

(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
2012年2月2日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/014663 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 23/13 (2006.01) H01L 33/50 (2010.01)
G02F 1/13357 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/065765
- (22) 国際出願日: 2011年7月11日(11.07.2011)
- (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 2010-168941 2010年7月28日(28.07.2010) JP
特願 2011-028500 2011年2月14日(14.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 Shiga (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 和田 正紀(WADA, Masanori) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 中島 外博(NAKAJIMA, Sotohiro) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番

1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 川村 智昭(KAWAMURA, Tomoaki) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐二丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).

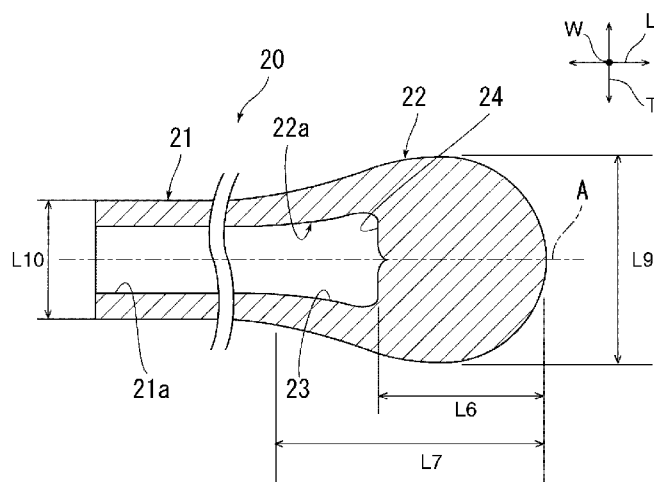
- (74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町1丁目3番8号 中央大通F Nビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, 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, 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

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING PHOSPHOR-ENCAPSULATING CAPILLARY TUBE, PHOSPHOR-ENCAPSULATING CAPILLARY TUBE, WAVELENGTH-CONVERTING MEMBER, AND METHOD FOR PRODUCING WAVELENGTH-CONVERTING MEMBER

(54) 発明の名称: 蛍光体封入用毛細管の製造方法、蛍光体封入用毛細管、波長変換部材及び波長変換部材の製造方法

[図8]



(57) Abstract: Provided are a method for producing a phosphor-encapsulating capillary tube in which, after encapsulation of a phosphor, fluorescence emitted from the phosphor hardly leaks from an end portion, and the phosphor-encapsulating capillary tube. One end portion (10A) of an elongated glass capillary tube (10) having a cross-section elongated in the width direction is heated until the one end portion (10A) of the glass capillary tube (10) is melted and sealed by fusion.

(57) 要約: 蛍光体が封入されたときに、蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくい蛍光体封入用毛細管の製造方法及び蛍光体封入用毛細管を提供する。横断面における外形が幅方向に細長い細長形状のガラス毛細管10の一方側端部10Aが融解し、一体化することにより封止されるまでガラス毛細管10の一方側端部10Aを加熱する。



WO 2012/014663 A1



(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：

蛍光体封入用毛細管の製造方法、蛍光体封入用毛細管、波長変換部材及び波長変換部材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、蛍光体封入用毛細管の製造方法、蛍光体封入用毛細管、波長変換部材及び波長変換部材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、例えば、液晶ディスプレイのバックライトなどの用途に用いられる白色光源の開発が盛んに行われている。そのような白色光源の一例として、例えば下記の特許文献1には、青色光を出射するLED（Light Emitting Diode）の光出射側にLEDからの光の一部を吸収し、黄色の光を出射する波長変換部材を配置した光源が開示されている。この光源からは、LEDから出射され波長変換部材を透過した青色光と、波長変換部材から出射された黄色光との合成光である白色光が出射される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-25285号公報
特許文献2：特開2007-225462号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、液晶ディスプレイのバックライトには、直下型とエッジライト型とがある。直下型のバックライトは、比較的高い輝度が得られやすいという利点を有する反面、面状光源と拡散板とが積層されるため、厚さ寸法が大きくなりやすいという欠点を有する。それに対して、エッジライト型のバックライトでは、光源が導光体の側方に配置される。このため、エッジライト

型のバックライトには、直下型のバックライトよりも薄型化しやすいという利点がある。従って、エッジライト型のバックライトは、携帯電話機用液晶ディスプレイや、ノート型パソコン用液晶ディスプレイなどの薄型であることが強く求められる用途に多用されている。

[0005] このエッジライト型のバックライトでは、輝度むらが小さく均一な面状光を得るために、導光体の側面に対して均一に光を入射させる必要がある。このため、エッジライト型のバックライトでは、白色の線状光源が好適に用いられる。

[0006] 白色の線状光源としては、例えば、直線状に配置された青色光を出射する複数のＬＥＤ（以下、「青色ＬＥＤ」とする。）と、複数の青色ＬＥＤの前方に配置されている線状の波長変換部材とを備えるものが考えられる。線状の波長変換部材としては、例えば、毛細管と、毛細管内に封入された蛍光体とを備えるものが考えられる。

[0007] このような線状の波長変換部材を製造し得る方法として、例えば、上記特許文献２には、一方側端部が封止されたガラス毛細管に液体試料を注入した後に、ガラス毛細管の他方側端部をバーナーで加熱しながら切り離すことにより封止する方法が開示されている。

[0008] また、例えば、一方側端部が封止されたガラス毛細管に液体試料を注入した後に、ガラス毛細管の他方側端部にガラス平板を融着させたり接着したりして封止することにより、線状の波長変換部材を製造することも考えられる。

[0009] しかしながら、これらの方法で製造した波長変換部材では、ガラス毛細管の端部から、蛍光が漏れ出し、波長変換部材の長手方向に垂直な方向への光の取り出し効率が低くなるという問題がある。

[0010] 本発明は、係る点に鑑みてなされたものであり、蛍光体が封入されたときに、蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくい蛍光体封入用毛細管の製造方法及び蛍光体封入用毛細管を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法は、一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、他方側端部から蛍光体が封入される蛍光体封入用毛細管の製造方法に関する。本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法は、加熱工程を備えている。加熱工程は、横断面における外形が幅方向に細長い細長形状のガラス毛細管の一方側端部が融解し、一体化することにより封止されるまでガラス毛細管の一方側端部を加熱する工程である。本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法によれば、封入された蛍光体から蛍光体封入用毛細管の端部に向けて出射された光が蛍光体封入用毛細管内部に向けて好適に反射される。そして、反射された光の一部は、蛍光体封入用毛細管の側壁から出射される。従って、本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法によれば、封入された蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくく、管壁からの光の取り出し効率を高めることができる蛍光体封入用毛細管を製造することができる。

[0012] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、ガラス毛細管として、角管状のガラス毛細管を使用することが好ましい。

[0013] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱工程において、ガラス毛細管の一方側端部の幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、ガラス毛細管の一方側端部の幅方向に垂直な厚み方向における寸法は、先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるようにガラス毛細管の一方側端部を加熱することが好ましい。

[0014] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱工程において、ガラス毛細管の一方側端部の厚み方向における最大寸法が、ガラス毛細管の一方側端部を除く部分の厚み方向に沿った寸法の1.1倍～3.0倍となるようにガラス毛細管の一方側端部を加熱することが好ましい。

[0015] もしくは、本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱工程において、ガラス毛細管の一方側端部の幅方向及び幅方向に垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるようにガラス毛細管の一方側端部を加熱することが好ましい。この場合は、加熱工程において、ガ

ラス毛細管の一方側端部の厚み方向における最大寸法が、ガラス毛細管の一方側端部を除く部分の厚み方向に沿った寸法の1倍未満となる。

[0016] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱工程は、加熱手段をガラス毛細管の一方側端部の上を横切らせることによりガラス毛細管の一方側端部を加熱して封止する第1の加熱工程と、加熱手段をガラス毛細管の一方側端部の上を、第1の加熱工程とは逆方向に横切らせることによりガラス毛細管の一方側端部を再度加熱する第2の加熱工程とを含むことが好ましい。

[0017] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、第1及び第2の加熱工程において、ガラス毛細管の一方側端部がガラス毛細管のガラス毛細管の一方側端部以外の部分よりも太くならないように加熱手段による加熱温度及び加熱手段の移動速度を設定することが好ましい。

[0018] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、第1及び第2の加熱工程において、加熱手段を、ガラス毛細管の厚み方向に移動させることが好ましい。

[0019] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱手段として、レーザー照射装置を用いてもよい。その場合、レーザー照射装置によりガラス毛細管の一方側端部にレーザーを照射することにより、ガラス毛細管の一方側端部を加熱することが好ましい。

[0020] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、レーザー照射装置として、レーザー光のスポット形状が、ガラス毛細管の幅方向に細長い細長形状であるレーザー照射装置を用いることが好ましい。

[0021] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、レーザー照射装置として、第1及び第2の加熱工程においてガラス毛細管の一方側端部に対してレーザー光が照射されている時間が、レーザー照射装置の移動方向と垂直な方向において一定となるようなスポット形状のレーザー光を照射するレーザー照射装置を用いることが好ましい。

[0022] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、レーザー照射装置とし

て、レーザー光の強度が、ガラス毛細管の幅方向におけるレーザー光のスポットの中央部において略一定であるレーザー光を照射するレーザー照射装置を用いることが好ましい。

[0023] 本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法では、加熱手段として、バーナーを用いてもよい。

[0024] 本発明に係る第1の蛍光体封入用毛細管は、上記本発明に係る蛍光体封入用毛細管の製造方法により製造されたものである。よって、封入された蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくい。従って、本発明に係る第1の蛍光体封入用毛細管を用いて波長変換部材を構成することにより、波長変換部材の管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。その結果、この波長変換部材を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0025] 本発明に係る第2の蛍光体封入用毛細管は、一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、他方側端部から蛍光体封入される蛍光体封入用毛細管である。本発明に係る第2の蛍光体封入用毛細管は、横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、毛細管本体の一方側端部を封止している封止部とを備えている。封止部は、幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、幅方向に垂直な厚み方向における寸法が先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように形成されている。よって、封入された蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくく、管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。従って、本発明に係る第2の蛍光体封入用毛細管を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0026] 本発明に係る第2の蛍光体封入用毛細管では、封止部の厚み方向における最大寸法は、毛細管本体の厚み方向に沿った寸法の1.1倍～3.0倍であることが好ましい。

[0027] 本発明に係る第3の蛍光体封入用毛細管は、一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、他方側端部から蛍光体封入される蛍光

体封入用毛細管である。本発明に係る第3の蛍光体封入用毛細管は、横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、毛細管本体の一方側端部を封止している封止部とを備えている。封止部は、幅方向及び幅方向に対して垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるように形成されている。よって、封入された蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくく、管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。従って、本発明に係る第3の蛍光体封入用毛細管を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0028] 本発明に係る第2及び第3の蛍光体封入用毛細管のそれぞれでは、封止部は、毛細管本体の貫通孔に開口している凹部を構成している側壁部及び底壁部を有し、底壁部の少なくとも一部は、法線方向が毛細管本体の中心軸と平行な平面状に形成されていることが好ましい。

[0029] 本発明に係る第2及び第3の蛍光体封入用毛細管のそれぞれでは、底壁部の中央部は、法線方向が毛細管本体の中心軸側を向くように形成されていることが好ましい。

[0030] 本発明に係る第2及び第3の蛍光体封入用毛細管のそれぞれでは、毛細管本体の中心軸の延びる方向において、底壁部は、封止部の厚み方向における寸法が最大となる部分よりも中央側に位置していることが好ましい。

[0031] 本発明に係る第2及び第3の蛍光体封入用毛細管のそれぞれでは、毛細管本体は、角管状に形成されていることが好ましい。

[0032] 本発明に係る第1の波長変換部材は、両端部が封止された毛細管と、毛細管内に封入された蛍光体とを備える。毛細管は、横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、毛細管本体の一方側端部を封止している第1の封止部と、毛細管本体の他方側端部を封止している第2の封止部とを備える。第1及び第2の封止部の少なくとも一方は、幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、幅方向に垂直な厚み方向における寸法が先端側に向かって一旦大きくなった後に小

さくなるように形成されている。よって、蛍光体からの蛍光が毛細管の端部から漏れ出しにくく、毛細管の管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。従って、本発明に係る第１の波長変換部材を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0033] 本発明に係る第２の波長変換部材は、両端部が封止された毛細管と、毛細管内に封入された蛍光体とを備える。毛細管は、横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、毛細管本体の一方側端部を封止している第１の封止部と、毛細管本体の他方側端部を封止している第２の封止部とを備える。第１及び第２の封止部の少なくとも一方は、幅方向及び幅方向に対して垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるように形成されている。よって、蛍光体からの蛍光が毛細管の端部から漏れ出しにくく、毛細管の管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。従って、本発明に係る第２の波長変換部材を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0034] 本発明に係る波長変換部材の製造法方法は、上記第１～第３の蛍光体封入用毛細管のいずれかの他方側端部から蛍光体を注入する工程と、蛍光体が注入された蛍光体封入用毛細管の他方側端部を封止する第１の端部封止工程とを備えている。

発明の効果

[0035] 本発明によれば、蛍光体が封入されたときに、蛍光体からの蛍光が端部から漏れ出しにくい蛍光体封入用毛細管の製造方法及び蛍光体封入用毛細管を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図１]図１は、第１の実施形態におけるガラス毛細管の略図的斜視図である。

[図２]図２は、図１の線Ⅰ－Ⅰにおける略図的断面図である。

[図３]図３は、図１の線Ⅱ－Ⅱにおける略図的断面図である。

[図４]図４は、第１の実施形態における加熱工程を説明するための模式的断面

図である。

[図5]図5は、第1の実施形態における加熱工程を説明するための模式的断面図である。

[図6]図6は、第1の実施形態における加熱工程を説明するための模式的断面図である。

[図7]図7は、第1の実施形態における加熱工程を説明するための模式的断面図である。

[図8]図8は、第1の実施形態における蛍光体封入用毛細管の略図的断面図である。

〔図９〕図 9 は、第 1 の実施形態における蛍光体封入用毛細管の略図的断面図である。

[図10]図10は、第1の実施形態の変形例に係る蛍光体封入用毛細管の略図的断面図である。

[図11]図11は、実施例において作製した蛍光体封入用毛細管の平面写真である。

[図12]図12は、実施例において作製した蛍光体封入用毛細管の側面写真である。

〔図13〕図13は、第2の実施形態におけるガラス毛细管の略図的斜視図である。

〔図14〕図14は、図1の線Ⅰ－Ⅰにおける略図的断面図である。

〔図15〕図15は、図1の線ⅠⅠⅠ-ⅠⅠⅠにおける略図的断面図である。

[図16]図16は、第2の実施形態におけるガラス毛细管の第2の端部の封止工程を説明するための模式的側面図である。

[図17]図17は、第2の実施形態におけるレーザーのスポット径の形状を説明するための模式的平面図である。

[図18]図18は、第2の実施形態におけるガラス毛细管の第2の端部の封止工程を説明するための模式的側面図である。

〔図19〕図19は、第2の実施形態におけるガラス毛细管の第2の端部の封止

工程を説明するための模式的側面図である。

[図20]図20は、第2の実施形態における蛍光体封入用毛細管の略図的断面図である。

[図21]図21は、第2の実施形態における蛍光体封入用毛細管への蛍光体の注入工程を説明するための略図的断面図である。

[図22]図22は、第2の実施形態における蛍光体封入用毛細管の第1の端部の封止工程を説明するための模式的側面図である。

[図23]図23は、第2の実施形態における蛍光体封入用毛細管の第1の端部の封止工程を説明するための模式的側面図である。

[図24]図24は、第2の実施形態における蛍光体封入用毛細管の第1の端部の封止工程を説明するための模式的側面図である。

[図25]図25は、第2の実施形態における波長変換部材の略図的断面図である。

[図26]図26は、第2の実施形態の第1の変形例に係るレーザーのスポット径の形状を説明するための模式的平面図である。

[図27]図27は波長変換部材の端部の幅方向から見た側面写真である。

[図28]図28は波長変換部材の端部の厚み方向から見た側面写真である。

[図29]図29は、第2の実施形態の第2の変形例に係るレーザーのスポット径の形状及びレーザーの出力分布を説明するための模式的平面図である。

[図30]図30は、変形例におけるガラス毛細管の略図的横断面図である。

[図31]図31は、変形例におけるガラス毛細管の略図的横断面図である。

[図32]図32は、変形例におけるガラス毛細管の略図的横断面図である。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、以下の実施形態は、単なる一例であり、本発明は、以下の実施形態に何ら限定されない。

[0038] 《第1の実施形態》

図1は、ガラス毛細管の略図的斜視図である。図2は、図1の線11-1

Ⅰにおける略図的断面図である。図3は、図1の線ⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠにおける略図的断面図である。

[0039] まず、図1～図3に示すガラス毛细管10を用意する。ガラス毛细管10は、横断面（すなわち、幅方向W及び厚み方向Tに沿った断面）における外形が幅方向Wに細長い細長形状を有する。具体的には、本実施形態では、ガラス毛细管10は、角管状に形成されている。ここで、「角管」とは、長さ方向Lから視た際に、外形及び内形のそれぞれが矩形状である直管を意味する。「矩形」には、角部が面取り状またはR面取り状である矩形が含まれるものとする。

[0040] ガラス毛细管10は、互いに対向する平板状の第1及び第2の側壁部10a、10bと、互いに対向する平板状の第3及び第4の側壁部10c、10dとを有する。これら第1～第4の側壁部10a～10dによって、角柱状の貫通孔10eが区画形成されている。

[0041] ガラス毛细管10の寸法は特に限定されない。ガラス毛细管10の肉厚t（図2を参照）は、例えば、0.01mm～1.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の厚み方向Tに沿った内径L1は、例えば、0.05mm～1.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の厚み方向Tに沿った外径L3は、例えば、0.07mm～3.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の幅方向Wに沿った内径L2は、例えば、0.1mm～2.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の幅方向Wに沿った外径L4は、例えば、0.12mm～4.0mm程度とすることができる。L1/L2及びL3/L4は、例えば、0.025～0.5程度とすることができる。t/L1は、例えば、0.01～2.0程度とすることができる。t/L2は、例えば、0.005～2.0程度とすることができる。ガラス毛细管10の長さ方向Lに沿った寸法L5は、例えば、10mm～100mm程度とすることができる。

[0042] ガラス毛细管10を構成しているガラスの種類は、特に限定されない。ガラス毛细管10は、例えば、珪酸塩系ガラス、硼酸塩系ガラス、リン酸塩系

ガラス、硼珪酸塩系ガラス、硼リン酸塩系ガラスなどからなるものであってもよい。なかでも、製造される蛍光体封入用毛細管の剛性を高める観点から、ガラス毛細管 10 は、珪酸塩系ガラス、硼珪酸塩系ガラスにより形成されていることが好ましい。

[0043] ガラス毛細管 10 の軟化温度 (A t) も特に限定されない。ガラス毛細管 10 の軟化温度 (A t) は、例えば、700℃～950℃程度とすることができる。

[0044] 次に、図 4 に示すように、加熱手段 11 を用いて、ガラス毛細管 10 の一方側端部 10A を加熱する。加熱手段 11 は、ガラス毛細管 10 を好適に加熱できるものである限りにおいて特に限定されない。好適に用いられる加熱手段 11 としては、赤外線レーザー照射装置、ガスバーナー、電気ヒーターなどが挙げられる。

[0045] 端部 10A の加熱が進行すると、図 5 に示すように、端部 10A の融解が開始する。端部 10A が融解すると、ガラス融液の表面張力により、端部 10A の断面が円状となる。

[0046] 端部 10A の加熱がさらに進行するにつれ、端部 10A の融解がさらに進行し、端部 10A に形成される断面円状部分 10A1 の厚みが大きくなっていく。そして、図 6 に示すように、断面円状部分 10A1 のうち、第 1 の側壁部 10a から形成された部分と、第 2 の側壁部 10b から形成された部分とが接する。そうすると、ガラス融液の表面張力により、第 1 の側壁部 10a から形成された部分と、第 2 の側壁部 10b から形成された部分とが一体化する。

[0047] ここで、本実施形態では、第 3 及び第 4 の側壁部 10c、10d 間の距離は、第 1 及び第 2 の側壁部 10a、10b 間の距離よりも長い。従って、図 7 に示すように、断面円状部分 10A1 のうち、第 1 の側壁部 10a から形成された部分と、第 2 の側壁部 10b から形成された部分とが接したときにも、断面円状部分 10A1 のうち、第 3 の側壁部 10c から形成された部分と、第 4 の側壁部 10d から形成された部分とは当接しない。しかしながら

、第1の側壁部10aから形成された部分と、第2の側壁部10bから形成された部分との一体化が開始すると、それに伴い、断面円状部分10A1のうち、第3の側壁部10cから形成された部分と、第4の側壁部10dから形成された部分とが近づく方向に移動し、一体化する。その結果、端部10Aが封止される。端部10Aの加熱は、端部10Aが完全に封止されるまで行う。そして、端部10Aを冷却することにより、図8及び図9に示す蛍光体封入用毛細管20が完成する。

[0048] 蛍光体封入用毛細管20の一方側端部が開口している一方、他方側端部は封止されている。蛍光体封入用毛細管20には、開口している端部から蛍光体が注入される。その後、開口していた端部も、上記と同様の手順で封止される。それにより蛍光体が封入されたガラス毛細管からなる線状の波長変換部材が完成する。

[0049] 次に、本実施形態において製造された蛍光体封入用毛細管20の構成について、図8及び図9を参照しながら説明する。

[0050] 蛍光体封入用毛細管20は、毛細管本体21と、封止部22とを備えている。毛細管本体21は、ガラス毛細管10のうち、融解しなかった部分により構成されている。毛細管本体21は、横断面における外径が幅方向Wに細長い細長形状を有している。具体的には、毛細管本体21は、角管状の直管である。毛細管本体21の肉厚は略一定である。

[0051] 封止部22は、ガラス毛細管10のうち、融解した端部10Aにより形成された部分である。封止部22は、毛細管本体21の一方側端部を封止している。封止部22は、図9に示すように、幅方向Wにおける寸法（外径）が先端側に向かって小さくなる一方、図8に示すように、幅方向Wに垂直な厚み方向Tにおける寸法（外径）が先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように形成されている。本実施形態においては、封止部22の厚み方向Tにおける最大寸法L9（図8を参照）は、毛細管本体21の厚み方向Tに沿った寸法L10（＝L3）の1.1倍～3.0倍であることが好ましい。具体的には、L9は、0.08mm～9mm程度であることが好ましい。

。

[0052] 封止部 22 は、毛細管本体 21 の貫通孔 21a に開口している凹部 22a を構成している側壁部 23 及び底壁部 24 を有する。側壁部 23 は、図 8 に示すように、幅方向 W から視た際に、先端側に向かって徐々に広がっている一方、図 9 に示すように、厚み方向 T から視た際に、底壁部 24 の互いに対向する部分間の距離が先端側に向かって徐々に狭まっている。

[0053] 底壁部 24 の少なくとも一部は、法線方向が毛細管本体 21 の中心軸 A と平行な平面状に形成されている。詳細には、本実施形態では、底壁部 24 の中央部と、側壁部 23 との接続部とを除いた部分が、法線方向が毛細管本体 21 の中心軸 A と平行な平面状に形成されている。底壁部 24 の中央部は、法線方向が中心軸 A 側を向くように形成されている。すなわち、幅方向 W 及び厚み方向 T のそれぞれから視た際に、先端側に向かって狭くなるように形成されている。

[0054] 中心軸 A の延びる方向（＝長さ方向 L）において、底壁部 24 は、封止部 22 の厚み方向 T における寸法が最大となる部分よりも中央側に位置している。

[0055] 底壁部 24 から封止部 22 の先端までの距離 L6 は、封止部 22 の長さ L7 の 0.2 倍～0.8 倍の範囲内であることが好ましい。具体的には、L6 は、0.1 mm～4.0 mm 程度であることが好ましい。L7 は、0.13 mm～10 mm 程度であることが好ましい。L8（図 9 を参照）は、0.1 mm～4.0 mm 程度であることが好ましい。

[0056] 上記本実施形態の蛍光体封入用毛細管の製造方法によれば、上述のように、蛍光体封入用毛細管 20 の封止部 22 の内壁と外壁とが実質的に非平行となる。このため、蛍光体封入用毛細管 20 に封入された蛍光体からの光は、封止部 22 の内壁及び外壁のうちのいずれかによって反射されやすくなる。よって、封止部 22 から蛍光が洩れにくくなると共に、毛細管本体 21 からの蛍光の出射率が高くなる。従って、本実施形態において製造された蛍光体封入用毛細管 20 を用いてエッジライト型のバックライトを構成することに

より、高輝度なバックライトを実現することができる。なお、蛍光体封入用毛細管 20 の開口している端部より蛍光体を注入した後、開口している端部も上記と同様の手順で封止することにより、より顕著な上述の効果を得ることができる。

[0057] 一方、上記特許文献 2 に記載のように、ガラス毛細管の途中部を加熱し融解させると共に、ガラス毛細管の両端部を互いに離れる方向に引っ張ることによりガラス毛細管の端部を封止した場合は、封止部の厚みが略一定になる。このため、封止部の内壁と外壁とが略平行となる。よって、封入された蛍光体からの光が封止部から漏れだしやすくなる。従って、毛細管本体からの蛍光の出射率が低くなってしまう。

[0058] なお、上記実施形態では、封止部 22 の先端が長さ方向 L に突出するようになるまで端部 10A の加熱を十分に行う例について説明した。但し、本発明は、これに限定されない。例えば、加熱時間を短くしたり、加熱温度を低くしたりして、図 10 に示すように、封止部 22 の先端に窪み 25 が形成されるようにしてもよい。

[0059] 次に、本実施形態において作製した蛍光体封入用毛細管 20 を用いて波長変換部材を製造する方法について説明する。

まず、蛍光体封入用毛細管 20 の開口から、蛍光体を注入する。蛍光体の注入方法は特に限定されないが、蛍光体が、液体状であったり、蛍光体微粒子が液体中に分散したものであったりする場合は、例えば、蛍光体封入用毛細管 20 内を減圧にした状態で蛍光体封入用毛細管 20 内に蛍光体を供給する方法を用いることが好ましい。

[0060] 次に、蛍光体封入用毛細管 20 の開口部を、蛍光体封入用毛細管 20 の製造に際して行った封止方法と実質的に同様の方法により封止する。これにより、両端部が封止された毛細管内に蛍光体が封入された波長変換部材を完成させることができる。

[0061] 本実施形態に係る波長変換部材の毛細管の両端部のそれぞれは、図 8 及び図 9 に示す構造を有する。具体的には、波長変換部材の毛細管は、横断面に

おける外形が幅方向に細長い細長形状を有する。毛細管は、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、毛細管本体の一方側端部を封止している第１の封止部と、毛細管本体の他方側端部を封止している第２の封止部とを備える。第１及び第２の封止部のそれぞれは、幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、幅方向に垂直な厚み方向における寸法が先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように形成されている。よって、蛍光体からの蛍光が毛細管の端部から漏れ出しにくく、毛細管の管壁からの光の取り出し効率を高めることができる。従って、本実施形態に係る波長変換部材を用いることにより、高輝度のエッジライト型のバックライトを実現することができる。

[0062] 以下、本発明について、具体的な実施例に基づいて、さらに詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲において適宜変更して実施することが可能である。

[0063] (実施例)

まず、延伸成形法により、 L_3 が 0.2 mm 、 L_4 が 0.6 mm 、 L_1 が 0.1 mm 、 L_2 が 0.5 mm で肉厚 t が、 0.05 mm のガラス毛細管１０を成形した。次に、端部が融解し、一体化することにより封止されるまで、ガラス毛細管１０の端部を赤外線レーザーを用いて加熱して、蛍光体封入用毛細管２０を作製した。作製した蛍光体封入用毛細管２０の平面写真を図１１に示し、側面写真を図１２に示す。

[0064] (比較例)

上記実施例において作製したガラス毛細管１０の端部にガラス毛細管１０と同様の組成を有するガラスからなるガラス平板を融着させることにより、端部が平板状である蛍光体封入用毛細管を作製した。

[0065] 上記実施例及び比較例のそれぞれにおいて作製した蛍光体封入用毛細管に蛍光体を同様に封入し、ＬＥＤを用いて、蛍光体封入用毛細管の側面に青色光を照射したときに蛍光体封入用毛細管の端部から漏れ出す蛍光の強度を測定した。その結果、実施例において作製した蛍光体封入用毛細管の端部から

漏れ出した蛍光の平均明度は、比較例において作製した蛍光体封入用毛細管の端部から漏れ出した蛍光の平均明度の約0.34倍であった。この結果から、実施例の方が、封止部から蛍光が漏れ出しにくいことが分かる。

[0066] 以下、本発明を実施した好ましい形態の他の例について説明する。以下の説明において、第1の実施形態と実質的に共通の機能を有する部材を共通の符号で参照し、説明を省略する。

[0067] 《第2の実施形態》

(蛍光体封入用毛細管の製造方法)

まず、本実施形態における蛍光体封入用毛細管の製造方法について説明する。ここで説明する蛍光体封入用毛細管は、長さ方向の第1の側に位置する第1の端部が開口している一方、長さ方向の第2の側に位置する第2の端部が封止されており、第1の端部から蛍光体が封入される蛍光体封入用毛細管である。

[0068] (ガラス毛細管10の用意)

まず、図13～図15に示す、第1及び第2の端部10A、10Bのそれぞれが開口したガラス毛細管10を用意する。ガラス毛細管10は、横断面(すなわち、幅方向W及び厚み方向Tに沿った断面)における外形が幅方向Wに細長い細長形状を有する。具体的には、本実施形態では、ガラス毛細管10は、横断面における外形が矩形状である角管状に形成されている。ここで、「角管」とは、長さ方向Lから視た際に、外形及び内形のそれぞれが矩形状である直管を意味する。「矩形」には、角部が面取り状またはR面取り状である矩形が含まれるものとする。

[0069] ガラス毛細管10は、互いに対向する平板状の第1及び第2の側壁部10a、10bと、互いに対向する平板状の第3及び第4の側壁部10c、10dとを有する。これら第1～第4の側壁部10a～10dによって、角柱状の貫通孔10eが区画形成されている。

[0070] ガラス毛細管10の寸法は特に限定されない。ガラス毛細管10の肉厚t(図14を参照)は、例えば、0.01mm～1.0mm程度とすることが

できる。ガラス毛细管10の厚み方向Tに沿った内径L1は、例えば、0.05mm~1.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の厚み方向Tに沿った外径L3は、例えば、0.07mm~3.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の幅方向Wに沿った内径L2は、例えば、0.1mm~2.0mm程度とすることができる。ガラス毛细管10の幅方向Wに沿った外径L4は、例えば、0.12mm~4.0mm程度とすることができる。L1/L2及びL3/L4は、例えば、0.025~0.5程度とすることができる。t/L1は、例えば、0.01~2.0程度とすることができる。t/L2は、例えば、0.005~2.0程度とすることができる。ガラス毛细管10の長さ方向Lに沿った寸法L5は、例えば、10mm~100mm程度とすることができる。

[0071] ガラス毛细管10を構成しているガラスの種類は、特に限定されない。ガラス毛细管10は、例えば、珪酸塩系ガラス、硼酸塩系ガラス、リン酸塩系ガラス、硼珪酸塩系ガラス、硼リン酸塩系ガラスなどからなるものであってもよい。なかでも、製造される蛍光体封入用毛细管の剛性を高める観点から、ガラス毛细管10は、珪酸塩系ガラス、硼珪酸塩系ガラスにより形成されていることが好ましい。

[0072] ガラス毛细管10の軟化温度(A_t)も特に限定されない。ガラス毛细管10の軟化温度(A_t)は、例えば、700℃~950℃程度とすることができる。

[0073] (ガラス毛细管10の第2の端部10Bの封止)

次に、図16~図19を参照しながら、ガラス毛细管10の第2の端部10Bを封止する工程について説明する。

[0074] この封止工程(加熱工程)には、第1の加熱工程と第2の加熱工程とが含まれる。

[0075] まず、第1の加熱工程を行う。具体的には、図16に示すように、第2の端部10Bの長さ方向LのL2側において、加熱手段11を第2の端部10Bの上を横切らせる。より具体的には、本実施形態では、加熱手段11を、

第2の端部10Bの上を、厚み方向TのT1側からT2側に向けて横切らせる。これにより、第2の端部10Bを加熱して軟化させる。そして、第2の端部10Bを封止する。

[0076] 次に、第2の加熱工程を行う。具体的には、図18に示すように、第2の端部10Bの長さ方向LのL2側において、加熱手段11を第2の端部10Bの上を、第1の加熱工程とは逆方向に横切らせる。すなわち、加熱手段11を、第2の端部10Bの上を、厚み方向TのT2側からT1側に向けて横切らせる。これにより、図19に示すように、封止された第2の端部10Bを再度加熱して、第2の端部10Bの形状を整える。

[0077] なお、本実施形態では、第1及び第2の加熱工程において、加熱手段11を厚み方向Tに移動させる例について説明するが、本発明において、加熱手段の移動方向は、厚み方向に限定されない。加熱手段を幅方向に移動させてもよいし、幅方向及び厚み方向に傾斜した方向に移動させてもよい。

[0078] また、本実施形態では、第1及び第2の加熱工程を1回ずつ行う例について説明する。但し、本発明は、これに限定されない。第1及び第2の加熱工程を複数回繰り返して行ってもよい。

[0079] 加熱手段11は、ガラス毛细管10を加熱可能なものである限りにおいて特に限定されない。加熱手段11は、例えば、レーザー照射装置や、バーナーなどにより構成することができる。以下、本実施形態では、加熱手段11として、レーザー照射装置を用いる例について説明する。

[0080] より具体的には、本実施形態において加熱手段11として用いるレーザー照射装置は、図17に示すように、レーザー光のスポット11Sの形状が、ガラス毛细管10の幅方向Wに細長い細長形状であるものである。このため、第1及び第2の加熱工程において、第2の端部10Bに対してレーザー光が照射されている時間が、加熱手段11の移動方向である厚み方向Tと垂直な幅方向Wにおいて一定とされている。すなわち、第2の端部10Bの幅方向Wの一方側端部、中央部及び他方側端部のそれぞれが、第1及び第2の加熱工程のそれぞれにおいて、略同じ時間だけレーザー光が照射されることと

なる。

[0081] なお、第1及び第2の加熱工程における加熱手段11による加熱温度と、加熱手段11の移動速度とは、第2の端部10Bがガラス毛细管10の他の部分よりも太くならないような値に設定されている。

[0082] 具体的には、レーザー光の出力を5W～30W程度、移動速度を1mm～50mm／分に調整される。

[0083] (蛍光体封入用毛细管20)

上記第2の端部10Bの封止工程を行うことにより、図20に示す蛍光体封入用毛细管20を作製することができる(用意工程)。

[0084] 蛍光体封入用毛细管20の長さ方向LのL1側に位置する第1の端部20Aは開口している。この第1の端部20Aは、第1の端部10Aから構成されたものである。一方、蛍光体封入用毛细管20の長さ方向LのL2側に位置する第2の端部20Bは、封止されている。この第2の端部20Bは、第2の端部10Bから形成されたものである。蛍光体封入用毛细管20も、ガラス毛细管10と同様に、横断面における外形が幅方向Wに細長い細長形状、具体的には矩形状のものである。

[0085] (蛍光体の注入)

次に、図21に示すように、蛍光体封入用毛细管20内に蛍光体30を注入する。この蛍光体30の注入方法は特に限定されないが、蛍光体30が、液体状であったり、蛍光体微粒子が液体中に分散したものである場合は、例えば、蛍光体封入用毛细管20内を減圧にした状態で蛍光体封入用毛细管20内に蛍光体を供給する方法を用いることが好ましい。

[0086] この工程で注入する蛍光体30の種類は特に限定されない。蛍光体は、例えば、無機蛍光体粉末を含むものであってもよい。波長300nm～440nmの紫外～近紫外の励起光を照射すると青色の可視光(波長が440nm～480nmの蛍光)を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ 、 $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{MgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ などが挙げられる。波長300nm～440nmの紫外～近紫外の励起光を照射すると緑色

の可視光（波長が500nm～540nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ などが挙げられる。波長440nm～480nmの青色の励起光を照射すると緑色の可視光（波長が500nm～540nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ などが挙げられる。波長300nm～440nmの紫外～近紫外の励起光を照射すると黄色の可視光（波長が540nm～595nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{ZnS}:\text{Eu}^{2+}$ などが挙げられる。波長440nm～480nmの青色の励起光を照射すると黄色の可視光（波長が540nm～595nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{Y}_3(\text{Al}, \text{Gd})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}^{2+}$ などが挙げられる。波長300nm～440nmの紫外～近紫外の励起光を照射すると赤色の可視光（波長が600nm～700nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{Gd}_3\text{Ga}_4\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$ 、 $\text{CaGa}_2\text{S}_4:\text{Mn}^{2+}$ などが挙げられる。波長440nm～480nmの青色の励起光を照射すると赤色の可視光（波長が600nm～700nmの蛍光）を発する無機蛍光体の具体例としては、 $\text{Mg}_2\text{TiO}_4:\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{K}_2\text{SiF}_6:\text{Mn}^{4+}$ などが挙げられる。

[0087] また、無機蛍光体粉末は、例えば、量子ドットであってもよい。量子ドットは、励起光が入射したときに、励起光とは異なる波長の光を出射するものである。量子ドットから出射される光の波長は、量子ドットの粒子径に依存する。すなわち、量子ドットの粒子径を変化させることにより得られる光の波長を調整することができる。このため、量子ドットの粒子径は、得ようとする光の波長に応じた粒子径とされている。量子ドットは、一般に酸素との接触により劣化が生じ易い。

[0088] 量子ドットは、例えば、粒子径が2nm～10nm程度のものを用いることができる。例えば、波長300～440nmの紫外～近紫外の励起光を照射すると青色の可視光（波長が440nm～480nmの蛍光）を発する量子ドットの具体例としては、粒子径が2.0nm～3.0nm程度のCdS

eの微結晶などが挙げられる。波長300～440nmの紫外～近紫外の励起光や波長440～480nmの青色の励起光を照射すると緑色の可視光（波長が500nm～540nmの蛍光）を発する量子ドットの具体例としては、粒子径が3.0nm～3.3nm程度のCdSeの微結晶などが挙げられる。波長300～440nmの紫外～近紫外の励起光や波長440～480nmの青色の励起光を照射すると黄色の可視光（波長が540nm～595nmの蛍光）を発する量子ドットの具体例としては、粒子径が3.3nm～4.5nm程度のCdSeの微結晶などが挙げられる。波長300～440nmの紫外～近紫外の励起光や波長440～480nmの青色の励起光を照射すると赤色の可視光（波長が600nm～700nmの蛍光）を発する量子ドットの具体例としては、粒子径が4.5nm～10nm程度のCdSeの微結晶などが挙げられる。

[0089] 蛍光体封入用毛細管20内には、励起光の波長域や発光させたい色に合わせて、1種類または複数種類の蛍光体30を封入してもよい。例えば、紫外～近紫外の励起光を照射して、演色性に優れた白色光を得たい場合は、紫外～近紫外の励起光の照射により、青色、緑色及び赤色の可視光（蛍光）を発する蛍光体30を混合して使用すればよい。また、青色の励起光を照射して、演色性に優れた白色光を得たい場合は、青色の励起光の照射により、緑色及び赤色の可視光（蛍光）を発する蛍光体30を混合して使用すればよい。

[0090] （蛍光体封入用毛細管20の第1の端部20Aの封止）

次に、蛍光体30が注入された蛍光体封入用毛細管20の第1の端部20Aを封止する工程を行う。この工程は、上記の第2の端部10Bの封止工程と実質的に同様の工程である。

[0091] 具体的には、第1の端部20Aの封止工程には、第3の加熱工程と第4の加熱工程とが含まれる。

[0092] まず、第3の加熱工程を行う。具体的には、図22に示すように、第1の端部20Aの長さ方向LのL1側において、加熱手段11を第1の端部20Aの上を横切らせる。より具体的には、本実施形態では、加熱手段11を、

第１の端部２０Ａの上を、厚み方向ＴのＴ１側からＴ２側に向けて横切らせる。これにより、第１の端部２０Ａを加熱して軟化させる。そして、第１の端部２０Ａを封止する。

[0093] 次に、第４の加熱工程を行う。具体的には、図２３に示すように、第１の端部２０Ａの長さ方向ＬのＬ１側において、加熱手段１１を第１の端部２０Ａの上を、第３の加熱工程とは逆方向に横切らせる。すなわち、加熱手段１１を、第１の端部２０Ａの上を、厚み方向ＴのＴ２側からＴ１側に向けて横切らせる。これにより、図２４に示すように、封止された第１の端部２０Ａを再度加熱して、第１の端部２０Ａの形状を整える。

[0094] なお、本実施形態では、第３及び第４の加熱工程において、加熱手段１１を厚み方向Ｔに移動させる例について説明するが、本発明において、加熱手段の移動方向は、厚み方向に限定されない。加熱手段を幅方向に移動させてもよいし、幅方向及び厚み方向に傾斜した方向に移動させてもよい。

[0095] また、本実施形態では、第３及び第４の加熱工程を１回ずつ行う例について説明する。但し、本発明は、これに限定されない。第３及び第４の加熱工程を複数回繰り返して行ってもよい。

[0096] 加熱手段１１は、上記第１及び第２の加熱工程において使用したものと同様のものを使用することができるが、第１及び第２の加熱工程と第３及び第４の加熱工程とで異なる加熱手段を用いてもよい。

[0097] なお、第３及び第４の加熱工程における加熱手段１１による加熱温度と、加熱手段１１の移動速度とは、第１の端部２０Ａが蛍光体封入用毛細管２０の他の部分よりも太くならないような値に設定されている。

[0098] （波長変換部材１３）

以上の工程により、図２５に示す波長変換部材１３が製造される。波長変換部材１３は、両端部１２Ａ、１２Ｂが封止されたガラス毛細管１２を有する。両端部１２Ａ、１２Ｂの太さは、ガラス毛細管１２の中央部分１２Ｃの太さ以下である。中央部分１２Ｃの横断面における外形は、細長形状、詳細には矩形状である。ガラス毛細管１２の内部には、蛍光体３０が封入されて

いる。

[0099] 以上説明したように、本実施形態では、細長形状のガラス毛细管 10 を使用する。このため、横断面における外形が細長形状、より詳細には、矩形状であり、導光体に近接して配置可能な波長変換部材 13 を製造することができる。

[0100] また、第 2 の端部 10 B 及び第 1 の端部 20 A の封止を、2 回の加熱工程により行う。まず、第 1 または第 3 の加熱工程では、加熱手段 11 を T1 側から T2 側に第 2 または第 1 の端部 10 B, 20 A の上を横切らせる。この工程を行った場合、第 2 または第 1 の端部 10 B, 20 A の T1 側の部分 10 B1, 20 A1 にレーザー光が照射される時間よりも T2 側の部分 10 B2, 20 A2 にレーザー光が照射される時間の方が長くなる。このため、部分 10 B2, 20 A2 の温度が、部分 10 B1, 20 A1 よりも高くなる。従って、図 18 及び図 23 に示すように、第 2 及び第 1 の端部 10 B, 20 A は、非対称形状となる。

[0101] 一方、第 2 または第 4 の加熱工程では、第 2 または第 1 の端部 10 B, 20 A の T2 側の部分よりも T1 側の部分の方が温度が高くなる。このため、T1 側の部分の軟化が促進され、図 19 及び図 24 に示すように、第 2 または第 1 の端部 10 B, 20 A の形状が対称形状となる。

[0102] このように、第 1 または第 3 の加熱工程と、第 2 または第 4 の加熱工程とを行うことにより、図 27 及び図 16 に示すように、得られる波長変換部材 13 の両端部の形状を対象形に近くできると共に、両端部の太さを抑制でき、例えば、両端部の太さが他の部分の太さ以下とすることができる。従って、本実施形態の方法によれば、導光体により近接して配置可能な波長変換部材 13 を製造することができる。

[0103] なお、通常は、加熱手段を走査させることなく、端部に対向して配置した加熱手段により端部の封止を行う。しかしながら、このようにした場合は、封止された端部の太さが他の部分よりも太くなってしまふ。従って、このような封止方法により製造された波長変換部材は、導光体に十分に近接して配

置することができない。

[0104] 本実施形態では、第1～第4の加熱工程において、加熱手段11を厚み方向Tに移動させる。このようにすることにより、例えば加熱手段を幅方向に移動させた場合と比べて、端部の太さが他の部分よりも太くなることを容易に抑制できる。

[0105] 本実施形態では、加熱手段11としてレーザー照射装置を使用する。このようにすることにより、例えば加熱手段としてバーナーを使用したときと比べて、より局所的な加熱が可能となる。従って、端部12A、12Bの形状の対称性をより向上し得る。

[0106] ところで、例えば図26に示すようにスポット11Sの形状が円形であるレーザー照射装置を使用してもよい。しかしながら、この場合は、第1～第4の加熱工程において、端部10B、20Aにレーザー光が照射される時間が、幅方向Wにおいてばらつくことになる。具体的には、端部10B、20Aの幅方向Wの中央部には長時間にわたってレーザー光が照射され、端部には、短時間のみレーザー光が照射されることとなる。このため、封止された端部10B、20Aの形状の対称性が低くなってしまうと共に、中央部が過剰に加熱し、中央部の太さが太くなってしまう場合がある。

[0107] それに対して本実施形態では、スポット11Sの形状が細長形状とされており、端部10B、20Aにレーザー光が照射される時間の幅方向Wにおけるばらつきが抑制されている。従って、中央部の太さが太くなってしまうことをより効果的に抑制することができる。その結果、導光体にさらに近接して配置可能な波長変換部材13を製造することができる。

[0108] また、本実施形態のように、スポット11Sの形状が細長形状である場合は、図29に示すように、レーザー光の強度が、ガラス毛细管10の幅方向Wにおけるレーザー光のスポット11Sの中央部において略一定であるレーザー光を照射するレーザー照射装置を用いることが好ましい。この場合、複数のガラス毛细管10を幅方向Wに沿って配列してレーザー光の照射を行うことにより、複数のガラス毛细管10の端部を同じ加熱工程により好適に封

止することができる。

[0109] 《変形例》

第1の実施形態において説明した蛍光体封入用毛細管の製造方法は、第2の実施形態において説明した蛍光体封入用毛細管の製造にも好適に適用することができる。同様に、第2の実施形態において説明した蛍光体封入用毛細管の製造方法は、第1の実施形態において説明した蛍光体封入用毛細管の製造にも好適に適用することができる。

[0110] 第1及び第2の実施形態では、ガラス毛細管10の横断面における内形及び外形のそれぞれが略矩形状である例について説明した。但し、本発明は、この構成に限定されない。図30に示すように、ガラス毛細管10の横断面における内形及び外形のそれぞれが長円状であってもよい。また、ガラス毛細管の横断面における内形及び外形のそれぞれが楕円形状であってもよい。

[0111] 図31に示すように、ガラス毛細管10の横断面における内形が略矩形状である一方、外形が長円状または楕円形状であってもよい。

[0112] 図32に示すように、ガラス毛細管10の横断面における内形が略矩形状であって、外形が、幅方向に対向する2辺が外側に向かって膨出した略矩形状であってもよい。

符号の説明

- [0113] 10…ガラス毛細管
10A, 10B…ガラス毛細管の端部
10A1…断面円状部分
10a…第1の側壁部
10b…第2の側壁部
10c…第3の側壁部
10d…第4の側壁部
10e…貫通孔
11…加熱手段
11S…スポット

- 1 3…波長変換部材
- 2 0…蛍光体封入用毛細管
- 2 0 A…蛍光体封入用毛細管の第 1 の端部
- 2 0 B…蛍光体封入用毛細管の第 2 の端部
- 2 1…毛細管本体
- 2 1 a…貫通孔
- 2 2…封止部
- 2 2 a…凹部
- 2 3…側壁部
- 2 4…底壁部
- 2 5…窪み

請求の範囲

- [請求項1] 一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、前記他方側端部から蛍光体が封入される蛍光体封入用毛細管の製造方法であって、
- 横断面における外形が幅方向に細長い細長形状のガラス毛細管の一方側端部が融解し、一体化することにより封止されるまで前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱する加熱工程を備える、蛍光体封入用毛細管の製造方法。
- [請求項2] 前記ガラス毛細管として、角管状のガラス毛細管を使用する、請求項1に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。
- [請求項3] 前記加熱工程において、前記ガラス毛細管の一方側端部の幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、前記ガラス毛細管の一方側端部の幅方向に垂直な厚み方向における寸法は、先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱する、請求項1または2に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。
- [請求項4] 前記加熱工程において、前記ガラス毛細管の一方側端部の厚み方向における最大寸法が、前記ガラス毛細管の一方側端部を除く部分の厚み方向に沿った寸法の1.1倍～3.0倍となるように前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱する、請求項1～3のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。
- [請求項5] 前記加熱工程において、前記ガラス毛細管の一方側端部の幅方向及び幅方向に垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるように前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱する、請求項1または2に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。
- [請求項6] 前記加熱工程は、
- 加熱手段を前記ガラス毛細管の一方側端部の上を横切らせることにより前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱して封止する第1の加熱工

程と、

前記加熱手段を前記ガラス毛細管の一方側端部の上を、前記第 1 の加熱工程とは逆方向に横切らせることにより前記ガラス毛細管の一方側端部を再度加熱する第 2 の加熱工程と、
を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 7] 前記第 1 及び第 2 の加熱工程において、前記ガラス毛細管の一方側端部が前記ガラス毛細管の前記ガラス毛細管の一方側端部以外の部分よりも太くならないように前記加熱手段による加熱温度及び前記加熱手段の移動速度を設定する、請求項 6 に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 8] 前記第 1 及び第 2 の加熱工程において、前記加熱手段を、前記ガラス毛細管の厚み方向に移動させる、請求項 6 または 7 に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 9] 前記加熱手段として、レーザー照射装置を用い、前記レーザー照射装置により前記ガラス毛細管の一方側端部にレーザーを照射することにより、前記ガラス毛細管の一方側端部を加熱する、請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 10] 前記レーザー照射装置として、レーザー光のスポット形状が、前記ガラス毛細管の幅方向に細長い細長形状であるレーザー照射装置を用いる、請求項 9 に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 11] 前記レーザー照射装置として、前記第 1 及び第 2 の加熱工程において前記ガラス毛細管の一方側端部に対して前記レーザー光が照射されている時間が、前記レーザー照射装置の移動方向と垂直な方向において一定となるようなスポット形状のレーザー光を照射するレーザー照射装置を用いる、請求項 9 または 10 に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項 12] 前記レーザー照射装置として、レーザー光の強度が、前記ガラス毛

細管の幅方向における前記レーザー光のスポットの中央部において略一定であるレーザー光を照射するレーザー照射装置を用いる、請求項 9～11 のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項13] 前記加熱手段として、バーナーを用いる、請求項 6～8 のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法。

[請求項14] 請求項 1～13 のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の製造方法により製造された蛍光体封入用毛細管。

[請求項15] 一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、前記他方側端部から蛍光体が封入される蛍光体封入用毛細管であって、
横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、

前記毛細管本体の一方側端部を封止している封止部と、
を備え、

前記封止部は、幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、幅方向に垂直な厚み方向における寸法が先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように形成されている、蛍光体封入用毛細管。

[請求項16] 封止部の厚み方向における最大寸法は、毛細管本体の厚み方向に沿った寸法の 1.1 倍～3.0 倍である、請求項 15 に記載の蛍光体封入用毛細管。

[請求項17] 一方側端部が封止されている一方、他方側端部が開口しており、前記他方側端部から蛍光体が封入される蛍光体封入用毛細管であって、
横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、

前記毛細管本体の一方側端部を封止している封止部と、
を備え、

前記封止部は、幅方向及び幅方向に対して垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるように形成されている

、蛍光体封入用毛細管。

[請求項18] 前記封止部は、前記毛細管本体の貫通孔に開口している凹部を構成している側壁部及び底壁部を有し、

前記底壁部の少なくとも一部は、法線方向が前記毛細管本体の中心軸と平行な平面状に形成されている、請求項15～17のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管。

[請求項19] 前記底壁部の中央部は、法線方向が前記毛細管本体の中心軸側を向くように形成されている、請求項18に記載の蛍光体封入用毛細管。

[請求項20] 前記毛細管本体の中心軸の延びる方向において、前記底壁部は、前記封止部の前記厚み方向における寸法が最大となる部分よりも中央側に位置している、請求項18または19に記載の蛍光体封入用毛細管。

[請求項21] 前記毛細管本体は、角管状に形成されている、請求項15～20のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管。

[請求項22] 両端部が封止された毛細管と、
前記毛細管内に封入された蛍光体と、
を備える波長変換部材であって、
前記毛細管は、
横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、
前記毛細管本体の一方側端部を封止している第1の封止部と、
前記毛細管本体の他方側端部を封止している第2の封止部と、
を備え、
前記第1及び第2の封止部の少なくとも一方は、幅方向における寸法が先端側に向かって小さくなる一方、幅方向に垂直な厚み方向における寸法が先端側に向かって一旦大きくなった後に小さくなるように形成されている、波長変換部材。

[請求項23] 両端部が封止された毛細管と、

前記毛細管内に封入された蛍光体と、

を備える波長変換部材であって、

前記毛細管は、

横断面における外形が幅方向に細長い細長形状を有し、肉厚が略一定の直管状の毛細管本体と、

前記毛細管本体の一方側端部を封止している第１の封止部と、

前記毛細管本体の他方側端部を封止している第２の封止部と、

を備え、

前記第１及び第２の封止部の少なくとも一方は、幅方向及び幅方向に対して垂直な厚み方向のそれぞれにおける寸法が先端側に向かって小さくなるように形成されている、波長変換部材。

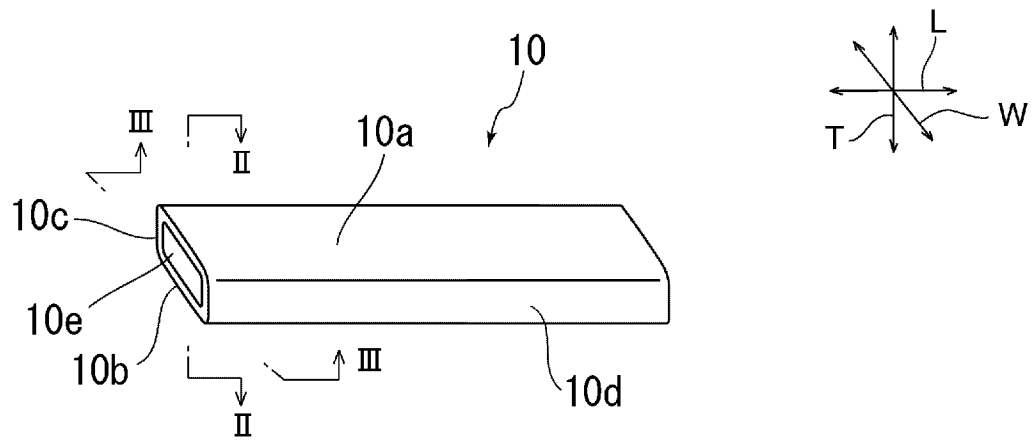
[請求項24]

請求項１４～２１のいずれか一項に記載の蛍光体封入用毛細管の他方側端部から前記蛍光体を注入する工程と、

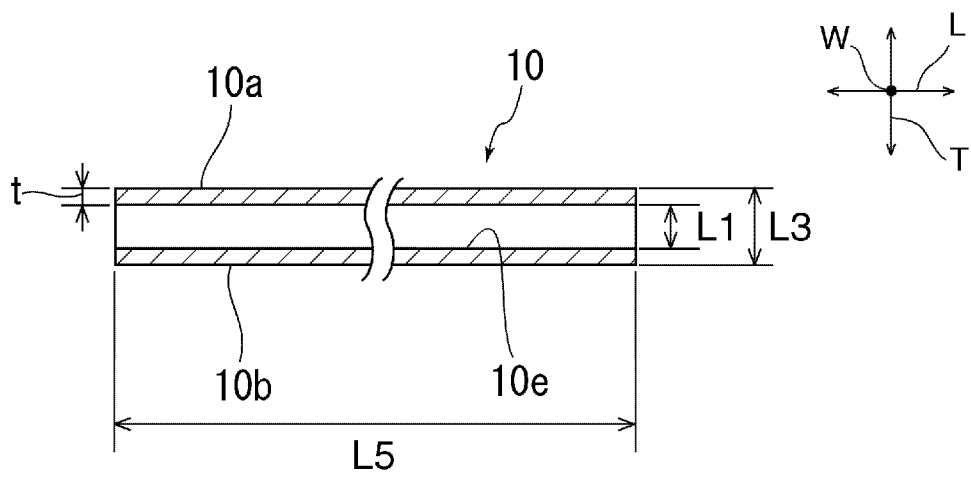
前記蛍光体が注入された蛍光体封入用毛細管の他方側端部を封止する第１の端部封止工程と、

を備える、波長変換部材の製造方法。

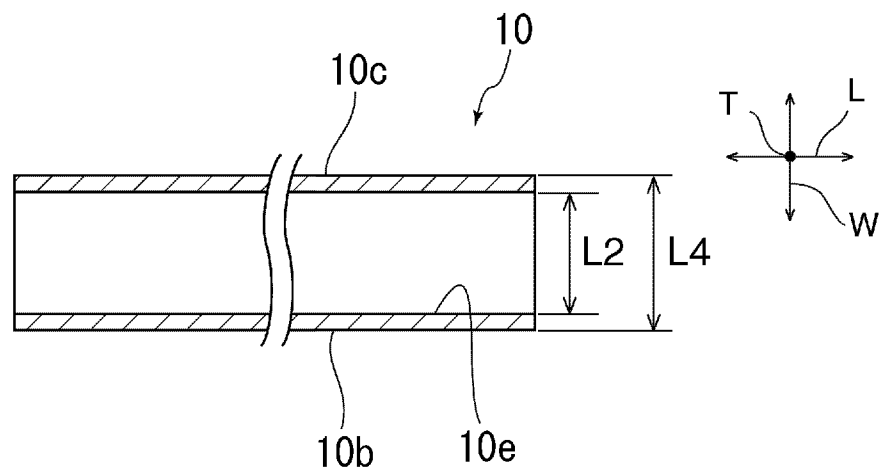
[図1]



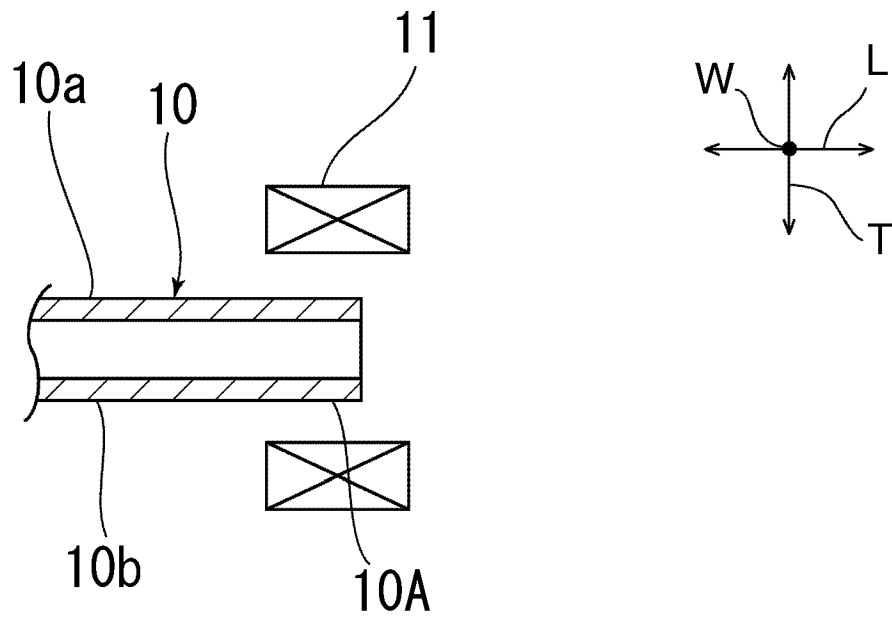
[図2]



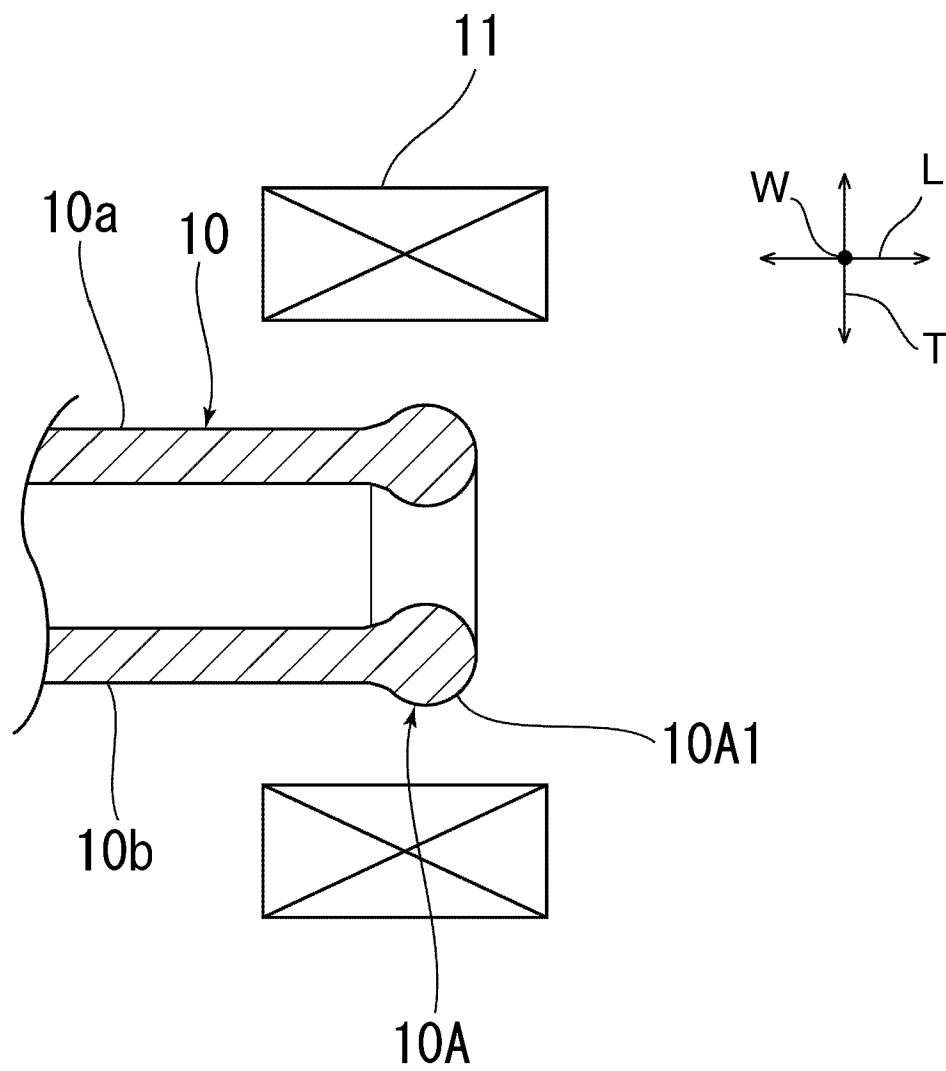
[図3]



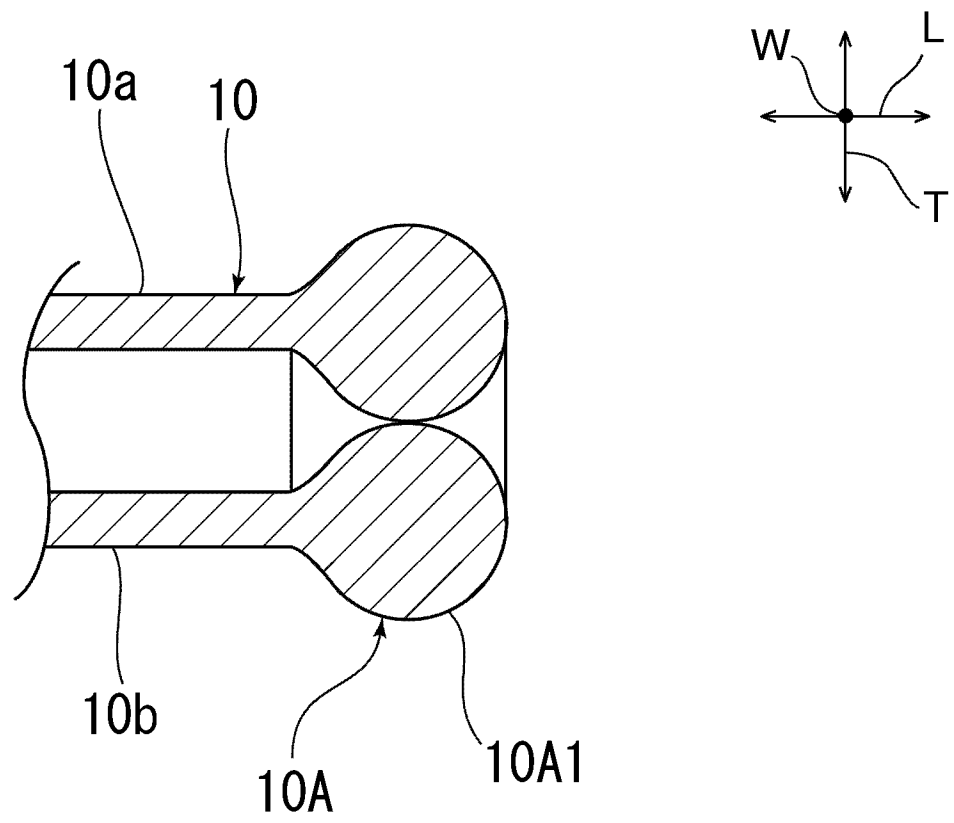
[図4]



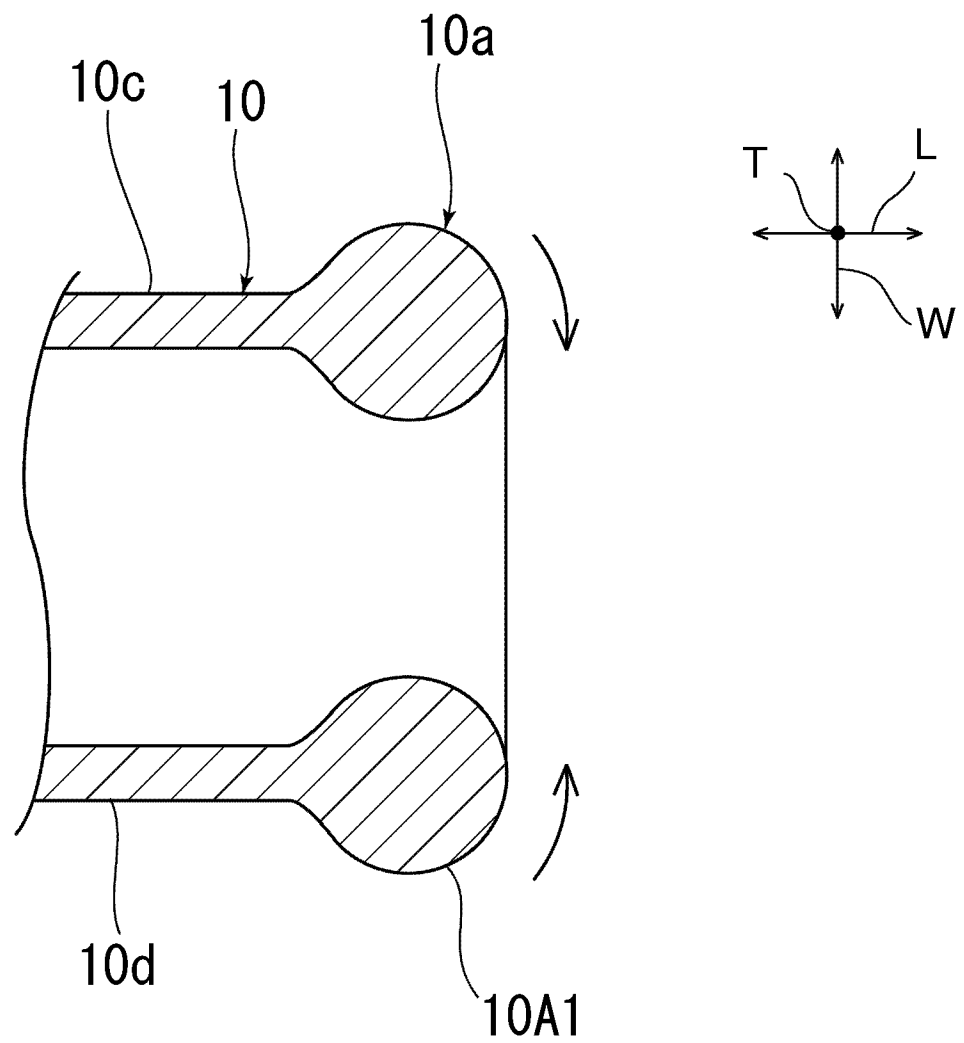
[図5]



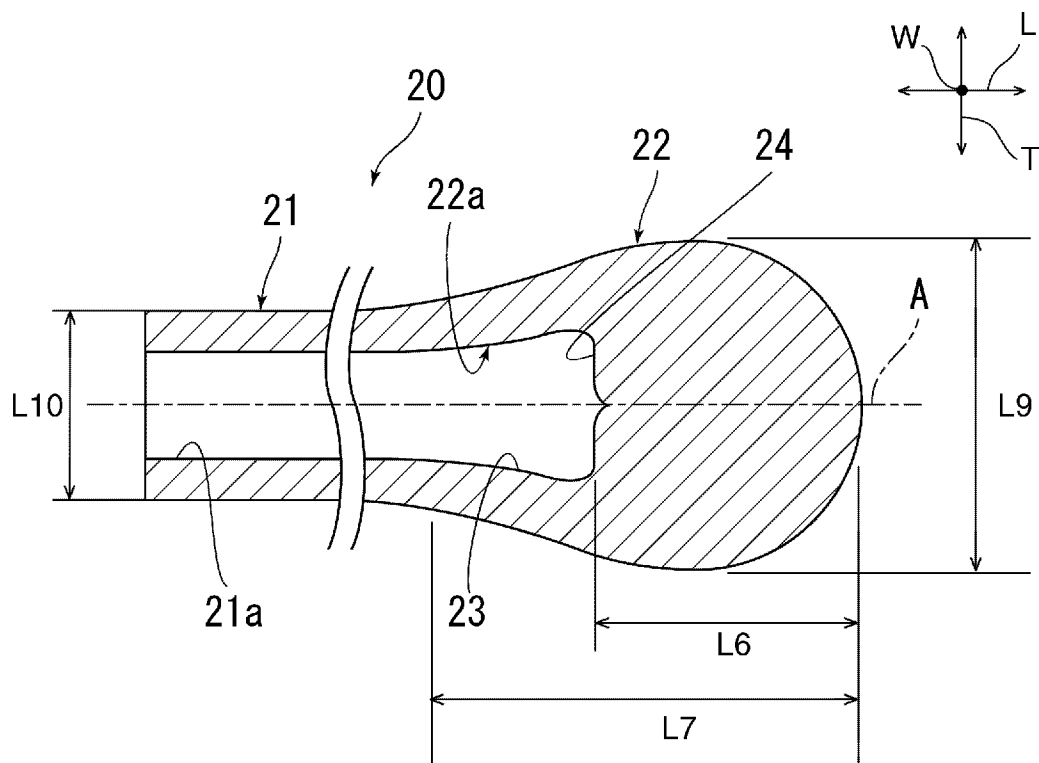
[図6]



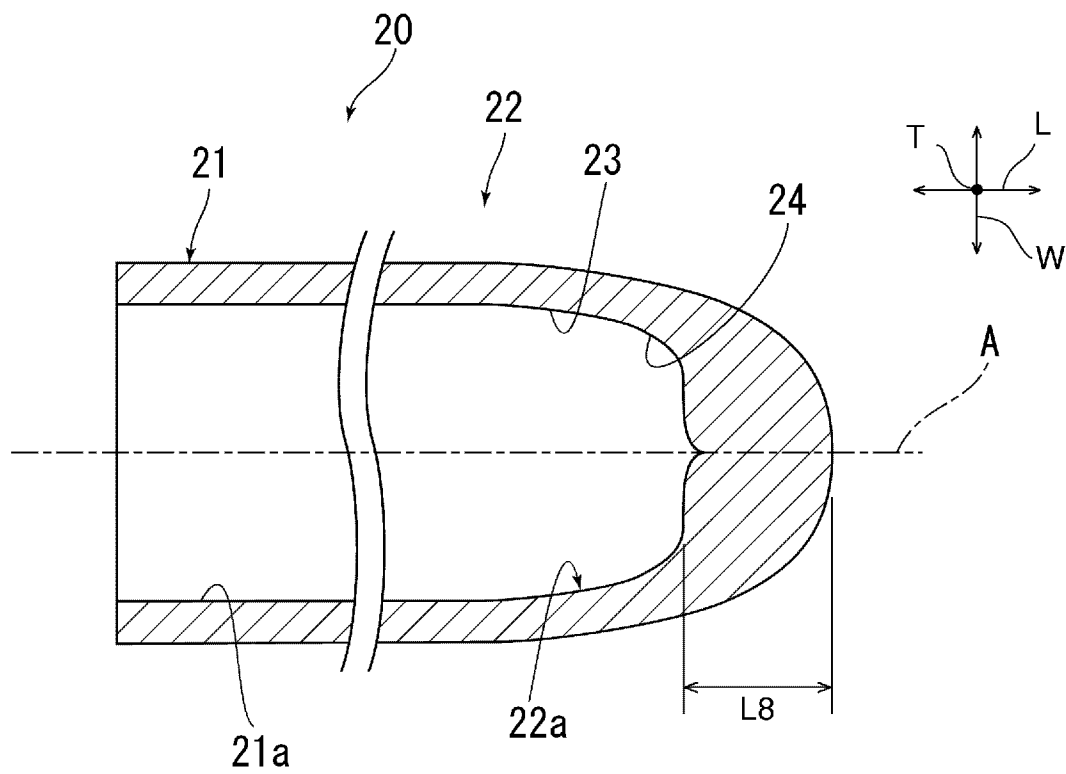
[図7]



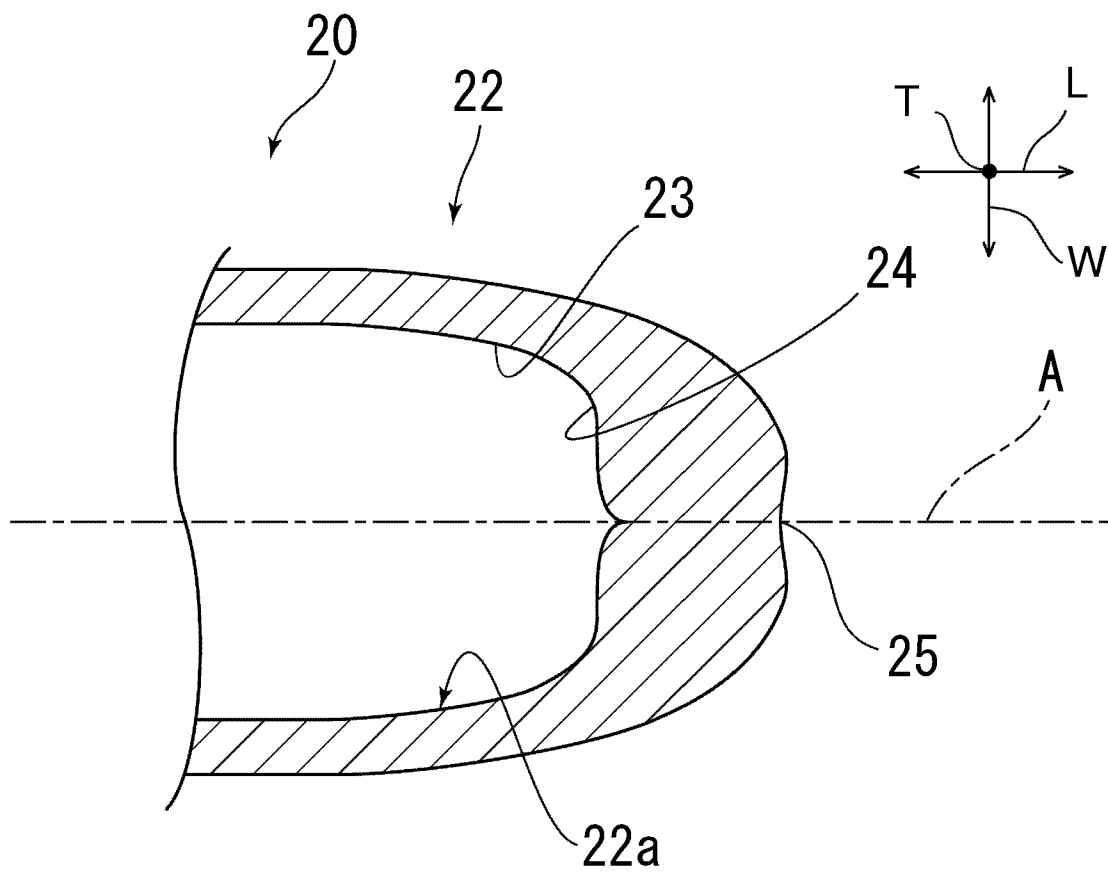
[図8]



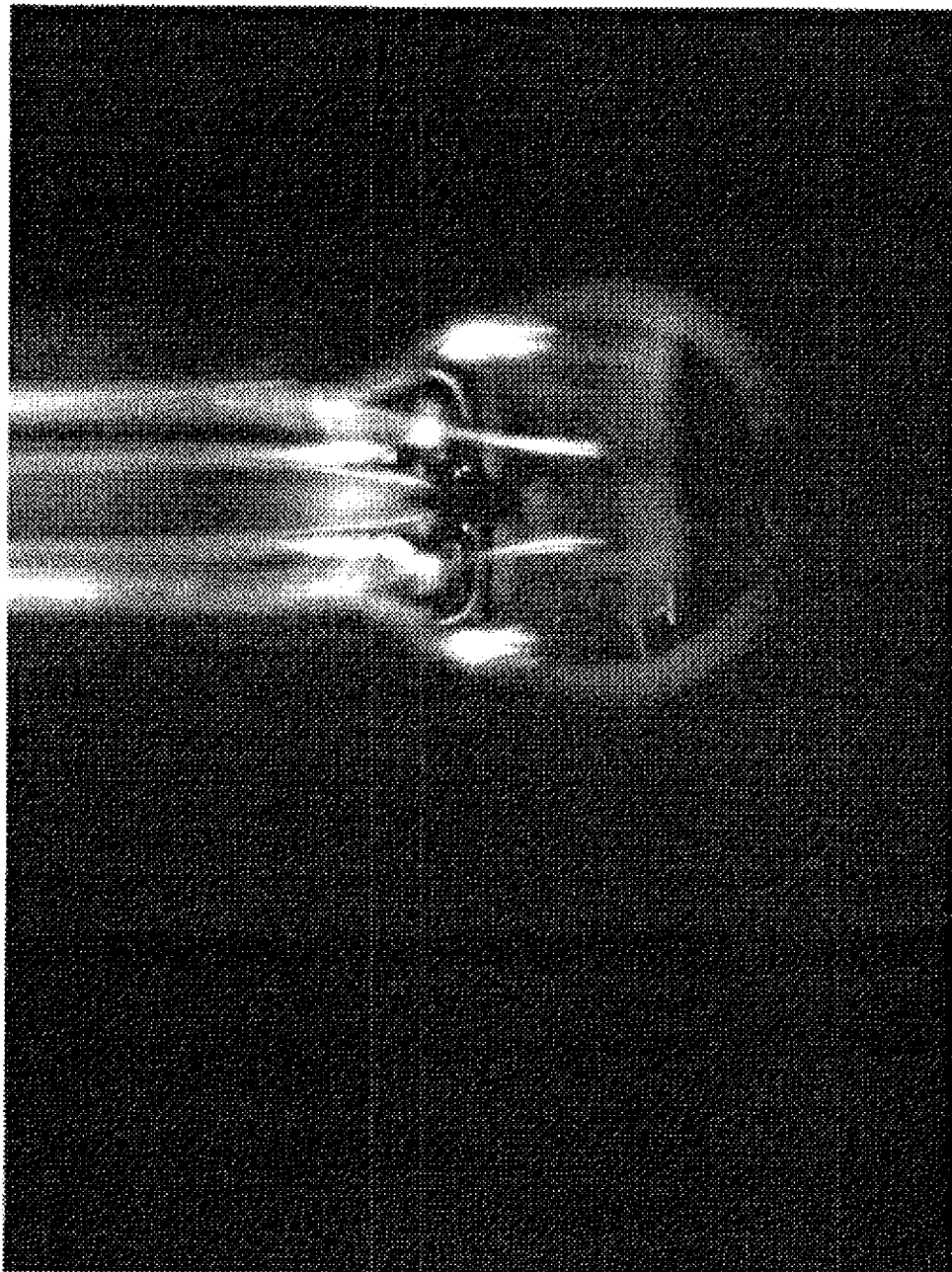
[図9]



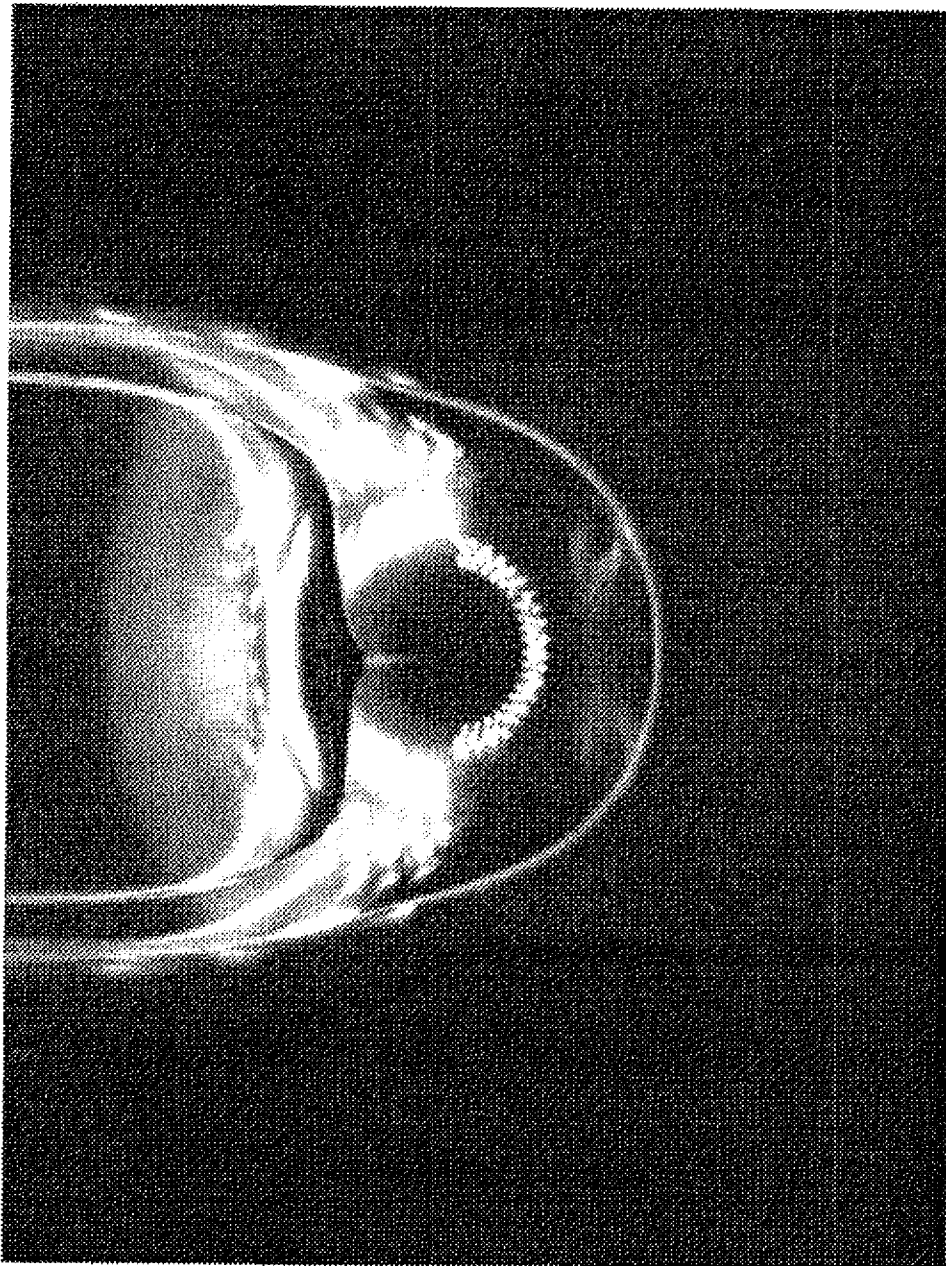
[図10]



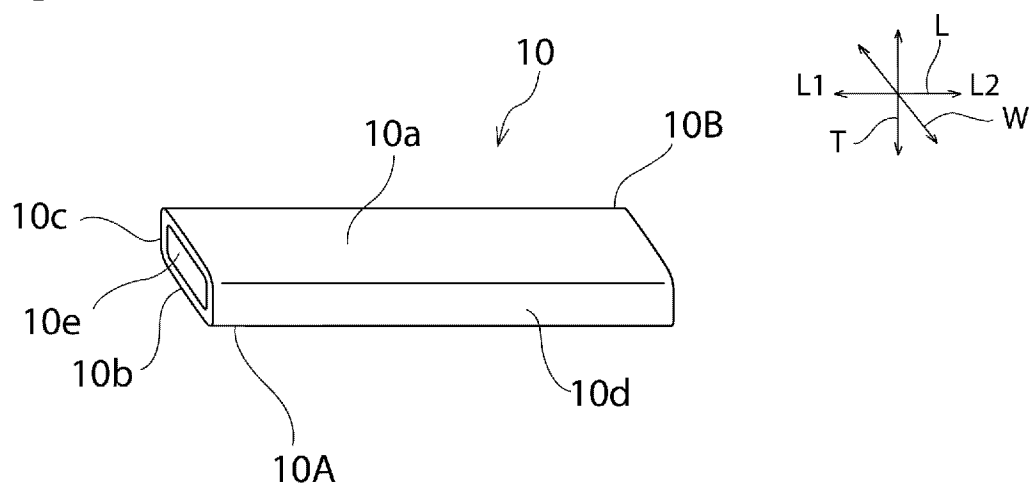
[図11]



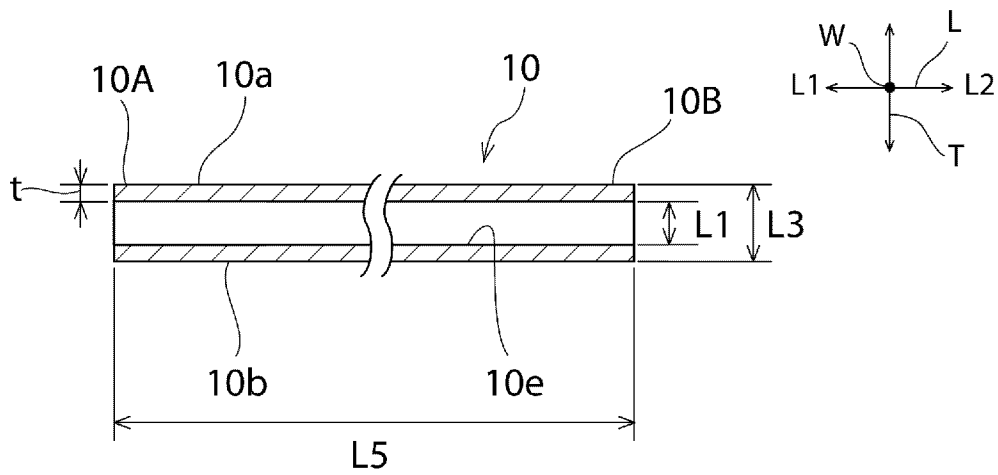
[図12]



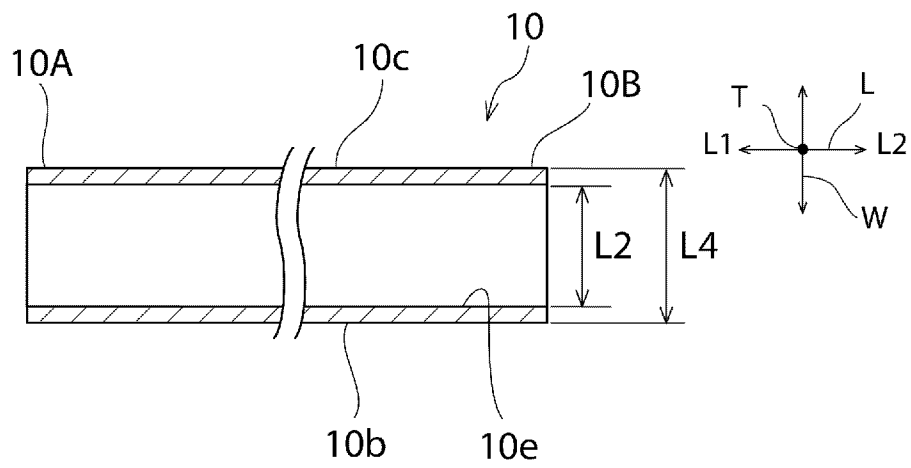
[図13]



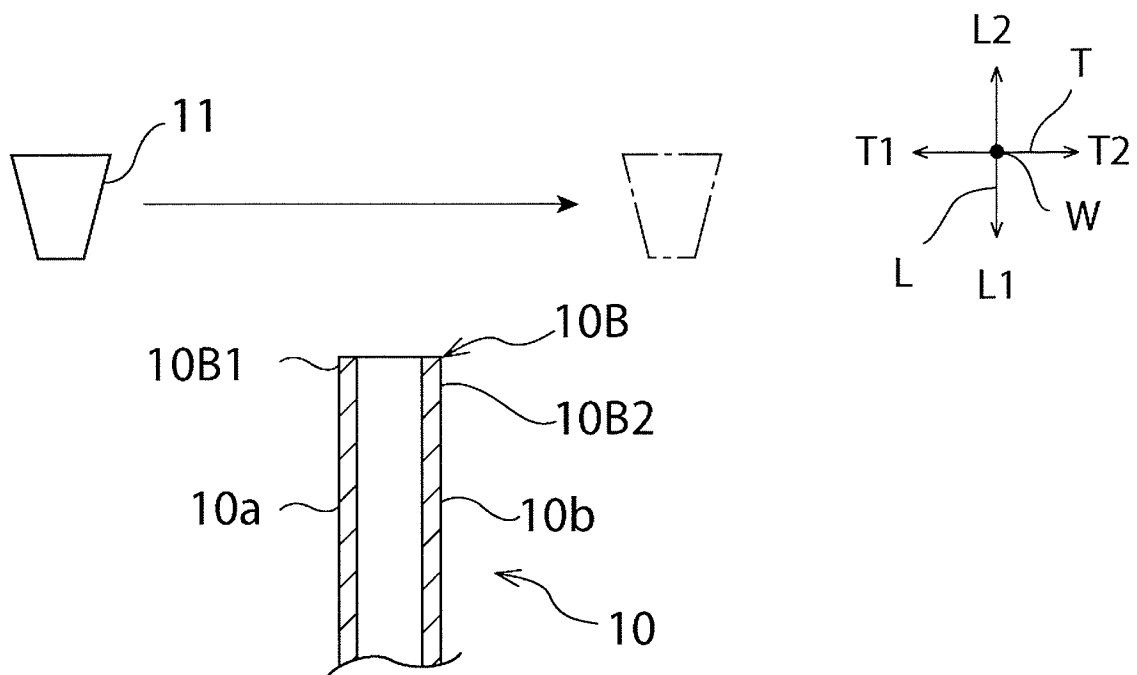
[図14]



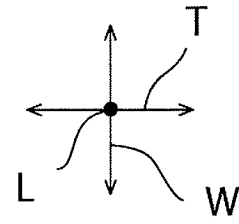
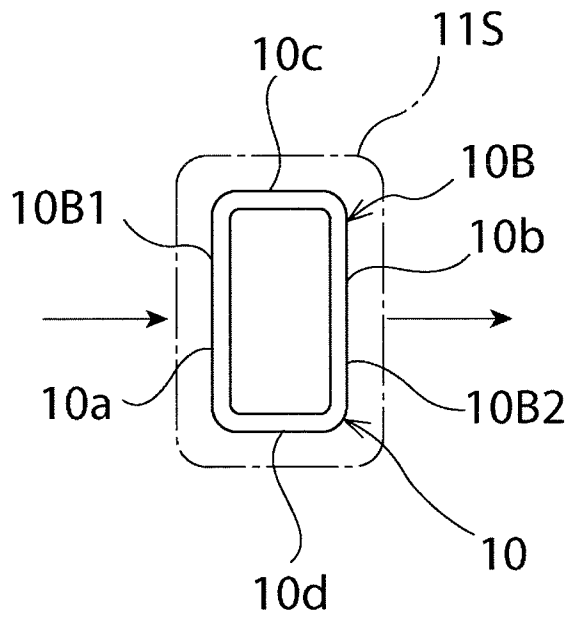
[図15]



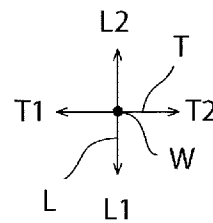
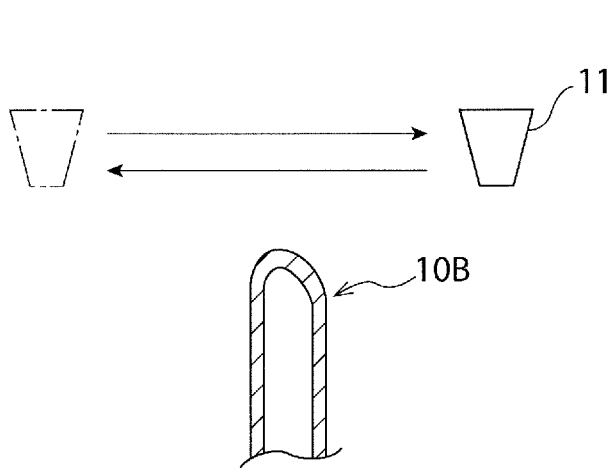
[図16]



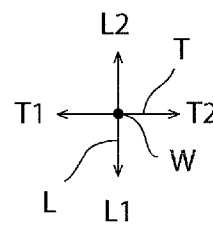
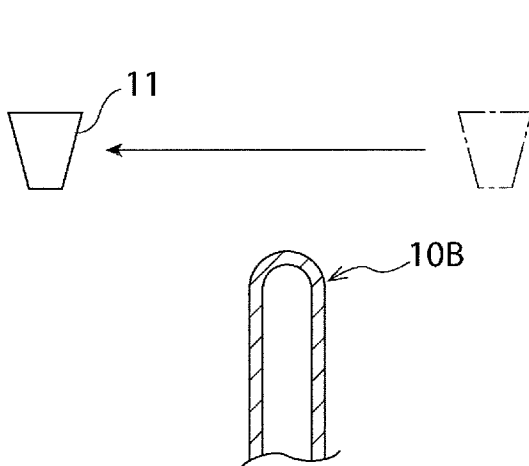
[図17]



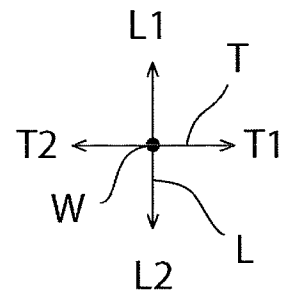
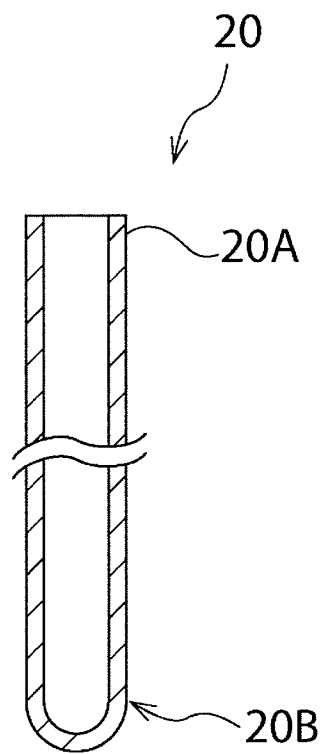
[図18]



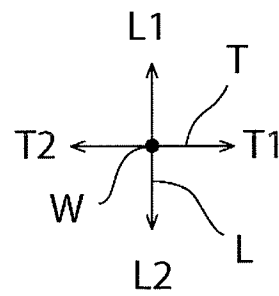
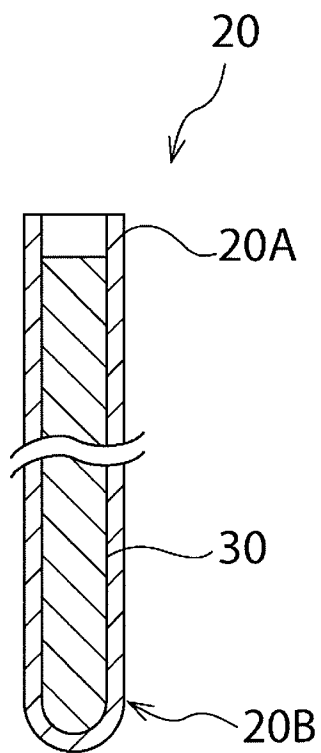
[図19]



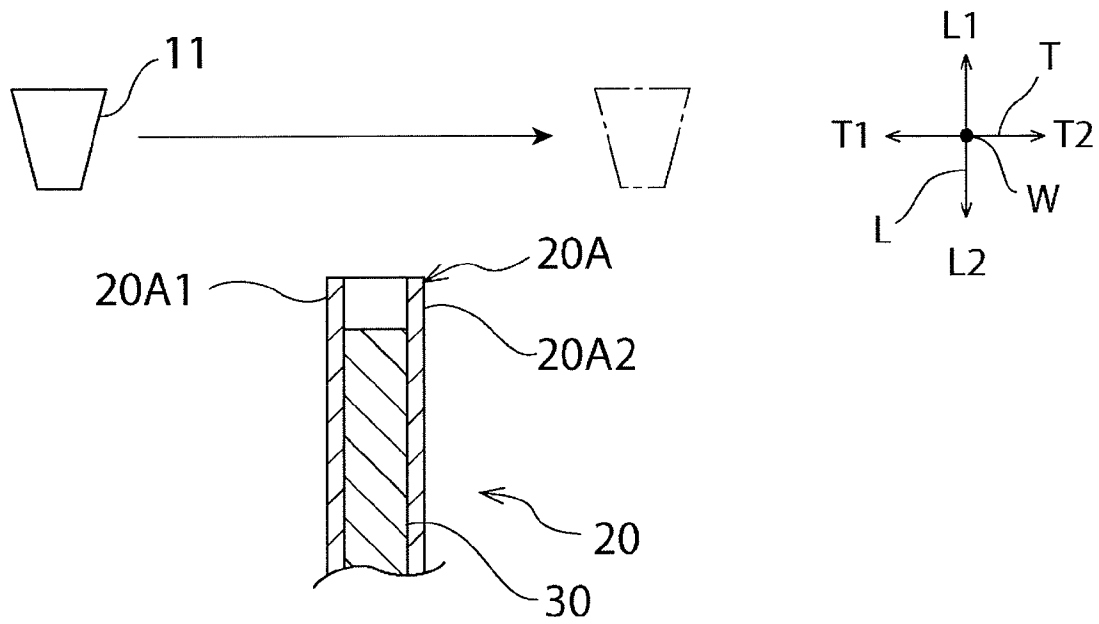
[図20]



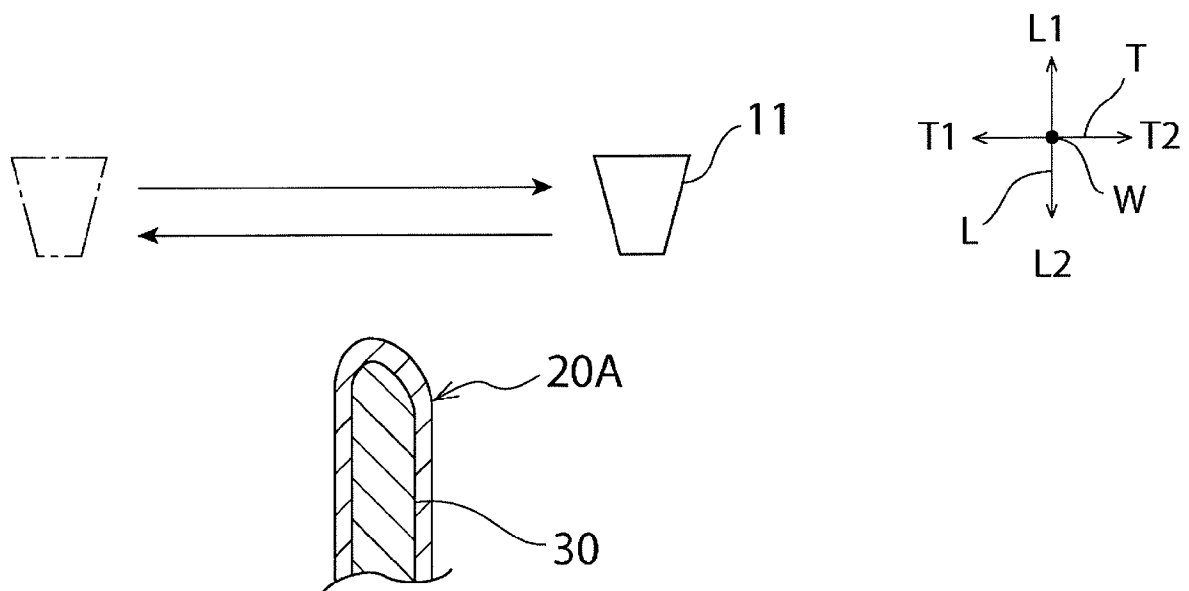
[図21]



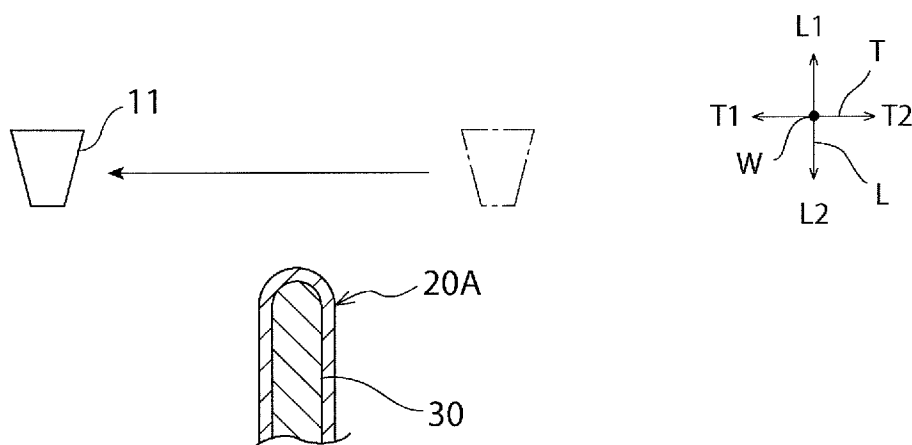
[図22]



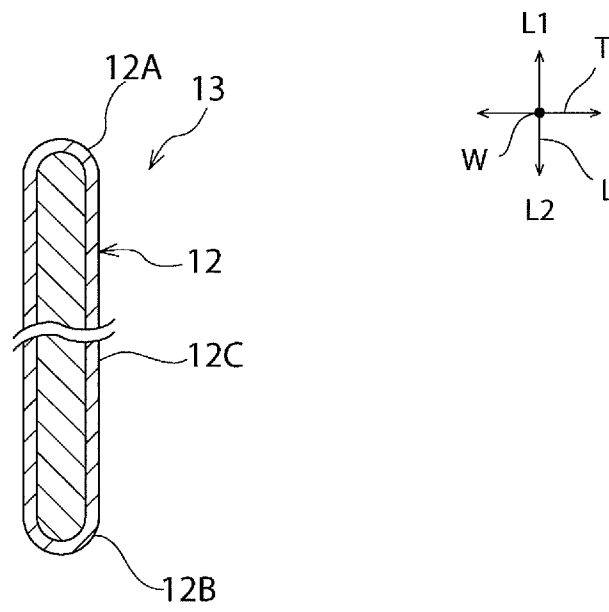
[図23]



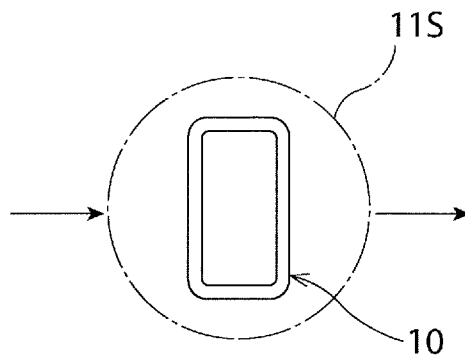
[図24]



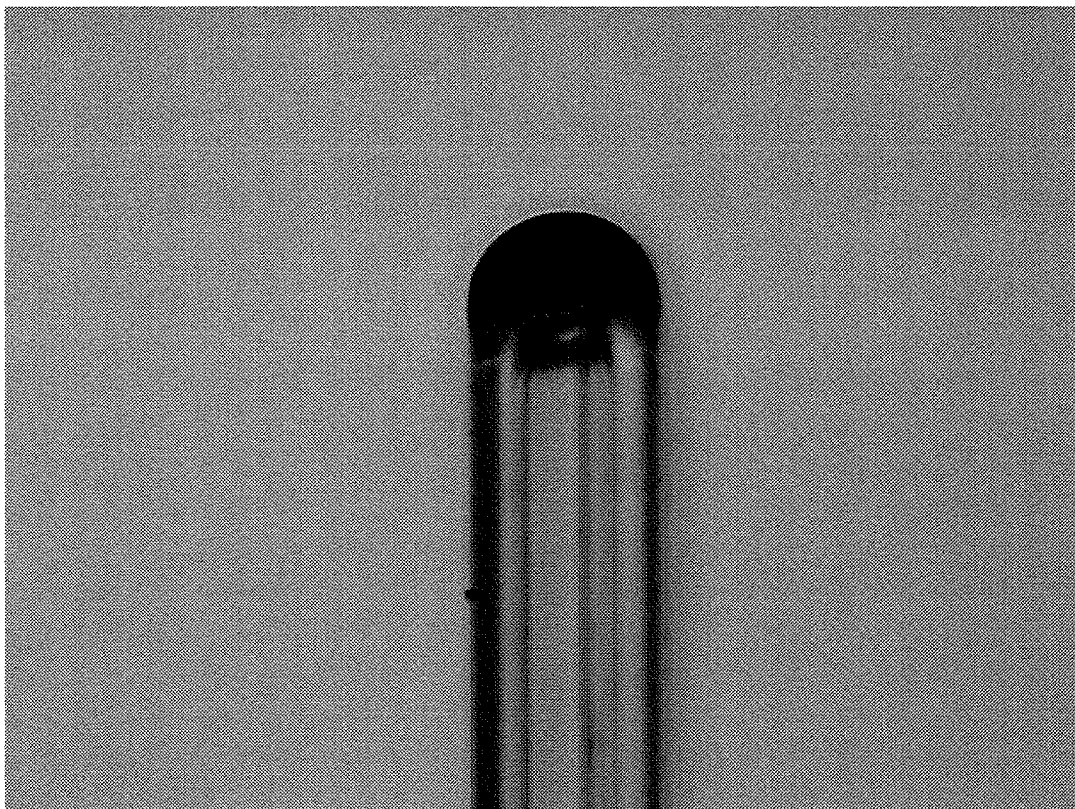
[図25]



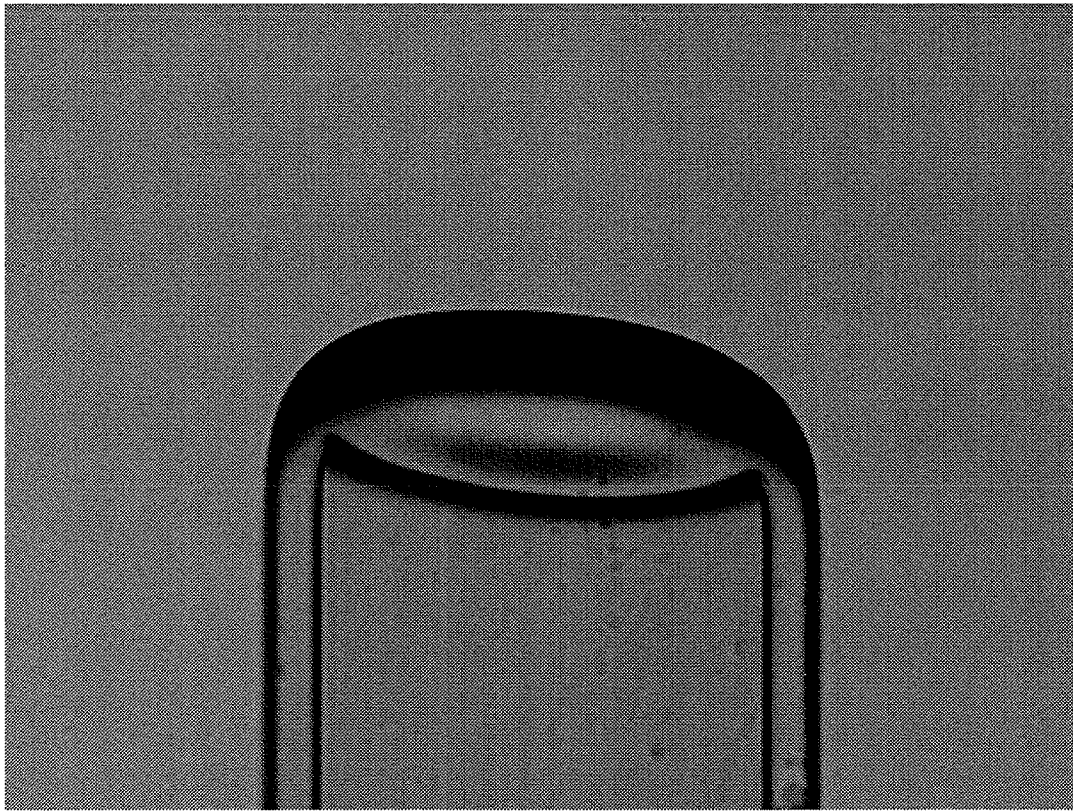
[図26]



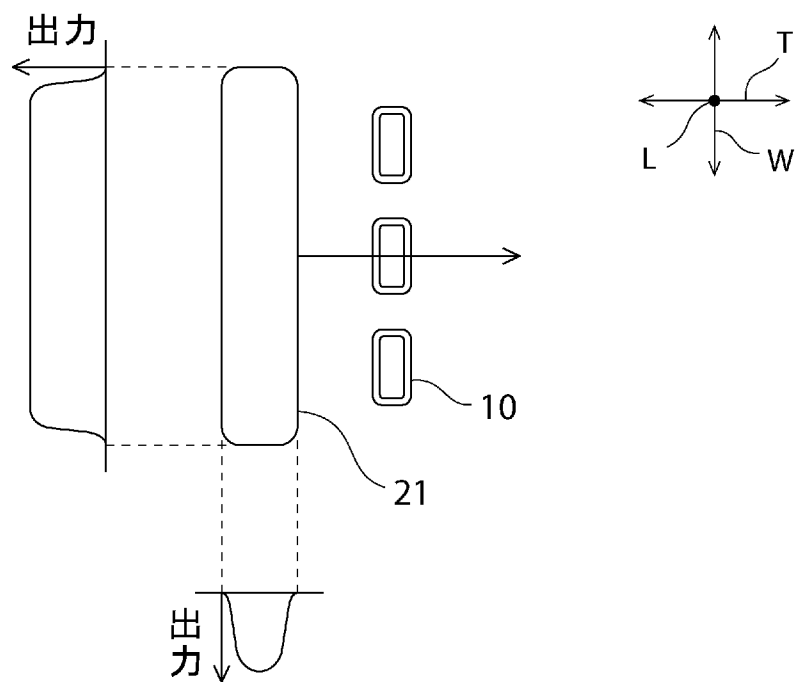
[図27]



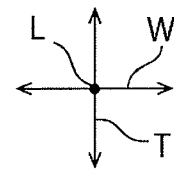
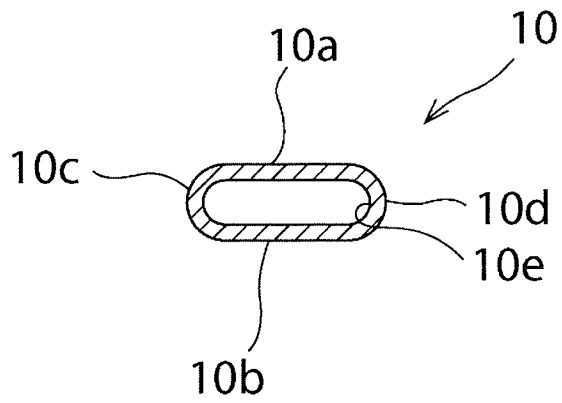
[図28]



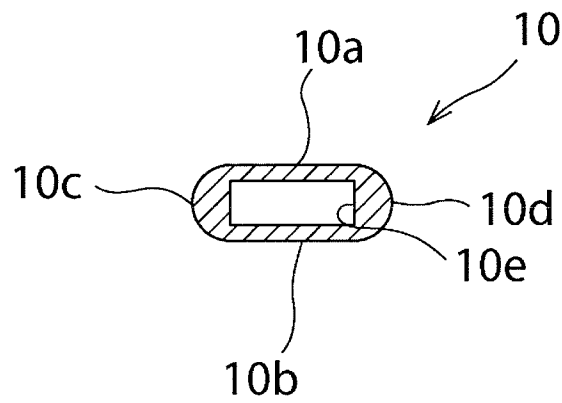
[図29]



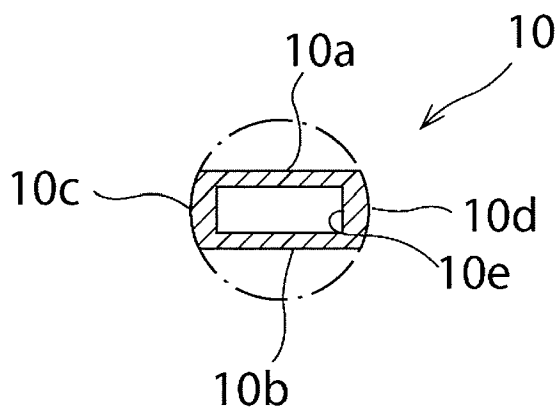
[図30]



[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/065765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B23/13(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, H01L33/50(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)

C03B23/00-23/26, G02F1/1335-1/13363

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.
Y	JP 2007-157599 A (Sanken Electric Co., Ltd.), 21 June 2007 (21.06.2007), claims 1, 2 (Family: none)	1-24
Y	JP 06-263465 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), paragraphs [0004], [0005], [0011], [0013] (Family: none)	1-24
Y	JP 2007-225462 A (Fuchu Giken Inc.), 06 September 2007 (06.09.2007), claim 1 (Family: none)	1-24

☐ 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
09 September, 2011 (09.09.11)Date of mailing of the international search report
20 September, 2011 (20.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03B23/13(2006.01)i, G02F1/13357(2006.01)i, H01L33/50(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 (I P C))

Int.Cl. C03B23/00-23/26, G02F1/1335-1/13363

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2007-157599 A (サンケン電気株式会社) 2007.06.21, 請求項 1, 2 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 06-263465 A (日本電気硝子株式会社) 1994.09.20, [0004], [0005], [0011], [0013] (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 2007-225462 A (株式会社府中技研) 2007.09.06, 請求項 1 (ファミリーなし)	1-24

☐ 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

0 9 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山田 貴之

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

4 T

4 4 2 5