

(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
2020年9月17日(17.09.2020)



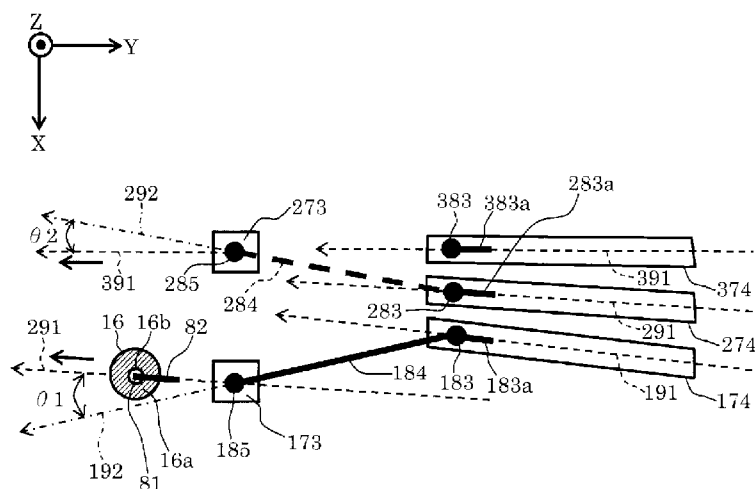
(10) 国際公開番号

WO 2020/184338 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/009196
- (22) 国際出願日: 2020年3月4日(04.03.2020)
- (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 2019-042372 2019年3月8日(08.03.2019) JP
- (71) 出願人: 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: 関根 直希(SEKINE, Naoki); 〒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). 長島 康雄(NAGASHIMA, Yasuo); 〒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: 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所(YKI INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目 3 4 番 1 2 号 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: WIRE BONDING DEVICE

(54) 発明の名称: ワイヤボンディング装置



(57) **Abstract:** This wire bonding device, which connects a lead of a mounted member and an electrode of a semiconductor die through a wire (81), comprises: a capillary (16) through which the wire (81) is inserted; a shape acquisition means for acquiring the shape of the lead to which the wire (81) is connected; a calculation means for calculating, on the basis of the shape of a lead (274) to which the wire (81) is connected next, an extension direction (291) of a wire tail (82) extending from an end portion of the capillary (16); and a cutting means that, after the lead and the electrode are connected to each other through the wire (81), moves the capillary (16) in the extension direction (291), cuts the wire (81), and forms the wire tail (82). Accordingly, in wire bonding by a wedge bonding method, it is possible to prevent contact between joint tails (183a, 283a, 383a) formed to be stretched from a first bonding point.

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 被実装部材のリードと半導体ダイの電極とをワイヤ(81)で接続するワイヤボンディング装置は、ワイヤ(81)が挿通されるキャピラリ(16)と、ワイヤ(81)が接続されるリードの形状を取得する形状取得手段と、ワイヤ(81)が次に接続されるリード(274)の形状に基づいて、キャピラリ(16)の端部から延出するワイヤテール(82)の延出方向(291)を算出する算出手段と、リードと電極とをワイヤ(81)で接続した後、上記延出方向(291)にキャピラリ(16)を移動させてワイヤ(81)を切断してワイヤテール(82)を形成する切断手段とを備える。これにより、ウェッジボンディング方式によるワイヤボンディングにおいて、第1ボンド点に連なって形成される接合部テール(183a, 283a, 383a)同士の接触を防ぐことができる。

明 細 書

発明の名称：ワイヤボンディング装置

技術分野

[0001] 本発明は、キャピラリを用いてウェッジボンディング方式のワイヤボンディングを行う装置に関する。

背景技術

[0002] ワイヤボンディング装置は、例えば、基板のリードと半導体チップのパッドとの間を細線のワイヤで接続するために用いられる。ワイヤボンディングは、次のようにして行われる。すなわち、ワイヤボンディング用のボンディングツール（以下、ツールとも言う）と共にワイヤをリードに向かって下降させる。そして、ツール先端でワイヤをリードに押し付け、超音波振動を加えながら両者を接合させて第1ボンド（1stボンド）とする。第1ボンドの後にはツールを引き上げてワイヤを延出し、適当なループを形成しながらパッドの上方に移動する。パッドの上方に来るとツールを下降させる。そして、ツール先端でワイヤをパッドに押し付け、超音波振動を加えながら両者を接合させて第2ボンド（2ndボンド）を行う。第2ボンドの後には、クランプでワイヤの移動を止めながらツールを引き上げてワイヤを第2ボンド点のところで切断する。これを繰り返して、基板の複数のリードと半導体チップの複数のパッドとの間の接続が行われる。

[0003] ところで、ワイヤボンディングの方式としては、ボールボンディング方式とウェッジボンディング方式が知られている。ボールボンディング方式は、高電圧スパーク等でFAB（Free Air Ball）を形成できる金線等を用い、ツールとしては、その長手方向軸の周りについて回転対称形のチャンファ部を先端に有するキャピラリを用いる。

[0004] ウェッジボンディング方式は、アルミニウム線等を用いてFABを形成せず、ボンディング用のツールとしてキャピラリではなく、ワイヤガイドと押圧面を先端に有するウェッジボンディング用のツールを用いる。ウェッジボ

ンディングでは、ツール先端において、ワイヤガイドに沿ってワイヤを斜めに押圧面側に出し、押圧面でワイヤ側面をボンディング対象物に押し付けてボンディングする。したがって、ツールの先端で押圧面からワイヤが横向きに出る形となり、ツールの先端はその長手方向軸の周りについて回転対称形になっていない（例えば、特許文献 1 参照）。

[0005] ウェッジボンディング用のツールの先端は回転対称形になっていないので、パッド、リードの配置によっては、そのままではワイヤガイドの方向がワイヤの接続方向と合わないことが生じる。そのために、ツールを保持するボンディングヘッドを回転式にし、または、ボンディング対象物を保持するボンディングステージを回転することが行われる。そこで、先端が回転対称形であるキャピラリを用い、キャピラリ先端でワイヤ側面を押圧して接合する方法が提案されている（例えば特許文献 2， 3 参照）。

[0006] 特許文献 3 には、先端が回転対称形であり、先端の底面が平面（ワイヤの押圧面）となっているツール（キャピラリ）によりウェッジボンディングを行う方法が記載されている。特許文献 3 のウェッジボンディング方法は、第 2 ボンド点へのボンディングの後に、クランプを開としてツールを上昇させ、次の第 1 ボンド点から次の第 2 ボンド点に向かう直線（次のワイヤ方向）に沿って移動させ、ツール先端に次のワイヤ方向に沿ったワイヤ（ワイヤテール）を延出させた状態でワイヤを切断する。この方法によると、ツール先端に次のワイヤ方向に向かってワイヤテールを折り曲げておくことができるので、次のボンディングの際にこのワイヤの折れ曲がった部分をツール先端で押圧することによって、ボンディングヘッドを回転させずにウェッジボンディングすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開昭 5 8－9 3 3 2 号公報

特許文献2：米国特許出願公開第 2 0 0 5／0 1 6 7 4 7 3 号明細書

特許文献3：特開 2 0 1 2－2 5 6 8 6 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 図10は、特許文献3のウェッジボンディング方法により、ワイヤ1084を基板のリード1074に第1ボンドし、半導体チップ1072のパッド1073に第2ボンドした一例を示す図である。図10に示すように、キャピラリを用いたウェッジボンディングの場合、第1ボンド点である接合部1083に連なって、ワイヤ1084方向に沿って延びる長めの接合部テール1083a（ワイヤテールとも言う）が形成される。なお、図10では、理解を促すために、各接合部テール1083aが少し長めに描かれている。近年、隣り合うリード1074間の間隔が狭くなってきており、隣り合うワイヤ1084のワイヤ方向が大きく変化する場合があるため、図10の破線の内側に示すように、ワイヤ1084方向に沿って延びる接合部テール1083aがリード1074からはみ出す可能性がある。それにより、隣り合う接合部テール1083a同士が接触（ショート）することが危惧される。

[0009] 本発明の目的は、ボンディングツールとしてキャピラリを用い、ウェッジボンディング方式により、ワイヤを被実装部材（基板など）のリードに第1ボンドし、半導体チップのパッド（電極）に第2ボンドするワイヤボンディング装置において、第1ボンド点に連なって形成される接合部テール同士の接触を防ぐようにすることにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明のワイヤボンディング装置は、被実装部材のリードと半導体ダイの電極とをワイヤで接続するワイヤボンディング装置であって、ワイヤが挿通されるキャピラリと、ワイヤが接続されるリードの形状を取得する形状取得手段と、ワイヤが次に接続されるリードの形状に基づいて、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を算出する算出手段と、リードと電極とをワイヤで接続した後、上記延出方向にキャピラリを移動させてワイヤを切断してワイヤテールを形成する切断手段とを備える、ことを特徴とする。

- [0011] 本発明のワイヤボンディング装置において、ワイヤテールの上記延出方向はテール延出方向であり、形状取得手段は、ワイヤが次に接続されるリードのワイヤが接続される箇所が延びる方向であるリード方向を認識し、切断手段は、テール延出方向がリード方向と同じ方向になるようにワイヤテールを形成する、としてもよい。
- [0012] 本発明のワイヤボンディング装置において、ワイヤテールの上記延出方向はテール延出方向であり、キャピラリの先端から延出したワイヤテールを引っ掛ける段部を有する折り曲げステーションと、キャピラリを折り曲げステーションに移動させ、ワイヤテールを段部に沿った位置に配置した後、テール延出方向にワイヤテールを折り曲げる折り曲げ手段と、をさらに備える、としてもよい。
- [0013] 本発明のワイヤボンディング装置において、リードと電極とを接続したワイヤの方向と、ワイヤが次に接続されるリードのワイヤが接続される箇所が延びる方向であるリード方向とのなす角度である第1角度を取得し、第1角度が所定の角度よりも小さい場合には切断手段によってワイヤテールを形成し、第1角度が所定の角度以上である場合には、折り曲げ手段によってワイヤテールの形成を行う、としてもよい。
- [0014] 本発明のワイヤボンディング装置において、上記算出手段は、第1の算出手段であり、上記切断手段は、第1の切断手段であり、ワイヤテールの上記延出方向は第1のテール延出方向であり、ワイヤが次に接続されるリードと電極の間を結ぶ直線の方角を、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向である第2のテール延出方向として算出する第2の算出手段と、リードと電極とをワイヤで接続した後、第2のテール延出方向にキャピラリを移動させてワイヤを切断してワイヤテールを形成する第2の切断手段と、をさらに備える、としてもよい。
- [0015] 本発明のワイヤボンディング装置において、リードに形成される接合部と接合部から突出した接合部テールを合わせた第1の長さを取得し、第1の長さが、被実装部材のリード間の最小間隔より大きくなる場合には、第1の切

断手段によってワイヤテールを形成し、第1の長さが、上記最小間隔よりも同じか小さくなる場合には第2の切断手段によってワイヤテールを形成する、としてもよい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、被実装部材の次のリードの形状に基づいて、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を算出し、リードと電極をワイヤで接続した後、当該延出方向にキャピラリを移動させてワイヤを切断してワイヤテールを形成する。よって、次のリードにワイヤを接続（接合）した際に、当該リードにその形状が考慮された接合部テールが形成されるので、被実装部材の各リードから各接合部テールがはみだすことが防がれる。そのため、隣り合うリードの接合部テール同士の接触が防がれる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態におけるワイヤボンディング装置の構成を示す系統図である。

[図2A]本発明の実施形態におけるワイヤボンディング装置のキャピラリの先端部の側断面図である。

[図2B]本発明の実施形態におけるワイヤボンディング装置のキャピラリの先端部の底面図である。

[図3]本発明の実施形態におけるワイヤボンディング装置のウェッジボンディング後の半導体チップのパッドと基板のリードと接続ワイヤの一例を示す図である。

[図4]本発明の実施形態におけるワイヤボンディング装置の動作を示すフローチャートである。

[図5A]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置のワイヤ折り曲げ動作を示す説明図である。

[図5B]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置のワイヤ折り曲げ動作を示す説明図である。

[図5C]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置のワイヤ折り曲げ動作を

示す説明図である。

[図5D]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置による基板のリードへのウェッジボンディング動作を示す説明図である。

[図5E]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置による基板のリードへのウェッジボンディング動作を示す説明図である。

[図5F]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置によるキャピラリの上昇動作を示す説明図である。

[図5G]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置による基板のリードから半導体チップのパッドへのルーピング動作を示す説明図である。

[図5H]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置による半導体チップのパッドへのウェッジボンディング動作を示す説明図である。

[図5I]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置によるワイヤテール延出動作を示す説明図である。

[図5J]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置によるテールカット動作を示す説明図である。

[図5K]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置による次のリードへの移動動作を示す説明図である。

[図6]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置によるワイヤ折り曲げ動作の説明図である。

[図7]本発明の実施形態のワイヤボンディング装置によるワイヤテール延出動作およびテールカット動作の説明図である。

[図8]本発明の別の実施形態のワイヤボンディング装置によるワイヤ折り曲げ動作の説明図である。

[図9]本発明の別の実施形態のワイヤボンディング装置によるワイヤテール延出動作およびテールカット動作の説明図である。

[図10]従来技術のワイヤボンディング装置のウェッジボンディング後の半導体チップのパッドと基板のリードと接続ワイヤの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。以下で述べる各部材の形状、配置、材質等は、説明のための例示であって、ワイヤボンディング装置や、ワイヤボンディング装置により製造される半導体装置の仕様等に合わせて適宜変更が可能である。全ての図において同様の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0019] 図1は、ワイヤボンディング装置10の構成を示す系統図である。図1において、信号線は一点鎖線で示す。ワイヤボンディング装置10は、ボンディングツールとしてキャピラリ16を用い、ワイヤ81としてアルミニウム線を用い、ウェッジボンディング方式で、2つのボンディング対象物をワイヤ81で接続する装置である。図1では、ワイヤボンディング装置10の構成要素ではないが、ボンディング対象物としての半導体チップ72と基板71が示されている。なお、本実施形態において、ウェッジボンディング方式とは、ワイヤ先端にFABを形成せず、超音波、圧力を用いて行うボンディング方式をいう。

[0020] ワイヤボンディング装置10は、ボンディングステージ14と、XYステージ20と、コンピュータ60を含む。ボンディングステージ14は、2つのボンディング対象物である半導体チップ72と基板71とを搭載するボンディング対象物保持台であり、基板71の下面を吸着固定する。

[0021] 半導体チップ72は、シリコン基板にトランジスタ等を集積化して電子回路としたもので、電子回路としての入力端子と出力端子等が半導体チップ72の上面に複数のパッド73（電極とも言う。図1には1つのパッド73を示す）として引き出されている。

[0022] 基板71は、エポキシ樹脂基板に所望の配線をパターニングしたもので、半導体チップ72の下面を固定するチップパッド（不図示）と、その周囲に配置される複数のリード74（図1には1つのリード74を示す）と、チップパッドや複数のリード74から引き出された基板としての入力端子と出力端子を有する。ワイヤボンディングは、基板71のリード74と半導体チップ72のパッド73との間をワイヤ81で接続することで行われる。なお、

半導体チップ72が実装されている部材（被実装部材）は基板71以外に、例えばリードフレームがある。被実装部材がリードフレームの場合には、ワイヤボンディングにより、リードフレームのリードと半導体チップ72のパッド73との間をワイヤ81で接続することになる。

[0023] ボンディングステージ14の上面には、キャピラリ16の先端から延び出したワイヤ（ワイヤテール82）を折り曲げるための折り曲げステーション78が設けられている。折り曲げステーション78は、円柱状の部材であり、上面75と、上面75の略中央に形成された孔76を有する。孔76の直径はワイヤ81の直径よりも大きくなっており、孔76の内面76aは円筒面である。折り曲げステーション78の上面75は平面で、上面75と孔76の内面76aとは段部を構成している。

[0024] XYステージ20は、ボンディングヘッド21を搭載し、ボンディングステージ14に対し、ボンディングヘッド21をXY平面内の所望の位置に移動させる移動台である。XY平面は、ボンディングステージ14の上面と平行な平面である。Y方向は、後述する超音波トランスデューサ13の長手方向に平行な方向である。図1に、X方向、Y方向と、XY平面に垂直な方向であるZ方向を示した。

[0025] ボンディングヘッド21は、XYステージ20に固定されて搭載され、Z方向モータ19を内蔵する。Z方向モータ19の回転制御によってZ駆動アーム23が回転する。Z駆動アーム23には、超音波トランスデューサ13と、クランパ17が取り付けられている。Z駆動アーム23は、Z方向モータ19の回転制御によって、ボンディングヘッド21に設けられる回転中心（例えばZ方向モータ19の出力軸）の周りに回転可能な部材である。Z駆動アーム23の回転によって、超音波トランスデューサ13を介してキャピラリ16がZ方向に移動する。なお、ボンディングヘッド21に設けられる回転中心は、必ずしもZ方向モータ19の出力軸ではなく、Z駆動アーム23、超音波トランスデューサ13、クランパ17等を含めた全体の重心位置を考慮し、回転負荷が軽減される位置に設定される。XYステージ20とZ

駆動アーム 23 が、移動機構 18 を構成する。

[0026] 超音波トランスデューサ 13 は、根元部が Z 駆動アーム 23 に取り付けられ、先端部にワイヤ 81 を挿通するキャピラリ 16 が取り付けられる細長い棒部材である。超音波トランスデューサ 13 には超音波振動子 15 が取り付けられ、超音波振動子 15 を駆動することで発生する超音波エネルギーをキャピラリ 16 に伝達する。したがって、超音波トランスデューサ 13 は、超音波振動子 15 からの超音波エネルギーを効率よくキャピラリ 16 に伝達できるように、先端側に行くほど先細りとなるホーン形状に形成される。

[0027] 図 2A は、キャピラリ 16 の先端部の側断面図であり、図 2B は、キャピラリ 16 の先端部の底面図である。キャピラリ 16 は、棒状体であり、ワイヤが挿通される長手方向に延びた貫通孔 16b と、先端の貫通孔 16b の周縁に設けられてボンディング対象にワイヤを押圧する押圧面 16a とを有するボンディングツールである。かかるキャピラリ 16 としては、ボールボンディングに用いられるセラミック製のキャピラリをそのまま用いることができる。ボールボンディングに用いられるキャピラリは、FAB を保持しやすいように、貫通孔の先端面側に適当なチャンファと呼ばれる隅部形状が設けられているが、本実施形態のウェッジボンディング方式では、ボールボンディング用のキャピラリを用い、このキャピラリの貫通孔の先端面側の下面に、平面である押圧面 16a を備える。

[0028] ウェッジボンディング用のツールは、先端部に、長手方向に対し斜めに設けられるワイヤガイドと、ワイヤの側面を押圧するための押圧面を有するので、ツールの長手方向軸の周りに回転対称でなく、ワイヤは、ワイヤガイドの方向に沿った方向性を有して横方向に突き出す。このようなウェッジボンディング用のツールを用いると、リード、パッドの配置によっては、そのままではワイヤガイドの方向がワイヤの接続方向と合わないことが生じる。

[0029] 例えば、基板 71 の中央部に半導体チップ 72 が搭載され、半導体チップ 72 の周辺部に沿って一周するように複数のパッド 73 が配置され、基板 71 にも、半導体チップ 72 の外側に沿って一周するように複数のリード 74

が設けられる場合には、リード74とパッド73を結ぶワイヤの接続方向が複数のワイヤボンディングのそれぞれによって異なる。ワイヤガイドの方向をワイヤの接続方向に合わせるには、ウェッジボンディング用のツールを長手方向軸の周りに回転させるか、基板71を回転させる必要がある。

[0030] これに対し、キャピラリ16の先端の押圧面16aは、キャピラリ16の長手方向軸の周りに回転対称の形状であるので、リード74とパッド73を結ぶワイヤの接続方向がワイヤボンディングごとに異なっても、キャピラリ16の先端から突き出るワイヤテール82の方向を少し変更する整形処理を行うだけで済む。このため、ウェッジボンディングにキャピラリ16を用いる。

[0031] 一方で、ウェッジボンディングにキャピラリ16を用いた場合、図10に示すように、パッド1073またはリード1074に第1ボンド（図10にはリード1074に第1ボンドした例を示す）した際に、第1ボンド点1083（接合部）に連なって、長めの接合部テール1083a（ワイヤテール）が形成される。これは、図5Dに示すように、キャピラリ16の先端から折り曲がって突き出るワイヤテール82が、キャピラリ16の押圧面16aの外周端よりも外側に少し飛び出した状態で、第1ボンドが行われるためである。本実施形態のワイヤボンディング装置10は、後で詳述するように、隣り合う、長い接合部テール1083a同士がショートしてしまうことが防がれるように、ボンディングを行う。

[0032] 図1に戻り、キャピラリ16に挿通されるワイヤ81は、アルミニウムの細線である。ワイヤ81は、ボンディングヘッド21から延びるワイヤホルダに設けられるワイヤスプール11に巻回され、ワイヤスプール11からクランプ17を介してキャピラリ16の中心部の貫通孔16b（図2A参照）に挿通されて、キャピラリ16の先端から突き出る。かかるワイヤ81の材質としては、純アルミニウム細線の他に、シリコン、マグネシウム等を適当に混合させた細線等を用いることができる。ワイヤ81の直径は、ボンディング対象物によって選択することができる。ワイヤ81の直径の一例を挙げ

ると、 $30\mu\text{m}$ である。

[0033] クランパ17は、Z駆動アーム23に取り付けられ、ワイヤ81の両側に配置される1組の挟み板を含む。クランパ17は、向かい合う挟み板の間を開くことでワイヤ81を自由移動状態とし、向かい合う挟み板の間を閉じることで、ワイヤ81の移動を停止させる。クランパ17は、Z駆動アーム23に取り付けられるので、キャピラリ16と共に移動し、ワイヤ81を適切に挟むことができる。クランパ17の開閉は、クランパ開閉機構27の作動によって行われる。

[0034] ワイヤボンディング装置10は、半導体チップ72、基板71などの画像を取得する撮像手段であるカメラ28を含む。カメラ28は、ボンディング中にボンディング対象物を撮像し、撮像した画像に基づいてキャピラリ16のXY方向の位置合わせが行なわれる。また、ボンディング開始前に、カメラ28がボンディング対象物を撮像することにより、基板71の各リード74のXY方向の位置データ、半導体チップ72の各パッド73のXY方向の位置データ、および、基板71の各リード74の幅、長さ、傾き（延出方向）のデータ等が取得される。それらのデータは、記憶部32に制御データ40の一部として記憶される。なお、ボンディング開始前のデータの取得は、例えば同一仕様の半導体装置（半導体チップ72と基板71をワイヤボンディングした半導体装置）を連続して製造する場合には、先頭の半導体装置に対して行うだけでもよい。

[0035] ここで、上記データの取得についてもう少し詳しく説明する。制御部30は、記憶部32からプログラムを読み出して実行することにより、形状取得手段として機能する。形状取得手段は、カメラ28を用いて、ワイヤ81が接続されるリード74の形状を取得し、記憶部32に記憶する。好ましくは、形状取得手段は、リード74のワイヤ81が接続される箇所が延びる方向であるリード方向を認識し、記憶部32に記憶する。なお、形状取得手段は、基板71の全てのリード74のリード方向の認識をボンディング開始前に行なってもよいし、各リード74がボンディングされるタイミングで、ワイ

ヤ 81 が次に接続されるリード 74 のリード方向を認識してもよい。

[0036] 図 1 に示す構成の説明に戻る。コンピュータ 60 は、ワイヤボンディング装置 10 の各要素の動作を全体として制御する。コンピュータ 60 は、CPU を有する制御部 30 と、インターフェース回路 44 と、記憶部 32 を含んで構成される。これらは互いにデータバス 31 で接続される。

[0037] インターフェース回路 44 は、制御部 30 とワイヤボンディング装置 10 の各要素との間に設けられる駆動回路またはバッファ回路である。本明細書では、インターフェース回路を I/F とも記す。インターフェース回路 44 は、XY ステージ 20 に接続される XY ステージ I/F、Z 方向モータ 19 に接続される Z 方向モータ I/F、超音波振動子 15 に接続される超音波振動子 I/F、クランプ開閉機構 27 に接続されるクランプ開閉機構 I/F、カメラ 28 に接続されるカメラ I/F などを含む。

[0038] 記憶部 32 は、各種プログラムと、制御データを格納する記憶装置である。各種プログラムは、ボンディング方向計算プログラム 33、第 1 のワイヤテール延出プログラム 34、第 1 のテールカットプログラム 35、第 2 のワイヤテール延出プログラム 36、第 2 のテールカットプログラム 37、ワイヤテール折り曲げプログラム 38、その他の制御処理に関する制御プログラム 39 である。制御データ 40 は、各種プログラムを実行するときに必要なデータ等である。

[0039] 制御部 30 は、ボンディング方向計算プログラム 33、第 1 のワイヤテール延出プログラム 34、第 1 のテールカットプログラム 35、第 2 のワイヤテール延出プログラム 36、第 2 のテールカットプログラム 37、ワイヤテール折り曲げプログラム 38 のそれぞれを記憶部 32 から読み出して実行することにより、ボンディング方向計算手段、第 1 のワイヤテール延出手段、第 1 のテールカット手段（第 1 の切断手段、または、単に切断手段とも言う）、第 2 のワイヤテール延出手段、第 2 のテールカット手段（第 2 の切断手段とも言う）、ワイヤテール折り曲げ手段（単に折り曲げ手段とも言う）として機能する。なお、第 2 のワイヤテール延出プログラム 36 と第 2 のテール

ルカットプログラム 37 は、第 1 のワイヤテール延出プログラム 34 と第 1 のテールカットプログラム 35 に代えて使用するプログラムであり、以降説明する最初の実施形態では使用しない。

[0040] 次に、以上のように構成されたワイヤボンディング装置 10 によって基板 71 のリード 74 と半導体チップ 72 のパッド 73 をワイヤで接続する工程について説明する。図 3 は、半導体チップ 72 のパッド 73 の一部と、基板のリード 74 の一部を示す上面図である。図 3 を含め各図において、接合部テール 83a, 183a, 283a, 383a, 483a は誇張して長めに描かれている。本実施形態では、最初に図 3 の右下に示す第 1 リード 174 と第 1 パッド 173 を第 1 接続ワイヤ 184 で接続し（第 1 ボンディング）、次に第 1 リード 174 の上側にある第 2 リード 175 と、第 1 パッド 173 の上側にある第 2 パッド 273 を第 2 接続ワイヤ 284 で接続する（第 2 ボンディング）。以下同様に図 3 に示す矢印 AR1 のように、各リード 74 とパッド 73 を反時計周りに順次接続していく（第 n ボンディング、n は整数）。なお、各ボンディングにおいて、基板のリードにワイヤを第 1 ボンドした後、ワイヤをルーピングし、半導体チップのパッドに第 2 ボンドする。

[0041] 制御部 30 は、記憶部 32 に格納されている制御プログラム 39、ボンディング方向計算プログラム 33、第 1 のワイヤテール延出プログラム 34、第 1 のテールカットプログラム 35、ワイヤテール折り曲げプログラム 38、および制御データ 40 を読み出して、ボンディングを制御する。図 5A に示すように、最初に、キャピラリ 16 は、折り曲げステーション 78 の孔 76 よりも外側に位置しており、キャピラリ 16 の先端の押圧面 16a からワイヤテール 82 が直線状に所定の長さだけ延出し、クランプ 17 は閉とされている。

[0042] 図 4 は、本実施形態におけるワイヤボンディング装置 10 の動作を示すフローチャートである。まず、S101 で、制御部 30 は、整数 n を 1 に初期設定する。次に、S102 で、制御部 30 は、ワイヤテール折り曲げプログラム 38 を実行することにより、ワイヤテール折り曲げ手段として機能する

。制御部30（ワイヤテール折り曲げ手段）は、XYステージ20を制御して、図5Aに示すように、ボンディングステージ14に対してキャピラリ16を移動させ、キャピラリ16の中心が折り曲げステーション78の孔76の直上に来るようにする。そして、図5Bに示すように、キャピラリ16が孔76の直上に来たら、制御部30は、Z方向モータ19を介してZ駆動アーム23を制御し、キャピラリ16の先端の押圧面16aを折り曲げステーション78の上面75から少しだけ高い位置まで降下する。これにより、キャピラリ16の先端から直線状に延出しているワイヤテール82の先端は、折り曲げステーション78の孔76の中に入る。

[0043] 整数nは1に設定されているので、図4のS103に示すように、制御部30は最初にボンディングする第1リード174の延出方向を取得する。記憶部32には、制御データ40の一部として、ボンディングを行う各リード74の傾き（延出方向）が格納されている。制御部30は、記憶部32から第1リード174の延出方向を読み出して取得する。第1リード174の延出方向は、前述した形状取得手段により認識された第1リード174のリード方向である。

[0044] 次に、図4のS104で、制御部30（ワイヤテール折り曲げ手段）は、XYステージ20を制御して、図6に示すように、キャピラリ16の中心を第1リード174の延出方向191（図6，7参照）に沿ってパッドの側に水平に移動させる。すると、図5Cに示すように、孔76の中に入っていたワイヤテール82は孔76の内面76aと折り曲げステーション78の上面75との角部（段部）に引っ掛かり、キャピラリ16の水平移動に従って横方向に折り曲げられていく。そして、キャピラリ16の中心が孔76の外側まで移動すると、ワイヤテール82は押圧面16aと上面75との間に挟まれ、ワイヤテール82はキャピラリ16の貫通孔16bに挿通されているワイヤ81に対して略直角方向に折り曲げられる。そして、図6に示すように、折り曲げられたワイヤテール82の先端は第1リード174の延出方向191に向いている。なお、前述した形状取得手段により第1リード174の

リード方向以外のリード形状データが取得されている場合には、制御部30を第1の算出手段（単に算出手段とも言う）として機能させ、形状取得手段により取得された第1リード174のリード形状に基づいて、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を算出してから、上記動作を行うとしてもよい。

[0045] ワイヤテール82の折り曲げが終わったら、図4のS105で、制御部30は、整数nが1に設定されているので、XYステージ20を制御して、キャピラリ16の中心を第1リード174の上に移動させる。

[0046] キャピラリ16の中心が第1リード174の上に移動したら、図4のS106で、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16の先端を第1リード174の上に降下させる。そして、図5Eに示すように、制御部30は、キャピラリ16の先端から延出し、図7に示す第1リード174の延出方向191に沿って折り曲げられているワイヤテールの側面をキャピラリ16の先端の押圧面16aによって第1リード174の上に押し付けると共に、超音波振動子15を駆動して、キャピラリ16でワイヤテール82を第1リード174の上にウェッジボンディングにより接合する。この接合によって第1リード174の上面には接合部183が形成されると共に、それに連なって接合部テール183aが形成される。キャピラリ16の先端のワイヤテール82が第1リード174の延出方向191に向いていた為、接合部テール183aは、第1リード174の延出方向191に沿って形成される。

[0047] 第1リード174へのワイヤテール82の接続が終了したら、図4のS107で、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16の先端を上昇させる。そして、制御部30は、ボンディング方向計算プログラム33を実行することによりボンディング方向計算手段として機能する。記憶部32の中には、制御データ40の一部として、各リード74のXY方向の位置データと半導体チップ72の各パッド73のXY方向の位置データが格納されている。制御部30は記憶部32から図7に示す第1リード174の

XY方向の位置データと、第1パッド173のXY方向の位置データを読み出し、第1リード174と第1パッド173を結ぶ第1ボンディングの方向を第1ワイヤ方向192（第1の直線方向）として計算する。制御部30は、キャピラリ16の先端を上昇させると共に、XYステージ20を制御して、キャピラリ16の中心を図7に示す第1ワイヤ方向192に移動させる。また、この際、制御部30は、クランパ開閉機構27を制御してクランパ17を開とする。これによって、図5Fに示すように、キャピラリ16の先端からワイヤ81が繰り出されながら、キャピラリ16は図7に示す第1ワイヤ方向192に沿って斜め上方向に向かって上昇する。

[0048] 次に、図4のS108で、制御部30は、Z駆動アーム23とXYステージ20を制御して、整数nが1に設定されているので、キャピラリ16の先端を所定の高さまで上昇させたら、図5Gに示すように第1パッド173に向かってループ状に移動させる。この動作によってキャピラリ16の中心は、図7に示す第1リード174の接合部183から第1パッド173に向かって第1ワイヤ方向192に沿って移動していく。

[0049] そして、キャピラリ16の中心が第1パッド173の直上まで移動したら、図4のS109で、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16の先端を第1パッド173の上に降下させる。そして、図5Hに示すように、キャピラリ16の先端から延出しているワイヤ81の側面をキャピラリ16の先端の押圧面16aによって第1パッド173の上に押し付けると共に、超音波振動子15を駆動して、キャピラリ16によりワイヤ81の側面を第1パッド173の上にウェッジボンディングで接合する。この接合によって第1パッド173の上面には接合部185が形成される。このように、第1パッド173にワイヤ81をウェッジボンディングにより接合すると、図5Hに示すように、第1リード174と第1パッド173の間は山形のループ状で、図7に示すようにXY平面上では第1ワイヤ方向192に延びる直線状の第1接続ワイヤ184で接続される。

[0050] 第1パッド173へのボンディングが終了すると、図4のS110で、制

制御部30は、次にボンディングするリード74、パッド73があるかどうかを判断する。整数 n は1に設定されており、 $(n+1)$ は2となり、本実施形態では、第2リード274と第2パッド273を接続する第2ボンディングがあるので、制御部30は、図4のS110に示す、第 $(n+1)$ ボンディングがあると判断し、図4のS111に進む。

[0051] S111で、制御部30は、次にボンディングする第2リード274の延出方向291（図7参照）を、記憶部32から読み出して取得する。第2リード274の延出方向は、前述した形状取得手段により認識された第2リード274のリード方向である。そして、S112で、制御部30は、図7に示す第1ワイヤ方向192と第2リード274の延出方向291の角度差 θ_1 （第1角度とも言う）を計算し、この角度差 θ_1 と所定の角度とを比較する。ここで所定の角度は、以降説明する、キャピラリ16先端のワイヤテール82の延出および切断の動作を行う際に、ワイヤテール82に引っ張られて第1パッド173や第1パッド173上面の接合部185が損傷することがない程度の角度であり、本実施形態では、 45° とする。なお、この角度は 45° に限定されるものではない。

[0052] 図4のS112で、角度差 θ_1 は所定の角度差（ 45° ）よりも小さいので、S113に進む。S113で、制御部30は、第1のワイヤテール延出プログラム34を実行することにより、第1のワイヤテール延出手段として機能する。制御部30（第1のワイヤテール延出手段）は、Z駆動アーム23とXYステージ20を制御して、図7に示すように、キャピラリ16の先端のXY面での移動方向を第2リード274の延出方向291として、図51に示すようにキャピラリ16の先端を斜め上方に向かって移動させる。これにより、キャピラリ16の先端からワイヤテール82が延出される。ワイヤテール82は、接合部185の端部との境界部分で角度 θ_1 だけ曲がる。なお、前述した形状取得手段により第2リード274のリード方向以外のリード形状データが取得されている場合には、制御部30を第1の算出手段として機能させ、形状取得手段により取得された第2リード274のリード形

状に基づいて、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を算出してから、上記動作を行うとしてもよい。なお、以下のテールカット動作も同様である。

[0053] 次に、図4のS114で、制御部30は、キャピラリ16の先端のワイヤテール82の長さが所定の長さになったかどうかを判断する。ワイヤテール82の長さが所定の長さになった場合には、S115で、制御部30は、第1のテールカットプログラム35を実行することで第1のテールカット手段として機能する。制御部30（第1のテールカット手段）は、クランパ開閉機構27を制御することにより、クランパ17を閉とする。そして、制御部30（第1のテールカット手段）は、Z駆動アーム23とXYステージ20を制御して、キャピラリ16の先端のXY面での移動方向を第2リード274の延出方向291として、キャピラリ16の先端を斜め上方に向かって移動させる。すると、図5Jに示すように、ワイヤテール82は、一番強度が低下している第1パッド173と接合部185の境界で切断され、ワイヤテール82は第1パッド173から切り離される。この際、図7に示すように、キャピラリ16の先端から延出したワイヤテール82は、XY面内では、第2リード274の延出方向291に延びている。すなわち、キャピラリの端部から延出するワイヤテール82の延出方向と、第2リード274の延出方向291とが同じとなっている。なお、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を、テール延出方向、または、第1のテール延出方向と言うこともできる。

[0054] ワイヤテール82を切断したら、図4のS116で、制御部30は、整数nを1だけインクリメントして、S105に戻る。この際、整数nは1だけインクリメントされて2となっているので、図5Kに示すように制御部30はキャピラリ16の中心を第2リード274の直上に移動させる。

[0055] 第2リード274の直上に移動させたら、先に説明したのと同様に、図4のS106で、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16の先端を第2リード274の上に降下させる。そして、制御部30は、キ

キャピラリ 16 の先端から延出し、図 7 に示す第 2 リード 274 の延出方向 291 に沿って折り曲げられているワイヤテール 82 の側面をキャピラリ 16 の先端の押圧面 16a によって第 2 リード 274 の上に押し付けると共に、超音波振動子 15 を駆動して、キャピラリ 16 でワイヤテール 82 を第 2 リード 274 の上にウェッジボンディングにより接合する。この接合によって第 2 リード 274 の上面には接合部 283 が形成されると共に、それに連なって接合部テール 283a が形成される。キャピラリ 16 の先端のワイヤテール 82 が第 2 リード 274 の延出方向 291 に向いていた為、接合部テール 283a は、第 2 リード 274 の延出方向 291 に沿って形成される。

[0056] 第 2 リード 274 にワイヤテール 82 をボンディングすると、図 4 の S107～S109 で、制御部 30 は、キャピラリ 16 を上昇させて、第 2 パッド 273 に向かってルーピングし、第 2 パッド 273 にワイヤ 81 の側面を押しつけて接合部 285 を形成し、第 2 リード 274 と第 2 パッド 273 の間を第 2 接続ワイヤ 284 で接続する。そして、図 4 の S110 で、制御部 30 は、第 $(n+1)$ ボンディングがあるかどうかを判断する。整数 n は 2 に設定されており、 $(n+1)$ は 3 となり、本実施形態では、第 3 リード 374 と第 3 パッド 373 を接続する第 3 ボンディングがあるので、制御部 30 は、図 4 の S110 に示す、第 $(n+1)$ ボンディングがあると判断し、図 4 の S111 に進む。

[0057] 次に、図 4 の S111 で、制御部 30 は、第 3 リード 374 の延出方向 391 を取得し、S112 で、制御部 30 は、図 7 に示す第 2 ワイヤ方向 292（第 2 リード 274 と第 2 パッド 273 を結ぶ第 2 ボンディングの方向（第 2 の直線方向））と第 3 リード 374 の延出方向 391 の角度差 $\theta 2$ （第 1 角度）を計算し、この角度差 $\theta 2$ と所定の角度とを比較する。図 7 に示すように、角度差 $\theta 2$ は所定の角度差（ 45° ）よりも小さいので、S113 に進み、制御部 30 は、第 3 リード 374 の延出方向 391 に沿ってキャピラリ 16 を斜め上方に向かって上昇させる。そして、S113、S114 で、制御部 30 は、所定の長さだけワイヤテール 82 を延出させた後、S1

15で、制御部30は、クランパ17を閉として、キャピラリ16を第3リード374の延出方向391に沿って移動させてワイヤテール82を切断する。これにより、キャピラリ16の先端から延出したワイヤテール82は、XY面内では、第3リード374の延出方向391に延びることになる。そして、図4のS116で、再度nを1だけインクリメントして図4のS105に戻る。

[0058] そして、先の説明に従って、図4のS105～S109を実行し、図3に示すように第3リード374と第3パッド373の間を第3接続ワイヤ384で接続する。第3リード374の上面には第3接合部383が形成されると共に、それに連なって接合部テール383aが形成される。接合部テール383aは、第3リード374の延出方向391に沿って延びている。

[0059] 次に、第4ボンディングがあるのでS110がYesとなり、S111に進み、第4リード474の延出方向491を取得する。そして、図4のS112で、図3に示す第3ワイヤ方向392（第3リード374と第3パッド373を結ぶ第3ボンディングの方向（第3の直線方向））と第4リード474の延出方向491の角度差 θ_3 （第1角度）を計算し、この角度差 θ_3 と所定の角度とを比較する。ここで、図3に示すように、角度差 θ_3 は所定の角度差（ 45° ）よりも大きい。この場合、S118に進み、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16を略垂直に上昇させる。これにより、キャピラリ16の先端からワイヤテール82が延出される。

[0060] 次に、図4のS119で、制御部30は、キャピラリ16の先端のワイヤテール82の長さが所定の長さになった場合には、クランパ開閉機構27を制御して、クランパ17を閉とする。そして、制御部30は、Z駆動アーム23を制御して、キャピラリ16を略垂直に上昇させる。それにより、ワイヤテール82は、キャピラリ16から略直線状に延出した状態で切断される。

[0061] このように、図4のS112で、先のボンディングのワイヤ方向（図3では392）と、次のリードの延出方向（図3では491）の角度差が所定の

角度より大きい場合、S 1 1 8, S 1 1 9を実行することにより、キャピラリ 1 6の先端から略直線状にワイヤテール 8 2を延出させて切断する。このように処理する理由は、先のボンディングのワイヤ方向と、次のリードの延出方向の角度差が大きい場合、図 4の S 1 1 3～S 1 1 5に従って、次のリードの延出方向に向かってキャピラリ 1 6を移動させてワイヤテール 8 2を引っ張ると、ワイヤテール 8 2が接合部 3 8 5の端部の境界部分で大きな角度で曲がった状態で引っ張られることになるため、パッド 3 7 3やパッド 3 7 3の上面の接合部 3 8 5が剥がれる（損傷する）可能性があるためである。

[0062] 図 4の S 1 1 8, S 1 1 9を経ると、キャピラリ 1 6の先端のワイヤテール 8 2は略直線状に伸びており、次にボンディングを行う第 4 リード 4 7 4の延出方向 4 9 1に伸びていない。そこで、キャピラリ 1 6を折り曲げステーション 7 8に移動させて、キャピラリ 1 6の先端のワイヤテール 8 2を、第 4 リード 4 7 4の延出方向 4 9 1に伸びるように成形する。具体的には次のように動作させる。図 4の S 1 1 9の後、S 1 2 0で、制御部 3 0は、 n を 1 だけインクリメントし、 n は 4 になる。そして、S 1 0 2に戻り、制御部 3 0は、ワイヤテール折り曲げプログラム 3 8を実行することにより、ワイヤテール折り曲げ手段として機能する。制御部 3 0（ワイヤテール折り曲げ手段）は、キャピラリ 1 6を折り曲げステーション 7 8に移動させて、キャピラリ 1 6の先端から略直線状に延出しているワイヤテール 8 2の先端を、折り曲げステーション 7 8の孔 7 6の中に入れる（図 5 B 参照）。そして、S 1 0 3で、制御部 3 0は、次にボンディングする第 4 リード 4 7 4の延出方向 4 9 1（図 3 参照）を取得する。次に、S 1 0 4で、制御部 3 0は、キャピラリ 1 6の中心を第 4 リード 4 7 4の延出方向 4 9 1（図 3 参照）に沿ってパッドの側に水平に移動させる。すると、図 5 C に示すように、孔 7 6の中に入っていたワイヤテール 8 2は孔 7 6の内面 7 6 a と折り曲げステーション 7 8の上面 7 5 との角部（段部）に引っ掛かり、キャピラリ 1 6の水平移動に従って横方向に折り曲げられていく。そして、キャピラリ 1 6の

中心が孔 7 6 の外側まで移動すると、ワイヤテール 8 2 は押圧面 1 6 a と上面 7 5 との間に挟まれ、ワイヤテール 8 2 はキャピラリ 1 6 の貫通孔に挿通されているワイヤ 8 1 に対して略直角方向に折り曲げられる。そして、折り曲げられたワイヤテール 8 2 は第 4 リード 4 7 4 の延出方向 4 9 1 に沿って延びる。

[0063] そして、先の説明と同様に、図 4 の S 1 0 5 ~ 1 0 9 を実行することで、図 3 に示すように第 4 リード 4 7 4 と第 4 パッド 4 7 3 の間を第 4 接続ワイヤ 4 8 4 で接続する。第 4 リード 4 7 4 の上面には接合部 4 8 3 が形成されると共に、それに連なって接合部テール 4 8 3 a が形成される。S 1 0 4 の完了時点で、キャピラリ 1 6 の先端のワイヤテール 8 2 が第 4 リード 4 7 4 の延出方向 4 9 1 に沿って折り曲がっていた為、接合部テール 4 8 3 a は、第 4 リード 4 7 4 の延出方向 4 9 1 に沿って形成される。

[0064] 以上説明したようにボンディングを順次を行い、図 4 の S 1 1 0 で、次のボンディング（第（n+1）のボンディング）がない場合には、S 1 1 7 に進み、制御部 3 0 は、所定のボンディング終了動作を実行した後、一連の処理を終了する。

[0065] 次に、以上説明した本実施形態のワイヤボンディング装置 1 0 の作用効果について説明する。

[0066] 以上説明した本実施形態のワイヤボンディング装置 1 0 によれば、図 3 に示すように、基板（被実装部材）の各リード 1 7 4, 2 7 4, 3 7 4, 4 7 4 ... の延出方向（リードのワイヤが接続される箇所が延びる方向）に沿って、各リード上面の各接合部テール 1 8 3 a, 2 8 3 a, 3 8 3 a, 4 8 3 a ... が延びるように形成される。そのため、各リードの上面から各接合部テールがはみ出すことを防ぐことができ、隣り合うリードの接合部テール同士の接触（ショート）を的確に防ぐことができる。

[0067] また、以上説明した本実施形態のワイヤボンディング装置 1 0 によれば、先のボンディングのワイヤ方向と次のリード（次にボンディングするリード）の延出方向との角度差が大きく、先のパッド 7 3 にボンディングした後の

キャピラリ 16 の移動により、キャピラリ 16 先端のワイヤテール 82 を次のリードの延出方向に折り曲げることができない場合には、別途設けた折り曲げステーション 78 によりワイヤテール 82 を次のリードの延出方向に折り曲げることができる。

[0068] また、以上説明した本実施形態のワイヤボンディング装置 10 によれば、ボンディングステージまたはボンディングツールを回転させることなく、ウェッジボンディングを行うことができる。そのため、従来のウェッジツールを用いたボンディング装置よりも高速にウェッジボンディングを行うことができる。また、ボンディングステージやボンディングツールを回転させることが必要なくなるので簡便な装置とすることができる。

[0069] 次に、別の実施形態について説明する。

[0070] 以上説明した実施形態では、リード 74 上面の接合部テール 83 a を、常に、リード 74 の延出方向に沿って形成していた。しかし、別の実施形態として、リード 74 間の間隔が広い基板（被実装部材）、または、基板の中でリード 74 間の間隔が広い部分については、隣り合うリードの接合部テール同士の接触のおそれがないため、リード 74 上面の接合部テール 83 a をワイヤ方向に沿って形成してもよい。接合部テール 83 a をワイヤ方向に沿って形成する方法としては、特許文献 3 の第 0036 段落～第 0070 段落、図 4、図 5 A～図 5 M、図 6 に記載されている方法を適用することができる。特許文献 3 では、パッドに第 1 ボンドし、リードに第 2 ボンドするボンディングを行っているが、それを、リードに第 1 ボンドし、パッドに第 2 ボンドするボンディングに変更すればよい。以下に、本発明の図 1 に示したワイヤボンディング装置 10 によって、リード 74 上面の接合部テール 83 a をワイヤ方向に沿って形成する方法を簡単に説明する。

[0071] ここでは、図 9 に示すように、第 1 リード 174 と第 1 パッド 173 を第 1 接続ワイヤ 184 で接続（第 1 ボンディング）し、次に、第 2 リード 274 と第 2 パッド 273 を第 2 接続ワイヤ 284 で接続（第 2 ボンディング）する場合を例に、接合部テール 183 a, 283 a をワイヤ方向に沿って形

成する方法を説明する。まず、制御部30は、第1リード174と第1パッド173を結ぶ直線方向（第1ワイヤ方向192）を取得する。そして、制御部30は、図8に示すように、折り曲げステーションの孔76と上面を用いて、図4のS104で説明した方法と同様の方法により、キャピラリ16の先端から延出するワイヤテール82を第1ワイヤ方向192に沿って折り曲げる。なお、必要に応じて、制御部30を第2の算出手段として機能させ、第1リード174と第1パッド173を結ぶ直線方向を、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向（第2のテール延出方向）として算出してから、上記動作を行うようにしてもよい。

[0072] そして、制御部30は、図9に示すように、キャピラリ16によりワイヤテール82を第1リード174に第1ボンディングし、ワイヤをルーピングして、第1パッド173に第2ボンディングする。それにより、第1リード174と第1パッド173の間が第1接続ワイヤ184で接続される。第1リード174の上面には接合部183が形成されると共に、それに連なって接合部テール183aが形成される。第1リード174に第1ボンディングする前に、キャピラリ16の先端のワイヤテール82が第1ワイヤ方向192に折り曲がっていたことにより、接合部テール183aは、第1ワイヤ方向192に沿って形成される。

[0073] 第1パッド173（先のパッド）にワイヤをボンディングした後、制御部30は、第2リード274（次のリード）と第2パッド273（次のパッド）を結ぶ直線方向（第2ワイヤ方向292）を取得する。そして、制御部30は、上記した第1のワイヤテール延出プログラム34に代えて、第2のワイヤテール延出プログラム36を実行することにより、第2のワイヤテール延出手段として機能する。制御部30（第2のワイヤテール延出手段）は、第1パッド173にワイヤをボンディングした後、クランプを開としてキャピラリ16を上昇させて、図9に示すように、キャピラリ16を第2ワイヤ方向292に沿って所定距離だけ移動させ、キャピラリ16の貫通孔16bからワイヤテール82を第2ワイヤ方向292に沿った方向に延出させる

。なお、必要に応じて、制御部 30 を第 2 の算出手段として機能させ、第 2 リード 274 と第 2 パッド 273 を結ぶ直線の方角を、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向（第 2 のテール延出方向）として算出してから、上記動作を行うとしてもよい。なお、以下のテールカット動作も同様である。

[0074] そして、制御部 30 は、上記した第 1 のテールカットプログラム 35 に代えて、第 2 のテールカットプログラム 37 を実行することで第 2 のテールカット手段として機能する。制御部 30（第 2 のテールカット手段）は、キャピラリ 16 の先端にワイヤテール 82 を延出させた後、クランプを閉として、キャピラリ 16 を第 2 ワイヤ方向 292 に沿った方向に移動させてワイヤテール 82 を切断する。切断後、キャピラリ 16 の先端から延出するワイヤテール 82 は第 2 ワイヤ方向 292 に沿って折り曲がっている。すなわち、キャピラリの端部から延出するワイヤテール 82 の延出方向と、第 2 ワイヤ方向 292 とが同じとなっている。なお、この際、キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を、第 2 のテール延出方向と言うこともできる。

[0075] 次に、制御部 30 は、図 9 に示すように、キャピラリ 16 によりワイヤテール 82 を第 2 リード 274 に第 1 ボンドし、ワイヤをルーピングして、第 2 パッド 273 に第 2 ボンドする。それにより、第 2 リード 274 と第 2 パッド 273 の間が第 2 接続ワイヤ 284 で接続される。第 2 リード 274 の上面には接合部 283 が形成されると共に、それに連なって接合部テール 283a が形成される。第 2 リード 274 に第 1 ボンドする前に、キャピラリ 16 の先端のワイヤテール 82 が第 2 ワイヤ方向 292 に折り曲がっていたことにより、接合部テール 283a は、第 2 ワイヤ方向 292 に沿って形成される。このようにして、リードとパッドの間をワイヤで接合していくことにより、各リード上面の接合部テールは、ワイヤ方向に沿って形成されることになる。以上が、接合部テールをワイヤ方向に沿って形成する方法の説明である。

[0076] さらに別の実施形態として、ワイヤボンディング装置 10 は、接合部および接合部テールの長さ、基板のリード間隔に基づいて、選択的に、接合部テールの延出方向を変化させるようにしてもよい。例えば、図 3 に示すように、基板のリードにおける接合部（図 3 では接合部 383）と接合部テール（図 3 では接合部テール 383a）を合わせた長さ TL（第 1 の長さ、とも言う）が、リード間の最小間隔 PL より大きい場合には、隣り合う接合部テール同士（図 3 では接合部テール 383a, 283a）が接触する可能性がある。そのため、この場合には、図 4 に示すフローに従って制御を行い、制御部 30 を第 1 のワイヤテール延出手段および第 1 のテールカット手段として機能させ、接合部テールの延出方向をリードの延出方向に合わせるようにする。一方、接合部と接合部テールを合わせた長さ TL が、リード間の最小間隔 PL より同じか小さくなる場合には、図 8, 9 で説明した制御を行い、制御部 30 を第 2 のワイヤテール延出手段および第 2 のテールカット手段として機能させ、接合部テールの延出方向をワイヤ方向に合わせるようにする。このようにすれば、接合部テールの延出方向を最適化することができる。

[0077] なお、オペレータが、不図示の入力装置を用いて、基板のリード毎に接合部テールの延出方向を個別に設定できてもよい。この場合、設定情報を制御データ 40 の一部として記憶部 32 に予め格納しておく。ワイヤボンディング装置 10 は、ボンディングの際に、記憶部 32 から設定情報を読み出して、設定情報に従って基板のリード毎に接合部テールの延出方向を変化させる。

符号の説明

[0078] 10 ワイヤボンディング装置、11 ワイヤスプール、13 超音波トランスデューサ、14 ボンディングステージ、15 超音波振動子、16 キャピラリ（ボンディングツール）、16a 押圧面、16b 貫通孔、17 クランパ、18 移動機構、19 Z 方向モータ、20 XY ステージ、21 ボンディングヘッド、23 Z 駆動アーム、27 クランパ開閉

機構、28 カメラ、30 制御部、31 データバス、32 記憶部、33 ボンディング方向計算プログラム、34 第1のワイヤテール延出プログラム、35 第1のテールカットプログラム、36 第2のワイヤテール延出プログラム、37 第2のテールカットプログラム、38 ワイヤテール折り曲げプログラム、39 制御プログラム、40 制御データ、44 インターフェース回路、60 コンピュータ、71 基板、72 半導体チップ、73 パッド（電極）、74 リード、75 上面、76 孔、76a 内面、78 折り曲げステーション、81 ワイヤ、82 ワイヤテール、83 接合部（第1ボンド点）、83a 接合部テール（ワイヤテール）、84 接続ワイヤ、85 接合部（第2ボンド点）、173 第1パッド、174 第1リード、183 接合部、183a 接合部テール、184 第1接続ワイヤ、185 接合部、191 第1リードの延出方向、192 第1ワイヤ方向、273 第2パッド、274 第2リード、283 接合部、283a 接合部テール、284 第2接続ワイヤ、285 接合部、291 第2リードの延出方向（ワイヤテールの延出方向）、292 第2ワイヤ方向、373 第3パッド、374 第3リード、383 接合部、383a 接合部テール、384 第3接続ワイヤ、385 接合部、391 第3リードの延出方向（ワイヤテールの延出方向）、392 第3ワイヤ方向、473 第4パッド、474 第4リード、483 接合部、483a 接合部テール、484 第4接続ワイヤ、485 接合部、491 第4リードの延出方向、1072 半導体チップ、1073 パッド、1074 リード、1083 接合部（第1ボンド点）、1083a 接合部テール（ワイヤテール）、1084 ワイヤ。

請求の範囲

- [請求項1] 被実装部材のリードと半導体ダイの電極とをワイヤで接続するワイヤボンディング装置であって、
- 前記ワイヤが挿通されるキャピラリと、
- 前記ワイヤが接続されるリードの形状を取得する形状取得手段と、
- 前記ワイヤが次に接続されるリードの形状に基づいて、前記キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向を算出する算出手段と、
- 前記リードと前記電極とを前記ワイヤで接続した後、前記延出方向に前記キャピラリを移動させて前記ワイヤを切断して前記ワイヤテールを形成する切断手段とを備える、
- ことを特徴とするワイヤボンディング装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のワイヤボンディング装置であって、
- 前記ワイヤテールの前記延出方向はテール延出方向であり、
- 前記形状取得手段は、前記ワイヤが次に接続されるリードの前記ワイヤが接続される箇所が延びる方向であるリード方向を認識し、
- 前記切断手段は、前記テール延出方向が前記リード方向と同じ方向になるように前記ワイヤテールを形成する、
- ことを特徴とするワイヤボンディング装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のワイヤボンディング装置であって、
- 前記ワイヤテールの前記延出方向はテール延出方向であり、
- 前記キャピラリの先端から延出した前記ワイヤテールを引っ掛ける段部を有する折り曲げステーションと、
- 前記キャピラリを前記折り曲げステーションに移動させ、前記ワイヤテールを前記段部に沿った位置に配置した後、前記テール延出方向に前記ワイヤテールを折り曲げる折り曲げ手段と、をさらに備える、
- ことを特徴とするワイヤボンディング装置。
- [請求項4] 請求項3に記載のワイヤボンディング装置であって、

前記リードと前記電極とを接続した前記ワイヤの方向と、前記ワイヤが次に接続されるリードの前記ワイヤが接続される箇所が延びる方向であるリード方向とのなす角度である第1角度を取得し、

前記第1角度が所定の角度よりも小さい場合には前記切断手段によって前記ワイヤテールを形成し、前記第1角度が所定の角度以上である場合には、前記折り曲げ手段によって前記ワイヤテールの形成を行う、

ことを特徴とするワイヤボンディング装置。

[請求項5]

請求項1に記載のワイヤボンディング装置であって、

前記算出手段は、第1の算出手段であり、

前記切断手段は、第1の切断手段であり、

前記ワイヤテールの前記延出方向は第1のテール延出方向であり、

前記ワイヤが次に接続される前記リードと前記電極の間を結ぶ直線
の方向を、前記キャピラリの端部から延出するワイヤテールの延出方向である第2のテール延出方向として算出する第2の算出手段と、

前記リードと前記電極とを前記ワイヤで接続した後、前記第2のテール延出方向に前記キャピラリを移動させて前記ワイヤを切断して前記ワイヤテールを形成する第2の切断手段と、をさらに備える、

ことを特徴とするワイヤボンディング装置。

[請求項6]

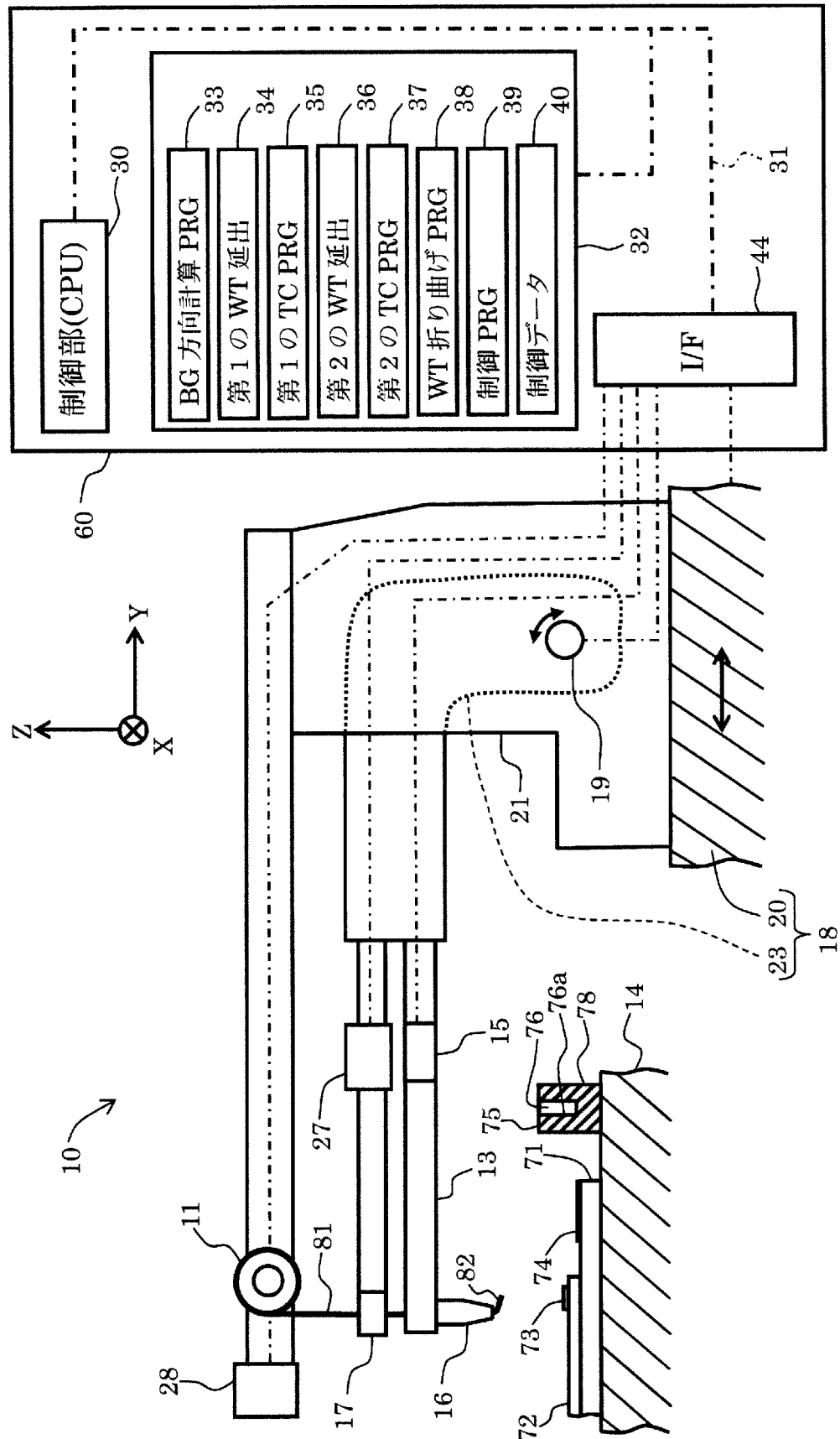
請求項5に記載のワイヤボンディング装置であって、

前記リードに形成される接合部と前記接合部から突出した接合部テールを合わせた第1の長さを取得し、

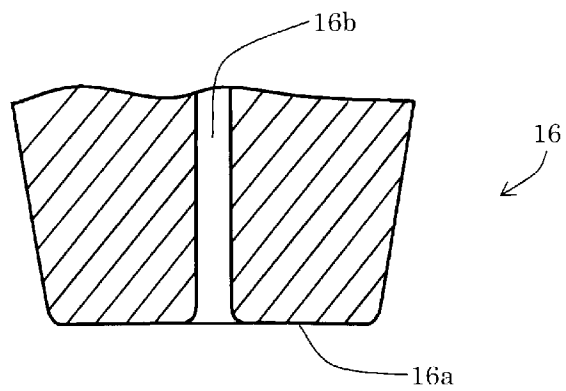
前記第1の長さが、前記被実装部材のリード間の最小間隔より大きくなる場合には、前記第1の切断手段によって前記ワイヤテールを形成し、前記第1の長さが、前記最小間隔よりも同じか小さくなる場合には前記第2の切断手段によって前記ワイヤテールを形成する、

ことを特徴とするワイヤボンディング装置。

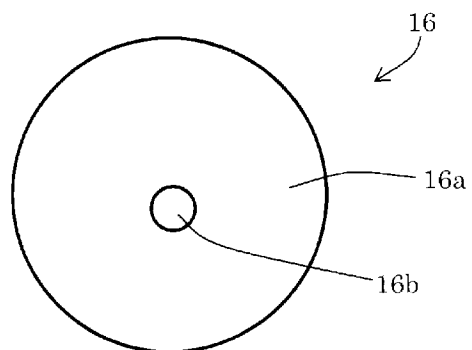
[図1]



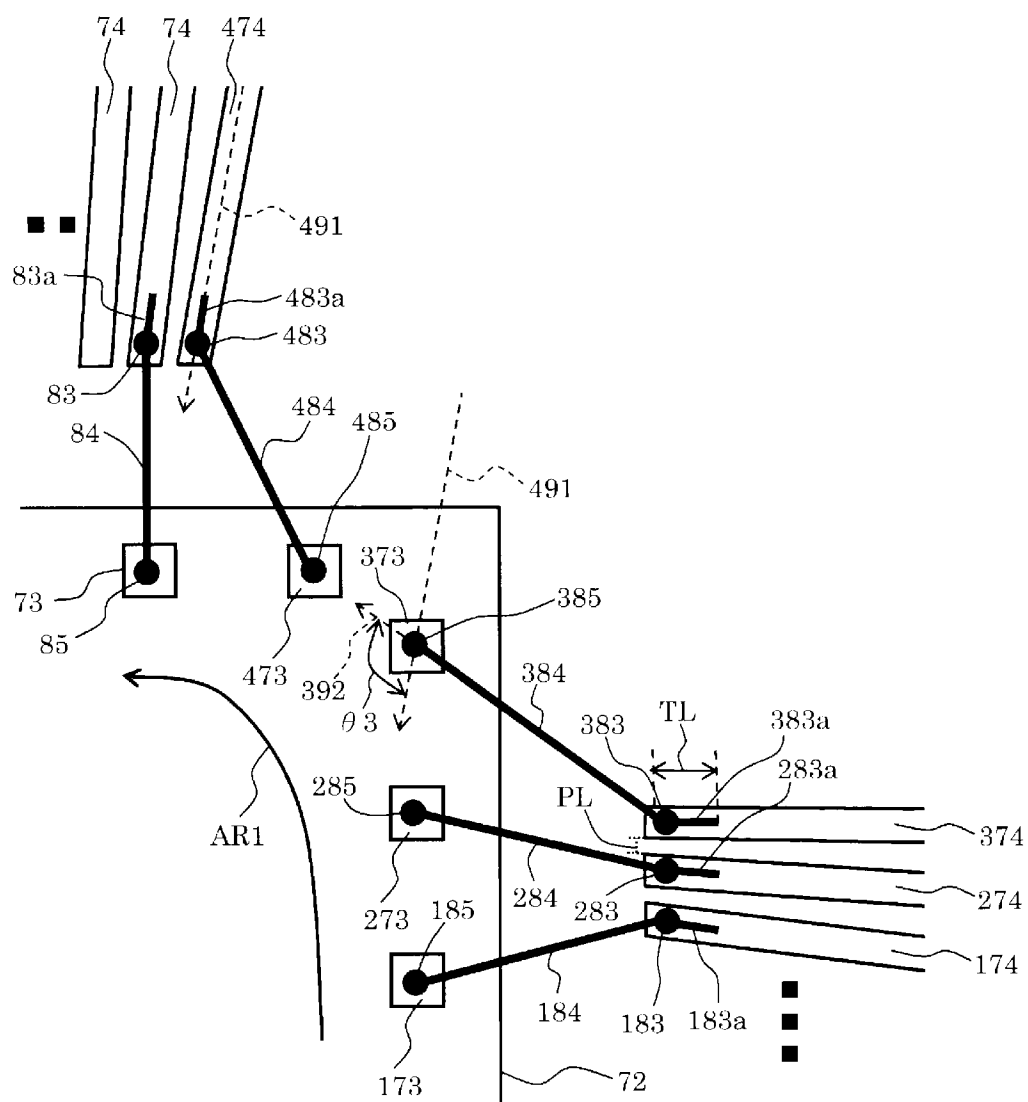
[図2A]



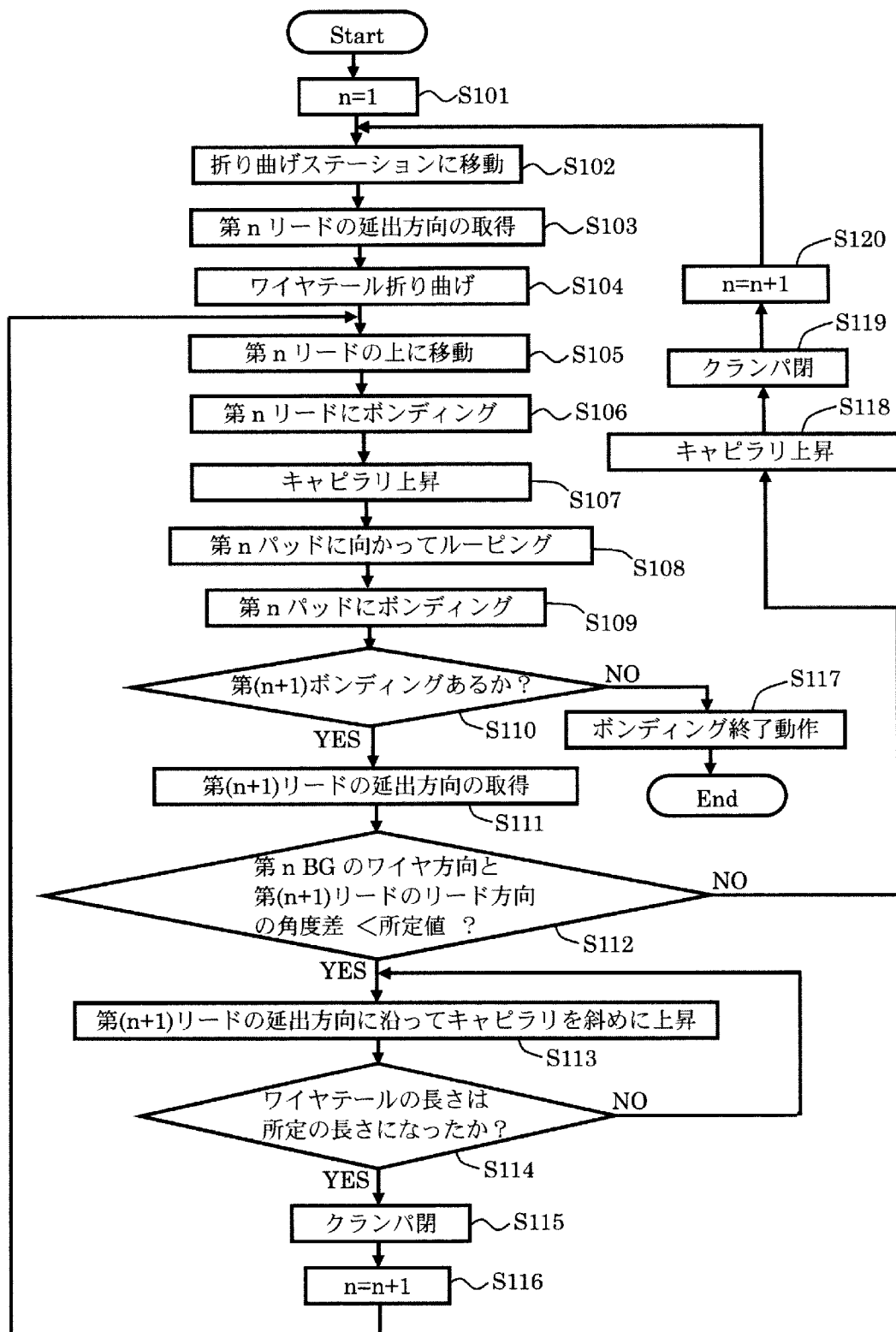
[図2B]



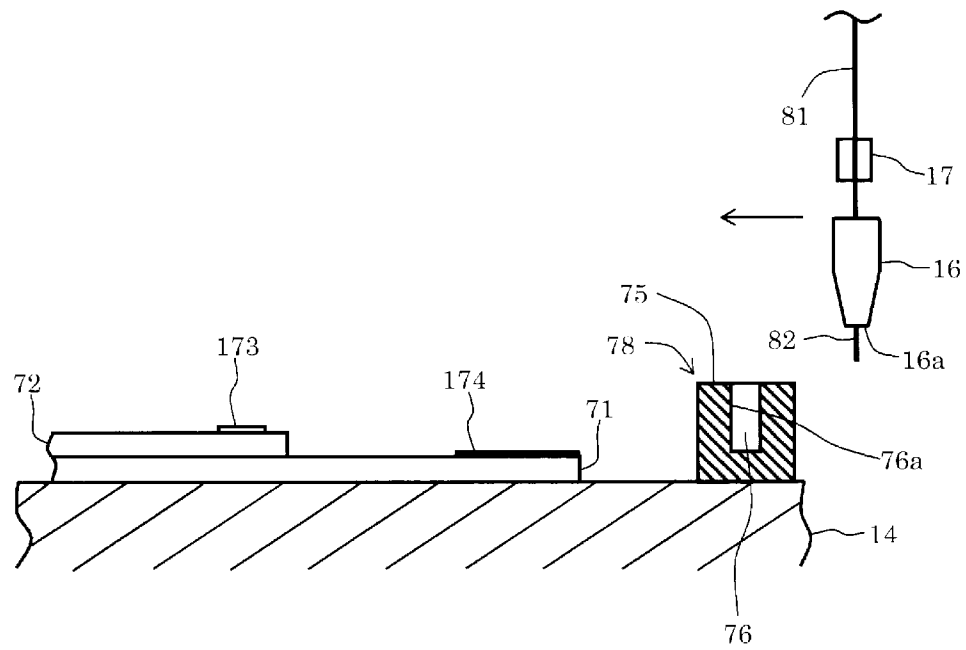
[図3]



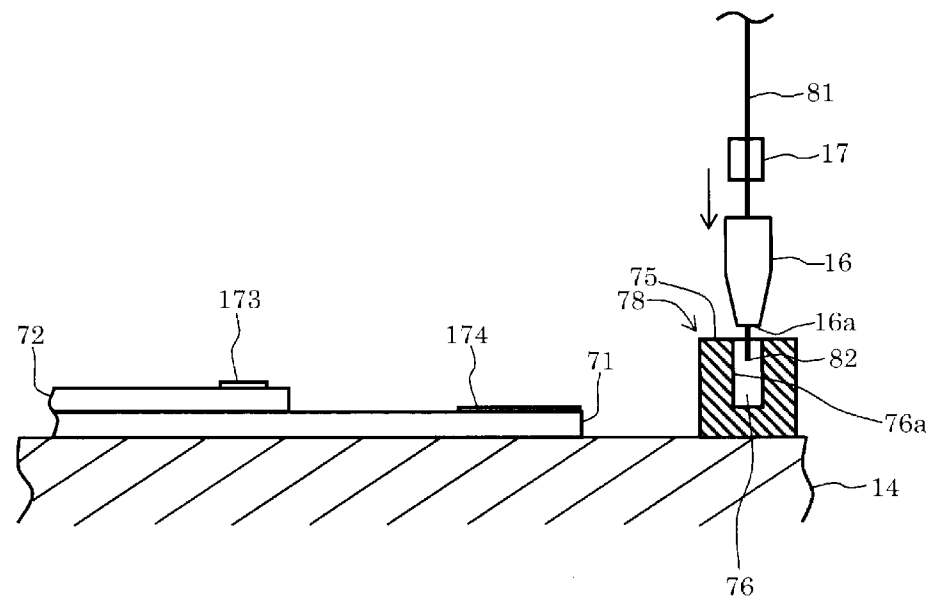
[図4]



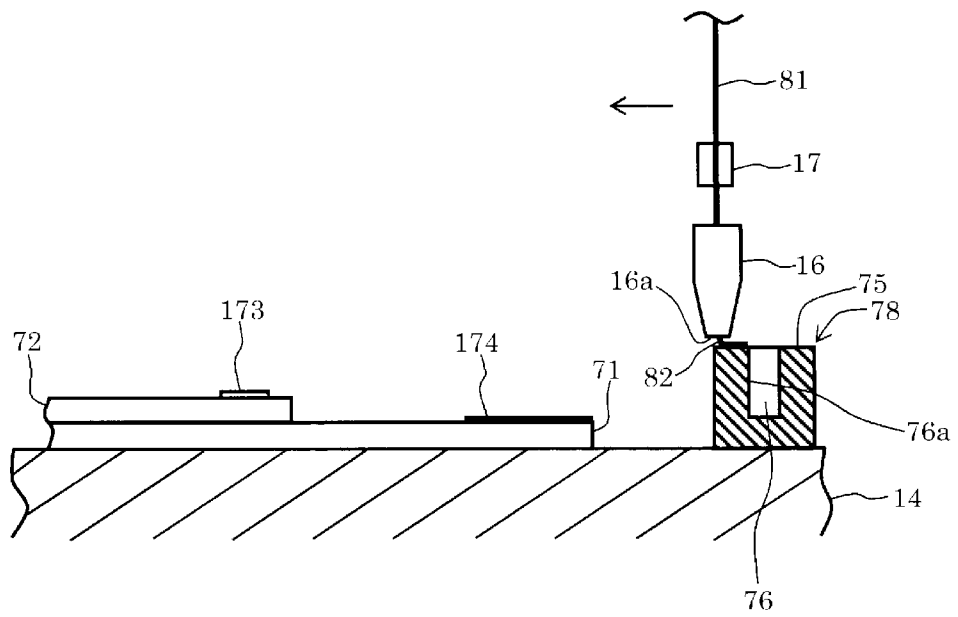
[図5A]



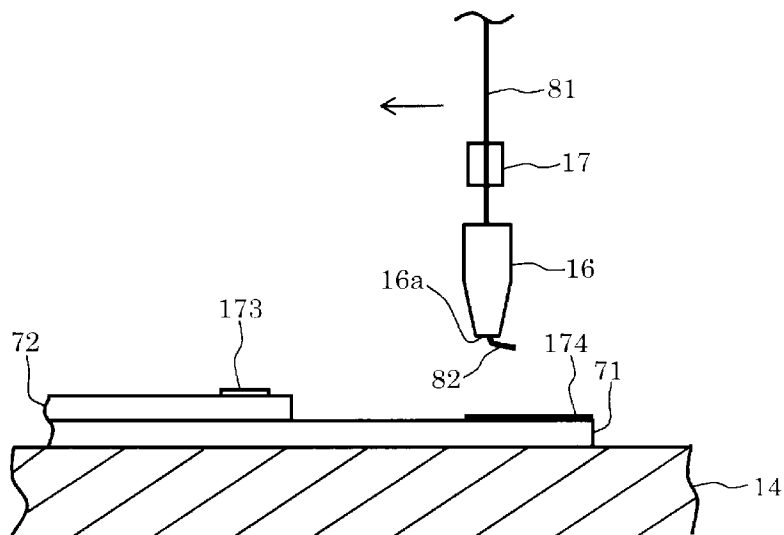
[図5B]



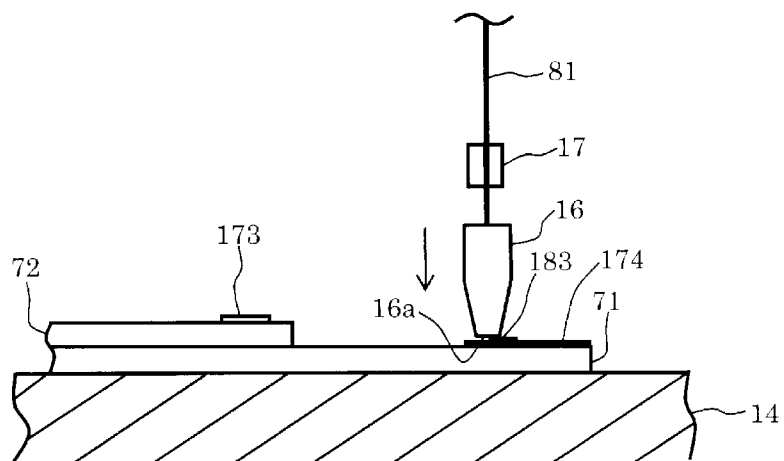
[図5C]



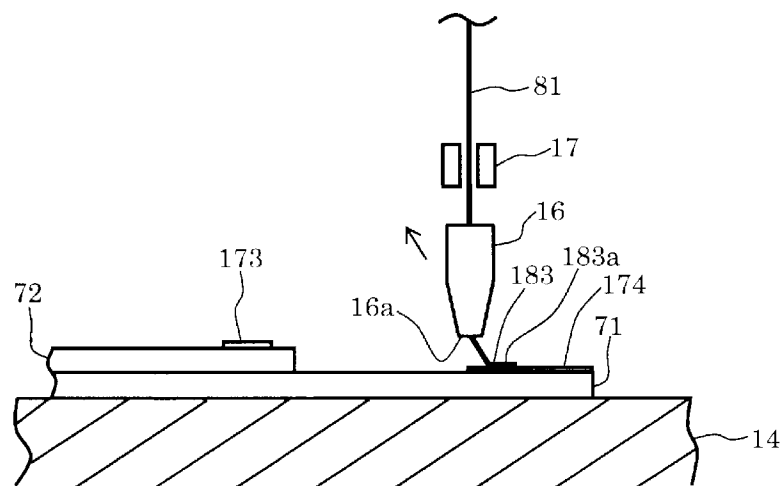
[図5D]



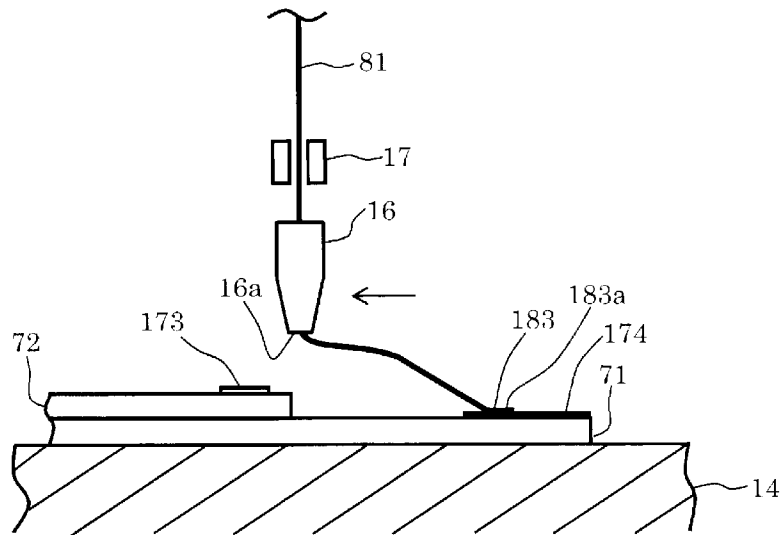
[図5E]



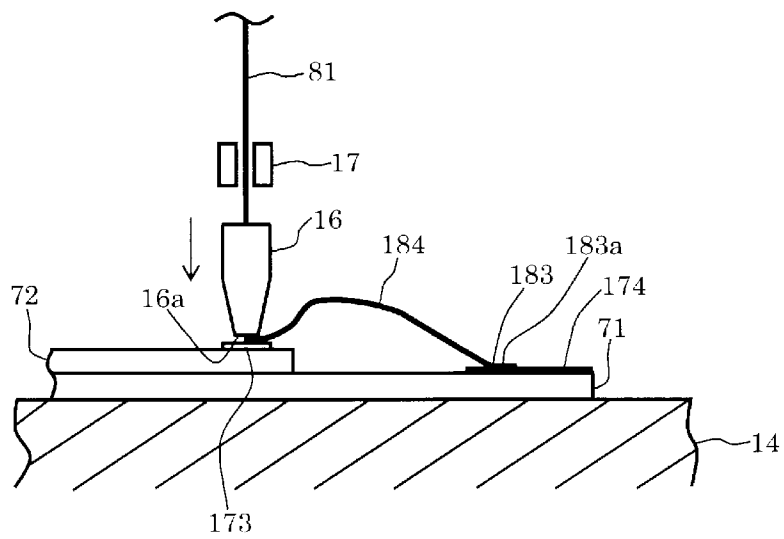
[図5F]



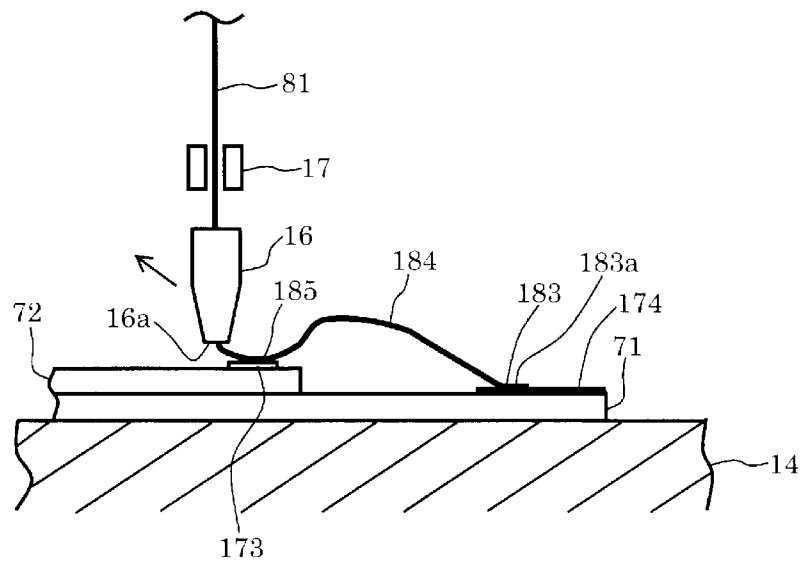
[図5G]



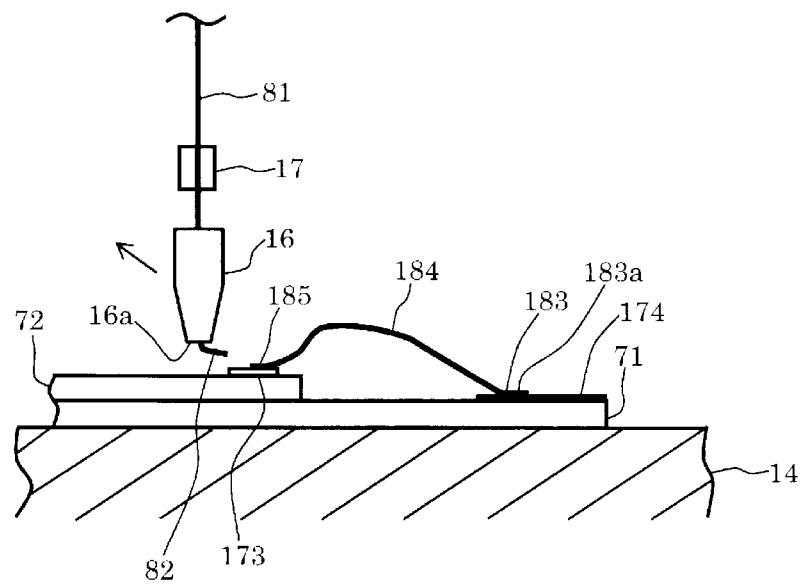
[図5H]



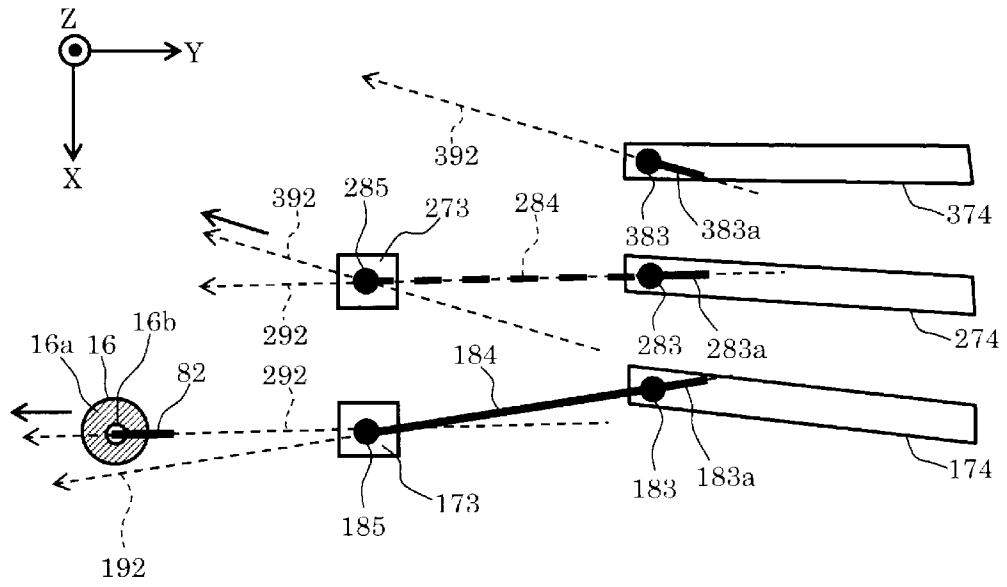
[図5I]



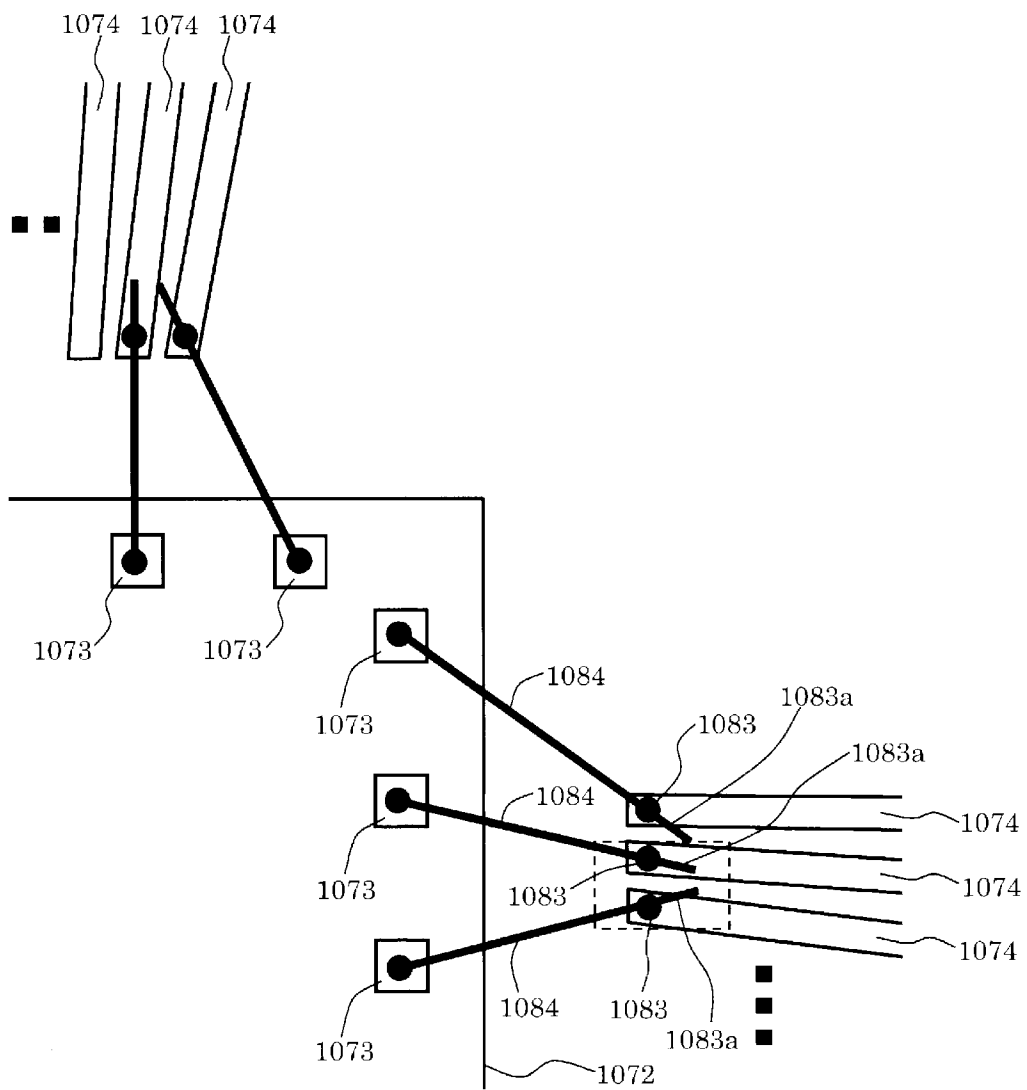
[図5J]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/009196

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/60 (2006.01) i
FI: H01L21/60301D, H01L21/60301L

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)

Int.Cl. H01L21/60

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	WO 2012/157599 A1 (SHINKAWA LTD.) 22.11.2012 (2012-11-22), paragraphs [0027], [0040]-[0049], [0053], [0054], [0059]-[0069], fig. 1, 4, 6, 10	1-6
A	JP 50-103276 A (HITACHI, LTD.) 15.08.1975 (1975-08-15), page 2, lower left column, line 4 to lower right column, line 2, fig. 2	1-6



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
22.05.2020

Date of mailing of the international search report
02.06.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/009196

WO 2012/157599 A1 22.11.2012 US 2014/0138426 A1
paragraphs [0103], [0116]-[0125],
[0129], [0130], [0135]-[0145],
fig. 1, 4, 6A, 6B, 10A, 10B
CN 103534797 A
SG 195003 A1
KR 10-2014-0045358 A
TW 201314801 A

JP 50-103276 A 15.08.1975 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/60(2006.01)i FI: H01L21/60 301D; H01L21/60 301L														
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（IPC）） 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
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	WO 2012/157599 A1 (株式会社新川) 22.11.2012 (2012 - 11 - 22) 段落[0027], [0040]-[0049], [0053]-[0054], [0059]-[0069]、図1, 4, 6, 10	1-6												
A	JP 50-103276 A (株式会社日立製作所) 15.08.1975 (1975 - 08 - 15) 第2頁左下欄第4行-右下欄第2行、第2図	1-6												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 22.05.2020	国際調査報告の発送日 02.06.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 堀江 義隆 5F 9172 電話番号 03-3581-1101 内線 3516													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/009196

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2012/157599	A1	22.11.2012	US 2014/0138426 A1 段落[0103], [0116]- [0125], [0129]-[0130], [0135]-[0145]、図 1, 4, 6A-6B, 10A-10B CN 103534797 A SG 195003 A1 KR 10-2014-0045358 A TW 201314801 A	
JP	50-103276	A	15.08.1975	(ファミリーなし)	