

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4610811号
(P4610811)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 Q 60/38 (2010.01) GO 1 N 13/16 I O 1 J
HO 1 L 21/66 (2006.01) HO 1 L 21/66 L

請求項の数 16 (全 14 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2001-261357 (P2001-261357) | (73) 特許権者 | 591060898 |
| (22) 出願日 | 平成13年8月30日(2001.8.30) | | アイメック |
| (65) 公開番号 | 特開2002-156323 (P2002-156323A) | | I M E C |
| (43) 公開日 | 平成14年5月31日(2002.5.31) | | ベルギー、ペー-3001ルーヴァン、カ |
| 審査請求日 | 平成20年3月6日(2008.3.6) | | ペルドリーフ75番 |
| (31) 優先権主張番号 | 00870203-7 | (74) 代理人 | 100101454 |
| (32) 優先日 | 平成12年9月15日(2000.9.15) | | 弁理士 山田 卓二 |
| (33) 優先権主張国 | 欧州特許庁(EP) | (74) 代理人 | 100081422 |
| (31) 優先権主張番号 | 60/233272 | | 弁理士 田中 光雄 |
| (32) 優先日 | 平成12年9月18日(2000.9.18) | (74) 代理人 | 100098280 |
| (33) 優先権主張国 | 米国(US) | | 弁理士 石野 正弘 |
| | | (74) 代理人 | 100125874 |
| | | | 弁理士 川端 純市 |
| | | (74) 代理人 | 100062144 |
| | | | 弁理士 青山 稜 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロープの製造方法及びその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ホルダーチップを A F M プロープのコンタクト領域に装着するための方法であり、
 S n B i 半田ペースト(11)を前記 A F M プロープのコンタクト領域(7)に置くステップと、

ホルダーチップ(5)を、前記コンタクト領域(7)に置かれる前記 S n B i 半田ペーストの上に配置するステップと、

前記ホルダーチップ(5)を前記 A F M プロープへ半田付けするステップとからなる方法。

【請求項2】

さらに、S n B i 半田ペーストを置くステップの前に、半田可能な材料(6)を、少なくとも前記 A F M プロープの前記コンタクト領域に接して配置するステップを含む請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記ホルダーチップを前記 S n B i 半田ペーストの上に配置するステップに先立ち、半田可能な材料(8)を、前記ホルダーチップ(5)に接して配置するステップを更に含む請求項1記載の方法。

【請求項4】

前記ホルダーチップを前記 S n B i 半田ペーストの上に配置するステップが、さらに、前記ホルダーチップをカンチレバーの縦方向の軸に沿って同軸に整列させ、かつ前記コン

タクト領域の境界に整列させるステップを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 5】

さらに、前記ホルダーチップを前記 S n B i 半田ペーストの上に配置するステップに先立ち、半田可能な材料(8)を、前記ホルダーチップ(5)に接して配置するステップを含み、前記ホルダーチップに接する前記半田可能な材料と前記コンタクト領域に接する前記半田可能な材料は同じ材料である請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

前記半田可能な材料は、T i : W 粘着層と A u 層とのスタックを含む請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記スタックは更に N i のトップ層を含む請求項 6 に記載の方法。

10

【請求項 8】

前記 S n B i 半田ペーストは、前記ホルダーチップを前記コンタクト領域に半田付けするステップの間にもその粘着力を保持し、前記コンタクト領域に相対的な前記ホルダーチップの位置が本質的に同じ位置に留まるものである請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

前記 S n B i 半田ペーストは、前記コンタクト領域の 2 つの側に 2 つの別個の小滴として配置される請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

前記 S n B i 半田ペーストは、フラックスを用いる半田付けで使用される請求項 8 記載の方法。

20

【請求項 11】

前記 S n B i 半田ペーストは、70 を超える温度で 300 m N 以上の粘着力を持つ S n B i 半田ペーストである請求項 10 記載の方法。

【請求項 12】

前記ホルダーチップを前記 A F M プローブへ半田付けするステップは、前記ホルダーチップ、S n B i 半田ペーストおよび前記 A F M プローブからなる組立て品を、前記コンタクト領域に相対的な前記ホルダーチップの位置を実質的に変えることなく、加熱するステップを含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 13】

前記加熱は、ホットプレート上で行われる請求項 12 記載の方法。

30

【請求項 14】

前記 S n B i 半田ペーストが S n B i 5 8 半田ペーストである請求項 1 に記載された方法。

【請求項 15】

A F M プローブのためのホルダーチップおよびプローブからなる組み立て品であって、ホルダーチップ(5)と、プローブチップ(2)、カンチレバー(1)およびコンタクト領域(7)からなるプローブと

、前記ホルダーチップと前記コンタクト領域との間の半田接続層とからなり、前記半田接続層が S n B i からなることを特徴とするホルダーチップおよび A F M プローブの組み立て品。

40

【請求項 16】

A F M プローブのためのプローブチップとカンチレバーからなる組み立て品であって、プローブチップ(2)と、

ホルダーチップ(5)に装着されたカンチレバー(1)と、

前記プローブチップと前記カンチレバーとの間の半田接続層とからなり、

前記半田接続層が S n B i からなることを特徴とするプローブチップとカンチレバーの組み立て品。

【発明の詳細な説明】

50

【 0 0 0 1 】

【 発明の属する技術分野 】

本発明は、一般的にトンネルまたは原子間力顕微鏡のごとき走査顕微鏡に関し、より詳しくは、これらの顕微鏡で使用されるプローブのホルダーチップへの装着に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来技術 】

原子間力顕微鏡(AFM)は、半導体内部のキャリア配分を決定するために、電気的な特徴付けのツールとしてマイクロエレクトロニクスに広く用いられている。電氣的導電性プローブのチップは、これらの測定で必要であり、それゆえ、異なったプローブの概念が開発されてきた。そのようなプローブチップは、カンチレバーの薄片内に一体化され、そして2つのクラス、コーティングされたシリコンチップおよびピラミッド状金属またはダイヤモンドチップ、に分類され得る。1999年のマイクロマシンおよびマイクロ組み立ての会議におけるT.Hantschel その他による“オール金属製のAFMプローブの組立ておよびシリコンおよびInPデバイスの解析用のための応用”に、いわゆるモールド技術を用いたオール金属製のプローブの製造法が開示されている。プローブの走査顕微鏡への装着に先立って、プローブは、ミリメートル寸法の小さなホルダーチップ(例えば3ミリ長、1.5ミリ幅および0.3ミリ厚)で固定される必要がある。シリコンプローブ、つまり、シリコンカンチレバーを有するプローブチップの場合、これらのホルダーチップは、シリコンチップやカンチレバーが作製される同じウエハから形成できる。ピラミッド状プローブチップが、いわゆるモールド技術によって作製されることは不可能である。そのモールド技術では、ホルダーチップは、個別のステップでカンチレバーの縦方向の一端に取り付けなければならない。ピラミッド状金属またはダイヤモンドチップを一体化したカンチレバーを含む電氣的プローブは、電氣的原子間力顕微鏡(AFM)での使用の前に、小さいホルダーチップに装着されなくてはならない。

【 0 0 0 3 】

モールドされたAFMプローブの装着に関し、3つの解決が発表されている。一つの方法では、ガラスウエハがシリコンウエハに陽極的に接合され、そしてホルダーは次のこぎりにより、小さくカットされる。この方法は、例えば、高温処理を要求し、ガラス表面のクリーニング時に個別の電源を要求する。この装着手順は、1990年、J.Vac.Sci.Technol. 8(4)の3386～3396頁に、T.R. Albrecht その他による“原子間力顕微鏡のためのカンチレバー構造のマイクロ組立て”で開示されているように、Si₃N₄プローブの組立てで周知である。

【 0 0 0 4 】

第2の方法では、ホルダーチップは、部分的にシリコンウエハを電気メッキすることにより形成される。ホルダーと一体化したオール金属製のプローブは、1997年、Proc. of Transducersの463～466頁のJ.P. Resmussen その他による“オール金属製の原子間力顕微鏡プローブの組立て”により開示されているように組立てられる。いくつかのレジスト層は、モールド時に電気メッキによりチップホルダーを形成して、所望の厚みを持つモールドを形成するために、基板上に引き伸ばされなくてはならない。

【 0 0 0 5 】

第3の方法では、ホルダーチップは、カンチレバーのエッチング時に形成される薄いコンタクト領域に接着される。C.Mihalcea その他は、このアプリケーションを、1998年、Appl.Phys. A66.S87-S90の“走査プローブ顕微鏡アプリケーションのためのモノリシックダイヤモンドプローブの組立て”の中で示している。その単純さゆえに、いわゆるモールド技術により製作された電氣的AFMプローブの装着のために今日では接着が広く使用されている。

【 0 0 0 6 】

図1は、プローブの装着を示し、コンタクト領域7、プローブチップ(tip)2およびシリコンホルダーチップ(chip)5へのカンチレバー1を含む。非導電性接着剤3の場合、銀塗装の薄片4が、コンタクトエリア7とチップ5との間のステップを橋渡しする。チップ

10

20

30

40

50

側の別の金属コーティング6は、チップ2とチップ5との間の電氣的接続を得るために必要とされる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

例えばオール金属プローブまたは、公知技術による一体化した金属およびダイヤモンドチップ(tip)を備えたシリコンカンチレバーのごとき、モールドされたAFMプローブは、接着剤により、ホルダーチップに装着される。この手順には3つの大きな不都合がある。

非導電性接着剤は、プローブチップ(tip)2側に別の薄い金属コーティング6を要求する。この別の金属コーティングは、プローブチップ半径をわずかに増し、走査されるイメージの解像度がより小さくなる。

10

速乾性接着剤のみが、半田チップ(chip)として装着する個別のプローブが同時に装着されることを可能にする。この方法は、電氣的走査顕微鏡のためのプローブの大量生産には極めて適していない。

【0008】

この結果、装着されたプローブは、機械的安定性が低いという欠点がある。装着されたプローブではタッピングモードで要求される鋭い共振ピークが通常得られないので、そのプローブは、例えば接触モードのAFMにのみしばしば使用される。タッピングモードでは、プローブはサンプルと間欠的に接触し、そしてその共振周波数に近い周波数で発振する。この方法は、プローブチップの疲労を減じ、プローブの寿命を延ばす。接着剤の接続は、タッピングモードの使用に対し、しばしば十分な強度を持たない。接着したプローブの低い共振特性は、2つのファクタにより生じたものであり、フレキシブルな接着剤の使用のために高いエネルギーロスと、ホルダーチップの中央にのみ固定される無固定プローブとの2点である。より強靱な接着剤はエネルギーロスを減じるかも知れないが、接着剤の粘性および乾燥時間のような他のファクタも整合する必要がある。

20

【0009】

図2は、試験的に装着されたプローブで得られた典型的な共振カーブである。一つの鋭いピークの替わりに、多数の鋭くないもしくは鈍いピークが典型的に観察された(図2(a))。拡大図でわかるように、メインのピークは極めて滑らかで、それゆえ、タッピングモードの測定に適しない(図2(b))。

30

【0010】

接着剤を用いた技術の他の不都合は、コンタクト領域7とホルダーチップ5とのオーバーラップ領域上にプローブを固定することと、ホルダーチップに装着後に付け過ぎた接着剤を除去することが困難であるという点である。過度の接着剤は、装着後のカンチレバーの背面にしばしば見出されている。

【0011】

本発明の目的は、ホルダーチップを、走査顕微鏡で使用されるプローブへ装着する際、プローブチップを有するカンチレバーとホルダーチップとの間を直接に電氣的に接続する方法を提供する。この方法は、ホルダーチップの装着後に、このような電氣的接続を達成するために、別の処理を必要としない。

40

【0012】

本発明の別の目的は、ホルダーチップとプローブとの間の接続の間に、プローブに対するホルダーチップの元の又は設置された位置が本質的に同じであるように留めることができるように、前記接続を確立することである。

【0013】

本発明の別の目的は、チップの幾何学位置およびチップおよびカンチレバーの導電性質を実質的に変えることなく、ホルダーチップをプローブに装着するための方法を開示することである。

【0014】

本発明の別の目的は、例えばタッピングモードのAFMのために良好な機械的特性を有

50

する、強固なプローブホルダーチップの接続を得ることである。ホルダーチップとコンタクト領域との間のその接続は、双方の部分のオーバーラップ領域にわたって実質的に確立される。

【0015】

本発明の別の目的は、カンチレバーまたはカンチレバー及びホルダーチップの組み立て品をプローブチップに装着することを開示することである。

【0016】

本発明の別の目的は、ホルダーチップとカンチレバーとを半田接続したプローブを得ることにあり、本質的にカンチレバーに対し元の位置にあるホルダーチップを有する。ホルダーチップおよびカンチレバーは、同じ縦方向の軸に沿って配置される。

10

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ホルダーチップをプローブへ装着するための方法を開示する。この方法は、半田可能な材料をホルダーチップに適用し、半田ペーストをコンタクト領域に適用し、ホルダーチップを、コンタクト領域で半田ペーストのトップ上に装着し、そしてホルダーチップをプローブへ半田付けする、ステップを含む。

【0018】

第1の態様では、ホルダーチップ上に配置された半田可能な材料およびコンタクトエリアが開示されている。好ましくは、同じ半田可能な材料が双方に配置される。半田可能な材料は、Ti:W、Auのスタックであり、更にNiを含むことができる。

20

【0019】

第2の態様では、半田ペーストが開示されている。この半田ペーストは液体のものを含むことができる。ホルダーチップをそのソルダーペーストに配置した後は、その半田ペーストはホルダーチップを固定すべきであり、それにより、コンタクト領域に対するホルダーチップの位置は、ホルダーチップの別の半田付けの間にも、本質的に変化なく留まる。その半田ペーストは、IPAまたは水溶性の液体である。その半田ペーストは、液体でなくてもよい。

【0020】

第3の態様では、ホルダーチップとコンタクト領域との間の半田接続が開示されている。好ましくは、コンタクト領域上の半田ペーストの上にホルダーチップを位置させた状態でホットプレートにより加熱される。加熱ステップの間、ホルダーチップとコンタクト領域との半田接続が確立される。その半田は、実質的にオーバーラップ領域全体に流れ込むが、その領域外へは流れない。

30

【0021】

【発明の実施の形態】

すべての図は本発明のいくつかの態様および実施例を示すためのものである。デバイスおよび組立てステップは、明瞭化のために単純化して描かれている。すべての変形例やオプションが示されていないが、本発明は図示した図面の内容に限定されるものではない。異なる図面において、同様なパーツに対しては同じ参照番号を用いている。

40

【0022】

添付した図面を参照して、本発明は、後で詳細に開示される。しかし当業者ならば、本発明を実施する他の等価なくいくつかの実施例や他の方法が明白であろう。本発明の本旨および範囲は付記したクレームによってみ限定される。

【0023】

この発明は、ホルダーチップをプローブに装着するための方法を開示する。この方法は、半田可能な材料(8)をホルダーチップ(5)に適用し、半田ペースト(11)をコンタクト領域(7)に適用し(図3のa図)、

50

ホルダーチップ(5)を、半田ペースト(11)のトップでコンタクト領域(7)に装着し(図3のb図)、そして

ホルダーチップをプローブへ半田付けする(図3のc図)、ステップを含む。

【0024】

この方法は、半田可能な材料(6)をプローブへ適用する別のステップを含む。ホルダーチップのプローブへの装着は、ホルダーチップをコンタクト領域の境界に整列させるステップを含むことができ、これにより、ホルダーチップの境界は、カンチレバー側でコンタクト領域と実質的に一致する。そのホルダーチップは、反対側でコンタクト領域から突き出すことができる。そのホルダーチップは、カンチレバーの縦軸方向に沿って位置する。半田ペーストをコンタクト領域へ適用するステップは、少なくとも1点、好ましくは2点の半田ペーストを、コンタクト領域または、プローブに接続されようとするホルダーチップ表面に付けるステップを含むことができる。

10

【0025】

プローブのコンタクト領域は、プローブチップと反対側でカンチレバーの縦方向の軸に沿い、そのカンチレバーの延長として限定される。半田ペーストは、好ましくは、カンチレバーのチップ側と反対側にある、コンタクト領域の表面上に配置される。ホルダーチップは、コンタクト領域より小さく、あるいは大きくできる。そのホルダーチップは、好ましくは、コンタクト領域と実質的に一致する。

【0026】

第1の実施例は、ホルダーチップとプローブの金属被覆化のために使用される半田可能な材料を開示している。好ましくは両パーツに対し、同じ金属被覆化の方法が用いられる。半田によるAFMプローブのために、ホルダーチップとプローブの双方に半田可能な材料を持つ必要がある。実質的にコンタクト領域すべてがよい接触を持つように、この半田可能な材料は、半田ペーストがきわめて良く濡れる必要がある。更には、過度の半田ペーストがコンタクト領域の外に位置しないように、本質的に、コンタクト領域のみが半田ペーストにより濡れるべきである。そうでない場合は、このような過度の半田ペーストは、除去されなくてはならない。この半田可能な材料は、半田付けにより接続されるホルダーチップとプローブの表面に存在することができ、あるいは、別のステップにて、これらの表面の少なくとも一方に配置されるべきである。

20

30

【0027】

金(Au)表面は、融けた半田が極めて良く濡れることが公知である。金は、カンチレバーのチップ側と反対側の、カンチレバーの背面に存在することができる。AFMにおいてレーザービームの反射を強めるためと、チップとホルダーとの間の良い電氣的接続を達成するために、この金の層は、プローブの端部に堆積される。この金の層は、Ti:Wの金属スタックのトップに配置できる。同様な金属スタックは、ホルダーチップ上に適用され得る。そしてその金属スタックは、20nmのTi:Wおよび100nmのAuを含むことができる。そのTi:W層は、下側の基板、例えばホルダーチップのSiに対し、粘着層として役立つ。

【0028】

錫を含むAu半田の溶融速度は、Auと錫間の強い相互作用により、常に極めて高いことが知られている。それゆえ、トップ表面上の薄い金属層と、底の層として第2の層を備えた2層金属とした構造が開発されてきた。この第2の層は、少なくとも適当に溶解しなければならず、かつ錫内で低い溶融速度を持たなければならない。第2の層として用いることのできる材料の一例は、Niである。このような2層の金属による一例は、20nmのTi:W、第2の層としての45nmのNiおよびトップ層としてのAu層のスタックとしている。

40

【0029】

図4の(a)および(b)は、この実施例に基づき金属被覆化されたテストチップと、この発明の他の実施例に基づき半田付けされたテストチップを示す。半田ペースト8の2つの小滴がチップ5上に置かれている。図4の(a)は、光学顕微鏡によるもので、Ti:Wが

50

溶けた半田に露出されていない。Au10のみが溶けた領域の周りで見られる。かたまりの下に横たわるAuは、急速に半田へ溶解され、これにより、溶けた半田へ第2のNi層を露出させる。SEM像(図4の(b))でわかるように、表面は極めてよく濡れており、半田8は、表面全体に広がっている。

【0030】

これらの実験は、20nmのTi:W、45nmのNiおよび100nmのAuを含む金属被覆化の方法が、プローブの装着に対してうまく適していることを示している。この金属スタックは、ホルダーチップおよびプローブ双方への標準金属被覆化法として用いることができる。公知技術により処理されたオール金属製のプローブの場合、金属カンチレバーの一部として、好ましくは10から15 μ m厚のNiが既に存在するので、そのプローブに対し、追加的な金属被覆化のステップは必要でない。それゆえ、そのようなプローブは直接に半田処理される。

10

【0031】

第2の実施例では、ホルダーチップをプローブへ装着する際に用いられる半田ペーストが開示されている。AFMプローブの装着に適用できるように、2つの主要な要求が半田ペーストにより達成される必要がある。第1に、ホルダーチップが配置された位置、またはもとの位置から半田付けの間に実質的に移動しないように、加熱された温度でペーストの粘着力が十分に高くなければならない。第2に、半田付けの間にフラックスがチップを汚し、そのためプローブの全体的な導電率がより低くなるため、半田付けの後でプローブからフラックスが容易に除去されなければならない。半田ペーストの熔融温度または半田温度は、プローブの変形、例えばカンチレバーの曲げを避けるために十分に低くなくてはならない。

20

【0032】

半田ペーストは、フラックス11内で半田の粉末粒子が宙づりになっており、そこへ特殊な薬剤が添加される。市場に出回る多数の異なる半田ペーストが使用可能で、ある特定の応用に対しては、しばしば最適となる。異なるペーストの粘着力または接着力は、異なる温度でこのようなペーストの粘着力を測定できるMalcom社の粘性テスターTK-1で評価できる。教示の目的のために、このような粘着試験を開示する。直径がおよそ6mmで高さが0.2mmの半田ペーストのかたまりがセラミック基板にプリントされる。その基板はその後所望の温度へ加熱された。直径がおよそ6mmの鋼製のピンが降下され、そして所定の力でペーストのかたまりに突き刺された。その鋼製ピンは、最終的に跳ねつけられ、そして突き刺し力が測定された。この測定は、各温度に対して5回繰返され、5つの測定値から平均値が計算された。各ペーストが25、60および80で測定された。80で優れた粘着力を示した2つのペーストは、100でも測定され、そして、SnBi58(23)ペーストは120でも測定された。

30

【0033】

図5はこれらの測定結果を示す。印加した温度 t の関数として突き刺し力 F を示している。各ペーストは室温で異なった突き刺し力を持つ。SnAg3.8Cu0.7(25)ペーストは最も低く、SnBi58(23)ペーストは最も高い突き刺し力を持つ。温度が高くなるにつれ、ペーストは明らかに2つのグループに分かれた。一つのグループ(SnPbAg2(2), SnAg3.5(22), SnAg3.8Cu0.7(25))では、突き刺し力は温度に対し急速に低下し、80ではもはや突き刺し力はゼロになり、フラックスの溶媒は完全に蒸発した。他のグループ(SnBi58(23), SnCu1(24))は、80を超えても高い粘着力を示す。ペーストの2つのグループは、2つの異なる供給源から生じていることは驚くべきではない。そのペーストは、明白に異なる応用に対して最適化された、異なるフラックスシステムに基づく。SnBi58(23)ペーストは、テストしたペーストの中でも最も高い突き刺し力を持つ。この半田ペーストは、オール金属製プローブの装着に適する温度である139で既に溶ける。Ni製の金属カンチレバーは200を超える温度に曝すと、しばしば曲るようになる。

40

【0034】

SnBi58半田ペーストは、より高い温度で高い突き刺し力を持つために、本発明によるブ

50

ローブの装着に対して主に好ましい標準として選択できる。他のペーストもプローブの装着に対して試験したが、およそ50%のホルダーチップの場合に、半田付けステップの間にそれらの位置が変わった。

【0035】

SnBi58ペーストのフラックス(11)は、半田付けステップの後、サンプルをイソプロパノール(ISA, $\eta = 60$)内で数分間リンスすることにより、除去された。適したクリーニング時間でカンチレバーも冷たいIPAまたはアセトンで清潔にした。このクリーニング時間はIPAクリーニング手順に比較してより長くできる。半田ペーストは、水溶性フラックスに基づき利用できる。温かい水中でのカンチレバーのクリーニングは、このような水溶性フラックスを除去するには十分である。

10

【0036】

図6の上図は、走査電子顕微鏡(SEM)により画像化された半田付けステップ後のテストチップ5を示す。半田のかたまり8は、フラックス11で囲まれていることがわかる。図6の下図は、IPAリンス後の同じテストチップ5を示す。IPAでのクリーニングのステップの間にフラックス11が完全に除去されていることがわかる。

【0037】

半田ペーストの堆積およびバターニングのためのスクリーンプリンティング技術の使用は、この半田付け手順のステップを自動化できる。このようなスクリーンプリンティング技術は、厚いフィルムおよびソーラーセル技術で広く確立された技術である。

【0038】

20

第3の実施例では、ホルダーチップをプローブへ半田付けする方法が開示されている。ホルダーチップをプローブへ半田付けするステップの間、例えばデバイスの移送により生じた振動は、ホルダーチップを決められた位置から移動させる原因となるので、振動は避けなければならない。AFMプローブは、およそ10から15 μm の厚さで、それゆえ、機械的振動に極めて敏感である。

【0039】

リフローハーネス、蒸気内の加熱およびホットプレートのような半田付けステップのために、異なった半田付け技術を使用できる。例えばLP-Thermtech AGのリフローシステムでは、熱は上から供給される。プローブおよびトップに位置決められたホルダーチップを備える基板は、コンベアにより異なる温度ゾーンを通過して移動し、それらの温度は個別に制御できる。窒素雰囲気内で半田付けが可能である。チェーンの機械的振動は、ホルダーチップを移動させる。

30

【0040】

蒸気中での半田付けは、1970年の早期に開発された。この方法では、半田付けされるパーツは、用いた液体の沸点と同じ温度にて飽和した蒸気に曝される。そのため、この方法は、いかなる温度制御も必要としない。このような蒸気中のシステムの例は、より高いスループットに適したIBL-Lotechnik(VPP-M600)および、研究に対してより適したAsscon Systemtechnik-Elektronik GmbHによる蒸気中クイッキー300がある。基板が小さいステップで自動的に蒸気ゾーン内へ降下される時に起きる小さい機械的ショックに起因して、生産システムがプローブの変位を生じることを実験で紹介されている。良い結果は、クイッキー300システムで得られた。このシステムでは、基板は蒸気ゾーン内へ移動せず、蒸気ゾーンが下から立ちあがって基板に到達する。半田付け後、液体は急速に冷却され、蒸気ゾーンが再度降下される。プローブが半田付けステップの間に少しも移動しないとき、この方法は、最良の結果が得られることを示す。

40

【0041】

半田ペーストを溶解するために必要な熱を供給するために、デジタルのホットプレートも使用できる。このようなホットプレートの例は、IKA LabortechnikによるRET control-viscがある。ホットプレートによる半田付けは、表面実装デバイス(SMD)に対しては使用されないが、例えば抵抗焼結、化学製品の加熱のようなマイクロエレクトロニクスではしばしば用いられる方法である。半田付けは、テストチップを設けた基板、例えば

50

Si基板をホットプレート上に設置し、そして半田合金の融点温度をおよそ200℃上回る温度へ加熱することにより行われる。ペーストの溶融およびおよそ5～10秒の追加的な待機時間の後に、ウエハーはホットプレートからゆっくりと移動される。SnBi58半田ペーストを用いると、ほとんどすべてのチップがそれらの真の位置に留まる。デジタルホットプレート正確な温度制御を可能にし、かつ、所望の温度管理もコンピュータにより容易に調節できる。ウエハーは一つづつ半田付けしなければならないが、要する半田付けサイクルはほんの5分であり、それゆえ、比較的短時間で、納得のいく量のウエハーを半田付けできる。

【0042】

本発明の好ましい実施例は、Ti:W+Ni+Au,SnBi58半田ペーストによる金属被覆化方法およびデジタルホットプレートでの半田付けの使用を含む。

10

【0043】

図3の(a)～(c)は、装着手順を図式的に示す。別のステップにて、位置合わせのために光学顕微鏡を用いた。そのプローブは、少なくともその裏面、つまり、カンチレバーのチップ側の反対が20nmのTi:W、nmのNiおよび100nmのAuで覆われた。半田ペースト(8)、つまりSnBi58の2つの小滴がプローブのコンタクト領域7上に、先にペーストに浸した薄い金属ワイヤの先端を用いて配置された(図3の(a))。ペーストの粘着力が、ワイヤがコンタクト領域にタッチする毎にペーストの小さいかたまりのみを配置を可能にする。コンタクト領域にペーストの一つの一滴に替えて、2つの小滴を配置することは極めて有利である。もし一つ一滴が適用されたなら、ホルダーチップは回転し、元の規定位置から移動しやすくなる。しかしながら、少なくとも2滴がコンタクト領域のエッジ近くに配置したなら、そのホルダーチップは半田付けの間にその元の位置に保持される。その半田のかたまりは、それらの回転を相殺することが信じられている。その小滴は、可能な限り間隔を隔ててコンタクト領域の反対側に設置するのが好ましい。

20

【0044】

第2のステップでは、金属被覆化6したシリコンチップ5(3mm長、1.2mm幅、0.6mm厚)がピンセットを用いプローブ上に配置される。チップ5の端部および固定されたカンチレバーの端部が、実質的にコンタクト領域であるホルダーチップカバーを有する他の部分のトップに横たわるように、チップ5が配置される。ホルダーチップの位置決めは、組立て用ホルダーチップウエハーにより自動化でき、そのウエハーは次にウエハー結合ツールを用いてプローブウエハー上に配置される。そのホルダーチップは、プローブと同じ金属被覆化スタックを持つ。ペーストのかたまりは、シリコンチップ(chip)をそれらの元の位置に保持し、ウエハーの扱いを可能にする。しかしながら、強い機械的ショックは、シリコンチップはその位置から移動し、そのためこれを阻止しなければならない。

30

【0045】

第3のステップでは、基板は、デジタルホットプレートに設置され、その後、159℃まで加熱される。SnBi58の溶解温度は139℃である。半田は瞬時に溶け、ホルダーチップは、コンタクト領域へ密接に吸い込まれる。半田は実質的にオーバーラップ領域全体と極めて良好に濡れるが、この領域外に流れることはない。この装着手順の特徴は、カンチレバーもまた、許容できない半田により覆われることを阻止する。いくつかのケースでは、半田付けの間に、カンチレバーおよびプローブチップ(tip)がフラックスにより覆われることが観察されている。それゆえ、上述したIPA内でのクリーニングステップが行われた。最終的に、装着されたプローブは、2つのブリッジ12を割ることにより、ウエハーから取り除かれる。

40

【0046】

図7の(b)は、一体化した金属チップを有する半田付けされたシリコンカンチレバーを示す。半田8が実質的に、ホルダーチップ5とコンタクト領域7との間のスペースを満たしていることが明確にわかる。図7の(a)は、比較のために、接着されたプローブを示す。図7の(c)は、半田付けされたオール金属製プローブを示し、フラックス11の除去ステップの前に、Niから作られた4つのカンチレバーを備える。このようなオール金属製

50

プローブの場合には、追加的な金属被覆化の層を必要とせず、それゆえ、半田チップは直接に半田付けできる。コンタクト領域 7 とホルダーチップ 5 との間にまだかなりのスペースが有り、これらの 2 つの表面は、半田付け接続のように互いにきつく結合して描かれていないことがわかる。更にはこのスペースは、接着剤で完全に満たされていない。この不完全な充填は、図 2 で示したようなタッピングモードの A F M では、このようなプローブはよくない共振特性を呈す。一方、一体化した金属チップを有するシリコンカンチレバーに対しては、図 8 で示したような半田付けチップは良好な共振特性を示す。半田により形成された、カンチレバーとホルダーチップとの間の直接の電氣的接続は、図 9 に示すように、低いプローブ抵抗となる。8 ~ 20 のプローブ抵抗が得られたことに対し、図 1 に示したような金属層でコーティングされたプローブはより高い抵抗値を示した。

10

【 0 0 4 7 】

本発明の別の態様では、プローブチップは、本発明の他の実施例中で述べた方法により、カンチレバーまたはカンチレバーおよびホルダーチップの組立てに取り付けることができる。図 10 は、プローブチップのカンチレバーへのこのような装着を示す。

【 0 0 4 8 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のホルダーチップをプローブへ装着するための方法は、半田可能な材料をホルダーチップに適用し、半田ペーストをコンタクト領域に適用し、ホルダーチップを、半田ペーストのトップ上のコンタクト領域に装着し、そしてホルダーチップをプローブへ半田付けするステップからなるものであり、この方法によれば、プローブとホルダーチップ間の機械的結合が極めて強固であり、かつ、このプローブとホルダーチップの組み立て品ではタッピングモードの A F M で明瞭な共振ピークを示す。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】 接着剤を用いてプローブをチップホルダーに装着する通常の方法を、縦断面図(上図)および平面図(下図)にて示した図

【図 2】 接着剤によるプローブの共振の様子を、駆動周波数の関数として振幅 A を示した図(a)とその拡大詳細図(b)

【図 3】 本発明の 1 実施例に基づく装着手順を示した図

【図 4】 本発明の 1 実施例に基づく金属被覆化されるスタック上の半田ペーストの濡れ状態を示した図

30

【図 5】 5 個の異なる半田ペースト(SnPbAg2 (21), SnAg3.5 (22), SnBi58 (23), SnCuI (24), SnAg3.8Cu0.7 (25))における基板温度対接着力(F)を mN にて示したグラフ

【図 6】 本発明の 1 実施例に基づく半田後のテストチップから流動体の除去を示した図

【図 7】 接着剤によりプローブに装着されたチップホルダーと、本発明の 1 実施例に基づく半田によるもの(b, c)との比較を示した図

【図 8】 本発明の 1 実施例に基づく一体化した金属チップを有する半田付けの S i カンチレバーの共振特性を示した図

【図 9】 本発明の 1 実施例に基づき装着されたオール金属プローブを用いた P t サンプルでの I V 測定図

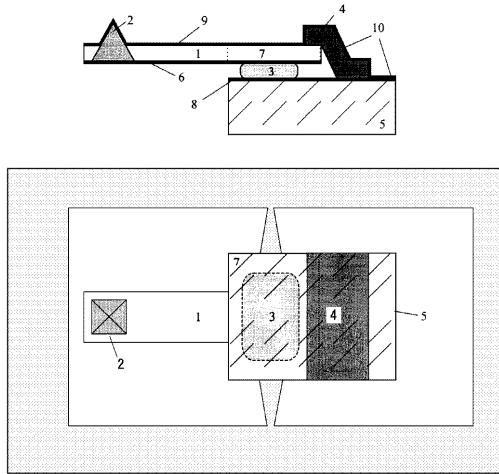
【図 10】 本発明の 1 実施例に基づき、プローブチップを、カンチレバー及びホルダーチップの組み立て品への装着を示した図

40

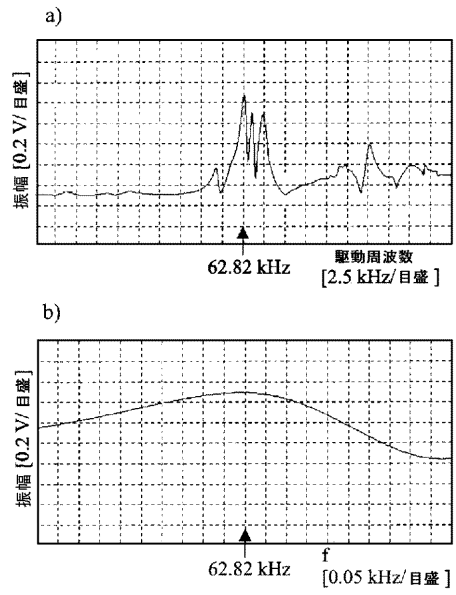
【符号の説明】

- 1 カンチレバー
- 2 プローブチップ
- 5 ホルダーチップ
- 6 半田可能な材料
- 7 コンタクト領域
- 8 半田可能な材料
- 11 半田ペースト

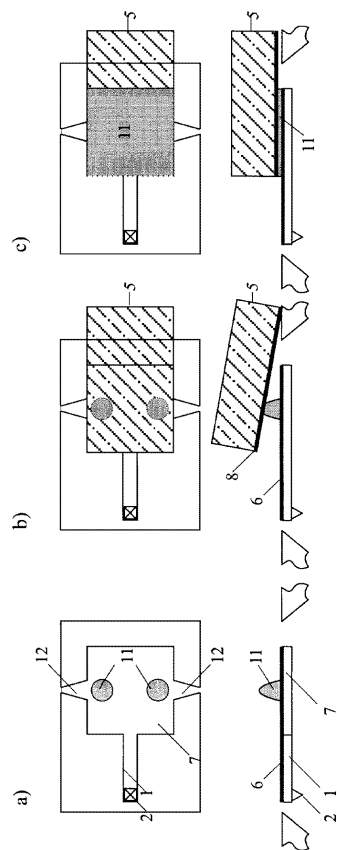
【 図 1 】



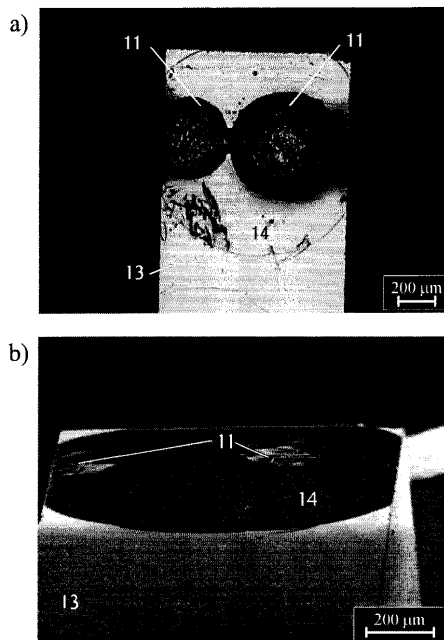
【 図 2 】



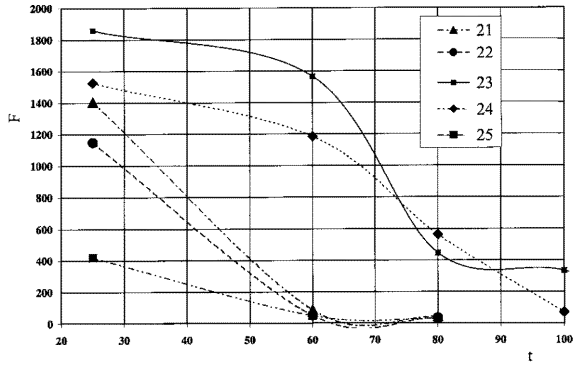
【 図 3 】



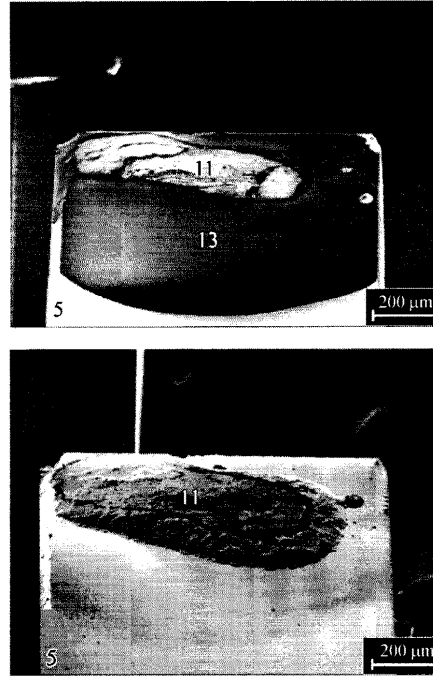
【 図 4 】



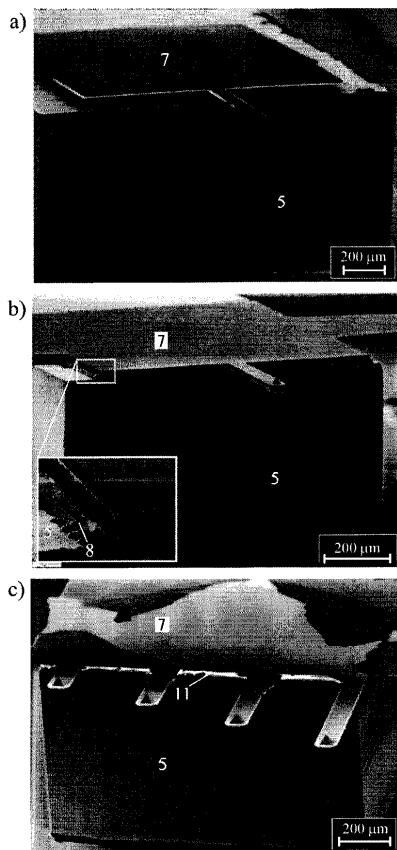
【 図 5 】



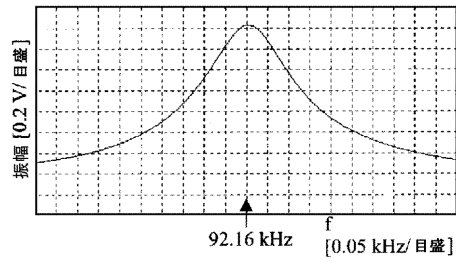
【 図 6 】



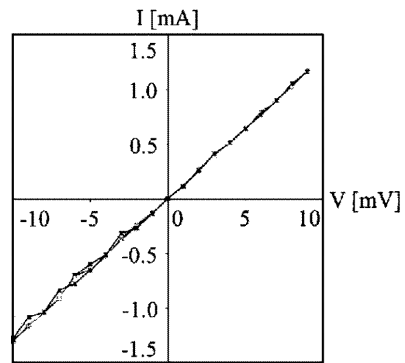
【 図 7 】



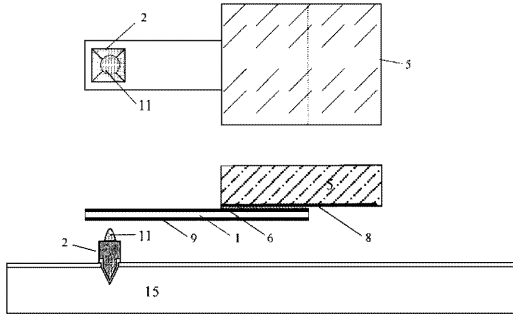
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス・ハンチェル
ドイツ連邦共和国39439アメスドルフ、オスマールレーベナー・ヴェーク6番
- (72)発明者 ウィルフリート・ファンデルフォルスト
ベルギー2800メヘレン、スタイフェンベルフラーン106番

審査官 渡 辺 純也

- (56)参考文献 特開平06-181031(JP,A)
米国特許第05994160(US,A)
特開平06-066510(JP,A)
特開平07-218515(JP,A)
特開平08-005643(JP,A)
特開平04-350509(JP,A)
特開平03-027546(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01Q 10/00 ~ 90/00
H01L 21/66