

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3831179号

(P3831179)

(45) 発行日 平成18年10月11日(2006.10.11)

(24) 登録日 平成18年7月21日(2006.7.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/60 (2006.01)

H O 1 L 21/92 G O 4 E

請求項の数 8 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2000-191320 (P2000-191320)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成12年6月26日(2000.6.26)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2001-217273 (P2001-217273A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成13年8月10日(2001.8.10)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年3月3日(2005.3.3)		弁理士 鈴江 武彦
(31) 優先権主張番号	特願平11-183905	(74) 代理人	100084618
(32) 優先日	平成11年6月29日(1999.6.29)		弁理士 村松 貞男
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100068814
(31) 優先権主張番号	特願平11-333373		弁理士 坪井 淳
(32) 優先日	平成11年11月24日(1999.11.24)	(74) 代理人	100092196
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法およびパターン形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

表面にバンプ用または配線用の溝を型として形成した第1の基板上に磁性体を含むペーストを塗布し、前記溝をペーストで埋め込む工程と、

前記溝の外部のペーストを除去する工程と、

前記ペーストを硬化または焼成させ、バンプまたは配線を形成する工程と、

前記溝内に埋め込まれた前記バンプまたは配線を前記第1の基板とは別の第2の基板に転写し、前記第1の基板型から前記バンプまたは配線を取り出す工程とを有する半導体装置の製造方法において、

前記溝を前記ペーストで埋め込む工程で、前記ペーストの塗布時または前記ペーストの塗布後に、前記溝内に前記ペーストを引き込む磁場を発生させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】

前記第1の基板から前記接続部材を取り出す工程において、前記溝の開口面の中央部に前記接続部材を構成する前記ペーストが集まる磁界を形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】

前記第1の基板から前記接続部材を取り出す工程において、熱および超音波の少なくとも一方を用いて、前記溝内に埋め込まれた前記接続部材を構成する前記ペーストの粘度を下げることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

10

20

【請求項 4】

前記第 1 の基板から前記接続部材を取り出す工程の後に、前記接続部材中の前記磁性体の消磁を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記第 1 の基板から前記接続部材を取り出す工程の後に、前記接続部材を構成する前記ペースト中の前記磁性体の消磁を熱処理により行うことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

表面に絶縁膜に対応した溝を有する第 1 の基板上に磁性体を含む絶縁性ペーストを塗布し、前記溝をペーストで埋め込む工程と、

10

前記溝の外部の絶縁性ペーストを除去する工程と、

前記絶縁性ペーストに対して硬化および焼成の一方を行い、絶縁膜を形成する工程と、

前記溝内に埋め込まれた前記絶縁膜を前記第 1 の基板とは別の第 2 の基板に転写し、前記第 1 の基板から前記絶縁膜を取り出す工程とを有する半導体装置の製造方法であって、

前記溝を前記絶縁性ペーストで埋め込む工程で、前記ペーストの塗布時および前記絶縁性ペーストの塗布後の一方の時に、前記溝内に前記絶縁性ペーストを引き込む磁場を発生させることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

表面に複数の溝を有する第 1 の基板上に磁性体を含むペーストを塗布し、前記複数の溝をペーストで埋め込む工程と、

20

前記複数の溝の外部のペーストを除去する工程と、

前記複数の溝を下にして、前記第 1 の基板を第 2 の基板の上方に配置する工程と、

前記第 2 の基板の下方に磁石を配置し、この磁石を走査することによって、前記複数の溝の内部のペーストを前記第 2 の基板に転写する工程と

を有することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 8】

表面に複数の溝を有する第 1 の基板上にペーストを塗布し、前記複数の溝をペーストで埋め込む工程と、

前記複数の溝の外部のペーストを除去する工程と、

前記複数の溝の内部のペーストを帯電させる工程と、

30

前記複数の溝を下にして、前記第 1 の基板を第 2 の基板の上方に配置する工程と、

前記第 2 の基板の電位を制御することによって、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に電界を発生させ、この電界により前記複数の溝内の帯電させたペーストを前記第 2 の基板に転写する工程と

を有することを特徴とするパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、磁性体を含む bumps を備えた半導体装置の製造方法、bumps 等のパターンを形成するためのパターン形成方法に関する。

40

【0002】**【従来の技術】**

マルチメディアの時代を迎えて、IC の狭ピッチ多ピンパッケージあるいはベアチップの高密度実装が盛んに検討されている。これに伴い、高密度プリント配線板への要求はレベルの高いものとなり、ライン幅が $50\ \mu\text{m}$ 、ビアのランド径は $300\ \mu\text{m}$ という高密度多層プリント配線板が要求されるようになってきた。

【0003】

ファイン化技術には種々のものがあるが、なかでもファイン化の要求に応えられるだけではなく、コストパフォーマンスが良く、かつ環境に優しい高密度多層プリント配線板の製造方法として、 B^2IT (Buried Bump Interconnection Technology) 法が知られている

50

。

【0004】

この方法では、まず、ガラエポ基板上に銅箔からなる第一回路層を介してバンプが設けられてなる回路基板を用意し、次に第一回路層上に層間絶縁膜を重ね、続いて層間絶縁膜上に銅箔からなる第二回路層を重ね、次に熱圧接により第一回路層をバンプを介して第二回路層に接続する。この時、バンプは層間絶縁膜を突き破って第二回路層に接続する。

【0005】

しかしながら、この方法には以下のような問題がある。すなわち、バンプはスクリーン印刷法を用いた方法で形成しているが、層間絶縁膜を突き破るのに必要な高さのバンプを形成するためには、一回の導電ペーストのスクリーン印刷では得ることができず、複数回の印刷が必要となる。

10

【0006】

そのために、マスクの位置合わせ、導電ペーストの印刷、仮焼成という一連のスクリーン印刷工程を数回繰返す必要があり、それだけプロセスが複雑となる。また、他の方法に比べて、コストパフォーマンスは良いものの、やはりコストがかかるという問題がある。

【0007】

また、バンプは円錐形のように鋭利な先端を有し、かつ緩やかな斜面を有することが好ましいが、スクリーン印刷法だとたとえ複数回のスクリーン印刷でマスクの寸法を変化させたとしても、バンプの頂上と底部の面積に大きな差を付けることはできず、階段状の斜面になってしまう。

20

【0008】

ところで、ワイヤーボンディング法は従来より用いられている半導体装置の実装方法の一つであるが、近年ではより高密度実装が可能なバンプを用いた実装方法が主流となりつつある。

【0009】

この種の実装方法としては、TABを用いた実装方法やフリップチップを用いた実装方法などがあるが、いずれの方式に於いてもいかにこのバンプを形成するかが重要なキーテクノロジーとなる。

【0010】

バンプの形成方法としては、蒸着法、メッキ法またはスクリーン印刷法を用いた形成方法が提案されている。しかしながらこれらの形成方法に以下に説明するような問題がある。すなわち、蒸着法を用いた形成方法は、バンプを形成するために時間がかかりすぎ、その結果として製造コストが高くなるという問題がある。メッキ法を用いた形成方法は、レジストを塗布し、フォトリソグラフィおよびエッチングを用いて電極の大きさやピッチに対応した開口部をレジストに開口し、電気めっき法または無電解めっき法でバンプを形成しなければならないため、プロセスが複雑で、かつコストも高いという問題がある。

30

【0011】

その点、スクリーン印刷法を用いた形成方法は、基板上にバンプに対応した開口部を有するマスクを置き、このマスク上にペーストを塗布し、このペーストをスキージにより基板上に刷りだし、ペーストを焼成してペースト中の溶剤と樹脂成分を除去することによってバンプを形成できるために、プロセス的に簡便で、コストが安いというメリットがある。

40

【0012】

しかし、スクリーン印刷法を用いた形成方法には以下のような問題がある。

【0013】

バンプの高さはマスクの膜厚に依存する。マスクの膜厚はペーストのマスクの開口部における埋め込み性や抜け性の制約からバンプの縦横の寸法に対し極端には大きく取れない。そのために、バンプの寸法が小さくなると、バンプの高さが低くなるという問題があった。このような問題は、スクリーン印刷工程を複数回繰返せば解決できるが、今度はプロセスが複雑になり、コストがかかるという問題が起こる。

【0014】

50

図 26 は、従来の基板とチップとの位置合わせ方法を示す図である。

【0015】

この位置合わせ方法では、まず、1つの任意の点（原点）に対する基板 301 のパッド 302 の相対位置をカメラ 303 で求める。同様に、他の原点に対するチップ 304 のバンプ 305 の相対位置をカメラ 306 で求める。

【0016】

次にこれらの相対位置および上記 2 つの原点の位置に基づいて、基板 301、チップ 304、または基板 301 およびチップ 304 を移動させ、パッド 302 とバンプ 305 との位置合わせを行う。この後、チップ 303 を基板 301 に押し付け、基板 301 とチップ 303 とのボンディングを行う。

10

【0017】

しかしながら、この従来の位置合わせ方法には以下のような問題があった。すなわち、基板 301 および基板 301 の相対位置を正確に求めても、基板 301 とチップ 304 とが離れているため、チップ 304 等を精度良く移動させないと合わせずれが生じてしまう。この問題は特に高集積が進んだチップでは大きな問題となる。

【0018】

図 27 は、従来の他の基板とチップとの位置合わせ方法を示す図である。

【0019】

この位置合わせ方法では、まず、ある任意の点（原点）に対する基板 301 のパッド 302 の位置をカメラ 306 で求める。同様に、同じ原点に対するチップ 304 のバンプ 305 の位置を同じカメラ 306 で求める。

20

【0020】

次に求められたパッド 302 およびバンプ 305 の位置に基づいて、例えばパッド 302 に対するバンプ 305 の相対位置を求める。

【0021】

次に上記相対位置に対応した距離だけ、チップ 304 を移動させることによってパッド 302 とバンプ 305 との位置合わせを行う。

【0022】

この後、チップ 304 を降下させ、チップ 304 を基板 301 に押し付け、基板 301 とチップ 304 とのボンディングを行う。

30

【0023】

しかしながら、この位置合わせ方法は以下のような問題を招く。この位置合わせ方法では、パッド 302 およびバンプ 305 の位置を求める際に、基板 301 とチップ 304 との間にカメラ 306 を設置する必要があるため、基板 301 とチップ 304 との間の距離は大きくなる。したがって、パッド 302 およびバンプ 305 の位置が正確に分かっていても、ボンディングの際に、チップ 304 を精度良く降下させないと、合わせずれが生じてしまう。

【0024】

図 28 は、従来の基板またはチップの搬送方法を示す図である。

【0025】

この搬送方法では、真空吸着機構を有する搬送機構 311 を用いる。基板またはチップ 312 は、真空吸着によって搬送機構 311 に保持されてた状態で搬送される。

40

【0026】

しかしながら、この従来の搬送方法には以下のような問題があった。すなわち、基板またはチップ 312 の一部分に大きな吸引力が選択的にかかるため、基板またはチップ 312 の厚さが薄いと、基板またはチップ 312 が変形したり、破損するという問題があった。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】

上述の如く、高密度多層プリント配線板の製造工程および半導体装置の実装工程には、バンプの形成工程がある。バンプの形成方法としては、蒸着法、メッキ法またはスクリーン

50

印刷法を用いた方法が知られているが、必要な高さや形状を有するバンプを形成するためには時間がかかったり、またはプロセスが複雑になるという問題があった。

【0028】

また、従来の基板とチップとのボンディング方法は、基板とチップとが離れていたもので、パッドとバンプとの位置合わせ時、または位置合わせ後の基板とチップの接続時に、位置ずれが生じるという問題があった。

【0029】

また、従来の基板またはチップの搬送方法は、基板またはチップを真空吸着によって搬送機構に保持するので、基板またはチップの厚さが薄いと、基板またはチップが変形したり、破損するという問題があった。

10

【0030】

本発明は上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、必要なバンプ形状を簡単に形成できる構成を有するバンプを備えた半導体装置の製造方法、ならびにバンプ等のパターンを形成するためのパターン形成方法を提供することにある。

【0033】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0034】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、表面にバンプ用または配線用の溝を型として形成した第1の基板上に磁性体を含むペーストを塗布し、前記溝をペーストで埋め込む工程と、前記溝の外部のペーストを除去する工程と、前記ペーストを硬化または焼成させ、バンプまたは配線を形成する工程と、前記溝内に埋め込まれた前記バンプまたは配線を前記第1の基板とは別の第2の基板に転写し、前記第1の基板型から前記バンプまたは配線を取り出す工程とを有する半導体装置の製造方法において、前記溝を前記ペーストで埋め込む工程で、前記ペーストの塗布時または前記ペーストの塗布後に、前記溝内に前記ペーストを引き込む磁場を発生させることを特徴とする。

20

【0035】

上記の如き構成のバンプであれば、バンプとなる磁性体を有する導電性ペーストを磁場の作用で変形させることによって、必要な形状（高いバンプ高さ、良好な埋め込み形状）を有するバンプを簡単に形成することができる。

30

【0036】

また、本発明に係る他の半導体装置の製造方法は、表面に絶縁膜に対応した溝を有する第1の基板上に磁性体を含む絶縁性ペーストを塗布し、前記溝をペーストで埋め込む工程と、前記溝の外部の絶縁性ペーストを除去する工程と、前記絶縁性ペーストに対して硬化および焼成の一方を行い、絶縁膜を形成する工程と、前記溝内に埋め込まれた前記絶縁膜を前記第1の基板とは別の第2の基板に転写し、前記第1の基板から前記絶縁膜を取り出す工程とを有する半導体装置の製造方法であって、前記溝を前記絶縁性ペーストで埋め込む工程で、前記ペーストの塗布時および前記絶縁性ペーストの塗布後の一方の時に、前記溝内に前記絶縁性ペーストを引き込む磁場を発生させることを特徴とする。

40

【0037】

また、本発明に係るパターン形成方法は、表面に複数の溝を有する第1の基板上に磁性体を含むペーストを塗布し、前記複数の溝をペーストで埋め込む工程と、前記複数の溝の外部のペーストを除去する工程と、前記複数の溝を下にして、前記第1の基板を第2の基板の上方に配置する工程と、前記第2の基板の下方に磁石を配置し、この磁石を走査することによって、前記複数の溝の内部のペーストを前記第2の基板に転写する工程とを有することを特徴とする。

【0038】

また、本発明に係る他のパターン形成方法は、表面に複数の溝を有する第1の基板上にペーストを塗布し、前記複数の溝をペーストで埋め込む工程と、前記複数の溝の外部のペ

50

ーストを除去する工程と、前記複数の溝の内部のペーストを帯電させる工程と、前記複数の溝を下にして、前記第1の基板を第2の基板の上方に配置する工程と、前記第2の基板の電位を制御することによって、前記第1の基板と前記第2の基板との間に電界を発生させ、この電界により前記複数の溝内の帯電させたペーストを前記第2の基板に転写する工程とを有することを特徴とする。

【0039】

また、本発明に係る他のパターン形成方法は、導電性を有する第1の基板上に複数の導電性部材をメッキ法により形成する工程と、前記複数の導電性部材上にペーストを塗布する工程と、前記第1の基板よりも前記複数の導電性部材の離形が起こりにくい第2の基板の表面に前記ペーストを接着させ、前記第1の基板と前記第2の基板とを一体化する工程と、前記第2の基板から前記第1の基板を剥離することによって、前記第2の基板に前記複数の導電性部材を転写する工程とを有することを特徴とする。

10

【0041】

本発明の上記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記載および添付図面によって明らかになるであろう。

【0042】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

【0043】

（第1の実施形態）

20

図1は、本発明の第1の実施形態に係るバンプの形成方法を示す工程断面図である。ここでは、 B^2IT 法を用いた高密度多層プリント配線板の製造方法におけるバンプの形成方法について説明する。

【0044】

まず、図1（a）に示すように、ガラエポ基板11上に銅箔からなる回路層12が形成されてなる回路基板13を用意する。

【0045】

次に図1（b）に示すように、磁性粒子であるNi粒子、これよりも低抵抗の導電粒子であるAu粒子、樹脂、溶剤等を含む導電性ペーストを使用し、スクリーン印刷などの印刷方法によって、回路層12上に高さh1のバンプ14₁を形成する。この段階では必要なバンプ高さは得られていない。

30

【0046】

磁性粒子としてはNi粒子以外に、Fe粒子、Co粒子やそれらの合金粒子があげられる。

【0047】

次に図1（c）に示すように、バンプ14₁中の溶剤成分が揮散する前に、磁石15によって形成された基板にほぼ垂直な磁場Bによってバンプ14₁を隆起させることによって、所望の高さh2（>h1）で、円錐形のように鋭利な先端を有し、かつ穏やかな斜面を有するバンプ14₂を形成する。図中、16は磁場Bの方向を示している。磁石15は例えば永久磁石または電磁石である。電磁石の方が吸いが容易である。次に磁場をかけた状態でバンプ14₂を硬化させ、バンプ14₂の形状が磁場を取り去っても保持されるようにする。硬化タイプのペーストであれば、硬化処理後に従来と同様な方法でバンプが形成され、更に焼成タイプのペーストであれば焼成工程を追加すればよい。

40

【0048】

本実施形態の方法によれば、バンプ14₂となる導電性ペーストとして磁性を有する導電性ペーストを用い、必要なバンプ高さは磁石15によるバンプ14₁の隆起によって得ることで、印刷の工程は1回ですむ。したがって、所望の高さのバンプ14₂を簡単に低コストで形成できるようになる。

【0049】

また、本実施形態によれば、バンプ14₂の高さは磁石15の磁力（磁場）の大きさに制

50

御でき、例えば数十 μm の高さを有し、かつ鋭利な尖塔を有するバンプ14₂を形成することができる。すなわち、層間絶縁膜を突き破るのに必要な高さ・形状のバンプ14₂を形成することができる。

【0050】

なお、バンプ14₂の磁化を調べたところその方向は揃っていた。

【0051】

これに対して、従来のスクリーン印刷法を用いたバンプの形成方法では、層間絶縁膜を突き破るのに必要な高さのバンプを形成するためには、一回の導電ペーストのスクリーン印刷では得ることができず、複数回の印刷が必要となる。

【0052】

そのために、マスクの位置合わせ、導電ペーストの印刷、仮焼成という一連のスクリーン印刷工程を数回繰返す必要があり、それだけプロセスが複雑となる。また、他の方法に比べて、コストパフォーマンスは良いものの、やはりコストがかかるという問題がある。

【0053】

また、バンプは円錐形のように鋭利な先端を有し、かつ緩やかな斜面を有することが好ましいが、従来のスクリーン印刷法だとたとえ複数回のスクリーン印刷でマスクの寸法を変化させたとしても、バンプの頂上と底部の面積に大きな差を付けることはできず、階段状の斜面になってしまう。

【0054】

また、本発明者等は、プラグ径100 μm 以下、高さ100 μm 以上のバンプを容易に形成することができる条件を調べてみた。そのために、導電性ペースト中のNiの含有量A[w t %]と磁石15の磁束密度B[T]との関係調べたところ、AおよびBが図20に示す斜線側の領域にある場合、すなわち、 $A[\text{w t \%}] \times B[\text{T}] > 2[\text{w t \%} \cdot \text{T}]$ の領域の場合、プラグ径100 μm 以下、高さ100 μm 以上のバンプを容易に形成することができることが分かった。

【0055】

また、本実施形態の方法によりバンプを形成する場合、図21(a)に示すように、磁場154の方向が異なるとバンプ152の傾きも異なる。バンプ152の傾きが大きすぎると、B²I T法の熱圧接時に、基板151上に形成したバンプ152が折れてしまい、上下の2つの回路層を接続することができなくなる。また、バンプ152の頂点はバンプ152の底面よりも外側の形成されることは好ましくない。このような観点から、好ましい磁場の方向を調べたところ、図21(b)に示すように、基板151の表面に対する磁場の方向 θ は63度以上であることが分かった。

【0056】

以上の結果をまとめると、 $A[\text{w t \%}] \times B[\text{T}] > 2[\text{w t \%} \cdot \text{T}]$ の条件を満たすNiを含むペーストを用い、かつ $\theta \geq 64$ 度の条件を満たすように磁石を配置することによって、最適なバンプ14₂を容易に形成することができるようになる。

【0057】

(第2の実施形態)

本実施形態が第1の実施形態と異なる点は、磁場の他の重力を積極的に利用してバンプ24₁を形成することにある。

【0058】

第1の実施形態のように、バンプ24₁を形成した後、バンプ上に磁石25を配置し、磁場によってバンプ24₁を隆起させてバンプ24₂を形成する場合、バンプ24₂の高さh₂は、磁場と磁場と同一鉛直線上逆向きに働く重力とのバランスで決まる。したがって、重力の分だけ大きな磁場をバンプ24₁に与えなければならない。

【0059】

そこで、本実施形態では、図2に示すように、バンプ24₁を形成した後、回路基板23を逆さまにして、その下に磁石25を配置することによって、バンプ24₁に対して磁場と重力が同一方向に作用するようにする。これにより、磁力の弱い磁石25でもバンプ2

10

20

30

40

50

4₂の高さを制御することが可能となる。

【0060】

なお、図中、21はガラエポ基板、22は回路層、23は回路基板、26は磁場Bの方向、27は重力の方向をそれぞれ示している。

【0061】

(第3の実施形態)

本発明者らは、スクリーン印刷法の改良方法として、フォトリソグラフィとエッチングでSi基板にバンプや配線の鋳型パターン(穴や溝)を形成しておいて、そのパターンに導電性ペーストを埋め込み、焼成することで必要とする高さを有するバンプを形成する方法を出願した。

10

【0062】

この方法では、Si基板のパターンはバンプを取り出した後は再びパターンとして使えるために、半永久的に使い続けることができ、これによりバンプの製造コストを大幅に下げられるようになる。

【0063】

しかしながら、パターンの開口幅が100μm以下の場合や、パターンのアスペクト比が高い場合には、粘性などの導電性ペーストの物性にも依存するが、パターンの内部を導電性ペーストで均一に埋め込むことが困難で、パターンの内部にボイドが生じやすい。

【0064】

本実施形態では、このような不都合を解決できるバンプや配線等のパターンの形成方法について説明する。

20

【0065】

まず、図3(a)に示すように、Si基板31などの表面に目的とするバンプの形状に対応したパターン32をフォトリソグラフィ技術およびRIE技術を用いて形成する。このような技術を用いることで、開口幅が狭く、アスペクト比の高いパターンを形成することができ、これにより高密度実装に適した形状のバンプを形成することが可能となる。なお、図には簡単のために2個のパターン32しか示していない。

【0066】

次に図3(b)に示すように、表面に導電性ペーストと反応しない材料からなる膜でなる反応防止膜33を形成する。

30

【0067】

次に図3(c)に示すように、磁性粒子であるNi粒子、これよりも低抵抗の導電性粒子であるAu粒子、樹脂、溶剤等からなる導電性ペースト34を全面に堆積するとともに、磁石35をSi基板31の下側、すなわちパターン32の底面側から近づけ、導電性ペースト34を磁力により強制的にパターン34の底に引き込むことによって、パターン32の内部を導電性ペースト34で均一に埋め込む。

【0068】

このとき、磁石35を左右に動かし、導電性ペースト34を攪拌することが好ましい。これによって、パターン32の内部の空気と導電性ペースト34とが容易に置換し、ボイドの発生を効果的に防止でき、パターン32の内部を導電性ペースト34で容易に均一に埋め込むことができるようになる。

40

【0069】

最後に、図3(d)に示すように、パターン32の外部の余剰な導電性ペースト34を除去した後、仮焼成をすることによって、バンプ34が完成する。

【0070】

或いは、先に仮焼成した後、例えばCMP(Chemical Mechanical Polishing)法により、余剰な導電性ペースト34を除去してもよい。

【0071】

以上述べたように、本実施形態によれば、磁性を有する導電性ペースト34を使用し、この導電性ペースト34を磁力により強制的に溝32の底に引き込むことによって、溝32

50

の内部を導電性ペースト 3 4 で均一に埋め込むことができるようになる。

【0072】

また、本実施形態のバンプ 3 4 の形成方法をバンプアレイの形成方法に適用する場合には、パッドアレイを構成する複数のパッドと同じ配列および同じピッチでもって複数のバンプ 3 4 を S i 基板 3 1 に埋込み形成すれば良い。

【0073】

このようにしてバンプアレイを構成する複数のバンプ 3 4 を形成すれば、磁石により外部から磁場をかけることによって、複数のバンプ 3 4 (バンプアレイ) をそのパターン (バンプアレイのパターン) を維持したまま S i 基板 3 1 から一括して取り出すことができる。

10

【0074】

この後は、パッドアレイ上にバンプアレイを配置した後、バンプアレイとパッドアレイとを一括して接続する。

【0075】

このとき、ボンディングパッド上に配列したバンプアレイを磁石から切り離した後、そのままボンディングツールにて、一括して加熱・圧接すれば、接合に要する時間を短縮できる。好ましくは、磁石 3 5 と加熱・圧接ツールを一体化することによって、バンプアレイから磁石を切り離さずに加熱・圧接できるようにする。これにより、位置決め精度は S i 基板 3 1 に形成したパターン 3 2 の位置精度をそのまま保持することが可能となる。

【0076】

(第 4 の実施形態)

次にバンプ自体の構成について説明する。

【0077】

上記実施形態では、図 4 (a) に示すように、磁性を有する導電性ペーストとして、磁性粒子 4 1 と導電性粒子 4 2 を含むペーストを用いたが、図 4 (b) に示すように、磁性粒子 4 1 の表面を導電性膜 4 3 で被覆した複合粒子 4 4 を含む導電性ペーストを用いてもよい。

20

【0078】

また、導電性ペーストをパターンに埋め込む際には、図 4 (c) に示すように、異なる 2 種類の導電性ペースト、すなわち磁性粒子 4 1 を含有するペースト 4 5 と、導電性粒子 4 2 を含有するペースト 4 6 を別々に塗布することにより、積層形のバンプ 4 7 を形成することも可能である。図中、4 8 は反応防止膜、4 9 は S i 基板をそれぞれ示している。

30

【0079】

導電性膜は磁性粒子よりも電気的に低抵抗であることが好ましい。磁性粒子 (磁性体) は一般に導電性を有するが、バンプ形成時の焼成工程で酸化が起こり、伝導性が低下する場合がある。しかし、磁性粒子の表面を元来抵抗の低い、あるいは酸化しても抵抗の低い導電性膜で被覆することにより、得られたバンプが高い伝導性を保持することが可能となる。

【0080】

また、個々の磁性粒子ではなく、図 5 に示すように、多数の磁性粒子 5 1 を含むバンプ状のペースト 5 2 の全体を導電性膜 5 3 で被覆しても良い。

40

【0081】

なお、磁性粒子の表面に導電性膜を厚く形成できない場合には、上記実施形態で説明したように、磁性粒子と導電性粒子を含むペーストを使用すると良い。

【0082】

また、上記実施形態では磁性体とそれよりも低抵抗の導電性粒子を含む導電性ペーストを用いたが、磁性体だけで必要な導電性を得ることができるなら、導電性粒子を含まない磁性を有する導電性ペーストを用いても良い。

【0083】

(第 5 の実施形態)

50

図6は、本発明の第5の実施形態に係るウエハ上にバンプを形成するための装置（バンプ形成装置）を示す模式図である。

【0084】

図中、60はガラエポ基板、61はガラエポ基板に貼り付けられた銅箔をそれぞれ示しており、ガラエポ基板60と銅箔61でプリント回路基板が構成され、62はこのプリント回路基板を保持するためのステージを示している。また、63は所望の印刷パターンを有する印刷用の版を示しており、この印刷版63は版の保持枠64に張られている。65はスキージであり、印刷用のペースト66を載せ、矢印の方向に移動しながら印刷を行うためのものである。

【0085】

プリント回路基板の保持用ステージ62は搬送コンベア67上に乗っており、ペーストの印刷が終了すると、印刷されたペースト68が乾かないうちに磁石69が設置されている位置にプリント回路基板は移動し、磁場中でペーストの硬化が行われる。

【0086】

なお、本図では磁石をウエハ上面に設置し、ペーストを隆起させバンプ形状にしているが、磁石をウエハの裏面に設置しても同様な結果が得られる。

【0087】

また、図7（a）は本装置の変形例を示す模式図である。

【0088】

図6同様、71はプリント回路基板、72はガラエポ基板に貼り付けられた銅箔、73は印刷用の版、74は版の保持枠、75はスキージ、76は印刷用ペースト、77は磁石をそれぞれ示している。スキージ75と磁石77は数mmから数十mmの間隔を維持した状態で移動する。

【0089】

この装置の長所は、バンプ形状がより微細でプリント回路基板全体が大きな場合、全体を印刷し終わってから磁場中に保持するまでの間にペースト中の溶剤が揮発し、硬化が始まるのを防ぐことが可能になる。

【0090】

図7（b）に他の変形例を示す。これは、印刷した後、磁場中に移動させる工程でペーストを印刷した面を鉛直下向きにできるようにしたものである。この場合、第2の実施形態で説明したように、ペースト76を隆起させる方向に重力が作用しているので、磁力の弱い磁石77でバンプを所望の高さに制御することが可能である。また、この場合電磁石を用いて磁場の強さを制御し、印刷の工程でもプリント回路基板71の下側から磁場を加えると、ペーストが版から抜ける版抜け性も向上させることが可能である。

【0091】

図8に、ウエハ表面に形成された穴や溝などにペーストを埋め込むための装置（ペースト埋込み装置）の模式図を示す。

【0092】

81はSi基板、82は窒化膜（ Si_3N_4 膜）、83はペースト、84はスキージをそれぞれ示している。

【0093】

ウエハは支持台85によって搬送用コンベア86上に乗っている。まず、ペースト83をスキージ84でウエハ表面に形成された穴、あるいは溝87の中に埋め込む。このとき、スキージをウエハに直接あてて埋め込む方法もあるが、穴あるいは溝に対応した位置にパターンを形成した版を用いても良い。この塗り込みが終了すると、搬送用コンベア86によって、ウエハは磁石が87設置された位置に移動する。

【0094】

ここで、磁石を用いてペーストをより均一に溝、あるいはパターン内に沈降させるわけであるが、磁石には左右に移動させる機構88が付いており、振動させることができる。この作用により、穴あるいは溝内に残っている気泡とペーストの置換がより速やかに行われ

10

20

30

40

50

る。なお、この振動機構としては、例えばピエゾ素子を用いてもよい。

【0095】

ペーストが均一に沈降したならば、ウエハはコンベア86で焼成炉89中に移動し、バンプに焼成される。ウエハ上に余剰なペーストが残存する場合には、炉に入れる前にCMPプロセスを行う機構を設置し、表面を研磨することも可能である。

【0096】

図9は、図8の装置の変形例である。すなわち、ウエハの下側にスキージ91と同方向に移動する磁石96を設置することによって、印刷すると同時に磁力で穴あるいは溝内にペーストを引き込むことも可能である。この場合、印刷と埋め込みが同時に行えるので揮発し易い溶剤を使ったペーストの場合や、大きな面積に印刷する時には有効である。

10

【0097】

また、例えば図8の装置の場合、気泡が残っていたらその分バンプになった時にバンプの高さにばらつきが発生する可能性があるが、印刷と埋め込みを同時に行えるので、同じ大きさの穴あるいは溝に入るペーストの量はより均一化されて、高さばらつきの少ないバンプが形成できる。

【0098】

(第6の実施形態)

図10は、本発明の第6の実施形態に係るパターン形成装置を示す模式図である。

【0099】

図中、101はウエハ102を保持するためのステージを示しており、このステージ101のなかには磁石103が埋め込まれている。この磁石103によりウエハ102の表面にほぼ垂直方向に磁場が印加される。また、104は所望の印刷パターンを有する印刷用の版(印刷板)を示しており、この印刷版104はその保持枠105によりテンションをかけられ張られている。また、印刷版104は、印刷を開始する前にはウエハとはほぼ1mmの間隔で保持されている。また、106はスキージを示しており、印刷版104上に印刷用のペースト107を載せスキージ106を矢印の方向に移動しながら印刷を行う。

20

【0100】

次に図11を用いて、本装置を用いてウエハ102上にバンプパターンを形成する方法について説明する。図11は、図10の印刷部分の拡大図である。

【0101】

ここで、印刷に用いたペースト107はNiの微粒子(平均粒径0.7 μ m、60%(vol%))を有機樹脂に分散させたものである。また、磁石103は永久磁石を用いており、この磁石103によりウエハ表面でのウエハ表面と垂直方向の磁束108Bの密度はほぼ5000 Gaussである。

30

【0102】

印刷を行う前にはウエハ102と印刷版104との間は約1mmの間隔があるが、印刷時にはスキージ106により印刷版104はウエハに押し付けられ印刷版104の所望の位置に空けられた穴109にペースト107が塗り込まれ、さらにウエハ102上に転写される。

【0103】

磁場が無い場合には、109で示した穴の体積に対してウエハ102上に転写されるペースト107の体積は、通常50%以下であるが、磁場を印加して印刷を行うことにより、転写されるペースト107の体積は、印刷版104の穴体積の80%以上と良好な転写(版ぬけ特性が良好なこと)が行えることを確認した。また、転写後のペーストパターンは磁場の影響で上に凸の形状をしており、B²IT方式に用いるには最適な形状を1回の塗布で得ることができた。

40

【0104】

上記印刷工程時にプリベーク(仮乾燥)を同時に行うことができる。すなわち、磁石103上でプリベークを行える。この場合、磁石103の磁力によって、ペースト107の初期形状(ウエハ表面に対して垂直な形状)を変化させることなく、ペースト107の硬化

50

を行える。また、ペースト 107 の粘度やチクソ性に対する制約が小さくなる。プリベークは例えば 70～100℃、1 時間の条件で行う。この後、磁石 103 上でファイナルベークを行う。ファイナルベークは例えば 180℃、20～30 分で行う。

【0105】

図 29 に、本方法の変形例を示す。

【0106】

この変形例では、図 29 (a) に示すように、走査型の磁石 103 a を用いてペーストの印刷を行う。

【0107】

次に図 29 (b) に示すように、対向磁石 103 b, 103 c を用いてペースト (パンプ) 107 の高さを調整する。対向磁石 103 b, 103 c の一方は N 極磁石、他方は S 磁石である。なお、図中、113 は対向磁石 103 b, 103 c による生じる磁場の分散を抑制するためのヨークを示している。

【0108】

この後、プリベーク (70～100℃、1 時間) およびファイナルベーク (180℃、20～30 分) を行う。

【0109】

この変形例では、図 29 (b) の工程でペースト (パンプ) 107 の高さを調整するので、図 29 (a) の工程でペースト形状を考慮する必要ない。また、図 29 (a), 29 (b) の工程で使用する磁石 103 a～103 c は、磁石 103 よりも磁力が強く、かつ小型 (軽量) のものを使用することができる。ヨーク 113 の効果も考慮すると、磁石 103 a～103 c の全体の重さは磁石 103 の半分にでき、コストの削減化を図ることができる。

【0110】

図 30 に、他の変形例を示す。

【0111】

ペーストの種類によっては、図 30 (a) に示すように、磁石を用いずにペーストの印刷を行うことができる。

【0112】

次に図 30 (b) に示すように、対向磁石 103 b, 103 c を用いてペースト (パンプ) 107 の高さを調整する。対向磁石 103 b, 103 c の一方は N 極磁石、他方は S 磁石である。この後、プリベーク (70～100℃、1 時間) およびファイナルベーク (180℃、20～30 分) を行う。この場合も、磁石 103 a～103 c の全体の重さは磁石 103 の半分にでき、コストの削減化を図ることができる。

【0113】

次に、同様に図 10 の装置を用いてウエハ表面に形成された穴や溝の中にペーストを埋め込む方法について図 12 を用いて説明する。図 12 は、印刷最中のウエハ表面を拡大して描いた概略図である。この場合、図 10 中の印刷版は用いずウエハ 102 上にペースト 107 を直接載せ、スキージ 106 を矢印 112 方向にウエハ 102 上を直接擦りながら移動させペースト 107 をウエハ 102 上に形成された溝 (穴) 111 内に塗り込む。磁場 108 B の強さ等は図 11 と同様である。また、この場合、ペースト 107 は上記で説明した物と同様の Ni のペーストを用いている。

【0114】

磁場が無い場合には、溝 (穴) 111 の中に完全にペースト 107 を埋め込むことは困難であり、ペースト塗布後には穴の中にボイドが生じる。一方、磁場を印加した場合には、溝 (穴) 111 の中に完全にペーストを埋め込むことができた。

【0115】

本実施形態では磁石は永久磁石を用いているが、電磁石を用いてもよい。電磁石を用いた場合には、印刷を行う最中に磁場を印加することもできるが、印刷動作が終了した後に磁場を印加する方法等、磁場を印加するタイミングを自由に選択することができる。

10

20

30

40

50

【0116】

また、上記装置構成では、印刷版に非磁性体を用いることが重要である。印刷版が磁性をもつと良好な印刷が行えなくなる。また、ステージ（磁石以外の）やその周辺の構成部材も磁場強度、磁場分布を乱さないように非磁性体で構成することが望ましい。

【0117】

また、ペーストの埋め込み、ペーストの磁力に対する応答性を向上させるために、ペーストを加熱したり、もしくはペーストに超音波等を照射することによって、ペーストの粘度を低下させても良い。ペーストの粘度を低下させる他の方法としては、電界または磁界もしくは電界および磁界を、時間的または空間的もしくは時間的および空間的に変化させる方法があげられる。

10

【0118】

（第7の実施形態）

図13は、本発明の第7の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図である。ここでは、パターンの形成方法として、複数のバンプの形成方法について説明するが、複数のプラグまたは配線等の他のパターンについても同様の方法により形成することができる。配線については本実施形態の最後で簡単に説明する。

【0119】

まず、図13（a）に示すように、表面に溝200が形成されたメタル基板201を用意する。溝200の深さは5～200 μ m、溝200の幅は5～200 μ mである。溝200のパターンはバンプのパターンに対応したものである。メタル基板201の厚さは50 20
0 μ mである。このような溝200を有するメタル基板201は、メッキ法を用いることにより容易に形成することができる。基板201の材質は例えばA1である。なお、メタル基板201の代わりに、金属以外の材料からなる基板を用いても良い。

【0120】

次に図13（b）、図13（c）に示すように、メタル基板201上に導電性を有し、かつ磁石に引きつけ寄せられる強磁性体または磁性体を含むペースト202を塗布し、溝200中にペースト202が完全に埋め込まれるまで、スキージ203を左右に往復させた後、溝200の外部にあるペースト202を除去する。この結果、ペースト202からなるバンプ202₁～202₃が形成される。なお、この段階ではペースト202の焼結を行っていないので、バンプ202₁～202₃は普通の意味で用いられるバンプではない 30
が、ここでは便宜上バンプという（第7の実施形態以降についても同様）。また、ペースト202の除去はスキージにより行えるが、布を併用して行っても良い。

【0121】

ボイドのない緻密なバンプ202₁～202₃を形成するためには、ペースト202で溝200を埋め込む際に、メタル基板201の下に磁石を配置し、溝200内にペースト202を引き込むことが有効である。この場合において、ペースト202の溝200内の埋込み特性、磁石によるペースト202の盛り上がりが溝200の中央になるように、溝200に純テープを付けることが望ましい。

【0122】

なお、図には、簡単のために、3個のバンプ202₁～202₃しか示していないが、 40
実際の装置ではもっと多数となる。

【0123】

次に図13（d）に示すように、バンプ202₁～202₃が埋め込まれた面を下にしてメタル基板201を被印刷基板204の上方に水平に配置する。メタル基板201と被印刷基板204との間隔は50～100 μ m程度である。

【0124】

ここでは、メタル基板201と被印刷基板204とを非接触で対向させているが、メタル基板201と被印刷基板204とを密着させても良い。また、被印刷基板204の材料は強磁性体でないことが望ましい。

【0125】

50

次に図13(e)、図13(f)に示すように、被印刷基板204の下方に磁石205を配置し、磁石205をスキャンすることによって、溝200内のバンプ202₁～202₃を吐出させ、被印刷基板204上にバンプ202₁～202₃をそのパターンを保ったまま転写させる。

【0126】

この後、ペーストの焼結を行ってバンプ202₁～202₃を硬化させる。このとき、磁石205によりバンプ202₁～202₃のパターンを保持しながら、ペーストの仮乾燥を行った後、ペーストの焼結を行っても良い。

【0127】

かくして本実施形態によれば、強磁性体等を含むペースト202を用いることによって、本来、困難な溝内に埋め込まれたバンプ202₁～202₃の被印刷基板204への転写を磁石205により容易に行えるようになる。

10

【0128】

以下、本実施形態の変形例について説明する。

【0129】

図14は、バンプ202₁～202₃の吐出をさらに容易に行えるように、メタル基板201の表面を離型処理（ペーストに対して撥水性を持たせる処理）した例を示しており、206は離型処理された部分を示している。離型処理は、例えばフッ素等を用いた処理である。この場合、離型処理された部分206は、フッ素コートされた部分となる。

【0130】

20

図15は、バンプの吐出をさらに容易に行えるように、メタル基板201の代わりに空気が通るポーラス基板207を用い、その上にマスク208を形成した例を示している。ポーラス基板207は例えば焼結体で構成されたものである。マスク208の開口部のパターンはバンプのパターンに対応したものである。マスク208の材料は、導電材料および絶縁材料のいずれでも良い。

【0131】

図では、ポーラス基板207が下、マスク208が上になっているが、バンプの吐出を行うときには、ポーラス基板207が上、マスク208が下になる。そのため、バンプの吐出時には、ポーラス基板207を通った空気により、マスク208の開口部内のバンプには大気圧がかかるようになる。したがって、バンプの吐出をさらに容易に行えるようになる。

30

【0132】

図16は、メタル基板201の溝200内にバンプ202₁～202₃を形成する代わりに、マスク209の開口部210内にバンプ202₁～202₃を形成する例を示している。

【0133】

まず、図16に示すように、テフロン基板211上に開口部を有するマスク212を形成した後、スキージ203を用いてマスク209の開口部210内にペースト202を埋め込んで、バンプ202₁～202₃を形成する。マスク209の材料は、テフロンとの密着性が低く、かつペーストに対して撥水性を有するものが好ましい。

40

【0134】

次にテフロン基板211からマスク212を剥離した後、図16(c)、図16(d)に示すように、磁石205を用いて、マスク209の開口部210内のバンプ202₁～202₃を被印刷基板204に転写する。この工程は、図13(e)、図13(f)の工程と同じである。

【0135】

図31は、メタル基板の溝内に埋め込まれたバンプを被印刷基板上により正確に転写できる方法を説明するための図である。メタル基板201の溝は、中央部が周辺部よりも深い形状を有している。その結果、バンプ202₁～202₃は、図31(a)に示すように、一端に向かって先が細くなる形状を有するようになる。

50

【0136】

このような形状を有するバンプ202₁～202₃に、図31(b)に示すように、被印刷基板204の下方に磁石205を配置すると、バンプ202₁～202₃の中央部で磁束密度が高くなる磁界が形成される。その結果、バンプ202₁～202₃の中央部が磁石205により強く引っ張られる。

【0137】

そのため、図31(c)に示すように、磁石205をスキャンしても、バンプ202₁～202₃はスキャン方向にずれることなく、バンプ202₁～202₃を被印刷基板204上に正確に転写することが可能となる。

【0138】

図32は、メタル基板の溝内に埋め込まれたバンプを被印刷基板上により正確に転写できる他の方法を説明するための図である。この方法は、バンプ202₁、202₂の形状は変えずに、磁石205とメタル基板201との間に、磁束密度を制御する磁束密度制御板310を設けるというものである。

【0139】

磁束密度制御板310は、板311と、板311上に設けられ、磁束制御部材としての、磁性体を含む先が尖った突起物312₁、312₂とから構成されている。

【0140】

突起物312₁、312₂の先端部はそれぞれ、バンプ202₁、202₂の中央部に対向している。上記磁性体が突起物312₁、312₂の主材料である場合、突起物312₁、312₂は例えば磁石で構成されている場合である。

【0141】

ここでは、説明を簡単にするために、制御部材およびバンプの数が2つの場合について説明しているが、3つ以上の場合も同様である。すなわち、いずれの場合においても、各バンプの中央部の上にはそれと対向する磁束制御部材が設けられることになる。バンプ202₁、202₂と制御部材312₁、312₂との間の距離は狭い方向が好ましい。

【0142】

被印刷基板204上に磁束密度制御板310を介して磁石205を配置すると、バンプ202₁～202₃の中央部で磁束密度が高くなり、バンプ202₁～202₃の中央部は盛り上がる。一度盛り上がり始めると、中央部での磁束密度の増加が加速する。その結果、図31で説明した場合と同様に、バンプ202₁～202₃を被印刷基板204上に正確に転写することが可能となる。

【0143】

図33は、メタル基板201の溝内に埋め込まれたバンプ202₁～202₃を被印刷基板204上により正確に転写できるさらに別の方法を説明するための図である。この方法は、板311上に磁束制御部材として砂鉄313を設けたものである。この場合、例えば離型処理により、バンプ202₁、202₂の埋め込み形状が、図に示すように、中央部が盛り上がったものとなるようにする。なお、図32の場合、初期状態でバンプ202₁、202₂の中央部が盛り上がっている必要はないが、必要に応じて盛り上げて良い。

【0144】

バンプ202₁、202₂の中央部が盛り上がっていると、その中央部の磁束密度が高くなるため、中央部上に砂鉄313が集まる。その結果、中央部と対向する、砂鉄313からなる突起物が形成されることになる。したがって、板311上に突起物312₁、312₂を設けた場合と同様に、バンプ202₁～202₃を被印刷基板204上に正確に転写することが可能となる。

【0145】

図34は、被印刷基板上にバンプを容易に転写する他の方法を説明するための図である。この方法は、同じ極が対向するように配置された2つの磁石205₁、205₂をスキャンするというものである。図に示すように、磁石205₁、205₂の中央部における、メタル基板201の表面と垂直な方向の磁気力線の密度が増加し、磁性ペーストの転写

10

20

30

40

50

量が増加する。すなわち、メタル基板 201 からバンプ 202₂ を吐出させるために必要な磁束密度の成分が増加する。これにより、厚いバンプを被印刷基板上に容易に転写することができるようになる。さらに、バンプと被印刷基板との間の距離を短くする必要もなくなる。なお、図 35 に示すように、被印刷基板 204 の下方のみに磁石 205₁、205₂ を設け、これらをスキャンしても、同様な効果が得られる。

【0146】

上記効果をより高めるには、図 36 に示すように、被印刷基板 204 の上方にも磁石 205₁、205₂ を設け、上下の磁石 205₁、205₂ を同期させて同時にスキャンすると良い。

【0147】

ところで、本発明を適用する対象（例えば B² I T 法）によっては、磁性ペーストの粘度をある程度高くし、転写されたバンプの形状劣化を防止する必要がある。

【0148】

磁性ペーストの粘度が高い場合、磁石の磁力を強くしなければ、バンプを被印刷基板上に転写することは困難である。本発明者等は、磁性ペーストの粘度を効果的に下げる方法の一つとして、超音波を用いた方法を見出した。この方法は、超音波によるキャビテーションを利用する方法である。単に粘度を下げるだけならば、超音波の周波数範囲は 18 ~ 100 [kHz] で良い。一方、パワーは 10 ~ 50 [W/cm²] である。

【0149】

しかし、上記方法を用いて磁性ペーストの粘度を下げると、被印刷基板上にバンプを転写する際に、バンプがスキャン方向にずれるという問題が起こる。この原因は、キャビテーションによって、メタル基板とバンプとの摩擦が小さくなることにある。

【0150】

上記問題を解決するには、磁性ペーストの粘度低下の効果は減るが、キャビテーションの起こらない 100 kHz 以上の超音波をバンプに印加することが有効である。これにより、粘度が高い磁性ペーストを用いても、磁石の磁力を強くせずに、被印刷基板上にバンプを転写することができるようになる。

【0151】

超音波を印加する期間は、例えば、磁石が停止している期間、すなわち磁石とバンプと対向している状態の期間である。磁石が次のバンプに移動する期間は、超音波の印加は行わない。このような印加方法を実施するには、例えば図 37 (a) に示すように、各バンプ 202₁ ~ 202₄ に対応したメタル基板 201 の上に超音波振動子 314₁ ~ 314₄ をそれぞれ固定する。磁石 205 上を固定している場合、その上の超音波振動子のみを動作させ、他の超音波振動子は停止させる。磁石 205 の移動中は、全ての超音波振動子を停止させる。

【0152】

他の例としては、磁石の停止および移動に関係なく、磁石の上の領域に超音波を常時印加することがあげられる。このような印加方法を実施するためには、例えば図 37 (b) に示すように、メタル基板 201 上に走査可能な超音波振動子 314 および超音波振動部材 315 を設ける。超音波振動部材 315 は、例えばゴムで形成されたものである。超音波振動部材 315 の形態は固体である必要はなく、例えば水等の液体でも良い。要は、超音波振動子がその下地と十分に密着すれば良い。これにより、超音波が下地に十分印加され、粘度を効率よく下げることが可能となる。図 37 (a) の超音波振動子 314₁ ~ 314₄ の下に超音波振動部材 315 を設けても良い。

【0153】

磁性ペーストの粘度を下げる方法の他の方法として、磁性ペーストを加熱する方法がある。この場合、被印刷基板の温度を一定に保ち、被印刷基板およびメタル基板の熱変動による転写ずれを防止することが重要である。被印刷基板の温度をメタル基板の温度よりも低くした方が、磁性ペーストの転写量が増加し、被印刷基板上にバンプを容易に転写することができた。さらに、上記超音波および上記加熱による方法を併用することで、より容易

10

20

30

40

50

にバンプの転写を行えるようになる。

【0154】

ところで、被印刷基板上にバンプを転写した後、バンプ中の磁性体が磁化していることが問題となる場合がある。この問題を解決する方法の一つとして、バンプの転写後に、熱処理によりバンプ中の磁性体の消磁を行うことがあげられる。したがって、転写後のバンプは、消磁された磁性体を含む磁性を有さない導電性のペーストで構成されることになる。他の方法としては、バンプが用いられる環境の温度よりもキュリー温度の低い磁性体を用いることがあげられる。この方法の場合、バンプの転写前に磁性体の磁性が失われているので、バンプの転写後に改めて磁性体の消磁を行う必要はない。

【0155】

また、バンプ中に磁性体があること自体が問題となる場合がある。例えば、半田バンプ中の磁性体がリアクタンス成分として働いて、信号伝搬に関して問題が発生する場合がある。例えば、高周波の信号の波形がなまるという問題が発生する。

【0156】

上記問題を解決するには、転写後にバンプ中の磁性体を除去するか、または磁性体を磁性を持たない材料に変化させる方法が有効である。転写後にバンプ中の磁性体を除去する方法としては、例えば、Ag-Sn半田バンプにおいては、Ag-Sn半田バンプ中にFe粉等を磁性体として混ぜ、転写後のリフロー時に、Ag-Sn半田バンプ中の磁性体をフラックス中に溶解させることが有効である。他の方法としては、バンプ材料として、磁性体と、この磁性体と合金等を形成しない材料とを用い、転写後、リフロー等の熱処理により磁性体のみをバンプの外部に析出させる方法がある。

【0157】

一方、磁性体を磁性を持たない材料に変化させる方法としては、例えば、バンプを構成するペーストとして、磁性体としてNi、添加剤としてSiを含むものを使用する。バンプの転写後、熱処理を行うと、SiとNiとが反応して、Niシリサイドが形成される。すなわち、磁性を持つNiは、磁性を持たないNiシリサイドに変化する。

【0158】

磁性体の化合物の多くは磁性を持たないか、あるいは弱い磁性を持つ。したがって、Niを金属シリサイド以外の他の化合物に変化させても良い。例えば、ペーストとして、磁性体としてNi、添加剤としてCuまたはSnを含むものを使用し、バンプの転写後、バンプ中のNiを熱処理によりNiCu合金またはNiSn合金に変える。さらに、添加剤としてSiおよびSnを使用しても良い。

【0159】

磁性体とバンプ中の主たる材料とが反応を起こして、本来得たい特性を得ることが困難となる場合がある。具体的には、Sn-Pb半田バンプにおいて磁性体としてFeを添加した場合、リフロー時にFeとSnとが反応し、FeSn化合物が形成されるために、半田としての粘りが無くなる。その結果、Sn-Pb半田バンプの信頼性が低下する。

【0160】

上記問題を解決するには、Feの表面をAl₂O₃、ポリイミド、エポキシ樹脂、SiO₂、Fe₂O₃等のSnと反応しない材料からなるバリア膜でコーティングする方法が有効である。バリア膜の膜厚は厚すぎないようにする。何故なら、膜厚が厚すぎると、Feが受ける磁力が弱まってしまうからである。

【0161】

このようなコーティングしたFeを添加した場合、リフロー時にFeとSnとの反応が抑制され、FeSn化合物の生成量が削減されるので、上記問題を解決できる。この磁性体をコーティングする方法は、Cuを主成分とするペーストの場合においても有効であることを確認した。

【0162】

なお、本実施形態では、微細パターンが複数のバンプ（導電性部材）からなるものであったので導電性のペーストを用いたが、微細パターンが複数の絶縁性部材からなるものであ

10

20

30

40

50

る場合には、磁性体を含む絶縁性のペーストを用いることになる。例えば磁性体が酸化物等の絶縁物で覆われたペーストや、主材料が絶縁物、添加物が磁性体のペーストを用いることになる。

【0163】

この種のペーストは、例えば、図38に示すように、被印刷基板の表面に形成された図示しない電極に対する微細なスルーホール322（微細パターン）を有する層間絶縁膜321を形成するために用いる。これまでの説明では、メタル基板201の溝の形状はバンプに対応したものであったが、図38の場合、メタル基板201の溝の形状はスルーホール322を有する絶縁膜321に対応したものとなる。

【0164】

さらに、メタル基板201の溝の形状を配線に対応したものとすることで、バンプの場合と同様に、溝に埋め込まれた磁性体を含む導電性のペーストすなわち配線を基板やチップ等の被印刷基板上に転写することにより、微細な配線パターンを容易に形成することが可能となる。

【0165】

要するに、溝の形状およびペーストの種類を適当に選ぶことにより、種々のパターンを形成することができる。すなわち、表面に形成すべきパターン（例えば、配線やプラグ）に対応した溝を有する第1の基板上に、磁性体を含み、かつ前記パターンに対応した材料（例えば、配線やプラグの場合は導電材料）を主成分とするペーストを塗布し、前記溝をペーストで埋め込む工程と、前記溝の外部のペーストを除去する工程と、前記ペーストに対して硬化および焼成の一方を行い、前記パターンを形成する工程と、前記溝内に埋め込まれた前記パターンを前記第1の基板とは別の第2の基板に転写し、前記第1の基板から前記パターンを取り出す工程とを有する半導体装置の製造方法において、前記溝を前記ペーストで埋め込む際に、前記ペーストの塗布時および前記ペーストの塗布後の一方の時に、前記溝内に前記ペーストを引き込む磁場を発生させれば良い。

【0166】

（第8の実施形態）

図17は、本発明の第8の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図である。ここでは、パターンの形成方法として、複数のバンプの形成方法について説明するが、複数のプラグまたは配線等の他のパターンについても同様の方法により形成することができる。本実施形態の特徴は、ペーストを帯電させ、メタル基板に電圧を印加して、電界によってバンプの転写を行うことにある。

【0167】

まず、図17（a）に示すように、表面に溝220が形成され、絶縁膜221で被覆されたメタル基板222を用意する。メタル基板222は、交流または直流の電圧源223に接続されている。

【0168】

溝220の深さは5～200μm、溝220の幅は5～200μmである。溝220のパターンはバンプのパターンに対応したものである。絶縁膜221の厚さは1μm以上、メタル基板222の厚さは500μmである。メタル基板222はメッキ法を用いて形成することができるが、その材質は例えばAlである。

【0169】

次に図17（b）、17（c）に示すように、メタル基板222上に導電性を有するペースト224を塗布し、溝220中にペースト224が完全に埋め込まれるまで、スキージ225を左右に往復させた後、溝220の外部にあるペースト224を除去する。この結果、ペースト224からなるバンプ224₁～224₃が形成される。

【0170】

ボイドのない緻密なバンプ224₁～224₃を形成するためには、ペースト224で溝220を埋め込む際に、イオンナイザー、電子ビーム等を用いてペースト224を帯電させ、電圧源223をオンにし、溝220内にペースト224を電界によって引き込むこと

10

20

30

40

50

が有効である。

【0171】

電圧源223が直流電圧源の場合、ペースト224がプラスに帯電されているときには、メタル基板222の電位がマイナスになるように、ペースト224がマイナスに帯電されているときには、メタル基板222の電位がプラスになるように、メタル基板222に電圧源223を接続する。

【0172】

この後、イオンナイザー、電子ビーム等を用いてバンプ224₁～224₃をプラスまたはマイナスに帯電させる。図には、プラスに帯電させた様子が示されている。

【0173】

溝220の埋込みの際に、帯電されたペースト224を用いた場合、必ずしも帯電させる必要はない。ただし、バンプ224₁～224₃に帯電している電荷の量が減少していたり、または消滅していることもあるので、バンプ224₁～224₃を帯電させることが好ましい。

【0174】

なお、図には、簡単のために、3個のバンプ224₁～224₃しか示していないが、実際の装置ではもっと多数となる。

【0175】

次に図17(d)に示すように、バンプ224₁～224₃が埋め込まれた面を下にしてメタル基板222を被印刷基板226の上方に水平に配置する。メタル基板222と被印刷基板226との間隔は50～100μm程度である。

【0176】

このとき、同図(d)に示すように、電圧源227に接続されたステージ228上に被印刷基板226を置いても良い。被印刷基板226の電位をメタル基板222の電位と逆にできるように、電圧源227はステージ228に接続している。

【0177】

ここでは、メタル基板222と被印刷基板226とを非接触で対向させているが、メタル基板222と被印刷基板226とを密着させても良い。

【0178】

次に図17(e)、17(f)に示すように、電圧源223をオンにし、被印刷基板226の表面の電位をバンプ224₁～224₃の電位とは反対の電位にして電界Eを発生させ、バンプ224₁～224₃を電界Eに沿って変形・移動させることによって、溝220内のバンプ224₁～224₃を吐出させ、被印刷基板226上にバンプ224₁～224₃をそのパターンを保ったまま転写させる。この後、バンプ224₁～224₃を焼結によって硬化させる。

【0179】

被印刷基板226を電圧源227に接続されたステージ228上に載置した場合には、電源227をオンにし、電界Eによりバンプ224₁～224₃を被印刷基板226側に移動するようにする。これにより、被印刷基板226上にバンプ224₁～224₃をより容易に転写させることが可能となる。

【0180】

この場合、電源電圧227として直流電圧源を用いる場合、バンプ224₁～224₃がプラスに帯電されているときには被印刷基板226の電位がマイナスに、バンプ224₁～224₃がマイナスに帯電されているときには被印刷基板226の電位がプラスとなるように、電源電圧227を被印刷基板226に接続する。

【0181】

かくして本実施形態によれば、バンプ224₁～224₃を帯電させることによって、本来、困難な溝内に埋め込まれたバンプ224₁～224₃の被印刷基板226への転写を電界Eにより容易に行えるようになる。

【0182】

10

20

30

40

50

なお、本実施形態でも、第7の実施形態と同様に、微細パターンが複数の絶縁性部材からなるものである場合には絶縁性のペーストを用いることになる。

【0183】

(第9の実施形態)

図18は、本発明の第9の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図である。ここでは、Cu配線のパターンの形成方法について説明するが、他のパターンについても同様に形成することができる。第7および第8の本実施形態ではスクリーン印刷法によりパターンを形成したが、本実施形態ではメッキ法によりパターンを形成する。

【0184】

まず、図18(a)に示すように、Niテフロンコンポジット基板230上にCu配線を形成する領域に開口部231を有する絶縁膜232を形成する。 10

【0185】

次に図18(b)に示すように、クロス(メッキを含浸した布)233を用いたCuメッキにより、Niテフロンコンポジット基板230上にCu配線234を形成する。この後、クロス233を除去する。

【0186】

次に図18(c)に示すように、Cu配線234上にペースト235を塗布する。ペースト235を塗布する方法としては、スクリーン印刷法があげられる。他の方法としては、基板230とは別の基板の全面にペースト235を塗布した後、ペースト235にCu配線234が接着するように、上記別の基板に基板230を押し付け、Cu配線234にペースト235を転写させる転写法がある。 20

【0187】

次にペースト235を半硬化させ、ペースト235の粘着性を高めた後、図18(d)に示すように、ガラスエポキシ基板236にペースト235が接着するように、ガラスエポキシ基板236にNiテフロンコンポジット基板230を押し付ける。

【0188】

なお、図には、Cu配線234をガラスエポキシ基板236中に形成したバンプ237とコンタクトを取る必要がある場合(多層配線の場合)を示しており、この場合には、ペースト235は導電性を有する必要がある。

【0189】

一方、ガラスエポキシ基板236中にバンプを形成しない(単層配線の場合)には、ペースト235は導電性を有する必要はない。したがって、ペースト235として、エポキシ等からなる接着材を用いても良い。 30

【0190】

次に図18(e)に示すように、Niテフロンコンポジット基板230からCu配線234を剥離し、ガラスエポキシ基板236にペースト235が付いたCu配線234を転写する。このとき、Niテフロンコンポジット基板230とCu配線234との密着性は低いので、Niテフロンコンポジット基板230からCu配線234の剥離は容易に行える。

【0191】

以上述べたように本実施形態では、Niテフロンコンポジット基板230上にクロス233を用いたメッキにより形成したCu配線234をガラスエポキシ基板236に転写することによって、ガラスエポキシ基板236上にCu配線234を形成する。 40

【0192】

したがって、本実施形態によれば、ガラスエポキシ基板236上でCu膜の成膜、Cu膜のリソグラフィ、Cu膜のエッチングを行わずに済むので、簡単なプロセスでCu配線234が設けられたガラスエポキシ基板236を得られるようになる。

【0193】

なお、本実施形態では、クロス233を用いたメッキ法により形成したCu配線234を形成したが、他のメッキ法を用いて形成しても良い。また、ガラスエポキシ基板236の 50

代わりに、S i 基板またはセラミック基板を用いても同様な効果を得ることができる。

【0194】

(第10の実施形態)

図19は、本発明の第10の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図である。ここでは、C u配線のパターンの形成方法について説明するが、他のパターンについても同様に形成することができる。

【0195】

まず、図19(a)に示すように、N i テフロンコンポジット基板240上にバンプを形成する領域に開口部241を有するポリイミド膜242を形成する。

【0196】

次に図19(b)に示すように、開口部241内にC u配線243をメッキにより選択的に形成する。なお、図では、C u配線243の上面と開口部241の開口面は同じ高さになっているが、実際にはC u配線243の上面のほうが開口部241の開口面よりも若干(1 μ m以下)高い方が好ましい。

【0197】

次に図19(c)に示すように、C u配線243が形成され側の全面に異方性導電性シート244を形成した後、異方性導電性シート244を形成した側の面を下にして、ガラスエポキシ基板245の上方に、N i テフロンコンポジット基板240を配置する。図中、246はガラスエポキシ基板245内に形成されたバンプを示している。

【0198】

次に図19(d)に示すように、ガラスエポキシ基板245にN i テフロンコンポジット基板240を押し付け、ガラスエポキシ基板245に異方性導電性シート244を接着させる。

【0199】

次に図19(e)に示すように、ガラスエポキシ基板245からN i テフロンコンポジット基板240を剥離する。このとき、N i テフロンコンポジット基板240とC u配線243との密着性は低いので、N i テフロンコンポジット基板240の剥離は容易に行える。

【0200】

以上述べたように本実施形態では、N i テフロンコンポジット基板240上にメッキにより形成したC u配線243を異方性導電性シート244を介してガラスエポキシ基板245に接着させることによって、ガラスエポキシ基板245上にC u配線243を形成する。

【0201】

したがって、本実施形態によれば、ガラスエポキシ基板245上でC u膜の成膜、C u膜のリソグラフィ、C u膜のエッチングを行わずに済むので、簡単なプロセスでC u配線243が設けられたガラスエポキシ基板245を得られるようになる。

【0202】

なお、ガラスエポキシ基板245中にプラグ246を形成しない(単層配線の場合)には、異方性導電性シート244の代わりに絶縁性を有する異方性シートを用いても良い。また、ガラスエポキシ基板245の代わりに、S i 基板またはセラミック基板を用いても同様な効果を得ることができる。

【0203】

(第11の実施形態)

図22は、本発明の第11の実施形態に係るボンディング装置を示す模式図である。

【0204】

本実施形態のボンディング装置の特徴は、チップと基板との位置合わせに磁性体を利用することによって、正確なボンディングを実現できることである。

【0205】

図中、261はチップを示しており、このチップ261には磁性体を含むバンプ262が

10

20

30

40

50

形成されている。パンプ 262 は、例えば第 7 の実施形態で述べた形成方法により形成する。また、図中、263 は基板を示しており、この基板 263 には磁性体を含むパッド 264 が形成されている。

【0206】

本実施形態のボンディング装置は、このような磁性体を含む接続部材 262, 264 を有するチップ 261 と基板 263 とをボンディングするためのものであって、大きく分けて、基板 263 を載置し、3 方向に移動可能な XY-θ ステージ 265 と、チップ 261 を保持し、XY-θ ステージ 265 上にまで移動可能なチップキャリア 266 と、パンプ 262 およびパッド 264 中の磁性体により生じた磁場を検出する磁気プローブヘッド 267 と、この磁気プローブヘッド 267 の検出結果に基づいて、パンプ 262 およびパッド 264 の位置を求める図示しない計算機と、この計算機の計算結果に基づいて、パンプ 262 とパッド 264 との位置が合うように、XY-θ ステージ 265 の位置を制御する図示しない制御装置と、チップ 261 を基板 263 に押し付けるための荷重 268 とから構成されている。

10

【0207】

上記計算機は汎用の計算機、例えばパーソナルコンピュータでも良いし、あるいはパンプ 262 およびパッド 264 の位置を求めるだけの専用の計算機でも良い。また、本実施形態では、位置合わせの際に、XY-θ ステージ 265 の位置を制御するが、チップキャリア 266 の位置を制御しても良いし、あるいは両方を制御しても良い。

【0208】

次に上記の如き構成されたボンディング装置を用いたボンディング方法について説明する。

20

【0209】

まず、XY-θ ステージ 265 上に基板 263 を載置する。

【0210】

次にチップ 261 を保持したチップキャリア 266 を移動させ、チップ 261 を基板 263 の上方に配置する。このとき、チップ 261 と基板 263 との間の距離 L_1 は 1 mm とする。

【0211】

次にチップ 261 の上から磁気プローブヘッド 267 をスキャンさせ、パンプ 262 およびパッド 264 中の磁性体により生じた磁場を検出する。

30

【0212】

次に磁気プローブヘッド 267 の検出結果に基づいて、計算機により、パンプ 262 およびパッド 264 の位置を求める（ステップ S1）。

【0213】

パンプ 262 およびパッド 264 の位置は次のようにして求める。図 23 は、磁気プローブヘッド 267 により検出された磁場の XY 分布および強度を等高線により表示した図である。

【0214】

図中、 B_{chip} はチップ 261 のパンプ 262 中の磁性体により生じた磁場を示し、 B_{sub} は基板 263 のパッド 264 中の磁性体により生じた磁場をそれぞれ示している。

40

【0215】

パンプ 262 中の磁性体とパッド 264 中の磁性体とが同じものであれば、パンプ 262 のサイズとパッド 264 のサイズとは互いに異なるので、磁場 B_{chip} , B_{sub} は異なるものとなる。また、パンプ 262 のほうが磁気プローブヘッド 267 に近いことによっても磁場 B_{chip} , B_{sub} は異なるものとなる。また、パンプ 262 およびパッド 264 中の磁性体が互いに異なる場合でも、磁気プローブヘッド 267 により検出される磁場 B_{chip} , B_{sub} が互いに異なるようにすることは可能である。

【0216】

パンプ 262 の位置は磁場 B_{chip} のピーク位置、パッド 264 の位置は磁場 B_{sub} のピー

50

ク位置とすることができる。したがって、磁気プローブヘッド267の検出結果に基づいて、計算機により、図23に示した磁場のXY分布および強度を等高線を作成し、磁場 B_{chip} のピーク位置、磁場 B_{sub} のピーク位置を求めることによって、バンプ262およびパッド264の位置を求めることができる。

【0217】

次に2つのピーク位置が一致するようにXY- θ ステージ265の位置を制御装置によって制御する（ステップS2）。

【0218】

次にステップS1を再度行い2つのピーク位置を求め、その差が所定の値よりも小さいか否かを判定する（ステップS3）。

10

【0219】

2つのピーク位置の差が所定の値よりも小さい場合には、チップキャリア266によりチップ262を降下し、荷重268によりチップ261を基板263に押し付けることによって、チップ262と基板263とのボンディングを行う（ステップS4）。

【0220】

2つのピーク位置の差が所定の値以上の場合には、所定の値よりも小さくなるまで、ステップ工程S1～S3を繰り返し、フィードバック制御を行う。この後、ステップS4を行う。

【0221】

かくして本実施形態によれば、磁性体を有するバンプ262およびパッド264を用い、上記磁性体により生じる磁場をバンプ262およびパッド264の位置検出に利用することによって、チップ261と基板263との位置合わせを至近距離（ $L1 = 1\text{ mm}$ ）で行え、その結果として位置合わせ時およびボンディング時におけるチップ261と基板263との合わせずれを十分に小さくでき、正確なボンディングが可能となる。

20

【0222】

なお、本実施形態では、磁性体を有するバンプ262およびパッド264を用いたが、図22に示すように、チップ261および基板263自身に磁性体269₁、269₂をそれぞれ埋め込み、これらの磁性体269₁、269₂により生じる磁場をバンプ262およびパッド264の位置検出に利用しても良い。

【0223】

（第12の実施形態）

図24は、本発明の第12の実施形態に係るボンディング装置を示す模式図である。なお、図22と対応する部分には図22と同一符号を付してあり、詳細な説明は省略する。

30

【0224】

本実施形態では、バンプ262中の磁性体により生じる磁場だけを検出する。したがって、パッド264は磁性体を含んでいなくても良い。

【0225】

まず、基板263をXY- θ ステージ263に載せる。

【0226】

次にカメラ270により、XY- θ ステージ265の任意の点（原点）に対する基板263のパッド264の相対位置を求め、その相対位置を計算機に記憶させる。

40

【0227】

次にチップキャリア266によりチップ261を基板263の上方に持ってくる。このとき、チップ261と基板263との間の距離は15mmとする。

【0228】

次にチップ261の上から磁気プローブヘッド267をスキャンさせ、バンプ262中の磁性体により生じた磁場を検出する。

【0229】

次に磁気プローブヘッド267の検出結果に基づいて、計算機により、バンプ262の位置を求める（ステップS1）。

50

【0230】

次にステップS1にて求められたバンプ262の位置と、計算機に記憶されたパッド264の相対位置とに基づいて、バンプ262の位置とパッド264との位置が一致するようにXY-θステージ265の位置を制御装置によって制御する(ステップS2)。

【0231】

次にステップS1を再度行いバンプ262の位置を求め、バンプ262の位置とパッド264との位置のずれを求め、その差が所定の値よりも小さいか否かを判定する(ステップS3)。

【0232】

上記差が所定の値よりも小さい場合には、チップキャリア266によりチップ262を降下し、荷重268によりチップ261を基板263に押し付けることによって、チップ262と基板263とのボンディングを行う(ステップS4)。

10

【0233】

上記差が所定の値以上の場合には、所定の値よりも小さくなるまで、ステップ工程S1～S3を繰り返し、フィードバック制御を行う。この後、ステップS4を行う。

【0234】

本実施形態でも、第11の実施形態と同様に、チップ261と基板263との位置合わせを至近距離(L1=15mm)で行え、その結果として位置合わせ時およびボンディング時におけるチップ261と基板263との合わせずれを十分に小さくでき、正確なボンディングが可能となる。

20

【0235】

(第13の実施形態)

図25は、本発明の第13の実施形態に係る搬送方法を示す模式図である。

【0236】

図中、271は基板またはチップの被搬送部材を示しており、被搬送部材271には磁性体272が設けられている。

【0237】

被搬送部材271が基板の場合には磁性体272として磁性体を含むパッドを用いることができ、被搬送部材271がチップの場合には磁性体272として磁性体を含むバンプを用いることができる。これらの場合、磁性体272を別途用意する必要がないので、構造およびプロセスの複雑化を招かずに済む。

30

【0238】

本実施形態によれば、図25に示すように、被搬送部材271上に搬送機構の保持部としての電磁石273を配置すれば、磁性体272と電磁石273との間に作用する磁力によって、電磁石273に搬送部材271を保持することができる。搬送部材271に保持された電磁石273を搬送することによって、搬送部材271を搬送することができる。

【0239】

ここで、磁性体272と電磁石273との間に生じる磁場はほぼ様な分布を持っているので、搬送部材271の一部分に大きな力が選択的に作用することはない。したがって、本実施形態によれば、図28に示した真空吸着を用いた搬送方法の場合とは異なり、搬送部材271の厚さが薄くても、搬送部材271が変形したり、破損することはない。

40

【0240】

【発明の効果】

以上詳説したように本発明によれば、磁性を有する粒子を含む導電性ペーストを用い、埋め込みあるいは引上げに磁石を用いることによって、必要な形状を有するバンプを簡単に形成することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るバンプの形成方法を示す工程断面図

【図2】本発明の第2の実施形態に係るバンプの形成方法を示す工程断面図

【図3】本発明の第3の実施形態に係るバンプの形成方法を示す工程断面図

50

【図 4】本発明の第 4 の実施形態に係るバンプおよびその形成方法を説明するための断面図

【図 5】第 4 の実施形態の変形例を示す断面図

【図 6】本発明の第 5 の実施形態に係るバンプ形成装置を示す模式図

【図 7】図 6 の装置の変形例を示す模式図

【図 8】本発明の第 5 の実施形態に係るペースト埋込み装置を示す模式図

【図 9】図 8 の装置の変形例を示す模式図

【図 10】本発明の第 6 の実施形態に係るパターン形成装置を示す模式図

【図 11】図 10 のパターン形成装置の印刷部分の拡大図

【図 12】印刷最中のウエハ表面部分の拡大図

10

【図 13】本発明の第 7 の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図

【図 14】第 7 の実施形態の変形例を示す図

【図 15】第 7 の実施形態の他の変形例を示す図

【図 16】第 7 の実施形態のさらに別の変形例を示す図

【図 17】本発明の第 8 の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図

【図 18】本発明の第 9 の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図

【図 19】本発明の第 10 の実施形態に係るパターン形成方法を示す工程断面図

【図 20】プラグ径 100 μm 以下、高さ 100 μm 以上のバンプを容易に形成することができる条件を調べた結果を示す図

【図 21】磁場の方向によって傾きの異なるバンプが形成される様子を示す図および好ましい磁場の方向を示す図

20

【図 22】本発明の第 11 の実施形態に係るボンディング装置を示す模式図

【図 23】磁気プローブヘッドにより検出された磁場の X Y 分布および強度を等高線により表示した図

【図 24】本発明の第 12 の実施形態に係るボンディング装置を示す模式図

【図 25】本発明の第 13 の実施形態に係る搬送方法を示す模式図

【図 26】従来の基板とチップとの位置合わせ方法を示す図

【図 27】従来の他の基板とチップとの位置合わせ方法を示す図

【図 28】従来の基板またはチップの搬送方法を示す図

【図 29】第 6 の実施形態の変形例を示す図

30

【図 30】第 6 の実施形態の他の変形例を示す図

【図 31】第 7 の実施形態の改良例を示す図

【図 32】第 7 の実施形態の他の改良例を示す図

【図 33】第 7 の実施形態のさらに別の改良例を示す図

【図 34】第 7 の実施形態のさらにまた別の改良例を示す図

【図 35】同改良例の変形例を示す図

【図 36】同改良例の他の変形例を示す図

【図 37】第 7 の実施形態の他の改良例を示す図

【図 38】同改良例の他の変形例を示す図

【符号の説明】

40

1 1, 2 1, 6 0, 7 1 … ガラエポ基板

1 2, 2 2 … 回路層

1 3, 2 3 … 回路基板

1 4₁, 1 4₂, 2 4₁, 2 4₂, 3 6, 5 3, 2 0 2₁ ~ 2 0 2₃ … バンプ

1 5, 2 5, 3 5, 6 9, 7 7, 8 7, 9 6, 2 0 5, 2 5 3 … 磁石

1 6, 2 6 … 磁場の方向

2 7 … 重力の向き

3 1, 4 9, 8 1 … Si 基板

3 2 … パターン (穴、溝)

3 3 … 反応防止膜

50

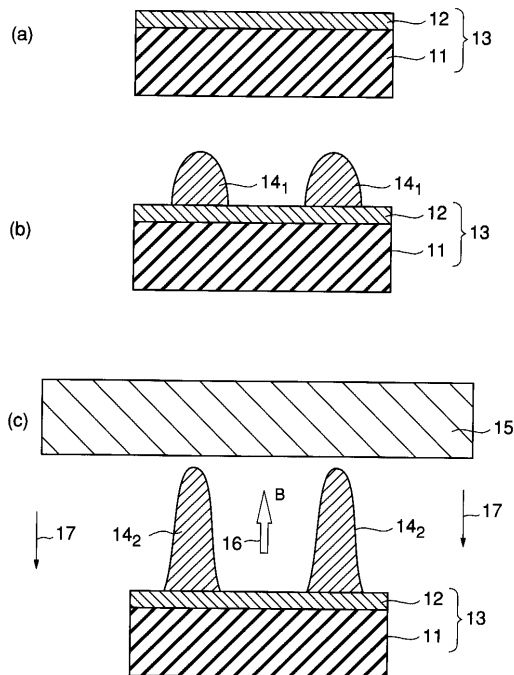
3 4 …導電性ペースト	
4 1, 5 1 …磁性粒子	
4 2 …導電性粒子	
4 3, 5 2 …導電性膜	
4 4 …複合粒子	
4 5 …磁性粒子を含有するペースト	
4 6 …導電性粒子を含有するペースト	
4 7 …積層バンプ	
4 8 …反応防止膜	
6 1 …銅箔	10
6 2 …プリント回路基板保持用ステージ	
6 3, 7 3, 9 5 …板	
6 4, 7 4, 9 4 …保持枠	
6 5, 7 5, 8 4, 9 1, 2 0 3, 2 2 5 …スキージ	
6 6, 7 6, 8 3, 9 2, 2 0 2, 2 2 4, 2 3 5 …ペースト	
6 7, 7 8 …プリント回路基板搬送用コンベア	
6 8 …印刷されたペースト	
7 2 …銅箔	
8 2 …窒化膜 (Si_3N_4 膜)	
8 5, 9 3 …支持台	20
8 6 …搬送用コンベア	
8 8 …磁石を左右に振動させる機構	
8 9 …焼成炉	
2 0 0, 2 2 0 …溝	
2 0 1, 2 2 2 …メタル基板	
2 0 4 …被印刷基板	
2 0 6 …離型処理された部分	
2 0 7 …ポーラス基板	
2 0 8, 2 0 9 …マスク	
2 1 0, 2 3 1 …開口部	30
2 1 1 …テフロン基板	
2 1 2 …マスク	
2 2 1, 2 3 2 …絶縁膜	
2 2 3, 2 2 7 …電圧源	
2 2 4 ₁ ~ 2 2 4 ₃ …バンプ	
2 2 6 …被印刷基板	
2 2 8 …ステージ	
2 3 0 … Ni テフロンコンポジット基板	
2 3 3 …クロス	
2 3 4 … Cu 配線	40
2 3 6 …ガラスエポキシ基板	
2 3 7 …プラグ	
2 4 0 … Ni テフロンコンポジット基板	
2 4 1 …開口部	
2 4 2 …ポリイミド膜	
2 4 3 … Cu 配線	
2 4 4 …異方性導電性シート	
2 4 5 …ガラスエポキシ基板	
2 4 6 …プラグ	
2 5 1 …基板	50

- 2 5 2 … ペースト
 2 5 4 … 磁力線
 2 6 1 … チップ (第 2 の被位置合わせ部材)
 2 6 2 … バンプ (第 1 の磁性体)
 2 6 3 … パッド (第 2 の磁性体)
 2 6 4 … 基板 (第 1 の被位置合わせ部材)
 2 6 5 … X Y - θ ステージ (載置手段)
 2 6 6 … チップキャリア (保持手段)
 2 6 7 … 磁気プローブヘッド (磁場検出手段)
 2 6 8 … 荷重
 2 6 9 … 磁性体 (位置合わせマーク)
 2 6 9₁ … 磁性体 (第 1 の位置合わせ用マーク、第 1 の磁性体)
 2 6 9₂ … 磁性体 (第 2 の位置合わせ用マーク、第 2 の磁性体)
 2 7 0 … カメラ (光学的検出手段)
 2 7 1 … 基板またはチップ
 2 7 2 … パッドまたはバンプ
 2 7 3 … 電磁石
 3 1 0 … 磁束密度制御板
 3 1 1 … 板
 3 1 2₁ , 3 1 2₂ … 突起物
 3 1 3 … 砂鉄
 3 1 4 , 3 1 4₁ ~ 3 1 4₄ … 超音波振動子
 3 2 1 … 層間絶縁膜
 3 2 2 … スルーホール

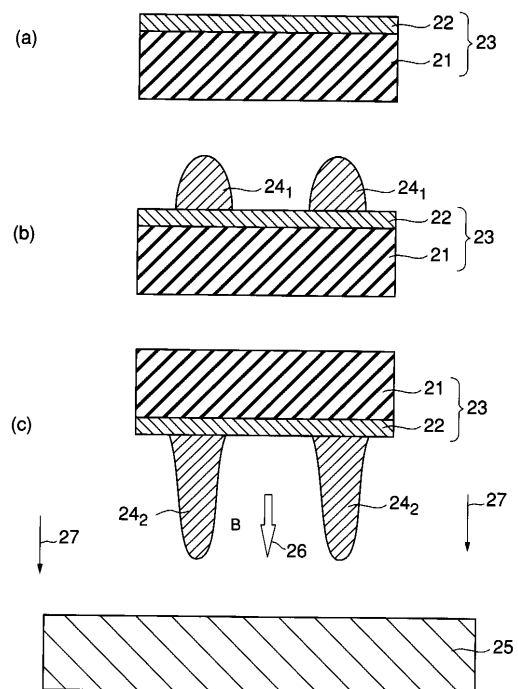
10

20

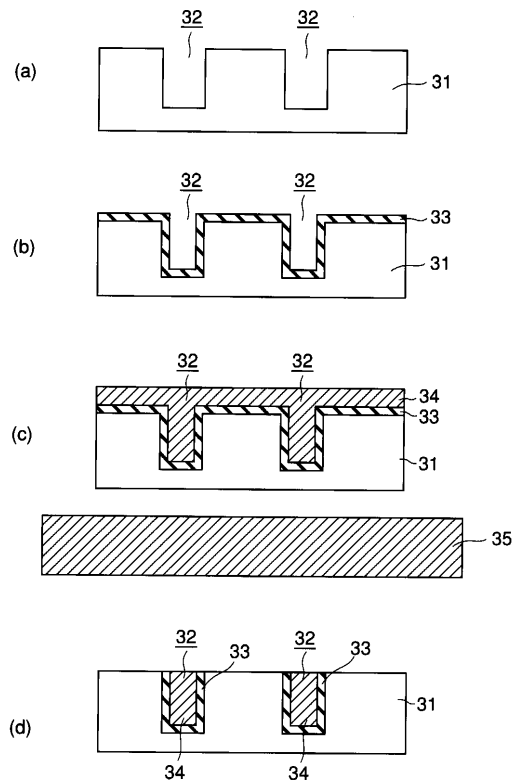
【図 1】



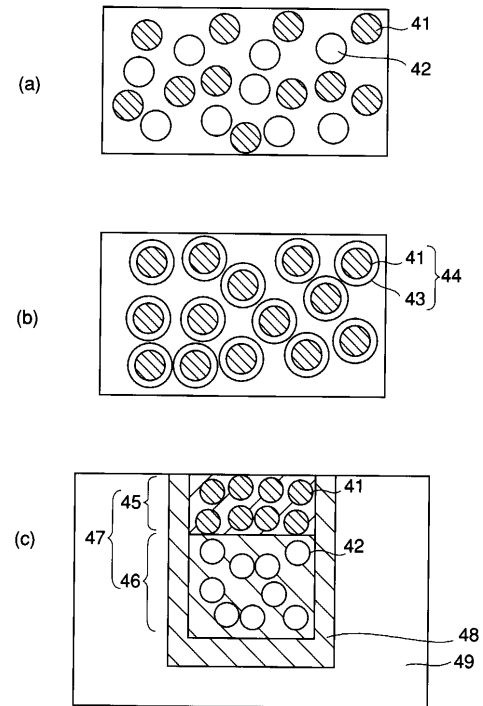
【図 2】



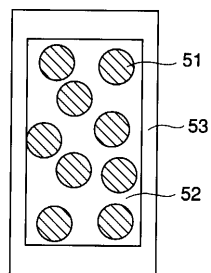
【図 3】



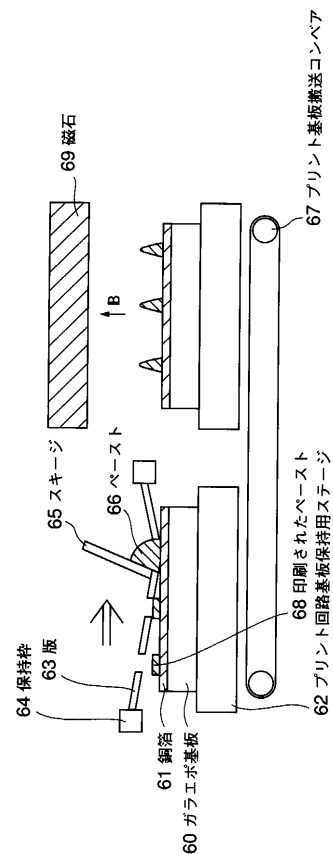
【図 4】



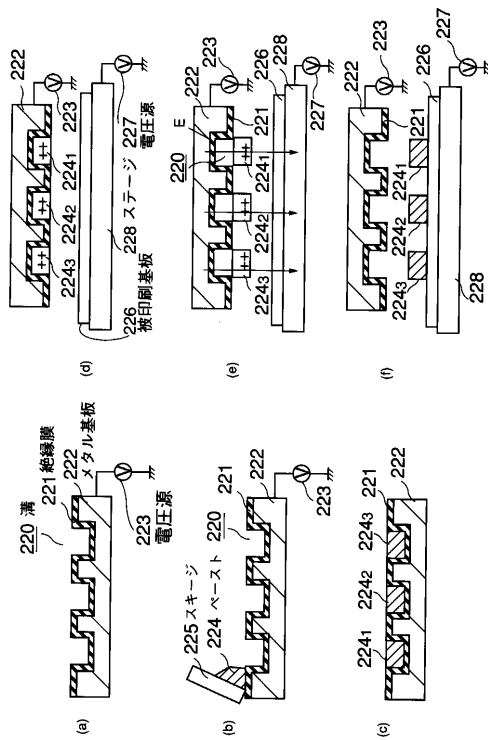
【図 5】



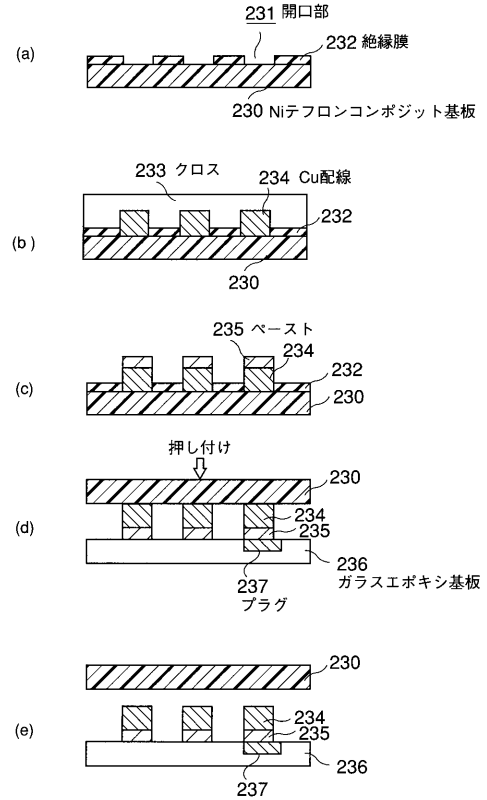
【図 6】



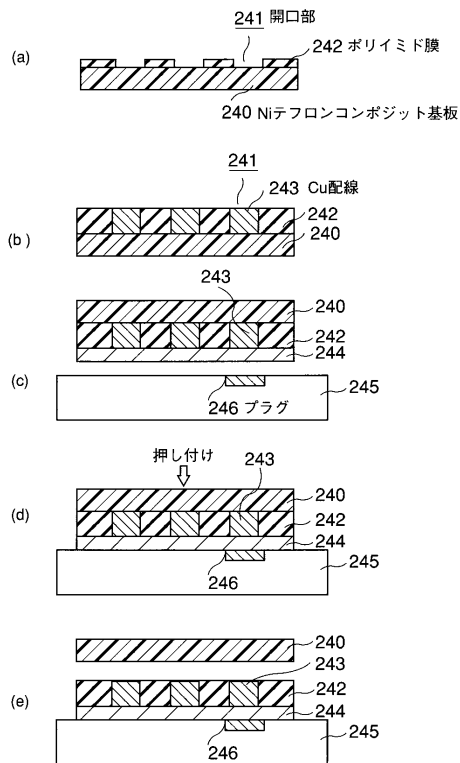
【図 17】



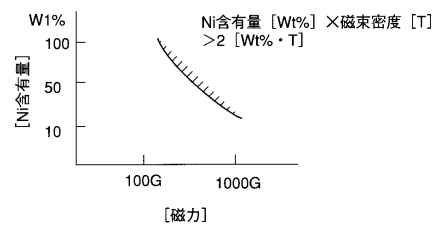
【図 18】



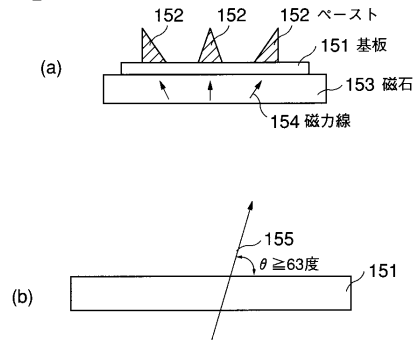
【図 19】



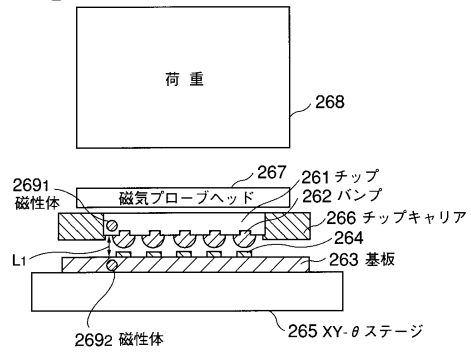
【図 20】



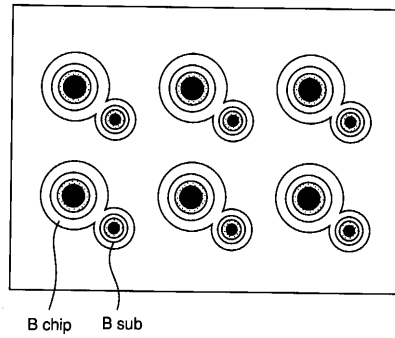
【図 21】



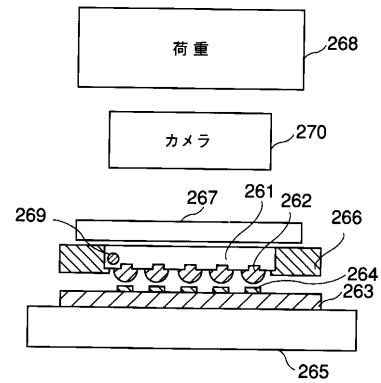
【図 2 2】



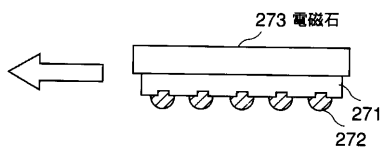
【図 2 3】



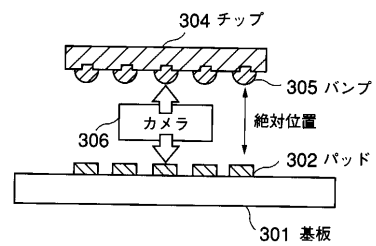
【図 2 4】



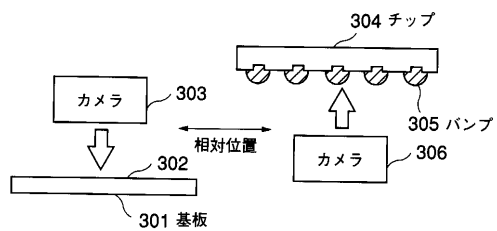
【図 2 5】



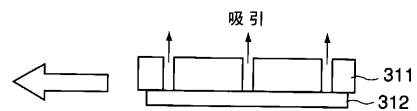
【図 2 7】



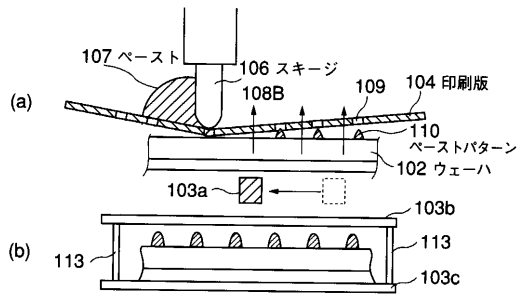
【図 2 6】



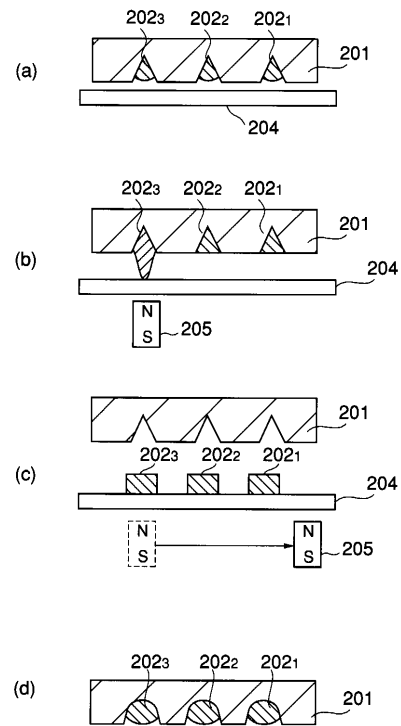
【図 2 8】



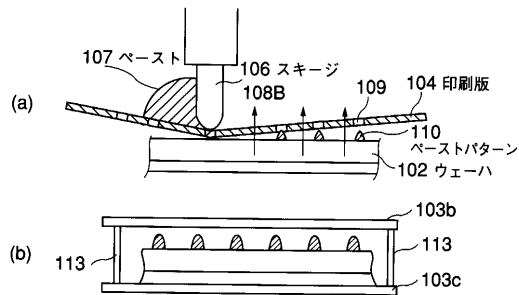
【図 29】



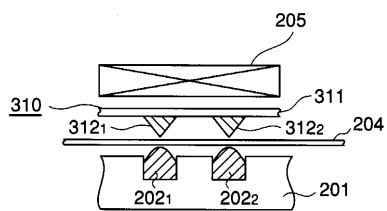
【図 31】



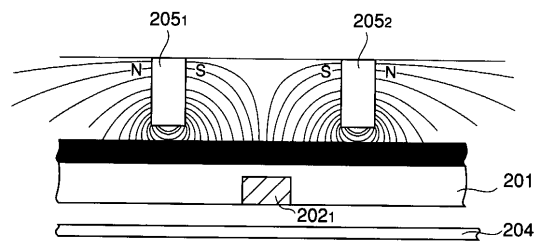
【図 30】



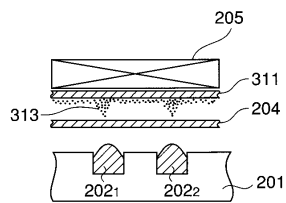
【図 32】



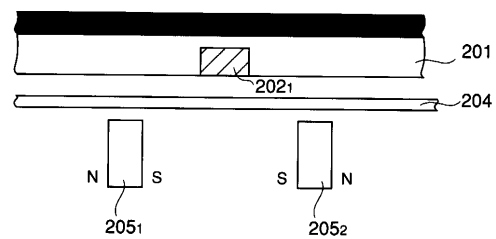
【図 34】



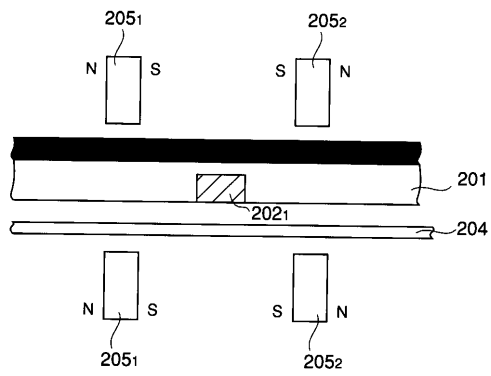
【図 33】



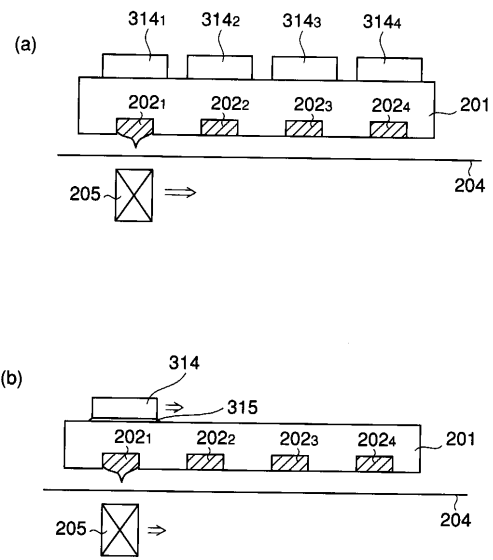
【図 35】



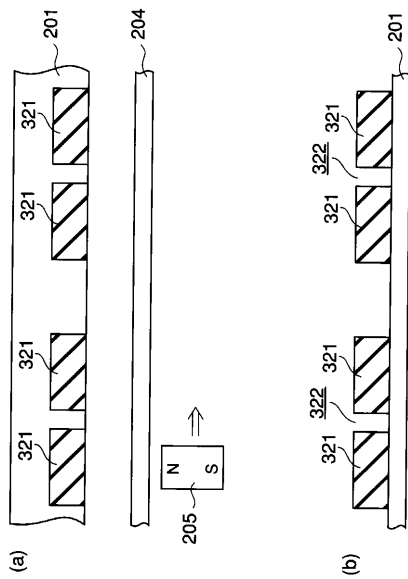
【図 3 6】



【図 3 7】



【図 3 8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (72)発明者 久恒 善美
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 佐々木 圭一
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 松尾 美恵
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 池上 浩
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 早坂 伸夫
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 奥村 勝弥
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

審査官 田代 吉成

- (56)参考文献 特開平11-168116 (JP, A)
特開平02-281742 (JP, A)
特開平10-189183 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/60