

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-172588

(P2004-172588A)

(43) 公開日 平成16年6月17日(2004.6.17)

(51) Int.Cl.⁷

H01L 21/66

G01R 1/06

G01R 31/28

H01R 11/01

F 1

H01L 21/66

G01R 1/06

H01R 11/01

G01R 31/28

B

E

501H

K

テーマコード(参考)

2 G011

2 G132

4 M106

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2003-358105(P2003-358105)
 (22) 出願日 平成15年10月17日(2003.10.17)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-313457(P2002-313457)
 (32) 優先日 平成14年10月28日(2002.10.28)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000004178
 J S R 株式会社
 東京都中央区築地五丁目6番10号
 (74) 代理人 100078754
 弁理士 大井 正彦
 (72) 発明者 佐藤 克己
 東京都中央区築地五丁目6番10号 J S
 R 株式会社内
 (72) 発明者 井上 和夫
 東京都中央区築地五丁目6番10号 J S
 R 株式会社内
 F ターム(参考) 2G011 AA09 AA16 AA21 AB06 AB08
 AC14 AC31 AE01 AE03
 2G132 AA00 AA20 AB01 AB03 AE30
 AF10 AL03
 4M106 AA01 AA02 BA01 DD04 DD10

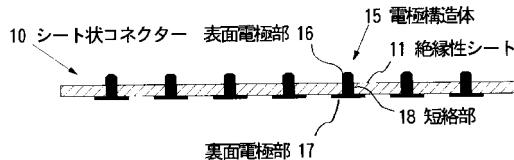
(54) 【発明の名称】シート状コネクターおよびその製造方法並びにプローブ装置

(57) 【要約】

【課題】 径が小さく、突出高さ／径が高く、寸法精度の高い表面電極部を有する電極構造体を、高い位置精度で形成でき、小さいピッチの電極に対しても安定な電気的接続状態が確実に得られるシート状コネクターおよびその製造方法並びにプローブ装置の提供。

【解決手段】 本発明のシート状コネクターは、絶縁性シートと、絶縁性シートに面方向に互いに離間して配置された、突起状の表面電極部および裏面電極部が短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体とを有し、絶縁性シートは、エッティングによって貫通孔の形成が可能な材料によりなり、短絡部は、絶縁性シートにエッティングによって形成された貫通孔に金属が充填されることによって形成され、表面電極部は、絶縁性シートの表面に形成されたレジスト膜のパターン孔に、金属が充填されることによって形成されたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁性シートと、

この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と

を有するシート状コネクターであって、

前記絶縁性シートは、エッティングによって貫通孔を形成することが可能な材料よりなり、

前記電極構造体における短絡部は、前記絶縁性シートにエッティングによって当該短絡部に対応するパターンに従って形成された、それぞれ厚み方向に伸びる複数の貫通孔の各々に、金属が充填されることによって形成されたものであり、

前記電極構造体における表面電極部は、前記絶縁性シートの表面に当該表面電極部に対応するパターンに従って形成されたパターン孔を有するレジスト膜における当該パターン孔に、金属が充填されることによって形成されたものであることを特徴とするシート状コネクター。

【請求項 2】

電極構造体のピッチが 50 ~ 150 μm であり、面方向における電極構造体の密度が 30 ~ 500 (個 / mm^2) であり、電極構造体の総数が 5000 個以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のシート状コネクター。

【請求項 3】

電極構造体における表面電極部の径に対する突出高さの比が 0.2 ~ 3 であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のシート状コネクター。

【請求項 4】

絶縁性シートがポリイミドよりなることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のシート状コネクター。

【請求項 5】

絶縁性シートと、この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体とを有するシート状コネクターを製造する方法であって、

エッティングによって貫通孔を形成することが可能な材料よりなる絶縁性シートを用意し、

この絶縁性シートに、エッティングによって、形成すべき電極構造体における短絡部に対応するパターンに従って複数の貫通孔を形成すると共に、形成すべき電極構造体における表面電極部に対応するパターンに従って形成された複数のパターン孔を有するレジスト膜を形成し、

その後、メッキ処理によって、当該絶縁性シートに形成された貫通孔内に金属を充填して短絡部を形成すると共に、当該レジスト膜のパターン孔内に金属を充填して表面電極部を形成する工程を有することを特徴とするシート状コネクターの製造方法。

【請求項 6】

絶縁性シートと、

この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と

を有するシート状コネクターであって、

前記電極構造体における表面電極部は、その基端から先端に向かうに従って小径となる

錐状のものであることを特徴とするシート状コネクター。

【請求項 7】

電極構造体における表面電極部は、電解エッチングによって成形されたものであることを特徴とする請求項 6 に記載のシート状コネクター。

【請求項 8】

絶縁性シートと、この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体とを有するシート状コネクターを製造する方法であつて、

絶縁性シートに、形成すべき電極構造体における短絡部に対応するパターンに従って複数の貫通孔を形成すると共に、形成すべき電極構造体における表面電極部に対応するパターンに従って形成された複数のパターン孔を有するレジスト膜を形成し、

メッキ処理によって、当該絶縁性シートに形成された貫通孔内に金属を充填して短絡部を形成すると共に、当該レジスト膜のパターン孔内に金属を充填して電極部用導体を形成し、

その後、当該電極部用導体を電解エッチングによって成形することにより、基端から先端に向かうに従って小径となる錐状の表面電極部を形成する工程を有することを特徴とするシート状コネクターの製造方法。

【請求項 9】

電極構造体における表面電極部は、その表面が粗面化処理されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 、請求項 6 および請求項 7 のいずれかに記載のシート状コネクター。

【請求項 10】

電極構造体における表面電極部の表面に、当該表面電極部を形成する金属と異なる金属よりなる被覆層が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 、請求項 6 および請求項 7 のいずれかに記載のシート状コネクター。

【請求項 11】

絶縁性シートと、
この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と
を有するシート状コネクターであつて、

前記電極構造体における表面電極部の表面に、DLC よりなる被覆層が形成されていることを特徴とするシート状コネクター。

【請求項 12】

被検査回路装置とテスターとの間に介在されて当該被検査回路装置とテスターとの電気的接続を行うためのプローブ装置であつて、

被検査回路装置の被検査電極に対応するパターンに従って電極構造体が配置された、請求項 1 乃至請求項 4 、請求項 6 、請求項 7 および請求項 9 乃至請求項 11 のいずれかに記載のシート状コネクターを具えてなることを特徴とするプローブ装置。

【請求項 13】

被検査回路装置の被検査電極に対応して複数の検査用電極が形成された検査用回路基板の一面上に、異方導電性シートを介してシート状コネクターが配置されていることを特徴とする請求項 12 に記載のプローブ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば回路装置の電気的検査において、当該回路装置に対する電気的接続を

10

20

30

40

50

行うためのプローブ装置として好適なシート状コネクターおよびその製造方法並びにこのシート状コネクターを具えたプローブ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、多数の集積回路が形成されたウエハや、半導体素子等の電子部品などの回路装置の電気的検査においては、被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置された検査用電極を有するプローブ装置が用いられている。かかるプローブ装置としては、従来、ピンまたはブレードよりなる検査用電極（検査プローブ）が配列されてなるものが使用されている。

然るに、被検査回路装置が多数の集積回路が形成されたウエハである場合において、当該ウエハ検査用のプローブ装置を作製するためには、非常に多数の検査プローブを配列することが必要となるので、当該プローブ装置は極めて高価なものとなり、また、被検査電極のピッチが小さい場合には、プローブ装置を作製すること自体が困難となる。更に、ウエハには、一般に反りが生じており、その反りの状態も製品（ウエハ）毎に異なるため、当該ウエハにおける多数の被検査電極に対して、プローブ装置の検査プローブの各々を安定にかつ確実に接触させることは實際上困難である。

【0003】

以上のような理由から、最近においては、一面に被検査電極のパターンに対応するパターンに従って複数の検査用電極が形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板の一面上に配置された異方導電性シートと、この異方導電性シート上に配置された、絶縁性シートにその厚み方向に貫通して伸びる複数の電極構造体が配列されてなるシート状コネクターとを具えてなるプローブ装置が提案されている（例えば特許文献1参照。）。

【0004】

図43は、従来のプローブ装置の一例における構成を示す説明用断面図である。このプローブ装置においては、一面に被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って形成された多数の検査用電極86を有する検査用回路基板85が設けられ、この検査用回路基板85の一面上に、異方導電性シート80を介してシート状コネクター90が配置されている。

【0005】

異方導電性シート80は、厚み方向にのみ導電性を示すもの、または厚み方向に加圧されたときに厚み方向にのみ導電性を示す加圧導電性導電路形成部を有するものであり、かかる異方導電性シートとしては、種々の構造のものが知られており、例えば特許文献1等には、金属粒子をエラストマー中に均一に分散して得られる異方導電性シート（以下、これを「分散型異方導電性シート」という。）が開示され、また、特許文献2等には、導電性磁性体粒子をエラストマー中に不均一に分布させることにより、厚み方向に伸びる多数の導電路形成部と、これらを相互に絶縁する絶縁部とが形成されてなる異方導電性シート（以下、これを「偏在型異方導電性シート」という。）が開示され、更に、特許文献3等には、導電路形成部の表面と絶縁部との間に段差が形成された偏在型異方導電性シートが開示されている。

【0006】

シート状コネクター90は、例えば樹脂よりなる柔軟な絶縁性シート91を有し、この絶縁性シート91に、その厚み方向に伸びる複数の電極構造体95が被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置されて構成されている。この電極構造体95の各々は、絶縁性シート91の表面に露出する突起状の表面電極部96と、絶縁性シート91の裏面に露出する板状の裏面電極部97とが、絶縁性シート91をその厚み方向に貫通して伸びる短絡部98を介して一体に連結されて構成されている。

【0007】

このようなシート状コネクター90は、例えば以下のようにして製造される。

先ず、図44（イ）に示すように、絶縁性シート91の一面に金属層92が形成されてなる積層材料90Aを用意し、図44（ロ）に示すように、絶縁性シート91にその厚み

10

20

30

40

50

方向に貫通する貫通孔 9 8 H を、レーザー加工により形成する。

次いで、図 4 4 (ハ) に示すように、絶縁性シート 9 1 の金属層 9 2 上にレジスト膜 9 3 を形成したうえで、金属層 9 2 を共通電極として電解メッキ処理を施すことにより、絶縁性シート 9 1 の貫通孔 9 8 H の内部に金属の堆積体が充填されて金属層 9 2 に一体に連結された短絡部 9 8 が形成されると共に、当該絶縁性シート 9 1 の表面に、短絡部 9 8 に一体に連結された突起状の表面電極部 9 6 が形成される。

その後、金属層 9 2 からレジスト膜 9 3 を除去し、更に、図 4 4 (ニ) に示すように、表面電極部 9 6 を含む絶縁性シート 9 1 の表面にレジスト膜 9 4 A を形成すると共に、金属層 9 2 上に、形成すべき裏面電極部のパターンに対応するパターンに従ってレジスト膜 9 4 B を形成し、当該金属層 9 2 に対してエッチング処理を施すことにより、図 4 4 (ホ) に示すように、金属層 9 2 における露出する部分が除去されて裏面電極部 9 7 が形成され、以て電極構造体 9 5 が形成される。10

そして、絶縁性シート 9 1 の表面に形成されたレジスト膜 9 4 A を剥離すると共に、裏面電極部 9 2 に形成されたレジスト膜 9 4 B を剥離することにより、シート状コネクター 9 0 が得られる。

【0 0 0 8】

上記のプローブ装置においては、被検査回路装置例えばウエハの表面に、シート状コネクター 9 0 における電極構造体 9 5 の表面電極部 9 6 が当該ウエハの被検査電極上に位置するよう配置され、この状態で、ウエハがプローブ装置によって押圧されることにより、異方導電性シート 8 0 が、シート状コネクター 9 0 における電極構造体 9 5 の裏面電極部 9 7 によって押圧され、これにより、当該異方導電性シート 8 0 には、当該裏面電極部 9 7 と検査用回路基板 8 5 の検査用電極 8 6 との間にその厚み方向に導電路が形成され、その結果、ウエハの被検査電極と検査用回路基板 8 5 の検査用電極 8 6 との電気的接続が達成される。そして、この状態で、当該ウエハについて所要の電気的検査が実行される。20

そして、このようなプローブ装置によれば、ウエハがプローブ装置によって押圧されたときに、当該ウエハの反りの大きさに応じて異方導電性シートが変形するため、ウエハにおける多数の被検査電極の各々に対して良好な電気的接続を確実に達成することができる。

【0 0 0 9】

しかしながら、上記のプローブ装置においては、以下のようないくつかの問題がある。30

(1) 上記のシート状コネクターの製造方法における短絡部 9 8 および表面電極部 9 6 を形成する工程においては、電解メッキによるメッキ層が等方的に成長するため、図 4 5 に示すように、得られる表面電極部 9 6 においては、当該表面電極部 9 6 の周縁から短絡部 9 8 の周縁までの距離 w は、当該表面電極部 9 6 の突出高さ h と同等の大きさとなる。従って、得られる表面電極部 9 6 の径 (平面形状が円形でない場合には、最短の長さを示す。) R は、突出高さ h の 2 倍を超えて相当に大きいものとなる。そのため、被検査回路装置における被検査電極が微小で極めて小さいピッチで配置されてなるものである場合には、隣接する電極構造体 9 5 間の離間距離が十分に確保されたシート状コネクター 9 0 を設計すること自体が困難となり、従って、被検査電極が微小で極めて小さいピッチで配置されてなる被検査回路装置を検査するためのプローブ装置を構成することができない。40

また、電解メッキ処理において、金属層 9 2 の全面に対して電流密度分布が均一な電流を供給することは実際上困難であり、この電流密度分布の不均一性により、絶縁性シート 9 1 の貫通孔 9 8 H 毎にメッキ層の成長速度が異なるため、形成される表面電極部 9 6 の突出高さ h や、表面電極部 9 6 の周縁から短絡部 9 8 の周縁までの距離 w すなわち径 R に大きなバラツキが生じる。従って、電極構造体 9 5 が小さいピッチで配置されたシート状コネクター 9 0 を設計することが可能であったとしても、得られるシート状コネクターにおいては、表面電極部 9 6 の径 R の寸法精度が低いため、隣接する表面電極部 9 6 同士が短絡する恐れがある。

【0 0 1 0】

以上において、得られる表面電極部 9 6 の径を小さくする手段としては、当該表面電極50

部96の突出高さ h を小さくする手段、短絡部98の径（断面形状が円形でない場合には、最短の長さを示す。） r を小さくする、すなわち絶縁性シート91の貫通孔98Hの径を小さくする手段が考えられるが、前者の手段によって得られるシート状コネクターにおいては、被検査電極に対して安定な電気的接続を確実に達成することが困難となり、一方、後者の手段では、電解メッキ処理によって短絡部98および表面電極部96を形成すること自体が困難となる。

【0011】

（2）また、被検査回路装置が、例えば1万個以上の被検査電極が例えば $100\mu m$ 以下のピッチで形成された直径が8インチのウエハである場合には、以下のような問題がある。
10

シート状コネクター90の製造において、絶縁性シート91に貫通孔98Hを形成する方法としては、一般に、レーザー加工法が利用されており、この方法においては、絶縁性シートにおける貫通孔を形成すべき部分にレーザー光を順次照射することにより、当該絶縁性シートに所要の数の貫通孔が形成される。然るに、絶縁性シートに1万個以上の貫通孔を形成するためには、相当に長い時間を要する結果、シート状コネクターの生産性が極めて低くなる、という問題がある。

また、レーザー加工においては、絶縁性シートが載置されるX-Yステージの移動精度が、当該絶縁性シートに形成される貫通孔の位置精度に影響を及ぼす。然るに、直径が8インチの大面積の絶縁性シート全体にわたって $100\mu m$ 以下のピッチの貫通孔を高い位置精度で形成することは極めて困難であり、形成される貫通孔が所期の位置から相当にずれた位置に形成される結果、得られるシート状コネクターには、被検査回路装置に対する接続安定性が得られない。このような問題は、被検査回路装置のサイズが大きいものほど顕著であり、被検査電極のピッチが小さいものほど顕著であり、被検査電極の数が多いものほど顕著である。
20

【0012】

（3）回路装置の被検査電極の表面には、当該被検査電極を構成する電極物質の種類によっては、当該被検査電極の表面に酸化被膜が形成されているため、このような回路装置の電気的検査においては、被検査電極に対する良好な電気的接続を達成するため、シート状コネクターの電極構造体における表面電極部を被検査電極に圧接することにより、当該表面電極部によって被検査電極の表面に形成された酸化被膜を突き破ることが必要である。然るに、上記のシート状コネクターの電極構造体における表面電極部は、径が大きくて表面が平坦なものであって、被検査電極との接触面積が大きいものであるため、シート状コネクターの電極構造体における表面電極部を被検査電極に相当に大きな加圧力で圧接することが必要となり、その結果、検査装置の加圧機構として大型のものが必要となるばかりか、プローブ装置に大きな加圧力が繰り返し加わると、プローブ装置に早期に故障が生じて長い使用寿命が得られない、という問題がある。
30

【0013】

（4）シート状コネクターの電極構造体における表面電極部の表面には、当該表面電極部が酸化劣化することを防止するために、一般に、化学的に安定でかつ高い導電性を有する金よりなる被覆層が形成されている。然るに、回路装置の電気的検査において、シート状コネクターを多数回にわたって繰り返し使用した場合には、被覆層を構成する金の硬度が低いものであるため、当該被覆層が摩耗、剥離または損傷し、これにより、表面電極部が酸化劣化する結果、導電性が低下する、という問題がある。
40

【0014】

（5）回路装置のバーンイン試験においては、シート状コネクターの電極構造体の表面電極部を被検査電極に圧接させ、この状態で、高温環境下に長時間保持される。然るに、このようなバーンイン試験にシート状コネクターを繰り返し使用した場合には、被検査電極の物質の種類によっては、当該電極物質が電極構造体における表面電極部または被覆層に移行し、これにより、表面電極部または被覆層が変質する結果、導電性が低下する、という問題がある。
50

【0015】

【特許文献1】特開2001-15565号公報

【特許文献2】特開昭51-93393号公報

【特許文献3】特開昭53-147772号公報

【特許文献4】特開昭61-250906号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その第1の目的は、径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、寸法精度の高い表面電極部を有する多数の電極構造体を、絶縁性シートに高い位置精度で形成することが可能で、小さいピッチで電極が形成された回路装置に対しても安定な電気的接続状態が確実に得られるシート状コネクターおよびその製造方法を提供することにある。10

本発明の第2の目的は、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対しても、小さい加圧力で良子な電気的接続を達成することができるシート状コネクターおよびその製造方法を提供することにある。

本発明の第3の目的は、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、良好な導電性が安定に維持されるシート状コネクターを提供することにある。

本発明の第4の目的は、バーンイン試験に繰り返し使用した場合にも、長期間にわたって良好な導電性が安定に維持されるシート状コネクターを提供することにある。20

本発明の第5の目的は、上記のシート状コネクターを具えたプローブ装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明のシート状コネクターは、絶縁性シートと、

この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面上に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と

を有するシート状コネクターであって、30

前記絶縁性シートは、エッティングによって貫通孔を形成することができる材料よりなり、

前記電極構造体における短絡部は、前記絶縁性シートにエッティングによって当該短絡部に対応するパターンに従って形成された、それぞれ厚み方向に伸びる複数の貫通孔の各々に、金属が充填されることによって形成されたものであり、

前記電極構造体における表面電極部は、前記絶縁性シートの表面に当該表面電極部に対応するパターンに従って形成されたパターン孔を有するレジスト膜における当該パターン孔に、金属が充填されることによって形成されたものであることを特徴とする。

【0018】

本発明のシート状コネクターにおいては、電極構造体のピッチが50～150μmであり、面方向における電極構造体の密度が30～500(個/mm²)であり、電極構造体の総数が5000個以上であることが好ましい。40

また、電極構造体における表面電極部の径に対する突出高さの比が0.2～3であることが好ましい。

また、絶縁性シートがポリイミドよりなることが好ましい。

【0019】

本発明のシート状コネクターの製造方法は、絶縁性シートと、この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体とを有す50

るシート状コネクターを製造する方法であって、

エッティングによって貫通孔を形成することが可能な材料よりなる絶縁性シートを用意し

この絶縁性シートに、エッティングによって、形成すべき電極構造体における短絡部に対応するパターンに従って複数の貫通孔を形成すると共に、形成すべき電極構造体における表面電極部に対応するパターンに従って形成された複数のパターン孔を有するレジスト膜を形成し、

その後、メッキ処理によって、当該絶縁性シートに形成された貫通孔内に金属を充填して短絡部を形成すると共に、当該レジスト膜のパターン孔内に金属を充填して表面電極部を形成する工程を有することを特徴とする。

【0020】

また、本発明のシート状コネクターは、絶縁性シートと、

この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と

を有するシート状コネクターであって、

前記電極構造体における表面電極部は、その基端から先端に向かうに従って小径となる錐状のものであることを特徴とする。

【0021】

このようなシート状コネクターにおいては、電極構造体における表面電極部は、電解エッティングによって成形されたものであることが好ましい。

【0022】

また、本発明のシート状コネクターの製造方法は、絶縁性シートと、この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体とを有するシート状コネクターを製造する方法であって、

絶縁性シートに、形成すべき電極構造体における短絡部に対応するパターンに従って複数の貫通孔を形成すると共に、形成すべき電極構造体における表面電極部に対応するパターンに従って形成された複数のパターン孔を有するレジスト膜を形成し、

メッキ処理によって、当該絶縁性シートに形成された貫通孔内に金属を充填して短絡部を形成すると共に、当該レジスト膜のパターン孔内に金属を充填して電極部用導体を形成し、

その後、当該電極部用導体を電解エッティングによって成形することにより、基端から先端に向かうに従って小径となる錐状の表面電極部を形成する工程を有することを特徴とする。

【0023】

本発明のシート状コネクターにおいては、電極構造体における表面電極部は、その表面が粗面化処理されていてもよい。

また、電極構造体における表面電極部の表面に、当該表面電極部を形成する金属と異なる金属よりなる被覆層が形成されていてもよい。

【0024】

また、本発明のシート状コネクターは、絶縁性シートと、

この絶縁性シートにその面方向に互いに離間して配置された、当該絶縁性シートの表面に露出する突起状の表面電極部および当該絶縁性シートの裏面に露出する裏面電極部が、当該絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸びる短絡部によって互いに連結されてなる複数の電極構造体と

を有するシート状コネクターであって、

前記電極構造体における表面電極部の表面に、DLCよりなる被覆層が形成されている

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。

【0025】

本発明のプローブ装置は、被検査回路装置とテスターとの間に介在されて当該被検査回路装置とテスターとの電気的接続を行うためのプローブ装置であって、

被検査回路装置の被検査電極に対応するパターンに従って電極構造体が配置された、上記のシート状コネクターを具えてなることを特徴とする。

【0026】

本発明のプローブ装置においては、被検査回路装置の被検査電極に対応して複数の検査用電極が形成された検査用回路基板の一面上に、異方導電性シートを介してシート状コネクターが配置されていることが好ましい。

10

【発明の効果】

【0027】

(1) 第1の発明によれば、絶縁性シートにエッチングによって複数の貫通孔を形成し、当該貫通孔の各々に金属が充填して短絡部を形成するため、フォトリソグラフィーを利用することにより、高い位置精度で形成された多数の電極構造体が得られる。

また、絶縁性シートの表面に、表面電極部に対応するパターン孔を有するレジスト膜を形成し、このレジスト膜のパターン孔内に金属を充填して表面電極部を形成することにより、当該レジスト膜によって表面電極部の径が規制されるので、径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、寸法精度の高い表面電極部を有し、しかも、隣接する表面電極部が短絡することができない多数の電極構造体が得られる。

20

従って、径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、寸法精度の高い表面電極部を有する多数の電極構造体を、絶縁性シートに高い位置精度で形成することが可能で、小さいピッチで電極が形成された回路装置に対しても安定な電気的接続状態を確実に達成することができるシート状コネクターが得られる。

このようなシート状コネクターによれば、電極構造体が $50 \sim 150 \mu\text{m}$ のピッチで配置され、面方向における電極構造体の密度が $30 \sim 500$ (個/ mm^2)であり、電極構造体の総数が5000個以上であるものを構成する場合において、上記の効果が顕著に発揮される。

30

(2) 第2の発明によれば、電極構造体における表面電極部は、その基端から先端に向かうに従って小径となる錐状のものであることにより、被検査電極に対する接触面積が小さいものであるため、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対しても、小さい加圧力で良好な電気的接続を達成することができるシート状コネクターが得られる。

30

また、錐状の表面電極部は、電解エッチングによって簡単な工程で形成することができる。

(3) 表面電極部の表面が粗面化処理されていることにより、被検査電極に対する接触面積が小さいものであるため、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対しても、小さい加圧力で良好な電気的接続を達成することができるシート状コネクターが得られる。

40

また、電極構造体における表面電極部の表面に、当該表面電極部を形成する金属と異なる金属よりなる被覆層が形成されることにより、当該被覆層を構成する金属の種類に応じた特性を付与することができる。

(4) 第3の発明によれば、電極構造体における表面電極部の表面に、DLCよりなる被覆層が形成されていることにより、以下の効果が得られる。

DLCは、金属と比較して高い硬度を有すると共に高い耐摩耗性を有するため、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、被覆層が摩耗、剥離または損傷する事なく、これにより、表面電極部が酸化劣化することを確実に防止することができ、その結果、良好な導電性が安定に維持される。

また、DLCは金属に対して耐移行性を有するため、バーンイン試験に繰り返し使用した場合にも、電極物質が表面電極部および被覆層に移行することなく、これにより、表面電極部および被覆層が変質することを防止することができ、その結果、長期間にわたって良好な導電性が安定に維持される。

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本発明における第1の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図であり、図2は、図1に示すシート状コネクターにおける電極構造体を拡大して示す説明用断面図である。

このシート状コネクター10は、柔軟な絶縁性シート11を有し、この絶縁性シート11には、当該絶縁性シート11の厚み方向に伸びる金属よりなる電極構造体15が、接続すべき電極例えは被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って、当該絶縁性シート11の面方向に互いに離間して配置されている。10

電極構造体15の各々は、絶縁性シート11の表面に露出する突起状の表面電極部16と、絶縁性シート11の裏面に露出する板状の裏面電極部17とが、絶縁性シート11の厚み方向に貫通して伸びる短絡部18によって互いに一体に連結されて構成されており、この例では、表面電極部16の先端部分が錐台状に成形されている。

【0029】

絶縁性シート11の材料としては、柔軟性および絶縁性を有するものであって、エッチングにより貫通孔を形成することが可能なものであれば特に限定されるものではなく、その具体例としては、例えはポリイミド、液晶ポリマー、特願2002-240117号明細書に示される高分子材料、特許第2969826号明細書に示される高分子材料、特開平10-152549号公報に示される高分子材料、これらの材料による複合材、例えは繊維を編んだクロスに上記の樹脂を含浸したシートなどを用いることができるが、好ましくはポリイミドである。20

また、絶縁性シート11の厚みDは、当該絶縁性シート11が可撓性を有すれば特に限定されないが、5~100μmであることが好ましく、より好ましくは7~50μm、更に好ましくは10~25μmである。

【0030】

電極構造体15において、表面電極部16は、絶縁性シート11の表面に形成されたレジスト膜におけるパターン孔に、金属が充填されることによって形成されている。また、裏面電極部17は、絶縁性シート11の裏面に形成された金属層がエッチングされることによって形成されている。また、短絡部18は、絶縁性シート11にエッチングによって形成された厚み方向に貫通する貫通孔内に金属が充填されることによって形成されている。30

電極構造体15を構成する金属としては、ニッケル、銅、金、銀、パラジウム、鉄、コバルト、タンクステン、ロジウム等を用いることができ、電極構造体15としては、全体が单一の金属よりなるものであっても、2種以上の金属の合金よりなるものまたは2種以上の金属が積層されてなるものであってもよい。

【0031】

電極構造体15において、表面電極部16における径Rに対する突出高さhの比は、0.2~3であることが好ましく、より好ましくは0.25~2.5である。このような条件を満足することにより、接続すべき回路装置がピッチが小さくて微小な電極を有するものであっても、当該電極のパターンに対応するパターンの電極構造体15を容易に形成することができ、当該回路装置に対して安定な電気的接続状態が一層確実に得られる。40

また、表面電極部16の径Rは、短絡部18の径rの1~3倍であることが好ましく、より好ましくは1~2倍である。図示の例では、表面電極部16の径Rは、短絡部18の径と同等の大きさである。

また、表面電極部16の径Rは、当該電極構造体15のピッチpの30~70%であることが好ましく、より好ましくは40~60%である。

【0032】

また、裏面電極部17の外径Lは、短絡部18の径より大きく、かつ、電極構造体15のピッチpより小さいものであればよいが、可能な限り大きいものであることが好ましく50

、これにより、例えば異方導電性シートに対しても安定な電気的接続を確実に達成することができる。

また、短絡部18の径rは、当該電極構造体15のピッチpの20~70%であることが好ましく、より好ましくは25~65%である。

【0033】

電極構造体15の具体的な寸法について説明すると、表面電極部16の突出高さhは、接続すべき電極に対して安定な電気的接続を達成することができる点で、15~50μmであることが好ましく、より好ましくは15~30μmである。

表面電極部16の径Rは、上記の条件や接続すべき電極の直径などを勘案して設定されるが、例えば30~80μmであり、好ましくは30~50μmである。 10

短絡部18の径rは、十分に高い強度が得られる点で、30~80μmであることが好ましく、より好ましくは30~50μmである。

裏面電極部17の厚みdは、強度が十分に高くて優れた繰り返し耐久性が得られる点で、20~50μmであることが好ましく、より好ましくは35~50μmである。

電極構造体15のピッチpは、40~250μmであることが好ましく、より好ましくは50~200μm、更に好ましくは80~150μmである。

ここで、電極構造体15のピッチpは、シート状コネクター10に配置された多数の電極構造体のうち、最も高い密度で配置された領域における電極構造体のピッチを意味する。 20

電極構造体15のピッチpが40μm未満である場合には、当該電極構造体15において、径rが30μm以上の短絡部18を形成することが困難となり、その結果、十分に高い強度が得られないことがある。一方、電極構造体15のピッチpが250μmを超える場合には、従来のシート状コネクターによっても構成することが可能であるため、本発明の効果が十分に得られない。 20

【0034】

このような第1の発明に係るシート状コネクター10によれば、電極構造体15の短絡部18が、絶縁性シート11にエッティングによって形成された複数の貫通孔の各々に金属が充填されることによって形成されているため、当該絶縁性シート11の貫通孔の形成にフォトリソグラフィーを利用することにより、高い位置精度で形成された多数の短絡部18が得られる。 30

また、電極構造体15の表面電極部16が、絶縁性シート11の表面に形成されたレジスト膜におけるパターン孔に金属が充填されることによって形成されることにより、当該表面電極部16の径Rは当該レジスト膜によって規制され、レジスト膜におけるパターン孔に応じた寸法の表面電極部16が得られるので、径Rが小さくて径Rに対する突出高さhの比が高く、寸法精度の高い表面電極部16を有する電極構造体15を形成することが可能であり、しかも、隣接する電極構造体15における表面電極部16同士が短絡することができない電極構造体15が得られる。

従って、径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、寸法精度の高い表面電極部16を有する多数の電極構造体15を、絶縁性シート11に高い位置精度で形成することが可能で、小さいピッチで電極が形成された被検査回路装置に対しても安定な電気的接続状態を確実に達成することができる。 40

このようなシート状コネクター10によれば、電極構造体15が50~150μmのピッチで配置され、面方向における電極構造体15の密度が30~500(個/mm²)であり、電極構造体15の総数が5000個以上であるものを構成する場合において、上記の効果が顕著に発揮される。

【0035】

上記のシート状コネクター10は、例えば以下に示すような製造方法により製造することができる。

先ず、図3に示すように、エッティング可能な高分子材料よりなる柔軟な絶縁性シート11における裏面(図において下面)に、金属層17Aが形成されてなる積層材料10Bを 50

用意する。

ここで、積層材料 10B における金属層 17A は、形成すべき電極構造体 16 における裏面電極部 17 の厚みと同等または当該裏面電極部 17 の厚みより小さい厚みを有するものとされ、具体的には、5 ~ 18 μm であることが好ましい。この厚みが 5 μm 未満である場合には、後述する絶縁性シート 11 に貫通孔を形成する工程において、穴加工に耐えるために必要な強度が得られず、電極構造体 15 を確実に形成することが困難となることがある。一方、この厚みが 18 μm を超える場合には、後述する金属層 17A のエッチング処理において、サイドエッチなどが生じやすく、所期の裏面電極部 17 を確実に形成することが困難となることがある。

また、絶縁性シート 11 上に金属薄層 17A を形成する方法としては、スパッター法、接着法などを挙げることができる。 10

【0036】

このような積層材料 10B の絶縁性シート 11 における表面となる面に、図 4 に示すように、レジスト膜 12 を形成することにより、レジスト膜 12、絶縁性シート 11 および金属層 17A が積層されてなる中間積層体 10A を作製する。

次いで、図 5 に示すように、中間積層体 10A におけるレジスト膜 12 に、形成すべき表面電極部 16 に対応するパターンに従って複数のパターン孔 12H を形成すると共に、絶縁性シート 11 に、エッチングによって、形成すべき短絡部 18 に対応するパターンに従って、レジスト膜 12 のパターン孔 12H に連通する貫通孔 18H を形成する。

ここで、レジスト膜 12 を形成する材料としては、メッキ用のフォトレジストとして使用されている種々のもの、感光性ドライフィルムなどを用いることができる。 20

また、レジスト膜 12 の厚みは、形成すべき表面電極部 16 の突出高さ h に応じて設定され、具体的には、表面電極部 16 の突出高さ h の 0.8 ~ 1.2 倍であることが好ましい。

【0037】

そして、図 6 に示すように、金属層 17A の表面にレジスト膜 13 を形成したうえで、金属層 17A を共通電極として電解メッキ処理を施すことにより、絶縁性シート 11 の貫通孔 18H 内に金属の堆積体が充填されて金属層 17A に一体に連結された短絡部 18 が形成されると共に、レジスト膜 12 のパターン孔 12H 内に金属の堆積体が充填されて短絡部 18 に一体に連結された電極部用導体 16A が形成される。 30

その後、絶縁性シート 11 の表面および金属層 17A の表面からレジスト膜 12, 13 を除去すると共に、電極部用導体 16A に対して電解エッチング処理を施すことにより、図 8 に示すように、目的とする形状すなわち先端部分が錐台状に成形された表面電極部 16 が形成される。

【0038】

次いで、図 9 に示すように、表面電極部 16 および絶縁性シート 11 の表面を覆うようレジスト膜 14A を形成すると共に、金属層 17H の表面に、形成すべき裏面電極部 17 のパターンに対応するパターンに従ってレジスト膜 14B を形成し、金属層 17A に対してエッチング処理を施して当該金属層 17A における露出する部分を除去することにより、図 10 に示すように、短絡部 18 に一体に連結した所要のパターンの裏面電極部 17 が形成され、以て電極構造体 15 が形成される。 40

以上において、金属層 17A として、目的とする裏面電極部 17 より小さい厚みを有するものを用いる場合には、当該金属層 17A をエッチング処理する前に或いはエッチング処理した後に、メッキ処理を施して裏面短絡部 17 となる個所に金属を堆積させることにより、所要の厚みを有する裏面電極部 17 を形成することができる。

そして、表面電極部 16 および絶縁性シート 11 からレジスト膜 14B を除去すると共に、裏面電極部 17 からレジスト膜 14A を除去することにより、図 1 に示すシート状コネクター 10 が得られる。

【0039】

上記の方法によれば、絶縁性シート 11 に、フォトエッチングによって、形成すべき短 50

絡部 18 に対応するパターンの貫通孔 11H を形成し、この貫通孔 11H 内に金属を充填することにより、電極構造体 15 における短絡部 18 を形成するため、高い位置精度で形成された多数の短絡部 18 を得ることができる。

また、絶縁性シート 11 の表面に、形成すべき表面電極部 16 に対応するパターン孔 12H を有するレジスト膜 12 を形成し、このレジスト膜 12 のパターン孔 12H 内に金属を充填することにより、電極構造体 15 における表面電極部 16 を形成するため、得られる表面電極部 16 の径 R がレジスト膜 12 によって規制され、これにより、径 R が小さくて径 R に対する突出高さ h の比が高く、寸法精度の高い表面電極部 16 を得ることができ、しかも、隣接する表面電極部 16 同士が短絡することなしに、電極構造体 15 を形成することができる。10

従って、径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、寸法精度の高い表面電極部 16 を有する多数の電極構造体 15 を、絶縁性シート 11 に高い位置精度で形成することができ、小さいピッチで電極が形成された被検査回路装置に対しても安定な電気的接続状態が確実に得られるシート状コネクターを製造することができる。

【0040】

図 11 は、本発明における第 1 の発明に係るシート状コネクターにおける他の例における構成を示す説明用断面図である。このシート状コネクター 10 は、表面電極部 16 の径が短絡部 18 の径より大きい電極構造体 15 を有すること以外は、図 1 に示すシート状コネクター 10 と同様の構成である。

短絡部 18 の径より大きい径を有する表面電極部 16 を形成するためには、図 12 に示すように、予めフォトエッチングによって貫通孔 18H が形成された絶縁性シート 11 にレジスト膜 12 を形成した後、絶縁性シート 11 の貫通孔 18H より大きい径を有するパターン孔 12H を形成すればよい。20

【0041】

このようなシート状コネクター 10 によれば、図 1 に示すシート状コネクターと同様の効果が得られると共に、電極構造体 15 における表面電極部 16 が短絡部 18 の径より大きいものであるため、電極構造体 15 における表面電極部 16 が加圧されたときに、当該電極構造体 15 が絶縁性シート 11 の裏面から脱落することを防止することができ、従って、繰り返し使用における高い耐久性が得られる。

【0042】

図 13 は、本発明における第 2 の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図である。

このシート状コネクター 10 は、柔軟な絶縁性シート 11 を有し、この絶縁性シート 11 には、当該絶縁性シート 11 の厚み方向に伸びる金属よりなる電極構造体 15 が、接続すべき電極例えば被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って、当該絶縁性シート 11 の面方向に互いに離間して配置されている。30

電極構造体 15 の各々は、絶縁性シート 11 の表面に露出する突起状の表面電極部 16 と、絶縁性シート 11 の裏面に露出する板状の裏面電極部 17 とが、絶縁性シート 11 の厚み方向に貫通して伸びる短絡部 18 によって互いに一体に連結されて構成されており、この例では、表面電極部 16 は、その基端が短絡部 18 の径より大きい径を有し、当該基端から先端に向かうに従って小径となる円錐状に成形されている。40

絶縁性シート 11 の材質、電極構造体 15 の材質およびその他の基本的な条件は、図 1 に示す構成のシート状コネクター 10 と同様である。

【0043】

上記のシート状コネクター 10 は、例えば以下のようにして製造することができる。

先ず、図 14 に示すように、エッチング可能な高分子材料よりなる柔軟な絶縁性シート 11 の両面に形成された金属層 16A, 17A が形成されてなる積層材料 10D を用意する。

このような積層材料 10D に対し、図 15 に示すように、絶縁性シート 11 の表面に形成された金属層（以下、「表面側金属層」ともいう。）16A 上にレジスト膜 12A を形50

成すると共に、絶縁性シート11の裏面に形成された金属層（以下、「裏面側金属層」ともいう。）17A上にレジスト膜13Aを形成することにより、レジスト膜12A、表面側金属層16A、絶縁性シート11、裏面側金属層17Aおよびレジスト膜13Aが積層されてなる中間積層体10Cを作製する。

【0044】

次いで、レジスト膜12Aに対してフォトリソグラフィー（露光処理および現像処理）を施すことにより、図16に示すように、形成すべき電極構造体15における表面電極部16のパターンに対応するパターンに従って複数のパターン孔12Hが形成されたレジスト膜12Bが形成される。その後、表面側金属層16Aに対し、レジスト膜12Aの各パターン孔12Hを介して露出した部分にエッチング処理を施して当該部分を除去することにより、図17に示すように、表面側金属層16Aにそれぞれレジスト膜12Bのパターン孔12Hに連通する複数の貫通孔16Hが形成される。その後、絶縁性シート11に対し、レジスト膜12Bの各パターン孔12Hおよび表面側金属層16Aの各貫通孔16Hを介して露出した部分にエッチング処理を施して当該部分を除去することにより、図18に示すように、絶縁性シート11に、それぞれ表面側金属層16Aの貫通孔16Hに連通する複数の貫通孔11Hが形成される。これにより、中間積層体10Cの表面に、それぞれレジスト膜12Bのパターン孔12H、表面側金属層16Aの貫通孔16Hおよび絶縁性シート11の貫通孔11Hが連通されてなる複数の電極構造体形成用凹所10Kが形成される。

【0045】

このようにして電極構造体形成用凹所10Kが形成された中間積層体10Cに対し、裏面側金属層17Aを電極として、電解メッキ処理を施して各電極構造体形成用凹所10K内に金属を充填することにより、図19に示すように、絶縁性シート11の表面から突出する円柱状の複数の電極部用導体16M、および当該電極部用導体16Mの各々の基端に連続して絶縁性シート11をその厚み方向に貫通して伸び、裏面側金属層17Aに連結された短絡部18が形成される。この状態においては、電極部用導体16Mの各々は表面側金属16Aによって互いに連結された状態である。

このようにして電極部用導体16Mおよび短絡部18が形成された中間積層体10Cからレジスト膜12Aを除去することにより、図20に示すように、電極部用導体16Mおよび表面側金属層16Aを露出する。その後、図21に示すように、表面側金属層16Aおよび電極構造体用導体16Mを覆うよう、レジスト膜12Cを形成し、当該レジスト膜12Cにフォトリソグラフィーを施すことにより、図22に示すように、電極部用導体16Mおよび表面側金属層16Aにおける電極部用導体16Mの周辺部分を覆うようパターニングされたレジスト膜13Bを形成する。その後、表面側金属層19Aにエッチング処理を施して露出した部分を除去することにより、図23に示すように、互いに分離した複数の電極構造体用導体16Mが形成される。そして、レジスト膜16Aを除去することにより、図24に示すように、電極部用導体16Mの各々を露出させた後、電解エッチング処理を施して当該電極部用導体16Mの各々を成形することにより、図25に示すように、基端から先端に向かうに従って小径となる円錐状の表面電極部16が形成される。

【0046】

次いで、図26に示すように、絶縁性シート11の表面および表面電極部16を覆うよう、レジスト膜14Cを形成した後、絶縁性シート11の裏面に掲載されたレジスト膜13Aにフォトリソグラフィーを施すことにより、図27に示すように、裏面側金属層17Aにおける裏面電極部となるべき部分を覆うようパターニングされたレジスト膜13Bを形成する。その後、裏面側金属層17Aにエッチング処理を施して露出した部分を除去することにより、図28に示すように、短絡部18の他端に連結された裏面電極部17が形成され、以て電極構造体15が形成される。

そして、絶縁性シート11の表面および表面電極部16からレジスト膜14Cを除去すると共に、裏面電極部17からレジスト膜13Bを除去することにより、図13に示すシート状コネクター10が得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

このような第2の発明に係るシート状コネクター10によれば、電極構造体15における表面電極部16は、その基端から先端に向かうに従って小径となる円錐状のものであることにより、被検査電極に対する接触面積が小さいものであるため、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対しても、小さい加圧力で良好な電気的接続を達成することができる。

また、電極構造体15における表面電極部16は、その基端の径が短絡部18の径より大きいものであるため、電極構造体15における表面電極部16が加圧されたときに、当該電極構造体15が絶縁性シート11の裏面から脱落することを防止することができ、従って、繰り返し使用における高い耐久性が得られる。
10

また、錐状の表面電極部16は、電解エッチングによって簡単な工程で形成することができる。

【 0 0 4 8 】

上記の第1の発明に係るシート状コネクターおよび第2の発明に係るシート状コネクターにおいては、以下のような変更を加えることが可能である。

(1) 図29に示すように、電極構造体15における表面電極部16の表面が粗面化処理されていてもよい。

このようなシート状コネクター10は、例えば第2の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、絶縁性シート11に、当該絶縁性シートを厚み方向に貫通して伸びる短絡部18および当該絶縁性シート11の表面に露出する表面電極部16が形成され、絶縁性シート11の裏面にレジスト膜13Aが形成された状態を達成し(図14～図25参照)、その後、表面電極部16の表面を粗面化処理し、更に、第2の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、裏面電極部17を形成することによって、製造することができる(図26～図28参照)。
20

ここで、粗面化処理の方法としては、サンドブラスト法、レーザー加工法、エッチング法などの公知の粗面化処理方法を利用することができる。

上記のシート状コネクター10によれば、表面電極部16の表面が粗面化処理されていることにより、当該表面電極部は被検査電極に対する接触面積が小さいものとなるため、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対しても、小さい加圧力で良好な電気的接続を達成することができる。
30

【 0 0 4 9 】

(2) 図30に示すように、表面電極部16の表面に、表面電極部16を構成する材料とは異なる金属よりなる被覆層19Aが形成されていてもよい。

ここで、被覆層19Aを構成する金属としては、金、銀、パラジウム、ロジウム、ルテニウム、タンゲステン、モリブデン、白金、イリジウムなどを用いることができる。

このようなシート状コネクター10は、例えば第2の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、絶縁性シート11に、当該絶縁性シートを厚み方向に貫通して伸びる短絡部18および当該絶縁性シート11の表面に露出する表面電極部16が形成され、絶縁性シート11の裏面にレジスト膜13Aが形成された状態を達成し(図14～図25参照)、その後、図31に示すように、絶縁性シート11の表面に、各表面電極部16が露出する複数のパターン孔13Hを有するレジスト膜13Cを形成し、この状態で、図32に示すように、表面電極部16の表面に被覆層19Aを形成し、更に、第2の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、裏面電極部17を形成することによって、製造することができる(図26～図28参照)。
40

ここで、表面電極部16の表面に被覆層19Aを形成する方法としては、スパッタ法、接着法などを利用することができる。

上記のシート状コネクター10によれば、電極構造体15における表面電極部16の表面に、当該表面電極部16を形成する金属と異なる金属よりなる被覆層19Aが形成されていることにより、当該被覆層19Aを構成する金属の種類に応じた特性を付与することができる。
50

例えば、被覆層 19A を構成する金属として、電極物質に対して耐移行性（耐拡散性）を有するものを用いることにより、バーンイン試験に繰り返し使用した場合にも、電極物質が表面電極部 16 および被覆層 19A に移行することなく、これにより、表面電極部 16 および被覆層 19A が変質することを防止することができ、その結果、長期間にわたって良好な導電性が安定に維持される。

また、被覆層 19A を構成する金属として、硬度の高いものを用いることにより、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、被覆層 19A が摩耗、剥離または損傷することがなく、これにより、表面電極部 16 が酸化劣化することを確実に防止することができ、その結果、良好な導電性が安定に維持される。また、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対して、小さい加圧力で一層良好な電気的接続を達成することができる。10

また、被覆層 19A を構成する金属として、高い導電性を有するものを用いることにより、被検査電極との接触抵抗が低下するため、信頼性の高い検査を実行することができる。。

【0050】

図 33 は、本発明における第 3 の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図である。

このシート状コネクター 10 は、柔軟な絶縁性シート 11 を有し、この絶縁性シート 11 には、当該絶縁性シート 11 の厚み方向に伸びる金属よりなる電極構造体 15 が、被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って、当該絶縁性シート 11 の面方向に互いに離間して配置されている。20

電極構造体 15 の各々は、絶縁性シート 11 の表面に露出する突起状の表面電極部 16 と、絶縁性シート 11 の裏面に露出する板状の裏面電極部 17 とが、絶縁性シート 11 の厚み方向に貫通して伸びる短絡部 18 によって互いに一体に連結されて構成されており、この例では、表面電極部 16 は、その基端が短絡部 18 の径より大きい径を有し、当該基端から先端に向かうに従って小径となる円錐状に成形されている。そして、表面電極部 16 の表面には、DLC (Diamond Like Carbon) よりなる被覆層 19B が当該表面電極部 16 の表面全面を覆うよう形成されている。

絶縁性シート 11 の材質、電極構造体 15 の材質およびその他の基本的な条件は、図 1 に示す構成のシート状コネクター 10 と同様である。

【0051】

被覆層 19B の厚みは、1 ~ 500 nm であることが好ましく、より好ましくは 2 ~ 50 nm である。30

また、被覆層 19B を構成する DLC は、ダイヤモンド結合とグラファイト結合との比率が 9 : 1 ~ 5 : 5 であることが好ましく、より好ましくは 8 : 2 ~ 6 : 4 である。

【0052】

このようなシート状コネクター 10 は、例えば第 2 の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、絶縁性シート 11 に、当該絶縁性シートを厚み方向に貫通して伸びる短絡部 18 および当該絶縁性シート 11 の表面に露出する表面電極部 16 が形成され、絶縁性シート 11 の裏面にレジスト膜 13A が形成された状態を達成し（図 14 ~ 図 25 参照）、その後、図 31 に示すように、絶縁性シート 11 の表面に、各表面電極部 16 が露出する複数のパターン孔 13H を有するレジスト膜 13C を形成し、この状態で、表面電極部 16 の表面に DLC よりなる被覆層 19B を形成し、更に、第 2 の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、裏面電極部 17 を形成することによって、製造することができる（図 26 ~ 図 28 参照）。40

【0053】

以上において、DLC よりなる被覆層 19B を形成する方法としては、PVD 法、プラズマ CVD 法などを利用することができるが、比較的低い温度で所要の厚みの DLC よりなる被覆層 19B を形成することができ、これにより、被覆層 19B の形成において、絶縁性シート 11 の特性に悪影響を与えることを回避することができる点で、PVD 法が好ましい。50

被覆層 19B を形成するための PVD 法としては、固体炭素源を用いる種々の方法、例えばスパッタ法、電子ビーム蒸着法、固体炭素源を陰極としたアーク放電法などを利用することができ、固体炭素源としては、グラファイトなどを用いることができる。

また、PVD 法における具体的な条件は、形成すべき被覆層 19B の厚み、被覆層 19B を構成する DLC の化学構造などに応じて適宜設定されるが、処理温度は、150 以下であることが好ましく、より好ましくは 60 ~ 120 である。このような温度条件を設定することにより、絶縁性シート 11 の特性に悪影響を与えることなしに所要の厚みの被覆層 19B を形成することができる。

また、表面電極部 16 の表面に被覆層 19B を形成する前に、当該表面電極部 16 の表面を必要に応じてイオンエッチング処理を行ってもよい。10

ここで、イオンエッチング処理において用いられるガスイオンとしては、アルゴンイオンなどを用いることができる。

イオンエッチング処理の処理時間は、5 ~ 20 分間である。

【0054】

上記のシート状コネクター 10 によれば、電極構造体 15 における表面電極部 16 の表面に、DLC よりなる被覆層 19B が形成されていることにより、以下の効果が得られる。20

DLC は金属と比較して高い硬度を有すると共に高い耐摩耗性を有するため、多数回にわたって繰り返し使用した場合にも、被覆層 19B が摩耗、剥離または損傷する事がない、これにより、表面電極部 16 が酸化劣化することを確実に防止することができ、その結果、良好な導電性が安定に維持される。20

また、DLC は金属に対して耐移行性を有するため、バーンイン試験に繰り返し使用した場合にも、電極物質が表面電極部 16 および被覆層 19B に移行する事がない、これにより、表面電極部 16 および被覆層 19B が変質することを防止することができ、その結果、長期間にわたって良好な導電性が安定に維持される。

【0055】

上記の第 1 の発明 ~ 第 3 の発明に係るシート状コネクターにおいては、以下の変更を加えることか可能である。

例えば、図 34 に示すように、電極構造体 15 における表面電極部 16 および短絡部 18 を構成する金属中に、粉末状または粒子状の非導電性の無機物質 N を含有させることができる。30

無機物質 N としては、ダイヤモンド粉末、窒化シリコン粉末、窒化ホウ素粉末、セラミックス粉末、ガラス粉末などを用いることができる。

このようなシート状コネクター 10 は、例えば第 2 の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、中間積層体 10C の表面に複数の電極構造体形成用凹所 10K を形成し(図 14 ~ 図 18 参照)、その後、当該中間積層体 10C に対し、無機物質を含有するメッキ液を用い、裏面側金属層 17A を電極として、電解メッキ処理を施して各電極構造体形成用凹所 10K 内に無機物質を含有する金属を充填することにより、図 35 に示すように、それぞれ無機物質 N を含有する電極部用導体 16M および短絡部 18 を形成し、更に、第 2 の発明に係るシート状コネクターの製造方法と同様にして、表面電極部 16 および裏面電極部 17 を形成することによって、製造することができる(図 20 ~ 図 28 参照)。40

上記のシート状コネクター 10 によれば、電極構造体 15 を構成する金属中に無機物質 N が含有されていることにより、当該無機物質 N の種類に応じた特性を付与することができる。

例えば、無機物質 N として、硬度の高いものを用いることにより、表面電極部 16 全体の硬度が増加するため、表面に酸化膜が形成された被検査電極に対して、小さい加圧力で一層良好な電気的接続を達成することができる。

また、無機物質 N として、ダイヤモンド粉末を用いることにより、表面電極部 16 に電極物質の耐移行性が向上するため、バーンイン試験に繰り返し使用した場合にも、表面電50

極部 16 が変質することを抑制することができ、その結果、長期間にわたって良好な導電性が安定に維持される。

また、無機物質として、セラミックス粉末を用いることにより、表面電極部 16 の耐摩耗性を向上させることができる。

【 0 0 5 6 】

〔 プローブ装置 〕

図 36 は、本発明に係るプローブ装置の一例における構成を示す説明用断面図である。このプローブ装置は、一面に被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って複数の検査用電極 41 が配置された検査用回路基板 40 を有し、この検査用回路基板 40 の一面上には、異方導電性シート 20 を介して図 1 に示す構成のシート状コネクター 10 が配置されている。この例のシート状コネクター 10 においては、電極構造体 15 が被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置され、一方、異方導電性シート 20 は、絶縁性の弾性高分子物質中に磁性を示す導電性粒子 P が密に充填されてなる、厚み方向に伸びる複数の導電路形成部 21 が、被検査回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置され、これらの導電路形成部 21 は絶縁性の弾性高分子物質よりなる絶縁部 22 によって相互に絶縁されて構成されている。そして、異方導電性シート 20 は、その導電路形成部 21 の各々が検査用回路基板 40 の検査用電極 41 上に位置するよう配置され、シート状コネクター 10 は、その電極構造体 15 の各々が、異方導電性シート 20 における導電路形成部 21 上に位置するよう配置されている。10

【 0 0 5 7 】

異方導電性シート 20 における導電路形成部 21 および絶縁部 22 を構成する弾性高分子物質は、架橋構造を有する高分子物質が好ましい。かかる架橋高分子物質を得るために用いることができる硬化性の高分子物質形成材料としては、種々のものを用いることができ、その具体例としては、シリコーンゴム、ポリブタジエンゴム、天然ゴム、ポリイソブレンゴム、スチレン - ブタジエン共重合体ゴム、アクリロニトリル - ブタジエン共重合体ゴムなどの共役ジエン系ゴムおよびこれらの水素添加物、スチレン - ブタジエン - ジエンプロック共重合体ゴム、スチレン - イソブレンプロック共重合体などのプロック共重合体ゴムおよびこれらの水素添加物、クロロブレンゴム、ウレタンゴム、ポリエステル系ゴム、エピクロロヒドリンゴム、エチレン - プロピレン共重合体ゴム、エチレン - プロピレン - ジエン共重合体ゴム、軟質液状エポキシゴムなどが挙げられる。20

これらの中では、シリコーンゴムが、成形加工性および電気特性の点で好ましい。

【 0 0 5 8 】

シリコーンゴムとしては、液状シリコーンゴムを架橋または縮合したものが好ましい。液状シリコーンゴムは、その粘度が歪速度 10^{-1} s^{-1} で 10^5 ポアズ以下のものが好ましく、縮合型のもの、付加型のもの、ビニル基やヒドロキシル基を含有するものなどのいずれであってもよい。具体的には、ジメチルシリコーン生ゴム、メチルビニルシリコーン生ゴム、メチルフェニルビニルシリコーン生ゴムなどを挙げることができる。30

【 0 0 5 9 】

これらの中で、ビニル基を含有する液状シリコーンゴム（ビニル基含有ポリジメチルシリコサン）は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルジアルコキシシランを、ジメチルビニルクロロシランまたはジメチルビニルアルコキシシランの存在下において、加水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解 - 沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。40

また、ビニル基を両末端に含有する液状シリコーンゴムは、オクタメチルシクロテトラシリコサンのような環状シリコサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として例えばジメチルジビニルシリコサンを用い、その他の反応条件（例えば、環状シリコサンの量および重合停止剤の量）を適宜選択することにより得られる。ここで、アニオン重合の触媒としては、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化 n - プチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温50

度は、例えば 80 ~ 130 である。

このようなビニル基含有ポリジメチルシロキサンは、その分子量 M_w (標準ポリスチレン換算重量平均分子量をいう。以下同じ。) が 10000 ~ 40000 のものであることが好ましい。また、得られる導電路形成部 21 および絶縁部 22 の耐熱性の観点から、分子量分布指数 (標準ポリスチレン換算重量平均分子量 M_w と標準ポリスチレン換算数平均分子量 M_n との比 M_w / M_n の値をいう。以下同じ。) が 2 以下のものが好ましい。

【0060】

一方、ヒドロキシル基を含有する液状シリコーンゴム (ヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサン) は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルジアルコキシランを、ジメチルヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシランの存在下において、加水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解 - 沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。

また、環状シロキサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として、例えばジメチルヒドロクロロシラン、メチルジヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシランなどを用い、その他の反応条件 (例えば、環状シロキサンの量および重合停止剤の量) を適宜選択することによっても得られる。ここで、アニオン重合の触媒としては、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化 n -ブチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温度は、例えば 80 ~ 130 である。

【0061】

このようなヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサンは、その分子量 M_w が 10000 ~ 40000 のものであることが好ましい。また、得られる導電路形成部 21 および絶縁部 22 の耐熱性の観点から、分子量分布指数が 2 以下のものが好ましい。

本発明においては、上記のビニル基含有ポリジメチルシロキサンおよびヒドロキシル基含有ポリジメチルシロキサンのいずれか一方を用いることもでき、両者を併用することもできる。

【0062】

導電路形成部 21 を構成する導電性粒子 P としては、後述する方法により当該粒子を容易に配向させることができる観点から、磁性を示すものが用いられる。この磁性を示す導電性粒子の具体例としては、鉄、ニッケル、コバルトなどの磁性を示す金属の粒子若しくはこれらの合金の粒子またはこれらの金属を含有する粒子、またはこれらの粒子を芯粒子とし、当該芯粒子の表面に金、銀、パラジウム、ロジウムなどの導電性の良好な金属のメッキを施したもの、あるいは非磁性金属粒子若しくはガラスピーブルなどの無機物質粒子またはポリマー粒子を芯粒子とし、当該芯粒子の表面に、ニッケル、コバルトなどの導電性磁性体のメッキを施したもの、あるいは芯粒子に、導電性磁性体および導電性の良好な金属の両方を被覆したものなどが挙げられる。

これらの中では、ニッケル粒子を芯粒子とし、その表面に金や銀などの導電性の良好な金属のメッキを施したもの用いることが好ましい。

芯粒子の表面に導電性金属を被覆する手段としては、特に限定されるものではないが、例えば無電解メッキにより行うことができる。

【0063】

導電性粒子 P として、芯粒子の表面に導電性金属が被覆されてなるものを用いる場合には、良好な導電性が得られる観点から、粒子表面における導電性金属の被覆率 (芯粒子の表面積に対する導電性金属の被覆面積の割合) が 40 % 以上であることが好ましく、さらに好ましくは 45 % 以上、特に好ましくは 47 ~ 95 % である。

また、導電性金属の被覆量は、芯粒子の 2.5 ~ 50 重量 % であることが好ましく、より好ましくは 3 ~ 30 重量 %、さらに好ましくは 3.5 ~ 25 重量 %、特に好ましくは 4 ~ 20 重量 % である。被覆される導電性金属が金である場合には、その被覆量は、芯粒子の 3 ~ 30 重量 % であることが好ましく、より好ましくは 3.5 ~ 25 重量 %、さらに好ましくは 4 ~ 20 重量 %、特に好ましくは 4.5 ~ 10 重量 % である。また、被覆される

10

20

30

40

50

導電性金属が銀である場合には、その被覆量は、芯粒子の3～30重量%であることが好ましく、より好ましくは4～25重量%、さらに好ましくは5～23重量%、特に好ましくは6～20重量%である。

【0064】

また、導電性粒子Pの粒子径は、1～50μmであることが好ましく、より好ましくは2～40μm、さらに好ましくは5～30μm、特に好ましくは7～25μmである。

また、導電性粒子Pの粒子径分布(Dw/Dn)は、1～10であることが好ましく、より好ましくは1～7、さらに好ましくは1～5、特に好ましくは1～4である。

このような条件を満足する導電性粒子Pを用いることにより、得られる導電路形成部21は、加圧変形が容易なものとなり、また、当該導電路形成部21において導電性粒子P間に十分な電気的接触が得られる。10

また、導電性粒子Pの形状は、特に限定されるものではないが、高分子物質形成材料中に容易に分散させることができることで、球状のもの、星形状のものあるいはこれらが凝集した2次粒子による塊状のものであることが好ましい。

【0065】

また、導電性粒子Pの表面がシランカップリング剤などのカップリング剤で処理されたものを適宜用いることができる。導電性粒子の表面がカップリング剤で処理されることにより、当該導電性粒子Pと弾性高分子物質との接着性が高くなり、その結果、得られる導電路形成部21は、繰り返しの使用における耐久性が高いものとなる。

カップリング剤の使用量は、導電性粒子Pの導電性に影響を与えない範囲で適宜選択されるが、導電性粒子Pの表面におけるカップリング剤の被覆率(導電性芯粒子の表面積に対するカップリング剤の被覆面積の割合)が5%以上となる量であることが好ましく、より好ましくは上記被覆率が7～100%、さらに好ましくは10～100%、特に好ましくは20～100%となる量である。20

【0066】

このような導電性粒子Pは、高分子物質形成材料に対して体積分率で10～60%、好ましくは15～50%となる割合で用いられることが好ましい。この割合が10%未満の場合には、十分に電気抵抗値の小さい導電路形成部21が得られないことがある。一方、この割合が60%を超える場合には、得られる導電路形成部21は脆弱なものとなりやすく、導電路形成部21として必要な弾性が得られないことがある。30

【0067】

高分子物質形成材料中には、必要に応じて、通常のシリカ粉、コロイダルシリカ、エアロゲルシリカ、アルミナ、ダイヤモンド粉末などの無機充填材を含有させることができる。このような無機充填材を含有させることにより、得られる成形材料のチクソトロピー性が確保され、その粘度が高くなり、しかも、導電性粒子の分散安定性が向上すると共に、硬化処理されて得られる導電路形成部21の強度が高くなる。

このような無機充填材の使用量は、特に限定されるものではないが、あまり多量に使用すると、後述する製造方法において、磁場による導電性粒子の配向を十分に達成することができなくなるため、好ましくない。

【0068】

上記のような異方導電性シート20は、例えば以下のようにして製造することができる。40

先ず、硬化処理によって弾性高分子物質となる弾性体形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる成形材料を調製し、図37に示すように、この成形材料を異方導電性シート成形用の金型30のキャビティ内に充填して成形材料層20Aを形成する。この成形材料層20Aにおいては、導電性粒子Pは、当該成形材料層20A中に分散された状態である。

ここで、金型30について具体的に説明すると、この金型30は、上型31およびこれと対となる下型36が枠状のスペーサー35を介して互いに対向するよう配置されて構成され、上型31の下面と下型36の上面との間にキャビティが形成されている。50

上型 3 1においては、強磁性体基板 3 2 の下面に、製造すべき異方導電性シート 2 0 の導電路形成部 2 1 の配置パターンに対応するパターンに従って強磁性体層 3 3 が形成され、この強磁性体層 3 3 以外の個所には、非磁性体層 3 4 が形成されている。

一方、下型 3 6においては、強磁性体基板 3 7 の上面に、製造すべき異方導電性シート 2 0 の導電路形成部 2 1 の配置パターンと同一のパターンに従って強磁性体層 3 8 が形成され、この強磁性体層 3 8 以外の個所には、非磁性体層 3 9 が形成されている。

【0069】

上型 3 1 および下型 3 6 の各々における強磁性体基板 3 2 , 3 7 を構成する材料としては、鉄、鉄 - ニッケル合金、鉄 - コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属を用いることができる。この強磁性体基板 3 2 , 3 7 は、その厚みが 0 . 1 ~ 5 0 m m であることが好ましく、表面が平滑で、化学的に脱脂処理され、また、機械的に研磨処理されたものであることが好ましい。10

また、上型 3 1 および下型 3 6 の各々における強磁性体層 3 3 , 3 8 を構成する材料としては、鉄、鉄 - ニッケル合金、鉄 - コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属を用いることができる。この強磁性体層 3 3 , 3 8 は、その厚みが 1 0 μ m 以上であることが好ましい。この厚みが 1 0 μ m 以上であれば、成形材料層 2 0 A に対して、十分な強度分布を有する磁場を作成させることができ、この結果、当該成形材料層 2 0 A における導電路形成部 2 1 となるべき部分に導電性粒子 P を高密度に集合させることができ、良好な導電性を有する導電路形成部 2 1 が得られる。

【0070】

また、上型 3 1 および下型 3 6 の各々における非磁性体層 3 4 , 3 9 を構成する材料としては、銅などの非磁性金属、耐熱性を有する高分子物質などを用いることができるが、フォトリソグラフィーの手法により容易に非磁性体層 3 4 , 3 9 を形成することができる点で、放射線によって硬化された高分子物質を好ましく用いることができ、その材料としては、例えばアクリル系のドライフィルムレジスト、エポキシ系の液状レジスト、ポリイミド系の液状レジストなどのフォトレジストを用いることができる。20

【0071】

その後、上型 3 1 における強磁性体基板 3 2 の上面および下型 3 6 における強磁性体基板 3 7 の下面に、例えば一対の電磁石（図示省略）を配置し、当該電磁石を作動させることにより、強度分布を有する平行磁場、すなわち上型 3 1 の強磁性体層 3 3 とこれに対応する下型 3 6 の強磁性体層 3 8 との間に大いに強度を有する平行磁場を成形材料層 2 0 A の厚み方向に作用させる。その結果、成形材料層 2 0 A においては、当該成形材料層 2 0 A 中に分散されていた導電性粒子 P が、図 3 8 に示すように、上型 3 1 の強磁性体層 3 3 とこれに対応する下型 3 6 の強磁性体層 3 8 との間に位置する導電路形成部 2 1 となるべき部分に集合すると共に、当該成形材料層 2 0 A の厚み方向に並ぶよう配向する。30

そして、この状態において、成形材料層 2 0 A を硬化処理することにより、上型 3 1 の強磁性体層 3 3 とこれに対応する下型 3 6 の強磁性体層 3 8 との間に配置された、弾性高分子物質中に導電性粒子 P が厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる導電路形成部 2 1 と、これらの導電路形成部 2 1 の間に介在された高分子弹性物質よりなる絶縁部 2 2 とが形成され、以て、異方導電性シート 2 0 が製造される。40

【0072】

以上において、成形材料層 2 0 A に作用される平行磁場の強度は、上型 3 1 の強磁性体層 3 3 とこれに対応する下型 3 6 の強磁性体層 3 8 との間に大いに強度を有する平行磁場を成形材料層 2 0 A の厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる導電路形成部 2 1 と、これらの導電路形成部 2 1 の間に介在された高分子弹性物質よりなる絶縁部 2 2 とが形成され、以て、異方導電性シート 2 0 が製造される。

成形材料層 2 0 A の硬化処理は、使用される材料によって適宜選定されるが、通常、加熱処理によって行われる。加熱により成形材料層 2 0 A の硬化処理を行う場合には、電磁石にヒーターを設ければよい。具体的な加熱温度および加熱時間は、成形材料層 2 0 A を構成する高分子物質形成材料などの種類、導電性粒子 P の移動に要する時間などを考慮して適宜選定される。

また、成形材料層 2 0 A の硬化処理は、平行磁場の作用を停止させた後に行うことも50

きるが、平行磁場を作用させたままの状態で行うことが好ましい。

【0073】

このようなプローブ装置においては、図39に示すように、被検査回路装置50の表面に、シート状コネクター10における電極構造体15の表面電極部16が当該被検査回路装置50の被検査電極51の直上に位置するよう配置される。ここで、被検査回路装置50としては、多数の集積回路が形成されたウエハ、半導体チップ、パッケージIC、液晶表示素子などが挙げられる。

次いで、被検査回路装置50がプローブ装置によって押圧されることにより、当該プローブ装置における異方導電性シート20が、シート状コネクター10における電極構造体15の裏面電極部17によって押圧され、これにより、当該異方導電性シート20には、シート状コネクター10の電極構造体15における裏面電極部17と検査用回路基板40の検査用電極41との間にその厚み方向に導電路が形成され、その結果、被検査回路装置50の被検査電極51と検査用回路基板40の検査用電極41との電気的接続が達成される。

そして、この状態で、当該被検査回路装置について所要の電気的検査が実行される。

【0074】

上記のプローブ装置によれば、図1に示す構成のシート状コネクター10を有し、当該シート状コネクター10の電極構造体15は、高い位置精度で配置されており、その表面電極部16は、その径が小さくて径に対する突出高さの比が高く、しかも、寸法精度の高いものであるため、被検査回路装置50がピッチが小さくて微小な被検査電極51を有するものであっても、当該被検査回路装置50に対する安定な電気的接続状態を確実に達成することができる。

【0075】

図40は、本発明に係るプローブ装置の他の例における構成を検査装置と共に示す説明用断面図であり、この検査装置は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電気的検査をウエハの状態で行うためのものである。

【0076】

この検査装置は、被検査回路装置であるウエハ6の被検査電極7の各々とテスターとの電気的接続を行うプローブ装置1を有する。このプローブ装置1においては、図41にも拡大して示すように、ウエハ6に形成された全ての集積回路における被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って複数の検査用電極41が表面（図において下面）に形成された検査用回路基板40を有し、この検査用回路基板40の表面には、異方導電性コネクター25が配置され、この異方導電性コネクター25の表面（図において下面）には、ウエハ6に形成された全ての集積回路における被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って複数の電極構造体15が配置された、図13に示す構成のシート状コネクター10が配置されている。

また、プローブ装置1における検査用回路基板40の裏面（図において上面）には、当該プローブ装置1を下方に加圧する加圧板3が設けられ、プローブ装置1の下方には、ウエハ6が載置されるウエハ載置台4が設けられており、加圧板3およびウエハ載置台4の各々には、加熱器5が接続されている。

【0077】

検査用回路基板40を構成する基板材料としては、従来公知の種々の基板材料を用いることができ、その具体例としては、ガラス纖維補強型エポキシ樹脂、ガラス纖維補強型フェノール樹脂、ガラス纖維補強型ポリイミド樹脂、ガラス纖維補強型ビスマレイミドトリアジン樹脂等の複合樹脂材料、ガラス、二酸化珪素、アルミナ等のセラミックス材料などが挙げられる。

また、WLB試験を行うための検査装置を構成する場合には、線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5} / K$ 以下のものを用いることが好ましく、より好ましくは $1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5} / K$ 、特に好ましくは $1 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6} / K$ である。

このような基板材料の具体例としては、パイレックス（登録商標）ガラス、石英ガラス

10

20

30

40

50

、アルミナ、ベリリア、炭化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素などが挙げられる。

【0078】

異方導電性コネクター25は、図42に示すように、被検査回路装置であるウエハに形成された全ての集積回路における被検査電極が配置された電極領域に対応して複数の開口27が形成されたフレーム板26と、このフレーム板26に、それぞれ一の開口27を塞ぐよう配置され、当該フレーム板26の開口縁部に固定されて支持された複数の異方導電性シート20により構成されている。

【0079】

フレーム板26を構成する材料としては、当該フレーム板26が容易に変形せず、その形状が安定に維持される程度の剛性を有するものであれば特に限定されず、例えば、金属材料、セラミックス材料、樹脂材料などの種々の材料を用いることができ、フレーム板26を例えれば金属材料により構成する場合には、当該フレーム板26の表面に絶縁性被膜が形成されていてもよい。

フレーム板26を構成する金属材料の具体例としては、鉄、銅、ニッケル、クロム、コバルト、マグネシウム、マンガン、モリブデン、インジウム、鉛、パラジウム、チタン、タンクスティン、アルミニウム、金、白金、銀などの金属またはこれらを2種以上組み合わせた合金若しくは合金鋼などが挙げられる。

フレーム板26を構成する樹脂材料の具体例としては、液晶ポリマー、ポリイミド樹脂などが挙げられる。

また、この検査装置がWLB1(Wafer Label Burn-in)試験を行うためのものである場合には、フレーム板26を構成する材料としては、線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5} / K$ 以下のものを用いることが好ましく、より好ましくは $-1 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-5} / K$ 、特に好ましくは $1 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6} / K$ である。

このような材料の具体例としては、インバーなどのインバー型合金、エリンバーなどのエリンバー型合金、スーパーインバー、コバール、42アロイなどの磁性金属の合金または合金鋼などが挙げられる。

フレーム板26の厚みは、その形状が維持されると共に、異方導電性シート35を支持することが可能であれば、特に限定されるものではなく、具体的な厚みは材質によって異なるが、例えば $45 \sim 600 \mu m$ であることが好ましく、より好ましくは $40 \sim 400 \mu m$ である。

【0080】

異方導電性シート20の各々は、弹性高分子物質によって形成されており、被検査回路装置であるウエハ6に形成された一の電極領域の被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って形成された、それぞれ厚み方向に伸びる複数の導電路形成部21と、これらの導電路形成部21の各々を相互に絶縁する絶縁部22により構成されている。また、図示の例では、異方導電性シート20の両面には、導電路形成部21およびその周辺部分が位置する個所に、それ以外の表面から突出する突出部23が形成されている。

異方導電性シート20における導電路形成部21の各々には、磁性を示す導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に含有されている。これに対して、絶縁部22は、導電性粒子Pが全く或いは殆ど含有されていないものである。

【0081】

異方導電性シート20の全厚(図示の例では導電路形成部21における厚み)は、 $50 \sim 2000 \mu m$ であることが好ましく、より好ましくは $70 \sim 1000 \mu m$ 、特に好ましくは $80 \sim 500 \mu m$ である。この厚みが $50 \mu m$ 以上であれば、当該異方導電性シート20には十分な強度が得られる。一方、この厚みが $2000 \mu m$ 以下であれば、所要の導電性特性を有する導電路形成部21が確実に得られる。

突出部23の突出高さは、その合計が当該突出部23における厚みの10%以上あることが好ましく、より好ましくは20%以上である。このような突出高さを有する突出部23を形成することにより、小さい加圧力で導電路形成部23が十分に圧縮されるため、良好な導電性が確実に得られる。

10

20

30

40

50

また、突出部23の突出高さは、当該突出部23の最短幅または直径の100%以下であることが好ましく、より好ましくは70%以下である。このような突出高さを有する突出部38を形成することにより、当該突出部23が加圧されたときに座屈することができないため、所期の導電性が確実に得られる。

【0082】

異方導電性シート20を形成する弾性高分子物質および導電路形成部21に含有される導電性粒子は、前述の図36に示すプローブ装置における異方導電性シートと同様である。

以上のような異方導電性コネクターは、例えば特開2002-324600号公報に記載された方法によって製造することができる。

10

【0083】

上記の検査装置においては、ウエハ載置台4上に検査対象であるウエハ6が載置され、次いで、加圧板3によってプローブ装置1が下方に加圧されることにより、そのシート状コネクター10の電極構造体15における表面電極部16の各々が、ウエハ6の被検査電極7の各々に接触し、更に、当該表面電極部16の各々によって、ウエハ6の被検査電極7の各々が加圧される。この状態においては、異方導電性コネクター25の異方導電性シート20における導電路形成部21の各々は、検査用回路基板40の検査用電極41とシート状コネクター10の電極構造体15の裏面電極部17とによって挟圧されて厚み方向に圧縮されており、これにより、当該導電路形成部21にはその厚み方向に導電路が形成され、その結果、ウエハ6の被検査電極7と検査用回路基板40の検査用電極41との電気的接続が達成される。その後、加熱器5によって、ウエハ載置台4および加圧板3を介してウエハ6が所定の温度に加熱され、この状態で、当該ウエハ6における複数の集積回路の各々について所要の電気的検査が実行される。

20

【0084】

上記のプローブによれば、図13に示すシート状コネクター10を有し、当該シート状コネクター10の電極構造体15における表面電極部16は、その基端から先端に向かうに従って小径となる円錐状のものであることにより、被検査電極7に対する接触面積が小さいものであるため、被検査電極7の表面に酸化膜が形成されていても、小さい加圧力で良好な電気的接続を達成することができる。

30

また、電極構造体15における表面電極部16は、その基端の径が短絡部18の径よりも大きいものであるため、電極構造体15における表面電極部16が加圧されたときに、当該電極構造体15が絶縁性シート11の裏面から脱落することを防止することができ、従って、繰り返し使用における高い耐久性が得られる。

40

【0085】

本発明のプローブ装置は、上記の例に限定されず、以下のように、種々の変更を加えることが可能である。

(1) 図40および図41に示すプローブ装置1は、ウエハ6に形成された全ての集積回路の被検査電極7に対して一括して電気的接続を達成するものであるが、ウエハ6に形成された全ての集積回路の中から選択された複数の集積回路の被検査電極7に電気的に接続されるものであってもよい。選択される集積回路の数は、ウエハ6のサイズ、ウエハ6に形成された集積回路の数、各集積回路における被検査電極の数などを考慮して適宜選択され、例えば16個、32個、64個、128個である。

このようなプローブ装置を有する検査装置においては、ウエハ6に形成された全ての集積回路の中から選択された複数の集積回路の被検査電極7に、プローブ装置を電気的に接続して検査を行い、その後、他の集積回路の中から選択された複数の集積回路の被検査電極7に、プローブ装置を電気的に接続して検査を行う工程を繰り返すことにより、ウエハ6に形成された全ての集積回路の電気的検査を行うことができる。

そして、このような検査装置によれば、直径が8インチまたは12インチのウエハに高い集積度で形成された集積回路について電気的検査を行う場合において、全ての集積回路について一括して検査を行う方法と比較して、用いられる検査用回路基板の検査用電極数

50

や配線数を少なくすることができ、これにより、検査装置の製造コストの低減化を図ることができる。

(2) 異方導電性コネクター25における異方導電性シート20には、被検査電極7のパターンに対応するパターンに従って形成された導電路形成部21の他に、被検査電極7に電気的に接続されない非接続用の導電路形成部が形成されていてもよい。

【実施例】

【0086】

以下、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明は下記の実施例に限定されるものではない。

【0087】

〔シート状コネクター〕

厚みが12.5μmのポリイミドフィルムよりなる絶縁性シートにおける裏面となる面に、厚みが9μmの銅よりなる金属層が形成されてなる積層材料を用意し、この積層材料における絶縁性シートの表面に、ポジ型レジスト「THB-551P」(ジェイエスアル株式会社製)を用いて、厚みが30μmのレジスト膜を形成することにより、中間積層体を作製した。

この中間積層体におけるレジスト膜に対し、フォトマスクを用いて露光・現像処理を行うことにより、当該レジスト膜に、直径が40μmでピッチが100μmの複数のパターン孔を形成した。その後、中間積層体における絶縁性シートに、エッティングによって、レジスト膜のパターン孔に連通して厚み方向に伸びる貫通孔を形成した。ここで、絶縁性シートのエッティングは、特開2002-9418号公報に記載されている方法に従って行った。

【0088】

次いで、中間積層耐における金属層の表面に厚みが20μmのレジスト膜を形成し、その後、中間積層体における金属層を共通電極として電解銅メッキ処理を行うことにより、絶縁性シートの貫通孔内に短絡部を形成すると共に、レジスト膜のパターン孔内に突出高さが31μmの電極部用導体を形成した。そして、絶縁性シートおよび金属層の表面からレジスト膜を除去すると共に、電極部用導体に対して電解エッティング処理を施すことにより、先端部分が円錐台状に成形された、径が40μmで突出高さが30μmの表面電極部を形成した。

次いで、絶縁性シートおよび表面電極部の表面を覆うようレジスト膜を形成すると共に、金属層の表面に、形成すべき裏面電極部に対応するパターンに従ってレジスト膜を形成し、その後、金属層における露出する部分にエッティング処理を施して当該部分を除去することにより、短絡部に連結された、縦横の寸法が60μm×220μmの裏面電極部を形成し、以て電極構造体を形成した。そして、絶縁性シートおよび裏面電極部の表面からレジスト膜を除去することにより、本発明に係るシート状コネクターを製造した。

【0089】

〔異方導電性シート〕

付加型液状シリコーンゴム100重量部中に、平均粒子径が15μmの導電性粒子70重量部を添加して混合することにより、成形材料を調製した。

以上において、導電性粒子としては、ニッケル粒子を芯粒子とし、この芯粒子に金メッキが施されてなるもの(平均被覆量:芯粒子の重量の25重量%となる量)を用いた。

【0090】

図37に示す構成に従い、下記の条件により、異方導電性シート成形用の金型を作製した。

強磁性体基板は、材質が鉄で、厚みが6mmである。

強磁性体層は、材質がコバルト-ニッケル合金で、厚みが40μm、縦横の寸法が55μm×200μm、ピッチが100μmである。

非磁性体層は、材質が銅で、厚みが40μmである。

スペーサは、厚みが0.1mmである。

10

20

30

40

50

【0091】

上記金型のキャビティ内に、調製した成形材料を注入して成形材料層を形成した。次いで、上型の上面および下型の下面に電磁石を配置し、成形材料層に対し、上型の強磁性体層と下型の強磁性体層との間において、その厚み方向に1.5テスラの平行磁場を作成させながら、100℃、1時間の条件で、当該成形材料層の硬化処理を行うことにより、厚みが0.1mmの異方導電性シートを製造した。この異方導電性シートにおける導電路形成部は、縦横の寸法が $55\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ 、配置ピッチが $100\mu\text{m}$ で、導電路形成部における導電性粒子の割合は、体積分率で30%であった。

【0092】

〔プローブ装置〕

一面に縦横の寸法が $70\mu\text{m} \times 230\mu\text{m}$ で配置ピッチが $100\mu\text{m}$ の複数の検査用電極が形成された検査用回路基板を作製し、この検査用回路基板の一面上に、上記の異方導電性シートを、その導電路形成部が当該検査用回路基板の検査用電極上に位置するよう固定配置し、この異方導電性シート上に、上記のシート状コネクターを、その電極構造体の裏面電極部が当該異方導電性シートの導電路形成部上に位置するよう固定配置することにより、図36に示す構成のプローブ装置を作製した。

【0093】

表面に直径が $60\mu\text{m}$ で配置ピッチが $100\mu\text{m}$ の被検査電極が形成された被検査回路装置（予め良品であることが確認されたもの）を用意し、この被検査回路装置の表面に、上記のプローブ装置を、そのシート状コネクターにおける電極構造体の表面電極部が当該被検査回路装置の被検査電極上に位置するよう配置し、プローブ装置によって、被検査回路装置を、その被検査電極1個当たりに加わる力が 0.98N (0.01kgw)となる条件で押圧し、この状態で、被検査回路装置の被検査電極に対する検査用回路装置の検査用電極の電気的接続状態を調べたところ、全ての被検査電極について良好な電気的接続状態が達成されていることが確認された。

〔図面の簡単な説明〕

【0094】

【図1】本発明における第1の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図である。

【図2】図1に示すシート状コネクターにおける電極構造体を拡大して示す説明用断面図である。

【図3】図1に示すシート状コネクターを製造するために用いられる積層材料の構成を示す説明用断面図である。

【図4】図3に示す積層材料にレジスト膜が形成された中間積層体の構成を示す説明用断面図である。

【図5】中間積層体における絶縁性シートおよびレジスト膜に貫通孔およびパターン孔が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図6】中間積層体における金属層の表面にレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図7】メッキ処理によって、絶縁性シートの貫通孔内に短絡部が形成され、レジスト膜のパターン孔内に電極部用導体が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図8】電極部用導体が成形されて表面電極部が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図9】絶縁性シートおよび表面電極部を覆うようレジスト膜が形成され、金属層の表面に形成すべき裏面電極部のパターンに対応してレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図10】裏面電極部が形成されて電極構造体が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図11】本発明における第1の発明に係るシート状コネクターの他の例における構成を示す説明用断面図である。

【図12】中間積層体における絶縁性シートに貫通孔が形成され、レジスト膜に当該絶縁性シートの貫通孔より大きい径のパターン孔が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図13】本発明における第2の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図である。

【図14】図13に示すシート状コネクターを製造するために用いられる積層材料の構成を示す説明用断面図である。

【図15】図14に示す積層材料にレジスト膜が形成された中間積層体の構成を示す説明用断面図である。

【図16】中間積層体におけるレジスト膜にパターン孔が形成された状態示す説明用断面図である。 10

【図17】中間積層体における表面側金属層に貫通孔が形成された状態示す説明用断面図である。

【図18】中間積層体における絶縁性シートに貫通孔が形成されて電極構造体形成用凹所が形成された状態示す説明用断面図である。

【図19】電極構造体形成用凹所に金属が充填されて電極部用導体および短絡部が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図20】中間積層体からレジスト膜が除去された状態を示す説明用断面図である。

【図21】表面側金属層および電極部用導体を覆うようレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。 20

【図22】表面電極部用導体およびその周辺部を覆うようパターニングされたレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図23】表面側金属層がエッチング処理されて互いに分離した複数の電極部用導体が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図24】レジスト膜が除去されて電極部用導体が露出した状態を示す説明用断面図である。

【図25】電極部用導体が電解エッチング処理されて表面電極部が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図26】絶縁性シートの表面および表面電極部を覆うようレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。 30

【図27】裏面側金属層の表面にパターニングされたレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図28】裏面側金属層が除去されて裏面電極部が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図29】本発明における第2の発明に係るシート状コネクターの変形例における構成を示す説明用断面図である。

【図30】本発明における第2の発明に係るシート状コネクターの他の変形例における構成を示す説明用断面図である。

【図31】図30に示すシート状コネクターの製造において、絶縁性シートの表面に、各表面電極部が露出する複数のパターン孔を有するレジスト膜が形成された状態を示す説明用断面図である。 40

【図32】表面電極部の各々の表面に被覆層が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図33】本発明における第3の発明に係るシート状コネクターの一例における構成を示す説明用断面図である。

【図34】本発明における第2の発明に係るシート状コネクターの更に他の変形例における構成を示す説明用断面図である。

【図35】図34に示すシート状コネクターの製造において、電極部形成用凹所内に無機物質を含有する電極部用導体および短絡部が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図36】本発明に係るプローブ装置の一例における構成を示す説明用断面図である。 50

【図37】異方導電性シート製造用の金型内に、成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図38】成形材料層にその厚み方向に強度分布を有する磁場が作用された状態を示す説明用断面図である。

【図39】図36に示すプローブ装置によって被検査回路装置の電気的検査を行う状態を示す説明用断面図である。

【図40】本発明に係るプローブ装置の他の例における構成を検査装置と共に示す説明用断面図である。

【図41】図40に示すプローブ装置を拡大して示す説明用断面図である。

【図42】図40に示すプローブ装置における異方導電性コネクターの平面図である。 10

【図43】従来のプローブ装置の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図44】従来のシート状コネクターを製造するための工程を示す説明用断面図である。

【図45】従来のシート状コネクターにおける電極構造体を拡大して示す説明用断面図である。

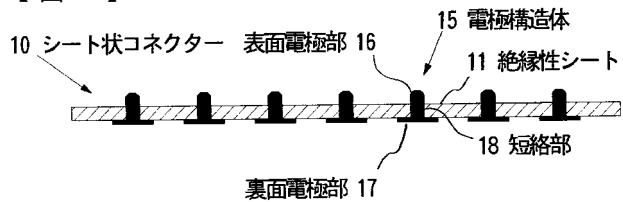
【符号の説明】

【0095】

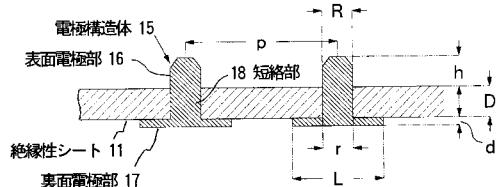
1	プローブ装置	
3	加圧板	
4	ウエハ載置台	
5	加熱器	20
6	ウエハ	
7	被検査電極	
10	シート状コネクター	
10A, 10C	中間積層体	
10B, 10D	積層材料	
10K	電極構造体形成用凹所	
11	絶縁性シート	
11H	貫通孔	
12, 12A, 12B, 12C, 12D	レジスト膜	
12H	パターン孔	30
13, 13A, 13B, 13C	レジスト膜	
13H	パターン孔	
14A, 14B, 14C	レジスト膜	
15	電極構造体	
16	表面電極部	
16A	金属層	
16M	電極部用導体	
16H	貫通孔	
17	裏面電極部	
17A	金属層	40
18	短絡部	
18H	貫通孔	
19A, 19B	被覆層	
20	異方導電性シート	
20A	成形材料層	
21	導電路形成部	
22	絶縁部	
23	突出部	
25	異方導電性コネクター	
26	フレーム板	50

2 7	開口	
3 0	金型	
3 1	上型	
3 2	強磁性体基板	
3 3	強磁性体層	
3 4	非磁性体層	
3 5	スペーサー	
3 6	下型	
3 7	強磁性体基板	10
3 8	強磁性体層	
3 9	非磁性体層	
4 0	検査用回路基板	
4 1	検査用電極	
5 0	被検査回路装置	
5 1	被検査電極	
8 0	異方導電性シート	
8 5	検査用回路基板	
8 6	検査用電極	
9 0	シート状コネクター	
9 0 A	積層材料	20
9 1	絶縁性シート	
9 2	金属層	
9 3	レジスト膜	
9 4 A , 9 4 B	レジスト膜	
9 5	電極構造体	
9 6	表面電極部	
9 7	裏面電極部	
9 8	短絡部	
9 8 H	貫通孔	
N	無機物質	30
P	導電性粒子	

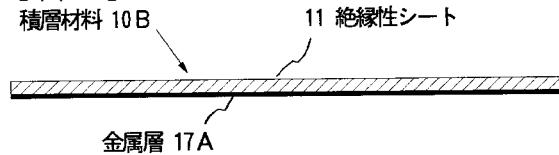
【図1】



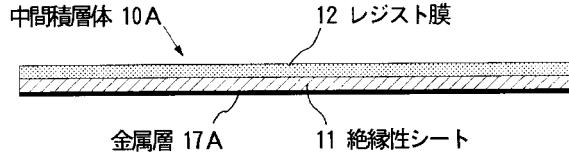
【図2】



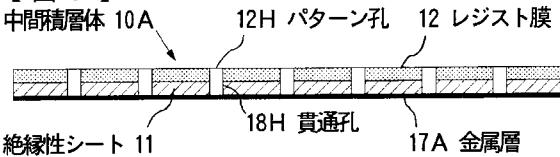
【図3】



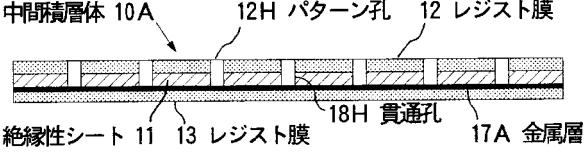
【図4】



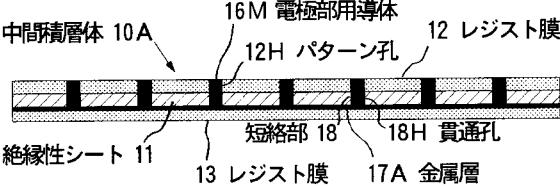
【図5】



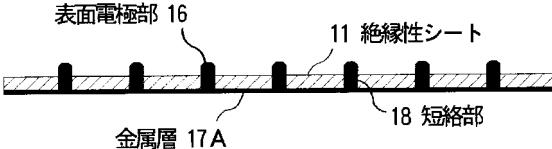
【図6】



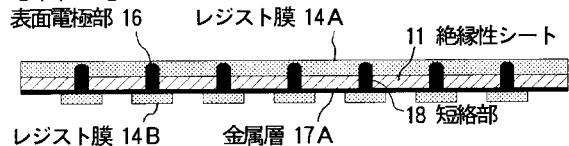
【図7】



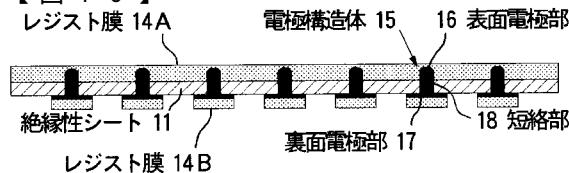
【図8】



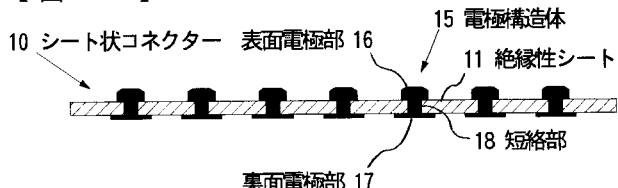
【図9】



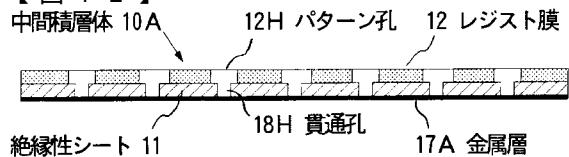
【図10】



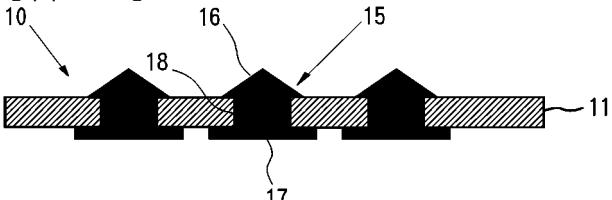
【図11】



【図12】



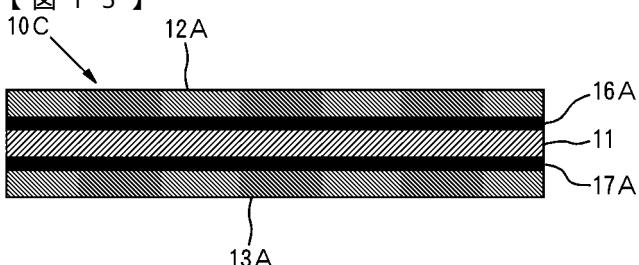
【図13】

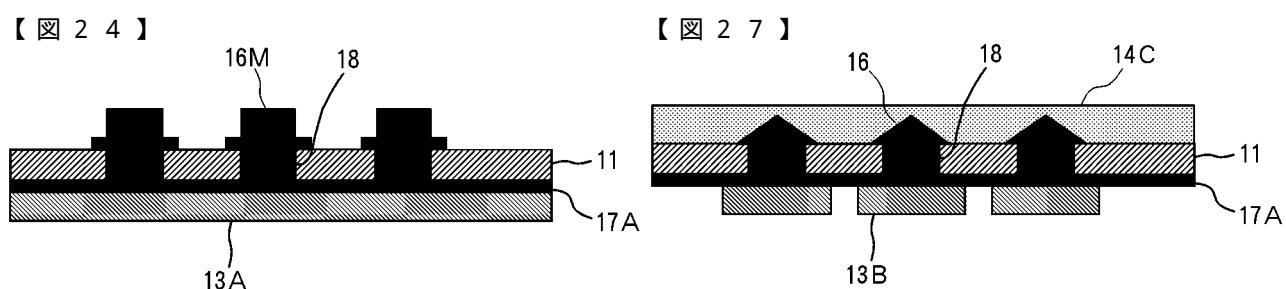
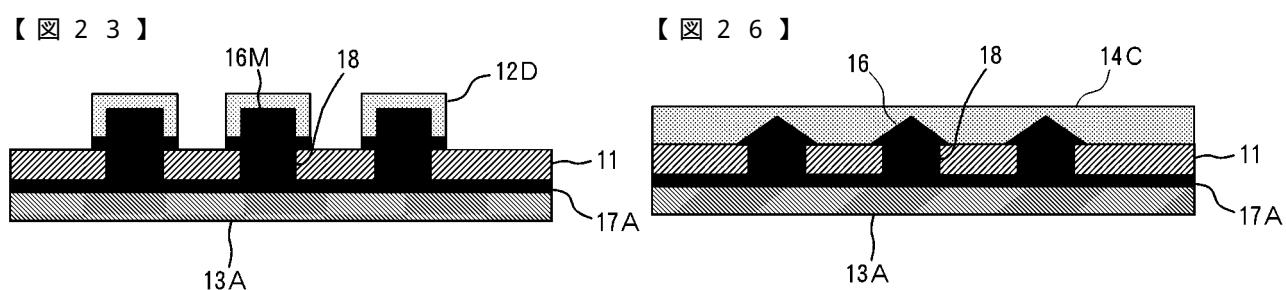
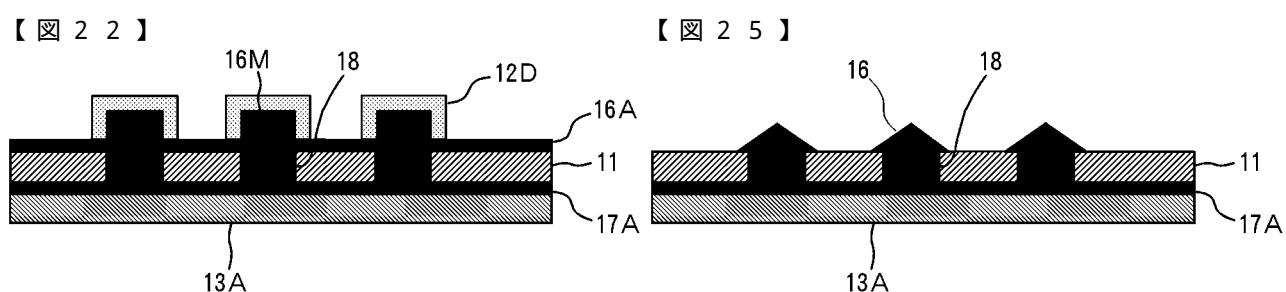
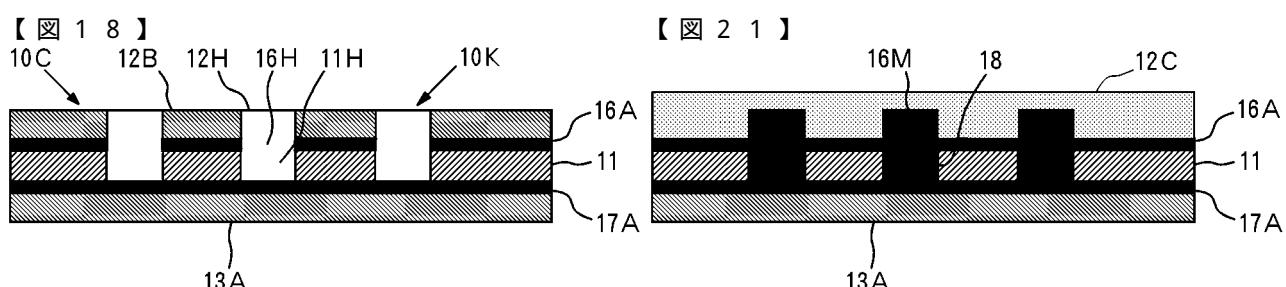
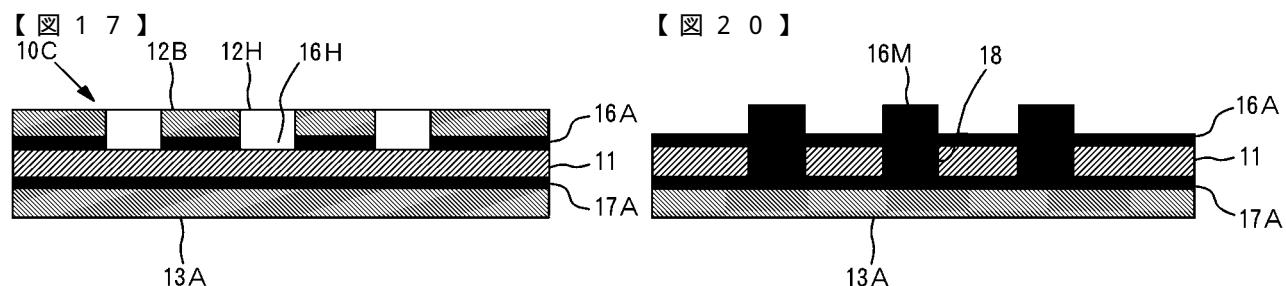
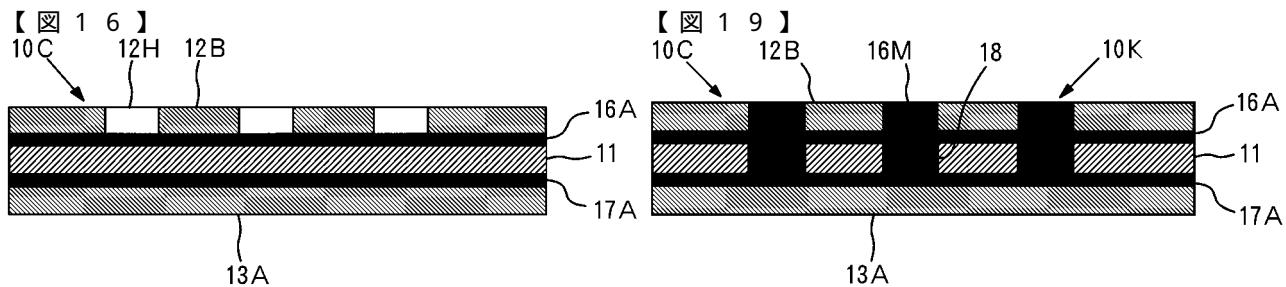


【図14】

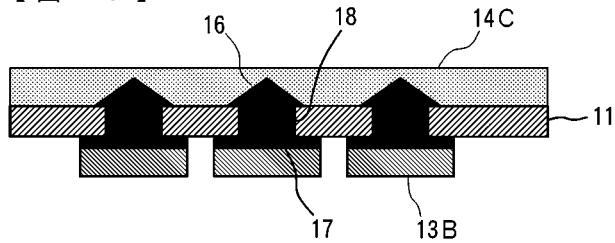


【図15】

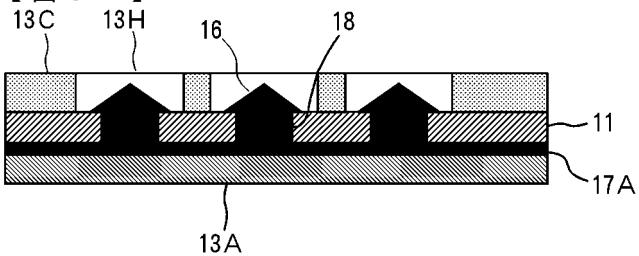




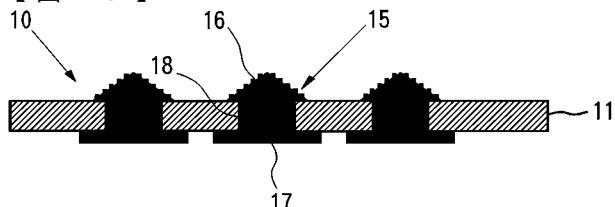
【図28】



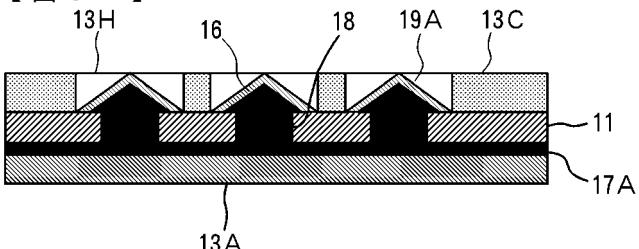
【図31】



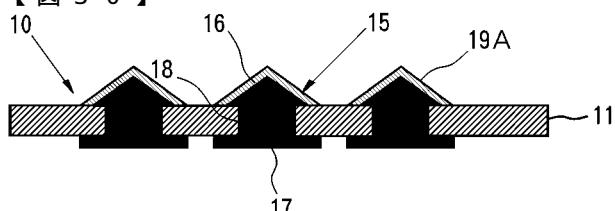
【図29】



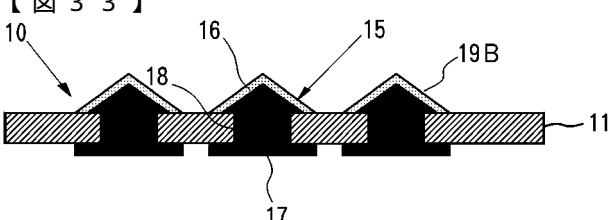
【図32】



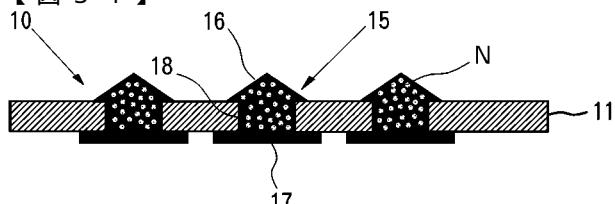
【図30】



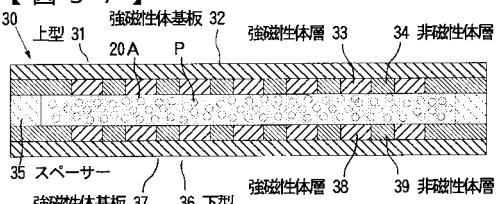
【図33】



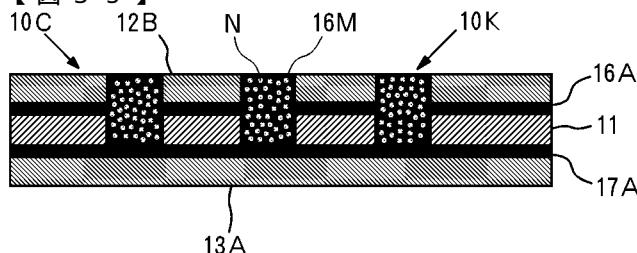
【図34】



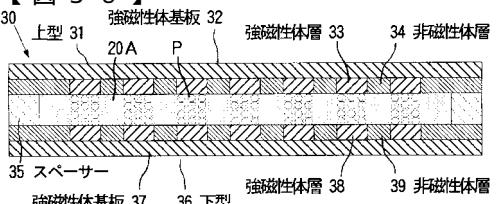
【図37】



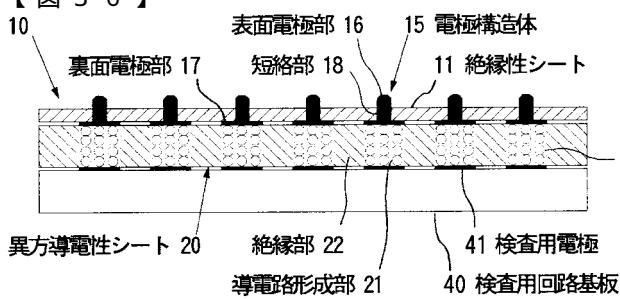
【図35】



【図38】



【図36】



【図39】

