(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
2011 年 9 月 29 日(29.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/118247 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/051148

(22) 国際出願日: 2011 年 1 月 17 日(17.01.2011)

(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 2010-70099 2010 年 3 月 25 日(25.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通二丁目５番５号 Osaka (JP). 三洋半導体株式会社 (SANYO Semiconductor Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒3700596 群馬県邑楽郡大泉町坂田１丁目１番１号 Gunma (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 根岸 寿守 (NEGISHI Toshimori) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通二丁目５番５号 三洋電機株式会社 知的財産本部内 Osaka (JP). 和久井 元明 (WAKUI Motoaki) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通二丁目５番５号 三洋電機株式会社 知的財産本部内 Osaka (JP). 阿部 敏 (ABE Satoshi) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通二丁目５番５号 三洋電機株式会社 知的財産本部内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 岡田 敬 (OKADA Kei); 〒3730842 群馬県太田市細谷町１７０−１ Gunma (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, JP, 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.

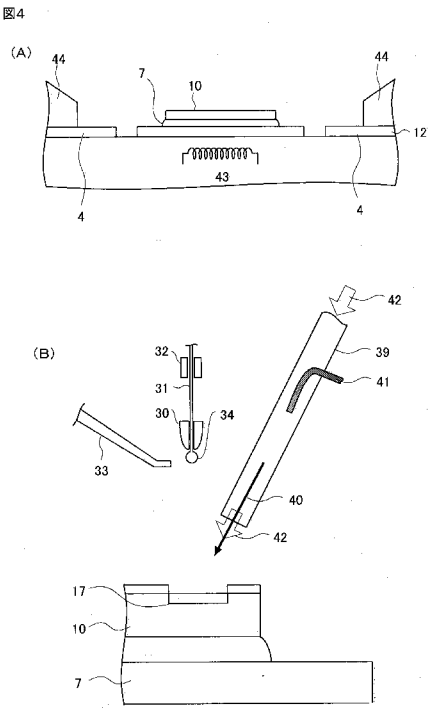
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) **Title**: BONDING DEVICE AND PROCESS FOR PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称 : ボンディング装置およびそれを用いた半導体装置の製造方法

図4



(57) **Abstract**: Disclosed are: a bonding device which enables the easy confirmation of a passage of a gas to be supplied; and a process for producing a semiconductor device using the bonding device. The bonding device comprises a wire clamper (32), a capillary (30), a torch (33) and a nozzle (39). In the bonding device, the bonding of a wire is achieved while spraying an inert gas (42) onto a part to be joined on the wire through the nozzle (39). An optical fiber (41) which can emit a beam (40) along the direction of the blowing of the gas (42) is integrated in the inside of the nozzle (39). Therefore, it becomes possible to blow the gas (42) onto a pad (17) properly by so adjusting the position of the nozzle (39) that the pad (17), which corresponds to the part to be joined, can be irradiated with the beam (40) emitted from the optical fiber (41).

(57) 要約: 供給されるガスの経路を容易に確認することを可能とするボンディング装置およびそれを用いた半導体装置の製造方法を提供する。本発明のボンディング装置は、ワイヤクランパー３２とキャピラリ３０と、トーチ３３とノズル３９とを備え、ノズル３９から不活性なガス４２を接続箇所に吹き付けつつ、ワイヤボンディングを行っている。そして、ノズル３９の内部には、ガス４２が吹き付けられる方向に沿って光線４０を照射する光ファイバー４１が内蔵されている。従って、光ファイバー４１から照射される光線４０が、接続箇所であるパッド１７に照射されるように、ノズル３９の位置調整を行うことで、ガス４２をパッド１７に対して適切に吹きつけることが可能と成る。

WO 2011/118247 A1

(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則 **4.17** に規定する申立て:

— 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則 4.17(ii))

— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称

ボンディング装置およびそれを用いた半導体装置の製造方法

技術分野

本発明は、金属細線により半導体素子の電気的接続を行うボンディング装置およびそれを用いた半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

従来の半導体装置の製造方法の一実施例として、下記の製造方法が知られている。

先ず、図９（Ａ）に示す如く、リードフレームのダイパッド４１上に半導体素子４２を固着した後、リードフレームをボンディング装置に設置する。半導体素子４２のパッド４３を約２００℃に加熱し、キャピラリ４４がパッド４３上へと移動する。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により、キャピラリ４４の先端に形成された金属ボールをパッド４３へと接続する。一般にこれをボールボンディングと言う。

次に、図９（Ｂ）に示す如く、キャピラリ４４がインナーリード４６の先端部上方へ移動し、インナーリード４６に対し金属細線４５を所望の荷重にて押し付ける。このとき、インナーリード４６を約２００℃に加熱し、インナーリード４６に対し超音波振動併用の熱圧着技術により金属細線４５を接続する。その後、ワイヤクランパー４７を閉じた状態にてキャピラリ４４が上昇し、金属細線４５をインナーリード４６の接続箇所にて破断する。一般にこれをステッチボンディングと言う。

そして、上記したワイヤーボンディング作業を繰り返すことで、半導体素子４２の全てのパッドとインナーリードとを金属細線４５にて電気的に接続する（例えば、特許文献１参照。）。

ここで、半導体素子４２の接続に用いられる金属細線４５が酸化した状態でワ

イヤボンディングされると接続不良が発生する恐れがある。特に、金属細線４５のイニシャルボールと半導体素子４２のパッド４３との界面に酸化物が介在すると、使用状況下にて両者が界面から分離してしまい接続不良となる恐れがある。このような金属細線４５が酸化してしまう現象は、金属細線４５の材料として酸化しやすい銅が採用された場合に顕著に発生する。

ワイヤボンディング時に、Ｃｕから成る金属細線が酸化することを防止する技術として、例えば下記特許文献２に記載された技術がある。この公報の図３を参照すると、還元ガスや不活性ガスの雰囲気下で、金属細線の先端部にボールを形成することにより、ボールを形成する際の酸化を防止する事項が開示されている。

先行技術文献

特許文献

特許文献１：特開平７－２９９４３号公報

特許文献２：特開２００８－３４８１１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

上記した特許文献２に記載されているように、Ｃｕの金属細線にボールを形成する際に、この作業を不活性ガスの雰囲気下にて行うことで、ボール表面の酸化が防止される。

しかしながら、一般的にキャピラリは数十万回程度のワイヤボンディング毎に新しいものに取り替えられ、この交換に伴いキャピラリの位置が若干ずれる。そして、キャピラリの位置がずれると、不活性ガスを供給する手段とキャピラリとの相対的な位置もずれてしまう。このように成ると、ボール形成時に、キャピラリの下端から導出される金属細線の端部に、不活性ガスが適切に供給されず、ボールが酸化する恐れがある。

また、酸化しやすい銅から成る金属細線のワイヤボンディングを行う際には、

金属細線が接続される接続箇所（半導体素子のパッドやリードの上面）に、別の供給手段から不活性ガスを供給する必要がある。そして、この供給を精密に行うためには、この供給手段と接続箇所との位置合わせを行い、供給される不活性ガスが接続箇所に適切に供給されているか否かを確認する必要がある。しかしながら、この供給手段の調整には、作業員の豊富な経験と長い作業時間が必要とされる問題があった。この理由は、供給される不活性ガスが透明であり、このガスが吹き付けられている状況を目視で確認できないからである。

本発明は、上記した問題点を鑑みてなされ、本発明の目的は、供給されるガスの経路を容易に確認し、このガスを供給する供給手段の位置調整を正確に行うことを可能とするボンディング装置およびそれを用いた半導体装置の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

本発明のボンディング装置は、金属細線が挿通されるキャピラリと、前記金属細線に対して放電することで前記金属細線の端部にイニシャルボールを形成するトーチと、前記金属細線が接続される接続箇所に対してガスを吹き付ける第１供給手段と、前記イニシャルボールが形成される際に、前記キャピラリの下端に対してガスを吹き付ける第２供給手段と、前記第１供給手段または前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射する第１照射手段と、を備えることを特徴とする。

本発明の半導体装置の製造方法は、キャピラリと、前記キャピラリの近傍に配置されたトーチと、前記キャピラリが金属細線を接続する接続箇所に対してガスを吹き付ける第１供給手段と、前記キャピラリの先端部付近に対してガスを吹き付ける第２供給手段とを備えたボンディング装置を用意する工程と、前記金属細線の一端を前記キャピラリから突出させ、前記第２供給手段から前記ガスを前記金属細線の一端に吹きつけつつ、前記金属細線の前記端部に対して前記トーチから放電することによりイニシャルボールを形成する工程と、半導体素子のパッドに対して第１供給手段から前記ガスを吹き付けつつ、前記パッドに前記イニシャルボールを接続する工程と、前記金属細線の他端を、前記半導体素子と接続され

るリードの主面に接続する工程と、を備え、前記第１供給手段または前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射し、前記第１供給手段または前記第２供給手段の位置を調整することを特徴とする。

発明の効果

本発明によれば、金属細線が接続される箇所に対して第１供給手段からガスを供給し、この供給手段がガスを吹きつける箇所に対して第１照射手段により光を照射している。このことにより、第１照射手段が照射する光を視覚的に認識することで、ガスが供給されている箇所を確認することができる。従って、照射される光が接続箇所に照射される様に第１供給手段の位置および向きを調整することより、第１供給手段から接続箇所に向かってガスが適切に供給される。このことから、調整作業が容易に成ると共に、半導体素子のパッド等の接続箇所に金属細線が接続される際の酸化が防止される。

更に本発明によれば、イニシャルボールが形成されるキャピラリの先端に対して第２供給手段によりガスを供給し、第２供給手段がガスを吹き付ける方向に沿って第２照射手段から光線を照射している。このようにすることで、キャピラリの交換によりその位置がずれても、第２照射手段から照射される光線を視覚的に確認しつつ両者の位置関係を調整することができる。具体的には、ボールが形成されるキャピラリの先端部に、第２照射手段から照射される光が照射されるように、第２供給手段の位置及び向きを調整することで、第２供給手段から供給されるガスが適切な箇所に供給される。従って、金属細線の先端にイニシャルボールを形成する際の酸化が防止され、球形に近い理想的な形状のイニシャルボールが金属細線の先端に形成される。

図面の簡単な説明

図１は本発明の半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）はリードフレームを示す平面図であり、（Ｂ）はその一部を示す断面図である。

図２は本発明の半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）は使用されるボンダー（ボンディング装置）を示す図であり、（Ｂ）はノズルを上方から見た図

であり、（Ｃ）はイニシャルボールを形成する工程を示す図である。

図３は本発明の半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）は使用されるボンダーの他の構成を示す図であり、（Ｂ）は形成部を上方からみた図であり、（Ｃ）はイニシャルボールを形成する工程を示す図である。

図４は本発明の半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）は断面図であり、（Ｂ）はノズルの位置合わせを行う状態を示す図である。

図５は本発明の半導体装置の製造方法を示す図である。

図６は本発明の半導体装置の製造方法を示す断面図である。

図７は本発明の半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）は平面図であり、（Ｂ）は断面図である。

図８は本発明の半導体装置の製造方法により製造される半導体装置を示す図であり、（Ａ）は斜視図であり、（Ｂ）は半導体装置の表裏を逆転させた状態を示す斜視図であり，（Ｃ）は断面図である。

図９は従来の実施の形態における半導体装置の製造方法を示す図であり、（Ａ）および（Ｂ）は断面図である。

発明を実施するための形態

本形態の半導体装置の製造方法およびボンディング装置を以下に説明する。

図１（Ａ）を参照して、先ず、所定形状のリードフレーム１２を用意する。リードフレーム１２としては、一般には銅を主材料とするフレームが用いられるが、Ｆｅ－Ｎｉを主材料とするフレームの場合でも良く、他の金属材料から成る場合でも良い。また、リードフレーム１２の表面はニッケル、パラジュームおよび金をこの順序で電解メッキにより積層させたメッキ膜により被覆されても良い。そして、これらの材料から成るリードフレーム１２には、一点鎖線で示す搭載部１３が複数形成される。尚、図１を参照して、この搭載部１３が４つ集まることで１つの集合ブロックが形成されても良い。また、マトリックス状に配置された数十または数百個の搭載部１３から集合ブロックが構成されても良い。この場合は、後の工程にて集合ブロック毎に一体に樹脂モールドされる。

搭載部１３は、アイランド７と、アイランド７の４隅を支持する吊りリード１

４と、アイランド７の４側辺の近傍に位置する複数のリード４と、複数のリード４を支持するタイバー１５とから構成される。そして、吊りリード１４はアイランド７の４つのコーナー部から延在し、タイバー１５の交差する支持領域１６と連結する。支持領域１６はリードフレーム１２と一体となり、アイランド７がリードフレーム１２に支持される。

更にまた、集合ブロックを囲む領域のリードフレーム１２には、リードフレーム１２を溝状に貫通したスリット２１が設けられている。このスリット２１は、ワイヤボンディング等にてリードフレーム１２が加熱された際に、リードフレーム１２が熱応力で撓むことを抑制する機能を有する。孔２２は、リードフレーム１２の端部を円形に貫通して形成されており、各工程にてリードフレーム１２の位置決めを行うために用いられる。

図１（Ｂ）を参照して、次に、各搭載部のアイランド７の上面には、半導体素子１０が固着されている。この固着には、半田、導電性ペースト等の導電性接着材またはエポキシ樹脂等の絶縁性接着材から成る接着材９が用いられる。半導体素子１０としては、上面に多数個のパッド（電極）が配置されたＬＳＩが採用される。

図２から図６を参照して、次に、半導体素子の上面に設けられたパッドとリードの上面とを、金属細線を用いて接続する（ワイヤボンディング）。使用される金属細線の材料としては、金、アルミニウム、銅等が採用可能であるが、本工程では金属細線の材料として銅から成る銅線を用いた場合を説明する。ここで、銅線とは、例えば９９．９～９９．９９ｗｔ％で銅を含む金属細線である。更には、これよりも純度が低い銅線が金属細線として採用されても良い。

金属細線の材料として安価な銅を用いることで材料コストが低減される利点がある。更に、金線と比較すると、銅線は非抵抗が小さく電流容量が大きく取れる利点もある。また、金属細線は、直径が３３μｍ以上の太線と、直径が３３μｍ未満の細線に大別されるが、本工程は両者に適用可能である。

本工程のワイヤボンディングは、金属細線の先端にイニシャルボールを形成する工程と、このイニシャルボールを半導体素子のパッドに接続する工程と、金属細線の他端をインナーリードの上面に接続する工程とを含む。ワイヤボンディン

グを行う際には、金属細線は２００℃以上の高温にさらされるので、銅から成る金属細線の酸化を防止するために本工程では金属細線に対してガスを供給している。更に本形態では、ガスを供給する供給手段の位置合わせのために光線を使用している。この事項を以下に詳述する。

図２を参照して、金属細線の先端部にイニシャルボールを形成する工程を説明する。図２（Ａ）は本工程にて用いられるボンダー２０（ボンディング装置）を示す図であり、図２（Ｂ）はノズル２４を上方からみた図であり、図２（Ｃ）はイニシャルボールを形成する状態を示す図である。

図２（Ａ）を参照して、本工程で用いられるボンダー２０は、キャピラリ３０と、ワイヤクランパー３２と、トーチ３３と、ノズル２４（第２供給手段）とを備えている。ボンダー２０に含まれるこれらの部位は、例えばボンディングアームに固定され、ボンディング時には一体的に移動する。

キャピラリ３０は金属細線３１を移動すると共に、金属細線３１に対してボンディングエネルギーを与える部位であり、金属細線３１が挿通されるための中心孔を備えている。

ワイヤクランパー３２は、キャピラリ３０の上方に配置されており金属細線３１を狭持する役割を有する。

トーチ３３の端部は、キャピラリ３０の下端付近に配置され、イニシャルボールを形成する際には、トーチ３３の先端から金属細線の端部に向かって放電される。

ノズル２４は、イニシャルボールが形成されるキャピラリ３０の先端部に対して、ガスを吹き付ける供給手段である（第２供給手段）。ここで、ノズル２４を経由して吹き付けられるガスとしては、窒素等の不活性ガスと水素等の還元ガスとの混合ガスが採用される。不活性ガスは金属細線３１の材料である銅の酸化を防止し、還元ガスは金属細線３１の表面に存在する酸化物を還元作用により除去する。また、ガスとしては、不活性ガスまたは還元ガスの何れかが採用されても良い。

ノズル２４は、内径が数ミリ程度のステンレス等から成る金属管の下端部を所定角度に湾曲して形成されている。ノズル２４の先端部１８は、キャピラリ３０

の下端を向いている。ノズル２４の他の端部は、上記したガスを圧送するポンプと連通している。

ノズル２４の内部には、キャピラリ３０とノズル２４との相対的な位置合わせを行うために、光線２６を照射する光ファイバー２５（第２照射手段）が配置されている。この図からも明らかなように、ノズル２４の下端部付近は湾曲形状を呈しているが、光ファイバー２５から照射された光線は、湾曲するノズル２４の内壁で反射された後に、先端部１８から外部に放出される。ステンレス等の金属から成るノズル２４の内壁は、金属から成る鏡面に近い状態の面であるので、光ファイバー２５から照射された光線２６を良好に反射する。また、ノズル２４の先端部１８から外部の放射される光線の向きは、先端部１８から放出されるガスの向きと同じである。ここで、ノズル２４の材料はセラミックや金属でも良い。即ち、ノズル２４の内壁が光線を反射させる程度の光沢を備えていれば、その材料は特に限定されない。

光線２６の色は、作業員が視覚的に確認可能な色であれば特に制限はないが、ボンダーが配置される装置内部の照明色とは異なる色が好適である。例えば、ボンダーが配置される装置内部の照明色が赤系の色である場合は、ノズル２４の先端部１８から放射される光線２６の色としては緑色が好ましい。このようにすることで、ノズル２４から出射される光線２６を容易に目視で確認することができる。

またここで、光ファイバー２５はノズル２４に内蔵されているが、光ファイバー２５が備えられる箇所は他の部位でも良い。例えば、ノズル２４の先端部付近の内部に光ファイバー２５の先端が配置されてもよいし。更には、ノズル２４の先端付近の外面に光ファイバー２５の先端が固定されても良い。

上記した様に、数十万回程度のワイヤボンディング毎にキャピラリ３０は交換されるが、その際には、据え付けられた新たなキャピラリ３０とノズル２４との位置合わせを行う必要がある。即ち、イニシャルボールが形成される際に、ノズル２４からガスがキャピラリ３０の先端に吹き付けられるように調整する必要がある。本形態では、光ファイバー２５から照射される光線２６が、キャピラリ３０の先端に照射される様に、ノズル２４とキャピラリ３０との位置を調整してい

る。従って、作業員は容易に視覚的に確認できる光線２６を基準として作業が行えるので、両者の位置調整が容易且つ確実に行える利点がある。更には、作業員の豊富な経験に異存していた従来例と比較すると、この調整作業にかかる時間が短縮化される利点もある。

また、この際には、ノズル２４のみの位置調整が行われてもよいし、ノズル２４およびキャピラリ３０の両方の位置調整が行われても良い。ここで、調整とは、ノズル２４の３次元位置の調整や、ノズル２４の先端部１８の向きの調整を含む。

図２（Ｂ）を参照して、ノズル２４の先端部１８を部分的に円形に切り取ることにより、切りかき部１９が形成されている。そして、上方から見た場合、キャピラリ３０の一部は切りかき部１９に配置されている。このようにすることで、ノズル２４の先端部１８をキャピラリ３０に接近して配置できると共に、キャピラリ３０がワイヤボンディング時に昇降した際に、ノズル２４に衝突することが防止される。

図２（Ｃ）を参照して、上記した構成のボンダー２０を用いてイニシャルボール３４を形成する際には、先ず、キャピラリ３０の下端から金属細線３１の端部を下方に導出させる。次に、トーチ３３の先端部から金属細線３１の下端に向かって放電することにより、イニシャルボール３４が形成される。ここで、径が４５μｍの金属細線３１を用いた場合、イニシャルボール３４の形成時には、例えば、１２５ｍＡの電流が必要となる。

また、本工程では、上記のように位置調整が施されたノズル２４から、金属細線３１の端部に向かってガス２７を吹き付けつつ、上記したイニシャルボール３４を形成している。従って、イニシャルボール３４の形成はガス２７の雰囲気下にて行われる。上記したように、ガス２７は不活性ガスおよび還元ガスを含むので、本工程による金属細線３１の酸化は防止され、イニシャルボール３４の球面形状が安定して形成される。

図３を参照して、上記したイニシャルボール３４を形成する他の方法を説明する。図３（Ａ）は本工程で用いるボンダー２０を示す図であり、図３（Ｂ）はイニシャルボール形成に用いられる形成部４５を上方から見た図であり、図３（Ｃ）はイニシャルボールを形成する工程を示す断面図である。ここで、図２に

示したボンダー２０と共通する事項については説明を割愛する。

図３（Ａ）に示すボンダー２０は、ワイヤクランパー３２と、キャピラリ３０と、トーチ３３が内蔵された形成部４５とから構成されている。ここでは、図２に示したボンダー２０が備えるノズル２４およびトーチ３３に替えて、トーチ３３が内蔵された形成部４５が用いられている。

形成部４５は、セラミック等の無機材料から成り、外形形状は紙面上にて横方向に細長い直方体形状を呈している。形成部４５の内部には、長手方向に内部を貫通して設けた導通孔４７と、形成部４５を厚み方向に円柱状に貫通して設けた貫通孔４６が形成されている。また、導通孔４７と貫通孔４６とは連通している。

導通孔４７の内部にはトーチ３３が配置されており、トーチ３３の先端部は貫通孔４６の内部に露出している。また、トーチ３３の太さは導通孔４７の内径よりも短いので、トーチ３３と導通孔４７との間には間隙が存在し、この間隙を経由してガス２７が貫通孔４６に供給される。

図３（Ｂ）を参照して、貫通孔４６の直径はキャピラリ３０の直径よりも大きく設定されている。更に、上方から見た場合、キャピラリ３０は貫通孔４６の内部に配置される。従って、ワイヤボンディングを行う際には、形成部４５の貫通孔４６を経由して、キャピラリ３０が上下に移動することが可能と成る。

図３（Ｃ）を参照して、上記した構成のボンダーでイニシャルボール３４を形成する方法を説明する。先ず、金属細線３１の下端をキャピラリ３０から下方に導出させた後に、キャピラリ３０を降下させ、金属細線３１の下端を、形成部４５の貫通孔４６の内部に位置させる。次に、キャピラリ３０から導出する金属細線３１の下端に向かって、トーチ３３から放電することにより、イニシャルボール３４を形成する。また、本工程は、導通孔４７を経由してガス２７を貫通孔４６に供給しつつ行う。従って、金属細線３１を構成する金属材料の酸化を防止して、球形状に近い理想的な形状のイニシャルボール３４が形成される。

ここで、イニシャルボールを形成する機構として図３に示したボンダー２０が採用された場合は、ノズルによるガスの吹き付けが行われないので、図２（Ａ）に示した光ファイバー２５による位置合わせが不要となる。

図４（Ａ）を参照して、ワイヤボンディングの工程では、リードフレーム１２

は、載置台４３の上面に載置されている。載置台４３は加熱機構により２５０～２６０℃程度に加熱されているので、その上面に載置されるリードフレーム１２および半導体素子１０も同程度に加熱される。また、リードフレーム１２の上面はクランパー４４により押圧固定されており、各搭載部のリード４、アイランド７および半導体素子１０は、このクランパー４４から上方に露出している。

ここで、多数個の搭載部が一括してワイヤボンディングされる場合、金属細線が長時間にわたり高温の雰囲気下に晒され酸化の危険性が高まる。しかしながら、本願発明を適用することにより、ガスを供給しつつワイヤボンディングを行うので酸化の危険性が低減される。

図４（Ｂ）を参照して、次に、金属細線が接続される箇所にガス４２を吹き付けるノズル３９の位置合わせを行う。

本形態では、金属細線３１として酸化しやすい銅線を採用しているので、酸化を防ぐ為には、ワイヤボンディングを不活性ガスの雰囲気下にて行う必要がある。ここでは、イニシャルボール３４は、アイランド７の上面に固着された半導体素子１０のパッド１７にボンディングされる。従って、半導体素子１０のパッド１７に向かって、ノズル３９（第１供給手段）からガス４２が供給される。また、ここで使用されるガス４２も、不活性ガスおよび還元ガスを含む。ワイヤボンディング時のイニシャルボール３４の酸化を防止するためには、イニシャルボール３４がボンディングされる箇所に向かって、正確にガス４２を噴射させる必要がある。

ここでは、図２に示した場合と同様に、ノズル３９に内蔵された光ファイバー４１（第１照射手段）を用いて、ノズル３９の位置合わせを行っている。具体的には、ノズル３９からガス４２が噴射される方向に沿って、光ファイバー４１から光線４０が照射される。従って、半導体素子１０の上面に配置されたパッド１７の上面に光線４０が照射されるように、ノズル３９の位置を調整することで、ガス４２が適切にパッド１７に噴射されるように成る。ここで、ノズル３９の調整は、ノズル３９の３次元位置の調整やノズル３９の先端部の向きの調整を含む。

また、ここで使用される光線４０の色は、先に述べたように、ボンダーが使用される装置内の照明色とは異なる色（例えば緑色）が好ましい。また、この位置

合わせは、例えば接続箇所である半導体素子１０のパッド１７の位置が変更された際に行われる。

ここで、具現化されたボンダー２０は、図４に示すノズル３９と図２に示すノズル２４とを備えて良いし、図４に示すノズル３９と図３に示す形成部４５とを備えても良い。

更にまた、上記説明では、図２に示すノズル２４および図４に示すノズル３９の両方に、位置調整のための光ファイバーが内蔵されているが、どちらか一方のノズルのみに光ファイバーが設けられても良い。

図５を参照して、次に、金属細線３１の一端に設けられたイニシャルボール３４を、半導体素子１０のパッド１７に接続する。具体的には、キャピラリ３０が半導体素子１０のパッド１７に向かって下降し、イニシャルボール３４をパッド１７の上面に押し付ける。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により、キャピラリ３０の先端に形成されたイニシャルボール３４がパッド１７と接続する。尚、この作業時には、ワイヤークランパーは開放された状態である。

更に本工程では、ノズル３９からガス４２をパッド１７に向かって吹き付けつつ、上記したボンディングを行う。従って、高温の雰囲気下にてイニシャルボール３４の接続を行っても、イニシャルボール３４が酸化することはない。このことから、イニシャルボール３４とパッド１７との界面に酸化物が介在しないので、この酸化物に起因した使用状況下での接続不良の発生が防止される。

図６を参照して、次に、ワイヤクランパー３２が開放された状態にて、一定のループを描きながらキャピラリ３０がリード４の上面に移動する。その後、ワイヤクランパー３２にて金属細線３１を挟持した後、キャピラリ３０がリード４の上面に下降し、金属細線３１をリード４の上面に押し付ける。そして、超音波振動併用の熱圧着技術により金属細線３１がリード４と接続する。その後、キャピラリ３０が上昇し、金属細線３１を切断する。本工程に於いても、金属細線３１が接続されるリード４の上面に対して、ノズル３９からガス４２を吹き付けつつボンディングを行う。従って、金属細線１１とリード４の上面の境界部分にも酸化物は介在せず、両者の接続強度が強固となる。また、この工程での酸化を確実に抑制するために、光ファイバー４１から照射される光線がリード４の所定箇所

に照射されるように、ノズル３９の位置を調整しても良い。

その後、半導体素子１０の全てのパッド１７とリード４に対して、上述したワイヤーボンディング作業を繰り返す。

次に、図７（Ａ）に示す如く、リードフレーム１２上の集合ブロック毎に樹脂モールドし、共通の樹脂パッケージ３５を形成する。例えば、リードフレーム１２の裏面側に樹脂モールド用のシート（図７（Ｂ）参照）を貼り合せた後、リードフレーム１２を樹脂封止金型内に配置する。そして、樹脂封止金型内に絶縁性樹脂を充填することで、集合ブロック毎に共通の樹脂パッケージ３５を形成する。上述したように、共通の樹脂パッケージ３５内には、４つの搭載部１３が含まれる。

最後に、図７（Ｂ）に示す如く、リードフレーム１２から搭載部１３毎に共通の樹脂パッケージ３５を切断して、個々の樹脂パッケージ２に個片化する。切断にはダイシング装置のダイシングブレード３７を用い、ダイシングライン３８に沿って共通の樹脂パッケージ３５とリードフレーム１２とを同時にダイシングする。このとき、シート３６は、その一部のみが切断されることで、個片化された個々の樹脂パッケージ２はシート３６上に支持される。

図８を参照して、上記工程により製造される半導体装置の構成を説明する。図８（Ａ）は半導体装置１を示す斜視図であり、図８（Ｂ）は半導体装置１を表裏逆にした状態を示す斜視図であり、図８（Ｃ）はその断面図である。

図８（Ａ）に示す如く、半導体装置１は、例えば、ＭＡＰ方式の樹脂パッケージ２から成る。上記したように、集合ブロックを一括封止後、ダイシングにより個片化するため、樹脂パッケージ２の側面３からリード４が露出する。そして、露出するリード４の側面は、樹脂パッケージ２の側面３と同一面を形成する。

図８（Ｂ）に示す如く、樹脂パッケージ２の裏面６にはアイランド７が露出し、このアイランド７は、樹脂パッケージ２の裏面６とほぼ同一面を形成する。

図８（Ｃ）を参照して、アイランド７上には、例えば、Ａｇペースト、半田等の接着材９により半導体素子１０が固着される。半導体素子１０のパッドとリード４とは金属細線１１により電気的に接続される。金属細線１１は、例えば、径が３３～５０μｍ、９９．９～９９．９９ｗｔ％の銅から成る銅線が使用される。

そして、金属細線１１は、半導体素子１０のパッド上にボールボンディングされ、リード４上にステッチボンディングされる。

アイランド7およびその周囲を囲むリード４は、例えば、厚さが約１００～２５０μｍの銅を主材料とするフレームから成る。

以上が、本形態の半導体装置の製造方法により製造される半導体装置１の構成である。

ここで、リードフレームとしてＩＣ用のリードフレームを採用して上記説明を行ったが、銅から成る金属細線が使用されるのであればリードフレームの形状は特に限定されない。例えば、アイランドがコレクタ電極に接続されるディスクリートのトランジスタが実装されるリードフレームが採用されても良い。更には、ＬＳＩ等の半導体素子とチップ抵抗等の受動素子が組み合わせてＳＩＰが実現されるリードフレームやプリント基板が使用されても良い。

符号の説明

１　半導体装置
２　パッケージ
３　側面
４　リード
６　裏面
７　アイランド
９　接着材
１０　半導体素子
１１　金属細線
１２　リードフレーム
１３　搭載部
１４　吊りリード
１５　タイバー
１６　支持領域
１７　パッド

１８　先端部

１９　切りかき部

２０　ボンダー

２１　スリット

２２　孔

２４　ノズル

２５　光ファイバー

２６　光線

２７　ガス

３０　キャピラリ

３１　金属細線

３２　ワイヤクランパー

３３　トーチ

３４　イニシャルボール

３５　パッケージ

３６　シート

３７　ダイシングブレード

３８　ダイシングライン

３９　ノズル

４０　光線

４１　光ファイバー

４２　ガス

４３　載置台

４４　クランパー

４５　形成部

４６　貫通孔

４７　導通孔

請求の範囲

[請求項１]

金属細線が挿通されるキャピラリと、

前記金属細線に対して放電することで前記金属細線の端部にイニシャルボールを形成するトーチと、

前記金属細線が接続される接続箇所に対してガスを吹き付ける第１供給手段と、

前記イニシャルボールが形成される際に、前記キャピラリの下端に対してガスを吹き付ける第２供給手段と、

前記第１供給手段または前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射する第１照射手段と、

を備えることを特徴とするボンディング装置。

[請求項２]

前記第１照射手段は、前記第１供給手段に内蔵された光ファイバーであることを特徴とする請求項１に記載のボンディング装置。

[請求項３]

前記第１照射手段から照射される前記光線が、半導体素子のパッドに照射されるように、前記第１供給手段の位置が調整されることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のボンディング装置。

[請求項４]

前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射する第２照射手段を更に備え、

前記第２照射手段から照射される光線が前記キャピラリの下端に照射されるように、前記第２供給手段と前記キャピラリとの相対的な位置が調整されることを特徴とする請求項３に記載のボンディング装置。

[請求項５]

前記第２供給手段は、先端部分が湾曲する金属管から成るノズルであり、前記第２照射手段から照射された光線は、前記ノズルの内壁で反射された後に前記先端部分から外部に放射されることを特徴とする請求項４に記載のボンディング装

置。

[請求項６]

前記金属細線は、銅線であることを特徴とする請求項１から請求項５の何れかに記載のボンディング装置。

[請求項７]

前記光線の色は、ワイヤボンディングが行われる装置内部の照明色とは異なる色であることを特徴とする請求項１から請求項６の何れかに記載のボンディング装置。

[請求項８]

キャピラリと、前記キャピラリの近傍に配置されたトーチと、前記キャピラリが金属細線を接続する接続箇所に対してガスを吹き付ける第１供給手段と、前記キャピラリの先端部付近に対してガスを吹き付ける第２供給手段とを備えたボンディング装置を用意する工程と、

前記金属細線の一端を前記キャピラリから突出させ、前記第２供給手段から前記ガスを前記金属細線の一端に吹きつけつつ、前記金属細線の前記端部に対して前記トーチから放電することによりイニシャルボールを形成する工程と、

半導体素子のパッドに対して第１供給手段から前記ガスを吹き付けつつ、前記パッドに前記イニシャルボールを接続する工程と、

前記金属細線の他端を、前記半導体素子と接続されるリードの主面に接続する工程と、を備え、

前記第１供給手段または前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射し、前記第１供給手段または前記第２供給手段の位置を調整することを特徴とする半導体装置の製造方法。

[請求項９]

前記第２供給手段から前記ガスが吹き付けられる方向に沿って光線を照射し、前記キャピラリの下端に前記光線が照射されるように、前記キャピラリと前記第２供給手段との位置を調整することを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。

図1

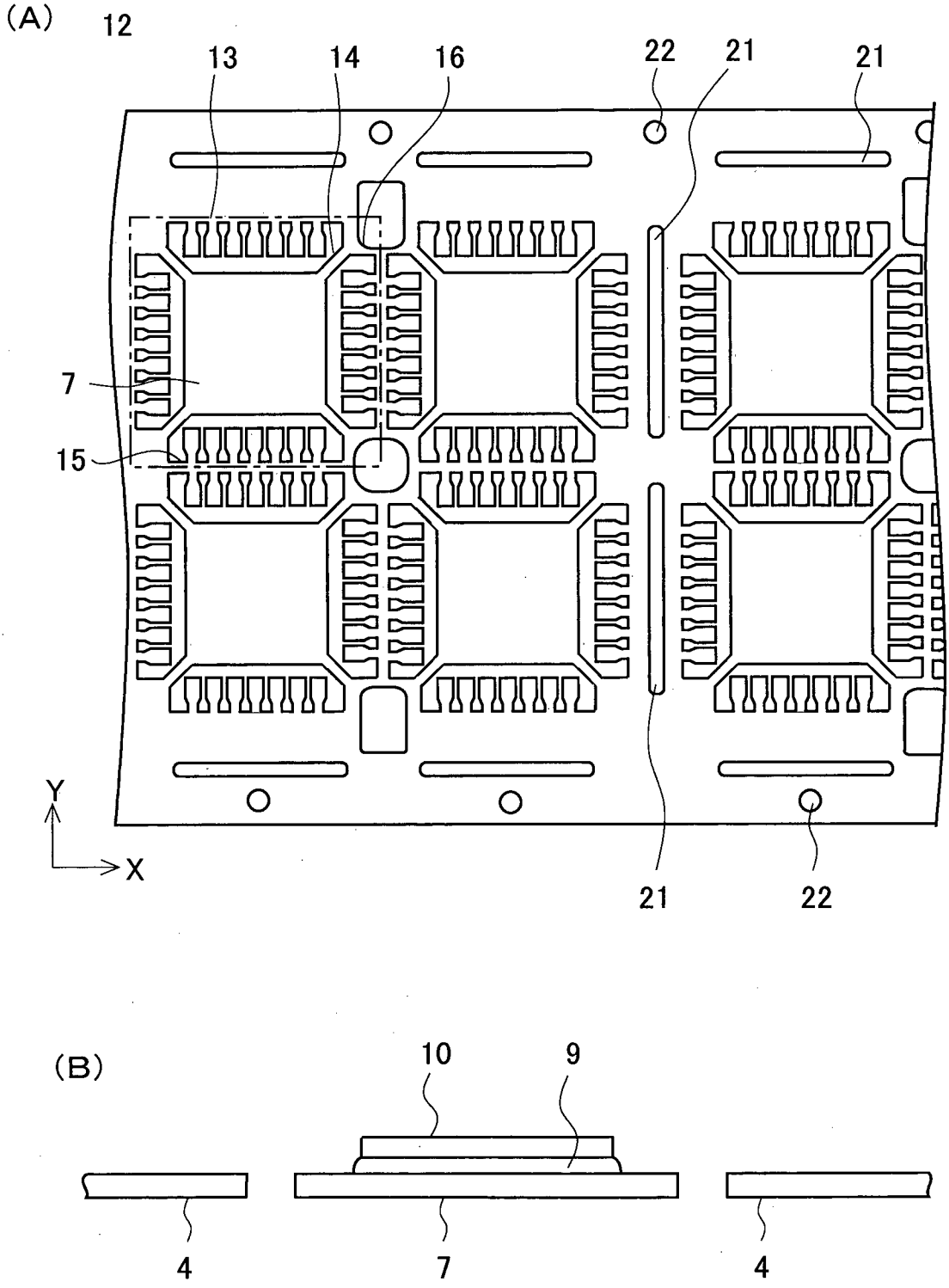


図2

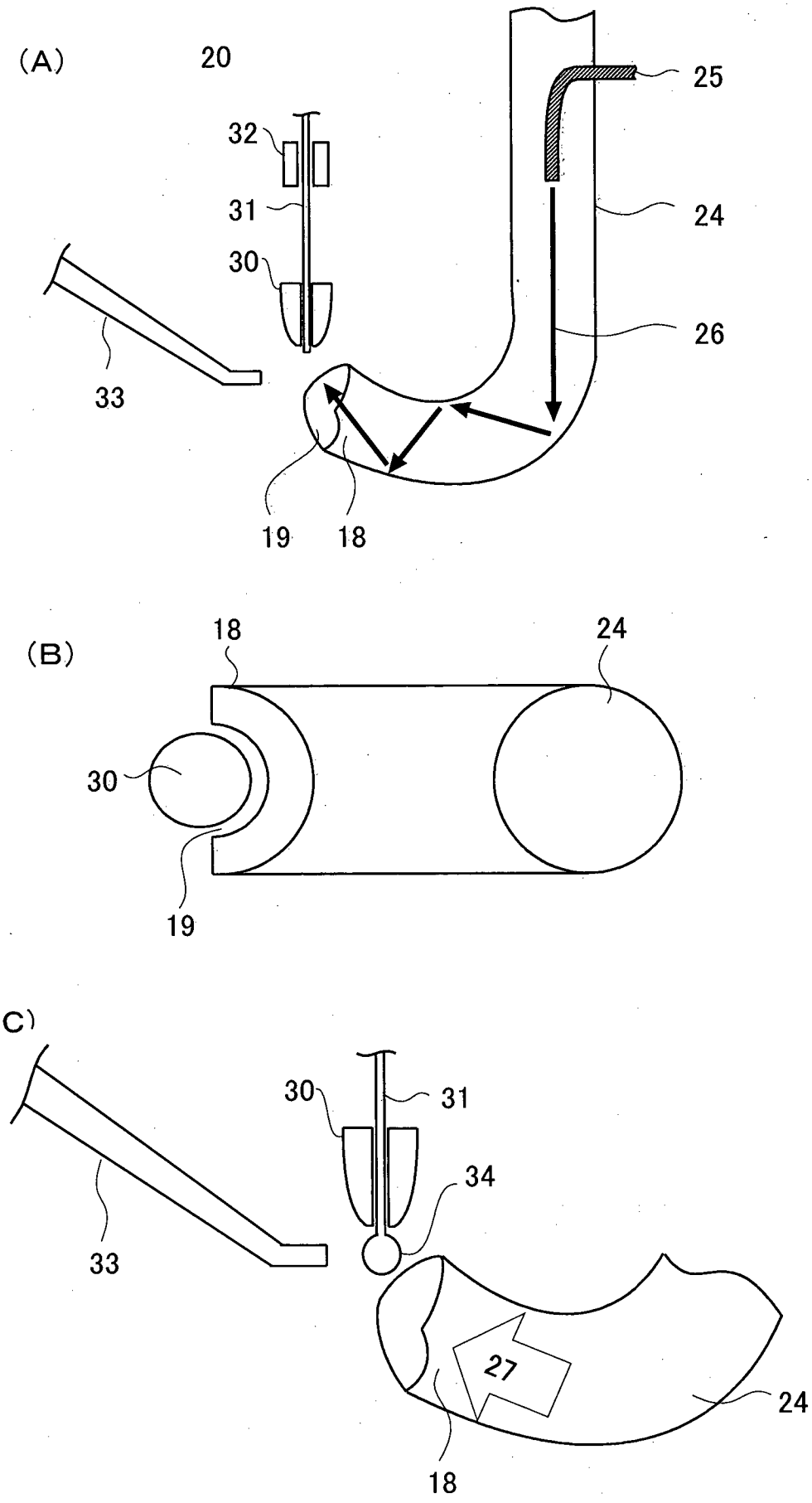


図3

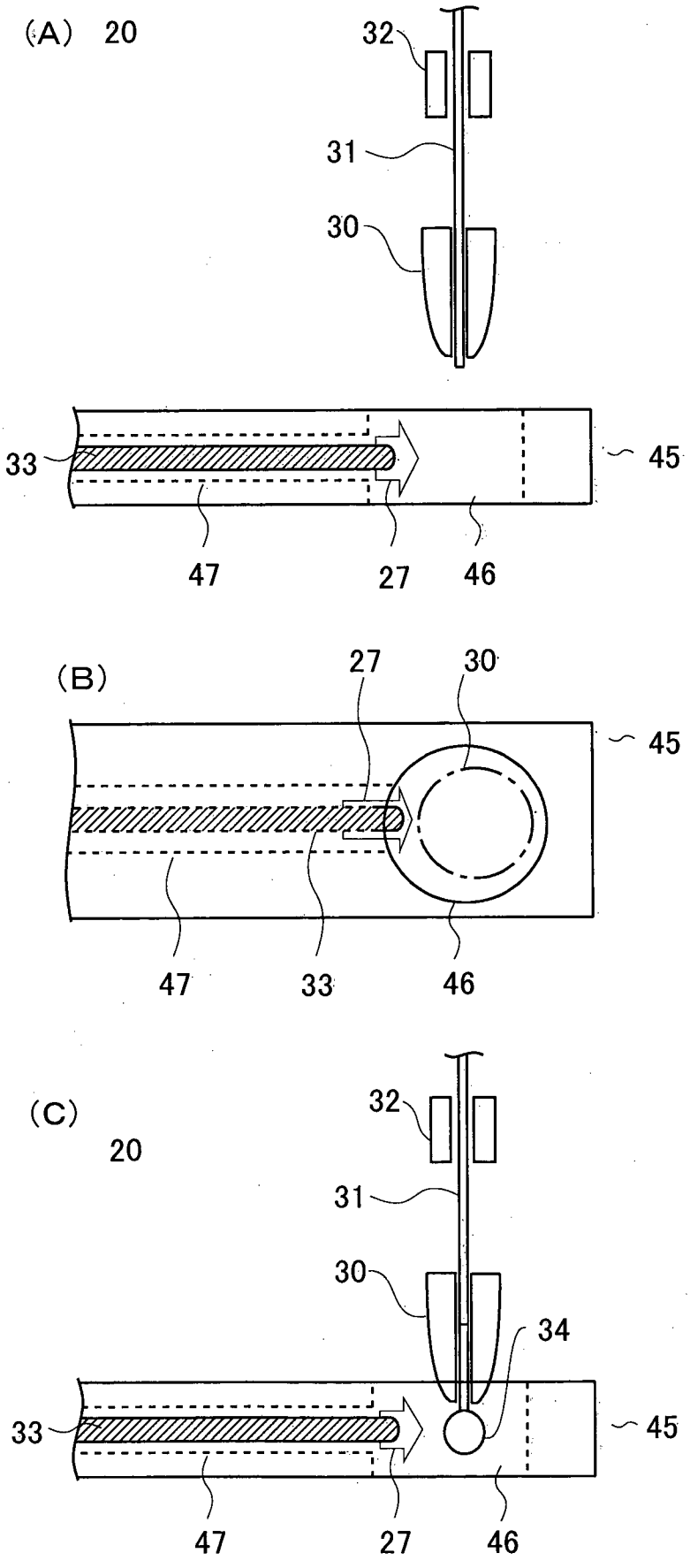

(A) 20
32
31
30
33
45
47
27
46
(B)
27
30
45
47
33
46
(C)
20
32
31
30
34
33
45
47
27
46

図4

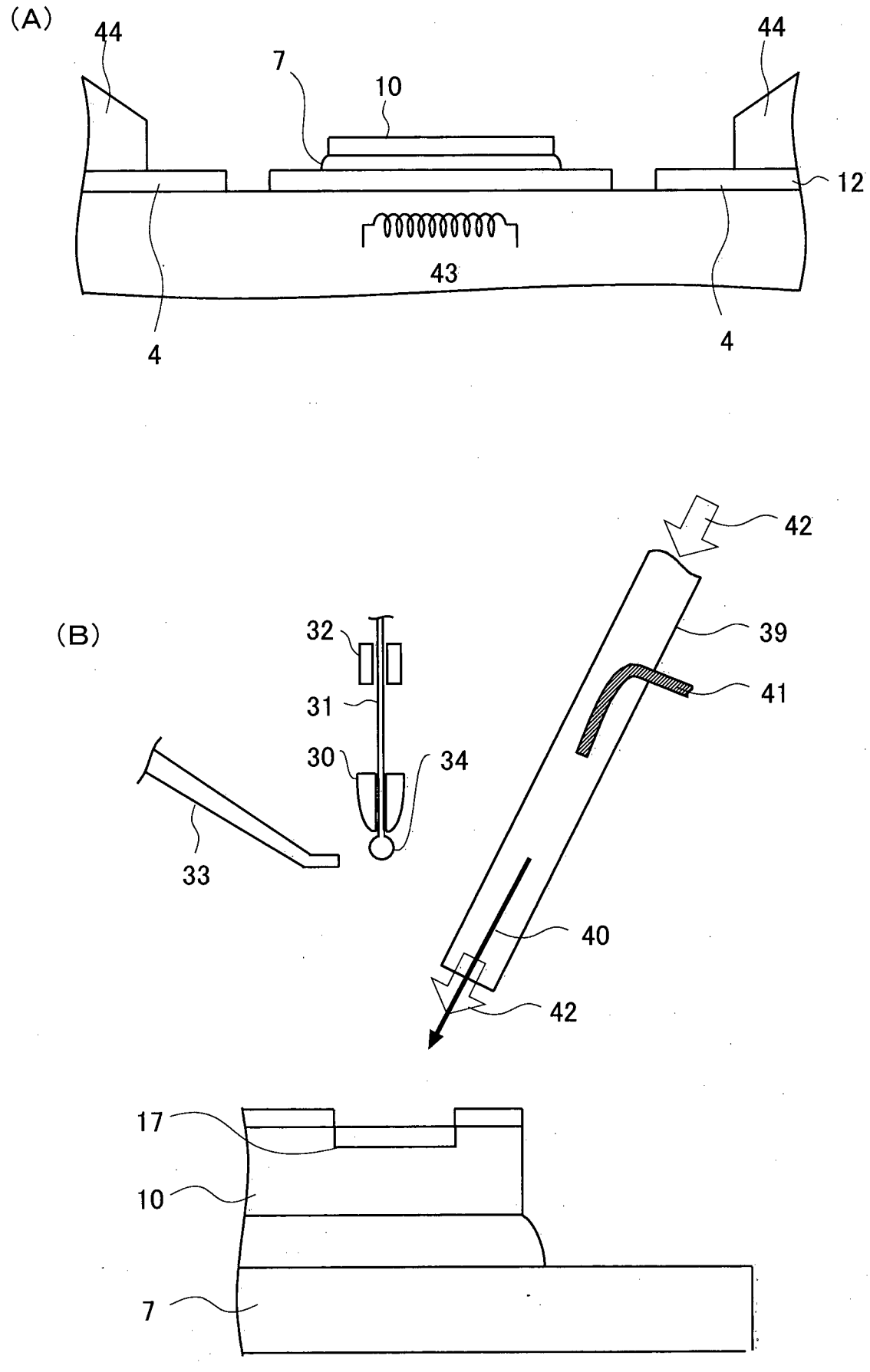


図5

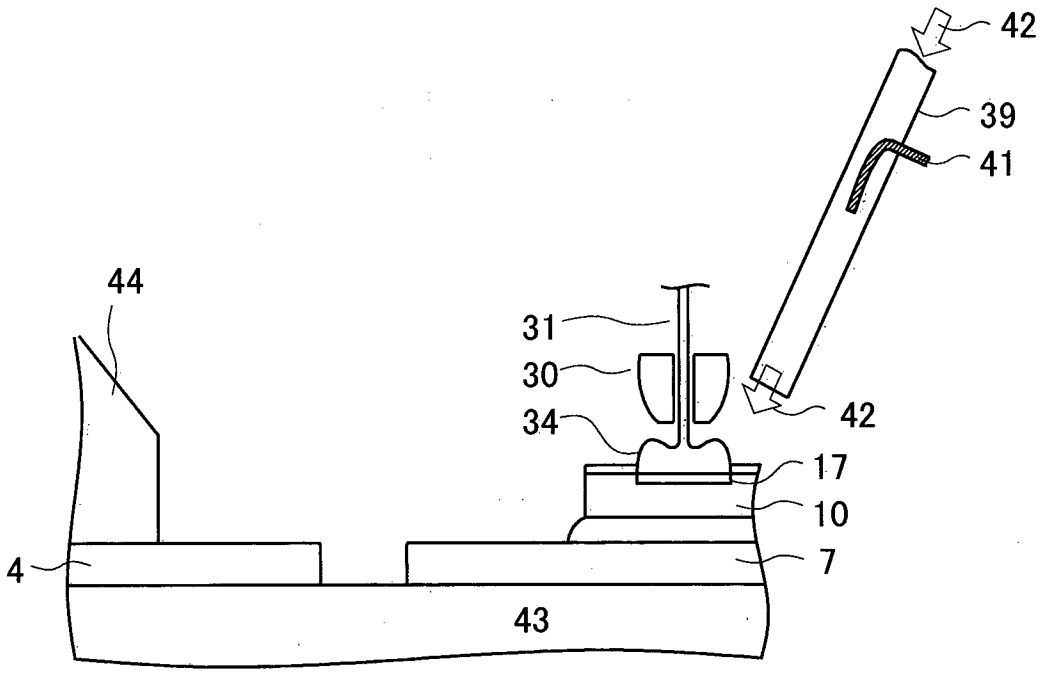


図6

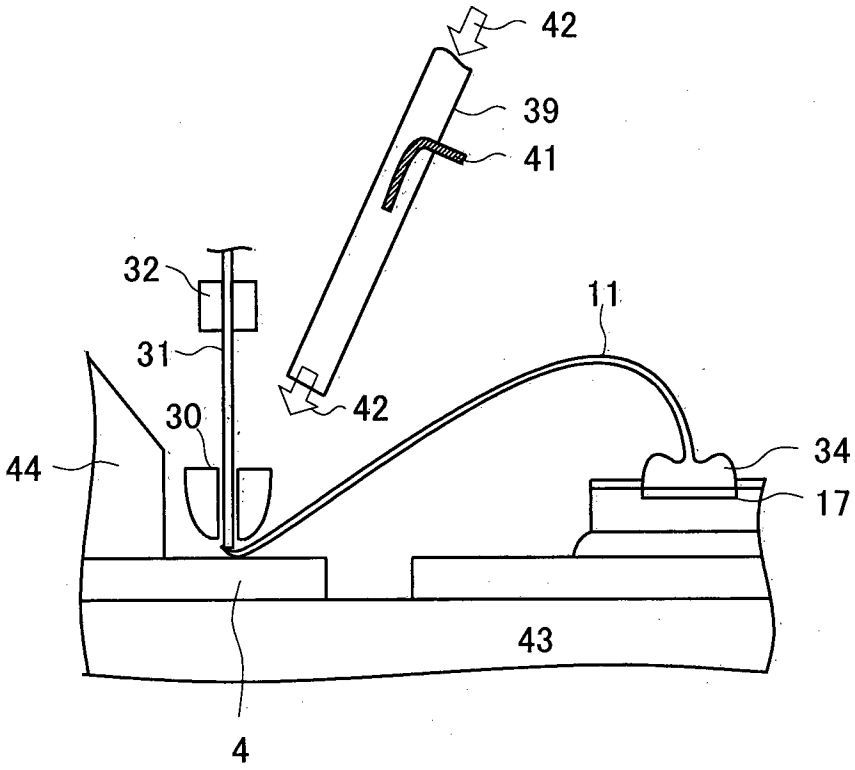
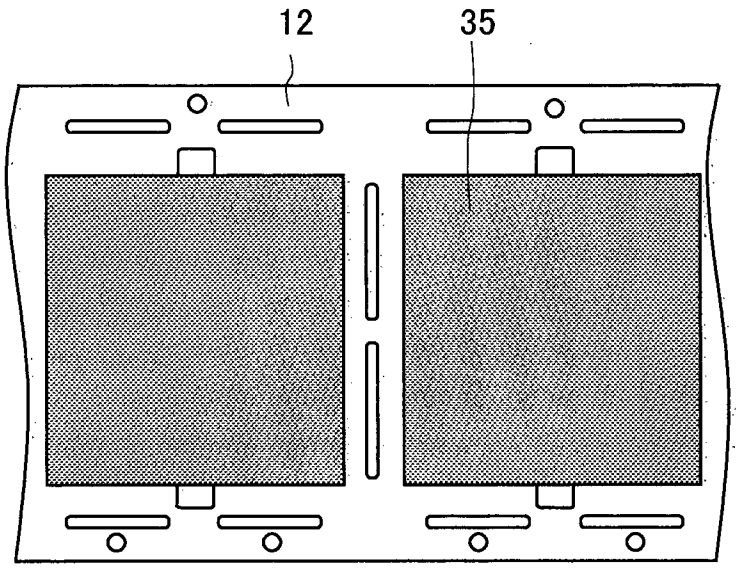


図7

(A)



(B)

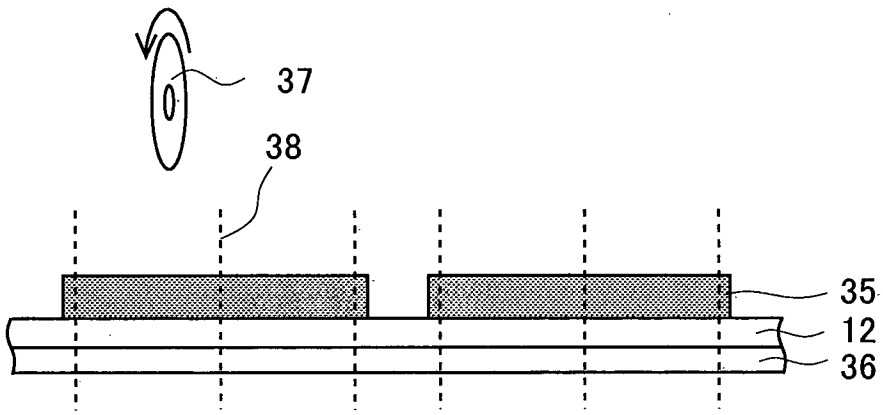


図8

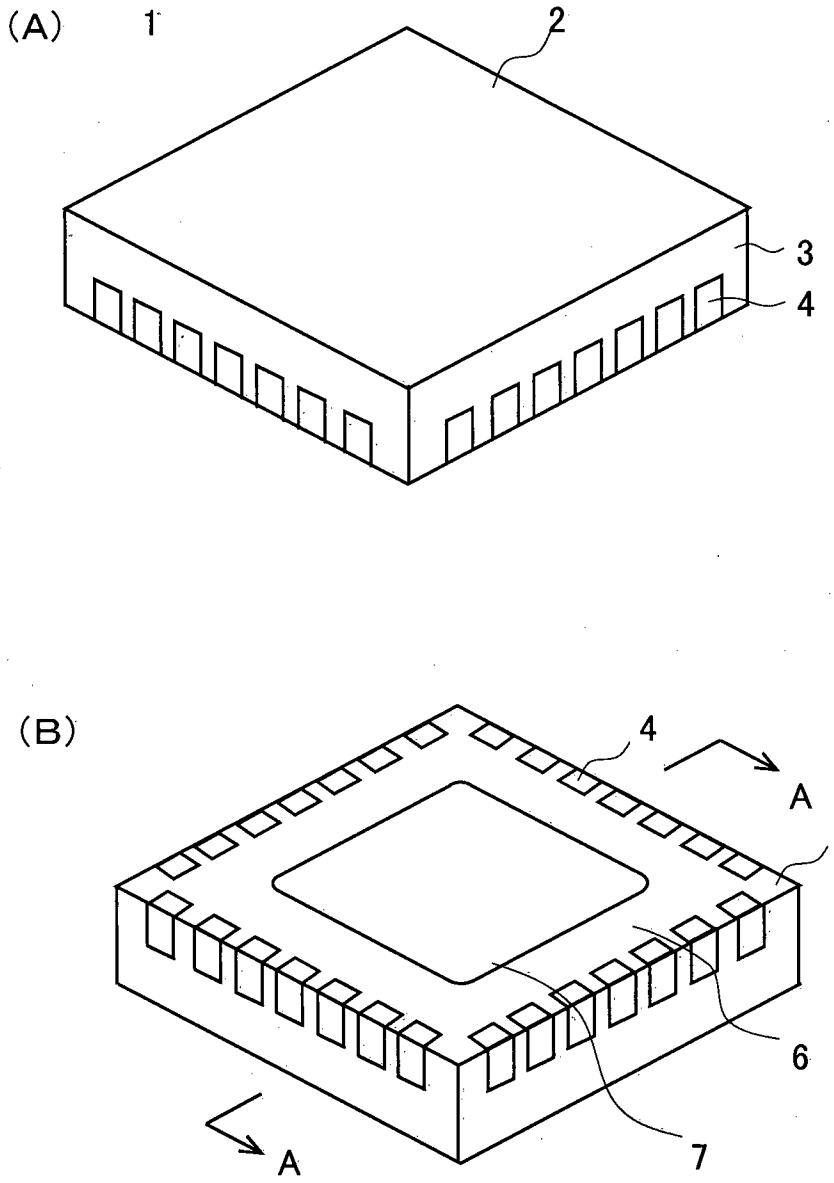
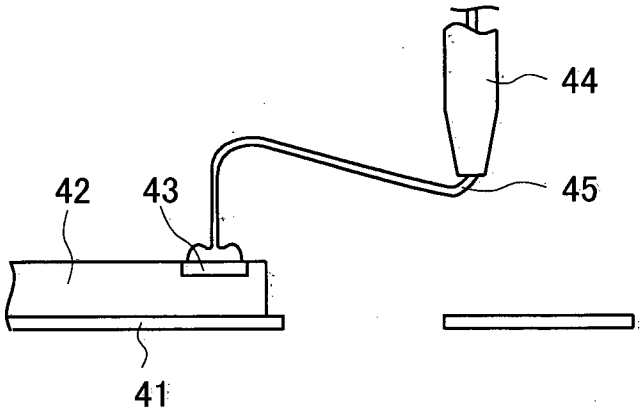
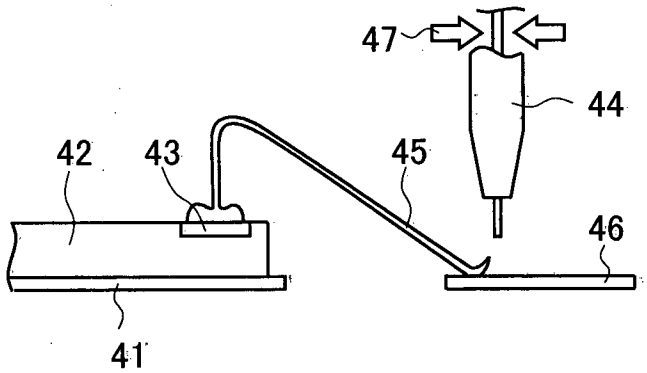


図9

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/051148

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
Y	JP 1-256135 A (Hitachi, Ltd.), 12 October 1989 (12.10.1989), page 2, lower left column, line 10 to page 6, lower left column, line 17; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 55-138246 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 28 October 1980 (28.10.1980), page 2, lower left column, line 15 to page 3, upper right column, line 1; fig. 2 (Family: none)	1-9
Y	JP 2010-023190 A (Shigeo UEDA), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0004] to [0023]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
18 March, 2011 (18.03.11)	05 April, 2011 (05.04.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/051148

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-034811 A (Shinkawa Ltd.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0016] to [0060]; fig. 1 to 8 & US 2008/0000950 A1 & KR 10-2008-0003732 A	1-9
A	JP 8-162490 A (Hitachi, Ltd.), 21 June 1996 (21.06.1996), paragraphs [0011] to [0025]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０５１１４８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

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（ＩＰＣ））

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
Y	JP 1-256135 A (株式会社日立製作所) 1989.10.12, 第2頁左下欄第10行－第6頁左下欄第17行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 55-138246 A (東京芝浦電気株式会社) 1980.10.28, 第2頁左下欄第15行－第3頁右上欄第1行, 第2図 (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 2010-023190 A (上田 茂雄) 2010.02.04, 段落【0004】－【0023】, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-9

☑　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	国際調査報告の発送日
１８．０３．２０１１	０５．０４．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｒ　３８３８
関根　崇
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７１

Ｃ（続き）．　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 2008-034811 A (株式会社新川) 2008.02.14, 段落【0016】－【0060】, 第1-8図 & US 2008/0000950 A1 & KR 10-2008-0003732 A	1-9
A	JP 8-162490 A (株式会社日立製作所) 1996.06.21, 段落【0011】－【0025】, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-9