記ユニットの駆動を校正することによって前記基板上マークを認識可能な位置に前記一のカメラ以外のカメラを移動させて前記基板上マークを認識することを特徴とするマーク認識方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、カメラを用いてマーク認識を行なうマーク認識システム、マーク認識方法、および当該マーク認識システムを備えた表面実装機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、フィデューシャルマーク等の基板に付されたマーク（基板上マーク）を基板認識カメラにより認識して、当該認識結果に基づいて基板に対する部品実装を行なう表面実装機が知られている。具体的に言うと、カメラは基板上のフィデューシャルマークの上方に移動して、フィデューシャルマークの位置を認識する。こうしてカメラにより認識されたマーク位置に基づいて以後の部品実装動作が制御されることで、基板上の適切な位置に部品が実装される。また、フィデューシャルマークの上方にカメラを移動させるために、例えば、特許文献1記載の表面実装機では、次のような構成が採用されている。つまり、同文献の表面実装機では、ヘッドユニットに基板認識カメラが取り付けられており、ヘッドユニットの移動に伴って基板認識カメラが基板上マークの上方に移動してマーク認識を行なう。つまり、ヘッドユニットは駆動機構（特許文献1中のX-Yロボット）により駆動可能に構成されており、駆動機構はヘッドユニットを駆動することで、ヘッドユニットに取り付けられたカメラを移動させることができる。

【0003】

ところで、駆動機構は、駆動動作の連続実行等の原因によって発熱してしまい、熱変形を引き起こすことがある。そして、駆動機構にこのような熱変形が発生してしまうと、この駆動機構による駆動を受けて移動するカメラの移動位置が変動してしまう場合があった。その結果、フィデューシャルマーク認識の際における、カメラとフィデューシャルマークの位置関係にずれが発生してしまい、カメラがフィデューシャルマークの位置を誤って認識（マーク位置誤認識）してしまう場合があった。

【0004】

そこで、特許文献1記載の表面実装機では、校正用マーク（同文献における「基準マーク」）が設けられている。この校正用マークは基台に対して固定的に設けられており、適当なタイミングで基板認識カメラが校正用マークを認識することで、駆動機構の熱変形に関する情報が得られる。そして、かかる情報に基づいて基板認識カメラの駆動を制御することで、熱変形に依らず当該カメラを基板上マークの上方に適切に位置させて、上述のようなカメラによるマーク位置誤認識の発生を抑制している。

【0005】

【特許文献1】特開2004-186308号公報

【特許文献2】特開2006-041260号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

また、後に詳述するように、熱変形に関する情報（熱変形情報）をより高精度に求めるために、複数の校正用マークを設けることができる。この場合、基板認識カメラが、複数の校正用マークを順次認識する。そして、各校正用マークの認識結果から熱変形情報を求めることで、熱変形情報を高精度に求めることができる。さらに、基板上マーク認識の際

10

20

30

40

50

には、こうして求められた熱変形情報に基づいて、基板認識カメラの駆動を制御することで、基板認識カメラを基板上マークの上方に適切に位置させることができる。

【0007】

ところで、基板上マーク認識動作を効率的に行うこと等を目的として、複数の基板認識カメラがヘッドユニットに設けられる場合がある（特許文献2）。しかしながら、この場合、校正用マークの認識結果に基づいて基板認識カメラの駆動制御を実行しようとする、次のような問題が発生することがあった。つまり、基板認識カメラのそれぞれが校正用マーク認識動作を実行することで、熱変形情報を求めるためにかかる時間が増大してしまう場合があった。特に、上述のように校正用マークを複数設けた場合には、基板認識カメラのそれぞれが複数の校正用マークを順次認識することとなるため、このような時間の増大はより顕著となる場合があった。したがって、かかる問題の発生を抑制するためには、校正用マーク認識動作を効率的に行なうことが望まれる。

10

【0008】

この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、複数設けられた校正用マークの認識動作を効率的に実行しつつ、複数のカメラそれぞれが基板上マークの位置を適切に認識することを可能とするマーク認識システム、マーク認識方法および表面実装機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明にかかるマーク認識システムは、上記目的を達成するために、複数の校正用マークを有する基台と、基台の鉛直方向上側で複数のカメラを保持するユニットと、鉛直方向に直交する方向にユニットを駆動する駆動機構と、駆動機構によるユニットの駆動を制御して複数のカメラの相対位置関係を保持したままカメラを移動させる制御手段と、複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報を記憶する記憶手段とを備え、制御手段は、複数のカメラのうちの一のカメラを各校正用マークの認識可能位置に移動させることで得られる複数の校正用マークの認識結果を用いて駆動機構の熱変形に関する熱変形情報を求め、熱変形情報に基づきユニットの駆動を校正することによって基台上の基板に付された基板上マークを認識可能な位置に一のカメラを移動させて基板上マークを認識し、相対位置情報と熱変形情報とに基づきユニットの駆動を校正することによって基板上マークを認識可能な位置に一のカメラ以外のカメラを移動させて基板上マークを認識することを特徴としている。

20

30

【0010】

また、この発明にかかるマーク認識方法は、基台の鉛直方向上側で複数のカメラを保持するユニットを駆動機構により鉛直方向に直交する方向に駆動することで、基板に付された基板上マークを認識可能な位置に複数のカメラの相対位置関係を保持したままカメラを移動させて、基板上マークをカメラにより認識するマーク認識方法であって、上記目的を達成するために、複数のカメラのうちの一のカメラを、基台に設けられた複数の校正用マークそれぞれの認識可能位置に移動させることで得られる複数の校正用マークの認識結果を用いて駆動機構の熱変形に関する熱変形情報を求め、熱変形情報に基づきユニットの駆動を校正することによって基台上の基板に付された基板上マークを認識可能な位置に一のカメラを移動させて基板上マークを認識し、複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報と熱変形情報とに基づきユニットの駆動を校正することによって基板上マークを認識可能な位置に一のカメラ以外のカメラを移動させて基板上マークを認識することを特徴としている。

40

【0011】

このように構成された発明（マーク認識システム、マーク認識方法）では、複数のカメラのうちの一のカメラが各校正用マークを認識し、このマーク認識結果から駆動機構の熱変形に関する熱変形情報が求められる。したがって、一のカメラにより基板上マーク認識を行う場合は、この熱変形情報に基づいて一のカメラの駆動を校正することで、駆動機構の熱変形に依らず当該一のカメラを基板上マークの認識可能位置に適切に移動させることが

50

できる。こうして、熱変形に依らず、一のカメラにより基板上マークの位置を適切に認識することができる。

【0012】

一方、一のカメラ以外のカメラで基板上マーク認識を行う場合は、先ほどの熱変形情報と、複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報とに基づいて、一のカメラ以外のカメラの駆動を較正する。このように熱変形情報と相対位置情報とに基づいてカメラの駆動を較正することで、駆動機構の熱変形に依らず一のカメラ以外のカメラを基板上マークの認識可能位置に適切に移動させることができる。その結果、一のカメラ以外のカメラによっても、熱変形に依らず基板上マークの位置を適切に認識することができる。つまり、この発明では、複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報が活用されることで、一のカメラ以外のカメラについては較正用マークの認識動作を行わずとも、基板上マークの位置を適切に認識することができる。こうして較正用マーク認識動作を効率的に実行しつつ、全てのカメラについて基板上マークの位置を適切に認識することが可能となっている。

10

【0013】

また、駆動機構は、鉛直方向に直交する第1軸方向にユニットを駆動する第1軸駆動部と、鉛直方向および第1軸方向に直交する第2軸方向に第1軸駆動部を駆動する第2軸駆動部とで構成することができるが、このような駆動機構は第1軸方向あるいは第2軸方向に熱膨張する場合がある。

【0014】

特に、第1軸駆動部は、第1軸方向に伸びる第1ねじ軸と、第1ねじ軸に螺合するとともにユニットに取り付けられたナットとを有し、第2軸駆動部は、第2軸方向に伸びる第2ねじ軸と、第2ねじ軸に螺合するとともに第1軸ガイドに取り付けられたナットとを有する構成においては、熱変形によりねじピッチが変化する場合がある。

20

【0015】

したがって、駆動機構の熱変形による影響を抑制するためには、較正用マークを認識して熱変形情報を求めた上で、当該熱変形情報に基づいて基板上マーク認識を実行することが望ましい。そこで、これらの駆動機構を備えた構成に対しては本発明を適用して、較正用マーク認識動作を効率的に実行しつつ、全てのカメラについて基板上マークの位置を適切に認識することを可能とすることが好適である。

30

【0016】

また、複数の較正用マークのうち少なくとも2つの較正用マークそれぞれの位置は、第1軸方向と第2軸方向のいずれにおいても互いに異なるように構成しても良い。このように構成することで、熱変形情報を高精度に求めることができ、基板上マークの位置をより適切に認識することが可能となる。

【0017】

また、3個以上の較正用マークが設けられているように構成しても良い。このように構成した場合、後述するように、第1軸方向または第2軸方向に対してリニアな熱変形成分のみならず、回転方向の熱変形成分についても求めることができる。したがって、駆動機構の熱変形に関する熱変形情報を高精度に求めることができ、基板上マークの位置をより適切に認識することが可能となる。

40

【0018】

また、基板上マークはフィデューシャルマークであっても良い。フィデューシャルマークは基板の位置決めに用いられるため、カメラによる認識動作を高精度に行なうことが重要である。そこで、かかる構成に対しては、本発明を適用して、較正用マーク認識動作を効率的に実行しつつ、フィデューシャルマークの位置を適切に認識することを可能とすることが好適である。

【0019】

また、本発明にかかる表面実装機は、上述の本発明にかかるマーク認識システムを備えた表面実装機であって、基台上に搬送された基板に対して部品を実装することを特徴とす

50

る。したがって、校正用マーク認識動作を効率的に実行して生産効率を高めつつ、全てのカメラについて基板上マークの位置を適切に認識することができ、高い位置精度でもって基板上に部品を実装することが可能となっている。

【発明の効果】

【0020】

以上のように、本発明によれば、複数のカメラの相対位置関係に関する相対位置情報が活用されることで、一のカメラ以外のカメラについては校正用マークの認識動作を行わずとも、基板上マークの位置を適切に認識することができる。こうして校正用マーク認識動作を効率的に実行しつつ、全てのカメラについて基板上マークの位置を適切に認識することが可能となっている。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は表面実装機の概略構成を示す平面図である。また、図2は図1に示す表面実装機の電氣的構成を示すブロック図である。この表面実装機1の実装制御ユニット4には、主制御部41が設けられており、この主制御部41が表面実装機1全体の動作を統括的にコントロールする。

【0022】

この表面実装機1では、基台11の上に基板搬送機構2が配置されており、基板3を基板搬送方向Xに搬送可能となっている。より詳しくは、基板搬送機構2は、基台11上において基板3を図1の右側から左側へ搬送する一対のコンペア21, 21を有している。これらのコンペア21, 21は表面実装機全体を制御する実装制御ユニット4の駆動制御部43により制御される。すなわち、コンペア21, 21は駆動制御部43からの駆動指令に応じて作動し、搬入されてきた基板3を所定の実装作業位置(同図に示す基板3の位置)で停止させる。そして、このように搬送されてきた基板3は図略の保持装置により固定保持される。この基板3に対して部品収容部5から供給される電子部品(図示省略)がヘッドユニット6に搭載された吸着ノズル(図示省略)により移載される。また、基板3に実装すべき部品の全部について実装処理が完了すると、基板搬送機構2は駆動制御部43からの駆動指令に応じて基板3を搬出する。

20

【0023】

また、基台11には、3つのベースマークBM1、BM2、BM3(校正用マーク)が該基台11に対して固定的に設けられている。これらのベースマークBM1、BM2、BM3は、Z軸方向上側から見て、基板3が搬送されてくる基板搬送経路31の外側に配置されている。各ベースマークの位置関係は次の通りである。つまり、X軸方向において、各ベースマークBM1~BM3の位置は互いに異なっている。また、Y軸方向においては、ベースマークBM1、BM2の位置は略等しい一方、ベースマークBM1(BM2)とベースマークBM3との位置は互いに異なっている。これらのベースマークBM1~BM3は、後述する熱変形情報取得動作の際に用いられるものであるが、詳細は熱変形情報取得動作の説明の際に述べる。

30

【0024】

基板搬送機構2の両側には、上記した部品収容部5が配置されている。これらの部品収容部5は多数のテープフィーダ51を備えている。また、各テープフィーダ51には、電子部品を収納・保持したテープを巻回したリール(図示省略)が配置されており、電子部品を供給可能となっている。すなわち、各テープには、集積回路(IC)、トランジスタ、コンデンサ等の小片状のチップ電子部品が所定間隔おきに収納、保持されている。そして、テープフィーダ51がリールからテープをヘッドユニット6側に送り出すことによって該テープ内の電子部品が間欠的に繰り出され、その結果、ヘッドユニット6の吸着ノズルによる電子部品のピックアップが可能となる。

40

【0025】

また、この基板搬送機構2の他に、ヘッド駆動機構7が設けられている。このヘッド駆動機構7はヘッドユニット6を基台11の所定範囲にわたりX軸方向およびY軸方向(X

50

軸およびZ軸に直交する方向)に移動するための機構である。そして、ヘッドユニット6の移動により吸着ノズルで吸着された電子部品が部品収容部5の上方位置から基板3の上方位置に搬送される。すなわち、ヘッド駆動機構7は、X軸方向に伸びる実装用ヘッド支持部材71を有しており、この実装用ヘッド支持部材71はヘッドユニット6をX軸に沿って移動可能に支持している。また、実装用ヘッド支持部材71は、両端部がY軸方向の固定レール72に支持され、この固定レール72に沿ってY軸方向に移動可能になっている。さらに、ヘッド駆動機構7は、ヘッドユニット6をX軸方向に駆動する駆動源たるX軸サーボモータ73と、ヘッドユニット6をY軸方向に駆動する駆動源たるY軸サーボモータ74とを有している。モータ73は、X軸方向に延びるボールねじ軸751に連結されており、このボールねじ軸751に螺合するボールナット(図示省略)はヘッドユニット6に取り付けられている。したがって、駆動制御部43からの動作指令に応じてモータ73が作動することでヘッドユニット6がX軸方向に駆動される。一方、モータ74はY軸方向に延びるボールねじ軸761に連結されており、このボールねじ軸761に螺合するボールナット762は実装用ヘッド支持部材71に取り付けられている。したがって、駆動制御部43からの動作指令に応じてモータ74が作動することで実装用ヘッド支持部材71がY軸方向へ駆動される。

10

#### 【0026】

このように本実施形態では、X軸方向が本発明の「第1軸方向」に相当し、Y軸方向が本発明の「第2軸方向」に相当している。また、モータ73と、モータ73に連結されたボールねじ軸751(第1ねじ軸)と、ボールねじ軸751に螺合するボールナットとが、本発明の第1軸駆動部として機能している。さらに、モータ74と、モータ74に連結されたボールねじ軸761(第2ねじ軸)と、ボールねじ軸761に螺合するボールナット762とが、本発明の第2軸駆動部として機能している。

20

#### 【0027】

ヘッド駆動機構7によりヘッドユニット6は電子部品を吸着ノズルにより吸着保持したまま基板3に搬送するとともに、所定位置に移載する。より詳しく説明すると、ヘッドユニット6は次のように構成されている。このヘッドユニット6では、鉛直方向Zに延設された実装用ヘッド62が8本、X軸方向に等間隔で列状配置されている。実装用ヘッド62のそれぞれの先端部には吸着ノズルが装着されている。

#### 【0028】

また、ヘッドユニット6では、吸着ノズルを上下方向Zに昇降させるZ軸サーボモータ64が設けられており、実装制御ユニット4の駆動制御部43からの動作指令に基づきZ軸サーボモータ64が作動して吸着ノズルを上下方向Zに移動させる。また、吸着ノズルをR方向に回転させるR軸サーボモータ65が設けられており、実装制御ユニット4の駆動制御部43からの動作指令に基づきR軸サーボモータ65が作動して吸着ノズルをR方向に回転させる。したがって、上記のようにヘッド駆動機構7によってヘッドユニット6が部品収容部5に移動されるとともに、Z軸サーボモータ64およびR軸サーボモータ65を駆動することによって、部品収容部5から供給される電子部品に対して吸着ノズルの先端部が適正な姿勢で当接する。

30

#### 【0029】

また、ヘッドユニット6には2台の基板認識カメラ91、92が取り付けられている。したがって、ヘッド駆動機構7によりヘッドユニット6が駆動されると、このヘッドユニット6の移動に伴って、これらの基板認識カメラ91、92はX-Y面内を移動することができる。基板認識カメラ91、92は、鉛直方向下側を向いて取り付けられており、基板3に付されたフィデューシャルマークの映像を取得してフィデューシャルマークの位置を認識可能である。つまり、基板認識カメラ91、92により認識されたフィデューシャルマークの位置に関するマーク位置情報が画像処理部44に送られる。続いて、画像処理部44ではフィデューシャルマークの位置から基板3の位置に関する基板位置情報が求められる。そして、主制御部41が、かかる基板位置情報を参照しつつ表面実装機1の各部を制御することで、適切な位置に電子部品を実装することができる。

40

50

## 【 0 0 3 0 】

図 3 は、2 台の基板認識カメラの関係を示す平面図である。同図が示すように、基板認識カメラ 9 1、9 2 は、X 軸方向および Y 軸方向において互いに異なる位置に取り付けられている。つまり、基板認識カメラ 9 1、9 2 は、ヘッドユニット 6 の X 軸方向の両端部に取り付けられており、X 軸方向における基板認識カメラ 9 1、9 2 それぞれの中心の間は、X 軸方向カメラ間距離  $C_x$  だけ離れている。一方、Y 軸方向においても、基板認識カメラ 9 1、9 2 は相互にずらして取り付けられており、Y 軸方向における基板認識カメラ 9 1、9 2 それぞれの中心の間は、Y 軸方向カメラ間距離  $C_y$  だけ離れている。なお、基板認識カメラ 9 1、9 2 の中心は、例えば、各カメラが備えるレンズ  $L_S$  の中心として求めることができる。そして、距離  $C_x$ 、 $C_y$  で与えられる基板認識カメラ 9 1、9 2 の相対位置情報は、メモリ 4 2 ( 図 2 ) に記憶されている。

10

## 【 0 0 3 1 】

これらの基板認識カメラ 9 1、9 2 は基板 3 に付されたフィデューシャルマークを認識するために用いられるが、本実施形態では、フィデューシャルマーク認識動作に先立って、先述のヘッド駆動機構 7 の熱変形に関する熱変形情報が求められる。つまり、ヘッド駆動機構 7 は連続駆動等の原因により発熱する場合があります、その結果、ボールねじ軸 7 5 1、7 6 1 等の熱膨張、湾曲、あるいはねじピッチの変動等、様々な熱変形が引き起こされるおそれがある。そこで、本実施形態では、ヘッド駆動機構 7 の熱変形に関する熱変形情報が予め求められて、この熱変形情報に基づいてフィデューシャルマーク認識が実行される。

20

## 【 0 0 3 2 】

図 4 は、熱変形情報取得動作を示すフローチャートである。また、図 5 は、熱変形情報取得動作における基板認識カメラの動作を示す平面図である。これから説明するとおり、熱変形情報取得動作は、ベースマーク  $B_{M1} \sim B_{M3}$  が基板認識カメラにより認識されることで実行されるが、かかるベースマーク認識は基板認識カメラ 9 1 のみにより実行される。そこで、基板認識カメラ 9 1、9 2 の役割の違いを判りやすくするために、以後の説明では必要に応じて、ベースマーク認識を行なう基板認識カメラ 9 1 をメインカメラ 9 1 と称する一方、ベースマーク認識を行なわない基板認識カメラ 9 2 をサブカメラ 9 2 と称することとする。

## 【 0 0 3 3 】

本実施形態では、熱変形情報取得動作は、基板 3 の基台 1 1 への搬送に並行して行なわれる。基板 3 の搬送が開始されると ( ステップ  $S_{11}$  )、主制御部 4 1 は、ヘッド駆動機構 7 による駆動を制御して、メインカメラ 9 1 をベースマーク  $B_{M1}$  の上方に移動させる。こうして、ベースマーク  $B_{M1}$  の上方に位置したメインカメラ 9 1 はベースマーク  $B_{M1}$  を認識して、ベースマーク  $B_{M1}$  の映像は画像処理部 4 4 に送られて記憶される ( ステップ  $S_{12}$  )。ステップ  $S_{12}$  と同様にして、メインカメラ 9 1 はベースマーク  $B_{M2}$  の認識 ( ステップ  $S_{13}$  )、およびベースマーク  $B_{M3}$  の認識 ( ステップ  $S_{14}$  ) を行う。なお、これらのステップを実行している間に、基板 3 は X 軸方向に搬送されている。こうして、画像処理部 4 4 は、各ベースマーク  $B_{M1} \sim B_{M3}$  の認識結果を得るとともに、これらの認識結果からヘッド駆動機構 7 の熱変形に関する熱変形情報を求める ( ステップ  $S_{15}$  )。具体的には次の通りである。

30

40

## 【 0 0 3 4 】

まず、ステップ  $S_{12} \sim S_{14}$  で得られたベースマーク  $B_{M1} \sim B_{M3}$  の認識結果から、各ベースマークの位置座標  $P(B_{M1})$ 、 $P(B_{M2})$ 、 $P(B_{M3})$  が求められる。そして、位置座標  $P(B_{M1})$ 、 $P(B_{M3})$  より、ベースマーク  $B_{M1}$  からベースマーク  $B_{M3}$  に向うベクトル  $a$  が求められる ( 式 ( 1 ) )。また、位置座標  $P(B_{M1})$ 、 $P(B_{M2})$  より、ベースマーク  $B_{M1}$  からベースマーク  $B_{M2}$  に向うベクトル  $b$  が求められる ( 式 ( 2 ) )。

## 【 0 0 3 5 】

【数 1】

$$a=P(BM3)-P(BM1)=(ax,ay) \cdots \text{式(1)}$$

【0036】

【数 2】

$$b=P(BM2)-P(BM1)=(bx,by) \cdots \text{式(2)}$$

10

【0037】

一方、メモリ42には、ヘッド駆動機構7に熱変形が発生していない場合における、ベースマークBM1からベースマークBM3に向うベクトルA(式(3))と、ベースマークBM1からベースマークBM2に向うベクトルB(式(4))とが記憶されている。

【0038】

【数 3】

$$A=(Ax,Ay) \cdots \text{式(3)}$$

20

【0039】

【数 4】

$$B=(Bx,By) \cdots \text{式(4)}$$

【0040】

画像処理部44は、メモリ42から読み出したベクトルA、Bと、ベースマーク認識により求められたベクトルa、bとから、ヘッド駆動機構7の熱変形に関連する4種類のパラメータ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ を求める。ここで、 $\alpha$ はX軸方向の伸び率であり、 $\beta$ はY軸方向の伸び率であり、 $\theta_x$ はX軸方向の角度変化量であり、 $\theta_y$ はY軸方向の角度変化量である。具体的には、式(5)で与えられる変換行列K1が求められる。

30

【0041】

【数 5】

$$K1 \begin{pmatrix} ax & bx \\ ay & by \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ax & Bx \\ Ay & By \end{pmatrix} \cdots \text{式(5)}$$

40

【0042】

式(5)を変換行列K1について解くと、式(6)が得られる。

【0043】

【数6】

$$\begin{aligned}
 K1 &= \begin{pmatrix} Ax & Bx \\ Ay & By \end{pmatrix} \begin{pmatrix} ax & bx \\ ay & by \end{pmatrix}^{-1} \\
 &= \frac{1}{ax \cdot by - ay \cdot bx} \begin{pmatrix} Ax \cdot by - Bx \cdot ay & -Ax \cdot bx + Bx \cdot ax \\ Ay \cdot by - By \cdot ay & -Ay \cdot bx + By \cdot ax \end{pmatrix} \quad \dots \text{式(6)}
 \end{aligned}$$

10

【0044】

また、変換行列 K1は、式(7)のように書き表すことができ、式(6)と式(7)とから、熱変形に関連するパラメータ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 、 $\phi$ を求めることができる。

【0045】

【数7】

$$K1 = \begin{pmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\phi) \\ \sin(\theta) & -\cos(\phi) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix} \quad \dots \text{式(7)}$$

20

【0046】

こうして、熱変形に関連するパラメータ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 、 $\phi$ （熱変形情報）が求められて、熱変形情報取得動作は終了する。これに続いて、フィデューシャルマークの認識動作が実行される。

【0047】

図6は、フィデューシャルマーク認識動作を示すフローチャートである。また、図7は、フィデューシャルマーク認識動作における基板認識カメラの動作を示す平面図である。基板3の基台11への搬入動作が完了すると（ステップS21）、これに続いて基板3の対角に付された2つのフィデューシャルマークFM1、FM2がこの順番で認識される。主制御部41は、メインカメラ91、サブカメラ92のいずれのカメラがフィデューシャルマークFM1に近いかを判断し、近い方のカメラをフィデューシャルマークFM1の上方に移動させる。図7に示す例では、メインカメラ91がフィデューシャルマークFM1に近いいため、メインカメラ91でマーク認識を行なうと判断される（ステップS22で「YES」と判断される）。また、メインカメラ91をフィデューシャルマークFM1上方に移動させるにあたって、主制御部41は、先ほど求めた熱変形に関連するパラメータ、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\theta$ 、 $\phi$ に基づいて、ヘッド駆動機構7によるヘッドユニット6の駆動を較正する。これにより、ヘッド駆動機構7の熱変形に依らず、メインカメラ91をフィデューシャルマークFM1の上方に適切に移動することができる（ステップS23）。そして、メインカメラ91により、フィデューシャルマークFM1が認識される（ステップS24）。続くステップS25では、全てのフィデューシャルマークを認識し終えたかが判断される。ここでは、フィデューシャルマークFM2の認識が未実施であるため、ステップS22に戻る。

30

40

【0048】

ステップS22では、メインカメラ91、サブカメラ92のいずれのカメラがフィデューシャルマークFM2に近いかが判断される。図7の例では、サブカメラ92がフィデューシャルマークFM2に近いいため、サブカメラ92でマーク認識を行なうと判断される（ステップS22において「NO」と判断される）。また、サブカメラ92をフィデューシャルマークFM2上方に移動させるにあたって、主制御部41は、メモリ42に記憶され

50

ているカメラ 9 1、9 2 の相対位置情報（距離  $C_x$ 、 $C_y$ ）を読み出す。そして、主制御部 4 1 は、熱変形に関連するパラメータ、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$  と距離  $C_x$ 、 $C_y$  とに基づいてヘッド駆動機構 7 によるヘッドユニット 6 の駆動を校正する。これにより、ヘッド駆動機構 7 の熱変形に依らず、サブカメラ 9 2 をフィデューシャルマーク F M2 の上方に適切に移動することができる（ステップ S 2 6）。そして、サブカメラ 9 2 により、フィデューシャルマーク F M2 が認識される。続くステップ S 2 5 では、全てのフィデューシャルマークを認識し終えたと判断されて（ステップ S 2 5 で「NO」と判断されて）、フィデューシャルマーク認識動作が終了する。

#### 【0049】

このように本実施形態では、実装制御ユニット 4（制御手段）、ヘッド駆動機構 7、ヘッドユニット 6（ユニット）、メインカメラ 9 1 およびサブカメラ 9 2 が、本発明のマーク認識システムとして機能している。つまり、メインカメラ 9 1（一のカメラ）が各ベースマーク B M1 ~ B M3（校正用マーク）を認識し、このマーク認識結果からヘッド駆動機構 7 の熱変形に関する熱変形情報（パラメータ  $\theta_x$ 、 $\theta_y$ 、 $\theta_z$ ）が求められる。したがって、メインカメラ 9 1 によりフィデューシャルマーク（基板上マーク）の認識動作を行う場合は、この熱変形情報に基づいてメインカメラ 9 1 の駆動が校正されることで、ヘッド駆動機構 7（駆動機構）の熱変形に依らずメインカメラ 9 1 をフィデューシャルマークの上方位置（認識可能位置）に適切に移動させることができる。こうして、熱変形に依らず、メインカメラ 9 1 によりフィデューシャルマークの位置を適切に認識することができる。

#### 【0050】

一方、サブカメラ 9 2（一のカメラ以外のカメラ）でフィデューシャルマークの認識を行う場合は、熱変形情報と、カメラ 9 1、9 2 の相対位置情報（距離  $C_x$ 、 $C_y$ ）とに基づいて、サブカメラ 9 2 の駆動が校正される。このように熱変形情報と相対位置情報とに基づいてサブカメラ 9 2 の駆動が校正されることで、ヘッド駆動機構 7 の熱変形に依らずサブカメラ 9 2 をフィデューシャルマークの上方位置（認識可能位置）に適切に移動させることができる。その結果、サブカメラ 9 2 によっても、熱変形に依らずフィデューシャルマークの位置を適切に認識することができる。つまり、この実施形態では、カメラ 9 1、9 2 の相対位置情報が活用されることで、サブカメラ 9 2 についてはベースマーク B M1 ~ B M3 の認識動作を行なわずとも、フィデューシャルマークの位置を適切に認識することができる。こうしてベースマーク B M1 ~ B M3 の認識動作を効率的に実行しつつ、全てのカメラ 9 1、9 2 についてフィデューシャルマークの位置を適切に認識することが可能となっている。

#### 【0051】

また、本実施形態では、Z 軸方向（鉛直方向）上側から見て、基板 3 が基台 1 1 に搬送されてくる搬送経路 3 1 の外側に、複数のベースマーク B M1 ~ B M3 は設けられている（図 1）。したがって、上述したように基板 3 の搬送を行なっている最中においても、基板 3 に邪魔されることなくメインカメラ 9 1 によりベースマーク B M1 ~ B M3 を認識することができる。よって、基板搬送実行中にベースマーク B M1 ~ B M3 の認識を行なうことで、効率的にベースマーク認識を行なうことが可能となっている。

#### 【0052】

また、本実施形態では、ベースマーク B M1（B M2）とベースマーク B M3 とのそれぞれの位置は、X 軸方向と Y 軸方向のいずれにおいても互いに異なっている。その結果、熱変形情報を高精度に求めることができ、フィデューシャルマークの位置をより適切に認識することが可能となっている。

#### 【0053】

また、本実施形態では 3 個のベースマーク B M1 ~ B M3 が設けられている。しかも、3 個のベースマーク B M1 ~ B M3 は一直線上にはなく、任意の 2 つのベースマークを通る直線から外れた位置に、残りの 1 つのベースマークは配置されている。具体例を挙げると、ベースマーク B M1 は、2 つのベースマーク B M2、B M3 を通る直線の上には無く、2 つ

10

20

30

40

50

のベースマーク B M2、B M3を通る直線から外れた位置に配置されている。したがって、X軸方向またはY軸方向に対してリニアな熱変形成分（パラメータ、 $\alpha$ 、 $\beta$ ）のみならず、回転方向の熱変形成分（パラメータ、 $\gamma$ ）についても求めることができる。よって、ヘッド駆動機構7の熱変形に関する熱変形情報を高精度に求めることができ、フィデューシャルマークの位置をより適切に認識することが可能となっている。

【0054】

また、本実施形態では、2台のカメラ91、92それぞれの位置は、X軸方向とY軸方向のいずれにおいても互いに異なるように構成されている。したがって、フィデューシャルマーク認識を効率的に実行することが可能となっている。

【0055】

また、本実施形態における表面実装機1は、上述のマーク認識システムを用いて、基台11上に搬送された基板3に対して部品を実装する。したがって、ベースマーク認識動作を効率的に実行して生産効率を高めつつ、全てのカメラ91、92についてフィデューシャルマークの位置を適切に認識することができ、高い位置精度でもって基板3上に部品実装を実行することが可能となっている。

【0056】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したものに対して種々の変更を加えることが可能である。例えば、上記実施形態では、熱変形情報を求めるために3個のベースマーク B M1～B M3が設けられている。しかしながら、ベースマークの個数は3個に限られず、2個以上であれば良い。つまり、ベースマーク B M1とベースマーク B M3とのみを設けたような場合は、次のようにして熱変形情報を求めることができる。すなわち、変換行列 K2は、式(8)で与えられる。

【0057】

【数8】

$$K2 \begin{pmatrix} ax \\ ay \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Ax \\ Ay \end{pmatrix} \quad \dots \text{式(8)}$$

【0058】

また、変換行列は式(9)のように書き表せる。

【0059】

【数9】

$$K2 = \begin{pmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & \beta \end{pmatrix} \quad \dots \text{式(9)}$$

【0060】

したがって、式(8)(9)から、熱変形に関連するパラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  を求めることができる。

【0061】

また、上記実施形態では、表面実装機に本発明のマーク認識システムを適用した場合について説明した。しかしながら、本発明のマーク認識システムの適用対象はこれに限られず、基板3に付された基板上マークを認識する装置全般に対して本発明は適用できる。例えば、基板3に対して半田を印刷する印刷機等においても、フィデューシャルマーク等の基板上マークが認識される場合があるため、このような印刷機に対して本発明を適用することもできる。

【0062】

10

20

30

40

50

また、上記実施形態では、フィデューシャルマークを基板上マークとして認識する装置について説明したが、フィデューシャルマーク以外のマークを基板上マークとして認識する装置に対しても、本発明を適用することができる。例えば、部品実装を効率的に行なうために、複数の小基板の集合である所謂多面取り基板に対して部品実装を行なうことが一般的に行なわれている。このような装置では、不良のある小基板に対して部品実装を行なわないようにするために、不良のある小基板にパッドマークが付される。そして、このパッドマークがカメラにより認識されて、不良のある小基板が検知されるとともに、パッドマークが付されていない小基板に対してのみ部品実装が行なわれる。そこで、パッドマークを基板上マークとして認識するこのような装置に対して、本発明を適用しても良い。

【0063】

また、上記実施形態では、2台のカメラが設けられている。しかしながら、カメラの台数はこれに限られず、3台以上のカメラが設けられても良い。この場合であっても、メインカメラ91については、メインカメラ91を用いて求めた熱変形情報に基づいて駆動較正を行なうことで、基板上マークの位置を適切に認識することができる。また、メインカメラ以外のサブカメラについては、熱変形情報とカメラの相対位置情報とに基づいて駆動較正を行なうことで、基板上マークの位置を適切に認識することができる。

【0064】

また、上記実施形態では、2台のカメラ91、92それぞれの位置は、X軸方向とY軸方向のいずれにおいても互いに異なるように構成されている。しかしながら、カメラ91、92の配置はこれに限られず、例えば、Y軸方向においては、カメラ91、92の位置が同じであるように構成することもできる。

【0065】

また、上記実施形態では、ベースマークBM1、BM2、BM3は、Z軸方向上側から見て、基板3が搬送されてくる基板搬送経路31の外側に配置されている。しかしながら、ベースマークBM1、BM2、BM3の位置はこれに限られず、例えば、Z軸方向上側から見て基板搬送経路31の内側にベースマークBM1、BM2、BM3のいずれか、あるいは全部を配置しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】表面実装機の概略構成を示す平面図である。

【図2】図1に示す表面実装機の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】2台の基板認識カメラの関係を示す平面図である。

【図4】熱変形情報取得動作を示すフローチャートである。

【図5】熱変形情報取得動作における基板認識カメラの動作を示す平面図である。

【図6】フィデューシャルマーク認識動作を示すフローチャートである。

【図7】フィデューシャルマーク認識動作における基板認識カメラの動作を示す平面図である。

【符号の説明】

【0067】

- 1 ... 表面実装機
- 11 ... 基台
- 3 ... 基板
- 31 ... 基板搬送経路
- 4 ... 実装制御ユニット（制御手段）
- 42 ... メモリ（記憶手段）
- 6 ... ヘッドユニット（ユニット）
- 7 ... ヘッド駆動機構（駆動機構）
- 751 ... ボールねじ軸
- 761 ... ボールねじ軸
- 762 ... ボールナット

10

20

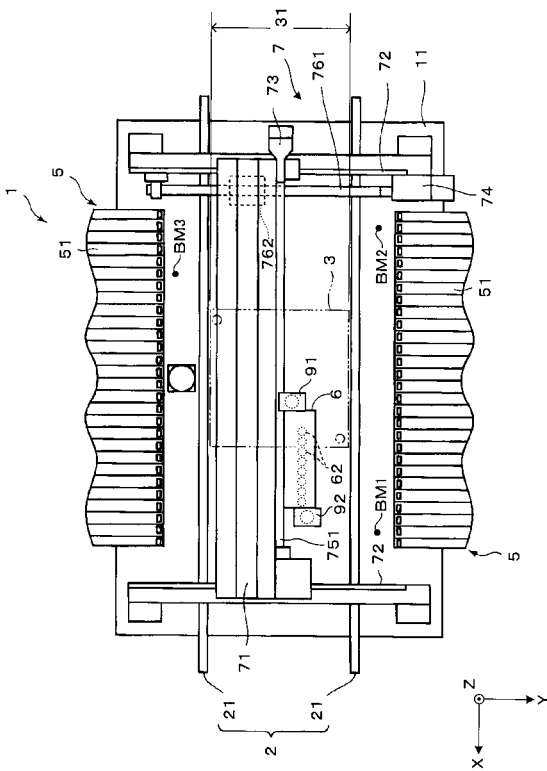
30

40

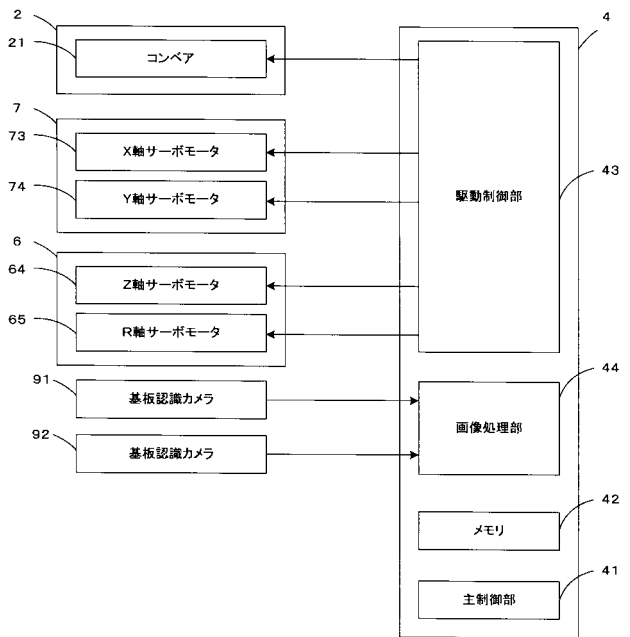
50

- 9 1 ... メインカメラ
- 9 2 ... サブカメラ
- B M 1、 B M 2、 B M 3... ベースマーク
- F M 1、 F M 2... フィデュシャルマーク
- Z ... 鉛直方向
- C x... X 軸方向カメラ間距離 (カメラの相対位置情報)
- C y... Y 軸方向カメラ間距離 (カメラの相対位置情報)

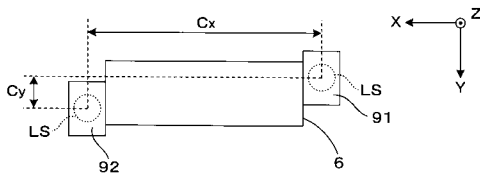
【 図 1 】



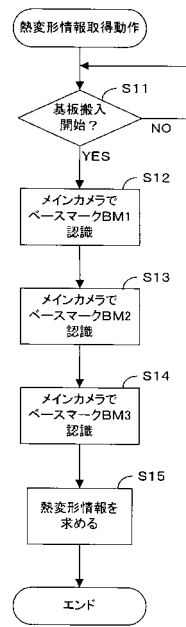
【 図 2 】



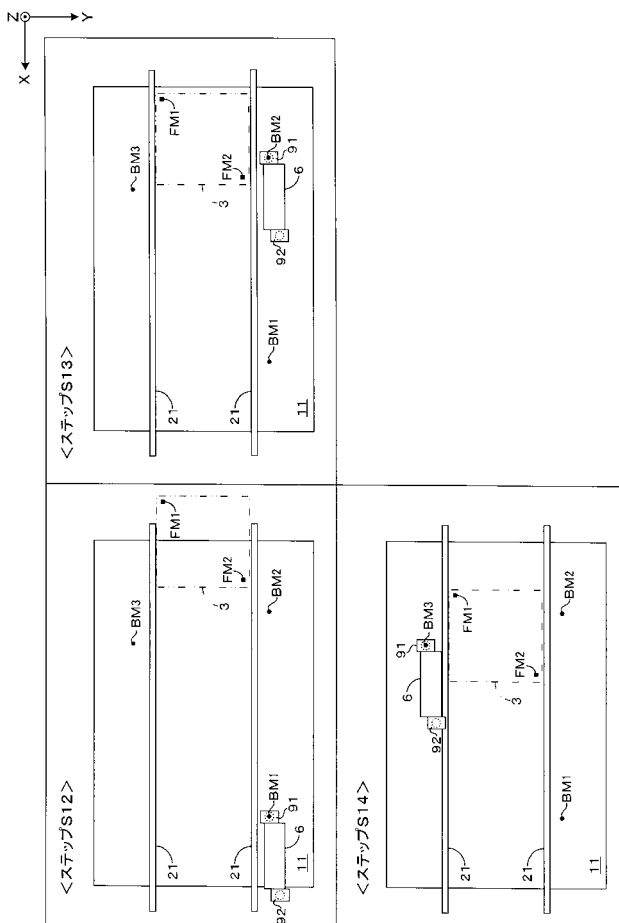
【 図 3 】



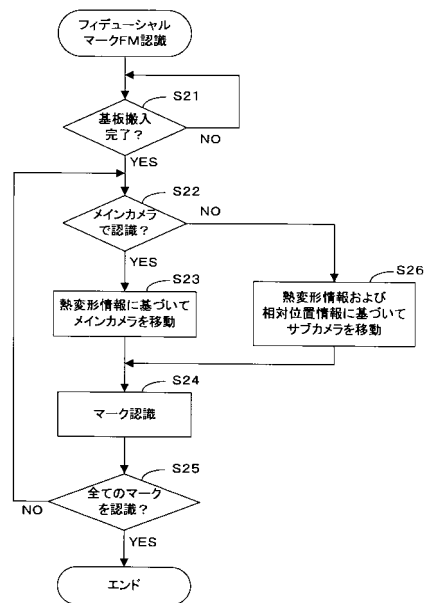
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

