

(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
2017年1月12日(12.01.2017)

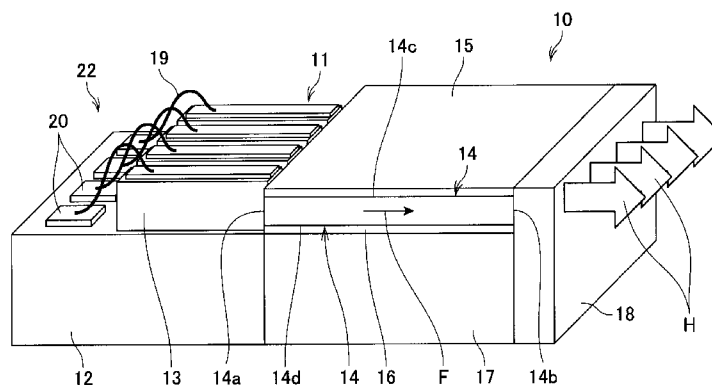


(10) 国際公開番号
WO 2017/006797 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/122 (2006.01) *G02B 6/30* (2006.01)
G02B 6/12 (2006.01) *G02B 6/42* (2006.01)
G02B 6/124 (2006.01) *H01S 5/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/069048
- (22) 国際出願日: 2016年6月27日(27.06.2016)
- (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 2015-134569 2015年7月3日(03.07.2015) 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: 近藤 順悟(KONDO Jungo); 〒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). 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). 丹羽 孝介(NIWA Kousuke); 〒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, 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, ST, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: OPTICAL ELEMENT AND LIGHT-EMITTING DEVICE

(54) 発明の名称: 光学素子および発光装置



(57) Abstract: An optical element 10 that is provided with a support substrate 17, with cladding 16 that is provided upon the support substrate, with an optical waveguide core 14 that is provided upon the cladding and that has an incidence surface 14a and an emission surface 14b, and with a fluorescent layer 18 that is provided to the emission-surface side of the optical waveguide core. The present invention generates white light H by transmitting light that propagates through the optical waveguide core 14 through the fluorescent layer 18.

(57) 要約: 光学素子10は、支持基板17、支持基板上に設けられたクラッド16、クラッド上に設けられ、入射面14aと出射面14bを有する光導波路コア14、および光導波路コアの出射面側に設けられた蛍光体層18を備える。光導波路コア14を伝搬する光を蛍光体層18に透過させることによって白色光Hを発生する。



WO 2017/006797 A1

明 細 書

発明の名称：光学素子および発光装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子および白色光を発光する装置に関するものである。

背景技術

[0002] 最近、レーザ光源を用いた自動車用ヘッドライトの研究が盛んに行われており、その内の一つに、青色レーザあるいは紫外レーザと蛍光体を組み合わせた白色光源がある。レーザ光を集光することにより、励起光の光密度を高めることができる上に、複数のレーザ光を蛍光体上に重ねて集光することで、励起光の光強度も高めることができる。これによって、発光面積を変えずに光束と輝度とを同時に大きくすることができる。このため、半導体レーザと蛍光体とを組み合わせた白色光源が、LEDに替わる光源として注目されている。

[0003] 一般的な樹脂製蛍光体による白色LEDの場合には、例えば図1に模式的に示すように、容器3に青色LED2を固定し、その上に蛍光体分散樹脂4を流し込んで硬化させる。樹脂4は、パウダー状の黄色蛍光体4bをシリコン等の樹脂4aに混合したものである。青色LEDから発生した光は、樹脂4で波長変換され、白色光として矢印Aのように出射される。この構造により、白色LED1を低コストで量産できるようになった。

[0004] しかし、図1のように蛍光体樹脂を用いた白色LEDは、熱や水に弱く、また蛍光材が樹脂内に均一に分散しにくいことが問題であった。

[0005] 一方、自動車用ヘッドライトに使用する蛍光体ガラスは、日本電気硝子株式会社の蛍光体ガラス「ルミファス」や国立研究開発法人物質・材料研究機構と株式会社タムラ製作所、株式会社光波のYAG単結晶蛍光体が提案されている。

[0006] 例えば図2に示すチップ1Aでは、容器3内に青色LED2と蛍光体ガラス5とを固定している。青色LEDから発生した光は、蛍光体ガラス5で波

長変換され、白色光として矢印Bのように出射される。

[0007] また、上述したように、照明用蛍光体については、イットリウムアルミニウムガーネット $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG) にCeをドープしたCe:YAG単結晶蛍光体も開発されている。従来、Ce:YAG蛍光体は、焼結合成したり、ガラスに分散させるなどして実現されてきたが、励起光のパワー密度が上がると放熱が困難になり、効率が低下するという問題があった。

[0008] 特許文献1によると、YAGを単結晶化することにより、温度が上昇しても変換効率が劣化せず高効率の蛍光特性を示し、ハイパワー分野での応用が可能となった。この材料は、450nm青色励起光によって補色である黄色光を発することによって白色光を得ることができ、プロジェクターやヘッドライトへ適用するための開発が進められている。

[0009] 一方、例えば自動車用ヘッドライトでは、図3、図4に模式的に示すように、光学系を用いることでLEDと蛍光体を空間的に分離することが考えられる。

例えば、図3に示すような素子1Bが考えられる。すなわち、青色半導体レーザ光源2からレーザ光を矢印Cのように発光させ、集光光学系7によって矢印Dのように蛍光体ガラス板5に集光する。これによって、蛍光体ガラス板5から白色光が矢印Eのように発光する。

[0010] また、白色光の輝度を上げたい場合には、複数の光源を使用する。すなわち、図4に示すように、複数の青色半導体レーザ光源2からレーザ光を発光させ、集光光学系7Aによって蛍光体ガラス板5に集光し、蛍光体ガラス板5から白色光を矢印Dのように発光させる。そして、この白色光Dをパラボラフレクタ8によって投光し、フィルタ9を通して外部に白色光を投射する。フィルタ9は、青色レーザ光の外部への投射を防止するものである。

[0011] また、非特許文献1には、蛍光体ガラスからなる光ファイバーにレーザ光を照射し、白色光を発生させることが提案されている。

レーザ光源とグレーティング素子を使用した照明装置として、特許文献4では、レーザ光源の出力側にグレーティング素子からなる反射体を配置して

いる構造が開示されている。この装置では、蛍光体は装置の外側に配置されており、集光させるためのレンズ等の光部品が必要になることから、小型化という観点で問題となる。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特許第5 6 2 0 5 6 2号

特許文献2：特許3 8 6 4 9 4 3

特許文献3：WO 2 0 1 3 / 0 7 3 7 0 1 A 1

特許文献4：特許5 2 3 1 9 9 0

非特許文献

[0013] 非特許文献1：「Materials Integration」 Vol.17, No3, 2004, 5 1～5 6
頁 「蛍光ガラスの開発」 沢登成人

非特許文献2：古河電工時報 平成12年1月 第105号 p24-29

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] しかし、図1、図2のように青色LED上に蛍光体を載せたチップでは、青色LEDと蛍光体とが接触しているので、LEDの熱の影響から蛍光体の温度が高くなり、長期信頼性に問題があると思われる。

[0015] 図3、図4のようなチップでは、集光するために必要な光学系の部品点数が多く、実装工程が多く、コストが高くなる。また、自動車の振動によって軸ずれが生じやすく、発光効率が下がる。更に、発熱や吸湿により蛍光体が劣化し、発光効率が下がる。

[0016] 蛍光体ガラスからなる光ファイバーにレーザ光を照射し、白色光を発生させることも考えられる。しかし、この場合には、蛍光体ガラスからなる光ファイバーからの出力光の出力や波長に変動が見られる。

[0017] 本発明の課題は、レーザ光を蛍光体に照射して蛍光を発光させるのに際して、光源の発熱の影響が少なく、また部品点数が少ないことから長期信頼性

が高い構造を提供することである。

課題を解決するための手段

[0018] 本発明は、支持基板、前記支持基板上に設けられたクラッド、前記クラッド上に設けられ、入射面と出射面を有する光導波路コア、および前記光導波路コアの前記出射面側に設けられた蛍光体層を備えている光学素子であって、

前記光導波路コアの伝搬光を蛍光体層に透過させることによって白色光を発生することを特徴とする。

[0019] また、本発明は、前記光学素子、および前記入射面への入射光を発振する光源を備えていることを特徴とする、発光装置に係るものである。

発明の効果

[0020] 図1、2に示すように、蛍光体を光源の直上に形成した場合には、光源の発熱で蛍光体が劣化してしまい、高出力化が難しい。これに対して、本発明では、光源と光学素子とを分離し、蛍光体を光学素子の出射面側に設けている。従って、光源の発熱が蛍光体に伝搬しにくく、高出力化が可能である。その上、コアの出射面側に蛍光体を設けることから、支持基板を放熱性、熱伝導性の高い材料によって形成することで、蛍光体の劣化を一層防止できる。

[0021] 一方、レーザ照明の場合には、従来の構造では蛍光体に照射する面積が小さくなるために、変換にともなう発熱により蛍光体が加熱して、それにより変換効率が劣化していた。本発明では、上記のように放熱特性をよくすることに加えて、光学素子の出射面側に光学素子を設けて光導波路コアの幅を広げることによって、蛍光体に照射するレーザ光のスポットサイズを広げることとも可能であり、これによって上記加熱を更に抑制できる。

[0022] 更に、グレーティング素子の支持基板を光源に対して位置決めして接合することで、レンズ等の集光光学系が不要であり、小型化が容易である。

[0023] なお、従来は、複数の光源を使用する場合には、それぞれ集光光学系レンズを使用する必要があり、装置が大きくなり、実装が大変になっていた。本

発明では、グレーティング素子の支持基板上に蛍光体を実装することで、レンズを必要とせずに複数の光源を容易にアレイ化することができるので、コンパクトな構造となり、実装も容易となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]従来の白色LEDの例である。

[図2]従来の白色LEDの例である。

[図3]集光光学系を使用した照明装置の例である。

[図4]集光光学系を使用した照明装置の例である。

[図5]本発明の実施形態に係る発光装置を模式的に示す斜視図である。

[図6]図5の発光装置を模式的に示す断面図である。

[図7]本発明の他の実施形態に係る発光装置を模式的に示す斜視図である。

[図8]図7の発光装置を模式的に示す断面図である。

[図9]共通基板27上に光源と光学素子とを実装した例を示す。

[図10]リッジ型光導波路コアを用いた光学素子を示す斜視図である。

[図11] (a)、(b)、(c)は、それぞれ、各光学素子を模式的に示す横断面図である。

[図12] (a)、(b)、(c)は、それぞれ、各光学素子を模式的に示す横断面図である。

[図13] (a)、(b)は、それぞれ、各光学素子を模式的に示す横断面図である。

[図14]光導波路コアの好ましい平面的パターンを示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態を詳細に説明する。

図5、図6は、本発明の実施形態に係る発光装置を示すものである。

本例の発光装置は、光源モジュール22と光学素子10とを備えている。光源モジュール22の支持基板12上には、複数個の光源11が実装されており、各光源11は、パッド20に対してワイヤー19によって接続されている。13は活性層である。

[0026] 一方、グレーティング素子 10 には、支持基板 17、支持基板 17 上に設けられた下側クラッド層 16、下側クラッド層 16 上に設けられたスラブ型光導波路コア 14、およびコア 14 の上面 14 c を被覆する上側クラッド層 15 を備えている。コア 14 は薄板状であり、レーザ光が入射する入射面 14 a が複数の光源 11 に対向している。コア 14 の出射面 14 b 上には蛍光体層 18 が設けられている。本例では、蛍光体層 18 は、上側クラッド層 15、コア 14、下側クラッド層 16 および支持基板 17 の各端面を被覆している。なお、14 d はコア 14 の底面である。

[0027] 各光源 11 の各活性層 13 から発振した光は、スラブ型光導波路コア 14 内を矢印 F のように伝搬し、出射面 14 b から出射して蛍光体層 18 に入射する。この際、伝搬光は蛍光体層 18 内で波長変換を受けて白色光となり、矢印 H のように放射される。

[0028] 上の例では光導波路コアにブラッググレーティングを設けていないが、ブラッググレーティングを設けることも好ましい。この場合には、ブラッググレーティングと光源の活性層との間で外部共振器を構成することが好ましい。図 7、図 8 はこの実施形態に係るものである。

[0029] 本例の発光装置は、光源モジュール 22 とグレーティング素子 10 A とを備えている。光源モジュール 22 は、図 5 のものと同じである。一方、グレーティング素子 10 A には、支持基板 17、支持基板 17 上に設けられた下側クラッド層 16、下側クラッド層 16 上に設けられたスラブ型光導波路コア 24、およびコア 24 の上面 24 c を被覆する上側クラッド層 15 を備えている。コア 24 は薄板状であり、レーザ光が入射する入射面 24 a が複数の光源 11 に対向している。コア 24 の出射面 24 b には蛍光体層 18 が設けられている。本例では、蛍光体層 18 は、上側クラッド層 15、コア 24、下側クラッド層 16 および支持基板 17 の各端面を被覆している。なお、24 d はコア 24 の底面である。

[0030] 本例では、光導波路コア 24 と上側クラッド層 15 との界面に、凹凸からなるブラッググレーティング 27 が形成されており、グレーティング部 24

fを構成している。なお、入射面24aとグレーティング部24fとの間に、ブラッググレーティングのない入射側伝搬部24eを設けることができ、出射面24bとグレーティング部24fとの間に、ブラッググレーティングのない出射側伝搬部24gを設けることもできる。なお、ブラッググレーティング27は、光導波路コア24と下側クラッド層16との間に形成してもよい。

[0031] 各光源11の各活性層から出射した光は、光導波路コア24に入射し、コア24を矢印Fのように伝搬する。このときブラッググレーティングによって一部が反射され、反射光が矢印Gのように逆方向に伝搬して光源に戻る。これによってブラッググレーティングと光源の活性層との間で外部共振器を構成する。そして、コア24の伝搬光は最終的に出射面24bから出射し、蛍光体層18内で波長変換を受け、白色光となって矢印Hのように外部に放射される。

[0032] 光導波路コアにブラッググレーティングを形成することにより、波長が安定化し、これによりパワーが安定化するために、輝度のばらつき、色合いのばらつきが小さくなる。

[0033] 更には、ブラッググレーティングの反射特性にチャープ性を持たせることにより、広い波長範囲で発振させることができるので、スペックルの問題を解決できる。

なお、グレーティングのチャープ性について述べる。グレーティングの周期を固定するのではなく、グレーティングの周期をグレーティングの位置によって変化させると、グレーティングを伝搬する光についてグレーティングの位置によって反射する波長が異なる。この結果として反射波長の帯域が広くなることをチャープ性という。

これによりレーザ発振が可能となる波長領域が広くなり、レーザ光のスペクトル幅を広くすることができる。またマルチモード発振しやすくすることもでき、これらによりスペックルが発生しにくくなる。

[0034] 好適な実施形態においては、光源モジュールの支持基板（マウント）は、

グレーティング素子側の支持基板と一体化し、同一の共通基板とすることができる。これにより、光源によって発生した熱を支持基板の方へ効率的に逃がすことができ、蛍光体へ熱が伝導しにくくできる。

[0035] 例えば図9の素子10Bでは、共通基板25上に光源11Aをはんだ等の接着層14によって接着している。これとともに、スラブ型光導波路コアを下側クラッド16を介して共通基板25上に実装している。なお、本例では、共通基板25、下側クラッド層16、スラブ型光導波路コア24および上側クラッド層15の端面を蛍光体層18によって被覆している。

[0036] 図10は、リッジ型光導波路を用いた光学素子を示す例である。

本例の光学素子30は、支持基板17、支持基板17上に設けられた下側クラッド層16、下側クラッド層16上に設けられた光学材料層31を備えている。

[0037] 光学材料層31の例えば上面にリッジ溝33が形成されており、リッジ型光導波路コア34が形成されている。リッジ溝33は、光学材料層31の底面側に形成することもできる。コア34は、入射面34a、出射面34b、ブラッググレーティング32が形成されたグレーティング部34d、グレーティング部34dと入射面34aとの間の入射側伝搬部34cおよびグレーティング部34dと出射面34bとの間の出射側伝搬部34eを備えている。

[0038] 光源の活性層から出射した光は、光導波路コア34に入射し、コア34を伝搬する。このときブラッググレーティングによって一部が反射され、反射光が矢印Gのように逆方向に伝搬して光源に戻る。これによってブラッググレーティングと光源の活性層との間で外部共振器を構成する。そして、コア34の伝搬光は最終的に出射面34bから出射し、蛍光体層18内で波長変換を受け、白色光となって矢印Hのように外部に放射される。

[0039] 光学材料層には複数のリッジ型光導波路コアを形成することもでき、これによって蛍光体層に入射する光量を増加させることができる。この場合には、光源も複数設け、各光導波路コアの入射面とそれぞれ光源の活性層と対向

させることが好ましい。

[0040] 好適な実施形態においては、図 1 1 (a) に示すように、支持基板 1 7 上に下側バッファ層 1 6 を介して光学材料層 3 1 が形成されている。光学材料層 3 1 には例えば一対のリッジ溝 3 3 が形成されており、リッジ溝の間にリッジ型光導波路コア 3 4 が形成されている。ブラッググレーティングは、光導波路コアの支持基板側に設けることができ、あるいは支持基板とは反対側に設けることができる。3 7 は薄肉部であり、3 8 は延在部である。本例では上側クラッド層がない。なお、下側クラッド層 1 6 と支持基板 1 7 との間に接着層を設けることもできる。なお、 T_s は光導波路コアの厚さである。

[0041] また、図 1 1 (b) に示す素子では、光学材料層 3 1 上に更に上側クラッド層 1 5 が形成されている。

また、図 1 1 (c) に示すように、支持基板 1 7 上に下側クラッド層 1 6 を介して光学材料層 3 1 が形成されている。光学材料層 3 1 には例えば一対のリッジ溝 3 3 が形成されており、リッジ溝の間にリッジ型光導波路コア 3 4 が形成されている。本例ではリッジ溝が支持基板側に設けられている。3 7 は薄肉部であり、3 8 は延在部である。

[0042] 好適な実施形態においては、光導波路が、光学材料からなるコアからなり、コアの周りをクラッドが包囲している。このコアの横断面（光の伝搬方向と垂直な方向の断面）形状は凸図形となるようにする。

[0043] 凸図形とは、コアの横断面の外側輪郭線の任意の二点を結ぶ線分が、コアの横断面の外側輪郭線の内側に位置することを意味する。凸図形は、一般的な幾何学用語である。このような図形としては、三角形、四角形、六角形、八角形などの多角形、円形、楕円形などを例示できる。四角形としては、特に、上辺と下辺と一対の側面を有する四角形が好ましく、台形が特に好ましい。

[0044] たとえば図 1 2 (a) に示すように、支持基板 1 7 上に下側クラッド層 1 6 を介して、光学材料よりなる光導波路コア 4 1 が形成されている。コア 4 1 の横断面形状は台形であり、上面 4 1 a が下面 4 1 b よりも狭い。なお、

クラッド層 1 6 と支持基板 1 7 との間に接着層を形成することもできる。

[0045] 図 1 2 (b) に示す素子では、支持基板 1 7 上にクラッド層 4 2 が設けられており、クラッド層 4 2 内に、光学材料よりなる光導波路コア 4 1 が埋設されている。クラッド層 4 2 は、光導波路コアの上面を被覆する上面被覆部 4 2 b、光導波路の側面を被覆する側面被覆部 4 2 c および光導波路と支持基板との間に位置する底面被覆部 4 2 a を有する。

[0046] 図 1 2 (c) に示す素子では、支持基板 1 7 上にクラッド層 4 2 が設けられており、クラッド層 4 2 内に、光学材料よりなる光導波路コア 4 1 A が埋設されている。クラッド層 4 2 は、コアの上面を被覆する上面被覆部 4 2 b、コアの側面を被覆する側面被覆部 4 2 c およびコアと支持基板との間にある底面被覆部 4 2 a を有する。

[0047] また、図 1 3 (a) に示す素子では、支持基板 1 7 上に下側クラッド層 1 6 を介して、光学材料よりなる光導波路コア 4 1 が形成されている。光導波路コア 4 1 の側面および上面 4 1 a には、上側クラッド層 4 3 が形成され、光導波路コア 4 1 を被覆している。上側クラッド層 4 3 は、光導波路 4 1 の側面を被覆する側面被覆部 4 3 b および上面を被覆する上面被覆部 4 3 a を有する。

[0048] また、図 1 3 (b) に示す素子では、光学材料よりなる光導波路コア 4 1 A が形成されている。光導波路 4 1 A の横断面形状は台形であり、下面が上面よりも狭い。上側クラッド層 4 3 は、光導波路コア 4 1 A の側面を被覆する側面被覆部 4 3 b および上面を被覆する上面被覆部 4 3 a を有する。

[0049] なお、光導波路の幅 W は、横断面において光導波路の幅の最小値を意味する。光導波路の形状が上面が狭い台形の場合には、光導波路の幅 W は上面の幅であり、光導波路の形状が下面が狭い台形の場合には、光導波路の幅 W は下面の幅である。

[0050] 好適な実施形態においては、光導波路がチャンネル型光導波路であり、光学素子の入射面における光導波路幅よりも出射面における光導波路幅のほうが大きい。これによって、蛍光体層に入射する光ビームを大きくし、蛍光体層

の加熱を抑制することが可能である。この場合、特に好ましくは、光導波路の入射面と出射面の間にテーパ部を設け、テーパ部の幅を入射面側から出射面側へと向かって大きくする。これによって、光の伝搬損失を最小限とし、発光強度を高くできる。

[0051] 図14は、この実施形態に係るものであり、光学素子50に形成されたチャネル型光導波路51の平面的パターンを示す。光導波路51は、入射部51a、グレーティングが設けられたグレーティング部51b、テーパ部51cおよび出射部51dを備えている。入射部51aにおける光導波路幅 W_{in} よりも、出射部51dにおける光導波路幅 W_{out} のほうが大きい。この場合、蛍光体層の発熱を抑制するという観点からは、 W_{out}/W_{in} は、2以上が好ましく、5以上が特に好ましい。また、上限値の制限は特にはないが、大きくしても光が十分に広がらなくなることから、 W_{out}/W_{in} は、1000以下が好ましく、500以下が特に好ましい。

[0052] グレーティング部の幅 W_g は、横モードをマルチモードにしてスペckルノイズを抑制するという観点からは、 $3\mu m$ 以上が好ましく、 $5\mu m$ 以上が更に好ましい。また、グレーティング部の幅 W_g は、レーザ発振を安定にするという観点から $10\mu m$ 以下が好ましく、更に $7\mu m$ 以下が好ましい。 W_g が光源のスポットサイズ（ニアフィールド径）よりも大きい場合には、入力部にもテーパ部を設けて、 W_{in} を W_g よりも小さくすることができる。

[0053] 本例では、グレーティング部51bの幅 W_g が入射部の幅 W_{in} と同じになっている。また、テーパ部51cの幅は、入射側では W_{in} であり、出射面側では W_{out} になっており、その間では入射面51e側から出射面51f側へと向かって徐々に増大している。

[0054] なお、チャネル型光導波路がリッジ型光導波路である場合には、チャネル型光導波路の幅 W_{in} 、 W_{out} 、 W_g は、前述した幅 W と同様にして決定するものとする。

[0055] 光学素子の全長 L_w は、特に限定されないが、通常は $1mm\sim 30mm$ が好ましい。また、グレーティング部51dの長さ L_g は、外部共振器としての

機能という観点からは、 $10\mu\text{m}$ 以上が好ましい。テーパ部51bの長さ L_t は、伝搬損失低減という観点からは、 $50\mu\text{m}\sim 5000\mu\text{m}$ が好ましい。

[0056] 好適な実施形態においては、光導波路コア下のクラッドと支持基板との間に、光導波路からの放射光を反射する反射膜を設ける。これによって、素子外に放射する放射光の光量を高くすることができる。こうした反射膜としては、金、アルミニウム、銅、銀、等の金属膜、あるいは、誘電体多層膜であってよい。反射膜として金属膜を使用する場合には、その上に形成するクラッド層がはがれないようにするために、Cr、Ni、Ti等の金属層を金属膜のバッファ層として形成することができる。

[0057] ブラッググレーティングは以下のようにして物理的、あるいは化学的なエッチングにより形成することができる。

具体例として、Ni、Ti、Crなどの金属膜を光学材料層上に成膜し、フォトリソグラフィーにより周期的に窓を形成しエッチング用マスクを形成する。その後、反応性イオンエッチングなどのドライエッチング装置で周期的なグレーティング溝をクラッド層に形成する。次いで、金属マスクを除去する。

[0058] リッジ型光導波路は、例えば外周刃による切削加工やレーザアブレーション加工することによって物理的に加工し、成形することによって得られる。あるいは、リッジ型光導波路も、ドライエッチングによって形成することができる。

[0059] 下側クラッド層、上側クラッド層の材質は、光導波路層よりも屈折率の小さい材料であればよく、接着層であってもよい。上側クラッド層は、空気であってもよく、この場合は、上側クラッド層がない場合と等しい。また、各クラッド層の材質は、 SiO_2 、 MgF_2 、 CaF_2 が特に好ましい。

[0060] 光導波路コアの材質としては、 SiO_2 を含む酸化物、 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 等の酸化物、あるいは SiO_2 を含むガラス材料であってもよい。

[0061] 支持基体の具体的材質は特に限定されず、ニオブ酸リチウム、タンタル酸

リチウム、石英ガラスなどのガラスや水晶であってよい。しかし、光源の熱が蛍光体に伝導すること、あるいは、波長変換や外部から蛍光体自体が加熱することを抑制するために、放熱特性のよい支持基板を使用することができる。この場合には、アルミナ、窒化アルミニウム、炭化珪素、Siなどを例示することができる。

[0062] また、光源素子、グレーティング素子の各端面は、それぞれ、端面反射を抑制するために斜めカットしていてもよい。また、グレーティング素子と支持基板の接合は、接着固定でもよく、直接接合でもよい。支持基板にスパッタ、蒸着、CVD等の成膜法によりグレーティング素子を形成してもよい。

[0063] 光源の光学素子とは反対側の外側端面には、図示しない無反射膜を設けることができる。活性層の光学素子側の端面には、低反射膜を設けることができるが、無反射膜を形成することもできる。更に、光学素子の光導波路の入射面には、図示しない無反射膜を設けることができる。

[0064] これら無反射膜の反射率は、グレーティング反射率よりも小さい値であればよく、さらに0.1%以下が好ましい。しかし、端面における反射率がグレーティング反射率よりも小さい値であれば、無反射膜はなくてもよく、無反射膜の代わりに反射膜を設けることもできる。

[0065] 無反射層の反射率は、グレーティング反射率以下である必要があり、無反射層に成膜する膜材としては、二酸化珪素、五酸化タンタル、フッ化マグネシウムなどの酸化物で積層した膜が例示できる。

[0066] この場合、レーザ光の発振波長は、ブラッググレーティングにより反射される波長で決定される。ブラッググレーティングによる反射光と活性層のグレーティング素子側の端面からの反射光がレーザのゲイン閾値を上回れば、発振条件を満足する。これにより波長安定性の高いレーザ光を得ることができる。

[0067] 波長安定性をより高くするには、グレーティングからの帰還量を大きくすればよく、この観点からグレーティングの反射率は活性層の端面における反射率よりも大きくする方が好ましい。

[0068] 光源としては、照明用蛍光体ガラスの励起用として高い信頼性を有する GaN 系材料による半導体レーザが好適である。また、一次元状に配列したレーザアレイ等の光源も実現可能である。スーパールミネッセンスダイオードや半導体光アンプ（SOA）であってもよい。

[0069] 好適な実施形態においては、光導波路の入射面に、光導波路の材質の屈折率よりも低い屈折率を有する材質からなる単層膜が形成されている。こうした単層膜の厚さは、ARコートのように厳密に決定する必要はなく、単に単層膜を形成することによって端面反射を低減することができる。ここで、多層膜にすると、多層膜間の屈折率と厚さの関係によっては、反射抑制の度合いが低下したり、無くなったりする可能性があり、多層膜の各層の厚さを制御する必要があるので、単層膜の方が優れている。これにより光学素子の端面反射率は単層膜がない場合よりも確実に低減することができる。単層膜の厚みは、好適には $1\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0070] 光源素子は複数個アレイ上に並列に配置し、光導波路に入力することにより、小型化、かつ高出力の照明装置を実現することができる。

[0071] 半導体レーザと蛍光体から白色光を発生する方法は、特には限定されないが、以下の方法が考えられる。

青色レーザと蛍光体により黄色の蛍光を発生し、白色光を得る方法

青色レーザと蛍光体により赤色と緑色の蛍光を発生し白色光を得る方法

また青色レーザや紫外レーザから蛍光体により赤色、青色、緑色の蛍光を発生し白色光を得る方法

青色レーザや紫外レーザから蛍光体により青色と黄色の蛍光を発生し白色光を得る方法

[0072] 蛍光体としては、蛍光体ガラスや単結晶が好ましい。

蛍光体ガラスは、ベースとなるガラス中に希土類元素イオンを分散したものである。

ベースとなるガラスとしては、シリカ、酸化ホウ素、酸化カルシウム、酸化ランタン、酸化バリウム、酸化亜鉛、酸化リン、フッ化アルミニウム、フ

ッ化マグネシウム、フッ化カルシウム、フッ化ストロンチウム、塩化バリウムを含む酸化ガラスが例示でき、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）であってもよい。

[0073] 蛍光体ガラス中に分散される希土類元素イオンとしては、Tb、Eu、Ce、Nd、が好ましいが、La、Pr、Sc、Sm、Er、Tm、Dy、Gd、Luであってもよい。

蛍光体として、TAG（テルビウム・アルミニウム・ガーネット）系、サイアロン系、BOS（バリウム・オルソシリケート）系、YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネット）、LuAG（ルテチウム・アルミニウム・ガーネット）が例示できる。

また蛍光体は焼結合成された多結晶であっても、単結晶であってもよい。光の伝搬損失低減の観点からは、単結晶蛍光体であることが好ましい。

[0074] 蛍光体単結晶としては、Tb、Eu、Ce、Nd等の希土類元素イオンをドープした $Y_3Al_5O_{12}$ が好ましい。

実施例

[0075] （実施例1）

図5に示すような照明モジュールを作製した。

具体的には、窒化アルミニウムからなる支持基板17上に、スパッタ装置にて、 SiO_2 からなる下側クラッド層16を厚さ $1.0\mu m$ 成膜し、次にスパッタ装置にてコア14としてアルミナ（ Al_2O_3 ）を $2\mu m$ 成膜した。さらに、スパッタ装置にて SiO_2 からなる上側クラッド層15を厚さ $0.5\mu m$ 成膜した。

[0076] その後、ダイシング装置にてバー状に切断し、両端面を光学研磨し、片側端面に0.1%のARコートを形成し、さらにその反対側の端面には蛍光体を $50\mu m$ 塗布した。最後にチップ切断を行い、スラブ型導波路グレーティング素子を作製した。素子サイズは、幅 $10mm$ 、長さ L_w $10mm$ とした。

[0077] 窒化アルミニウムからなる支持基板12に、波長 $450nm$ 、出力 $30m$

WのGaN系青色レーザ光源11を実装した。この光源を、チップ化したグレーティング素子に光学的に結合し、AuSn半田にて固定してモジュールを作製した。モジュールの大きさは、幅10mm、長さ20mm、高さ2mmであった。

[0078] 蛍光体層18からの出射面でのニアフィールドのスポット形状は幅50 μ m、高さ2 μ mの大きさで放射していることを確認できた。この結果、モジュールの出力側から平均31mの出力変動のない白色光が観測できた。このとき、1000時間連続動作させても、出力の変動がないことが確認できた。

[0079] (実施例2)

図7、図10に示すような照明モジュールを作製した。ただし、リッジ型光導波路の横断面は図11(b)に示す形状とした。

具体的には、窒化アルミニウムからなる支持基板17上に、スパッタ装置にて、SiO₂からなる下側クラッド層16を厚さ1.0 μ m成膜し、次にスパッタ装置にて、コア24としてアルミナ(Al₂O₃)を2 μ m成膜した。その後、コア24上に、スパッタ装置にてTiを成膜し、グレーティングパターンを、電子ビーム露光および反応性イオンエッチング装置にてエッチングして形成した。さらに、このTiパターンを、マスクとしてSiO₂を使用し、上と同じ装置にてエッチングすることにより、ピッチ間隔 Λ 128nm、長さ100 μ mのグレーティング溝を形成し、ブラッググレーティング27を得た。グレーティングの溝深さ t_d は200nmとした。

[0080] 次に、上記と同様な方法で、反応性イオンエッチングにより、深さ1.6 μ mのリッジ溝33およびリッジ型光導波路コア34を形成した。図14に示すように、レーザ光の入力部の幅 W_{in} 、グレーティング部の幅 W_{gr} を3 μ mとし、出射部の幅 W_{out} を50 μ mとし、グレーティング部と出射部との間には、幅を徐々に変えるテーパ部を設けた。テーパ部の長さ L_{tp} は3mmとした。さらに、スパッタ装置にて、SiO₂からなる上側クラッド層15を厚さ0.5 μ m成膜した。

[0081] その後、ダイシング装置にてバー状に切断し、両端面を光学研磨し、片側端面に0.1%のARコートを形成し、さらにその反対側の端面には蛍光体を $50\mu\text{m}$ 塗布した。最後にチップ切断を行い、リッジ型導波路グレーティング素子を作製した。素子サイズは幅 10mm 、長さ L_w 10mm とした。

[0082] チップ化したグレーティング素子に、窒化アルミニウム基板に実装された波長 450nm 、出力 30mW のGa_{0.49}N系青色レーザ光源を光学的に結合し、AuSn半田にて固定し、モジュールを作製した。モジュールの大きさは、幅 10mm 、長さ 20mm 、高さ 2mm であった。このときレーザ光の出力をモニター用フォトダイオードで測定した結果、出力変動は1%以内であった。また、レーザ光の波長特性を光スペクトルアナライザーで測定した結果、グレーティングによる外部共振器が構成されており、縦モードのマルチモード性が顕著になり、発振波長の領域が拡大し、パワーが安定することがわかった。

[0083] グレーティング部の幅 W_g は $50\mu\text{m}$ と大きくしており、横モードがマルチモードであるために、グレーティングによる反射は複数の波長でおこる。また、グレーティングの反射特性の半値幅は、例えば基本モードで 6nm 程度となるため、横モードの反射特性が重なる波長領域が存在するために、マルチモード性がより顕著になると推測できる。これによりスペckルノイズも抑制できる。

[0084] この結果、モジュールの出力側から平均2.5 μm の出力変動のない白色光が観測できた。このとき1000時間連続動作させても、出力の変動がないことが確認できた。

[0085] (実施例3)

実施例2と同様に、図7、図10に示すような照明モジュールを作製した。ただし、リッジ型光導波路の横断面は図11(b)に示す形状とした。

[0086] ただし、リッジ型光導波路は、 $80\mu\text{m}$ 間隔で4個形成した。その後、実施例2と同じレーザ光源を $80\mu\text{m}$ 間隔に配置したレーザアレイを対向させ、モジュールを作製した。モジュールの大きさは、幅 10mm 、長さ 20mm

m、高さ2 mmであった。

[0087] レーザ光の出力をモニター用フォトダイオードで測定した結果、出力変動はそれぞれ1 %以内であった。また、レーザ光の波長特性を光スペクトルアナライザーで測定した結果、それぞれについてグレーティングによる外部共振器が構成されており、縦モードのマルチモード性が顕著になり、発振波長の領域が拡大し、パワーが安定していることがわかった。

[0088] 出射部の幅 W_{out} 、グレーティング部の幅 W_g は、実施例2と同じように、それぞれ $50\text{ }\mu\text{m}$ と大きくしており、横モードがマルチモードであるために、グレーティングによる反射は複数の波長でおこる。また、グレーティングの反射特性の半値幅は、例えば基本モードで 6 nm 程度となるため、横モードの反射特性が重なる波長領域が存在するために、マルチモード性がより顕著になると推測できる。これによりスペックルノイズも抑制できる。

[0089] この結果、モジュールの出力側から、平均 101 m の出力変動のない白色光が観測できた。このとき 1000 時間連続動作させても、出力の変動がないことが確認できた。

[0090] (比較例1)

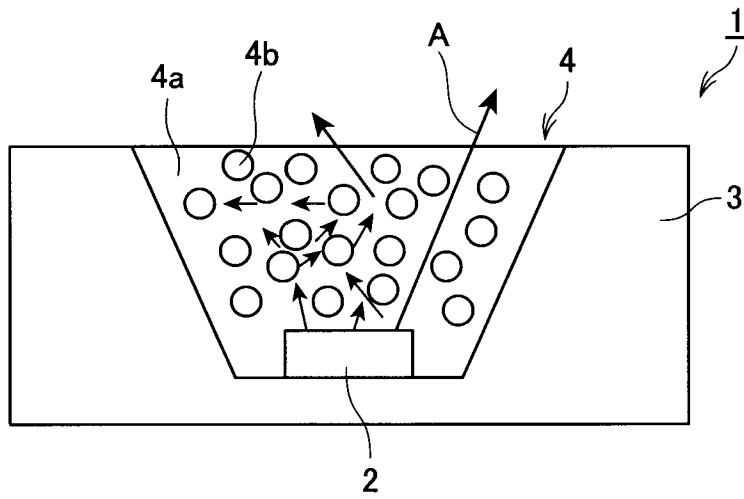
図3に示すような照明モジュールを作製した。モジュール用パッケージに $\phi 10\text{ mm}$ のレンズと $50\text{ }\mu\text{m}$ 厚みの蛍光体を取り付け、CAN型の実施例1と同じ特性のレーザ光源を光学的に調芯し、AuSnはんだにて固定し、モジュールを作製した。モジュールの大きさは、直径 $\phi 12\text{ mm}$ 、長さ 40 mm であった。

[0091] モジュールの特性を測定した。蛍光体からの放射面でのニアフィールドのスポット形状は直径 $\phi 10\text{ }\mu\text{m}$ であった。またモジュールの出力側から平均 2.71 m の白色光が観測できた。このとき 100 時間連続動作させると、出力の変動が $\pm 10\%$ あることが確認できた。この原因は、スポット形状が小さいために、蛍光体部での光吸収により蛍光体が加熱し、効率が変動してしまったと考えられる。

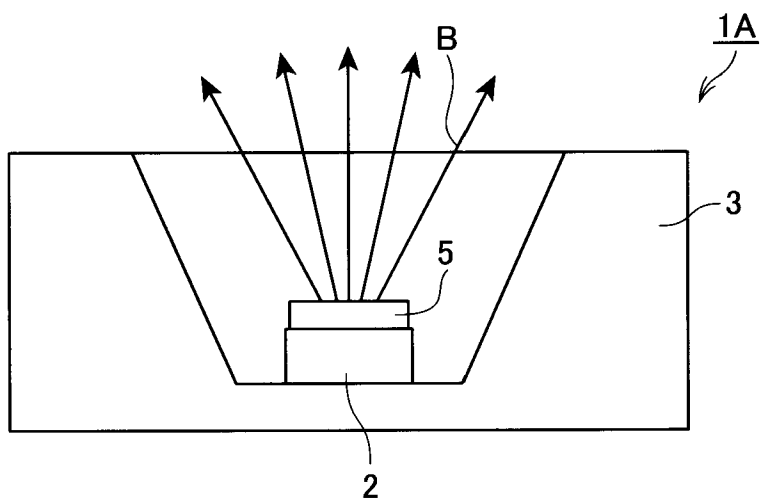
請求の範囲

- [請求項1] 支持基板、前記支持基板上に設けられたクラッド、前記クラッド上に設けられ、入射面と出射面を有する光導波路コア、および前記光導波路コアの前記出射面側に設けられた蛍光体層を備えている光学素子であって、
- 前記光導波路コアの伝搬光を前記蛍光体層に透過させることによって白色光を発生することを特徴とする、光学素子。
- [請求項2] 前記光導波路コアにブラッググレーティングが設けられていることを特徴とする、請求項1記載の光学素子。
- [請求項3] 前記光導波路コアがリッジ型光導波路またはスラブ型光導波路を構成することを特徴とする、請求項1または2記載の光学素子。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一つの請求項に記載の光学素子、および前記入射面への入射光を供給する光源を備えていることを特徴とする、発光装置。
- [請求項5] 前記光導波路コアにブラッググレーティングが設けられており、前記光源と前記ブラッググレーティングとが外部共振器を構成することを特徴とする、請求項4記載の装置。
- [請求項6] 前記光源が、半導体レーザ、発光ダイオードまたは光ファイバーであることを特徴とする、請求項4または5記載の装置。

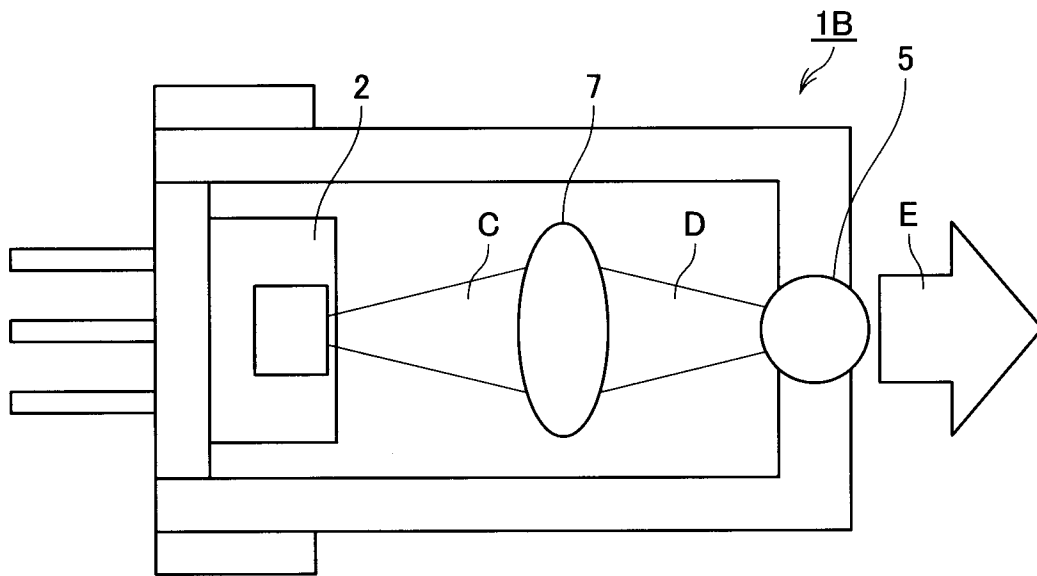
[図1]



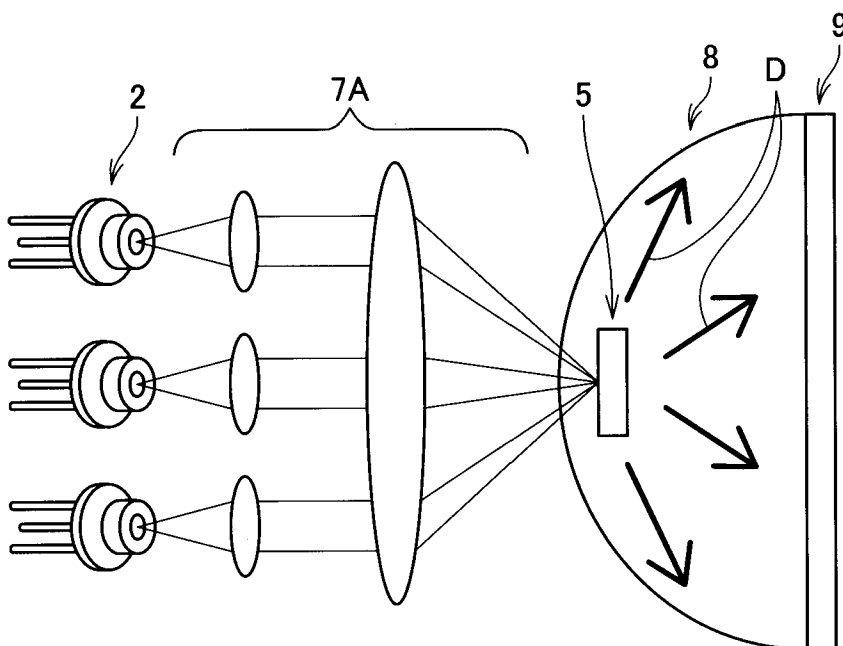
[図2]



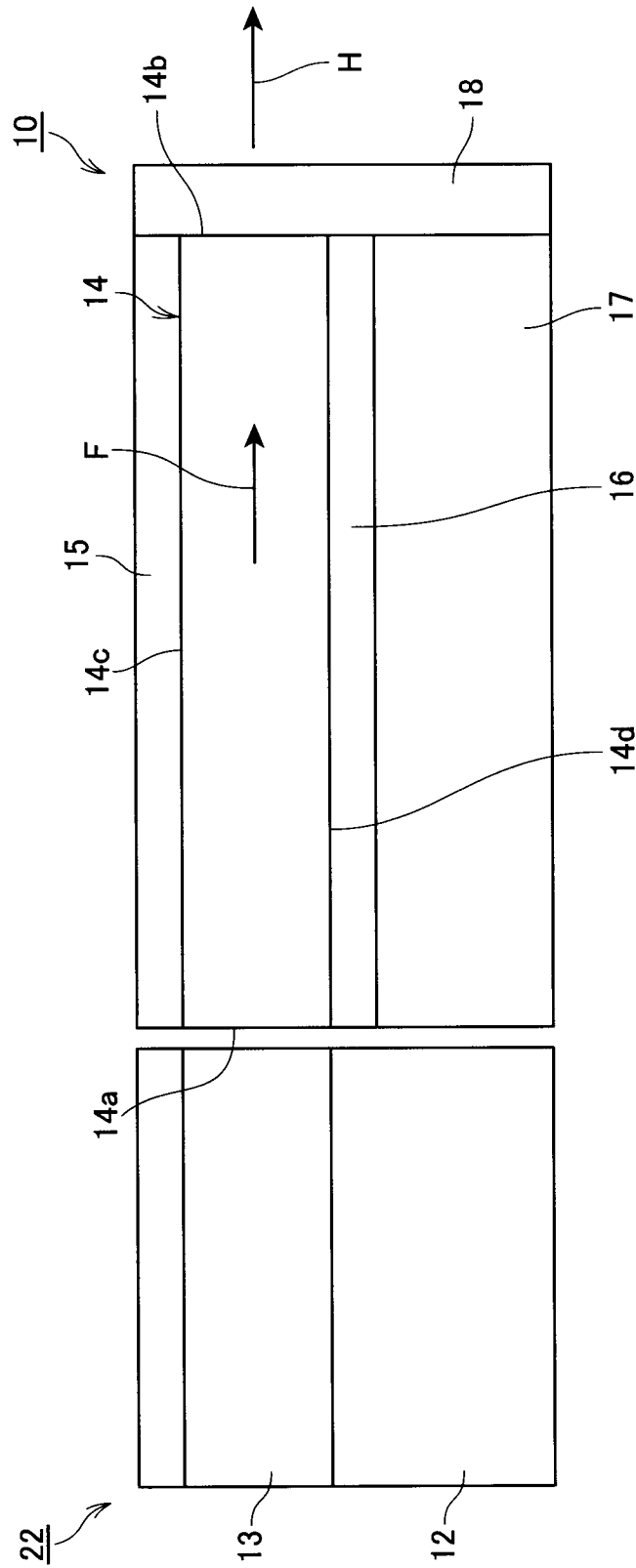
[図3]



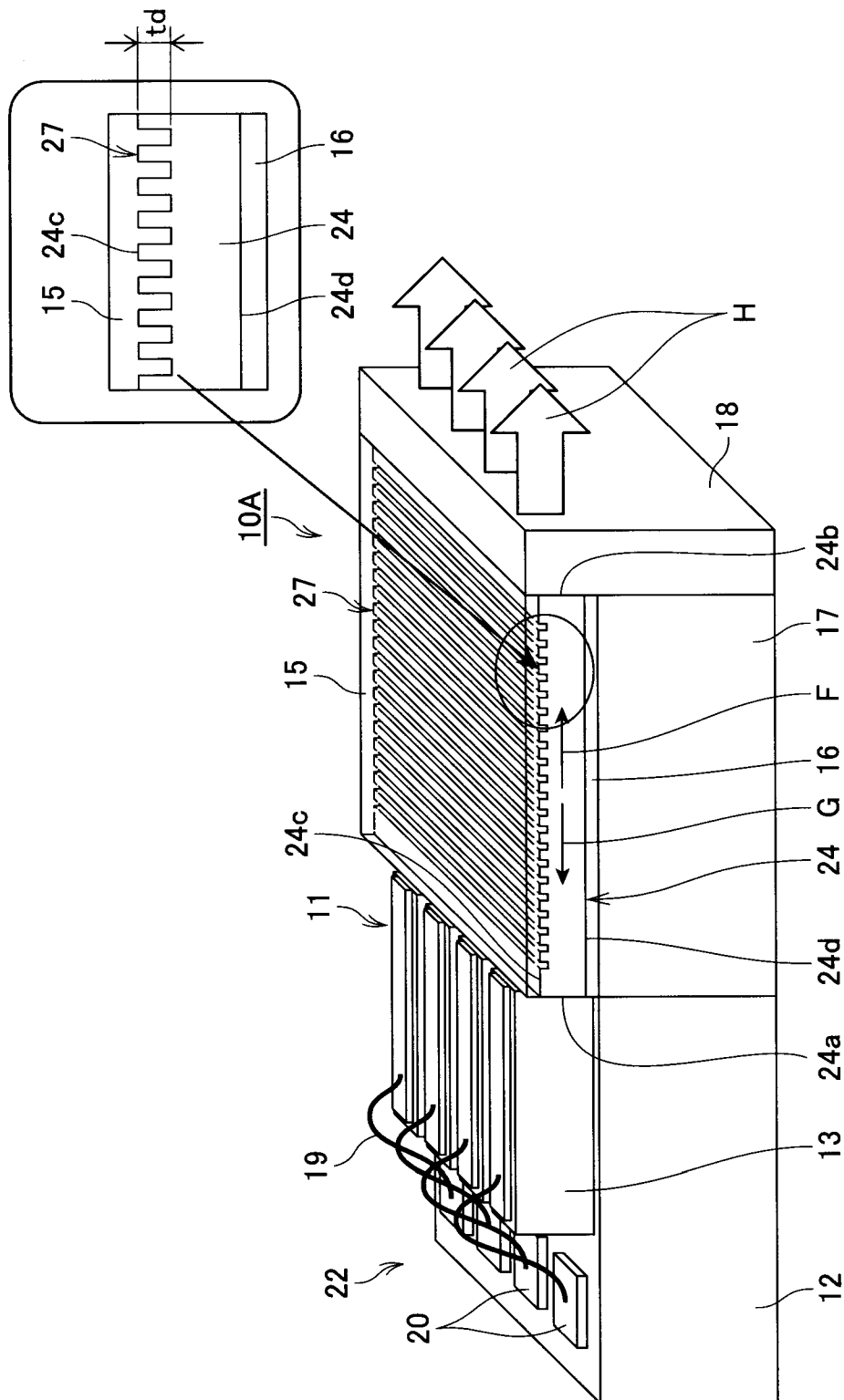
[図4]



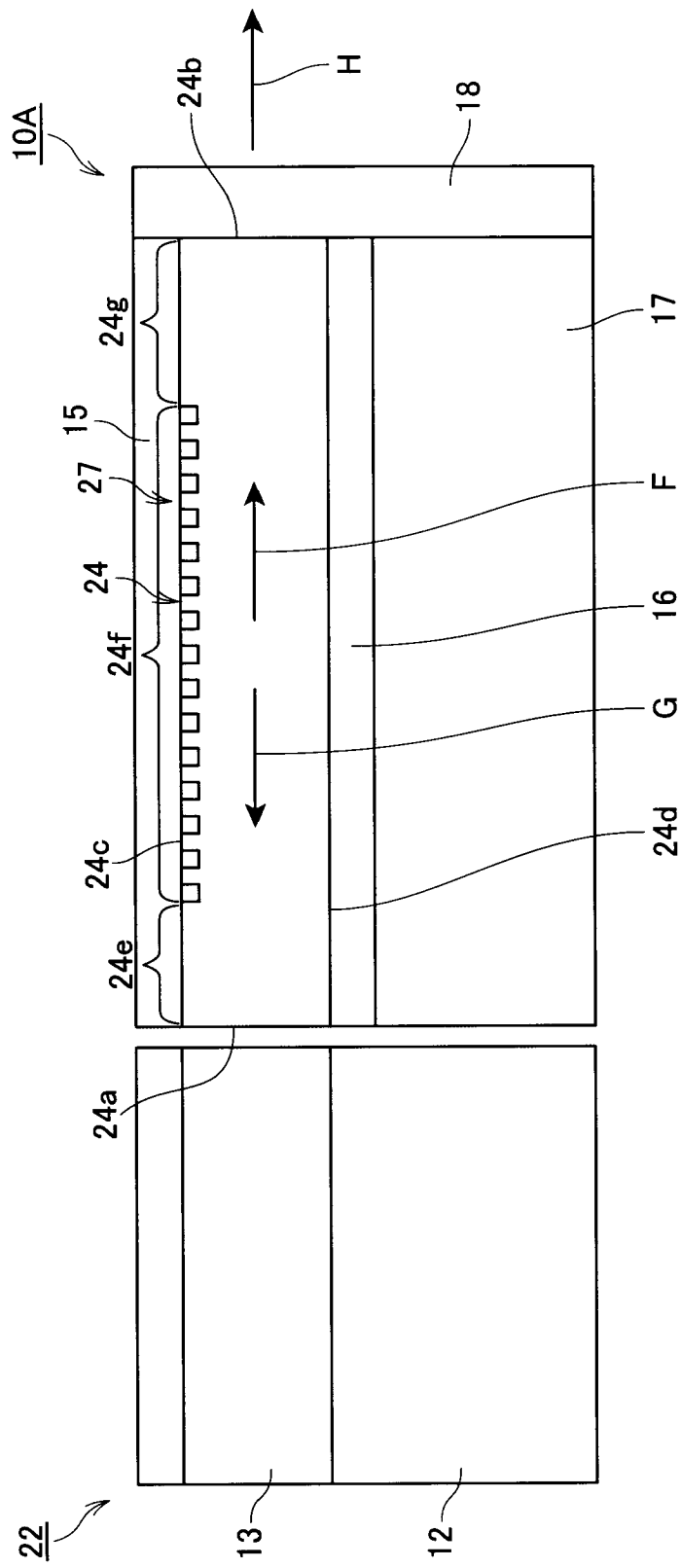
[図6]



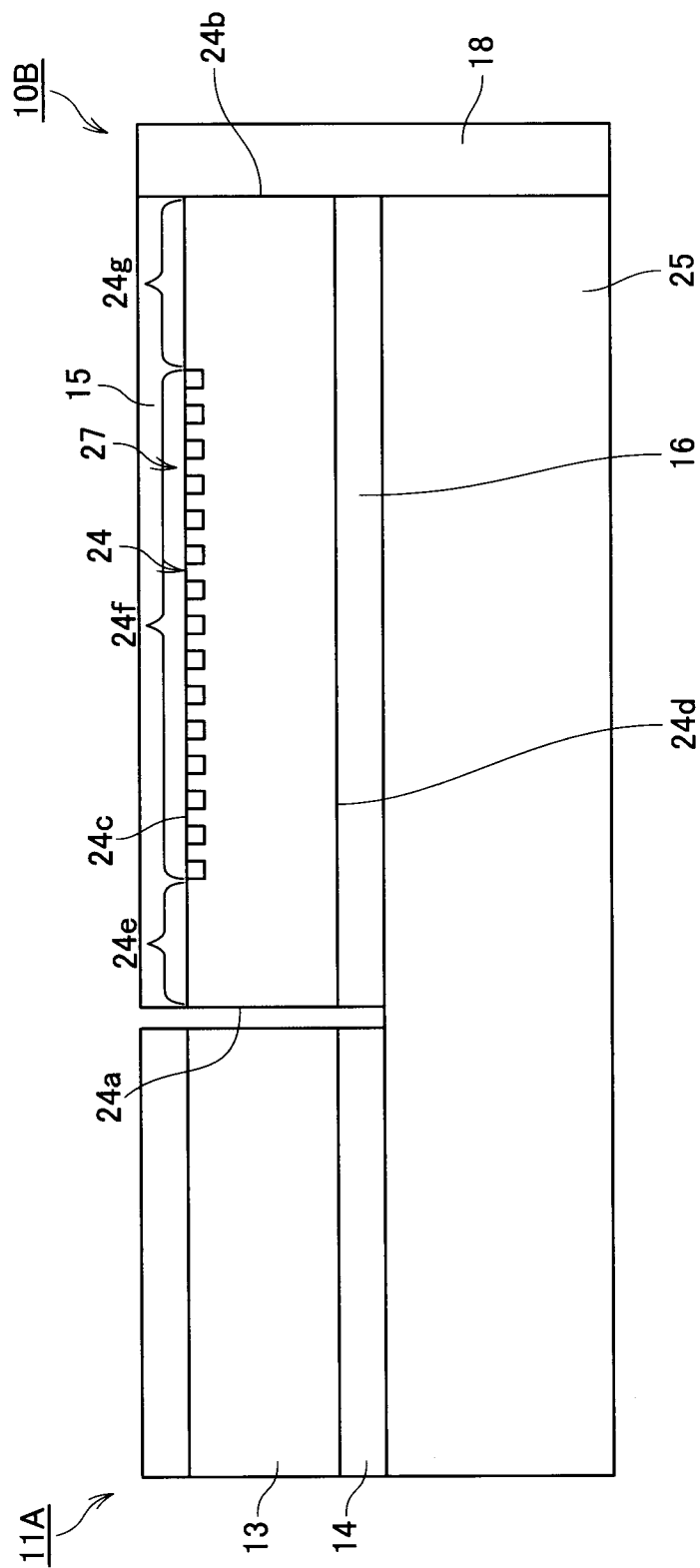
[図7]



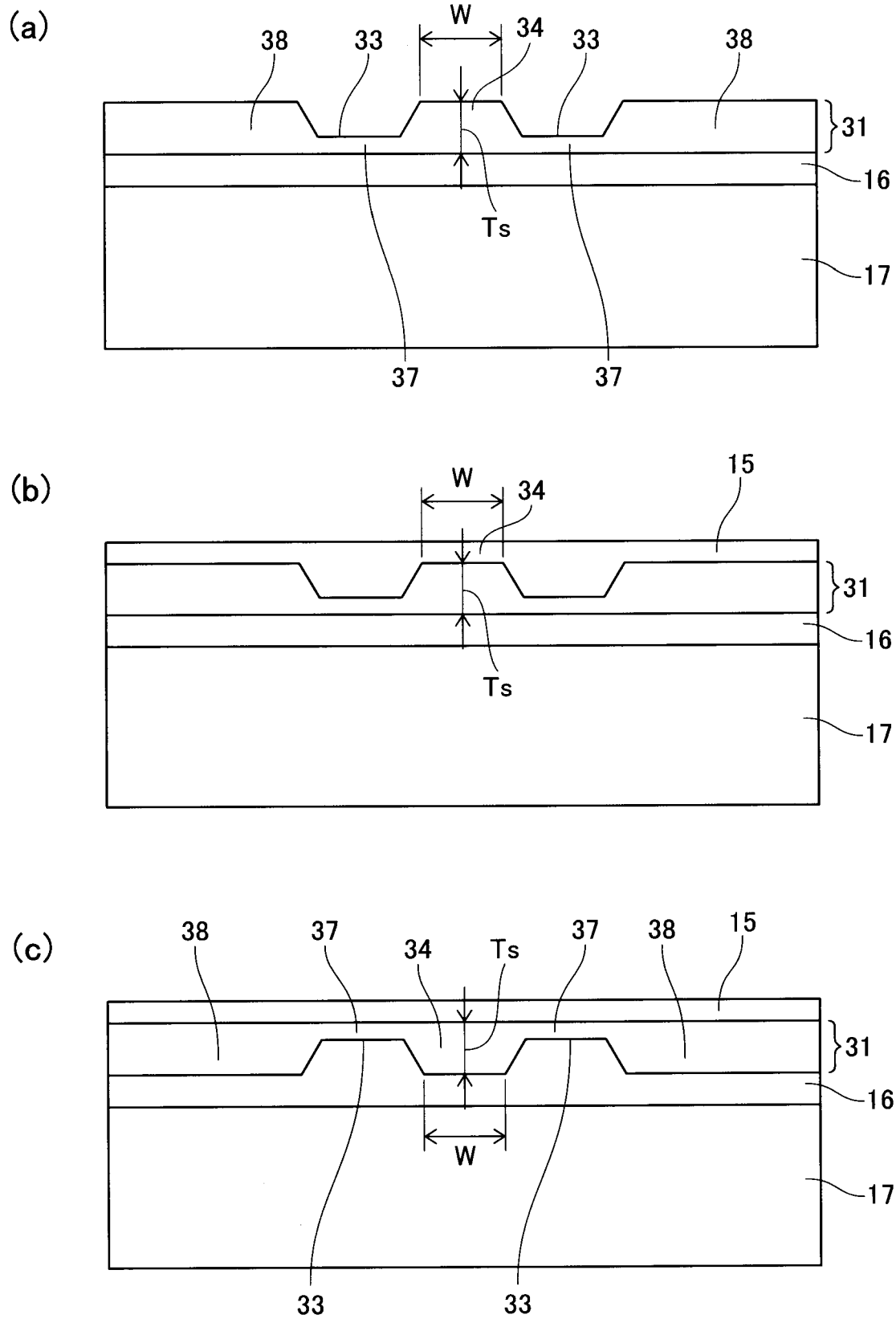
[図8]



[図9]

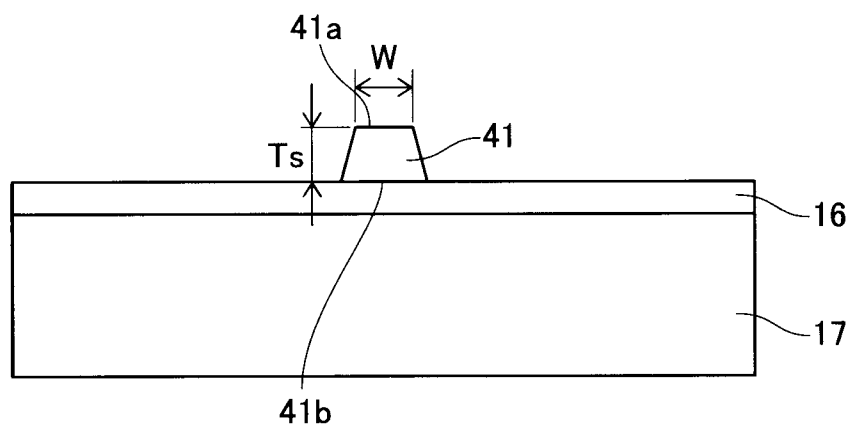


[図11]

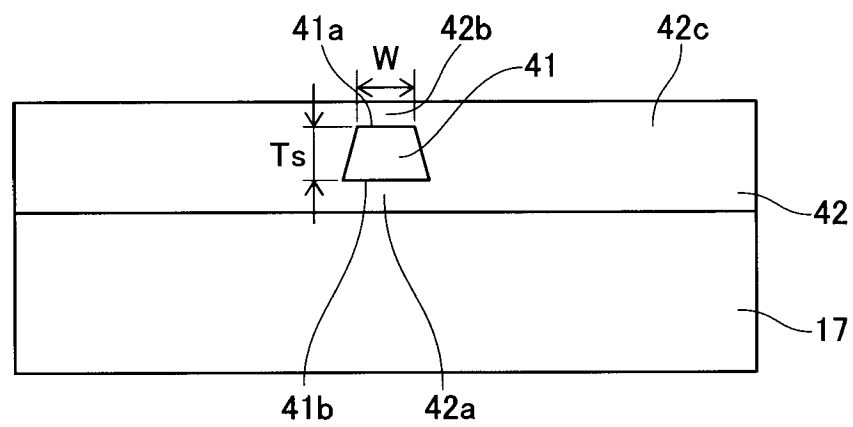


[図12]

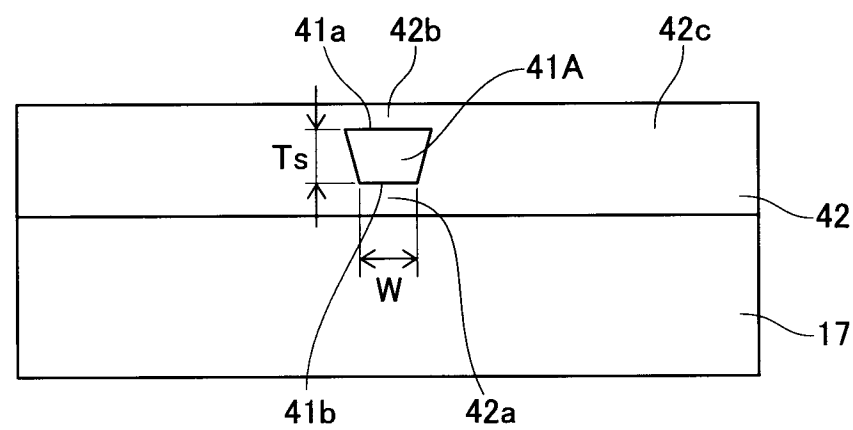
(a)



(b)

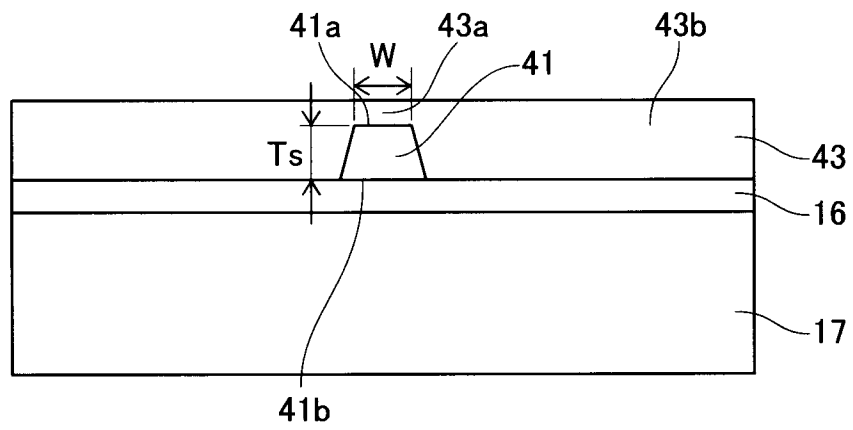


(c)

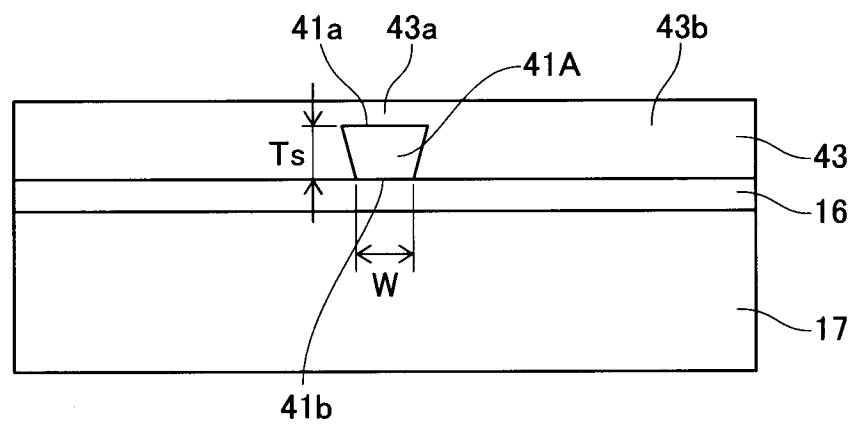


[図13]

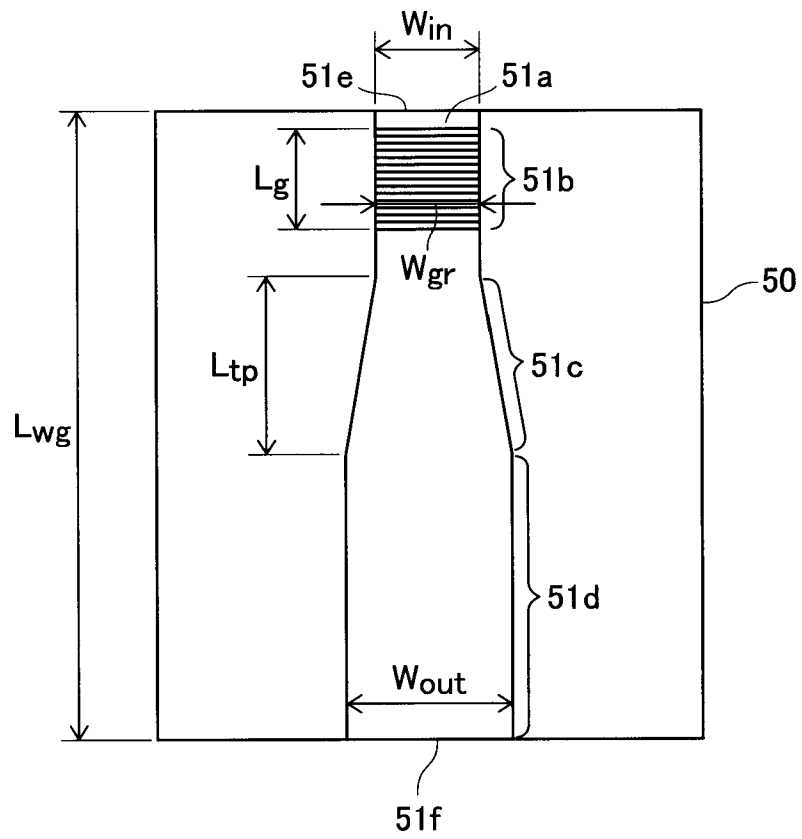
(a)



(b)



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/122(2006.01)i, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/124(2006.01)i, G02B6/30(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01S5/14(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)

G02B6/00, 6/02, 6/12-6/14, 6/245-6/25, 6/26-6/27, 6/30-6/34, 6/42-6/43, 6/46-6/54, H01S5/00-5/50

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2002-055370 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 20 February 2002 (20.02.2002), paragraphs [0069] to [0072], [0077] to [0079]; fig. 10, 15 & US 2001/0050932 A1 paragraphs [0095] to [0101]; fig. 9 to 10 & EP 1130717 A2	1-6
Y	JP 2007-219030 A (Harison Toshiba Lighting Corp.), 30 August 2007 (30.08.2007), paragraphs [0020] to [0021] (Family: none)	1-6

☒ 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
14 September 2016 (14.09.16)

Date of mailing of the international search report
27 September 2016 (27.09.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069048

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-258171 A (Shizuo FUJITA), 23 October 2008 (23.10.2008), fig. 7 to 12, 14 to 15 (Family: none)	1-6
A	JP 2000-275444 A (Toshiba Corp.), 06 October 2000 (06.10.2000), paragraph [0023]; fig. 3 (Family: none)	1-6
A	JP 2006-040843 A (Sharp Corp.), 09 February 2006 (09.02.2006), fig. 3 to 5 (Family: none)	1-6

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, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/124(2006.01)i, G02B6/30(2006.01)i,
G02B6/42(2006.01)i, H01S5/14(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. G02B6/00, 6/02, 6/12-6/14, 6/245-6/25, 6/26-6/27, 6/30-6/34, 6/42-6/43, 6/46-6/54, H01S5/00-5/50

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2002-055370 A (富士写真フイルム株式会社) 2002.02.20, [0069] - [0072], [0077] - [0079], 図10、 15 & US 2001/0050932 A1, [0095]-[0101], FIG.9-10 & EP 1130717 A2	1-6
Y	JP 2007-219030 A (ハリソン東芝ライティング株式会社) 2007.08.30, [0020] - [0021] (ファミリーなし)	1-6

☒ 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

14.09.2016

国際調査報告の発送日

27.09.2016

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)

佐藤 秀樹

2 L

3 1 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 2008-258171 A (藤田静雄) 2008. 10. 23, 図 7-12、14-15 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-275444 A (株式会社東芝) 2000. 10. 06, [0023]、図 3 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2006-040843 A (シャープ株式会社) 2006. 02. 09, 図 3-5 (ファミリーなし)	1-6