

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6534448号
(P6534448)

(45) 発行日 令和1年6月26日 (2019. 6. 26)

(24) 登録日 令和1年6月7日 (2019. 6. 7)

(51) Int. Cl.	F I
H05K 13/08 (2006.01)	H05K 13/08 U
H05K 13/04 (2006.01)	H05K 13/08 Q
	H05K 13/04 Z

請求項の数 9 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-545041 (P2017-545041)	(73) 特許権者	000010076
(86) (22) 出願日	平成27年10月14日 (2015. 10. 14)		ヤマハ発動機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/079085		静岡県磐田市新貝2500番地
(87) 国際公開番号	W02017/064777	(74) 代理人	100104433
(87) 国際公開日	平成29年4月20日 (2017. 4. 20)		弁理士 宮園 博一
審査請求日	平成29年12月6日 (2017. 12. 6)	(72) 発明者	高間 和志
			日本国静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内
		審査官	中田 誠二郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 部品実装装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、
少なくとも前記実装部による前記部品の実装動作後の前記接合材の状態を計測する計測部と、

前記部品の実装不良が発生した場合に、前記計測部による計測結果に基づいて、前記接合材の状態を確認する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記接合材の状態に基づいて、前記部品の実装不良の発生原因を推定するように構成されており、

前記制御部は、推定された前記部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されており、

前記制御部は、前記接合材の状態として、前記実装部による前記部品の実装動作後の前記接合材の変形の有無を確認するとともに、前記接合材の変形が有る場合および前記接合材の変形が無い場合のそれぞれの前記部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されている、部品実装装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記接合材の状態に加えて、前記部品の厚みの計測結果、前記基板の反りの計測結果、前記実装部への異物の付着の有無の計測結果、および前記接合材の乾きの度合いの計測結果のうちの少なくともいずれか1つにも基づいて、前記部品の実装不良の発生原因を推定するとともに、前記部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するよ

10

20

うに構成されている、請求項1に記載の部品実装装置。

【請求項3】

前記計測部は、前記接合材の高さを計測するための高さ計測部を含み、

前記制御部は、前記高さ計測部による前記接合材の高さの計測結果に基づいて、前記接合材の高さ情報を取得するとともに、取得された前記接合材の高さ情報に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、請求項1に記載の部品実装装置。

【請求項4】

基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、

少なくとも前記実装部による前記部品の実装動作後の前記接合材の状態を計測する計測部と、

前記部品の実装不良が発生した場合に、前記計測部による計測結果に基づいて、前記接合材の状態を確認する制御部と、を備え、

前記計測部は、前記接合材の高さを計測するための高さ計測部を含み、

前記制御部は、前記高さ計測部による前記接合材の高さの計測結果に基づいて、前記接合材の高さ情報を取得するとともに、取得された前記接合材の高さ情報に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されており、

前記高さ計測部は、前記実装部による前記部品の実装動作前の前記接合材の高さと、前記実装部による前記部品の実装動作後の前記接合材の高さとを計測するために設けられており、

前記制御部は、前記実装部による前記部品の実装動作前後の前記接合材の高さ情報の変化に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、部品実装装置。

【請求項5】

基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、

少なくとも前記実装部による前記部品の実装動作後の前記接合材の状態を計測する計測部と、

前記部品の実装不良が発生した場合に、前記計測部による計測結果に基づいて、前記接合材の状態を確認する制御部と、を備え、

前記計測部は、前記接合材を含む所定の領域を撮像する撮像部を含み、

前記撮像部は、前記実装部による前記部品の実装動作前の前記前記接合材を含む所定の領域と、前記実装部による前記部品の実装動作後の前記前記接合材を含む所定の領域とを撮像するように構成されており、

前記制御部は、前記実装部による前記部品の実装動作前後の前記撮像部による撮像結果の変化に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、部品実装装置。

【請求項6】

前記制御部は、前記実装部による前記部品の実装動作前に前記撮像部により撮像された前記所定の領域の撮像画像と、前記実装部による前記部品の実装動作後に前記撮像部により撮像された前記所定の領域の撮像画像との差画像に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、請求項5に記載の部品実装装置。

【請求項7】

前記制御部は、前記撮像部による撮像結果に基づいて、前記接合材の高さ情報を取得するように構成されており、

前記制御部は、前記差画像に加えて、前記接合材の高さ情報にも基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、請求項6に記載の部品実装装置。

【請求項8】

前記制御部は、前記実装部による前記部品の実装動作前後の前記撮像部による撮像結果の変化に基づいて、前記部品の実装不良が発生したか否かを確認するように構成されており、

前記制御部は、前記部品の実装不良が発生した場合に、前記実装部による前記部品の実装動作前後の前記撮像部による撮像結果の変化に基づいて、前記接合材の状態を確認するように構成されている、請求項5に記載の部品実装装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記接合材は、はんだを含む、請求項 1 に記載の部品実装装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、部品実装装置に関し、特に、基板に配置された接合材上に部品を実装する部品実装装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、基板に配置された接合材上に部品を実装する部品実装装置が知られている（たとえば、特許文献 1 参照）。

10

【0003】

上記特許文献 1 には、部品を吸着して、プリント基板に配置されたリフロー用半田（接合材）上に部品を搭載（実装）する吸着ノズルと、部品の吸着工程および部品の搭載工程のそれぞれの工程について少なくとも 1 回の撮像を行う撮像装置とを備える表面実装機（部品搭載装置）が開示されている。この表面実装機は、部品の実装不良があった場合に、撮像結果である画像データを表示することが可能に構成されている。これにより、この表面実装機は、部品の吸着工程および部品の搭載工程のいずれの工程で部品の実装不良が発生したかをユーザにより確認可能に構成されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008-98411 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の表面実装機では、部品の実装不良があった場合に、撮像結果である画像データを表示することにより、部品の吸着工程および部品の搭載工程のいずれの工程で部品の実装不良が発生したかをユーザにより確認可能である一方、部品の実装不良の発生原因の調査は、ユーザが行う必要がある。このため、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担が大きいという問題点がある。

30

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することが可能な部品実装装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の第 1 の局面による部品実装装置は、基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、少なくとも実装部による部品の実装動作後の接合材の状態を計測する計測部と、部品の実装不良が発生した場合に、計測部による計測結果に基づいて、接合材の状態を確認する制御部と、を備え、制御部は、接合材の状態に基づいて、部品の実装不良の発生原因を推定するように構成されており、制御部は、推定された部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されており、制御部は、接合材の状態として、実装部による部品の実装動作後の接合材の変形の有無を確認するとともに、接合材の変形が有る場合および接合材の変形が無い場合のそれぞれの部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されている。

40

【0008】

この発明の第 1 の局面による部品実装装置では、上記のような制御部を設ける。これにより、部品の実装不良が発生した場合にはんだなどの接合材の状態を制御部により自動で確認することができるので、ユーザが自ら接合材の状態を確認する場合に比べて、部品の

50

実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することができる。また、部品の実装不良が発生した場合に確認すべき接合材の状態を制御部により自動で確認することができるので、熟練したユーザ（オペレータ）でなくとも、部品の実装不良の発生原因の調査を容易に行うことができる。また、制御部は、接合材の状態に基づいて、部品の実装不良の発生原因を推定するように構成されている。これにより、接合材の状態の確認だけでなく、部品の実装不良の発生原因の推定も制御部により自動で行うことができるので、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担をより軽減することができる。また、制御部は、推定された部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されている。このように構成すれば、熟練したユーザでなくとも、通知された部品の実装不良の発生原因に関する情報に基づいて、部品の実装不良の発生原因を容易に調査することができる。また、制御部は、接合材の状態として、実装部による部品の実装動作後の接合材の変形の有無を確認するとともに、接合材の変形が有る場合および接合材の変形が無い場合のそれぞれの部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されている。このように構成すれば、はんだなどの接合材の変形が有る場合および接合材の変形が無い場合のいずれの場合であっても、通知された部品の実装不良の発生原因に関する情報に基づいて、部品の実装不良の発生原因を容易に調査することができる。

10

【0012】

上記第1の局面による部品実装装置において、好ましくは、制御部は、接合材の状態に加えて、部品の厚みの計測結果、基板の反りの計測結果、実装部への異物の付着の有無の計測結果、および接合材の乾きの度合いの計測結果のうちの少なくともいずれか1つにも基づいて、部品の実装不良の発生原因を推定するとともに、部品の実装不良の発生原因に関する情報を通知するように構成されている。このように構成すれば、部品の厚みの計測結果、基板の反りの計測結果、実装部への異物の付着の有無の計測結果、および接合材の乾きの度合いの計測結果のうちの少なくともいずれか1つを利用して、部品の実装不良の発生原因をより詳細に推定することができる。その結果、より詳細に推定された部品の実装不良の発生原因に基づいて、部品の実装不良の発生原因をより容易に調査することができる。

20

【0013】

上記第1の局面による部品実装装置において、好ましくは、計測部は、接合材の高さを計測するための高さ計測部を含み、制御部は、高さ計測部による接合材の高さの計測結果に基づいて、接合材の高さ情報を取得するとともに、取得された接合材の高さ情報に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。ここで、部品がはんだなどの接合材に到達したが実装不良が発生する場合には接合材が変形するため接合材の高さが変化する一方、部品が接合材に到達することなく実装不良が発生する場合には接合材が変形しないため接合材の高さが変化しないと考えられる。したがって、上記のように、接合材の高さ情報に基づいて、接合材の状態を確認するように構成すれば、部品の実装不良が発生した場合に、接合材の状態を容易かつ精度よく確認することができる。

30

【0014】

この発明の第2の局面による部品実装装置は、基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、少なくとも実装部による部品の実装動作後の接合材の状態を計測する計測部と、部品の実装不良が発生した場合に、計測部による計測結果に基づいて、接合材の状態を確認する制御部と、を備え、計測部は、接合材の高さを計測するための高さ計測部を含み、制御部は、高さ計測部による接合材の高さの計測結果に基づいて、接合材の高さ情報を取得するとともに、取得された接合材の高さ情報に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されており、高さ計測部は、実装部による部品の実装動作前の接合材の高さと、実装部による部品の実装動作後の接合材の高さとを計測するために設けられており、制御部は、実装部による部品の実装動作前後の接合材の高さ情報の変化に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。

40

この発明の第2の局面による部品実装装置では、上記のような制御部を設ける。これにより、部品の実装不良が発生した場合にはんだなどの接合材の状態を制御部により自動で

50

確認することができるので、ユーザが自ら接合材の状態を確認する場合に比べて、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することができる。また、部品の実装不良が発生した場合に確認すべき接合材の状態を制御部により自動で確認することができるので、熟練したユーザ（オペレータ）でなくとも、部品の実装不良の発生原因の調査を容易に行うことができる。また、計測部は、接合材の高さを計測するための高さ計測部を含み、制御部は、高さ計測部による接合材の高さの計測結果に基づいて、接合材の高さ情報を取得するとともに、取得された接合材の高さ情報に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。ここで、部品がはんだなどの接合材に到達したが実装不良が発生する場合には接合材が変形するため接合材の高さが変化する一方、部品が接合材に到達することなく実装不良が発生する場合には接合材が変形しないため接合材の高さが変化しないと考えられる。したがって、上記のように、接合材の高さ情報に基づいて、接合材の状態を確認するように構成することにより、部品の実装不良が発生した場合に、接合材の状態を容易かつ精度よく確認することができる。また、高さ計測部は、実装部による部品の実装動作前の接合材の高さと、実装部による部品の実装動作後の接合材の高さとを計測するために設けられており、制御部は、実装部による部品の実装動作前後の接合材の高さ情報の変化に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。これにより、実装部による部品の実装動作後の接合材の高さ情報にのみ基づいて接合材の状態を確認する場合に比べて、実装部による部品の実装動作前後の接合材の高さ情報の変化に基づいて、接合材の状態をより容易に確認することができる。その結果、状態を確認し難い極小の接合材（極小の部品が実装される接合材）であっても、接合材の状態を容易に確認することができる。

10

20

【0015】

この発明の第3の局面による部品実装装置は、基板に配置された接合材上に部品を実装する実装部と、少なくとも実装部による部品の実装動作後の接合材の状態を計測する計測部と、部品の実装不良が発生した場合に、計測部による計測結果に基づいて、接合材の状態を確認する制御部と、を備え、計測部は、接合材を含む所定の領域を撮像する撮像部を含み、撮像部は、実装部による部品の実装動作前の接合材を含む所定の領域と、実装部による部品の実装動作後の接合材を含む所定の領域とを撮像するように構成されており、制御部は、実装部による部品の実装動作前後の撮像部による撮像結果の変化に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。

30

この発明の第3の局面による部品実装装置では、上記のような制御部を設ける。これにより、部品の実装不良が発生した場合にはんだなどの接合材の状態を制御部により自動で確認することができるので、ユーザが自ら接合材の状態を確認する場合に比べて、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することができる。また、部品の実装不良が発生した場合に確認すべき接合材の状態を制御部により自動で確認することができるので、熟練したユーザ（オペレータ）でなくとも、部品の実装不良の発生原因の調査を容易に行うことができる。また、計測部は、接合材を含む所定の領域を撮像する撮像部を含み、撮像部は、実装部による部品の実装動作前の接合材を含む所定の領域と、実装部による部品の実装動作後の接合材を含む所定の領域とを撮像するように構成されており、制御部は、実装部による部品の実装動作前後の撮像部による撮像結果の変化に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。これにより、上記した接合材の高さ情報の変化に基づいて接合材の状態を確認する場合と同様に、実装部による部品の実装動作前後の撮像部による撮像結果の変化に基づいて、接合材の状態をより容易に確認することができる。その結果、状態を確認し難い極小の接合材（極小の部品が実装される接合材）であっても、接合材の状態を容易に確認することができる。

40

【0016】

この場合、好ましくは、制御部は、実装部による部品の実装動作前に撮像部により撮像された所定の領域の撮像画像と、実装部による部品の実装動作後に撮像部により撮像された所定の領域の撮像画像との差画像に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。このように構成すれば、接合材の状態に変化がある場合に、実装部による部品の

50

実装動作前に撮像部により撮像された所定の領域の撮像画像と、実装部による部品の実装動作後に撮像部により撮像された所定の領域の撮像画像との間に差分が生じることを利用して、精度よく接合材の状態を確認することができる。

【0017】

上記差画像に基づいて接合材の状態を確認する構成において、好ましくは、制御部は、撮像部による撮像結果に基づいて、接合材の高さ情報を取得するように構成されており、制御部は、差画像に加えて、接合材の高さ情報にも基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。このように構成すれば、差画像だけでなく、接合材の高さ情報も利用して、より精度よく接合材の状態を確認することができる。また、接合材の高さ情報を取得するために撮像部とは別個に高さ計測部を設ける必要がないので、差画像に加えて接合材の高さ情報にも基づいて接合材の状態を確認する場合にも、部品点数の増加を抑制することができる。これらの結果、部品点数の増加を抑制しながら、より精度よく接合材の状態を確認することができる。

10

【0018】

上記第3の局面による部品実装装置において、好ましくは、制御部は、実装部による部品の実装動作前後の撮像部による撮像結果の変化に基づいて、部品の実装不良が発生したか否かを確認するように構成されており、制御部は、部品の実装不良が発生した場合に、実装部による部品の実装動作前後の撮像部による撮像結果の変化に基づいて、接合材の状態を確認するように構成されている。このように構成すれば、部品の実装不良が発生した場合に接合材の状態の確認のための撮像動作を新たに行う場合に比べて、撮像部による撮像動作が複雑になることを抑制することができる。

20

【0019】

上記第1の局面による部品実装装置において、好ましくは、接合材は、はんだを含む。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、上記のように、部品の実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することが可能な部品実装装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

30

【図1】本発明の第1実施形態による部品実装装置の全体構成を示す図である。

【図2】本発明の第1実施形態による部品実装装置の制御的な構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1実施形態による部品実装装置の撮像ユニットを説明するための側面図である。

【図4】本発明の第1実施形態による部品実装装置のステレオマッチングによる高さの算出方法を説明するための図である。

【図5】部品がはんだに到達したが部品の未実装が発生した場合、および部品がはんだに到達することなく部品の未実装が発生した場合を説明するための平面図である。

【図6】本発明の第1実施形態による部品実装装置の実装動作前後のはんだの面積変化に基づいてはんだの変形の有無を確認する方法を説明するための側面図である。

40

【図7】本発明の第1実施形態による部品実装装置の実装動作前後のはんだの高さ変化に基づいてはんだの変形の有無を確認する方法を説明するための平面図である。

【図8】本発明の第1実施形態による部品実装装置の実装動作前後の撮像画像の差画像に基づいてはんだの変形の有無を確認する方法を説明するための図である。

【図9】本発明の第1実施形態による部品実装装置の不良原因推定処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】本発明の第2実施形態による部品実装装置のサイドビューカメラを説明するための図である。

【図11】本発明の第2実施形態による部品実装装置の不良原因推定処理を説明するため

50

のフローチャートである。

【図 1 2】本発明の第 2 実施形態による部品実装装置の第 1 推定処理を説明するためのフローチャートである。

【図 1 3】本発明の第 2 実施形態による部品実装装置の第 2 推定処理を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【0023】

[第 1 実施形態]

(部品実装装置の構成)

図 1～図 4 を参照して、本発明の第 1 実施形態による部品実装装置 100 の構成について説明する。

【0024】

部品実装装置 100 は、図 1 に示すように、IC、トランジスタ、コンデンサおよび抵抗などの部品 E (電子部品) を、プリント基板などの基板 P に実装する装置である。

【0025】

また、部品実装装置 100 は、基台 1 と、搬送部 2 と、ヘッドユニット 3 と、支持部 4 と、レール部 5 と、部品認識カメラ 6 と、基板認識カメラ 7 と、撮像ユニット 8 と、制御装置 9 (図 2 参照) と、通知部 10 (図 2 参照) とを備えている。なお、撮像ユニット 8 は、請求の範囲の「計測部」、「高さ計測部」および「撮像部」の一例である。また、制御装置 9 は、請求の範囲の「制御部」の一例である。

【0026】

基台 1 の Y 方向の両側 (Y1 側および Y2 側) の端部には、複数のテープフィーダ 11 を配置するためのフィーダ配置部 12 がそれぞれ設けられている。

【0027】

テープフィーダ 11 は、複数の部品 E を所定の間隔を隔てて保持したテープが巻き回されたリール (図示せず) を保持している。テープフィーダ 11 は、リールを回転させて部品 E を保持するテープを送出することにより、テープフィーダ 11 の先端から部品 E を供給するように構成されている。

【0028】

各テープフィーダ 11 は、フィーダ配置部 12 に設けられた図示しないコネクタを介して制御装置 9 に電氣的に接続された状態で、フィーダ配置部 12 に配置されている。これにより、各テープフィーダ 11 は、制御装置 9 からの制御信号に基づいて、リールからテープを送出するとともに、部品 E を供給するように構成されている。この際、各テープフィーダ 11 は、ヘッドユニット 3 の実装動作に応じて、部品 E を供給するように構成されている。

【0029】

搬送部 2 は、一対のコンベア 2a を有している。搬送部 2 は、一対のコンベア 2a によって、基板 P を水平方向 (X 方向) に搬送する機能を有している。具体的には、搬送部 2 は、上流側 (X1 側) の図示しない搬送路から実装前の基板 P を搬入するとともに、搬入された基板 P を実装作業位置 M まで搬送し、下流側 (X2 側) の図示しない搬送路に実装が完了した基板 P を搬出する機能を有している。また、搬送部 2 は、クランプ機構などの図示しない基板固定機構により、実装作業位置 M で停止させた基板 P を保持して固定するように構成されている。

【0030】

搬送部 2 の一対のコンベア 2a は、基板 P を下方から支持しながら、水平方向 (X 方向) に基板 P を搬送することが可能に構成されている。また、一対のコンベア 2a は、Y 方向の間隔を調整可能に構成されている。これにより、搬入される基板 P の大きさに応じて、一対のコンベア 2a の Y 方向の間隔を調整することが可能である。

10

20

30

40

50

【0031】

ヘッドユニット3は、実装作業位置Mにおいて固定された基板Pの実装位置Pa（図3参照）に部品Eを実装するように構成されている。ヘッドユニット3は、ボールナット31と、5本の実装ヘッド32と、5本の実装ヘッド32にそれぞれ設けられた5つのZ軸モータ33（図2参照）と、5本の実装ヘッド32にそれぞれ設けられた5つのR軸モータ34（図2参照）とを含んでいる。なお、実装ヘッド32は、請求の範囲の「実装部」の一例である。

【0032】

5本の実装ヘッド32は、ヘッドユニット3の下面側にX方向に沿って一列に配置されている。5本の実装ヘッド32の各々の先端には、それぞれ、ノズル32a（図3参照）が取付けられている。実装ヘッド32は、図示しない負圧発生機によりノズル32aの先端部に発生された負圧によって、テープフィーダ11から供給される部品Eを吸着して保持することが可能に構成されている。

10

【0033】

また、実装ヘッド32は、上下方向（Z方向）に昇降可能に構成されている。具体的には、実装ヘッド32は、部品Eの吸着や装着（実装）などを行う際の下降した状態の位置と、部品Eの搬送や撮像などを行う際の上昇した状態の位置との間で昇降可能に構成されている。また、ヘッドユニット3では、5本の実装ヘッド32は、実装ヘッド32毎に設けられたZ軸モータ33により実装ヘッド32毎に昇降可能に構成されている。また、5本の実装ヘッド32は、実装ヘッド32毎に設けられたR軸モータ34により実装ヘッド32毎にノズル32aの中心軸回り（Z方向回り）に回転可能に構成されている。

20

【0034】

また、ヘッドユニット3は、支持部4に沿ってX方向に移動可能に構成されている。具体的には、支持部4は、ボールネジ軸41と、ボールネジ軸41を回転させるX軸モータ42と、X方向に延びる図示しないガイドレールとを含んでいる。ヘッドユニット3は、X軸モータ42によりボールネジ軸41が回転されることにより、ボールネジ軸41が係合（螺合）されるボールナット31とともに、支持部4に沿ってX方向に移動可能に構成されている。

【0035】

また、支持部4は、基台1上に固定された一对のレール部5に沿ってX方向と直交するY方向に移動可能に構成されている。具体的には、レール部5は、支持部4のX方向の両端部をY方向に移動可能に支持する一对のガイドレール51と、Y方向に延びるボールネジ軸52と、ボールネジ軸52を回転させるY軸モータ53とを含んでいる。また、支持部4には、ボールネジ軸52が係合（螺合）されるボールナット43が設けられている。支持部4は、Y軸モータ53によりボールネジ軸52が回転されることにより、ボールネジ軸52が係合（螺合）されるボールナット43とともに、一对のレール部5に沿ってY方向に移動可能に構成されている。

30

【0036】

このような構成により、ヘッドユニット3は、基台1上を水平方向（X方向およびY方向）に移動可能に構成されている。これにより、ヘッドユニット3は、たとえばテープフィーダ11の上方に移動して、テープフィーダ11から供給される部品Eを吸着することが可能である。また、ヘッドユニット3は、たとえば実装作業位置Mにおいて固定された基板Pの上方に移動して、吸着された部品Eを基板Pに実装することが可能である。

40

【0037】

部品認識カメラ6は、部品Eの実装に先立って部品Eの吸着状態を認識するために、実装ヘッド32に吸着された部品Eを撮像するように構成されている。部品認識カメラ6は、基台1の上面上に固定されており、実装ヘッド32に吸着された部品Eを、部品Eの下方（Z2方向）から撮像するように構成されている。この撮像結果は、制御装置9により取得される。これにより、吸着された部品Eの撮像結果に基づいて、部品Eの吸着状態（回転姿勢および実装ヘッド32に対する吸着位置）を制御装置9により認識することが可

50

能である。

【0038】

基板認識カメラ7は、部品Eの実装に先立って基板Pに付された位置認識マーク（フィデューシャルマーク）FMを撮像するように構成されている。位置認識マークFMは、基板Pの位置を認識するためのマークである。図1に示す基板Pでは、位置認識マークFMは、基板Pの右下の位置および左上の位置に一对付されている。この位置認識マークFMの撮像結果は、制御装置9により取得される。そして、位置認識マークFMの撮像結果に基づいて、図示しない基板固定機構により固定された基板Pの正確な位置および姿勢を制御装置9により認識することが可能である。

【0039】

また、基板認識カメラ7は、ヘッドユニット3のX2側の側部に取り付けられており、ヘッドユニット3とともに、基台1上をX方向およびY方向に移動可能に構成されている。また、基板認識カメラ7は、基台1上を水平方向（X方向およびY方向）に移動して、基板Pに付された位置認識マークFMを、基板Pの上方（Z1方向）から撮像するように構成されている。

【0040】

撮像ユニット8は、図1および図3に示すように、基板Pを撮像可能に構成されている。具体的には、撮像ユニット8は、高さ計測を行うために、基板Pの実装位置Paを含む所定領域を撮像可能に構成されている。実装位置Paには、部品Eを基板Pに接合するためのはんだSoが配置されている。したがって、撮像ユニット8は、基板Pの実装位置Paを含む所定領域を撮像することにより、はんだSoを含む所定の領域を撮像可能に構成されている。なお、はんだSoは、請求の範囲の「接合材」の一例である。

【0041】

撮像ユニット8は、複数の高さ計測用カメラ81と、複数の照明部82とを含んでいる。第1実施形態では、撮像ユニット8には、実装ヘッド32毎に、2つの高さ計測用カメラ81と、3つの照明部82とが設けられている。

【0042】

図3に示すように、2つの高さ計測用カメラ81は、互いに異なる撮像方向から、基板Pの実装位置Paを含む所定の領域を撮像可能に構成されている。具体的には、上側（Z1側）の高さ計測用カメラ81は、水平面（部品Eが実装される基板面Pbに略平行な面）に対して、傾き角度 θH （ $0^\circ < \theta H < 90^\circ$ ）だけ傾斜した撮像方向から、基板Pの実装位置Paを含む所定の領域を撮像可能に構成されている。また、下側（Z2側）の高さ計測用カメラ81は、水平面（部品Eが実装される基板面Pbに略平行な面）に対して、傾き角度 θL （ $0^\circ < \theta L < \theta H$ ）だけ傾斜した撮像方向から、基板Pの実装位置Paを含む所定の領域を撮像可能に構成されている。

【0043】

これにより、撮像ユニット8は、基板Pの基板面Pbに対して傾斜した複数の撮像方向から実装位置Paを含む所定の領域を撮像可能に構成されている。この実装位置Paを含む所定の領域の撮像結果は、制御装置9により取得される。そして、実装位置Paを含む所定の領域の2つの撮像方向からの2つの撮像結果に基づいて、ステレオマッチングにより、後述するはんだSoの高さ情報などの高さ情報が制御装置9により取得される。

【0044】

ここで、図4を参照して、ステレオマッチングによる高さ計測方法について説明する。

【0045】

図4に示すように、はんだSoなどの高さ情報の取得対象物を含む所定の領域が、2つの高さ計測用カメラ81により、傾き角度 θH および傾き角度 θL の2つの撮像方向から略同時に撮像される。そして、傾き角度 θH の撮像方向から撮像された撮像画像と、傾き角度 θL の撮像方向から撮像された撮像画像とをステレオマッチングすることにより、2つの撮像画像の間の視差 p （pixel）が求められる。ここで、高さ計測用カメラ81のカメラ分解能を R （ $\mu\text{m}/\text{pixel}$ ）とすると、以下の式（1）により、距離 A （ μ

10

20

30

40

50

m) が求められる。

$$A = p \times R / \sin(\theta H - \theta L) \quad \cdots (1)$$

【0046】

また、式(1)により求めた距離Aを用いて、以下の式(2)により、基準面Psに対する対象物の高さh(μm)が求められる。

$$h = A \times \sin(\theta L) \quad \cdots (2)$$

【0047】

これにより、基準面Psに対するはんだSoなどの高さ情報が制御装置9により取得される。

【0048】

高さ情報としては、高さhに相関する情報であれば、いずれの情報を用いてもよい。たとえば、図4に示す高さhの情報を高さ情報として用いてもよいし、高さhに相関する距離Aの情報や、視差pの情報などの情報を高さ情報として用いてもよい。また、ステレオマッチングによる高さ情報の取得方法は、上記の例に限られず、いずれの方法が用いられてもよい。

【0049】

照明部82は、高さ計測用カメラ81の近傍に設けられており、高さ計測用カメラ81による撮像の際に発光するように構成されている。また、照明部82は、LED(発光ダイオード)などの光源を有している。

【0050】

また、図1に示すように、撮像ユニット8は、ヘッドユニット3のY2側の側部に取り付けられている。これにより、撮像ユニット8は、ヘッドユニット3(実装ヘッド32)とともに、基台1上を水平方向(X方向およびY方向)に移動可能に構成されている。

【0051】

図2に示すように、制御装置9は、CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、およびRAM(Random Access Memory)などを含み、部品実装装置100の動作を制御するように構成されている。具体的には、制御装置9は、搬送部2、X軸モータ42、Y軸モータ53、Z軸モータ33およびR軸モータ34などを予め記憶されたプログラムに従って制御して、基板Pに部品Eの実装を行うように構成されている。

【0052】

具体的には、制御装置9は、ヘッドユニット3をテープフィーダ11の上方に移動させるとともに、図示しない負圧発生機により実装ヘッド32のノズル32aに負圧を発生させ、テープフィーダ11から供給される部品Eをノズル32aに吸着させるように構成されている。

【0053】

そして、制御装置9は、吸着された部品Eを基板Pに実装するために、ヘッドユニット3をテープフィーダ11の上方から基板Pの上方まで移動させるように構成されている。この移動途中、制御装置9は、ヘッドユニット3を部品認識カメラ6の上方を通過するように移動させるとともに、各実装ヘッド32に吸着された部品Eを部品認識カメラ6により撮像させるように構成されている。

【0054】

そして、ヘッドユニット3が基板作業位置Mにおいて固定された基板Pの上方に到達すると、制御装置9は、ヘッド32を下降させるとともに、所定のタイミングでヘッド32への負圧の供給を停止させることによって吸着された部品Eを基板P上に実装(装着)するように構成されている。

【0055】

通知部10は、表示部を含み、情報を表示することにより、後述する実装不良に関する情報などをユーザに通知するように構成されている。

【0056】

10

20

30

40

50

(部品の実装不良)

ここで、図5を参照して、部品Eの実装不良(部品Eの未実装)について説明する。部品Eの未実装が発生した場合には、部品EがはんだS oに到達したが部品Eの未実装が発生した場合と、部品EがはんだS oに到達することなく部品Eの未実装が発生した場合との2つの場合が考えられる。

【0057】

まず、部品EがはんだS oに到達したが部品Eの未実装が発生した場合について説明する。図5の(A1)に示すように、基板Pに配置されたはんだS o上に部品Eを実装するために、部品Eを吸着した実装ヘッド32が基板P上のはんだS oに向けて下降される。そして、図5の(B1)に示すように、実装ヘッド32に吸着された部品EがはんだS oに到達する。この際、部品Eと接触したはんだS oは、部品Eの体積分だけ外側に押しのけられることにより、外側に向けて広がるように変形する。その後、図5の(C1)に示すように、部品Eが実装されることなく持ち帰られることにより、部品Eの未実装が発生する。この場合、変形後のはんだS oは、元のはんだS oに比べて輪郭が外側に広がっていると同時に、部品Eが接触した部分に凹部が形成されている。

10

【0058】

次に、部品EがはんだS oに到達することなく部品Eの未実装が発生した場合について説明する。図5の(A2)に示すように、基板Pに配置されたはんだS o上に部品Eを実装するために、部品Eを吸着した実装ヘッド32が基板P上のはんだS oに向けて下降される。そして、図5の(B2)に示すように、実装ヘッド32に吸着された部品EがはんだS oに到達することなく、実装ヘッド32の下降動作が停止する。その後、図5の(C2)に示すように、部品Eが実装されることなく持ち帰られることにより、部品Eの未実装が発生する。この場合、はんだS oは、変形することなく、元のままである。

20

【0059】

したがって、部品Eの実装不良(部品Eの未実装)が発生した場合には、はんだの変形の有無を確認することにより、部品EがはんだS oに到達したが部品Eの未実装が発生したのか、または部品EがはんだS oに到達することなく部品Eの未実装が発生したのかを確認することが可能である。

【0060】

(部品の実装不良に関する制御装置の構成)

30

<部品の実装不良の発生原因に関する情報の通知>

ここで、第1実施形態では、制御装置9は、部品Eの未実装が発生した場合には、撮像ユニット8による撮像結果に基づいて、はんだS oの状態を確認するように構成されている。

【0061】

また、第1実施形態では、制御装置9は、はんだS oの状態に基づいて、部品Eの未実装の発生原因を推定するとともに、推定された部品Eの未実装の発生原因に関する情報を通知部10により通知するように構成されている。

【0062】

具体的には、制御装置9は、はんだS oの状態として、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後におけるはんだS oの変形の有無を確認するように構成されている。また、制御装置9は、はんだS oの変形が有る場合およびはんだS oの変形が無い場合のそれぞれの場合の部品Eの未実装の発生原因に関する情報を通知部10により通知するように構成されている。

40

【0063】

より具体的には、制御装置9は、図9に示すように、はんだS oの変形が有る場合には、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「ノズルの異物付着の確認」および「はんだ乾きの確認」を促す通知を通知部10により通知するように構成されている。

【0064】

はんだS oの変形が有る場合には、上記のように、部品EがはんだS oに到達したが部

50

品 E の未実装が発生したと考えられる。この場合、実装ヘッド 32 のノズル 32 a に接着剤やはんだ S o などの異物が付着しているために、部品 E がはんだ S o に到達したが部品 E の持ち帰りが発生したという部品 E の未実装の発生原因が考えられるとともに、基板 P 上に配置されたはんだ S o が乾いていたために、部品 E がはんだ S o に到達したが部品 E の持ち帰りが発生したという部品 E の未実装の発生原因が考えられる。このため、はんだ S o の変形が有る場合には、部品 E の未実装の発生原因に関する情報として、「ノズルの異物付着の確認」および「はんだ乾きの確認」を促す通知が通知される。

【0065】

また、制御装置 9 は、はんだ S o の変形が無い場合には、部品 E の未実装の発生原因に関する情報として、「部品寸法の確認」および「基板固定状態の確認」を促す通知を通知部 10 により通知するように構成されている。

10

【0066】

はんだ S o の変形が無い場合には、上記のように、部品 E がはんだ S o に到達することなく部品 E の未実装が発生したと考えられる。この場合、予め設定されている部品 E の寸法（厚み）が誤っていたため（実寸法よりも小さく設定されていたため）に、部品 E がはんだ S o に到達することなく部品 E の持ち帰りが発生したという部品 E の未実装の発生原因が考えられるとともに、実装作業位置 M において基板 P を下方から支持するバックアップピン（図示せず）による基板 P の支持が適切に行われていないために基板 P が下反りして、部品 E がはんだ S o に到達することなく部品 E の持ち帰りが発生したという部品 E の未実装の発生原因が考えられる。このため、はんだ S o の変形が無い場合には、部品 E の未実装の発生原因に関する情報として、「部品寸法の確認」および「基板固定状態の確認」を促す通知が通知される。

20

【0067】

＜はんだの変形の有無の確認＞

また、第 1 実施形態では、制御装置 9 は、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作前で実装ヘッド 32 の下降中と、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作後で実装ヘッド 32 の上昇中とに、撮像ユニット 8 により実装位置 P a （はんだ S o ）を含む所定の領域を撮像させるように構成されている。

【0068】

そして、制御装置 9 は、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作前で実装ヘッド 32 の下降中の撮像ユニット 8 による撮像結果と、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作後で実装ヘッド 32 の上昇中の撮像ユニット 8 による撮像結果との撮像結果の変化に基づいて、はんだ S o の状態（はんだ S o の変形の有無）を確認するように構成されている。具体的には、制御装置 9 は、以下の 3 つの手段の少なくともいずれか 1 つの手段により、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作前後の撮像結果の変化に基づいて、はんだ S o の状態を確認するように構成されている。

30

【0069】

まず、撮像ユニット 8 によるはんだ S o の高さ計測結果を用いる手段について説明する。この場合、制御装置 9 は、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作前後の撮像ユニット 8 によるそれぞれの撮像結果に基づいて、ステレオマッチングにより、実装動作前後のはんだ S o のそれぞれの高さ情報を取得するように構成されている。そして、制御装置 9 は、実装ヘッド 32 による部品 E の実装動作前後のはんだ S o の高さ情報の変化に基づいて、はんだ S o の状態を確認するように構成されている。

40

【0070】

具体的には、図 6 に示すように、制御装置 9 は、高さ情報のうちのはんだ S o の厚みに対応する高さを有する部分の面積（概略的には、はんだ S o の上面の面積）（ハッチングにより示す）の変化を取得するとともに、取得された面積の変化に基づいて、はんだ S o の状態を確認するように構成されている。

【0071】

すなわち、制御装置 9 は、実装動作後のはんだ S o の高さ情報のうちのはんだ S o の厚

50

みに対応する高さを有する部分の面積が、実装動作前のはんだS oの高さ情報のうちのはんだS oの厚みに対応する高さを有する部分の面積よりも大きくなったか否かを判断することにより、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認するように構成されている。なお、実装動作後のはんだS oの高さ情報のうちのはんだS oの厚みに対応する高さを有する部分の面積には、変形後のはんだS oの凹部の面積も含まれる。

【0072】

図5および図6に示すように、はんだS oが変形する場合には、変形後のはんだS oは、元のはんだS oに比べて輪郭が外側に広がっているため、高さ情報のうちのはんだS oの厚みに対応する高さを有する部分の面積が大きくなる。この面積の変化を利用して、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認することが可能である。

10

【0073】

次に、撮像ユニット8によるはんだS oの高さ計測結果を用いる他の手段について説明する。この場合、制御装置9は、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8によるそれぞれの撮像結果に基づいて、ステレオマッチングにより、実装動作前後のはんだS oのそれぞれの高さ情報を取得するように構成されている。そして、制御装置9は、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの高さ情報の変化に基づいて、はんだS oの状態を確認するように構成されている。

20

【0074】

具体的には、図7に示すように、制御装置9は、高さ情報のうちのはんだS o近傍の高さ（はんだS oの厚み）の変化を取得するとともに、取得された高さの変化に基づいて、はんだS oの状態を確認するように構成されている。

【0075】

すなわち、制御装置9は、実装動作後のはんだS oの高さ情報のうちのはんだS o近傍の高さが、実装動作前のはんだS oの高さ情報のうちのはんだS o近傍の高さよりも小さくなったか否かを判断することにより、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認するように構成されている。

【0076】

図5および図7に示すように、はんだS oが変形する場合には、変形後のはんだS oには、元のはんだS oに比べてやや凹んだ凹部が形成されている。このため、元のはんだS oでは、はんだS oの全体が高さ h_1 （元の高さ）を有する一方、変形後のはんだS oでは、高さ h_1 の部分（元の高さの部分）と高さ h_1 よりも小さい高さの高さ h_2 の部分（凹部の部分）とを有するため、はんだS o近傍の高さが全体として小さくなる。この高さの変化を利用して、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認することが可能である。

30

【0077】

次に、撮像ユニット8による撮像画像を用いる手段を説明する。この場合、図8に示すように、制御装置9は、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前のはんだS oを含む所定の領域の撮像画像と、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後のはんだS oを含む所定の領域の撮像画像との差画像を取得するように構成されている。また、制御装置9は、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後の撮像ユニット8による撮像結果に基づいて、ステレオマッチングにより、実装動作後のはんだS oの高さ情報を取得するように構成されている。そして、制御装置9は、取得された差画像およびはんだS oの高さ情報に基づいて、はんだS oの状態を確認するように構成されている。

40

【0078】

具体的には、制御装置9は、取得された差画像に基づいて、実装動作の前後で差画像に一定量の差分変化があるか否かを判断するように構成されている。また、制御装置9は、実装動作の前後で差画像に一定量の差分変化がある場合には、はんだS oの高さ情報に基づいて、部品Eの厚みに対応する高さが取得されるか否かを判断するように構成されてい

50

る

【0079】

すなわち、制御装置9は、実装動作の前後で差画像に一定量の差分変化があるか否かを判断し、部品Eの厚みに対応する高さ取得されるか否かを判断することにより、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認するように構成されている。

【0080】

図5および図8に示すように、はんだS oが変形する場合には、変形後のはんだS oは、元のはんだS oに比べて輪郭が外側に広がっている。このため、実装動作前後で差画像に一定量の差分変化が生じる。また、部品Eの未実装が発生する場合には、はんだS o上に部品Eが実装されないため、部品Eの厚みに対応する高さ取得されない。これらを利用して、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの変形の有無を確認することが可能である。なお、これら3つの手段は、単独で用いられてもよいし、組み合わせて用いられてもよい。

【0081】

＜部品の実装不良の確認＞

また、第1実施形態では、制御装置9は、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8による撮像結果の変化に基づいて、部品Eの未実装が発生したか否かを確認するように構成されている。

【0082】

制御装置9は、たとえば、部品Eが実装位置P aに実装されることによる撮像画像の変化や、部品Eが実装位置P aに実装されることによる高さ情報の変化などに基づいて、部品Eの未実装が発生したか否かを確認するように構成されている。

【0083】

（不良原因推定処理）

次に、図9を参照して、第1実施形態の不良原因推定処理についてフローチャートに基づいて説明する。不良原因推定処理は、制御装置9により行われる。

【0084】

図9に示すように、まず、ステップS 1において、部品認識カメラ6により、実装ヘッド32に吸着された部品Eが撮像されるとともに、この撮像結果に基づいて、部品Eの吸着状態が認識される。その後、ヘッドユニット3が部品認識カメラ6の上方から基板Pの上方まで移動される。

【0085】

そして、ヘッドユニット3が基板Pの上方に到達すると、ステップS 2において、基板Pへの部品Eの実装動作が開始される。

【0086】

そして、ステップS 3において、部品Eを吸着した実装ヘッド32が実装位置P aに向けて下降されるとともに、実装ヘッド32の下降中に撮像ユニット8により実装動作前の実装位置P a（はんだS o）を含む所定領域が撮像される。

【0087】

そして、ステップS 4において、実装ヘッド32が実装位置P aから上昇されるとともに、実装ヘッド32の上昇中に撮像ユニット8により実装動作後の実装位置P a（はんだS o）を含む所定領域が撮像される。

【0088】

そして、ステップS 5において、ステップS 3の撮像ユニット8による撮像結果と、ステップS 4の撮像ユニット8による撮像結果との変化に基づいて、部品Eの未実装が発生したか否かが判断される。

【0089】

ステップS 5において、部品Eの未実装が発生していないと判断される場合には、部品Eの実装不良が発生していないため、不良原因推定処理が終了される。

【0090】

また、ステップS5において、部品Eの未実装が発生したと判断される場合には、ステップS6に進む。

【0091】

そして、ステップS6において、ステップS3の撮像ユニット8による撮像結果と、ステップS4の撮像ユニット8による撮像結果との変化に基づいて、はんだS0の変形が有るか否か（はんだS0の変形の有無）が判断される。

【0092】

ステップS6において、はんだS0の変形が無いと判断される場合には、ステップS7に進む。

10

【0093】

そして、ステップS7において、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「部品寸法の確認」および「基板固定状態の確認」を促す通知が通知部10に表示されることにより、ユーザに通知される。その後、不良原因推定処理が終了される。

【0094】

また、ステップS6において、はんだS0の変形があると判断される場合には、ステップS8に進む。

【0095】

そして、ステップS8において、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「ノズルの異物付着の確認」および「はんだ乾きの確認」を促す通知が通知部10に表示されることにより、ユーザに通知される。その後、不良原因推定処理が終了される。

20

【0096】

（第1実施形態の効果）

第1実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0097】

第1実施形態では、上記のように、部品Eの実装不良（部品Eの未実装）が発生した場合に、撮像ユニット8による計測結果（撮像結果）に基づいて、はんだS0の状態を確認する制御装置9を設ける。これにより、部品Eの実装不良が発生した場合にはんだS0の状態を制御装置9により自動で確認することができるので、ユーザが自らはんだS0の状態を確認する場合に比べて、部品Eの実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担を軽減することができる。また、部品Eの実装不良が発生した場合に確認すべきはんだS0の状態を制御装置9により自動で確認することができるので、熟練したユーザ（オペレータ）でなくとも、部品Eの実装不良の発生原因の調査を容易に行うことができる。

30

【0098】

また、第1実施形態では、上記のように、はんだS0の状態に基づいて、部品Eの実装不良の発生原因を推定するように制御装置9を構成する。これにより、はんだS0の状態の確認だけでなく、部品Eの実装不良の発生原因の推定も制御装置9により自動で行うことができるので、部品Eの実装不良の発生原因を調査するためのユーザの負担をより軽減することができる。

【0099】

40

また、第1実施形態では、上記のように、推定された部品Eの実装不良の発生原因に関する情報を通知するように制御装置9を構成する。これにより、熟練したユーザでなくとも、通知された部品Eの実装不良の発生原因に関する情報に基づいて、部品Eの実装不良の発生原因を容易に調査することができる。

【0100】

また、第1実施形態では、上記のように、はんだS0の状態として、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後のはんだS0の変形の有無を確認するとともに、はんだS0の変形が有る場合およびはんだS0の変形が無い場合のそれぞれの部品Eの実装不良の発生原因に関する情報を通知するように制御装置9を構成する。これにより、はんだS0の変形が有る場合およびはんだS0の変形が無い場合のいずれの場合であっても、通知された部

50

品 E の実装不良の発生原因に関する情報に基づいて、部品 E の実装不良の発生原因を容易に調査することができる。

【0101】

また、第1実施形態では、上記のように、高さ撮像ユニット8によるはんだS oの高さの計測結果に基づいて、はんだS oの高さ情報を取得するとともに、取得されたはんだS oの高さ情報に基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。ここで、図5に示すように、部品EがはんだS oに到達したが実装不良（未実装）が発生する場合にははんだS oが変形するためはんだS oの高さが変化する一方、部品EがはんだS oに到達することなく実装不良（未実装）が発生する場合にははんだS oが変形しないためはんだS oの高さが変化しないと考えられる。したがって、上記のように、はんだS oの高さ情報に基づいて、はんだS oの状態を確認するように構成することにより、部品Eの実装不良が発生した場合に、はんだS oの状態を容易かつ精度よく確認することができる。

10

【0102】

また、第1実施形態では、上記のように、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの高さ情報の変化に基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。これにより、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後のはんだS oの高さ情報にのみ基づいてはんだS oの状態を確認する場合に比べて、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後のはんだS oの高さ情報の変化に基づいて、はんだS oの状態をより容易に確認することができる。その結果、状態を確認し難い極小のはんだS o（極小の部品Eが実装されるはんだS o）であっても、はんだS oの状態を容易に確認することができる。

20

【0103】

また、第1実施形態では、上記のように、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8による撮像結果の変化に基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。これによっても、上記したはんだS oの高さ情報の変化に基づいてはんだS oの状態を確認する場合と同様に、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8による撮像結果の変化に基づいて、はんだS oの状態をより容易に確認することができる。その結果、状態を確認し難い極小のはんだS o（極小の部品Eが実装されるはんだS o）であっても、はんだS oの状態を容易に確認することができる。

30

【0104】

また、第1実施形態では、上記のように、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前に撮像ユニット8により撮像された所定の領域の撮像画像と、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後に撮像ユニット8により撮像された所定の領域の撮像画像との差画像に基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。これにより、はんだS oの状態に変化がある場合に、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前に撮像ユニット8により撮像された所定の領域の撮像画像と、実装ヘッド32による部品Eの実装動作後に撮像ユニット8により撮像された所定の領域の撮像画像との間に差分が生じることを利用して、精度よくはんだS oの状態を確認することができる。

40

【0105】

また、第1実施形態では、上記のように、撮像ユニット8による撮像結果に基づいて、はんだS oの高さ情報を取得するように制御装置9を構成する。そして、差画像に加えて、はんだS oの高さ情報にも基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。これにより、差画像だけでなく、はんだS oの高さ情報も利用して、より精度よくはんだS oの状態を確認することができる。また、はんだS oの高さ情報を取得するために撮像ユニット8とは別個に高さ計測部を設ける必要がないので、差画像に加えてはんだS oの高さ情報にも基づいてはんだS oの状態を確認する場合にも、部品点数の増加を抑制することができる。これらの結果、部品点数の増加を抑制しながら、より精度よくはんだS oの状態を確認することができる。

【0106】

50

また、第1実施形態では、上記のように、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8による撮像結果の変化に基づいて、部品Eの実装不良が発生したか否かを確認するように制御装置9を構成する。そして、部品Eの実装不良が発生した場合に、実装ヘッド32による部品Eの実装動作前後の撮像ユニット8による撮像結果の変化に基づいて、はんだS oの状態を確認するように制御装置9を構成する。これにより、部品Eの実装不良が発生した場合にはんだS oの状態の確認のための撮像動作を新たに行う場合に比べて、撮像ユニット8による撮像動作が複雑になることを抑制することができる。

【0107】

[第2実施形態]

次に、図1～図3および図10～図13を参照して、第2実施形態について説明する。この第2実施形態では、はんだの状態に基づいて部品の実装不良の発生原因を推定した上記第1実施形態の構成に加えて、他の情報にも基づいてより詳細に部品の実装不良の発生原因を推定する例について説明する。

10

【0108】

(部品実装装置の構成)

本発明の第2実施形態による部品実装装置200(図1参照)は、図2および図10に示すように、制御装置109(図2参照)およびサイドビューカメラ140を備える点で、上記第1実施形態の部品実装装置100と相違する。なお、制御装置109は、請求の範囲の「制御部」の一例である。また、上記第1実施形態と同一の構成については、同じ符号を付してその説明を省略する。

20

【0109】

(サイドビューカメラの構成)

部品実装装置200の支持部4には、サイドビューカメラ140が設けられている。サイドビューカメラ140は、部品Eの実装に先立って部品Eの吸着状態を側方から認識するために、実装ヘッド32に吸着された部品Eを側方から撮像するように構成されている。この撮像結果は、制御装置109により取得される。これにより、側方から撮像された部品Eの撮像結果に基づいて、部品Eの吸着状態や部品Eの厚みを制御装置9により認識することが可能である。

【0110】

(部品の実装不良に関する制御装置の構成)

30

ここで、第2実施形態では、制御装置109は、はんだS o(図3参照)の状態に加えて、部品Eの厚みの計測結果、基板Pの反りの計測結果、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着の有無の計測結果、およびはんだS oの乾きの度合いの計測結果にも基づいて、部品Eの未実装の発生原因を推定するとともに、部品Eの未実装の発生原因に関する情報を通知するように構成されている。

【0111】

(不良原因推定処理)

次に、図11～図13を参照して、第2実施形態の不良原因推定処理についてフローチャートに基づいて説明する。不良原因推定処理は、制御装置109により行われる。なお、上記第1実施形態の不良原因推定処理と同一の処理については、同じ符号を付して、その説明を省略する。

40

【0112】

図11に示すように、まず、上記第1実施形態と同様に、ステップS1～S5の処理が実行される。そして、ステップS5において、部品Eの未実装が発生していないと判断される場合には、不良原因推定処理が終了される。

【0113】

また、ステップS5において、部品Eの未実装が発生したと判断される場合には、ステップS6に進む。

【0114】

そして、ステップS6において、ステップS3の撮像ユニット8による撮像結果と、ス

50

テップ S 4 の撮像ユニット 8 による撮像結果との変化に基づいて、はんだ S o の変形が有るか否か（はんだ S o の変形の有無）が判断される。

【0115】

ステップ S 6 において、はんだ S o の変形が無いと判断される場合には、ステップ S 1 0 に進む。

【0116】

ステップ S 1 0 では、第 1 推定処理が行われる。

【0117】

第 1 推定処理では、図 1 2 に示すように、まず、ステップ S 1 1 において、部品 E の厚みに異常があるか否かが判断される。

10

【0118】

具体的には、ステップ S 1 1 では、サイドビューカメラ 1 4 0 の撮像結果に基づいて、実装ヘッド 3 2 に吸着された部品 E の厚み（実際の部品 E の厚み）が取得される。そして、予め設定されている部品 E の厚み（設定上の部品 E の厚み）と、実際の部品 E の厚みとの比較に基づいて、部品 E の厚みに異常があるか否かが判断される。すなわち、設定上の部品 E の厚みと実際の部品 E の厚みとの間に差がある場合には、部品 E の厚みに異常があると判断され、設定上の部品 E の厚みと実際の部品 E の厚みとが略同じである場合には、部品 E の厚みに異常がないと判断される。

【0119】

ステップ S 1 1 において、部品 E の厚みに異常がないと判断される場合には、ステップ S 1 2 に進む。

20

【0120】

そして、ステップ S 1 2 において、基板 P の反りに異常があるか否かが判断される。

【0121】

具体的には、ステップ S 1 2 では、ステップ S 3 の撮像ユニット 8 による撮像結果、またはステップ S 4 の撮像ユニット 8 による撮像結果に基づいて、実装位置 P a 近傍の基板 P の基板面 P b の高さ情報が取得される。そして、予め設定されているしきい値と、取得された基板面 P b の高さ情報に基づく基板 P の反り（下反り）との比較に基づいて、基板 P の反りに異常があるか否かが判断される。すなわち、基板 P の反り（下反り）がしきい値よりも大きい場合には、基板 P の反りに異常があると判断され、基板 P の反り（下反り）がしきい値以下である場合には、基板 P の反りに異常がないと判断される。

30

【0122】

ステップ S 1 2 において、基板 P の反りに異常がないと判断される場合には、ステップ S 1 3 に進む。

【0123】

この場合、部品 E の厚みや、基板 P の反りには異常がないと考えられるので、ステップ S 1 3 では、部品 E の未実装の発生原因に関する情報として、「部品と基板以外の確認」を促す通知が通知部 1 0 により通知される。

【0124】

また、ステップ S 1 2 において、基板 P の反りに異常があると判断される場合には、ステップ S 1 4 に進む。

40

【0125】

この場合、部品 E の厚みに異常がないと考えられる一方、基板 P の反りには異常があると考えられるので、ステップ S 1 4 では、部品 E の未実装の発生原因に関する情報として、「基板固定」を促す通知が通知部 1 0 により通知される。すなわち、バックアップピン（図示せず）による基板 P の支持（固定）状態を改善するように、通知部 1 0 により通知が行われる。

【0126】

また、ステップ S 1 1 において、部品 E の厚みに異常があると判断される場合には、ステップ S 1 5 に進む。

50

【0127】

そして、ステップS15において、ステップS12の処理と同様に、基板Pの反りに異常があるか否かが判断される。

【0128】

ステップS15において、基板Pの反りに異常がないと判断される場合には、ステップS16に進む。

【0129】

この場合、基板Pの反りに異常がないと考えられる一方、部品Eの厚みには異常があると考えられるので、ステップS16では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「部品寸法の修正」を促す通知が通知部10により通知される。すなわち、設定上の部品Eの寸法（厚み）を修正するように、通知部10により通知が行われる。

10

【0130】

また、ステップS15において、基板Pの反りに異常があると判断される場合には、ステップS17に進む。

【0131】

この場合、部品Eの厚みおよび基板Pの反りの両方に異常があると考えられるので、ステップS17では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「部品寸法の修正」および「基板固定」を促す通知が通知部10により通知される。その後、図11に示すように、不良原因推定処理が終了される。

20

【0132】

また、ステップS6において、はんだSoの変形が有ると判断される場合には、ステップS20に進む。

【0133】

ステップS20では、第2推定処理が行われる。

【0134】

第2推定処理では、図13に示すように、まず、ステップS21において、実装ヘッド32のノズル32aへの異物（接着剤やはんだなどの異物）の付着があるか否かが判断される。

【0135】

具体的には、ステップS21では、まず、実装ヘッド32をトレイなどの部品廃棄場所（図示せず）の上方に移動させるとともに、実装ヘッド32のノズル32aからの部品Eの除去動作が行われる。そして、部品Eの除去動作後に、部品認識カメラ6により、実装ヘッド32のノズル32aを下方から撮像させる。この部品認識カメラ6による撮像結果に基づいて、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着があるか否かが判断される。

30

【0136】

ステップS21において、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着がないと判断される場合には、ステップS22に進む。

【0137】

そして、ステップS22において、はんだSoに乾きがあるか（はんだSoが乾いているか）否かが判断される。

40

【0138】

具体的には、ステップS22では、まず、たとえば前工程の印刷装置（図示せず）から、はんだSoが基板Pに印刷された印刷時刻を取得する。そして、取得された印刷時刻に基づいて、はんだSoに乾きがあるか否かが判断される。すなわち、印刷時刻から所定の時間よりも時間が経過している場合には、はんだSoに乾きがあると判断され、印刷時刻から所定の時間以内である場合には、はんだSoに乾きがないと判断される。

【0139】

ステップS22において、はんだSoに乾きがないと判断される場合には、ステップS23に進む。

【0140】

50

この場合、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着がなく、かつ、はんだS oの乾きがないと考えられるので、ステップS 23では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「ノズルとはんだ以外の確認」を促す通知が通知部10により通知される。

【0141】

また、ステップS 22において、はんだS oに乾きがある（はんだS oが乾いている）と判断される場合には、ステップS 24に進む。

【0142】

この場合、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着がないと考えられる一方、はんだS oに乾きがあると考えられるので、ステップS 24では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「対象基板の除去」を促す通知が通知部10により通知される。

10

【0143】

また、ステップS 21において、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着があると判断される場合には、ステップS 25に進む。

【0144】

そして、ステップS 25において、ステップS 22の処理と同様に、はんだS oに乾きがあるか否かが判断される。

【0145】

ステップS 25において、はんだS oに乾きがないと判断される場合には、ステップS 26に進む。

【0146】

20

この場合、はんだS oに乾きがないと考えられる一方、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着があると考えられるので、ステップS 26では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「ノズル清掃」を促す通知が通知部10により通知される。

【0147】

また、ステップS 25において、はんだS oに乾きがあると判断される場合には、ステップS 27に進む。

【0148】

この場合、実装ヘッド32のノズル32aへの異物の付着があり、かつ、はんだS oに乾きがあると考えられるので、ステップS 27では、部品Eの未実装の発生原因に関する情報として、「対象基板の除去」および「ノズル清掃」を促す通知が通知部10により通知される。その後、図11に示すように、不良原因推定処理が終了される。

30

【0149】

なお、第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

【0150】

（第2実施形態の効果）

第2実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

【0151】

第2実施形態では、上記のように、はんだS oの状態に加えて、部品Eの厚みの計測結果、基板Pの反りの計測結果、実装ヘッド32への異物の付着の有無の計測結果、およびはんだS oの乾きの度合いの計測結果にも基づいて、部品Eの実装不良の発生原因を推定するとともに、部品Eの実装不良の発生原因に関する情報を通知するように制御装置109を構成する。これにより、部品Eの厚みの計測結果、基板Pの反りの計測結果、実装ヘッド32への異物の付着の有無の計測結果、およびはんだS oの乾きの度合いの計測結果を利用して、部品Eの実装不良の発生原因をより詳細に推定することができる。その結果、より詳細に推定された部品Eの実装不良の発生原因に基づいて、部品Eの実装不良の発生原因をより容易に調査することができる。

40

【0152】

なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0153】

〔変形例〕

50

なお、今回開示された実施形態は、全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく請求の範囲によって示され、さらに請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更（変形例）が含まれる。

【0154】

たとえば、上記第1および第2実施形態では、部品の実装不良の発生原因を推定するとともに、推定された部品の実装不良の発生原因に関する情報をユーザに通知した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、推定された部品の実装不良の発生原因に関する情報をユーザに通知しなくともよい。たとえば、部品の実装不良の発生原因を推定するとともに、推定された部品の実装不良の発生原因に基づいて、部品の実装不良の発生原因に対処する動作を制御部により行わせてもよい。

10

【0155】

また、上記第1および第2実施形態では、はんだの状態として、実装ヘッドによる部品の実装動作前後のはんだの変形の有無を確認した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、はんだの状態として、実装ヘッドによる部品の実装動作前後のはんだの変形の有無以外を確認してもよい。はんだの状態として、実装ヘッドによる部品の実装動作前後のはんだの変形の程度（たとえば、はんだの変形の割合）を確認してもよい。

【0156】

また、上記第1および第2実施形態では、請求の範囲の高さ計測部として、撮像ユニット（撮像部）を用いた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、請求の範囲の高さ計測部として、撮像ユニット（撮像部）以外を用いてもよい。たとえば、変位センサなどの高さ計測部を用いてもよい。

20

【0157】

また、上記第1および第2実施形態では、実装ヘッドによる部品の実装動作前後の撮像結果の変化に基づいて、はんだの状態を確認した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、実装ヘッドによる部品の実装動作後の撮像結果に基づいて、はんだの状態を確認してもよい。たとえば、実装ヘッドによる部品の実装動作後の撮像結果に基づいて、実装動作後のはんだの高さ情報を取得するとともに、取得された高さ情報としきい値とを比較することにより、はんだの状態（はんだの変形の有無）を確認してもよい。この場合、高さ情報のうちのはんだの厚みに対応する高さを有する部分の面積をしきい値と比較してもよいし、はんだの高さ情報のうちのはんだ近傍の高さとしきい値とを比較してもよい。

30

【0158】

また、上記第1および第2実施形態では、差画像およびはんだの高さ情報に基づいて、はんだの状態を確認した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、はんだの高さ情報を用いることなく、差画像に基づいて、はんだの状態を確認してもよい。

【0159】

また、上記第1および第2実施形態では、請求の範囲の接合材として、はんだを用いた例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、請求の範囲の接合材として、はんだ以外を用いてもよい。

40

【0160】

また、上記第1および第2実施形態では、複数（2つ）の高さ計測用カメラにより、実装位置を複数（2つ）の撮像方向から撮像可能に撮像ユニットを構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、単一の高さ計測用カメラにより、実装位置を複数の撮像方向から撮像可能に撮像ユニットを構成してもよい。

【0161】

また、上記第1および第2実施形態では、実装位置を2つの撮像方向から撮像可能に撮像ユニットを構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、実装位置を3つ以上の撮像方向から撮像可能に撮像ユニットを構成してもよい。この場合、3つ以上の撮像方向からの撮像結果に基づいて、ステレオマッチングにより、高さ情報を取得す

50

ればよい。

【0162】

また、上記第2実施形態では、はんだの状態に加えて、部品の厚みの計測結果、基板の反りの計測結果、実装ヘッドへの異物の付着の有無の計測結果、およびはんだの乾きの度合いの計測結果にも基づいて、部品の未実装の発生原因を推定する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、はんだの状態と、部品の厚みの計測結果、基板の反りの計測結果、実装ヘッドへの異物の付着の有無の計測結果、およびはんだの乾きの度合いの計測結果のうちの少なくともいずれか1つに基づいて、部品の未実装の発生原因を推定してもよい。

【0163】

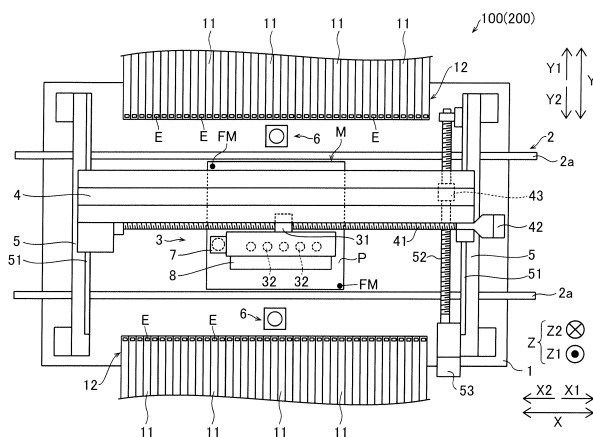
また、上記第1および第2実施形態では、説明の便宜上、制御装置の処理を処理フローに沿って順番に処理を行うフロー駆動型のフローを用いて説明したが、本発明はこれに限られない。本発明では、制御装置の処理を、イベント単位で処理を実行するイベント駆動型（イベントドリブン型）の処理により行ってもよい。この場合、完全なイベント駆動型で行ってもよいし、イベント駆動およびフロー駆動を組み合わせてもよい。

【符号の説明】

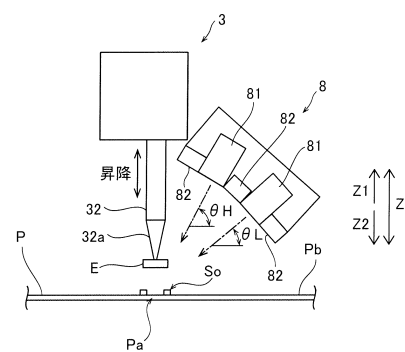
【0164】

- 8 撮像ユニット（計測部、高さ計測部、撮像部）
- 32 実装ヘッド（実装部）
- 9、109 制御装置（制御部）
- 100、200 部品実装装置
- E 部品
- P 基板
- So はんだ（接合材）

【図1】

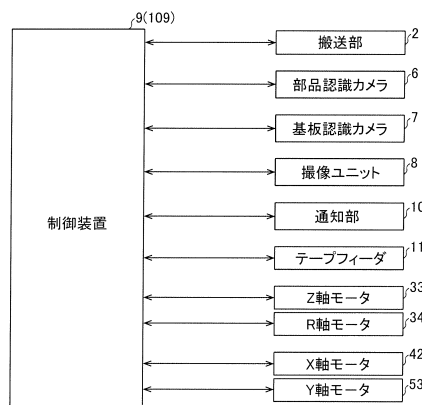


【図3】

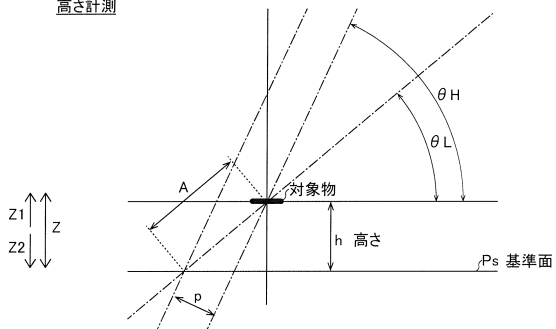


【図4】

【図2】



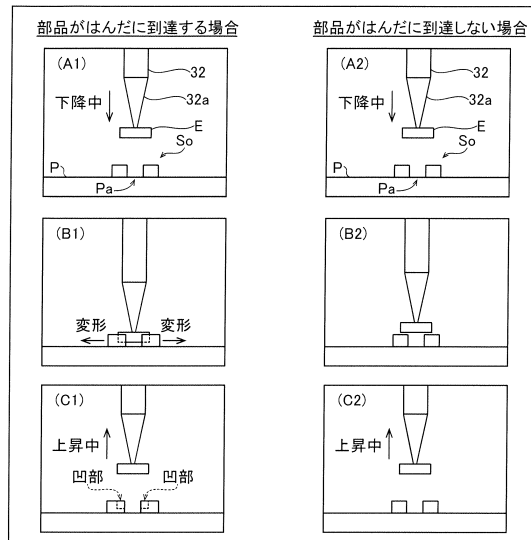
高さ計測



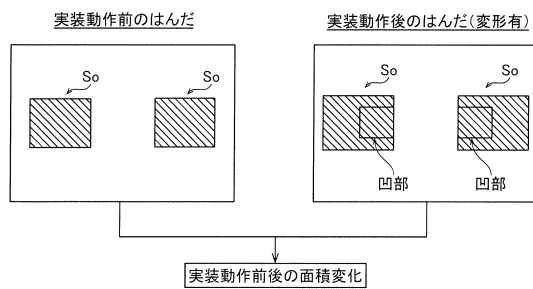
10

20

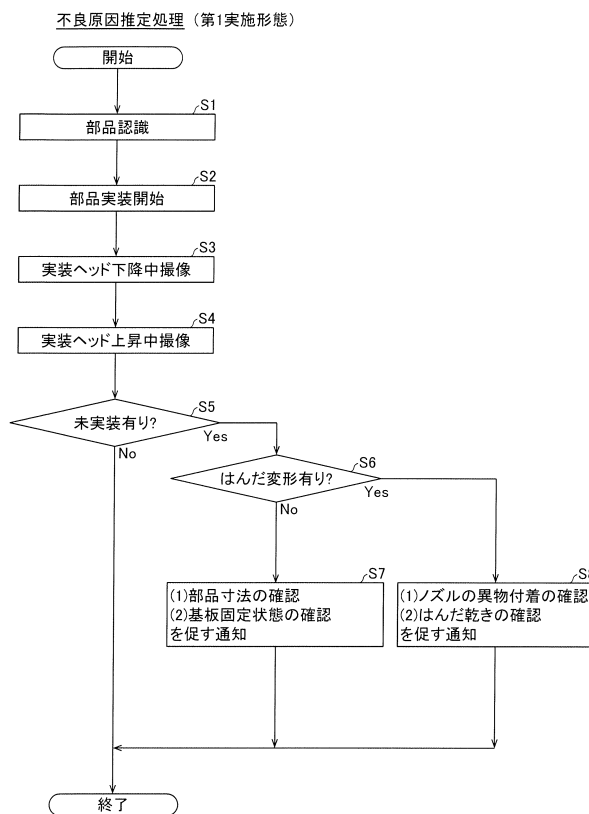
【図 5】



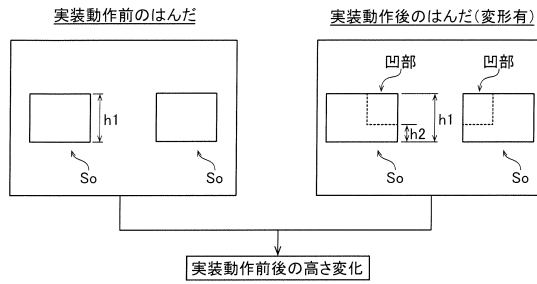
【図 6】



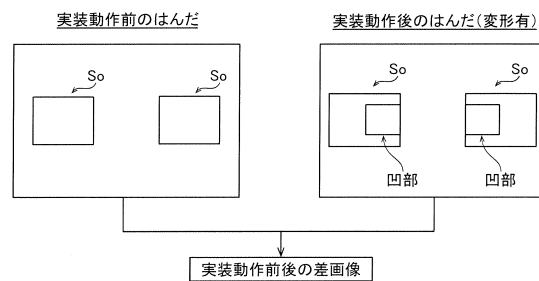
【図 9】



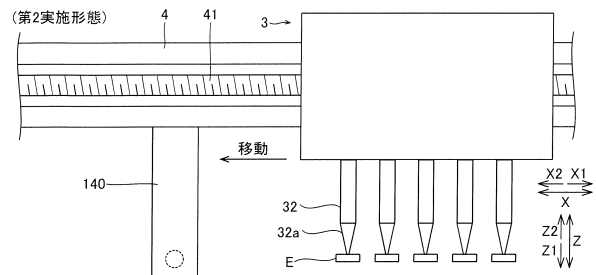
【図 7】



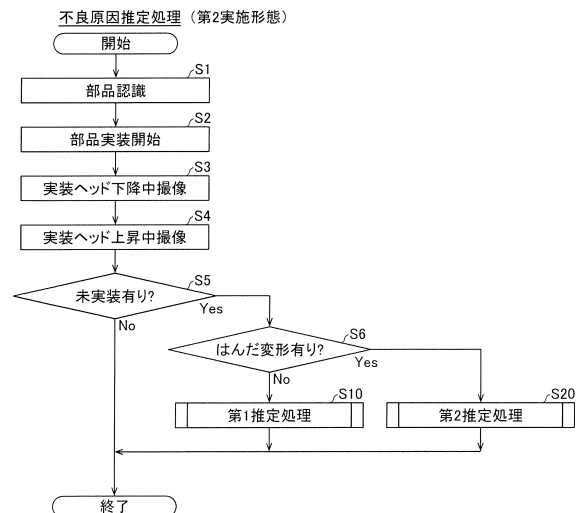
【図 8】



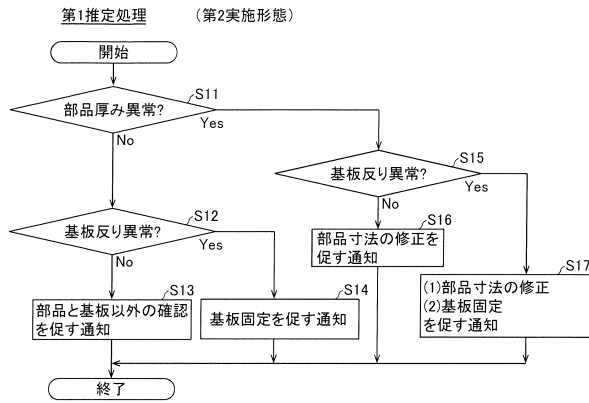
【図 10】



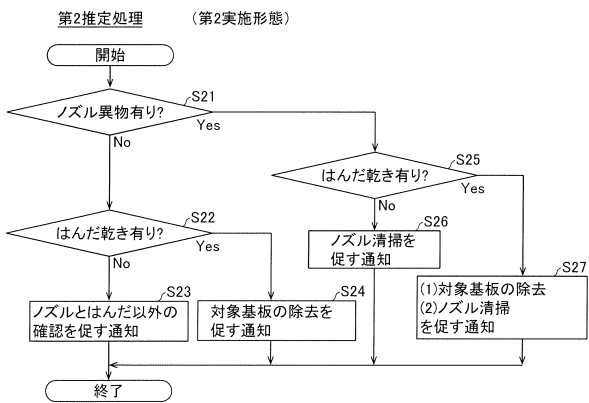
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-300526 (JP, A)
国際公開第2014/080525 (WO, A1)
特開2006-339445 (JP, A)
特開2003-008295 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05K 13/00-13/08