

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 8 月 26 日(26.08.2010)

PCT

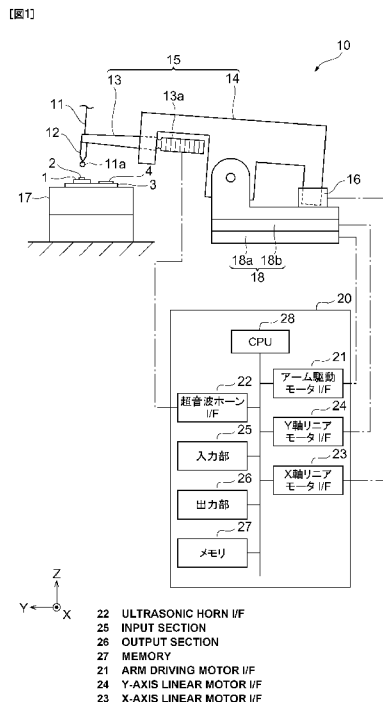
(10) 国際公開番号
WO 2010/095490 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050910
- (22) 国際出願日: 2010 年 1 月 25 日(25.01.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-039448 2009 年 2 月 23 日(23.02.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社新川(SHINKAWA LTD.) [JP/JP]; 〒2088585 東京都武蔵村山市伊奈平 2 丁目 5 1 番地の 1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丸矢 裕介(MARUYA Yusuke) [JP/JP]; 〒2088585 東京都武蔵村山市伊奈平 2 丁目 5 1 番地の 1 株式会社新川内 Tokyo (JP). 青柳 伸幸(AOYAGI Nobuyuki) [JP/JP]; 〒2088585 東京都武蔵村山市伊奈平 2 丁目 5 1 番地の 1 株式会社新川内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 1 〇 番 6 号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND BONDING APPARATUS

(54) 発明の名称: 半導体装置の製造方法およびボンディング装置



(57) Abstract: Bonding accuracy is improved by reducing the crush margin of an initial ball in the case of performing bonding onto a pad surface, and cutting performance of a bonding wire firmly adhered on a lead surface is improved in the case of performing bonding onto the lead surface. In a first bonding step of bonding an initial ball (11a) onto a pad surface (2), ultrasonic vibration is applied and scrub operation of spirally rotating a capillary (12) is performed in a state where the initial ball (11a) is brought into contact with the pad surface (2) with pressure. In a second bonding step of bonding a bonding wire (11) onto a lead surface (4), ultrasonic vibration is applied and the scribe operation of spirally rotating the capillary (12) is performed in a state where the capillary (12) and the bonding wire (11) are brought into contact with the lead surface (4) with pressure.

(57) 要約: パッド面にボンディングする場合に、インシヤルボールの潰れ代を小さくしてボンディング精度を向上させ、リード面にボンディングする場合に、リード面に固着されたボンディングワイヤの切断性を向上させることができる。パッド面 2 にインシヤルボール 11 a をボンディングする第 1 ボンディング工程において、インシヤルボール 11 a をパッド面 2 に加圧接触した状態で、超音波振動を印加するとともに、キャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行う。また、ボンディングワイヤ 11 をリード面 4 にボンディングする第 2 ボンディング工程において、キャピラリ 12 及びボンディングワイヤ 11 をリード面 4 に加圧接触した状態で、超音波振動を印加するとともに、キャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行う。

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半導体装置の製造方法およびボンディング装置

技術分野

[0001] 本発明は、ボンディング対象にボンディングを行う半導体装置の製造方法およびボンディング装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、ワイヤボンディングでは、キャピラリから繰り出されるボンディングワイヤの先端にイニシャルボールを形成し、このイニシャルボールを半導体装置のパッド面に加圧接触させた状態で超音波振動を印加することで、イニシャルボールをパッド面に固着させる第1ボンディングを行っている。その後、キャピラリからボンディングワイヤを繰り出してワイヤループを形成し、このボンディングワイヤとキャピラリとを基板のリード面に加圧接触させることで、ボンディングワイヤをリード面に固着させるとともにボンディングワイヤを切断する第2ボンディングを行っている。

[0003] ところが、ボンディングステージに載置される基板がぐらつくなど基板が不安定な状態にあると、第1ボンディングの際は、イニシャルボールがパッド面に確実に固着されない場合があり、第2ボンディングの際は、ボンディングワイヤが切断できない場合があるという問題があった。

[0004] そこで、特許文献1に記載された技術では、ボンディングを行う際にキャピラリが取り付けられるXYテーブルをXY方向に移動させるスクラブ動作を行わせることで、イニシャルボールをパッド面に擦り付けてイニシャルボールをパッド面に確実に固着させている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第2530224号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 に記載された技術では、第 1 ボンディングを行う際、イニシャルボールがパッド面に固着されるものの、スクラブ動作を行う際にイニシャルボールが潰れて押し広げられるため、このイニシャルボールの潰れ代が大きくなってしまう。このため、特許文献 1 に記載された技術では、小さいパッド面に対して高精度にボンディングすることが困難であるとともに、隣接するパッド面間の距離であるパッドピッチを小さくすることができないという問題があった。

[0007] なお、第 2 ボンディングの際のボンディングワイヤの切断性については、特許文献 1 に記載された技術でも解決されていない。

[0008] そこで、本発明は、半導体装置のパッド面にイニシャルボールをボンディングする場合に、イニシャルボールの潰れ代を小さくしてボンディング精度を向上させることができる半導体装置の製造方法及びボンディング装置を提供することを目的とする。また、本発明は、基板のリード面にボンディングワイヤをボンディングする場合に、リード面に固着されたボンディングワイヤの切断性を向上させることができる半導体装置の製造方法及びボンディング装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る半導体装置の製造方法は、パッド面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、先端にイニシャルボールが形成されたボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面にイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触手段と、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、を含むボンディング装置を用意する工程と、ボンディング装置の制御部の指令に基づく加圧接触手段により、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面に、キャピラリに挿通されたボンディングワイヤの先端に形成されたイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触工程と、ボンディング装置の制御

部の指令に基づくスクラブ手段により、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ工程と、を含む。

[0010] 本発明に係る半導体装置の製造方法によれば、ボンディング対象のパッド面にイニシャルボールが加圧接触されると、キャピラリを回転させることで、パッド面とイニシャルボールとが加圧接触された状態で擦り合わされるため、パッド面にイニシャルボールが固着される。このとき、キャピラリを渦巻状に回転させることで、イニシャルボールに加えられる力を回転中心方向に収束させることができるため、パッド面とイニシャルボールとが擦り合わされる時間及び距離を十分に確保しながら、パッド面とイニシャルボールとが最大径で擦り合わされる時間及び距離を低減させることができる。これにより、イニシャルボールの潰れ代を減らすことができるため、ボンディングの高精度化を図ることができるとともに、パッド面間の距離であるパッドピッチを小さくすることができる。

[0011] この場合、上記スクラブ工程は、イニシャルボールがパッド面に接触した位置を基準位置として、この基準位置から径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻すことが好ましい。この半導体装置の製造方法によれば、イニシャルボールがパッド面に接触した位置を基準位置として、径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻すことで、イニシャルボールをパッド面に加圧接触させる位置とイニシャルボールがパッド面に固着する位置とのズレを低減させることができる。これにより、ボンディングの更なる高精度化を図ることができ、パッド面間の距離であるパッドピッチをより小さくすることができる。

[0012] そして、上記スクラブ工程は、パッド面が延在している場合、パッド面の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリを回転させることが好ましい。この半導体装置の製造方法によれば、パッド面の延在方向に沿って扁平し

た渦巻状にキャピラリを回転させるため、パッド面に固着されるイニシャルボールの形状をパッド面の形状に適合させることができる。このため、任意の方向に延びるパッド面に対しても、ボンディングの高精度化を図ることができる。

[0013] 本発明に係るボンディング装置は、パッド面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、先端にイニシャルボールが形成されたボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面にイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触手段と、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、を含む。

[0014] 本発明に係るボンディング装置によれば、ボンディング対象のパッド面にイニシャルボールが加圧接触されると、キャピラリを回転させることで、パッド面とイニシャルボールとが加圧接触された状態で擦り合わされるため、パッド面にイニシャルボールが固着される。このとき、キャピラリを渦巻状に回転させることで、イニシャルボールに加えられる力を回転中心方向に収束させることができるため、パッド面とイニシャルボールとが擦り合わされる時間及び距離を十分に確保しながら、パッド面とイニシャルボールとが最大径で擦り合わされる時間及び距離を低減させることができる。これにより、キャピラリを移動させることにより発生するイニシャルボールの潰れ代を減らすことができるため、ボンディングの高精度化を図ることができるとともに、パッド面間の距離であるパッドピッチを小さくすることができる。

[0015] 本発明に係る半導体装置の製造方法は、リード面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、ボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、キャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触手段と、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦

巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、を含むボンディング装置を用意する工程と、ボンディング装置の制御部の指令に基づく加圧接触手段により、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、ボンディングワイヤが挿通されたキャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触工程と、ボンディング装置の制御部の指令に基づくスクラブ手段により、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ工程と、を含む。

[0016] 本発明に係る半導体装置の製造方法によれば、ボンディング対象のリード面にキャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤが加圧接触されると、ボンディングワイヤがリード面に固着されるとともに、このボンディングワイヤがキャピラリとリード面との間に挟まれて切断される。そして、キャピラリを渦巻状に回転させることで、キャピラリがリード面に加圧接触された状態で渦巻状に擦り合わされるため、ボンディングワイヤの切断ミスを低減して、ボンディングワイヤの切断性を向上させることができる。

[0017] この場合、上記スクラブ工程は、キャピラリがリード面に接触した位置を基準位置として、この基準位置から径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻すことが好ましい。この半導体装置の製造方法によれば、キャピラリ及びボンディングワイヤがリード面に接触した位置を基準位置として、径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻すことで、キャピラリがリード面に加圧接触する位置と、キャピラリが加圧接触することによりリード面に発生するキャピラリの圧痕の位置とのズレを低減させることができる。これにより、ボンディングの更なる高精度化を図ることができ、リード面間の距離であるリードピッチをより小さくすることができる。

[0018] そして、上記スクラブ工程は、リード面が延在している場合、リード面の

延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリを回転させることが好ましい。この半導体装置の製造方法によれば、リード面の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリを回転させるため、リード面に形成されるキャピラリの圧痕の形状をリード面の形状に適合させることができる。このため、任意の方向に延びるリード面に対しても、ボンディングの高精度化を図ることができる。

[0019] 本発明に係るボンディング装置は、リード面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、ボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、キャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触手段と、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、を含む。

[0020] 本発明に係るボンディング装置によれば、ボンディング対象のリード面にキャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤが加圧接触されると、ボンディングワイヤがリード面に固着されるとともに、このボンディングワイヤがキャピラリとリード面との間に挟まれて切断される。そして、ボンディング対象が載置されたキャピラリを渦巻状に回転させることで、キャピラリがリード面に加圧接触された状態で渦巻状に擦り合わされるため、ボンディングワイヤの切断ミスを低減して、ボンディングワイヤの切断性を向上させることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、半導体装置のパッド面にイニシャルボールをボンディングする場合に、イニシャルボールの潰れ代を小さくしてボンディング精度を向上させることができる。また、本発明によれば、基板のリード面にボンディングワイヤをボンディングする場合に、リード面に固着されたボンディングワイヤの切断性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]第1の実施形態に係るワイヤボンディング装置の一例を示した図である。

[図2]ワイヤボンディング装置を用いたボンディング方法を示すフローチャートである。

[図3]図2に示した第1ボンディング工程を示すフローチャートである。

[図4]図2に示した第2ボンディング工程を示すフローチャートである。

[図5] (a) は、スクラブ動作を行うキャピラリの移動軌跡を示した図であり、(b) は、X軸リニアモータ及びY軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。

[図6] X軸の暫定指令位置とY軸の暫定指令位置とを示す図である。

[図7] X軸暫定指令位置及びY軸暫定指令位置の動作割合を示す図である。

[図8] イニシャルボールの潰れ代を説明するための図である。

[図9]第2の実施形態に係るバンプボンディング装置の一例を示した図である。

[図10]バンプボンディング装置を用いたボンディング方法を示すフローチャートである。

[図11]図10に示したボンディング工程を示すフローチャートである。

[図12] (a) は、比較例における半導体装置及びパッド面の拡大写真を示しており、(b) は、実施例における半導体装置及びパッド面の拡大写真を示している。

[図13]パッド面に固着されたイニシャルボールの直径を示す図表である。

[図14] (a) は、比較例におけるリード面の拡大写真を示しており、(b) は、実施例におけるリード面の拡大写真を示している。

[図15]リード面に固着されたボンディングワイヤの引張強度を示す図表である。

[図16] (a) は、斜め方向に扁平した渦巻状にキャピラリを回転させるときの移動軌跡を示した図であり、(b) は、(a) の場合におけるX軸リニアモータ及びY軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。

。

[図17] (a) は、左右方向に扁平した渦巻状にキャピラリを回転させるときの移動軌跡を示した図であり、(b) は、(a) の場合におけるX軸リニアモータ及びY軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。

。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、図面を参照して、本発明に係る半導体装置の製造方法及びボンディング装置の好適な実施形態について詳細に説明する。第一の実施形態は、本発明をワイヤボンディング装置に適用したものであり、第二の実施形態は、本発明をバンプボンディング装置に適用したものである。なお、全図中、同一又は相当部分には同一符号を付すこととする。

[0024] [第1実施形態]

図1は、第1の実施形態に係るワイヤボンディング装置の一例を示した図である。図1に示すように、第1の実施形態に係るワイヤボンディング装置10は、キャピラリ12に挿通されたボンディングワイヤ11を用いてワイヤボンディングすることにより、半導体装置1に設けられたパッド面2と、この半導体装置1がボンディングされた基板3に設けられたリード面4とを、電氣的に連結するものである。このため、ワイヤボンディング装置10は、ボンディングワイヤ11が挿通されるキャピラリ12と、キャピラリ12を保持するボンディングヘッド15と、ボンディングヘッド15を回転（揺動）させるアーム駆動モータ16と、ボンディング対象の基板3が載置されるボンディングステージ17と、ボンディングヘッド15を水平方向であるX軸方向及びY軸方向に移動させるXY移動機構18と、ワイヤボンディング装置10を統括的に制御する制御部20と、を備えている。

[0025] ボンディングヘッド15は、ボンディングヘッド15からボンディングステージ17に向けて延びており、一端にキャピラリ12を保持して他端に超音波振動を発生する振動子13aが設けられた超音波ホーン13と、超音波ホーン13を保持するボンディングアーム14とにより構成されている。こ

のため、アーム駆動モータ 16 を回転駆動することで、超音波ホーン 13 がキャピラリ 12 を上下方向である Z 軸方向に移動させて、ボンディングステージ 17 に載置された基板 3 と半導体装置 1 とにボンディングワイヤ 11 をボンディングすることができる。そして、超音波ホーン 13 の振動子 13 a から超音波振動を発生させることで、ボンディングアーム 14 に保持されているキャピラリ 12 を振動させることができる。

[0026] アーム駆動モータ 16 は、回転（揺動）駆動することでキャピラリ 12 を上下方向である Z 軸方向に移動させるものである。そして、アーム駆動モータ 16 は、回転駆動の出力トルクを調整することで、キャピラリ 12 に印加する荷重を調整することができる。

[0027] X Y 移動機構 18 は、ボンディングヘッド 15 を X 軸方向に移動させるとともに、ボンディングヘッド 15 を Y 軸方向に移動させるものである。このため、X Y 移動機構 18 には、ボンディングヘッド 15 を X 軸方向に移動させる X 軸リニアモータ 18 a と、ボンディングヘッド 15 を Y 軸方向に移動させる Y 軸リニアモータ 18 b とが設けられている。なお、X Y 移動機構 18 は、例えば、リニアモータ機構などにより構成されており、X 軸リニアモータ 18 a 及び Y 軸リニアモータ 18 b が回転することで、ボンディングヘッド 15 が X 軸方向及び Y 軸方向に移動することが可能となる。そして、X 軸リニアモータ 18 a 及び Y 軸リニアモータ 18 b を回転させるとことで、ボンディングヘッド 15 が X 軸方向及び Y 軸方向に移動することにより、キャピラリ 12 を X 軸方向及び Y 軸方向に移動させることができる。

[0028] 制御部 20 は、超音波ホーン 13（振動子 13 a）、アーム駆動モータ 16、X 軸リニアモータ 18 a 及び Y 軸リニアモータ 18 b と電氣的に接続されており、超音波ホーン 13、アーム駆動モータ 16、X 軸リニアモータ 18 a 及び Y 軸リニアモータ 18 b を制御してワイヤボンディングを行わせるものである。

[0029] すなわち、制御部 20 は、キャピラリ 12 に挿通されたボンディングワイヤ 11 を半導体装置 1 に設けられたパッド面 2 にボンディングする第一ボン

ディング工程において、ボンディングステージ 17 に載置された基板 3 にボンディングされている半導体装置 1 のパッド面 2 に、ボンディングワイヤ 11 のイニシャルボール 11 a を加圧接触させる加圧接触機能（手段）と、パッド面 2 にイニシャルボール 11 a が加圧接触されている際に、イニシャルボール 11 a の加圧方向と直交する方向においてキャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ機能（手段）と、を有する。また、制御部 20 は、パッド面 2 にボンディングしたボンディングワイヤ 11 を基板 3 に設けられたリード面 4 にボンディングする第二ボンディング工程において、ボンディングステージ 17 に載置された基板 3 のリード面 4 に、キャピラリ 12 及びキャピラリ 12 に挿通されたボンディングワイヤ 11 のイニシャルボール 11 a を加圧接触させる加圧接触機能（手段）と、リード面 4 にキャピラリ 12 が加圧接触されている際に、キャピラリ 12 の加圧方向と直交する方向においてキャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ機能（手段）と、を有する。なお、この加圧接触機能及びスクラブ機能は、記憶装置などに記憶された加圧接触プログラム及びスクラブプログラムの実施により実現される。

[0030] このため、制御部 20 には、アーム駆動モータ 16 との間で信号の送受を行うアーム駆動モータ I/F 21 と、超音波ホーン 13 との間で信号の送受を行う超音波ホーン I/F 22 と、X 軸リニアモータ 18 a との間で信号の送受を行う X 軸リニアモータ I/F 23 と、Y 軸リニアモータ 18 b との間で信号の送受を行う Y 軸リニアモータ I/F 24 と、キーボードなどの入力装置であって作業員からの各種制御情報の入力を受け付ける入力部 25 と、モニタなどの表示装置であって制御部 20 の各種制御情報を表示する出力部 26 と、各種プログラムが格納されるメモリ 27 と、ボンディング制御を行う CPU 28 と、が設けられている。

[0031] 次に、図 2～図 4 を参照して、ワイヤボンディング装置 10 の処理動作について説明する。図 2 は、ワイヤボンディング装置を用いたボンディング方法を示すフローチャートである。図 3 は、図 2 に示した第 1 ボンディング工程を示すフローチャートである。図 4 は、図 2 に示した第 2 ボンディング工

程を示すフローチャートである。なお、以下に説明するワイヤボンディング装置 10 の処理動作は、制御部 20 の指令に基づく加圧接触プログラムとしての加圧接触機能やスクラブプログラムとしてのスクラブ機能などの実施により行われる。

[0032] 図 2 に示すように、ワイヤボンディング装置 10 は、まず、第 1 ボンディング工程を行う（ステップ S 1）。

[0033] 図 3 に示すように、ステップ S 1 の第 1 ボンディング工程では、まず、加圧接触工程を行う（ステップ S 11）。加圧接触工程では、アーム駆動モータ 16 を回転駆動させることによりキャピラリ 12 を下降させる。このとき、キャピラリ 12 に挿通されているボンディングワイヤ 11 のテールには、球状のイニシャルボール 11 a が形成されているため、キャピラリ 12 を下降させることにより、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に当接する。そして、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に当接すると、アーム駆動モータ 16 の出力トルクを調整することで、キャピラリ 12 を介してイニシャルボール 11 a に所定の荷重を印加して、イニシャルボール 11 a をパッド面 2 に加圧接触させる。

[0034] 次に、スクラブ工程を行う（ステップ S 12）。スクラブ工程では、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に加圧接触されると、ボンディングヘッド 15 を移動させてキャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行う。なお、スクラブ動作は、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に加圧接触されている間に行われれば、後述する超音波振動印加工程における超音波振動の発生期間に関わらず如何なる期間に行ってもよい。

[0035] ここで、図 5 を参照して、ステップ S 12 のスクラブ動作について説明する。図 5（a）は、スクラブ動作を行うキャピラリの移動軌跡を示した図であり、図 5（b）は、X 軸リニアモータ及び Y 軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。

[0036] 図 5（a）に示すように、スクラブ動作は、X 軸リニアモータ及び Y 軸リニアモータを駆動させることで、ボンディングヘッド 15 に保持されたキャ

ピラリ 1 2 を渦巻状に回転させて、イニシャルボール 1 1 a をパッド面 2 に対して渦巻状に回転させるものである。

[0037] 具体的に説明すると、スクラブ動作は、イニシャルボール 1 1 a がパッド面 2 に接触したときの位置を基準位置 (0, 0) とする。そして、この基準位置から回転半径を拡大させながらキャピラリ 1 2 を渦巻状に回転させていき、この回転半径が最大になると、回転半径を縮小させながらキャピラリ 1 2 を渦巻状に回転させていき、キャピラリ 1 2 を基準位置に戻す。なお、パッド面 2 が $35\ \mu\text{m}$ 四方の正方形で、イニシャルボール 1 1 a が直径 $20\ \mu\text{m}$ の球状である場合、渦巻状に回転させる最大径 (直径) は、約 $20\ \mu\text{m}$ 程度となる。

[0038] そして、このスクラブ動作は、図 5 (b) に示す X 軸指令位置 x および Y 軸指令位置 y に基づいて、制御部 20 が X 軸リニアモータ 18 a 及び Y 軸リニアモータ 18 b に対して駆動制御することにより行われる。

[0039] ここで、図 6 及び図 7 を参照して、図 5 (b) に示す X 軸指令位置 x 及び Y 軸指令位置 y を算出する方法について説明する。図 6 は、X 軸の暫定指令位置と Y 軸の暫定指令位置とを示す図である。図 7 は、X 軸暫定指令位置及び Y 軸暫定指令位置の動作割合を示す図である。

[0040] まず、図 6 に示すように、円動作の基本動作となる正弦波を用いて、X 軸の指令位置となる X 軸暫定指令位置 x_1 と Y 軸の指令位置となる Y 軸暫定指令位置 y_1 とを作成する。X 軸暫定指令位置 x_1 は、3 周期のサインカーブを当てはめ、Y 軸暫定指令位置 y_1 は、X 軸暫定指令位置 x_1 と 90° 位相のずれた 3 周期のコサインカーブを当てはめる。

[0041] 次に、図 7 に示すように、X 軸暫定指令位置 x_1 及び Y 軸暫定指令位置 y_1 の動作割合を作成する。すなわち、図 7 に示す動作割合は、キャピラリ 1 2 が移動する速度比率を示している。この動作割合は、始めの 1 周期を 0 から 1 まで直線的に上昇し、次の 1 周期を 1 のまま維持し、最後の 1 周期を 1 から 0 まで直線的に下降する。これにより、キャピラリ 1 2 の移動速度は、1 周期目は、速度比率 0 の状態からリニアに加速して速度比率 1 に至り、2

周期目は速度比率 1 で一定速度となり、3 周期目は、速度比率 1 の状態からリニアに減速して速度比率 0 に至り、停止状態となる。

[0042] そして、図 6 に示す X 軸暫定指令位置 x_1 及び Y 軸暫定指令位置 y_1 に、図 7 に示す動作割合を合成することで、図 5 (b) に示す X 軸指令位置 x 及び Y 軸指令位置 y を算出する。

[0043] このようにして、キャピラリ 12 を移動させてスクラブ動作を行わせると、イニシャルボール 11 a とパッド面 2 とが擦り合わされることにより、パッド面 2 の表層に形成されている酸化膜（不図示）が破れて、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に固着される。このとき、図 8 に示すように、イニシャルボール 11 a は、パッド面 2 に擦り合わされて潰れて、スクラブ動作の半径方向において外方に向けて押し広げられる潰れ代 11 b が発生する。ところが、スクラブ動作としてキャピラリ 12 を渦巻状に回転させることで、キャピラリ 12 を最大径で回転させているときにイニシャルボール 11 a とパッド面 2 とが擦り合わされる時間及び距離が短くなるとともに、イニシャルボール 11 a に加えられる力を回転中心方向に収束させることができるため、潰れ代 11 b が広がらずにその発生が抑制される。

[0044] 次に、超音波振動印加工程を行う（ステップ S 13）。超音波振動印加工程では、イニシャルボール 11 a がパッド面 2 に加圧接触されると、超音波ホーン 13 の振動子 13 a から超音波振動を発生させる。すると、振動子 13 a で発生された超音波振動は、超音波ホーン 13 及びキャピラリ 12 を介してイニシャルボール 11 a に伝達される。すると、イニシャルボール 11 a が超音波振動することにより、イニシャルボール 11 a とパッド面 2 とが微細に擦れ合い、イニシャルボール 11 a がリード面 4 に強固に固着される。

[0045] このようにして第 1 ボンディング工程が終了すると、図 2 に示すように、ワイヤループ形成工程を行う（ステップ S 2）。ワイヤループ形成工程では、パッド面 2 にイニシャルボール 11 a が固着されたボンディングワイヤ 11 をキャピラリ 12 から繰り出しながらワイヤループを形成し、ボンディン

グワイヤ 11 をリード面 4 に当接させる。

[0046] 次に、第 2 ボンディング工程を行う（ステップ S 3）。

[0047] 図 4 に示すように、ステップ S 3 の第 2 ボンディング工程では、まず、加圧接触工程を行う（ステップ S 3 1）。加圧接触工程では、アーム駆動モータ 16 を回転駆動させることによりキャピラリ 12 を下降させて、ボンディングワイヤ 11 とキャピラリ 12 とをリード面 4 に当接させる。すなわち、アーム駆動モータ 16 の出力トルクを調整することで、キャピラリ 12 に所定の荷重を印加して、ボンディングワイヤ 11 がキャピラリ 12 で押し潰される程度に、キャピラリ 12 をリード面 4 に加圧接触させる。これにより、ボンディングワイヤ 11 がリード面 4 に固着される。

[0048] 次に、スクラブ工程を行う（ステップ S 3 2）。スクラブ工程では、第 1 ボンディング工程（ステップ S 1）におけるスクラブ工程（ステップ S 1 2）と同様に、キャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行う。すると、このスクラブ動作により、ボンディングワイヤ 11 がキャピラリ 12 とリード面 4 との間に押し潰される。

[0049] 次に、超音波振動印加工程を行う（ステップ S 3 3）。超音波振動印加工程では、第 1 ボンディング工程（ステップ S 1）における超音波振動印加工程（ステップ S 1 3）と同様に、超音波ホーン 13 の振動子 13 a から超音波振動を発生させて、イニシャルボール 11 a に超音波振動を印加する。すると、イニシャルボール 11 a がリード面 4 に固着される。

[0050] このようにして第 2 ボンディング工程が終了すると、図 2 に示すように、ワイヤカット工程を行う（ステップ S 4）。ワイヤカット工程では、まず、アーム駆動モータ 16 を回転駆動させることによりキャピラリ 12 を上昇させて、所定長さだけボンディングワイヤ 11 をキャピラリ 12 から繰り出す。その後、このボンディングワイヤ 11 をクランプした状態（不図示）で再度キャピラリ 12 を上昇させることで、ボンディングワイヤ 11 のテールをカットする。これにより、パッド面 2 とリード面 4 とは、ワイヤループが形成されたボンディングワイヤ 11 により電氣的に連結される。

[0051] そして、最後に、イニシャルボール形成工程を行う（ステップ5）。イニシャルボール形成工程では、ワイヤカット工程（ステップS4）においてカットされたボンディングワイヤ11のテール（先端部）に電気トーチによる放電などを行い、ボンディングワイヤ11のテールに球状のイニシャルボール11aを形成する。

[0052] [第2実施形態]

図9は、第2の実施形態に係るバンプボンディング装置の一例を示した図である。図9に示すように、第2の実施形態に係るバンプボンディング装置30は、キャピラリ12に挿通されたボンディングワイヤ11をボンディングすることにより、基板6に固着された1又は複数の半導体装置7の各々に形成されたパッド面8にバンプを形成するものである。バンプボンディング装置30は、第1の実施形態に係るワイヤボンディング装置10と比較して、ボンディング対象及びボンディング方法が異なるものの、基本的な構成は同じである。このため、バンプボンディング装置30は、ワイヤボンディング装置10と同様に、ボンディングワイヤ11が挿通されるキャピラリ12と、キャピラリを保持するボンディングヘッド15と、ボンディングヘッド15を回転（揺動）させるアーム駆動モータ16と、ボンディング対象の基板6が載置されるボンディングステージ17と、ボンディングステージ17を水平方向であるX軸方向及びY軸方向に移動させるXY移動機構18と、バンプボンディング装置30を統括的に制御する制御部40と、を備えている。そして、ボンディングヘッド15は、一端にキャピラリ12を保持して他端に超音波振動を発生する振動子13aが設けられた超音波ホーン13と、超音波ホーン13を保持するボンディングアーム14とにより構成されている。

[0053] 制御部40は、超音波ホーン13（振動子13a）、アーム駆動モータ16、X軸リニアモータ18a及びY軸リニアモータ18bと電氣的に接続されており、超音波ホーン13、アーム駆動モータ16、X軸リニアモータ18a及びY軸リニアモータ18bを制御して、半導体装置7のパッド面8に

バンプを形成させるものである。

[0054] すなわち、制御部 40 は、キャピラリ 12 に挿通されたボンディングワイヤ 11 を半導体装置 7 に設けられたパッド面 8 にボンディングするボンディング工程において、ボンディングステージ 17 に載置された基板 6 にボンディングされている半導体装置 7 のパッド面 8 に、ボンディングワイヤ 11 のイニシャルボール 11 a を加圧接触させる加圧接触機能（手段）と、パッド面 8 にイニシャルボール 11 a が加圧接触されている際に、イニシャルボール 11 a の加圧方向と直交する方向においてキャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ機能（手段）と、を有する。

[0055] このため、制御部 40 には、アーム駆動モータ 16 との間で信号の送受を行うこのため、制御部 40 には、アーム駆動モータ 16 との間で信号の送受を行うアーム駆動モータ I / F 21 と、超音波ホーン 13 との間で信号の送受を行う超音波ホーン I / F 22 と、X 軸リニアモータ 18 a との間で信号の送受を行う X 軸リニアモータ I / F 23 と、Y 軸リニアモータ 18 b との間で信号の送受を行う Y 軸リニアモータ I / F 24 と、キーボードなどの入力装置であって作業からの各種制御情報の入力を受け付ける入力部 25 と、モニタなどの表示装置であって制御部 40 の各種制御情報を表示する出力部 26 と、各種プログラムが格納されるメモリ 27 と、ボンディング制御を行う CPU 28 と、が設けられている。なお、この加圧接触機能及びスクラブ機能は、記憶装置などに記憶された加圧接触プログラム及びスクラブプログラムの実施により実現される。

[0056] 次に、図 10 及び図 11 を参照して、バンプボンディング装置 30 の処理動作について説明する。図 10 は、バンプボンディング装置を用いたボンディング方法を示すフローチャートである。図 11 は、図 10 に示したボンディング工程を示すフローチャートである。なお、以下に説明するバンプボンディング装置 30 の処理動作は、制御部 40 の指令に基づく加圧接触プログラムとしての加圧接触機能やスクラブプログラムとしてのスクラブ機能などの実施により行われる。

- [0057] 図10に示すように、バンプボンディング装置30は、まず、ボンディング工程を行う（ステップS6）。
- [0058] 図11に示すように、ステップS6のボンディング工程では、まず、加圧接触工程を行う（ステップS61）。加圧接触工程では、第1の実施形態における加圧接触工程（ステップS11）と同様に、キャピラリ12を下降させるとともにインシヤルボール11aに所定の荷重を印加して、インシヤルボール11aをパッド面8に加圧接触させる。
- [0059] 次に、スクラブ工程を行う（ステップS62）。スクラブ工程では、インシヤルボール11aがパッド面8に加圧接触されると、第1の実施形態のスクラブ工程（ステップS12）と同様に、ボンディングヘッド15を移動させてキャピラリ12を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行う。すると、このスクラブ動作により、インシヤルボール11aとパッド面8とが擦り合わされて、パッド面8の表層に形成されている酸化膜（不図示）が破れ、インシヤルボール11aがパッド面8に固着される。このとき、スクラブ動作としてキャピラリ12を渦巻状に回転させているため、キャピラリ12を最大径で回転させているときにインシヤルボール11aとパッド面8とが擦り合わされる時間及び距離が短くなるとともに、インシヤルボール11aに加えられる力を回転中心方向に収束させることができるため、潰れ代11bが広がらずにその発生が抑制される。
- [0060] 次に、超音波振動印加工程を行う（ステップS63）。超音波振動印加工程では、第1の実施形態における超音波振動印加工程（ステップS13）と同様に、超音波ホーン13の振動子13aから超音波振動を発生させて、インシヤルボール11aに超音波振動を印加する。
- [0061] このようにしてボンディング工程が終了すると、図10に示すように、バンプ形成工程を行う（ステップS7）。バンプ形成工程では、まず、アーム駆動モータ16を回転駆動させることによりキャピラリ12を上昇させて、所定長さだけボンディングワイヤ11をキャピラリ12から繰り出す。その後、このボンディングワイヤ11をクランプした状態（不図示）で再度キャ

ピラリ 12 を上昇させることで、ボンディングワイヤ 11 のテールをカットする。これにより、パッド面 8 には、パッド面 8 に固着されたイニシャルボール 11 a によりバンプが形成される。

- [0062] そして、最後に、イニシャルボール形成工程を行う（ステップ S 8）。イニシャルボール形成工程では、第 1 の実施形態におけるイニシャルボール形成工程（ステップ S 5）と同様に、ワイヤカット工程（ステップ S 4）においてカットされたボンディングワイヤ 11 のテール（先端部）に電気トーチによる放電などを行い、ボンディングワイヤ 11 のテールに球状のイニシャルボール 11 a を形成する。

実施例

- [0063] 次に、本発明の実施例について説明する。
- [0064] 本発明の実施例として、第 1 の実施形態に係るワイヤボンディング装置 10 を用いて、ワイヤボンディングを行った。
- [0065] 実施例の比較例として、スクラブ工程を行わずに第 1 ボンディング工程及び第 2 ボンディング工程を行うワイヤボンディング装置を用いて、ワイヤボンディングを行った。
- [0066] そして、第 1 ボンディング工程によりイニシャルボール 11 a がボンディングされた半導体装置 1 のパッド面 2 を観察することで、パッド面 2 に固着されたイニシャルボール 11 a の寸法について検証し（第 1 ボンディング工程の検証）、第 2 ボンディング工程によりボンディングワイヤ 11 がボンディングされた基板 3 のリード面 4 を観察することで、リード面 4 に固着されたボンディングワイヤ 11 の引張強度について検証した（第 2 ボンディング工程の検証）。
- [0067] [第 1 ボンディング工程の検証]
- まず、第 1 ボンディング工程によりパッド面 2 に固着されたイニシャルボール 11 a の寸法について検証する。
- [0068] 第 1 ボンディング工程の実験条件を、
- [実施例]

- ・超音波振動印加時間：10ms
- ・キャピラリに印加する荷重：130gf
- ・荷重を印加する時間：13ms
- ・スクラブ動作：渦巻スクラブ、最大径は10 μ m、3周回転、周波数は250Hz

[比較例]

- ・超音波振動印加時間：10ms
- ・キャピラリに印加する荷重：170gf
- ・荷重を印加する時間：13ms
- ・スクラブ動作：なし

とした。

[0069] 図12(a)は、比較例における半導体装置及びパッド面の拡大写真を示しており、図12(b)は、実施例における半導体装置及びパッド面の拡大写真を示している。図12(a)及び図12(b)において、中央の写真は、半導体装置1全体を拡大した写真であり、半導体装置1の周辺の写真は、半導体装置1に設けられた12個のパッド面2を拡大した写真である。そして、各パッド面2を拡大した写真において、枠内の正方形がパッド面2であり、パッド面2内の中央部の円がイニシャルボール11aであり、このイニシャルボール11aの外側のリング（円環）が潰れ代11bである。図12(a)と図12(b)とを対比すると明らかなように、比較例は、潰れ代11bが大きく発生してイニシャルボール11aがパッド面2からはみ出しているのに対し、実施例は、潰れ代11bの発生が抑制されてイニシャルボール11aパッド面2に収まっていることが分かる。

[0070] イニシャルボール11aの寸法の検証は、半導体装置1に12箇所設けられたパッド面2にボンディングされているイニシャルボール11aの直径（直交するX軸方向とY軸方向におけるイニシャルボールの直径）を測定した。なお、測定回数は、半導体装置1に設けられたパッド面2の個数である12回とした。

[0071] 上記条件の下で実施例と比較例とを検証した結果、イニシャルボール 11 a の直径は図 13 となった。なお、図 13 において、“X” は、X 軸方向のイニシャルボール 11 a の直径を示しており、“Y” は、X 軸に直交する Y 軸方向のイニシャルボール 11 a の直径を示している。また、“Max” は、各直径の最大値を示しており、“Min” は、各直径の最大値を示しており、“Ave” は、各直径の平均値を示しており、“ σ ” は、標準偏差（ばらつき）を示している。

[0072] 図 13 を参照すると分かるように、実施例は、比較例に対してパッド面 2 にボンディングされたイニシャルボール 11 a の直径が小さくなっている。すなわち、実施例では、比較例よりもボンディングによるイニシャルボール 11 a の潰れ代 11 b が小さくなった。この結果から、実施例では、キャピラリ 12 を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行うことで、パッド面 2 にイニシャルボール 11 a をボンディングする際に、イニシャルボール 11 a の潰れ代 11 b の発生を小さく抑えることができることが分かった。

[0073] [第 2 ボンディング工程の検証]

次に、第 2 ボンディング工程によりリード面 4 に固着されたボンディングワイヤ 11 の引張強度について検証する。

[0074] 第 2 ボンディング工程の実験条件を、

[実施例]

- ・超音波振動印加時間：4 ms
- ・キャピラリに印加する荷重：50 gf
- ・荷重を印加する時間：7 ms
- ・スクラブ動作：渦巻スクラブ、最大径は 5 μ m、3 周回転、周波数は 350 Hz

[比較例]

- ・超音波振動印加時間：4 ms
- ・キャピラリに印加する荷重：50 gf
- ・荷重を印加する時間：7 ms

・スクラブ動作：直線スクラブ、最大直線長さは $6\mu\text{m}$ 、直線3回往復移動とした。

[0075] 図14(a)は、比較例におけるリード面の拡大写真を示しており、図14(b)は、実施例におけるリード面の拡大写真を示している。図14(a)及び図14(b)において、各写真は、半導体装置1の周囲に設けられたリード面4を拡大した写真である。そして、各写真において、上下、左右、斜めに延びる太い短冊状のものがリード面4であり、リード面4の中央の円弧がキャピラリ12の圧痕であり、この圧痕からリード面4に沿って延びるものがボンディングワイヤ11である。図14(a)と図14(b)とを対比すると明らかなように、比較例は、キャピラリ12がリード面4に加圧接触されることにより発生する圧痕が不明瞭であるのに対し、実施例は、この圧痕が明瞭に発生しているため、ボンディングワイヤ11がより切断されやすくなっていることが分かる。

[0076] ボンディングワイヤ11の引張強度の検証は、半導体装置1に12箇所設けられた各リード面4に固着されているボンディングワイヤ11の引張強度を測定した。なお、測定回数は、半導体装置1に設けられたリード面4の個数である12回とした。

[0077] 上記条件の下で実施例と比較例とを検証した結果、ボンディングワイヤ11の引張強度は図15となった。なお、図15において、“圧着幅”は、リード面4に圧着されているボンディングワイヤ11の幅を示しており、“引張強度”は、リード面4に圧着されているボンディングワイヤ11の引張強度を示している。また、“Max”は、各直径の最大値を示しており、“Min”は、各直径の最小値を示しており、“Ave”は、各直径の平均値を示しており、“ σ ”は、標準偏差（ばらつき）を示している。

[0078] 図15を参照すると分かるように、実施例と比較例とでは、引張強度がほぼ同じ値となっている。この結果から、実施例において、キャピラリ12を渦巻状に回転させるスクラブ動作を行うことで、リード面4に固着されたボンディングワイヤ11の引張強度を殆ど低下させることなく、このボンディ

ングワイヤ 11 の切断性を向上できることが分かった。

[0079] このように、上記実施形態に係るワイヤボンディング装置 10 及びバンポンディング装置 30 によれば、半導体装置 1, 7 のパッド面 2, 8 にインシヤルボール 11 a が加圧接触されると、キャピラリ 12 を回転させることで、パッド面 2, 8 とインシヤルボール 11 a とが加圧接触された状態で擦り合わされるため、パッド面 2, 8 にインシヤルボール 11 a が固着される。このとき、キャピラリ 12 を渦巻状に回転させることで、インシヤルボール 11 a に加えられる力を回転中心方向に収束させることができるため、パッド面 2, 8 とインシヤルボール 11 a とが擦り合わされる時間及び距離を十分に確保しながら、パッド面 2, 8 とインシヤルボール 11 a とが最大径で擦り合わされる時間及び距離を低減させることができる。これにより、キャピラリ 12 を移動させることにより発生するインシヤルボール 11 a の潰れ代 11 b を減らすことができるため、ボンディングの高精度化を図ることができるとともに、パッド面 2, 8 間の距離であるパッドピッチを小さくすることができる。

[0080] そして、インシヤルボール 11 a がパッド面 2, 8 に接触した位置を基準位置として、径を拡大しながらキャピラリ 12 を渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリ 12 を渦巻状に回転させて基準位置に戻すことで、インシヤルボール 11 a をパッド面 2, 8 に加圧接触させる位置とインシヤルボール 11 a がパッド面 2, 8 に固着する位置とのズレを低減させることができる。これにより、ボンディングの更なる高精度化を図ることができる、パッド面 2, 8 間の距離であるパッドピッチをより小さくすることができる。

[0081] また、第 1 の実施形態に係るワイヤボンディング装置 10 によれば、基板 6 のリード面 4 にキャピラリ 12 及びこのキャピラリ 12 に挿通されたボンディングワイヤ 11 が加圧接触されると、ボンディングワイヤ 11 がリード面 4 に固着されるとともに、このボンディングワイヤ 11 がキャピラリ 12 とリード面 4 との間に挟まれて切断される。そして、キャピラリ 12 を渦巻

状に回転させることで、キャピラリ 1 2 がリード面 4 に加圧接触された状態で渦巻状に擦り合わされるため、ボンディングワイヤ 1 1 の切断ミスを低減して、ボンディングワイヤ 1 1 の切断性を向上させることができる。

[0082] そして、キャピラリ 1 2 及びボンディングワイヤ 1 1 がリード面 4 に接触した位置を基準位置として、径を拡大しながらキャピラリ 1 2 を渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリ 1 2 を渦巻状に回転させて基準位置に戻すことで、キャピラリ 1 2 がリード面 4 に加圧接触する位置と、キャピラリ 1 2 が加圧接触することによりリード面 4 に発生するキャピラリ 1 2 の圧痕の位置とのズレを低減させることができる。これにより、ボンディングの更なる高精度化を図ることができ、リード面 4 間の距離であるリードピッチをより小さくすることができる。

[0083] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態において、スクラブ動作は、単純な渦巻状にキャピラリ 1 2 を回転させるものとして説明したが、パッド面 2、8 及びリード面 4 が所定幅の短冊状（線状）に形成されて所定方向に延在している場合は、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、パッド面 2、8 及びリード面 4 の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリ 1 2 を回転させてもよい。すなわち、パッド面 2、8 及びリード面 4 の延在方向に向けて伸長し、この延在方向に直交する方向に短縮した楕円渦巻状にキャピラリ 1 2 を回転させるものとしてもよい。図 1 6（a）は、斜め方向に扁平した渦巻状にキャピラリを回転させるときの移動軌跡を示した図であり、図 1 6（b）は、（a）の場合における X 軸リニアモータ及び Y 軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。図 1 7（a）は、左右方向に扁平した渦巻状にキャピラリを回転させるときの移動軌跡を示した図である。図 1 7（b）は、（a）の場合における X 軸リニアモータ及び Y 軸リニアモータを駆動させるための指令位置を示した図である。

[0084] そして、パッド面 2、8 にイニシャルボール 1 1 a をボンディングする場合は、パッド面 2、8 の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリ 1 2

を回転させるため、パッド面 2, 8 に固着されるイニシャルボール 11 a の形状をパッド面の形状に適合させることができる。このため、任意の方向に延びるパッド面 2, 8 に対しても、ボンディングの高精度化を図ることができる。一方、リード面 4 にボンディングワイヤ 11 をボンディングする場合は、リード面 4 の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリ 12 を回転させるため、リード面 4 に形成されるキャピラリ 12 の圧痕の形状をリード面 4 の形状に適合させることができる。このため、任意の方向に延びるリード面 4 に対しても、ボンディングの高精度化を図ることができる。

- [0085] また、上記実施形態では、スクラブ動作として、渦巻状にキャピラリ 12 を 3 回転させるものとして説明したが、如何なる回数で回転させてもよく、径を拡大させながら回転させるときの回転数、最大径での回転数、径を縮小させながら回転させるときの回転数は、何れも特に制限されない。但し、最大径での回転数は、イニシャルボール 11 a の潰れ代 11 b が拡大するのを防止するために、1 回転のみとするのが好ましい。

産業上の利用可能性

- [0086] 本発明は、半導体装置などのボンディング対象にボンディングを行うボンディング装置に利用可能である。
- [0087] 本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲により規定されている本発明の技術的範囲ないし本質から逸脱することのない全ての変更及び修正を包含するものである。

符号の説明

- [0088] 1…半導体装置、2…パッド面、3…基板、4…リード面、6…基板、7…半導体装置、8…パッド面、10…ワイヤボンディング装置、11…ボンディングワイヤ、11 a…イニシャルボール、11 b…潰れ代、12…キャピラリ、13…超音波ホーン、14…ボンディングアーム、15…ボンディングヘッド、16…アーム駆動モータ、17…ボンディングステージ、18…移動機構、18 a…X 軸リニアモータ、18 b…Y 軸リニアモータ、20…制御部、21…アーム駆動モータ I/F、22…超音波ホーン I/F、2

3…X軸リニアモータ I / F、24…Y軸リニアモータ I / F、25…入力部、26…出力部、27…メモリ、28…CPU、30…バンプボンディング装置、40…制御部、O…基準位置。

請求の範囲

- [請求項1] パッド面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、
- 先端にイニシャルボールが形成されたボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、
- ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面にイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触手段と、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、
- を含むボンディング装置を用意する工程と、
- ボンディング装置の制御部の指令に基づく加圧接触手段により、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面に、キャピラリに挿通されたボンディングワイヤの先端に形成されたイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触工程と、
- ボンディング装置の制御部の指令に基づくスクラブ手段により、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ工程と、
- を含む半導体装置の製造方法。
- [請求項2] スクラブ工程は、イニシャルボールがパッド面に接触した位置を基準位置として、この基準位置から径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻す、請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項3] スクラブ工程は、パッド面が延在している場合、パッド面の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリを回転させる、請求項1に記載の半導体装置の製造方法。
- [請求項4] パッド面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディング

ステージと、

先端にイニシャルボールが形成されたボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、

ボンディングステージに載置されたボンディング対象のパッド面にイニシャルボールを加圧接触させる加圧接触手段と、パッド面にイニシャルボールが加圧接触されている際に、イニシャルボールの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、

を含むボンディング装置。

[請求項5]

リード面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、

ボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、

ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、キャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触手段と、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、

を含むボンディング装置を用意する工程と、

ボンディング装置の制御部の指令に基づく加圧接触手段により、ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、ボンディングワイヤが挿通されたキャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触工程と、

ボンディング装置の制御部の指令に基づくスクラブ手段により、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ工程と、

を含む半導体装置の製造方法。

[請求項6]

スクラブ工程は、キャピラリがリード面に接触した位置を基準位置

として、この基準位置から径を拡大しながらキャピラリを渦巻状に回転させた後、径を縮小しながらキャピラリを渦巻状に回転させて基準位置に戻す、請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

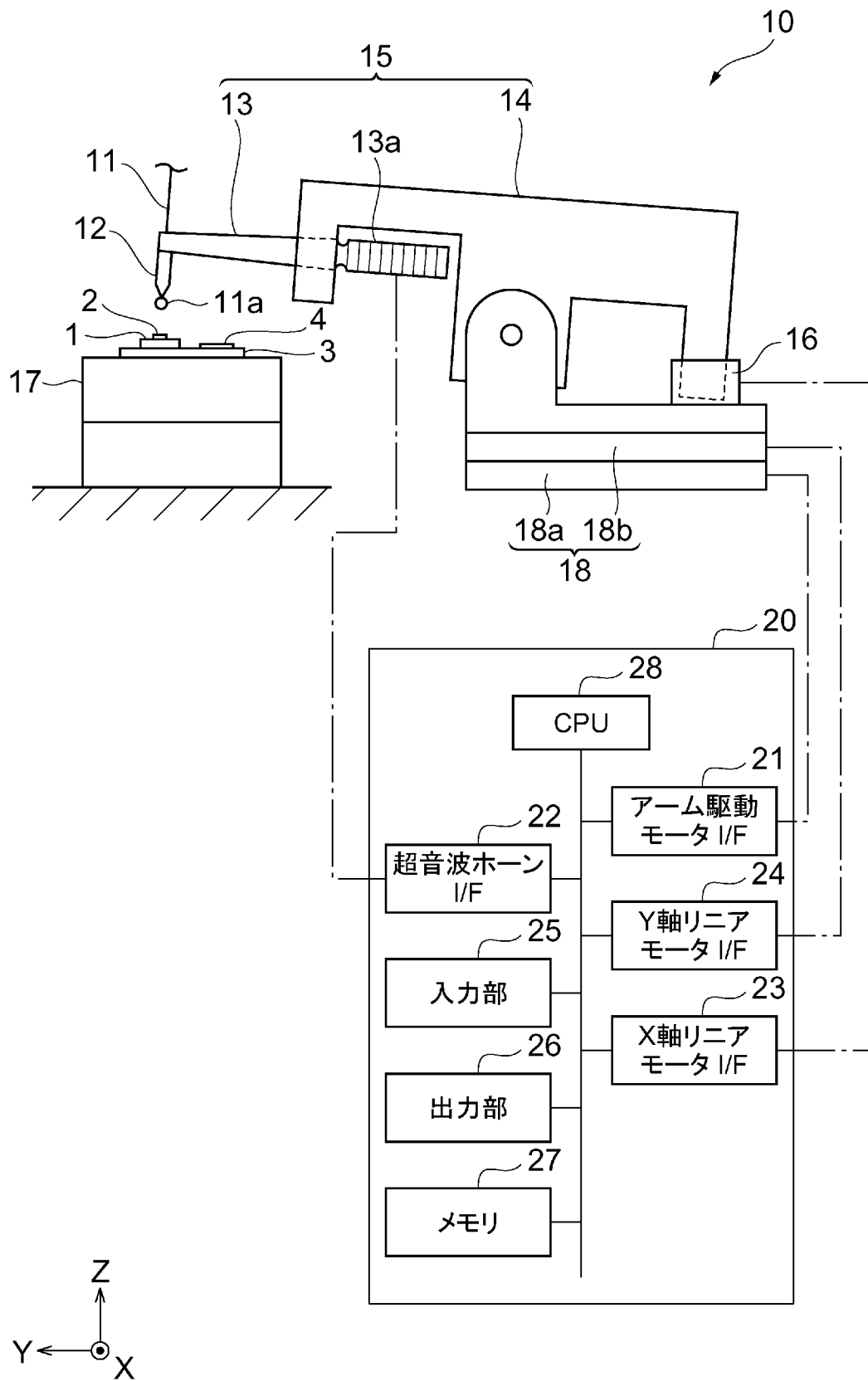
[請求項7] スクラブ工程は、リード面が延在している場合、リード面の延在方向に沿って扁平した渦巻状にキャピラリを回転させる、請求項5に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項8] リード面が設けられたボンディング対象が載置されるボンディングステージと、

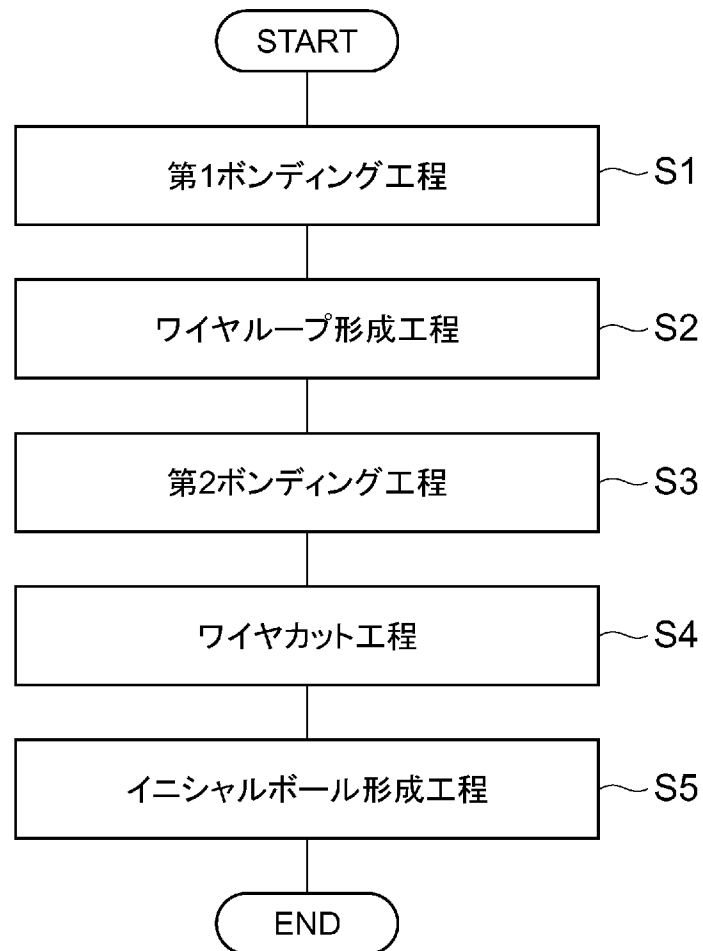
 ボンディングワイヤが挿通されるキャピラリと、

 ボンディングステージに載置されたボンディング対象のリード面に、キャピラリ及びこのキャピラリに挿通されたボンディングワイヤを加圧接触させる加圧接触手段と、リード面にキャピラリが加圧接触されている際に、キャピラリの加圧方向と直交する方向においてキャピラリを渦巻状に回転させるスクラブ手段と、を有する制御部と、
 を含むボンディング装置。

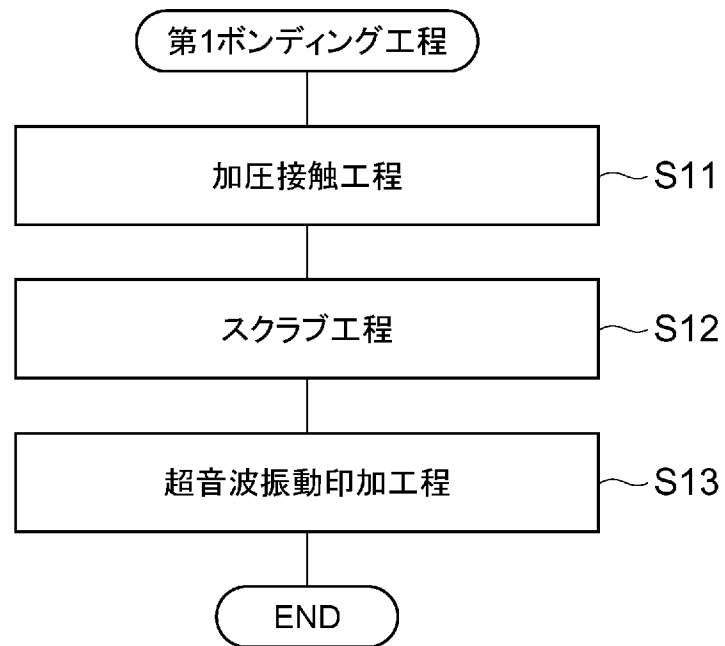
[図1]



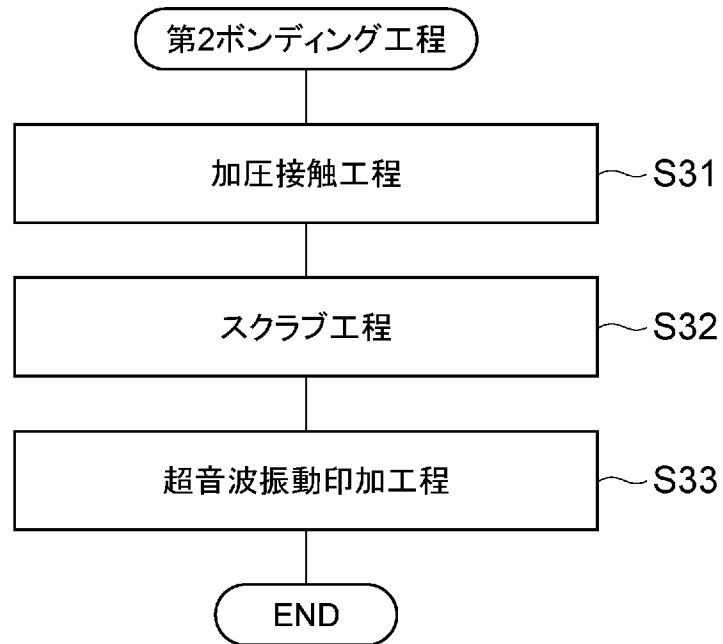
[図2]



[図3]

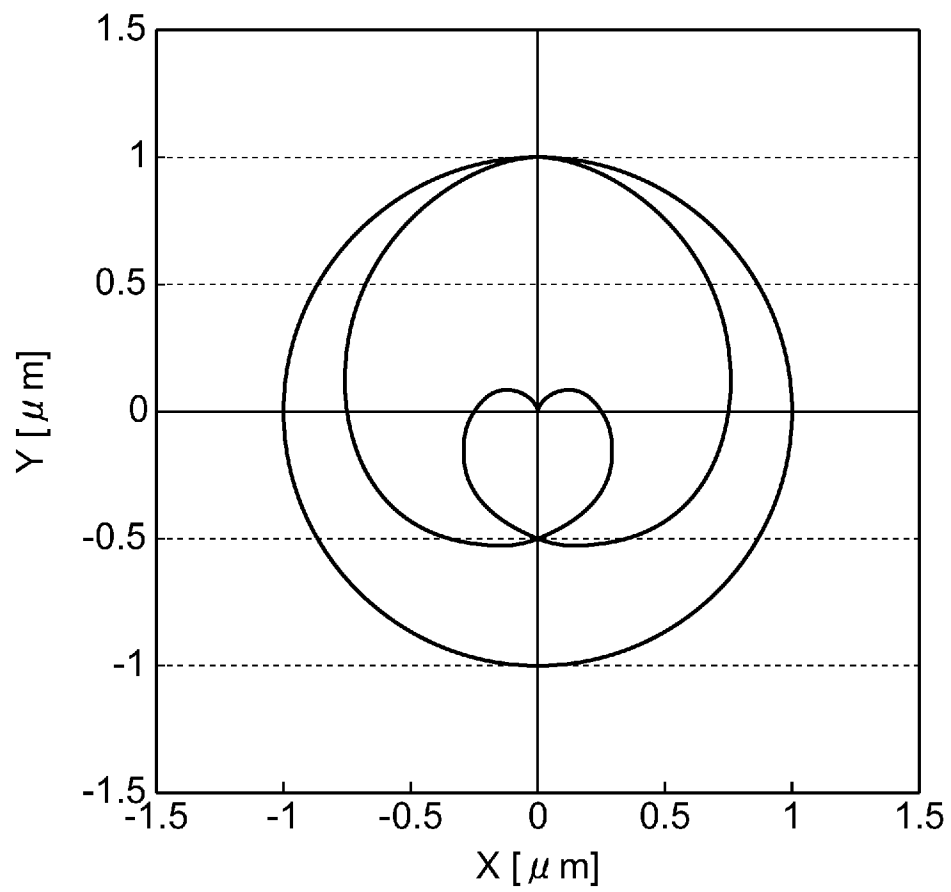


[図4]

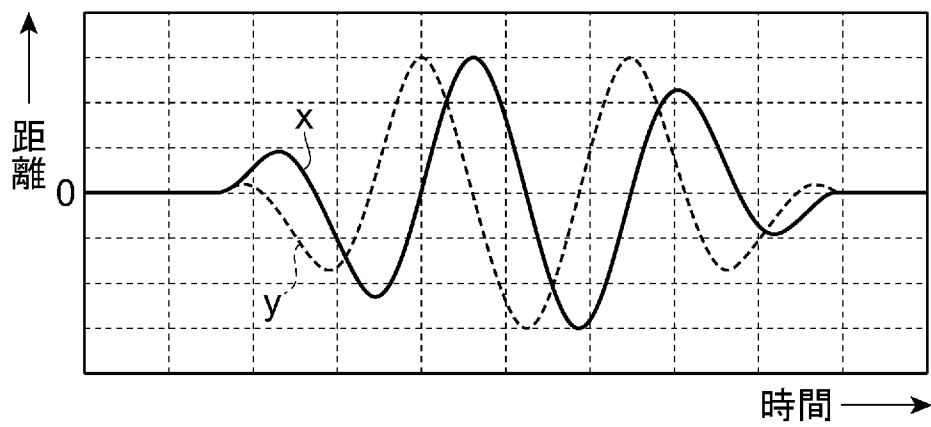


[図5]

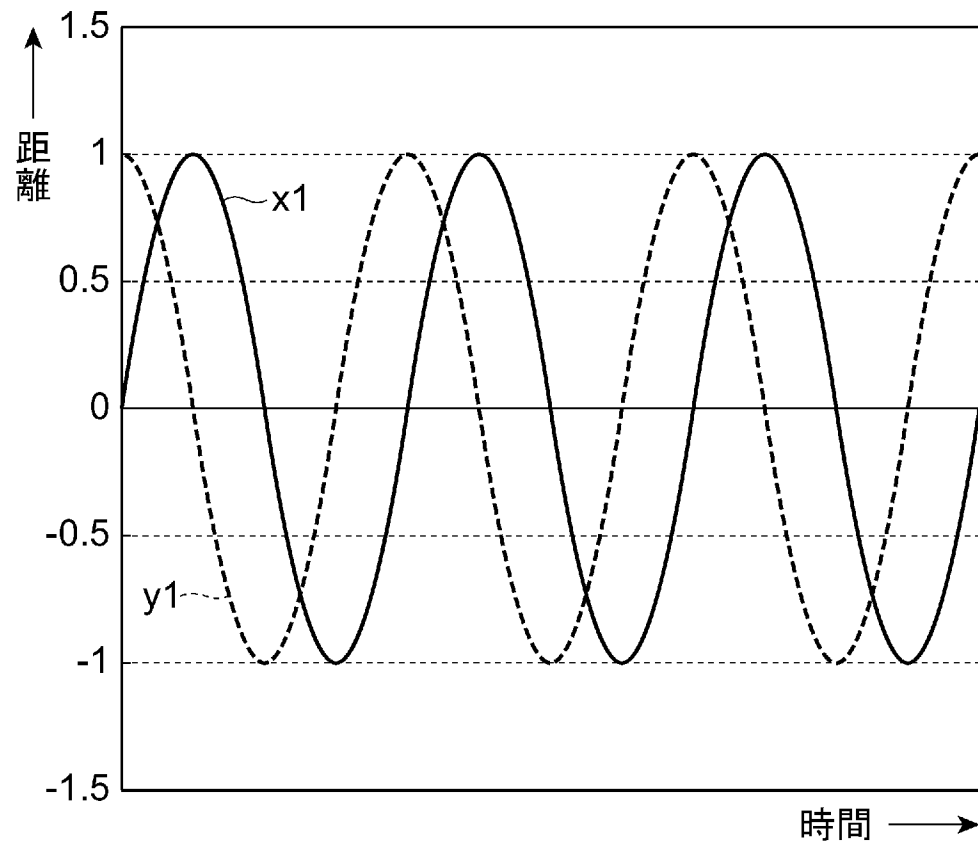
(a)



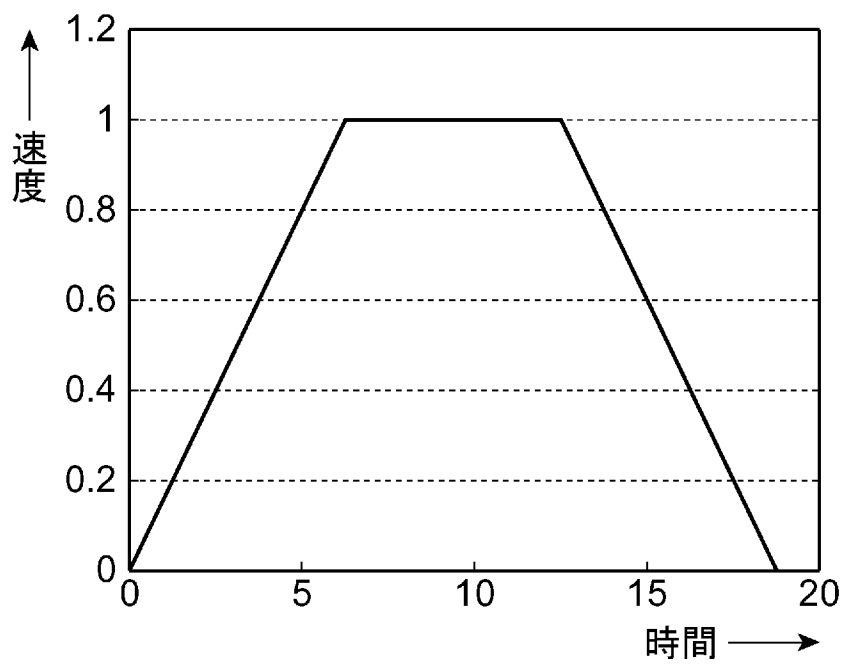
(b)



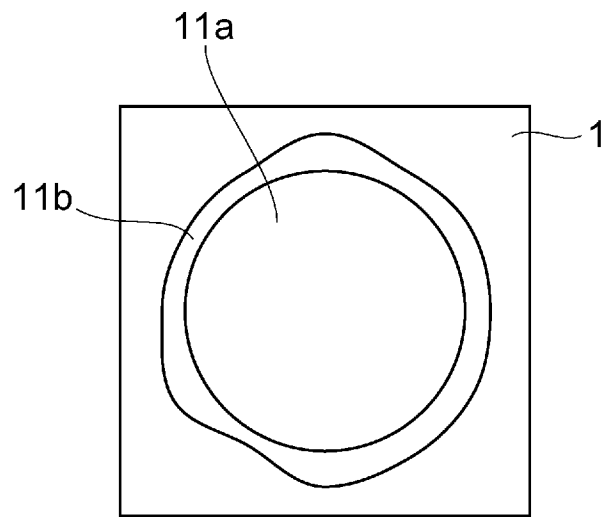
[図6]



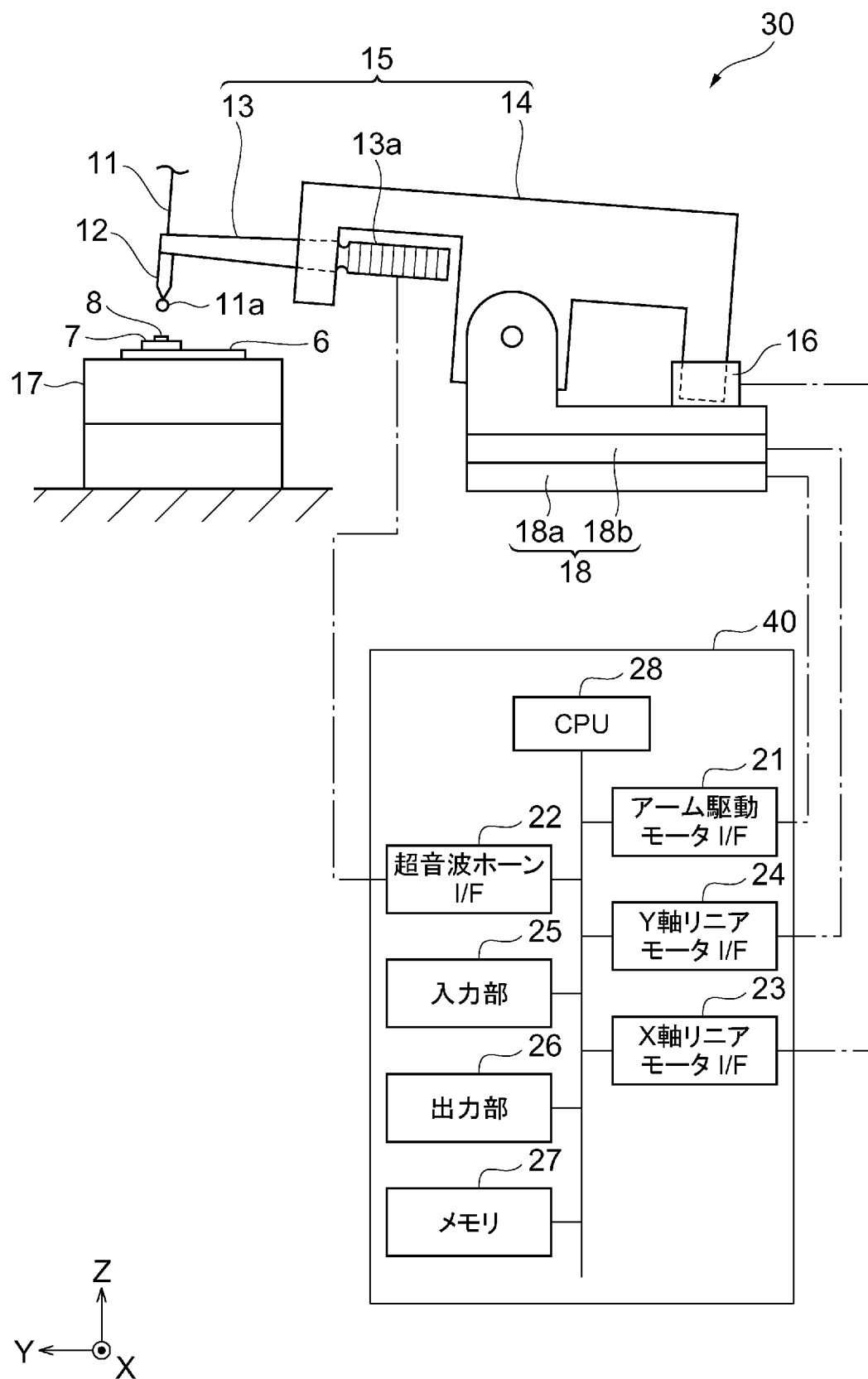
[図7]



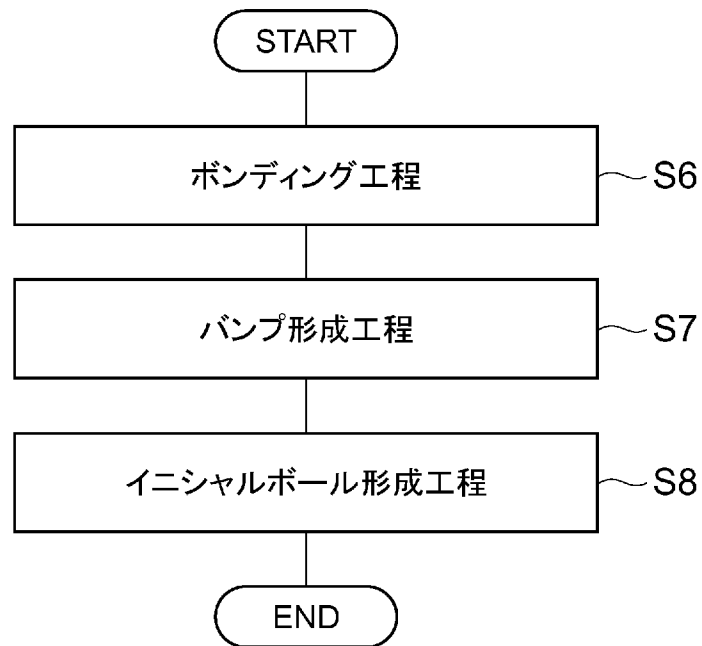
[図8]



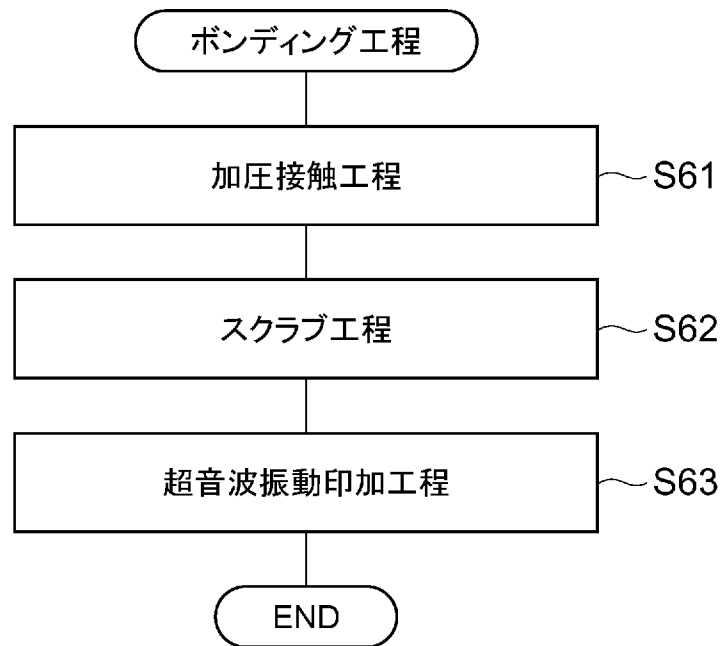
[図9]



[図10]

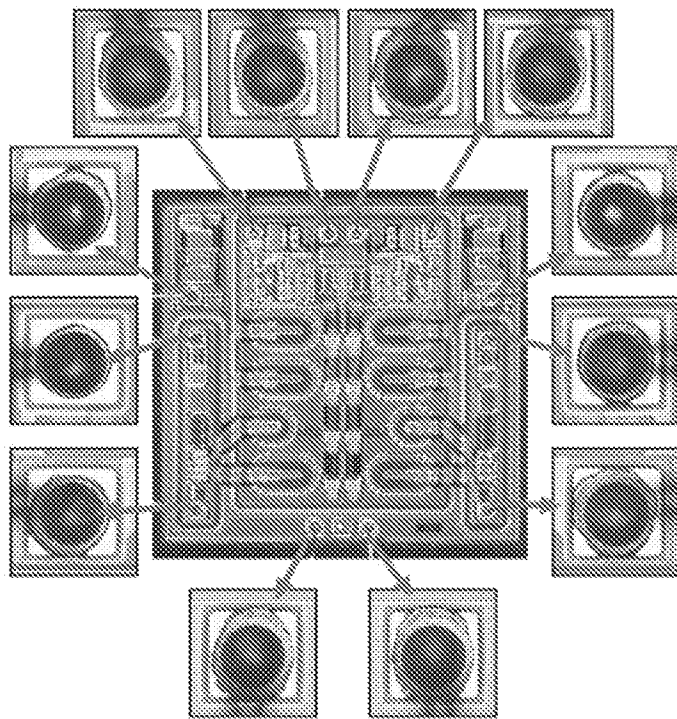


[図11]

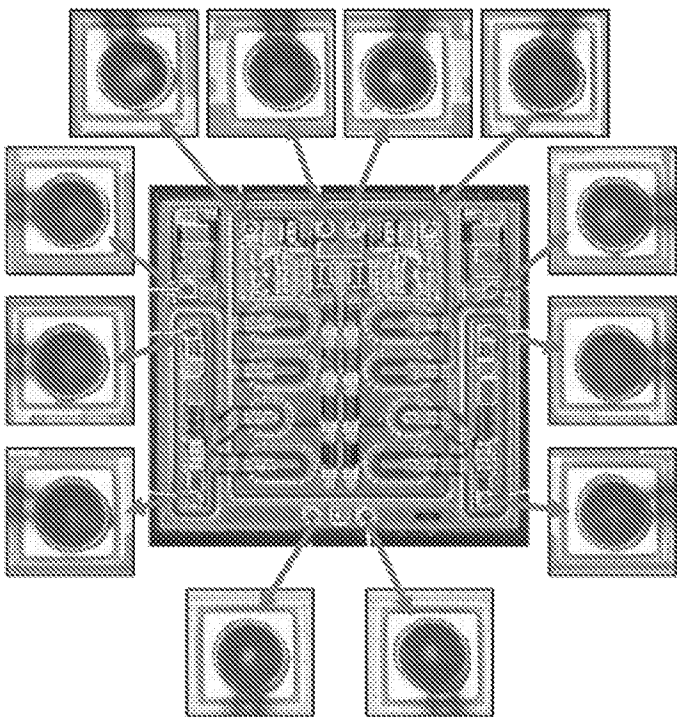


[図12]

(a)



(b)

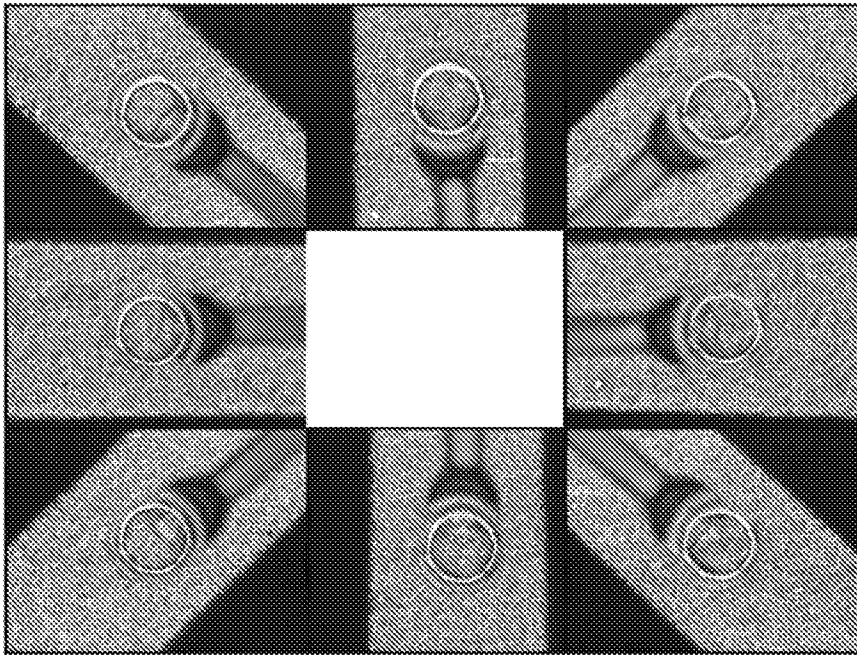


[図13]

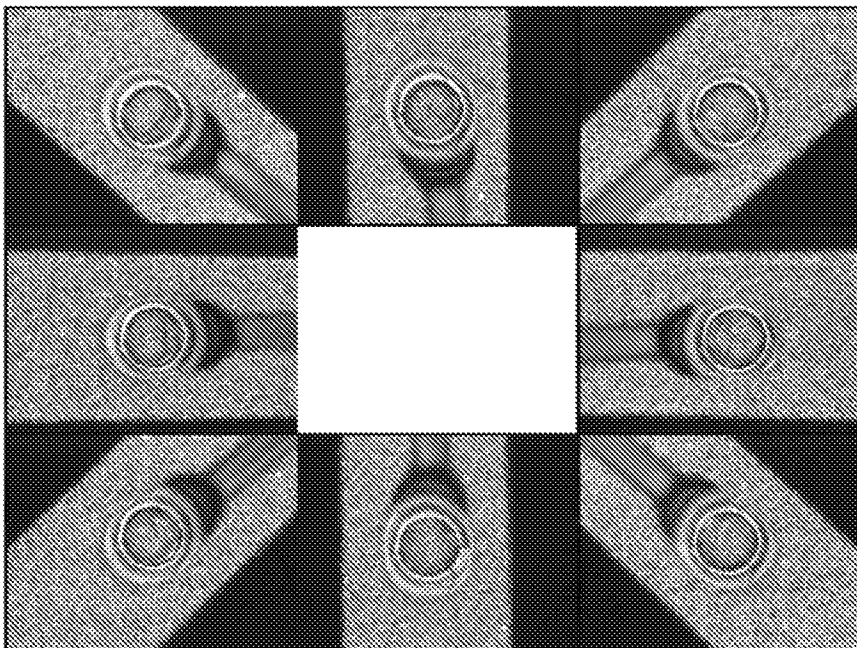
	比較例		実施例	
	X (μm)	Y (μm)	X (μm)	Y (μm)
Max	138	158	124	127
Min	122	125	120	123
Ave	129.1	142.8	121.9	125.8
σ	4.27	11.96	1.51	1.34

[図14]

(a)



(b)

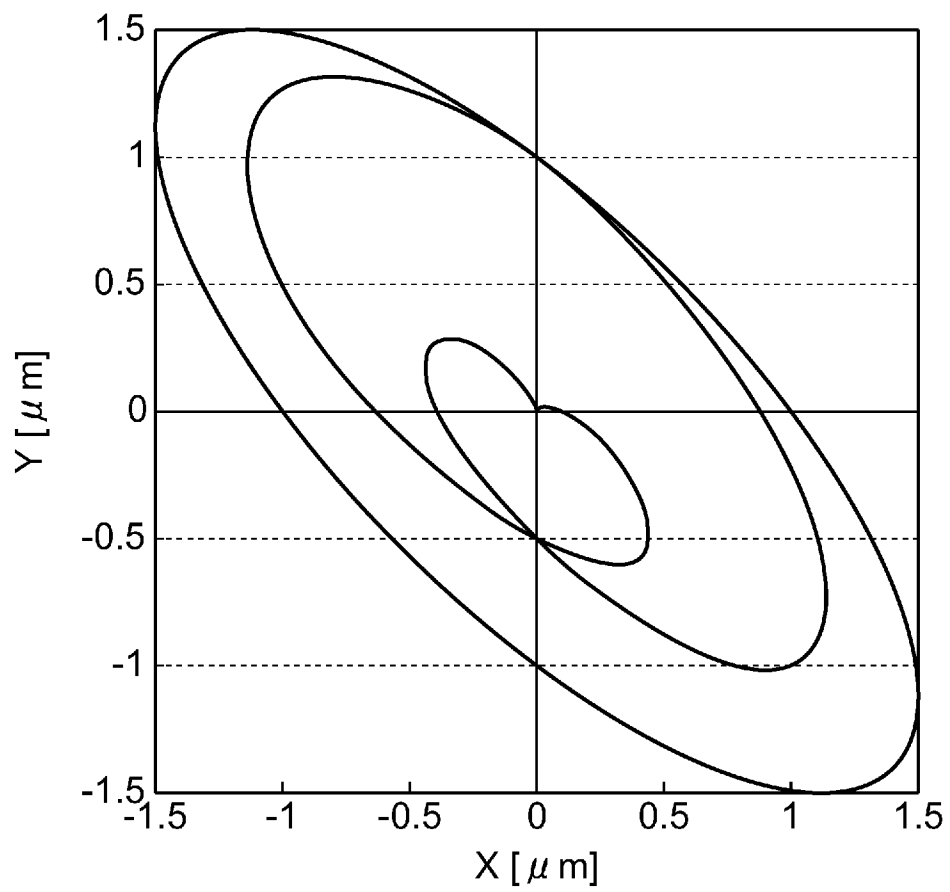


[図15]

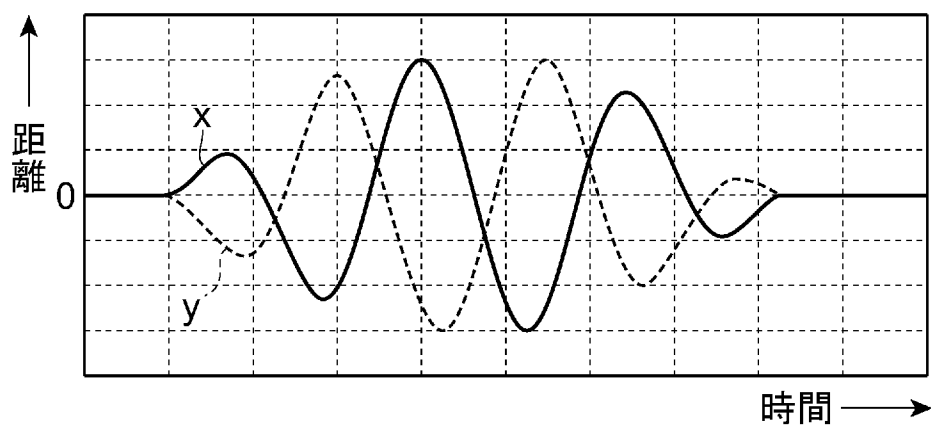
	比較例		実施例	
	圧着幅 (μ m)	引張強度 (gf)	圧着幅 (μ m)	引張強度 (gf)
Max	38	4.51	39	4.53
Min	36	3.42	37	3.53
Ave	36.8	3.97	37.9	4.00
σ	0.62	0.40	0.67	0.34

[図16]

(a)

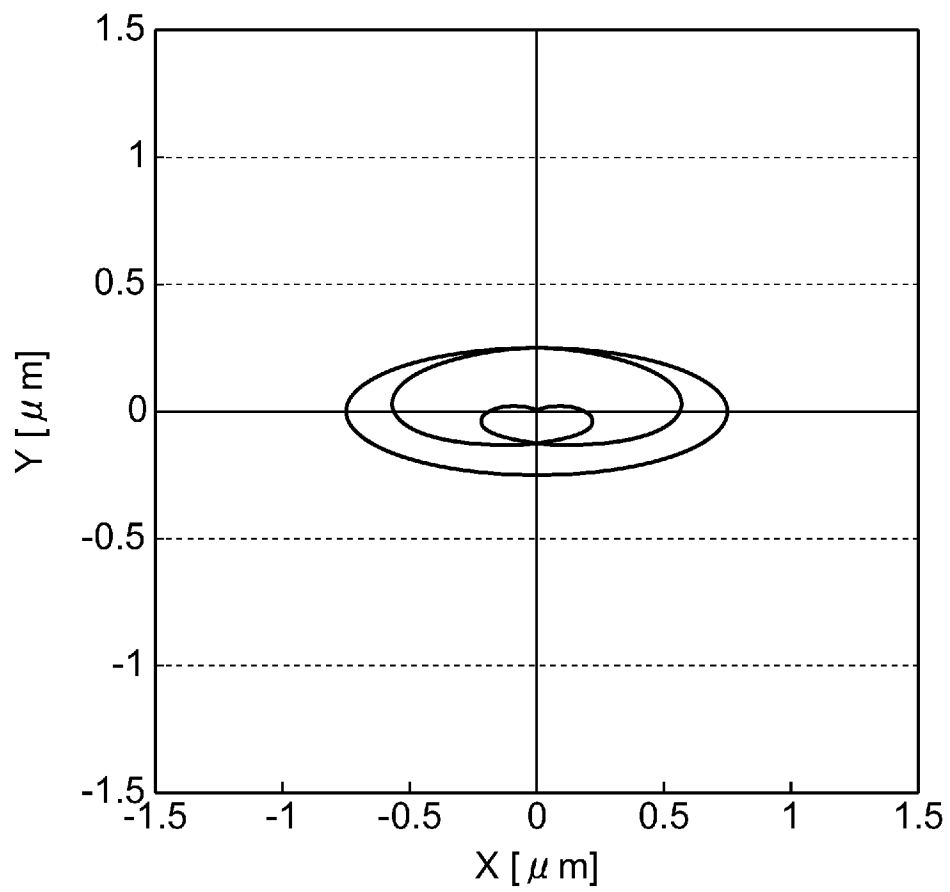


(b)

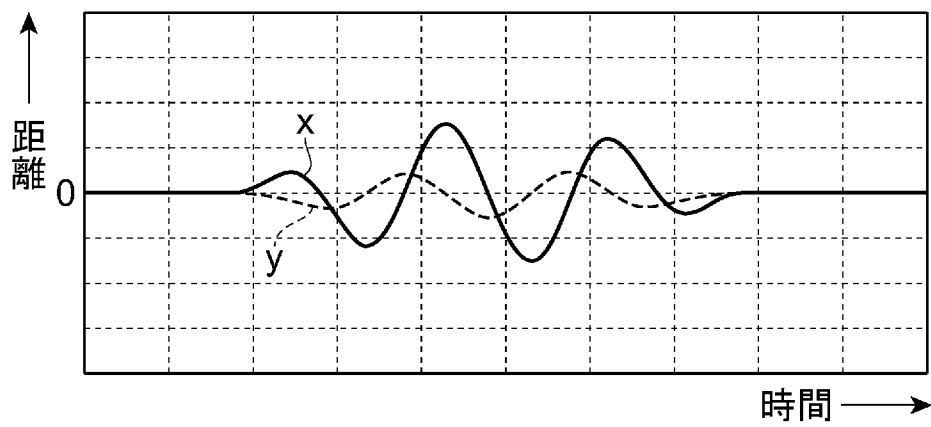


[図17]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-372146 A (Toshiba Corp.), 25 December 1992 (25.12.1992), claims; column 2, line 46 to column 4, line 36; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
A	JP 6-295941 A (NEC Kansai, Ltd.), 21 October 1994 (21.10.1994), column 3, line 41 to column 4, line 32; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 3-77338 A (Fujitsu Ltd.), 02 April 1991 (02.04.1991), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 February, 2010 (23.02.10)Date of mailing of the international search report
02 March, 2010 (02.03.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-372146 A（株式会社東芝）1992. 12. 25, 特許請求の範囲, 第2欄第46行-第4欄第36行, 図1-2 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 6-295941 A（関西日本電気株式会社）1994. 10. 21, 第3欄第41行-第4欄第32行, 図1 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 3-77338 A（富士通株式会社）1991. 04. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田中 永一

4 R

9 5 3 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 9