

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3655916号
(P3655916)

(45) 発行日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(24) 登録日 平成17年3月11日(2005.3.11)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 S 5/022

H O 1 S 5/022

H O 1 L 23/02

H O 1 L 23/02

F

H O 1 L 23/02

J

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-379849 (P2003-379849)	(73) 特許権者	000190688 新光電気工業株式会社 長野県長野市小島田町80番地
(22) 出願日	平成15年11月10日(2003.11.10)	(74) 代理人	100077621 弁理士 綿貫 隆夫
(65) 公開番号	特開2005-101481 (P2005-101481A)	(74) 代理人	100092819 弁理士 堀米 和春
(43) 公開日	平成17年4月14日(2005.4.14)	(72) 発明者	西澤 裕訓 長野県長野市小島田町80番地 新光電気 工業株式会社内
審査請求日	平成16年7月21日(2004.7.21)	(72) 発明者	島山 靖 長野県長野市小島田町80番地 新光電気 工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2003-101222 (P2003-101222)		
(32) 優先日	平成15年4月4日(2003.4.4)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2003-312128 (P2003-312128)		
(32) 優先日	平成15年9月4日(2003.9.4)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置用キャップ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、

前記キャップ本体の表面に、パラジウムめっきが施され、

前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないピスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記キャップ本体の表面に被着されたパラジウムめっきのPdとの共晶反応により形成された共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする半導体装置用キャップ。

【請求項2】

金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、

前記キャップ本体の表面に、金めっきが施され、

前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないピスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記金めっきのAuとの共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする半導体装置用キャップ。

【請求項3】

金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、

前記キャップ本体の表面に、Sn-Zn合金めっき、Sn-Ni合金めっき、Zn-N

i 合金めっきおよび銀めっきのうちのいずれかのめっきが施され、

前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないビスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記キャップ本体の表面に被着されたためっき金属との共晶反応により形成された共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする半導体装置用キャップ。

【請求項4】

低融点ガラスが、Biを30重量%以上含有するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の半導体装置用キャップ。

【請求項5】

前記キャップ本体に被着された金属の表面が、結晶粒度 $0.5\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の粗面に形成され、前記共晶合金層を介して光透過窓がキャップ本体に封着されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項記載の半導体装置用キャップ。

10

【請求項6】

前記キャップ本体に被着された金属が、複数層にめっきを積層して形成され、積層されたためっき層のうちの少なくとも一つのめっき層の表面が、めっきの結晶粒度が $0.5\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の粗面に形成されていることを特徴とする請求項5記載の半導体装置用キャップ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体装置用キャップに関し、より詳細にはキャップ本体に低融点ガラスを用いて光透過窓が封着された半導体装置用キャップに関する。

20

【背景技術】

【0002】

レーザダイオードを搭載した半導体装置には、レーザダイオードを搭載したステムに図1に示すような半導体装置用キャップ10を接合してレーザダイオードを気密に封止した製品がある。この半導体装置用キャップ10は、金属材料をプレス加工して形成したキャップ本体12の光透過孔12aの周縁部に、ガラス板からなる光透過窓14を低融点ガラス16により封着して形成されているものである。

【0003】

光透過窓14をキャップ本体12に封着する従来方法には、キャップ本体12を大気中で加熱して表面に酸化膜を形成し、酸化膜を利用して低融点ガラスにより光透過窓14を封着する方法、キャップ本体12の表面にニッケルめっきを施し、封着時に低融点ガラスとニッケルめっきとの界面に、低融点ガラスに含まれる鉛成分とニッケルとの共晶反応によるNi-Pb共晶合金層を形成して封着する方法がある。

30

図3は、ニッケルと低融点ガラスに含まれるPbとの共晶反応を利用してキャップ本体12に光透過窓14を封着した封着部の構成(図1のA部分)を拡大して示した説明図である。12がキャップ本体の金属部であり、18がキャップ本体12に施されたニッケルめっき、20がNi-Pb共晶合金層である。

【0004】

ところで、近年、鉛が環境に悪影響を及ぼすことから、各種製品の製造段階における無鉛化が進められている。上記の鉛を含有する低融点ガラスを使用する半導体装置用キャップにおいても同様に無鉛化が求められ、無鉛の低融点ガラスを用いて半導体装置用キャップを製造する方法が提案されている。たとえば、光透過窓14を封着する封着用ガラスとして、鉛を含有しないSnO-P₂O₅系ガラスを使用するといった方法である(たとえば、特許文献1参照)。

40

【特許文献1】特開2003-34549号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

このように、レーザダイオードを搭載する半導体装置用キャップの製造工程においても、上述した、 $\text{SnO} - \text{P}_2\text{O}_5$ 系ガラスを使用するといった方法によって無鉛化が図られているのであるが、 $\text{SnO} - \text{P}_2\text{O}_5$ 系ガラスは、高度の気密性および耐久性が求められる半導体装置用キャップとしては、耐湿性、信頼性の点で必ずしも満足できるものではないという課題があった。

【0006】

そこで、本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、鉛を含有しない低融点ガラスを光透過窓をキャップ本体に封着する封着材として使用することによって製造工程における無鉛化を図ることができ、レーザダイオード等の光素子を搭載する半導体装置に好適に使用することができる耐湿性にすぐれ信頼性の高い半導体装置用キャップを提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記目的を達成するため次の構成を備える。

すなわち、金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、前記キャップ本体の表面に、パラジウムめっきが施され、前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないビスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記キャップ本体の表面に被着されたパラジウムめっきのPdとの共晶反応により形成された共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする。

なお、ビスマス系の低融点ガラスとは、Biを主要構成部分とする（たとえば、30重量%以上含有する）低融点ガラスの意であり、本発明においては鉛成分を含有しないものをいう。また、低融点ガラスとは、光透過窓よりも融点が高いガラスをいい、光透過窓が溶融しない加熱温度下で光透過窓を封着するために用いられる。光透過窓の封着には500程度で溶融する低融点ガラスが用いられる。したがって、キャップ本体の表面にめっき等の公知の成膜方法を利用して被着する金属としては、光透過窓を封着する際の封着温度以下で低融点ガラスに含まれているBiと共晶合金を形成する金属が用いられる。

【0008】

また、金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、前記キャップ本体の表面に、金めっきが施され、前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないビスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記金めっきのAuとの共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする。

また、金属からなるキャップ本体に低融点ガラスを封着材として光透過窓が封着された半導体装置用キャップにおいて、前記キャップ本体の表面に、Sn-Zn合金めっき、Sn-Ni合金めっき、Zn-Ni合金めっきおよび銀めっきのうちのいずれかのめっきが施され、前記光透過窓が、前記封着材として用いられた鉛を含まないビスマス系の低融点ガラスに含有されたBiと、前記キャップ本体の表面に被着されためっき金属との共晶反応により形成された共晶合金層を介して、前記キャップ本体に封着されていることを特徴とする。

また、低融点ガラスが、Biを30重量%以上含有するものは、キャップ本体に光透過窓を確実に封着できる点で好適である。

【0009】

また、前記キャップ本体に被着された金属の表面が、結晶粒度 $0.5\mu\text{m} \sim 1.0\mu\text{m}$ の粗面に形成され、前記共晶合金層を介して光透過窓がキャップ本体に封着されていることにより、光透過窓とキャップ本体との接着強度を向上させることができる。キャップ本体の表面に被着する金属の表面を粗面に形成する方法としては、キャップ本体の表面にめっきを施す際に表面が粗面になるようにめっきする方法、キャップ本体の表面に被着された金属を化学的にエッチングする方法、サンドブラスト法等の物理的な方法によることができる。

また、前記キャップ本体に被着された金属が、複数層にめっきを積層して形成され、積層されためっき層のうちの少なくとも一つのめっき層の表面が、めっきの結晶粒度が $0.5\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$ の粗面に形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る半導体装置用キャップは、鉛を含有しないビスマス系の低融点ガラスを用いて光透過窓をキャップ本体に封着してなるから、半導体装置用キャップの製造工程での無鉛化を図ることができ、これによって環境に悪影響を与えない半導体装置用キャップとして提供することができる。また、低融点ガラスに含有されるBiと、キャップ本体の表面に被着された金属との共晶反応によって形成された共晶合金層を介して光透過窓が封着されることにより、光透過窓が気密にキャップ本体に封着され、耐湿性の良好な半導体装置用キャップとして得られる等の著効を奏する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の好適な実施の形態について添付図面にしたがって詳細に説明する。

本実施形態の半導体装置用キャップは、図1に示すように、キャップ本体12にガラス板からなる光透過窓14を、封着材として低融点ガラスを用いて封着してなるものである。キャップ本体12は金属材料をプレス加工してキャップ状に成形され、上部に光透過孔12aが設けられたものである。光透過窓14は光透過孔12aの周縁部に低融点ガラス16によって封着されている。キャップ本体12の材質はとくに限定されるものではなく、たとえば、鉄、鉄-ニッケル合金、鉄-コバルト-ニッケル合金等が使用できる。

20

【0012】

本実施形態の半導体装置用キャップにおいて特徴的な構成は、キャップ本体12に光透過窓14を封着する封着材として、従来使用されている鉛系の低融点ガラスにかえて、鉛を含有しないビスマス系の低融点ガラスを使用すること、およびキャップ本体12の表面に、封着材として使用するビスマス系の低融点ガラスに含まれているBiと光透過窓14の封着温度で共晶反応を生じる金属を被着させておき、低融点ガラスを溶融して光透過窓14を封着する際に、キャップ本体12と低融点ガラスとの界面に、キャップ本体12に被着されている金属と低融点ガラスに含まれているBiとの共晶合金層を形成して封着するようにしたことにある。

30

【0013】

ビスマス系の低融点ガラスを用いて光透過窓14を封着する際に、ビスマス系の低融点ガラスとの間で共晶反応をおこす金属としては、Au、Ag、Sn、Zn、Pd等がある。したがって、キャップ本体12の表面にAu、Ag、Sn、Zn、Pd等のビスマス系の低融点ガラスとの間で共晶反応をおこす金属をめっき等によって被着しておくことにより、光透過窓14を封着する際に、Biとこれら金属との共晶合金層を形成して光透過窓14を気密に封着することが可能になる。

キャップ本体12の表面に設ける共晶合金層を形成するための金属は、共晶反応を起こさせるに十分な厚さに設けておけばよい。めっきによりBiと共晶反応をおこす金属をキャップ本体12に被着する際に、キャップ本体12の保護用として下地めっきが必要な場合には、たとえばキャップ本体12にニッケルめっきを施し、次いで、上記の共晶反応をおこさせる金属によるめっきを施せばよい。

40

【0014】

以下では、ビスマス系の低融点ガラスを使用し、キャップ本体12に金めっきを施して、半導体装置用キャップを製造する例について説明する。

ビスマス系の低融点ガラスの組成には種々のものがあるが、本実施形態では、少なくとも SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 、 MgO 、 ZnO 、 Bi_2O_3 を含むものを使用した。ここで、 Bi_2O_3 は低融点ガラスの主要構成成分であり、本実施形態で使用した低融点ガラスは、 Bi_2O_3 を50重量%含有するものである。 Bi_2O_3 はキャップ本体12の表面に被着された金属と共晶反応して光透過窓14を気密に封着するものであるから、低融点ガラ

50

素材中に相当程度(30重量%以上程度)含有しているものである必要がある。このBi系の低融点ガラスは、キャップ本体12の光透過窓12aの寸法に合わせてあらかじめリング状のタブレットに粉末成形したものをキャップ本体12および光透過窓14とともに治具にセットして使用するか、あるいはペースト状に成形したものを光透過窓14に塗布して使用する。

【0015】

本実施形態では、キャップ本体12については、まず、下地めっきとしてニッケルめっきを施し、次いで金めっきを施した。ニッケルめっきおよび金めっきはともにバレルめっきによる電解めっきによってキャップ本体12の外面の全面に設ける。ニッケルめっきの厚さは2 μ m程度、金めっきの厚さは、0.1 μ m程度である。低融点ガラスに含まれているBiと共晶合金を形成するためには、金めっきは0.1 μ m程度の厚さがあればよい。

10

【0016】

次に、光透過窓14をキャップ本体12に融着する治具に、キャップ本体12と低融点ガラスのタブレットと光透過窓14とをセットする。

次いで、これらキャップ本体12、タブレット、光透過窓14をセットした状態で治具ごと加熱炉に入れ、窒素ガス雰囲気中で500 $^{\circ}$ Cまで加熱し、低融点ガラスを熔融してキャップ本体12に光透過窓14を封着する。加熱炉内で低融点ガラスが熔融される際に、キャップ本体12の表面に被着された金めっきのAuと低融点ガラスに含まれているBiとが共晶反応を起こし、Au-Biの共晶合金が形成されて光透過窓14がキャップ本体12に封着される。AuとBiの共晶反応は240 $^{\circ}$ C程度で生じるから、低融点ガラスが熔融される際に容易にAu-Bi共晶合金層が形成される。

20

【0017】

図2は、光透過窓14とキャップ本体12との封着部の構成(図1のA部分)を拡大して説明的に示したものである。

図2(a)は、ビスマス系の低融点ガラス16aによって光透過窓14を封着する前の状態を示し、図2(b)はビスマス系の低融点ガラス16aによって光透過窓14を封着した後の状態を示す。図2(a)に示すように、キャップ本体12には下地めっきとしてニッケルめっき18が施され、ニッケルめっき18の表面に金めっき22が施されている。

【0018】

図2(b)に示すように、光透過窓14が封着された状態では、ビスマス系の低融点ガラス16aに含まれているBiと金めっき22のAuとが拡散して共晶反応が生じ、キャップ本体12と低融点ガラス16aとの界面にAu-Biの共晶合金層24が形成され、このAu-Biの共晶合金層24によって光透過窓14がキャップ本体12に気密に封着される。

30

【0019】

図3は、本発明に係る半導体装置用キャップの他の実施形態として、キャップ本体12の表面にパラジウムめっき25を施し、上述した実施形態と同様にビスマス系の低融点ガラスを使用して、光透過窓14をキャップ本体12に封着した例を示す。

図3(a)が光透過窓14を封着する前の状態、図3(b)が光透過窓14を封着した後の封着部の構成を示す。

40

上述した実施形態と同様に、キャップ本体12に下地めっきとしてニッケルめっきを施し、次いで、パラジウムめっきを施した。パラジウムめっきの厚さは0.1 μ mである。BiとPdの共晶反応がおきる温度は約256 $^{\circ}$ Cであり、ビスマス系の低融点ガラスを使用して500 $^{\circ}$ Cの加熱炉内で加熱することにより、低融点ガラス16aとキャップ本体12との界面にPd-Bi共晶合金層26が形成され、光透過窓14がキャップ本体12に気密に封着される。

【0020】

前述したキャップ本体12の表面に金めっき22を施した半導体装置用キャップでは、キャップ本体12の表面が光沢を有するのに対して、本実施形態のキャップ本体12の表

50

面にパラジウムめっき 25 を施した半導体装置用キャップの場合は、キャップ本体 12 の表面の光沢度が金めっき 22 による場合にくらべて低下し、表面が粗面状になるとともに、光沢のないくすんだ色となる。これによって、キャップ内面での光の反射を抑える作用が生じる。

【0021】

なお、本実施形態でパラジウムめっき 25 の下地めっきとして施すニッケルめっき 18 を、めっきの表面が粗面になるようにめっきすることにより、光透過窓 14 をより強固にキャップ本体 12 に融着することができる。これは、ニッケルめっき 18 の表面を粗面に形成したことにより、アンカー作用が付加されて光透過窓 14 がキャップ本体 12 に融着されるためと考えられる。

10

【0022】

【表 1】

Pd/Ni	Ni下地めっき	封着強度
①	通常めっき	3.8kgf
②	粗面めっき	4.9kgf

表 1 は、キャップ本体 12 にニッケルめっき 18 とパラジウムめっき 25 を施し、ピスマス系の低融点ガラスを用いて光透過窓 14 を封着する際に、ニッケルめっき 18 を通常
20
のめっき方法で形成した場合と、表面が粗面になるように形成した場合での光透過窓 14 の接着強度を測定した結果を示す。

【0023】

表 1 に示す測定結果は、下地のニッケルめっき 18 を表面が粗面になるように形成することによって、光透過窓 14 の接着強度が有効に向上することを示す。

キャップ本体 12 の表面に Bi と共晶反応をおこす金属をめっきする際に、ニッケルめっき等の下地めっきを施す場合は、この実施形態のように、下地めっきの表面が粗面になるようにめっきすることによって光透過窓 14 とキャップ本体 12 との接着強度を向上させることが可能である。

なお、下地めっきの厚さは 2 ~ 9 μm 程度であり、下地めっきの表面を粗面に形成した
30
場合のめっき表面は結晶粒度が 0.5 μm ~ 1.0 μm の粗面となる。

【0024】

上記実施形態は、下地めっきのニッケルめっき 18 の表面を粗面に形成した例であるが、下地めっきの表面に形成するパラジウムめっき 25 を表面が粗面になるようにめっきして、光透過窓 14 とキャップ本体 12 との接着強度を向上させるようにすることも可能である。すなわち、Bi との共晶反応をおこすためのめっきを、表面が粗面になるようにめっきすることにより、通常のめっき方法によってパラジウムめっき 25 を施した場合にくらべて光透過窓 14 とキャップ本体 12 との接着強度を向上させることができる。

【0025】

なお、下地めっきの表面あるいは Bi との共晶反応をおこさせるためにキャップ本体 1
2
2 の表面に被着する金属の表面を粗面に形成する方法としては、表面が粗面になるようにめっきする方法の他に、金属の表面が粗面になるように化学的にエッチングする方法、サンドブラスト等の物理的な方法によって金属の表面を粗面に形成する方法が利用できる。

40

【0026】

図 4 は、本発明に係る半導体装置用キャップのさらに他の実施形態として、キャップ本体 12 の表面に Sn - Zn (錫 - 亜鉛) の合金めっき 27 を施し、ピスマス系の低融点ガラスを使用して光透過窓 14 をキャップ本体 12 に封着した例を示す。図 3 (a) が光透過窓 14 を封着する前の状態、図 3 (b) が光透過窓 14 を封着した後の状態を示す。この実施形態の場合も下地めっきとしてニッケルめっき 18 を施し、ニッケルめっき 18 の表面に Sn - Zn の合金めっき 27 を施した。Bi と Sn - Zn 合金との共晶反応がおきる温
50

度は約200度であり、ビスマス系の低融点ガラスを用いて光透過窓14を封着する操作によって、低融点ガラス16aとキャップ本体12との界面にSn-Zn-Bi共晶合金層28が形成され、これによって、光透過窓14を気密にキャップ本体12に封着することができる。

【0027】

なお、BiとSnとの共晶反応がおきる温度は約140度、BiとZnとの共晶反応がおきる温度は254度、BiとAgとの共晶反応がおきる温度は260度であり、上述した各実施形態と同様にキャップ本体12の表面にSn-Ni合金めっきあるいはZn-Ni合金めっきあるいは銀めっきを施し、ビスマス系の低融点ガラス16aを用いて光透過窓14を封着する操作によって、低融点ガラスとキャップ本体12との界面に、Sn-Bi共晶合金層、Zn-Bi共晶合金層、Ag-Bi共晶合金層を形成して、光透過窓14をキャップ本体12に気密に封着することができる。

10

キャップ本体12の表面にSn-Ni合金めっき、Zn-Ni合金めっき、Sn-Zn合金めっきを施した場合は、キャップ本体12の表面が粗面状になり、キャップ本体12の表面にパラジウムめっきを施した場合と同様に、金めっきを施した場合に比べてキャップ内面での光の反射を抑えることができ、半導体装置のノイズの発生を抑えることができるという利点がある。

【0028】

以上説明したように、本発明に係る半導体装置用キャップは、光透過窓14をキャップ本体12に封着する封着材として、まったく鉛を含有しないビスマス系の低融点ガラスを使用して組み立てられたものであり、半導体装置用キャップの製造工程における無鉛化を達成することが可能となる。また、ビスマス系の低融点ガラスを封着材とし、低融点ガラスに含まれているBiとキャップ本体の表面にめっき等によって被着された金属との共晶合金層を形成し、共晶合金層を介して光透過窓をキャップ本体12に封着したことによって、光透過窓14がキャップ本体12に気密に封着され、従来のSnO-P₂O₅系ガラスを用いた半導体装置用キャップにくらべて耐湿性、気密性にすぐれた半導体装置用キャップとして提供することができ、気密性、信頼性が求められるレーザダイオードを搭載する半導体装置等に好適に使用することが可能となる。

20

なお、本発明に係る半導体装置用キャップは、レーザダイオードを搭載する半導体装置に限らず、一般の光透過窓を備える半導体装置に用いる半導体装置用キャップとして利用することも可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】半導体装置用キャップの構成を示す説明図である。

【図2】光透過窓の封着部の構成を示す説明図である。

【図3】光透過窓の封着部の他の構成を示す説明図である。

【図4】光透過窓の封着部のさらに他の構成を示す説明図である。

【図5】光透過窓の封着部の従来の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

【0030】

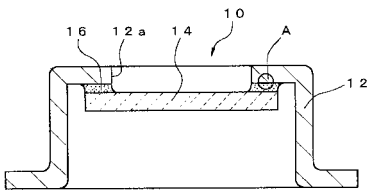
- 10 半導体装置用キャップ
- 12 キャップ本体
- 12a 光透過孔
- 14 光透過窓
- 16 低融点ガラス
- 16a ビスマス系の低融点ガラス
- 18 ニッケルめっき
- 22 金めっき
- 24 共晶合金層
- 25 パラジウムめっき

40

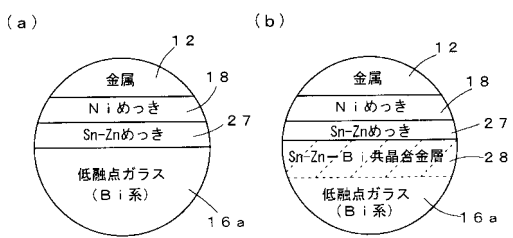
50

- 26 Pd - Bi 共晶合金層
- 27 Sn - Zn 合金めっき
- 28 Sn - Zn - Bi 共晶合金層

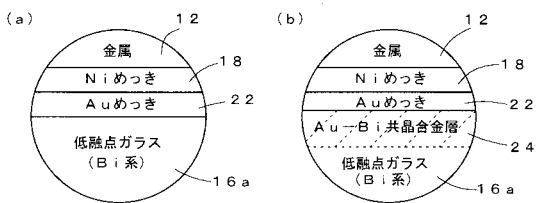
【図1】



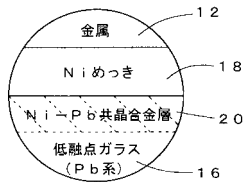
【図4】



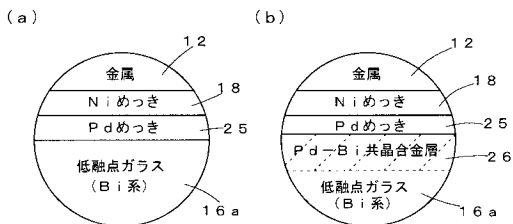
【図2】



【図5】



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 依田 稔久
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内
- (72)発明者 川村 賢二
長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内

審査官 土屋 知久

- (56)参考文献 特開平4 - 333264 (JP, A)
特開2002 - 76491 (JP, A)
特開平8 - 59294 (JP, A)
特開平7 - 99368 (JP, A)
特開2001 - 107193 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01S 5/00 - 5/50
H01L 31/00 - 31/392
H01L 31/08 - 31/09
C03C 1/00 - 14/00