

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5695637号
(P5695637)

(45) 発行日 平成27年4月8日(2015.4.8)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.
GO 1 R 1/06 (2006.01)

F I
GO 1 R 1/06 B

請求項の数 15 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2012-507350 (P2012-507350)	(73) 特許権者	510107910
(86) (22) 出願日	平成22年4月21日 (2010.4.21)		ジョンステック インターナショナル コーポレーション
(65) 公表番号	特表2012-524905 (P2012-524905A)		Johnstech International Corporation
(43) 公表日	平成24年10月18日 (2012.10.18)		アメリカ合衆国 55413-1641
(86) 国際出願番号	PCT/US2010/031896		ミネソタ州 ミネアポリス, ニューブライトン・ブールバード, 1210
(87) 国際公開番号	W02010/123991		1210 New Brighton Boulevard, Minneapolis, MN 55413-1641 U.S.A.
(87) 国際公開日	平成22年10月28日 (2010.10.28)	(74) 代理人	100104949
審査請求日	平成25年2月13日 (2013.2.13)		弁理士 豊栖 康司
(31) 優先権主張番号	61/171, 141		
(32) 優先日	平成21年4月21日 (2009.4.21)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/257, 236		
(32) 優先日	平成21年11月2日 (2009.11.2)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超小型回路試験器の導電ケルビン接点

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の端子(2,502)を有する被測定デバイス(1,501)間の複数の一時的な機械的・電氣的接続を形成する装置であって、

被測定デバイス(1,501)に向かって延設されると共に、移動可能な複数の導電性押込接点(72,552)と、

複数の導電性検知接点(74,554)とを備え、

前記複数の導電性押込接点(72,552)のそれぞれが、被測定デバイス(1,501)の各端子(2,502)と接触するように同一平面上に配置されており、

前記複数の導電性検知接点(74,554)のそれぞれが、一方の端部先端を水平方向に、前記導電性押込接点(72,552)の端部の近傍に延設されており、

前記複数の導電性検知接点(74,554)の各々が、前記被測定デバイス(1,501)に向かって弾力的に延設される自在部(76,554)を有しており、

前記自在部(76,554)は、その遠端部に、近傍に位置する前記導電性押込接点(72,552)の遠端部の両側部で延設される分岐部(78,554a,b,c,d)を有してなることを特徴とする装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の装置であって、

前記被測定デバイス(1,501)が下方へ押し込まれると、前記被測定デバイス(1,501)の前

記端子(2,502)が同時に前記導電性押込接点(72,552)を押圧し、前記導電性検知接点(74,554)の前記自在部を押圧することを特徴とする装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の装置であって、

前記導電性検知接点(74,554)の一方の端部の先端に略平面状の分岐部(78,554abcd)を有しており、前記分岐部(78,554abcd)は 2 つの平行な枝部分を有しており、それぞれの枝部分は、前記導電性押込接点(72)に直接隣接しているリップを有していることを特徴とする装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、

前記リップは、前記枝部分の長方形部分をその面から外側に被測定デバイス(1,501)に向かって曲げることによって形成されていることを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかーに記載の装置であって、

前記分岐部分(78,554)は、その遠端部に、互いに向かって部分的に先細りになって横方向に延設される先端部を有していることを特徴とする装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかーに記載の装置であって、

前記検知接点は、1 ペアの枝部(554ab)を有する遠端分岐端部を有していることを特徴とする装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、

前記枝部は下方に角度付けられてなることを特徴とする装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかーに記載の装置であって、

前記導電性押込接点(552)は先端部を有しており、該先端部が凹部(552a)を有していることを特徴とする装置。

【請求項 9】

請求項 1、2、5 ~ 8 のいずれかーに記載の装置であって、

前記導電性押込接点(552)は、前記導電性検知接点(554)と同じ直線方向に配置されており、前記端子が前記導電性検知接点を下方へ移動させるとき、前記導電性検知接点が前記導電性押込接点に当たらないように、前記導電性押込接点が形成されていることを特徴とする装置。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれかーに記載の装置であって、

前記導電性押込接点(552)は、その基部より先端部の方が薄く、該先端部は、少なくとも 2 つ側部で前記先端部を取り囲む 1 ペアの枝部(554a-b)の間を通っていることを特徴とする装置。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかーに記載の装置であって、さらに

ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)を備え、

前記被測定デバイス(1)が前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)に向かって押し込まれると、同時に前記複数の端子(2)のそれぞれが前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)における対応する孔(83)を通じて対応する導電性押込接点(82)を押圧すると共に、前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)に沿って対応する前記導電性検知接点(84)上を横方向に摺動することを特徴とする装置。

【請求項 12】

複数の端子(2,3)を有するリードレスパッケージ型の被測定デバイス(1)と、複数の接触パッド(4)を有する装填ボード(3)と、の間の複数の一時的な機械的・電気的接続を形成する装置であり、接触パッド(4)のそれぞれが正確に一の端子(2)と対応するよう横方向に配

10

20

30

40

50

置されてなる装置であって、

装填ボード(3)の前記接触パッド(4)と縦方向に隣接している横方向に配置された絶縁性ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)と、

縦方向孔(103)を通じて前記被測定デバイス(1)に向かって延設されると共に、前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)における前記孔(103)を通じて移動可能な複数の導電性押込接点(102)であって、該複数の導電性押込接点(102)のそれぞれが正確に一の端子(2)と対応するよう、横方向に配置されている複数の導電性押込接点(102)と、

複数の導電性検知接点(104)であって、該複数の導電性検知接点(104)のそれぞれが正確に一の導電性押込接点(102)及び正確に一の端子(2)に対応するよう、横方向に配置されている複数の導電性検知接点(104)と、

10

を備え、

前記複数の導電性検知接点(104)の各々が、前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)に沿って略横方向に延設される1ペアの導電性ロッド(105)を有しており、

前記1ペアの導電性ロッド(105)は、前記絶縁性ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)における対応する溝内に嵌合し、

前記1ペアの導電性ロッド(105)の各々が、前記被測定デバイス(1)に向かって前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)の面から曲げられた遠端部を有し、

各ペアのロッドにおける2つの遠端部(105)は、対応する導電性押込接点(102)に直接隣接しており、かつ対応する導電性押込接点(102)の両側部に配置されており、

前記複数の導電性押込接点(72,552)のそれぞれが、被測定デバイス(1)の各端子(2)と同一平面上で接触するように配置されてなることを特徴とする装置。

20

【請求項13】

請求項11又は12に記載の装置であって、

前記被測定デバイス(1)が前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)に向かって押し込まれると、同時に前記被測定デバイス(1)の対応する端子(2)が、前記ハウジング(51,61,71,81,101,111,131,141)における対応する孔(103)を通じて前記導電性押込接点(102)を押圧すると共に、対応する導電性検知接点(104)の少なくとも一方の伝導性ロッド(105)の遠端部と接触するよう構成してなることを特徴とする装置。

【請求項14】

リードレスパッケージ型の被測定デバイスと複数の試験接点を有する試験用治具との間の一時的接触を行うときに、接触抵抗を最小限にする方法であって、

30

各試験用治具が前記試験接点を受け止める複数の導電性押込接点及び導電性検知接点を有しており、該複数の導電性押込接点のそれぞれは、前記被測定デバイスの各端子と同一平面上で接触するように配置されており、さらに前記複数の導電性検知接点のそれぞれは、一方の端部先端を水平方向に、前記導電性押込接点の端部の近傍に延設されており、該方法は、

a．前記導電性押込接点及び導電性検知接点のそれぞれを、同じ直線方向に並べて配置するステップと、

b．前記導電性押込接点の上方の面内であるものの前記導電性押込接点に対して横方向に、前記導電性検知接点を弾性的に配置するステップと、

40

c．前記試験接点を、前記導電性検知接点と物理的に接触させるステップと、

d．前記試験接点によって前記導電性検知接点を移動させることで、該移動時に前記導電性検知接点が前記試験接点を拭うステップと、

を備えてなることを特徴とする方法。

【請求項15】

請求項14に記載の方法であって、さらに、

前記導電性押込接点が試験接点と当たったとき、前記導電性押込接点を衝突に対して揺動するよう構成することで、前記導電性押込接点を移動可能としたステップを備えることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は超小型回路を試験するための機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

超小型回路が絶えず進化してより小型化され、より複雑化されるにつれて、その超小型回路を試験する試験用機器も進化している。超小型回路の試験用機器の改良に対する努力が継続して行われており、改良によって信頼性が高められ、処理能力が高められ、かつ／又はコストも削減されている。

【0003】

10

欠陥のある超小型回路を回路基板に装着してしまうと、比較的損害が大きい。通常、取り付けには超小型回路の回路基板上に半田付けを必要とする。回路基板に一旦装着してしまうと、超小型回路を取り外すには問題がある。2回目の半田を溶かす正にその作業が、回路基板を破損させてしまうからである。したがって、超小型回路に欠陥がある場合は、回路基板自体もまず間違いなく同様に破損し、その時点で回路基板に付加された価値全体が失われることを意味する。このような理由で、超小型回路は、通常、回路基板上への取り付けの前に試験されている。

【0004】

各超小型回路は、欠陥デバイスをすべて識別しつつ、その一方では良好なデバイスを誤って欠陥があると識別しない態様で試験されなければならない。いずれの判定ミスも、頻

20

【0005】

超小型回路試験用機器自体は極めて複雑である。まず第一に、試験用機器は、正確で低抵抗の、しかも一時的でかつ非破壊的な電気接触を、間隔が狭い超小型回路の接点と行わなければならない。超小型回路の接点のサイズが小さく、またそれらの間隔が小さいために、接触形成時における小さい誤差でさえ、誤った接続となってしまうことになる。誤って配置された、又はそうでなくとも超小型回路への誤った接続によって、（たとえ、その不具合の理由が、被測定デバイス（device under test : DUT）自体における欠陥では

30

【0006】

超小型回路試験用機器では、さらなる問題が自動試験において生じる。試験機器は、1分当たり100のデバイスあるいはそれ以上を試験することもある。多数の試験により、試験の際に超小型回路端子との電気的接続を形成する試験器の接点が摩耗する。この摩耗により、試験器の接点及びDUTの端子からの導電性の屑が移動して、試験機器及びDUTそれら自身に悪影響を及ぼす。

【0007】

その屑によって、試験の際に電気的接続が不良となり、そのDUTが欠陥であると誤って識別される。超小型回路に付着した屑は、この屑を超小型回路から除去しなければ、組み立て不良となりうる。このため屑の除去作業によってコストが上昇し、また超小型回路自体の欠陥の他の原因ともなる。

40

【0008】

検討事項は他にも存在する。良好な性能を有する低価格の試験器の接点は有用である。また、試験器の接点の交換に要する時間を最小限にすることが望ましい。試験用機器が高価であるからである。試験用機器が、通常のメンテナンスのため長期間稼働しない場合、個々の超小型回路を試験するコストは増加する。

【0009】

現在使用されている試験用機器は、超小型回路端子アレイのパターンを模した試験接点

50

アレイを有する。試験接点のアレイは、互いに対して接点の配列を高精度に維持する構造で指示される。配列プレートすなわち配列ボードにより、超小型回路自体を試験接点と配列させる。多くの場合、配列プレートは接点を収容するハウジングとは別体である。摩耗し易く、より頻繁に交換を要する傾向があるからである。試験ハウジング及び配列プレートは、試験接点との電氣的接続を形成する導電性パッドを有する装填（ロード）ボードに装着される。装填ボードパッドは、試験用機器の電子素子と試験接点との間で信号及び電力を送る回路パスと接続される。

【 0 0 1 0 】

電氣的試験では、被測定デバイス上の各端子と、装填ボード上の対応する電氣的パッドとの間の一時的な電氣的接続を形成することが望まれる。一般に、超小型回路上の各電氣端子を、試験台上の対応する電氣プローブと接触するように半田付けし、取り外すことは非実用的である。各端子を半田付けして取り外す代わりに、試験器は、被測定デバイス上の端子と装填ボード上の電氣パッドとの両方に対応するパターンに配置された、一連の導電接点を用いることができる。被測定デバイスが試験器と当接するよう押しつけられると、一連の導電接点により、それぞれの被測定デバイスの接点と対応する装填ボードパッドと間で回路が形成される。試験後、被測定デバイスが外されると、端子は接点から離間し、回路は切断される。

【 0 0 1 1 】

本願は、こうした接点を改良するためになされたものである。

【 0 0 1 2 】

被測定デバイス上の２つの端子間の抵抗を正確に測定する、「ケルビン」試験として知られる一種の試験がある。基本的に、ケルビン試験は、２つの端子間に電流を強制的に流し、２つの端子間の電圧差を測定し、オームの法則を用いて電圧を電流で除することによって端子間の抵抗を得る。被測定デバイス上の各端子は、２つの接点とその２つの接点と関連する装填ボード上のパッドとに電氣的に接続される。２つのパッドの一方は、既知量の電流を供給する。「検出」接続として知られている他方のパッドは、ほとんど電流が流れない電圧計として機能する高インピーダンス接続である。言いかえれば、ケルビン試験を受ける被測定デバイス上の各端子は、装填ボード上の２つのパッドに同時に電氣的に接続される。２つのパッドのうち、一方のパッドは既知量の電流を供給し、他方のパッドは電圧を測定すると共に、その際ほとんど電流が流れ込まない。ケルビン試験される端子は一度に２つであり、従って一回の抵抗測定において装填ボード上の２つの端子と４つの接触パッドを用いる。

【 0 0 1 3 】

本願においては、被測定デバイスと装填ボードとの間の一時的な電氣的接続を形成する接点を、いくつかの方法で用いることができる。「標準」試験においては、各接点を、被測定デバイス上の特定の端子を装填ボード上の特定のパッドと、端子とパッドとが１対１の関係で、接続する。この標準試験では、各端子は正確に一のパッドに対応し、また、各パッドは正確に一の端子に対応する。「ケルビン」試験においては、２つの接点が、被測定デバイス上の各端子と上述の通り接触する。このケルビン試験では、被測定デバイス上の各端子は装填ボード上の２つのパッドに対応し、また、装填ボード上の各パッドは正確に被測定デバイス上の一の端子に対応する。試験する手法を変更してもよいが、接点の機械的構造や使用は、試験する手法にかかわらず、本質的に同じである。

【 0 0 1 4 】

また以前の、あるいは既存の試験台から、試験台の多くの面を組込むことができる。例えば、機械的なインフラストラクチャー及び電氣回路の多くを既存のテストシステムから用いることができ、また、本明細書で開示する導電性接点と共用できる。このような既存システムを以下に挙げると共に、その内容を要約する。

【 0 0 1 5 】

例示的な超小型回路試験器が、米国特許出願公開 US 2007/0202714 A1（発明の名称「信号及び電力接点のアレイを有するパッケージを備えた集積回路を試験する

10

20

30

40

50

ための試験接点システム」、発明者ジェフリー シー・シェリー、2007年8月30日公開：以下「特許文献1」)において開示されており、その全体を参照して援用する。

【0016】

特許文献1の試験器では、一連の超小型回路は、各超小型回路すなわち「被測定デバイス」が試験台に取り付けられた状態で、順次試験され、電氣的に試験され、試験台から取り外される。このような試験台は、機械的・電氣的な面で概ね自動化されており、これにより、試験台の処理能力を可能な限り高く維持できる。

【0017】

特許文献1では、マイクロ回路(超小型回路)端子との一時的な電氣的接触を行うための試験接点部材は、絶縁接点メンブレン(膜)から突出する少なくとも一つの弾性指部を片持ち梁として有する。指部は、その接点側にマイクロ回路端子と接触させるための導電性接点パッドを有する。好ましくは試験接点部材は複数の指部を有し、前記指部は好ましくはパイ状の構成を有する。このような構成では、各指部は膜内の二つの放射状に配置したスロットによって少なくとも部分的に規制され、前記膜は試験接点部材を構成する複数の指部の他の全ての指部から各指部を分離する。

10

【0018】

特許文献1においては、複数の試験接点部材は、所定のパターンに配置した試験接点部材を有する試験接点部材アレイを構成できる。複数の接続ビアは、実質的に所定のパターンの試験接点部材内に配置し、前記接続ビアの各々は試験接点部材の一つと位置合わせする。好ましくは、インタフェース膜は複数の接続ビアを所定のパターンに支持する。多数のビアを、寿命を延ばすためにデバイス接触領域から離間してパイ片内へ埋設することができる。指部を分離するスロットを、指部が変形しないように、また寿命を延ばすよう、I型の梁を形成するよう板状部材として接着できる。

20

【0019】

特許文献1の接続ビアは、開放端を備えたカップ状とでき、カップ状ビアの開放端は位置合わせした試験接点部材に接触する。DUTの試験用機器への装填・抜き取りによる屑が、試験接点エレメントを通じて落ちることがあり、この場合、カップ状ビアがその屑を囲い込む。

【0020】

特許文献1の接点及びインタフェース膜は、装填ボードを含む試験レセプタクルの一部として用いることができる。ロードボードは、実質的に所定のパターンの試験接点部材内に複数の接続パッドを有する。ロードボードはインタフェース膜を支持し、ロードボード上の接続パッドは実質的に各々接続ビアの一つと位置合わせし、それと電氣的に接触させる。

30

【0021】

特許文献1においては、デバイス(素子)が、保持特性を備えた非常に薄い導電板を用い、前記導電板は非常に薄い非導電性絶縁体に接着させる。素子の金属部は、接触I/Oとロードボードの間に複数の接触点又は経路を提供する。これは、メッキしたビアホールハウジング又はメッキしたスルーホールビアを介して行われるか、可能であればスプリングと組み合わせて面を隆起させることができ、前記面は第二面、つまり素子のI/Oと接触させる第一面を有する。素子のI/Oをロードボードと物理的に密着させることができ、これにより、電氣的性能を向上させる。

40

【0022】

多くの場合取り付けの前に試験される超小型回路の一定タイプは、一般にボール・グリッド・アレイ(BGA)端子機構と呼ばれるものを有するパッケージすなわちハウジングを有する。典型的なBGAパッケージは、典型的なサイズが一辺5mmから40mmで厚さ1mmの平坦な長方形ブロック形状を有することができる。

【0023】

典型的な超小型回路は、実際の回路を囲むハウジングを有する。信号・電力(S&P)端子は、ハウジングの二つの大きい平坦面の一方の上にある。典型的には、端子は、面の

50

すべての辺とあらゆる一あるいは複数のスペースとの間のほとんどの領域を占めている。ある場合では、スペースをカプセル状のチップあるいは接地パッドとできる。

【0024】

各端子には、内部回路貫通面からリードにしっかりと付着する、小さく、ほぼ球状の半田ボールを設けることができる。これは「ボール・グリッド・アレイ」と呼ばれる。各端子及びスペースは、その面から僅かな距離だけ突出する。端子は、その面からスペースよりもさらに突出している。組み立ての際に、すべての端子は同時に溶かされ、先に回路基板上に形成され、適切に配置された導電体に付着する。

【0025】

端子自体は、互いに非常に近接していることがある。あるものは、中心線間隔が0.25 mmほどであり、また比較的広く間隔をあけて配置された端子でも、約1.5 mm間隔と程度である。隣接する端子間の間隔は、多くの場合「ピッチ」と呼ばれる。

【0026】

上述の要素に加えて、BGA超小型回路試験は更に他の要素を含んでいる

【0027】

第一に、ボール端子との一時的接触を形成する際に、試験器は、回路基板と接触するS & P端子面に破損を与えてはならない。なぜなら、このような損傷がその端子に対する半田接合の信頼性に影響を与えるおそれがあるからである。

【0028】

第二に、信号を伝える導電体の長さが短くされている場合、試験プロセスはより正確である。理想的な試験接点配置では、信号経路が短い。

【0029】

第三に、今日のデバイスの端子に一般に使用されている半田は、環境目的のために主として錫である。錫を主材料とする半田合金は、導電性がよくない酸化膜を外面に形成しやすい。以前の半田合金は、相当な量の鉛を有しており、酸化膜を形成しない。試験接点は、存在している酸化膜を貫通可能である必要がある。

【0030】

当該技術において現在知られており使用されているBGA試験接点は、スプリングと、本体と、上部及び底部ブランジャーと、を含む複数の部分から形成されたスプリング接点を用いる。

【0031】

米国特許出願公開US2003/0192181A1（発明の名称「電子接点形成方法」、2003年10月16日公開：以下「特許文献2」）は、規則的パターンに配置された凹凸を有する、可撓性があり、タブ状で、片持ち接点等の超小型電子接点を開示している。各凹凸は、接点の表面から離れた先端が鋭い特徴部を有する。連係する超小型電子要素が接点と係合されると、拭い（ワイプ）作用により、凹凸の鋭い特徴によって連係する要素が擦られ、これにより、有効な電氣的な相互接続が得られ、任意選択的に、結合材の活性化時に接点とその連係する要素との間の有効な金属結合が得られる。

【0032】

米国特許出願公開US2004/0201390A1（発明の名称「パンプされた半導体部品の試験相互接続及び製造方法」、2004年10月14日公開：以下「特許文献3」）では、半導体部品の試験するための相互接続が、基板と、その部品上のパンプされた接点と一時的に電氣的に接続するための基板上の接点と、を有する。各接点は、凹部と、パンプされた接点と電氣的に係合するように構成された凹部の上方で片持ちされたパターンのリードと、を有している。リードは、パンプされた接点の高さ及び平面における変化を吸収する凹部内においてz方向に移動するよう構成されている。さらに、リードは、パンプされた接点を貫通するための凸部と、パンプされた接点へのボンディングを防止するための非ボンディング外側層と、パンプされた接点の形状的特徴と一致する湾曲形状と、を有することができる。リードはパターン化された金属層を基板上に形成することによって、リードを有するポリマー基板を基板上に取り付けることによって、あるいは導電性梁

10

20

30

40

50

を形成するよう基板をエッチングすることによって、形成できる。

【 0 0 3 3 】

米国特許US 6 2 4 6 2 4 9 B 1号明細書（発明の名称「半導体検査装置及びこれを用いた検査方法」、2001年6月12日発行、発明者深澤ら：以下「特許文献4」）では、半導体検査装置が、球状接続端子を有する被検査装置（デバイス）の試験を行なう。この装置は、支持フィルム上に形成された導体層を有する。導体層は接続部を有する。球状接続端子は接続部に接続される。少なくとも接続部の形状は可変である。装置は、弾性変形可能な絶縁材料から形成されて、少なくとも接続部を支持するための、緩衝部材をさらに有している。この発明の、超小型回路端子との一時的な電氣的接触を行うための試験接点部材は、絶縁接点膜から突出する少なくとも一つの弾性指部を片持ち梁として有する。指部は、その接点側にマイクロ回路端子と接触させるための導電性接点パッドを有する。

10

【 0 0 3 4 】

米国特許US 5 8 1 2 3 7 8号明細書（発明の名称「バンプリードと係合する超小型電子コネクタ」、1998年9月22日発行、発明者フジェルスタッドら：以下「特許文献5」）においては、超小型電子のコネクタが、好ましくは規則的なグリッドパターンに配置された複数の孔を有するシート状本体を有している。各孔には、本体の第1の主要面の孔の上方で内側に延びる複数の凸部を有するシート金属のリング等弾性のある層状の接点が配置される。コネクタ本体の第2の面上の端子は、接点と電氣的に接続される。コネクタは、多層回路パネル等の基板に取り付けることができ、これにより、コネクタ上の端子が基板内のリードと電氣的に接続される。超小型電子要素を有するバンプリードは、バンプリードが接点と係合するようバンプリードをコネクタの孔へと前進させることによって、コネクタと、この結果基板と接続できる。アセンブリを試験でき、また結果が合格であれば、そのバンプリードを接点に永続的に接着できる。

20

【 0 0 3 5 】

米国特許出願公開US 2 0 0 1 / 0 0 1 1 9 0 7 A 1号明細書（発明の名称「バンパされた半導体部品の試験相互接続及び製造方法」、2001年8月9日公開：以下「特許文献6」）では、半導体部品の試験するための相互接続が、基板と、その部品上のバンパされた接点と一時的に電氣的に接続するための基板上の接点と、を有する。各接点は、凹部と、バンパされた接点と電氣的に係合するように構成された凹部の上方で片持ちされた支持部材と、を有している。支持部材は、基板の表面上に形成された螺旋状リード上の凹部の上方で保持される。螺旋状リードにより、支持部材が、バンパされた接点の高さ及び平面における変化を吸収する凹部内においてz方向に移動できる。さらに、螺旋状リードが、支持部材をバンパされた接点に対して捻ることにより、上の酸化膜を貫通し易くする。螺旋状リードは、上にリードを有するポリマー基板を基板上に取り付けることによって、あるいはパターン化された金属層を基板上に形成することによって、形成できる。他の態様の接点においては、支持部材は、高くなっているスプリング・セグメント・リード上の基板の表面の上方で保持される。

30

【 0 0 3 6 】

より大きいシステムに組み込まれるよう製造される電気チップを考える。使用時には、チップは、デバイスをより大きいシステムに一連の接点あるいは端子によって電氣的に接続する。例えば、電気チップ上の接点をコンピュータの対応するソケットに接続でき、これにより、コンピュータ回路がチップ回路と所定の方法で電氣的に接続できる。このようなチップの一例としては、それぞれが、チップと一以上の電氣的に接続する特定の一口ットすなわちソケットに挿入可能な、コンピュータ用のメモリーカードあるいはプロセッサが利用できる。

40

【 0 0 3 7 】

これらのチップは、出荷前にあるいは他のシステムへ取り付けられる前に、試験することが非常に望ましい。このような部品レベルの試験は、製造プロセスにおける問題を分析するのに役立つであろうし、そのチップを組込むシステムのシステムレベルの歩留まりを向上するのに役立つであろう。したがって、高度な試験システムが、チップにおける回路

50

が設計通り性能を発揮することを保証するために、開発されている。チップが、「被測定デバイス」として、試験器に取り付けられており、試験され、その後試験器から取り外される。一般に、取り付け、試験及び取り外しを可能な限り短時間で行うことが望ましく、その結果、試験器の処理能力が可能な限り高められる。

【 0 0 3 8 】

試験システムは、チップ回路に、チップをその最終用途において接続するために後で用いられる同じ接点あるいは端子を通じて、アクセスする（つなげる）ことができる。その結果、試験を行う試験システムに対して、いくつかの一般的な要求がある。一般に、試験器は、種々の接点あるいは端子と、接点が破損しないように、また各接点と確実な電氣的に接続するように、電気接触を確立する必要がある。

10

【 0 0 3 9 】

このタイプの試験器の多くは、半田付け・半田除去あるいは他の取り付け方法ではなく、チップの I / O 接点と試験器の接点との間の機械的接点を用いる。チップが試験器に取り付けられると、チップ上の各接点が、試験器上の対応するパッドと機械的かつ電氣的に接触する。試験後、チップは試験器から取り外され、機械的かつ電氣的接触が解除される。

【 0 0 4 0 】

一般に、チップ及び試験器が両方とも、取り付け、試験及び取り外し手順の際に、可能な限り損傷を受けないことが非常に望ましい。試験器のパッドレイアウトは、チップの接点の摩耗あるいは損傷を低減するあるいは最小限にするよう設計できる。例えば、デバイスの I / O（リード、接点、パッドあるいはボール）を擦る（スクレープする）、I / O を曲げるあるいは移動させる、あるいはどのような方法であっても I / O を永続的に変形あるいは破損させるあらゆる作業を行うことは望ましくない。典型的には、試験器は、チップを初期状態に可能な限り近いような最終状態にしておくよう設計される。さらに、試験器あるいは試験器のパッドへのどのような永久的な損傷を回避するあるいは低減することも望ましい。これにより、試験器部品を取り替えまで長持ちさせることができる。

20

【 0 0 4 1 】

現在、試験器製造業者が多くの労力をパッドレイアウトに費やしている。例えば、パッドは、チップの接点を所定の反発力で受け止める、バネ装填機構を有することができる。いくつかの用途において、パッドは、バネ装填力の移動の範囲の最端部に任意選択的な硬い止め具を有することができる。パッドレイアウトの目標は、対応するチップの接点との、チップが取り付けられると「閉じた」回路に可能な限り近づけることができ、またチップが取り外されると「開いた」回路に可能な限り近づけることができる、確実な電氣的接続を確立することである。

30

【 0 0 4 2 】

これらのチップを可能な限り短時間で試験する、あるいはより大きいシステムにおいてそれらの実際の使用をシミュレートすることが望ましいので、接点から電気信号を極めて高い周波数で駆動かつ／又は受信することが必要となろう。今日の試験器の試験周波数は 40 GHz 以上に達することもでき、試験周波数は将来世代の試験器にでは増加するであろう。

40

【 0 0 4 3 】

DC (0 Hz) 近くで行われるような低周波の試験では、電気性能はむしろ極度に単純化して扱われることがある。チップが取り外されるときには限りなく高抵抗が望まれ、一方チップが取り付けられるときには限りなく低抵抗が望まれよう。

【 0 0 4 4 】

より高い周波数においては、適正な抵抗を超えると、他の電氣的性質が効き始める。インピーダンス（あるいは基本的に周波数の関数としての抵抗）は、こうしたより高い周波数における電気性能のより適切な目安となる。インピーダンスは振幅効果と同様に位相効果も有する場合があります、また、電気経路における抵抗、キャパシタンス及びインダクタンスの効果を組み込み、数学的に説明することもできる。一般に、チップ I / O と装填カー

50

ド上の対応するパッドとの間で形成された電気経路における接触抵抗が、十分に低いこと、50オームの目標インピーダンスを維持すること、が望ましく、この場合、試験器自体が被測定チップの電気性能を大きくは歪ませない。なお、多くの試験用機器は、50オームの入出力インピーダンスを有するよう設計されている。

【0045】

非常に多数の近接配置されたI/Oを有する今日のチップでは、デバイスのI/Oインタフェースにおける電氣的及び機械的性能をシミュレートすることは有用となる。2次元あるいは3次元の有限要素モデリングが多くの設計者が好んで選ぶツールとなってきた。いくつかのアプリケーションにおいては、基本的な幾何学的配置（ジオメトリ）スタイルが試験器パッド構成に対して選択されると、パッド構成の電気性能はシミュレートされ、その後所望の電気性能が達成されるまで、特定サイズ及び形状を反復的に微調整できる。これらのアプリケーションでは、シミュレートされた電気性能が特定の閾値に達すると、機械的性能を補足として多くの場合判断されることもある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0046】

【特許文献1】米国特許出願公開US2007/0202714A1号明細書（特開2007-225599号公報）

【特許文献2】米国特許出願公開US2003/0192181A1号明細書（特開平10-501367号公報：特開2004-006862号公報）

【特許文献3】米国特許出願公開US2004/0201390A1号明細書

【特許文献4】米国特許US6246249B1号明細書（特開平10-260223号公報）

【特許文献5】米国特許US5812378号明細書（特開平10-501367号公報：特開2004-006862号公報）

【特許文献6】米国特許出願公開US2001/0011907A1号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0047】

一の態様では、複数の端子を有する被測定デバイスと、複数の接触パッドを有する装填ボードと、の間の複数の一時的な機械的・電氣的接続を形成する装置である。装置において、接触パッドのそれぞれが正確に一の端子と対応するよう横方向に配置されている。装置は、横方向に配置された絶縁性ハウジングと、複数の導電性押込接点と、複数の導電性検知接点と、を備える。横方向に配置された絶縁性ハウジングは、装填ボードの接触パッドと縦方向に隣接している。複数の導電性押込接点は、縦方向孔を通じて被測定デバイスに向かって延設されると共に、ハウジングにおける孔を通じて圧縮／移動可能である。また複数の導電性押込接点のそれぞれが、被測定デバイスの各端子と接触するように同一平面上に配置されており、正確に1つの端子と対応するよう横方向に配置されている。さらに複数の導電性検知接点の各々は、一方の端部先端を水平方向に、導電性押込接点の端部の近傍に延設されており、正確に1つの導電性押込接点及び正確に1つの端子に対応するよう横方向に配置されている。さらにまた複数の導電性検知接点の各々は、被測定デバイスに向かってその対応する導電性押込接点近傍に延設されている。さらに加えて複数の導電性検知接点の各々は、固定部と、ハウジングから離間可能にヒンジ状に延設される自在部と、固定部分及び自在部を連結するヒンジ部とを有する。ヒンジ部は、対応する導電性押込接点から横方向に離間している。自在部は、その遠端部に、近傍に位置する導電性押込接点の遠端部の両側部で延設される分岐部を有する。なお固定部とは、接点に沿って、たわみを制限して防止するポイントであることを意味する。他の条件がすべて同じであれば、先端部に対する固定部、すなわちポイントの位置によって、たわみが決定される。

【0048】

他の態様は、複数の端子を有する被測定デバイスと、複数の接触パッドを有する装填ボ

10

20

30

40

50

ードと、の間の複数の一時的な機械的・電気的接続を形成する装置である。この装置において、接触パッドの各々は正確に1つの端子と対応するよう横方向に配置されている。装置は、横方向に配置された絶縁性ハウジングと、複数の導電性押込接点と、複数の導電性検知接点と、を備える。横方向に配置された絶縁性ハウジングは、装填ボードの接触パッドと縦方向に隣接している。複数の導電性押込接点は、縦方向孔を通じて被測定デバイスに向かって延設されると共に、ハウジングにおける孔を通じて圧縮／移動可能であり、圧縮時には各導電性押込接点が横断面において横方向に移動する。複数の導電性押込接点の各々は、正確に1つの端子と対応するよう横方向に配置されている。また複数の導電性検知接点の各々は、正確に1つの導電性押込接点及び正確に1つの端子に対応するよう水平方向／横方向に配置されている。複数の導電性検知接点のそれぞれが対応する導電性押込接点を水平方向／横方向から取り囲んでいると共に、ハウジングに沿って水平方向／横方向に摺動可能である。対応する導電性押込接点が横断面において横方向に移動したとき、図4に示すように、複数の導電性検知接点のそれぞれが水平方向／横方向に摺動する。

10

【0049】

さらに他の態様は、複数の端子を有する被測定デバイスと、複数の接触パッドを有する装填ボードと、の間の複数の一時的な機械的・電気的接続を形成する装置である。この装置において、各接触パッドは、正確に一の端子と対応するよう横方向に配置されている。装置は、横方向に配置された絶縁性ハウジングと、複数の導電性押込接点と、複数の導電性検知接点と、を備える。横方向に配置された絶縁性ハウジングは、装填ボードの接触パッドと縦方向に隣接している。複数の導電性押込接点は、縦方向孔を通じて被測定デバイスに向かって延設されると共に、ハウジングにおける孔を通じて圧縮／移動可能である。複数の導電性押込接点の各々は、被測定デバイスの各端子と同一平面上で接触するように配置されてなり、正確に1つの端子と対応するよう横方向に配置されている。また複数の導電性検知接点の各々は、正確に1つの導電性押込接点及び正確に1つの端子に対応するよう横方向に配置されている。さらに複数の導電性検知接点の各々は、ハウジングに沿って略横方向に延設される1ペアの導電性ロッドを有する。1ペアの導電性ロッドは、絶縁性ハウジングにおける対応する溝内に嵌合する。1ペアの導電性ロッドの各々は、被測定デバイス下方の露出しているI/Oのパッドに当たるよう、被測定デバイスに向かってハウジングの面から曲げられた遠端部を有する。各検知ペアのロッドにおける2つの遠端部は、対応する導電性押込接点に直接隣接しており、かつ対応する導電性押込接点の両側部にある。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】図1は、標準的な電気試験のための、被測定デバイス(DUT)を受け止める試験用機器の一部分の側面図である。

【図2】図2は、DUTと電気的係合状態にある、図1の試験用機器の側面図である。

【図3】図3は、ケルビン試験のための、被測定デバイス(DUT)を受け止める試験用機器の一部分の側面図である。

【図4】図4は、DUTと電気的係合状態にある、図3の試験用機器の側面図である。

【図5】図5は、試験用機器上の押込・検知接点の第1設計の配置図である。

40

【図6】図6は、試験用機器上の押込・検知接点の第2設計の配置図である。

【図7】図7は、試験用機器上の押込・検知接点の第3設計の配置図である。

【図8】図8は、試験用機器上の押込・検知接点の第4設計の配置図である。

【図9】図9は、試験用機器上の押込・検知接点の第5設計の配置図である。

【図10】図10は、試験用機器上の押込・検知接点の第6設計の配置図である。

【図11】図11は、試験用機器上の押込・検知接点の第7設計の配置図である。

【図12】図12は、DUTと電気的係合状態にある、図3及び図4の試験用機器のための、2セットの端子／接点の側面図である。

【図13】図13は、検知(電圧)接点の、その経路における被測定デバイス上の端子から装填ボード上の接触パッドまでの、参考的な幾何学的配置の側面断面図である。

50

【図 1 4】図 1 4 は、検知（電圧）接点の、その経路における被測定デバイス上の端子から装填ボード上の接触パッドまでの、他の参考的な幾何学的配置の側面断面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、中央の押込（電流）接点から離間する側に角度が付された先端部を有する 1 ペアの検知接点の側面概略図である。

【図 1 6】図 1 6 は、遠端部に、互いに向かって延設される横方向延設部を有する 1 ペアの検知接点の上面概略図である。

【図 1 7】図 1 7 は、遠端部に、互いに向かって延設される横方向延設部を有する 1 ペアの検知接点の上面概略図である。

【図 1 8】図 1 8 は、遠端部に、押込接点の周囲である程度まで延設される横方向延設部を有する 1 つの検知接点の上面概略図である。

【図 1 9】図 1 9 は、遠端部に、押込接点の周囲である程度まで延設されていない横方向延設部を有する 1 つの検知接点の上面概略図である。

【図 2 0】図 2 0 は、互いに向かって角度が付されると共に、中央の押込（電流）接点の上方であるいは側方で互いに交差する先端部を有する 1 ペアの検知接点の側面概略図である。

【図 2 1】図 2 1 は、遠端部に、ページを越えて上に延設される横方向延設部を有する 1 ペアの検知接点の上面概略図である。

【図 2 2】図 2 2 は、リード型 IC パッケージと、ケルビン接触システムとの概略的斜視図である。

【図 2 3】図 2 3 は、判り易くするために一部が取り外された、図 2 2 のシステムの拡大斜視図である。

【図 2 4】図 2 4 は、図 2 3 と同様であるが反対側から見た図である。

【図 2 5】図 2 5 は、加圧状態における、リード型デバイスに適用されるシステムの側面概略的図である。

【図 2 6】図 2 6 は、エラストマー部分を取り外した以外、図 2 5 と同様な図である。

【図 2 7】図 2 7 は、加圧状態にあり検知接点がデバイスから突出するリードの前部にのみ当たるよう設計されていること以外、図 2 5 と同様な図である。

【図 2 8】図 2 8 は、反対側から見ると共に、デバイスとの接触をより早く初期化しより要求に応じられるよう枝部（指部）が上方に曲げられていること以外、図 2 7 と同様な図である。

【図 2 9】図 2 9 は、非加圧状態と加圧状態との両方と、デバイスのリードのフローム部のみを接続する概念と、を同時に示す概略図である。

【図 3 0】図 3 0 は、非加圧状態と加圧状態と、同時に検知枝部が押込接点にまたがるデュアル枝部概念と、を示す図である。

【図 3 1】図 3 1 は、先端部の厚みが狭められた押込接点にまたがる分岐検知リードを示す斜視図である。

【図 3 2】図 3 2 は、オフセットされている、1 つの片面検知リードと押込接点とを示す、図 3 1 と同様な斜視図である。

【図 3 3】図 3 3 は、図 2 9 と同様な斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0051】

本発明の概要は以下の通りである。

【0052】

被測定デバイスの端子は、一連の導電性接点によって装填ボード上の対応する接触パッドと一時的に電気接続される。端子は、パッド、ボール、ワイヤー（リード）あるいは他の接続ポイントとできる。ケルビン試験を受ける各端子は、「押込」接点と「検知」接点との両方に、各接点装填ボード上のそれぞれ 1 つの接触パッドと電気接続している状態で、接続される。押込接点によって、端子へのあるいは端子からの既知量の電流を流し、また検知接点によって、端子における電圧を測定すると共に、端子への又は端子からの無視できる量の電流が流れる。検知接点は、部分的にあるいは完全に横方向に押込接点を取

10

20

30

40

50

り囲み、検知接点自体が弾性である必要がない。ただし、検知接点自体が弾性であってもよい。これにより、並んで配置されている押込接点を保持して、横方向のぐらつきを防止するのに役立つ。第1の場合において、検知接点は、押込接点の両側部で延設された枝分かれした部分（ブロング）からなる分岐端部を有する。第2の場合において、検知接点は完全に横方向に押込接点を取り囲むと共に、押込接点の垂直方向加圧の際に押込接点の水平断面における水平方向移動成分と対応して水平方向に／横方向に摺動する。第3の場合において、検知接点は、押込接点の両側部に端部を有すると共に、平行に押込接点から離間する方向に延設された2つのロッドを有する。これらの場合において、検知接点は、押込接点を支持するメンブレン（膜）あるいはハウジングに沿って水平方向に延設される。ロッドを、メンブレンに沿ったそれぞれのチャンネル内あるいはハウジング内に収容できる。

10

【0053】

前の段落は、単なる本開示の要約であって、どのような限定をも構成するものではない。試験装置を、以下により詳細に説明する。

【0054】

図1及び2は、被測定デバイス上の端子と装填ボード上の接触パッドとが一対一対応にある、従来の電気試験を行う試験器を示している。これに対し、図3及び4は、装填ボード上の2つの接触パッドが被測定デバイス上の各端子と接続されるケルビン試験を行う試験器を示している。従来の試験とケルビン試験間との差異によらず、試験器要素は多くの共通点を有する。そのため、まず、図1及び図2を参照して説明する。従来の試験に対するそれらの説明に続いて、その後、図3及び図4に示すケルビン試験で用いられる要素を説明する。これら場合の差異に、説明においてこの点から焦点を当てる。

20

【0055】

図1は、従来の電気試験のための、被測定デバイス（DUT）1を受け止める試験用機器の一部分の側面図である。DUT1は試験器5上に配置されて、電気試験が行われる。その後、DUT1は試験器5から取り外される。部品を他の部品と電気接触するよう押圧することによって電気接続が形成され、DUT1の試験においてどの点でも半田付けあるいは半田除去は行われない。

【0056】

電気試験手順全体は、ほんのコンマ何秒で終わるので、被測定デバイスを迅速に正確に配置することが、試験用機器を効率的に用いることの保証に重要になる。試験器5の処理能力を高めるには、通常、被測定デバイス1のロボット工学的取り扱いを必要とする。多くの場合、試験に先立って自動機械システムがDUT1を試験器5上に配置し、試験が終わるとDUT1を取り外す。取り扱い・配置機構は、機械的・光学的センサを用いてDUT1の位置を観測でき、移動アクチュエータと回転アクチュエータとを組合せてDUT1を試験台上に位置合わせして配置することができる。このような自動機械システムは完成されたものであって、多くの既知の電気試験器において用いられている。また既知のロボット工学的システムも、本明細書で開示する試験器要素のいずれか又はすべてと一緒に用いることができる。あるいは、DUT1を手動で配置でき、あるいは手動による供給と自動機器とを組合せて配置することもできる。

30

40

【0057】

同様に、DUT1の上の各端子を試験するために用いられる電気的アルゴリズムは十分確立されており、多くの既知の電気試験器において用いられている。また既知の電気的アルゴリズムも、本明細書で開示する試験器要素のいずれか又はすべてと一緒に用いることができる。

【0058】

被測定デバイス1は、典型的には、一以上のデバイスを有しており、デバイスと接続された信号・電力端子を有している。デバイスと端子とを、被測定デバイス1の一方の側に配置することができ、あるいは被測定デバイス1の両側に配置することもできる。試験器5における使用のためには、すべての端子2が被測定デバイス1の一方の側からアクセス可

50

能である必要があるが、被測定デバイス 1 の反対側に一以上の要素が配置されていてもよく、あるいは端子 2 へのアクセスによって試験する必要のない反対側に他の要素及び / 又は端子が配置されていてもよいことは理解されよう。

【 0 0 5 9 】

各端子 2 は、デバイスのボタン側の小さいパッドとして、あるいは場合によってはデバイスの本体から突出するリードとして形成される。試験に先立って、パッドあるいはリード 2 が、他のリードと内部で接続される電気リードに、他の電気部品に、かつ / 又は被測定デバイスにおける一以上のチップに取り付けられる。パッドあるいはリードの体積や大きさは、完全に高精度に制御でき、パッド間あるいはリード間の大きさのばらつきあるいは配置ばらつきによる大きな困難は一般的に生じない。試験の際には、端子 2 は固体のままであり、どの半田 2 も溶融あるいはリフローイングされていない。

10

【 0 0 6 0 】

端子 2 を、被測定デバイス 1 の表面にあらゆる適切なパターンで配置できる。ある場合には、端子 2 を、概ね四角形のグリッド状に配置できる。グリッドは、被測定デバイスを表す図案に基づいており、リード型部品の QFN、DFN、MLF あるいは QFP である。また、不規則な間隔や幾何学的配置を含む、長方形グリッドからの変更もありえる。必要に応じて、装填ボード上のパッド及びメンブレンあるいはハウジング上の接点の対応する位置が被測定デバイスの端子 2 の位置と一致するように選択されるように、端子の特定の位置を変化させることもできることは理解されよう。一般に、隣接した端子 2 間の間隔は、0.25 ~ 1.5 mm の範囲にある。この間隔は、一般に「ピッチ」として知られている。

20

【 0 0 6 1 】

図 1 のように、側面から見たとき、被測定デバイス 1 は、任意選択的にギャップや不規則な間隔を含むこともある一列の端子 2 を示す。これらの端子 2 は、概ね同一平面上に形成される、あるいは典型的な製造プロセスでは可能な限り同一平面上に形成される。多くの場合、チップあるいは他の要素が被測定デバイス 1 上にあるとき、チップの突出は、通常、被測定デバイス 1 から離間する方向における端子 2 の突出部より小さい。

【 0 0 6 2 】

図 1 の試験器 5 は、装填ボード 3 を有している。

【 0 0 6 3 】

装填ボード 3 は、装填ボード基板 6 と、被測定デバイス 1 を電氣的に試験するために用いられる回路と、を有している。このような回路は、一以上の特定の周波数を有する一以上の交流電圧を生成できる駆動電子機器と、このような駆動電圧に対する被測定デバイス 1 の応答を検知できる検出電子機器と、を有することができる。検知には、一以上の周波数における電流及び / 又は電圧の検出を含めることができる。このような駆動電子機器や検出電子機器は、産業界においてよく知られており、また、既知の試験器からのあらゆる適当な電子機器を、本明細書で開示する試験器要素と一緒に利用できる。

30

【 0 0 6 4 】

一般に、装填ボード 3 上の特徴部は、装着時に、被測定デバイス 1 上の対応する特徴部と並んで配置されることが特に望ましい。典型的には、被測定デバイス 1 及び装填ボード 3 の両方は、試験器 5 上の一以上の配置部材と機械的に並んで配置される。装填ボード 3 は、基準点あるいは高精度に配置された孔等一以上の機械的な配置部材、及び / 又は装填ボード 3 が試験器 5 に高精度に配置されることを保証する縁部を有することができる。こうした配置部材は、典型的には、装填ボードの横方向の配置 (x、y) 及び / 又は縦方向の配置 (z) を同様に保証する。機械的配置部材は、産業界においてよく知られており、また、既知の試験器からのあらゆる適当な電子機器を本明細書で開示する試験器要素と一緒に利用できる。なお機械的配置部材は、図 1 には示していない。

40

【 0 0 6 5 】

一般に、装填ボード 3 は、比較的複雑で高価な部品である場合がある。多くの場合において、摩耗や損傷から装填ボード 3 の接触パッド 4 を保護する、追加的な、比較的安価な

50

要素を試験器 5 へ導入することは有用である場合がある。そのような追加的な要素は、中間介在メンブレン 10 とできる。中間介在メンブレン 10 も、また、適当な配置部材（図示せず）によって試験器 3 と機械的に並んで配置され、試験器 5 において装填ボード 3 の上方に、被測定デバイス 1 に面して、配置されている。

【0066】

中間介在メンブレン 10 は、メンブレン 10 のどちらの側にも縦方向外側に向かって延設される一連の導電性接点 20 を有する。各接点 20 は、バネあるいはエラストマー材料等弾性要素を有することができ、十分低い抵抗あるいはインピーダンスで電流を装填ボードから被測定デバイスへ、また被測定デバイスから装填ボードへ流すことができる。各接点は、一つの導電ユニットとでき、あるいは導電要素の組合せとして形成できる。

10

【0067】

一般に、各接点 20 は、装填ボード 3 上の一の接触パッド 4 を被測定デバイス 1 上の一の端子 2 に接続するが、複数の接触パッド 4 を一の端子 2 へ接続する、あるいは複数の端子 2 を一の接触パッド 4 に接続する試験手法でもよい。簡単化のために、一の接点 20 が一のパッドを一の端子に接続すると本明細書及び図面において仮定するが、本明細書で開示する試験器要素のいずれもが複数の接触パッドを一の端子に、あるいは複数の端子を一に接触パッドに接続するよう利用することができることは理解されよう。典型的には、中間介在メンブレン 10 は、装填ボードのパッドと試験コンタクタの底部接触面とを電氣的に接続する。あるいは、既存の装填ボードのパッド構成を、被測定デバイスを接続し試験するために用いられる試験ソケットである車両に変換するよう、中間介在メンブレンを用いることもできる。

20

【0068】

装填ボード 3 の取り外し及び取り替えと比較して、中間介在メンブレン 10 は比較的容易に取り外せ取り替えることができるが、本明細書においては中間介在メンブレン 10 を試験器 5 の一部と見なす。動作の際には、試験器 5 は、装填ボード 3 と、中間介在メンブレン 10 と、それらを装着して所定位置に保持する機械的構成（図示せず）と、を有する。各被測定デバイス 1 は、試験器 5 に対して配置され、電氣的に試験され、試験器 5 から取り外される。

【0069】

一つの間接介在メンブレン 10 は、摩耗しきるまでに、多くの被測定デバイス 1 を試験できる、典型的には取り替えを必要とする前に数千回以上の試験に耐えることができる。一般に、試験器 5 がメンブレン取り替えのためのダウンタイムが短くて済むよう、中間介在メンブレン 10 の取り替えは比較的スピーディで簡単であることが望ましい。ある場合には、試験器アップタイムを増加させることが動作の際の適切なコスト削減をもたらすときには、中間介在メンブレン 10 の取り替えのスピードが、各メンブレン 10 の実際原価よりさらに重要であることもある。

30

【0070】

図 1 は、試験器 5 と被測定デバイス 1 との関係を示している。各デバイス 1 が試験されるとき、デバイス 1 上の特定の端子 2 を、中間介在メンブレン 10 上の対応する接点 20 及び装填ボード 3 上の対応する接触パッド 4 に対して正確かつ確実に配置できるよう（x、y 及び z 方向に）、十分に正確な配置特性を有する適切なロボット工学的取扱器内に配置される。

40

【0071】

ロボット工学的取扱器（図示せず）は、各被測定デバイス 1 を試験器 5 と接触するよう押込む。押込の大きさは、試験される端子 2 の数、各端子に用いられるべき力、典型的な製造及び位置合わせ精度等を含む、試験の厳密な構成に左右される。一般に、押込力は、被測定デバイス 1 に作用する試験器（図示せず）の機械的取扱器によって印加される。一般に、押込力、概ね縦方向であり、装填ボード 3 の表面の法線と概ね平行である。

【0072】

図 2 は、接点 20 と係合し、各端子 2 と装填ボード 3 上のその対応する接触パッド 4

50

との間の電氣的接続 9 を形成するよう、十分な押込力が被測定デバイス 1 に印加されている状態の、試験器と被測定デバイス 1 とを示している。あるいは、上述の通り、複数の端子 2 が一の接触パッド 4 に接続される、あるいは複数の接触パッド 4 が一の端子 2 に接続される試験手法もできるが、簡単のために、図面では、一の端子 2 が一の接触点パッド 4 に一対で接続されることとしている。

【 0 0 7 3 】

図 1 及び図 2 は、上述の通り、基本的には「端子 A は端子 B と完全に電氣接続されているか？」という問題に答える従来の電氣試験を示している。電流は、装填ボードから被測定デバイス上の特定の端子に駆動され、被測定デバイスにおいて内部を他の端子へと流れ、装填ボードへと戻る。

10

【 0 0 7 4 】

従来の電氣試験と対照的に、ケルビン試験は、基本的には「端子 A と端子 B との間の電氣抵抗がいくらか？」という問題に答える。従来の試験のように、電流は、装填ボードから端子に駆動され、内部を他の端子へと流れて、装填ボードへと戻る。ただし、ケルビン試験においては、各端子は同時に 2 つの接点と電氣接触する。従来の試験において行われるように、一つのペアの一方の接点が既知量の電流 (I) を供給し、一方、一のペアにおける他方の接点がほとんど電流を流すことなく電圧 (V) を測定する。既知量の電流 (I) と電圧 (V) とから、オームの法則 ($V = I R$) を用いて、装填ボード上の 2 つの特定の端子間の抵抗 R ($= V / I$) を決定できる。

【 0 0 7 5 】

20

押込あるいは「電流」接点は低抵抗あるいは低インピーダンス接点と考えることができ、また、検知あるいは「電圧」接点は高抵抗あるいは高インピーダンス接点と考えることができる。なお、典型的な電圧計は、高抵抗検知あるいは「電圧」接点と同様に動作する。

【 0 0 7 6 】

図 3 及び図 4 は、ケルビン試験を行う試験器を示している。要素の多くは、図 1 及び図 2 に示す従来試験の試験器と同様であり、よって同じ符号を付している。

【 0 0 7 7 】

なお、すべての端子 2 に対して、1 ペアの接触パッド 4 があり、1 ペアの一方が電流に対するパッドであり、他方が電圧に対するパッドである。また、各端子 2 と接触パッド 4 各ペアとに対して 1 ペアの接点 20 があり、各接点が接触パッド 4 を対応する端子 2 に電氣的に接続する。なお、各ペアにおける 2 つの接点は一般に互いから電氣的に絶縁されており、端子 2 と接触パッド 4 との間の電氣接続 9 を形成している。図 1 2 は、図 3 及び図 4 の試験用機器のための、2 ペアの端子 / 接点の拡大図を示している。

30

【 0 0 7 8 】

図 3 及び図 4 の概略図において、接点 20 は、形状やサイズが同じとして、互い隣接して配置されるように示されている。こうして、端子は、両接点と同時に接触する。この構成は電氣的観点からは十分であるが、機械的観点から多くの要請が残されている。例えば、端子は、接点のペアに対して横方向に誤って配置されるおそれがあり、この場合、端子は一の接点と接触するが、他のものは外れてしまう。さらに、このようなケルビン試験手法を有するメンブレンは、同等な従来の試験方法よりはるかに機械的に複雑になる可能性がある。なぜなら、接点の数が基本的に 2 倍になるものの、接点用の横方向面積は同じままであるからである。一般に、非常に小さい領域に非常に多くの接点を合わせるためには機械的難易度が高い。なぜなら、部品のサイズが小さく、また各接点を z 軸方向に合わせるバネ、エラストマーあるいは他のある機械的反発生成デバイスが必要であるからである。その結果、図 3 及び図 4 に示す電氣的手法に対する機械的レイアウトを改良することが必要とされる。本明細書では、以下に、このような必要性に関して説明し、図 3 及び図 4 の並列設計を改良する種々の機械的なレイアウトを示す。

40

【 0 0 7 9 】

特徴を単純化する 1 つは、被測定デバイスが試験器と接触するよう押し込まれるときの

50

端子を押し返す弾力性（つまりバネ性あるいは反発力）を押込（電流）接点が主としてあるいは単独で担うことである。これにより、検知（電圧）接点に要求される機械的複雑性が低減される。

【0080】

さらに、ある場合には、検知接点の電氣的要求の厳密さを、押込接点より緩和できる。検知接点の目的は、ほとんど電流を流さずに、電圧を測定することにあるからである。このように流れる電流が小さいので、検知接点を押込接点より薄くでき、検知接点を種々の形状や方向に曲げることができる。これらの形状のあるものは検知接点には用いることができるが、もし電氣的要求がより高い押込接点に用いられた場合には、許容できない高周波特性が現れるおそれがある。

10

【0081】

検知接点から弾力性を取り除き、電氣性能の条件を緩和することによって、種々の実現可能な方向や形状を検知接点に適用できる。

【0082】

例えば、検知接点の一方の端部を、押込接点の上端部に隣接して配置できる。この場合は、検知接点を、中間介在部材あるいはハウジング（ときにメンブレンともいう。）の上面に沿って概ね横方向に延設でき、又はハウジングにおける孔を通して下方へ曲げることもでき、あるいはハウジングを貫通した後に装填ボード上の対応する接触パッドと接触させることもできる。

【0083】

20

図5の設計50は、例示的なハウジング51の一部と、ハウジング51を貫通して、被測定デバイス1上の端子2に対応するよう横方向に配置される、アレイ状の孔53と、孔53を通して上方向に（被測定デバイス1に向かって）突出する2つの例示的な押込（電流）接点と、押込接点52の上部から横方向に離間して延設される2つの例示的な検知（電圧）接点54と、被測定デバイス1上の例示的な2つの端子2と、を示している。2つの端子のそれぞれが、押込接点52及び検知接点54の両方と接触する。左端の例示的な端子2は、被測定デバイス1がわずかに試験器5と接触している場合に対応しており、右端の例示的な端子2は、被測定デバイス1が押し込まれて試験器5と接触している場合に対応している。

【0084】

30

各押込接点52上には、検知接点54の最遠端部の一部を収めるよう上端部から切欠かれた切欠きがある。被測定デバイス1が押し込まれて試験器5と接触すると、各端子2は、それぞれの押込接点52及びそれぞれの検知接点54の両方と機械的かつ電氣的に接触する。接点54は、平面状アーム54aと、好ましくはハウジング面から接触点54cへ直線的に上に延びている延長部54bと、を有する。延長部54bを、円弧状、凹面あるいは凸面とすることもできる。接点54cの先端は好ましくはその端部において尖った角で交差している。尖った角は、挿入の際に端子2上の酸化物を除去するのに役立つ。

【0085】

接触力がほとんどあるいはまったく印加されていない場合（図5に示す左端の端子2）、押込接点52は、それ自身の弾力性によって上方へ突出する。検知接点54の最遠端の一部は同様に上方へ曲がっており、その2つの枝部54a（図6）は、部分64の面から20～30度（つまり20度、21度、・・・、30度）に角度が付けられている。枝部54aは、また、押込接点62に向かって内側に好ましくは直線的に三角形の先端（図6）を形成するようテーパ状に形成される、あるいは長方形（図5）であるが、先端に向かって円弧状の線に沿って延びていてもよい。検知接点54は、ハウジング51に取り付けられているあるいはハウジングと一体的に成形される固定部と、押込接点52から横方向に離間しているヒンジ部と、ヒンジ部を越えて押込接点52の上端部に向かって延設される自在部と、を有することができる。

40

【0086】

検知接点54を多層状に形成し、ハウジング51の上面にあるいはハウジング51上に

50

配置されるメンブレン上に装着することができる。例えば、ハウジング 5 1 に近接する層は、電氣的に絶縁性である半剛体のフィルム状層とできる。このような層は、ポリイミド、カプトン（登録商標）、ピーク（登録商標）あるいは他の適当な材料から形成できる。導電層を、フィルム状絶縁体上に積層でき、かつ、互いに重なり合わないストライプ状に、各ストライプが特定の端子 2 に対応するよう、積層できる。

【0087】

検知接点 5 4 に対するこのような層構造は、押込接点 5 2 に適したあらゆる構成と一緒に利用できる。どの押込接点 5 2 との間にも直接的にはハウジングの内部に追加要素がないからである。使用できる押込接点 5 2 の例は、米国特許 US 5 7 4 9 7 3 8 号（発明の名称「電氣的相互接続接触システム」1998年5月12日発行、発明者ジョンソンら）に開示されている。他の適切な押込接点 5 2 も、同様に用いることができる。

10

【0088】

なお、端子 2 によって検知接点 5 4 を拭うことによって酸化物蓄積による接触抵抗を低減することは有用であろう。ヒンジ部が電流接点に比較的近接しているので、電流接点の垂直方向の移動範囲と比較して、自在部は比較的短い。その結果、検知接点 5 4 の垂直方向の加圧時には、相当な横方向成分が含まれる。実用的観点から、このことは、被測定デバイス 1 上の端子 2 が検知接点 5 4 と接触した初期には、端子 2 上の特定の位置で接触することを意味する。端子 2 がさらに検知接点 5 4 を移動 / 加圧するにつれて、検知接点 5 4 は、端子 2 を横切って押込接点に向かう脇道（sideways）ではなく、水平方向に摺動する。この摺動は、一般に、有用であると考えられる。この摺動が端子 2 の上に蓄積したあらゆる酸化被膜を取り除くことができるからである。

20

【0089】

接点の具体的な幾何学的配置により、摺動の的確な量が決定される。角度 A で上方へ延設が始まりハウジングと同一面で（角度 0）終端する長さ L の剛体の自在部では、拭い移動量の水平方向の範囲は $L(1 - \cos A)$ である。なお、移動量の垂直方向の範囲は $L(\sin A)$ である。実用的観点から、自在部が長すぎる場合、有効に拭うには横方向の移動は十分ではない。同様に、もし自在部が短すぎると、その場合、接点の延設部が曲がるあるいは壊れて、使用の際に自在部を破損するおそれがある。

【0090】

図 6 は、検知（電圧）接点 6 4 の他の機械設計 6 0 を示す。ここで、各検知接点 6 4 は、対応する押込接点 6 2 の両側部に延設されるブロングを有するフォーク（分岐）を形成する。検知接点 6 4 ブロングは、使用の際に並んで配置されている押込接点を保持して、横方向のぐらつきを防止するのに役立つ。押込接点 6 2 の両方の側部でも接続可能性とすることによって、デバイスの配置違いがあっても、フォークの少なくとも一方の側と接触させることができる。

30

【0091】

この場合、フォークとは別の部分では、検知接点 6 4 は、試験コンタクタハウジング 6 1 の上部に配置される固い導電部材である。検知接点 6 4 は、押込接点 6 2 から水平方向に離間して延設され、ハウジング 6 1 の孔を通して下方へ湾曲しており、ハウジング 6 1 から延出し、図 1 3 及び 1 4 に示す装填ボード 3 上の対応する接触パッド 4 と接触する。

40

【0092】

フォーク上の各ブロングは、被測定デバイス 1 に向かって部分的にあるいは全体が角度付けられている、上方に曲げられた先端を有する。被測定デバイス 1 が押し込まれて試験器 5 と接触すると、端子 2 は、それぞれの押込接点 6 2 の上端部及び検知接点 6 4 のブロングの上方に曲げられた先端と接触する。上方に曲げられた先端は、剛性的（使用の際に大きく変化しない、角度が十分に決まっている状態）とでき、あるいはバネ状に曲げることができる。また、上方に曲げられた先端によって、検知接点は、デバイス自体にバリが突出していたとしても、バリを避けることができる。

【0093】

剛性の（曲がらない）先端の場合には、端子から酸化物を拭うことができる。先端の尖

50

った点によって、端子上の酸化物を取り除く。曲がることのできる先端の場合にも、図5に関して上述した方法で、かなり拭うことができる。端子2が検知接点の先端を接触すると、検知接点が垂直方向に移動し、ハウジングの表面に沿った検知接点の水平部分が撓むことができる。これにより、検知接点と端子2との間の接触力が生じる。

【0094】

図6の設計60において、ハウジング61は、押込接点62の周囲あるいは近くの領域にインセット（挿入物）を有することができ、これにより、検知接点64を多少ハウジング内へと引っ込めることができる。接点64は、平面部64aと、立ち上り部64bと、1ペアのフォーク枝部64cと、を有することができる。枝部64cは、端子2から酸化物を除去する、尖ったすなわち尖端状の接触係合面を有することができる。立ち上り部64bは線形（直線）とでき、あるいは先端64cへと曲線状につながることもできる。枝部64cは、図に示すように三角形の歯、あるいは他のテーパ状構造またはあるいは非テーパ構造を有することができる。好ましくは、枝部64bは、接点62の2つ、3つのあるいは4つの辺を囲んで、接点の位置合わせを案内するよう役立てる。

10

【0095】

図11は、検知接点114が、検知接点114のブロングとハウジング111との間に配置されるエラストマー材料の「枕部」119（あるいは図22の円筒部519）によって提供されるさらなる弾力性を有することができる設計110を示す。このような「枕部」119は、押込接点112による元々の弾力性に加えて、接点にさらなる弾力性を与えることができる。

20

【0096】

図7は、検知接点が、上述の図5のように、多層状に形成された他の分岐（フォーク状）設計を示す

【0097】

図7の設計70では、各検知（電圧）接点74は、固定することができあるいは固定しないこともできるメンブレンあるいはハウジング71に沿った部分75と、ハウジング71から離間するようヒンジ状に延設される自在部76と、を有する。ヒンジ部77があり、固定部75を自在部76と接続する、ヒンジ部77は、対応する押込（電流）接点72から横方向に離間している。自在部76は、その遠端部に、対応する押込接点72の遠端部の両側部で延設される分岐部78を有する。なお、図6においては、接点64の自在部は図7よりも長く、これにより、大きく撓むあるいは移動できる。言い換えれば、固定点を先端からより離間するよう移動させることによって撓みを増加させる以外、同様である。

30

【0098】

被測定デバイス1が試験器5へ向かって押し込まれると、被測定デバイス1の対応する端子2が同時に押込接点72をハウジング71の対応する孔73を通るよう押圧し、検知接点74の自在部76をハウジング71に向かって押圧する。

【0099】

ここに示す他の設計のように、被測定デバイス1上の各端子2は、対応する押込接点72の上端部と直接、電気的かつ機械的に接触する。端子2は、対応する検知接点74の分岐部78との直接、電気的かつ機械的に接触している。押込接点72は検知接点74と電気的に接触していないが、押込接点72及び検知接点74は共に被測定デバイス1上の端子2と機械的かつ電気的に接触できる。

40

【0100】

図5に示す設計のように、固定部75は、ハウジング71にメッキできあるいは自由に浮かせておくことができ（フリーフローティング状態とでき）、また被測定デバイス1に面している。検知接点74がこのようにメッキされて形成される場合、各検知接点74は、略平面状であり、被測定デバイス1に面する導電性層79Aを有していると共に、被測定デバイス1から離間する方向に面している絶縁性層79Bを有している。

【0101】

50

図7の分岐設計では、各検知接点74は略平面状であり、各分岐部78は2つの平行なプロングを有し、また各プロングは、検知接点74の面から延設される対応する押込接点72に直接隣接している、高くなっているリップを有する。その高くなっているあるいは上方へ曲がっているリップ（以下のリード型構成において下方へ）は、プロングの長方形の部分とその面から被測定デバイス1に向かって曲げることによって形成できる。その面は、概ね平面状とできる検知接点の隣接部として定義される。

【0102】

図7の例示的な設計70では、分岐部78に垂直でかつハウジング71と平行な寸法に関して、被測定デバイス1の対応する端子2が対応する押込接点72より大きい。これにより、デバイス1あるいは端子2が押込接点72及び検知接点74の両方と確実に直接接触させることができる。なぜなら、上述の寸法に関して端子2と接点との間に配置違いがあっても、端子2は、押込接点72と直接接触することに加えて、検知接点74の分岐部78の少なくとも一方のプロングと直接接触することになるからである。

【0103】

図7の設計により、図5に関して上述したように、端子から酸化物を有用に拭うことができる。

【0104】

図8においては、押込（電流）接点82がその加圧範囲全体にわたって加圧されると、検知（電圧）接点84はハウジング81と概ね平行なままでハウジング81に沿って横方向に摺動するあるいは移動することができる。この設計において、検知接点84は完全に横方向に押込接点82を取り囲んでおり、これにより、押込接点84が横方向に移動する場合には、検知接点84が追従できる。

【0105】

より具体的には、検知接点84は押込接点82の横方向断面において追従できる。ここで、いくつかの例を挙げて判り易くする。もし押込接点82が完全に円筒状であり（つまり、それぞれの横方向面における横方向断面において同一であり、それぞれの横方向断面は必ずしも円形あるいは楕円である必要はない）、完全に縦方向に向けられ、また完全に縦方向に押圧されるとき、その場合、押込接点82は横方向へまったく移動せず、また、検知接点84も移動しない。もし押込接点82が円筒形状であるが、縦方向に関して傾斜しており、全く完全に縦方向に加圧するとき、その場合、押込接点82の横方向断面は移動し、さらに検知接点84はそのような移動に追従し、横方向に同じく移動するであろう。もし押込接点82が円筒形状であり、その加圧に対して軸がずれている回転点があるようにその加圧において回転成分を有するとき、その場合、その加圧に対して回転点位置によって決定される程度に応じた横方向成分が含まれることになる。もし押込接点82が形状において真円筒形状でないとき、その場合、検知接点84は、形状、大きさ及び／又は向きの真円筒からのずれによってその断面において追従できる。例えば、押込接点82は、縦方向の加圧範囲にわたって横方向に前進あるいは後退する特定のエッジを有することができ、また検知接点84が、その加圧範囲のすべてあるいは一部に対して、その特定のエッジに追従できる。

【0106】

検知接点84のこの横方向の移動により、上述の通り、端子から酸化物を有用に拭うことができる。例えば、検知接点84は、プロング、棚、レッジあるいはアーム等、検知接点84の面から延設される特定の特徴を有することができる。この延設特徴部85は、端子2においてブレードのように機能でき、生じている酸化被膜を掻き落とすことができる。また、接点82を位置合せして保持するのに役立つガイドとしても機能できる。図8の例示的な設計80においては、検知接点84は、被測定デバイス1に向かって上方へ曲がっているアームを有している。アームは、押込接点82の隣接する面と概ね平行である。他の適当な方向に向けることも同様に可能である。

【0107】

多くの場合、縦方向の加圧の範囲にわたる押込接点の横方向断面の横方向の移動は、被

10

20

30

40

50

測定デバイス 1 の端子 2 の大きさ未満であり、使用の際に押込接点 8 2 がデバイス I / O あるいは端子 2 から「落ちる」ことはない。

【 0 1 0 8 】

図 8 の例示的な設計 8 0 において、検知接点 8 4 は、押込接点 8 2 の周囲に完全に横方向に延設される。あるいは、検知接点 8 4 に一以上のギャップを設けることができ、これにより、検知接点を押込接点 8 2 の周囲に部分的にのみ延設することもできる。例えば、一以上の辺に沿ってギャップを設けることができ、これにより、検知接点 8 4 は横方向に移動する押込接点 8 2 を「捕まえる」ことができる。ある場合には、検知接点 8 4 は、押込接点 8 2 の周囲に部分的あるいは完全なフォーク状構造と、加圧の範囲にわたり押込接点 8 2 の一方の側部あるいは両側部と係合できるフォーク状プロングに垂直な部分的あるいは完全な部分と、を有する。

10

【 0 1 0 9 】

図 9 は、図 5 と同様であるが、検知（電圧）接点 9 4 として比較的剛性のあるロッド 9 5 を用いる接点設計 9 0 を示す。押込（電流）接点 9 2 は、検知接点ロッド 9 5 の端部を収容する切欠きを有し、これにより、被測定デバイス 1 の端子 2 が押込接点 9 2 及び検知接点 9 4 の両方と直接独立して接触できる。検知接点 9 4 及び / 又は押込接点 9 2 に任意選択的に絶縁性コーティングを設けることができ、これにより、2つの接点が短絡するのを防止するのに役立つ。

【 0 1 1 0 】

ロッド 9 5 は、押込接点 9 2 から離間するよう横方向に、被測定デバイス 1 に面するハウジング 9 1 の側部に沿って延設され、またハウジング 9 1 の孔を通り抜け、ハウジング 9 1 から延出され、装填ボード 3 上のそれぞれの接触パッド 4 と接触する。ロッド 9 5 のいずれかの部分あるいはすべての部分は直線とでき、周期的あるいは不規則な曲率を有することができ、かつ / 又はコイル状とできる。

20

【 0 1 1 1 】

図 9 に示す例示的なロッド 9 5 では、ロッド 9 5 は、端子のどんな酸化被膜でも十分に拭えるわけではない。

【 0 1 1 2 】

図 9 の一本のロッドの変形が、図 1 0 に示すデュアル・ロッドである。

【 0 1 1 3 】

30

図 1 0 の設計 1 0 0 において、検知（電圧）接点 1 0 4 は、2つのロッド 1 0 5 を有している。ロッドは、押込（電流）接点 1 0 2 のどちらの側部にも1つずつある。ロッドは、押込接点 1 0 2 から横方向にハウジング 1 0 1 の上側に沿って離間するよう延設される。2つのロッド 1 0 5 は、一点で結合し、上述した分岐構造と同様に分岐部分を形成している。あるいは、ロッド 1 0 5 を、ハウジング 1 0 1 にわたって延設されるよう分離しておくこともできる。ロッド 1 0 5 は、結合されている場合ハウジング 1 0 1 の単一の孔を通して、また分離されている場合ハウジング 1 0 1 のそれぞれの孔を通して、ハウジング 1 0 1 を貫通する。上述の設計の多くのように、押込接点 1 0 2 のそれぞれの側部に2つの検知接点 1 0 4 を設けることによって、配置違いの場合であってもしダンダンシー（冗長性）を確保でき、また、押込接点 1 0 2 をデバイス I / O あるいは端子 2 に中心に位置決めする自動位置合わせツールとして機能できる。好ましくは、ロッド 1 0 5 は、線形（直線）部と、直線部と概ね直交して延設される曲げ部あるいは角度付け部と、を有する。

40

【 0 1 1 4 】

ある場合には、1本のロッドあるいは複数のロッド 1 0 5 が、ハウジング 1 0 1 における対応する1本の溝部あるいは複数の溝部に埋設することができる。このような溝部はロッド 1 0 5 を損傷から保護できる。さらに、溝部は、ロッド 1 0 5 をハウジング 1 0 1 に取り付けるのに役立ち、あるいは、ロッドを押込接点 1 0 2 の直近に位置決めするのに役立つ。さらに、ロッド 1 0 5 は導電性であるので、ハウジング 1 0 1 を電氣的絶縁体で形成でき、各ロッド 1 0 5 を他のロッド 1 0 5 から、更にロッド 1 0 5 の近傍の他の要素から電氣的に絶縁するのに役立つ。また、ロッド 1 0 5 を電氣的絶縁材料でコートでき、こ

50

れにより、それぞれの押込接点 102 との短絡を防止できる。パリレン、テフロン（登録商標）、ピーク（登録商標）及びカプトン（登録商標）等を含む、種々の材料を用いることができる。

【0115】

ある場合には、各ロッド 105 は、被測定デバイス 1 に向かってハウジング 101 の面から曲げられた遠端部を有する。このような曲げられた遠端部により、被測定デバイス 1 上の端子 2 との電氣的接触を向上できる。また、このような曲げられた遠端部により、電氣的接触をその曲がっているところの近くに局所化でき、これにより、その曲がっているところから離間した各ロッド 105 は、埋設されている周囲の溝部によって電氣的に絶縁される。

10

【0116】

ある場合には、1 ペアのロッド 105 が各押込接点 102 と関連して設けられる。1 ペアのロッド 105 は、押込接点 102 の両側部に配置される。ロッド 105 は、遠端部を有する。任意選択的に、遠端部は、被測定デバイス 1 に向かってハウジング 101 の面から曲げられている。遠端部は、押込接点 102 を跨ぐように配置されている。またロッド 105 は、ハウジング 101 に沿って同じ方向に押込接点 102 から離間するよう延設される。任意選択的に、ロッドは、ハウジング 101 における平行な溝部内に延設される。任意選択的に、平行な溝部を、ハウジング 101 に装着する別部材としての位置合わせプレートに形成できる。遠端部は、また、収束点に向かって尖端状とできる。

【0117】

ロッド 105 に垂直でかつハウジング 101 と平行な寸法に関して、被測定デバイス 1 の対応する端子 2 は対応する押込接点 102 より大きい。概して、被測定デバイス 1 がハウジング 101 に向かって押し込まれると、同時に被測定デバイス 1 の対応する端子 2 が、ハウジング 101 における対応する孔 104 を通じて押込接点 101 を押圧すると共に、対応する検知接点 104 の少なくとも一方の伝導性ロッド 105 の遠端部と接触する。

20

【0118】

ある場合には、ロッド 105 は、押込接点 102 と直接隣接している。ロッドは、使用の際に押込接点 102 を定位置に保持するのに役立ち、ぐらつきを防止するのに役立つことができる。このことは有用である。

【0119】

ある場合には、各ロッド 105 は長い円筒であり、任意選択的に円形状断面を有する。他の場合には、各ロッド 105 は長方形あるいは正方形断面を有することもできる。ある場合には、各ロッド 105 をハウジング 101 と別に形成できる。この場合、各ロッド 105 をハウジング 101 に取り付けあるいは位置合せプレートによって定位置に保持できる。これにより、ハウジング 101 上に装着できる。他の場合には、各ロッド 105 を、ハウジング 101 の表面上にあるいはハウジング 10 の溝へメッキすることによって、ハウジング 101 と一体的に形成できる。

30

【0120】

図 13 は、所定のギャップの複数の開口 142 を有する設計 130 の、検知（電圧）接点 134 の、被測定デバイス上の端子 2 から装填ボード 3 上の接触パッド 4 までの経路の参考的な幾何学的配置の側面断面図である。

40

【0121】

接点 134 は、ハウジング 131 の面に沿って端子 2 から離間する方向に横方向に延設され、ハウジング 131 の孔を通して延設されるようほぼ 90 度（直交）に曲げられ（部分 134b）、穴 142 を通ってハウジング 131 の対向し合う面とほぼ平行で配置されるよう概ね 90 度と等しくあるいは好ましくはやや 90 度より小さい角度で曲げられる（部分 134c）。この概ね 90 度と等しくあるいは好ましくはやや 90 度より小さい角度での曲げにより、装填ボードパッド 4 にある程度の押圧力を与えてしっかりした接続を保証する。装填ボード 3 上の電気接点パッド 4 と接触するとき、接点 134 の一部分が接触パッド 4 とハウジング 131 との間で縦方向に配置される。開口 142 は、貫通する接点

50

のその一部分の厚さより大きいサイズである。好ましい実施形態において、開口は、長方形あるいは貫通する接点と同じ形状であり、また回転力（レバー作用）をパッド2（あるいは4）によって接点134c/dに印加される力からパッド4（あるいは2）の接点134に伝達できるよう、接点部134bと開口の壁との間にできるギャップを十分に大きくする必要がある。このように、ギャップは、開口を通じて接点の位置を制御するがしかもそのような力を伝達するように十分に広い。典型的には、開口は、接点部の厚さ2倍乃至3倍で十分であろう。

【0122】

なお、この断面図は、検知接点が概ね平面状である（図5～図8及び図11）あるいはロッドである（図9～図10）上に示した設計のいずれにも適用できる。検知接点がワイヤーや金属性シート等の自立型導電基板であるこれらの場合、基板を図13の幾何学的配置に応じて曲げることができる。検知接点が電氣的絶縁基板上にコートあるいはメッキされている場合、絶縁基板を図13の幾何学的配置に応じて湾曲させることができる。

10

【0123】

図13の特定の設計130において、接点134の両端は被測定デバイス上の端子2に向かって曲げられている。この幾何学的配置には他にも選択肢がある。

【0124】

例えば、接点144が、ハウジング131の面に沿って端子2から離間する方向に横方向に延設され、ハウジング141の孔142を貫通するようほぼ90度に曲げられ（部分134b）、ハウジング141の対向し合う面とほぼ平行で配置されるようほぼ等しくあるいは好ましくはやや90度より小さい角度で曲げられている（部分134d）、設計130と同様な設計140を図14は示している。概ね90度と等しくあるいは好ましくはやや90度より小さい角度での曲げにより、装填ボードパッド4にある程度の押圧力を与えてしっかりした接続を保証する。図13の設計130とは対照的に、図14の設計140では、接点144の両端が、端子2に向かって延設されるのではなく、反対方向に延設されている。

20

【0125】

図14の設計140は、図13の設計130と比べて利点がある可能性がある。例えば、接点自体144の製作・組み立てがより簡単にできる。ある場合には、このような接点144の曲げは、対応する接点134よりもより簡単にできる。ある場合には、図14の幾何学的配置では、押しピンを定位置に押し込むことができ（上記の回転力を参照）、これにより、組み立てた部品を固定できる。ある場合には、図14の幾何学的配置では、端子2あるいは4によって生じるトルクにより、ハウジング141における孔に対して、接点144の端部を押し込んで装填ボード3上の接触パッド4あるいは2との接触させることができる。このことは望ましい場合がある。これにより、検知接点を被測定デバイスに向かって押し出す押圧を与え、端子2と検知接点141との位置合わせがより簡単になる。

30

【0126】

上で用いた語「ほぼ平行」は、接触パッド4と直接隣接している接点134及び144における90度の曲げが実際には90度未満であることを意味する。例えば、この曲げは、70～90度、75～90度、80～90度、85～90度、70～85度、75～90度、70～80度、75～85度、80～90度、70～75度、75～80度、80～85度及び/又は85～90度の範囲とできる。ある場合には、曲げ角を80度とできる。

40

【0127】

なお、任意選択的に、図13及び図14に示すような鋭角的ではない半径を、接点134及び144の曲げのいずれかあるいはすべてに適用できる。このような半径では、接点134及び144の製造性を簡単化できる。

【0128】

ここまでは、検知（電圧）接点を、被測定デバイス1上の端子2まで上方へ延設される

50

ロッドあるいはブロングのセットとして概して示した。任意選択的に、検知接点の端部は、ある場合には上述した拭う機能を補助できる構造を有することができる。いくつかの例を図 15 ~ 図 20 に示す。

【0129】

図 15 は、中央の押込（電流）接点 152 から離間する側に角度が付された先端部 155 を有する 1 ペアの跨り型検知接点 154 の側面概略図である。角度付けは紙面内に収めることができるが、任意選択的に紙面から外側あるいは内側に延ばすこともできる。

【0130】

図 16 は、遠端部 165 に、遠端点に向かって先細りになっており互いに向かって延設される横方向延設部 166 を有する 1 ペアの検知接点 164 の上面概略図である。横方向延設部 166 を有する検知接点 164 は、中央の押込接点 162 を取り囲んでいる。

10

【0131】

また、横方向延設部 166 は、被測定デバイス 1（図示せず）上の端子 2 に向かって紙面の外側に延設される。図 16 の図において、端子 2 は紙面と読み手との間に位置することになる。横方向延設部 166 の先端 167 は、接点 164 の他の部分よりも読み手に近いところに位置することになる。なお、接点 166 及び 167 はアーム部 165 から離間するよう概ね直交して延設されており、これにより、これら接点は互いに平行であり、接点 162 を通って延びる縦方向軸 169 と交差することになる。

【0132】

図 17 は、遠端部 175 に、アーム部 174 と概ね直交しており互いに向かって延設される横方向延設部 176 を有する 1 ペアの検知接点 174 の上面概略図である。横方向延設部 176 を有する検知接点 174 は、中央の押込接点 172 を取り囲まないが、172 を通る縦方向軸 169 と交差することになる。中央の押込接点 172 を「外側（outside）」と考えれば、1 ペアの検知接点 174 と横方向延設部 176 とによって多角形（polygon）が形成される。

20

【0133】

図 16 のように、横方向延設部 176 は紙面から延びているので、端子は紙面と読み手との間に配置されていることになり、横方向延設部 176 の先端 177 は接点 174 の他の部分より読み手に近いところに位置することになる。

【0134】

30

図 21 は、遠端部 215 に、互いに向かって延設される横方向延設部 216 を有する 1 ペアの検知接点 214 の上面概略図である。概ね直交している横方向延設部 216 を有する検知接点 214 は、接点 214 及び 215 との間のギャップを通して突出する中央の押込接点 212 を取り囲んでいる。横方向延設部 217 の先端 216 は、接点 214 の他の部分よりも読み手に近いところに位置することになる。ここで、横方向延設部 216 は押込接点 212 の両側部に位置する。

【0135】

図 18 は、遠端部 185 に、押込接点 182 の周囲である程度まで延設される横方向延設部 186 を有する一の検知接点 184 の上面概略図である。図 16 及び図 17 のように、横方向延設部 186 は紙面から延びているので、端子は紙面と読み手との間に配置されていることになり、横方向延設部 186 の先端 187 は接点 184 の他の部分より読み手に近いところに位置することになる。

40

【0136】

図 19 は、遠端部 195 に、押込接点 192 の周囲である程度まで延設されていない横方向延設部 196 を有する一の検知接点 194 の上面概略図である。図 18 に示す横方向延設部 186 のように、横方向延設部 196 は押込接点 192 の両側部に位置する。図 16 ~ 図 18 のように、横方向延設部 196 は紙面から延びているので、端子は紙面と読み手との間に配置されていることになり、横方向延設部 196 の先端 197 は接点 194 の他の部分より読み手に近いところに位置することになる。

【0137】

50

図20は、互いに向かって角度が付されると共に、中央の押込（電流）接点202の上方あるいは側方で互いに交差する先端部206を有する1ペアの検知接点204の側面概略図である。タブあるいは先端部206は、押込接点202の後方あるいは前方で押込接点202と交差できる。被測定デバイス上の端子2との接触の際に、端子は先端部206を下向きに押し、先端部を互いから離間するよう押し込み、これにより、端子2上の酸化被膜を取り除くこすり落とし作用が得られる。酸化物の除去は本実施形態において重要な成果である。角度付けは紙面内に収めることができるが、任意選択的に紙面から外側あるいは内側に延ばすこともできる。交差アーム部は、接点202との短絡を防止するために少なくとも後側に非導電コーティングを有することができ、あるいは接点202を先端206と接触できないように形成することができる。

10

【0138】

一般に、検知接点は、メンブレンの平面から被測定デバイス上の端子に向かって延設される先端あるいはタブを有することができる。端子と接触する場合、タブは、検知接点の他の部分の動きや向きとは独立して曲がる、あるいは撓むことができる。この動きは、概ね可撓性材料を用いる等して曲がる動きとでき、また、任意選択的に、タブの近端部に、検知接点の他の部分に連結するヒンジ構造を有することができる。タブは、任意選択的に、押込接点に向かって、押込接点と交差して、あるいは押込接点の周囲で横方向に延設される。ある場合には、検知接点は1つであり、押込接点を越えて横方向に延設される先端を有する。これにより、押込接点は検知接点の領域の部分的に「内側」にあり、あるいは部分的に「外側」にある。他の場合には、検知接点は2つであり、互いに概ね平行であり、互いに向かって延設される先端部を有している。これにより、押込接点は2つの検知接点の領域の部分的に「内側」にあり、あるいは部分的に「外側」にある。あるいはまた、先端部は、互いから離間する方向に横方向に延設でき、あるいは前記面から被測定デバイス上の端子に向かって延設していることに加えてほぼ横方向であるあらゆる方向に延設できる。

20

【0139】

押込（電流）接点は検知（電圧）接点より典型的に厚く、上記の説明ではそのように仮定したが、2つの接点の機能を入れ換えてもよいことを付言しておく。その場合、薄い接点が電流を伝え、厚い接点が電圧を測定する。これの好ましい適用では、ハウジング・スロット内の接点を薄くし、多くの電流を扱うことができようハウジング上部の接点を厚くする。

30

【0140】

ボール・グリッド・アレイ（BGA）及びデバイスの下側にパッドを有する他のリードレスパッケージに加えて、本構成を、また、リードあるいはワイヤーを有する特定の集積回路における部品に適用できる。

【0141】

図22～図32は、リード型パッケージのケルビン接点を示す。BGAパッケージデバイスあるいは下側にパッドを有するパッケージの要素が同様な程度では、その要素には同じ部品に500を加えた番号を付す。したがって、BGAにおける接点2が、リード型では接点502となる。

40

【0142】

図22、図22、図23及び図24は、それぞれが接点502を有する複数のリード502aを有するリード型デバイス（DUT）501を示す。パッド・パッケージの場合のように、押込接点552は、リード502と、通常その中央部において接触する。接点552は、枕部119（図11）と同様であるが好ましくは円筒状である要素519によって上方へ付勢される。（なお、円筒形状をパッドあるいはBGA構成において用いることができる。）第2付勢ブロック519aは、揺動ピン600に下向きの力を印加するように用いられる。揺動ピン600は米国特許US5069629号及びUS7445465号に示されるものと同様であり、その開示内容を参照して援用する。

【0143】

50

図 2 2 に示すように、接点延長部 5 4 4 は、装填ボード 5 0 3 への経路につながるよう、形成されて、電気接触が形成される。延長により、装填ボードのレイアウトが容易になり、装填ボード上での配線を容易にするのに役立つ。図 2 2 における検知接点の先端部は、デュアル枝状フォーク設計を有する。この場合、フォークの先端部は、図 6 のような上向きの曲率がなく平坦で水平である。これにより、被測定デバイスの端子のリードエッジがフォークの上面に沿って拭い、酸化物を除去できる。

【 0 1 4 4 】

図 2 5、図 2 6、図 2 7、図 2 8、図 2 9、図 3 0、図 3 1 及び図 3 2 は、押込 5 5 2 及び検知接点 5 5 4 が 3 つの異なる概念に対してどのように機能するかに関してより詳細に説明する。図 2 7、図 2 8 及び図 2 9 における押込接点は十分な幅の押込接点 6 0 0 を有する。図 2 5、図 2 6、図 3 0、図 3 1 及び図 3 2 における押込接点は、厚さが低減された先端 5 5 2 を有する。先端は、検知接点 5 5 4 と短絡の防止し、被測定デバイスのリード上の酸化被膜を貫くようによりナイフ刃に近づく（つまり基部より先端狭くする）ために、厚さが低減されている。図 3 1 に、先端 5 5 2 が狭くなっている部分であるレッジ 6 2 0 を示す。図 2 7 は、検知接点 5 5 4 の端部が図 2 0 及び図 2 1 に示すコンセプトと同様に紙面から高くなっている、図 2 6 の代替的なアプローチを示す。まず、押込接点先端 5 5 2 は、好ましくは、窪み又は凹部 5 5 2 a を有する「歯の形のようなクラウン」を有する。図 2 5、図 2 6、図 3 0 及び図 3 1 における検知接点 5 5 4 は、2 つの枝部 5 5 4 a 及び 5 5 4 b 分かれて終端している分岐端部を有する。遠端部で、枝部は、接点 5 5 4 の面から 2 0 ~ 3 0 度（つまり 2 0、2 1、・・・、あるいは 3 0 度）で、下方へ（パッド・パッケージの枝部 5 5 4 a の反対に）角度が付けられている。図 3 2 は、押込接点先端 5 5 2 が一方の側にオフセットされ、検知接点 5 5 4 が一の枝部のみを有する、デュアル枝部アプローチの代替的なアプローチを示す。適正な接触を保証するために、押込接点の先端部と検知枝部との間のギャップは、デバイスのリードの中心線に、中心がある。クリアランスを追加するために、接点 5 5 4 の遠端部は、その下面を面取りするあるいは丸めることができる。移動時に検知接点 5 5 4 とのクリアランスを保証するために、押込接点 6 0 0 の内周部 6 0 2 が切り取られている（つまり、前後の厚みが低減されている）。

【 0 1 4 5 】

動作において、接点 6 0 0 は、リード型接点 5 0 2 との接触に応じて図 2 9 に示す 2 つの位置から揺動する。同様に、検知接点 5 5 4 は図示した 2 つの位置の間で移動する。図 3 0 が、検知接点が下方へ角度が付された枝部と先端部の幅が低減された接点 6 0 0 とを有することを除いて、図 3 0 における種々の部品の移動は図 2 9 と同じである。枝部が機能するために、下方に角度が付される必要はないことを付言しておく。

【 0 1 4 6 】

図 3 2 は、図 3 1 のデュアル枝部構成の変形例を示す。この場合、検知接点 5 5 4 は一つの枝部 5 5 4 a のみを有する。一つの枝部は、下方へ角度が付された部分（図 3 1 に示したようなもの等）を有することができ、あるいは有していなくてもよい。これにより、所望の場合、押込接点の接触面面積をより大きくできる。この設計では、押込接点の先端部はオフセットされており、接点 6 0 0 幅方向に中心はない。

【 0 1 4 7 】

図 3 3 により、以下の通り、詳細を示す。本実施形態において、検知接点 5 5 4 は分岐していない。さらに、検知接点及び押込接点は好ましくは同じ直線方向にあるが、好ましくは互いに接触しない。挿入の際に 2 つが一時的に接触する可能性があるよう構成された場合、図 3 3 は、2 つの位置にあるリード型接点 5 0 2 を示す。最も後側が、初めに接触する。検知接点 5 5 4 はまずリード 5 0 2 と当たり、5 5 4 がそれ自身の弾力性によって押圧されるあるいは弾性要素 5 1 9 a に向かって押圧されるとき、2 つの間で拭う作用が生じることになる。最も前側の接点に示すように、揺動押込接点 5 5 2 の後方かつ隣接に位置するまで、検知接点 5 5 4 は下方へ押圧される。常に同じ直線方向に位置合わせされていることは明らかであろう。また、5 5 2 がエラストマー 5 1 9 に応じて揺動するとき

、接点 5 0 2 と 5 5 2 の間に拭う作用が生じる。

【 0 1 4 8 】

また本開示に係るデバイスを構成する方法を、本開示は本来的に含んでいる。さらに、被測定デバイスと試験接点を有する試験用治具との間の一時的接触を行うとき、接触抵抗を最小限にする方法がある。抵抗を最小限にすることは、上述の拭う作用の目標である。試験用治具は、試験接点を受けるための押込治具接点と検知治具接点とを有し、以下のステップのいくつかあるいはすべてを含んでいる。

- a . 検知・押込接点を同じ直線方向に並べて配置する、
- b . 押込接点の上方の面内であるものの押込接点に対して横方向に検知接点を弾性的に配置する、
- c . 前記試験接点を前記検知接点と物理的に接触させる、
- d . 前記試験接点によって前記検知接点を移動させ、これにより、移動時に前記検知接点が前記試験接点を拭う。

【 0 1 4 9 】

さらに、方法はまた以下のステップあるいはその一部分を有することができる。押込接点と試験接点と当たったとき、前記押込接点を衝突に対して揺動するように構成することによって、押込接点を移動可能とする。

【 0 1 5 0 】

ここに記載した本発明及びその用途は例示であって、本発明の範囲を限定するものではない。本明細書で開示した実施形態の変形及び変更が可能であり、本願の教示に基づいて当業者には実施形態の種々の要素の実用上の代替物及び均等物が理解されよう。本明細書で開示した実施形態のこれらあるいは他の変形及び変更を、本発明の範囲及び精神から逸脱することなく行うことができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 1 】

- 1 ... 被測定デバイス (D U T)
- 2 ... 端子
- 3 ... 装填ボード
- 4 ... 接触パッド
- 5 ... 試験器
- 6 ... 装填ボード基板
- 9 ... 電氣的接続
- 1 0 ... 中間介在メンブレン
- 2 0 ... 接点
- 5 1、6 1、7 1、8 1、1 0 1、1 1 1、1 3 1、1 4 1 ...ハウジング
- 5 2、7 2 ... 押込接点
- 5 3、7 3 ... 孔
- 5 4、7 4 ... 検知接点
- 5 4 a ... 枝部
- 7 6 ... 自在部
- 7 7 ... ヒンジ部
- 7 8 ... 分岐部
- 1 1 9 ... 枕部
- 5 0 2 a ... リード
- 5 0 1 ... リード型デバイス (D U T)
- 5 0 2 ... 接点
- 5 0 2 a ... リード
- 5 0 3 ... 装填ボード
- 5 5 2 ... 押込接点
- 5 5 2 a ... 凹部

10

20

30

40

50

5 5 4 ... 検知接点

5 4 4 ... 接点延長部

5 5 4 a、5 5 4 b ... 枝部

6 0 0 ... 揺動ピン

【図 1】

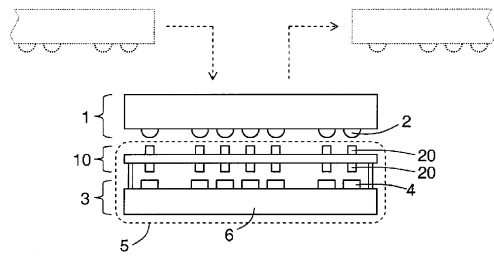


Fig. 1

【図 3】

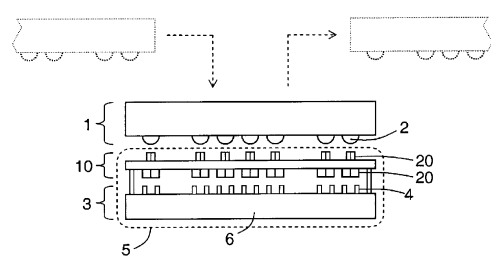


Fig. 3

【図 2】

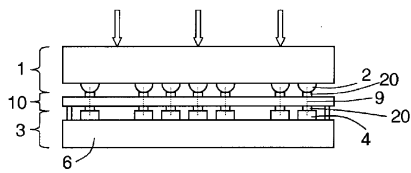


Fig. 2

【図 4】

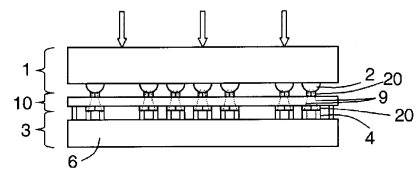


Fig. 4

【図 5】

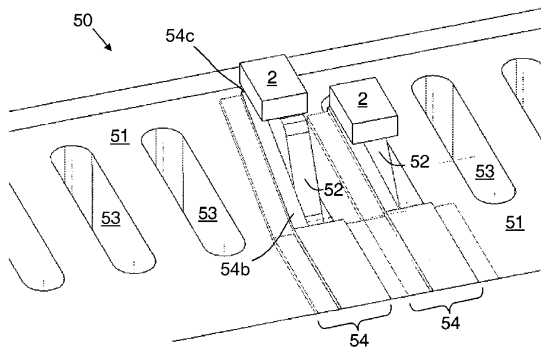


Fig. 5

【図 6】

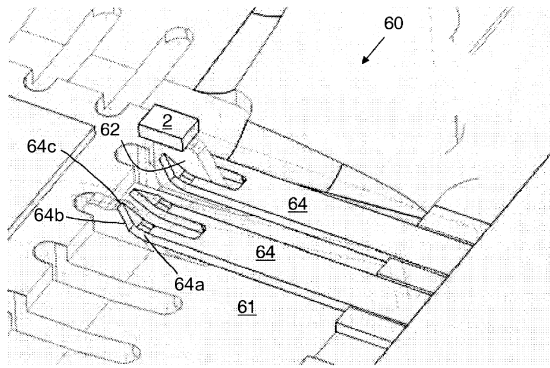


Fig. 6

【図 7】

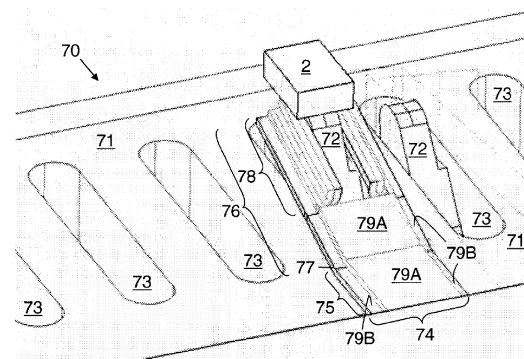


Fig. 7

【図 8】

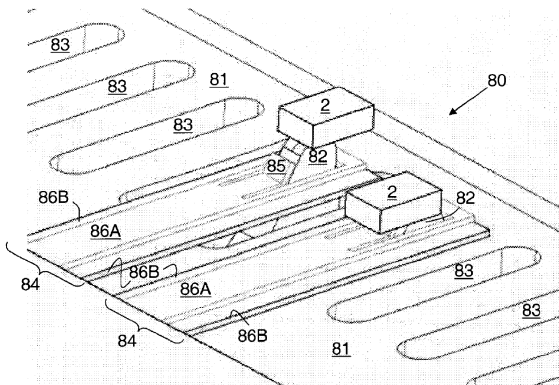


Fig. 8

【図 10】

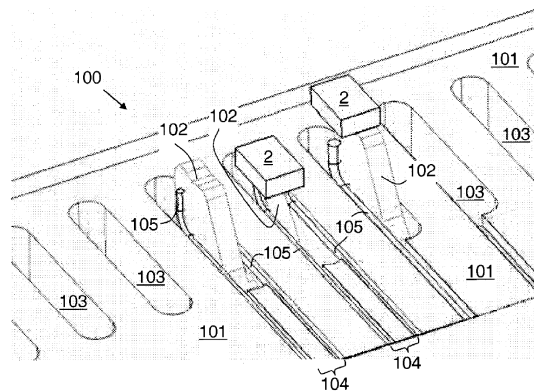


Fig. 10

【図 9】

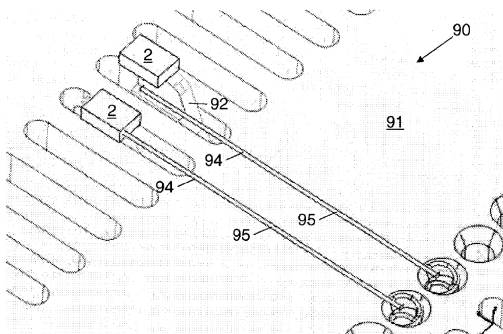


Fig. 9

【図 1 1】

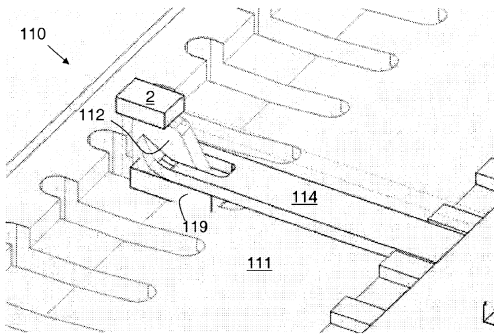


Fig. 11

【図 1 2】

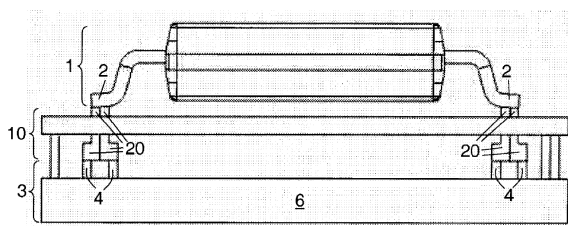


Fig. 12

【図 1 6】

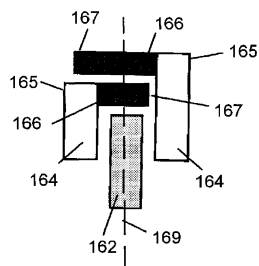


Fig. 16

【図 1 7】

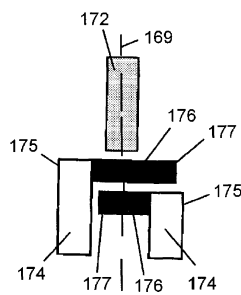


Fig. 17

【図 1 3】

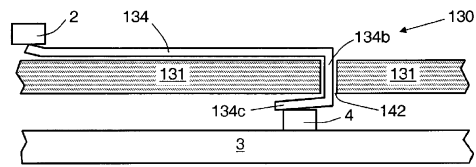


Fig. 13

【図 1 4】

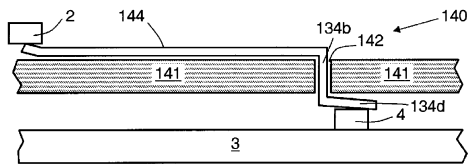
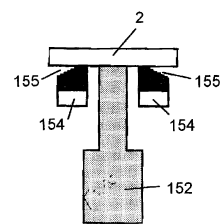


Fig. 14

【図 1 5】

Fig. 15



【図 1 8】

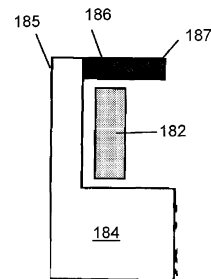


Fig. 18

【図 1 9】

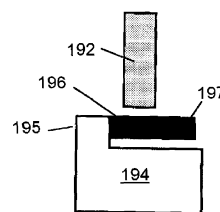
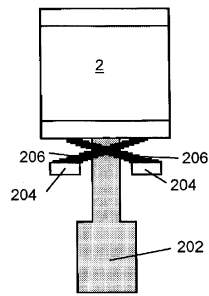


Fig. 19

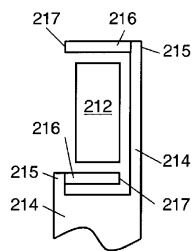
【図 20】

Fig. 20



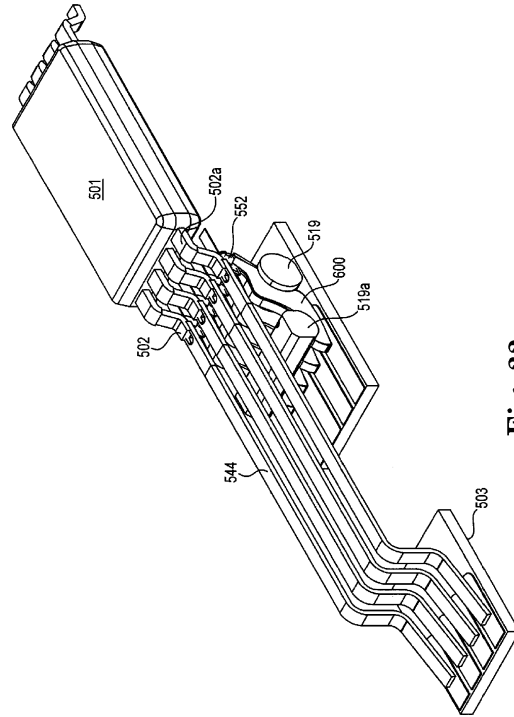
【図 21】

Fig. 21



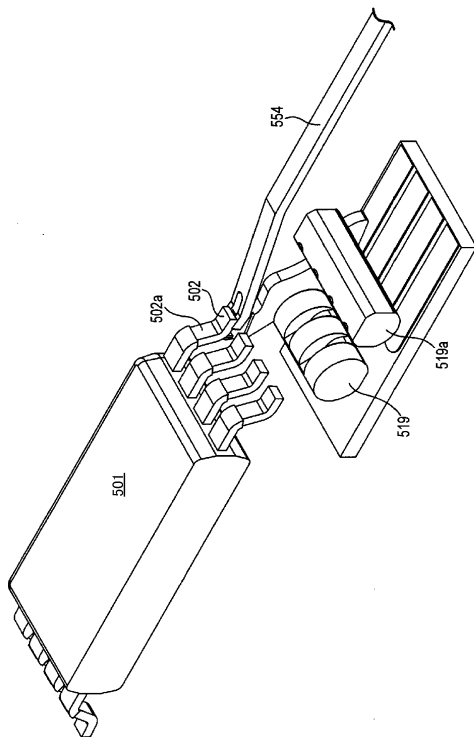
【図 22】

Fig. 22



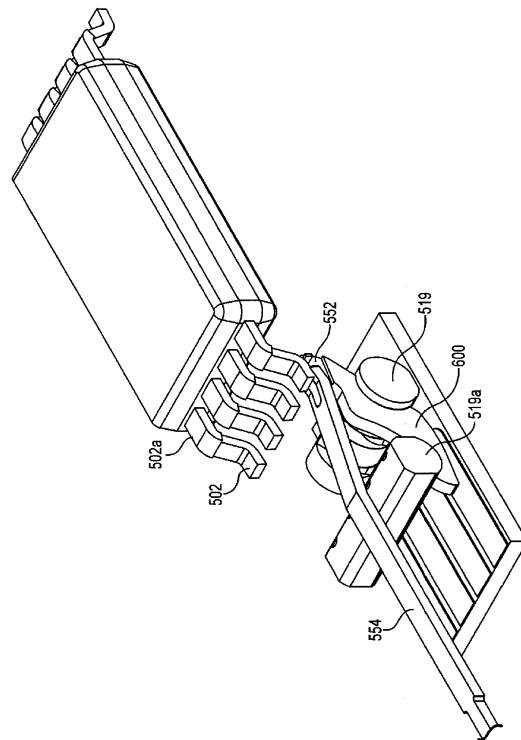
【図 23】

Fig. 23



【図 24】

Fig. 24



【図 25】

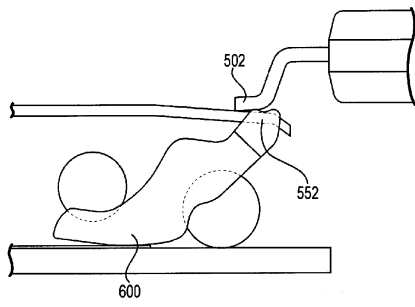


Fig. 25

【図 27】

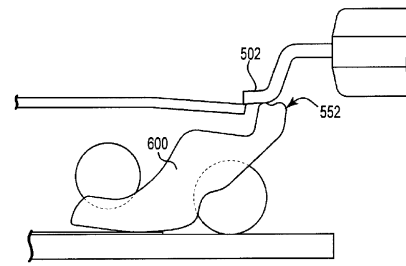


Fig. 27

【図 26】

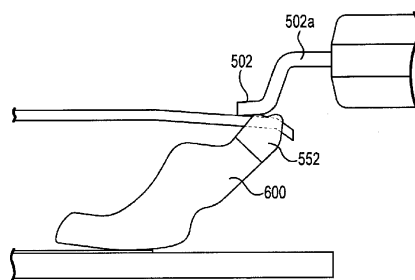


Fig. 26

【図 28】

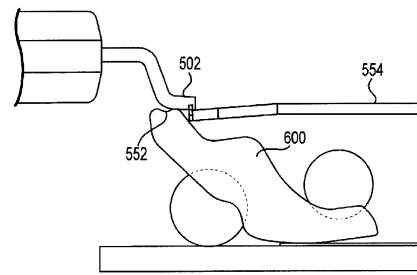


Fig. 28

【図 29】

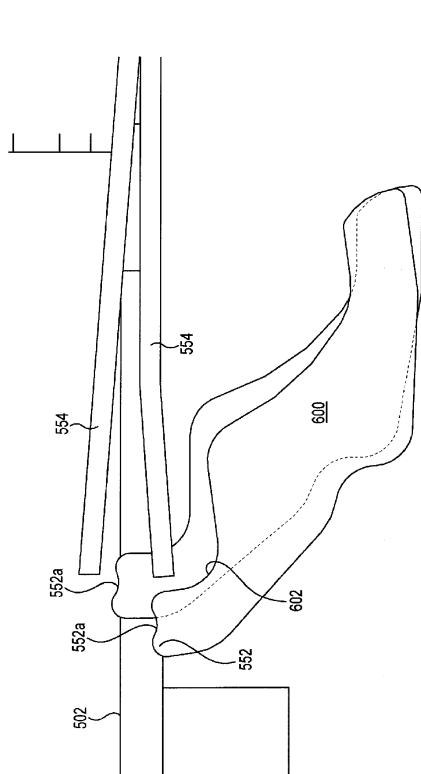


Fig. 29

【図 30】

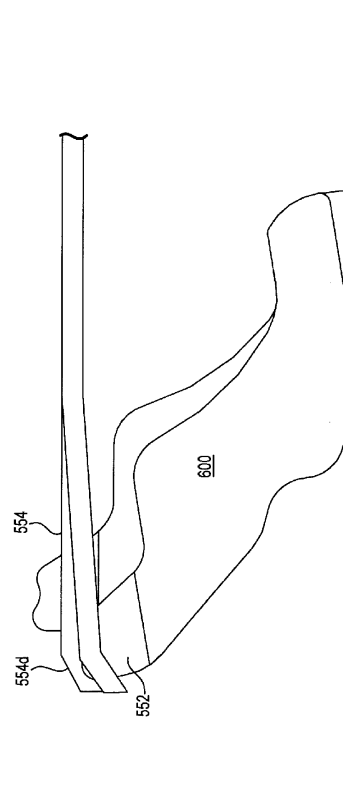


Fig. 30

【図 3 1】

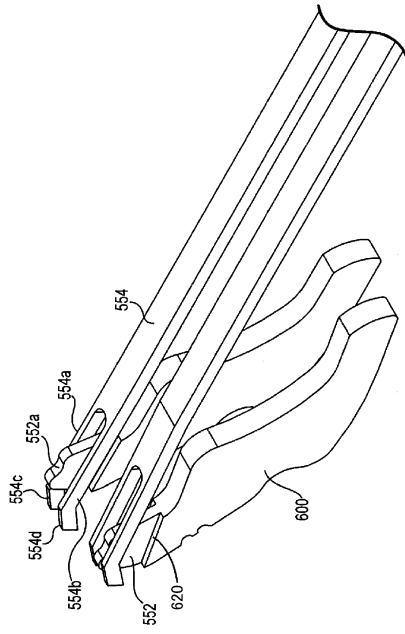


Fig. 31

【図 3 2】

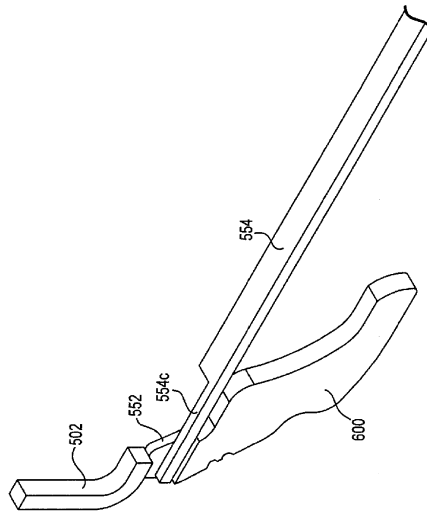


Fig. 32

【図 3 3】

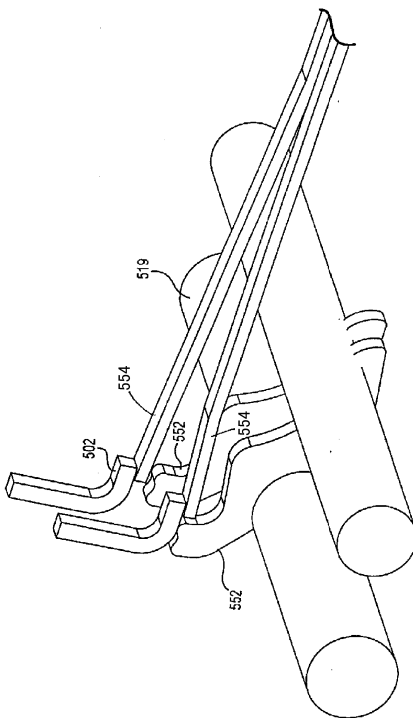


Fig. 33

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/307,501

(32)優先日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100074354

弁理士 豊栖 康弘

(72)発明者 エアドマン, ジョエル エヌ.

アメリカ合衆国, 5 5 3 8 7 ミネソタ州 ワコニア, ナイアガラ・ストリート, 1 7 0 0

(72)発明者 シェリー, ジェフリー シー.

アメリカ合衆国, 5 5 3 7 8 ミネソタ州 サーベージ, クリークリッジ・レーン, 9 3 7 2

(72)発明者 ミチャルコ, ガリー ダブリュー.

アメリカ合衆国, 5 5 3 0 4 ミネソタ州 ハムレイク, 1 4 1 番レーンNE, 1 0 0 2

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 実開平04 - 051675 (JP, U)

特開平02 - 271263 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 R 1 / 0 6 7、3 1 / 2 6、3 1 / 2 8