(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
2015 年 4 月 2 日(02.04.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/045668 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/12 (2006.01) *G02F 1/377* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/071479

(22) 国際出願日: 2014 年 8 月 15 日(15.08.2014)

(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 2013-204584 2013 年 9 月 30 日(30.09.2013) JP

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 山口 省一郎(YAMAGUCHI Shoichiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 岡田 直剛(OKADA Naotake); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 浅井 圭一郎(ASAI Keiichiro); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 細田 益稔, 外(HOSODA Masutoshi et al.); 〒1080074 東京都港区高輪一丁目５番４号常和高輪ビル７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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

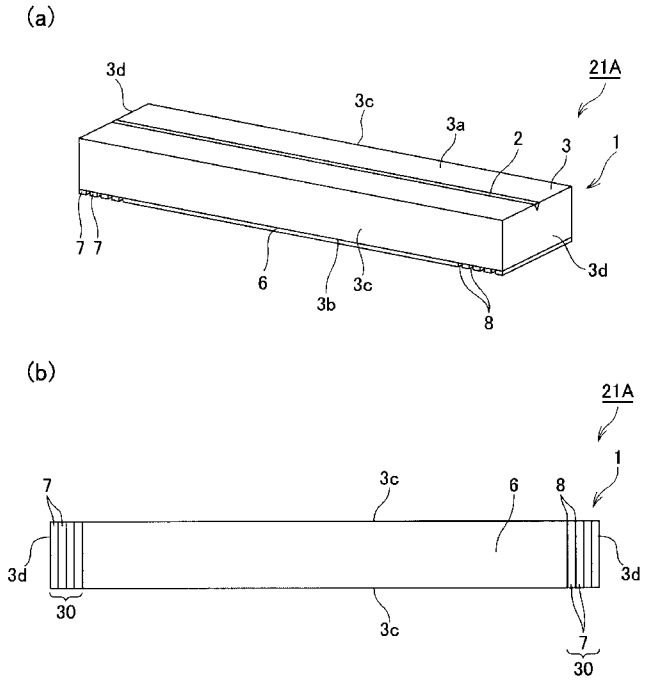
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL COMPONENT

(54) 発明の名称 : 光学部品

[図3]



(57) **Abstract**: This optical component (21A) is provided with: an optical element (1) that has a bonding surface (3b) and an optically polished end face (3d); and a metal film that is formed on the bonding surface of the optical element (1) for the purpose of bonding the optical element to a substrate. The metal film comprises a main covering part (6) that covers a region of the bonding surface (3b) other than the end face (3d)-side end portion, and an end portion covering part (7) that covers a region of the bonding surface within the end portion. A non-covered part (8) that is not covered by the metal film is provided between the main covering part (6) and the end portion covering part (7).

(57) 要約: 光学部品２１Ａは、接合面３ｂおよび光学研磨された端面３ｄを有している光学素子１、および光学素子１の接合面に形成された、光学素子を基板に対して接合するための金属膜を備える。金属膜が、接合面３ｂの端面３ｄ側の端部以外の領域を被覆する主被覆部６と、接合面を端部内で被覆する端部被覆部７とを含む。主被覆部６と端部被覆部７との間に、金属膜によって被覆されていない非被覆部８が設けられている。

WO 2015/045668 A1

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 ： 光学部品

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子を基板に対して接合するための金属膜を備える光学部品に関するものである。

背景技術

[0002] ニオブ酸リチウムやタンタル酸リチウム単結晶のような非線形光学結晶は二次の非線形光学定数が高く、これら結晶に周期的な分極反転構造を形成することで、疑似位相整合（Quasi-Phase-Matched ：ＱＰＭ）方式の第二高調波発生（Second-Harmonic-Generation:SHG）デバイスを実現できる。また、この周期分極反転構造内に導波路を形成することで、高効率なSHGデバイスが実現でき、光通信用、医学用、光化学用、各種光計測用等の幅広い応用が可能である。

[0003] 例えばＳＨＧデバイスを製造する際には、デバイス内部に光導波路を形成するとともに、基本波の入射する端面と、高調波が出射する端面とを光学研磨する必要がある。本出願人は、特許文献１において、ＳＨＧデバイスを切り出した後に、厚さ方向に向かって多数積層して積層体を得、積層体の端面をまとめて光学研磨することを開示した。また、本特許文献では、光学研磨の際における焦電を防止することを開示した。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１０－２０４５０５

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 最近、光ファイバーの更なる高速化、高周波数化が加速度的に進行している。各種の光学部品には、これに対する対応が迫られており、安定性や信頼性の観点から、光学部品を実装基板に対して接合する際には、樹脂よりもハ

ンダなどの金属が用いられている。このため、光学部品の主面に接合用の金属膜を形成し、この金属膜を別体の実装基板に対してハンダ等で金属接合することが主流である。

[0006] 本発明者は、ＳＨＧ素子などの光学素子の底面に、金属接合用の金属膜を形成し、次いで、光学素子の入射面、出射面を端面研磨し、金属膜を基板に対して金属接合することを試みていた。しかし、その過程で、以下のような問題点に遭遇した。

[0007] すなわち、光学素子の端面を光学研磨する際に、研磨パッドによって端面を擦過すると、金属膜に微細な捲くれが発生し、電極膜が剥離して浮いてしまうことがあった。こうした電極膜の剥離が生ずると、実装基板等に接合した後、所望の接合強度が得られず、光学的特性が変動しやすかったり、長期の信頼性試験を満足しなかったりするおそれがあるので、歩留り低下の原因となる。こうした金属膜の剥離の頻度は、全数の約２０％に達していた。

[0008] このため、本発明者は、端面から接合用の金属膜を後退させ、金属膜のエッジと端面との間に、金属膜の設けられていない非被覆部を設けることによって、端面を研磨するときの金属膜の剥離や浮きを防止することを検討してみた。

[0009] しかし、この場合には、以下の問題点が生ずることが判明した。すなわち、光学素子は微小なものであり、一枚のウエハーから多数の光学素子を切り出すことが必要である。そして、各光学素子について、パターニング精度や切り出す際の寸法精度、さらには端面研磨の加工寸法精度には限界がある。つまり、各光学素子の非被覆部の位置には通常数十μｍの位置ずれが生ずる。この程度の位置ずれは通常は問題がないのであるが、上述のように、光学素子の端面から非被覆部を設けた場合には問題が起こる。なぜなら、非被覆部の幅が小さいと、一部の光学素子では、切り出しの際に非被覆部が残らず、端面まで被覆されてしまう。一方、他の光学素子では、非被覆部の幅が大きくなるおそれがある。

[0010] 基板に実装された状態では金属膜は別体の基板に対して金属接合されてお

り、従って金属膜を通じて光学素子の熱を逃がすことで放熱制御を行っている。非被覆部では、このような放熱がなされない。ここで、金属素子ごとに非被覆部の幅が変化すると、光学素子ごとに放熱の度合いが異なることになり、性能バラツキの原因となることがわかった。

[0011] 本発明の課題は、接合用の金属膜を介して別体の基板に対して金属接合される光学部品において、光学部品の端面研磨時の金属膜の捲くれによる剥離や浮きを抑制することである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る光学部品は、接合面および光学研磨された端面を有している光学素子、および

光学素子の接合面に形成された、光学素子を基板に対して接合するための金属膜を備えており、金属膜が、接合面の端面側の端部以外の領域を被覆する主被覆部と、接合面を前記端部内で被覆する端部被覆部とを含んでおり、金属膜が被覆されていない非被覆部が端部に設けられていることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、接合用の金属膜を介して別体の基板に対して金属接合される光学部品において、接合面の端部に金属膜の被覆部および非被覆部を設けることによって、端部被覆部が光学研磨時に捲くれることで剥離や浮きが生じても、それが主被覆部へと伝搬することを防止できる。これとともに、端部内にも金属膜による被覆部を設けることによって、端部内でも光学部品と別体の基板との金属接合を確保できる。従って、光学部品ごとに金属膜の位置ずれが生じても、主被覆部への剥離の進展を確実に防止できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]（ａ）は、比較例の光学部品２０を模式的に示す斜視図であり、（ｂ）は、光学部品２０の上面図であり、（ｃ）は、光学部品２０の底面図である。

[図2]（ａ）は、比較例の光学部品２０Ａを模式的に示す斜視図であり、（ｂ

）、（ｃ）は、それぞれ、光学部品２０Ａの底面図である。

[図3]（ａ）は、本発明例の光学部品２１Ａを模式的に示す斜視図であり、（ｂ）は、光学部品２１Ａの底面図である。

[図4]（ａ）は、光学部品２１Ａの底面の拡大図であり、（ｂ）は、光学部品２１Ａの端部を示す側面図である。

[図5]（ａ）は、本発明例の光学部品２１Ｂを模式的に示す斜視図であり、（ｂ）は、光学部品２１Ｂの底面図である。

[図6]（ａ）は、光学部品２１Ｂの底面の端部の拡大図であり、（ｂ）は、光学部品２１Ｂの端部を示す側面図であり、（ｃ）は、光学部品２１Ｂを端面３ｄから見た図である。

[図7]（ａ）は、金属膜１６の設けられたウエハー１５を示す平面図であり、（ｂ）は、ウエハー１５上に非被覆部１７を形成した状態を示し、（ｃ）は、ウエハー１５の切断線１８、１９を示す。

[図8]比較例の光学部品において金属膜の剥離が生じた状態を示す写真である。

[図9]比較例の光学部品において金属膜の剥離が生じた状態を示す写真である。

[図10]本発明例の光学部品において金属膜の剥離が生じた箇所を示す写真である。

[図11]本発明例の光学部品において金属膜の剥離が生じていない箇所を示す写真である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、適宜図面を参照しつつ、本発明を更に詳細に説明する。

[0016] 本発明者は、図１に示すような光学部品２０の量産を検討していた。本例の光学素子２０においては、素子本体３にチャンネル型光導波路２が形成されている。素子本体３は、一対の主面３ａ，３ｂ、一対の側面３ｃおよび一対の端面３ｄを有している。本例では、光導波路２が、一対の端面３ｄ間に延びている。

[0017] この光学部品を、別体の基板に対して金属接合するためには、主面３ａもしくは３ｂのどちらか一方を接合面とし、接合面上に接合用の金属膜を形成する必要がある。本例では、主面３ａに所定の電極を形成し、反対側の底面３ｂ上に金属膜４を設けることにした。接合強度を安定にするため、金属膜４は、底面３ｂの全面にわたって設ける。

[0018] しかし、光学素子２０の端面３ｄを光学研磨する際に、研磨パッドによって端面を擦過すると、特に、Ａｕ金属膜に微細な捲くれが発生し、金属膜が剥離して浮いてしまうことがあった。こうした金属膜の剥離の頻度は、全数の約２０％に達していた。

[0019] このため、本発明者は、例えば図２に示すように、端面３ｄから接合用の金属膜４Ａを後退させ、金属膜のエッジと端面との間に、金属膜の設けられていない非被覆部５Ａを設けることを検討した。すなわち、本例の光学素子２０Ａにおいては、主面３ａに所定の電極を形成し、反対側の底面３ｃ上に金属膜４Ａを設ける。ただし、金属膜４Ａは、底面３ｂの全面にわたって設けていない。すなわち、底面３ｂのうち、各端面３ｄ側の端部には、金属膜４Ａの設けられていない非被覆部５Ａを設けた。これによって、端面３ｄを研磨するときの金属膜の剥離や浮きを防止できるはずであった。

[0020] しかし、この場合には、以下の問題点が生ずることが判明した。すなわち、光学素子は微小なものであり、一枚のウエハーから多数の光学素子を切り出すことが必要である。この点について、図７を参照しつつ説明する。図７（ａ）に示すように、ウエハー１５上に接合用の金属膜１６を設ける。そして、エッチングによって金属膜１６の一部を除去し、非被覆部のパターン１７を形成する（図７（ｂ）参照）。この後、図７（ｃ）に示すように、切断線１８、１９に沿って縦横にウエハー１５を切断し、各光学素子を得る。

[0021] ここで一枚のウエハー１５からは多数枚の光学素子１を切り出す必要がある。しかし、非被覆部５Ａを形成するためのフォトリソグラフィの精度、そして切り出し寸法の精度、さらには端面研磨の加工寸法精度にはおのずと限界があり、各非被覆部の位置には通常数十μｍの位置ずれが生ずる。この結

果、光学素子の端面から非被覆部５Ａを設けた場合には、問題が起こる。なぜなら、非被覆部５Ａの幅ｔが小さいと、端面の切り出し時の寸法が少しずれると、切り出しの際に非被覆部５Ａが残らず、底面が端面３ｄまで被覆されてしまう。

[0022] ここで、図２（ｃ）に示すように、非被覆部５Ｂの幅ｔを十分に大きくすることによって、切り出し時の位置ずれが生じても、端面３ｄの手前に非被覆部５Ｂが残るようにすることも検討した。しかし、この場合には、非被覆部５Ｂの幅ｔを大きくする必要があり、接合の安定性が低下する上、接合されていない領域では光学素子から基板への放熱が少なくなる。非被覆部５Ｂの幅が大きくなり、しかも切り出し時の位置ずれがあると非被覆部５Ｂの幅が著しく大きくなり易いことから、特に端部での基板への放熱量が低下し、さまざまな光学特性にバラツキを生じさせる。

[0023] 図３、図４は、本発明例に係る光学部品２１Ａを示すものである。

[0024] 本例の光学素子２１Ａにおいては、素子本体３にチャンネル型光導波路２が形成されている。素子本体３は、一対の主面３ａ，３ｂ、一対の側面３ｃおよび一対の端面３ｄを有している。本例では、光導波路２が、一対の端面３ｄ間に延びている。

[0025] 本例では、主面３ａに所定の電極を形成し、反対側の底面３ｂを接合面とし、底面上に金属膜を設けた。ここで、図３（ｂ）、図４に示すように、底面３ｂのうち端面３ｄ側の端部３０以外の領域に主被覆部６を形成した。これとともに、底面の端面３ｄ側の各端部３０においては、細長いストライプ状の端部被覆部７が、主被覆部６から端面３ｄへと向かって複数列配列されている。隣接する端部被覆部７の間にはスリット状の非被覆部８が形成されており、また最も内側にある端部被覆部７と主被覆部６との間にもスリット状の非被覆部８が形成されている。

[0026] 本実施形態によれば、接合面３ｂの端部３０に金属膜の被覆部７を設け、端部被覆部７と主被覆部６との間に非被覆部８を設けることによって、端部被覆部７が光学研磨時に捲くれることで剥離や浮きが生じても、それが主被

覆部６へと伝搬することを防止できる。これとともに、端部３０内にも金属膜による被覆部７を設けることによって、端部内でも光学部品１と別体の基板との金属接合を確保できる。従って、光学部品１ごとに金属膜の位置ずれが生じても、複数あるスリット８のうち一つあるいは複数が、被覆部７と主被覆部６との間に介在するので、主被覆部への剥離の進展を防止できる。

[0027] 図５、図６に示す光学部品２１Ｂにおいては、素子本体３にチャンネル型光導波路２が形成されている。素子本体３は、一対の主面３ａ，３ｂ、一対の側面３ｃおよび一対の端面３ｄを有している。本例では、光導波路２が、一対の端面３ｄ間に延びている。

[0028] 本例では、主面３ａに所定の電極を形成し、反対側の底面３ｂを接合面とし、底面上に金属膜を設けた。ここで、図５（ｂ）、図６に示すように、底面３ｂのうち端面３ｄ側の端部３０以外の領域に主被覆部６を形成した。これとともに、底面の端面３ｄ側の各端部においては、四角形の端部被覆部７Ａが、主被覆部６から端面３ｄへと向かって複数列配列されており、また一対の側面３ｃ間に複数列配列されている。底面の長手方向に向かって隣接する端部被覆部７Ａの間にはスリット状の非被覆部８Ａが形成されており、また最も内側にある端部被覆部７と主被覆部６との間にもスリット状の非被覆部８Ａが形成されている。底面の幅方向に向かって隣接する端部被覆部７Ａの間にはスリット状の非被覆部８Ｂが形成されている。

[0029] 本実施形態によれば、接合面３ｂの端部３０に金属膜の被覆部７Ａを設け、端部被覆部７Ａと主被覆部６との間に非被覆部８Ａを設けることによって、端部被覆部７が光学研磨時に捲くれることで剥離や浮きが生じても、それが主被覆部６へと伝搬することを防止できる。これとともに、端部内にも金属膜による被覆部７Ａを設けることによって、端部内でも光学部品１と別体の基板との金属接合を確保できる。従って、光学部品１ごとに金属膜の位置ずれが生じても、複数あるスリット８Ａのうち一つあるいは複数が、端面側の末端にくる被覆部７と主被覆部６との間に介在するので、主被覆部の剥離の進展を確実に防止できる。更に、底面の幅方向に向かう剥離の伝搬も、ス

リット状の非被覆部８Ｂによって抑制できる。

[0030] 以下、本発明の各要素について更に詳細に述べる。

光学素子の種類は特に限定されず、光学的機能を果たせばよい。具体的には、波長変換素子、光強度変調器、光位相変調器、光スイッチング素子などを例示できる。

[0031] 光学素子に形成される光導波路の種類は限定されず、スラブ導波路、チャンネル導波路を含む。また、導波路の種類は、チタン拡散法などの内拡散型光導波路や、リッジ型光導波路であってよい。また、好適な実施形態においては、光学素子の少なくとも光導波路内に周期分極反転構造が形成されている。

[0032] 本発明は、波長変換素子に対して特に好適である。なぜなら、波長変換素子は、波長変換で発生する光の吸収による発生熱で導波路方向に対して温度偏差が付く場合がある。温度偏差が生じると、材料の屈折率の温度依存性により、波長変換を行うための周期構造が長手方向に実効的に不均一になり、波長変換効率を低下させることになる。効率の低下を招かないよう、温度差を無くすため、素子の裏面を実装基板等に浮き箇所が少なく接合する必要があるからである。

[0033] 光学素子は、接合面および光学研磨された端面を有している。好適な実施形態においては、光学素子は、板状であり、相対向する一対の主面を有している。主面とは、他の面よりも相対的に面積の大きい表面である。この場合には、一方の主面が接合面として機能する。また、好適な実施形態においては、光学素子が、相対向する一対の側面を有している。この場合には、好適な実施形態においては、側面が光学研磨されていない。

[0034] 本発明では、一対の主面のうち一方を金属接合用の接合面として用いる。図３～図６の例では、底面３ｂを接合面として用いたが、底面３ｂ側に制御電極を形成する場合には、表面３ａを接合面として使用することができる。

[0035] 一般に、側面はダイシングなどの切断工程によって形成されており、端面のような精密な光学研磨は行わない。側面はダイシングにより局所的に１０

μｍ程度のチッピングが生じるが、このような箇所を含んでテープによる剥離試験を行っても金属膜の捲くれや剥離、浮きは生じなかった。本発明は、光学研磨を行う端面を起点とする接合用金属膜の捲くれや浮き、剥離という未知の問題点を解決するものである。

[0036] 光学素子は、一体の基板３に形成されていてよい。しかし、光学素子の内部構造は特に限定するものではない。例えば、光学素子が、支持基板、強誘電性材料からなる光学基板、および支持基板と光学基板とを接着する接着層を備えていてもよい。

[0037] 本発明の光学部品は、光学素子を基板に対して接合するための金属膜を備える。

[0038] ここで言う接合用の金属膜は、接合用の金属に接する最表面の金属膜であり、接合用金属膜の下にある下地膜や中間膜は含まない。

[0039] 例えば、図３～図６の例では、光学素子の底面３ｂ上に、下地膜９、中間膜１０、接合用金属膜１１を順次形成している。下地膜９や中間膜１０は、接合用金属膜１１を光学素子１に対して強固に接合するために設けることがある。図３～図６の例では、主被覆部６および端部被覆部７、７Ａは、それぞれ、金属膜１１によって被覆されている部分を意味している。一方、非被覆部８、８Ａ、８Ｂには下地膜９が露出している。非被覆部８、８Ａ、８Ｂに更に中間膜１０が露出していてもよい。

[0040] 光学素子を構成する光学材料は、特に限定されないが、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム－タンタル酸リチウム固溶体、ニオブ酸カリウムリチウム、ＫＴＰ、ＧａＡｓ及び水晶、$K_3Li_2Nb_5O_{15}$、$La_3Ga_5SiO_{14}$などを例示することができる。

[0041] 光学材料中には、光導波路の耐光損傷性を更に向上させるために、マグネシウム（Ｍｇ）、亜鉛（Ｚｎ）、スカンジウム（Ｓｃ）及びインジウム（Ｉｎ）からなる群より選ばれる１種以上の金属元素を含有させることができ、マグネシウムが特に好ましい。強誘電体単結晶中には、ドープ成分として、希土類元素を含有させることができる。この希土類元素は、レーザー発振用

の添加元素として作用する。この希土類元素としては、特にＮｄ、Ｅｒ、Ｔｍ、Ｈｏ、Ｄｙ、Ｐｒが好ましい。

[0042] 接合用の金属膜の材質は、金、ニッケル、銅などが例示できるが、安定した接合を行うためには金が好ましい。銅やニッケルなどは表面が酸化されやすいため、接合しにくくなる場合がある。また、下地膜の材質は、金を表面に成膜することを想定すると、クロム、チタン、銅が好ましい。また中間膜を用いる場合には、その材質は、ニッケル、白金が好ましい。

[0043] 中間膜を利用した場合には、電蝕を防止する上で効果的である。しかし、金属接合後に、光学部品を実装した部材を気密封止するような場合は、金属膜と下地膜との2種の金属だけでも電蝕は生じない。

[0044] 金属接合の方法は、ハンダの他、金属同士の直接接合を例示できる。

[0045] 本発明では、接合用金属膜が、接合面の端面側の端部以外の領域を被覆する主被覆部と、接合面を端部内で被覆する端部被覆部とを含んでおり、端部に、金属膜によって被覆されていない非被覆部が設けられている。

[0046] 端部被覆部は少なくとも一つは必要であり、複数存在していることが好ましい。また、非被覆部も少なくとも一つは必要があるが、複数存在していることが好ましい。これによって、加工時の位置ずれや偏差による悪影響を吸収し易くなる。

[0047] 好適な実施形態においては、非被覆部がスリット状である。この場合には、金属膜の剥離の進展を防止するという観点からは、非被覆部の幅ｄ、ｄＡ、ｄＢは、１μｍ以上が好ましく、３μｍ以上が更に好ましい。また、金属接合の安定性および放熱という観点からは、非被覆部の幅ｄ、ｄＡ、ｄＢは、１０μｍ以下が好ましく、５μｍ以下が更に好ましい。

[0048] 好適な実施形態においては、非被覆部が光学素子の一方の側面から他方の側面に向かって延びている。図３～図６はこの実施形態に係るものである。これによって、端面から主被覆部への剥離の伝搬がいっそう効果的に防止される。

[0049] また、好適な実施形態においては、非被覆部が主被覆部から端面へと向か

って延びている。図５、図６はこの実施形態に係るものである。これによって、剥離の側面方向に向かう伝搬も防止されるので、いっそう好適である。

[0050] また、好適な実施形態においては、端部において複数の端部被覆部が形成されており、各端部被覆部が非被覆部によって包囲されている。図５、図６はこの実施形態に係るものである。このように端部被覆部を非被覆部によって包囲することで、更に確実に端部における接合を確保できる。

[0051] 各端部被覆部の平面的形状は、図３、図４の例ではストライプ状であり、図５、図６の例では四角形である。しかし、各端部被覆部の平面的形状は、ストライプ状や四角形に限定されるものではなく、三角形、六角形などの多角形や、真円形、楕円形などの円形であってもよい。

[0052] 各端部被覆部の幅Wは、光学素子の金属接合を確保するという観点からは、３μｍ以上が好ましく、５μｍ以上が更に好ましい。また、各端部被覆部の幅Wは、非被覆部のスペースを確保するという観点からは、２０μｍ以下が好ましく、１０μｍ以下が更に好ましい。

[0053] 端面３ｄから主被覆部６までの間隔Ｒは、寸法精度に伴う非被覆部の位置ずれを補償するという観点からは、５０μｍ以上が好ましく、１００μｍ以上が更に好ましい。また、間隔Ｒは、金属接合強度を安定とし、光学素子から基板への排熱を促進するという観点からは、２００μｍ以下が好ましく、１５０μｍ以下が更に好ましい。

[0054] また、光学研磨としては、以下が好ましい。

ダイシングによりウェハーから素子を切断後、ダイヤモンド砥粒の大きさを小さくしつつ段階を踏んでラッピング端面研磨を行い、最後の仕上げで、コロイダルシリカ砥粒を使用してＣＭＰ（Chemical mechanical polishing）研磨を行う。

実施例

[0055]（比較例１）

図１に示すような形態の光学部品を作製した。

ただし、光学素子１をニオブ酸リチウムによって形成し、光学素子１内に

周期分極反転構造を形成するとともに、リッジ型のチャンネル光導波路２を形成した。

[0056] 具体的には、厚さ0.5mmの５度オフｙカットＭｇＯ５％ドープニオブ酸リチウム基板上に、周期６．６μｍの櫛状周期電極をフォトリソグラフィ法によって形成した。この基板の裏面には全面に一様電極を形成したのち、パルス電圧を印加し、周期分極反転構造を形成した。次いで、厚さ0.６umのSiO_2アンダークラッドをスパッタ法によって成膜した。

[0057] 厚さ0.5ｍｍのニオブ酸リチウム基板に接着剤を塗布した後、前記のＭｇＯドープニオブ酸リチウム基板と貼り合せた。ＭｇＯドープニオブ酸リチウム基板の表面を、厚さ３．７μｍとなるまで研削、研磨した。得られた基板に光導波路を形成した後、厚さ0.６μｍのSiO_2オーバークラッドをスパッタ法によって成膜した。

[0058] 得られた光学素子１の底面３ｂ上に、全面にわたって、スパッタリング法によって、厚さ５００オングストロームのクロム膜、厚さ２０００オングストロームのニッケル膜、厚さ５００オングストロームの金膜を形成した。金膜が接合用の金属膜であり、クロム膜が下地膜であり、ニッケル膜が中間膜である。ただし、光学素子１の底面３ｂの全面にわたって、クロム膜、ニッケル膜、金膜を形成した。

[0059] 得られたウエハーをダイサーによって、図７（ｃ）の１８に示すように切断し、細長い切断物を得た（寸法約１０ｍｍ×約３０ｍｍ：長い場合は、２分割、あるいは３分割して切断物の長さを３０ｍｍに揃えた）。この切断物を端面研磨治具に固定し、ダイヤモンド砥粒、およびコロイダルシリカ砥粒によって端面研磨した後、両端面に反射防止膜を施した。この細長い切断物を更に１９のように切断し、幅０．８ｍｍの光学部品を得た。

[0060] 図８は、得られた光学部品の端面付近において、金属膜を手前にして観察した写真である。図８の中央部に横方向に向かって端面が延びており、端面の上の黒色部分は空間である。端面から見て下側（部品の底面）には、金属（金、ニッケル、クロム）が存在しておらず、ニオブ酸リチウム基材が露出

した剥離部分が形成されており、その下に明るい金膜が残留している。

[0061] 図９は、得られた光学部品を切断し、端面を観察した写真である。矢印で示した領域には突起が見えるが、これは下地膜であるクロム膜が、光学研磨によって捲くれ上がっていることを示しており、最表面の金の捲くれに伴って、中間層のニッケル、さらにはその下地のクロムまで剥離させている現象を表している。

[0062] （比較例２）

比較例１と同様にして光学部品を作製した。ただし、本例では、図２（ｂ）に示すように、底面の端面側の端部に非被覆部５Ａを形成し、クロム膜を露出させた。

[0063] 本例では、端部に非被覆部を残し、歩留まり良く端面研磨するには、非被覆部の幅ｔを５０μｍ以上とする必要があることが判明した。その反面、非被覆部の幅ｔを５０μｍ以上にすると、端面研磨により、このCrの領域の幅が狭いものや広いものが加工され、特に幅の非常に大きい非被覆部が形成される場合があるので、光学部品間で接合後の特性のバラツキが大きくなった。特に出射側の波長変換光が強く発光する領域で、非被覆部の幅が大きいと、接合しない領域が大きくなり、基板への排熱性が悪くなる。この領域の長さ分は、波長変換に全く寄与せず、波長変換効率を低下させることになった。

[0064] （実施例１）

比較例１と同様にして光学部品を作製した。ただし、本例では、図３、図４に示すように、底面の端面側の端部に非被覆部８および端部被覆部７を形成し、クロム膜を露出させた。非被覆部８は２１本とし、幅は２μｍとした。また端部被覆部は２０本とし、幅は６μｍとした。

[0065] こうした金属膜パターンは、図７（ｂ）の１７に示すように、ウエハー上にパターニングすることによって、複数の光学部品について容易に一括してパターニングすることが可能であった。

[0066] 得られた光学部品の観察結果を示す。

図１０は、端面で剥がれが生じたものの写真であり、図１１は、端面で金属膜の剥がれがなく研磨できたものである。

[0067] 光学部品の端面研磨を行うと、図１０に示したように、一部の素子では、金膜が端面から捲れるように剥がれたものが生じた。矢印は剥離部分を示す。また、図１０の写真では端部が三つの部分に分かれており、最上部は端部被覆部７であり、その下に非被覆部８があり、その下に端部被覆部７がある。これは、端面研磨すると、研磨パッドに柔らかいAuが避けて、Auが捲れてしまったと考える。さらにAuが捲くれた箇所では、下地のニッケル膜、クロム膜もくっついて捲れていた。

なお、図１１には、端面付近で剥離がない状態の写真を示す。

[0068] この端面研磨で金膜等が剥がれた領域でテープを使用して剥離試験を行うと、金膜等のパターンが残っている端部被覆部７で剥がれが進展するものの、ニッケル膜とクロム膜のみの非被覆部８で剥がれが止まり、それ以上の剥がれの進展は生じなかった。理由は明らかではないが、Ａｕ膜とその下部の金属膜との密着強度が、クロム膜とニオブ酸リチウム基材との密着強度より強く剥離を進展させたものと推察する。

[0069] この端面剥離の生じた光学部品を別体のパッケージ基板に半田接合した結果、金膜の剥がれが生じた領域では接合できなかったものの、端面から僅か数μｍ程度の微小領域であるため、安定に強固に接合することができた。また、接合後に、波長変換素子の評価を行ったところ、高効率の波長変換性能を確認することができた。

[0070] （実施例２）

比較例１と同様にして光学部品を作製した。ただし、本例では、図５、図６に示すように、底面の端面側の端部に非被覆部８Ａ、８Ｂおよび端部被覆部７Ａを形成し、クロム膜を露出させた。非被覆部８Ａ、８Ｂはそれぞれ２１本、１０１本とし、幅は２μｍとした。また端部被覆部７Ａは２０×１００列とし、それぞれ寸法は６μｍ×６μｍとした。

[0071] 光学素子の底面で、このようにスリットを設けることで、研磨部からの金

属の剥離を長手方向にも、幅方向にも進展しにくくすることができ、安定な接合および安定した波長変換素子の特性が得られた。

請求の範囲

[請求項1] 接合面および光学研磨された端面を有している光学素子、および

前記光学素子の前記接合面に形成された、前記光学素子を基板に対して接合するための金属膜を備える光学部品であって、

前記金属膜が、前記接合面の前記端面側の端部以外の領域を被覆する主被覆部と、前記接合面を前記端部内で被覆する端部被覆部とを含んでおり、前記金属膜によって被覆されていない非被覆部が前記端部に設けられていることを特徴とする、光学部品。

[請求項2] 前記光学素子に光導波路が形成されていることを特徴とする、請求項１記載の光学部品。

[請求項3] 前記光学素子に周期分極反転構造が形成されていることを特徴とする、請求項１または２記載の光学部品。

[請求項4] 前記非被覆部がスリット状であることを特徴とする、請求項１～３のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[請求項5] 前記非被覆部が前記主被覆部と前記端面との間に延びていることを特徴とする、請求項４記載の光学部品。

[請求項6] 前記光学素子が、相対向する一対の主面および相対向する一対の側面を有しており、前記一対の主面の一方が前記接合面として機能することを特徴とする、請求項１～５のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[請求項7] 前記非被覆部が前記光学素子の前記一対の側面の間に延びていることを特徴とする、請求項６記載の光学部品。

[請求項8] 前記端部において複数の前記端部被覆部が形成されており、各端部被覆部が前記非被覆部によって包囲されていることを特徴とする、請求項１～７のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[請求項9] 前記金属膜が金膜であることを特徴とする、請求項１～８のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[請求項10] 前記金属膜と前記接合面との間に形成された下地膜を有しており、

前記下地膜が前記非被覆部に露出していることを特徴とする、請求項１～９のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[請求項11] 前記光学素子が、

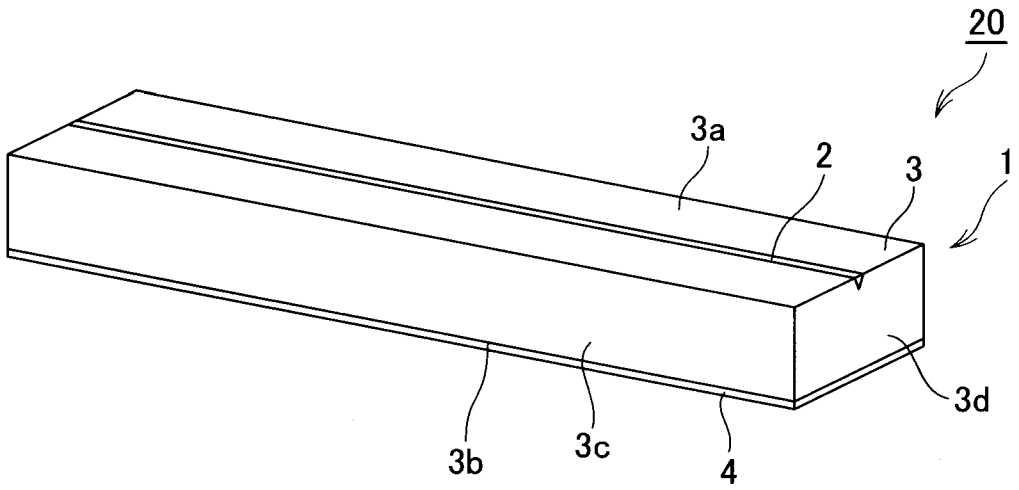
支持基板、

光学材料からなる光学基板、および

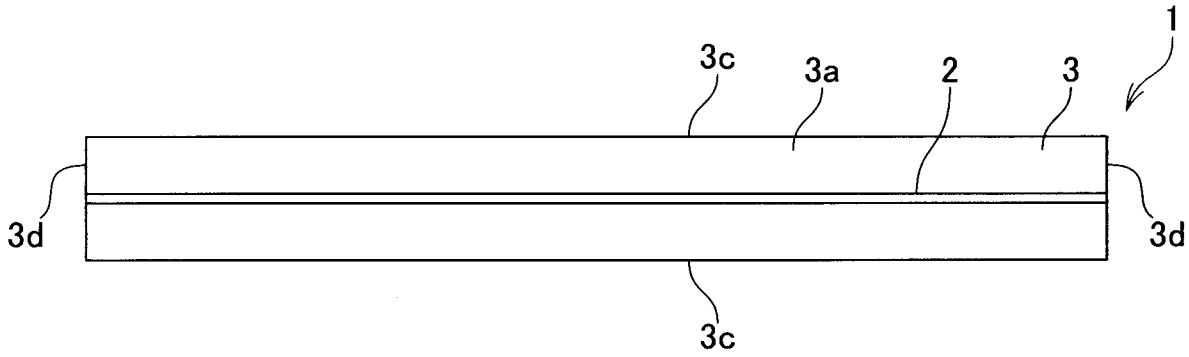
前記支持基板と前記光学基板とを接着する接着層を備えていることを特徴とする、請求項１～１０のいずれか一つの請求項に記載の光学部品。

[図1]

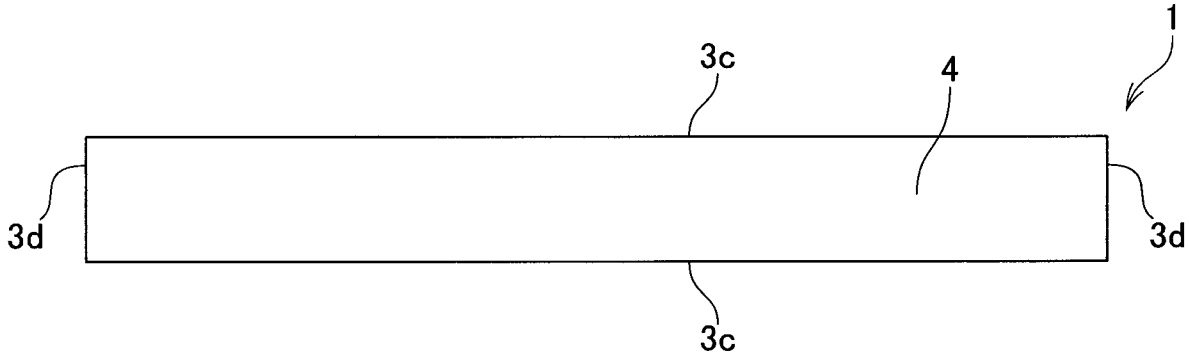
(a)



(b)

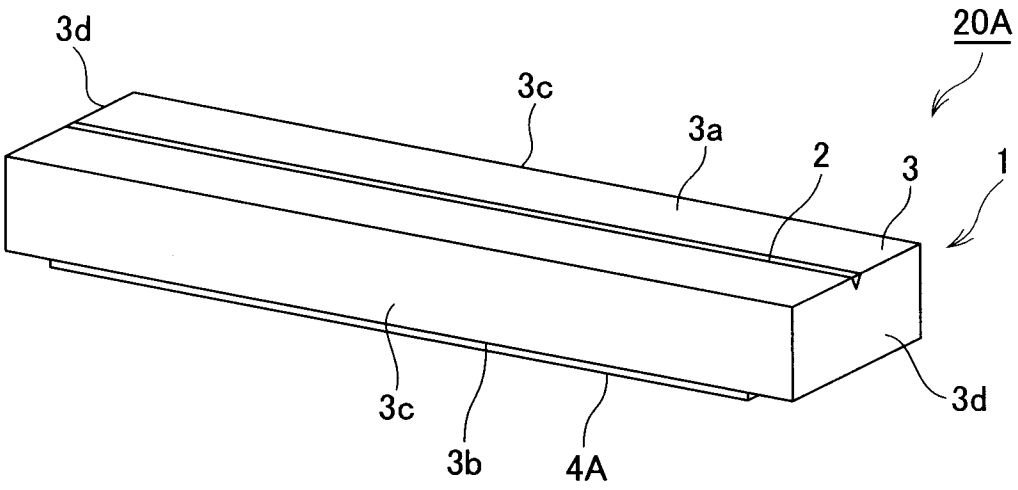


(c)

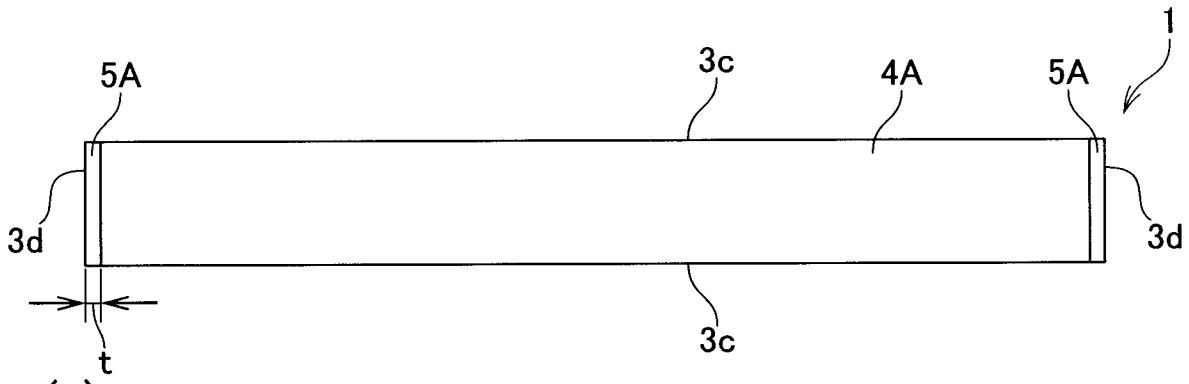


[図2]

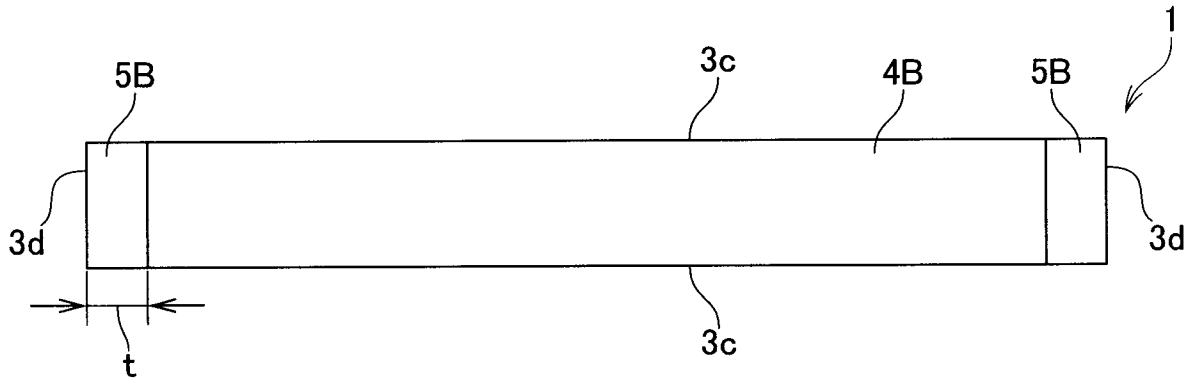
(a)


3d
20A
3c
3a
2
3
1
3c
3b
4A
3d

(b)

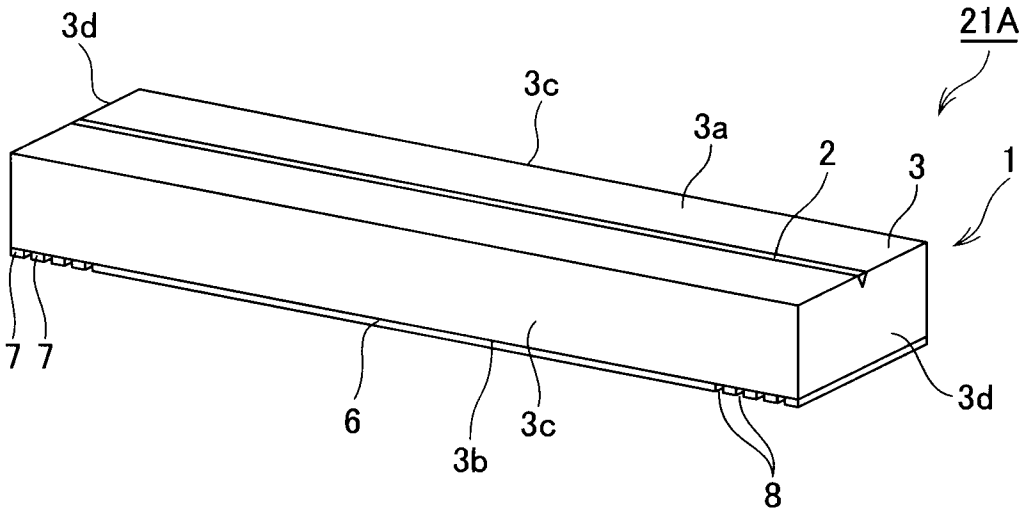

1
5A
3c
4A
5A
3d
3d
t
3c

(c)

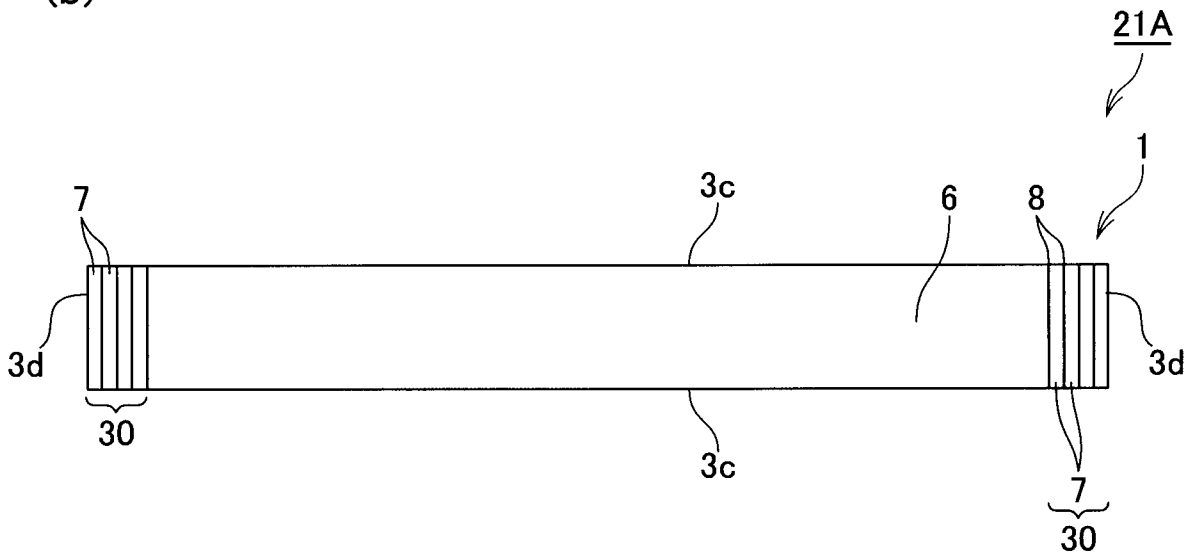

1
5B
3c
4B
5B
3d
3d
t
3c

[図3]

(a)

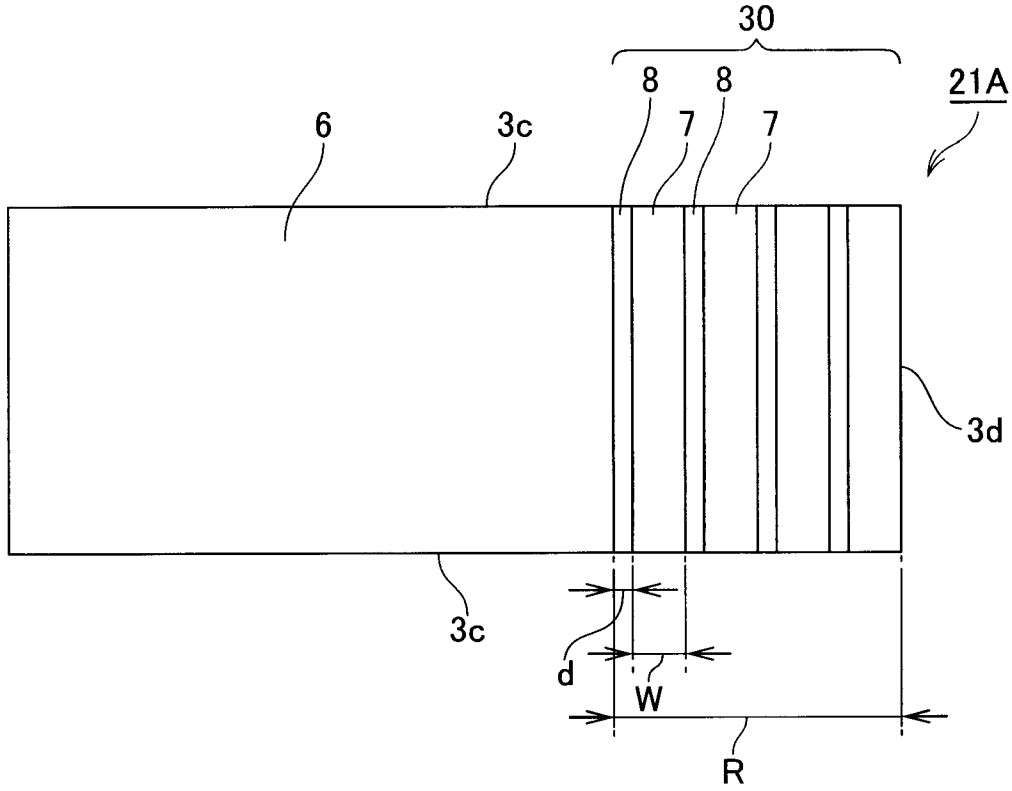


(b)

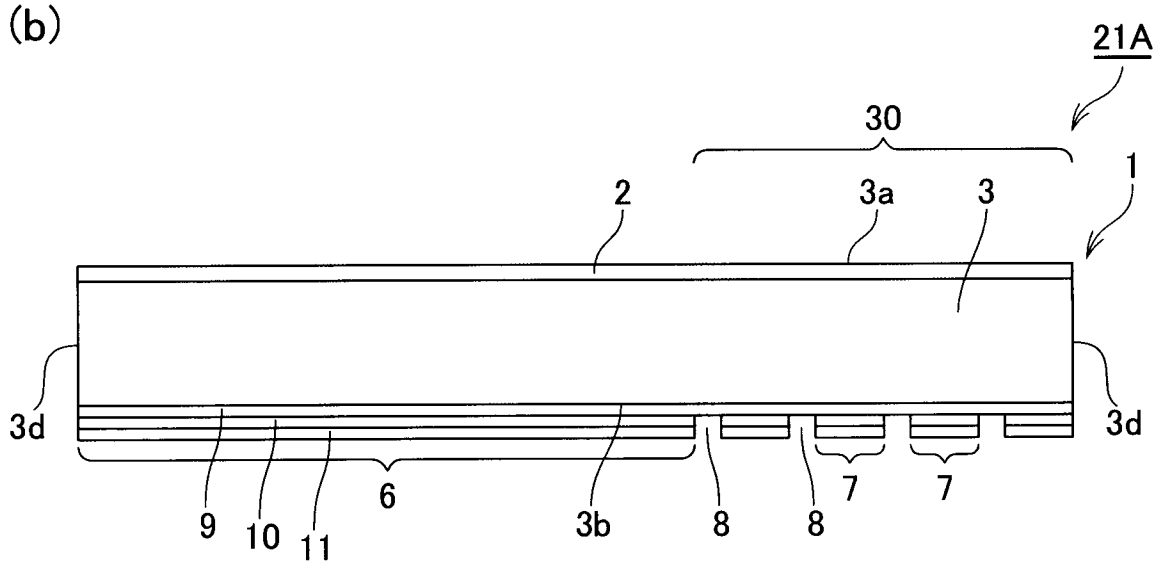


[図4]

(a)

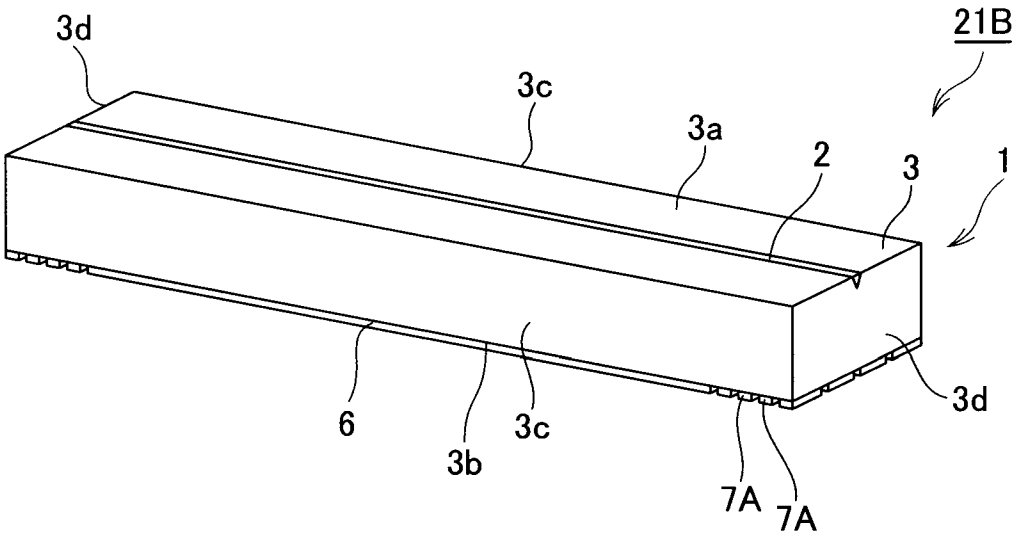


(b)

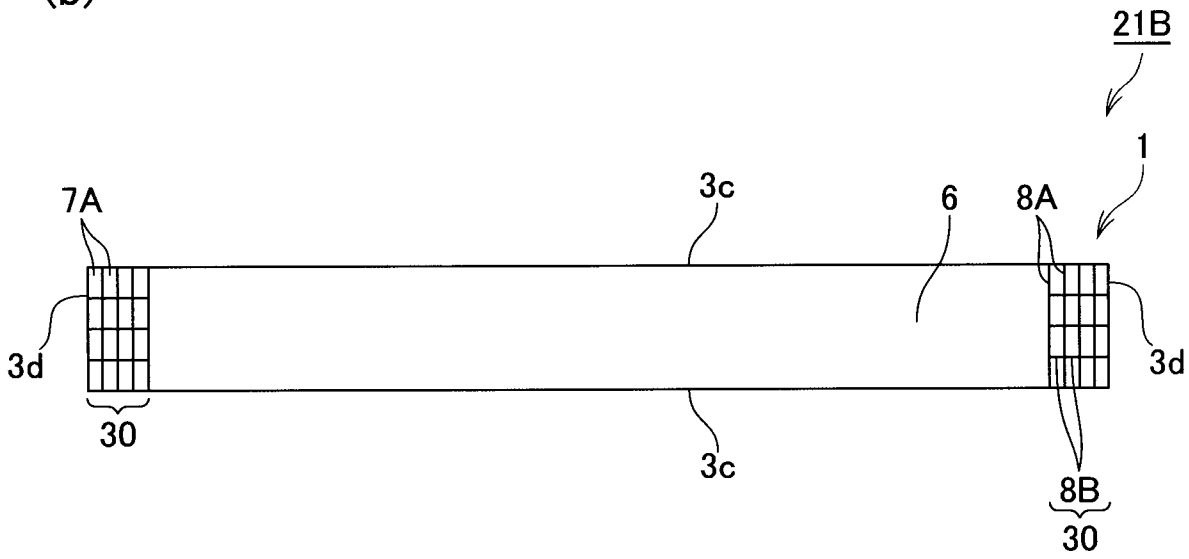


[図5]

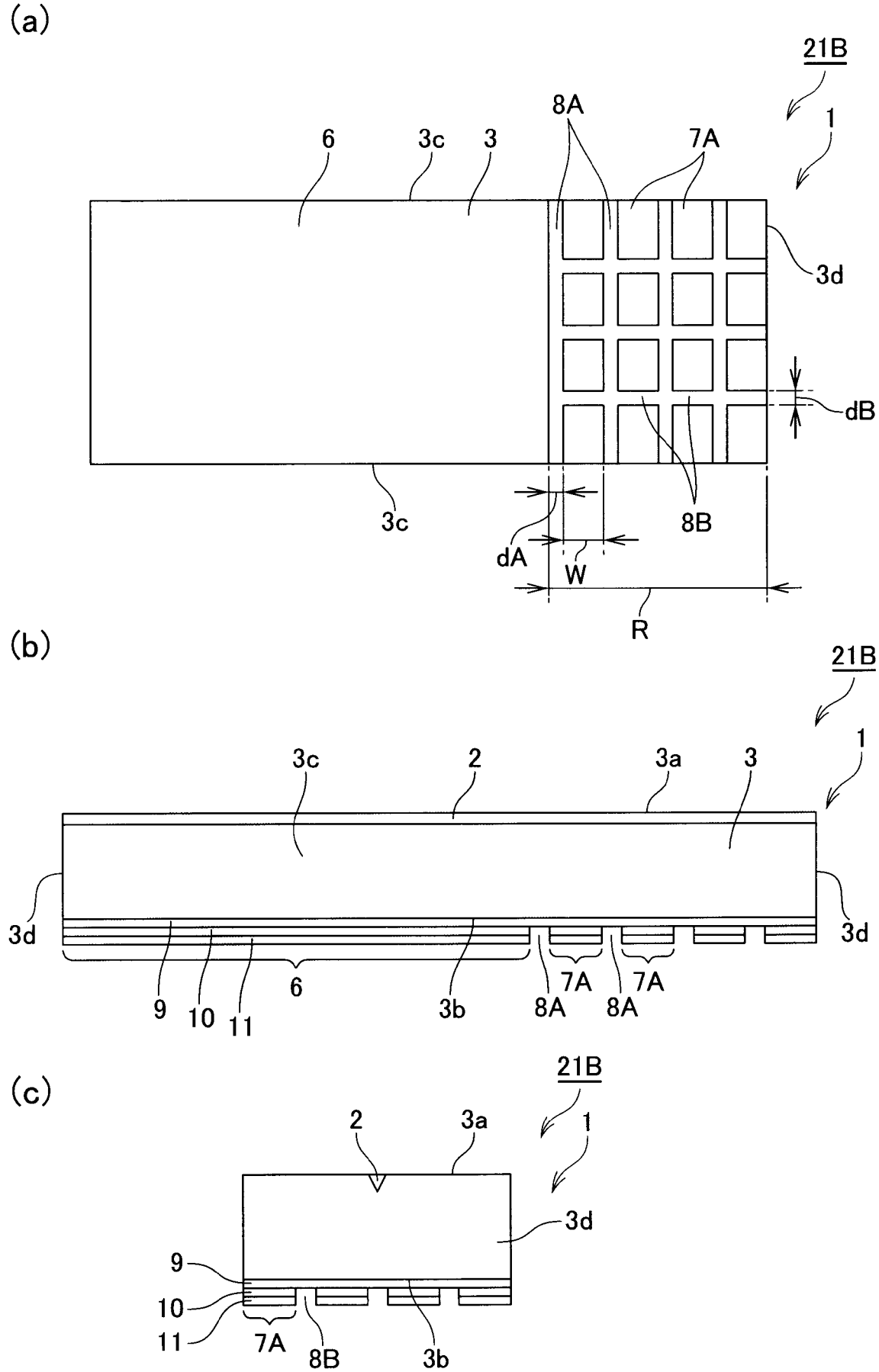
(a)



(b)

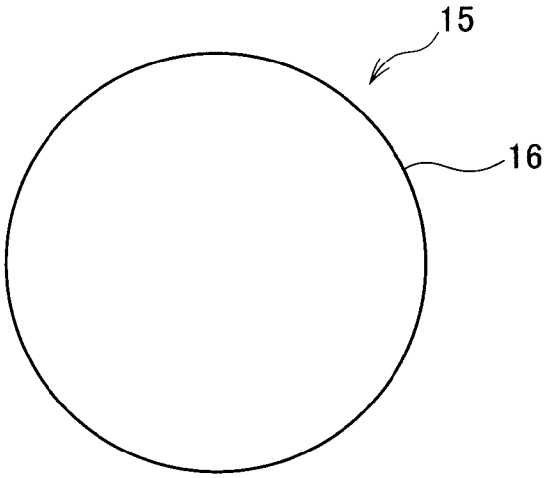


[図6]

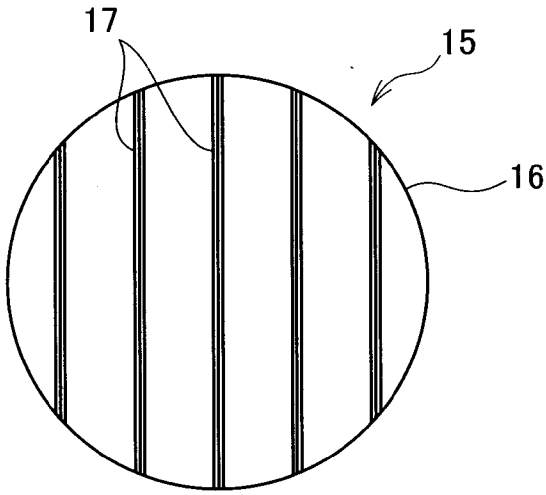

(a)
21B
1
8A
6
3c
3
7A
3d
dB
3c
8B
dA
W
R
(b)
21B
1
3c
2
3a
3
3d
3d
9
10
11
6
3b
8A
7A
8A
7A
(c)
21B
2
3a
1
3d
9
10
11
7A
8B
3b

[図7]

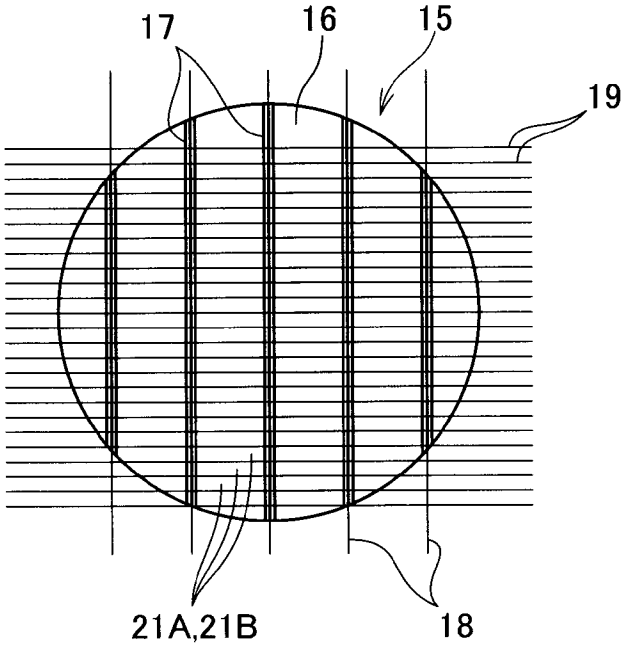
(a)



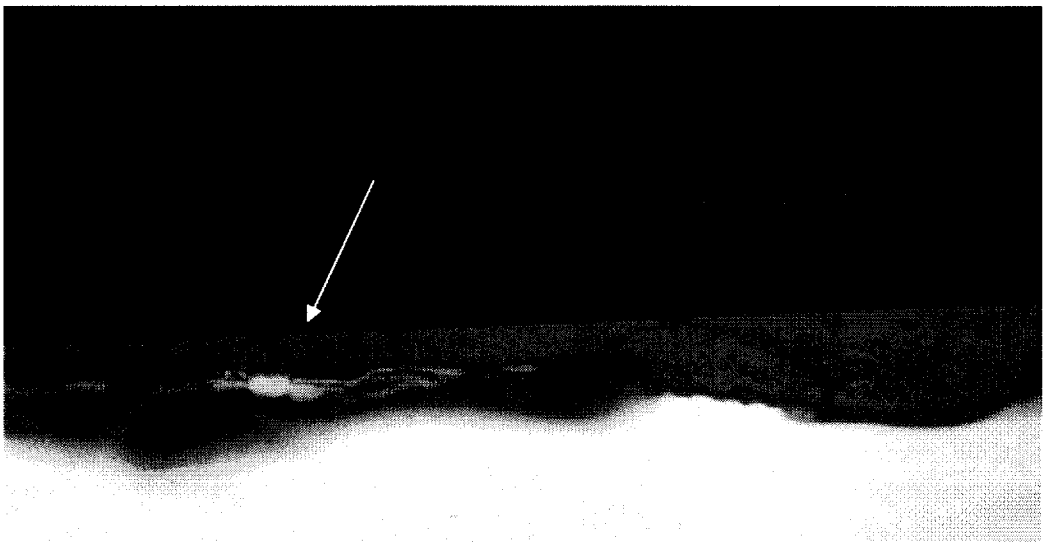
(b)



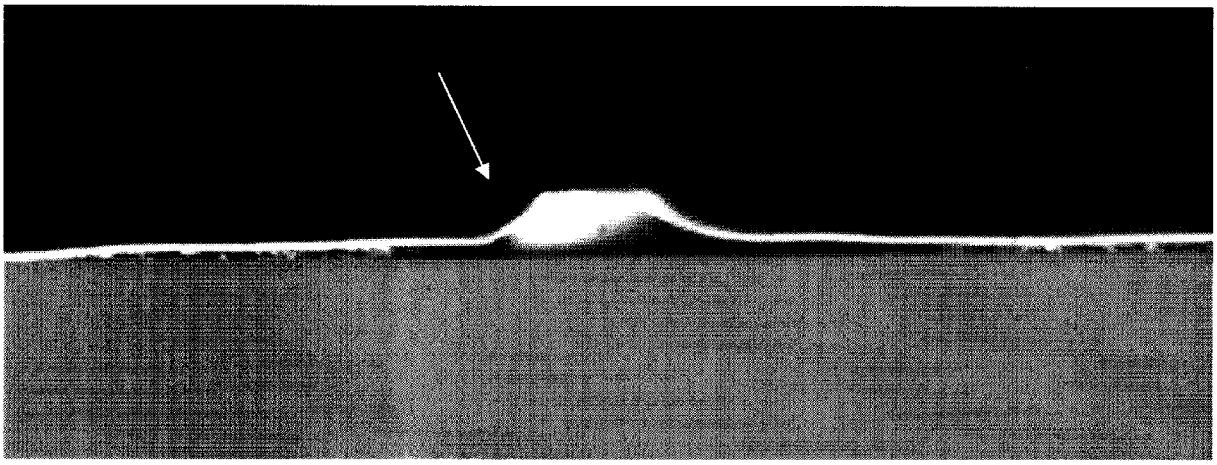
(c)



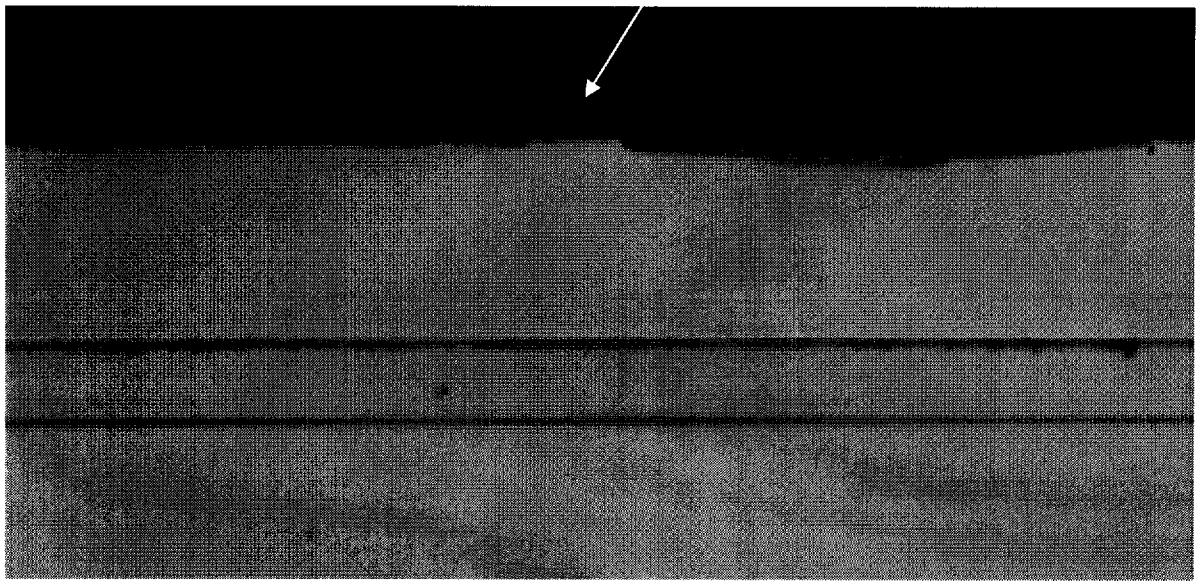
[図8]



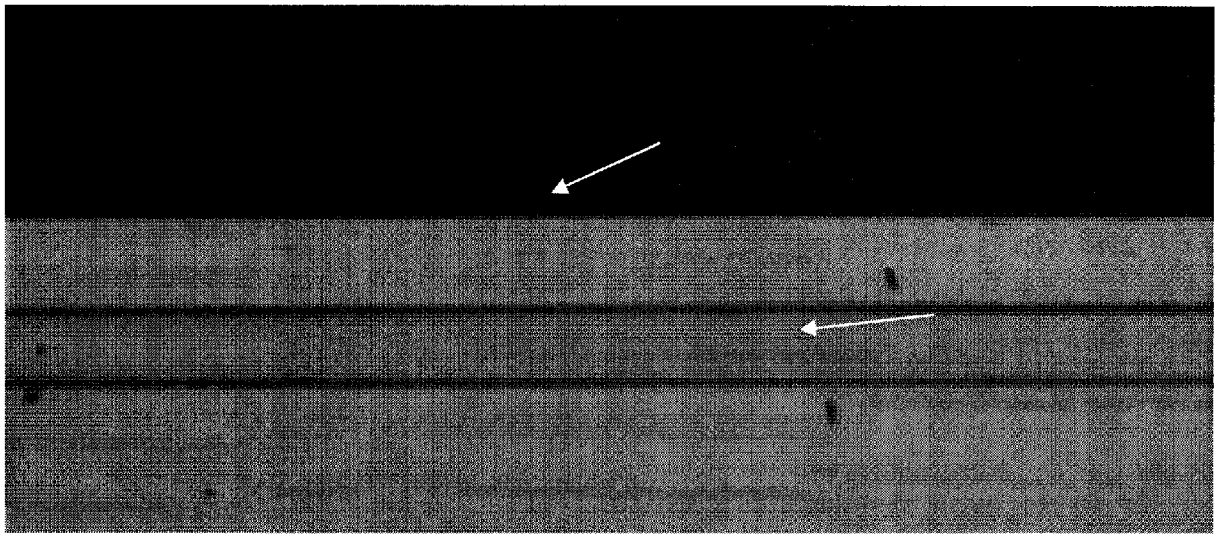
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/071479

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/12(2006.01)i, *G02F1/377*(2006.01)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)
G02B6/12, G02F1/377

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2003-270467 A (Panasonic Corp.), 25 September 2003 (25.09.2003), claim 28; paragraphs [0089] to [0101]; fig. 6 & US 2003/0133680 A1 & US 6999668 B2 & CN 1433006 A	1-11
Y	JP 2010-204505 A (NGK Insulators, Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text; all drawings & US 2010/0226001 A1 & DE 102010002594 A & US 8294978 B2	1-11
Y	JP 2003-295140 A (Japan Science and Technology Corp.), 15 October 2003 (15.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

☐ 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 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	Date of mailing of the international search report
27 October, 2014 (27.10.14)	18 November, 2014 (18.11.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７１４７９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/12(2006.01)i, G02F1/377(2006.01)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.　G02B6/12, G02F1/377

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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
Y	JP 2003-270467 A（パナソニック株式会社）2003.09.25, 請求項２８,【００８９】－【０１０１】,【図６】 & US 2003/0133680 A1 & US 6999668 B2 & CN 1433006 A	1-11
Y	JP 2010-204505 A（日本碍子株式会社）2010.09.16, 全文、全図 & US 2010/0226001 A1 & DE 102010002594 A & US 8294978 B2	1-11
Y	JP 2003-295140 A（科学技術振興事業団）2003.10.15, 全文、全図（ファミリーなし）	1-11

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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」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	国際調査報告の発送日
２７．１０．２０１４	１８．１１．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｘ　９３１６
佐藤　宙子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９４