

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4886800号
(P4886800)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月16日 (2011. 12. 16)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 R	1/067	(2006. 01)	GO 1 R	1/067	G
GO 1 R	1/073	(2006. 01)	GO 1 R	1/073	D
HO 1 L	21/66	(2006. 01)	HO 1 L	21/66	B

請求項の数 14 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-44561 (P2009-44561)	(73) 特許権者	390009531
(22) 出願日	平成21年2月26日 (2009. 2. 26)		インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
(65) 公開番号	特開2010-197306 (P2010-197306A)		INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
(43) 公開日	平成22年9月9日 (2010. 9. 9)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード
審査請求日	平成22年11月25日 (2010. 11. 25)	(74) 代理人	100108501 弁理士 上野 剛史
		(74) 代理人	100112690 弁理士 太佐 種一
		(74) 代理人	100091568 弁理士 市位 嘉宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プローブカード、プローブカードの製造方法、プローバ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子デバイスの試験に使用するプローブカードであって、
基板と、

第1の熱膨張係数を有する第1の金属材料から構成され、基端部が前記基板に接合され、先端部が電子デバイスの接続端子と接触するプローブと、

基端部が前記基板に固定され、先端部が前記プローブの基端部と当該プローブの先端部との中間部において当該プローブと接触し、前記第1の熱膨張係数より大きい第2の熱膨張係数を有する第2の金属材料から構成される熱補償部材と、

を有することを特徴とするプローブカード。

10

【請求項 2】

前記熱補償部材は、温度の上昇により前記プローブの先端位置を下方に押し下げようとして熱膨張し、当該プローブの熱膨張による水平方向の位置ずれを補償することを特徴とする請求項1に記載のプローブカード。

【請求項 3】

前記第2の金属材料の第2の熱膨張係数は、前記第1の金属材料の第1の熱膨張係数より3倍以上大きいことを特徴とする請求項1又は2に記載のプローブカード。

【請求項 4】

前記第2の金属材料の第2の熱膨張係数は、前記第1の金属材料の第1の熱膨張係数の10倍より小さいことを特徴とする請求項3に記載のプローブカード。

20

【請求項 5】

前記プローブの先端部において、熱膨張による水平方向の位置ずれが $\pm 5 \mu\text{m}$ 以内であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のプローブカード。

【請求項 6】

前記熱補償部材の先端部は、前記プローブが接線として当該熱補償部材の先端部に接触するように球面形状を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のプローブカード。

【請求項 7】

前記プローブがタングステンにより構成され、前記熱補償部材がアルミニウムにより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のプローブカード。

10

【請求項 8】

前記プローブは、前記基板に対し角度 $15^\circ \sim 30^\circ$ の範囲をなすように当該基板と接合することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のプローブカード。

【請求項 9】

前記プローブの基端部と前記熱補償部材の基端部との距離の異なる、2つの熱補償部材を交互に千鳥状に配列することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のプローブカード。

【請求項 10】

基板と当該基板に接合したプローブを有するプローブカードの製造方法であって、
金属材料からなる金属棒に絶縁処理を施す絶縁処理工程と、

20

前記絶縁処理工程において絶縁処理を施された前記金属棒の表面に接着シールを貼着するシール貼着工程と、

前記シール貼着工程において接着シールが貼着された前記金属棒を、当該接着シールを残し複数の金属片に切断する切断工程と、

前記切断工程において切断された複数の前記金属片を基板上に固定する金属片固定工程と、

前記金属片固定工程により前記基板上に固定された前記金属片と接触するように、当該金属片の熱膨張係数に対し $(1/3)$ 以下の熱膨張係数を有する金属材料からなるプローブを当該基板に接合するプローブ接合工程と、

を有することを特徴とするプローブカードの製造方法。

30

【請求項 11】

前記金属棒がアルミニウムからなることを特徴とする請求項 10 に記載のプローブカードの製造方法。

【請求項 12】

前記接着シールが両面テープであることを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載のプローブカードの製造方法。

【請求項 13】

前記金属片固定工程を繰り返し行い、前記複数の金属片の各々を交互に千鳥状に固定することを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のプローブカードの製造方法。

40

【請求項 14】

電子デバイスを試験するためのプローバ装置であって、
請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のプローブカードと、
半導体ウェーハを搭載するステージと、
前記ステージをXYZ方向に移動するための駆動機構と、
を含むことを特徴とするプローバ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プローブカード等に関し、より詳しくは、半導体チップの試験を行う試験装

50

置に使用されるプローブカード等に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体デバイス等の電子デバイスを試験する場合、複数のプローブを有するプローブカードを備えた試験装置が用いられる。その際、電子デバイスを試験装置のプローブステーションに固定し、プローブカードのプローブをプローブステーションの近傍まで近づけ、プローブの先端を被試験電子デバイスの端子と接触させる。電子デバイスの試験では、通常、電子デバイスの温度変化に対する耐性試験が行われる。このため、プローブの正確な位置を保つ手法が報告されている。

【0003】

例えば、特許文献1には、湾曲部を形成したプローブを薄板に絶縁樹脂により固定し、湾曲部の内側に熱膨張率の大きい金属リングを位置させ、プローブを絶縁樹脂により絶縁させながら固定することにより、温度に応じてプローブ先端位置を変化させて単一のカードで広い温度範囲の温度試験を可能とするプローブカードが記載されている。

【0004】

また、特許文献2には、プローブカードを温度変化が激しい試験モードに用いる場合、プローブの基端が固定されるプローブカード基板とプローブの中間節点を固定する固定リングとの接着固定部に弾性体を介在させると共に、プローブ自体にその基端と中間節点との間に可撓屈折部を設けることにより、熱膨張係数の差によるプローブの先端の位置ずれを防止した耐温プローブカードが記載されている。

【0005】

また、特許文献3には、基板と、電子デバイスの複数の端子と接触する複数のプローブと、複数の信号線とを備え、少なくとも1つのプローブは第1の熱膨張係数を有し、対応する電子デバイスの端子の表面に対して斜行して設けられた第1の部材と、第1の熱膨張係数より小さい第2の熱膨張係数を有し、第1の部材に接合して設けられた第2の部材を有するバイモルフピンであることにより電子デバイスとの接触を良好に保つことのできるプローブカードが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平5-011018号公報

【特許文献2】特開平6-174746号公報

【特許文献3】特開2004-045285号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、半導体のウェーハ試験(wafer test)で使用するプローブカードは、通常、プローブの先端が、規定温度で集積回路(LSI)のチップパッド(chip pad)の中心にくるように設計・製作される。プローブは、例えば、熱膨張係数が小さいタンゲステン(熱膨張係数:4.5ppm/K)等を用いて形成される。LSIの微細化とともにパッドサイズも小型化し、熱膨張によるプローブ位置の変化は無視できない。

【0008】

図11は、従来のプローブの熱膨張による先端位置の変化を説明する図である。図11(a)に示す、プローブカード10aは、基板11と、先端部がフック状に屈曲し基端部が半田14により基板11に接合したプローブ12aとを有している。プローブカード10aは、通常、固定部111をネジ止めによりプローバ(図示せず)と言われる試験装置に固定される。また、プローブ12aは、例えば、エポキシ樹脂等の有機材料からなる支持部材15により、基端部の近傍で基板11に固定されている。

【0009】

10

20

30

40

50

プローブ12aがタングステン製の場合、85においてボンディングパッド(bonding pad)の中心に位置するように設計され、その温度近辺で使用される。このとき、プローブ12aの長さが20mmであれば、使用温度が100上昇した場合、プローブ12aの長さは熱膨張により約11 μ m程度伸びる。そのため、プローブ12aの先端は、矢印Cの方向に移動し、ボンディングパッドの中心からはずれず。また、プローブの長さが30mmであれば、使用温度が25の場合、約8 μ m以上収縮し、この場合もボンディングパッドの中心からはずれず。

【0010】

このように、チップサイズが小型化し、さらにボンディングパッドも小さくなる状況では、試験温度の変化によりプローブが膨張又は収縮する。特に、プローブ先端が水平方向にずれると、以下の問題が発生する。例えば、プローブ先端がボンディングパッド上を傷つける、あるいは、プローブ跡が実際のチップボンディングに使用されるボンディング(bonding)位置と重なり、ボンディングの不具合が生じる、等である。従って、現状のプローブカードでは、試験温度毎にプローブの先端位置を最適化しなければならないという課題がある。

10

【0011】

本発明の目的は、温度変化に応じ、プローブ先端の位置ずれを補償し、広い温度範囲のウェーハ試験が可能なプローブカードを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によれば、電子デバイスの試験に使用するプローブカードであって、基板と、第1の熱膨張係数を有する第1の金属材料から構成され、基端部が基板に接合され、先端部が電子デバイスの接続端子と接触するプローブと、基端部が基板に固定され、先端部がプローブの基端部とプローブの先端部との中間部においてプローブと接触し、第1の熱膨張係数より大きい第2の熱膨張係数を有する第2の金属材料から構成される熱補償部材と、を有することを特徴とするプローブカードが提供される。

20

【0013】

ここで、本発明が適用されるプローブカードにおいて、熱補償部材は、温度の上昇によりプローブの先端位置を下方に押し下げるように熱膨張し、プローブの熱膨張による水平方向の位置ずれを補償するものである。

30

【0014】

また、本発明が適用されるプローブカードにおいて、第2の金属材料の第2の熱膨張係数は、第1の金属材料の第1の熱膨張係数より3倍以上大きいことが好ましい。

また、第2の金属材料の第2の熱膨張係数は、第1の金属材料の第1の熱膨張係数の10倍より小さいことが好ましい。

さらに、プローブの先端部において、熱膨張による水平方向の位置ずれが $\pm 5\mu$ m以内であることが好ましい。

【0015】

また、本発明が適用されるプローブカードにおいて、熱補償部材の先端部は、プローブが接線として熱補償部材の先端部に接触するように球面形状を有することが好ましい。

40

さらに、プローブがタングステンにより構成され、熱補償部材がアルミニウムにより構成されることが好ましい。

また、プローブは、基板に対し角度15 $^{\circ}$ ~30 $^{\circ}$ の範囲をなすように基板と接合することが好ましい。

さらに、プローブの基端部と熱補償部材の基端部との距離の異なる、2つの熱補償部材を交互に千鳥状に配列することが好ましい。

【0016】

次に、本発明によれば、基板と基板に接合したプローブを有するプローブカードの製造方法であって、金属材料からなる金属棒に絶縁処理を施す絶縁処理工程と、絶縁処理工程において絶縁処理を施された金属棒の表面に接着シールを貼着するシール貼着工程と、シ

50

ール貼着工程において接着シールが貼着された金属棒を、接着シールを残し複数の金属片に切断する切断工程と、切断工程において切断された複数の金属片を基板上に固定する金属片固定工程と、金属片固定工程により基板上に固定された金属片と接触するように、金属片の熱膨張係数に対し(1/3)以下の熱膨張係数を有する金属材料からなるプローブを基板に接合するプローブ接合工程と、を有することを特徴とするプローブカードの製造方法が提供される。

【0017】

ここで、本発明が適用されるプローブカードの製造方法において、金属棒がアルミニウムからなることが好ましい。

また、接着シールが両面テープであることが好ましい。

さらに、本発明が適用されるプローブカードの製造方法において、金属片固定工程を繰り返しかえし行い、複数の金属片の各々を交互に千鳥状に固定することが好ましい。

【0018】

また、本発明によれば、電子デバイスを試験するためのプローバ装置であって、前記のプローブカードと、半導体ウェーハを搭載するステージと、ステージをXYZ方向に移動するための駆動機構と、を含むことを特徴とするプローバ装置が提供される。

【発明の効果】

【0019】

本発明のプローブカードによれば、温度変化に応じ、プローブ先端の位置ずれを補償し、広い温度範囲のウェーハ試験が可能となる。

本発明のプローブカードの製造方法によれば、比較的簡便に広い温度範囲のウェーハ試験が可能なるプローブカードが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】ウェーハ試験装置の概略構成図である。

【図2】本実施の形態が適用されるプローブカードの構造を説明する図である。

【図3】ウェーハ試験を高温で行う際のプローブカードを説明する図である。

【図4】高温試験におけるプローブの先端位置の変位を説明する図である。

【図5】プローブカードの製造方法の1例を説明する図である。

【図6】ボンディングパッドの状態とプローブ痕を説明する図である。

【図7】プローブカードのシミュレーションモデルを説明する図である。

【図8】プローブにタングステン、熱補償部材にアルミニウムを使用した場合のプローブの長さL、プローブの接合の角度θと、プローブの先端部の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

【図9】プローブの長さL=25mmとし、熱補償部材とプローブの熱膨張係数の比と、プローブの先端部の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

【図10】プローブの長さL=25mmとし、熱補償部材にアルミニウムを用いた場合、プローブの基端部から熱補償部材の接合する位置までの長さPの変化により、プローブの先端部の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

【図11】従来のプローブの熱膨張による先端位置の変化を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明を実施するための形態(実施の形態)について説明する。尚、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々変形して実施することができる。また、使用する図面は、本実施の形態を説明するために使用するものであり、実際の大きさを現すものではない。

【0022】

(ウェーハ試験装置)

図1は、ウェーハ試験装置の概略構成図である。図1に示すウェーハ試験装置100は、ウェーハ試験に使用するプローブカード10を取付けるプローバ30と、プローバ30

10

20

30

40

50

からケーブル 90 を介して試験信号が送られるテスター 80 と、から構成されている。

プローバ 30 は、ウェーハ 20 を真空吸着するステージ 40 と、ステージ 40 を X Y Z 方向に移動するための駆動機構 16 と、プローブカード 10 をプローバ 30 の上部で固定する固定部材 50 と、プローブカード 10 に試験信号を供給するインターフェース 60 及びテスターヘッド 70 とを有している。図 1 に示すように、プローブカード 10 は、基板 11 が固定部材 50 により固定される。そして、基板 11 に取付けられた複数のプローブ 12 の先端がウェーハ 20 上の複数のチップ（電子デバイス；図示せず）のパッド（接続端子）にそれぞれ接触する。

【 0 0 2 3 】

プローブカード 10 は、ウェーハ 20 上の複数のチップに設けられたパッドとプローブ 12 を介して電氣的に接続する。そして、インターフェース 60 及びテスターヘッド 70 を介して送られる信号がチップに供給される。また、プローブカード 10 は、チップが試験信号に基づき出力する出力信号を受け取る。そして、受け取った出力信号は、インターフェース 60 及びテスターヘッド 70 を介してテスター 80 に供給される。テスター 80 は、チップが出力する出力信号に基づきチップの良否を判定する。

【 0 0 2 4 】

ウェーハ試験は、プローブカード 10 の下で、ステージ 40 の X Y Z 方向の移動により、チップが上昇 試験 降下 X Y 移動 上昇の順に移動し、段階的に実行される。また、ステージ 40 に組み込まれた加熱器 / 冷却器によりウェーハ 20 の試験温度が設定され、設定された試験温度において、高温・低温試験が実行される。

ウェーハ試験中、プローブ 12 はステージ 40 の設定温度になり、初期状態に比べ温度変化に応じて伸縮する。このため、プローブ 12 の先端位置はチップのパッド中心からずれる。後述するように、例えば、125 程度の高温試験ではプローブ 12 の先端位置が降下する。この場合、ステージ 40 の高さはプローブ 12 の先端位置が降下する長さを補正するように低く設定される。また、25 程度の低温試験ではプローブ 12 の先端位置は上昇する。この場合、ステージ 40 の高さはプローブ 12 の先端位置が上昇する長さを補正するように高く設定される。

【 0 0 2 5 】

（プローブカード）

図 2 は、本実施の形態が適用されるプローブカード 10 の構造を説明する図である。図 2 には、ステージ 40 上に真空吸着により固定されたウェーハ 20 の試験を行うプローブカード 10 が示されている。

図 2 に示すように、プローブカード 10 は、固定部 111 をネジ止めにより前述したプローバ 30（図 1 参照）に固定される基板 11 と、基端部 122 が半田 14 により基板 11 に接合され、カギ状の先端部 121 がチップ（図示せず）の接続端子と接触するプローブ 12 と、基端部 132 が基板 11 に固定され、先端部 131 がプローブ 12 の基端部 122 と先端部 121 との中間部においてプローブ 12 と接触する熱補償部材 13 と、から構成されている。

プローブ 12 は、半田 14 により基板 11 に対し一定の角度 をなすように取付けられ、基板 11 に設けられた伝送線路（図示せず）と電氣的に接続している。プローブ 12 の基板 11 に対する角度 は特に限定されず、本実施の形態では、10° ~ 30° の範囲で適宜選択される。

【 0 0 2 6 】

プローブカード 10 の基板 11 を構成する材料は特に限定されず、例えば、ガラスエポキシ、テフロン、アルミナ等が挙げられる。本実施の形態ではガラスエポキシを使用している。また、例えば、テフロン、アルミナ等の耐熱性樹脂も使用可能である。

【 0 0 2 7 】

プローブ 12 は、ウェーハ試験が行われる試験温度の変化に対し、膨張・収縮による変化が小さい熱膨張係数（第 1 の熱膨張係数）を有する金属材料（第 1 の金属材料）から構成されている。具体的には、熱膨張係数が、18 ppm / K 以下、好ましくは、10 ppm

10

20

30

40

50

m / K 以下、さらに好ましくは 5 ppm / K 以下である金属材料が使用される。

プローブ 12 を構成する金属材料の熱膨張係数が過度に大きいと、位置補正機能の効果が低減する可能性がある。

【0028】

プローブ 12 を構成する材料の具体例としては、例えば、タングステン、ベリリウム - 銅合金、タングステン・レニウム、パラジウム合金 (Paline i 7 登録商標) 等が挙げられる。これらの中でも、タングステン系が好ましく、タングステンが特に好ましい。

プローブ 12 の長さは特に限定されず、本実施の形態では、15 mm ~ 50 mm の範囲で適宜選択される。また、本実施の形態では、プローブ 12 にタングステン (熱膨張係数 : 4.5 ppm / K) を使用している。前述したように、タングステン製のプローブ 12 の長さが 20 mm であれば、試験温度が 100 上昇した場合、熱膨張によるプローブ 12 の長さ変化は約 13.5 μm 程度である。

10

【0029】

熱補償部材 13 は、前述したプローブ 12 を構成する第 1 の金属材料が有する第 1 の熱膨張係数より大きい第 2 の熱膨張係数を有する第 2 の金属材料から構成されている。

第 1 の熱膨張係数と第 2 の熱膨張係数との関係は特に限定されないが、本実施の形態では、第 2 の熱膨張係数は、通常、第 1 の熱膨張係数の 3 倍以上、好ましくは 4 倍以上、より好ましくは 5 倍以上、さらに好ましくは 6 倍以上の大きさを有することが必要である。

具体的には、熱補償部材 13 は、熱膨張係数が、18 ppm / K 以上、好ましくは、23 ppm / K 以上、さらに好ましくは 28 ppm / K 以上である金属材料が使用される。第 2 の熱膨張係数が過度に小さいと、位置補正機能の効果が低減する可能性がある。

20

【0030】

熱補償部材 13 を構成する金属材料としては、例えば、アルミニウム (23 ppm / K)、マンガン (23 ppm / K)、亜鉛 (30.2 ppm / K)、マグネシウム (25.4 ppm / K)、スズ (26.9 ppm / K)、ケイ素 (24 ppm / K)、カドミウム (28.8 ppm / K)、ジュラルミン (22.6 ppm / K) 等が挙げられる。これらの中でも、アルミニウム、スズが好ましく、特にアルミニウムが好ましい。本実施の形態では、アルミニウムを用いて熱補償部材 13 を構成している。また、熱補償部材 13 は絶縁体であることが好ましく、アルミニウムを使用する場合、熱補償部材 13 の表面を酸化し酸化アルミニウムを形成することが好ましい。また、メッキ法により熱補償部材 13 の表面に絶縁膜を形成することもできる。

30

【0031】

また、本実施の形態では、熱補償部材 13 は、ヤング率が 1 GPa 以上である金属材料から構成されることが好ましい。熱補償部材 13 を構成する金属材料のヤング率は、好ましくは 10 GPa 以上、さらに好ましくは 50 GPa 以上である。

熱補償部材 13 を構成する金属材料のヤング率が過度に低いと、プローブ 12 が熱補償部 13 に沈み込み位置補正機能の効果が低減する可能性がある。

【0032】

熱補償部材 13 の長さは特に限定されず、本実施の形態では、5 mm ~ 20 mm の範囲で適宜選択される。尚、図 2 に示すように、本実施の形態では、熱補償部材 13 のプローブ 12 と接触する先端部 131 は、球面形状に形成されている。先端部 131 が球面形状に形成されることにより、先端部 131 に不要な応力集中が生じない。

40

また、熱補償部材 13 の基端部 132 は、接着剤等により基板 11 に固定されている。基端部 132 が基板 11 に固定される位置は特に限定されず、熱補償部材 13 の先端部 131 が、プローブ 12 の基端部 122 と先端部 121 との中間部において、プローブ 12 と接触するように、適宜選択される。

【0033】

(高温試験)

図 3 は、ウェーハ試験を高温で行う際のプローブカード 10 を説明する図である。図 2 と同様な構成には同じ符号を用い、その説明を省略する。

50

図3に示すように、ウェーハ20の試験温度が125 程度の高温の場合、熱補償部材13は熱膨張によりその長さが増大する。このとき、熱補償部材13は基板11に固定された基端部132を支点とし、先端部131がプローブ12を下方(矢印B方向)に押し下げる。これにより、プローブ12は、基端部122を支点とし、先端部121が下方(矢印A方向)に押し下げられ、ウェーハ20上のチップ(図示せず)の接続端子と接触する。

【0034】

このとき、ステージ40が降下(down)し、プローブ12の先端位置が降下する長さを、例えば、1 μ m単位で補正している。プローブ12の先端位置が降下する長さは、熱補償部材13に使用する金属材料(第2の金属材料)の熱膨張係数(第2の熱膨張係数)に基づき、予め設定されている。また、25 程度の低温試験ではプローブ12の先端位置は上昇する。この場合、ステージ40が上昇(up)し、プローブ12の先端位置が上昇する長さを補正する。

10

【0035】

本実施の形態では、プローブ12を熱膨張係数(第1の熱膨張係数)が小さい金属材料(第1の金属材料)を用いて構成し、一方、第1の熱膨張係数より大きい熱膨張係数(例えば、3倍以上:第2の熱膨張係数)を有する金属材料(第2の金属材料)を用いて熱補償部材13を構成している。これにより、高温試験において、熱補償部材13の熱膨張により先端部131がプローブ12を下方(矢印B方向)に押し下げる。そして、プローブ12の熱膨張による先端部121の水平方向の位置ずれを補償している。

20

【0036】

図4は、高温試験におけるプローブ12の先端位置の変位を説明する図である。図4(a)に示すプローブカード10は、アルミニウム製の熱補償部材13をプローブ12の基端部122の近傍に固定している。プローブ12の基端部122の位置から熱補償部材13を固定した位置までの長さPは、本実施の形態では、18mmである。また、本実施の形態では、プローブ12はタングステンを用いて構成され、その長さは30mmであり、基板11に角度()15°をなすように半田14により接合されている。

図4(a)に示すように、熱補償部材13をプローブ12の基端部122の近傍に固定すると、熱膨張する熱補償部材13の矢印B方向へのわずかな長さの増大により、プローブ12の先端部121を下方(矢印A方向)に大きく押し下げる。

30

【0037】

次に、図4(b)は、異なる温度における先端部121の位置をシミュレーションにより求めた結果を示している。ウェーハ試験の試験温度は、25 (図4(b)中の破線)と125 (図4(b)中の実線)である。図4(b)に示すように、試験温度が25 から125 に上昇すると、25 の場合に比べ、先端部121の位置が下方に51 μ m程度大きく移動するのに対し、水平方向の位置ずれが5 μ m程度であることが分かる。水平方向の位置ずれが5 μ m程度であれば、許容範囲のずれとしてウェーハ試験を行うことができる。

【0038】

これに対し、図11(b)は、従来のプローブ12aの異なる温度における先端部121aの位置をシミュレーションにより求めた結果を示している。ウェーハ試験の試験温度は、25 (図11(b)中の破線)と125 (図11(b)中の実線)である。プローブ12aの長さが前述した図4(a)の場合と同様に30mmであり、基板11に角度()15°をなすように半田14により接合されている。また、プローブ12aは、例えば、エポキシ樹脂等の有機材料からなる支持部材15(図11(a)参照)により、基端部の近傍で基板11に固定されている。

40

【0039】

図11(b)に示すように、試験温度が25 から125 に上昇すると、25 の場合に比べ、先端部121aの下方への位置ずれが25 μ 程度であるのに対し、水平方向の位置ずれが16 μ 程度と大きいことが分かる。このように、先端部121aの水平方向の

50

位置ずれが 16μ 程度に達すると、許容範囲を逸脱しウェーハ試験を行うことができない。

【0040】

次に、プローブカードの製造方法について説明する。

図5は、プローブカード10の製造方法の1例を説明する図である。まず、図5(a)に示すように、熱補償部材13(図2参照)を構成する熱膨張係数が 20 ppm/K 以上の金属材料からなる金属棒130を用意する。金属棒130を絶縁処理した後、接着シール133を貼付し、図5(b)に示すように、表面に接着シール133を貼付した金属棒130を調製する。接着シール133としては、例えば、両面接着シールが好ましい。

【0041】

次に、図5(c)に示すように、ダイシング140により金属棒130を一定の幅で切れ目134を入れ、図5(d)に示すように、表面に貼付した接着シール133を残し、切れ目134により一定の幅に切断された複数の熱補償部材(金属片)13を得る。さらにこのとき、切断された複数の熱補償部材13を、それぞれの表面が球面状になるように加工してもよい。

【0042】

続いて、図5(e)に示すように、基板11の中央部分110の周囲に、接着シール133が貼付された面が中央部分110側に向くように複数の熱補償部材13を並べる。そして、接着シール133の切れ端で仮止めし、さらに他の接着剤を使用し複数の熱補償部材13を基板11に固定する。最後に、図5(f)に示すように、プローブ12を、基板11に固定した複数の熱補償部材13と接触し、且つチップ21の接続端子に接触するように基板11と接合してプローブカード10を得る。プローブ12と基板11との接合は、好ましくは半田付けで行う。本実施の形態では、プローブ12を構成する金属材料の熱膨張係数は、熱補償部材13を構成する金属材料の熱膨張係数の $(1/3)$ 以下であることが好ましい。

【0043】

図6は、ボンディングパッドの状態とプローブ痕を説明する図である。

図6(a)に示すように、ボンディングパッド210は、金線(図示せず)が接合されるボンディング用スペース211と、ウェーハ試験の際にプローブカード10のプローブ12(図示せず)の先端が接触するプロービング用スペース212と、を有している。ボンディング用スペース211とプロービング用スペース212との境界には $50 \mu\text{m}$ ノッチ214が形成されている。プロービング用スペース212の中央部分には、プローブ12先端の接触により生じるプローブ痕213が示されている。

本実施の形態では、プロービング用スペース212の長さは $50 \mu\text{m}$ であり、これは、プローブ痕213の許容範囲を示している。

【0044】

図6(b)は、ボンディングパッド210におけるプローブ痕213の許容範囲と、プローブ痕213から求められる試験温度によるプローブ先端の位置ずれの許容範囲を説明する図である。図6(b)に示すように、本実施の形態では、ボンディング用スペース211とプロービング用スペース212との合計の長さは $85 \mu\text{m}$ である。ボンディング用スペース211に示された直径 $40 \mu\text{m}$ の円215は、ボンディングワイヤーのボンディング部分を示している。前述したように、プローブ痕213の許容範囲は $50 \mu\text{m}$ である。

【0045】

本実施の形態では、プロービング用スペース212に接触するプローブ12の針立てそのものの精度は $\pm 5 \mu\text{m}$ 程度であり、ウェーハ試験の際に最大 $10 \mu\text{m}$ 程度のずれが生じると仮定している。また、プローブ痕213の径Mは、プローブ12がプロービング用スペース212に接触する際の滑り(Scrub)を考慮し、最大 $30 \mu\text{m}$ 程度と考えられる。

このとき、プローブ12がプロービング用スペース212に接触するプローブ12先端

10

20

30

40

50

の位置は、 $10\ \mu\text{m}$ 程度の余裕を見て、プロービング用スペース212における目標幅Nを $40\ \mu\text{m}$ に設定すると、試験温度によるプローブ先端の位置ずれの許容範囲は $5\ \mu\text{m}$ 程度に抑え込む必要があることが分かる($40\ \mu\text{m} - 30\ \mu\text{m} - 5\ \mu\text{m} = 5\ \mu\text{m}$)。

【0046】

図7は、プローブカード10のシミュレーションモデルを説明する図である。

図7(a)に示すように、長さLを有するプローブ12は、基板11に対し一定の角度をなして基端部122が基板11に接合している。本実施の形態では、プローブ12はタングステン(第1の金属材料)を用いて形成されている。タングステンの熱膨張係数(第1の熱膨張係数)は、 $4.5\ \text{ppm}/\text{K}$ である。

熱補償部材13は、プローブ12の基端部122が基板11と接合する位置から長さPの位置で基板11に固定され、先端部131がプローブ12と接触している。また、熱補償部材13は、プローブ12を構成するタングステン(第1の金属材料)の熱膨張係数(第1の熱膨張係数： $4.5\ \text{ppm}/\text{K}$)に対し、X倍の大きさの熱膨張係数(第2の熱膨張係数)を有する金属材料(第2の金属材料)から構成されている。尚、熱補償部材13の先端部131は、球面形状に形成されている。

【0047】

図7(b)は、図7(a)に示すプローブカード10のシミュレーションモデルを使用し、プローブ12の長さL、プローブ12の基板11に対する取付け角度、熱補償部材13の固定位置までの長さP、第2の熱膨張係数の第1の熱膨張係数に対する倍数Xを変化させ、試験温度25(図7(b)の破線部分)と試験温度125(図7(b)の実線部分)におけるプローブ12の先端部121の熱膨張による位置ずれを示している。

【0048】

(シミュレーションの結果)

以下、図7において、プローブ長L、プローブ角度、熱補償部材13のプローブ12の基端部122からの長さP、プローブ12の熱膨張係数と熱補償部材13の熱膨張係数の比を変化させたシミュレーションを行い、本発明の有効範囲を解析した結果について説明する。

図8は、プローブ12にタングステン、熱補償部材13にアルミニウムを使用した場合のプローブ12の長さL、プローブ12の接合の角度と、プローブ12の先端部121の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

【0049】

図8(a)に示すように、プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPは、プローブ12の長さLの0.8倍とした。プローブ12の接合の角度は、 15° 、 20° 、 25° 、 30° とした。プローブ12の長さLは、 $15\ \text{mm}$ 、 $25\ \text{mm}$ 、 $35\ \text{mm}$ とした。

図8(b)に示す解析の結果、角度が 25° の場合、プローブ12の長さLに関係なく位置ズレが一定となり、位置ズレ許容範囲($\pm 5\ \mu\text{m}$)を満たすことが分かる。また、角度が 25° 以下の場合、許容範囲を満たすプローブ12の長さは短くなることが分かる。

【0050】

図9は、プローブ12の長さL = $25\ \text{mm}$ とし、熱補償部材13とプローブ12の熱膨張係数の比と、プローブ12の先端部121の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

図9(a)に示すように、プローブ12の接合の角度は、 15° 、 20° 、 25° とした。プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPは、 $18\ \text{mm}$ である。

図9(b)に示すように、プローブ12にタングステン(熱膨張係数 $4.3\ \text{ppm}/\text{K}$)を用い、熱補償部材13にアルミニウムを用いた場合の熱膨張係数の比は5.13である。これは、プローブ12の接合の角度は、 15° から 25° の範囲で、位置ズレ許容範囲($\pm 5\ \mu\text{m}$)を満たすことが分かる。この結果から、タングステンとアルミニウムの

10

20

30

40

50

組み合わせが現実的で最適な選択であることが分かる。

【0051】

図10は、プローブ12の長さL = 25 mmとし、熱補償部材13にアルミニウムを用いた場合、プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPの変化により、プローブ12の先端部121の位置ズレをシミュレーションにより解析した結果を示す。

図10(a)に示すように、プローブ12の接合の角度は、15°、20°、25°とした。プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPは、10 mm、20 mmとした。

図10(b)に示すように、プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPが10 mmの場合、プローブ12の先端部121の位置ズレは1.5 μm以下である。これにより、プローブ12の接合の角度が一定になるように熱補償部材13の高さを形成すれば、例えば、長さP = 10 mmの範囲で、熱補償部材13の設置が可能となることが分かる。

【0052】

この結果から、図10(c)に示すように、例えば、プローブ12の基端部122から熱補償部材13の接合する位置までの長さPが異なる2個のプローブ12を、互いに重ならないように交互に配列することができる。これにより、熱補償部材13が千鳥状に配置され、その結果、同じ面積により多くのプローブ12を配置することが可能となり、プローブ密度を上げることができる。

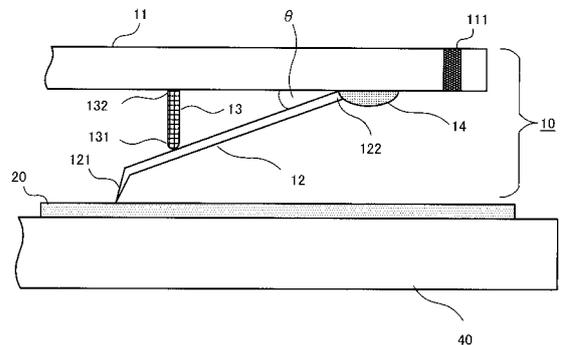
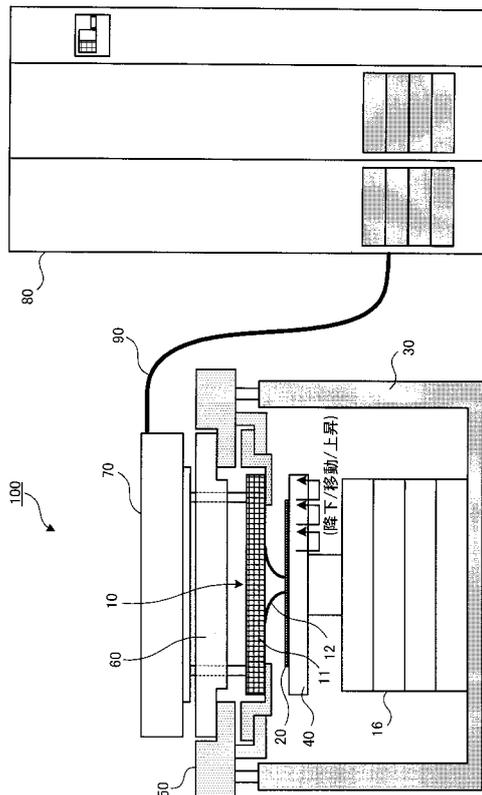
【符号の説明】

【0053】

10...プローブカード、11...基板、12...プローブ、13...熱補償部材、20...ウェーハ、30...プローバ、40...ステージ、50...固定部材、60...インターフェース、70...テスターヘッド、80...テスター、90...ケーブル、100...ウェーハ試験装置

【図1】

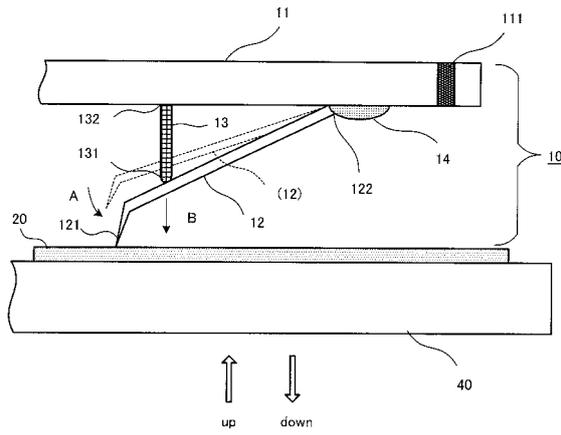
【図2】



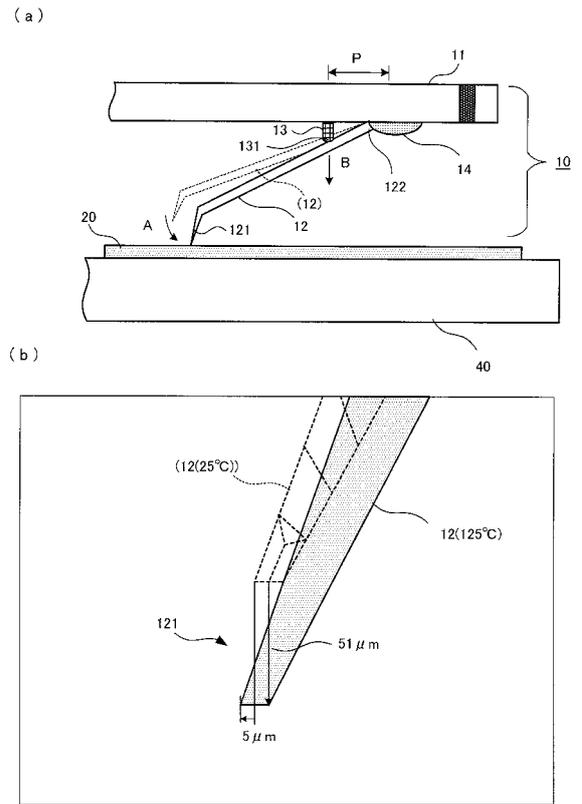
10

20

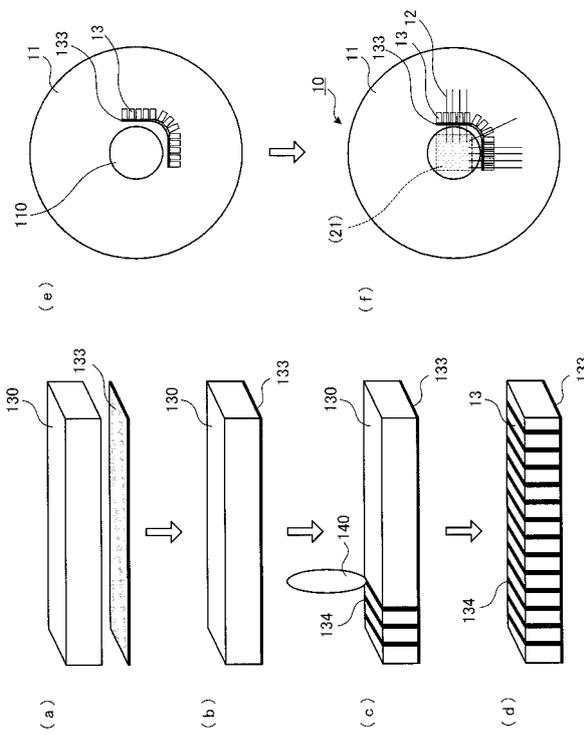
【 図 3 】



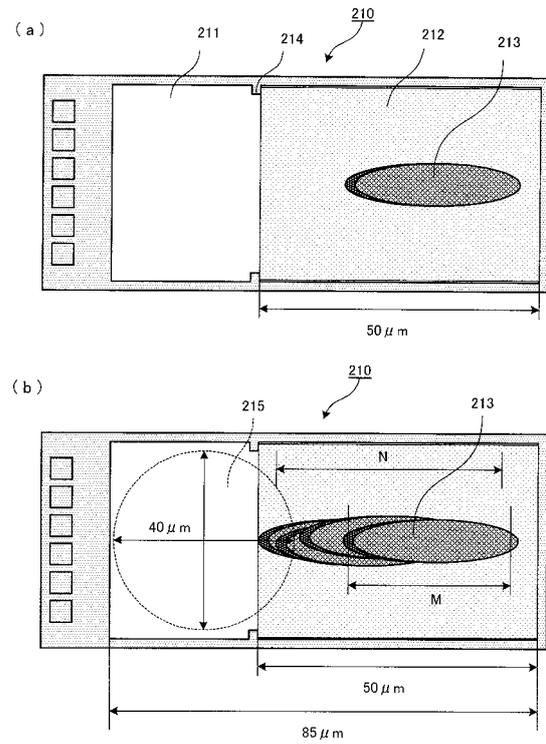
【 図 4 】



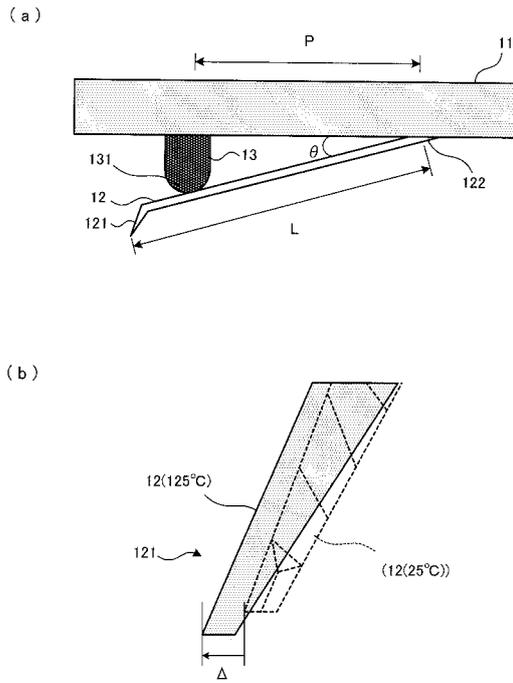
【 図 5 】



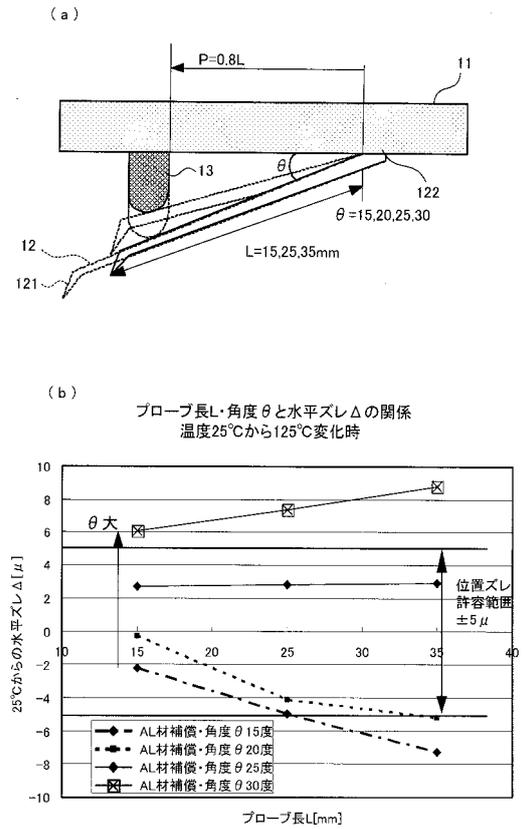
【 図 6 】



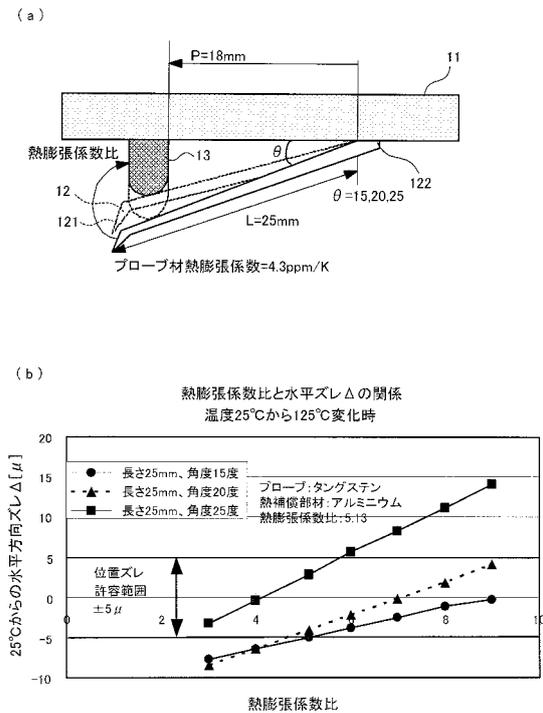
【図7】



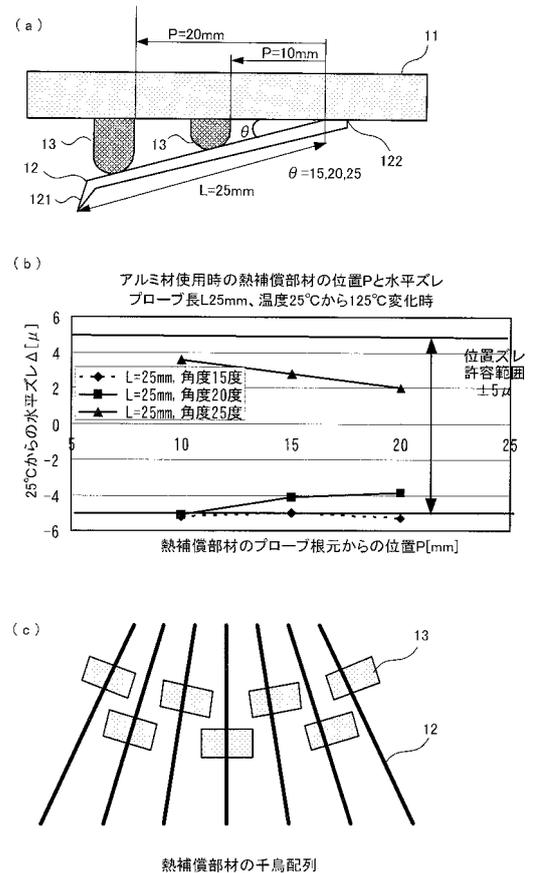
【図8】



【図9】

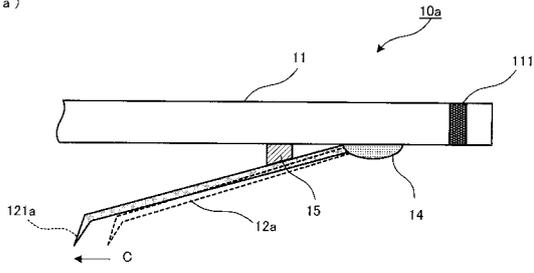


【図10】

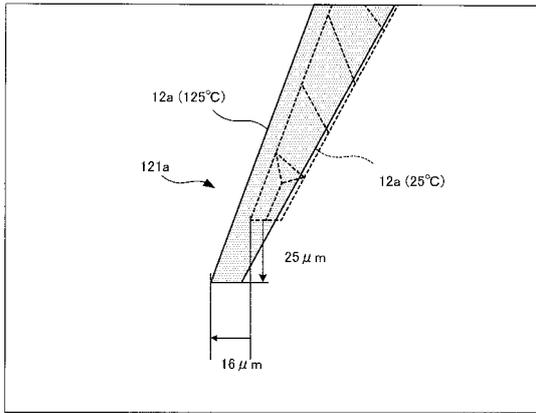


【 1 1 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 良和

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内

(72)発明者 伴 博司

神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ピー・エム株式会社 大和事業所内

審査官 荒井 誠

(56)参考文献 特開平09-133710(JP,A)

特開平05-011018(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 1/067

G01R 1/073

H01L 21/66