

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2011年12月22日(22.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2011/158811 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 33/62 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/063542
- (22) 国際出願日: 2011年6月13日(13.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2010-136596 2010年6月15日(15.06.2010) JP  
特願 2010-142664 2010年6月23日(23.06.2010) JP  
特願 2010-157132 2010年7月9日(09.07.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小林 良聡(KOBAYASHI, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 松田 晃(MATSUDA, Akira) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

Tokyo (JP). 鈴木 智(SUZUKI, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 菊池 伸(KIKUCHI, Shin) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 橘 昭頼(TACHIBANA, Akira) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 座間 悟(ZAMA, Satoru) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

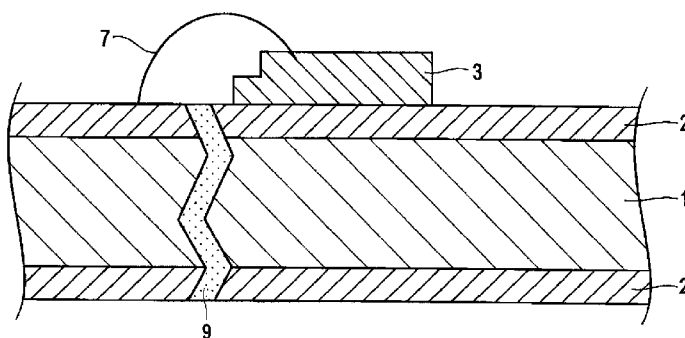
- (74) 代理人: 飯田 敏三, 外(IIIDA, Toshizo et al.); 〒1050004 東京都港区新橋3丁目1番10号 石井ビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: LEADFRAME FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING LEADFRAME FOR OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE, AND OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 光半導体装置用リードフレーム、光半導体装置用リードフレームの製造方法、および光半導体装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a leadframe for an optical semiconductor device, wherein a reflecting layer is provided on a part of or whole outermost surface of a base body, said outermost surface being on one side and/or both the sides of the base body. The reflecting layer has, on the outermost surface of a region where at least light emitted from an optical semiconductor element is reflected, a structure wherein at least the surface of a plating structure composed of a metal or an alloy of the metal is mechanically deformed. Also disclosed are a method for manufacturing the leadframe, and an optical semiconductor device provided with the leadframe.

(57) 要約: 基体の最表面の、少なくとも片面もしくは両面に、一部もしくは全面に反射層を具備してなる光半導体装置用リードフレームであって、前記反射層が、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域の最表面において、金属またはその合金からなるめっき組織の少なくとも表面が機械的に変形された組織を有する、光半導体装置用リードフレーム、その製造方法、及びそれを具備してなる光半導体装置。



WO 2011/158811 A1



SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア  
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ  
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,  
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

光半導体装置用リードフレーム、光半導体装置用リードフレームの製造方法、および光半導体装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、光半導体装置用リードフレームとその製造方法、および光半導体装置に関する。

### 背景技術

[0002] 光半導体装置用リードフレームは、例えばLED (Light Emitting Diode) 素子等の光半導体素子である発光素子を光源に利用した各種表示用・照明用光源の構成部材として広く利用されている。その光半導体装置は、例えば基板にリードフレームを配し、そのリードフレーム上に発光素子を搭載した後、熱、湿気、酸化等の外部要因による発光素子やその周辺部位の劣化を防止するため、発光素子とその周囲を樹脂やセラミックなどで封止している。

リードフレームを用いたLEDの場合、銅条などの素材をプレスやエッチング加工により、抜き形状とした後にAgやAu/Pdなどのめっきが施されて使用される。

[0003] ところで、LED素子を照明用光源として用いる場合、リードフレームの反射材には可視光波長(400~800nm)の全領域において反射率が高い(例えば硫酸バリウムや酸化アルミニウムなどの基準物質に対する反射率が80%以上)ことが求められる。

さらに近年、紫外線(近紫外を含む)を発光するLEDの用途が拡大しており、紫外線を用いる測定・分析機器の光源、光触媒作用による空気清浄装置、紫外線センサ、紫外硬化樹脂の硬化用光源などにもLED素子を用いた光半導体装置が用いられるようになってきている。この光半導体装置の反射材には、近紫外域(波長340~400nm)において反射率が高いことが

求められている。

さらに、白色光を用いる照明用やバックライト向けのLEDにおいても、演色性の観点から、従来用いられていた青色LEDチップと黄色蛍光体に代えて、紫色・近紫外・紫外LEDチップとRGB蛍光体（赤色、緑色、青色）を用いる手法が開発されている。この手法において、光半導体装置の反射材には、近紫外域（波長340～400nm）および可視光波長（400～800nm）における反射率が高いことが求められる。

[0004] また、白色光を放射するLEDを実現する手法としては、赤（R）、緑（G）、青（B）のすべての色を出すチップを3個並べる手法、青色LEDチップに黄色の蛍光体を分散した封止樹脂を用いる手法、さらには紫外から近紫外域の波長を発するLEDチップにそれぞれR、G、Bの蛍光体を分散した封止樹脂を用いる手法の、主に3つに大別される。従来は青色チップに黄色の蛍光体を分散した封止樹脂を用いる手法が主流であったが、この方法では特に赤色系統の演色性が不十分であるなどの観点から、近年は発光波長帯に紫外域を含むLEDチップを用いる手法が注目を集めており、例えば波長375nm近辺のLED素子を使用し、RGB蛍光体を封止樹脂に混ぜて白色光を発光する手法が検討されている。

[0005] また、封止材との密着性を向上させることでリードフレーム材の酸化等の腐食を抑制することが求められている。リードフレーム材が経時変化により反射率が劣化するとLEDの輝度が著しく低下する。これはLEDの寿命に直接関わるため、封止材との密着性に優れたリードフレーム材の研究が進められている。

[0006] リードフレーム材が経時変化により反射率が劣化することを抑えるために、反射率が高い金属と耐候性に優れた金属との合金化などの手法が取られる事があるが、反射率の低下が避けられない。特に銀やアルミニウムなど元から反射率が高い金属においては合金化による反射率の低下は顕著である。そのため、封止材のガス透過性を低くしつつ、リードフレーム材と封止材の密着性を向上させることで、リードフレーム材の経時変化による反射率の劣化

を抑制する手法が検討されている。

[0007] このような要求に応じて、LED素子が実装されるリードフレーム上には、特に可視光域の光反射率（以下、反射率という）の向上を目的として、銀または銀合金からなる層（皮膜）が形成されているものが多い。銀の皮膜は、可視光域における反射率が高いことが知られており、具体的には、銀めっき層を反射面に形成すること（特許文献1）や、銀または銀合金皮膜形成後に200℃以上で30秒以上の熱処理を施し、当該皮膜の結晶粒径を0.5μm～30μmとすること（特許文献2）が知られている。また、銀めっき後に圧延を実施後、加熱処理を行ったバネ用の電気接点材が知られており、圧延を行うことでめっき結晶粒間の結合力が強化され、耐摩耗性が向上することが知られている（特許文献3）。また、リフレクター用Ag合金反射膜及び該膜形成用のAg合金スパッタリングターゲットにおいて、銀合金反射膜における表面粗さRaを2.0nm以下にすること（特許文献4）が知られている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0008] 特許文献1：特開昭61-148883号公報  
特許文献2：特開2008-016674号公報  
特許文献3：特許第3515226号  
特許文献4：特開2005-29849号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1のように、銀またはその合金皮膜を単純に形成しただけの場合、特に近紫外域（波長340～400nm）における反射率の低下が大きく、可視光域の約400nm付近から短波長側（300nm～400nm付近）の反射率低下が避けられないことが分かった。

[0010] また、特許文献2のように、表面粗さ0.5μm以上の下地材料表面に、

銀または銀合金の皮膜の結晶粒径を $0.5\ \mu\text{m}\sim 30\ \mu\text{m}$ とすると、可視光領域の反射率は良好であり、全体的な反射率改善効果は認められるが、本件図8の従来例、並びに特許文献2の図8および図9に見られるように、近紫外域( $340\sim 400\ \text{nm}$ )、特に $345\ \text{nm}\sim 355\ \text{nm}$ 付近に吸収ピークが見られており、発光波長 $375\ \text{nm}$ のLEDチップを使用すると、可視光領域よりも反射率が低い部分に相当することがわかる。このとき、例えば発光波長 $450\ \text{nm}$ の青色LEDチップ搭載の場合と比べると、発光波長 $375\ \text{nm}$ のLEDチップを使用したときと比べて反射率が約10%も低いことが分かる。この吸収ピーク出現は、詳細に関しては不明であるが、単に結晶粒径の調整だけでは近紫外域、特に $345\ \text{nm}\sim 355\ \text{nm}$ 付近の反射率が改善されにくく、結晶粒径とは別の特性が反射率改善に寄与していることが示唆される結果である。

[0011] また、近紫外域( $340\sim 400\ \text{nm}$ )、特に $345\sim 355\ \text{nm}$ 付近の吸収ピークは、可視光領域( $400\ \text{nm}$ 付近 $\sim 800\ \text{nm}$ 付近)の反射率にも影響を及ぼしており、可視光領域全体の反射率の低下にもつながっている。この問題は特に近紫外域に近い波長では顕著に現われる。

LEDの発光効率は年々改善されているものの未だに20%程度であるので、反射率が10%低いことは輝度の大幅な低下を意味する。このため、近紫外域である波長 $340\sim 400\ \text{nm}$ のチップを使用するに当り、この波長領域の反射率改善が必要とされる。リードフレーム材の反射率を向上させることで、LED一個辺りの輝度を向上させることが可能になる。反射効率増加による省電力化、照明辺りのLED使用個数減など、多くのメリットが見込める。

リードフレームと封止材との密着性が悪いと、発生した剥離部よりガスが浸透し、銀などのリードフレーム表面は変色し、反射率が低下してしまう。封止材の密着性を向上させたリードフレームが求められる。

また、特許文献4では銀合金反射膜の表面粗さを $2.0\ \text{nm}$ 以下とすることで $400\sim 450\ \text{nm}$ の波長領域の反射率の改善をしている。しかし近紫

外域における吸収ピークについての記述が無い。また、合金化により加熱時の劣化を抑えているが、リードフレーム材として使用するために必要な封止材との密着性を向上させることには至っていない。

リードフレーム材の反射皮膜の合金化、結晶粒径といったものでは、反射率を十分に満足できず課題を解決できない。LEDの発光効率は年々改善されているものの未だに20%程度であるので、反射率が10%低いことは輝度の大幅な低下を意味する。近紫外域から可視光域(340~800nm)の反射率改善が必要とされる。また、単に平滑にするだけでは、封止材との密着性が不十分であり課題を解決できない。高い反射率を長期に渡って保持するためにリードフレーム材と封止材との密着性を向上させる必要がある。

[0012] 本発明者らは鋭意検討を行った結果、めっきで形成された結晶粒界が当該波長の吸収ピークを形成していることを突き止めた。この結晶粒界を減少させるか、粒界の間隙を狭くして光が吸収されないようにすることで、吸収ピークを消滅せしめることを試みた。

この問題を解決するために、特許文献2では、めっき後の熱処理によって銀めっきの結晶粒を粗大化させて、結晶粒と結晶粒の間隙を小さくし、その結果、反射率を上げる手法を採用している。しかし、熱処理によって結晶粒を粗大化させても、例えば、3つ以上の結晶粒が近接している領域を考えると、必ずしも、それらの結晶粒の間隙を完全に消滅させたり、間隙を狭くすることはできないことがわかった。このため、このような熱処理された材料を使って製品とした場合、光発光素子の発光に伴う発熱によって、前記めっきされた銀の結晶粒の間隙を介して、下地材料である基体や下地めっき層が外部の空気と接触して酸化され、また、めっきされた銀の酸化が促進されて、めっき剥がれの原因となっていると考えられる。さらに、結晶粒が表面側に粗大化すれば、表面での粗さが増大してしまうために、より大きくなった表面粗さに影響を受けて反射率が悪化することも考えられる。

また、表面を平滑にするためのめっきとして、レベラ(レベリング剤、平滑化剤)を使用するという手法がある。しかし、下地材料の表面粗さの影響

を受けないで、めっき表面を平滑化するためには、ある程度のめっき厚さが必要で、例えば、表面粗さ $0.5\mu\text{m}$ 以上の下地材料の表面に、平滑なめっきを行う場合、めっき厚は例えば $10\mu\text{m}$ 以上であれば、下地材料の表面粗さの影響を受けずに平滑なめっき表面での表面粗さが得られる。このようにめっき厚さを増加させることになるので、反射率改善手段としては、なお改善の余地があると考えられる。加えて、レベリング剤を用いて平滑化を図った場合には、得られる表面は前記リードフレームに要求される反射率、ワイヤボンディング性、樹脂密着性などを満足することができないので、この点でも改善が必要であった。

[0013] さらに、特許文献3には反射率など光学特性に関する知見は一切なく、反射率を向上させる目的での圧延加工ではない。また、圧延加工後に接点材としての特性を持たせるための低温焼鈍（加熱処理）を行っているので、その加熱により基体成分が表層にまで拡散して反射率を低下させてしまうことが分かった。これは、通常の電気接点材用途の場合は、多少の表面拡散が生じていても摺動により新生面が露出して良好な導通が得られるので接点特性は保たれるが、光半導体装置に本技術を展開しようとした時、最表面の状態が光学的反射現象に最も寄与するので、反射率が低下してしまうものと考えられる。このことから、単純にめっき後に圧延を実施して焼鈍を行うだけでは、光半導体用リードフレーム用に容易に展開できないことが伺える。

[0014] LEDモジュールの発光効率は、LEDチップの発光効率のほか、リードフレーム表面の反射率にも影響を受ける。リードフレーム表面の反射率が低いと、LEDモジュールの発光効率が低下するだけでなく、リードフレーム表面における発熱が増大し、封止樹脂を劣化させるなど、LEDモジュールの寿命を短くする原因にもなる。

このため、紫外光を発するLEDチップを用いた演色性の高いLEDモジュールを実現しようとする場合、波長 $340\sim 400\text{nm}$ の近紫外域におけるリードフレームの反射率改善の要望は非常に強い。

[0015] また、現在もなお白色LEDモジュールに搭載されている光半導体チップ

の発光波長は450nm近辺が主流である。このため、可視光域における反射率向上は、LEDモジュールの輝度向上において非常に有効であり、銀皮膜の反射率理論値（450nmで反射率98%程度）に限りなく近づけることが求められているものの、未だに改善の余地がある。また、銀以外の金属もしくはその合金からなる皮膜の場合であっても、光半導体リードフレームとして要求される近紫外域から可視光域における高い反射率を達成することが要求されていた。

[0016] そこで、本発明は、発光波長に近紫外～可視光域（波長340～800nm）を含むLED・フォトカプラ・フォトインタラプタなどに使用される光半導体装置用リードフレームにおいて、近紫外域（波長340～400nm）、特に波長375nm近辺および可視光域（波長400～800nm）、特に波長450nm近辺を発光するチップ搭載時に反射率が良好で、高輝度かつ放熱性に優れたリードフレームおよびその製造方法を提供することを課題とする。また、このリードフレームを用いた光半導体装置および照明装置を提供することを別の課題とする。

### 課題を解決するための手段

[0017] 本発明者らは、上記従来技術の問題に鑑み誠意検討を進めた結果、基体上の最表面に金属またはその合金、例えば銀または銀合金からなる反射層がめっき法で形成された光半導体装置用リードフレームにおいて、前記反射層として、めっき層形成後に圧延加工等の機械的加工を施すことでめっき組織を潰して機械的に変形された金属組織とすることによって、波長345nm～355nm近傍の不要な吸収ピークを消滅させるかもしくは著しく抑制することができ、波長340～400nmの近紫外域の光の反射率に優れた半導体装置用リードフレームが得られることを見出した。また、可視光域の反射率についても従来の銀めっき皮膜と比較して数%向上させることができ、銀の理論値に極限まで近づけられることで、また、銀以外の金属もしくはその合金からなる皮膜の場合では、光半導体リードフレームとして要求される近紫外域から可視光域における高い反射率を達成することで、いずれも優れた

光の反射率をもつ半導体装置用リードフレームが得られることを見出した。

[0018] また、本発明者らの知見によれば、従来使用されている銀めっき被膜の結晶粒界が反射率を低下させている原因であるとの結論に達した。めっきで得られる組織は、基体に核生成した後で、その長手、幅及び厚さ方向のそれぞれに成長するが、隣り合わせに位置する銀結晶同士の結合力が弱く、冶金学的に製造した銀の粒界に比べてその粒の間隔が広がっていることが分かった。そして、この粒界の間隔を、機械的な加工によって狭くすることによって反射率の低下を抑制できることが分かった。

[0019] さらに本発明者らは、導電性基体上の最表面の反射層がめっき法で形成された光半導体装置用リードフレームにおいて、フレームの表面形状をマクロに、かつ、ミクロに制御することで、反射率を向上させ、かつ、樹脂密着性を高くできることを見いだした。ミクロな表面形状において、表面粗さを小さく、かつ、所定範囲に設定することで、近紫外域、特に345 nm～355 nm付近の不要な吸収ピークを消滅させるかもしくは著しく抑制することができ、同時に可視光域全域においても反射率を向上させることを見出した。一方、マクロな表面形状において、一定範囲の表面粗さとする事で、リードフレーム材と封止材との密着性（以下、樹脂密着性と表現する）が向上することを見出した。表面の平滑性を、マクロな表面粗さ、ミクロな表面粗さという2つの表面粗さを制御することで、樹脂密着性を高めながら反射率を向上させることを見出した。

本発明は、これらの知見に基づきなされるに至ったものである。

[0020] 本発明によれば、以下の手段が提供される：

(1) 基体の最表面の、少なくとも片面もしくは両面に、一部もしくは全面に反射層を具備してなる光半導体装置用リードフレームであって、前記反射層が、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域の最表面において、金属またはその合金からなるめっき組織の少なくとも表面が機械的に変形された組織を有することを特徴とする、光半導体装置用リードフレーム。

(2) 前記反射層が、接触針式表面粗さ計による測定での表面粗さ  $R_a$  が 0

．  $0.10\ \mu\text{m}$ 以上であり、かつ原子間力顕微鏡による測定での表面粗さ  $S_a$  が  $50\ \text{nm}$ 以下であることを特徴とする、(1)項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(3) 前記反射層が、銀 (Ag)、金 (Au)、銅 (Cu)、プラチナ (Pt)、アルミニウム (Al)、ロジウム (Rh) のいずれか、またはそれらの合金からなることを特徴とする (2)項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(4) 前記反射層が銀からなり、その少なくとも表面において、機械的変形により残存した銀からなるめっき組織の面積比が  $50\%$ 以下であることを特徴とする、(1)項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(5) 前記機械的に変形された反射層の厚さが、 $0.2\sim 10\ \mu\text{m}$ であることを特徴とする、(1)～(4)のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(6) 前記反射層を形成する金属またはその合金が、銀、銀-錫合金、銀-インジウム合金、銀-ロジウム合金、銀-ルテニウム合金、銀-金合金、銀-パラジウム合金、銀-ニッケル合金、銀-セレン合金、銀-アンチモン合金、または銀-白金合金であることを特徴とする、(1)または(5)項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(7) 前記基体が、銅、銅合金、鉄、鉄合金、アルミニウム、またはアルミニウム合金からなることを特徴とする、(1)～(6)のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(8) 前記基体が、その上に金属層を  $n$ 層 ( $n$ は1以上の整数) 具備し、かつ前記反射層が前記基体上に、直接、または前記金属層の少なくとも1層を介して設けられていることを特徴とする (1)～(7)のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

(9) 少なくとも半田付けを要する部分に、銀、銀合金、スズ、スズ合金、金、または金合金のいずれかからなるめっき層を有してなることを特徴とする、(1)～(8)のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレーム

。

(10) (1) ~ (8) のいずれか 1 項に記載の半導体装置用リードフレームの素材を製造する方法であって、基体の最表面であって少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域に、金属またはその合金からなる反射層をめっき法で形成した後、機械的加工を施して少なくとも前記反射層の表面のめっき組織を機械的に変形することを特徴とする、光半導体装置用リードフレーム素材の製造方法。

(11) 前記反射層形成後の機械的加工を、圧延加工で行い該圧延加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、プレス加工で行い該プレス加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、または、機械的研磨で行うことを特徴とする、(10) 項に記載の光半導体装置用リードフレーム素材の製造方法。

(12) (1) ~ (8) のいずれか 1 項に記載の半導体装置用リードフレームを製造する方法であって、基体の最表面であって少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域に金属またはその合金からなる反射層をめっき法で形成した後、機械的加工を施して少なくとも前記反射層の表面のめっき組織が機械的に変形された光半導体装置用リードフレーム素材を得て、該素材にプレス法もしくはエッチング法により抜き加工を施して、リードフレームを得ることを特徴とする、光半導体装置用リードフレームの製造方法。

(13) 前記反射層形成後の機械的加工を、圧延加工で行い該圧延加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、プレス加工で行い該プレス加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、または、機械的研磨で行うことを特徴とする、(12) 項に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

(14) 前記抜き加工後に、半田付け性の良好なめっきを部分的に施すことを特徴とする、(12) または (13) 項に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

(15) 前記半田付け性の良好なめっきは、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域以外の領域に施され、前記めっきの成分は、銀、銀合金

、スズ、スズ合金、金、または金合金のいずれかであることを特徴とする、  
(14) 項に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

(16) 光半導体素子と、(1)～(9)のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレームとを具備してなる光半導体装置であって、前記光半導体装置用リードフレームの反射層が、基体の最表面であって少なくとも前記光半導体素子から発生する光を反射する領域に設けられた、かつ、少なくとも表面のめっき組織が機械的に変形された組織を有することを特徴とする光半導体装置。

(17) 前記光半導体素子の発光波長が340nmから800nmであることを特徴とする、(16)項に記載の光半導体装置。

(18) 装置から出力される光が白色光であることを特徴とする、(16)または(17)に記載の光半導体装置。

(19) 装置から出力される光が紫外、近紫外または紫光であることを特徴とする、(16)または(17)に記載の光半導体装置。

(20) (16)～(19)のいずれか1項に記載の光半導体装置を具備してなることを特徴とする照明装置。

## 発明の効果

[0021] 本発明の光半導体装置用リードフレームによれば、基体上の最表面に、金属またはその合金、例えば銀または銀合金からなる反射層を電気めっき法、無電解めっき法またはスパッタ法等のめっき法で形成した後、さらにその反射層に圧延加工等の機械的加工が施されてめっき組織の少なくとも表面を機械的に変形させることにより、上述した波長345nm～355nm近傍の不要な吸収ピークを消滅させるかもしくは著しく抑制することができ、近紫外域である340～400nmにおける反射率が向上され、特に発光波長に近紫外域の波長を含む光半導体チップ搭載の光半導体装置において良好な反射率が得られる。さらに、同手法によって可視光域である波長400～800nmの反射率を銀皮膜の理論値レベルにまで向上させることができ、また、銀以外の金属もしくはその合金からなる皮膜の場合では、光半導体リード

フレームとして要求される近紫外域から可視光域における高い反射率を達成することで、いずれも、例えば従来の汎用されている発光波長が450nm近辺の光半導体チップ搭載の光半導体装置において、良好な反射率が得られる。すなわち、本発明によれば、近紫外光から可視光域までの広範囲にわたって反射特性が良好で、特に波長340~400nmと、さらにはこれと併せて可視光域である400~800nmの発光チップを使用する際に従来の銀めっき材よりも優れた反射特性に優れた光半導体装置用リードフレームを提供することができる。また、この光半導体装置用リードフレームを用いることにより、高輝度の光半導体装置および照明装置を提供することができる。

[0022] さらに、本発明の光半導体装置用リードフレームによれば、導電性基体上の最表面に銀からなる反射層をめっき法で形成した後、さらにその反射層に機械的加工、例えば圧延加工が施されてめっき組織の少なくとも表面に機械的な変形を生じさせ、かつその表面に残存しためっき組織形状に似た形状の面積比（以降めっき組織残存率という）が50%以下とすることにより、可視光域である波長400~800nmの反射率を85%以上、さらに450nm以上の波長では反射率を90%以上、に高めることができる。また、近紫外域での反射率向上にも優れた効果を奏する。また、このようなリードフレームを使用することにより、実装基板上の回路へ直接形成するよりも放熱性に優れ、熱による光半導体装置の劣化を遅延させることができる。

[0023] さらに、本発明の光半導体装置用リードフレーム（例えば、LED用部品材料）によれば、波長340~400nmの近紫外域と可視光領域（400nm付近~800nm付近）の双方の光領域に対して反射率に優れ、かつ高い樹脂密着性を有する。

[0024] 本発明の上記及び他の特徴及び利点は、適宜添付の図面を参照して、下記の記載からより明らかになるであろう。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第1の実施形態

の概略断面図である。

[図2]図2は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第2の実施形態の概略断面図である。

[図3]図3は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第3の実施形態の概略断面図である。

[図4]図4は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第4の実施形態の概略断面図である。

[図5]図5は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第5の実施形態の概略断面図である。

[図6]図6は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第6の実施形態の概略断面図である。

[図7]図7は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第7の実施形態の概略断面図である。

[図8]図8は、本発明に係る発明例19の光半導体装置用リードフレームの反射率を、従来例1の反射率と併せて示したグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0026] 本発明のリードフレームは、反射層となる銀または銀合金等の金属またはその合金の層をめっき法で初期形成され、さらにその層に機械的加工（例えば、圧延加工等の塑性加工）が施されて、めっき法で形成された金属組織（めっき組織）が機械的加工によって少なくともその表面に機械的な変形を生じた反射層を有する。めっき層の少なくとも表面が機械的に変形した反射層を形成することにより、波長345nm～355nm近傍の不要な吸収ピークを消滅させるかもしくは著しく抑制し、反射率を向上させることができるため、波長域340～400nm、特に発光波長375nm付近の発光チップを搭載する光半導体装置に好適に使用される。また、同時に400nm～800nmの可視光波長域においても、反射率をAgの理論値まで高めることができ、また、銀以外の金属もしくはその合金からなる皮膜の場合では、光半導体リードフレームとして要求される近紫外域から可視光域における高

い反射率を達成することができる。

めっき法としては、電気めっき法や無電解めっき法等の湿式めっき法でもよく、または、スパッタ法等の乾式めっき法でもよい。

また、機械的加工としては、圧延加工やプレス加工等の塑性加工でもよく、または、コロイダルシリカ等を用いた機械的研磨加工でもよい。圧延加工やプレス加工によれば、基体を含めた素材の全体が塑性加工を受けるので、そのめっき組織の全体が塑性変形を受ける。一方、機械的研磨加工によれば、めっき組織の表面が平滑化されるとともに基体の表面も含めて機械的変形を受ける。

[0027] 本発明においては、電気めっき法、無電解めっき法またはスパッタ法で形成された金属組織（めっき組織）に対して、圧延加工やプレス加工等の塑性加工、または機械的研磨加工により、めっき組織の少なくとも表面が機械的に変形した反射層を最表面に有することを特徴とする。ここで、塑性変形した金属組織は、本件技術分野で冶金学的に明らかである通り、鑄造組織とは相違し、また、めっきによって形成された変形前のめっき組織とも相違する。具体的には、通常めっき後には表面に微細な結晶が見られ、針状組織や球状粒子の析出状態等が見られる。一方、例えばめっき後に圧延加工やプレス加工を施した後の表面状態は、圧延ロールのロール目やプレス金型表面に形成されている加工模様がリードフレーム側に転写されたような表面性状を呈しているため、例えば汎用的なSEMで観察倍率2000～10000倍で表面観察を行うことで、明確に区別が可能である。また、めっき後に機械研磨加工が施された場合は、その研磨紙や研磨砥粒の研磨筋や断面観察によって見られる加工変質層が最表層に形成されていることが確認できるため、こちらもめっき後の状態とは明確に区別することが出来る。

[0028] さらに本発明のリードフレームによれば、波長域340～400nmだけでなく、可視光域である波長400～800nmにおいても、銀の反射率の物理的理論値に限りなく到達することが出来る。これは、反射率は例えばシリコンなどの鏡面基板にスパッタ法で純銀を形成された時の反射率が波長4

50 nmで98%程度であるが、単純にめっきのみではどんなに光沢剤を使用しても容易に達成できない数値である。また、銀以外の金属もしくはその合金からなる皮膜の場合では、光半導体リードフレームとして要求される近紫外域から可視光域における高い反射率を達成することができる。本発明者らは、めっき後に圧延加工等の機械的加工を施すことでめっき組織に機械的な変形を生じさせ、めっき組織を潰すことで微細な凹凸を低減し、かつ結晶粒界を低減・消滅させたことにより、光の吸収現象を極限にまで低減せしめることができた結果、可視光域においても反射率を理論値に極限まで近づけられることを明らかにした。この結果、本発明によるリードフレームを使用することにより、従来の可視光域における光半導体装置でも優れた輝度が得られ、波長域400～800 nm、特に発光波長450 nm付近の青色の発光素子を搭載する光半導体装置に好適に使用される。

[0029] また、本発明における金属またはその合金、例えば銀または銀合金からなる反射層は、少なくとも光の反射に寄与する部分（つまり、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域）の最表面に形成されていればよい。他の部分においては、反射層を設ける必要はなく、また反射層以外の層が形成されていても、反射率の点からは特に問題はない。

[0030] 本発明での製造方法を詳しく説明すると、導電性の基体（例えば条材）の両面または片面の、一部又は全部に、めっき法（例えば、電気めっき法、無電解めっき法またはスパッタ法）を施して、金属またはその合金、例えば銀または銀合金からなる反射層を形成し、圧延加工、プレス加工、機械的研磨（例えば、コロイダルシリカを用いた研磨）等の機械的な加工を施す。次に、プレス加工やエッチング法などによりリードフレームの形状とする。

このリードフレームに樹脂モールドなどによってチップ搭載部を形成し、光半導体チップの搭載、ワイヤーボンディング、蛍光体を含有させた樹脂やガラスで封止して光半導体モジュールを製造する。

従来の方法では、一般的に、導電性の基体（条材など）をプレスやエッチング加工によりリードフレームの形状とした後に、銀めっきや金／パラジウ

ム／ニッケルめっきを行っている。また、前記特許文献2記載の方法では、めっき後に所定の加熱処理に付してめっき層の粒径を粗大化させている。

本発明と従来の方法とは、本発明が機械的な加工上がりとしてめっき組織を変性したものであるのに対して、従来法ではクラッドによる単なる加工上がりや、めっき上がりや熱処理上がりであるか又はめっき圧延熱処理上がりである点で、組織が全く相違する。

[0031] なお、反射層形成後の圧延加工やプレス加工等の塑性加工時の加工率（または減面率）が、反射層として利用される箇所における部分において1%以上であることが好ましい。加工率が高いほど優れた反射特性が得られ、より高輝度なLED用リードフレームとなる。なお、反射層形成後の圧延加工等の塑性加工時の加工率は、80%を超えると反射特性向上の効果が飽和するだけでなく、曲げ加工時の割れやクラックが生じやすくなるため、80%以下であることが好ましい。

なお「加工率」とは、「 $(加工前の板厚 - 加工後の板厚) \times 100 / (加工前の板厚)$ 」で示される割合のことを示すものである。また、「反射層として利用される箇所」とは、光半導体モジュールを形成する際に発光部以外のところを樹脂モールドして光半導体モジュールを得ているが、その光半導体チップが光を発した際にリードフレームが露出している箇所であって光の反射現象が起こる部分を意味する。

[0032] また、本発明の光半導体装置用リードフレームは、基体を銅もしくは銅合金、鉄もしくは鉄合金、またはアルミニウムもしくはアルミニウム合金とすることで、反射率特性がよくかつ皮膜を形成するのが容易であり、コストダウンにも寄与できるリードフレームが提供できる。また、これらの金属または合金を基体とするリードフレームは放熱特性に優れており、発光体が発光する際に発生する熱エネルギーを、リードフレームを介してスムーズに外部に放出することができ、発光素子の長寿命化及び長期にわたる反射率特性の安定化が見込まれる。これは、基体の導電率に依存するものであり、少なくとも IACS (International Annealed Copp

er Standard) で10%以上あるものが好ましく、50%以上であるものがさらに好ましい。

[0033] また、本発明の光半導体装置用リードフレームは、金属またはその合金、例えば銀または銀合金からなる圧延加工等の機械的な加工後の反射層の厚さを0.2  $\mu\text{m}$ 以上とすることにより、反射率を安定して高めることができ、また、後工程であるワイヤーボンドや樹脂またはガラスでの封止などでの加熱による劣化を抑えることができる。圧延加工等の機械的な加工後の反射層の厚さの上限は、貴金属である銀の削減やめっき加工費などの点から、10  $\mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。下限よりも薄い場合（例えば、0.1  $\mu\text{m}$ ）には、加熱による変色が発生するとともに、反射率の向上する割合も少ない。このため、加熱による変色をより安定して防止するには、圧延加工等の機械的な加工後の反射層の厚さは0.5  $\mu\text{m}$ 以上が好ましい。

[0034] また、本発明の光半導体装置用リードフレームにおける反射層を形成する銀または銀合金は、銀、銀-錫合金、銀-インジウム合金、銀-ロジウム合金、銀-ルテニウム合金、銀-金合金、銀-パラジウム合金、銀-ニッケル合金、銀-セレン合金、銀-アンチモン合金、及び銀-白金合金からなる群から選ばれた材料からなることにより、反射率が良好で生産性の良いリードフレームが得られ、特に銀、銀-錫合金、銀-インジウム合金、銀-パラジウム合金、銀-セレン合金、または銀-アンチモン合金が反射率向上の観点から、より好ましい。

[0035] また、本発明の光半導体装置用リードフレームには、基体と、金属またはその合金（例えば銀または銀合金）からなる反射層との間に、ニッケル、ニッケル合金、コバルト、コバルト合金、銅、および銅合金からなる群から選ばれた金属または合金からなる中間層を設けてもよい。中間層は、例えばめっきにより好適に形成される。

[0036] 例えば、鉄系の基体を用いた場合は材料の熱伝導度が比較的低いため、中間層として銅または銅合金層を設けることにより、反射率を損なうことなく放熱性を向上させることができる。さらに、前記の銅または銅合金層である

めっき層は、めっき密着性の向上にも寄与するため発光素子が発光する際の発熱による密着性の劣化を防止できる。

銅または銅合金基体を用いた場合は、発光素子が発光する際の発熱による基体成分の反射層への拡散を抑制するために、中間層としてニッケル、ニッケル合金、コバルト、またはコバルト合金の層を設けることが有効である。

[0037] また、封止樹脂を透過する外気中の硫化ガスや湿気を防止する目的で、樹脂の改良も進んでおり、一部では、ガラス封止もされつつあり、樹脂またはガラスによる封止工程中の加工温度も上昇しつつある。また、例えばLEDなどの光半導体装置に組み込まれた場合、LEDチップの発熱によっても拡散現象が進行することが予想される。このような工程中や装置として使用される際の拡散を抑えるためにも、中間層を設けることは有効である。

これらの中間層の厚さは、本発明においては特に限定されるものではないが、 $0.08 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の範囲が好ましい。中間層の厚さは、 $0.2 \sim 2.0 \mu\text{m}$ の範囲が特に好ましい。

[0038] また、反射層形成後の圧延加工等の機械的な加工時の加工率を、反射層初期形成直後（めっき直後）の板厚に基づく加工率として1%以上として光半導体用リードフレーム用素材（条材）を製造することで、塑性変形等の機械的な変形を少なくともその表面に生じた銀および銀合金等の金属またはその合金からなる層を得ることができ、 $340 \sim 400 \text{ nm}$ での反射率吸収ピーク出現による反射率低下を防ぎ、かつ可視光域である波長 $400 \sim 800 \text{ nm}$ においても、めっき法で得られた銀または銀合金皮膜よりも反射率が数%向上させたリードフレームが得られる。なお、反射層形成後の圧延加工等の機械的な加工時の加工率が1%未満の場合は、塑性変形等の機械的な変形が不十分であり、その効果は少ない。

[0039] 次に、機械的な加工を、代表例として圧延加工に基づいて説明する。

反射層初期形成直後（めっき直後）の板厚から光半導体用リードフレームの製品板厚になるまでには、塑性加工としての圧延工程を何回経ても構わないが、圧延回数が増えると生産性が悪くなるため、圧延回数は多くても3回

以下が好ましい。反射層形成後の圧延加工時の加工率は各圧延において1%以上であればよい。一方、反射層初期形成直後（めっき直後）の板厚から製品板厚とするまでの合計の加工率として、反射率がより向上し安定できること、基体の機械的性質の変化を抑制すること、及び、反射層のめっき組織を均一に塑性加工できることを考慮して、反射層形成後の圧延加工時の加工率を合計で10%以上にすることが好ましい。

[0040] 反射層形成後の圧延加工時の加工率を大きくしすぎると、反射層初期形成時（めっき時）のめっき厚の増加から、めっき加工費の上昇を伴うだけでなく、環境負荷が増大する。また、反射層形成後の圧延加工の回数増加による加工費の上昇や、反射率向上の効果が飽和するだけでなく、曲げ加工時の割れやクラックが生じやすくなるなどの理由から、反射層形成後の圧延加工時の加工率は合計で80%以下とすることが好ましい。

また、光半導体チップを搭載した後で曲げ加工を施す工程がある光半導体装置となる場合は、曲げ加工性を考慮すると加工率は合計で20～60%がより好ましい。

[0041] 更に、要求される機械特性を制御するため、圧延加工等の機械的な加工の後にバッチ型あるいは走間型などの手法によって熱処理（調質又は低温焼鈍ともいう）を施すことで、調質するとともに、結晶粒界で結晶粒同士の結合力を強化して粒界間隔をより狭くすることができるが、反射率を低下させない程度の熱処理に留める必要がある。

このような圧延加工等の機械的な加工の後に施される熱処理の条件としては、特に制限されるものではないが、例えば、温度50～150℃で、0.08～3時間の熱処理を行うことが好ましい。この熱処理の温度が高すぎたり時間が長すぎると熱履歴が過剰となり、反射率が低下してしまう。

[0042] 銀または銀合金等の金属またはその合金からなる表面の反射層は、前記の通り、電気めっき法や無電解めっき法により湿式でめっきを施して形成してもよく、あるいは、スパッタ法により前記金属基体表面に乾式によりめっきを施して析出させることで形成させてもよい。ここでは、電気めっき法を代

表例としてこれについて説明したが、無電解めっき法やスパッタ法の場合には、それぞれ常法により、電気めっき法の場合と同様にして、銀または銀合金等の金属またはその合金からなる層を形成することができる。例えば無電解めっき法の場合は、市販浴（例えばエスダイヤAg40；佐々木化学薬品社製）等を用いて形成すればよく、スパッタ法においても常法の装置（例えばSX-200；アルバック社製）などを使用して作製できる。

銀または銀合金等の金属またはその合金からなる反射層の、前記圧延加工等の機械的な加工後の厚さは、特に限定するものではないが、0.5～10 $\mu\text{m}$ の範囲とすることが好ましい。この機械的な加工後の厚さを達成するための加工前の被覆厚さ（初期厚さ）は、特に限定するものではないが、例えば、1～50 $\mu\text{m}$ の範囲とすることが好ましい。

導電性基体の一部または全部に銀または銀合金等の金属またはその合金が被覆された材料への機械的な加工は、例えば、冷間圧延機による圧延加工によって行うことができる。圧延加工機は、2段ロール、4段ロール、6段ロール、12段ロール、20段ロール等があるが、いずれの圧延加工機でも使用することができる。

圧延加工やプレス加工での加工率（減面率）は、1%以上で、好ましくは10%以上で、銀または銀合金の結晶粒界の間隙を狭く十分に潰して塑性変形組織とすることができる。

圧延加工に用いる圧延ロールは、ロール目の転写によって形成されるリードフレーム側の反射率を向上させることを考慮すると、表面粗度の算術平均（Ra）で0.1 $\mu\text{m}$ 未満であることが好ましい。

ここでは、機械的な加工の代表例として、冷間圧延加工による塑性加工について説明したが、プレス加工（例えば、コイニング）や機械的研磨（例えば、コロイダルシリカによる研磨）の場合には、それぞれ常法により、冷間圧延加工の場合と同様にして、塑性加工や機械的な表面加工を施すことができる。例えばプレス加工法の場合は、プレス圧力を0.1 $\text{N}/\text{mm}^2$ 以上で圧力調整によって加工率を調整して塑性変形させることで達成できる。また機

械的研磨法であれば、例えば粒径10～300nmのコロイダルシリカを分散させて研磨秒数を制御し、加工度を調整することで得られる。研磨の場合には、用いる砥粒と研磨時間に依じてこの加工度は変わるが、例えばコロイダルシリカ（OP-S懸濁液：丸本ストルアス社製）による研磨の場合には、10～60秒間の研磨時間とすることが好ましい。

[0043] また、本発明の光半導体装置は、少なくとも光半導体素子から発生する光を反射する箇所に、銀または銀合金等の金属またはその合金からなるめっきにより設けられてなり、圧延加工等の機械的な加工により、その全体が塑性変形されたか、あるいはその少なくとも表面が、機械的に変形された層を反射層として持つ本発明のリードフレームを用いることにより、低コストで効果的に反射率特性を得ることができる。これは、光半導体素子の搭載部にのみ銀または銀合金からなる反射層を形成することで、反射率特性は十分効果が上げられるためである。LEDの搭載面がリードフレームの片面のみである場合においては、両面めっき材の光半導体素子搭載面を厚く、非搭載面を薄くしてもよい。

[0044] さらには、銀または銀合金等の金属またはその合金からなる反射層は部分的に形成されていてもよく、片面めっきや、ストライプめっき、スポットめっきなどの部分めっきで形成し、その後圧延加工等の機械的な加工により形成してもよい。反射層が部分的に形成されるリードフレームを製造することは、反射層が不要となる部分の金属使用量を削減できるので、環境負荷が少ないリードフレームを得ることができ、その結果環境負荷が少ない光半導体装置を得ることができる。

[0045] ところで、光半導体モジュール形成後の外部リードでの半田付けに関して、両面に銀または銀合金等の金属またはその合金をめっきした後に圧延等の機械的な加工に付して反射層を形成した材料（条材）の場合、その後にプレス抜き加工やエッチング加工を行って所定のリードフレーム形状に加工するため、必然的に得られるリードフレームの端面に基体の露出がある。プレスやエッチング加工後のリードフレームを基体が露出したまま保管すると、基

体成分の腐食や基体表面への半田付け性の劣化などが懸念されるため、状況により対策を施すことが好ましい。

例えば、基体の両面に銀または銀合金を被覆した場合には、全表面に対して、基体の露出面積は非常に少なく、外部リードでの半田付け性などへの影響は、ほとんど見られない。また、基体の露出は、薄い板厚または広いリード幅の場合にも問題とならない。しかし、厚い板厚または狭いリード幅の場合には、リードでの半田付けでは、影響がでることがあり、外部リードをめっき加工したほうが半田付けの信頼性は高まる。

さらに、基体の片面にのみ、銀または銀合金等の金属またはその合金を被覆した場合や光半導体素子搭載部を含む部分めっき（例えばスポット状やストライプ状のめっき）を行う場合には、外部リード部での基体の露出面積が大きいために、プレスやエッチング後に半田濡れの良好なめっき皮膜を設けることが好ましい。

[0046] 外部リードをめっきするには、銀または銀合金等の金属またはその合金をめっきした後に圧延等の機械的な加工に付して反射層を形成した材料（条材）をプレスした後に、リードフレームの反射領域以外で少なくとも半田付けを行う外部リード部分につき、銀や錫、金、これらの合金などの半田濡れの良好なめっき皮膜（半田付け改善層）をつけることで、半田濡れが改善される。また、チップ搭載以降での工程で加熱温度が高い場合にも同様に、プレス後のめっきは外部リードの半田付け性の観点からは有効である。

プレスやエッチング後のめっきにおいては、光半導体素子から発する光の反射領域相当部を少なくとも含む領域をマスクングしてめっきすれば良く、テープやレジストマスク、ドラムマスク、ベルトマスクなど任意の各種手法で行うことができる。また、IC半導体で常用されるモジュール（樹脂モールド）形成後の外装めっきを行っても良い。

この外部リードへの半田濡れの良好なめっき皮膜の厚さは、本発明においては特に規定されるものではないが、半田付け性および保管中での耐食性が確保されれば良く、0.1  $\mu\text{m}$ 程度以上あれば良い。めっき種も同様に、銀

、錫、金、さらにはこれらの合金めっきなど、目的を達成する金属種でかわらない。

[0047] 以下に、本発明の他の好ましい態様について説明する。なお、以下の説明で特に言及しない事項は、前記の説明と同様である。

[0048] [めっき組織残存率を特徴とする態様]

本発明のリードフレームの1つの好ましい態様では、銀からなる反射層を電気めっき法で形成した後、さらにその反射層に、圧延加工やプレス加工等の塑性加工、または、機械的研磨が施されて銀からなるめっき組織が少なくとも表面に機械的な変形を生じていることを特徴とする。めっき層に機械的な変形を生じさせることにより、めっきで形成された結晶の粒界の結合力を強固にして転位を排出するとともに、塑性加工のエネルギーで銀を再結晶させると同時に、表面の凹凸を機械的に作用する力で平滑にすることができる。その結果、波長400～800nmの反射率を向上させることができるため、特に波長450nm～800nmの光半導体発光チップを搭載する光半導体装置に好適に使用される。光半導体装置の中でも、特にLEDにおいて効果を発揮する。また、近紫外域での反射率向上にも優れた効果を奏する。

以下、本態様について詳細に説明する。

[0049] ここで機械的な加工が施されていないめっき組織残存率は、反射層として利用される箇所における領域の50%以下であることが好ましく、さらに好ましく30%以下である。ここで、めっき組織残存率とは、典型的には、電気めっき法で銀めっき層を形成したときにほぼ全域にわたってめっき組織（針状組織や球状粒子の析出状態）が形成され、これに対し機械的な加工が施されて機械的な変形を生じそのめっき組織が消失しても、その後の表面にめっき組織形状に似た形状が残存する場合のその残存しためっき組織に似た形状の面積比〔残存しためっき組織に似た形状の面積／測定対象領域の面積〕（%）を言う。この割合が低いほど優れた反射特性が得られ、より高輝度なLED用リードフレームとして適用できる。なお、機械的な加工の結果、めっき組織又はそれに似た形状が全く残存しない場合もあるため、めっき組織

残存率の下限値は0%である。本態様においては、めっき組織残存率は、0%に近ければ近い程好ましく、反射率向上の観点からは、めっき組織残存率が0%であることが最も好ましい。ここで、「反射層として利用される箇所」とは、LEDモジュールを形成する際に発光部以外のところを樹脂モールドしてLEDモジュールとなるが、そのLEDチップが光を発した際にリードフレームが露出している箇所で光の反射現象が起こる部分のことを示す。つまり、反射現象に寄与するリードフレーム露出箇所におけるめっき組織残存率が50%以下であることが好ましく、全面がめっき組織残存率50%以下は当然良好であるが、例えばストライプ状やスポット状に塑性加工が施されて、その箇所のめっき組織残存率が50%以下であり、かつその領域のみがLEDの反射層として利用される箇所になる状態でもよい。

[0050] 本態様の半導体装置用リードフレームは、機械的な変形後の銀からなる反射層の厚さを0.2 $\mu\text{m}$ 以上とすることにより、長期信頼性を確保することができる。一方、10 $\mu\text{m}$ 以下とすることにより、必要以上に貴金属を使用することなくコストダウンを図ることができる。これは、長期信頼性という効果は、反射層の厚さが10 $\mu\text{m}$ で飽和することによる。0.2~10 $\mu\text{m}$ であれば効果は十分期待されるが、好ましくは0.5~7 $\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは1~5 $\mu\text{m}$ である。これは、銀からなる機械的な変形後の反射層被覆厚が0.2 $\mu\text{m}$ 未満であると基体の銅成分が表面にまで拡散しやすくなることから、少なくとも0.2 $\mu\text{m}$ 以上の最表層被覆厚が形成されることが好ましいことを意味している。実際に上記下限値以上のものを作製し、これを下回るものに比し、耐熱性が高まることを確認した。

なお、反射層を銀合金にすると反射率が波長400~800nmで90%を確保するのが難しい場合があるため、本態様で反射層に用いるのは銀が好ましく、その純度は99%以上であることが好ましい。

[0051] 本態様において、半導体装置用リードフレームを製造する方法における機械的な加工が圧延加工である場合、電気めっき後の表面粗度の影響もあるが、例えば圧延加工率がめっき後の板厚に対して10%以上であることが好ま

しく、40%以上であることがより好ましい。このような加工率の範囲として光半導体用リードフレームを製造することで、めっき組織残存率を好適な範囲に調整しやすく好ましい。圧延加工率が上記下限値以上の場合、めっき組織残存率が圧延ロールの粗度の影響を受けにくくなるため、ロール粗度に依存せずにめっき組織残存率を安定的に50%以下とすることができ、反射率を十分に高めることができる。圧延加工率の上限は特に設けないが、素材に要求される強度、硬度、導電率の調整を加味した上で決定される必要があり、また圧延加工率が高いと圧延機に必要な電力が大きくなり環境負荷が高くなるだけでなく、曲げ加工時の割れやクラックが生じやすくなるため、現実的には80%程度が上限である。

なお、めっき後の板厚から光半導体用リードフレームの製品板厚になるまでには、圧延工程を何回経ても構わない。圧延回数を数回とすることでめっき組織に圧延ロールが接触する確率が高くなり、その結果めっき組織残存率を低減しやすくなるが、回数が増えると生産性が悪くなるため、圧延回数は多くても5回以下が好ましい。なお、圧延加工に用いる圧延ロールは、ロール目の転写によって形成されるリードフレーム側の反射率を向上させることを考慮すると、表面粗度の算術平均(Ra)で0.1 $\mu$ m未満であることが好ましい。

[0052] 本態様において、光半導体装置用リードフレームの製造方法における機械的な加工がプレス加工である場合、圧延加工と同様にプレス加工率がめっき後の板厚に対して10%以上であることが好ましく、40%以上であることがより好ましい。このような加工率の範囲として光半導体用リードフレームを製造することで、めっき組織残存率を好適な範囲に調整しやすく好ましい。プレス加工の条件は限定するものではないが、例えばプレス圧力を0.1N/mm<sup>2</sup>以上とすることで塑性変形させることができる。プレス加工率の上限は特に設けないが、現実的には80%程度が上限である。

なお、要求される機械特性を制御するため、圧延加工後やプレス加工後にバッチ型あるいは走間型などの手法によって熱処理を行って、調質する工程

を経てもよいが、反射率を低下させない程度の熱処理に留める必要がある。  
この熱処理の好ましい条件は、前記の通りである。

[0053] [表面粗さを特徴とする態様]

本発明のリードフレームの別の1つの好ましい態様を説明する。

[0054] 本発明におけるマクロな表面粗さとは、接触式表面粗さ計の測定距離で得られる表面粗さのことである。具体的には基体自体の小さいうねりなどが数値として現れる。測定距離は数mm～数十mmの間が適切であり、実験の結果より4mmの測定距離がマクロな表面粗さを最も良く表し、樹脂密着性との相関があることが分かった。JIS B 6010-2001に基づく方法により表面粗さRaを求め、圧延方向、垂直方向の2方向をそれぞれ5点測定し、その平均値をマクロな表面粗さとした。

本発明におけるミクロな表面粗さとは、原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope: AFM) の観察視野で得られる表面粗さのことである。このミクロな表面粗さは、マクロな表面粗さでは測定することができないが、反射率に大きく影響する。具体的にはめっき上がりのデンドライト状の析出の頻度などがこの数値として現れる。表面の数十ナノオーダーの凹凸が反射率を低減させる原因であることを見いだした。このミクロな表面粗さを測定するためには、AFMを用い、数ミクロン～数十ミクロン視野内にて測定することが適切であり、実験の結果より6.16ミクロン×6.16ミクロンの視野による測定がミクロな表面粗さを最も良く表わし、反射率との相関があることが分かった。AFMを用い、6.16ミクロン×6.16ミクロンの視野にて表面粗さSaを求めた。なお、リードフレームの大きな表面キズ、圧延筋の影響を小さくするため、リードフレームの任意の5点において測定をおこない平均値をミクロな表面粗さとした。

マクロな表面粗さを残しながら、ミクロな表面粗さを極力押さえることで、波長340～400nmの近紫外域と400nm付近～800nm付近の可視光領域の光両方に対して反射率に優れながら、高い樹脂密着性を有する半導体装置用リードフレームを得ることを見出した。この知見に基づき本発

明をなすに至った。

A F Mによりミクロな表面粗さとして表面の粗さを、蝕針式表面粗さ計によりマクロな表面粗さとして表面のうねりの高さを、それぞれ測定する。

[0055] マクロな表面粗さは、基体の中間圧延、または、最終圧延で決定することが可能である。圧延条件やロール番手などを変えることでマクロな表面粗さを変化させることが可能である。

ミクロな表面粗さは、めっき後の最表面に微細粒子を用いた機械的な研磨などの処理を施すことで変化させることが出来る。例えば機械的な研磨の場合は、番手や研磨時間などを変えることでミクロな表面粗さを変えることが可能である。また非接触な研磨として、化学研磨、電解研磨などの手法を用いても良い。

また、圧延などの塑性加工において、ミクロな表面粗さとマクロな表面粗さを同時に制御することも工業的に有用である。例えば、基体にめっき等で反射皮膜層を形成した後に圧延することにより、圧延条件を適宜設定することでマクロな表面粗さを制御しながら、表面粗度を小さくした平滑ロールにてミクロな表面粗さを制御することも可能である。

[0056] 本態様の特徴の1つは、これまで反射率の向上に寄与するとされてきた結晶粒径、方位などの因子（例えば特許文献2）は本質的に向上させる因子でないことを研究により明らかにし、表面の平滑性のみが反射率に影響を及ぼすことを見出したことにある。これにより、あらゆる塑性加工を施した場合でも、結晶粒径、方位などの因子を気にすることなく、単純に表面の平滑性のみに着目すればよいことが明らかになった。

また、反射率に影響を及ぼすミクロな表面粗さだけに注目し表面を平滑にするだけでなく、基体の小さなうねりなどに対応するマクロな表面粗さをあえて粗くすることで樹脂密着性を向上させることを明らかにした。2つの表面粗さをバランスさせることで、近紫外域から可視光域における反射率が良好で、高輝度かつ封止材との密着性に優れたリードフレームを提供することを可能にしたものである。

[0057] 本発明の光半導体装置用リードフレームの別の好ましい製造方法を説明すると、例えば、導電性の材料の両面または片面に金属めっきを施す。

金属めっきは電気めっき法により前記金属材料表面に析出させる方法により行う。金属めっき皮膜はAu、Ag、Cu、Pt、Al、Rhのいずれか、またはそれらの合金から形成する。好ましくはAgまたはその合金である。金属めっき方法自体は通常の方法で行うことができる。

得られためっき表面に対してコロイダルシリカなどによる研磨で表面を平滑にする。これ以外に、めっき表面を平滑にする手段は、あらゆる加工の何であってもよく、例えば、前記の圧延加工やプレス加工等の塑性加工であってもよい。圧延加工やプレス加工における好ましい加工率は、前記と同様である。本発明において金属基体上の金属めっき膜自体の厚さは、めっき条件やその後の加工の施し方によって定めることができ、上記の研磨または塑性加工後において、好ましくは0.01~20 $\mu$ m、より好ましくは0.1~10 $\mu$ mとする。

金属基体としては特に制限はないが、銅もしくは銅基合金、または鉄もしくは鉄基合金等が用いられる。この基体としては、光半導体装置用リードフレームの放熱性の観点から導電率が60% IACS以上の銅合金の条材とすることが好ましい。導電率が60% IACS以上の銅合金材料としては、CDA掲載合金であるC19400、C14410、および古河電気工業(株)製EFTEC64T(C18045)(商品名)等を用いることができる。

[0058] 前記金属基体を製造する際の圧延加工工程において、最後に施される仕上圧延時のロール粗度を変えることで、第一に、マクロな表面粗さを変化させてある程度制御する。実際の条製品ではある程度ばらつきが出るため、条件を振って作成した条の中から所望の粗さになっているものを選択し、それに前記めっきを施す。ロール粗度が小さい場合にはマクロな表面粗さが小さい基体、ロール粗度が大きい場合はマクロな表面粗さが大きい基体を得る。マクロな表面粗さは触針式表面粗さ計で測定する。マクロな表面粗さは、好ま

しくはRaが $0.010\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.020\mu\text{m}$ 以上、さらに好ましくは $0.030\mu\text{m}$ 以上、最も好ましくは $0.040\mu\text{m}$ 以上である。このようなマクロな表面粗さとすることで、樹脂密着性が向上する。また、マクロな表面粗さが $0.100\mu\text{m}$ を超えると、基体表面の起伏（うねりの高さ）が大きくなるため封止材が起伏の谷に十分に入り込まない。本質的な樹脂密着性が低下するわけではないが、接触面積が減少するため、結果として、これによりマクロな表面粗さは $0.060\mu\text{m}$ 以下が好ましい。ここで、「樹脂密着性の向上」とは、後述する実施例において評価した樹脂密着性試験において剥離を生じないことを言う。

[0059] 金属基体上の、少なくとも片面もしくは両面に、一部もしくは全面に、電気めっき法等の電析や無電解めっき法またはスパッタ法によりめっき皮膜を析出させた後に、前記めっき皮膜の表面を加工して得られる、本態様の光半導体装置用リードフレームにおいて、第二に、ミクロな表面の粗さを規制する。ミクロな表面粗さは原子間力顕微鏡による視野角 $6.16\mu\text{m}\times 6.16\mu\text{m}$ での測定で得る。ミクロな表面粗さRaは、好ましくは $50\text{nm}$ 以下で、より好ましくは $30\text{nm}$ 以下、特に好ましくは $10\text{nm}$ 以下、最も好ましくは $5\text{nm}$ 以下とすることでLED用部品材料の反射率が向上する。ここで、「反射率の向上」とは、以下に述べる好ましい反射率を有することを言う。

また、ミクロな表面粗さが $2.0\text{nm}$ 程度以下になると、マクロな表面粗さに関係なく樹脂密着力が低下するため、ミクロな表面粗さは $3.0\text{nm}$ 以上が好ましい。

前記Agなどの金属又はその合金からなるめっき層を形成させた後に、圧延工程を通すため、マクロな表面粗さとミクロな表面粗さが同時に変化することになる。

ここで、圧延加工率を変えることでマクロな表面粗さとミクロな表面粗さを同時に変えることが可能である。圧延に使用するロール粗度を変化させることで、ある程度ミクロな表面粗さを制御することが可能である。同じ圧延

加工率においてもロール粗度が小さければマイクロな表面粗さは小さくなる。

本発明において、マイクロな表面粗さの制御は、反射率に直接寄与し、この粗さの小さい方が反射率（特に紫外域における反射率）は向上する。またマクロな表面粗さは、はんだ濡れ性、樹脂密着性の向上に寄与して、光半導体装置用リードフレームに好適な特性を付与するとともに、優れた平滑性を維持する。

本態様において、反射率は、前記のマイクロな表面粗さとマクロな表面粗さの両方をそれぞれ好ましい範囲内の値として組合せることによって、一層その作用を向上することができる。このようなことは前述したような従来の金属の再結晶粒径や配向に着目したものとは関係がない。

[0060] 本発明における好ましい反射率は、好ましい金属めっき皮膜である銀めっきの場合、以下の態様が好ましい。以下の（a）、（b）、（c）、（d）の順により好ましい条件を述べる。以下の（d）が最も好ましい条件である。

（a）銀めっき：可視光領域（例えば400～800nm）で全反射率が80%以上（光をそのまま反射させる白色LED用）、近紫外光領域（例えば375nm）で全反射率が70%以上（紫外光領域は黄色の蛍光体で青色の波長を跳ね返すことで白色にするLED用）。

（b）銀めっき：可視光領域（例えば400～800nm）で全反射率が85%以上、近紫外光領域（例えば375nm）で全反射率が75%以上。

（c）銀めっき：可視光領域（例えば400～800nm）で全反射率が90%以上、近紫外光領域（例えば375nm）で全反射率が90%以上。

（d）銀めっき：可視光領域（例えば400～800nm）で全反射率が95%以上、近紫外光領域（例えば375nm）で全反射率が95%以上。

また、金属めっき皮膜が金の場合、以下の態様が好ましい。

近紫外光領域（例えば375nm）および可視光領域（例えば400～800nm）の全域で全反射率が30%以上であり、特に可視光領域の長波長側の全反射率が高い。

金属めっき皮膜が銅の場合、以下の態様が好ましい。

近紫外光領域（例えば375 nm）および可視光領域（例えば400～800 nm）の全域で全反射率が35%以上であり、特に可視光領域の長波長側の全反射率が高い。

さらに、金属めっき皮膜が白金の場合、以下の態様が好ましい。

可視光領域（例えば400～800 nm）で全反射率が55%以上、近紫外光領域（例えば375 nm）で全反射率が55%以上。

さらに、金属めっき皮膜がアルミニウムの場合、以下の態様が好ましい。

可視光領域（例えば400～800 nm）で全反射率が85%以上、近紫外光領域（例えば375 nm）で全反射率が95%以上。

金属めっき皮膜がロジウムの場合、以下の態様が好ましい。

近紫外光領域（例えば375 nm）および可視光領域（例えば400～800 nm）の全域で全反射率が75%以上であり、特に可視光領域の長波長側の全反射率が高い。

[0061] 銀または銀合金めっき、さらにこれら以外の金属めっきは、電気めっき法や無電解めっき法またはスパッタ法により前記金属材料表面に析出させる方法により行うことができる。銀または銀合金めっき皮膜は、特に限定するものではないが、純銀、銀-アンチモン合金、銀-セレン合金、銀-インジウム合金、銀-錫合金、銀-金合金など使用することができる。

めっきの厚さは、特に限定するものではないが、塑性加工後において、通常0.2～10 μmの範囲で行われる。

導電性基体の一部または全部に銀または銀合金あるいはこれら以外の金属が被覆された材料は、冷間圧延機によって圧延加工を行う。圧延加工機は、2段ロール、4段ロール、6段ロール、12段ロール、20段ロール等があるが、いずれの圧延加工機でも使用することができる。

圧延加工率（減面率、または単に加工率とも言う）は、1%以上で銀または銀合金あるいはこれら以外の金属の結晶粒界の間隔を狭くすることができる。より好ましい加工率は10～50%である。

圧延加工に用いる圧延ロールは、表面粗度がRaで0.1 μm未満であることが好ましい。

[0062] 以下、本発明の光半導体装置用リードフレームの実施の形態を、図面を用いて説明する。各図において、リードフレームに光半導体素子が搭載されている状態を示すものもある。なお、各実施形態はあくまでも一例であり、本発明の範囲は各実施形態に限定されるものではない。

また、図示した形態は説明に必要な限度で省略して示しており、寸法や具体的なリードフレームないしは素子の構造が図示したものに限定して解釈されるものではない。

[0063] 図1は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第1の実施形態の概略断面図である。本実施形態のリードフレームは、基体1上に銀または銀合金からなる反射層2が形成され、反射層2の一部の表面上に光半導体素子3が搭載されている。さらにボンディングワイヤ7によって、破断部9（図中折れ線形状の領域として省略的に示している。）にて絶縁された他方のリードフレームと、光半導体素子3とが、電氣的に接続されて回路が形成されている。本発明において、本実施形態のリードフレームは、反射層2は電気めっき等で形成された後、例えば圧延加工による塑性変形等を生じており、近紫外および可視光域（波長340 nm～800 nm）の反射特性に優れた光半導体装置用リードフレームとなる。

[0064] 図2は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第2の実施形態の概略断面図である。図2に示す実施形態のリードフレームが、図1に示すリードフレームと異なる点は、基体1と反射層2との間に、中間層4が形成されていることである。その他の点については、図1に示すリードフレームと同様である。

[0065] 図3および図4は、光半導体素子が搭載される側の片面のみに例えば電気めっき後に圧延等により変形された反射層を配置した第3および第4の実施形態の概略断面図であり、図3と図4との相違点は、中間層4の有無である。

[0066] 図5は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第5の実施形態の概略断面図である。図5は、モールド樹脂5および封止樹脂6によって光半導体モジュールが形成されている様子を便宜的に示しており、光半導体素子3が搭載される部分と、その近傍である反射現象を起こす箇所と、モールド樹脂5の内部とにのみ反射層2が形成されている。本実施形態において、中間層4は基体1の全面に形成されているが、基体1と反射層2との間に介在する形態であれば、部分的に形成されていてもよい。また、モールド樹脂5の下部の途中まで反射層2が形成されているが、反射現象に寄与する部分である領域が覆われていれば良く、モールド樹脂5の外側まであるいはモールド樹脂内部のみが覆われている状態でもよい。

本発明においては、このように、光反射に寄与する部分にのみに銀または銀合金等の金属またはその合金からなる反射層2を形成することも可能である。

[0067] 図6は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第6の実施形態の概略断面図である。図6は、図5同様、モールド樹脂5および封止樹脂6によって光半導体モジュールが形成されている様子を便宜的に示している。図6の実施形態が図5と異なる点は、基体1の光半導体素子3が配置される面にのみ中間層4が設けられていることと、反射層2が基体1の全面に設けられていることである。

[0068] 図7は、本発明に係る光半導体装置用リードフレームの第7の実施形態の概略断面図である。図7において、外部の半田付け相当部では、プレス端面および裏面に、半田付け性の良好なめっき（銀または銀合金めっき、錫または錫合金、金または金合金）からなる半田付け改善層7を施している。図7においては、リードフレームに搭載される光半導体素子（3）は図示を省略している。

このプレス後に設けられる、例えば銀、錫、金などのめっきからなる半田付け改善層7によって、より安定した半田付け性が確保できる。なお、この場合、反射層が形成されている面であって、反射率が要求される部分（つま

り、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域)以外の部分に、半田付け改善層7が設けられていても差し支えない。

## 実施例

[0069] 以下、本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0070] (実施例1)

実施例1として、表1に示す幅100mmの基体に以下に示す前処理を行った後、以下に示す電気めっき処理を施した。圧延後の被覆厚さを含めた全板厚を0.2mmとするべく、反射層形成後の圧延加工時の加工率を考慮して反射層初期形成時(めっき時)の板厚を変化させて、反射層をめっきにより初期形成した。その後、6段圧延機(日立製作所製)を用い、圧延ワークロールの表面粗度Raがおよそ0.03 $\mu$ mのロールを使用して、表1に示す減面率によって厚さ0.2mmに圧延加工を施すことにより、表1に示す構成の発明例1~38および参考例1~3のサンプル(圧延加工上がり品)を得た。なお参考例4は、特許文献3の比較例1を、参考例5は、特許文献3の実施例2を、それぞれ模したものであり、圧延加工を行った後に240 $^{\circ}$ Cで4時間の熱処理を実施したものを準備した(熱処理上がり品)。また、従来例1~4については、板厚0.2mm、幅100mmの基体に、以下に示す前処理を行った後、以下に示す反射層を形成するための電気めっき処理を施すことで、表1に示すリードフレーム用の母材(条材)を作製した。(従来例1、2、4は、めっき上がり品である。)なお、従来例3に関しては、先述の特許文献2の実施例8記載の被覆状況を本実施例における基体にて再現するため、文献2記載の条件にてめっき層を形成後、熱処理を320 $^{\circ}$ Cで30秒間、残留酸素濃度500ppmの雰囲気を実施したものを準備した(熱処理上がり品)。中間層のない発明例及び比較例が図1に示したリードフレームの構造に相当し、中間層のある発明例及び参考例が図2に示したリードフレームの構造に相当する。

なお、本実施例の評価では、簡便のためプレス加工は行わず、条形状にて

評価した。

[0071] 基体として用いられた材料のうち、「C14410 (Cu-0.15Sn : 古河電気工業(株)製 EFTEC-3)」、「C19400 (Cu-Fe系合金材料 : Cu-2.3Fe-0.03P-0.15Zn)」、「C26000 (黄銅 : Cu-30Zn)」、「C52100 (リン青銅 : Cu-8Sn-P)」、「C77000 (洋白 : Cu-18Ni-27Zn)」、および「C18045 (Cu-0.3Cr-0.25Sn-0.5Zn : 古河電気工業(株)製 EFTEC-64T)」は銅または銅合金の基体を表し、合金番号はCDA (Copper Development Association) 規格による種類を示す。なお、各元素の前の数字の単位は質量%である。

また、「A1100」、「A2014」、「A3003」、および「A5052」はアルミニウムまたはアルミニウム合金の基体を表し、それぞれ日本工業規格 (JIS H 4000 : 2006 など) にその成分が規定されている。

また、「42アロイ」は鉄系基体を表し、ニッケルを42質量%含有し、残部が鉄と不可避不純物からなる合金を表す。

なお、基体がアルミニウムのときは電解脱脂・酸洗・亜鉛置換処理の工程を経て、その他の基体の場合は電解脱脂・酸洗の工程を経た前処理を行った。また、それぞれ銀または銀合金のめっきを行う前は、銀ストライクめっきを行い、最表層めっき厚は銀ストライクめっき厚を含めた圧延後の厚さとして表記した。

[0072] 実施例1における前処理条件を以下に示す。

(前処理条件)

[陰極電解脱脂]

脱脂液 : NaOH 60g / リットル

脱脂条件 : 2.5 A / dm<sup>2</sup>、温度 60°C、脱脂時間 60 秒

[酸洗]

酸洗液：10%硫酸

酸洗条件：30秒 浸漬、室温

[亜鉛置換] (基体がアルミニウムの時に使用)

亜鉛置換液：NaOH 500g/リットル、ZnO 100g/リットル、  
酒石酸 ( $C_4H_6O_6$ ) 10g/リットル、 $FeCl_2$  2g/リットル

処理条件：30秒 浸漬、室温

[Agストライクめっき] 被覆厚0.01 $\mu$ m

めっき液：KAg(CN)<sub>2</sub> 5g/リットル、KCN 60g/リットル、

めっき条件：電流密度 2A/dm<sup>2</sup>、めっき時間 4秒、温度 25℃

[0073] 実施例1において使用した中間層めっきの液組成およびめっき条件を以下に示す。

(中間層めっき条件)

[Niめっき]

めっき液：Ni(SO<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 500g/リットル、NiCl<sub>2</sub>  
30g/リットル、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 30g/リットル

めっき条件：電流密度 5A/dm<sup>2</sup>、温度 50℃

[Coめっき]

めっき液：Co(SO<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O 500g/リットル、CoCl<sub>2</sub>  
30g/リットル、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 30g/リットル

めっき条件：電流密度 5A/dm<sup>2</sup>、温度 50℃

[Cuめっき]

めっき液：CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 250g/リットル、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50g/  
リットル、NaCl 0.1g/リットル

めっき条件：電流密度 6A/dm<sup>2</sup>、温度 40℃

[0074] 実施例1において使用した反射層めっきの液組成およびめっき条件を以下に示す。

(反射層めっき条件)

[Agめっき]

めっき液：AgCN 50g/リットル、KCN 100g/リットル、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30g/リットル

めっき条件：電流密度 1A/dm<sup>2</sup>、温度 30℃

[Ag-Sn合金めっき]

めっき液：KCN 100g/リットル、NaOH 50g/リットル、AgCN 10g/リットル、K<sub>2</sub>Sn(OH)<sub>6</sub> 80g/リットル

めっき条件：電流密度 1A/dm<sup>2</sup>、温度 40℃

[Ag-In合金めっき]

めっき液：KCN 100g/リットル、NaOH 50g/リットル、AgCN 10g/リットル、InCl<sub>3</sub> 20g/リットル

めっき条件：電流密度 2A/dm<sup>2</sup>、温度 30℃

[Ag-Pd合金めっき]

めっき液：KAg[CN]<sub>2</sub> 20g/リットル、PdCl<sub>2</sub> 25g/リットル、K<sub>4</sub>O<sub>7</sub>P<sub>2</sub> 60g/リットル、KSCN 150g/リットル

めっき条件：電流密度 0.5A/dm<sup>2</sup>、温度 40℃

[Ag-Se合金めっき]

めっき液：KCN 150g/リットル、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15g/リットル、KAg[CN]<sub>2</sub> 75g/リットル、Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Se5H<sub>2</sub>O 5g/リットル

めっき条件：電流密度 2A/dm<sup>2</sup>、温度 50℃

[Ag-Sb合金めっき]

めっき液：KCN 150g/リットル、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 15g/リットル、KAg[CN]<sub>2</sub> 75g/リットル、C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>KOSb 10g/リットル

めっき条件：電流密度 1A/dm<sup>2</sup>、温度 50℃

[0075]

[表1]

表1

	基体	中間層		最表層		減面率	熱処理
		種類	被覆厚 ( $\mu\text{m}$ )	種類	被覆厚 ( $\mu\text{m}$ )		
発明例1	C14410	Ni	0.08	Ag	5	43%	無し
発明例2	C14410	Ni	0.08	Ag	2	43%	無し
発明例3	C14410	Ni	0.08	Ag	1	43%	無し
発明例4	C14410	Ni	0.08	Ag	0.5	43%	無し
発明例5	C14410	Ni	0.08	Ag	0.2	43%	無し
発明例6	C14410	無し	無し	Ag	10	37%	無し
発明例7	C14410	無し	無し	Ag	5	37%	無し
発明例8	C14410	無し	無し	Ag	2	37%	無し
発明例9	C14410	無し	無し	Ag	1	37%	無し
発明例10	C14410	無し	無し	Ag	0.5	37%	無し
発明例11	C14410	無し	無し	Ag	0.2	37%	無し
発明例12	C14410	Ni	0.2	Ag	2	43%	無し
発明例13	C14410	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例14	C14410	Ni	2	Ag	2	43%	無し
発明例15	C14410	無し	無し	Ag	1	1%	無し
発明例16	C14410	無し	無し	Ag	1	5%	無し
発明例17	C14410	無し	無し	Ag	1	10%	無し
発明例18	C14410	無し	無し	Ag	1	20%	無し
発明例19	C14410	無し	無し	Ag	1	60%	無し
発明例20	C14410	無し	無し	Ag	1	80%	無し
発明例21	C14410	無し	無し	Ag	10	80%	無し
発明例22	C14410	Co	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例23	C14410	Cu	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例24	C14410	Ni	0.5	Ag-Sn	2	43%	無し
発明例25	C14410	Ni	0.5	Ag-In	2	43%	無し
発明例26	C14410	Ni	0.5	Ag-Pd	2	43%	無し
発明例27	C14410	Ni	0.5	Ag-Se	2	43%	無し
発明例28	C14410	Ni	0.5	Ag-Sb	2	43%	無し
発明例29	C19400	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例30	C52100	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例31	C26000	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例32	C77000	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例33	C18045	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例34	42アロイ	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例35	A1100	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例36	A2014	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例37	A3003	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
発明例38	A5052	Ni	0.5	Ag	2	43%	無し
参考例1	C14410	無し	無し	Ag	0.1	37%	無し
参考例2	C14410	無し	無し	Ag	2	0.5%	無し
参考例3	C14410	無し	無し	Ag	1	85%	無し
参考例4	C14410	無し	無し	Ag	1	40%	240°C、4時間
参考例5	C14410	Cu	1	Ag	1	40%	240°C、4時間
従来例1	C14410	Ni	0.5	Ag	2	無し	無し
従来例2	C14410	Cu	1	Ag	0.2	無し	無し
従来例3	C14410	Cu	10	Ag	2	無し	320°C、30秒
従来例4	C14410	Ni	0.08	Ag	0.2	無し	無し

## [0076] (評価方法)

上記のようにして得られた、表1の発明例、参考例、および従来例のリードフレームについて、下記試験および基準により評価を行った。その結果を

表2に示す。

(1A) 反射率測定：分光光度計(U-4100(商品名、(株)日立ハイテクノロジーズ製))において、全反射率を300nm~800nmにかけて連続測定を実施した。このうち、紫外域~近紫外域である340nm、375nm、400nm、さらには可視光域である450nmおよび600nmにおける全反射率(%)を表2に示す。それぞれ波長340nmでの反射率を60%以上、375nmでの反射率を75%以上、400nmでの反射率を80%以上、可視光域の波長450nmおよび600nmにおいては90%以上であることが要求特性とした。

(1B) 耐熱性：150℃および190℃の温度で3時間大気中にて熱処理を行った後の変色状況を目視観察した。変色が全くないものを「良」と判定して表に「○」を付し、やや褐色に変色しているものを「可」と判定して表に「△」、完全に褐色なものを「不可」と判定して表に「×」を付し、「可」以上を実用レベルとした。

(1C) 曲げ加工性：曲げ半径0.2mmにおいて、圧延筋に対して平行な方向に90°曲げを1トンプレス機を使用して実施した。その曲げ加工部の頂点を実体顕微鏡にて100倍で観察し、割れの有無を調査した。全く割れていないものを「優」と判定して表に「◎」を付し、最表層に軽微な割れが発生しているものの基体まで到達していないものを「良」と判定して表に「○」を付し、最表層に軽微な割れが発生しているが、基体の割れは認められないものを「可」と判定して表に「△」を付し、基体まで割れが発生しているものを「不可」と判定して表に「×」を付し、「可」以上を実用レベルとした。

[0077]

[表2]

表2

	反射率					耐熱性	耐熱性	曲げ加工性
	@340nm	@375nm	@400nm	@450nm	@600nm	150°C-3h	190°C-3h	R=0.2mm
発明例1	69	88	90	97	98	○	○	○
発明例2	69	88	90	97	97	○	○	○
発明例3	68	87	89	95	96	○	○	○
発明例4	65	82	83	92	93	○	○	○
発明例5	62	77	82	90	92	○	○	○
発明例6	70	87	92	98	99	○	○	○
発明例7	68	87	89	96	97	○	○	○
発明例8	68	87	89	96	96	○	○	○
発明例9	67	86	88	94	95	○	○	○
発明例10	64	81	82	91	92	○	○	○
発明例11	61	76	81	90	91	△	△	○
発明例12	68	87	90	97	98	○	○	○
発明例13	69	88	90	96	97	○	○	○
発明例14	68	88	89	97	98	○	○	○
発明例15	62	75	84	91	92	○	○	◎
発明例16	64	77	85	93	94	○	○	◎
発明例17	66	81	86	94	95	○	○	◎
発明例18	68	84	88	96	98	○	○	◎
発明例19	70	89	93	98	99	○	○	○
発明例20	71	89	94	98	99	○	○	△
発明例21	71	90	94	98	99	○	○	△
発明例22	69	88	90	96	97	○	○	○
発明例23	66	85	87	93	94	○	△	○
発明例24	63	82	84	90	91	○	○	○
発明例25	66	85	87	93	94	○	○	○
発明例26	61	80	83	90	90	○	○	○
発明例27	67	86	88	94	95	○	○	○
発明例28	66	85	87	93	94	○	○	○
発明例29	69	88	90	96	97	○	○	○
発明例30	69	88	90	96	97	○	○	○
発明例31	67	87	89	95	96	○	○	○
発明例32	68	87	90	96	96	○	○	○
発明例33	69	88	90	96	97	○	○	○
発明例34	68	87	90	96	96	○	○	○
発明例35	67	87	89	96	98	○	○	○
発明例36	66	87	88	96	98	○	○	○
発明例37	66	88	90	96	98	○	○	○
発明例38	67	87	89	96	98	○	○	○
参考例1	56	71	76	85	86	×	×	○
参考例2	62	71	81	89	93	○	○	◎
参考例3	71	90	94	98	99	○	○	×
参考例4	57	75	79	83	84	△	×	◎
参考例5	55	73	78	82	83	△	×	◎
従来例1	62	64	78	87	93	○	○	◎
従来例2	56	55	68	79	85	△	×	◎
従来例3	71	82	86	88	89	△	×	△
従来例4	59	61	77	86	90	○	△	◎

[0078] これらの結果から明らかなように、圧延加工による減面加工を行っておらず、かつ熱処理も行っていない従来例1、2、4において、減面加工を施した本発明例と比較すると、次のことが分かる。紫外～近紫外域である340

nm～400nm、特に375nmにおける反射率が本発明例の方が良好であり、340nmで60%以上、375nmで75%以上、さらに400nmで80%以上を満足した。また、めっき後に熱処理を320℃で30秒間の処理した従来例3では、全体的に、特に可視光領域において反射率が本発明例よりも低かった。これは、特許文献2の実施例はセラミックスであるアルミナ基板であるのに対し、本発明のような基体に金属を用いたリードフレーム材では、320℃で30秒間という熱処理が施されることで、下地や基体成分の拡散が発生しているものと思われる、さらに熱処理を大気中で行うことによって基体成分の酸化が進行し、表2に示すように耐熱性が低下しているものと思われる。

また、Ag厚が薄い場合には、従来例2および4にあるように、耐熱性に劣っている傾向にあることが分かる。

[0079] さらに参考例1においては、最表層の被覆厚が0.1μmと薄いため、耐熱性に劣るとともに、波長375nmおよび400nmにおける反射率が改善されるものの発明例11より劣っていることが分かり、最表層被覆厚は0.2μm以上であることが好ましいことが分かる。

また参考例2では、反射層形成後の圧延加工時の加工率が0.5%と低いため、圧延なしよりは反射率が向上するものの、十分とはいえないレベルに留まっている。

さらに参考例3では、減面率が80%を越えている状態であるが、反射率及び耐熱性は優れるものの、曲げ加工性において劣っていることが確認された。このため、減面率は1～80%であることが好ましいことが分かる。さらに曲げ加工性も重視すると、20～60%の減面率がより好適である。

さらに参考例4及び参考例5では、めっき、圧延の後、熱処理（低温焼鈍）を行った例であるが、反射率が全体的に10%程度低下しており、低温焼鈍による熱履歴が過剰であったために反射率が低下した。このように、圧延の後に熱処理を施す場合は、反射率を十分に考慮しつつ適用する必要があることが分かる。

[0080] 図8に、従来例1と発明例19における反射率を測定した結果を示す。これらは、従来の通常の手法でめっきしただけの（塑性加工も熱処理も行っていない）従来例1に対して、めっき後に塑性加工を施した発明例19を対比して示した結果である。このように、本発明例は波長345～355 nmにおける吸収ピークが消滅しており、かつ可視光域において大変優れた反射率を示すことが分かる。この反射率は銀の物理的限界反射率に極めて近く、従来にはない反射率を示しており、近紫外から可視光域の波長340～800 nmにおいて、光半導体装置用リードフレームとして大変好適に用いることが出来ることがわかる。なお、図示した従来例1の結果は、従来例3の場合よりも低波長側における反射率が低いと思われる。

[0081]（実施例2）

実施例2として、表3に示す幅100 mmの基体に、前記実施例1と同様にして前処理を行った後、表3に示す電気めっき処理を前記実施例1と同様にして施した。0.25 mmおよび0.83 mmの板厚の基体を用いて、圧延加工後のAg被覆厚が3 μmとなるように、基体の両面をAgめっきし、その後、反射層形成後の圧延加工時の加工率40%で圧延加工を施し、0.15 mmおよび0.5 mmの板厚の条材を得た。その後プレスによる打ち抜き加工を施した後、レジストマスクにより、外部リード部のみに半田濡れの良いめっき皮膜を形成するための電気めっきを行い、レジストを除去して、表3に示す構成の発明例39～50および参考例6～9を得た。

また、従来例5～8については、板厚0.15 mmおよび0.5 mm、幅100 mmの条材をプレス抜き加工後にAgめっきし、表3に示すリードフレームを作製した。

いずれも、半田付けを行うリード部の幅は、3 mmと0.5 mmとした。

[0082]

[表3]

表3

	基体	リード厚	リード幅	中間層	LED部最表層	減面率	リード部めっき
発明例39	C14410	0.15mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Ag=0.3 $\mu$ m
発明例40	C14410	0.15mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Ag=0.3 $\mu$ m
発明例41	C14410	0.15mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Sn=0.3 $\mu$ m
発明例42	C14410	0.15mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Sn=0.3 $\mu$ m
発明例43	C14410	0.15mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Au=0.1 $\mu$ m
発明例44	C14410	0.15mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Au=0.1 $\mu$ m
発明例45	C14410	0.5mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Ag=0.3 $\mu$ m
発明例46	C14410	0.5mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Ag=0.3 $\mu$ m
発明例47	C14410	0.5mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Sn=0.3 $\mu$ m
発明例48	C14410	0.5mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Sn=0.3 $\mu$ m
発明例49	C14410	0.5mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Au=0.1 $\mu$ m
発明例50	C14410	0.5mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	Au=0.1 $\mu$ m
参考例6	C14410	0.15mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	無し
参考例7	C14410	0.15mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	無し
参考例8	C14410	0.5mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	無し
参考例9	C14410	0.5mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	40%	無し
従来例5	C14410	0.15mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	無し	無し
従来例6	C14410	0.15mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	無し	無し
従来例7	C14410	0.5mm	3mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	無し	無し
従来例8	C14410	0.5mm	0.5mm	無し	Ag=3 $\mu$ m	無し	無し

## [0083] (評価方法)

上記のようにして得られた、表3の発明例、参考例、および従来例のリードフレームについて、下記試験および基準により評価を行った。その結果を表4に示す。

(2A) 反射率測定：分光光度計 U-4100 (商品名、(株)日立ハイテクノロジーズ製)において、全反射率を300nm~800nmにかけて連続測定を実施した。このうち、波長340nm、波長375nm、波長400nm、波長450nmおよび波長600nmにおける全反射率(%)を表4に示す。

全反射率は、実用性を考慮して、それぞれ、波長340nmでの反射率を60%以上、波長375nmでの反射率を75%以上、波長400nmでの反射率を80%以上、可視光域の波長450nmおよび600nmにおいては90%以上であることを要求特性とした。

(2B) 半田付け性：ソルダーチェッカー (SAT-5100 (商品名、(株)レスカ製))において、150℃-3時間の大気加熱後にリード部の半田濡れ時間を評価した。測定条件詳細は以下の条件とし、半田濡れ時間が1

秒以下であると良好であると判定した。

半田の種類：S n - 3 A g - 0. 5 C u

温度：2 5 0℃

フラックス：イソプロピルアルコール - 2 5 % ロジン

浸漬速度：2 5 m m / 秒

浸漬時間：1 0 秒

浸漬深さ：1 0 m m

[0084] [表4]

表4

	反射部反射率					150℃-3h後 半田濡れ時間
	@340nm	@375nm	@400nm	@450nm	@600nm	
発明例39	68	87	91	97	98	0. 2~0. 5秒
発明例40	67	87	90	96	97	0. 2~0. 5秒
発明例41	68	86	89	96	97	0. 2~0. 5秒
発明例42	67	87	91	97	98	0. 2~0. 5秒
発明例43	68	87	88	97	97	0. 2~0. 5秒
発明例44	68	87	89	96	97	0. 2~0. 5秒
発明例45	67	86	91	97	97	0. 4~0. 8秒
発明例46	68	87	90	96	97	0. 3~0. 7秒
発明例47	68	87	89	97	97	0. 4~0. 8秒
発明例48	67	87	91	97	98	0. 3~0. 7秒
発明例49	68	86	88	97	97	0. 4~0. 8秒
発明例50	68	87	89	96	97	0. 3~0. 7秒
参考例6	67	86	91	96	97	0. 2~0. 6秒
参考例7	68	87	90	97	98	0. 3~0. 6秒
参考例8	68	87	89	97	98	0. 5~1. 5秒
参考例9	67	87	91	97	97	>3秒
従来例5	61	63	78	86	93	0. 2~0. 5秒
従来例6	60	63	77	87	92	0. 2~0. 5秒
従来例7	62	64	78	86	92	0. 4~0. 8秒
従来例8	61	64	76	87	93	0. 3~0. 7秒

[0085] 上記実施例2により、本発明例、参考例、および従来例において、以下のことがわかった。

(a) めっきされたA g被覆が圧延された反射層を3 μ m有していれば、反射率は実施例1と同様に良好である。

(b) 外部リードに半田濡れの良好なめっき皮膜としてA g、S nまたはA uをめっきした発明例は、いずれも半田付け性の問題はないことがわかった。

(c) 外部リードに半田濡れの良好なめっきを施していない参考例におい

ては、薄い板厚で広い幅では問題ないが、狭い幅では、やや濡れ時間が長い。厚い板厚で広い幅でも若干濡れ時間が長くなっており、狭い幅になるとかなり濡れ時間が長くなっている。

(d) 上記 (b)、(c) から、半田付けの信頼性の高度に要求される用途や、板厚・幅から半田濡れしにくい形状の場合には、外部リードへ半田濡れの良好なめっきを施すことが好ましい。

上記の実施例においては、外部リードへのめっきとして純金属 (Ag、Sn または Au) でめっきした例を示したが、これらが合金でも同様な効果を奏することは確認している。

[0086] (実施例 3)

前記のめっき組織残存率を特徴とする態様の実施例である。

実施例 3 として、厚さ 0.25 mm、幅 180 mm の表 5 に示す導電性基体に前記と同様に前処理を行った後、前記と同様に電気めっき処理を施した。その後、Ag めっき層を塑性変形させるため、圧延加工またはプレス加工により加工率を変化させて本発明例 101~121、参考例 101 のリードフレームを作製した。参考例 102 は、特許文献 3 の比較例 1 を、参考例 103 は、特許文献 3 の実施例 2 を、それぞれ模したものであり、圧延加工を行った後に 240℃ で 4 時間の熱処理を実施したものを準備した (熱処理上がり品)。また、従来例 101 のめっき上がり品については、板厚 0.25 mm、幅 180 mm の表 5 に示す導電性基体に前記と同様に前処理を行った後、前記と同様に電気めっき処理を施し、圧延を行わないで、リードフレームを作製した。また従来例 102 では、従来例 101 で得られためっき材に、残留酸素濃度 500 ppm 以下の窒素雰囲気にて、300℃ で 5 分間の熱処理を行ったリードフレームを準備し、結晶粒径を熱処理によって調整したものを準備した。(中間層のない実施例及び参考例が図 1 に示したリードフレームの構造に相当し、中間層のある実施例が図 2 に示したリードフレームの構造に相当する。)

[0087] なお、銀ストライクめっきの条件は、前記の条件を以下の通り変更した。

これ以外の処理は、前記と同様である。

[A g ストライクめっき]

めっき液：K A g (C N)<sub>2</sub> 4.45 g / リットル、K C N 60 g / リットル

めっき条件：電流密度 5 A / d m<sup>2</sup>、温度 25 °C

[表5]

表5

	基体	中間層		最表層被覆厚 μm	圧延加工率 (%)	圧延後の熱処理	めっき組織 残存率 (%)	耐熱性				
		種類	被覆厚 μm					@400nm	@450nm	@600nm	@800nm	
発明例101	C18045	-	-	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例102	C18045	-	-	6	33	なし	20	90	96	98	100	AA
発明例103	C18045	-	-	9	33	なし	20	91	96	98	100	AA
発明例104	C18045	-	-	3	12	なし	50	85	90	94	97	AA
発明例105	C18045	-	-	3	22	なし	35	89	92	96	98	AA
発明例106	C18045	-	-	3	30	なし	25	90	94	97	98	AA
発明例107	C18045	-	-	3	45	なし	10	92	95	98	100	AA
発明例108	C18045	-	-	3	60	なし	0	93	96	99	100	AA
発明例109	C18045	Ni	0.2	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例110	C18045	Ni	0.5	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例111	C18045	Ni	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例112	C18045	Ni	2	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例113	C18045	Co	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例114	C18045	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例115	C19400	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例116	C52100	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例117	C26000	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例118	42アロイ	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例119	A2014	Cu	1	3	33	なし	20	90	95	97	99	AA
発明例120	C18045	-	-	0.23	33	なし	20	90	94	96	98	B
発明例121	C18045	-	-	0.75	33	なし	20	90	94	96	98	A
参考例101	C18045	-	-	3	8	なし	55	82	87	91	94	AA
参考例102	C18045	-	-	1	40	240°C、4時間	15	79	83	84	88	C
参考例103	C18045	Cu	1	1	40	240°C、4時間	15	78	82	83	87	C
従来例101	C18045	-	-	3	0	なし	100	78	85	92	94	AA
従来例102	C18045	-	-	3	0	300°C、5分間	100	84	89	94	97	C

注:「-」は中間層を設けなかったことを、「なし」は圧延後に熱処理を行わなかったことを、それぞれ意味する。

## [0088] (評価方法)

上記のようにして得られた、表5の発明例、参考例および従来例のリードフレームについて、下記試験および基準により評価を行った。その結果を表5に示す。なお、従来例とは、比較例のうち従来技術相当のものを示す。

(3A) 反射率測定：分光光度計 (V660 (商品名、日本分光 (株) 製)) において、全反射率を300nm~800nmにかけて連続測定を実施した。このうち、400nm、450nm、600nmおよび800nmにおける全反射率 (%) を表5に示す。それぞれ波長400nmでの反射率を85%以上、波長450nm~800nmでの反射率を90%以上であることが要求特性とした。

(3B) 耐熱性：150℃の温度で3時間大気中にて熱処理を行った後、上記反射率測定を実施した。その結果、波長450nmの全反射率がまったく変化しなかったものを「AA」、反射率低下が2%以内であったものを「A」、反射率低下が2%を越え5%以内だったものを「B」、反射率低下が5%を越えたものを「C」とし、B以上を耐熱性に優れ安定な反射率が得られる実用レベルとして表5に示した。

[0089] これらの結果から明らかなように、発明例は、従来例よりも400~800nmにおける反射率が良好であり、400nmで85%以上、450~800nmで90%以上を満足した。特にめっき組織残存率が50%以下である発明例においては、波長450nmで反射率90%以上、波長450~800nmで95%以上を満足しており、従来技術では達成し得なかった非常に優れた反射率が得られていることが分かる。また、近紫外域でも反射率に優れることを確認した。

一方の従来例101は通常の銀めっき品であるが、波長400nmの反射率が85%以下、さらに波長450nmでは反射率が85%であり、450nm発光のチップを搭載した場合、本発明例の方が5~10%も輝度が高いことを意味する。このことは、反射率向上によりこれらの波長を利用した光半導体に好適に用いられることが期待される。さらに従来例102は、銀め

つき後に熱処理を施して結晶粒径を $0.5\ \mu\text{m}$ 以上に粗大化させた例であるが、初期の反射率が波長 $400\ \text{nm}$ では $85\%$ を僅かながら下回っており、さらに耐熱性が劣っていることが分かる。これは、リードフレームタイプに従来例2のような熱処理を施すと、基体の銅成分が表層にまで拡散しやすくなり、その結果耐熱性に劣るものと考えられる。このため、機械的な加工によりめっき組織の少なくとも表面を変形させて本発明例では耐熱性にも優れ、反射率が熱劣化しにくい光半導体用リードフレームが提供できる。

さらに参考例101においては、銀からなる反射層のめっき組織残存率が $50\%$ を上回っており、その結果波長 $400\ \text{nm}$ および $450\ \text{nm}$ の反射率がそれぞれ $85\%$ および $90\%$ を下回っていることから、反射率改善が不十分であることが分かる。

さらに参考例102、参考例103においては、銀からなる反射層のめっき組織残存率は $50\%$ を下回っているものの、圧延加工後に過剰な熱処理が加えられている。この結果、反射率の低下が大きく、全波長域で反射率の低下が見られていることから、先述の適正な熱処理条件を超えないようにすることが必要であることがわかる。

これらの結果から、最表層の銀からなる反射層を電気めっき法で形成後、そのめっき組織残存率を $50\%$ 以下にすることによって、波長 $400\ \text{nm}$ で反射率 $85\%$ 以上、波長 $450\sim 800\ \text{nm}$ で反射率 $90\%$ 以上が達成でき、本発明のリードフレームを光半導体装置に用いることで、優れた輝度を示し、かつ耐熱性に優れるので長期に渡って高輝度を維持できる、優れた光半導体装置を提供できることが分かる。

[0090] (実施例4)

前記の表面粗さを特徴とする態様の実施例である。

実施例4として、金属基体は古河電気工業株式会社製銅基合金「EFTEC64T-C(C18045)」(商品名)を使用した。幅 $100\ \text{mm}$ とした。以下に示す前処理を行った後、以下に示す電気めっき処理を施すことで銀めっき層を $1.0\ \mu\text{m}$ の厚さで形成させた。

## [0091] (前処理条件)

## [電解脱脂]

脱脂液：NaOH 60g/リットル

脱脂条件：2.5A/dm<sup>2</sup>、温度60℃、脱脂時間60秒

## [酸洗]

酸洗液：10%硫酸

酸洗条件：30秒 浸漬、室温

## [銀ストライクめっき]

めっき液：KAg(CN)<sub>2</sub> 4.45g/リットル、KCN 60g/リットル

めっき条件：電流密度 5A/dm<sup>2</sup>、温度 25℃

## [銀めっき]

めっき液：AgCN 50g/リットル、KCN 100g/リットル、K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 30g/リットル

めっき条件：電流密度 1A/dm<sup>2</sup>、温度 30℃

[0092] 前記金属基材を製造する際の圧延加工工程において、仕上圧延時のロール粗度を変えることで、マクロな表面粗さを制御した。ロール粗度が小さい場合には表面粗さが小さい基材、ロール粗度が大きい場合は表面粗さが大きい基材を得た。以下の試験例において、ロールの表面粗さR<sub>z</sub>が小さい順に、スキンプスロール（以下の0.1Sロールよりも表面が平滑）、0.1Sロール、0.2Sロール、0.4Sロール、0.8Sロールを使用した。スキンプスロール、0.1Sロール、0.2Sロール、0.4Sロール、0.8Sロールの順でロール表面が平滑である。これにより得られる蝕針式のマクロな表面粗さが、それぞれ順に、Ra≒0.005μm、0.01μm、0.02μm、0.03μm、0.04μmとなるようにマクロな表面粗さを制御した。

[0093] 上記基体表面にめっきを施すことで得られためっきサンプルに対して、前記金属基体において表面形状が異なるサンプルを使用し、かつ、コロイダル

シリカ（OP-S懸濁液（OPSIF-5リットル入り）：丸本ストルアス社製）による研磨を表6に示す時間で施すことで、所望のマイクロな表面粗さを得られるように制御した。ここで、0秒は研磨していないめっき上がりのサンプルという意味である。

[0094] 接触式表面粗さ計（SE-30H：製品名、（株）小坂研究所製）にてマイクロな表面粗さRaを測定した。測定距離は4mm、針の速度は0.8mm/sとした。

AFM（Mobile S：製品名、Nanosurf社製、触針：CONTR-10#）でマイクロな表面粗さSaを測定した。視野角は6.16μm×6.16μmとした。

[0095] それぞれのサンプルを2.5cm×2.5cmに切り出し、分光光度計（U-4100（商品名、（株）日立ハイテクノロジーズ製））において、全反射率を300nm～800nmにかけて連続測定を実施した。実施例に示す波長は、紫外光領域の代表値として375nm、可視光領域の閾値として下限を400nm、上限を800nm、可視光領域中の青色、緑色、黄色、赤色の代表的な波長として、それぞれ450nm、520nm、590nm、660nm、である。可視光領域（400～800nm）で全反射率が80%以上、近紫外光領域（例えば375nm）で全反射率が70%以上であれば、それぞれ合格とし、これ未満の反射率を不合格とする。

それぞれの波長に対する全反射率を表6に示した。連続測定の結果から、各波長間で全反射率が急落することはないことを確認している。

[0096] 樹脂密着性は前記めっきが施された前記金属基体にLED用シリコーン封止樹脂の皮膜を形成させ、前記樹脂皮膜にクロスカット試験（1mm×1mm、剥離テープ：631S #25 ポリエステルフィルム粘着テープ：株式会社寺岡製作所製）を行うことで評価を行った。評価基準は以下のとおりである。

◎：全くハガレが無い（優）

○：端に浮きが見られる（良）

△：多少の剥離が認められる（可）

×：剥離してしまう（不可）

[0097]

[表6]

Ag	基材圧延時のロール		接触式		研磨時間(秒)	AFM ミクロな表面粗さ Sa(nm)	全反射率					樹脂密着性		
	Rz(μm)		マクロな表面粗さ				375nm	400nm	450nm	520nm	590nm		660nm	800nm
	Rz(μm)	0.005	Ra(μm)	0.005			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)
比較例201	0.005	0.005	0.005	0.005	0	98.6	70	76	79	80	80	81	x	
参考例201	0.005	0.007	0.006	0.006	5	60.2	71	77	79	81	82	82	x	
参考例202	0.005	0.006	0.006	0.006	10	48.6	80	82	83	85	86	86	x	
参考例203	0.005	0.006	0.006	0.006	20	29.0	85	88	90	93	93	94	x	
参考例204	0.005	0.005	0.005	0.005	40	9.8	91	96	97	98	98	99	x	
参考例205	0.005	0.005	0.005	0.005	60	4.9	95	98	98	98	99	99	x	
比較例202	0.01	0.012	0.012	0.012	0	97.5	70	76	78	80	81	81	△	
参考例206	0.01	0.011	0.011	0.011	5	61.3	71	77	79	81	82	82	△	
発明例201	0.01	0.010	0.010	0.010	10	50.0	80	82	84	86	85	86	△	
発明例202	0.01	0.011	0.011	0.011	20	28.9	85	87	91	93	94	94	△	
発明例203	0.01	0.010	0.010	0.010	40	9.9	91	96	97	98	98	99	△	
発明例204	0.01	0.012	0.012	0.012	60	4.7	95	98	99	98	99	99	△	
比較例203	0.02	0.021	0.021	0.021	0	98.8	70	76	79	81	81	81	○	
参考例207	0.02	0.022	0.022	0.022	5	63.8	71	77	79	82	82	82	○	
発明例205	0.02	0.023	0.023	0.023	10	49.9	80	82	85	86	86	86	○	
発明例206	0.02	0.023	0.023	0.023	20	29.8	85	88	92	93	94	94	○	
発明例207	0.02	0.020	0.020	0.020	40	10.0	91	96	97	98	99	99	○	
発明例208	0.02	0.022	0.022	0.022	60	4.9	96	98	99	99	99	99	○	
比較例204	0.03	0.031	0.031	0.031	0	97.7	70	77	80	80	81	81	◎	
参考例208	0.03	0.032	0.032	0.032	5	60.5	71	78	81	81	81	82	◎	
発明例209	0.03	0.031	0.031	0.031	10	49.2	80	82	85	86	86	86	◎	
発明例210	0.03	0.030	0.030	0.030	20	30.0	85	88	92	93	95	94	◎	
発明例211	0.03	0.030	0.030	0.030	40	9.7	91	97	97	98	99	99	◎	
発明例212	0.03	0.033	0.033	0.033	60	4.7	96	97	99	99	99	99	◎	
比較例205	0.04	0.043	0.043	0.043	0	99.5	70	76	79	81	81	81	◎	
参考例209	0.04	0.041	0.041	0.041	5	61.7	70	77	79	81	82	82	◎	
発明例213	0.04	0.041	0.041	0.041	10	49.9	80	93	84	87	86	86	◎	
発明例214	0.04	0.042	0.042	0.042	20	29.7	85	88	92	93	95	94	◎	
発明例215	0.04	0.044	0.044	0.044	40	9.8	91	96	98	99	99	99	◎	
発明例216	0.04	0.040	0.040	0.040	60	5.0	96	97	99	99	99	99	◎	

## [0098] (実施例5)

前記の表面粗さを特徴とする態様の実施例である。

上述のAuめっき材の評価と同様に、実施例5としてAu、Cu、Pt、Al及びRhについても同様の評価を行った。

[0099] 実施例5における金属基体は前述の実施例4と同様のものを使用した。また、実施例4と同様な前処理を行った後電気めっき処理を施すことで表7に示した金属のめっき層を1.0 $\mu$ mの厚さで形成させた。

用いた各金属めっきのめっき条件は以下の通りである。

## [Auめっき]

めっき液：KAu(CN)<sub>2</sub> 14.6g/リットル、C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> 150g/リットル、K<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 180g/リットル

めっき条件：電流密度 1A/dm<sup>2</sup>、温度 40℃

## [Cuめっき]

めっき液：CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O 250g/リットル、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50g/リットル、NaCl 0.1g/リットル

めっき条件：電流密度 6A/dm<sup>2</sup>、温度 40℃

## [Ptめっき]

めっき液：Pt(NO<sub>2</sub>)(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 10g/リットル、NaNO<sub>2</sub> 10g/リットル、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 100g/リットル、NH<sub>3</sub> 50ミリリットル/リットル

めっき条件：電流密度 5A/dm<sup>2</sup>、温度 80℃

## [Alスパッタリング]

装置名：SPV-403 (製品名、トッキ (株) 製)

ターゲット：純度99.99%

スパッタ条件：スパッタレート 27nm/分、RF Power 100W、圧力 3×10<sup>-3</sup>torr、Ar流量 50sccm (standard c c/min、1atm (大気圧1013hPa)、25℃での流量)

## [Rhめっき]

めっき液：RHODEX（商品名、日本エレクトロプレイティングエンジニアース（株）製）

めっき条件：1. 3 A / d m<sup>2</sup>、温度 5 0 °C

[0100] 得られたそれぞれのめっきサンプルに対して、前記金属基体において表面形状が異なるサンプルを使用し、かつ、コロイダルシリカによる研磨を表7に示す時間施すことで、所望の表面粗さを得た。ここで、0秒は研磨していないめっき上がりのサンプルという意味である。これらのサンプルを実施例4と同様に2種類の測定方法によって表面粗さR<sub>a</sub>を測定した。

また、それぞれのサンプルについて、実施例4と同様に全反射率を連続して測定した。

さらに、前述の実施例4と同様に樹脂密着性の評価を行った。その評価方法は、前述の実施例4と同様である。

それらの結果を以下の表7に示す。

[0101]

[表7]

表7	Au	基材圧延時のロール Rz (μm)	接触式マクロな表面粗さ Ra (μm)	研磨時間 (秒)	AFM ミクロな表面粗さ Ra (nm)	全反射率					樹脂密着性		
						375nm (%)	400nm (%)	450nm (%)	520nm (%)	590nm (%)		660nm (%)	800nm (%)
	比較例206	0.005	0.007	0	99.2	15	16	17	27	46	66	86	x
	参考例210	0.005	0.005	60	4.9	31	32	33	54	80	88	93	x
	比較例207	0.03	0.033	0	97.6	16	16	18	28	45	68	85	◎
	発明例217	0.03	0.030	60	4.6	32	33	35	55	82	89	94	◎
	Cu	基材圧延時のロール Rz (μm)	接触式マクロな表面粗さ Ra (μm)	研磨時間 (秒)	AFM ミクロな表面粗さ Ra (nm)	全反射率					樹脂密着性		
	比較例208	0.005	0.007	0	98.4	24	28	35	43	70		90	94
	参考例211	0.005	0.006	60	4.8	35	37	46	53	82	92	96	x
	比較例209	0.03	0.031	0	98.9	26	29	36	43	71	90	95	◎
	発明例218	0.03	0.032	60	4.7	36	38	48	54	83	93	97	◎
	Pt	基材圧延時のロール Rz (μm)	接触式マクロな表面粗さ Ra (μm)	研磨時間 (秒)	AFM ミクロな表面粗さ Ra (nm)	全反射率					樹脂密着性		
	比較例210	0.005	0.005	0	98.2	47	49	53	55	58		61	63
	参考例212	0.005	0.006	60	4.5	55	59	61	64	66	69	72	x
	比較例211	0.03	0.032	0	97.4	46	48	52	55	57	60	63	◎
	発明例219	0.03	0.032	60	4.5	56	58	60	63	66	68	71	◎
	Al	基材圧延時のロール Rz (μm)	接触式マクロな表面粗さ Ra (μm)	研磨時間 (秒)	AFM ミクロな表面粗さ Ra (nm)	全反射率					樹脂密着性		
	比較例212	0.005	0.006	0	99.1	81	80	77	75	74		71	64
	参考例213	0.005	0.006	60	4.8	93	92	92	91	91	90	86	x
	比較例213	0.03	0.030	0	98.0	82	81	78	76	75	72	67	◎
	発明例220	0.03	0.032	60	4.8	95	94	93	91	92	91	86	◎
	Rh	基材圧延時のロール Rz (μm)	接触式マクロな表面粗さ Ra (μm)	研磨時間 (秒)	AFM ミクロな表面粗さ Ra (nm)	全反射率					樹脂密着性		
	比較例214	0.005	0.005	0	98.3	57	58	60	62	65		68	72
	参考例214	0.005	0.006	60	4.7	75	75	75	76	77	78	79	x
	比較例215	0.03	0.031	0	97.5	58	59	60	63	66	69	73	◎
	発明例221	0.03	0.032	60	4.6	76	77	77	78	79	80	81	◎

[0102] (実施例6)

前記の表面粗さを特徴とする態様の実施例である。

実施例6として、前記実施例4に示したコロイダルシリカの研磨による表

面の平滑化をロールの表面粗さを変えた圧延による表面の平滑化に変え、前述の実施例4と同様の評価を行った。前記Agめっき層を形成させた後に、圧延工程を通すため、マクロな表面粗さとミクロな表面粗さが同時に変化した。ここで、圧延加工率を変えることでマクロな表面粗さとミクロな表面粗さを同時に変えた。圧延に使用するロール粗度を変化させることで、ある程度ミクロな表面粗さを制御した。同じ圧延加工率においてもロール粗度が小さければミクロな表面粗さは小さくなった。

表中、圧延加工率（％）は、圧延加工前の材料の断面積と圧延加工後の断面積の差を圧延加工前の材料の断面積で割った百分率（％）で表した値である。

その結果を以下の表8に示す。

[0103]

[表8]

表8

Ag	基材圧延時のロール		触針式マクロな表面粗さ		圧延加工率 %	AFMミクロな表面粗さ Ra(nm)	全反射率						樹脂密着性	
	Rz(μm)	Ra(μm)	Ra(μm)	Ra(μm)			375nm (%)	400nm (%)	450nm (%)	520nm (%)	590nm (%)	660nm (%)		800nm (%)
比較例216	0.01	0.040	0.040	0.040	0	98.6	61	70	76	79	80	80	81	x
参考例215	0.01	0.031	0.031	0.031	5	95.6	61	70	76	79	80	80	81	◎
参考例216	0.01	0.022	0.022	0.022	10	60.0	62	71	77	79	81	82	82	○
発明例222	0.01	0.020	0.020	0.020	20	48.1	72	80	82	83	85	86	86	○
発明例223	0.01	0.015	0.015	0.015	30	28.7	77	85	88	90	93	93	94	△
発明例224	0.01	0.013	0.013	0.013	40	9.8	90	91	96	97	98	98	99	△
発明例225	0.01	0.011	0.011	0.011	50	3.0	94	95	98	98	98	99	99	△
比較例217	0.02	0.047	0.047	0.047	0	97.5	62	70	76	78	80	81	81	△
参考例217	0.02	0.045	0.045	0.045	5	96.3	61	70	76	79	80	80	81	◎
参考例218	0.02	0.038	0.038	0.038	10	62.2	62	71	77	79	81	82	82	◎
発明例226	0.02	0.034	0.034	0.034	20	50.0	72	80	82	83	85	86	86	◎
発明例227	0.02	0.030	0.030	0.030	30	28.5	77	85	88	90	93	93	94	◎
発明例228	0.02	0.023	0.023	0.023	40	10.0	90	91	96	97	98	98	99	○
発明例229	0.02	0.018	0.018	0.018	50	4.8	94	95	98	98	98	99	99	△
比較例218	0.03	0.055	0.055	0.055	0	102.3	62	70	76	79	81	81	81	○
参考例219	0.03	0.054	0.054	0.054	5	98.6	61	70	76	79	80	80	81	△
参考例220	0.03	0.046	0.046	0.046	10	60.2	62	71	77	79	81	82	82	◎
発明例230	0.03	0.040	0.040	0.040	20	50.0	72	80	82	83	85	86	86	◎
発明例231	0.03	0.037	0.037	0.037	30	30.0	77	85	88	90	93	93	94	◎
発明例232	0.03	0.031	0.031	0.031	40	9.9	90	91	96	97	98	98	99	◎
発明例233	0.03	0.027	0.027	0.027	50	4.7	94	95	98	98	98	99	99	○
比較例219	0.04	0.062	0.062	0.062	0	105.6	62	70	77	80	80	81	81	◎
参考例221	0.04	0.061	0.061	0.061	5	99.9	61	70	76	79	80	80	81	x
参考例222	0.04	0.056	0.056	0.056	10	64.3	62	71	77	79	81	82	82	x
発明例234	0.04	0.053	0.053	0.053	20	49.6	72	80	82	83	85	86	86	△
発明例235	0.04	0.050	0.050	0.050	30	28.5	77	85	88	90	93	93	94	○
発明例236	0.04	0.044	0.044	0.044	40	9.7	90	91	96	97	98	98	99	◎
発明例237	0.04	0.039	0.039	0.039	50	5.0	94	95	98	98	98	99	99	◎

[0104] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考える。

[0105] 本願は、2010年6月15日に日本国で特許出願された特願2010-136596、2010年6月22日に日本国で特許出願された特願2010-142664、及び2010年7月9日に日本国で特許出願された特願2010-157132、に基づく優先権を主張するものであり、これらはいずれもここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

### 符号の説明

- [0106] 1 基体  
2 反射層（圧延加工された層）  
3 光半導体素子  
4 中間層  
5 モールド樹脂  
6 封止樹脂  
7 ボンディングワイヤ  
8 半田付け改善層（Ag、Au、Sn、それらの合金など）

## 請求の範囲

- [請求項1] 基体の最表面の、少なくとも片面もしくは両面に、一部もしくは全面に反射層を具備してなる光半導体装置用リードフレームであって、前記反射層が、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域の最表面において、金属またはその合金からなるめっき組織の少なくとも表面が機械的に変形された組織を有することを特徴とする、光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項2] 前記反射層が、接触針式表面粗さ計による測定での表面粗さ  $R_a$  が  $0.010\ \mu\text{m}$  以上であり、かつ原子間力顕微鏡による測定での表面粗さ  $S_a$  が  $50\ \text{nm}$  以下であることを特徴とする、請求項1に記載の光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項3] 前記反射層が、銀 (Ag)、金 (Au)、銅 (Cu)、プラチナ (Pt)、アルミニウム (Al)、ロジウム (Rh) のいずれか、またはそれらの合金からなることを特徴とする請求項2に記載の光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項4] 前記反射層が銀からなり、その少なくとも表面において、機械的変形により残存した銀からなるめっき組織の面積比が  $50\%$  以下であることを特徴とする、請求項1に記載の光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項5] 前記機械的に変形された反射層の厚さが、 $0.2\sim 10\ \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項1～4のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項6] 前記反射層を形成する金属またはその合金が、銀、銀-錫合金、銀-インジウム合金、銀-ロジウム合金、銀-ルテニウム合金、銀-金合金、銀-パラジウム合金、銀-ニッケル合金、銀-セレン合金、銀-アンチモン合金、または銀-白金合金であることを特徴とする、請求項1または5に記載の光半導体装置用リードフレーム。
- [請求項7] 前記基体が、銅、銅合金、鉄、鉄合金、アルミニウム、またはアル

ミニウム合金からなることを特徴とする、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

[請求項8] 前記基体が、その上に金属層を  $n$  層 ( $n$  は 1 以上の整数) 具備し、かつ前記反射層が前記基体上に、直接、または前記金属層の少なくとも 1 層を介して設けられていることを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

[請求項9] 少なくとも半田付けを要する部分に、銀、銀合金、スズ、スズ合金、金、または金合金のいずれかからなるめっき層を有してなることを特徴とする、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の光半導体装置用リードフレーム。

[請求項10] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置用リードフレームの素材を製造する方法であって、基体の最表面であって少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域に、金属またはその合金からなる反射層をめっき法で形成した後、機械的加工を施して少なくとも前記反射層の表面のめっき組織を機械的に変形することを特徴とする、光半導体装置用リードフレーム素材の製造方法。

[請求項11] 前記反射層形成後の機械的加工を、圧延加工で行い該圧延加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、プレス加工で行い該プレス加工時の加工率を 1%以上 80%以下とするか、または、機械的研磨を行うことを特徴とする、請求項 10 に記載の光半導体装置用リードフレーム素材の製造方法。

[請求項12] 請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置用リードフレームを製造する方法であって、基体の最表面であって少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域に金属またはその合金からなる反射層をめっき法で形成した後、機械的加工を施して少なくとも前記反射層の表面のめっき組織が機械的に変形された光半導体装置用リードフレーム素材を得て、該素材にプレス法もしくはエッチング法により抜き加工を施して、リードフレームを得ることを特徴とする、光半導体装

置用リードフレームの製造方法。

[請求項13] 前記反射層形成後の機械的加工を、圧延加工で行い該圧延加工時の加工率を1%以上80%以下とするか、プレス加工で行い該プレス加工時の加工率を1%以上80%以下とするか、または、機械的研磨で行うことを特徴とする、請求項12に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

[請求項14] 前記抜き加工後に、半田付け性の良好なめっきを部分的に施すことを特徴とする、請求項12または13項に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

[請求項15] 前記半田付け性の良好なめっきは、少なくとも光半導体素子が発する光を反射する領域以外の領域に施され、前記めっきの成分は、銀、銀合金、スズ、スズ合金、金、または金合金のいずれかであることを特徴とする、請求項14に記載の光半導体装置用リードフレームの製造方法。

[請求項16] 光半導体素子と、請求項1～9のいずれか1項に記載の光半導体装置用リードフレームとを具備してなる光半導体装置であって、前記光半導体装置用リードフレームの反射層が、基体の最表面であって少なくとも前記光半導体素子から発生する光を反射する領域に設けられた、かつ、少なくとも表面のめっき組織が機械的に変形された組織を有することを特徴とする光半導体装置。

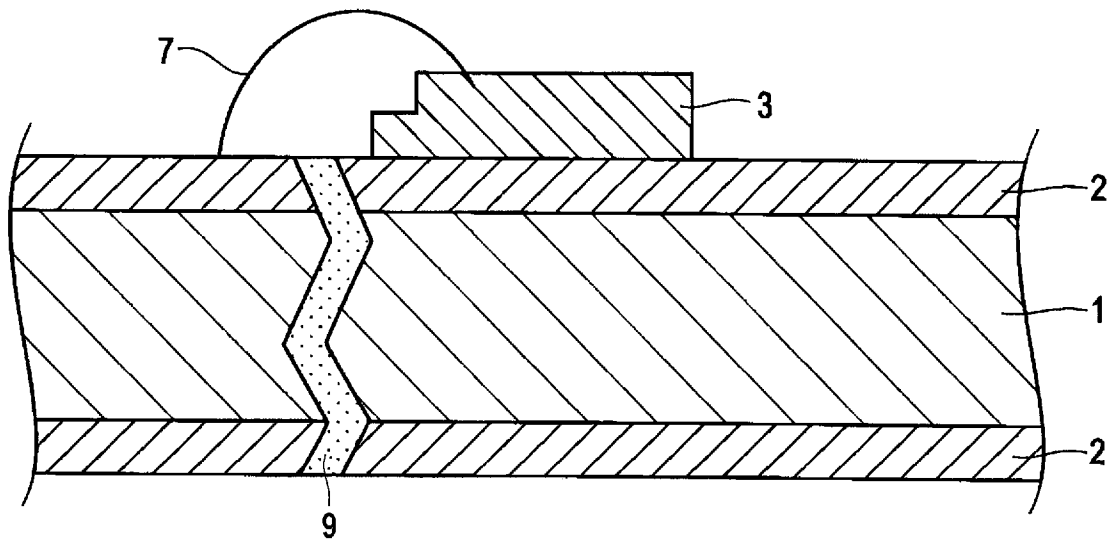
[請求項17] 前記光半導体素子の発光波長が340nmから800nmであることを特徴とする、請求項16に記載の光半導体装置。

[請求項18] 装置から出力される光が白色光であることを特徴とする、請求項16または17に記載の光半導体装置。

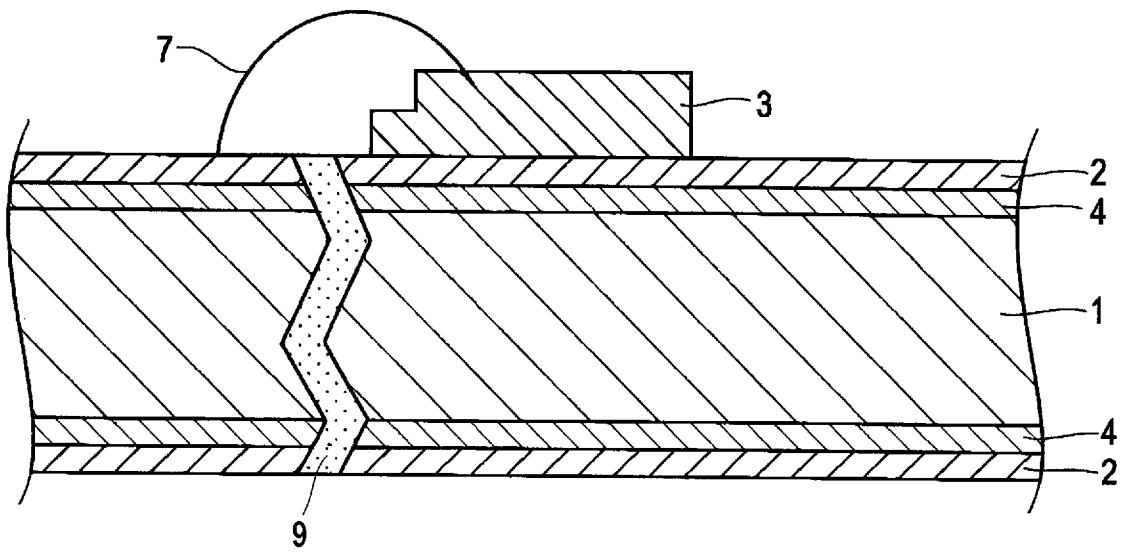
[請求項19] 装置から出力される光が紫外、近紫外または紫光であることを特徴とする、請求項16または17に記載の光半導体装置。

[請求項20] 請求項16～19のいずれか1項に記載の光半導体装置を具備してなることを特徴とする照明装置。

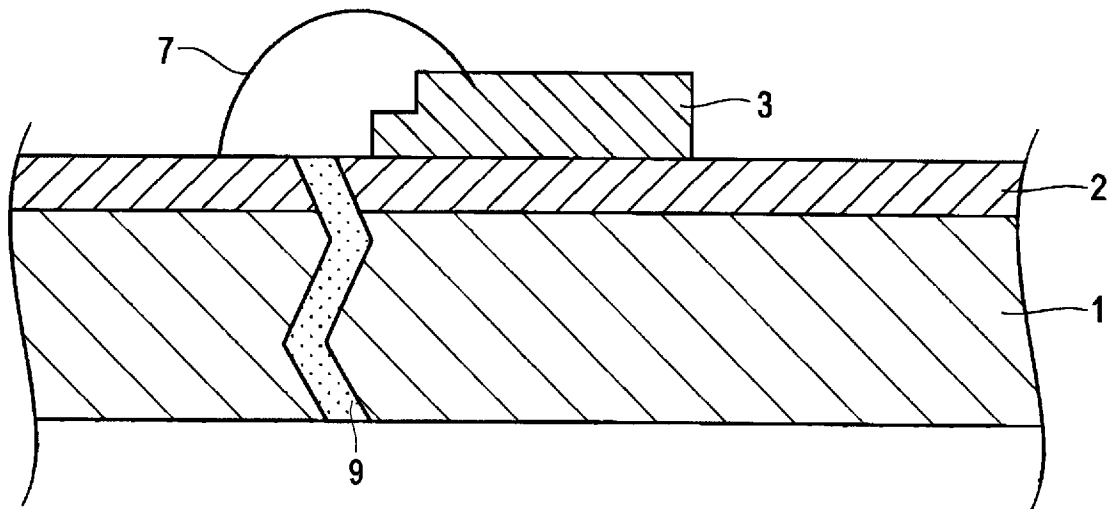
[図1]



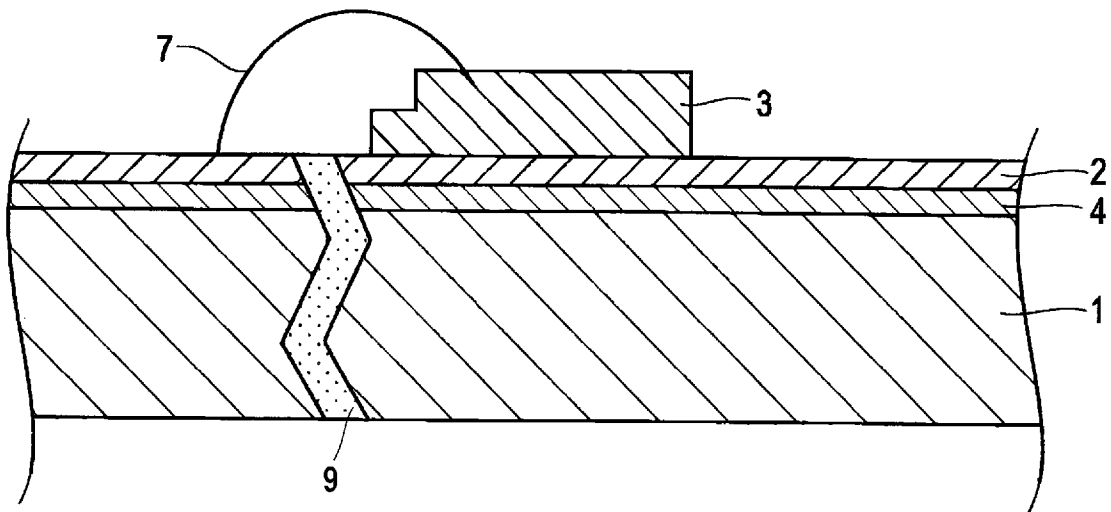
[図2]



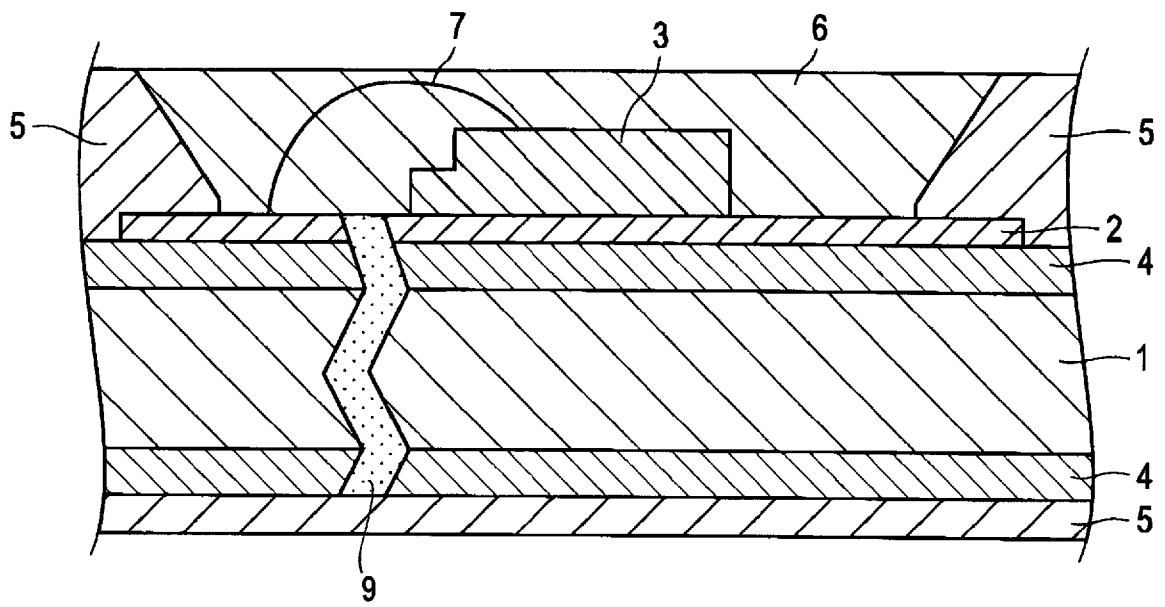
[図3]



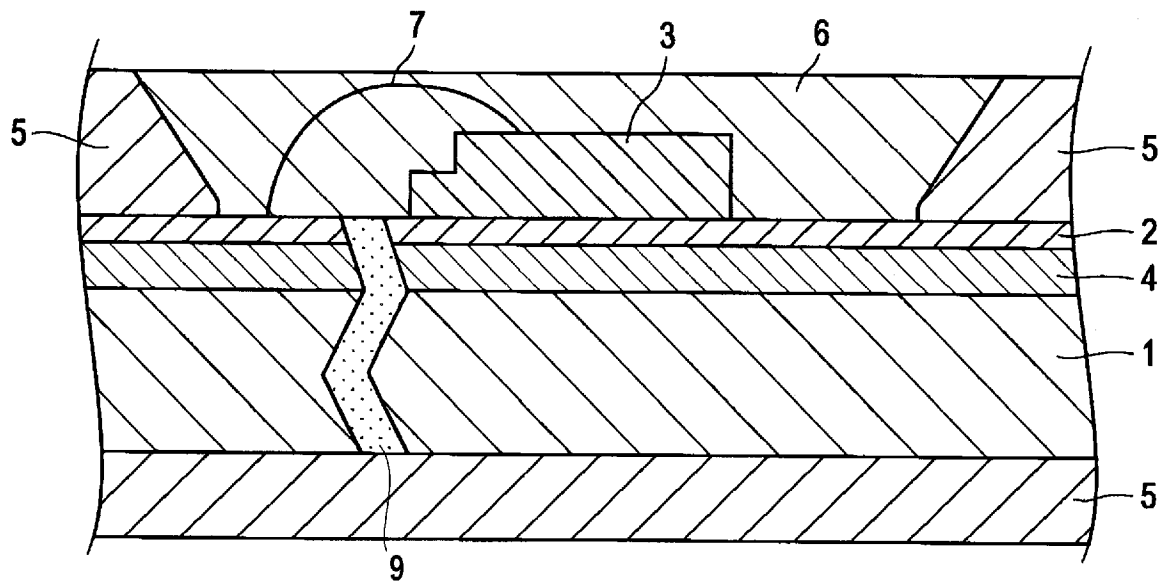
[図4]



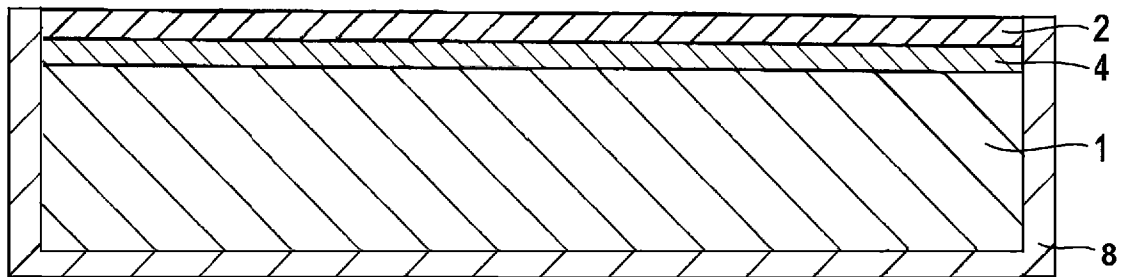
[図5]



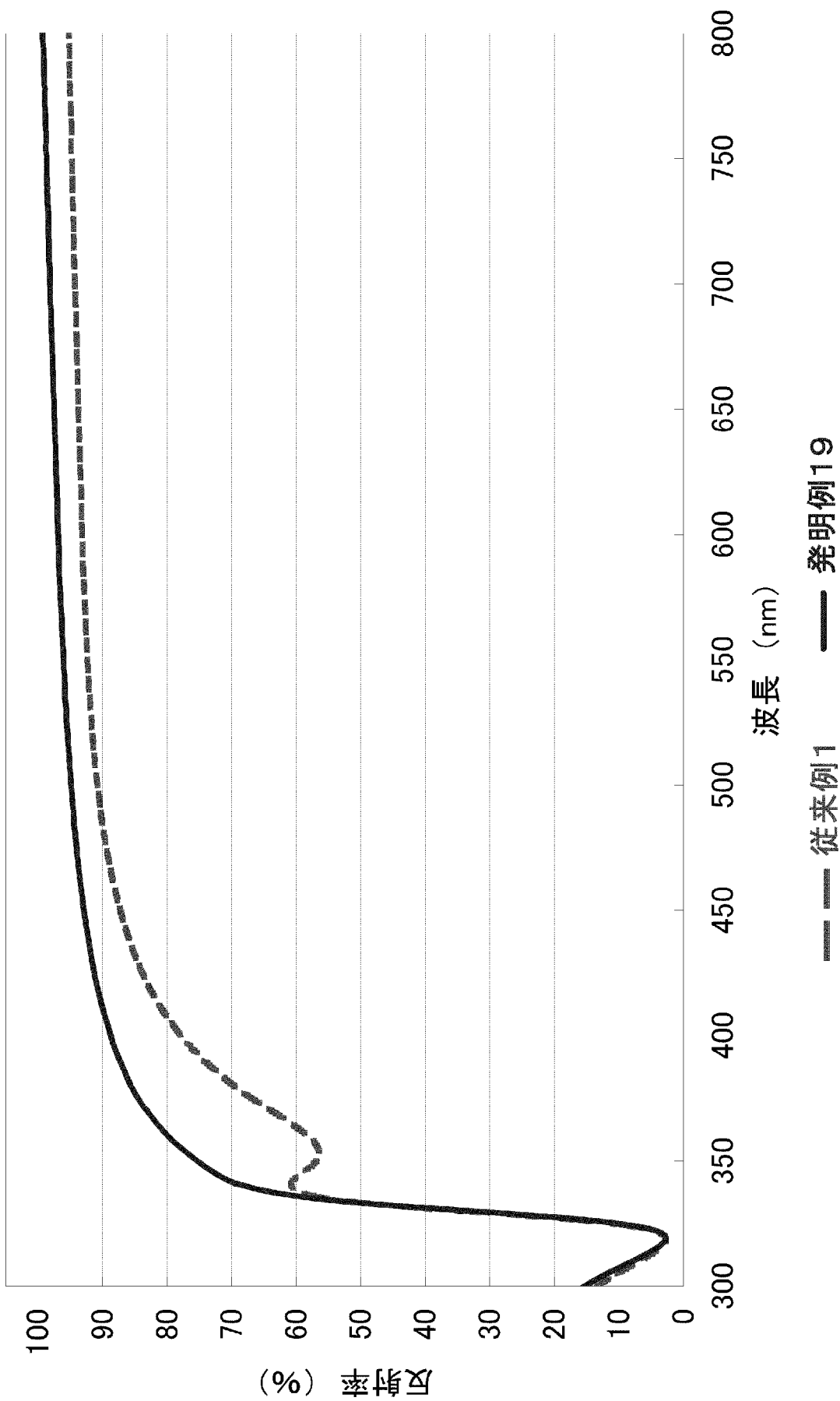
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063542

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L33/62(2010.01) i		
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) H01L33/00-33/64, C25D5/00-7/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011		
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.
X	JP 61-156779 A (Toshiba Corp.), 16 July 1986 (16.07.1986), page 2, upper left column, line 6 to lower right column, line 9; fig. 5 to 7 (Family: none)	1, 4, 6, 7, 10-13, 16-20 5, 8, 9, 14, 15
Y	JP 2009-135355 A (Hitachi Cable Precision Co., Ltd., Mamoru MITA), 18 June 2009 (18.06.2009), paragraphs [0017] to [0020]; fig. 1 & US 2009/0141498 A1 & CN 101452904 A & KR 10-2009-0057915 A	5, 8
Y	JP 2008-277349 A (Kyocera Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraph [0028] (Family: none)	9, 14, 15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 June, 2011 (27.06.11)		Date of mailing of the international search report 05 July, 2011 (05.07.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063542

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-282948 A (Sharp Corp.), 03 October 2003 (03.10.2003), paragraph [0008] & US 2003/0183852 A1	2, 3
A	JP 2007-194385 A (Stanley Electric Co., Ltd.), 02 August 2007 (02.08.2007), paragraph [0062] & US 2007/0181900 A1 & DE 102007002967 A	2, 3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L33/62(2010.01)i		
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. H01L33/00-33/64, C25D5/00-7/12		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011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 請求項の番号
X	JP 61-156779 A (株式会社東芝) 1986.07.16, 第2ページ左上欄第6行~右下欄第9行、第5図~第7図 (ファミリーなし)	1, 4, 6, 7, 10-13, 16-20
Y		5, 8, 9, 14, 15
Y	JP 2009-135355 A (日立ケーブルプレジジョン株式会社、御田護) 2009.06.18, 【0017】~【0020】、【図1】 & US 2009/0141498 A1 & CN 101452904 A & KR 10-2009-0057915 A	5, 8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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」 国際出願日前の出願または特許であるが、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 27.06.2011	国際調査報告の発送日 05.07.2011	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 中澤 真吾 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	2K 4639

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 請求項の番号
Y	JP 2008-277349 A (京セラ株式会社) 2008. 11. 13, 【0028】 (ファミリーなし)	9, 14, 15
A	JP 2003-282948 A (シャープ株式会社) 2003. 10. 03, 【0008】 & US 2003/0183852 A1	2, 3
A	JP 2007-194385 A (スタンレー電気株式会社) 2007. 08. 02, 【0062】 & US 2007/0181900 A1 & DE 102007002967 A	2, 3