

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4585196号
(P4585196)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 1 1 T
H O 1 L 21/607 (2006.01) H O 1 L 21/607 B

請求項の数 1 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2003-418128 (P2003-418128)	(73) 特許権者	308014341
(22) 出願日	平成15年12月16日(2003.12.16)		富士通セミコンダクター株式会社
(65) 公開番号	特開2005-183459 (P2005-183459A)		神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目10番
(43) 公開日	平成17年7月7日(2005.7.7)		23
審査請求日	平成18年9月25日(2006.9.25)	(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100119987
			弁理士 伊坪 公一
		(74) 代理人	100081330
			弁理士 樋口 外治
		(74) 代理人	100141254
			弁理士 榎原 正巳
		(74) 代理人	100113826
			弁理士 倉地 保幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品のボンディング方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電極端子を有する回路基板をボンディングステージに吸着保持し、
 複数の突起電極を有する半導体素子をボンディングツールに吸着保持し、
 前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧手段により押圧して、該回路基板を前記ボンディングステージに押圧固定する電子部品のボンディング方法において、
 半導体素子に前記回路基板方向への荷重と、該荷重の方向と直交する方向への超音波振動を付与して突起電極と電極端子とを接続すると共に、回路基板の表面に半導体素子がフリップチップ実装される領域の外周部の少なくとも2辺の外側に形成された凹又は凸又は凹凸形状のパターンに、前記押圧手段を嵌め合うようにして該回路基板を前記ボンディングステージに押圧固定することを特徴とする電子部品のボンディング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バンプが設けられた半導体チップを電極端子が設けられた回路基板に接合するようにした電子部品のボンディング方法及び装置に関する。また、本発明は電極端子が設けられた回路基板に関する。

【背景技術】

【0002】

パンプが設けられた半導体チップを電極端子が設けられた回路基板にフエイスダウン実装（ボンディング）することが知られている。従来の電子部品のボンディング方法では、半導体チップを回路基板に対向して配置し、半導体チップに荷重及び超音波振動を加えることによってパンプを電極端子に接合する。

【 0 0 0 3 】

半導体チップはボンディングツールに吸着保持され、ボンディングツールは半導体チップを保持するとともに、超音波振動する。回路基板はボンディングステージに吸着保持される。半導体チップと回路基板とのアライメントを行った後に、ボンディングツールを下降させて、パンプを電極端子に押しつけ、超音波振動を加えることによってパンプと電極端子との接続を行う。

10

【 0 0 0 4 】

超音波振動を付与してフエイスダウン実装を行う際に、一般に回路基板はボンディングステージに真空吸着されて固定される。しかし、回路基板のボンディングステージへの固定が十分でない場合には、半導体チップに超音波振動を付与した際に、パンプと電極端子との間で発生する摩擦により、超音波振動が半導体チップから回路基板に伝達され、パンプと電極端子との間での相対的な振動が低下し、その結果、接合強度の低下や接続不良などの接合品質の劣化が生じる問題がある。

【 0 0 0 5 】

半導体チップに超音波振動を印加することで半導体チップを回路基板にフエイスダウン実装する技術は、例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されている。特許文献 1 では、超音波振動の振動方向を回路基板に対して垂直な方向にすることによって上記した問題点を解決しようとしている。さらに、特許文献 1 では、回路基板は吸着保持されるとともに、基板押さえによって所定の位置に保持されるようになっている。基板押さえは回路基板の側面に係合するようになっており、回路基板を上からボンディングステージに押しつけるものではない。

20

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 では、ボンディング装置は、回路基板を収めるポケットを有するパレットと、突起を有するボンディングステージと、半導体チップを保持するボンディングツールと、回路基板を固定する一対の弾性押圧片とを有する。回路基板はパレットのポケットに収められてパレットとともにボンディングステージへ運ばれる。パレットのポケットの底部には回路基板よりも小さな貫通孔が設けられており、パレットがボンディングステージに降下されるときに、ボンディングステージの突起がパレットのポケットの底部の開口部に入り、回路基板を押し上げ、回路基板はパレットからリフトされる。回路基板は一対の押圧片によって押圧される。

30

【 0 0 0 7 】

回路基板は、平坦なものではなく、外周部が中央部よりも高く隆起した箱状の形状に形成されている。回路基板の外周部は突起よりも外側に延在し、回路基板と突起とはきのこ状の形体に重なる。一対の弾性押圧片は H 形の溝を有する平坦な板によって形成され、ボンディングステージの表面と平行な水平な平面内に配置される。各弾性押圧片の根元部がボンディングステージの表面上にあり且つその先端部がボンディングステージの突起上の回路基板の外周部に接触するようになっている。こうして、回路基板は突起と弾性押圧片との間で挟持される。各弾性押圧片の弾性変形量は小さいため、大きな力で回路基板を押圧することができない。

40

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 5 7 3 7 6 号公報（第 3 頁、第 3 図）

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 2 1 9 3 2 号公報（第 2 ～ 3 頁、第 9 図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

上記従来技術は、単一の半導体チップを搭載する個片基板としての回路基板や、比較的

50

に剛性の高いセラミック回路基板を用いる場合に適している。しかし、回路基板が多数の半導体チップ実装部をマトリクス状に形成した大型の多面取り回路基板である場合には、基板全体が大きく反ったり、大きくうねりが生じたりするので、従来の回路基板の固定方法では、回路基板をボンディングステージに確実に且つ強く固定することが困難である。

【0010】

また、弾性押圧片及び突起を備えたボンディングステージ（特許文献2）は、回路基板の外形サイズに合わせて個別に作成する必要があるため、多品種対応の際、設備コストの点で不利となる。弾性押圧片による固定では、弾性力が不足して十分な保持効果が得られないという場合がある。また、弾性押圧片の占める面積が大きいため、使用できない場合もある。

10

【0011】

また、回路基板が、ガラス-エポキシ基板、ガラス-BT（ビスマレイミドトリアジン）基板等の有機材料を用いた基板である場合には、有機基板はセラミック基板、シリコン基板、ガラス基板等と比べると剛性が低いため、上記問題がより顕著になる。

【0012】

このように、比較的に軟らかい回路基板や、大型の回路基板の場合には、回路基板が大きく反ったり、うねったりするので、従来の方法では回路基板の固定が十分ではなく、半導体チップに超音波振動を付与した際に、パンプと電極端子との間の接続部での相対的な振動が低下し、接合強度の低下や接続不良などの接合品質の劣化が生じる問題がある。

【0013】

20

本発明の目的は、接合品質の優れた電子部品のボンディング方法及び装置を提供することである。

【0014】

また、本発明の目的は、接合品質の優れた電子部品のボンディング方法及び装置を実施するのに適した回路基板を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明による電子部品のボンディング方法は、複数の電極端子を有する回路基板をボンディングステージに吸着保持し、複数の突起電極を有する半導体素子をボンディングツールに吸着保持し、前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧手段により押圧して、該回路基板を前記ボンディングステージに押圧固定する電子部品のボンディング方法において、半導体素子に前記回路基板方向への荷重と、該荷重の方向と直交する方向への超音波振動を付与して突起電極と電極端子とを接続すると共に、回路基板の表面に半導体素子がフリップチップ実装される領域の外周部の少なくとも2辺の外側に形成された凹又は凸又は凹凸形状のパターンに、前記押圧手段を嵌め合うようにして該回路基板を前記ボンディングステージに押圧固定することを特徴とする。

30

【0016】

この構成によれば、回路基板は、吸着保持に加えて、押圧手段によってもボンディングステージに保持されるので、半導体素子に超音波振動が付与される際に回路基板は不動に固定され、突起電極と電極端子を信頼性よく接合することができる。

40

【0017】

本発明による電子部品のボンディング装置は、複数の電極端子を有する回路基板を吸着保持するボンディングステージと、前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧して、該回路基板を前記ボンディングステージに押圧固定する押圧手段と、複数の突起電極を有する半導体素子を吸着保持するボンディングツールと、前記ボンディングツールを前記ボンディングステージに近づき又は遠ざかるように移動させて、該半導体素子に前記回路基板方向への荷重を付与する移動手段と、半導体素子に前記回路基板方向への荷重と直交する方向への超音波振動を付与するために前記ボンディングツールに超音波振動を付与する

50

超音波振動付与手段と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

この構成によれば、回路基板は、吸着保持に加えて、押圧手段によってもボンディングステージに保持されるので、半導体素子に超音波振動が付与される際に回路基板は不動に固定され、突起電極と電極端子を信頼性よく接合することができる。

【 0 0 1 9 】

本発明による電子部品のボンディング方法は、複数の電極端子を有する回路基板を電極端子の外側で電極端子に近接する位置に設けられた吸着溝によりボンディングステージに吸着保持し、複数の突起電極を有する半導体素子をボンディングツールに吸着保持し、半導体素子に前記回路基板方向への荷重と、該荷重の方向と直交する方向の超音波振動を付与して突起電極と電極端子とを接続することを特徴とする。

10

【 0 0 2 0 】

本発明の電子部品のボンディング装置は、複数の電極端子を有する回路基板を吸着保持するために電極端子の外側で電極端子に近接するような位置に設けられた吸着溝を有するボンディングステージと、複数の突起電極を有する半導体素子を前記回路基板に対向させて吸着保持するボンディングツールと、前記ボンディングツールを前記ボンディングステージに近づき又は遠ざかるように移動させて、該半導体素子に前記回路基板方向への荷重を付与する移動手段と、半導体素子に前記回路基板方向への荷重と直交する方向の超音波振動を付与するために前記ボンディングツールに超音波振動を付与する超音波振動付与手段とを備えたことを特徴とする。

20

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、回路基板は、電極端子の外側で電極端子に近接する位置に設けられた吸着溝によりボンディングステージに吸着保持される。吸着溝は長く延び、かつ、電極端子の外側で電極端子に近接する位置に設けられているので、確実に回路基板を吸着保持することができる。従って、突起電極と電極端子を信頼性よく接合することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明による回路基板は、複数の突起電極を有する半導体素子がフリップチップ実装される回路基板であって、回路基板の表面に形成され、半導体素子の複数の突起電極が接続される複数の電極端子と、回路基板の該表面に半導体素子がフリップチップ実装される領域の外周部の少なくとも2辺の外側に形成された凹又は凸又は凹凸形状のパターンとを備えたことを特徴とする。

30

【 0 0 2 3 】

この構成によれば、回路基板は、ボンディング装置の押圧手段が凹又は凸又は凹凸形状のパターンに嵌合することによって、確実にボンディングステージに保持される。従って、突起電極と電極端子を信頼性よく接合することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

以下本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置10は、テーブル12と、テーブル12に取付けられたボンディングステージ14とを有する。ボンディングステージ14は回路基板16を吸着保持する吸着溝18を有する。回路基板16は複数の電極端子16aを有する。ボンディングステージ14は、回路基板16のチップ実装面側（電極端子16aを含む領域）が上向きとなるように回路基板16を半導体チップ22と対向するように保持する。なお、ボンディングステージ14には、ボンディングツール20の面とボンディングステージ14の面との平行度を調整を行う機能を有していてもよい。

40

【 0 0 2 5 】

電子部品のボンディング装置10は、ボンディングツール20を有し、ボンディングステージ14の上方にある。ボンディングツール20は、半導体チップ22を吸着保持する吸着溝24を有する。半導体チップ22ははんだや金等の金属のバンプ（突起電極端子）

50

２２aを有し、半導体チップ２２はボンディングツール２０によってフエースダウン、すなわち、バンプ２２aを有する半導体チップ２２の回路面が下向きになるように保持される。半導体チップ２２は回路基板１６と対向して配置され、バンプ２２aが電極端子１６aに接続又は接合される。

【００２６】

ボンディングツール２０は超音波ヘッド２６に取付けられ、超音波ヘッド２６は、超音波発振用の超音波ホーン及び超音波振動子を含む。超音波ヘッド２６は、ボンディングツール２０に吸着保持される半導体チップ２２に対してボンディングツール２０を介して超音波振動を付与する機能を有する。超音波ヘッド２６の形状、構成は、特に限定するものではないが、ボンディングツール２０は超音波ヘッド２６と一体的に構成されていてもよい。超音波振動の方向は、水平方向（回路基板１６と平行な方向）に振動するのが好ましい。超音波振動の周波数は例えば５０kHz～２００kHzであり、超音波振動の振幅は例えば２μm以下である。

10

【００２７】

超音波ヘッド２６は、連結部２８を介して超音波ヘッド昇降装置３０に結合されている。超音波ヘッド昇降装置３０は、超音波ヘッド２６を支持して、超音波ヘッド２６の昇降動作を行う機構及びボンディング荷重を検知するためのロードセルを有する。

【００２８】

さらに、電子部品のボンディング装置１０は、押圧ツール３２を含む。押圧ツール３２は、ボンディングツール２０の近傍に配置され、ボンディングステージ１４に吸着保持された回路基板１６のチップ搭載領域に近接する押圧位置を上から押圧し、保持するものである。

20

【００２９】

押圧ツール昇降装置３４は、押圧ツール３２に結合されており、押圧ツール３２を支持して、押圧ツール３２を上下運動させる機構を有する。押圧ツール昇降装置３４は、押圧ツール３２の押圧荷重を検知するためのロードセルを有しておいてもよい。

【００３０】

カメラ３６はボンディングステージ１４に吸着保持された回路基板１６及びボンディングツール２０に吸着保持された半導体チップ２２を観察する。カメラ３６は、図示しない上下２視野の光学系、シャッタ、及び同軸落射照明及び斜光照明機能を有する。

30

【００３１】

電子部品のボンディング装置１０は、ボンディングを行う一連の動作の制御をする主制御部３８を含む。以下に説明する駆動制御部３９～４６（及び後で説明するその他の制御部）は主制御部３８に接続され、主制御部によりボンディングを行う一連の動作の制御をする際に制御される。

【００３２】

テーブル１２は駆動制御部３９により制御される。駆動制御部３９は、駆動源となるサーボモータと、サーボモータを制御するコントローラを有しており、駆動対象となるテーブル１２の水平方向の移動動作を制御する。これにより、ボンディングステージ１４上の回路基板１６を任意の水平位置に移動させることができる。

40

【００３３】

ボンディングステージ１４の吸着のオンオフは吸着制御部４０により制御され、ボンディングツール２０の吸着のオンオフの制御は吸着制御部４１により制御される。吸着溝１８，２４は真空導管により真空源に接続されており、真空導管に配置されたバルブをオンオフすることにより、吸着のオンオフを制御する。

【００３４】

超音波ヘッド２６の超音波振動は、超音波振動制御部４２により制御され、超音波ヘッド昇降装置３０は駆動制御部４３により制御される。超音波ヘッド昇降装置３０は、超音波ヘッド駆動制御部４３により制御されることで、超音波ヘッド２６及びボンディングツール２０を任意の高さに移動せしめ、これにより、半導体チップ２２を回路基板１６に対

50

して任意の荷重を付与することができる。超音波ヘッド駆動制御部 4 3 は、駆動源となるサーボモータと、サーボモータを制御するコントローラを有しており、駆動対象となる超音波ヘッド 2 6 の上下動作を制御する。超音波ヘッド駆動制御部 4 3 には、超音波ヘッド 2 6 の上下動作のみでなく、水平方向の移動を可能にする駆動制御機能を有してもよい。

【 0 0 3 5 】

押圧ツール昇降装置 3 4 は、駆動制御部 4 4 により制御される。押圧ツール駆動制御部 4 4 は駆動源となるサーボモータと、サーボモータを制御するコントローラを有しており、駆動対象となる押圧ツール 3 2 の上下動作の駆動を制御する。押圧ツール駆動制御部 4 4 には、押圧ツール 3 2 の上下動作のみでなく、水平方向への移動を可能にする駆動制御機能を有してもよい。

10

【 0 0 3 6 】

また、カメラ 3 6 はカメラ駆動部 4 5 及び駆動制御部 4 6 により制御される。カメラ 3 6 はボンディングステージ 1 4 に吸着保持された回路基板 1 6 及びボンディングツール 2 0 に吸着保持された半導体チップ 2 2 を観察する。カメラ駆動部 4 5 は、カメラ 3 6 に結合されており、カメラ 3 6 の水平方向及び垂直方向の移動動作を行う機構を有する。これにより、カメラ 3 6 を対向配置された回路基板 1 6 と半導体チップ 2 2 との間に移動させ、カメラ 3 6 に備わった上下 2 視野の光学系により、回路基板 1 6 と半導体チップ 2 2 の観察を行うことができる。水平方向の移動により、回路基板 1 6 と半導体チップ 2 2 の任意の位置の観察を行うことができる。垂直方向の移動により、カメラ 3 6 の焦点の調整ができる。カメラ駆動制御部 4 6 は駆動源となるサーボモータと、サーボモータを制御するコントローラを有しており、駆動対象となるカメラ 3 6 の水平方向及び垂直方向の移動動作の駆動を制御する。照明制御部 4 7 は、カメラ 3 6 の照明の輝度及び光源の角度等の制御を行う。認識制御部 4 8 はカメラ 3 6 が観察した画像情報に基づき、認識処理動作の制御を行う。

20

【 0 0 3 7 】

図 2 は図 1 のボンディング装置の作用を説明する図である。図 3 は図 1 のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。図 4 は半導体チップを示す平面図である。図 5 は回路基板を示す平面図である。

【 0 0 3 8 】

図 4 において、半導体チップ 2 2 は一主面に少なくとも向かい合う 2 辺に沿って並列にまたは略環状配列に配置された複数のバンプ（突起電極端子）2 2 a を有する。図 4（A）においては、2 列のバンプ 2 2 a が半導体チップ 2 2 の外周部の向かい合う 2 辺に沿って配置されている。図 4（B）においては、4 列のバンプ 2 2 a が半導体チップ 2 2 の外周部の 2 対の向かい合う 2 辺に沿って、略環状に配置されている。図 4（C）においては、多数列のバンプ 2 2 a が半導体チップ 2 2 の外周部から内部まで各辺に平行な配列でマトリクス状に配置されている。

30

【 0 0 3 9 】

回路基板 1 6 は回路パターン及び電極端子 1 6 a を有し、電極端子 1 6 a は半導体チップ 2 2 のバンプ 2 2 a に対応して配置される。図 5 においては、電極端子 1 6 a は図 4（B）の半導体チップ 2 2 のバンプ 2 2 a に対応して配置される。電極端子 1 6 a は図 4（A）、（C）の半導体チップ 2 2 のバンプ 2 2 a に対応して配置されることができることも明らかである。

40

【 0 0 4 0 】

図 5 において、5 0 はチップ搭載領域を示し、5 2 は押圧位置を示す。矢印 U は超音波ヘッド 2 6 が生じる超音波振動の振動方向を示す。チップ搭載領域 5 2 は電極端子 1 6 a を含み、半導体チップ 2 2 の面積に相当する領域である。押圧ツール 3 2 は接合時に超音波ヘッド昇降装置 3 0 の下降によって半導体チップ 2 2 に付与される荷重の方向と同じ方向に回路基板 1 6 を押圧する。押圧位置 5 2 は下降する押圧ツール 3 2 が接触する回路基板 1 6 の位置である。押圧位置 5 2 は記載を分かりやすくするために名称をつけているが、実質的には単なる位置であり、特にマーク等がある訳ではない。ただし、後で説明する

50

ように、押圧位置 5 2 に特別の構造を設ける場合もある。

【 0 0 4 1 】

押圧位置 5 2 は回路基板 1 6 のチップ搭載領域 5 0 の外側でチップ搭載領域 5 0 に近接する位置にある。より詳細には、回路基板 1 6 はチップ搭載領域 5 0 と外周縁部 1 6 P とを有し、チップ搭載領域 5 0 と押圧位置 5 2 との間の距離は押圧位置 5 2 と外周縁部 1 6 P との間の距離よりも小さい。すなわち、押圧ツール 3 2 は回路基板 1 6 のチップ搭載領域 5 0 のすぐ外側の位置を垂直下向きに押圧する。例えば、チップ搭載領域 5 0 と押圧位置 5 2 との間の距離は 0 . 1 mm ~ 2 . 0 mm 程度にする。一方、回路基板 1 6 は 1 つの半導体チップ 2 2 と比べて十分に大きく、例えば多面取りの回路基板とすることができる。

【 0 0 4 2 】

また、押圧ツール 3 2 は垂直に立った板状の部材からなり、板の幅方向が回路基板 1 6 の辺に平行であり、板の厚さ方向が回路基板 1 6 の辺に垂直になっている。すなわち、押圧ツール 3 2 は回路基板 1 6 の辺に垂直な方向の寸法が回路基板 1 6 の辺に平行な方向の寸法よりも小さい板状の部材からなる。押圧ツール 3 2 はそれを形成する板の長さ方向に昇降する。従って、押圧ツール 3 2 は実質的に弾性変形することなく回路基板 1 6 を押圧することができる。

【 0 0 4 3 】

図 5 (A) においては、押圧位置 5 2 は回路基板 1 6 の矩形形状のチップ搭載領域 5 2 の一対の向かい合う 2 辺に沿って設けられる。押圧位置 5 2 の各辺に沿った長さは (すなわち、押圧ツール 3 2 の幅は) 、半導体チップ 2 2 の辺の長さと同様かそれよりもわずかに長い。この場合、押圧位置 5 2 は半導体チップ 2 2 に付与される超音波振動の振動方向 U に直交する 2 辺である。

【 0 0 4 4 】

図 5 (B) においては、押圧位置 5 2 は回路基板 1 6 の矩形形状のチップ搭載領域 5 2 の一対の向かい合う 2 辺、及びもう一対の向かい合う 2 辺に沿って設けられる。つまり、押圧位置 5 2 は半導体チップ 2 2 の四辺を取り囲むように配置される。この場合、隣接する 2 つの押圧位置 5 2 の端部間には間隙があげられる。

【 0 0 4 5 】

図 5 (C) においては、押圧位置 5 2 は回路基板 1 6 の矩形形状のチップ搭載領域 5 2 の一対の向かい合う 2 辺、及びもう一対の向かい合う 2 辺に沿って設けられる。この場合、押圧位置 5 2 は半導体チップ 2 2 の四辺を取り囲むように、連続する環状に又は筒状に配置される。

【 0 0 4 6 】

図 3 において、ステップ S 1 において、半導体チップ 2 2 をボンディングツール 2 0 に吸着保持し、ステップ S 2 において、回路基板 1 6 をボンディングステージ 1 4 上に吸着保持する。ステップ S 3 において、半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に向かって下降し、半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 とを対向させて、カメラ 3 6 を使用して半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a との位置合わせを行う。図 2 (A) はこの状態を示している。

【 0 0 4 7 】

図 3 のステップ S 4 において、押圧ツール 3 2 を回路基板 1 6 に向かって下降させ、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に押圧固定する。押圧ツール 3 2 は少なくとも超音波振動の振動方向 U に対して直交する 2 辺部を押圧するようになっている。図 2 (B) はこの状態を示している。

【 0 0 4 8 】

図 3 のステップ S 5 において、半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a とを接触させて半導体チップ 2 2 に荷重を付与し、ステップ S 6 において、半導体チップ 2 2 に超音波振動を付与し、よってパンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a とを接続する。この場合、荷重は超音波ヘッド昇降装置 3 0 によって付与され、超音波振動は超音波ヘッド 2 6 によって付与される。図 2 (C) はこの状態を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

このように、パンプ 2 2 a を回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a に押し当てて、荷重と超音波振動とを半導体チップ 2 2 に印加することにより、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a を接合させる。荷重と超音波振動を印加する際に、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に対して上部より押しつけて固定しておく。こうして、超音波振動が付与されている際には、回路基板 1 6 をボンディングステージ 1 4 に確実に固定保持しておくことができる。従って、超音波振動を半導体チップ 2 2 に付与した際に、回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a と半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a との間の相対運動が減ずることがなく、パンプ 2 2 a を介して回路基板 1 6 に振動が吸収されることを抑制でき、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a との接合品質が向上する。

10

【 0 0 5 0 】

また、押圧ツール 3 2 はチップ搭載領域 5 0 の近傍を集中的に押圧しているので、回路基板 1 6 が比較的軟らかい回路基板や、大型の回路基板であっても、接合部が動かないので、良好なボンディングを行うことができる。例えば、回路基板が多数の半導体チップ実装部をマトリクス状に形成した大型の多面取り回路基板である場合には、基板全体が大きく反ったり、大きくうねりが生じたりすることがあるが、本発明によれば、そのような回路基板をボンディングステージに確実に且つ強く保持固定することができる。また、回路基板 1 6 が、ガラス - エポキシ基板、ガラス - B T (ビスマレイミドトリアジン) 基板等の有機材料を用いた剛性が低い回路基板であっても、本発明によれば、そのような回路基板をボンディングステージに確実に且つ強く保持固定することができる。

20

【 0 0 5 1 】

押圧ツール 3 2 はボンディングツール 2 0 の 4 側面のうち、少なくとも対向する 2 側面に近接して配置されるのが望ましい。この場合、ボンディングツール 2 0 の 2 側面は超音波ヘッド 2 6 からボンディングツール 2 0 に付与される超音波振動の振動方向に直交する 2 側面であるのが望ましい。また、押圧ツール 3 2 はボンディングツール 2 0 を周囲を全て囲むように配置してもよい。

【 0 0 5 2 】

回路基板 1 6 の押圧位置 5 2 に配線パターンや絶縁膜 (ソルダレジスト) パターン等があり、複数の押圧位置 5 2 の高さが一定でないような回路基板や、それぞれの位置で反りやうねりが大きいような回路基板の場合には、図 5 (A) , (B) に示される押圧位置 5 2 の配置が図 5 (C) に示される押圧位置 5 2 の配置よりも、独立して個別に荷重を制御して、押圧することができるので、より押圧固定効果を高めることができる。

30

【 0 0 5 3 】

図 6 は本発明の他の実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置 1 0 は、図 1 のボンディング装置 1 0 の部材と類似した部材を含んでいる。図 6 においては、図 1 の部材と類似した部材には図 1 と同じ参照番号を付けてあるので、重複した説明は省略する。

【 0 0 5 4 】

図 6 においては、ボンディングステージ 1 4 には加熱手段 (ヒータ) 5 4 が設けられている。また、押圧ツール 3 2 にも加熱手段 (ヒータ) 5 6 が設けられている。また、ボンディングツールに加熱手段 (ヒータ) を設けることもできる。加熱手段 (ヒータ) 5 4 , 5 6 はそれぞれ温度制御部 5 7 , 5 8 によって制御される。加熱温度制御範囲は例えば 2 5 (室温) ~ 3 0 0 である。

40

【 0 0 5 5 】

押圧ツール温度制御部 5 8 により、押圧ツール 3 2 の温度を制御する。温度制御部 5 8 は主制御部 3 8 によりボンディングを行う一連の動作の制御をする際に制御される。押圧ツール 3 2 に加熱機構を備えることで、押圧ツール 3 2 の先端が予め加熱された回路基板 1 6 に接触する際に、回路基板 1 6 の熱が押圧ツール 3 2 に伝わることで回路基板 1 6 の温度変化が生じることを防ぐことができる。

【 0 0 5 6 】

50

また、カメラ 3 6 にも加熱機構を設けることが望ましい。予め、カメラ 3 6 を加熱しておくことで、カメラ 3 6 が加熱された回路基板 1 6 上を移動した際に、カメラ 3 6 が急に加熱されることにより、カメラユニットが熱変形してしまい、認識位置精度が低下してしまう問題を回避できる。

【 0 0 5 7 】

図 6 のボンディング装置 1 0 の基本的な作用、効果は前述した通りである。さらに、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a を常温で接合する場合に比べて、回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a を加熱しておくことにより、パンプ接合強度が向上し、接合信頼性が向上する。ボンディングパラメータ（ボンディング荷重、荷重印加時間、超音波振動幅、超音波振動印加時間等）の設定値の組み合わせの範囲が拡大することで、製造時のマージンが向上し、製造歩留り向上につながる。（回路基板やパンプの品質にバラツキが大きい場合にも接合条件の設定変更で品質維持可能な範囲が広がる）。

10

【 0 0 5 8 】

また、常温で接合する場合に比べて、低荷重で接合が可能になり、半導体チップ 2 2 のパンプ形成部の下層部に与えるストレスを低減できる。このため、ストレスに対して比較的脆い材質 / 構造を用いたような半導体チップ 2 2 のボンディングが可能になる。例えば、GaAs 基板を用いた半導体チップや、配線層間の層間絶縁膜に比誘電率の値が 3 程度と低い、いわゆる Low - k 材（例えば、SiO₂ にカーボンをドーピングした SiOC、ダウケミカル社の層間絶縁膜用有機ポリマー、SiLK）を用いた半導体チップを用いることができる。

20

【 0 0 5 9 】

図 7 は他のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。図 7 のフローチャートは図 3 のステップ S 1 ~ S 6 と同様のステップ S 1 ~ S 6 を含む。図 7 においては、半導体チップ 2 2 をボンディングツール 2 0 に吸着保持するステップ S 1 の前のステップ S 1 1 において、半導体チップ 2 2 に接着性樹脂（樹脂接着剤）6 0 を配設しておく。

【 0 0 6 0 】

図 8（A）はこの状態を示す。例えば、樹脂接着剤 6 0 の半導体チップ 2 2 への配設は、パンプを形成したウエハに樹脂接着剤シートを貼りつけて行う。樹脂接着剤シートの貼りつけは、必要に応じて所定の温度（例えば室温 ~ 1 0 0 °C）に加熱しながら行う。あるいは、液状の接着性樹脂をウエハにスピンコートし、その後加熱することで樹脂を半硬化状態に（B ステージ化）し、均一な厚みの樹脂接着剤とする。この状態では、半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a は樹脂接着剤 6 0 から外に突出していても、樹脂接着剤 6 0 に覆われていてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

その後、ウエハをダイシングにて個々の半導体チップ 2 2 に切断すると、半導体チップ 2 2 の表面にフィルム状の樹脂接着剤 6 0 が配設されている。樹脂接着剤 6 0 は熱硬化性の樹脂材料で作るのが好ましい。例えば、そのような樹脂材料は、熱硬化性のエポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、マレイミド系樹脂、シリコン系樹脂エポキシ系、アクリル系樹脂等を使用できる。

【 0 0 6 2 】

半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に向かって下降し、半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 とを対向させて、カメラ 3 6 を使用して半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a との位置合わせを行う。それから、図 8（B）に示されるように、押圧ツール 3 2 を回路基板 1 6 に向かって下降させ、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に押圧固定する。それから、図 8（C）に示されるように、半導体チップ 2 2 に荷重を付与し、半導体チップ 2 2 に超音波振動を付与し、よってパンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a とを接続する。それから、図 8（D）に示されるように、ボンディングツール 2 0 の真空吸着を中止し、ボンディングツール 2 0 を半導体チップ 2 2 から上昇させる。図 8（E）に示されるように、半導体チップ 2 2 が回路基板 1 6 に搭載されてなる電子部品（半導体装置）が製造される。

40

50

【 0 0 6 3 】

このように、パンプ 2 2 a を回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a に押し当てて、荷重と超音波振動とを半導体チップ 2 2 に印加することにより、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a を接合させる。荷重と超音波振動を印加する際に、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に対して上部より押しつけて固定しておく。こうして、超音波振動が付与されている際にも、回路基板 1 6 をボンディングステージ 1 4 に確実に固定保持しておくことができる。従って、超音波振動を半導体チップ 2 2 に付与した際に、回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a と半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a との間の相対運動が減ずることがなく、パンプ 2 2 a を介して回路基板 1 6 に振動が吸収されることを抑制でき、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a との接合品質が向上する。

10

【 0 0 6 4 】

樹脂接着剤 6 0 を半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 の間に介在させておいて実装する方法は、樹脂接着剤 6 0 を 8 0 前後に加熱することにより、樹脂接着剤 6 0 の粘度を低下させて（樹脂接着剤 6 0 を液状又はゲル状にして）流動性を向上させることにより、パンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a とを接合させつつ、樹脂接着剤 6 0 を半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 との間の半導体チップ 2 2 の全面に分布するように流動させることができる。接続が完了した電子部品はオープン等で加熱され、樹脂接着剤 6 0 を完全に硬化させる。

【 0 0 6 5 】

図 8 (E) に示されるように、流動する樹脂接着剤 6 0 は半導体チップ 2 2 の外周部を覆い、これを硬化させることで、半導体チップ 2 2 の外周部にフィレット 6 0 F が形成される。従って、半導体チップ 2 2 は半導体チップ 2 2 の回路基板 1 6 に対向する面ばかりでなく、半導体チップ 2 2 の外周部まで樹脂接着剤 6 0 で回路基板 1 6 に固定されるようになり、電子部品のパンプ接合部の接続信頼性が向上する。

20

【 0 0 6 6 】

このように、予め樹脂接着剤 6 0 を半導体チップ 2 2 に配設しておいて、それからパンプ 2 2 a を電極端子 1 6 a に接合することにより、パンプ 2 2 a を電極端子 1 6 a に接続した後で液状の樹脂接着剤 6 0 を注入する場合と比べて、生産性が高く、製造コストの低減を図ることができる。

【 0 0 6 7 】

フィルム状の樹脂接着剤 6 0 を用いると、液状樹脂接着剤を注入塗布する場合と比べて、樹脂接着剤 6 0 の量の制御が容易であるため、フリップチップボンディング時の製造歩留りが向上する。また、微細ブンプピッチの半導体チップ 2 2 のフリップチップボンディングへの対応が容易になる。すなわち、ピッチが微細になると、パンプの高さが低くなるため、チップと基板間に充填する樹脂接着剤の量が微量になり、より精度の高い樹脂接着剤の量の制御が必要になるからである。

30

【 0 0 6 8 】

また、半導体チップの厚みが薄くなった場合のフリップチップボンディングへの対応が容易になる。すなわち、半導体チップが薄くなると、半導体チップの外周部に流れだした樹脂接着剤が半導体チップの外周部に沿って這い上がりボンディングツール 2 0 に付着する不具合が発生しやすくなるため、より精度の高い樹脂接着剤の量の制御が必要になるからである。

40

【 0 0 6 9 】

押圧ツール 3 2 が半導体チップ 2 2 の外側で近傍にあると（特に、押圧ツール 3 2 が半導体チップ 2 2 の四辺の外側にある場合）、半導体チップ 2 2 に荷重と超音波振動を付与している間に、半導体チップ 2 2 の周辺に流れだした樹脂接着剤 6 0 は押圧ツール 3 2 によって規制されるため、不要な樹脂接着剤の濡れ広がりを抑制できる。これによって、チップ搭載領域 5 0 の近傍にその他の電極端子や配線 1 6 b が設けられている回路基板でも、その電極端子や配線 1 6 b の樹脂接着剤による汚染が抑制できる。例えば、半導体チップ 2 2 の上に上部半導体チップを搭載するスタック型の半導体装置では、上部半導体チップは電極端子や配線 1 6 b にワイヤボンディングされる。

50

【 0 0 7 0 】

図 9 は他のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。図 9 のフローチャートは図 3 及び図 7 のステップ S 1 ~ S 6 と同様のステップ S 1 ~ S 6 を含む。図 9 においては、回路基板 1 6 をボンディングステージ 1 4 に吸着保持するステップ S 2 の後のステップ S 1 2 において、半導体チップ 2 2 に樹脂接着剤 6 0 を塗布しておく。樹脂接着剤 6 0 は熱硬化性の樹脂材料で作るのが好ましい。例えば、そのような樹脂材料は、熱硬化性のエポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、マレイミド系樹脂、シリコン系樹脂エポキシ系、アクリル系樹脂等を使用できる。

【 0 0 7 1 】

図 1 0 (A) はこの状態を示す。樹脂接着剤 6 0 は必ずしも平坦に均しておく必要はなく、例えばシリンジで液状に滴下したものとすることができる。それから、前の例と同様に、半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 とを対向させて、半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a との位置合わせを行った後、図 1 0 (B) に示されるように、押圧ツール 3 2 を回路基板 1 6 に向かって下降させ、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に押圧固定する。それから、図 1 0 (C) に示されるように、半導体チップ 2 2 に荷重を付与し、半導体チップ 2 2 に超音波振動を付与し、よってパンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a とを接続する。こうして、半導体チップ 2 2 が回路基板 1 6 に搭載されてなる電子部品 (半導体装置) が製造される。

【 0 0 7 2 】

この例においても、樹脂接着剤 6 0 を半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 の間に介在させておいて実装するので、図 7 及び図 8 を参照して説明したのと同様な作用効果が得られる。さらに、図 9 及び図 1 0 においては、図 7 及び図 8 を参照して説明した例ではフィルム状の樹脂接着剤 6 0 をウエハの段階で配設していたが、この例の樹脂接着剤 6 0 は個々のチップに対して塗布される。樹脂接着剤 6 0 をウエハの段階で配設する場合には、結果的に不良品となる半導体チップの部分にも樹脂接着剤 6 0 が塗布されるため、材料コストの点で不利になるが、本例ではそのような問題がない。

【 0 0 7 3 】

図 1 1 は本発明の他の実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置 1 0 は、図 6 のボンディング装置 1 0 の部材と類似した部材を含んでいる。図 1 1 においては、図 6 の部材と類似した部材には図 6 と同じ参照番号を付けてあるので、重複した説明は省略する。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 においては、押圧ツール 3 2 と、ボンディングツール 2 0 の間に、圧縮ガス噴出用のノズル 6 2 が設けられている。ノズル 6 2 はノズル支持手段 6 4 によって支持されている。ノズル 6 2 は圧縮ガス源 (図示せず) に接続され、ノズル 6 2 から圧縮ガスを噴出する。ノズル支持手段 6 4 はノズル 6 2 から噴出される圧縮ガスを加熱するヒータを含む。圧気制御部 6 5 はノズル 6 2 から噴出する圧縮ガスのオンオフ及び噴出量を制御し、温度制御手段 6 6 はノズル支持手段 6 4 に設けられたヒータの温度を制御する。ノズル 6 2 は例えば空気または窒素を噴出する。圧縮ガスの加熱温度範囲は例えば室温 ~ 3 0 0 である。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 は図 1 1 のボンディング装置の作用を説明する図である。図 1 2 (A) においては、半導体チップ 2 2 に樹脂接着剤 6 0 を塗布しておく。図 1 2 (B) においては、押圧ツール 3 2 を回路基板 1 6 に向かって下降させ、回路基板 1 6 を押圧ツール 3 2 によってボンディングステージ 1 4 に押圧固定する。図 1 1 (C) においては、半導体チップ 2 2 に荷重を付与し、半導体チップ 2 2 に超音波振動を付与し、よってパンプ 2 2 a と電極端子 1 6 a とを接続する。こうして、半導体チップ 2 2 が回路基板 1 6 に搭載されてなる電子部品 (半導体装置) が製造される。

【 0 0 7 6 】

このように、回路基板 1 6 には予め樹脂接着剤 6 0 が塗布されている。また、回路基板

10

20

30

40

50

１６は樹脂接着剤６０が流動しやすいように、約８０℃に加熱されている。押圧ツール３２により回路基板１６をボンディングステージ１４に押圧固定した状態で、ボンディングツール２０を介して半導体チップ２２に荷重と超音波振動を付与している。押圧ツール３２は半導体チップ１３の４辺を囲むように回路基板１６を押圧している。半導体チップ１３の外側で押圧ツール３２で囲まれた領域は、ノズル６２からの高圧ガスの噴出により高圧にされている。ノズル６２から噴出する高圧ガスは予めヒータにより加熱しておいてもよい。

【００７７】

このように、圧縮ガスを吹きつけ、半導体チップ２２の外側の気圧を高める手段を備えることにより、半導体チップ２２の外周部に流れだした樹脂接着剤６０の回路基板１６への濡れ広がりを抑制、制御することができる。

10

【００７８】

加熱した高圧ガスを吹きつけておくことで、半導体チップ２２の外周部に流れだした樹脂接着剤６０の表面部から急速に熱硬化を促進させることで、半導体チップ２２の外周部での樹脂接着剤６０の流動性を低下させて、回路基板１６への濡れ広がりを抑制、制御することができる。

【００７９】

これにより、半導体チップ２２の厚さが薄くなった場合の、フリップチップボンディングへの対応が容易になる。圧縮ガスを上部から吹きつけることで樹脂接着剤６０の這い上がりを抑制し、気圧を高めることで樹脂接着剤６０の濡れ広がる速度を低下することができる。さらに、圧縮ガスが加熱ガスである場合には、樹脂接着剤６０の硬化を部分的に促進させ、流動性を緩和させることができるため、より制御効果が高まる。

20

【００８０】

図１３は半導体チップが搭載された回路基板を示す平面図である。図１３（Ａ）は筒状の押圧ツール３２を使用した場合を示し、図１３（Ｂ）は４辺で分割されている押圧ツール３２（図５（Ｂ）参照）を使用した場合を示す。上記したように、半導体チップ２２の外周部に樹脂接着剤６０のフィレット６０Ｆが形成される。

【００８１】

押圧ツール３２が４辺で分割されていて、圧縮ガスを吹きつける場合には、圧縮ガスは隣接する押圧ツール３２の切れ目に相当する半導体チップ２２の４隅部から押圧ツール３２の外部へ噴出し、４隅部では圧力が低下することで、結果として、半導体チップ２２の外周部に流れだした樹脂接着剤６０の流動は、半導体チップ２２の４隅部で大きくなるため、半導体チップ２２の実装後の樹脂接着剤６０のフィレット６０Ｆ形状が図１３（Ｂ）のように形成することができる。

30

【００８２】

温度サイクル試験等の信頼性試験においては、フリップチップ接合した半導体チップ２２のコーナー部の近傍では、回路基板１６の材料と半導体チップ１３の材料との線膨張係数の差により応力が集中し、接合不良が発生しやすいが、半導体チップ２２の４隅部の樹脂接着剤（アンダーフィル樹脂）６０のフィレット６０Ｆを大きく形成することができることで、接合の信頼性を向上させることができる。

40

【００８３】

図１４は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。押圧ツール３２の先端（基板接触部）には、弾性材料部材６８が配置されている。弾性材料部材６８は例えばシリコンゴムで作られる。弾性材料部材６８は樹脂接着剤６０を介在させてボンディングする場合には、耐熱性を有するものが好ましく、また、樹脂接着剤６０との離型性が高い材質であることが好ましい。

【００８４】

回路基板１６の押圧位置５０に回路基板１６の回路パターンの一部があるような場合等には押圧ツール３２と回路基板１６との密着性に問題がある場合があるが、弾性材料部材６８を配置することで、押圧ツール３２が回路基板１６の表面形状に追従して回路基板１

50

6と押圧ツール32の密着性が向上し、半導体チップ22に超音波振動が付与される際に、より強固に回路基板16を固定することができ、超音波振動の回路基板16への吸収を抑制できる。これにより、接合の信頼性を向上させることができる。

【0085】

図15は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。押圧ツール32の先端(基板接触部)には、凹凸構造70が設けられる。凹凸構造70があると、押圧ツール32と回路基板16との摩擦が増すため、より強固に回路基板16を固定することができ、接合の信頼性を向上させることができる。この例では、超音波振動の振動方向に対して直交する方向に凹凸構造70の溝又は突起が形成されている。

【0086】

図16は変形例の押圧部材及び回路基板を含む装置を示す図である。回路基板16は押圧位置に凹部72が設けられている。押圧ツール32の先端(基板接触部)は回路基板16の凹部72に嵌合されるようになっている。凹部72は超音波振動の振動方向に対して直交する方向に延びる。図16(A)は押圧ツール32の先端が回路基板16の凹部72に嵌合される前の状態を示し、図16(B)は押圧ツール32の先端が回路基板16の凹部72に嵌合される後の状態を示している。

【0087】

押圧ツール32の先端(基板接触部)は先細りのテーパ形状32Tになっている。しかし、押圧ツール32の先端の形状は回路基板16の凹部72に嵌合されるのであれば、どのような形状であってもよい。また、回路基板16の凹部72がテーパ形状を有するものであってもよい。

【0088】

図17から図20は回路基板の例を示す図である。図17から図19において、(A)は平面図、(B)は断面図である。図17においては、回路基板16には押圧位置に凹部72が設けられている。

【0089】

図18においては、回路基板16には押圧位置又は押圧位置の近くに凸部73が設けられている。押圧ツール32は凸部73を押圧し、又は凸部73の内側の回路基板16の部分を押圧する。図19においては、回路基板16には押圧位置又は押圧位置の近くに平行な2つの凸部73が設けられている。押圧ツール32は平行な2つの凸部73の間に嵌め合わせられ、2つの凸部73の間の回路基板16の部分を押圧する。図18及び図19においては、凸部73は電極端子16aを形成するとき電極端子16aと同じ材料で形成されることができる。

【0090】

図20においては、回路基板16は多面取りの回路基板であり、複数のチップ搭載領域50とそれぞれのチップ搭載領域50に関連する押圧位置52とを有する。押圧位置52には凹部72が設けられている。押圧位置52又はその近傍には凹部72の代わりに凸部73を設けることもできる。このように、本発明においては、押圧ツール32は個別のチップ搭載領域50毎に回路基板16の部分を押圧することができるので、回路基板16は全体的に反ったり、うねったりしていても、チップ搭載領域50は確実に且つ強く固定することができる。

【0091】

このように、回路基板16には押圧ツール32に対応する形で、凹部72、又は凸部73、又は凹凸形状が形成されていればよい。この押圧ツール32を用いて押圧することで、押圧ツール32による回路基板16の押圧固定の際に、押圧ツール32が回路基板16と嵌め合うように押圧される。押圧ツール32に水平方向に付与される超音波振動に対し、押圧ツール32と回路基板16との嵌め合いにより、超音波振動に直交する方向に対しても物理的に固定することができるため、より強固に回路基板16を固定しておくことができる。これにより、接合の信頼性を向上させることができる。

【0092】

10

20

30

40

50

図 2 1 は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。図 2 1 (A) は押圧ツール 3 2 が回路基板 1 6 を押圧した状態を示し、図 2 1 (B) は押圧ツール 3 2 が回路基板 1 6 から持ち上げられた状態を示している。押圧ツール 3 2 の先端に離型シリコン 7 4 が配置されている。離型シリコン 7 4 は押圧ツール 3 2 の先端の少なくとも内側面に配置されているとよい。離型シリコン 7 4 は塗布、吹きつけ等により、配設する。または、押圧ツール 3 2 の表面に硬化被膜の形で配設してもよい。なお、本実施例は、離型シリコン 7 4 に限定されることなく、樹脂との離型性に優れた材料なら他の材料とすることができる。

【 0 0 9 3 】

樹脂接着剤 6 0 を配線基板 1 6 と半導体チップ 2 2 との間に介在させてボンディングする場合に、半導体チップ 2 2 の外周部に流動した樹脂接着剤 6 0 が押圧ツール 3 2 に接触しても、押圧ツール 3 2 の先端に配置した離型シリコン 7 4 が樹脂接着剤 6 0 と離型性に優れるために、接続完了後に押圧ツール 3 2 が上昇したときに、押圧ツール 3 2 への樹脂接着剤 6 0 の付着が抑制される。従って、半導体チップ 2 2 の外周部における樹脂接着剤 6 0 のフィレット 6 0 F の形状劣化を抑制できる。

【 0 0 9 4 】

図 2 2 は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置 1 0 は、図 1 のボンディング装置 1 0 の部材と類似した部材を含んでいる。図 2 2 においては、図 1 の部材と類似した部材には図 1 と同じ参照番号を付けてあるので、重複した説明は省略する。

【 0 0 9 5 】

図 2 2 においては、超音波発振ユニット 7 6 が押圧ツール 3 2 に付随して設けられ、超音波振動制御部 7 8 が超音波発振ユニット 7 6 を制御する。超音波発振ユニット 7 6 は超音波発振用の超音波ホーン及び超音波振動子からなる。

【 0 0 9 6 】

図 2 3 は図 2 2 の超音波発振ユニット 7 6 を有する押圧ツール 3 2 の作用を説明する図である。図 2 3 (A) は押圧ツール 3 2 を用いて半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に接合している状態振動の状態を示し、(B) はボンディングツール 2 0 を介して半導体チップ 2 2 に付与される超音波振動 U を示す波形図であり、(C) は押圧ツール 3 2 を介して回路基板 1 6 に付与される超音波振動 V を示す波形図である。図 2 3 (B) 及び図 2 3 (C) において、横軸は時間を示し、縦軸は図 2 3 (A) における X 方向の振幅を示す。ここでは、発振周波数 $1 / (t_2 - t_1)$ で振幅 a 1 の振動が行われる。発振周波数は例えば、50 kHz ~ 200 kHz である。

【 0 0 9 7 】

図 2 3 (A) に示されるように、超音波振動 U が半導体チップ 2 2 に付与される。押圧ツール 3 2 は回路基板 1 6 を押圧するとともに、超音波振動 V を回路基板 1 6 に付与する。超音波振動 U と超音波振動 V とはともに水平な方向 (X 方向) に振動する。図 2 3 (B) 及び図 2 3 (C) に示されるように、回路基板 1 6 に付与される超音波振動 V は、半導体チップ 2 2 に付与される超音波振動 U に対して、連動して同期的に振動し (同じ発振周波数) 、発振時の超音波振動方向が逆になるように制御される。振動波形は逆位相になっている。このように、回路基板 1 6 に逆位相の超音波振動 V を付与することにより、半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 との間の相対振動がより十分に行われることになり、半導体チップ 2 2 と回路基板 1 6 との接合品質がより向上する。

【 0 0 9 8 】

図 2 4 は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置 1 0 は、図 1 のボンディング装置 1 0 の部材と類似した部材を含んでいる。図 2 4 においては、図 1 の部材と類似した部材には図 1 と同じ参照番号を付けてあるので、重複した説明は省略する。

【 0 0 9 9 】

図 2 4 においては、図 1 の押圧ツール 3 2 がなく、吸着溝 2 8 が吸着溝 8 0 に修正され

10

20

30

40

50

ている。図 2 5 は図 2 4 のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。図 2 5 (A) は半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に対向させた状態を示し、図 2 5 (B) は荷重及び超音波を付与しながら半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に接合する状態を示している。図 2 6 は図 2 4 及び図 2 5 のボンディングステージを示す平面図である。

【 0 1 0 0 】

図 2 4 から図 2 6 において、吸着溝 8 0 (吸着溝 8 0 のボンディングステージ 1 4 の表面における開口部) は、電極端子 1 6 a の列の外側で近傍の位置に設けられている。図 2 4 から図 2 6 においては、2 つの吸着溝 8 0 が対向する 2 列の電極端子 1 6 a の列の外側に設けられている。この場合、2 つの吸着溝 8 0 は半導体チップ 2 2 に付与される超音波振動 U の振動方向に直交する長く設けられている。従って、荷重及び超音波を付与しながら半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に接合する際に、回路基板 1 6 がボンディングステージ 1 4 に確実に吸着保持されるので、半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a との間の相対振動が減ずることがなく、パンプ 2 2 a を介して回路基板 1 6 に振動が吸収されることを抑制でき、半導体チップ 2 2 のパンプ 2 2 a と回路基板 1 6 の電極端子 1 6 a との接合品質が向上する。

【 0 1 0 1 】

図 2 7 は変形例のボンディングステージを示す平面図である。図 2 7 においては、図 2 4 から図 2 6 に示した吸着溝 8 0 に加えて、吸着溝 8 0 A が設けられている。回路基板 1 6 の反りやうねりが大きい場合には、このように吸着溝 8 0 A を適宜付加することにより、回路基板 1 6 をボンディングステージ 1 4 にさらに強固に吸着保持することができ、接合品質が向上する。また、この実施例及びその他の実施例において、前述した加熱手段や樹脂接着剤 6 0 を適宜付加するのも有利である。

【 0 1 0 2 】

図 2 8 は変形例のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。図 2 9 は図 2 8 のボンディングステージを示す平面図である。この例では、図 2 4 から図 2 6 に示した吸着溝 8 0 に加えて、吸着溝 8 0 B が設けられている。吸着溝 8 0 が電極端子 1 6 a の列の外側で近傍の位置に設けられているのに対して、吸着溝 8 0 B は電極端子 1 6 a の列の内側で近傍の位置に設けられている。すなわち、吸着溝 8 0 と吸着溝 8 0 B は電極端子 1 6 a の列をサンドイッチするように配置されている。吸着溝は電極端子 1 6 a の直下にはおかない。これにより、ボンディングステージ 1 4 への回路基板 1 6 の吸着保持効果がさらに高くなる。

【 0 1 0 3 】

図 3 0 は変形例のボンディングステージを示す平面図である。この例では、図 2 4 及び図 2 5 の吸着溝 8 0 及び吸着溝 8 0 B がチップ搭載領域のまわりに連続的に環状に設けられている。これにより、ボンディングステージ 1 4 への回路基板 1 6 の吸着保持効果がさらに高くなる。

【 0 1 0 4 】

図 3 1 は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。電子部品のボンディング装置 1 0 は、図 1 のボンディング装置 1 0 の部材と類似した部材を含んでいる。図 3 1 においては、図 1 の部材と類似した部材には図 1 と同じ参照番号を付けてあるので、重複した説明は省略する。

【 0 1 0 5 】

図 3 1 においては、図 1 の吸着溝 1 8 が吸着溝 8 0 及び吸着溝 8 0 B に修正されている。また、図 2 4 の実施例に対しては、図 1 の押圧ツール 3 2 が設けられている点を除くとほぼ等しい。

【 0 1 0 6 】

図 3 2 は図 3 1 のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。図 3 3 は図 3 2 のボンディングステージを示す平面図である。図 3 2 (A) は半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に対向させた状態を示し、図 3 2 (B) は荷重及び超音波を付与しながら半導体チップ 2 2 を回路基板 1 6 に接合する状態を示している。このように、回路基板 1 6

の超音波振動方向に直交する２辺の接合部の近傍を押圧ツール３２で固定するとともに、吸着溝８０及び吸着溝８０Ｂを用いて吸着保持することにより、ボンディングステージ１４への回路基板１６の吸着保持効果がさらに高くなり、接合品質が向上する。

【０１０７】

以上説明した実施例は以下の特徴を含むものである。

（付記１）複数の電極端子を有する回路基板をボンディングステージに吸着保持し、

複数の突起電極を有する半導体素子をボンディングツールに吸着保持し、

前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧手段により押圧し、

半導体素子に荷重と超音波振動を付与して突起電極と電極端子とを接続する

10

電子部品のボンディング方法。（１）

（付記２）回路基板のチップ搭載領域と前記押圧される位置との間の距離は前記押圧される位置と回路基板の外周縁部との間の距離よりも小さいことを特徴とする付記１に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記３）前記押圧手段は厚さが幅よりも小さい板状の部材からなり、該板状の部材はその長さ方向に移動させられることを特徴とする付記２に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記４）前記チップ搭載領域は電極端子を含み且つほぼ矩形形状を有し、前記押圧される位置は第１の対の向かい合う２辺及び第２の対の向かい合う２辺のうちの少なくとも１対の向かい合う２辺に沿って設けられることを特徴とする付記１に記載の電子部品のボンディング方法。

20

（付記５）前記回路基板を押圧する１対の２辺は、半導体素子に付与される超音波振動の振動方向に直交する２辺であることを特徴とする付記４に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記６）前記突起電極と前記電極端子とを超音波振動と荷重を付与して接続する際に、半導体素子及び回路基板の少なくとも一方に熱を印加することを特徴とする付記１から５のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

（付記７）前記突起電極と前記電極端子とを接続する前に、樹脂接着剤を半導体素子と回路基板との間に供給することを特徴とする付記１から６のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

30

（付記８）前記樹脂接着剤がフィルム状の接着剤であり、前記突起電極と前記電極端子とを接続する前にフィルム状の接着剤を半導体素子に配置しておくことを特徴とする付記７に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記９）前記樹脂接着剤が液状の接着剤であり、該液状の接着剤が回路基板のチップ搭載領域の少なくとも一部に供給されることを特徴とする付記７に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記１０）前記押圧手段は回路基板のチップ搭載領域のまわりの４辺を押圧し、

前記突起電極と前記電極端子とを超音波振動を付与して接続する際に、前記樹脂接着剤を前記押圧手段の内側で半導体素子の外周部に流動させることを特徴とする付記７から９のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

40

（付記１１）前記樹脂接着剤を流動させる際に、半導体素子の外側であって前記押圧手段の内側の領域の圧力を高めておくことを特徴とする付記１０に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記１２）前記樹脂接着剤を半導体素子の外周部に流動させる際に、前記樹脂接着剤の硬化反応を促進させることを特徴とする付記１１又は１２に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記１３）前記突起電極と前記電極端子とを接続した後に、前記樹脂接着剤を完全硬化させることを特徴とする付記１１又は１２に記載の電子部品のボンディング方法。

（付記１４）前記押圧部材は弾性材料部材を介して回路基板を押圧することを特徴とする付記１から１３のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

50

(付記 15) 前記押圧部材が回路基板を押圧する際に、前記押圧手段は回路基板に形成された嵌合部に嵌合するように押圧されることを特徴とする付記 1 から 14 のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

(付記 16) 複数の電極端子を有する回路基板を吸着保持するボンディングステージと、前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧する押圧手段と、

複数の突起電極を有する半導体素子を吸着保持するボンディングツールと、

前記ボンディングツールを前記ボンディングステージに近づき又は遠ざかるように移動させる移動手段と、

半導体素子に超音波振動を付与するために前記ボンディングツールに超音波振動を付与する超音波振動付与手段と、

を備えた電子部品のボンディング装置。(2)

(付記 17) 回路基板のチップ搭載領域と前記押圧される位置との間の距離は前記押圧される位置と回路基板の外周縁部との間の距離よりも小さいことを特徴とする付記 16 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 18) 前記押圧手段は厚さが幅よりも小さい板状の部材からなり、該板状の部材はその長さ方向に移動させられることを特徴とする付記 17 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 19) 前記チップ搭載領域は電極端子を含み且つほぼ矩形形状を有し、前記押圧される位置は第 1 の対の向かい合う 2 辺及び第 2 の対の向かい合う 2 辺のうちの少なくとも 1 対の向かい合う 2 辺に沿って設けられることを特徴とする付記 16 から 18 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 20) 前記押圧手段をボンディングツールとは独立して駆動する駆動手段を有することを特徴とする付記 16 から 19 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 21) 前記ボンディングツールと前記押圧手段は、その移動方向と直交する方向における相対距離が一定であることを特徴とする付記 16 から 20 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 22) 前記押圧手段が押圧する 2 辺は、ボンディングツールに付与する超音波振動の振動方向に直交する 2 辺であることを特徴とする付記 19 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 23) 前記押圧手段は押圧される位置に応じた数の押圧部材を含み、該押圧部材はそれぞれ独立して昇降可能で、且つ独立して加圧力の制御を行う機構を有することを特徴とする付記 16 から 22 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 24) 前記押圧手段の回路基板と接触する部分には弾性材料が配置されていることを特徴とする付記 16 から 23 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 25) 前記押圧手段の回路基板と接触する部分は凹形状又は凸形状又は凹凸形状を備えることを特徴とする付記 16 から 24 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 26) 前記押圧手段の回路基板と接触する部分が先細りのテーパ形状となっていることを特徴とする付記 16 から 25 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 27) 前記押圧手段のボンディング時に波動体チップと対向する部分には樹脂との離型性に優れる材料が配置されていることを特徴とする付記 16 から 27 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 28) 前記押圧手段に、ボンディングツールに付与する超音波振動とは逆方向の超音波振動を付与する手段を備えることを特徴とする付記 16 から 27 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 29) 前記ボンディングツール及び前記ボンディングステージの少なくとも一つを加熱する機構を備えることを特徴とする付記 16 から 28 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 30) 前記押圧手段を加熱する機構を備えることを特徴とする付記 16 から 29 の

10

20

30

40

50

いずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 3 1) 前記押圧手段と、前記ボンディングツールの間隙部に気体を噴出する手段を備えることを特徴とする付記 1 6 から 3 0 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 3 2) 前記気体を噴出する手段は気体を加熱する機構を備えることを特徴とする付記 3 1 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 3 3) 前記回路基板のチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧する押圧手段を備えることを特徴とする付記 1 6 から 3 2 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 3 4) 複数の電極端子を有する回路基板を電極端子の外側で電極端子に近接する位置に設けられた吸着溝によりボンディングステージに吸着保持し、

複数の突起電極を有する半導体素子をボンディングツールに吸着保持し、
半導体素子に荷重と超音波振動を付与して突起電極と電極端子とを接続する
電子部品のボンディング方法。(3)

(付記 3 5) 前記回路基板は少なくとも対向する 2 列の電極端子を有し、回路基板は前記 2 列の電極端子の外側で近傍の位置でボンディングステージに吸着保持されることを特徴とする付記 3 4 に記載の電子部品のボンディング方法。

(付記 3 6) 前記 2 列の電極端子は半導体素子に付与する超音波振動の振動方向に対して直交する方向に並んでいることを特徴とする付記 3 5 に記載の電子部品のボンディング方法。

(付記 3 7) 前記回路基板のチップ搭載領域の外側でチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧手段により押圧することを特徴とする付記 3 4 から 3 6 のいずれかに記載の電子部品のボンディング方法。

(付記 3 8) 複数の電極端子を有する回路基板を吸着保持するために電極端子の外側で電極端子に近接するような位置に設けられた吸着溝を有するボンディングステージと、

複数の突起電極を有する半導体素子を前記回路基板に対向させて吸着保持するボンディングツールと、

前記ボンディングツールを前記ボンディングステージに近づき又は遠ざかるように移動させる移動手段と、

半導体素子に超音波振動を付与するために前記ボンディングツールに超音波振動を付与する超音波振動付与手段と

を備えた電子部品のボンディング装置。(4)

(付記 3 9) 前記回路基板は少なくとも対向する 2 列の電極端子を有し、前記吸着溝は回路基板の前記 2 列の電極端子の外側で近傍の位置でボンディングステージに設けられることを特徴とする付記 3 8 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 4 0) 前記 2 列の電極端子は半導体素子に付与する超音波振動の振動方向に対して直交する方向に並んでいることを特徴とする付記 3 9 に記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 4 1) 前記回路基板のチップ搭載領域に近接する位置を接合時に半導体素子に付与される荷重の方向と同じ方向に押圧する押圧手段を備えることを特徴とする付記 3 8 から 4 0 のいずれかに記載の電子部品のボンディング装置。

(付記 4 2) 複数の突起電極を有する半導体素子がフリップチップ実装される回路基板であって、

回路基板の表面に形成され、半導体素子の複数の突起電極が接続される複数の電極端子と、

回路基板の該表面に半導体素子がフリップチップ実装される領域の外周部の少なくとも 2 辺の外側に形成された凹又は凸又は凹凸形状のパターンと

を備えたことを特徴とする回路基板。(5)

(付記 4 3) 前記凹部は開口方向に対して広がるテーパ形状となっていることを特徴とする付記 2 0 に記載の回路基板。

10

20

30

40

50

(付記４４)一つの回路基板内に、複数の同一半導体素子を超音波フリップチップ実装するための、電極端子群及び前記凹又は凸又は凹凸形状のパターンからなる同一の要素を、一表面内に複数繰り返して形成してなることを特徴とする付記４２又は４３に記載の回路基板。

(付記４５)前記回路基板の材質が有機材料からなることを特徴とする付記４２から４４のいずれかに記載の回路基板。

【産業上の利用可能性】

【０１０８】

以上説明したように、本発明によれば、半導体素子を超音波振動を付与する際に回路基板を確実に固定することができるので、接合品質の優れた電子部品を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【０１０９】

【図１】図１は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図２】図２は図１のボンディング装置の作用を説明する図である。

【図３】図３は図１のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。

【図４】図４は半導体チップを示す平面図である。

【図５】図５は回路基板を示す平面図である。

【図６】図６は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図７】図７は他のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。

【図８】図８は図７のフローチャートによるボンディング装置の作用を説明する図である

20

。

【図９】図９は他のボンディング装置の作用を説明するフローチャートである。

【図１０】図１０は図９のフローチャートによるボンディング装置の作用を説明する図である。

【図１１】図１１は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図１２】図１２は図１１のボンディング装置の作用を説明する図である。

【図１３】図１３は半導体チップが搭載された回路基板を示す平面図である。

【図１４】図１４は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。

【図１５】図１５は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。

【図１６】図１６は変形例の押圧部材及び回路基板を含む装置を示す図である。

30

【図１７】図１７は回路基板の例を示す図である。

【図１８】図１８は回路基板の例を示す図である。

【図１９】図１９は回路基板の例を示す図である。

【図２０】図２０は回路基板の例を示す図である。

【図２１】図２１は変形例の押圧部材を含む装置を示す図である。

【図２２】図２２は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図２３】図２３は図２２の超音波発振ユニットを有する押圧ツールの作用を説明する図である。

【図２４】図２４は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図２５】図２５は図２４のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。

40

【図２６】図２６は図２４及び図２５のボンディングステージを示す平面図である。

【図２７】図２７は変形例のボンディングステージを示す平面図である。

【図２８】図２８は変形例のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。

【図２９】図２９は図２８のボンディングステージを示す平面図である。

【図３０】図３０は変形例のボンディングステージを示す平面図である。

【図３１】図３１は本発明の一実施例の電子部品のボンディング装置を示す図である。

【図３２】図３２は図３１のボンディングステージ及び回路基板を示す略断面図である。

【図３３】図３３は図３２のボンディングステージを示す平面図である。

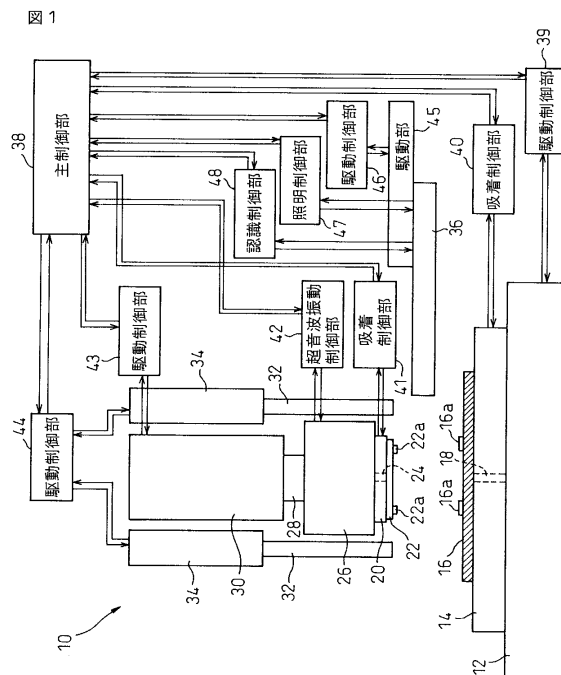
【符号の説明】

【０１１０】

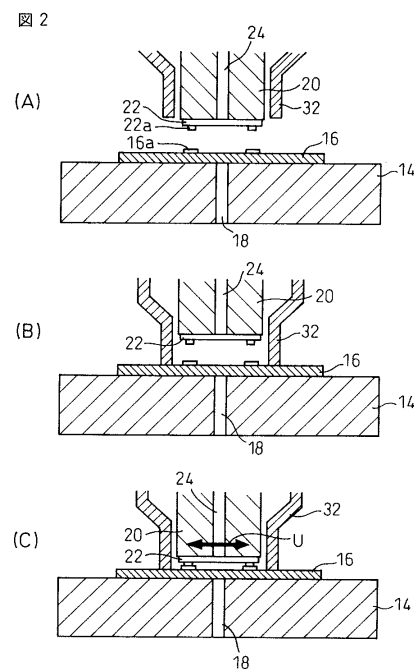
50

- 1 0 ...ボンディング装置
- 1 2 ...テーブル
- 1 4 ...ボンディングステージ
- 1 6 ...回路基板
- 1 8 ...吸着溝
- 2 0 ...ボンディングツール
- 2 2 ...半導体チップ
- 2 4 ...吸着溝
- 2 6 ...超音波ヘッド
- 3 0 ...超音波ヘッド昇降装置
- 3 2 ...押圧ツール
- 3 4 ...押圧ツール昇降装置
- 5 0 ...チップ搭載領域
- 5 2 ...押圧位置
- 5 4 ...ヒータ
- 5 6 ...ヒータ
- 6 0 ...樹脂接着剤
- 6 2 ...ノズル
- 6 8 ...弾性材料
- 7 0 ...凹凸構造
- 7 2 ...凹部
- 7 3 ...凸部
- 7 4 ...離型シリコーン
- 7 6 ...超音波発振ユニット
- 8 0 ...吸着溝

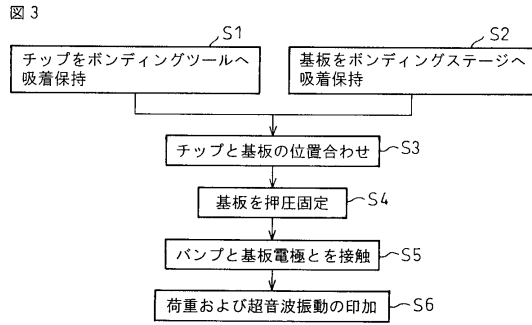
【 図 1 】



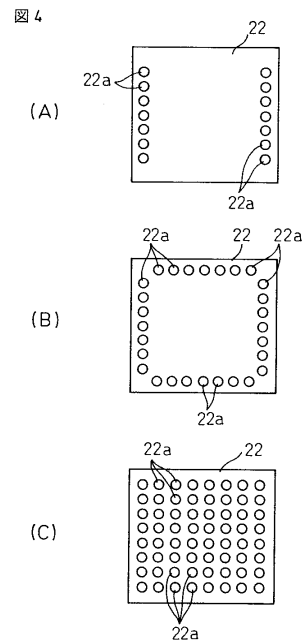
【圖 2】



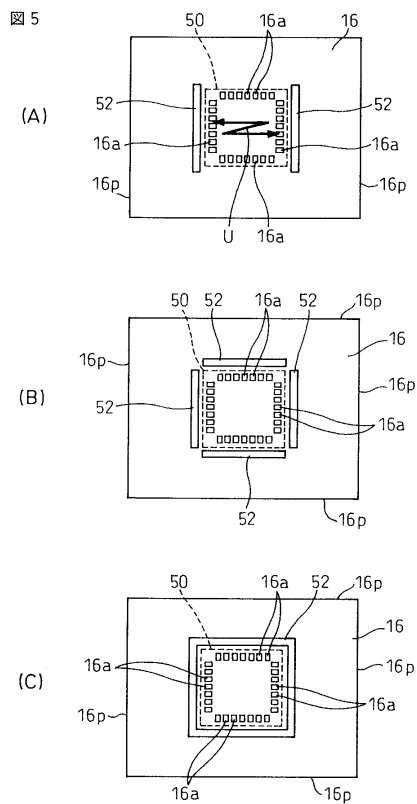
【 図 3 】



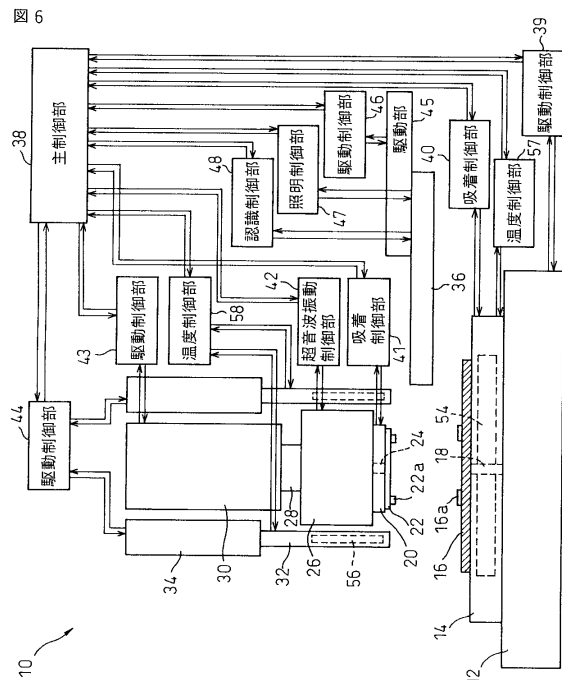
【 図 4 】



【 図 5 】

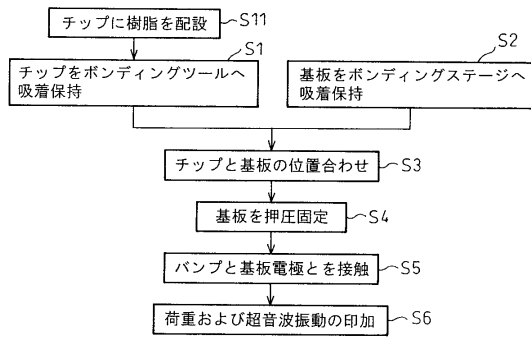


【 図 6 】



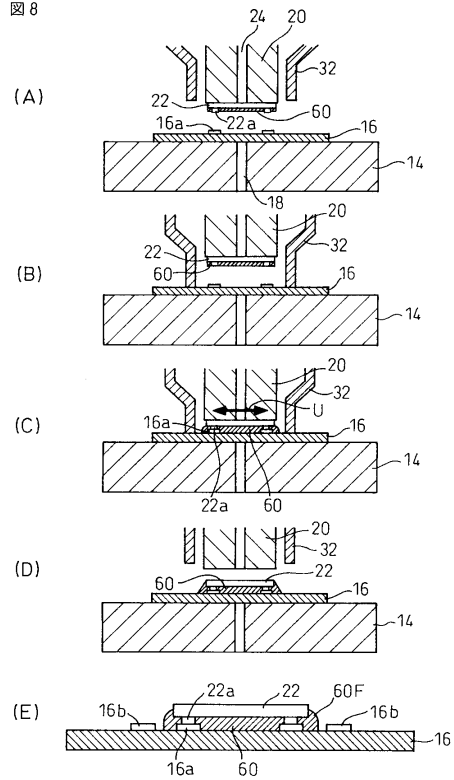
【図 7】

図 7



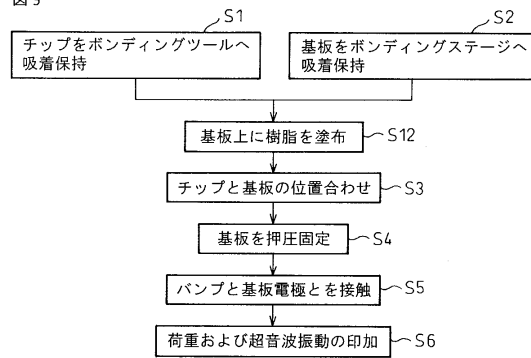
【図 8】

図 8



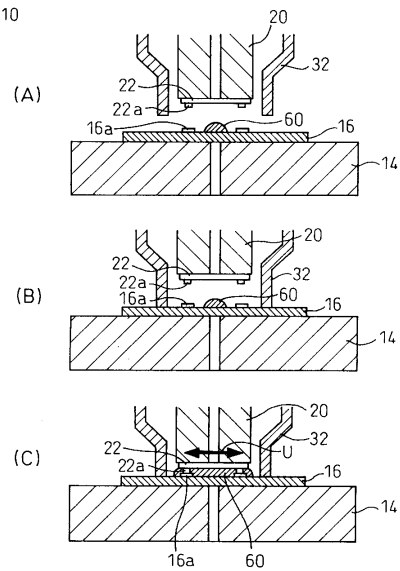
【図 9】

図 9

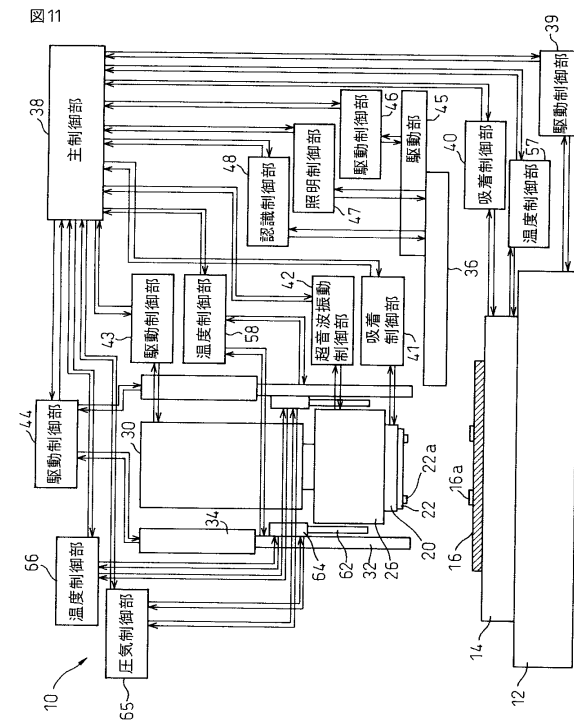


【図 10】

図 10

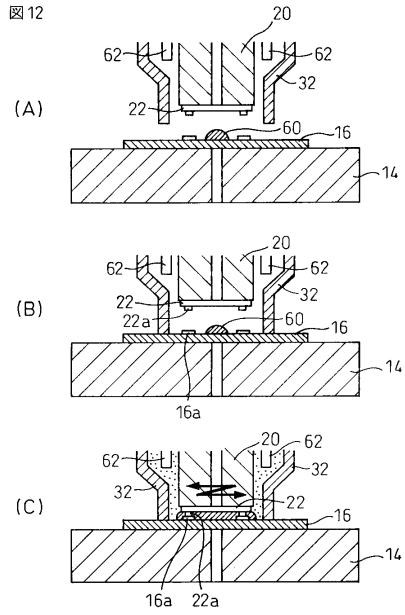


【図 1 1】



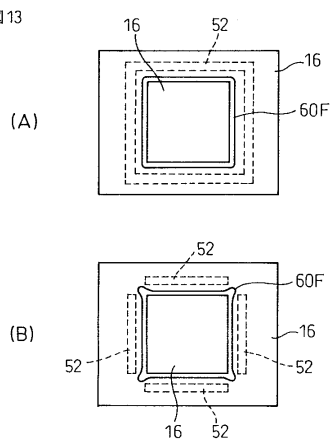
【図 1 2】

図 12



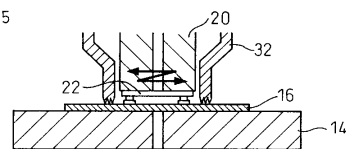
【図 1 3】

図 13



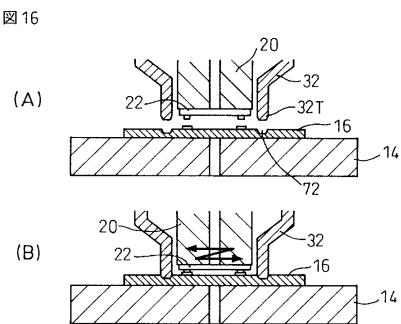
【図 1 5】

図 15



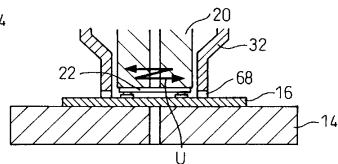
【図 1 6】

図 16

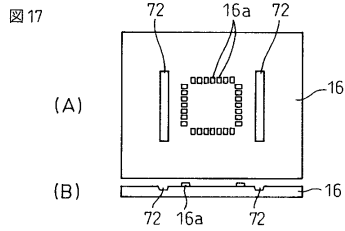


【図 1 4】

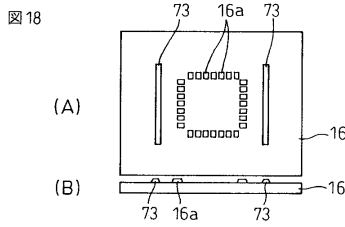
図 14



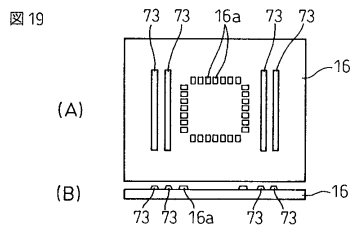
【図 17】



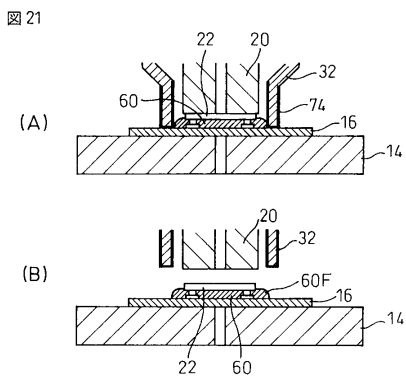
【図 18】



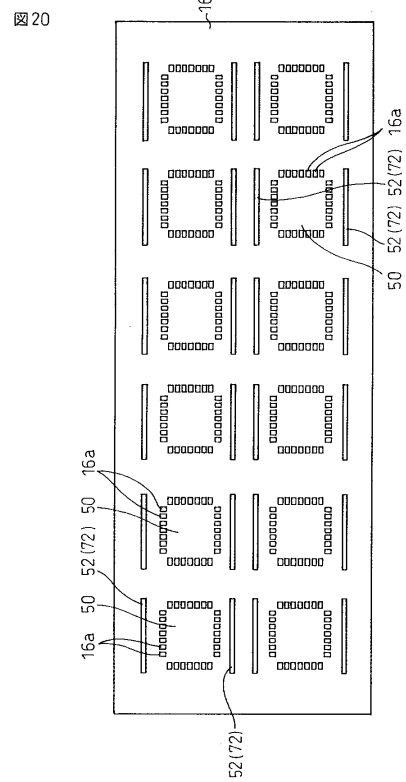
【図 19】



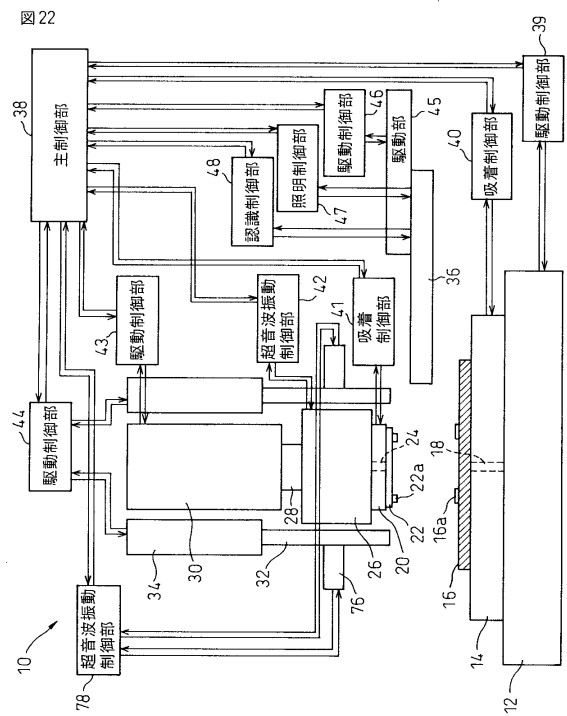
【図 21】



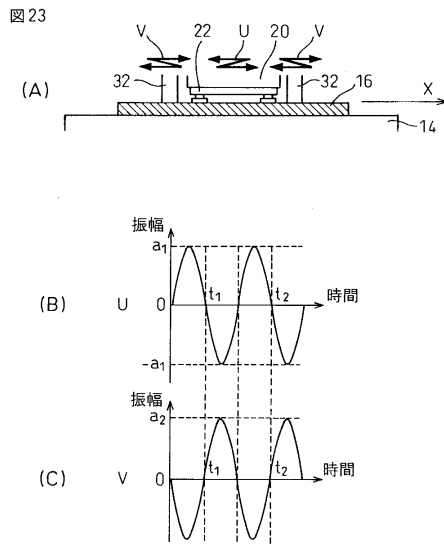
【図 20】



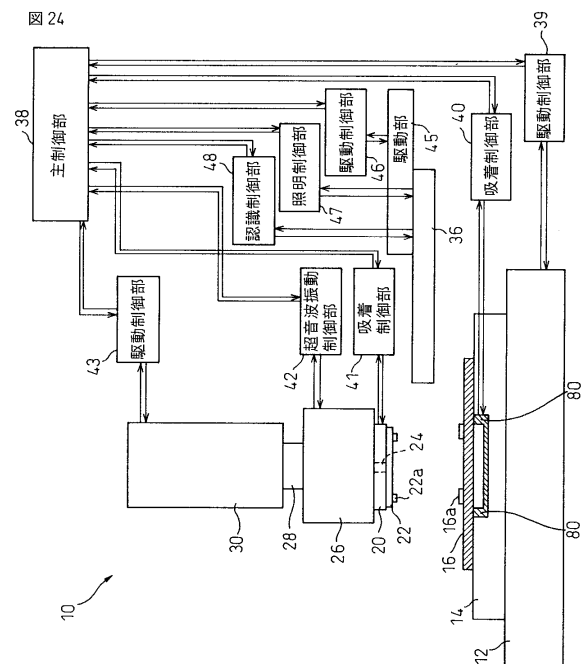
【図 22】



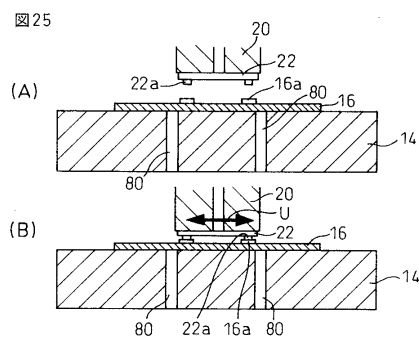
【 図 2 3 】



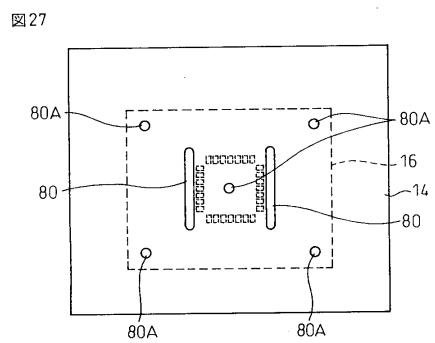
【 図 2 4 】



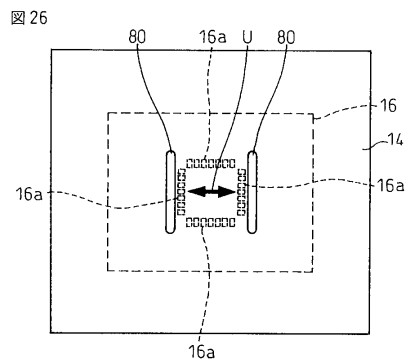
【 図 2 5 】



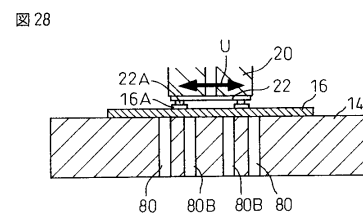
【圖 27】



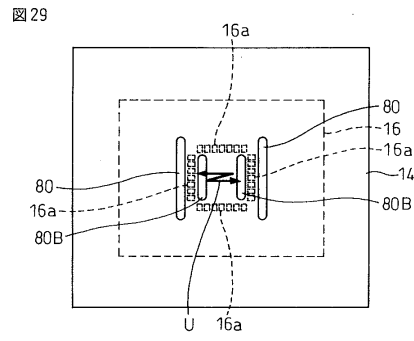
【 図 2 6 】



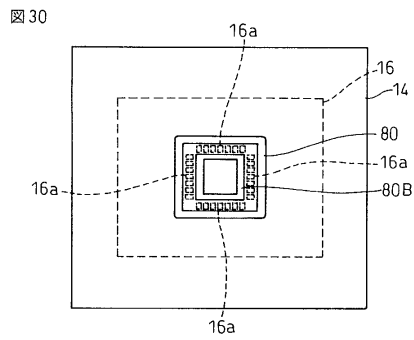
【 図 2 8 】



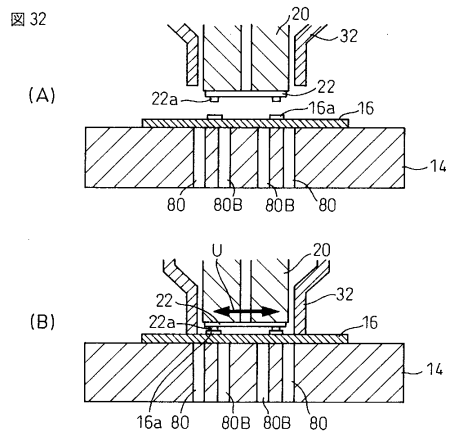
【 図 2 9 】



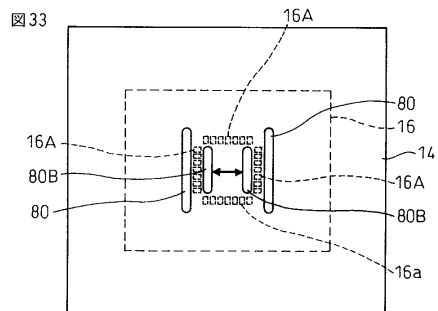
【 図 3 0 】



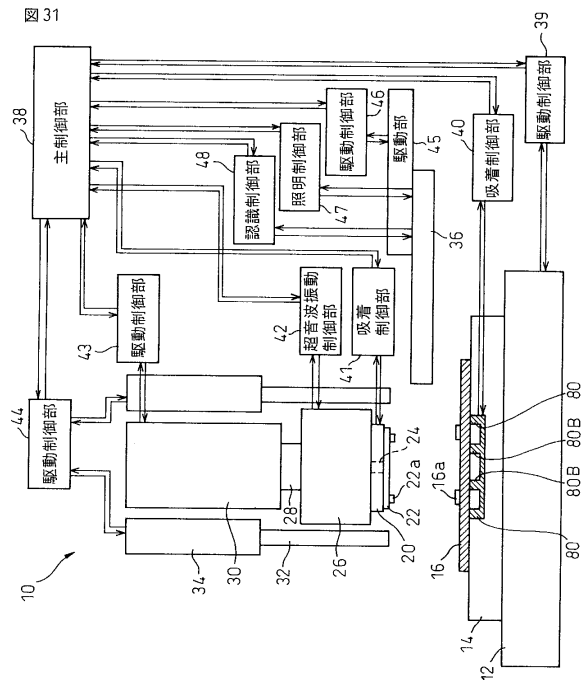
【 図 3 2 】



【 図 3 3 】



【 図 3 1 】



フロントページの続き

(74)代理人 100114177

弁理士 小林 龍

(72)発明者 西村 隆雄

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

(72)発明者 中村 公一

鹿児島県薩摩郡入来町副田5950番地 富士通インテグレートッドマイクロテクノロジー株式会社
九州事業所内

(72)発明者 夏秋 昌典

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

(72)発明者 高島 晃

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 市川 裕司

(56)参考文献 特開2001-189346(JP,A)

特開平11-097493(JP,A)

特開平11-288975(JP,A)

特開2001-057376(JP,A)

特開2002-118149(JP,A)

特開2001-326322(JP,A)

特開平02-018946(JP,A)

特開2001-176933(JP,A)

実開平04-048629(JP,U)

特開平10-144735(JP,A)

特開2003-086636(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/60

H01L 21/607