

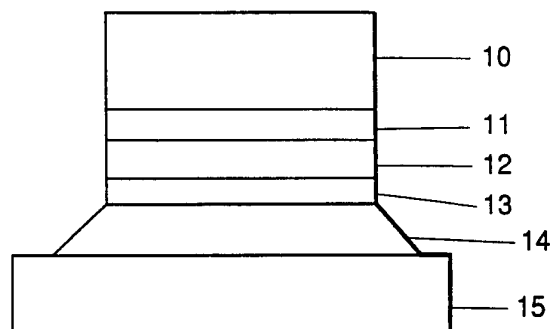


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 H01L 21/52	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/14190 (43) 国際公開日 1994年6月23日 (23.06.94)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/01788 (22) 国際出願日 1993年12月9日 (09. 12. 93) (30) 優先権データ 特願平 4/330343 1992年12月10日 (10. 12. 92) JP (71) 出願人 (日本についてのみ) 株式会社 豊田中央研究所 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) [JP/JP] 〒480-11 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 Aichi, (JP) (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本電装株式会社 (NIPPONDENSO CO., LTD.) [JP/JP] 〒448 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 藤川久喜 (FUJIKAWA, Hisayoshi) [JP/JP] 〒489 愛知県瀬戸市東長根町126番地 Aichi, (JP) 大脇健史 (OHWAKI, Takeshi) [JP/JP] 〒466 愛知県名古屋市中区八事富士見1611番地 Aichi, (JP) 多賀康訓 (TAGA, Yasunori) [JP/JP] 〒458 愛知県名古屋市中区緑区鳴海町有松裏144番地の82 Aichi, (JP) 竹中 修 (TAKENAKA, Osamu) [JP/JP] 〒448 愛知県刈谷市八幡町1丁目57番地 Aichi, (JP)		近藤憲司 (KONDO, Kenji) [JP/JP] 〒441-02 愛知県宝飯郡音羽町長沢上市57番地 Aichi, (JP) 米山孝夫 (YONEYAMA, Takao) [JP/JP] 〒503-01 岐阜県安八郡墨俣町二ツ木98番地 Gifu, (JP) 近藤市治 (KONDO, Ichiharu) [JP/JP] 〒453 愛知県名古屋市中村区森田町3丁目8番7号 Aichi, (JP) (74) 代理人 弁理士 吉田研二, 外 (YOSHIDA, Kenji et al.) 〒160 東京都新宿区西新宿7-4-4 武蔵ビル Tokyo, (JP) (81) 指定国 DE, JP, US. 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : SURFACE STRUCTURE FOR SOLDERING AND NON-FLUX SOLDERING METHOD USING THE SAME

(54) 発明の名称 半田接合用表面処理構造体及びそれを用いた無フラックス半田付方法



(57) Abstract

A contact layer (11), a diffusion prevention layer (12) and a solder bond layer (13) are disposed on the back of a semiconductor substrate (10), and this solder bond layer (13) is joined to a bed (15) by a solder layer (14). The contact layer (11) comprises a rare earth metal film, a rare earth metal silicide film or their composite film, the diffusion prevention layer (12) comprises an iron-containing metal and the solder bond layer (13) comprises a Ni-Au alloy. Since the diffusion prevention layer (12) is constituted by the Fe-containing metal, diffusion of tin in the solder can be prevented, and the solder bond layer (13) comprising the Ni-Au alloy can keep excellent solderability and can reduce the number of layers of a laminate. The Ni-Au alloy is used for a surface treatment of at least one of the joint members, and is heated in a reducing atmosphere through a solder foil to obtain high air-tightness.

(57) 要約

半導体基板（１０）の裏面に、コンタクト層（１１）、拡散防止層（１２）、半田接合層（１３）を設け、この半田接合層（１３）を半田層（１４）によって配設台（１５）に接合する。そして、コンタクト層（１１）を希土類または希土類シリサイド膜またはこれらの複合膜により形成し、拡散防止層（１２）を鉄含有金属により形成し、半田接合層（１３）をNi-Au合金により形成する。拡散防止層（１２）を鉄含有金属により形成することにより半田中の錫の拡散を防止し、Ni-Au合金からなる半田接合層（１３）により、優れた半田の接合性を維持し、かつ積層数を少なくすることができる。また、少なくとも一方の接合部材の表面処理層として、Ni-Au合金を用い、半田箔を介して還元雰囲気中で加熱することにより、高気密性を得る。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	DE	ドイツ	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	FI	フィンランド	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナ・ファソ	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SD	スーダン
BG	ブルガリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	GB	イギリス	MC	モナコ	SI	スロヴェニア
BR	ブラジル	GE	ジョージア	MD	モルドバ	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SN	セネガル
CA	カナダ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TD	チャード
CF	中央アフリカ共和国	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CG	コンゴ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TJ	タジキスタン
CH	スイス	IT	イタリア	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	JP	日本	NE	ニジェール	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	KE	ケニア	NL	オランダ	US	米国
CN	中国	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CS	チェコスロヴァキア	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CZ	チェコ共和国						

明細書

半田接合用表面処理構造体及びそれを用いた無フラックス半田付方法

技術分野

本発明は、半田ぬれ性の劣る下地金属がある場合の半田接続に関する。

例えば、(A)：半導体基板をその配設台にPb-Sn（鉛-錫）系半田により接合するための半導体電極構造体や、(B)：圧力センサユニット等のように、高度の気密性が要求される微少な半田接合部をフラックスを用いないで接合する場合に採用して良好な接合品質を得る無フラックス半田付方法に関する。

従来技術

従来は、半田接合部の半田ぬれ性を向上させるための表面処理として、Ni/Au積層薄膜構造を用いている。しかし、(1)：2段階の成膜工程を必要とすること、(2)：半田ぬれ性がAu膜厚によるものの一義的に決まってしまう、任意にコントロールできないこと、等の問題がある。

また、半導体電極構造体や圧力センサ・ユニットの場合、それぞれ、以下のような技術背景がある。

(A)：半導体電極構造体の場合、各種の半導体デバイスにとって、外部との電氣的な接続をいかに行うかが非常に重要な問題である。特に、自動車等の電装部品の半導体素子は、OA機器部品とは異なり、動作環境が劣悪であるため非常に過酷な条件が課せられる。

このような半導体素子の電極に要求される項目として、

1) 半導体素子の性能を低下させないために、半導体と電極との接触抵抗が小さいこと、特に、低温動作での接触抵抗が十分に小さいこと、

- 2) 半導体チップと、リード線及び配設台との接合において、電子素子の誤動作や不安定な動作のもととなる不純物が拡散しないこと、
 - 3) リード線や配設台へ安定に再現性よく接続でき、長期にわたる動作時における接着強度が強く、耐熱性、耐腐食性に優れること、
- が挙げられる。

従来より、このような半導体デバイスの電氣的な接続を行う構造として、半導体基板を配設台に半田により接合して、外部と電氣的に接続することが行われている。この場合、半導体基板の裏面に、まずCrまたはTi層を形成し、その下にNi層、Au層を順次二層形成する。そして、これらの電極層を半田層を介して配設台に接合している。この場合、CrまたはTi層は、半導体とのコンタクト層となり、半導体と電極のオーミック電極を形成し接触抵抗を低減させる。Ni/Au層は、半田の濡れ性を良好にし、半田付け性を確保すると共に、半田中の錫の半導体基板側への拡散防止層の役割を担っている。この構成により、十分な電氣的な接続を維持しながら、不純物（半田中の錫）の半導体基板への拡散を防止することができる。

一方、近年の半導体技術の進歩にともない、より精度の高い動作を達成するために、半導体中のドーパント濃度の低い、つまり、比抵抗の高い基板に、低接触抵抗で、しかも、オーミック特性の良好な電極が求められるようになってきている。上記電極構造体を使用するCr、Ti等の材料では、Siに対する接触抵抗率が大きくなってしまい、電氣的抵抗の十分低いオーミック電極が形成できず、半導体素子の動作の不安定性が生じるという問題点があった。特に、自動車用の電装部品では、低温での使用等の際に、半導体と電極界面の接触抵抗が大きくなり、十分抵抗の低いオーミック電極が形成できないという問題点もあった。

また、近年のエレクトロニクスの進歩により、半導体素子に対し、より精度の高い動作が要求されるようになってきている。さらに、自動車

のような高温、高湿の環境下や、かつては、不可能とされていた大電力、大電流の制御等にもSi半導体が使用されるようになってきた。このような半導体素子は、動作環境温度が高いことや、大電流によるジュール熱発生のために、高温での使用に耐えなければならず、一般に使用されているデバイスに比べて、半導体チップと放熱配設台接続について高温での安定性が要求される。ところが、上記の電極構造では、高温での動作中における半田の錫の拡散のために、半導体と電極の接触抵抗が大きくなったり、配設台と半導体半田接合部で剥離、あるいは腐食が発生するという問題点があった。

一方、半導体と金属の界面における電氣的障壁（ショットキーバリア）の高さの低い材料である希土類金属、または希土類金属シリサイドは、Cr、Tiより接触抵抗が小さいことが知られている（Applied Physics Letters 36,594(1980)、、Applied Physics Letters 38,629(1981)等）。しかしながら、これらの金属、またはそのシリサイドは非常に酸化しやすい材料であるので、通常の電極構造体へは使用できなかった。さらに、半田中の錫の半導体側への拡散防止層や希土類金属の酸化防止層としてTiWやW層を採用することが考えられるが、この電極は半田の濡れ性が悪く、半田接合電極に使用することができなかった。

また、従来技術であるCr/Ni/Auの電極構造から、これを希土類金属/Ni/Auの電極構造体が容易に考えられる。しかしながら、この構造においては、Ni/Au層により、半田との接合性及び錫の拡散防止の効果があるものの、Ni自身が希土類金属及び半田中へ250℃程度の半田接合温度で拡散し、半導体と反応してしまうという欠点を有しており、半田接合により接触抵抗が上昇するため、実用技術として電極構造体として適用することができなかった。つまり、希土類金属と反応せず、しかも半田接合できる半田中の錫の拡散防止層が、得られないために、電氣的特性に優れる希土類金属を用いた電極構造体は実用化

されていない。

一方、半田中の錫の拡散を防止し、かつ半田接合できる材料として、F e 膜が半田接合層に利用できることは知られている（特開昭63-60537号公報）。F e 膜を用いた電極では、F e 膜により半田中の錫の拡散を効果的に防止し、安定な半田接合強度を得ることができる。しかし、このF e 膜を半導体の電極として使用すると、半導体との接触抵抗を十分低くすることができず、要求されている高抵抗率のS i 基板に対し十分低い接触抵抗で接合することができないという欠点があった。

さらに、半田接合層として、F e 膜、あるいはF e /A u 層を用い、これを高温半田接合する場合には、F e 膜上の半田の濡れ性が悪いため、半田付け不良が生じるという問題点があった。高温半田による接合は、大電流を制御する半導体素子を電氣的に接続するために、必要不可欠な工程であり、これが利用できないことは、F e 膜の使用上大きな障害となっている。

これらの問題を解決する手段として、N i またはF e に、A u、A g、M o、W等の金属元素を添加した合金により、半田付け性を向上させたり、接合強度、耐腐食性を向上させることも知られている（特開平4-211153、特開平3-229422）。しかし、N i あるいはF e 含有金属を用いた金属と半導体界面の接触抵抗率は大きく、これらを半導体に対する半田接合用の電極として使用することは実用的でない。また、N i にA uを添加しても、N i /A u 積層構造の半田ぬれ性を上回ることは知られていなかった。

(B) : また、例えば、圧力センサ・ユニットの半田接合部の場合、接合部寸法約0.5mmと微小寸法であり、かつ、例えば漏れ量 1×10^{-11} atm・cc/s以下の高度の気密性が要求されている。従って、従来は半田ぬれ性を良好にするため、接合面にフラックスを塗布して半田付を行っている。

しかし、フラックスを介在させて加熱すると、このフラックスからガスが発生し、半田付部にボイドとなって残留し、このボイドが接合部の気密不良の主たる原因となる。従って、特に接合部が微小寸法である場合には、その接合部の気密性を向上させることが困難となってしまう。

また、半田付後にフラックス残渣を洗浄する必要があるため、半田付工程数が増えること、洗浄剤としてフロン系溶剤を用いるため、環境保全上好ましくないこと、等の問題点があった。

このため、無フラックス半田付方法として、荷重及び半田自重による半田押し流し効果を利用して上下に配置した被接合部材の接合面の半田ぬれバランスを改善するようにした方法が、特開平3-218950号公報にて提案されている。しかしながら、この方法によって、高集積型半導体回路を一体化したセンサチップを有する圧力センサにおいて、そのガラス台座と金属ステムとを接合する場合には、センサチップ表面が治具と接触する組付方法となり、センサチップ表面に微小な傷が付着し、電気特性不良が発生してしまうという問題がある。

また、被接合部材の表面状態が異なった場合には、上下の面の半田ぬれバランスが崩れ、半田ぬれ不良が発生してしまうという問題がある。

この発明は、上記のような点に鑑みてなされたものである。すなわち、本発明の目的は、半田中の錫の拡散を防止しつつ、半田接合性に優れ、かつ、半田ぬれ性を制御でき、しかも、積層数の少ない表面処理構造体及びそれを用いた無フラックス半田付方法を提供することにある。

(A)：半導体電極構造体の場合、具体的な着眼点は、まず半導体基板に対して、接触抵抗の低い希土類金属または希土類金属シリサイドの金属の酸化を防止しつつ、かついかに低接触抵抗を保つかについて鋭意検討した。つまり、希土類金属や希土類シリサイドは、CrやTiに比べて、ショットキー障壁高さが低いので、接触抵抗を一桁低減できるという理想的な実験室レベルの結果を生かすべく対策を検討した。希土類金

属または希土類金属シリサイドはそのままでは酸化しやすく、かつNi、Cu等の半田付け可能な金属と低温で反応しやすいので、まず希土類金属、希土類シリサイド上に半田付け可能な拡散防止層を形成しなければならない。

そこで、希土類金属、希土類シリサイド層、またはそれらの複合物からなるコンタクト層と組み合わせるための拡散防止層として、

- 1) 希土類金属、または希土類シリサイドと接着強度が強く、かつ相互拡散しにくいこと、
 - 2) 半田接合が可能であり、半田中の錫の拡散を防止できること、
- という条件を満足する金属を採用することを考慮した。

そして、系統の実験を重ねた結果、鉄含有金属を見出した。つまり、鉄含有金属は錫の拡散を防止するだけでなく、希土類金属、または希土類シリサイド層との組み合わせにおいて、高温半田の接合温度以上の450℃でも、鉄自身が半導体側へ拡散せず、接触抵抗を低く保つことができる。

しかし、Fe膜は、半田に濡れる材料であるが、Fe膜の酸化防止を計らなければならない。そこで、従来ではFe膜上にFeの表面の酸化防止を目的としてAuを成膜するが、この構成では、従来より使用されているNi/Au膜と比較して、半田の拡がりが悪い。特に、水素還元炉や不活性ガス中での高温半田接合の際には、半田付け不良が発生し、デバイス作製が困難であった。

そこで、接触抵抗率の低い希土類金属、または希土類シリサイドとFe膜との接合の安定性と、半田中の錫拡散防止効果を維持しつつ、さらに半田付け性が容易な積層電極を形成することを目的として、Fe膜上に形成する半田接合膜として、良好な半田濡れ性を有する合金膜を採用することを考えた。このような合金膜を採用することにより、

- 1) Fe膜の半田濡れ性を改善すると共に、

2) 積層数を増加させず、生産工程を簡略化することができる。

(B) : また、圧力センサ・ユニットの場合、たとえば高集積型半導体回路を内蔵したセンサチップを有する圧力センサ・ガラス台座を金属ステムと接合する場合であっても、センサチップ表面に傷を付けることがなく、かつ、被接合面の表面処理層の組成を最適化することにより、両半田接合面の半田ぬれバランスを適正に保つことができる無フラックス半田付方法を提供することを目的とするものである。

本発明は、半田接合部の表面処理層として、系統的な検討から、Ni-Au合金を見出したことである。しかも、特定の組成域で、特殊な合金構造をとり、大気中での安定性、熱処理(400℃以下)での安定性等、優れた特性を持つことを見出した。つまり、公知の材料であるAuやAgを形成した場合に比べて、半田付け性に優れたものにでき、かつ、Ni, Auの組成比を変化させることにより、半田ぬれ性を制御できる。さらに、Ni-Au合金膜の形成は、蒸着法やスパッタ法により、簡単に形成でき、積層工程数(積層数)の増加がないので、現状使用されている生産設備により電極形成が可能である。

発明の開示

本発明は、半田を利用して、下地金属に対し電極の接合を行う際に利用する半田接合用表面処理構造体であって、下地金属と電極の間に介在された半田層と、下地金属と電極との間に介在されていると共に、半田層に直接形成されたAu45重量%(wt%)乃至95重量%(Au20at.%(原子量%)乃至80at.%)を含有するNi-Au層と、を含むことを特徴とする。

また、本発明の半導体電極構造体の場合は、半導体と該基板上に形成した希土類金属、または、希土類シリサイド、または、それらの複合膜からなるコンタクト層と、該コンタクト層上に形成した鉄含有金属薄膜

からなる拡散防止層と、該拡散防止層上に形成したNi-Au合金からなる半田接合層と、該半田接合層上に形成した鉛、及び、錫を主成分とする半田層を有することを特徴とする。

ここで、半導体基板は、Si、Ge等であり、コンタクト層はSc、Y、La、Ce、Er等の希土類金属、または希土類シリサイド、またはこれらの複合物を主成分とし、不純物としては酸素を7重量% (20 at. %) まで含むものでもよい。

また、コンタクト層は、希土類金属、または希土類シリサイド、またはそれらの複合物を主成分とするものが好適であり、不純物として、Ca < 1%、Mg < 1%、Fe < 1%、Zn < 0.01%、Si < 0.01%、Al < 0.01%、O < 7%をそれぞれ重量%として含んでよい。ここに示した不純物は、ここに示した濃度以下であれば、半導体基板と電極界面にあっても、希土類金属、または希土類シリサイドと半導体基板の化学的な結合が強いため、接触抵抗を左右するショットキー障壁高さを高くするには至らない。

さらに、コンタクト層として機能するための膜厚は10nm以上が好適であり、それより薄いと均一とならず部分的に直接半導体と拡散防止層が接し、接触抵抗が大きくなってしまう。また、1000nmより厚いと層中の応力により層が剥離する場合がある。

拡散防止層は鉄を主成分とし、不純物の含有量は重量%として、C < 0.2%、Si < 0.5%、Mn < 1%、P < 0.03%、S < 0.03%、Ni < 3%、Cr < 2%、Mo < 0.5%の条件を満たすことが望ましい。不純物がこの条件以上含有されると、半田付けの際の加熱や、動作時の電流によるジュール熱による発熱により、不純物の半導体やセンサへの拡散により、電子デバイスの本来の特性が低下する場合がある。

また、膜厚が50ないし2000nmの条件を満たせば十分な錫等の拡散防止の機能を果す。膜厚が、50nm以下であると半田中の錫が半

導体やセンサ部へ拡散し、2000nm以上であると、膜の応力により剥離する場合がある。

半田の濡れ接合層は、Ni-Au合金であり、Auの濃度が45重量%乃至69重量%（20ないし40at.%）の条件を満たすことが好適である。Au濃度がこれより低いとNi膜上に直接半田接合した場合のように、半田の濡れ性が非常に悪くなり、またAu濃度が69重量%（40at.%）以上であると、Fe膜上にAu膜を形成したときと同様な半田の濡れ性を示し、良好な半田付けができない。図1に拡散防止膜の鉄膜上に形成したNi-Au合金の組成比と半田の濡れ性（半田の拡がり面積）を示す。Pb-Sn系半田を用いて、 $H_2 / (H_2 + N_2) = \text{at. } 33\%$ の還元雰囲気中で約330℃に加熱した。Au濃度がAu45重量%乃至95重量%（Au20at.%乃至80at.%）、より好ましくは45重量%乃至69重量%（20ないし40at.%）の領域で、従来技術のNi/Au積層膜と比較しても、良好な半田付け性を示している。

さらに、Ni-Au膜の膜厚は、150nm～2000nmの条件を満たすことが必要であり、これによって十分な半田の濡れ性を有するようになる。膜厚が150nm以下であると、溶融した半田にNi-Au合金が急速にとけ込み、溶融半田と下地のFe膜が接し、半田付け性が低下する。また、下地のFe膜とNi-Au合金は、金属と金属の接合であるので十分な密着性を有するが、膜厚が2000nm以上であると、膜応力により剥離する場合がある。さらに、このような応力により、半導体やセンサ部分に電気的特性の不安定性を招き望ましくない。図2に、半田の拡がり面積のNi-Au合金膜厚依存性を示す。Pb-Sn系半田を用いて、 $H_2 / (H_2 + N_2) = 33\%$ の還元雰囲気中で約330℃に加熱した。150nm以上形成により、従来技術のNi/Au積層膜と比べて、半田の拡がり面積が向上する。

さらに、本発明の半田接合電極構造体は、例えば、次のようにして製造できる。まず、シリコン基板上に、形成されたコンタクト電極（希土類金属、または、希土類シリサイド層）上に、連続して、拡散防止層、半田接合層を形成する。例えば、スパッタ法により成膜する場合には、Feターゲットを用い、スパッタガスAr、ガス圧 3×10^{-3} Torr、基板温度300℃等の条件下で、Fe膜を形成する。その後、同一成膜装置内において、Ni-Au合金ターゲット、あるいは、NiとAuターゲットを用いて、Fe膜成膜と同様の成膜条件下で、Ni-Au合金薄膜を形成する。その後、成膜装置からシリコン基板を取り出し、配設台に対しPb-Sn系半田によってすみやかに接合し、本発明の半導体電極構造体を得ることができる。

（B）：また、本発明の無フラックス半田付方法は、少なくとも一方の接合部材の表面処理層としてNi-Au合金を用い、半田箔を介して還元雰囲気中で加熱することを特徴とする。

この際、Ni-Au合金の組成をAu45重量%乃至95重量%（Au20at.%乃至80at.%）の範囲内で変化させれば、従来のAu/Ni積層構造の表面処理の場合より、半田ぬれ性が良好になり、かつ、ぬれ性をコントロールすることができる。従って、高集積型半導体回路を内蔵したセンサチップ44を有する部材41を上側に位置させ、治具と接触しない組付方向にしても、上下の接合面48，43の半田ぬれバランスを適性に保つことができ、良好な半田接合品質を得ることができる。

半田接合のメカニズムは、いまだ明らかでない部分が多いが、本発明で使用しているNi-Au合金の半田接合に関して、以下のような作用が考えられる。半田接合可能な材料は、熔融半田との反応の仕方により、1）半田に溶解する材料（Au、Ag）、2）半田接合温度で溶解する材料（Pb、Sn、Pb+Sn）、3）半田と反応するが、溶解しにく

い材料 (Ni、Fe) の 3 種類に分類できる。従来の Ni / Au、あるいは、Ni / Ag 積層膜構造では、半田接合の温度範囲で、熔融している半田と接している Au や Ag は、半田への溶解速度が大きいので、半田の熔融とともに半田中に溶解する。この状態で、Au や Ag の下地の金属と半田が直接接するようになり、半田の濡れ性、半田付け特性は、下地の Ni の半田の濡れ性に依存した値を示す。従って、この 2 層膜の半田の濡れ性の機構は、Au、あるいは、Ag の半田への溶解による半田の拡がりと、下地の金属 Ni の半田の拡がりの 2 段階の機構に分けられる。

一般に、液体と個体表面の濡れ性を示す接触角 θ (個体表面と液体表面がつくる角度) は、液体の表面張力 γ_L 、個体の表面張力 γ_S 、液体と個体の界面張力 γ_{SL} からヤングの方程式

$$\gamma_{SL} - \gamma_S + \gamma_L \cos \theta = 0$$

を満足するように決まる。ここで、 θ の値が小さく 0° に近づくほど濡れ性が良好である。半田の金属膜上での濡れ性は、半田が熔融している場合には、このヤングの方程式を満たすように決まると考えられる。しかし、熔融半田と金属膜の界面には、反応生成物が形成される。このため、界面張力は一定でない。また、半田付け後、冷却の過程で半田が凝集することに伴い、半田の表面張力も大きく変化する。このように、半田付けの工程では、半田が熔融状態から、冷却過程で凝固すること、また、半田と金属膜界面では、急速に反応が進行し、界面の状態が変化するという複雑な現象が起こっている。

Ni / Au 積層膜の場合には、Au は、急速に熔融半田に溶解し、下地の Ni と接触する。Au は、半田中に固溶するので、熔融半田は、横方向に拡がるが、Ni 膜上では濡れ性が劣るため、その拡がりは制限される。

これに対して、Ni - Au 合金と半田の濡れ機構は、次のような機構

で考えられる。NiとAuは、金属間化合物を形成せず、相分離する2元系である。Ni-Au合金の表面張力は、Ni、Au単体の中間的な値を持つと考えられるが、熔融半田とNi-Au合金とが、固溶したり、化合物を形成するために、濡れの機構は単純ではない。しかし、Ni/Auといった2層構造の膜では、急激にAuが、半田中に固溶し、下地のNiと半田が接するのに対して、Ni-Au合金の場合には、合金中のAuが選択的に熔融半田中に固溶しても、合金全体に均一にAuが、含まれているために、半田は常にNi-Au層と接しており、Ni膜に比較して、良好な濡れ性が確保できると考えられる。また、Ni-Au合金中のAuが常に熔融半田に固溶することにより、安定に半田が広がる。半田付け工程が終了し、半田が凝固する工程においても、Auの半田に対する固溶、反応は、半田が凝固する温度まで続き、凝固による拡がり面積の低下はないと考えられる。また、Ni-Au合金組成を変化させることにより、半田中の拡散状態が異なるため、ぬれ性を制御できると考えられる。

また、Ni-Au合金膜の物性的な性質により、半田の濡れ性や半田接合強度、耐腐食性、耐熱性が向上する。Ni金属膜の特性は、成膜方法の違いにより変化する。接合強度や、耐熱性、腐食性を向上させるためには、密度的に高く、錫との反応や拡散をおさえるために、結晶粒が小さく、アモルファス的な薄膜を形成する必要がある。しかし、現状の成膜方法では、Ni単膜を成膜した場合、結晶粒が比較的成長した膜が形成され、その粒界から反応や拡散が進行する。ここで、Ni膜の半田濡れ性を確保し、しかも、結晶粒の小さいアモルファス的な薄膜を形成する必要がある。

このためには、Niと原子半径が異なり、合金化した際に、規則正しく配列せず、部分的に固溶した合金の形成が考えられる。このような材料として、Auが上げられる。Auを用いた場合には、Ni-69重量

% (40 at. %) Au 合金の場合に、このような不規則な合金となり、部分的に一方の金属が析出した相が形成される。これは、図3に示す抵抗率とAu濃度の関係から、この濃度で抵抗率が高くなり、最も不規則な合金になることがわかる。また、X線回折からも、Ni-Auの合金にした場合には、結晶性が悪くアモルファス成分が多くなり、結晶粒が小さくなることがわかる。また、合金のミクロ構造は、400℃以下の熱処理においては、結晶成長せず、安定であるので、半田接合温度(350~400℃)では、成膜時の膜特性の変化はなかった。

このように、Ni-Au合金はアモルファス的な性質であり、部分的に析出する相を有する合金のため、半田とNi-Au界面の接着強度が向上する。この合金の性質は、薄膜作製が一般に熱平衡状態からずれた条件で作製されるので顕著に現れる。この特性は、冷熱試験による強度劣化試験によっても、従来のNi/Au積層膜より接着強度に優れることが確認されている。さらに、腐食に関しても、不純物による腐食やマイグレーションは、粒界に沿って進行する。また、大気中での水分も、金属膜の表面と粒界に多く吸着する。すなわち、Ni-Auの合金は、不規則配列のアモルファス的な合金のため、腐食に対する耐性が高い。また、合金膜は、部分的に析出した相を有するため、機械的な強度が増加し、半田接合の接着強度も向上する。

なお、(A)：本発明の半導体電極構造体の場合は、

- 1) 電氣的に良好なオーミック特性を有し半導体と金属電極の低接触抵抗を保つ、希土類金属、または希土類シリサイドからなるコンタクト層と拡散防止層の積層構造と、
 - 2) 良好な半田の濡れ性を保つための半田接合層と、
- の2つの機能を有する構成に分けられる。

全体の構成としては、3積層構造の中間に、拡散防止層である鉄含有層が形成されているので、上述の2つの積層構造相互の電氣的特性や半

田付け性に対する影響はなく、独立の構成となっている。特に、電気的な特性を律速するのは、半導体とコンタクト電極界面のショットキー障壁による電流制限であるため、半田接合層や半田部分の電気抵抗は無視できる。

まず、電氣的に良好なオーミック電極の機能を有するのは、半導体と該半導体基板上に形成された希土類金属、または希土類シリサイド層からなるコンタクト層と、該コンタクト層上に形成された鉄含有金属からなる拡散防止層である。この鉄含有金属は、半田中の錫が半導体基板側へ拡散することを防止する機能に加え、希土類金属、または希土類シリサイドとの組み合わせにおいて、鉄自身が希土類金属、または希土類シリサイド膜と相互拡散しない。すなわち、希土類金属、または希土類シリサイド膜と鉄膜の積層構造によって、本発明の半導体電極構造体は、接触抵抗率を低く保つことができ、しかも、半田付け温度の450℃での熱的安定性に優れている。

比較例として、拡散防止層にNi膜を形成した構成では、Niと希土類金属、または、希土類シリサイド層の反応が熱処理により進行し、半導体とコンタクト層の安定性がそこなわれる。

次に、拡散防止膜の鉄膜上に、半田接合層のNi-Au合金膜を形成することにより、半導体素子を配設台に半田接合する際に重要な半田の濡れ性を確保する機能を有する。このNi-Au合金半田接合層を鉄膜上に形成することで、鉄膜の半田の濡れ性を改善し、良好な半田接合が可能になる。しかも、Ni-Au合金により、半田の濡れ性を確保するだけでなく、拡散防止膜の鉄膜により、半田中の錫の拡散を防止し、半田接合強度を向上させることができる。

(B)：圧力センサ・ユニットの場合も、半田ぬれ性の悪いTi層等の上に、Ni-Au合金層を用いれば、前述と同様に半田ぬれ性向上が可能である。

図面の簡単な説明

図1は半田の拡がり面積とNi-Au合金組成比の関係を示す図である。

図2は半田の拡がり面積のNi-Au合金膜厚依存性を示す図である。

図3はNi-Au合金抵抗率のAu濃度依存性を示す図である。

図4は第1実施例の半田接合電極構造体の断面図である。

図5は第2実施例の半田接合電極構造体の断面図である。

図6は第3実施例の半田接合電極構造体の断面図である。

図7は第4実施例の圧力センサ・ユニットの組付けに適用した場合の構成を示す図である。

符号の説明

- 10 半導体基板
- 11 コンタクト層
- 12 拡散防止層
- 13 半田接合層
- 14 半田層
- 15 配設台
- 41 ガラス台座
- 42 半田箔
- 43 ステム
- 44 センサ・チップ
- 45 圧力導入口
- 46 圧力導入通路
- 47 ガラスとの接合及びNi, Snの拡散防止層(Ti, Al/Ti等)
- 48 Ni-Au合金層

実施例

以下に、本発明の実施例について図面に基づいて説明する。

第1実施例

図4には、第1実施例の半田接合電極構造体が表示されている。半導体装置に使用される単結晶シリコンからなる半導体基板10に、シリコンとオーミック電極を形成するY、CeまたはEuの金属膜からなるコンタクト層11と、鉄からなる拡散防止層12と、Ni-Au合金からなる半田接合層13とが形成され、これが鉛錫系半田層14を介して配設台15に接合されている。半導体基板である半導体基板10は、P（リン）ドーピングn型（100）ウエハで、抵抗率 $0.01\Omega\cdot\text{cm}$ である。鉄からなる拡散防止層12は、 300nm 、半田接合層13は、 200nm の厚さで作製された。また、半田接合層Ni-Au膜中のAuの含有量は、 $30\text{at.}\%$ （59重量%）であった。

本第1実施例の半導体電極は、以下のように作製された。まず、半導体基板10をスパッタ装置内でセットした。真空度 $3\times 10^{-6}\text{Torr}$ 以下になるまで、真空排気したあと、RFスパッタ法により、スパッタガスAr、ガス圧 $3\times 10^{-3}\text{Torr}$ 、基板温度 300°C の条件でイットリウム薄膜（コンタクト層11）を作製し、さらに同一成膜装置内において鉄ターゲットを用い鉄薄膜（拡散防止層12）を作製した。さらに、NiとAuターゲットを用いた同時スパッタによりNi-Au合金薄膜（半田接合層13）を形成した。その後、成膜装置から半導体基板10を取り出し、すみやかに配設台15にPb-Sn系半田層14によって接合し、本発明の半田接合電極構造体を得た。なお、スパッタ法だけでなく真空蒸着法、イオンプレーティング法等の物理的蒸着法、あるいは、化学的蒸着法（CVD法）を用いても本発明の半田接合電極構造体を得られることが確認されている。また、無電解メッキにより簡単に、また、真空チャンバーを利用しないので安価に、半田接合層が形成でき

る。

作製された半導体電極構造体の接触抵抗率を測定したところ $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ であった。さらに、半導体の耐熱評価試験を実施した。表 1 には、熱処理温度とその温度での耐熱試験後の接触抵抗値を示す。

(以下余白)

表1

	電極構造	耐熱性試験 ($^{\circ}\text{C}$)	試験後の接触抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)
実 施 例	Si基板/Y / Fe/Ni-Au / 半田/配設台	200	1.0×10^{-4}
		250	0.9×10^{-4}
		300	0.9×10^{-4}
		350	1.0×10^{-4}
		400	1.3×10^{-4}
		450	1.8×10^{-4}
		500	2.1×10^{-4}
	Si基板/Eu/Fe/ Ni-Au /半田/配設台	200	0.8×10^{-4}
	Si基板/Ce/Fe/ Ni-Au /半田/配設台	200	1.3×10^{-4}
	Si基板/ Y /Ni/Au/ 半田/配設台	200	3.0×10^{-3}
比 較 例	Y /Ni/Au/ 半田/配設台	300	8.0×10^{-3}
		400	2.0×10^{-2}

この表1より明らかなように、第1実施例の半田接合電極構造体は、 $200 \sim 500^{\circ}\text{C}$ の熱処理においても $1.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ と低い接触抵抗率であり、安定したオーミック特性を有している。特に、45

0℃以下の熱処理においては、 2×10^{-4} 以下の接触抵抗率を有している。一方、本実施例においてコンタクト層11として、イットリウムの代わりにE u、C e等の希土類金属を用いても、イットリウムを用いた場合と同様の接触抵抗率、及び、その熱的安定性を得ることができた。

また、比較例として、F eの代わりにニッケルを用いた電極構造体における耐熱性評価試験結果もあわせて示す。表1に示されるように接触抵抗率値が一桁以上も増加しており、オーミック特性が劣化しており、電極としての使用が不可能である。

第2実施例

本発明の第2実施例を図5に示す。単結晶シリコンからなる半導体基板20にイットリウムシリサイドからなるコンタクト層21、鉄合金膜からなる拡散防止層22、半田接合層N i - A u層23が形成され、鉛錫系半田層24を介して配設台25へと接続されている。この第2実施例の半田接合電極構造体を得る場合には、第1実施例の場合と同一のスパッタ装置を利用して第1実施例と同様の条件で、半導体基板20上にコンタクト層（イットリウムシリサイド層、または、エルビウムシリサイド層）21、拡散防止層（鉄合金膜）22、半田接合層N i - A u層23を順次形成した。その後、成膜装置から三層の電極が形成してある半導体基板20を取り出し、一週間大気中に放置した。

第2実施例は、コンタクト電極として、希土類金属より大気中で安定な、希土類シリサイド（イットリウムシリサイド、エルビウムシリサイド）が、半導体基板20の上に形成されている。また、半田接合層として、大気中での安定性の高いN i - A u合金を使用しており、この半田接合層23が、酸化防止のための保護膜として機能し、さらに、イットリウムシリサイドもシリサイド化により、金属イットリウムより大気中での酸化の速度が遅くなるので、第1実施例のようにすぐに半田接合する必要がない。このため、N i - A u層までの三層を形成した状態で一

週間放置した後、鉛錫系半田層24を介して配設台25へと接合し、第2実施例の半田接合電極構造体を得た。

第1実施例と同様に、電極構造体の接触抵抗率を測定した。接触抵抗率の測定は、室温と-30℃で実施した。さらに、その耐熱性評価試験を実施した。その結果を表2に示す。

(以下余白)

表 2

	電極構造	耐熱性 試験 (°C)	試験後の接触抵抗率 ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	
			室 温	- 3 0 °C
実 施 例	Si基板/Yシサイド/ Fe合金/Ni-Au / 半田/配設台	200	1.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}
		250	0.9×10^{-4}	1.0×10^{-4}
		300	0.9×10^{-4}	0.9×10^{-4}
		350	1.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}
		400	1.3×10^{-4}	1.3×10^{-4}
		450	1.8×10^{-4}	1.8×10^{-4}
		500	3.2×10^{-4}	3.5×10^{-4}
	Si基板/Erシサイド Fe合金/Ni-Au / 半田/配設台	200	0.8×10^{-4}	1.0×10^{-4}
		300	0.9×10^{-4}	1.2×10^{-4}
		400	1.4×10^{-4}	1.4×10^{-4}
		500	2.0×10^{-4}	2.1×10^{-4}
比 較 例	Si基板/ Cr/Ni/Au/ 半田/配設台	200	1.0×10^{-3}	7.2×10^{-3}
		300	1.5×10^{-3}	9.2×10^{-3}
		400	2.0×10^{-3}	9.6×10^{-3}

この表2からも明らかなように、本第2実施例の半田接合電極構造体は、200～500℃の熱処理後も室温において、 $0.8 \times 10^{-4} \sim 3.2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ と低い接触抵抗率を有し、安定したオーミック特

性を示している。特に、450℃以下の熱処理においては、 $2 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下の接触抵抗率が得られる。さらに、-30℃の低温においても、室温での接触抵抗率と比べて、ほとんど接触抵抗率の増加がみられず、理想的なオーミック電極が形成されていることがわかる。さらに、寒冷地で使用する電子部品の電極として最適であることがわかる。

また、表2には、比較例として、従来技術であるCr/Ni/Au層を半導体基板20上に作製した電極構造体の接触抵抗率及びその耐熱性の結果もあわせて示す。表2に示されるように実施例に比べて一桁接触抵抗率が高く、抵抗率の高い半導体基板に対して、オーミック電極を得ることが困難である。また、-30℃と低温においては、半導体と電極の電気的特性に整流性を示すようになり、従来品では寒冷地での電子部品への応用ができないことがわかる。

第3実施例

本発明の第3実施例を図6に示す。単結晶シリコンからなる半導体基板30にイットリウムからなるコンタクト層31、鉄膜からなる拡散防止層32、Ni-Au半田接合層33が形成され、鉛錫系層半田34を介して配設台35へと接続されている。また、半導体素子上部電極とリードフレーム36が、金属リード線37により接続される。さらに、樹脂38により封止され、半導体素子パッケージ品が形成される。

この第3実施例の半田接合構造体を得る場合には、電子ビーム蒸着装置を利用して、 10^{-7}Torr 台まで真空排気した後、3連の電子ビームガンを用いて、半導体基板30上にコンタクト層（イットリウム層）31、拡散防止層（鉄膜）32、Ni-Au合金ペレットを使用し、半田接合層Ni-Au層33を順次形成した。その後、蒸着装置から三層の電極が形成してある半導体基板30を取り出し、ダイシングによりチップに切断後、すみやかに配設台35に半田接合され、素子の上部電極とリードフレーム36が金属リード線37により接続される。その後、

エポキシ系の樹脂38により封止される。

第3実施例では、半導体素子を実装するための半田の濡れ性、実装後の耐湿性、耐熱衝撃性を確認した。半田には、Snが約10重量%含まれている鉛主成分の高温半田を使用し、半田の単位質量あたりの拡がり面積を測定し、半田の濡れ性を評価した。また、一か月間の65℃、95%湿度下での耐湿試験前後での素子上に形成されているパワートランジスタのオン抵抗（上部電極と配設台間のトランジスタがオン状態での抵抗値）の変化を試験し、半田接合部分の耐湿性を検討した。さらに、樹脂封止したパッケージの配設台部分をレーザ加熱により400℃に急加熱して、半田接合部分の状態を観察し耐熱衝撃性を評価した。

これらの結果を表3に示す。拡散防止層に鉄膜形成し、さらに、半田接合層にNi-Au合金膜を形成した実施例では、半田の濡れ性が良好でしかも、半田接合部分の耐湿性に優れ、耐湿試験後のオン抵抗の変化も非常に小さかった。また、衝撃後も半田接合部は、強固に接続されており、クラックの発生もなかった。

これに対して、比較例に示すように、拡散防止層に鉄膜を形成し、その上にAu膜を50nm形成したものは、半田の濡れ性が悪く、配設台に半田接合することができなかった。また、従来品のTi/Ni/AuやCr/Ni/Ni-Auでは、半田の濡れ性は確保されるものの、半田中の錫の拡散が進み、耐熱衝撃試験により半田接合部にクラックの発生がみられた。また、半田接合部分に腐食がみられ、半田接合部分の電気抵抗が大きくなり、トランジスタのオン抵抗の上昇がみられた。

（以下余白）

表3 高温半田の拡がり面積、耐湿信頼性試験、耐熱衝撃性

	電極構造	半田の拡 がり面積 (mm^2/mg)	耐湿試験 (オン抵 抗変化)	熱衝撃試験
実 施 例	Y/Fe/Ni-8at.%Au	3.9	< 0.5%	変化なし
	Y/Fe/Ni-25at.%Au	6.7	< 0.5%	変化なし
	Y/Fe/Ni-35at.%Au	10.2	< 0.5%	変化なし
	Y/Fe/Ni-50at.%Au	7.9	< 0.5%	変化なし
	Ti/Fe/Ni-30at.%Au	10.8	< 0.5%	変化なし
	Cr/Fe/Ni-30at.%Au	10.6	< 0.5%	変化なし
比 較 例	Y/Fe/Au(50nm)	2.9	—	—
	Cr/Ni/Ni-30at.%Au	9.8	20%	クラック発生
	Ti/Ni/Au(50nm)	5.9	25%	クラック発生

第4実施例

接合部寸法が微小であり、かつ接合部に高気密性が要求される圧力センサを組み立てる場合を示しているもので、図7はその半田付時の構成を示している。

圧力センサは、半導体等によって構成されるセンサ・チップ44と、それを取り付けるガラス台座41とからなる部材を、例えば42アロイ（Fe58%，Ni42%）等から成る金属製のステム43に接合することにより組み立てられる。ここで、ステム43にはその中心軸部分に圧力導入通路46形成されており、また、ガラス台座41にはその中心

25

軸部分にセンサチップ44に至る圧力導入口45が形成されており、これら圧力導入口45と圧力導入通路46とを同軸的に連通して接続されるように構成する。そして、このように構成することで、圧力導入通路46に導入された被測定圧力が、センサチップ44のダイヤフラム面に作用し、同チップ44に集積化された半導体回路にて信号処理されて検出されるものである。

本実施例においては、ステム43の接合面には順次Niめっき、Ni-Bめっきが施されており、また、ガラス台座41には、パイレックスガラス（コーニング社製）からなり、その接合面には順次Ti膜又はAl/Ti積層膜47、Ni-Au合金膜48がスパッタ法等により形成されている。

このようなステム43とガラス台座41とを接合する際、本実施例では、ステム43の接合領域上に厚さ45～50 μ m程度の半田泊42を載置し、その上にガラス台座41を乗せ、例えば $H_2 / (H_2 + N_2) = 30\%$ 以上の還元雰囲気中で、250～320℃に加熱することにより、半田接合する。

また、本実施例では、ガラス台座側の接合面のNi-Au合金層48はAu含有量30at. %（59重量%）、膜厚200nmのものを用いた。

すなわち、本実施例では、ステムあるいは別体の重りの荷重による半田押し流し効果を使わなくても、Ni-Au合金層によりガラス台座面の半田ぬれ性を向上させることにより、ガラス台座41を上側に配置しても、ガラス台座41とステム43の接合面との半田ぬれバランスを改善することができ、良好な半田付が可能である。また、ステ43側の表面めっきを安価なNi-Bめっきとしても、Auに比べ半田のぬれは遅いものの、半田自重によるぬれ性の向上、及び接合面の半田ぬれバランスの向上により良好な半田付が可能である。従って、高集積半導体回路

を有するセンサチップ44の表面に傷を付けることなく、高気密、高強度に圧力センサを組み立てることができる無フラックス半田付方法が実現できることになる。

なお、上記実施例のように、組付ける際に下側に載置する部品の方が、その表面面積が大きく、半田ぬれ性が少し劣る場合（Ni-B/Niめっき）は、面積の小さい上側の部品の接合面における半田ぬれ性を改善すればよい。しかし、下側の部品の面積が大きく、半田ぬれ性が良好な場合（例えばAuめっき）は、半田の過剰流れによる半田引けを防止するため、下側の部品の半田ぬれを上側の部品との接合部分のみに限定する手段（例えば、半田流れ出しを止める堰、溝、あるいは部分めっき処理等）を設けるようにすればよい。

また、本実施例では、Ni-Au合金を上側の部品の接合面のみに用いたが、下側の部品の接合面に用いてもよく、両接合面の半田ぬれバランスを適性に保てる状態にすればよい。

更に、本発明のNi-Au合金は、圧力センサ以外の部材の場合でも、良好な半田ぬれ性を得るのに適している。

また、無フラックス半田付けでは、特に接合部最表面の酸化防止が重要であるため、必要に応じ、最表面をNi-Au合金層とし、Ni/Ni-Au合金という積層構造をとっても良い。

発明の効果

以上説明したように、本発明のNi-Au合金による半田接合用表面処理は、例えば（A）：半導体電極構造体に用いた場合、コンタクト電極として、希土類金属、又は、希土類シリサイド膜を形成し、拡散防止層として鉄含有金属を形成し、半田接合層としてNi-Au合金を形成することで、450℃程度の半田接合に必要な高温まで良好なオーミック特性を示し、低接触抵抗を保つと同時に、半田中の錫の拡散を防止し

ながら、半田付の容易な接合強度の強い、半田接合電極構造体が形成できる。

また、本発明のNi-Au合金を用いる無フラックス半田付方法は、微小な接合面を有し、かつ高気密、高強度な接合が要求される場合の半田付に効果的に適用可能であり、例えば圧力センサを組み立てる場合に効果的に適用できる。

また、半田付を無フラックス化することにより、半田付後のフラックス残渣の洗浄工程を廃止でき、組付けの自動化が容易となるとともに、脱フロン等の環境保全にも効果が発揮できる。

請求の範囲

1. 下地金属と電極とを接合させる半田接合用表面処理構造体であって、

前記下地金属と前記電極との間に介在された半田層と、

前記下地金属と前記電極との間に介在されていると共に、前記半田層に直接形成されたAu45重量%乃至95重量%を含有するNi-Au合金層と、

を含む半田接合用表面処理構造体。

2. 請求の範囲1において、

上記Ni-Au合金層は、Au45重量%乃至95重量%、Ni55%乃至5重量%および除去が困難な微量の不純物を含む半田接合用表面処理構造体。

3. 請求の範囲2において、

上記電極は、希土類金属膜または希土類金属シリサイド膜またはそれらの複合膜からなるコンタクト層を含む半田接合用表面処理構造体。

4. 請求の範囲3において、

上記電極は、さらに、コンタクト層上に形成された鉄含有金属薄膜からなる拡散防止層を含み、

上記Ni-Au合金半田接合層は、上記拡散防止層上に形成される半田接合用表面処理構造体。

5. 半導体基板を、半田を用いて配設台に接合する半導体電極構造体であって、

該半導体基板上に形成した希土類金属膜又は希土類金属シリサイド膜
またはそれらの複合膜からなるコンタクト層と、

該コンタクト層上に形成した鉄含有金属薄膜からなる拡散防止層と、
該拡散防止層上に形成したNi-Au合金半田接合層と、
を含み、

上記Ni-Au合金半田接合層を半田を用いて配設台に接合する半導
体電極構造体。

6. 請求の範囲5において、

上記Ni-Au合金は、45重量%乃至95重量%のAuを含有する
半導体電極構造体。

7. 請求の範囲6において、

上記コンタクト層の不純物としての酸素含有量は、7重量%以下であ
る半導体電極構造体。

8. 請求の範囲7において、

上記コンタクト層における不純物の含有量は、重量%として、

Ca<1%、Mg<1%、Fe<1%、Zn<0.01%、Si<0.
01%、Al<0.01%である半導体電極構造体。

9. 請求の範囲8において、

上記コンタクト層の膜厚は、10~1000nmである半導体電極構
造体。

10. 請求の範囲6において、

上記拡散防止層における不純物の含有量は、重量%として、

30

C < 0.2%, Si < 0.5%, Mn < 1%, P < 0.03%, S < 0.03%, Ni < 3%, Cr < 2%, Mo < 0.5%である半導体電極構造体。

11. 請求の範囲10において、

上記拡散防止層の膜厚は、50～2000nmである半導体電極構造体。

12. 請求の範囲6において、

上記Ni-Au合金半田接合層は、45重量%乃至95重量%のAuを含有する半導体電極構造体。

13. 請求の範囲12において、

上記Ni-Au合金半田接合層の膜厚は、150～2000nmである半導体電極構造体。

14. 第1の部材をフラックスを用いずに第2の部材に接合する無フラックス半田付方法であって、

第1の部材の表面にNi-Au合金からなる表面処理層を形成した後、第1の部材の表面処理層を半田箔を介して第2の接合部材と対向設定し、還元雰囲気中で加熱することを特徴とする無フラックス半田付方法。

15. 請求の範囲14において、

上記Ni-Au合金は、45重量%乃至95重量%のAuを含有する無フラックス半田付方法。

16. 請求の範囲15において、

31

第1の部材は半導体基板であって、

この半導体基板上に希土類金属膜又は希土類金属シリサイド膜またはそれらの複合膜からなるコンタクト層を形成する工程と、

このコンタクト層上に鉄含有金属薄膜からなる拡散防止層を形成する工程と、 を含み、

この拡散防止層上に、上記Ni-Au合金からなる表面処理層を形成する無フラックス半田付方法。

17. 請求の範囲16において、

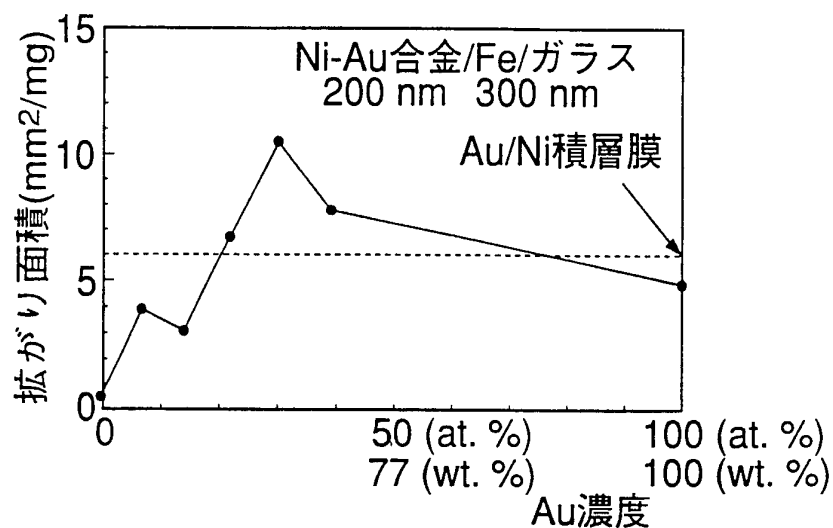
上記拡散防止層は、スパッタリング装置を用いたスパッタリングによって形成する無フラックス半田付方法。

18. 請求の範囲17において、

上記表面処理層は、拡散防止層形成後に同一のスパッタリング装置内でターゲットを変更して形成する無フラックス半田付方法。

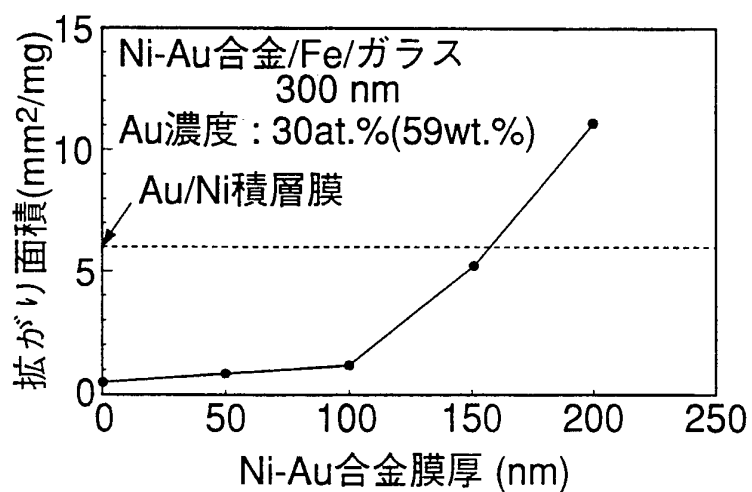
1/4

図 1



半田の拡がり面積とNi-Au合金組成比の関係

図 2



はんだの拡がり面積のNi-Au合金膜厚依存性

2/4

図 3

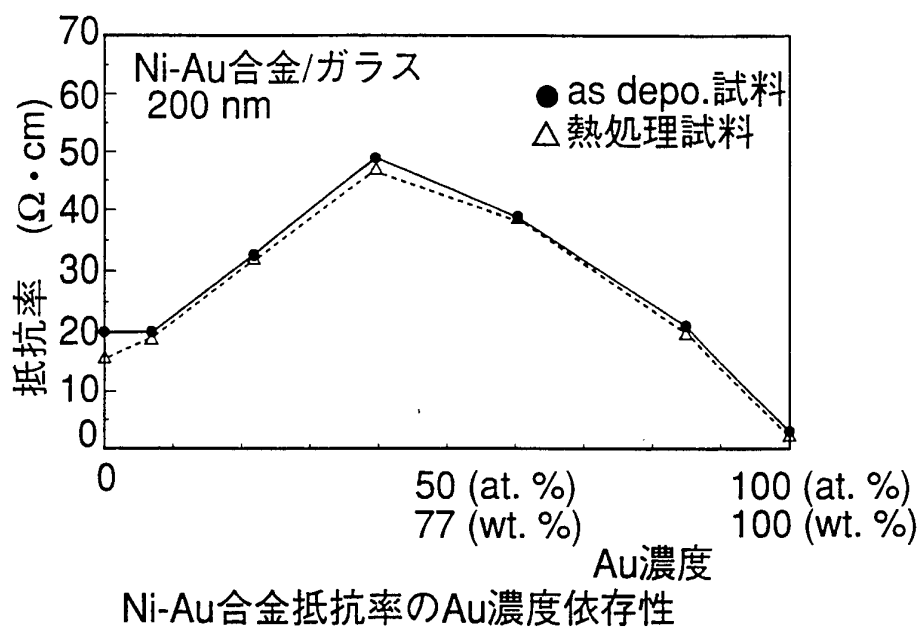
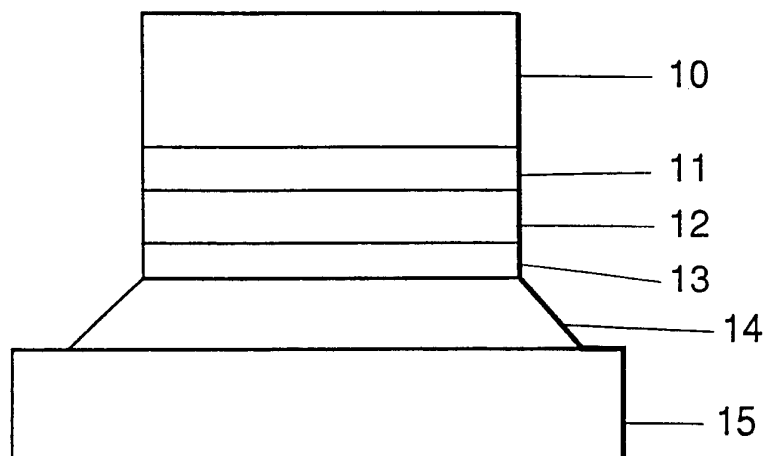


図 4



3/4

図 5

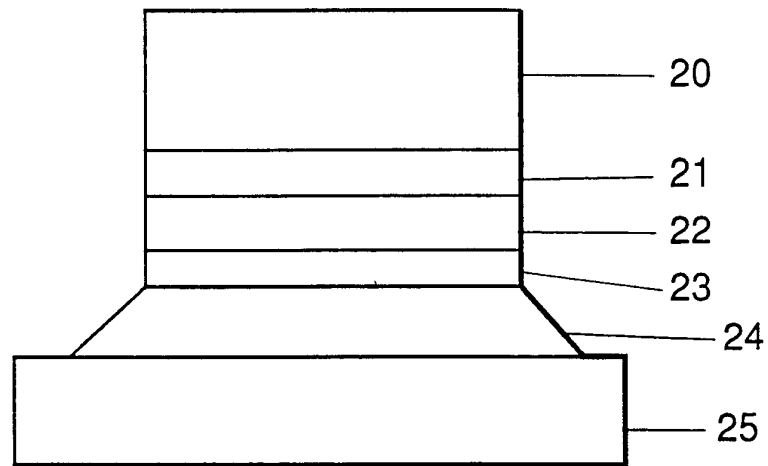
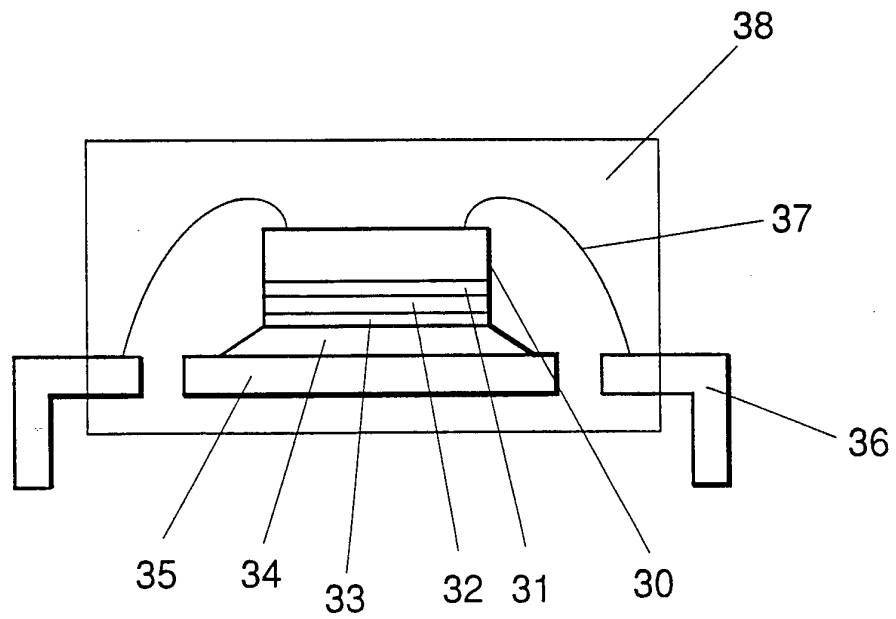
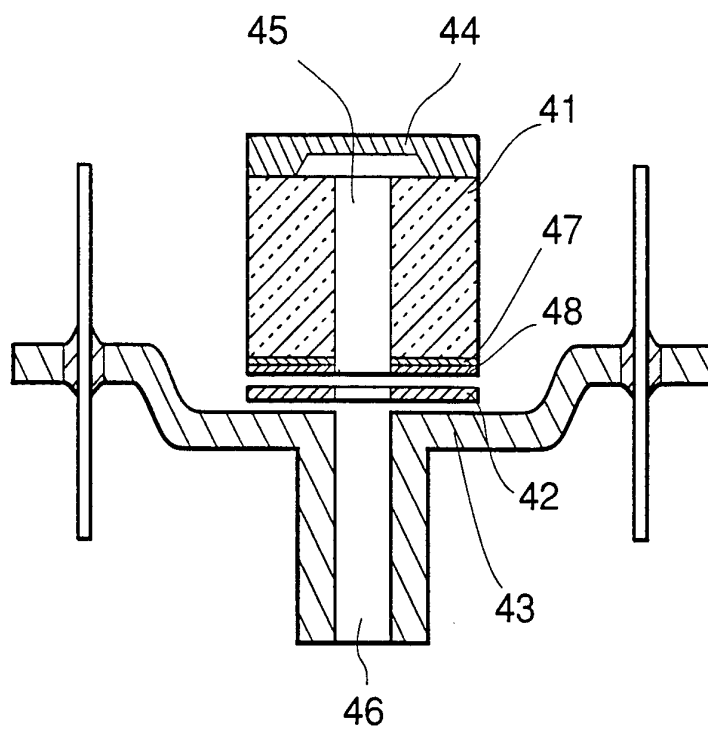


図 6



4/4

図 7



圧力センサに適用した場合の構成を示す図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/01788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ H01L21/52

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ H01L21/52-21/58, H01L21/28, H01L29/40-29/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, A, 57-63855 (International Business Machines Corp.), April 17, 1982 (17. 04. 82), Lower left column, page 2 & US, A, 4394673 & EP, A2, 48849	3-6, 15
Y	JP, A, 51-140565 (NEC Corp.), November 18, 1976 (18. 11. 76), Lower left column, page 1, (Family: none)	3-6, 15
Y	JP, A, 2-256249 (Hitachi, Ltd.), October 17, 1990 (17. 10. 90), Upper right column, page 4, (Family: none)	1-6, 14-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

February 21, 1994 (21. 02. 94)

Date of mailing of the international search report

March 15, 1994 (15. 03. 94)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L21/52

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L21/52-21/58, H01L21/28,
H01L29/40-29/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1993年
日本国公開実用新案公報 1971-1993年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 57-63855 (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション), 17. 4月. 1982 (17. 04. 82), 第2頁左下欄 & US, A, 4394673 & EP, A2, 48849	3-6, 15
Y	JP, A, 51-140565 (日本電気株式会社), 18. 11月. 1976 (18. 11. 76), 第1頁左下欄 (ファミリーなし)	3-6, 15

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 02. 94

国際調査報告の発送日

15. 03. 94

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松 本 邦 夫

4 M 9 0 5 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3461

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 2-256249 (株式会社 日立製作所), 17. 10月. 1990 (17. 10. 90), 第4頁, 右上欄 (ファミリーなし)	1-6, 14-16