

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-544283

(P2008-544283A)

(43) 公表日 平成20年12月4日(2008.12.4)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
GO1R 1/073 (2006.01)	GO1R 1/073	D	2G011
GO1R 31/28 (2006.01)	GO1R 31/28	K	2G132
HO1L 21/66 (2006.01)	HO1L 21/66	B	4M106

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2008-518368 (P2008-518368)
(86) (22) 出願日	平成18年6月21日 (2006.6.21)
(85) 翻訳文提出日	平成19年12月20日 (2007.12.20)
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/024238
(87) 国際公開番号	W02007/002249
(87) 国際公開日	平成19年1月4日 (2007.1.4)
(31) 優先権主張番号	11/165,833
(32) 優先日	平成17年6月24日 (2005.6.24)
(33) 優先権主張国	米国(US)

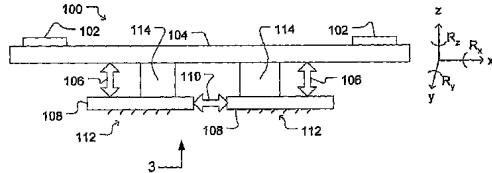
(71) 出願人	505377474 フォームファクター、 インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア 94551, リバーモア, サウスフロントロード 7005
(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人	100093861 弁理士 大賀 貞司
(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】マルチ基板プローブ構造を調節する方法および装置

(57) 【要約】

プローブカードアセンブリは、実装アセンブリに取り付けられたマルチのプローブ基板を備える。各プローブ基板は、1セットのプローブを備える。各プローブ基板上のこれらのプローブセットは一緒に検査すべきデバイスに接触するプローブアレイを構成する。調節機構は、各プローブ基板に力を加えて実装アセンブリに対して各基板を個々に移動させるように構成される。これらの調節機構は、各プローブ基板を「x」、「y」および／または「z」方向に平行移動させることができ、また、さらに、各プローブ基板を前記方向のうちの任意の1つまたは複数の方向の周りに回転させることができる。さらに、これらの調節機構は、1つまたは複数のプローブ基板の形状を変えることができる。したがって、これらのプローブは、検査すべきデバイス上の接点に対してアライメントしつゝ／または面一になることができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査すべきデバイスに接触するためのプローブカードアセンブリであって、
実装構造体と、
前記検査すべきデバイスに接触するように配置されたプローブセットを含むプローブ基板と、
前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略平行に移動させるための第1の移動手段と、
を含む、プローブカードアセンブリ。

【請求項 2】

請求項1に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
複数のプローブ基板をさらに含み、各々の前記プローブ基板が、前記検査すべきデバイスに接触するように配置された追加のプローブセットを含み、前記第1の移動手段は2つ以上の前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略平行に移動可能である、プローブカードアセンブリ。

【請求項 3】

請求項2に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
少なくとも2つの前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略垂直に移動させるための第2の移動手段をさらに含む、プローブカードアセンブリ。

【請求項 4】

請求項3に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略垂直に移動させることによって、前記プローブ基板を前記実装構造体に略平行な軸の周りに回転させる、プローブカードアセンブリ。

【請求項 5】

請求項3に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第1の移動手段および前記第2の移動手段によって前記少なくとも2つの前記プローブ基板を6段階の動作で移動可能である、プローブカードアセンブリ。

【請求項 6】

請求項5に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記6段階の動作は、3段階の平行移動および3段階の回転を含む、プローブカードアセンブリ。

【請求項 7】

請求項3に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第2の移動手段によってさらに、前記少なくとも2つの前記プローブ基板の形状を変化させることが可能である、プローブカードアセンブリ。

【請求項 8】

請求項7に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記形状は、前記プローブセットのうちのいくつかのプローブセットが取り付けられた前記少なくとも2つのプローブ基板の各々の表面の形状である、プローブカードアセンブリ。

【請求項 9】

請求項3に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第2の移動手段は前記実装構造体から延びる複数の調節可能な軸を含み、前記軸の調節によって前記プローブ基板が移動する、プローブカードアセンブリ。

【請求項 10】

請求項9に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記軸は前記実装構造体と略平行な方向に可撓性を有する、プローブカードアセンブリ。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 3 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記実装構造体は半導体ウエハを検査するための装置に取り付けられるように構成され、

、前記第 1 の移動手段および前記第 2 の移動手段によって前記プローブセットを前記半導体ウエハに位置合わせるために前記プローブ基板を移動させることが可能である、
プローブカードアセンブリ。

【請求項 1 2】

請求項 2 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記プローブ基板のうちのいくつかのプローブ基板を前記プローブ基板のうちの他のプローブ基板から遠ざけて付勢する手段をさらに含む、プローブカードアセンブリ。 10

【請求項 1 3】

請求項 2 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第 1 の移動手段は前記実装基板から伸びる調節可能な軸を含み、前記軸の調節によって隣接するプローブ基板の分離を生じさせる、プローブカードアセンブリ。

【請求項 1 4】

請求項 1 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第 1 の移動手段は移動可能なカムを含み、前記カムの移動によって前記プローブ基板を移動させる、プローブカードアセンブリ。

【請求項 1 5】

請求項 1 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記第 1 の移動手段は調節可能な位置決めねじを含み、前記位置決めねじの調節によって前記プローブ基板を移動させる、プローブカードアセンブリ。 20

【請求項 1 6】

請求項 1 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、
前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略平行に移動させることによって、前記プローブ基板を前記実装構造体に略垂直な軸の周りに回転させる、プローブカードアセンブリ。

【請求項 1 7】

プローブカードアセンブリを製造する方法であって、
複数のプローブ基板を実装構造体に取り付けることであって、各々の前記プローブ基板が、検査すべきデバイスに接触するように配置されたプローブセットを含むこと、および、
、前記プローブ基板を前記実装構造体に取り付けた後、少なくとも 1 つの前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略平行に移動させること、
を含む方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の方法において、
少なくとも 1 つの前記プローブ基板を前記実装構造体に対して略垂直に移動させることをさらに含む方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の方法において、
前記第 2 の移動ステップによって前記少なくとも 1 つの前記プローブ基板を前記実装構造体に略平行な軸の周りに回転させる方法。 40

【請求項 2 0】

請求項 1 9 に記載の方法において、
前記実装構造体を半導体ウエハを検査するための装置に取り付けることをさらに含み、
前記第 1 の移動ステップおよび前記第 2 の移動ステップによって前記プローブセットを前記半導体ウエハに位置合わせする方法。

【請求項 2 1】

請求項 1 7 に記載の方法において、 50

少なくとも 2 つの前記プローブ基板の形状を変化させることをさらに含む方法。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の方法において、

前記形状は前記プローブセットが取り付けられた表面の形状である方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記取付けステップは前記プローブ基板のうちのいくつかのプローブ基板を前記プローブ基板のうちの他のプローブ基板から遠ざけて付勢することを含む方法。

【請求項 2 4】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記第 1 の移動ステップは、前記実装基板から伸びる軸を調節して隣接するプローブ基板の分離を生じさせることを含む方法。

【請求項 2 5】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記第 1 の移動ステップは、1 つの前記プローブ基板の移動に影響を及ぼすカムを移動することを含む方法。

【請求項 2 6】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記第 1 の移動ステップは、前記プローブ基板の移動に影響を及ぼす位置決めねじを調節することを含む方法。

10

【請求項 2 7】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記第 2 の移動ステップは、前記プローブ基板の移動に影響を及ぼす、前記実装構造体から伸びる複数の調節可能な軸を移動させることを含む方法。

20

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の方法において、

前記軸は前記実装構造体と略平行な方向に可撓性を有する方法。

【請求項 2 9】

請求項 1 7 に記載の方法において、

前記第 1 の移動ステップによって前記少なくとも 1 つの前記プローブ基板を前記実装構造体に略垂直な軸の周りに回転させる方法。

30

【請求項 3 0】

実装構造体と、

各々が検査すべきデバイスに接触するように配置されたプローブセットを含む複数のプローブ基板と、

2 つ以上の前記プローブ基板を前記実装構造体に対して移動するための移動手段であって、前記実装構造体に垂直な方向性要素と前記実装構造体に平行な方向性要素とを含む移動手段と、

を含む、プローブカードアセンブリ。

40

【請求項 3 1】

請求項 3 0 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、

前記移動手段は、前記 2 つ以上の前記プローブ基板の少なくとも一部を前記実装構造体に向かってまたは前記実装構造体から遠ざけて選択的に移動するように構成された複数の移動可能アセンブリを含む、プローブカードアセンブリ。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、

前記移動可能アセンブリは、前記 2 つ以上の前記プローブ基板に取り付けられ、さらに前記実装構造体に平行に移動可能である、プローブカードアセンブリ。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、

50

前記移動可能アセンブリは、動作時に前記移動可能アセンブリの前記平行移動を妨げるロック機構を含む、プローブカードアセンブリ。

【請求項 3 4】

請求項 3 3 に記載のプローブカードアセンブリにおいて、

前記移動可能アセンブリは、分割ナット、差動ねじアセンブリを含む、プローブカードアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

図 1 は、電子デバイス検査用の例示的な検査システム 9 0 を示す。この電子デバイスは、たとえば、新たに製造された半導体ウエハ 1 2 上のダイ（図示せず）でよい。図 1 の検査システム 9 0 は、テストヘッド 4 とプローバ 2（プローバ 2 の内部の部分図を与える切り取り部 2 6 で示される）とを備える。この半導体ウエハ 1 2 のダイ（図示せず）を検査するために、このウエハ 1 2 は図 1 に示す可動ステージ 6 上に載置され、このステージ 6 はウエハ 1 2 のダイ（図示せず）上の端子 2 2 がプローブカードアセンブリ 2 0 のプローブ 6 6 と接触するように移動される。このようにして、一時的な電気接続がプローブ 6 6 と検査すべきウエハ 1 2 のダイ（図示せず）との間に生じる。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般的に、ケーブル 1 0 または他の通信手段はテスタ（図示せず）にテストヘッド 4 を接続する。電気コネクタ 1 4 は、テストヘッド 4 にプローブカードアセンブリ 2 0 を電気接続し、このプローブカードアセンブリ 2 0 は、プローブ 6 6 への電気経路（図示せず）を備える。したがって、ケーブル 1 0、テストヘッド 4、電気コネクタ 1 4、およびプローブカードアセンブリ 2 0（プローブ 6 6 を含む）は、テスタ（図示せず）と検査されるウエハ 1 2 のダイ端子 2 2 との間に電気経路を与える。すなわち、プローブ 6 6 がウエハ 1 2 上のダイ（図示せず）の端子 2 2 と接触している間は、ケーブル 1 0、テストヘッド 4、電気コネクタ 1 4、およびプローブカードアセンブリ 2 0 は、テスタ（図示せず）とダイ（図示せず）との間に複数の電気経路を提供する。このテスタ（図示せず）によってテストデータが電気経路を介してこれらのダイ（図示せず）に書き込まれ、このテストデータに応答してこれらのダイにより生成された応答データがこれらの電気経路を介してテスタに戻される。

20

【0 0 0 3】

典型的なウエハ 1 2 は多数のダイ（図示せず）を含む。実際、ウエハ 1 2 は数十または数百ものダイ（図示せず）を含んでよい。一般的に、プローブカードアセンブリ 2 0 は、ウエハ 1 2 上のダイ（図示せず）の全てには接触できない。ウエハ 1 2 上の全てのダイ（図示せず）を検査するために、ステージ 6 によりウエハ 1 2 のダイ（図示せず）のいくつかを移動させてプローブカードアセンブリ 2 0 のプローブ 6 6 に接触させ、テスタ（図示せず）でこれらのダイ（図示せず）につき検査を行う。次いで、このステージ 6 により他のダイ（図示せず）をプローブ 6 6 に接触させるようにウエハ 1 2 を移動し、テスタ（図示せず）でこれらのダイにつき同じ検査を行う。ウエハ 1 2 の全てのダイ（図示せず）が検査されるまで、このウエハ 1 2 の移動過程により、いくつかのダイ（図示せず）をプローブ 6 6 に接触させて、これらのダイ（図示せず）の検査を行う。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

プローブカードアセンブリ技術が進歩するに伴って、より多くのダイ（図示せず）に接触するためにプローブ 6 6 のアレイの寸法が大きくなってきた。大きなプローブアレイ 6 6 を作製する 1 つの方法は、多数のプローブ基板 6 6 を用いることを伴う。すなわち、それぞれが複数のプローブを備える多数のプローブ基板 6 6 が、プローブ基板 6 6 上のプローブが大きなプローブアレイを形成するように互いに隣接して配置される。米国特許第 5

40

50

, 806, 181号、第6, 690, 185号、第6, 640, 415号、および第6, 509, 751号（これらの各々はその全体が参照により本明細書に組み込まれている）には、多数のプローブ基板を有するプローブカードアセンブリの非限定的な例が開示されている。これらのプローブ66とダイ端子22とは、一般的に小さく、正確に整列されなければならない。これによって、多数のプローブ基板の正確な位置決めが必要とされる。このようなプローブ基板を正確に位置決めする方法および装置が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

例示的な実施形態では、多数のプローブ基板が実装アセンブリに接着される。各プローブ基板にはそれぞれ1セットのプローブが備えられ、プローブ基板上のこれらのプローブセットは一緒に検査すべきデバイスに接触するためのプローブのアレイを構成する。調節機構が、各プローブ基板に力を加えて各基板を実装アセンブリに対して個々に移動させるように構成される。この調節機構は、「x」、「y」および／または「z」軸に沿って各プローブ基板を平行移動させることができ、さらに各プローブ基板を1つまたは複数の前記軸の周りに回転させることができる。さらに、この調節機構は1つまたは複数のプローブ基板の形状を変えることができる。したがって、これらのプローブは、検査されるデバイス上の接点に対して整列しかつ／または平坦になることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

この明細書は、本発明の例示的な実施形態および用途につき説明する。しかし、本発明はこれらの例示的な実施形態および用途、あるいはこれらの例示的な実施形態および用途が本明細書中で機能しましたは説明される方法に限定されない。

20

【0007】

図2Aおよび図3に、複数のプローブ基板108を備える例示的なプローブカードアセンブリ100の簡略化したブロック図を示す。（図2Aにプローブカードアセンブリ100の側面図を示し、図3にプローブカードアセンブリ100の下面図を示す。）1セットのプローブ112が各プローブ基板108に取り付けられ、これらのプローブ基板108はこれらのプローブセット112がプローブの大きなアレイを形成するように配列される。4つのプローブ基板108が示されているが、より少ないプローブ基板またはより多くのプローブ基板を用いてもよい。このプローブカードアセンブリ100を、プローブカードアセンブリ20の代わりに図1のシステム90のような検査システムに用いてもよい。そして、議論を簡単にするために、本明細書では、このプローブカードアセンブリ100を検査システム90に関して論じる。

30

【0008】

図2Aおよび図3に示されるように、プローブカードアセンブリ100は、コネクタ102、実装アセンブリ104、およびそれが1セットのプローブ112を有するプローブ基板108を備える。接続機構114は、このプローブ基板108を物理的に実装アセンブリ104に接続する。第1の調節機構106および第2の調節機構110は実装アセンブリ104に対するプローブ基板108の位置を調節するように構成される。図2Aおよび図3での描写は必ずしも比例していない。たとえば、プローブ基板108の間隔はより接近してよいが、図2Aおよび図3では図示を簡単にするために描写している。

40

【0009】

コネクタ102はテストヘッド4（図1参照）と電気接続するように構成される。たとえば、コネクタ102は、ZIF（zero insertion force）コネクタまたはポゴピンコネクタを受け入れるポゴパッドを含むがこれらに限定されない任意のタイプの電気コネクタでよい。

【0010】

図2Bはプローブカードアセンブリ100の概略図を示し、そこでは実装アセンブリ104を通る電気経路152（たとえば、導電性の線および／またはビア）、実装アセンブリ104とプローブ基板108との間の電気接続154（たとえば、ワイヤ、インター

50

ーザなど)、およびプローブ基板 108 を通る電気経路 156 (たとえば、導電配線および/またはビア)が、プローブセット 112 とコネクタ 102 を電気接続する。

【0011】

電気経路 152 の付与に加えて、この実装アセンブリ 104 は、図 1 のシステム 90 のような検査システムのプローバ 2 に確実に取り付けるように構成される。たとえば、この実装アセンブリ 104 は、プローバ 2 にボルト (図示せず) 止めしてもよく、クランプ (図示せず) 締めしてもよく、または他の方法で固定してもよい。

【0012】

例示的な実装アセンブリ 104 の簡略化したブロック図を示す図 2C に示されるように、この実装アセンブリ 104 にはスティフナプレート 182 と配線基板 184 とを含んでよい。配線基板 184 は、実装アセンブリ 104 を通るコネクタ 102 (図 2C に図示せず) からの電気経路 152 を与える。この配線基板 184 は、たとえば、プリント回路板でよい。スティフナプレート 182 は、そりおよび熱誘導された移動等に耐える機械的剛性を与える。配線基板 184 をプローバ 2 (図 1 参照) に固定してよい。また、スティフナプレート 182 を配線基板 184 に取り付けて配線基板 184 を補強してもよい。米国特許第 5,974,662 号の例が図 5 に示され、そこではプリント回路板 502 が配線基板 184 の例であり、実装プレート 530 および 532 がスティフナプレート 182 の例である。あるいは、スティフナプレート 184 をプローバ 2 に固定してもよく、配線基板 184 をこのスティフナプレート 182 に取り付けてよい。「プローブカードアセンブリ中の熱的に誘導される動きに対処するための装置および方法」という名称の米国特許出願第 60/594,562 号 (2005 年 4 月 19 日出願) に例が示されている。たとえば、米国特許出願第 60/594,562 号における図面全体にわたって示されるスティフナプレート 202 はスティフナプレート 182 の例である。そして、やはり米国特許出願第 60/594,562 号における図面全体にわたって示される配線基板 204 は配線基板 184 の例である。前述の米国特許第 5,974,662 号および米国特許出願第 60/594,562 号は本明細書にそれらの全体が参照により組み込まれている。

10

20

20

【0013】

取付け機構 114 は、総称的に図 2A で箱として表され、上記したようにプローブ基板 108 を実装アセンブリ 104 に物理的に接続するように構成される。好ましくは、この取付け機構 110 は、プローブ基板 108 を実装アセンブリ 104 のスティフナプレート 182 部に物理的に接続する。さらに、取付け機構 114 はプローブ基板 108 を特定の方向に付勢するように構成してもよい。図 3 に示される例では、このプローブ基板 108 は矢印 116 の方向に付勢される。これによって図 3 に示すように各プローブ基板 108 を他のプローブ基板から遠ざけて付勢する。付勢配置の代替例としては、1 つのプローブ基板 108 がどの方向にも付勢されないが、基準として働き、他のプローブ基板 108 のそれぞれがそれから遠ざかって付勢される。たとえば、代わりに、図 3 の下側右隅に位置するプローブ基板 108 がどの方向にも付勢されず、他の 3 つのプローブ基板 108 のそれぞれが他のプローブ基板から矢印 116 の方向に遠ざかって付勢される。

30

【0014】

各プローブ基板 108 は、プローブセット 112 用のプラットフォームを含み、このプローブ基板 108 を通ってプローブ 112 に至る電気経路 156 (図 2B 参照) を備える。たとえば、プローブ基板 108 は、電気経路 156 を形成する導電配線 (図示せず) および導電ビア (図示せず) を有するセラミック基板または有機基板を含んでよい。

40

【0015】

プローブ 112 は弾性的で導電性の構造物でよい。適切なプローブ 112 の非限定的な例には、プローブ基板 108 上の導電性端子 (図示せず) に接合されたコアワイヤで形成された複合構造物が含まれる。このプローブ基板 108 は、米国特許第 5,476,211 号、第 5,917,707 号、および第 6,336,269 号に記載された弹性材料で被覆され、これらの特許はその全体が本明細書に参照により組み込まれている。代わりに

50

、これらのプローブ 112 は、米国特許第 5,994,152 号、第 6,033,935 号および第 6,255,126 号、ならびに米国特許出願第 2001/0044225 号および第 2001/0012739 号に開示されたばね要素などのリソグラフィで形成された構造物でよい。これらの特許のそれぞれも、その全体が本明細書に参照により組み込まれている。プローブ 112 の他の非限定的な例には、導電性ポゴピン、バンプ、スタッド、打ち抜きばね等が含まれる。

【0016】

第 1 の調節機構 106 および第 2 の調節機構 110 によって、各プローブ基板 108 の位置を実装アセンブリ 104 に対して変更できる。実装アセンブリ 104 はプローバ 2 に確実に取り付けられているので、各プローブ基板 108 の位置も、ステージ 6 (図 1 参照) 上に配設されたプローバ 2 および検査すべきウェハ 12 (図 1 参照) に対して変更される。したがって、プローブ 112 を、ダイ端子 22 に整列させ、かつ / またはダイ端子 22 に面一にすることができる。

10

【0017】

好ましくは、これらの第 1 の調節機構 106 と第 2 の調節機構 110 は、各プローブ基板 108 を 6 段階に移動させるように構成される。図 2A では、これらの 6 段階の移動を以下のように名付ける。すなわち、図 2A のページを横切る水平方向を「x」、図 2A のページに入りかつ紙面から出る水平方向を「y」、垂直方向を「z」、「x」軸周りの回転を Rx、「y」軸周りの回転を Ry、および「z」軸周りの回転を Rz と名付ける。上記の方向は議論を容易にするために与えられたものであって限定するものではない。

20

【0018】

第 1 の調節機構 106 はプローブ基板 108 の 1 つまたは複数の部分を「z」方向に移動させるように構成される。したがって、この第 1 の調節機構 106 は各プローブ基板 108 を 3 段階の動作 (すなわち、「z」軸に沿った平行移動、「x」軸の周りの回転 Rx、および「y」軸の周りの回転 Ry) で移動させることができる。第 2 の調節機構 110 は「x - y」平面内でプローブ基板 108 の 1 つまたは複数の部分を移動させるように構成される。したがって、この第 2 の調節機構 110 は各プローブ基板 108 を追加の 3 段階の動作 (すなわち、「x」軸に沿った平行移動、「y」軸に沿った平行移動、および「z」軸の周りの回転 Rz) で移動させることができる。

30

【0019】

図 4 ~ 図 8 には、例示的なプローブカードアセンブリ 400 が示されている。これらの図中、図 2A および図 3 の取付け機構 114 のそれぞれがフレーム 410 とばねアセンブリ 408 とを含み、第 1 の調節機構 106 のそれぞれが差動ねじ 404 を含み、また、第 2 の調節機構 110 のそれぞれがカムアセンブリ 406 を含む。図示したように、このプローブカードアセンブリ 400 も、図 2A および図 3 におけるように、コネクタ 102 と実装アセンブリ 104 とプローブ基板 108 とプローブ 112 とを含む。(図示を容易にするために図 4 ~ 図 8 の描写は必ずしも比例していない。たとえば、プローブ基板 108 の間隔はより近接してよいが、図 4 ~ 図 8 では図示を容易にするために描写している。)

【0020】

上記したように、図 2A および 3 の取付け機構 114 は、プローブカードアセンブリ 400 ではフレーム 410 およびばねアセンブリ 408 として実装されている。図 4 および図 6 に示すように、複数のばねアセンブリ 408 がフレーム 410 を実装アセンブリ 104 に取り付ける。図 9 に、オーブンスペース 802 を備える例示的なフレーム 410 の透視図を示す。プローブ基板 108 はフレーム 410 に取り付けられ、この取付けをボルト、クランプ、接着剤、粘着剤等で実現してよい。プローブカードアセンブリ 400 の側面断面図を示す図 8 に示すように、インターポーザ 804 がフレーム 410 の各空間 802 内に嵌合される。図 8 にやはり示すように、好ましくは、各インターポーザ 804 は、実装アセンブリ 104 と接触するための第 1 のセットの導電性ばね要素 808 と、プローブ基板 108 と接触するための第 2 のセットの導電性ばね要素 810 とを含む。これらの第 1 の組のばね接触要素 808 は、インターポーザ基板 806 を通って第 2 の組のばね接触

40

50

要素 810まで電気接続される。したがって、各インターポーザ 804は、実装アセンブリ 104とプローブ基板 108との間に電気経路 154を与える(図 2B 参照)。そして、接触要素 808および 810がばねであるのでこれらの電気経路 154はコンプライアント(従順)である(すなわち、これらの電気経路 154は、実装アセンブリ 104に対するプローブ基板 108の位置がカムアセンブリ 406および差動ねじアセンブリ 404によって変えられても保たれたままである)。上記で論じたように、接触要素 808および 810は、プローブ 112のように構築してよい。前記米国特許第 5,974,662号の図 5でのインターポーザ 504と前記米国特許第 6,509,751号(その全体が本明細書に参照により組み込まれている)の図 2Aでのインターポーザ 230とは、適切なインターポーザ 804の非限定的な例である。各フレーム 410内のスペース 802には、プローブ基板 108あたり 4つのインターポーザ 804が与えられるが、より少ないまたはより多いインターポーザ 804をプローブ基板 108あたりに用いてもよい。

10

【0021】

図 6(プローブカードアセンブリ 400の下面図を示す)に示すように、各フレーム(図 6でプローブ基板 108の後ろに隠れている)は複数のばねアセンブリ 408により実装アセンブリ 104に取り付けられる。図 10A および図 10B に、このようなばねアセンブリ 408の 1つの詳細な側面図および正面図をそれぞれ示す。図 10A および図 10B に示すように、このばねアセンブリ 408は実装アセンブリ 104に取り付けられたピン 1002とフレーム 410に取り付けられたピン 1006とを備える。(実装アセンブリ 104、フレーム 410、およびプローブ基板 108は、図 10A および図 10B に部分図で示される。)フレームピン 1006は、フレーム 410と一体的に形成してよく、または、フレームピン 1006をフレーム 410中の穴(図示せず)内にねじ込むか詰め込んでもよい。同様に、アセンブリピン 1002を実装アセンブリ 104と一体的に形成してよく、またはアセンブリピン 1002を実装アセンブリ 104中の穴(図示せず)内にねじ込むか詰め込んでもよい。代わりに、ピン 1002およびピン 1006を、実装アセンブリ 104およびフレーム 410に、のり付け、溶接、接着、ろう付け、はんだ付けまたは他の方法で、それぞれ取り付けてよい。

20

【0022】

ばね 1004はアセンブリピン 1002とフレームピン 1006の両方に取り付けられる。このばね 1004は、任意の適切なばね構造物でよく、任意の適切な方法でアセンブリピン 1002とフレームピン 1006とに取り付けてよい(たとえば、ばね 1004の端部をピン 1002および 1006中の穴(図示せず)に固定してよく、ばね 1004の端部をピン 1002および 1006等の周りに巻いてもよい)。

30

【0023】

このばねアセンブリ 408は、フレーム 410を実装アセンブリ 104に取り付けるだけでなく、プローブ基板 108の付勢もする。図 10A を参照すると、ばねアセンブリ 408は、図 10A の矢印 1010により示されるようにプローブ基板 108(フレーム 410に取り付けられた)を上方かつページ内に付勢する。図 10A の側面図を示す図 10B では、付勢方向は、矢印 1010により示されるように上方および左である。ばねアセンブリ 408を選択的に載置することによってプローブ基板 108を任意の所望の方向に付勢することができる。たとえば、図 6(プローブカードアセンブリ 400の下面図を示す)に示すようにプローブカードアセンブリ 400上にばねアセンブリ 408を載置することによって、図 6に示した 4つのプローブ基板 108を互いに遠ざけて(図 3での矢印 116 方向と同様に)実装アセンブリ 104に向けて付勢する。

40

【0024】

上記および図 7に示すように、図 2A および図 3の第 1の調節機構 106は、図 4~図 8のプローブカードアセンブリ 400では複数の差動ねじアセンブリ 404および対応するピボット球体 1106として実装される。図 11A に、このような差動ねじアセンブリ 404の 1つと対応するピボット球体 1106との詳細な断面図を示す。(図 11A に、実装アセンブリ 104とフレーム 410とプローブ基板とを部分図で示す。)図示されて

50

いるように、この差動ねじアセンブリ 404 は、実装アセンブリ 104 に動けないように堅く移動不可能に固定された外側のねじ込み要素 1104 を備える。ねじ 1102 がこの外側要素 1104 内にねじ込まれる。図 11B に示すように、ねじ 1102 が一方向に回転 (108) すると、ピボット球体 1106 に向かって下方に移動する。このピボット球体 1106 はフレーム 410 中の窪み 902 内に配設され、それによって、このフレーム 410 (そしてプローブ基板 108 も) を実装アセンブリ 104 から遠ざけて押す。ねじ 1102 を反対方向 (図示せず) に回転させると、ねじ 1102 はピボット球体 1106 から遠ざかって引込み、ばねアセンブリ 408 (上記したように、フレーム 410 を実装アセンブリ 104 の方に付勢する) のばね作用によりフレーム 410 がねじ 1102 によって移動する。

10

【0025】

図 9 に示すように、フレーム 410 は 9 つのピボット球体 1106 (図 9 に示さず) 用の 9 つの窪み 902 を有し、したがって、9 つの差動ねじアセンブリ 404 によって移動するように構成されている。(プローブカードアセンブリ 400 の側面断面図を示す図 7 に、3 つのこのような差動ねじアセンブリ 404 を示す。これらの差動ねじアセンブリ 404 は、図 7 に示した 2 つのフレーム 410 用のものである。) 図 14 に示すように、9 つの差動ねじアセンブリ 404 によって 9 つの力 1406 がもたらされてフレーム 410 (図 14 にロック図形態で示す) に向けられる。そして、これらの 9 つの力 1406 のそれぞれを選択的に用いることによってこのフレーム 410 (そしてこのフレームに取り付けられたプローブ基板 108 (図 14 に示さず) は「z」軸に沿って平行移動し、「x」軸と「y」軸の両軸の周りを回転 (Rx, Ry) することができる。しかしもちろん、9 つより少ないかまたはそれより多くの差動ねじアセンブリ 404 を用いて 1 つのプローブ基板 108 を調節してもよい。

20

【0026】

上記したように、図 2A および図 3 の第 2 の調節機構 110 は、図 4 ~ 図 8 のプローブカードアセンブリ 400 で複数のカムアセンブリ 406 として実装される。図 12A はこのようなカムアセンブリ 406 の 1 つの側面図であり、図 13A はその下面図である。図示したように、カム 1204 はねじ 1202 に堅く取り付けられ、このねじはポスト 1206 中のねじ穴 (図示せず) 内にねじ込まれる。このポスト 1206 は実装アセンブリ 104 に堅く取り付けられる。ねじ 1202 の回転によってカム 1204 が回転する。図 12B および図 13B に示すように、カム 1204 はフレーム 410 に当接し、カム 1204 が一方向に回転 (1308) すると、このカム 1204 はフレーム 410 を押し移動 (1210) させる。カム 1204 が反対方向 (図示せず) に回転すると、このカム 1204 はフレーム 410 から遠ざかって移動し、また、ばねアセンブリ 408 のばね作用 (上記で論じたようにフレーム 410 を付勢する) によってフレーム 410 がカム 1204 で押される。

30

【0027】

図 4 および 6 に示されるように、8 つのカムアセンブリ 406 が、各フレーム 410 (図 6 では、フレーム 410 は各プローブ基板 108 の下に隠れている) の周りに位置する。図 14 に示すように、8 つのカムアセンブリ 408 によって 8 つの力 1404 がもたらされてフレーム 410 (図 14 でロック図の形態で示した) に向けられる。これら 8 つの力 1404 のそれぞれを選択的に用いることによって、フレーム 410 (そしてフレームに取り付けられたプローブ基板 108) が「x」および「y」軸に沿って平行移動し、「z」軸の周りに回転 (Rz) することができる。しかしもちろん、8 つより少ないかまたはそれより多くのカムアセンブリ 406 を用いて 1 つのプローブ基板 108 を調節してよい。たとえば、カムアセンブリ 406 は、プローブ基板 108 の全ての側面に沿って位置する必要はない。たとえば、カムアセンブリ 408 は、これらのカムアセンブリ 408 がばねアセンブリ 408 の付勢方向に対抗しているプローブ基板 108 の側面上のみに位置してよい。

40

【0028】

50

図15～図17に、別の例示的なプローブカードアセンブリ1500を示す。図15にプローブカードアセンブリ1500の下面図、図16にその上面図、図17にその側面断面図を、それぞれ示す。図示を簡単にするために、図15～図17での描写は必ずしも比例していない。たとえば、プローブ基板108の間隔はより近接してよいが、図15～図17では図示を容易にするために描写している。プローブカードアセンブリ1500は、いくつかの点でプローブカードアセンブリ400に類似している。

【0029】

プローブカードアセンブリ400のように、プローブカードアセンブリ1500は検査システムに使用してよい。たとえば、プローブカードアセンブリ1500は、図1の検査システム90でのプローブカードアセンブリ20の代わりに用いてもよい。さらに、プローブカードアセンブリ1500はコネクタ102および実装アセンブリ104を含む。これらは、プローブカードアセンブリ400で同様に呼ばれ番号が付与された要素と同じでよい。また、プローブカードアセンブリ400のように、プローブカードアセンブリ1500は複数のプローブ基板108（4つが図示されているが、これより少ないかまたは多くの基板を用いてもよい）を含み、これらの基板は、各プローブ基板108上のプローブセット112が一緒に大きなプローブアレイを形成するように配列される。

10

【0030】

しかし、プローブカードアセンブリ1500では、図2Aおよび図3の取付け機構114はレベリングねじアセンブリ1504によって実装されている。図2Aおよび図3の第1の調節機構106もレベリングねじアセンブリ1504によって実装されており、また図2Aおよび図3の第2の調節機構110はこのレベリングねじアセンブリ1504とプラケット1510中の位置決めねじ1506とによって実装される。図15～図17に示す例示的なばねアセンブリ1508は、圧縮状態にある。したがって、図15に示す各ばねアセンブリ1508は、ばねアセンブリ1508が取り付けられた2つのプローブ基板108を互いに遠ざけて付勢する。ばねアセンブリ1508は、一般的にプローブカードアセンブリ400でのばねアセンブリ408に構造が類似しているが、フレーム410と実装アセンブリ104との間ではなくプローブ基板108間に取り付けられる。

20

【0031】

特に図17に示すように、プローブ基板108は、レベリングねじアセンブリ1504によって実装アセンブリ104に取り付けられ、これらレベリングねじアセンブリ1504のそれぞれは実装アセンブリ104中の通路1702を通って延びる。図17中左端のレベリングねじアセンブリ1504の詳細図を示した図18Aに示すように、各レベリングねじアセンブリ1504は、ねじ1802とロックナット1804とねじ付き溶接スタッド1806とを備える。このねじ付き溶接スタッド1806はプローブ基板108に取り付けられる。このねじ付き溶接スタッド1806をプローブ基板108に取り付ける方法は、重要ではない。そして、限定されることなく以下の方法、すなわち、溶接、ろう付け、のり付け、接着等のうちの任意の方法を用いてもよい。レベリングねじアセンブリ1504は、プローブ基板108を実装アセンブリ104に取り付ける。すなわち、このレベリングねじアセンブリ1504は図2Aの取付け機構114の別の例である。

30

【0032】

図18Aに示すように、ねじ1802の軸1803がスタッド1806中のねじ穴（図示せず）内にねじ込まれる。図18Bに示すように、ねじ1802が一方向に回転（1858）すると、このねじ1802は後退し、スタッド1806にそしてプローブ基板108にも引張り力を及ぼす。この引張り力はプローブ基板108を実装アセンブリ104の方に移動（1860）させる。ねじ1802が反対方向に回転（1858）すると、このねじ1802は前進し、スタッド1806そしてプローブ基板108にも押し込み力を及ぼす。この押し込み力はプローブ基板108を実装アセンブリ104から遠ざけて移動（1860）させる。したがって、レベリングねじアセンブリ1504は、それらが取り付けられているプローブ基板108を垂直（図18A～図18Dと相対的に）に移動させる。すなわち、このレベリングねじ1504も、図2A中の第1の調節機構106の別の例

40

50

である。

【0033】

図18Cに示すように、実装アセンブリ104中の通路1702は十分に大きく、ねじ1802を通路1702内を横方向に移動(1850)させることができる。ロックナット1804が非係合位置(図18Cに示さず)にある間は、レベリングねじアセンブリ1504は横方向(図18Aから図18Dに相対的に)に移動(1850)することができ、また、図18Cに示すように、ねじ付き溶接スタッド1806が取り付けられたプローブ基板108も移動させる。好ましくは、通路1702は、横方向移動1850がプローブ基板108の平面内のどんな方向(たとえば、図2Aに示した「x-y」平面)への移動も含むように構成される。ロックナット1804が係合位置(図18Aに示す)にある間は、レベリングねじアセンブリ1504は所定位置にロックされ、通路1702内で横方向に移動(1850)できない。10

【0034】

図18Dに示すように、位置決めねじ1506はブラケット1510中のねじ穴(図示せず)を通ってねじ込まれる。このブラケットは、任意の適切な手段(たとえば、ボルト、ねじ、クランプ、のり、接着剤等)を用いて実装アセンブリに取り付けられる。位置決めねじ1854の一方向への回転1854によって、位置決めねじ1854はプローブ基板108の方に前進し、それによって、プローブ基板が横方向に押される1856。位置決めねじ1854の反対方向への回転1854によって、位置決めねじ1854はプローブ基板108から遠ざかって引込む。ばね1508(図18Dに示さず)の付勢効果の故に、プローブ基板108は、位置決めねじが引込むと、位置決めねじ1506によって移動される。(上記で論じたように、例示的なばね1508は好ましくは圧縮状態にあり、それ故、図15および図17に示すように構成される。このばね1508は、位置決めねじ1506によりプローブ基板108に加えられる力と反対の力をプローブ基板108に加える。)ねじ1802の軸1803は、好ましくは、図18Dに示すように湾曲し、ロックナット1804がロックされている間はプローブ基板108が移動可能である。これによって、上記で論じたように、レベリングねじアセンブリ1504が通路1702内で横方向移動するのを防ぐ。代わりに、レベリングねじアセンブリ1504内のねじ1802の軸1803は、この軸1803が位置決めねじ1506によりプローブ基板108上に加えられる力と反対の対抗力をプローブ基板108に与えるように弾性的(すなわち、ばね状)であってもよい。このような弾性的な軸1803は、プローブカードアセンブリ1500の初期の組立て時に、プローブ基板108を互いに遠ざけて付勢するように構成してもよい。軸1803が弾性的であると、ばね1508を用いる必要がない。さらに別の代替形態として、ばね1506と弾性的な軸1803との両方を用いてもよい。20

【0035】

上記で論じたように、レベリングねじアセンブリ1504と位置決めねじ1506との両方は、プローブ基板108の横方向移動1856(図18Dに関連して)をもたらすことができる。好ましい実施形態では、レベリングねじアセンブリ1504の通路1702内の移動はプローブ基板108の横方向の粗調整用であり、位置決めねじ1506はプローブ基板108の横方向の微調整用に用いる。したがって、レベリングねじアセンブリ1504と位置決めねじ1506とは、図2Aの第2の調節機構110の別の例である。30

【0036】

図19に示すように、例示的なプローブ基板108のそれぞれは9つのねじ付き溶接スタッド1806を有し、これら9つのねじ付き溶接スタッド内にはレベリングねじアセンブリ1504のねじ1802の9つの軸1803(図19中の部分図に示す)がねじ込まれている。(しかしもちろん、9つより少ないかまたはそれより多くのレベリングねじアセンブリ1504を用いて1つのプローブ基板108を調節してもよい。)図20に示すように、9つのレベリングねじアセンブリ1504によって9つの力2006がもたらされてプローブ基板108に向けられる。そして、これらの9つの力2006のそれぞれを選択的に用いることによってこのプローブ基板108は「z」軸に沿って平行移動し、「40

10

20

30

40

50

「x」軸と「y」軸の両軸の周りを回転(R_x 、 R_y)することができる。図21に示すように、レベリングねじアセンブリ1504がプローブ基板108に押付け力または引張り力を与えることができるので、このレベリングねじアセンブリ1504はプローブ基板108の形状をさらに変化させ、それによって、プローブ基板108の湾曲または屈曲などを矯正することができる。図20の側面図を示す図21では、交互の押付け力および引張り力がプローブ基板108に加えられ、それによって、プローブ(図21に示さず)が取り付けられているプローブ基板108の表面1902の形状が変えられる。図21でこの表面1902の形状が変更される程度は、図示するために誇張されている。一般的に、この表面1902は、ほんの僅か変更されて表面1902またはダイ端子22(図1参照)の平坦度の軽微な欠陥が補償される。前記した米国特許第6,509,751号には、プローブ基板の形状が変更される例が開示され、論じられている。

10

【0037】

図15に最適に見られるように、4つの位置決めねじ1506がプローブカードアセンブリ1500中の各プローブ基板108の周りに位置決めされる。図20に示すように、この4つの位置決めねじ1506によって4つの力2004がもたらされてプローブ基板108に向かわれる。そして、これらの4つの力2004のそれぞれを選択的に用いること(および図18Cに示すようにレベリングねじアセンブリ1504を選択的に横方向移動させること)によってこのプローブ基板108は「x」軸と「y」軸に沿って平行移動し、「z」軸の周りを回転(R_z)することができる。しかしもちろん、4つより少ないかまたはそれより多くの位置決めねじ1506を用いて1つのプローブ基板108を調節してもよい。

20

【0038】

図17を再度参照すると、ワイヤ1704が実装アセンブリ104とプローブ基板108の間に電気経路154(図2B参照)を付与している。各ワイヤ1704は、その一端で実装アセンブリ104上の導電端子(図示せず)に取り付け(たとえば、はんだ付け)、他端でプローブ基板108上の導電端子(図示せず)に取り付け(たとえば、はんだ付け)てよい。このワイヤ1704は可撓性を有してプローブ基板108の移動に対応してもよい。

30

【0039】

図22Aに、例示的な横方向調節アセンブリ2202を示す。この横方向調節アセンブリ2202は、プローブカードアセンブリ400のカムアセンブリ406またはプローブカードアセンブリ1500の位置決めねじ1506の代わりに用いてよい。図示したように、このアセンブリ2202は、ねじ込みねじ2204を含む差動ねじ構造体を備え、このねじ込みねじ2204の軸2208は、実装アセンブリ104に埋め込まれ、取り付けられ、一体形成され、または他の方法で固定された外側要素2206内にねじ穴(図示せず)を通ってねじ込まれる。この軸2208は、隣接するプローブ基板108上に配設された受け入れ構造体2212間に配設された球体2210を押す。ばね2214は、プローブ基板と一緒に引っ張る傾向のある力を与える(たとえば、ばね2214は伸びた状態にある)。

40

【0040】

図22Bに示すように、ねじ2204が一方向に回転(2250)すると、軸2208は前進し、その結果、球体2210をプローブ基板108の方に押し、プローブ基板108を横方向に遠ざける(2252)。ねじ2204が反対方向に回転(2250)すると、軸2208が球体2210から遠ざかって引込み、ばね2214がプローブ基板108を互いに向かって引っ張る。

【0041】

図22Aに示した横方向調節アセンブリ2202は、それ故、図2Aおよび図3の第2の調節機構110の別の例である。図22Aの横方向調節アセンブリ2202は、プローブ基板108のうちの少なくとも1つが他のプローブ基板108により囲まれているプローブカードアセンブリで特に役立つことができる。このようなプローブカードアセンブリ

50

2300の例を図23（プローブカードアセンブリ2300の下面図を示す）に示す。図示したようにこのプローブカードアセンブリ2300は9つのプローブ基板108を備え、そのそれぞれがプローブセット112を有する。中央のプローブ基板は他のプローブ基板108により囲まれているので、その調節機構（ねじ2204）が実装アセンブリ104の他の側からアクセス可能な調節アセンブリ2202を使用すれば、その調節機構がプローブ基板（たとえば、プローブカードアセンブリ1500の位置決めねじ1506）の側方に位置するアセンブリよりも使い易くできる。（図示を簡単にするために、図23の描写は必ずしも比例していない。たとえば、プローブ基板108の間隔はより接近してよいが、図23では図示を簡単にするために描写している。）

【0042】

10

図24～図26には、さらに別の例示的なプローブカードアセンブリ2400を示す。図24にプローブカードアセンブリ2400の側面図、図25にその上面図、図26にその下面図を示す。図示を簡単にするために、図24～図26の描写は必ずしも比例していない。）

【0043】

プローブカードアセンブリ2400は、いくつかの点でプローブカードアセンブリ1500に類似している。プローブカードアセンブリ1500のように、プローブカードアセンブリ2400は検査システムに使用してよい。たとえば、プローブカードアセンブリ2400は、図1の検査システム90でのプローブカードアセンブリ20の代わりに用いてよい。さらに、プローブカードアセンブリ2400はコネクタ（図示しないが、プローブカードアセンブリ1500のコネクタ102と類似している）および実装アセンブリ104を含む。この実装アセンブリは、プローブカードアセンブリ1500の実装アセンブリ104と同じでよい。図24に示すように、実装アセンブリ104は、好ましくは、図2Cに関して図示し論じたようにスティフナプレート182と配線基板184とを備える。また、プローブカードアセンブリ1500のように、プローブカードアセンブリ2400は複数のプローブ基板108（4つが図示されているが、これより少ないかまたは多くの基板を用いてよい）を含み、これらの基板は、各プローブ基板108上のプローブセット112が一緒に大きなプローブアレイを形成するように配列される。図4～図6のプローブカードアセンブリ400のように、プローブカードアセンブリ2400はインターポーザ804（それぞれが、図8に示すように、ばね接触要素806および810とインターポーザ基板806とを備える）を備える。このインターポーザ804は、図8に関して上記したように、配線基板184とプローブ基板108との間に可撓性かつ／または弹性的電気接続を付与するためのものである。代わりに、インターポーザ804は、図17に示される可撓性ワイヤ1704などの他の可撓性電気接続で置き換えてよい。

20

30

40

50

【0044】

しかし、プローブカードアセンブリ2400では、図2Aおよび図3中の取付け機構114と第1の調節機構106と第2の調節機構110とは、アライメントプレート2402とアライメント／平坦化（「AP」）アセンブリ2408とによって実装される。図示したように、プローブカードアセンブリ2400には、各プローブ基板108につき1つのアライメントプレート2402があり、各アライメントプレート2402毎に9つのAPアセンブリ2408がある。しかしもちろん、プローブ基板108あたりより少ないかまたはそれより多くのアライメントプレート2402を用いてよく、また、アライメントプレート2402あたりより少ないかまたはそれより多くのAPアセンブリ2408を用いてよい。

【0045】

図27～図29に、これら4つのアライメントプレート2402のうちの1つの詳細な説明図を示す。図25の部分図である図27に1つのアライメントプレート2402の上面図を示し、図28および図29に図27のアライメントプレート2402の側面断面図を示す。プローブカードアセンブリ2400のアライメントプレート2402の4つ全てを同様に構成してよい。

【0046】

アライメントプレート2402は、メタル基板でよく、各APアセンブリ2408にアクセスするための開口2714とツール通路2710とを備える。(4つのツール通路2710を示すが、これより少ない通路またはこれより多くの通路を用いてよい。)図示するように図27では、9つのAPアセンブリ2408がアライメントプレート2402に取り付けられる。(上記のごとく、9つより少ないAPアセンブリ2408またはそれより多くのAPアセンブリ2408を用いてよい。)

【0047】

図29に最適に見られるように、各APアセンブリ2408はハウジング2712と差動ねじアセンブリ2708とを備え、この差動ねじアセンブリ2708はプローブ基板108に取り付けられたスタッド2806内にねじ込まれるスタッドエクステンダ2804を備える。差動ねじアセンブリ2708は、好ましくは分割ナット構成である。差動ねじアセンブリ2708は、一般的に、プローブカードアセンブリ1500のレベリングねじアセンブリ1504のように働くことができる。すなわち、この差動ねじアセンブリ2708は、レベリングねじアセンブリ1504のように、ねじ付き溶接スタッド2806に押付け力または引張り力を及ぼすことができる。図18Bの示す移動と同様に、差動ねじアセンブリ2708の一方向への回転によってスタッド2806(そしてプローブ基板108)が実装アセンブリ104の方に引っ張られ、差動ねじアセンブリ2708の反対方向への回転によってスタッド2806(そしてプローブ基板108)が実装アセンブリ104から遠ざかって押される。10ミクロン以下のオーダーでの微調整を提供する分割ナット差動ねじ、およびこのような精密な分割ナット差動ねじを用いてよい。ツール(図示せず)が開口2714を介して差動ねじアセンブリ2708に係合してもよい。

10

20

30

40

【0048】

また、図29に最適に示すように、ハウジング2712は、実装アセンブリ104のアライメントプレート2402とスティフナプレート182との間に位置する。(このハウジング2712はアライメントプレート2402の後ろに位置し、したがって図27では視界の外になる。しかし、図示を容易にするために、このハウジング2712を図27に含めたが、点線で示した。)ハウジング2712は、取付けねじ2704によってアライメントプレート2402に移動不可能に取り付けられる。しかし、ブレーキねじ2702(図27中でのみ見ることができる)によって、ハウジング2712がスティフナプレート182に対して移動可能かどうかが決定される。ブレーキねじ2702が緩められている間は、ハウジング2712はスティフナプレート182に対して横方向移動できる(図29および図30に関して)。各APアセンブリ2408の差動ねじ2708(そのスタッドエクステンダ2806を含む)は、スタッド2806と共にハウジング2712によって移動2952する。スティフナプレート182中の通路2904と配線基板184中の通路2906とによって、スタッドエクステンダ2804はスティフナプレート182および配線板184に対して移動することができる。しかし、ブレーキねじ2702が締付けられている間は、ハウジング2712そして全APアセンブリ2408が所定の位置にロックされスティフナプレート182に対して移動できない。したがって、ブレーキねじ2702は、プローブアセンブリ1500の差動ねじアセンブリ1504のロックナット1804のように働き、図18Cに示す移動1850のような横方向移動を可能にする。

【0049】

図28に示すように、2つ以上のレバレッジツール2860(たとえば、ねじ回し)をアライメントプレート2402中のツール通路2710を通って、スティフナプレート182の開口2802内に挿入してよい。次いで、これらのレバレッジツール2860をこととして用いてアライメントプレート2402に横方向(図28および図29に関して)の力を加えてもよい。APアセンブリ2408のハウジング2712が取付けねじ2704によってアライメントプレート2402に堅く取り付けられるので、これらの力はアライメントプレート2402をスティフナプレート182に対して移動(2852)させる

50

だけでなく、ハウジング 2712 のそれぞれも移動させる。これによって、APアセンブリ 2408 のスタッド 2806 が取り付けられたプローブ基板 108 を次々に移動(2854)させる。もちろん、これらのハウジング 2712 とプローブ基板 108 は、各ハウジング 2712 のブレーキねじ 2702 が緩められたときのみ移動する。これらのブレーキねじ 2702 が締付けられているときは、これらのハウジング 2712 は移動しない。

【0050】

したがって、アライメントプレート 2402 および APアセンブリ 2408 は、プローブカードアセンブリ 2400 中の各プローブ基板 108 の平坦度および / またはアライメントを 6 段階の異なる移動で調節し、プローブ基板 108 の形状を変更することができる。すなわち、図 30 に示すように、アライメントプレート 2402 を通る 2 対のツール通路 2710 およびスティフナプレート 182 (図 28 参照) 中の穴 2802 内に挿入された 2 つのレバレッジツール 2860 は、「x - y」平面中のどの方向にも横方向の力 3004 を与えることができる。そして、これらの力 3004 によって、プローブ基板 108 は、「x」軸および / または「y」軸に沿った平行移動ならびに / または「z」軸の周りの回転(Rz)をする。また、9 つの APアセンブリ 2408 がプローブ基板 108 に押付け力および / または引張り力を加えることができるので、これらの 9 つの APアセンブリ 2408 は、図 20 に示したのと同じ 9 つの押付け力または引張り力 2006 をもたらしてプローブ基板 108 上に向けることができる。図 20 に示すように、これらの 9 つの力を選択的に用いることによって、このプローブ基板 108 を「z」軸に沿って平行移動し、「x」および「y」の両軸の周りに回転させる(Rx, Ry)ことができる。これらの 6 段階の移動 - 「x」、「y」および「z」軸に沿った平行移動、およびこれらの軸それぞれの周りの回転(Rx, Ry, Rz) - に加えて、図 21 に示すようにプローブ基板 108 に押付け力と引張り力を交互に加えることによって、このプローブ基板 108 の形状を変えることができる。

10

20

30

40

50

【0051】

図 31 に、プローブカードアセンブリ(たとえば、100、400、1500、2300、2400)を製造する例示的な工程 3100 を示す。このプローブカードアセンブリでは、検査すべきデバイスに接触するためのプローブアレイが、別個のプローブ基板(たとえば、108)上にそれぞれ配設された複数のプローブセット(たとえば、112)から構成されている。

【0052】

ステップ 3102 では、第 1 の組のプローブ 112 を備えるプローブ基板 108 が実装アセンブリ 104 に取り付けられる。たとえば、図 3 に示した下側右のプローブ基板 108 を実装アセンブリ 104 に取り付けてよい。ステップ 3104 では、追加のプローブ基板 108 が実装アセンブリ 104 に取り付けられる。たとえば、図 3 の上側右、上側左および下側左のプローブ基板 108 を実装アセンブリ 104 に取り付ける。ステップ 3102 およびステップ 3104 で実装アセンブリ 104 に取り付けられたプローブ基板 108 は、各プローブ基板 108 が本明細書で説明したように調節(たとえば、平坦化かつアライメント)できるように上記の任意の技法および任意の機構を用いて取り付けてよい。たとえば、各プローブ基板 108 は、プローブカードアセンブリ 400 のばねアセンブリ 408、プローブカードアセンブリ 1500 のレベリングねじアセンブリ 1504、またはプローブカードアセンブリ 2400 の APアセンブリ 2408 を用いて実装アセンブリ 104 に取り付けてよい。

【0053】

ステップ 3104 で述べたように、各プローブ基板 108 が実装アセンブリ 104 に取り付けられると、プローブ基板 108 は他のプローブ基板 108 から遠ざかって付勢され得る。たとえば、ステップ 3102 で実装アセンブリ 104 に取り付けられた第 1 のプローブ基板 108 はどの方向にも付勢され得ず、ステップ 3104 でその後実装アセンブリに取り付けられたプローブ基板 108 は第 1 の基板から遠ざかって付勢され得る。あるいは、ステップ 3102 およびステップ 3104 で取り付けられた全てのプローブ基板 10

8は互いに遠ざかって付勢され得る。さらに別の代替案としては、プローブ基板108を付勢する必要がない。1つまたは複数のプローブ基板108が付勢される場合、プローブカードアセンブリ400のばねアセンブリ408、プローブカードアセンブリ1500のばねアセンブリ1508、またはプローブカードアセンブリ2300のばね2214を用いて付勢してもよい。

【0054】

ステップ3106では、ステップ3102およびステップ3104で取り付けられた1つまたは複数のプローブ基板108のアライメントおよび／または平坦度を調節してプローブアレイ（各プローブ基板108上のプローブセット112からなる）をアライメントかつ／または平坦化する。上記で論じたように、図2Aおよび図3の第1の調節機構106および第2の調節機構110を用いて1つまたは複数のプローブ基板108を「x」、「y」および／または「z」軸に沿って移動させ、かつ／または図2Aに示し上記で論じたようにこれらのプローブ基板108を「x」、「y」および／または「z」軸の周りに回転（Rx、Ry、Rz）させてもよい。たとえば、プローブカードアセンブリ400の差動ねじアセンブリ404とカムアセンブリ406を用いて、ステップ3102およびステップ3104で実装アセンブリ104に取り付けられた1つまたは複数のプローブ基板108に図14に示した力および移動を与えてよい。別の例として、プローブカードアセンブリ1500のレベリングねじアセンブリ1504と位置決めねじ1506とを用いて1つまたは複数のプローブ基板108に図20に示した力および移動を与えてよい。また、レベリングねじアセンブリ1504を用いて図21に示したように1つまたは複数のプローブ基板108の形状を変更してもよい。さらに別の例として、プローブカードアセンブリ2400のアライメントプレート2402とAPアセンブリ2408とを用いて1つまたは複数のプローブ基板108に図20および図30に示した力および移動を与えてよい。また、APアセンブリ2408を用いて図21に示したように1つまたは複数のプローブ基板108の形状を変更してもよい。

10

20

30

40

50

【0055】

ステップ3106の際にプローブ基板108に与えられる移動によって、インターポーラ804（図8参照）のばね接点808および810が、実装アセンブリ104上かつ／またはプローブ基板108上の接触端子（図示せず）を横切ってスクラビングすることができる。知られているように、端子を横切って接点をスクラビングさせることによって接点と端子との間の電気接続が向上する。これは、このスクラビング作用によって端子上の非伝導性（電気的に）すなわち電気抵抗の高い不純物（たとえば、酸化物）を突き抜けることができるからである。

【0056】

ステップ3108では、各プローブ基板（この段階では、ステップ3106によりダイ端子22にアライメントしかつ／または面一になった）の位置を所定位置にロックする。図示していないが、第1の調節機構106と第2の調節機構110とは、プローブ基板108を実装アセンブリ104に対して選択された位置にロックするように構成してよい。たとえば、プローブカードアセンブリ400の差動ねじアセンブリ404は、プローブカードアセンブリ400が回転（1108）できないようにねじ1102をロックする機構を備えてよい。カムアセンブリ406のねじ1202も同様なロック機構を備えてよい。あるいは、これらの差動ねじアセンブリ404およびカムアセンブリ406は、回転ツール（図示せず）をねじ1102および1202に用いない限りこれらのねじ1102および1202が回転に耐えるように構成してもよい。このような場合、ステップ3108は、ステップ3106が完了した直後に連累して実施される。レベリングねじアセンブリ1504のねじ1802、横方向調節アセンブリ2202のねじ2204、およびAPアセンブリ2408の差動ねじ2708は、同様にロック機構（図示せず）で構成して回転ツールを用いない限り回転に耐えるようにしてもよい。これらとは無関係に、レベリングねじアセンブリ1504のロックナット1804は、上記したように、レベリングねじアセンブリ1504が通路1702内を横方向に移動するのをロックし止める。同様に、プロ

ープカードアセンブリ 2400 の A P アセンブリ 2408 のロックねじ 2702 は、 A P アセンブリ 2408 が通路 2904 および 2906 内を横方向に移動するのをロックし止める(図 29 参照)。このようなアセンブリを用いてステップ 3106 で横方向調節を行うときは、ステップ 3108 でロックナット 1804 およびロックねじ 2702 がロックされる。

【0057】

上記で論じたように、プローブ基板 108 は、ステップ 3106 で実装アセンブリ 104 に対して調節される。実装アセンブリ 104 はプローバ(たとえば、図 1 のプローバ 2 のような)に取り付けてよく、検査すべきウエハ 12 はこのプローバ 2 内に配設してよいので、プローブ基板 108 (と取り付けられたプローブ 112 と)をプローバ 2 に対して調節することによって、プローブ基板(と取り付けられたプローブ 112 と)をプローバ 2 およびウエハ 12 のダイ端子 22 に対して調節する。このプローブ 112 が検査すべきウエハ 12 のダイ端子 22 に対して面一にかつ／または整列されるとすぐに、ステージ 6 がダイ端子 22 を移動してプローブ 112 に接触させることができ、ウエハ 12 のダイ端子を検査することができる。

10

【0058】

本明細書で、本発明の具体的な実施形態および用途を説明してきたが、これらの例示的な実施形態および用途、またはこれらの例示的な実施形態および用途が本明細書で機能し説明される方法に本発明が限定されることはない。たとえば、カムアセンブリ 406 のねじ 1202 は、カムアセンブリ 406 が図 12A に示すようにプローブカードアセンブリ 400 の下面からではなくその上面から調節できるように、実装アセンブリ 104 の上面を通って延びてもよい。さらに別の例として、第 1 の調節機構 106 と第 2 の調節機構 110 (図 2A および図 3 参照) の様々な例を混合し調和させてもよい。一例として、プローブアセンブリ 400 のカムアセンブリ 406 を、プローブカードアセンブリ 1500 のブラケット 1510 と位置決めねじ 1506 とで置き換えるてもよい。同様に、プローブカードアセンブリ 1500 のブラケット 1500 と位置決めねじ 1506 とをカムアセンブリ 406 で置き換えるてもよい。さらに別の例として、プローブカードアセンブリ 1500 のレベリングねじアセンブリ 1504 のうちのいくつかを、プローブカードアセンブリ 400 の差動ねじアセンブリ 404 と置き換えるてもよい。したがって、図 20 に示した力 2006 は押付け力のみでよい。本明細書で説明した実施形態の修正のさらに別の例として、プローブカードアセンブリ 1500 の可撓性ワイヤ 1704 を、プローブカードアセンブリ 400 にインターポーザ 804 に替えて用いてもよい。同様に、プローブカードアセンブリ 400 のインターポーザ 804 を、プローブカードアセンブリ 1500 に可撓性ワイヤ 1704 に替えて用いてもよい。さらに別の例として、第 1 の調節機構 106 および第 2 の調節機構 110 は、コンピュータまたは他の自動制御システムにより生成された制御信号に応答して自動動作装置によって駆動してもよい。本明細書で説明した実施形態の変更のさらに別の例として、これらの実施形態はプローブカードアセンブリであったが、本明細書で説明したアライメント技法および平坦化技法は、一般的に、平坦化かつ／またはアライメントしなければならない 1 つまたは複数の基板を備える任意のデバイスに用いるのに適している。

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】半導体ウエハのダイを検査するための例示的な検査システムを示す図である。

【図 2A】例示的なプローブカードアセンブリの側面図である。

【図 2B】図 2A のプローブカードアセンブリの単純化した電気的な模式図である。

【図 2C】図 2A のプローブカードアセンブリの実装アセンブリの例示的な実装形態の単純化したロック図である。

【図 3】図 2A のプローブカードアセンブリの下面図である。

【図 4】別の例示的なプローブカードアセンブリの側面図である。

【図 5】図 4 のプローブカードアセンブリの上面図である。

50

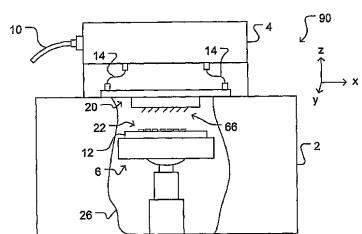
- 【図 6】図 4 のプローブカードアセンブリの下面図である。
- 【図 7】図 4 のプローブカードアセンブリの側面断面図である。
- 【図 8】図 4 のプローブカードアセンブリの別の側面断面図である。
- 【図 9】プローブ基板とフレームの側面透視図である。
- 【図 10A】ばねアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面図である。
- 【図 10B】ばねアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面図である。
- 【図 11A】差動ねじアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
10
- 【図 11B】差動ねじアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
- 【図 12A】カムアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面図である。
- 【図 12B】カムアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分側面図である。
- 【図 13A】カムアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分下面図である。
- 【図 13B】カムアセンブリを示す図 4 のプローブカードアセンブリの部分下面図である。
- 【図 14】図 4 のプローブカードアセンブリのプローブ基板に加えることができる力を示す図である。
20
- 【図 15】さらに別の例示的なプローブカードアセンブリの下面図である。
- 【図 16】図 15 のプローブカードアセンブリの上面図である。
- 【図 17】図 15 のプローブカードアセンブリの側面断面図である。
- 【図 18A】レベリングねじアセンブリおよび位置決めねじを示す図 15 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
- 【図 18B】レベリングねじアセンブリおよび位置決めねじを示す図 15 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
30
- 【図 18C】レベリングねじアセンブリおよび位置決めねじを示す図 15 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
- 【図 18D】レベリングねじアセンブリおよび位置決めねじを示す図 15 のプローブカードアセンブリの部分側面断面図である。
- 【図 19】ねじ付き溶接スタッドが取り付けられた図 15 のプローブカードアセンブリのプローブ基板とこのスタッド内にねじ込まれたねじの部分図とを示す図である。
- 【図 20】図 15 のプローブカードアセンブリのプローブ基板に加えることができる力を示す図である。
40
- 【図 21】図 15 のプローブカードアセンブリのプローブ基板の形状を変更する例示的な押付け力と引張り力を示す図である。
- 【図 22A】図 15 のプローブカードアセンブリで使用することができる例示的な横方向調節機構を示す図である。
- 【図 22B】図 15 のプローブカードアセンブリで使用することができる例示的な横方向調節機構を示す図である。
- 【図 23】さらに別の例示的なプローブカードアセンブリの下面図である。
- 【図 24】さらに別の例示的なプローブカードアセンブリの側面図である。
- 【図 25】図 24 のプローブカードアセンブリの上面図である。
50
- 【図 26】図 24 のプローブカードアセンブリの下面図である。
- 【図 27】1 つのアライメントプレートを示す図 25 の部分図である。
- 【図 28】図 27 の側面断面図である。
- 【図 29】図 27 の側面断面図である。

【図30】図24のプローブカードアセンブリのプローブ基板に加えることができる力を示す図である。

【図31】マルチのプローブ基板を有するプローブカードアセンブリを作製するための例示的な工程を示す図である。

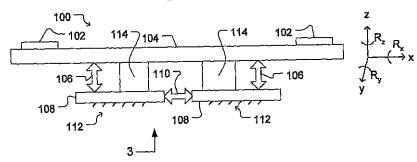
【図1】

Figure 1

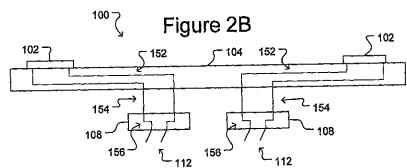


【図2A】

Figure 2A

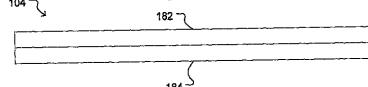


【図2B】



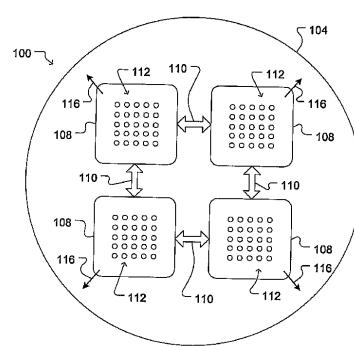
【図2C】

Figure 2C

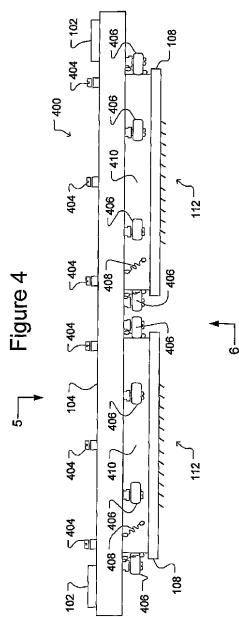


【図3】

Figure 3

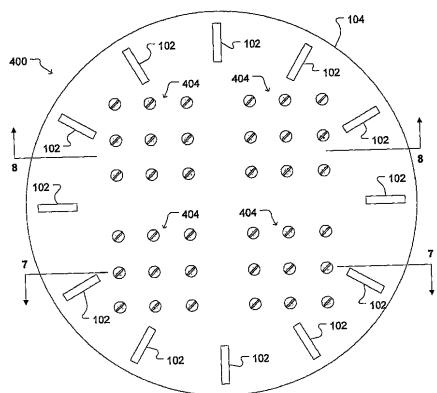


【図4】



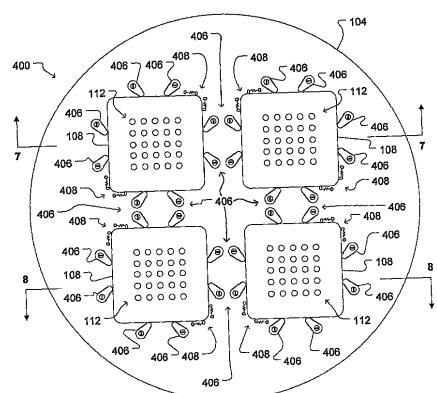
【図5】

Figure 5

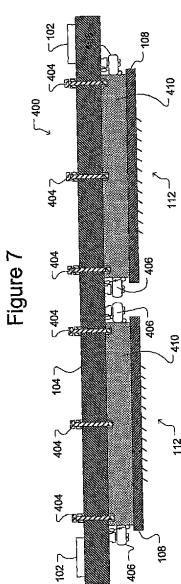


【図6】

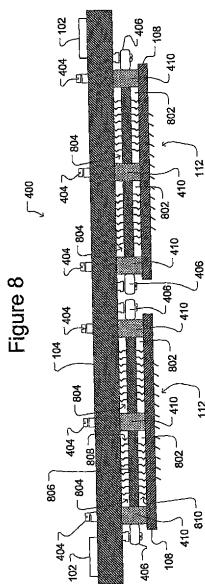
Figure 6



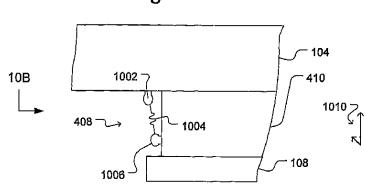
【図7】



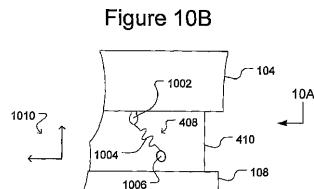
【図 8】



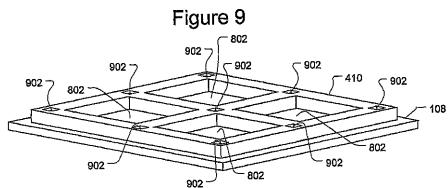
【図 10A】



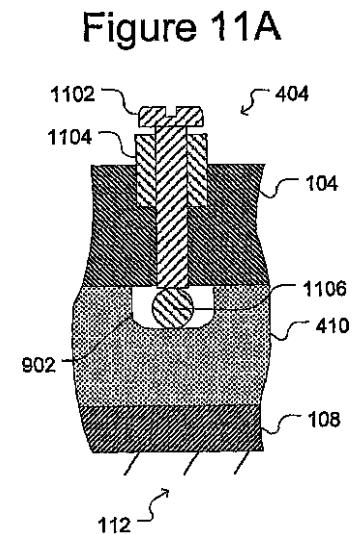
【図 10B】



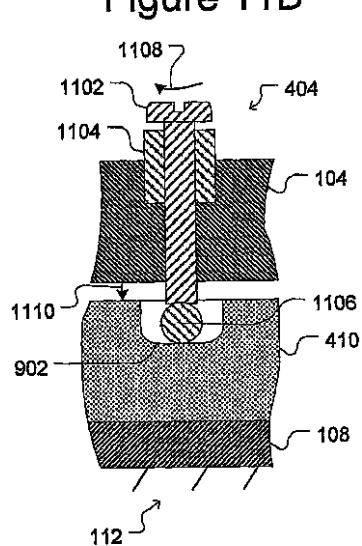
【図 9】



【図 11A】

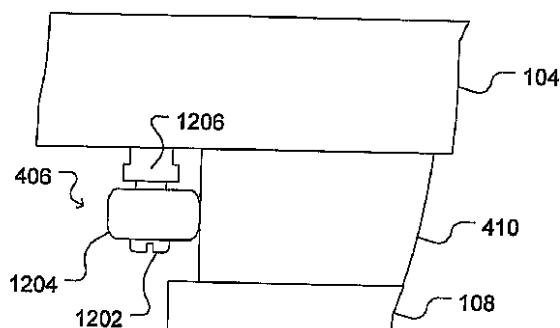


【図 11B】



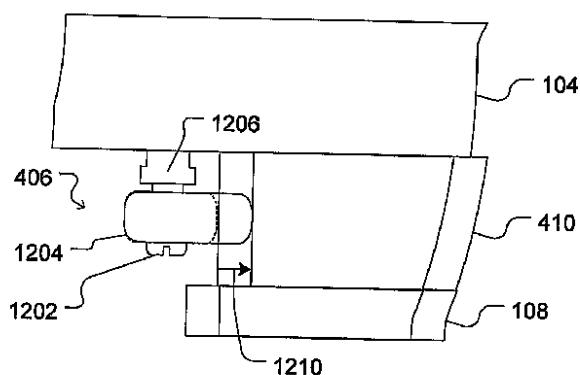
【 図 1 2 A 】

Figure 12A



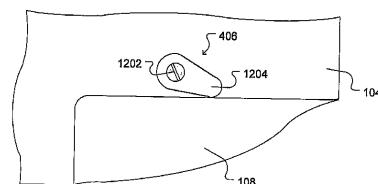
【図12B】

Figure 12B



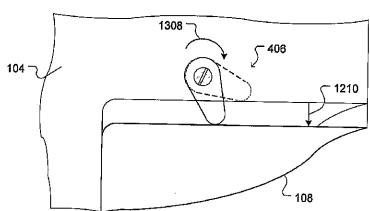
【図13A】

Figure 13A



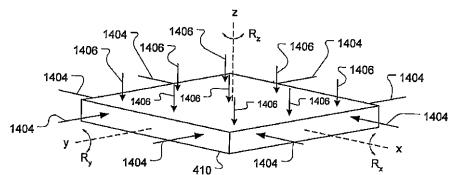
【 図 1 3 B 】

Figure 13B



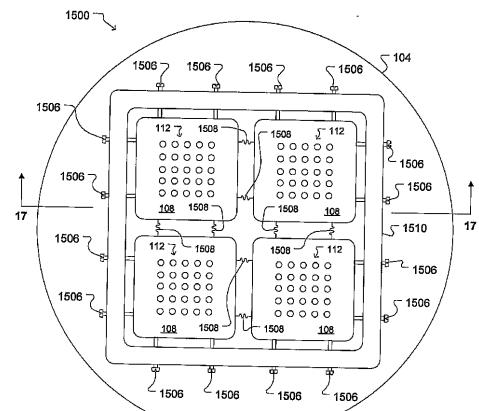
【 図 1 4 】

Figure 14



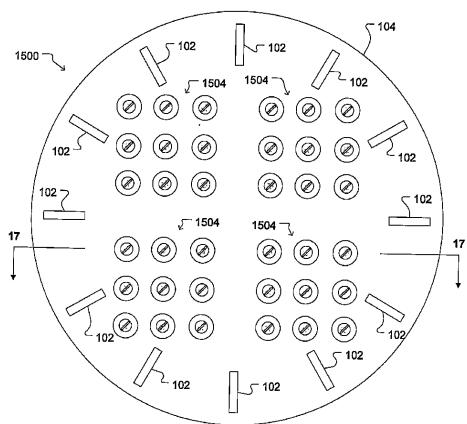
【 図 1 5 】

Figure 15



【図 16】

Figure 16



【図 17】

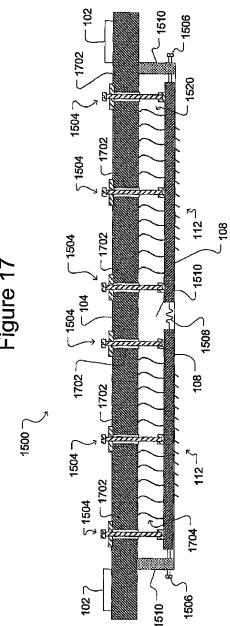
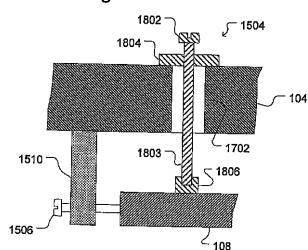


Figure 17

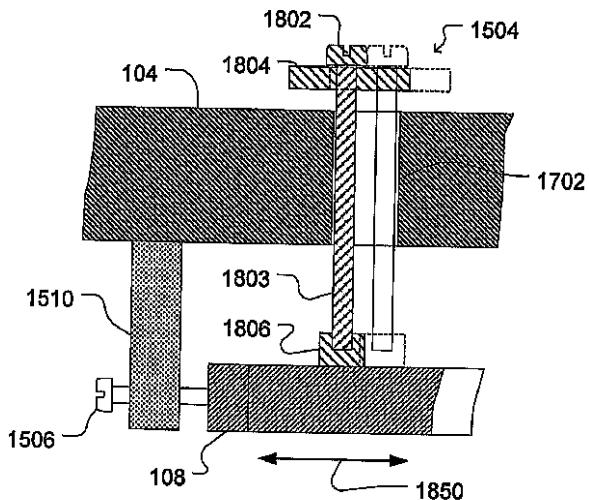
【図 18A】

Figure 18A



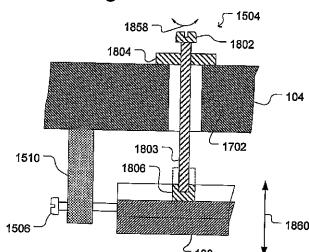
【図 18C】

Figure 18C



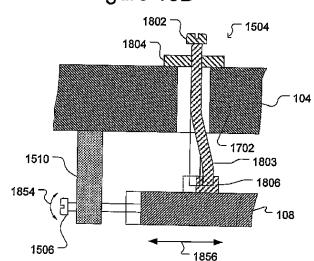
【図 18B】

Figure 18B



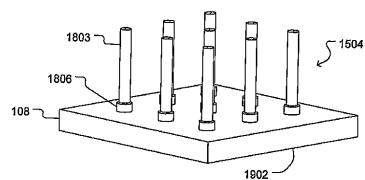
【図 18D】

Figure 18D



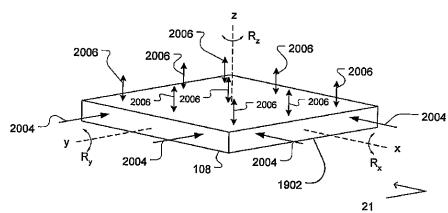
【図 19】

Figure 19



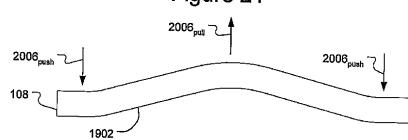
【図 20】

Figure 20



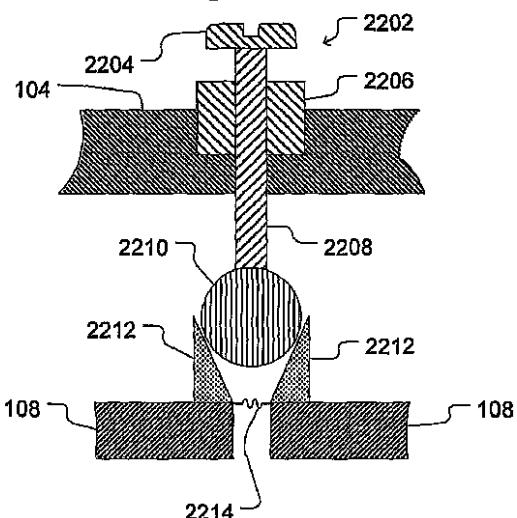
【図 21】

Figure 21



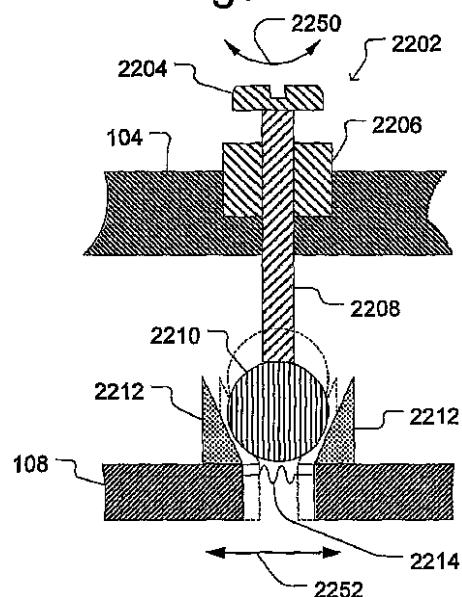
【図 22A】

Figure 22A



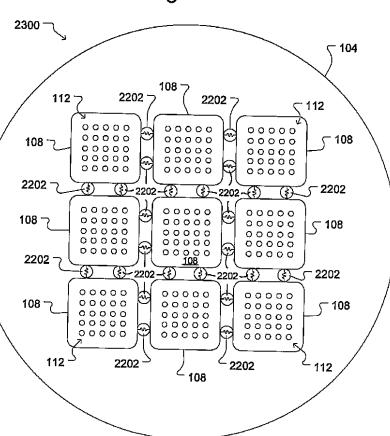
【図 22B】

Figure 22B

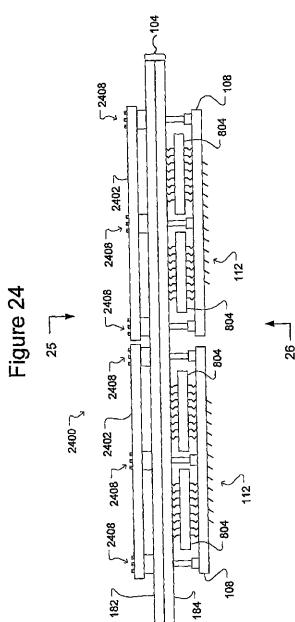


【図 23】

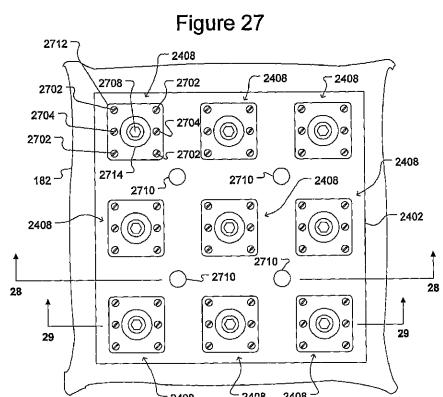
Figure 23



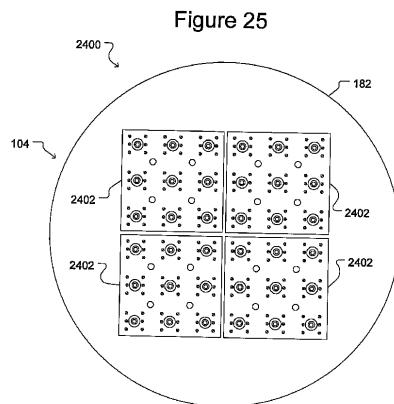
【図24】



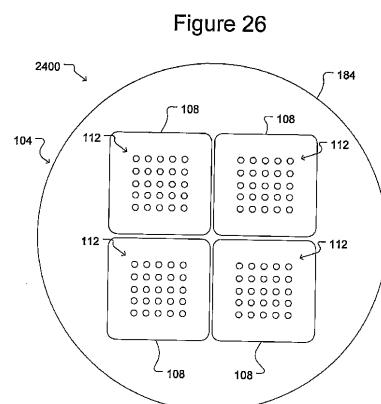
【図27】



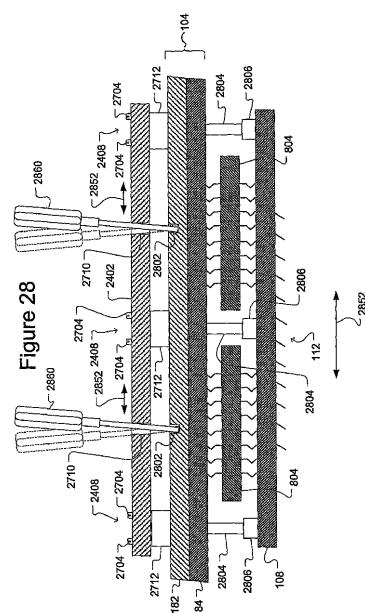
【 図 25 】



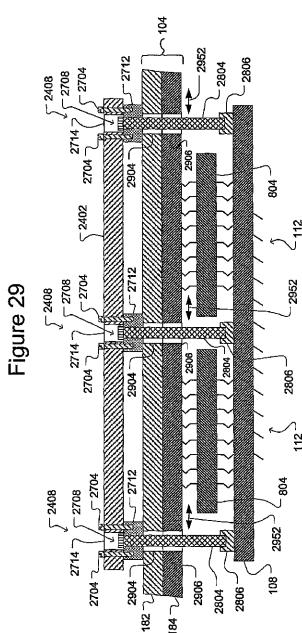
【図26】



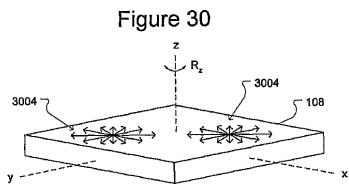
【 図 2 8 】



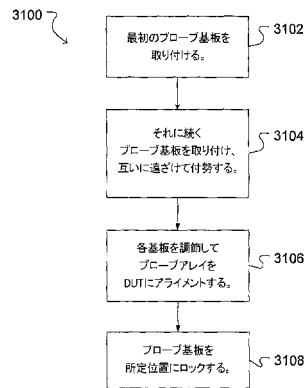
【図29】



【図30】



【図3-1】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US06/24238
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G01R 31/02 (2007.01) USPC - 324/758 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) IPC(8) - G01R 31/02 (2007.01) USPC - 324/758		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPTO EAST System (US, USPG-PUB, USOCR), MicroPatent		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6,496,026 B1 (LONG et al) 17 December 2002 (17.12.2002) entire document	1-6, 9, 11-13, 15-24, 26, 27, 29-33
Y		34
Y	US 3,730,016 A (MILLER) 01 May 1973 (01.05.1973) entire document	34
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 29 May 2007	Date of mailing of the international search report 24 SEP 2007	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk 571-272-4300 PCT DSP: 571-272-7774	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,L,C,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

- (72)発明者 ホップス , エリック , ディー .
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94551 , リバーモア , サマーハウス コモンズ 162
8
- (72)発明者 エルドリッジ , ベンジャミン , エヌ .
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94526 , ダンビル , シエリ レーン 651
- (72)発明者 マ , ルンユ
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 95134 , サンノゼ , エラン ビレッジ レーン 305
, アパートメント 323
- (72)発明者 マシュー , ガエタン , エル .
カナダ国 , ケベック州 94550 , バレンヌ , シエマン デュ ラク 154
- (72)発明者 マーフィー , スティーブン , ティー .
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94571 , リオ ビスタ , ノース シックスス ストリー
ト 8
- (72)発明者 シンデ , メイカーランド , エス .
アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94550 , リバーモア , ウエルチ レーン 5877
- (72)発明者 スロカム , アレキサンダー , エイチ .
アメリカ合衆国 , ニューハンプシャー州 03304 , ボウ , ワン メリル クロッシング
- F ターム(参考) 2G011 AA16 AB01 AB06 AB07 AC06 AC14 AE03
2G132 AA00 AF02 AF06 AF07 AL03 AL09
4M106 AA01 AA02 BA01 CA01 DD10 DD16