

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4064366号
(P4064366)

(45) 発行日 平成20年3月19日 (2008. 3. 19)

(24) 登録日 平成20年1月11日 (2008. 1. 11)

(51) Int. Cl.		F I	
H O 1 L 21/60	(2006. 01)	H O 1 L 21/60	3 1 1 T
B O 6 B 1/02	(2006. 01)	B O 6 B 1/02	K
H O 1 L 21/52	(2006. 01)	H O 1 L 21/52	F
H O 1 L 21/607	(2006. 01)	H O 1 L 21/607	C

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-85331 (P2004-85331)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成16年3月23日 (2004. 3. 23)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2005-276947 (P2005-276947A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
(43) 公開日	平成17年10月6日 (2005. 10. 6)	(74) 代理人	100075557
審査請求日	平成18年1月25日 (2006. 1. 25)		弁理士 西教 圭一郎
		(74) 代理人	100072235
			弁理士 杉山 毅至
		(74) 代理人	100101638
			弁理士 廣瀬 峰太郎
		(72) 発明者	迫田 直樹
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
			シャープ株式会社内
		(72) 発明者	北岡 幸喜
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波フリップチップ接合装置および接合方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波振動を印加して、半導体チップを回路基板に接合する超音波フリップチップ接合装置において、

回路基板が保持され少なくとも1軸以上の方向に移動可能なテーブルと、

テーブルに保持される回路基板に対して近接離反するように移動可能に設けられるボンディングツールと、

半導体チップを吸引することによってボンディングツールに吸着させる吸着手段と、

ボンディングツールに超音波振動を印加する超音波振動印加手段と、

半導体チップの振動の振幅を検出する振幅検出手段と、

吸着手段によって半導体チップがボンディングツールに吸引される吸引圧力を検出する圧力検出手段とを含むことを特徴とする超音波フリップチップ接合装置。

【請求項 2】

振幅検出手段および圧力検出手段の検出出力に応答し、

吸着手段による半導体チップの吸引を停止して吸着状態を解除し、

ボンディングツールをテーブルに保持される回路基板から離反する方向に移動させるように制御する制御手段をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の超音波フリップチップ接合装置。

【請求項 3】

超音波振動を印加して、半導体チップを回路基板に接合する超音波フリップチップ接合

方法において、

少なくとも1軸以上の方向に移動可能なテーブルに回路基板を保持し、
テーブルに保持される回路基板に対して近接離反するように移動可能に設けられるボンディングツールに半導体チップを吸着させ、

ボンディングツールを回路基板に対して近接するように移動させてボンディングツールに吸着される半導体チップを回路基板に当接し、

ボンディングツールに超音波振動を印加し、
半導体チップの振動の振幅と、半導体チップがボンディングツールに吸着される吸引圧力とを検出し、

検出される振幅が予め定める値以下、かつ検出される吸引圧力が予め定める値以上になるとき、

ボンディングツールと半導体チップとの吸着状態を解除し、
ボンディングツールを回路基板から離反する方向に移動することを特徴とする超音波フリップチップ接合方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体チップと回路基板とをフリップチップ接合するに際し、超音波振動を印加する超音波フリップチップ接合装置および接合方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、たとえば半導体チップを回路基板またはパッケージに実装する手法には、半導体チップの電極と回路基板の電極またはパッケージとに、極細ワイヤの両端をそれぞれボンディングして電氣的接続を得るワイヤボンディング接合方法が用いられていたけれども、近年では、より生産効率の高いフリップチップ接合方法が用いられるに至っている。

【0003】

フリップチップ接合方法は、半導体チップの電極と、回路基板などの電極とを、導電性を有する接続部材であるバンプによって接合する実装方法である。このバンプには、形成プロセスが比較的容易である金（Au）ボールバンプが広く実用化されている。フリップチップ接合方法は、バンプを介して複数の接合箇所を一括して接合することができるので、基本的に接合箇所を1箇所ずつ順番に極細ワイヤでボンディングするワイヤボンディング接合方法に比べて生産効率が高いという利点を有している。またフリップチップ接合方法では、接合端子である電極の配置が半導体チップの周辺に限定されないので、接合端子の数を大幅に増大することができるとともに、半導体チップの実装面積を小さくすることができ、また回路の配線長さも短くすることができる。したがって、フリップチップ接合方法は、高密度実装や高速度半導体チップの実装などに適している。

【0004】

このフリップチップ接合方法の具体的手法としては、導電性ペーストのような中間材を介してバンプと回路基板の電極とを接合する手法、また熱圧着や超音波併用熱圧着によって直接接合する手法などがある。後者の直接接合する手法は、中間材を省くことができ、工程数が少なく、さらに超音波を併用する手法では接合時間を短縮することができるという利点があるので、多用されるようになっている。

【0005】

図7は、従来の超音波フリップチップ接合装置におけるボンディングツール付近の構成を簡略化して示す側面図である。図7では、バンプ1の設けられた半導体チップ2を吸着するボンディングツール3と、ボンディングツール3に吸着される半導体チップ2を臨んで配置される回路基板4とを示す。

【0006】

半導体チップ2は、ボンディングツール3の下面に開口部の形成される吸着孔から大気を吸引し、この吸引による真空吸着力によって、ボンディングツール3に保持される。半

10

20

30

40

50

導体チップ 2 に設けられるバンプ 1 と、回路基板 4 の半導体チップ 2 を臨む面上に予め形成される電極 5 とが、対応するように、ボンディングツール 3 を回路基板 4 に対して位置合わせする。次いで、ボンディングツール 3 を回路基板 4 に向って下降させ、半導体チップ 2 に設けられるバンプ 1 を回路基板 4 の電極 5 に押圧し、ボンディングツール 3 を介して半導体チップ 2 に超音波振動を印加させて、半導体チップ 2 のバンプ 1 と回路基板 4 の電極 5 とを接合する。

【0007】

この接合動作時において、ボンディングツール 3 による半導体チップ 2 の保持力の水平成分は、ボンディングツール 3 によって半導体チップ 2 を回路基板 4 に対して押圧する荷重と、ボンディングツール 3 によって半導体チップ 2 を吸着する真空吸引力とに基づいて、ボンディングツール 3 と半導体チップ 2 との互いの当接面で発生する摩擦力である。

10

【0008】

半導体チップ 2 は自ら振動することがなく、ボンディングツール 3 の超音波振動に追従して振動するので、ボンディングツール 3 と半導体チップ 2 との互いの当接面における摩擦力よりも、半導体チップ 2 のバンプ 1 と回路基板 4 の電極 5 との当接面における摩擦力の方が大きいと、半導体チップ 2 がボンディングツール 3 の超音波振動に追従することができず、半導体チップ 2 とボンディングツール 3 との当接面において滑り現象が発生する。このような滑り現象が発生すると、ボンディングツール 3 に印加された超音波振動が、バンプ 1 と電極 5 との当接面に十分に伝達されないので、バンプ 1 と電極 5 との接合が不充分になるという問題がある。充分な接合強度を得るべく、超音波振動の印加時間を長くすると、過度の超音波振動エネルギーによって、半導体チップがダメージを受けるという問題がある。

20

【0009】

このような問題を解決する従来技術の一つに、ボンディングツールと半導体チップとの間の滑り現象を抑制するものがある（たとえば、特許文献 1 参照）。図 8 は、滑り現象を抑制する従来技術の超音波フリップチップ接合装置におけるボンディングツール付近の構成を簡略化して示す部分断面図である。

【0010】

特許文献 1 に開示されるボンディング（吸着）ツール 6 には、IC チップ 7 の吸着される側の端面に四角錐台状の凹所 8 が形成される。したがって、凹所 8 には、対向してテーパを構成する面取部 9 a、9 b と称される内側面が形成される。ボンディングツール 6 で IC チップ 7 を吸着するとき、IC チップ 7 の角部 7 a、7 b とボンディングツール 6 の面取部 9 a、9 b とが当接するように保持する。次いで、IC チップ 7 に設けられるバンプ 10 と、基板 11 に形成される電極 12 とを位置合わせして当接させ、ボンディングツール 6 を介して超音波振動を印加して接合する。このとき、IC チップ 7 がボンディングツール 6 の面取部 9 a、9 b において把持されているので、ボンディングツール 6 と IC チップ 7 との滑り現象が防止されるというものである。

30

【0011】

しかしながら、特許文献 1 に開示される従来技術には、次のような問題がある。ボンディングツール 6 によれば、ボンディングツール 6 と IC チップ 7 との当接面積が小さく、IC チップ 7 の角部 7 a、7 b に対して、接合時に負荷される荷重と超音波振動とが集中するので、このことに起因して IC チップ 7 の角部 7 a、7 b にクラックが発生する。

40

【0012】

【特許文献 1】特開 2001-127114 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の目的は、半導体チップに損傷を与えることなく、ボンディングツールから半導体チップに超音波振動を効率的に伝達し、優れた接合強度を得ることのできる超音波フリップチップ接合装置および接合方法を提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、超音波振動を印加して、半導体チップを回路基板に接合する超音波フリップチップ接合装置において、

回路基板が保持され少なくとも1軸以上の方向に移動可能なテーブルと、

テーブルに保持される回路基板に対して近接離反するように移動可能に設けられるボンディングツールと、

半導体チップを吸引することによってボンディングツールに吸着させる吸着手段と、

ボンディングツールに超音波振動を印加する超音波振動印加手段と、

半導体チップの振動の振幅を検出する振幅検出手段と、

吸着手段によって半導体チップがボンディングツールに吸引される吸引圧力を検出する圧力検出手段とを含むことを特徴とする超音波フリップチップ接合装置である。

10

【0015】

また本発明は、振幅検出手段および圧力検出手段の検出出力に応答し、

吸着手段による半導体チップの吸引を停止して吸着状態を解除し、

ボンディングツールをテーブルに保持される回路基板から離反する方向に移動させるように制御する制御手段をさらに含むことを特徴とする。

【0018】

また本発明は、超音波振動を印加して、半導体チップを回路基板に接合する超音波フリップチップ接合方法において、

20

少なくとも1軸以上の方向に移動可能なテーブルに回路基板を保持し、

テーブルに保持される回路基板に対して近接離反するように移動可能に設けられるボンディングツールに半導体チップを吸着させ、

ボンディングツールを回路基板に対して近接するように移動させてボンディングツールに吸着される半導体チップを回路基板に当接し、

ボンディングツールに超音波振動を印加し、

半導体チップの振動の振幅と、半導体チップがボンディングツールに吸着される吸引圧力とを検出し、

検出される振幅が予め定める値以下、かつ検出される吸引圧力が予め定める値以上になるとき、

30

ボンディングツールと半導体チップとの吸着状態を解除し、

ボンディングツールを回路基板から離反する方向に移動することを特徴とする超音波フリップチップ接合方法である。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、超音波振動を印加しながら半導体チップと回路基板とを接合するに際し、半導体チップの振動の振幅を検出することができ、また半導体チップがボンディングツールに吸着される吸引圧力を検出することができるので、半導体チップのバンプと回路基板の電極との間に印加されている振動エネルギーの水準を精度良く把握することが可能になる。このことによって、ボンディングツールから半導体チップへの効率的な超音波振動伝達の再現性が向上し、半導体チップと回路基板との優れた接合強度を安定して得ることが可能になる。また接合時の半導体チップの振動状態を検出し、適正な処理をすることによって、半導体チップ実装工程における良好な製造品質管理をすることが可能になるとともに、接合時の条件を常に適切に維持することによって、接合不良品の発生を抑制することが可能になる。

40

【0020】

また本発明によれば、振幅検出手段および圧力検出手段の検出出力に基づいて、半導体チップのバンプと回路基板の電極との接合完了時期を知ることができる。すなわち、検出される振幅および吸引圧力の、たとえば接合開始初期値からの変化量が、予め定める値以上になったとき、半導体チップのバンプと回路基板の電極との接合が完了したと見極める

50

ことが可能である。

【0021】

また振幅検出手段および圧力検出手段の検出出力に応答して、吸着手段による半導体チップの吸引を停止して吸着状態を解除するとともに、ボンディングツールをテーブルに保持される回路基板から離反する方向に移動させるように制御する制御手段がさらに備えられるので、半導体チップのバンプと回路基板の電極との接合が完了すると同時に、半導体チップを吸着しているボンディングツールの吸着状態を解除することができる。このことによって、半導体チップに対する過度な超音波振動の印加を防止できるので、半導体チップに損傷を与えることなく、しかも回路基板の電極に対して強固に接合することが可能になる。

10

【0022】

さらに、たとえば前述のように接合開始初期値に対する変化量に閾値を設けることによって、接合完了を検知することができるので、品種切替え等による適正接合完了条件を、その都度抽出することが不要になるので、生産効率向上が実現される。

【0025】

また本発明の超音波フリップチップ接合方法によれば、半導体チップに損傷を与えることなく、ボンディングツールから半導体チップに超音波振動を効率的に伝達し、優れた接合強度を得ることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

図1は本発明の実施の一形態である超音波フリップチップ接合装置20の構成を簡略化して示す系統図であり、図2は図1に示す超音波フリップチップ接合装置20に備わるボンディングツール25まわりの構成を簡略化して示す図である。超音波フリップチップ接合装置20（以後、単に接合装置20と略称する）は、超音波振動を印加して、半導体チップ21と回路基板22とをバンプ23を介して接合することに用いられる。

20

【0027】

接合装置20は、大略回路基板22が保持され少なくとも1軸以上の方向に移動可能なテーブル24と、テーブル24に保持される回路基板22に対して近接離反するように移動可能に設けられるボンディングツール25と、半導体チップ21を吸引することによってボンディングツール25に吸着させる吸着手段26と、ボンディングツール25に超音波振動を印加する超音波振動印加手段27と、半導体チップの振動の振幅を検出する振幅検出手段28と、吸着手段26によって半導体チップ21がボンディングツール25に吸引される吸引圧力を検出する圧力検出手段29と、振幅検出手段28および圧力検出手段29の検出出力に応答し、吸着手段26による半導体チップ21の吸引を停止して吸着状態を解除し、ボンディングツール25をテーブル24に保持される回路基板22から離反する方向に移動させるように制御する制御手段30とを含む。

30

【0028】

半導体チップ21は、たとえばシリコン基板上に微細回路の形成されたものであり、その表面には、接続端子として複数のパッドが形成され、さらにパッド上にたとえばAuボールバンプ23が予め設けられる。回路基板22は、その表面の実装位置に、半導体チップ21に形成されるパッドに対応する接続端子として、半導体チップ21に形成されるのと同数の電極22aが形成されている。半導体チップ21に形成されるパッドと、回路基板22に形成される電極とが、Auボールバンプ23を介して超音波振動を印加されて接合される。

40

【0029】

回路基板22は、前述のようにテーブル24に保持される。本実施の形態では、テーブル24は、直交する2軸方向ならびにθ方向に移動可能なX-Y-θテーブルであり、図1の紙面では、左右のX軸方向と、前後のY軸方向と、θ方向とに可動である。このテーブル24は、テーブル24に接続されるテーブル制御部31からの移動するべき座標位置を与える動作制御信号に従って、テーブル24に保持される回路基板22を、X-Y-θ

50

方向の所望の位置に移動させることができる。なお、テーブル制御部 31 は、接合装置 20 全体の総合的な動作制御を行う処理回路であり、前記制御手段 30 として機能する主制御部 30 に電氣的に接続される。テーブル制御部 31 は、たとえばカメラおよび画像情報処理装置などの情報に基づいて主制御部 30 から送られる信号に従ってテーブル 24 を動作制御する。

【0030】

ボンディングツール 25 は、たとえば鉄系素材からなり、略直方体形状を有する。図 2 (a) には、ボンディングツール 25 まわりの構成を正面図にて示し、図 2 (b) には底面図にて示し、図 2 (c) には右側面図にて示す。なお、図 2 (b) および図 2 (c) では、ブースタと超音波ホーンならびに超音波振動子とを省いて示す。

10

【0031】

ボンディングツール 25 は、半導体チップ 21 を吸着する下面 32、すなわちテーブル 24 に保持される回路基板 22 を臨む面 32 に開口するように第 1 吸着孔 33 と第 2 吸着孔 34 a、34 b とが形成される。本実施の形態では、第 1 吸着孔 33 が一つ、第 2 吸着孔 34 a、34 b が 2 つ形成される。

【0032】

第 1 吸着孔 33 は、前記下面 32 のほぼ中央部に矩形状の開口部を有するように形成される。第 1 吸着孔 33 は、開口部の寸法のままボンディングツール 25 内を貫き、開口部の反対側で、後述する吸着制御部 49 に連なる管路に接続される。

【0033】

第 2 吸着孔 34 a、34 b は、第 1 吸着孔 33 に関して対称となる位置に、長方形形状の開口部を有するように形成される。第 2 吸着孔 34 a、34 b が、ボンディングツール 25 の下面 32 に開口される開口部の最大寸法は、半導体チップ 21 がボンディングツール 25 に吸着される面の最小寸法よりも小さくなるように形成される。本実施の形態では、第 2 吸着孔 34 a、34 b の開口部は、長方形形状に形成されるので、その最大寸法は対角線の寸法である。しかしながら、第 2 吸着孔 34 a、34 b の開口部は、極めて細長い長方形に形成されるので、対角線寸法が長方形の長辺 L1 にほぼ等しい。また半導体チップ 21 も平面投影形状が長方形形状に形成され、そのボンディングツール 25 に吸着される面の最小寸法は、長方形の短辺 L2 である。したがって、第 2 吸着孔 34 a、34 b の開口部の長辺 L1 が、半導体チップ 21 の短辺 L2 よりも小さくなるように形成される。

20

30

【0034】

第 2 吸着孔 34 a、34 b は、ボンディングツール 25 の下面 32 に開口部を有する横孔部 35 と、前述の長辺 L1 のほぼ中央付近で横孔部 35 に連通し、ボンディングツール 25 を縦方向に貫いて形成される縦孔部 36 とを含んで構成される。第 2 吸着孔 34 a、34 b の縦孔部 36 は、後述する吸着制御部 49 に連なる管路に接続される。

【0035】

第 1 吸着孔 33 および第 2 吸着孔 34 a、34 b は、ボンディングツール 25 に半導体チップ 21 が吸着された状態で、半導体チップ 21 がボンディングツール 25 に当接する下面 32 上に、半導体チップ 21 の輪郭として画される領域内に開口するように形成される。

40

【0036】

第 1 吸着孔 33 および第 2 吸着孔 34 a、34 b が管路で接続される吸着制御部 49 は、第 1 吸着孔 33 および第 2 吸着孔 34 a、34 b およびそれらに接続される管路を通じて大気を吸引する真空ポンプと、真空ポンプのオン／オフ切換動作を制御する切換動作制御部とを含む。これらの第 1 吸着孔 33 および第 2 吸着孔 34 a、34 b と、管路と、吸着制御部 49 とが、吸着手段 26 を構成する。吸着制御部 49 を動作させ、第 1 吸着孔 33 および第 2 吸着孔 34 a、34 b ならびにそれらに接続される管路を通じて大気を吸引することによって、たとえば不図示のチップトレイに収容される半導体チップ 21 を、ボンディングツール 25 で真空吸着してチップトレイからピックアップすることができる。なお、吸着制御部 49 は、前述の主制御部 30 に電氣的に接続される。

50

【0037】

ボンディングツール25の側面には、超音波ホーン37、38ならびに振動の振幅を増減するとともに、ホルダーに固定するブースタ47、48が接続され、少なくとも一方の超音波ホーン38には、ブースタ48を介して超音波振動子39が接続される。超音波振動子39は、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する圧電素子または磁歪素子等のようなエネルギー変換器である。超音波振動子には、特にジルコンチタン酸鉛などの圧電素子が好適に用いられる。超音波振動子39は、超音波発振器40に電氣的に接続され、超音波発振器40から供給される電力と信号に応じて、所定周波数の超音波振動を発生して出力する。超音波発振器40と、ブースタ47、48と、超音波振動子39と、超音波ホーン37、38とが、超音波振動印加手段27を構成する。超音波発振器40からの信号に基づいて超音波振動子39が、超音波振動を発生し、その超音波振動が、ブースタ48および超音波ホーン38を介してボンディングツール25に伝達され、さらにボンディングツール25からボンディングツール25に吸着される半導体チップ21に伝達され、半導体チップ21が矢符41方向に振動する。

10

【0038】

前述のように本実施の形態の接合装置20には、振幅検出手段28と圧力検出手段29とが備えられる。振幅検出手段28は、半導体チップ21の振動を検出する振動測定センサ42と、振動測定センサ42が検出した振動からその振幅を計測する振動振幅計測部43とを含む。振動測定センサ42は、たとえば非接触型振動計であるレーザドップラー振動計によって実現され、半導体チップ21の側面に照射したレーザ光の反射光を受光し、その反射光の振動数のドップラー効果による変化を測定する。

20

【0039】

圧力検出手段29は、前述の吸着制御部49に接続される管路とは、別に設けられる管路によって第2吸着孔34a、34bに接続される圧力計であり、図1では真空度検知部と表記する。圧力検出手段29は、第2吸着孔34a、34bから大気を吸引し、半導体チップ21を吸着させる吸引圧力を測定する。

【0040】

前述のように半導体チップ21は自ら振動することがなく、ボンディングツール25の超音波振動に追従して振動する。したがって、半導体チップ21のバンプ23と、回路基板22の電極22aとの接合にまで至らない段階では、半導体チップ21がボンディングツール25に吸着されてボンディングツール25の超音波振動に追従して振動する。ただし、この段階でも、半導体チップ21の振動の振幅は、ボンディングツール25と半導体チップ21との間の摩擦等に起因し、ボンディングツール25の振動の振幅に比べて若干減少するのが普通である。

30

【0041】

半導体チップ21のバンプ23と、回路基板22の電極22aとの接合が進行すると、バンプ23と電極22aとの間の摩擦力が、ボンディングツール25と半導体チップ21との間の摩擦力を上回るようになる。このような段階では、半導体チップ21がボンディングツール25の振動に十分に追従しなくなるので、半導体チップの振動の振幅が、超音波振動の印加開始時に比べて小さくなる。

40

【0042】

一方、ボンディングツール25の振動の振幅は、バンプ23と電極22aとの接合の段階に関わらず変化することがないので、ボンディングツール25と半導体チップ21との間に滑り現象が発生するようになる。ボンディングツール25の下面32に対して半導体チップ21が滑ると、半導体チップ21による吸着孔、特に第2吸着孔34a、34bの開口部に対する吸引が破れ、いわゆるリークするので、吸着手段26による吸引圧力が高く（真空度が低く）なる。

【0043】

振幅検出手段28および圧力検出手段29は、このような半導体チップ21の振動の振幅減少および吸引圧力の増加を検出することができる。たとえば、半導体チップ21と回

50

路基板 2 2 とを接合するべく、半導体チップ 2 1 をボンディングツール 2 5 で吸着し、超音波振動の印加を開始した時点における半導体チップ 2 1 の振動の振幅と吸引圧力とを、初期値として設定する。次いで、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との適正な接合が完了した時点における半導体チップ 2 1 の振動の振幅が初期値に対して減少した割合、および吸引圧力が増加した割合を求める。このようにして、接合完了の指標となる半導体チップ 2 1 の振動振幅の初期値に対する減少割合および吸引圧力の初期値に対する増加割合を定めておき、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合に際し、半導体チップ 2 1 の振動振幅と吸引圧力とをリアルタイムで検出し、上記の設定した割合に達したか否かを検知することによって、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合完了時点を判定することが可能になる。

10

【0044】

接合装置 2 0 は、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合完了を判定することが可能に構成される。すなわち、振幅検出手段 2 8 および圧力検出手段 2 9 によって検出された振幅および圧力のアナログデータは、アナログ／デジタル（略称 A/D）変換回路 4 4 へ伝送されてデジタルデータに変換される。A/D 変換回路 4 4 でデジタルデータに変換された振幅および圧力のデータは、接合完了判断部 4 5 に伝送され、接合完了判断部 4 5 において半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合完了の有無が判定される。

【0045】

接合完了判断部 4 5 は、たとえば演算回路である。半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合を開始するべく印加した振動の半導体チップ 2 1 における振幅と吸引圧力とを初期値とし、接合動作中に検出される振幅と圧力との初期値に対する比を演算し、その比が接合完了指標として予め定める値以上もしくは以下になったとき、接合完了の信号を送出するように構成される。またこれに限定されず、半導体チップ 2 1 の種類によって、接合完了の指標となる振幅および圧力がほとんど一定の場合、接合完了指標となる振幅と圧力の値を定めて接合完了判断部 4 5 のメモリにストアしておき、接合動作中に検出される振幅と圧力と予め定める値との偏差を演算し、偏差が零（0）以上もしくは 0 以下になったとき、接合完了と判定するような構成であってもよい。この接合完了判断部 4 5 から送られる信号は、吸着制御部 4 9 と主制御部 3 0 とに入力され、吸着手段 2 6 の動作制御に用いられる。

20

【0046】

前述したボンディングツール 2 5、超音波ホーン 3 7、3 8、プースタ 4 7、4 8 および超音波振動子 3 9 は、ホルダー 4 6 に支持される。ホルダー 4 6 には、加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 が装着される。加圧シリンダ 5 1 は、ピストンロッド 5 2 の反対側の取付面が昇降板 5 3 に装着される。昇降板 5 3 には、2 つの貫通孔が形成され、互いに平行になるように対向して設けられる第 1 案内棒部材 5 4 と、第 2 案内棒部材 5 5 とが、貫通孔にそれぞれ挿通される。昇降板 5 3 は、第 1 および第 2 案内棒部材 5 4、5 5 に対して摺動可能であり、第 1 および第 2 案内棒部材 5 4、5 5 に案内される上下方向に移動することができる。

30

【0047】

第 1 および第 2 案内棒部材 5 4、5 5 は、昇降板 5 3 に関してホルダー 4 6 と反対側に配置される支持フレーム 5 6 にそれぞれ立設される。支持フレーム 5 6 のほぼ中央部であって、前記加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 の進退方向の延長線上には、電動機 5 7 が装着される。電動機 5 7 は、その出力軸 5 8 が昇降板 5 3 を臨むように配置される。電動機 5 7 の出力軸 5 8 にはおねじ部材 5 9 の一端部が連結される。おねじ部材 5 9 は、昇降板 5 3 に固設されるナット 6 0 に螺合されるとともに、その他端部が昇降板 5 3 に回転自在に支持される。

40

【0048】

電動機 5 7 には、その回転動作を制御するモータ駆動部 6 1 が接続され、さらにモータ駆動部 6 1 が前述の主制御部 3 0 に接続される。また加圧シリンダ 5 1 には、加圧ユニット 6 2 が配管系によって接続され、加圧ユニット 6 2 には、加圧ユニット 6 2 の加圧動作

50

を制御する荷重制御部 6 3 が電氣的に接続され、さらに荷重制御部 6 3 が前述の主制御部 3 0 に接続される。

【0049】

モータ駆動部 6 1 からの動作制御信号によって電動機 5 7 を回転駆動し、その出力軸 5 8 に連結されるおねじ部材 5 9 を回転させる。おねじ部材 5 9 の回転運動が、おねじ部材 5 9 に螺合されるナット 6 0 およびナット 6 0 が固設される昇降板 5 3 の直進運動に変換され、昇降板 5 3 が、第 1 および第 2 案内棒部材 5 4, 5 5 に案内されて上下動する。昇降板 5 3 の上下動に従って、昇降板 5 3 に装着される加圧シリンダ 5 1 および加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 に装着されるホルダー 4 6 が上下動する。

【0050】

前述のようにして昇降板 5 3 を所望の位置に移動させた状態で、荷重制御部 6 3 からの制御信号に応じて加圧ユニット 6 2 を動作させ、加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 を進退させることによって、ホルダー 4 6、すなわちホルダー 4 6 に支持されるボンディングツール 2 5 を、テーブル 2 4 に保持される回路基板 2 2 に対して近接離反させることができるとともに、ボンディングツール 2 5 に吸着保持される半導体チップ 2 1 を回路基板 2 2 に対して押圧させることができる。

【0051】

テーブル制御部 3 1、超音波発振器 4 0、吸着制御部 4 9、モータ駆動部 6 1 および荷重制御部 6 3 が電氣的に接続される主制御部 3 0 は、たとえば中央処理装置（略称 CPU）を備えるマイクロコンピュータなどによって実現される処理回路であり、前述のように接合装置 2 0 全体の動作を総合的に制御する。

【0052】

振幅検出手段 2 8 および圧力検出手段 2 9 の検出出力に基づいて接合完了判断部 4 5 が、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合完了の信号を主制御部 3 0 に対して出力したとき、該出力を受けた主制御部 3 0 は、吸着制御部 4 9 に動作指示信号を出力して、吸着制御部 4 9 の真空ポンプをオフにして、吸着手段 2 6 による半導体チップ 2 1 の吸着状態を解除する。吸着制御部 4 9 に動作指示信号を出力すると同時に、主制御部 3 0 は、荷重制御部 6 3、モータ駆動部 6 1 および超音波発振器 4 0 に対しても動作指示信号を出力し、超音波振動子 3 9 の超音波発振を停止し、加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 を後退させ、電動機 5 7 を前述とは逆方向へ回転させて昇降板 5 3 を上昇させる。すなわち主制御部 3 0 が、振幅検出手段 2 8 および圧力検出手段 2 9 の検出出力に応答して、ボンディングツール 2 5 と半導体チップ 2 1 との吸着状態を解除し、ボンディングツール 2 5 を回路基板 2 2 から離反する方向に移動するように制御する制御手段である。

【0053】

なお吸着制御部 4 9 は、主制御部 3 0 からの信号によらず、接合完了判断部 4 5 からの出力信号に応答して真空ポンプをオフにするように構成されても良く、この場合制御手段は、接合完了判断部 4 5 と主制御部 3 0 とからなる。

【0054】

図 3 は本発明の超音波フリップチップ接合方法を説明するフローチャートであり、図 4～図 6 は図 3 に示すフローチャートに対応する半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合ステップを説明する図である。図 3 を参照して本発明の超音波フリップチップ接合方法を説明する。

【0055】

スタートのステップ s 1 では、接合装置 2 0 が準備されて、テーブル 2 4 上には搬送装置によって、接合対象である回路基板 2 2 が保持されている状態である。またチップトレイには、回路基板 2 2 と接合される対象である半導体チップ 2 1 が収容されている状態である。

【0056】

ステップ s 2 では、主制御部 3 0 から吸着制御部 4 9 に動作指示信号が出力され、吸着制御部 4 9 によってボンディングツール 2 5 に形成される第 1 吸着孔 3 3 および第 2 吸着

10

20

30

40

50

孔 3 4 a, 3 4 b から大気を吸引し、チップトレイに収容される半導体チップ 2 1 を、ボンディングツール 2 5 の下面 3 2 に半導体チップ 2 1 を吸着保持する。次いで、たとえばカメラと画像情報処理装置からの情報に応じて、主制御部 3 0 の動作指示信号により、テーブル制御部 3 1 がテーブル 2 4 を駆動させて、半導体チップ 2 1 のパンプ 2 3 と、回路基板 2 2 の電極 2 2 a とが対応するように位置合わせする。

【0057】

ステップ s 3 では、主制御部 3 0 が、モータ駆動部 6 1 と荷重制御部 6 3 とに動作指示信号を出力し、半導体チップ 2 1 を吸着保持するボンディングツール 2 5 を、図 4 に示す矢符 6 4 方向に移動、すなわちテーブル 2 4 に保持される回路基板 2 2 に向かって下降させ、半導体チップ 2 1 のパンプ 2 3 を回路基板 2 2 の電極 2 2 a に押圧する。このとき、半導体チップ 2 1 を回路基板 2 2 に対して押圧する力は、主制御部 3 0 からの制御信号に従い、荷重制御部 6 3 が加圧ユニット 6 2 の出力を制御することによって調節される。半導体チップ 2 1 を回路基板 2 2 に対して押圧した状態で、回路基板 2 2 が不図示の加熱手段からの伝熱により加熱される。半導体チップ 2 1 を回路基板 2 2 に対して押圧し、回路基板 2 2 が加熱された状態で、主制御部 3 0 が超音波発振器 4 0 に制御信号を出力し、超音波振動子 3 9 に超音波振動を発振させる。図 5 は、半導体チップ 2 1 に、荷重を付加して回路基板 2 2 に対して押圧し、ボンディングツール 2 5 を介して超音波振動を印加している状態を示す。

【0058】

ステップ s 4 では、圧力検出手段 2 9 によって、吸着手段 2 6 による半導体チップ 2 1 の吸引圧力（図 3 では真空度と表記）を検出し、ステップ s 5 では、振幅検出手段 2 8 によって、半導体チップ 2 1 の振動振幅を検出する。フローチャートでは、ステップ s 4 とステップ s 5 とを、時系列に記載するけれども、この 2 つのステップは同時に行われて良く、また順序が逆であっても良い。ステップ s 6 では、振動振幅の減少量および圧力の増加量（真空度の場合は低下量となる）が、予め定める値に達したか否かが判断される。この判断は、接合完了判断部 4 5 において実行される。判断結果が肯定のとき、ステップ s 7 へ進み、判断結果が否定のとき、ステップ s 4 および s 5 を繰り返す。

【0059】

ステップ s 7 では、接合完了判断部 4 5 において、半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合完了が判定され、接合完了判断部 4 5 から主制御部 3 0 に接合完了信号が出力され、該出力に応じて主制御部 3 0 が吸着制御部 4 9 に真空ポンプの動作をオフに成さしめる動作指示信号を出力する。吸着制御部 4 9 が真空ポンプを停止し、ボンディングツール 2 5 に対する半導体チップ 2 1 の吸着を解除する。

【0060】

ステップ s 8 では、図 6 に示すように、接合完了判断部 4 5 からの出力信号を受けて主制御部 3 0 が出力する動作指示信号に従い、超音波発振器 4 0 が超音波振動子 3 9 の超音波発振を停止し、荷重制御部 6 3 が加圧シリンダ 5 1 のピストンロッド 5 2 を後退させ、モータ駆動部 6 1 が電動機 5 7 を回転させて昇降板 5 3 を上昇させて、ステップ s 9 に進み半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合が完了する。このようにして、半導体チップ 2 1 が回路基板 2 2 のチップ実装位置に表面実装される。

【0061】

本発明は、半導体チップを回路基板に超音波フリップチップ接合するものであるけれども、電子部品を基板に接合するに際し、超音波振動を印加するような場合も本発明の範疇に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図 1】本発明の実施の一形態である超音波フリップチップ接合装置 2 0 の構成を簡略化して示す系統図である。

【図 2】図 1 に示す超音波フリップチップ接合装置 2 0 に備わるボンディングツール 2 5 まわりの構成を簡略化して示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】本発明の超音波フリップチップ接合方法を説明するフローチャートである。

【図 4】図 3 に示すフローチャートに対応する半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合ステップを説明する図である。

【図 5】図 3 に示すフローチャートに対応する半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合ステップを説明する図である。

【図 6】図 3 に示すフローチャートに対応する半導体チップ 2 1 と回路基板 2 2 との接合ステップを説明する図である。

【図 7】従来の超音波フリップチップ接合装置におけるボンディングツール付近の構成を簡略化して示す側面図である。

【図 8】滑り現象を抑制する従来技術の超音波フリップチップ接合装置におけるボンディングツール付近の構成を簡略化して示す部分図である。 10

【符号の説明】

【0 0 6 3】

2 0 接合装置

2 1 半導体チップ

2 2 回路基板

2 3 バンプ

2 4 テーブル

2 5 ボンディングツール

2 6 吸着手段 20

2 7 超音波振動印加手段

2 8 振幅検出手段

2 9 圧力検出手段

3 0 主制御部

3 1 テーブル制御部

3 3 第 1 吸着孔

3 4 a, 3 4 b 第 2 吸着孔

3 7, 3 8 超音波ホーン

3 9 超音波振動子

4 0 超音波発振器 30

4 2 振動測定センサ

4 3 振動振幅計測部

4 4 A / D 変換回路

4 5 接合完了判断部

4 6 ホルダー

4 7, 4 8 ブースタ

4 9 吸着制御部

5 1 加圧シリンダ

5 3 昇降板

5 4, 5 5 案内棒部材 40

5 6 支持フレーム

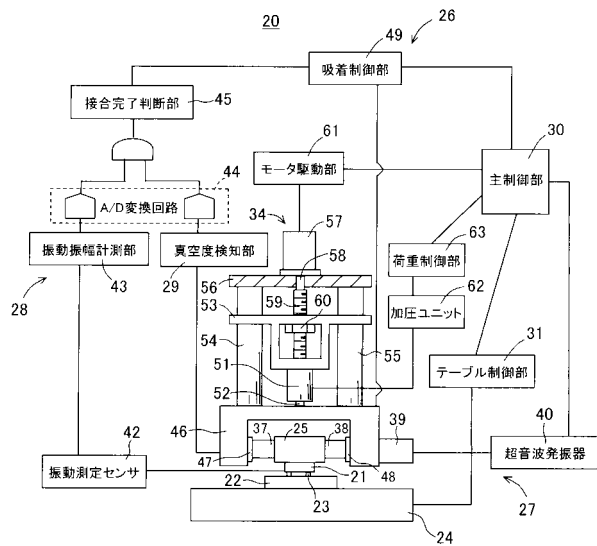
5 7 電動機

6 1 モータ駆動部

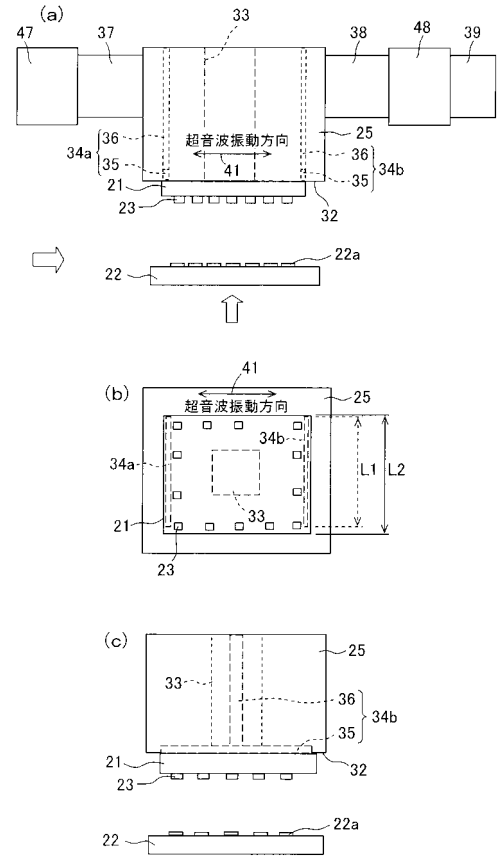
6 2 加圧ユニット

6 3 荷重制御部

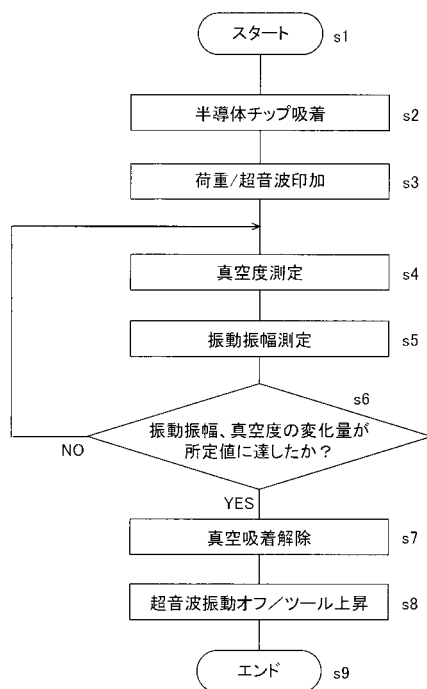
【図 1】



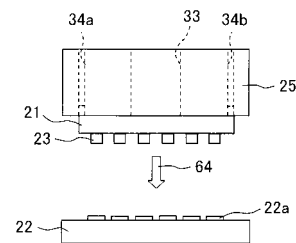
【図 2】



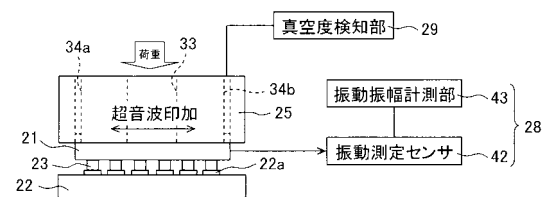
【図 3】



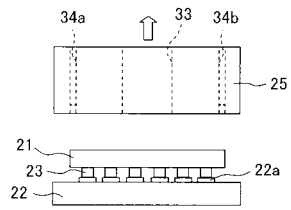
【図 4】



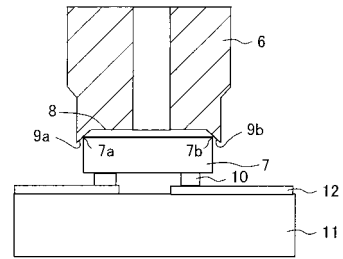
【図 5】



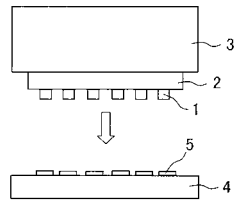
【図 6】



【図 8】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 市川 篤

(56)参考文献 特開2004-071607 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/60