

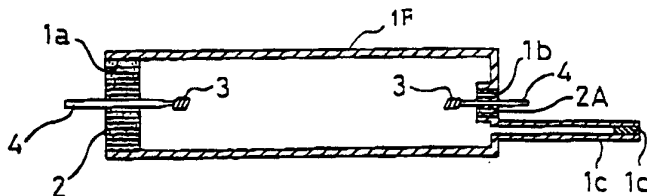


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 H01J 61/36, 9/26	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/01884 (43) 国際公開日 1994年1月20日 (20.01.1994)
(21) 国際出願番号 PCT/JP93/00959 (22) 国際出願日 1993年7月9日 (09. 07. 93) (30) 優先権データ 特願平4/206092 1992年7月9日 (09. 07. 92) JP 特願平4/323676 1992年11月9日 (09. 11. 92) JP 特願平5/28682 1993年1月25日 (25. 01. 93) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 東陶機器株式会社 (TOTO LTD.) [JP/JP] 〒802 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 Fukuoka, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 永山博之 (NAGAYAMA, Hiroyuki) [JP/JP] 〒802 福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 東陶機器株式会社内 Fukuoka, (JP) (74) 代理人 弁理士 下田容一郎, 外 (SHIMODA, Yoichiro et al.) 〒105 東京都港区西新橋1丁目20番10号 西新橋エクセルビル2階 Tokyo, (JP)	(81) 指定国 AT (欧州特許), AU, BB, BE (欧州特許), BF (OAPI特許), BG, BJ (OAPI特許), BR, CA, CF (OAPI特許), CG (OAPI特許), CH (欧州特許), CI (OAPI特許), CM (OAPI特許), CZ, DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FI, FR (欧州特許), GA (OAPI特許), GB (欧州特許), GN (OAPI特許), GR (欧州特許), HU, IE (欧州特許), IT (欧州特許), JP, KR, LK, LU (欧州特許), MC (欧州特許), MG, ML (OAPI特許), MN, MR (OAPI特許), MW, NE (OAPI特許), NL (欧州特許), NO, NZ, PL, PT (欧州特許), RO, RU, SD, SE (欧州特許), SK, SN (OAPI特許), TD (OAPI特許), TG (OAPI特許), UA, US. 添付公開書類 国際調査報告書	

(54) Title : STRUCTURE OF SEALING PART OF ARC TUBE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称 発光管の封止部構造及び製造方法



(57) Abstract

A structure of the sealing part of a discharge lamp, in which an open end of a bulb is sealed with a closing body having a core part constituting an electrode. The composition component of the closing body is the one which has substantially the same thermal expansion coefficient as that of the bulb in the region on the bulb side adjacent to the open end of the bulb, and also, has substantially the same thermal expansion coefficient as that of the core in the region on the core side adjacent to the core part. The component in the intermediate region between the bulb and core sides is adjusted so that it has a thermal expansion coefficient which gradually changes from that of the bulb side region to that of the core side region. The bulb region side and the core region side are separated by the intermediate region to form the independent bulb side region layer and the core side region layer, respectively. The intermediate region is structured with at least one layer having a thermal expansion coefficient gradually changing from that of the bulb side region to that of the core side region. Preferably, the thickness of the layers of the closing body gradually increase from the bulb side region to the core side region.

(57) 要約

電極を構成するコア部を有する閉塞体によってバルブの開口端部を封止した放電灯用発光管の封止部構造であり、前記閉塞体の組成成分は、前記バルブの開口端部に隣接するバルブ側域においては該バルブの熱膨張係数と略々同一とする成分であり、前記コア部に隣接するコア部側域においては該コア部の熱膨張係数と略々同一とする成分であり、前記バルブ側域及びコア部側域の間における中間域における成分は前記バルブ側域の熱膨張係数から前記コア部側域の熱膨張係数へと徐々に変化するように組成割合を調整している。前記バルブ側域及び前記コア部側域は前記中間域によって分離されてそれぞれ独立したバルブ側域層及びコア部側域層を形成しており、該中間域は前記バルブ側域から前記コア部域に亘って前記熱膨張係数が徐々に変化している少なくとも1層以上の層から構成されている。好ましくは、前記閉塞体の複数の層は、前記バルブ側域層から前記コア部域層に向かうにつれて、徐々に厚みを増大するようにする。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT オーストリア	CS チェッコスロヴァキア	KR 大韓民国	PL ポーランド
AU オーストラリア	CZ チェッコ共和国	KZ カザフスタン	PT ポルトガル
BB バルバドス	DE ドイツ	LI リヒテンシュタイン	RO ルーマニア
BE ベルギー	DK デンマーク	LK スリランカ	RU ロシア連邦
BF ブルキナ・ファソ	ES スペイン	LU ルクセンブルグ	SD スーダン
BG ブルガリア	FI フィンランド	LV ラトヴィア	SE スウェーデン
BJ ベナン	FR フランス	MC モナコ	SI スロヴェニア
BR ブラジル	GA ガボン	MG マダガスカル	SK スロヴァキア共和国
BY ベラルーシ	GB イギリス	ML マリ	SN セネガル
CA カナダ	GN ギニア	MN モンゴル	TD チャード
CF 中央アフリカ共和国	GR ギリシャ	MR モーリタニア	TG トーゴ
CG コンゴ	HU ハンガリー	MW マラウイ	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	NE ニジェール	US 米国
CI コート・ジボアール	IT イタリア	NL オランダ	UZ ウズベキスタン共和国
CM カメルーン	JP 日本	NO ノルウェー	VN ヴェトナム
CN 中国	KP 朝鮮民主主義人民共和国	NZ ニュー・ジラード	

発光管の封止部構造及び製造方法

技術分野

本発明は、水銀ランプ、メタルハライドランプ或いはナトリウムランプ等の金属蒸気放電灯用或いは高輝度放電灯用の発光管における封止部構造及び製造方法に関する。

背景技術

熱陰極アーク放電の陽極柱の水銀の励起発光を利用した水銀ランプ、水銀熱陰極アーク放電による熱で金属ハロゲン化物を蒸発させて金属とハロゲンに解離せしめ、金属特有の色を呈する発光を行わせるようにしたメタルハライドランプ、或いはナトリウム蒸気熱陰極アークによるD線（589.0nm, 589.9nm）の黄橙色発光を行わせるようにしたナトリウムランプ等の金属蒸気放電灯が従来から体育館や工場の照明、OHPやカラー液晶プロジェクタ用の光源、自動車用フォグランプ等として使用されている。

15 こうした金属蒸気放電灯のバルブ（発光管本体）の材料としては、当初、石英ガラスが用いられていたが、石英ガラスは耐色性に劣り、熱容量が大きいためランプの立ち上がりが悪く、個々のバルブの寸法のバラツキが大きい等の問題があるので、最近では透光性セラミックにてバルブを作製することが提案されている。

一般に、上記のような放電灯用発光管は、アルミナ等を焼結して作製した透光性セラミックからなる発光管本体と、発光体内部に電極を電極支持材を介して封止・固定するための閉塞体とを備える。そして、この発光管本体の開口端に閉塞体を気密に封着するに当たっては、発光管本体開口端の端面や内面とこれに対向する閉塞体の固着面との間隙にガラス溶ダーを充填し、このガラス溶ダーを局部加熱して溶融し、その後、冷却・固化している。

25 この閉塞体としては、発光管本体或いは電極支持材と、熱膨張係数、金属蒸気やハロゲン蒸気に対する化学的安定性が同じものにすることが一般的である。

尚、ガラス溶ダーによる閉塞体の封着に際しては、始動用希ガスの他に、発光管が用いられる放電灯に応じた放電用金属成分、例えば高圧水銀灯であれば水銀が、メタルハライドランプであれば金属ハロゲン化物等が、発光管本体内に封

入される。

発光管が点灯されると、その温度は大気温から瞬時に上昇し、安定した点灯状態では900℃にも達する。このため、このような著しい熱変化及び内圧変化に起因して、発光管には高い熱応力が発生する。

- 5 一般に熱応力が掛かると、熱膨張率の異なる箇所、発光管にあっては発光管本体と電極支持材との間に介在する閉塞体に熱応力歪が発生し、破壊に到ることがある。具体的には、閉塞体そのものや、その組成の上から透光性セラミック及び閉塞体に比べて耐熱強度が劣るガラス溶剤に亀裂等が生じ、管内の放電金属成分が管外に漏洩してしまう可能性がある。この結果、安定した発光を得る上で
- 10 信頼性に欠けるとともに、ランプ寿命が制約されてしまう。

また、温度及び内圧が上昇した高温高圧の環境下では、放電用金属成分として封入されていた金属ハロゲン化物（例えば TlI_3 、 NaI 等）が遊離してイオンとなり、このイオンによる腐食が進行する。

- 遊離イオンによる侵食は、やはり、その組成の上から透光性セラミック及び閉
- 15 塞体に比べて耐蝕性が劣るガラス溶剤に優先的に発生する。よって、この遊離イオンに対する耐蝕性の上からも、ガラス溶剤に亀裂等が生じ易い。

一方で、バルブに用いられる高純度の透光性アルミナは上述のような封止に用いられるガラス溶剤との濡れ性が悪く、ガラスとバルブとの境界での接着強度が小さくなり、クラックや封入ガスのリークが生じやすい。

- 20 このような不具合を解消するために、従来から種々の技術が提案されている。

- 例えば、特開平1-143132号には、発光管本体に相当するアルミナ外周器の封着箇所にアルミナに近似した熱膨張率のインサート材をロウ付けする技術が提案されている。また、特開昭63-308861号では、閉塞体を中心体とその外側の環状体とで構成し、発光管本体とこの閉塞体（中心体及び環状体）と
- 25 を固相接合する技術が提案されている。特に、特開昭63-308861号にあっては、閉塞体を構成する中心体と環状体の両者において、寸法や組成を特定することが提案されている。尚、寸法を特定することは、特開昭62-213061号にも提案されている。

そして、このような対策をすることで、管内の放電金属成分の漏洩を抑制し、

発光の信頼性の確保やランプ寿命の長期化が図られている。

しかしながら、近年では、より一層の高輝度の発光を得てその付加価値を高めることが求められており、高輝度発光を行なうために発光管温度を従来の温度（900℃）を超える1200℃程度まで高めることが行なわれてきている。

- 5 このような高温度になると、その分熱応力が大きくなるため、上記従来の発光管であっても発光の信頼性の確保や長寿命化を十分図ることはできない。また、閉塞体等の寸法を特定することは、発光管形状、延いては発光管を収納するランプ形状に制約をもたらし、好ましくない。

本発明は、上記問題点を解決するためになされ、信頼性が高く長寿命な発光
10 管を提供するものであり、特にその新規な封止部構造と、その簡便な製造方法とを提供することを目的とする。

発明の開示

かかる目的を達成するために本発明の採用した手段及び手順は、以下の通りである。

- 15 電極を構成するコア部を有する閉塞体によってバルブの開口端部を封止した発光管の封止部構造であって、上記閉塞体の組成成分は、上記バルブの開口端部に隣接するバルブ側域においては該バルブの熱膨張係数と略々同一とする成分であり、上記コア部に隣接するコア部側域においては該コア部の熱膨張係数と略々同一とする成分であり、上記バルブ側域及びコア部側域の間における中間域にお
20 ける成分は上記バルブ側域の熱膨張係数から上記コア部側域の熱膨張係数へと徐々に変化するように組成割合が調整されて構成されている。また、上記バルブ側域及び上記コア部側域は上記中間域によって分離されてそれぞれ独立したバルブ側域層及びコア部側域層を形成しており、該中間域は上記バルブ側域から上記コア部域に互って上記熱膨張係数が徐々に変化している少なくとも1層以上の層から
25 構成されている。

より好ましくは、上記閉塞体の複数の層は、上記バルブ側域層から上記コア部域層に向かうにつれて、徐々に厚みを増大して構成されている。

上記発光管としてのバルブは透光性セラミック、特に高純度アルミナ製であることが好ましく、上記コア部はその主成分をタングステンとすることが好ましい。

また、上記閉塞体は、傾斜機能材料で構成することも可能である。

上述したような発光管の封止部構造を製造するための方法としては、以下の如くである。

電極を構成するコア部を有する閉塞体によって透光性バルブの開口端部を封止
5 して成る発光管の製造方法であって、

(a) 透光性バルブ成分の微粉末とコア部成分の微粉末とを基に、組成割合として、コア部成分より透光性バルブ成分が大きいバルブ成分懸濁液と、透光性バルブ成分よりコア部成分が大きいコア部成分懸濁液と、透光性バルブ成分及びコア部成分の組成割合に関して上記両懸濁液の間にある少なくとも1種以上の中間懸濁
10 液とを調製する懸濁液調製工程と、

(b) 上記バルブ成分懸濁液を用いて上記透光性バルブに隣接させる未焼結のバルブ側域層を形成し、上記コア部成分懸濁液を用いて上記電極を有するコア部に隣接させる未焼結のコア部側域層を形成し、上記バルブ側域層及びコア部側域層の間に上記少なくとも1種以上の中間懸濁液を用いて未焼結の少なくとも1層以
15 上の中間域層を形成して未焼結積層体を形成する工程と、

(c) 上記未焼結積層体を焼結する工程とを含むことをその要旨とする。

特に、上記工程(b)は、

(d) 多孔質体から成る複数の型部材が接合して構成され、内部にキャビティを形成する成形型を用いて、該成形型のキャビティに上記バルブ成分懸濁液を注入
20 し、該懸濁液の溶媒を上記成形型内に浸透させた後、余剰の該懸濁液を排泥して上記キャビティの内周面上に上記バルブ側域層を形成する工程と、

(e) その後に、上記少なくとも1種以上の中間懸濁液及び上記コア部成分懸濁液を、順次、上記バルブ成分懸濁液の場合と同様にして、上記バルブ側域層の内周面上において注入・溶媒の浸透・排泥の処理を繰り返すことによって、成形
25 積層体を形成する工程と、

(f) 上記成形型を構成する各型部材を分離して上記成形積層体を離型する工程とを含んで上記未焼結積層体を形成するようにする。

或いは上記工程(b)としては、コア部成分懸濁液、上記少なくとも1種以上の中間懸濁液及び上記バルブ成分懸濁液を用いて、それぞれのグリーンシートを作

成し、該グリーンシートを、順次、上記コア部の外周面に対して巻き付ける工程を含んでもよい。

上記した発光管、特に透光性セラミック製の発光管の封止部構造において、コア部をタングステン等から成る導電性コア部とし、該発光管本体又はバルブの開口部に気密に固相接合される閉塞体を、その導電性のコア部からバルブに渡って、コア部側域層、少なくとも1層以上の中間域層、及びバルブ側域層として積層して焼結した焼結体とした。しかも、これら各層の組成を、コア部側域層が導電性コア部成分を容積比で例えば少なくとも50%以上であり、バルブ側域層が透光性セラミック成分を容積比で例えば少なくとも80%以上であり、コア部側域層とバルブ側域層との間の各中間域層が、バルブ側域に近づくほど透光性セラミック成分の容積比が該バルブ側域層における容積比に傾斜して近づき、コア部側域の層ほど導電性コア部成分の容積比が該コア部側域層における容積比に傾斜して近づくものとした。

閉塞体における上記各層においては、共通の成分間で焼結により網目構造的に結晶が形成され、一体化される。コア部や発光管本体の開口部との接合は、表面エネルギーの減少に向かう焼結プロセスが適用される。これを助成する意味で、ガラス分などの不純物を微量添加することが多い。

つまり、各層は、導電性コア部成分の粉末を取り囲んで透光性セラミック成分が固溶して結晶化し、隣合う各層同志は、それぞれの層における透光性セラミック成分が各層の接合面で相互に固溶しあって結晶化して固相接合し、一体化される。また、導電性コア部とコア部側域層とは、このコア部側域層における透光性セラミック成分がコア部に接触した状態で結晶化し、その粒界が生成したガラス質で埋められるとともに、導電性コア部成分が該コア部とコア部側域層とに共通に含まれることから、やはり固相接合して一体化される。更に、バルブ側域層と発光管本体（バルブ）とは、このバルブ側域層における透光性セラミック成分が発光管本体に接触した状態で結晶化し、その粒界が生成したガラス相で埋められるとともに、透光性セラミック成分がバルブ側域層と発光管本体とに共通に含まれることから、やはり固相接合して一体化される。

このため、焼結後の閉塞体は、導電性コア部と強固に結合して主電極の封止を

可能とする。更に、焼結後の閉塞体は、バルブ側域層と発光管本体とにおける透光性セラミック成分の粒界でのガラス相形成等を通して、発光管本体の開口部の気密化を可能とする。

加えて、導電性コア部からコア部側域層と中間域層及びバルブ側域層を経て発
5 光管本体に到るまでの熱膨張率の分布は、導電性コア部の熱膨張率から発光管本体の熱膨張率に到るまで傾斜した分布となる。

またこうした発光管の封止部構造の製造方法は、透光性セラミックから形成された発光管本体の開口部に気密に固相接合される閉塞体を焼結して形成するに当たり、例えば、導電性部材から形成したコア部に、未焼結のコア部側域層と未焼
10 結の各中間域層及び未焼結のバルブ側域層を順次積層して未焼結積層体を形成するようにしている。

こうして積層される未焼結のコア部側域層と未焼結の各中間域層及び未焼結のバルブ側域層の各層は、好ましくは、導電性部材成分又はコア部成分の粉末と透光性セラミック成分又はバルブ成分の粉末とを含み導電性部材成分を容積比で少なくとも50%以上に調整されたコア部成分懸濁液と、両成分の粉末を含み透光
15 性セラミック成分を容積比で少なくとも80%以上に調整されたバルブ成分懸濁液と、両成分の粉末を含み透光性セラミック成分を容積比で100%に近似した値となるまで透光性セラミック成分の容積比を増大傾斜させるとともに、導電性部材成分を容積比で100%から減少傾斜させて調整された複数の中間懸濁液と
20 を用いて形成されている。

そして、未焼結のコア部側域層と未焼結の各中間域層及び未焼結のバルブ側域層の各層をコア部の外周に順次積層するに際しては、導電性部材成分の容積比が高い順に積層して未焼結積層体を形成し、その後、この未焼結積層体をコア部に接続された主電極が発光管本体内に位置するよう発光管本体の開口部に配置し焼
25 結する。

よって、焼結後には、各層は、コア部成分の粉末を取り込んで透光性セラミック成分が固溶して結晶化するので、焼結後の閉塞体は、隣合う各層同志における透光性セラミック成分の固溶・結晶化を通して、一体化される。また、焼結後の閉塞体は、コア部側域層中の透光性セラミック成分のコア部に接触した状態にお

ける粒界でのガラス相の形成、及び導電性コア部成分の共存等を通して、コア部と強固に結合して主電極の封止を可能とする。更に、焼結後の閉塞体は、バルブ側域層と発光管本体とにおける透光性セラミック成分の粒界におけるガラス相形成等を通して、発光管本体の開口部の気密化を可能とする。

- 5 加えて、コア部からコア部側域層と中間域層及びバルブ側域層を経て発光管本体に到るまでの熱膨張率の分布を、コア部の熱膨張率から発光管本体（バルブ）の熱膨張率に到るまで傾斜した分布としている。

図面の簡単な説明

図1は本発明の第1実施例に係る発光管の断面図であり、

- 10 図2は上記発光管の本体又はバルブと閉塞体の作製に用いる透光性アルミナにおける粒径分布を表すグラフであり、

図3は上記発光管における閉塞体の製造工程を説明するための工程図であり、

図4は上記閉塞体の斜視図であり、

- 15 図5は上記閉塞体の構造及び組成分布を示した断面図及び組成成分分布図であり、

図6は本発明の第2実施例に係る発光管における閉塞体の製造工程を説明するための工程図であり、

図7は上記閉塞体が未焼結状態である成形体の斜視図であり、

図8は上記閉塞体の製造に用いる合せ型の斜視図であり、

- 20 図9は上記合せ型に補助部材を取付けた場合の斜視図であり、

図10は上記閉塞体の製造工程を説明するための説明図であり、

図11は上記合せ型中に成形された上記閉塞体の断面図であり、

図12は上記閉塞体の各組成成分の分布図であり、

図13は上記未焼結状態の閉塞体に電極が取付けられた場合の断面図であり、

- 25 図14は上記閉塞体が発光管本体（バルブ）に組付けられた場合の断面図であり、

図15は上記第1実施例の一部を変更した場合の発光管の断面図であり、

図16は本発明の第3実施例に係る発光管の断面図であり、

図17は上記発光管に用いられる閉塞体用のスリップの調整工程を示す説明図

であり、

- 図 18 はスリップキャスト工程を示す説明図であり、
図 19 は上記第 3 実施例の一部を変更した場合の発光管の断面図であり、
図 20 は本発明の第 4 実施例に係る発光管の断面図であり、
5 図 21 は上記発光管の製造に用いられる原材料の説明図であり、
図 22 は上記発光管の製造に用いられる各スリップの説明図であり、
図 23 は上記発光管の製造工程を示す工程図であり、
図 24 は本発明の第 5 実施例に係る発光管の断面図であり、
図 25 は上記発光管の製造に用いられる各スリップの説明図であり、
10 図 26 は上記発光管の製造に用いられる筒状パイプの斜視図であり、
図 27 は上記発光管の製造工程を示す工程図であり、
図 28 は本発明の第 6 実施例に係る発光管の断面図であり、
図 29 は上記発光管の閉塞体製造に用いられる各スリップ及び製造工程を示す説明図であり、
15 図 30 は上記発光管の閉塞体製造方法を一部変更した場合の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明にかかる発光管の好適な実施例について、図面に基づき説明する。

- 第 1 実施例の発光管は、図 1 に示すように、筒状の発光管本体（又はバルブ）
1 F と、大径の開口端部である電極保持穴 1 a に固着された閉塞体 2 と、小径の
20 開口端部である電極保持穴 1 b に固着された閉塞体 2 A と、発光管本体 1 F 内に
配置された一対の主電極 3 とを備える。一対の主電極 3 は、タングステンコイル
から作製されており、閉塞体 2，2 A を貫通するタングステン製の支持シャフト
4 を介して支持されている。この閉塞体 2 と閉塞体 2 A とは、その径が異なるに
過ぎず、後述する製造工程を経てそれぞれ作成される。
25 また、電極保持穴 1 b 側の発光管本体端面には、始動用希ガス金属や種々の放
電用物質アマルガムを入れるための導入細管 1 c が設けられており、その開口端
部はアルミナ系のサーメットやニッケル等の金属の封止剤 1 d にて封止されてい
る。

尚、発光管本体 1 F，閉塞体 2 の製造工程を始めとする発光管 1 の製造工程や、

支持シャフト4を介した主電極3の支持等については、順次説明する。

先ず、発光管本体及び閉塞体の原料となるアルミナ微粉末の合成について説明する。

このアルミナ微粉末を合成するには、熱分解すると純度99.98mol%以上5のアルミナになるアルミニウム塩を、その出発原料として用意する。

このような高純度のアルミナ合成用のアルミニウム塩としては、アンモニウムミョウバン、或いはアルミニウム・アンモニウム・カーボナイト・ハイドロオキサイト ($\text{NH}_4\text{AlCO}_3(\text{OH})_2$) 等を例示することができる。

こうして用意したアルミニウム塩を坪量し、蒸留水及び分散剤を用いて一旦懸濁水溶液とし、これを噴霧乾燥法により乾燥させる。その後、熱分解してアルミナ単独の微粉末を得る。ここで、熱分解を行なうに当たっては、大気中で900～1200℃、例えば、1050℃で2時間処理する。つまり、この噴霧乾燥及び熱分解を経ることにより、平均粒径が0.2～0.3μmで、純度が99.99mol%以上のアルミナ微粉末が合成され、アルミナ微粉末の用意が完了する。15尚、合成されたアルミナ微粉末は、上記粒径のアルミナ微粉末が凝集してこの粒径より大きな2次凝集体として得られる。

一方で、アルミナ以外の閉塞体の原材料として、純度99mol%以上で平均粒径が約0.5μmのタングステン微粉末を用意する。

これらの原材料から、発光管本体1F、閉塞体2をそれぞれ作製する。

20 発光管本体1Fは、次のようにして作製される。

まず、上記のように合成したアルミナ微粉末(2次凝集体)に、アクリル系熱可塑性樹脂を主体とした有機バインダーを配合し、これを有機溶媒(アルコール、ベンゼン等)を使ってプラスチック(ナイロン)ボールミルにて約24時間に亘って湿式混合し、有機バインダーとアルミナ微粉末を十分に濡らす。更に、蒸留乾燥して溶媒を取り除き、所望粘度(50,000～150,000cps)のコンパウンドを混練調製する。25

尚、上記有機バインダーは、アクリル系熱可塑性樹脂とパラフィンワックスとアタクティックポリプロピレンとの混合物である。そして、アルミナ微粉末100gに対するこれら有機バインダーの配合量は、総量で25gである。

上記有機バインダーにおける各成分は、次のように配合されており、各成分の合計が上記有機バインダーの総量（25 g）となる。

- | | | |
|---|----------------|----------------------|
| | アクリル系熱可塑性樹脂 | 20～23 g（好ましくは21.5 g） |
| | パラフィンワックス | 3 g以下（好ましくは2.0 g） |
| 5 | アタクティックポリプロピレン | 2 g以下（好ましくは1.5 g） |

尚、コンパウンドの調製時の蒸留乾燥に当たっては、130℃で24時間蒸留乾燥させ、その後、アルミナ製のロールミルを用いて加熱混練（130℃）を行なって所望粘度のコンパウンドを得る。

- その後、図示しない金型装置を用いて射出成形することにより、図1に示した
- 10 形状の成形体を形成する。こうして形成した成形体を、窒素雰囲気中で、アクリル系熱可塑性樹脂等の有機バインダーが熱分解して完全に炭化する温度まで加熱し、成形体を脱脂する。この初期熱処理における具体的な加熱上限温度は、使用する熱処理炉の能力や有機バインダーの熱分解温度に応じて決定すればよく、本実施例では室温（20℃）から450℃まで72時間かけて昇温した。その他の
- 15 処理条件は以下の通りである。尚、450℃までの昇温の間は、一定圧力を維持した。

処理圧力 1～8 kg/cm²（最適圧力8 kg/cm²）

20℃から450℃まで昇温させる時間 72時間以下

- つまり、初期熱処理を行なうことによって、コンパウンド調製時に配合された
- 20 アクリル系熱可塑性樹脂、パラフィンワックス、アタクティックポリプロピレン等の有機バインダーを熱分解して炭化させ、成形体を脱脂する。

ついで、大気中で以下の条件に従った後段熱処理を施し、成形体（脱脂体）を焼結し、焼結体を得る。この際、100℃/時間で昇温した。

処理温度 1200～1300℃（最適温度1235℃）

- 25 上記処理温度での保持時間 0～4時間（最適時間2時間）

この後段熱処理時の焼結を1200～1300℃の温度範囲で行なうようにしたのは、焼結後の密度を理論密度に対して95%以上として後工程の熱間静水圧プレスがかかるようにするとともに、焼結体における粗大結晶の形成を回避するためである。つまり、上記焼結を1200℃以下で行なうと、焼結後の密度が理

論密度に対して95%を下回り熱間静水圧プレスがかからず、1300℃以上では焼結体における粗大結晶の形成頻度が増し強度上不利となるからである。

上記初期熱処理及び後段熱処理を施して脱脂後に焼結することにより、その体積収縮は焼結前の成形体の82.5%となり、焼結後の充填率はほぼ100%

- 5 (嵩密度3.976)となる。また、この後段熱処理の完了までに、上記初期熱処理時に変成した炭化物は焼結体から完全に燃焼除去される。

その後、この焼結体に、アルゴン雰囲気中、或いは20vol%以下の酸素を含有するアルゴン雰囲気中で次の条件に基づく熱間静水圧プレスを施す。この際、200℃/時間で昇温した。こうして、焼結体に透光性が発現する。

- 10 処理温度 1200～1250℃(最適温度1230℃)
処理圧力 1000～2000 atm(最適圧力1000 atm)
処理時間 1～4時間(最適処理2時間)

- ここで、熱間静水圧プレスを上記温度範囲と圧力範囲で行なうようにしたのは、
所望する高い透光性を得るとともに機械的強度を改善し、熱間静水圧プレスをか
15 けている最中の破損を回避するためである。つまり、熱間静水圧プレスを1200℃未満或いは1000atm 未満で行なうと透光性が発現するものの、低い透光性しか得られなかったり、逆に1250℃を超えると異常粒成長を促進させて機械的強度や透光性の低下を招き、2000atm を超えると焼結体中に存在するボアや傷などが極めて微細であっても傷等が存在する箇所に応力集中が起こりクラ
20 ックが発生したりするからである。

引き続き、図示しないダイヤモンド研削砥石によって焼結体の端面に研削研磨を施してエッジを取り除き、アルミナからなる透光性の発光管本体1Fができあがる。つまり、図1に示すように、その両端に電極保持穴1a, 1bを備えた発光管本体1Fが作製される。

- 25 こうして得られた発光管本体1Fの内外表面を、0.5μmの粒径のダイヤモンド砥粒を付着させたブラシにて、肉厚が0.2mm以下となるよう研削研磨する。この表面研磨により、発光管表面の凹凸等が除去されて表面における光の散乱が回避され、直線透過率が改善される。

この発光管本体1Fは、発光領域の内径dが約4.0mmであり、肉厚が約0.

3mmであり、またその全長が約40mmであり、次のような物性を備える。尚、透過型電子顕微鏡（TEM）による組織観察の結果、光の散乱源となる粒界相や結晶粒子内部の空隙並びに格子欠陥等の存在は認められなかった。また、小径の電極保持穴1bの直径は約1mm以下である。

- 5 可視光（波長380～760nm）に対する直線透過率：70%以上
 500nmの波長の光に対する直線透過率：82%（肉厚：0.5mm）
 結晶粒子の平均粒径：約0.7μm（最大粒径約1.4μm）
 機械的強度（JIS R1601）
 曲げ強度 St
 10 （室温）＝98kg/cm²
 （900℃）＝81kg/cm²
 ワイブル係数
 （室温）＝9.3
 （900℃）＝8.1
- 15 粒径や強度の測定には、上記本実施例の発光管本体1Fの代替え品として別途作製した試料（形状、厚み等についてはJIS R1601に準ずる）を用いた。尚、試料の作製に当たっては、上記した工程における諸条件に従った。
 粒径の算出は、形状、厚み等がJIS R1601に準ずるよう別途作製した上記試料の表面をダイヤモンド砥粒にてラップし、更に溶融した水酸化カリウム
 20 で粒界エッチングを施した後、走査型電子顕微鏡により試料表面を観察し、結晶粒子の輪郭を画像解析することにより行なった。尚、画像解析に当たっては、結晶粒子を球体や多角形体として仮定して、その直径や頂点間距離の最大値を粒径算出に用いた。結晶粒子を球体と仮定して算出した粒径の分布図を図2に示す。
 直線透過率の測定については、別途作製した上記試料を0.5mm厚とし両面を
 25 ラップ仕上げした後、ダブルビーム分光光度計により求めた。

こうして完成した透光性アルミナからなる発光管本体1Fは、アルミナをMgO等の焼結助剤とともに焼結して結晶粒子を粗大化させた一般的な透光性セラミックスに比べて、微小な結晶粒径を備えるといえる（図2参照）。

このようにして高純度アルミナから作製された発光管本体1Fが、上記一般的

な透光性セラミックとは異なる微小結晶粒径を備えながら透光性を有する根拠は、次のように考えられる。

まず第1に、不純物として混入したMgO等の酸化物が、アルミナ粉末中にごく僅か（トータルで最大0.01mol%以下）しか含まれていないので、不純物5はアルミナに総て固溶し、粒界相をほとんど形成しない。このため、一般の透光性アルミナでは光の散乱因子として作用していた粒界相による影響が排除されて、可視光に対する直線透過率の向上をもたらすと考えられる。

更に、以下のように推察される。

結晶粒子及び結晶子の断面がいずれも円形であると仮定すると、直径dの結晶10子がn個集まって直径Dの結晶粒子を構成する場合、次の関係式①が成り立つ。

$$\textcircled{1} \quad n = (D/d)^2$$

この関係式から算出されるnの値は、1個の結晶粒子の断面に含まれる結晶子界面に換算できる。

高純度のアルミナから得られた種々の透光性アルミナ（平均粒径：0.72, 15 0.85, 0.99, 1.16, 1.35, 1.52 μm ）についての格子定数をX線回折装置を用いて求め、結晶子の直径dと回折線の幅とを関係づけるScherrerの式に従い(012)の回折ピークから上記各平均粒径の透光性アルミナの結晶子の直径dを算出したところ、結晶子の直径dは結晶粒子の大きさに左右されることなく一定であった。尚、Scherrerの式は、「P. Galliezot, "Catalysis, Science and Technology, vol. 5 p221, Springer-Verlag (1984)"」や「P. Scherrer, "Gottlinger Nachrichten, 2, 98 (1918)"」に紹介されている。

従って、上記関係式①から、結晶粒子の直径D（平均粒径）が小さくなるほど25 1個の結晶粒子中における結晶子界面は少ないといえる。

一般に、光がセラミックのような多結晶体に入射された場合、その散乱は屈折率の不連続な面、即ち原子配列の不連続な部分で起こると考えられている。結晶粒子中の結晶子界面は、この原子配列の不連続な部分にほかならないので、光の散乱を引き起こす。このため、結晶粒子中における結晶子界面が少なければ少な

いほど、即ち結晶粒子の直径Dが小さいほど、光の散乱因子である結晶子界面による影響が小さくなり、可視光に対する直線透過率の向上をもたらすと考えられる。

次に、閉塞体2，2Aは、次のようにして作製される。この閉塞体の製造工程5を図3の工程図を用いて説明する。

先ず、上記のように合成したアルミナ微粉末（2次凝集体）及びタングステン微粉末の懸濁に使用するためのビヒクルを、表1に記す各種有機物から調製する（工程1）。ビヒクルの調製に当たっては、各種有機物を秤量し、これをミキサーで均一に混合した。

10

表 1

15

成 分	容積比
α -チルピネオール	50
酢酸ブチルカルビトール	20
エチルセルロース	3
ポリビニルブチラール	7
エタノール	10

20

そして、上記アルミナ微粉末、調製ビヒクル、有機溶媒（ジフタル酸ブチル）及び分散剤（カルボン酸アンモニウム）とを表2に記す容積比で調合し、これを3本ロールによって混練してアルミナスラリーを調製する（工程2）。

表 2

25

成 分	容積比
アルミナ微粉末	64
ビヒクル	32
ジフタル酸ブチル	3.5
カルボン酸アンモニウム	0.5

また、上記タングステン微粉末、調製ビヒクル、有機溶媒（ジフタル酸ブチル）及び分散剤（カルボン酸アンモニウム）とを表3に記す容積比で調合し、これを

3本ロールによって混練してタングステンスラリーを調製する（工程2）。

表 3

成 分	容積比
タングステン微粉末	8 2
ビヒクル	1 5
ジフタル酸ブチル	2 . 6
カルボン酸アンモニウム	0 . 4

次に、表2に記す容積比で調合・調製されたアルミナスラリーと、表3に記す容積比で調合・調製されたタングステンスラリーとを用いて、タングステンとアルミナの容積比（タングステン／アルミナ）が表4に記す容積比となる8種類のタングステン・アルミナ混合スラリーを調製する（工程3）。

表 4

スラリー区分	容積比（タングステン／アルミナ）
第1層スラリー	8 0 / 2 0
第2層スラリー	6 0 / 4 0
第3層スラリー	4 0 / 6 0
第4層スラリー	3 0 / 7 0
第5層スラリー	2 0 / 8 0
第6層スラリー	1 0 / 9 0
第7層スラリー	5 / 9 5
第8層スラリー	3 / 9 7

こうして調製した各混合スラリーを、アルミナ及びタングステンが均一に分散するよう十分に混合し、その後、各混合スラリーから気泡を除去する（工程4）。
 具体的には、各混合スラリーを真空デシケータ内の樹脂容器に入れ、樹脂容器内のスラリーをマグネットスターラ等を用いて攪拌しつつデシケータ内の空気を真空ポンプにて数十分間（例えば約20分間）吸引する。この真空脱泡を行なう間に一部の有機溶媒を揮発させて、スラリー粘度30,000 c Pとした。

次に、閉塞体のコア部としての、主電極3を支持したタングステン製の支持シャフト4の外周に、表4に示す各混合スラリーを、タングステンの容積比が高いものから、即ち第1層スラリーから順に第8層スラリーまで同心円状に所定の厚さで着肉・積層して（工程5）、図4に示すように、支持シャフト4の外周に、

5 閉塞体2，2Aの前駆体である積層体20を形成する。支持シャフト4の外周への第1層スラリーから順に第8層スラリーまでの着肉・積層は、各層のスラリーの塗布及び乾燥を第1層スラリーから順に行なうことでなされる。

こうして、閉塞体のコア部に隣接するコア部側域には第1層スラリーからなる最内周層が、閉塞体の中間域には第2層スラリー～第7層スラリーからなる複数

10 の中間層が、そして、閉塞体のバルブ開口端部に隣接するバルブ側域には、第8層スラリーからなる最外周層がそれぞれ形成される。

この積層体20における組成の分布は、その断面図と各層スラリーにおけるタングステン及びアルミナ容積比との関係を示した図5（a），（b），（c）から明らかのように、支持シャフト4から外側に行くほど、図5（c）に示す如く

15 アルミナの容積比が100%近くまで増大傾斜し、図5（b）に示す如くタングステンの容積比が80%から減少傾斜した分布となる。

次に、積層体20に、含湿水素還元雰囲気下で、600℃×10時間の加熱処理を施して、積層体20を脱脂する（工程6）。つまり、この加熱処理を行なうことによって、スラリー調製時に配合されたビヒクル成分における有機物や有機

20 溶媒を熱分解して炭化させ、形成体を脱脂する。

続いて、脱脂後の積層体20に真空雰囲気下で1800℃×2時間の後段熱処理を施して、積層体20（脱脂体）を焼結し（工程7）、その焼結体である閉塞体2，2Aを得る。尚、この後段熱処理の完了までに、上記初期熱処理時に変成した炭化物は焼結体から完全に燃焼除去される。

25 閉塞体2，2Aにおける上記各層においては、共通の成分間で焼結により網目構造的に結晶が形成され、一体化される。支持シャフト4や発光管本体1Fの電極保持穴1a，1bとの接合は、表面エネルギーの減少に向かう焼結プロセスが適用される。これを助成する意味で、ガラス分などの不純物を微量添加することが多い。

つまり、この焼結の過程で、積層体20の各層は、タングステンの粉末を取り
囲んでアルミナが固溶して結晶化し、隣合う各層同志は、それぞれの層における
アルミナが各層の接合面で相互に固溶しあって結晶化して固相接合し、一体化さ
れる。また、支持シャフト4と第1層スラリーからなる最内周層とは、この最内
5 周層におけるアルミナが支持シャフト4に接触した状態で結晶化し、その粒界に
ガラス質を形成するとともに、タングステンが支持シャフト4と最内周層とに共
通に含まれることから、やはり固相接合して一体化される。この結果、焼結後に
得られる閉塞体2, 2Aは、主電極3を支持した支持シャフト4と強固に結合し
て、支持シャフト4即ち主電極3を発光管本体1F内に気密に封止・固着する。

- 10 更に、支持シャフト4から最内周層と多層の中間層を経て最外周層に到るまで
の熱膨張率の分布は、その組成分布に基づき、支持シャフト4の熱膨張率（タン
グステンの熱膨張率）から発光管本体（バルブ）1Fの熱膨張率（アルミナの熱
膨張率）と近似した熱膨張率に到るまで傾斜した分布となる。

こうして支持シャフト4を封止・固着した後は、図1に示すように、発光管本
15 体1Fの電極保持穴1a, 1bに嵌合するよう閉塞体2, 2Aの最外周層の外周
に切削又は研削加工を施して（工程8）、閉塞体が完成しその製造工程は総て完
了する。

次に、完成した閉塞体2, 2Aの発光管本体1Fへの組み付け及び発光管1の
作製について説明する。

- 20 まず、図1に示すように、この発光管本体1Fの電極保持穴1bに、焼結・外
周加工を経た閉塞体2A（図4, 図5のものと同様）を嵌合させ、発光管本体1
Fの電極保持穴1bにおける内周面と閉塞体2Aの外周面とを接触させる。その
後、この接触範囲に亘って、赤外線或いは高出力レーザを局部的に照射して集中
加熱する。

- 25 この局部的な集中加熱により、閉塞体2Aの第8層スラリーからなる最外周層
中のアルミナと発光管本体1F中のアルミナとが焼結して結晶化するとともに、
その接合面において粒界がスピネル、ガーネット等の構造を主体とするガラス相
により埋められるため、閉塞体2Aと発光管本体1Fとが固相接合する。この結
果、最外周層と発光管本体1Fとにおけるアルミナの粒界でのガラス相形成等を

通して、閉塞体 2 A と発光管本体 1 F とは気密に固着される。

同様に、発光管本体 1 F の電極保持穴 1 a に焼結・外周加工を経た閉塞体 2 (図 4, 図 5 参照) を嵌合させ、その接触範囲を赤外線或いは高出力レーザによる局部的に集中加熱する。こうして、閉塞体 2 と発光管本体 1 F とが固相接合し 5 て気密に固着され、始動用希ガス金属及び放電用物質の封入に備える。

次いで、両端が封止された発光管本体 1 F 内に、所定の始動用希ガス金属及び所望の色で発光する放電用物質 (S n 系, N a - T l - I n 系, S e - N a 系, D y - T l 系合金又は各金属のハロゲン化物) のアマルガムを、導入細管 1 c を介して封入し、封止剤 1 d にて封止する。

10 閉塞体 2, 2 A と発光管本体 1 F とが従来のように溶ダーガラス等を用いない固相接合であることから、封入成分の漏洩は確実に回避される。

このように主電極を取り付けた状態の発光管本体 1 F は、一般に、メタルハライドランプ等の高圧放電灯の外管内に組み込まれて使用される。

次に、上記第 1 実施例の閉塞体 2 の最内周層におけるタングステン容積比或いは最外周層におけるアルミナ容積比を本発明範囲内の種々の値とした発光管 (発 15 明品) と、これら容積比が本発明範囲外である発光管 (比較品) と、アルミナ製の閉塞体を発光管本体にアルミナ系のサーメットで固着した発光管 (従来品) とについて比較する。その比較結果を表 5 及び表 6 に示す。尚、各発光管とも、発光管本体 1 F は本実施例の発光管のものと同一である。また、最内周層と最外周 20 層及びその間の各中間層を合わせた層数は表中に示すように種々の値とし、最内周層から各中間層を経て最外周層に到るまでのアルミナ及びタングステンの容積比は、それぞれ増大傾斜・減少傾斜した分布となるようにした。

これらの発光管の耐久性の評価項目として、5 時間の点灯期間と 0.5 時間の消灯期間とを繰り返して熱応力を掛けた場合における点灯期間の累積 (点灯寿命) 25 を採用した。この場合、放電用物質として H g - T l I₃ (0.11 g) を封入し一対の主電極 3 に 100 V の電圧 (100 W) を印加して点灯させた。また、封入物質が漏洩すれば、安定していた点灯状態が著しく不安定になるので、このような不安定な点灯状態となった時点で点灯期間の累積を中止した。

5

試料 No.	区 分	タングステン／アルミナ容積比		層 数	点灯寿命
		最内周層	最外周層		
1	発明品	55／45	3／97	7	3500
2	発明品	65／35	3／97	8	4300
3	発明品	75／25	3／97	9	5200
4	発明品	85／15	3／97	10	8000
5	比較品	35／65	3／97	4	*1
6	比較品	45／55	35／65	3	3000
7	従来品	———	———	———	3000

10

*1…導通不良につき測定不能

同様に、放電用物質としてHg-TlI-NaI-InI₃ (0.13g) を封入した場合についても、上記比較試験を行なった。その結果を表6に示す。

表 6

15

試料 No.	区 分	タングステン／アルミナ容積比		層 数	点灯寿命
		最内周層	最外周層		
1	発明品	55／45	3／97	7	3400
2	発明品	65／35	3／97	8	3800
3	発明品	75／25	3／97	9	4300
4	発明品	85／15	3／97	10	5000
5	比較品	35／65	3／97	4	*2
6	比較品	45／55	35／65	3	3000
7	従来品	———	———	———	3000

20

25

*2…導通不良につき測定不能

上記試験結果から、本発明にかかる実施例の発光管であれば、点灯・消灯を繰り返した場合であっても、極めて高い耐久性を得ることができる。つまり、本実施例の発光管によれば、その熱膨張率が支持シャフト4及び発光管本体1Fに近

づくにつれて主電極3を先端に有する支持シャフト4又は発光管本体1Fの熱膨張率に傾斜した閉塞体2, 2Aを固相接合したので、耐熱応力性を向上させることができる。この結果、耐熱応力性に優れたことに起因して、発光の信頼性を高めて長寿命とすることができる。また、このような発光管を、容易に提供することが5 5 できる。

尚、放電用物質としてHg-TlI₃ (0.11g)を封入した場合における発明品の発光管の輝度は、183,000ntであった。また、Hg-TlI-NaI-InI₃ (0.13g)を封入した場合であっては、240,000ntの輝度であった。

10 また、本実施例の発光管本体1Fは、平均粒径が約0.7μmで最大粒径が約1.4μmの微細な結晶粒子からなる透光性アルミナであるとともに、粒界相を形成しないので、常温から放電時温度に亘っての機械的強度（曲げ強度、ワイブル係数）が、MgO等の焼結助剤とともに焼結して結晶粒子を粗大化させた一般的な透光性セラミックの発光管よりも向上する。この結果、本実施例の発光管本15 体1Fを用いた発光管によれば、上記した長寿命化に加えて薄肉化を図ることができる。そして、薄肉化すれば、発光管自体の熱容量が減少するため発光管が速やかに所定温度まで昇温するので、放電用金属成分が蒸発して飽和蒸気圧となって点灯が安定するまでの始動時間の短縮化を図ることができる。

更に、粒界相を形成しないとともに、光の散乱因子となる結晶粒子内部の結晶20 子界面を微小粒径に基づいて少なくしたことに起因して、光が発光管本体1Fの壁面を透過する間における光の散乱を抑制し、380~760nmの波長の光（可視光）に対する70%以上の高い直線透過率（500nmの波長の光に対する直線透過率：82%、厚さ：0.5mm）を備える。このため、この発光管本体1Fを用いた発光管1の高圧放電灯における輝度が向上する。

25 加えて、従来のように粒界相が存在しないので、放電用金属蒸気成分（イオン）による粒界への侵食が抑制されて、発光管外への放電用金属蒸気成分の漏洩が薄肉であっても阻止される。つまり、薄肉であっても、発光管壁面からの放電用金属蒸気成分の漏洩が阻止されるので、より高輝度放電灯の長寿命化を図ることができる。しかも、本実施例の発光管1は、電極保持穴1bを小径にすることによ

り、封止剤の使用量を減らして放電用金属蒸気成分（イオン）によるこの封止剤の侵食抑制したので、放電用金属蒸気成分の漏洩をより確実に回避することができる。

次に、本発明の第2実施例について説明する。この第2実施例では、上記した
5 第1実施例の発光管における閉塞体の製造工程及び構造が異なる。よって、この点について詳述する。なお、その説明に際しては、上記第1実施例における部材の符号に添え文字符号 a を付して行う。

この第2実施例における閉塞体 2 a（図 1 4 参照）の原料も、アルミニウム塩の懸濁水溶液の噴霧乾燥及びその後の熱分解を経て合成された上述の高純度アル
10 ミナ微粉末と、高純度タングステン微粉末である。

先ず、この第2実施例における閉塞体 2 a の製造工程について、図 6 の工程図を用いて説明する。

図 6 に示すように、アルミナ微粉末とタングステン微粉末とから、タングステンとアルミナの容積比（タングステン／アルミナ）が下記数値となる 1 1 種類の
15 スラリーを調製する（工程 1）。

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 第 1 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝1 0 0／0 |
| 第 2 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 9 0／1 0 |
| 第 3 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 8 0／2 0 |
| 第 4 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 7 0／3 0 |
| 20 第 5 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 6 0／4 0 |
| 第 6 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 5 0／5 0 |
| 第 7 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 4 0／6 0 |
| 第 8 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 3 0／7 0 |
| 第 9 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 2 0／8 0 |
| 25 第 1 0 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 1 0／9 0 |
| 第 1 1 のスラリー： | タングステン／アルミナ＝ 0／1 0 0 |

上記各スラリーの調製は次のようにして行なう。先ず、アルミナ微粉末及びタングステン微粉末をその容積比が上記各数値となるよう秤量し、秤量した各粉末にカルボン酸アンモニウム系分散剤を蒸留水とともに配合する。そして、これを

セラミック（アルミナ）ボールミルにて約24時間に亘って湿式混合して過剰の凝集をほぐしつつ、アルミナ及びタングステンの微粉末が上記溶媒中に均一に存在させる。

- 尚、各スラリー中の微粉末に対するカルボン酸アンモニウム系分散剤の配合比5（容積比）は、各スラリー中の微粉末総量100gに対して、2gである。

次に、調製した各スラリーから気泡を除去する（工程2）。具体的には、ボールミルから取り出したスラリーを真空デシケータ内の樹脂容器に入れ、樹脂容器内のスラリーをマグネットスター等を用いて攪拌しつつデシケータ内の空気を真空ポンプにて数十分間（例えば約20分間）吸引する。

- 10 その後、以下の工程を経て図7に示す所望の成形体20aを、図8（a）に示す合わせ型10を用いて成形する。尚、図7や後述の図10等における成形体20a、閉塞体2aは、その描画の都合上、縦横の比率は1：1ではない。

この合わせ型10は、石膏等の多孔質無機材料或いは石膏と同程度の機能を有する細孔を具備する多孔質樹脂から形成された左右対象の型11a、11bを、

- 15 図8（a）に示すように接合して構成され、型11a、11bの接合面にスラリー注入空間13を形成する。

- 各型11a、11bは、図8（b）に示すように、その接合面15a、15bに、型下端側で湾曲した溝（キャビティ）13a、13bを備える。この溝13a、13bは、先端に球状切り歯を備えるエンドミルにて、接合面15a、15bに切削されている。なお、溝13a、13bを、当初から接合面15a、15bに造型することもできる。

次に、この合わせ型10のスラリー注入空間13内への気泡除去後のスラリーの注入・成形を、アルミナ含有量が高い方のスラリーから、即ち第11のスラリーから第1のスラリーまで順次行なう（工程3）。以下、具体的に説明する。

- 25 まず、図9に示すように、合わせ型10の上面に円筒体17を設置し、この円筒体17に第11のスラリーを注入する。尚、円筒体17には、スラリー注入空間13の容積以上のスラリーが注入される。また、円筒体17下面と合わせ型10の上面とは、円筒体17下端に粘土19を管状に配置することにより、シールされている。粘土に替えてゴムを用いてもよい。

こうしてスラリー注入空間13内に第11のスラリーが注入された状態で所定時間放置し、この間に第11のスラリーにおける溶媒成分（ここでは、蒸留水）を多孔質の各型11a, 11bの孔に毛細管現象により吸引させ型内に吸引させる。このため、スラリー注入空間13の壁面には、図10(a), (b)に示す
5 ように、カルボン酸アンモニウム系分散剤によって結合された粉末（第11のスラリーにあってはアルミナ粉末）が壁面の表面に沿って均等に着肉され、薄肉層11Sが形成される。

このスラリー注入後の放置時間は、上記薄肉層11Sの厚さを決定する。このため、形成された薄肉層11Sの厚さが所定の値になるよう、上記放置時間が予
10 め実験等により定められている。また、この放置時間及びスラリー注入空間13の設定に当たっては、焼結時の体積収縮等も見込んで決定される。本実施例における放置時間は、薄肉層11Sの厚さが所定のものとなるよう適宜調整した。

尚、放置する間に亘って各型外側を負圧に維持し、スラリー中の溶媒成分を型外に強制的に吸引するような構成にしてもよい。このようにすれば、放置時間を
15 短縮することや、スラリー内の気泡を型に通して直接除去したり、吸引を強くすることにより充填率を更に上げることができる。

そして、所定時間放置後に、円筒体17内部及び薄肉層11Sの内側に残存する第11のスラリーを排泥し、次に、第10のスラリーについて、上記と同様にスラリーの注入、所定時間の放置及び排泥を行ない、これを第1のスラリーまで
20 実施する。こうして、第11のスラリーから第1のスラリーまでスラリーの注入、所定時間の放置及び排泥が繰り返されると、図11に示すように、それぞれのスラリーにおける粉末（アルミナ単独の粉末、アルミナ・タングステン混合粉末、タングステン単独の粉末）が積層状に均等に着肉され、スラリー注入空間13壁面側から薄肉層11S、10S、9S・・・1Sが形成される。よって、閉塞体
25 2aの前駆体である各薄肉層からなる成形体20aが形成される。

この成形体20aにおける組成の分布は、各薄肉層におけるタングステン及びアルミナ容積比との関係を示した図12から明らかなように、中心層としての薄肉層1Sから外側の薄肉層に行くほど、図12(b)の如くアルミナの容積比が0%から100%まで増大傾斜し、図12(a)の如くタングステンの容積比が

- 100%から0%まで減少傾斜した分布となる。つまり、成形体20aにおける薄肉層2Sが、上記した実施例の積層体20の最内周層（又はコア部側域層）に相当し、薄肉層11Sが積層体20の最外周層（又はバルブ側域層）に相当し、薄肉層3S～10Sが積層体20における各中間層（又は中間域層）に相当する。
- 5 よって、薄肉層2S～10Sは中心層1Sを中心として該中心層1Sを覆うように積層された積層体となっている。

こうして各スラリーについて注入、所定時間の放置及び排泥が完了すると、合わせ型10を分割して図7に示す形状の成形体20aを離型し、この成形体20aから溶媒が完全に抜けるまで乾燥させる（工程4）。

- 10 その後、この成形体20aに、含湿水素還元雰囲気下で、600℃×10時間の加熱処理を施して、成形体20aを脱脂し仮焼する（工程5）。つまり、この加熱処理を行なうことによって、スラリー調製時に配合された分散剤が熱分解されて成形体20aは脱脂される。

- 次いで、仮焼後の成形体20aの両端に、図13に示すように、支持体保持穴
- 15 21a, 21bを設け、中心層1Sの先端に設けられた支持体保持穴21aに主電極3を支持する支持シャフト4を嵌合し、支持体保持穴21bにタングステン製のシャフト5を嵌合して、主電極3をセットする。（工程6）

- 続いて、主電極3のセット後の成形体20aに真空雰囲気下で1500℃×2時間の後段熱処理を施して、成形体20aを焼結し（工程7）、その焼結体である
- 20 閉塞体2aを得る。なお、この後段熱処理の完了までに、脱脂時に変成した炭化物は焼結体から完全に燃焼除去される。

- この焼結の過程で、成形体20aの各薄肉層は、上記実施例における積層体20の場合と同様に、固相接合して一体化される。また、支持シャフト4及びシャフト5と薄肉層1Sとは、焼結による体積収縮やタングステンの共存等により固
- 25 相接合して一体化される。この結果、焼結後に得られる閉塞体2aは、主電極3を支持した支持シャフト4及びシャフト5と強固に結合して、支持シャフト4即ち主電極3を気密に封止・固着する。こうして閉塞体2aが完成し、その製造工程は総て完了する。

尚、焼結して得られる閉塞体2aの外径は、焼結時の体積収縮等を見込んだス

ラリー注入空間13の径により定まる。よって、外周加工を行なわなくてもよい。

更に、支持シャフト4から薄肉層2Sないし薄肉層9Sを経て薄肉層10Sに到るまでの熱膨張率の分布は、その粗成分布に基づき、支持シャフト4の熱膨張率（タングステンの熱膨張率）から発光管本体1Fの熱膨張率（アルミナの熱膨張率）に到るまで傾斜した分布となる。

完成した閉塞体2aは、図14に示すようにして発光管本体1Fの電極保持穴1aに嵌合して組み付けられ、発光管本体1Fの接触範囲に亘って赤外線或いは高出力レーザが局部的に照射され集中加熱される。

この局部的な集中加熱により、閉塞体2aの薄肉層10S中のアルミナと発光管本体1F中のアルミナとが、その接合面において粒界にガラス相を形成するため、閉塞体2aと発光管本体1Fとが固相接合する。この結果、閉塞体2aと発光管本体1Fとは、気密に固着され始動用希ガス金属及び放電用物質を封入する。こうして、図14に示す発光管が完成する。

閉塞体2aを用いた発光管についても、点灯・消灯を繰り返した場合における点灯寿命を測定したところ、閉塞体2を用いた発光管と同様に、極めて高い耐久性を得ることができた。つまり、閉塞体2aを用いた発光管であっても、その熱膨張率が主電極3を有する支持シャフト4及び発光管本体1Fに近づくにつれて支持シャフト4又は発光管本体1Fの熱膨張率に傾斜した閉塞体2aに基づいて、耐熱応力性を向上させることができる。この結果、耐熱応力性に優れたことに起因して、発光の信頼性を高めて長寿命とすることができる。また、このような発光管を、容易に提供することができる。

更に、閉塞体2aを用いた発光管によれば、次のような効果を奏することができる。

発光管本体1F内に配置される主電極3を支持するに当たって、発光管本体1F内に露出した薄肉層11Sを、アルミナ容積比が100%としたので、即ち絶縁体としたので、この主電極3からのバックアークの発生を回避することができる。この結果、より安定した点灯状態を得ることができる。

また、放電に不可欠な主電極3と外部端子となるシャフト5とを、タングステン容積比が100%の薄肉層（中心層）1Sにより共通して気密に封止したので、

支障無く主電極3に所定の電圧を印加することができる。

加えて、各スラリーの注入により薄肉層を成形するので、各薄肉層の肉厚を均一化させて、各層に亘る組成分布及び熱膨張率の傾斜を確実に確保することができる。

- 5 以上、本発明の2つの実施例について説明したが、本発明はこの様な実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

発光管本体1F及び閉塞体2、閉塞体2aの原料として、純度が99.99mol%以上のアルミナ微粉末を使用したか、得られる発光管本体1Fが発光管としての実用的な直線透過率(380~760nmの波長の光に対する直線透過率)を備えればよく、このようなアルミナ微粉末に限定されるわけではない。

例えば、アルミナ、マグネシア、ジルコニア、イットリアといった酸化物や窒化アルミニウムなどの窒化物等を主成分としこれに異常粒成長を抑制し更に焼結を促進させる化合物(焼結助剤等)を複合添加して焼結し、発光管本体1Fを作製してもよい。そして、作製した発光管本体1Fと同一のセラミック微粉末を用いて閉塞体2、閉塞体2aを作製すればよい。より具体的には、純度が99.2mol%で平均粒径が0.3~1.0 μ mのアルミナ微粉末から発光管本体1Fを作製するとともに、このアルミナ微粉末とタングステン微粉末とから閉塞体2、閉塞体2aを作製してもよい。

- 20 更に、閉塞体2、閉塞体2aの原料として、タングステン微粉末を用いたが、これに限らずコア部である支持シャフト4の材質に応じて変更することが可能である。例えば、支持シャフト4をニオブから作製すれば、閉塞体2、閉塞体2aの原料としてニオブ微粉末を用いればよい。

また、発光管本体の形状については、いかようなものであってもよいことは勿論である。例えば、上記実施例の発光管本体1Fのようにその両端に大径の電極保持穴1aと小径の電極保持穴1bとを備えたものではなく、ただ単に両端が開口した円筒状の発光管本体や、管路が湾曲した発光管本体等であってもよい。

特に第1実施例の製造方法としては、主電極3を支持したタングステン製の支持シャフト4の外周に積層体20を形成するに当たって、各混合スラリーの塗布

及び乾燥を行なったが、これとは異なり、各混合スラリーから予めグリーンシートを作製し、これを支持シャフト4の外周に、タングステンの容積比が高いものから順次巻き付けて積層することもできる。この場合、各層のグリーンシートの接合面が支持シャフトを中心に180度ずつずれて交互に配置されるように、グリーンシートを積層することが好ましい。

閉塞体2, 2aを発光管本体1Fと固相接合させるに当たって、その接触範囲に亘って局部加熱するよう構成したが、支持シャフト4付近を加熱してもよい。このような加熱であっても、加えられた熱エネルギーは閉塞体2, 2aの最外周の層にまで伝わるので、閉塞体2, 2aと発光管本体1Fとを固相接合させることができる。また、閉塞体2, 2aの焼結を、脱脂後の閉塞体2, 2aを発光管本体1Fに組み付けた状態で行なうこともできる。

更に、閉塞体2を発光管本体1Fに組み付けるに当たって、電極保持穴1aに嵌合させたが、次のように構成してもよい。つまり、図15に示すように、閉塞体2を発光管本体1Fの開口端側で当接させ、発光管本体1Fの端面と閉塞体2の最外周層の側面とを接触させる。そして、この接触範囲を局部加熱して閉塞体2と発光管本体1Fとを、端面で固相接合させる。

また、混合スラリーにおけるアルミナとタングステンの容積比の傾斜程度は、上記実施例に示したものに限定されるわけではなく、種々の傾斜程度を採用することができることは勿論である。

20 また、上記閉塞体2はコア部側からバルブ側に渡ってその組成割合をリニアに変化させるようにした傾斜機能材料を用いて作製することも可能である。

本発明の上記第1及び第2実施例によれば、以下の効果を奏することができる。

上記第1及び第2実施例の発光管においては、透光性セラミックから形成された該発光管本体の開口部に気密に固相接合される閉塞体を、多層の積層体とし、その中央の導電性コア部側の最内周層から発光管本体側の最外周層に到るまでの熱膨張率の分布を、各層の組成比傾斜に基づいて導電性コア部の熱膨張率から発光管本体の熱膨張率に到るまで傾斜した分布とした。

よって、各層の組成を傾斜させて各層相互並びに閉塞体と発光管本体とを強固に気密に固相接合させることができる。

また、熱膨張率の傾斜分布に基づいて、点灯時に生じる熱応力の集中を緩和して固相接合部における亀裂の発生を回避することができる。この結果、発光管内における封入物質の漏洩の回避を通して、発光の信頼性を高めることができるとともに、その寿命を長期化することができる。

5 上記実施例の発光管では、平均粒径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で最大粒径が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下の高純度の透光性アルミナからなる発光管本体（バルブ）を備える。この結果、常温から放電時温度に亘って機械的強度が従来のもより改善されるので、発光管の肉厚を従来のものに比べて約 $1/3$ の 0.2 mm 以下にまで薄くすることができる。

10 また、スピネル相などの粒界相をほとんど形成しないとともに、光の散乱因子となる結晶粒子内部の結晶子界面を微小粒径に基づいて少なくしたことにより起因して、光が発光管本体の壁面を透過する間における光の散乱を抑制し、 $380\sim 760\text{ nm}$ の波長の光（可視光）に対する高い直線透過率を備える。このため、高輝度放電灯用発光管から透過される光量が従来に比べて増加し、高輝度放電灯用
15 発光管を用いた高圧放電灯における輝度を向上させることができる。つまり、高輝度放電灯用発光管に光を入射した場合における高輝度放電灯用発光管の透過光の光量が、光の散乱を抑制することによって、高輝度放電灯用発光管への入射光の光量とほぼ等しくなるのである。加えて、薄肉化によって輝度を更に向上させることができる。

20 しかも、この光純度のアルミナを用いて閉塞体を焼結・作製するので、閉塞体自身の機械的強度の向上をとおして、発光管全体としての耐久性を向上させることができる。

上記第1及び第2実施例での発光管の製造方法によれば、容積比が異なる複数の懸濁液を予め調製しておき、これを用いて熱膨張率が傾斜分布した積層状の閉
25 塞体を容易に作製し、閉塞体と発光管本体とを強固に気密に固相接合することができる。つまり、信頼性が高く長寿命な発光管を容易に製造することができる。また、熱膨張率が傾斜分布した積層状の閉塞体を別個に焼結して作製して、これが発光管本体に固相接合することができる。

特に上記第1実施例に示した発光管の製造方法によれば、塗布等の簡便な工程

によって導電性部材成分の容積比が高い順の積層を行ない、熱膨張率が傾斜分布した積層状の閉塞体の前駆体である未焼結積層体を容易に作製することができる。

また、上記容積比が異なる複数の懸濁液を、それぞれグリーンシートに予め形成し、グリーンシートを巻き付けるという簡便な工程によって導電性部材（又は
5 コア部）成分の容積比が高い順の積層を行ない、熱膨張率が傾斜分布した積層状の閉塞体の前駆体である未焼結積層体を容易に作製することができる。

第2実施例の発光管の製造方法では、多孔質体からなる成型型への懸濁液の注入・溶媒の成型型への浸透・余剰分懸濁液の排泥を導電性部材（又はコア部）成分の容積比が低いほうから繰り返すという簡便な工程によって、導電性部材成分
10 の容積比の順に沿った薄肉層の積層を行ない、熱膨張率が傾斜分布した積層状の閉塞体の前駆体である未焼結積層体を容易に作製することができる。しかも、各薄肉層の肉厚を均一化させて、各層に亘る組成分布及び熱膨張率の傾斜を確実に確保することができる。

更に、閉塞体における最内周層内部に外部との導通を図ることが可能な中心層
15 を導電性部材成分で形成し、この中心層を介して支障無く主電極の所定の電圧を印加することができる。

次に本発明の第3実施例に係る発光管の封止部構造及び製造方法を図16乃至図19に基づいて説明する。

図16は本第3実施例に係る発光管、特に金属蒸気放電灯の外筒内に組込まれ
20 る発光管本体又はバルブの封止部構造を詳細に示した発光管の断面図である。

バルブ301の両端には開口部302を形成し、この開口端部302に閉塞体としてのエンドキャップ303を一体的に取り付け、このエンドキャップ303に該閉塞体のコア部としての電極棒304を貫通保持している。

バルブ301は透光性の多結晶アルミナから構成されており、電極棒304は
25 発光物質に対しての耐性に優れたW/Th等のW（タングステン）系材料から構成されている。各電極棒304は、エンドキャップ303に螺着される雄ネジ部305及びエンドキャップ303の外端面に当接するフランジ部306を備え、このフランジ部306の外側を白金蠟やガラス等の封止剤307にて封止し、更に一方の電極棒304にはアマルガム封入用の孔308が形成されている。

ここで、エンドキャップ303は、上記実施例と同様に、多層構造とされている。即ち、エンドキャップ303はバルブ301の軸線方向に沿って複数の層303₁、303₂……303_{n-1}、303_nを積層して構成され、バルブ301の開口端部302に接合される層（バルブ側域層）303₁はその熱膨張係数が5バルブ301を構成する透光性アルミナの熱膨張係数と略同一となっており、また最も外側の層（コア部側域層）303_nには電極棒304の雄ネジ部305が螺合する雌ネジ部309が形成されると共に、この層303_nはその熱膨張係数が電極棒304の熱膨張係数と略同一となっている。更に上記各層303₁、303₂……303_{n-1}はその熱膨張係数が10上記内側の層303₁の熱膨張係数から外側の層303_nの熱膨張係数に徐々に変化するように各層の組成割合が調整されている。

また、各層は内側の層303₁から外側の層303_nに向かって徐々に厚さを増している。このようにすることで、熱膨張によって発生する応力の緩和を更に効果的に行なうことができる。

15 更に、外側の層303_nを除いた他の層303₁……303_{n-1}と電極棒304との間には例えばテーパ状の隙間310を形成し、ランプの組立て時に層303₁……303_{n-1}と電極棒304とが接触しないようにしている。

以上の如き構造の金属蒸気放電灯用発光管の製造方法の一例を図17及び図18に基づいて以下に説明する。

20 先ず、エンドキャップ303を製造するためのスリップを調整する。スリップを調整するには図17に示すようにエンドキャップ303を構成する層の数（n）だけ、容器C₁……C_nを用意し、所望の熱膨張係数が得られるように原料粉末を秤量し、蒸留水及び市販のセラミックス添加用分散剤及びバインダを所定量添加し、24時間ボールミル処理により均一に混合して各容器C₁……C_n毎にスリッ
25 プS₁……S_nを調整する。

ここで、エンドキャップ303を合計11の層によって構成する場合の各スリップ毎の原料粉末の組成割合を以下の表7に示す。尚、組成割合は重量%であり、表7中のスリップNo.はエンドキャップ303を構成する各層の番号に対応する。

表 7

スリップNO.	Al_2O_3	W	Ni
1	100	0	0
2	90	9	1
3	80	18	2
4	70	27	3
5	60	36	4
6	50	45	5
7	40	54	6
8	30	63	7
9	20	72	8
10	10	81	9
11	0	90	10

次いで、図18(a)に示すように多孔質体から成る板又は石膏板311上に筒状の型312をセットし、この型312内に上記の工程で調整したスリップ $S_1, \dots, S_n$ を順次注入して積層体を成形する。尚、スリップ $S_1, \dots, S_n$ を注入する場合には既に注入したスリップと混合しないように、既に注入したスリップがある程度水分を失ってから次のスリップを注入する。この場合、スリップ内の溶媒が板311に浸透することも考慮している。

また図18(b)に示すように、スリップを注入するにあたり前もって成形棒313をセットするか、注入後に成形棒313をセットし、積層体が生乾き程度になったならば型312から積層体を取り外すことで図18(c)に示すようなテーパ状貫通孔314が形成されたエンドキャップ303が得られる。尚、貫通孔314の形状としては図18(d)に示すような段差状にしてもよい。

一方、純アルミナスリップから成形したバルブ301を用意しておき、図18(e)に示す如くこのバルブ301の端部に上記エンドキャップ3を湿らせて接着し再び乾燥する。この状態ではバルブ301及びエンドキャップ3は未焼結状態であり、バルブ1は透光性となっていない。

次いで、上記のバルブ301とエンドキャップ303を含湿水素還元雰囲気中、600℃で5時間脱脂し、続いて乾燥水素還元雰囲気中、1300℃で5時間焼結処理し、更にこの後、得られた焼結体をアルゴン雰囲気中でHIP処理し、再び乾燥水素還元雰囲気中、1150℃でアニール処理することで透光性のバルブ5301とエンドキャップ303とが一体化したものを得る。

この後、エンドキャップ303に形成した孔314にネジ切り加工を行なって雌ネジ部309を形成し、電極棒304を挿入して電極棒304の雄ネジ部305をエンドキャップ303の雌ネジ部309に螺合し、最終的に白金蠟307で電極棒304の固定と封止を行ない、更に一方の電極棒304に形成した孔308を介して白金パイプ製の治具を用いてバルブ301内にアマルガムを封入してランプが完成する。

尚、図示例にあってはバルブとエンドキャップとを同時に焼結させた例を示したが、バルブとエンドキャップを別々に焼結させた後にこれらを接合するようにしてもよい。この場合アルミナ製バルブは大気中で一貫して脱脂、焼結処理を行なった後、HIP処理し、更に大気中でアニールすることにより透光性アルミナ管を得ることができる。この場合エンドキャップについては上記と同様に焼結を行なうがHIP処理およびアニール処理は不要である。また、バルブとエンドキャップとの接合については真空若しくは2000℃以上でレーザ加熱するか、アルミナと熱膨張係数が等しいガラスにより接合することが可能である。ガラス材料としては軟化点が900℃以上の高融点熔融ガラスが好ましい。

また成形法としては、スリップキャストの他にドクターブレード法や射出成形法も可能である。

ドクターブレード法の場合には、調整したスラリーを所望のテープ厚に成形し、熱圧着により一体化することにより傾斜機能を発揮するエンドキャップが得られる。バルブについても同じスラリーを用いて鋳込み成形するか、型に流し込んで固化させることによって得られる。

射出成形の場合も同様に、エンドキャップの場合には所望厚の板を成形し、これらを加熱して接着した後に、予め成形しておいたバルブに熱圧着する。

以上のようにこの第3実施例によっても、金属蒸気放電灯の開口端を封着する

エンドキャップを多層構造としており、各層の熱膨張係数をバルブに接触するバルブ開口端部側から電極を保持するコア部側に向かって徐々に変化するようにして、エンドキャップ自体に傾斜材料としての機能を発揮させるようにしたので、熱膨張差に起因する破損やバルブ内に封入される金属蒸気のリークを有効に防止5 することができる。

尚、図19には、本第3実施例の一部変更例を示す。この変更例でのバルブ301'は、図16に示されるバルブ301とは異なり、バルブ両端のそれぞれを全て開口することなく端面部301aが形成されている。そして、各端面部301aには、電極棒304がバルブ内部に挿通可能となるように、上記テーパ状貫10 通孔314の大径程度の小開口が設けられている。この変更例による発光管によって第3実施例と同様の作用効果を得ることができる。

次に本発明の第4実施例及び第5実施例に係る発光管について図20乃至図27に基づいて説明する。

まず、図20には金属蒸気放電灯の外筒内に組み込まれる第4実施例に係る発15 光管の要部断面図を示す。図20における筒状のバルブ401は、高純度(99.99%=4N)の透光性の多結晶アルミナからなり、このバルブ401の両端開口部402の内壁には閉塞体としての電極封止部403が形成されている。

この電極封止部403は、発光部となるバルブ401よりも低純度(例えば93~97%)のアルミナ材料を用いて形成し、且つバルブ側域としての第1層420 03a及びコア部側域としての第2層403bからなる多層構造としている(上述したような中間域における中間域層を設けて3層以上としてもよい。)。ここで、バルブ401内壁面側の第1層403aは例えば純度96%のアルミナで、内側の第2層403bは例えば純度93%のアルミナでそれぞれ形成している。

そして、この電極封止部403内にコア部としての電極棒404を挿通し、バ25 ルブ401の開口端側に電極棒404が貫通するアルミナからなるキャップ405をはめ込み、これらの電極封止部403と電極棒404との間、電極棒404とキャップ405との間、バルブ401及び電極封止部403の端部とキャップ405との間等をガラス溶剤を溶融冷却して得られる封着ガラス406で封止している。

この場合、キャップ405の純度はバルブ401と電極封止部403の純度の平均値のものとするのが好ましい。また、キャップ405は必要に応じ省略するようにしてもよい。

このようにバルブ401の開口部にバルブ401より低純度のアルミナ材料からなる電極封止部403を形成することによって、電極封止部403の内壁においては、アルミナセラミックスの粒界にガラス成分が存在するため、封着用のガラス溶剤との密着性がよく、シール性が向上する。また、純度が異なるアルミナを用いて組成傾斜構造とすることにより、熱応力の発生を抑制できる。

以上のような構造のセラミック発光管の製造方法の一例を図21乃至図23に基づいて説明する。

まず、図21に示すように容器C₄₁に透光性アルミナ用の高純度（4N以上）アルミナ微粉末を、容器C₄₂に低純度（ここでは93%）アルミナ微粉末をそれぞれ用意する。低純度アルミナ微粉末は不純物としてシリカ、マグネシア等を含んでおり、また両アルミナ微粉末は、焼結挙動の類似した物を選定することが望ましい。

そして、秤量した粉末に、蒸留水、市販の分散剤及びバインダを所定量添加し、24時間ボールミル処理をして、鑄込成形用のスリップを調製する。次に、これらのスリップを適当量混合し、それぞれ純度の異なる数種のスリップを調製する。これらの混合はスターラを用いて約1時間行った。このようにして、図22に示すように容器C₄₃に高純度（4N）アルミナスリップS₄₁を、容器C₄₄に純度96%のアルミナスリップS₄₂を、容器C₄₅に純度93%のアルミナスリップS₄₃をそれぞれ調製した。

その後、図23（a）、（b）に示すような2つ割り多孔質体型又は石膏型411（一方の型のみ断面図及び平面図を示す）のスリップ流入／排泥口の周辺をマスク412でマスキングしておき、先ず同図（c）に示すような容器C₄₃の高純度アルミナスリップS₄₁を流し込み、所定時間静置して高純度アルミナ層413を着肉せしめた後に排泥する。

次いで、同図（d）に示すように石膏型411の一端部を封止部分のみに着肉が行われるように純度96%のアルミナスリップS₄₂に浸して、同図（e）に示

すように高純度アルミナ層413の内周に96%アルミナ層414を形成し、同様に他端部にも純度96%アルミナ層414を形成する。次に、石膏型411の一端部を封止部分のみに着肉が行われるように純度93%のアルミナスリップS₄₃に浸して、同図(f)に示すように96%アルミナ層414の内周に935%アルミナ層415を形成し、同様に他端部にも純度93%アルミナ層415を形成する。

このようにして得られた成形体を、水素還元雰囲気中、1800℃で6時間焼結することによって、発光部は透光性アルミナ層、封止部は白色の低純度アルミナ層からなる電極封止部403となったバルブ401を得る。

10 尚、バルブの焼成は、粉末を選択することによって、空気中で1350℃で6時間焼成した後に、1000気圧アルゴン雰囲気、1350℃、2時間の熱間静水圧加熱処理を行うことによって得ることもできる。但し、この場合には、この温度では一般的に低純度アルミナが殆ど焼結せず、封止部最内周のアルミナ純度は97%以上としなければならない。

15 このようにして得られたバルブ401及び電極封止部403の内径加工、発光部の外周加工を施し、金属蒸気放電灯を組み上げる。

次に、上記第4実施例の変更例としての第5実施例を図24乃至図27に基づいて説明する。この第5実施例にあっても高純度(99.99%=4N)の透光性の多結晶アルミナからなるバルブ521の両端部522に低純度アルミナからなる積層構造の電極封止部523を形成し、この電極封止部523内にコア部としての電極棒524を挿通し、電極封止部523の外側に電極棒524が貫通するアルミナからなるキャップ525を嵌め込み、これらの電極封止部523、電極棒524及びキャップ525を封着ガラス526で封止している。

電極封止部523は、発光部となるバルブ521よりも低純度(例えば99~2597%)のアルミナ材料を用いて形成し、且つバルブ521或いは電極棒524の軸線方向に沿って第1層523a、第2層523b、第3層523c(4層以上でもよい。)からなる積層構造としている。更に、第1層523aから第3層523cに向かって徐々に厚さを増している。この結果、第3層523c及び第2層523bは、第1層523aと比べ、面積的により大きく電極棒524と隣

接することになる。また、キャップ525は第3層523cと同じ純度のアルミナを用いている。

尚、キャップ525は必要に応じて省略することもできる。

以上のような構造のセラミック発光管の作成方法の一例を図25乃至図27に基づいて説明する。

先ず、上記第4実施例と同様に、透光性アルミナ用の高純度（4N以上）アルミナ微粉末と、低純度（ここでは93%）アルミナ微粉末をそれぞれ用意し、秤量した粉末に、蒸留水、市販の分散剤及びバインダを所定量添加し、24時間ボールミル処理をして、図25に示すように容器C₅₁に高純度（4N）アルミナスリップS₅₁を、容器C₅₂に純度97%のアルミナスリップS₅₂を、容器C₅₃に純度95%のアルミナスリップS₅₃を、容器C₅₄に純度93%のアルミナスリップS₅₄をそれぞれ作製した。

その後、図27（a）に示すように多孔質体の板又は石膏板531上にバルブ外径に合せた筒状の型532をセットし、この型532内の中心部に成形棒533を立設し、これらの型532及び成形棒533で形成される空間内に、純度93%のアルミナスリップS₅₄、純度95%のアルミナスリップS₅₃、純度97%のアルミナスリップS₅₂及び高純度アルミナスリップS₅₁を順次注入して積層体を成形する。尚、スリップを注入する場合には既に注入したスリップと混合しないように、既に注入したスリップがある程度水分を失ってから次のスリップを注入する。

一方、図26に示すような高純度アルミナスリップS₅₁から成形したバルブ521となるパイプ534を用意しておき、バルブ521の端部522aとなる高純度アルミナスリップS₅₁が乾燥しない状態でパイプ534を型532内に差込んで一体化し、図27（b）に示すような成形体を得る。その後、上記実施例と同様にして、この成形体の焼結、加工及び組立てを行う。

以上に説明したように本発明によれば、バルブの両端部に発光部より低純度のアルミナ材料からなる電極封止部を形成し、この電極封止部にガラス溶ダー又は封着ガラスは接触するようにして、極力バルブとは接触しないようにしている。よって、封止の信頼性を向上させ、ランプ寿命を長くしている。

特に、上述した実施例と同様に、電極封止部の組成が傾斜構造をなすようにしているため、封止部の箇所のシール効果が更に向上している。

次に本発明の第6実施例に係る金属蒸気放電灯用の発光管の封止部構造及び製造方法を図28及び図30を用いて説明する。

5 図28に示される発光管としてのバルブ601は、金属蒸気放電灯の外筒内に組込まれる透光性の多結晶アルミナから成る。このバルブ601の両端開口部602には封着ガラス603を介して閉塞体としてのアルミナ製キャップ604が嵌め込まれている。

キャップ604は高純度アルミナ部604a、組成傾斜部604b及び低純度
10 アルミナ部604cからなり、バルブ側域としての高純度アルミナ部604aは純度99.99%の Al_2O_3 から成ると共にバルブ601内に臨み、コア部側域としての低純度アルミナ部604cは93.0%の Al_2O_3 から成ると共にバルブ601外に臨み、中間域としての組成傾斜部604bは高純度アルミナ部604aに接する部分が純度99.99%で低純度アルミナ部604cに向かっ
15 て徐々に純度が低下して低純度アルミナ部604cに接する部分が純度93.0%となっている。このように連続的な組成傾斜とすることで、剥離強度が大巾に向上する。特に、低純度アルミナ部604cは、高純度アルミナ部604aと比べ、バルブ軸線方向に沿っての幅がより大きく形成されている。

また、キャップ604には図29(d)に示すように軸線方向孔605、60
20 6を形成し、孔605には内部電極棒607を、孔606には外部電極棒(リード)608を圧入している。尚、孔605、606の径は焼結後に電極607、608より約200 μm 程大きくなるような寸法とする。このようにすることで、焼結の際にキャップが電極に阻害されて割れることがない。

更に、上記低純度アルミナ部604cには軸線方向孔605と連通する径方向
25 孔609がその側面から内部に向かって形成され、この径方向孔609の内部及び低純度アルミナ部604cの外周面にはタングステン(W)等の導電性膜610が形成されている。この導電性膜610は内部電極607と外部608とのより良好な導通をとるためのものであり、Nb、Ta、Mo或いはNi等であってもよい。

次に、キャップ604の製作方法の一例を図29に基づいて説明する。先ず、
図29(a)に示すように、高純度(99.99%) Al_2O_3 と低純度(93.0%) Al_2O_3 を各100gとり、水50gと解膠剤とともに24時間ボールミルで処理して、高純度 Al_2O_3 のスリップ S_{61} と低純度 Al_2O_3 のスリップ S_{62} を得る。

次いで、図2(b)に示すように上記2種のスリップ S_{61} 、 S_{62} を混合して99.99%と93.0%との間の純度のスリップ S_{63} を複数種調製し、この後、
図29(c)に示すように多孔質体又は石膏体614上にセットした型615内に純度の高いスリップ S_{61} から順に注ぎ、片側着肉により焼成前のキャップ成形
10 体616を成形する。

そして、キャップ成形体616を1100℃で2時間仮焼してハンドリング可能な硬さにし、この後にキャップ成形体616を生加工して図29(d)に示すように軸方向孔605、606及び径方向孔609を穿設すると共にキャップ形状とし、更に径方向孔609の内部及び低純度アルミナ部604cの外周面に導
15 電性ペースト610を塗布し、この後、内部電極607及び外部電極608を挿入した状態で、1570℃で3時間、 N_2 と H_2 ($N_2 : H_2 = 80 : 20$) 雰囲気下で焼成し、図29(e)に示すキャップ604を得る。このキャップ604を発光管601の開口602に差込みガラス603または低融点合金で封着する。

20 図30には、この第6実施例に係る発光体の製造方法を一部変更した場合の方法を示す。この製作工程では図30(a)に示すように、2つの多孔質体又は石膏体614a、614bと型615a、615bを用いて、図30(b)に示すような高純度アルミナ部及組成傾斜部となる成形体616aと低純度アルミナ部となる成形体616bを成形する。

25 次いで、図30(c)に示すように成形体616bの表面に導電性ペーストを塗布し、この導電性ペーストによって成形体616aを接着して一体化し、この後、上記同様に内部電極607及び外部電極608を挿入した状態で焼成し、図30(d)に示すキャップ604を得る。この場合、成形体616aと成形体616bとを接続する導電性ペーストが内部電極607と外部電極608との導通

を図るので、図29(d)に示したような径方向孔609は不要である。

以上に説明した如くこの第6実施例によれば、金属蒸気放電灯の発光管の開口を閉塞するとともに内部電極と外部電極とを分離して取り付けたキャップを、発光管内に臨む高純度アルミナ部と発光管外に臨む低純度アルミナ部とこれら高純度アルミナ部と低純度アルミナ部をつなぐ組成傾斜部とで構成し、低純度アルミナ部表面に内部電極と外部電極とを導通する導電性膜を形成したので、導電性膜の剝離強度を従来の $1 \sim 4 \text{ kg/cm}^2$ から 10 kg/cm^2 程度まで向上させることができる。

また、発光管内には高純度アルミナ部を臨ませたのでNa等の腐食成分によるランプ特性の劣化を抑えることができ、更に高純度アルミナ部と組成傾斜部には導電性膜を形成しないので、バックアークを防止できるとともにNb、Ta、Mo或いはNi等の金属も導電性膜（メタライズ）として使用することができる。

産業上の利用可能性

本発明の発光管の封止部構造によって高信頼性且つ長寿命の放電等用発光管を提供することができる。特に、水銀ランプ、メタルハライドランプ或いはナトリウムランプ等の金属蒸気放電灯用或いは高輝度放電灯用の発光管として応用することが可能である。

請 求 の 範 囲

1. 電極を構成するコア部を有する閉塞体によってバルブの開口端部を封止
5 した発光管の封止部構造であって、前記閉塞体の組成成分は、前記バルブの開口
端部に隣接するバルブ側域においては該バルブの熱膨張係数と略々同一とする成
分であり、前記コア部に隣接するコア部側域においては該コア部の熱膨張係数と
略々同一とする成分であり、前記バルブ側域及びコア部側域の間における中間域
における成分は前記バルブ側域の熱膨張係数から前記コア部側域の熱膨張係数へ
10 と徐々に変化するように組成割合が調整されていることを特徴とする発光管の封
止部構造。
2. 前記バルブ側域及び前記コア部側域は前記中間域によって分離されてそ
れぞれ独立したバルブ側域層及びコア部側域層を形成しており、該中間域は前記
バルブ側域から前記コア部域に亙って前記熱膨張係数が徐々に変化している少な
15 くとも1層以上の層から構成されていることを特徴とする請求項1に記載の発光
管の封止部構造。
3. 前記閉塞体の複数の層は、前記バルブ側域層から前記コア部域層に向か
うにつれて、徐々に厚みを増大していることを特徴とする請求項2に記載の発光
管の封止部構造。
- 20 4. 前記発光管内部には金属蒸気が封入されていることを特徴とする請求項
1に記載の発光管の封止部構造。
5. 前記閉塞体において、少なくとも、前記バルブ側域から前記中間域を介
しての前記コア部側域までには、機能傾斜材料で構成されていることを特徴とす
る請求項1に記載の発光管の封止部構造。
- 25 6. 前記発光管としてのバルブは透光性セラミックから成ることを特徴とす
る請求項1に記載の発光管の封止部構造。
7. 前記発光管としてのバルブは透光性アルミナであることを特徴とする請
求項6に記載の発光管の封止部構造。
8. 前記バルブは、99.99mol %以上の高純度アルミナ微粉末を焼結し

た透光性アルミナであり、該透光性アルミナの結晶粒子の平均粒径が $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下で、最大粒径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下の透光性アルミナであることを特徴とする請求項7に記載の発光管の封止部構造。

9. 前記バルブ側域の成分は高純度アルミナであり、コア部側域の成分は低純度アルミナであり、前記中間域の成分はアルミナの純度に関して組成傾斜されていることを特徴とする請求項8に記載の発光管の封止部構造。

10. 前記バルブ側域の組成成分は前記透光性セラミック成分を容積比で少なくとも80%以上含有しており、前記コア部側域の組成成分は前記コア部の組成成分を容積比で少なくとも50%以上含有していることを特徴とする請求項6に記載の発光管の封止構造。

11. 前記中間域における組成成分としては、前記バルブ側域に近づくに従って該バルブ側域の前記透光性セラミックに関する前記容積比に組成傾斜して近づくような透光性セラミック成分の容積比を有し、前記コア部側域に近づくに従って該コア部側域の前記コア部組成成分に関する前記容積比に組成傾斜して近づくようなコア部組成成分の容積比を有することを特徴とする請求項10に記載の発光管の封止部構造。

12. 前記透光性セラミック成分は高純度アルミナを含み、前記コア部の組成成分はタングステンを含むことを特徴とする請求項11に記載の発光管の封止部構造。

13. 前記閉塞体は、該閉塞体を貫通して前記電極を前記発光管の内部に位置せしめるべく支持する支持シャフトを前記コア部として備えると共に、前記バルブ側域としての最外周層と、前記中間域としての中間域層と、前記コア部側域としての最内周層とを含んで、前記支持シャフトを中心として同心円状に積層された少なくとも3層以上の積層体を備えることを特徴とする請求項12に記載の発光体の封止部構造。

14. 前記閉塞体は、前記電極を前記発光体の内部に位置せしめるべく支持する支持シャフトを有すると共に該支持シャフトに対して接続状態にある先端部を有する中心層を前記コア部として備え、前記バルブ側域としての最外周層と、前記中間域としての中間域層と、前記コア部側域としての最内周層とを含んで、前

記中心層を中心として同心円状に積層された少なくとも3層以上の積層体を備えることを特徴とする請求項12に記載の発光体の封止部構造。

15. 前記バルブ開口端部とそれに隣接する前記最外周層とは固相接合されていることを特徴とする請求項13又は14の内の何れか一項に記載の発光体の封止部構造。

16. 前記閉塞体は、該閉塞体を貫通して前記電極を前記発光管の内部に位置せしめるべく支持する電極棒を前記コア部として備えると共に、前記バルブ側域層は、前記バルブの開口端部に接合されており、次いで、前記少なくとも1層以上の中間域層及び前記コア部側域層が、前記バルブの軸線方向に沿って、順次積層されていることを特徴とする請求項2に記載の発光管の封止部構造。

17. 前記閉塞体の複数の層は、前記バルブ側域層から前記コア部域層に向かって、徐々に厚みを増大していることを特徴とする請求項16に記載の発光管の封止部構造。

18. 前記バルブ側域層及び前記少なくとも1層以上の中間域層と前記電極棒との間には、間隙が設けられていることを特徴とする請求項16に記載の発光管の封止部構造。

19. 前記閉塞体は、該閉塞体を貫通して前記電極を前記発光管の内部に位置せしめるべく支持する電極棒を前記コア部として備えると共に、前記バルブ側域層を最外周層とし、前記コア部側域層を最内周層として、前記電極棒を中心として同心円状に積層されたことを特徴とする請求項2に記載の発光体の封止部構造。

20. 前記最内周層はガラス溶剤を介して前記電極棒に積層されていることを特徴とする請求項19に記載の発光体の封止部構造。

21. 前記コア部側域層及び前記少なくとも1層以上の中間域層は前記バルブ側域層と比べ、前記電極棒に対して面積的により大きく隣接しており、前記バルブ側域層、前記少なくとも1層以上の中間域層及び前記コア部側域層は、ガラス溶剤を介して前記電極棒に隣接していることを特徴とする請求項17に記載の発光管の封止部構造。

22. 前記閉塞体は前記コア部を略々中央に配置しており、前記バルブ側域層、前記少なくとも1層以上の中間域層及び前記コア部域層は、前記コア部の軸線方

向に沿って積層されて、前記バルブ側域層は前記バルブの内部に臨んで該バルブと隣接していることを特徴とする請求項2に記載の発光管の封止部構造。

23. 前記コア部側域層は、前記少なくとも1層以上の中間域層及び前記バルブ側域層と比べ、前記コア部に対して面積的により大きく隣接していることを特徴とする請求項22に記載の発光管の封止部構造。

24. 前記コア部は、前記コア部域層から前記バルブ側域層に亘って延在して前記バルブ内部に突出して先端に電極を有した内部電極棒と、前記コア部域層から外部に突出した外部電極棒とを備えることを特徴とする請求項23に記載の発光管の封止部構造。

10 25. 前記コア部域層の外周面には、前記内部電極棒と前記外部電極棒とのより良好な電氣的接続を図るべく、導電性層が形成されていることを特徴とする請求項24に記載の発光管の封止部構造。

26. 前記コア部域層には、該コア部域層の側周面から前記内部電極棒に至る貫通孔が設けられており、前記導電性層は該貫通孔内に形成されて、前記内部電極棒及び前記外部電極棒の電氣的接続がなされていることを特徴とする請求項25に記載の発光管の封止部構造。

27. 前記閉塞体は、封着ガラスを介して前記バルブの開口端部に接合されていることを特徴とする請求項25に記載の発光管の封止部構造。

28. 電極を構成するコア部を有する閉塞体によって透光性バルブの開口端部20を封止して成る発光管の製造方法において、

(a) 透光性バルブ成分の微粉末とコア部成分の微粉末とを基に、組成割合として、コア部成分より透光性バルブ成分が大きいバルブ成分懸濁液と、透光性バルブ成分よりコア部成分が大きいコア部成分懸濁液と、透光性バルブ成分及びコア部成分の組成割合に関して前記両懸濁液の間にある少なくとも1種以上の中間懸濁液とを調製する懸濁液調製工程と、

(b) 前記バルブ成分懸濁液を用いて前記透光性バルブに隣接させる未焼結のバルブ側域層を形成し、前記コア部成分懸濁液を用いて前記電極を有するコア部に隣接させる未焼結のコア部側域層を形成し、前記バルブ側域層及びコア部側域層の間に前記少なくとも1種以上の中間懸濁液を用いて未焼結の少なくとも1層以

上の中間域層を形成して未焼結積層体を形成する工程と、

(c) 前記未焼結積層体を焼結する工程とを含むことを特徴とする発光管の製造方法。

29. 前記工程(b)は、

- 5 (d) 多孔質体からなる複数の型部材が接合して構成され、内部にキャビティを形成する成型型を用いて、該成型型のキャビティに前記バルブ成分懸濁液を注入し、該懸濁液の溶媒を前記成型型内に浸透させた後、余剰の該懸濁液を排泥して前記キャビティの内周面上に前記バルブ側域層を形成する工程と、

- (e) その後に、前記少なくとも1種以上の中間懸濁液及び前記コア部成分懸濁
10 液を、順次、前記バルブ成分懸濁液の場合と同様にして、前記バルブ側域層の内周面上において注入・溶媒の浸透・排泥の処理を繰り返すことによって、成形積層体を形成する工程と、

- (f) 前記成型型を構成する各型部材を分離して前記成形積層体を離型する工程
15 とを含んで前記未焼結積層体を形成することを特徴とする請求項28に記載の発光管の製造方法。

30. 前記工程(e)は、

- 前記コア部成分の微粉末から成る純コア部用懸濁液を、前記コア部側域層の内周面上に対して注入し、該純コア部用懸濁液の溶媒を前記成型型内に浸透させた後、余剰の該純コア部用懸濁液を排泥して、前記コア部層を前記成形積層体内に
20 形成する工程を含むことを特徴とする請求項29に記載の発光管の製造方法。

31. 前記工程(b)は、前記コア部の外周面に前記コア部側域層を着肉した後に、該コア部側域層の外周面上に対して、前記少なくとも1層以上の中間域層及び前記バルブ側域層を順次着肉する工程を含み、前記工程(c)は、前記コア部に着肉・積層された前記未焼結積層体を焼結して前記閉塞体を形成する工程を含
25 むことを特徴とする請求項28に記載の発光管の製造方法。

32. 前記閉塞体を、前記電極が前記透光性バルブ内に位置するように、該透光性バルブの前記開口端部に配置し、該閉塞体及び該透光性バルブの接合部を加熱して固相接合する工程を更に含むことを特徴とする請求項31に記載の発光管の製造方法。

33. 前記工程(b)は、コア部成分懸濁液、前記少なくとも1種以上の中間懸濁液及び前記バルブ成分懸濁液を用いて、それぞれのグリーンシートを作成し、該グリーンシートを、順次、前記コア部の外周面に対して巻き付ける工程を含んで前記未焼結積層体を形成することを特徴とする請求項28に記載の発光管の製造方法。

34. 前記バルブ成分懸濁液は、前記透光性バルブ成分を、前記コア部成分に対して、容積比で80%以上含有しており、前記コア部成分懸濁液は、前記コア部成分を、前記透光性バルブ成分に対して、容積比で50%以上含有していることを特徴とする請求項28に記載の発光管の製造方法。

10 35. 前記バルブ成分は高純度のアルミナであり、前記コア部成分は高純度のタンゲステンであることを特徴とする請求項28に記載の発光管の製造方法。

36. 前記工程(b)は、

(g) 多孔質体から成る板上に筒状型を立設して成る成型型を用いて、該成型型内に、前記コア部懸濁液、前記中間懸濁液及び前記バルブ成分懸濁液を順次注入
15 し、前記コア部側域層、前記中間域層及び前記バルブ側域層を形成する工程を含んで前記未焼結積層体を形成することを特徴とする請求項28に記載の発光体の製造方法。

37. 前記工程(g)は、

前記閉塞体に前記コア部を貫通させるための貫通孔用として、前記成型型の内
20 の中央にテーパ状成形棒を立設する工程を更に含むことを特徴とする請求項36に記載の発光管の製造方法。

38. 前記工程(c)は、

前記透光性バルブ成分の微粉末から成形した未焼結のバルブを形成し、該未焼結バルブの開口端部に前記未焼結積層体を接合する工程を更に含むことを特徴と
25 する請求項36に記載の発光管の製造方法。

39. 前記工程(a)は、

前記透光性バルブ成分の微粉末から純バルブ用懸濁液を調製する工程を含み、
前記工程(b)は、

(h) 多孔質体の複数の型から成る筒状成型型を用いて、該成型型内に前記純バ

ルブ用懸濁液を注入して該成型型の内周面に着肉した後に、該成型型の端部のみを前記バルブ成分懸濁液、前記中間懸濁液及び前記コア部懸濁液に順次浸漬して、前記透光性バルブのための層、前記バルブ側域層、前記中間域層及び前記コア部側域層を形成する工程を含み、

5 前記工程(c)は、

前記透光性バルブのための層を備える前記未焼結積層体を焼結する工程を含むことを特徴とする請求項28に記載の発光体の製造方法。

40. 前記工程(h)は、

前記多孔質体から成る成型型の内部に前記純セラミック成分懸濁液を注入する前に、該成型型の内周面以外の端部をマスキングする工程を更に含むことを特徴とする請求項39に記載の発光体の製造方法。

41. 前記工程(a)は、

前記透光性セラミック成分の微粉末から純セラミック成分懸濁液を調製する工程と、該純セラミック成分懸濁液から前記透光性バルブとなる未焼結のバルブ筒体を成形する工程とを含み、

前記工程(g)は、

前記コア部側域層、前記中間域層及び前記バルブ側域層から成る未焼結積層体を形成した後に、前記未焼結のバルブ筒体を該未焼結積層体の前記バルブ側域層上に乗せて一体化する工程を含み、

20 前記工程(c)は、

前記未焼結のバルブ筒体を備える前記未焼結積層体を焼結する工程を含むことを特徴とする請求項36に記載の発光管の製造方法。

42. 前記工程(b)は、

(i) 多孔質体から成る板上に筒状型を立設して成る成型型を用いて、該成型型内に、前記バルブ成分懸濁液、前記中間懸濁液及び前記コア部懸濁液を順次注入し、前記バルブ側域層、前記中間域層及び前記コア部側域層から成る成型体を形成する工程を含むことを特徴とする請求項28に記載の発光体の製造方法。

43. 前記コア部は、先端に電極を有する内部電極棒と外部電極棒とを備え、前記工程(i)は、

導電性ペーストを調製する工程と、

前記成形体を仮焼した後、該成形体の外面加工を施し、該成形体の積層方向に沿って、前記バルブ側域層から前記コア部側域層に延在する第1の孔と、前記コア部側域層からその内部に向かって前記積層方向に延在する第2の孔と、前記積層方向とは異なる方向に沿って前記コア部側域層からその内部に向かって前記第1の孔に連通する第3の孔とを穿設し、前記第1の孔に前記内部電極棒を挿通し、前記第2の孔に前記外部電極棒を挿通した後に、前記コア部側域層の外周面を前記導電性ペーストで被覆すると共に、前記第3の孔を該導電性ペーストで充填する工程とを含むことを特徴とする請求項42に記載の発光管の製造方法。

10 44. 前記工程(b)は、

多孔質体から成る板上に筒状型を立設して成る成型型を用いて、該成型型内に、前記バルブ成分懸濁液及び前記中間懸濁液を順次注入し、前記バルブ側域層及び前記中間域層から成る第1の成形体を形成する工程と、

前記コア部懸濁液から単一の前記コア部側域層である第2の成形体を形成する工程と、該第2の成形体の外周面を導電性ペーストで被覆して前記第1の成形体に接合する工程とを含むことを特徴とする請求項28に記載の発光体の製造方法。

45. 電極を構成するコア部を有する閉塞体によってバルブの開口端部を封止した封止部構造であって、前記閉塞体は傾斜機能材料で構成されたことを特徴とする発光体の封止部構造。

20 46. 前記閉塞体の組成成分は、前記バルブの開口端部に隣接するバルブ側域においては該バルブの熱膨張係数と略々同一とする成分であり、前記コア部に隣接するコア部側域においては該コア部の熱膨張係数と略々同一とする成分であり、前記バルブ側域及びコア部側域の間における中間域における成分は前記バルブ側域の熱膨張係数から前記コア部側域の熱膨張係数へと徐々に変化するように組成割合が調整されていることを特徴とする請求項45に記載の発光管の封止部構造。

47. 前記バルブ側域及び前記コア部側域は前記中間域によって分離されてそれぞれ独立したバルブ側域層及びコア部側域層を形成しており、該中間域は前記バルブ側域から前記コア部域に互って前記熱膨張係数が徐々に変化している少なくとも1層以上の層から構成されていることを特徴とする請求項46に記載の発

光管の封止部構造。

48. 前記閉塞体の複数の層は、前記バルブ側域層から前記コア部域層に向かうにつれて、徐々に厚みを増大していることを特徴とする請求項47に記載の発光管の封止部構造。

5 49. 前記閉塞体は、前記コア部を中心として同心円状に積層されていることを特徴とする請求項46、47の何れか一項に記載の発光管の封止部構造。

50. 前記閉塞体において、前記バルブ側から前記中間域を介しての前記コア部側まで組成割合がリニアに変化していることを特徴とする請求項46に記載の発光管の封止部構造。

10

15

20

25

1/21

Fig. 1

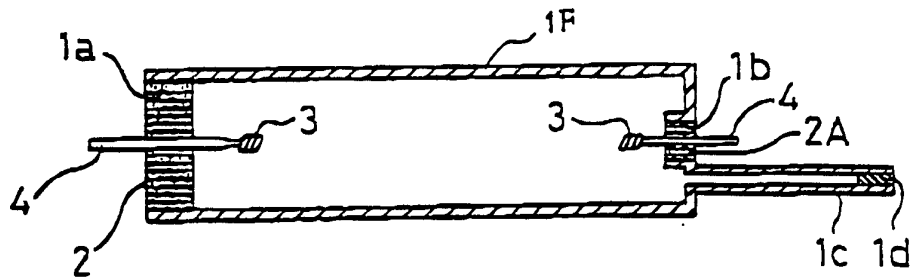


Fig. 2

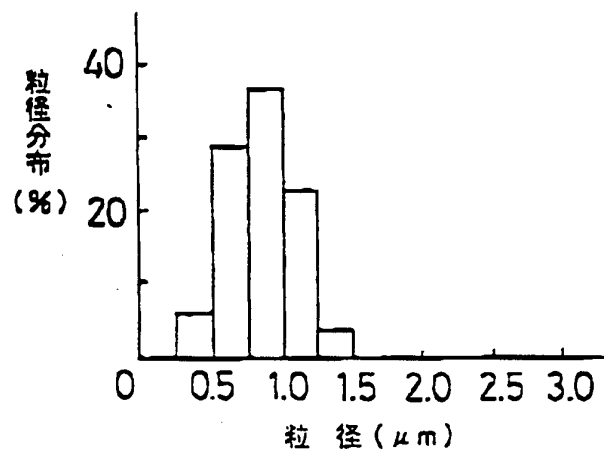
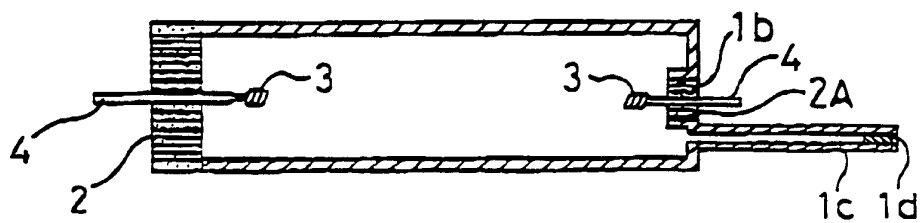
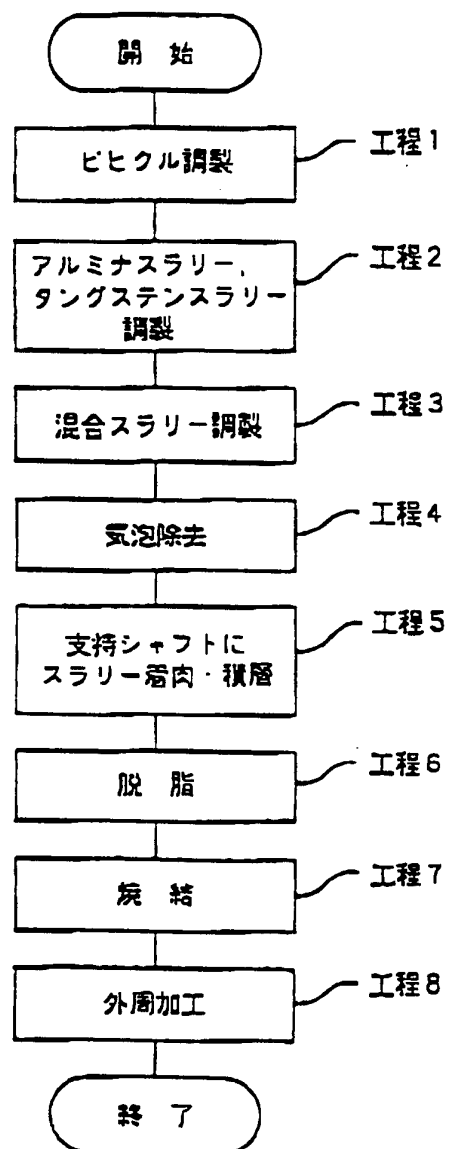


Fig. 15



2/
21

Fig. 3



3/21

Fig. 4

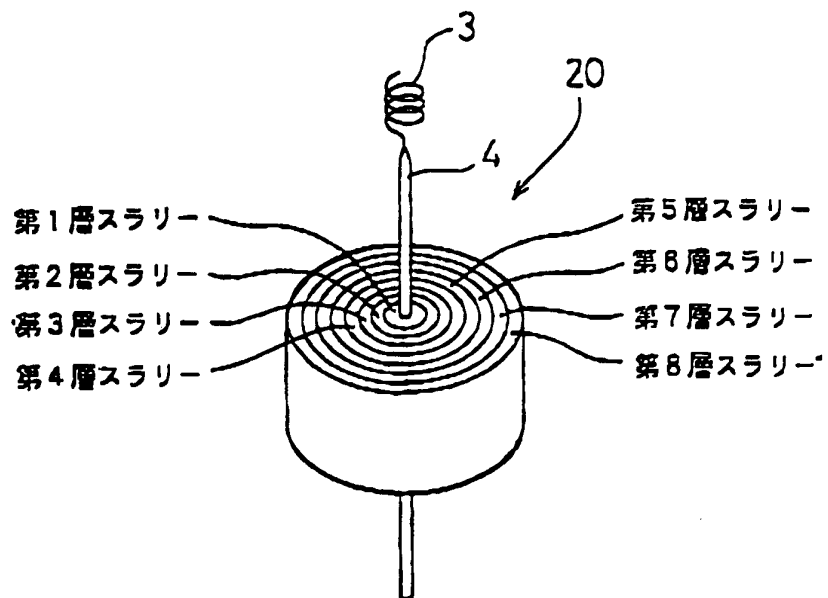
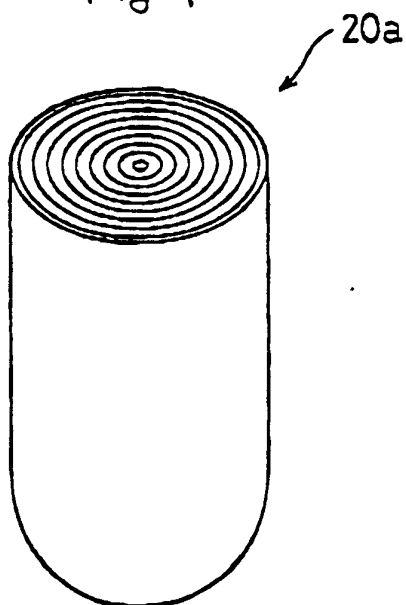


Fig. 7



4/
21

Fig. 5 (a)

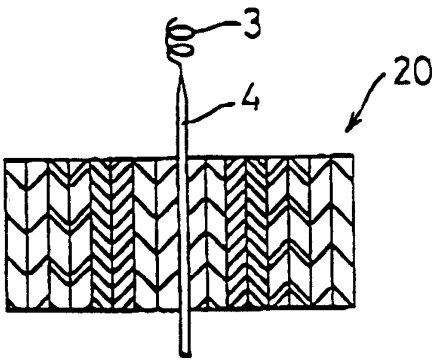


Fig. 5 (b) タングステン重量%

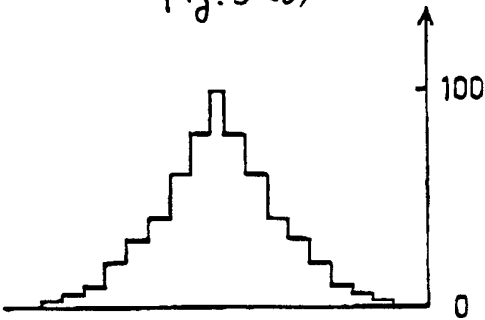
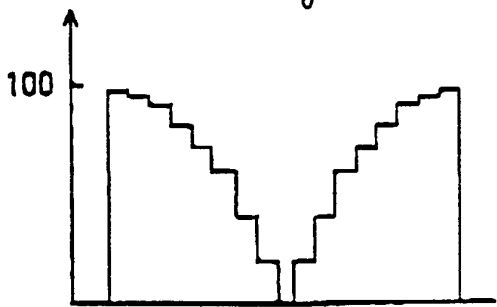
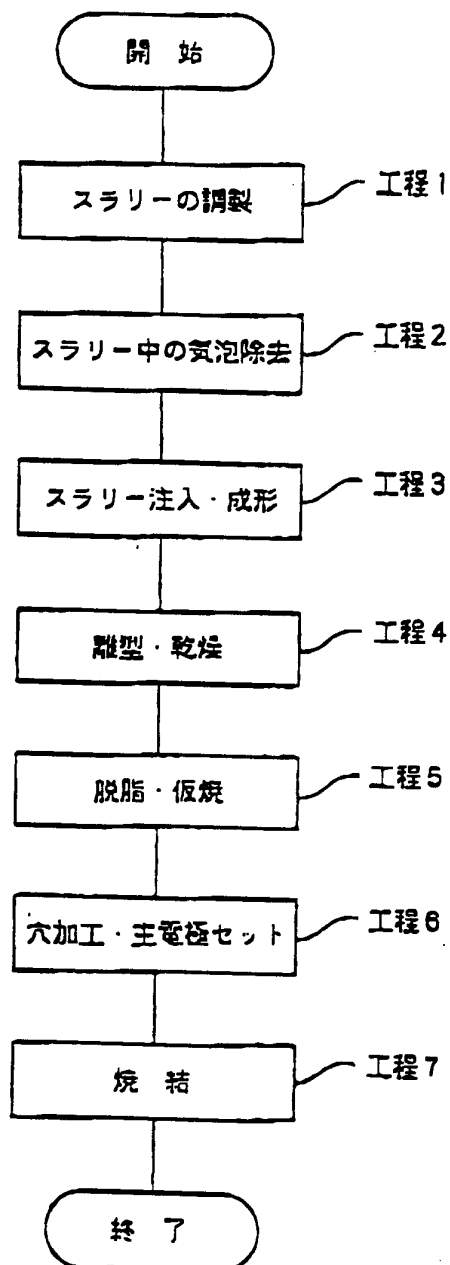


Fig. 5 (c) アルミナ重量%



5/
21

Fig. 6



6/
21

Fig. 8 (a)

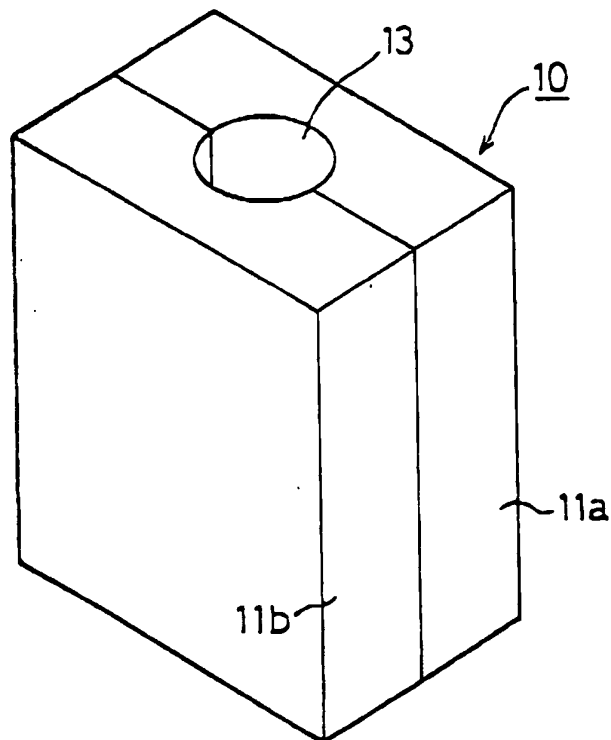
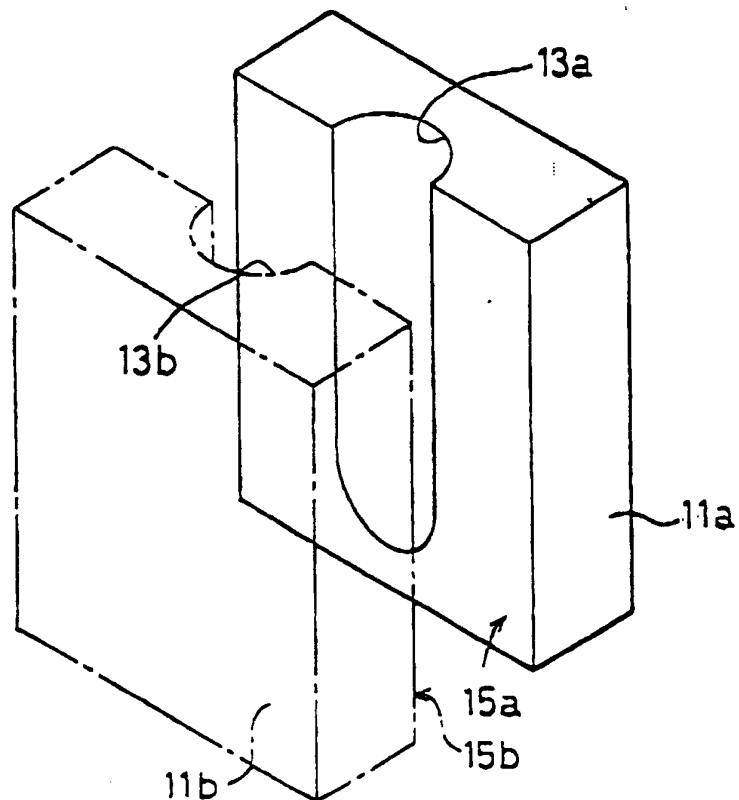
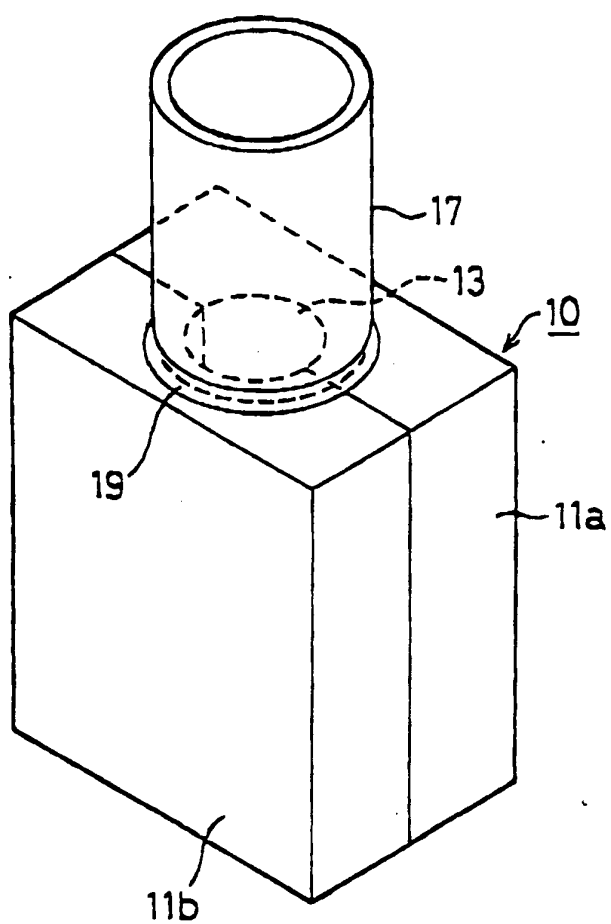


Fig. 8 (b)



7/
21

Fig. 9



8/
21

Fig. 10 (a)

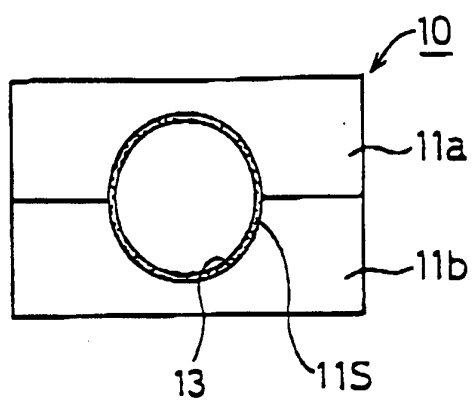
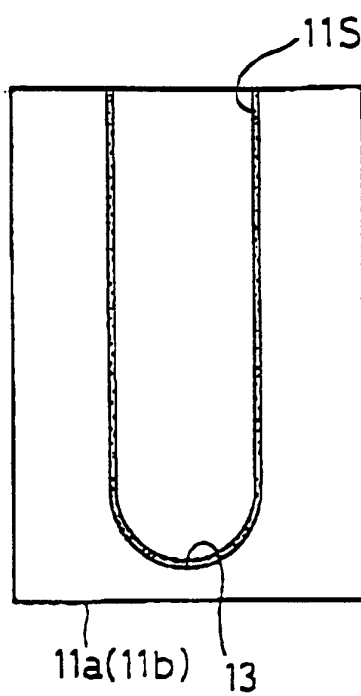
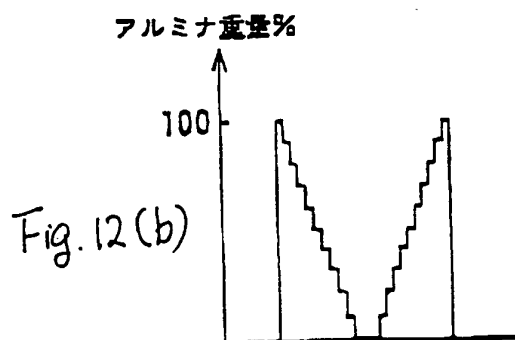
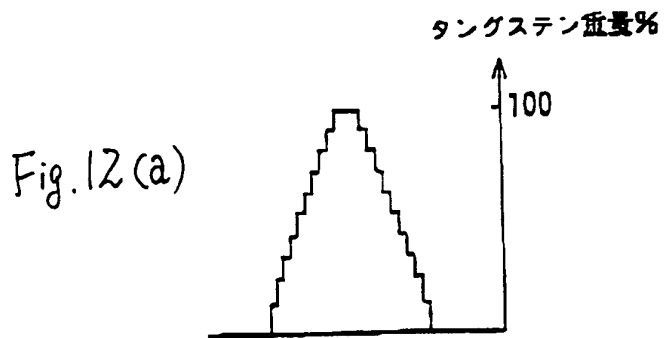
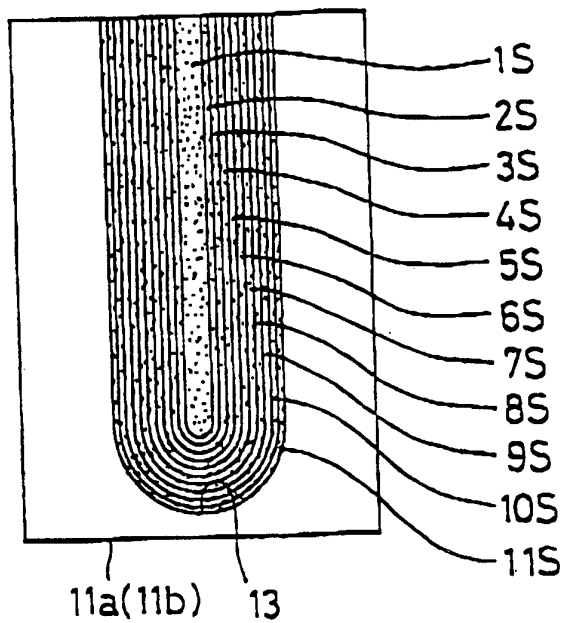


Fig. 10 (b)



9/21

Fig. 11



10/
21

Fig. 13

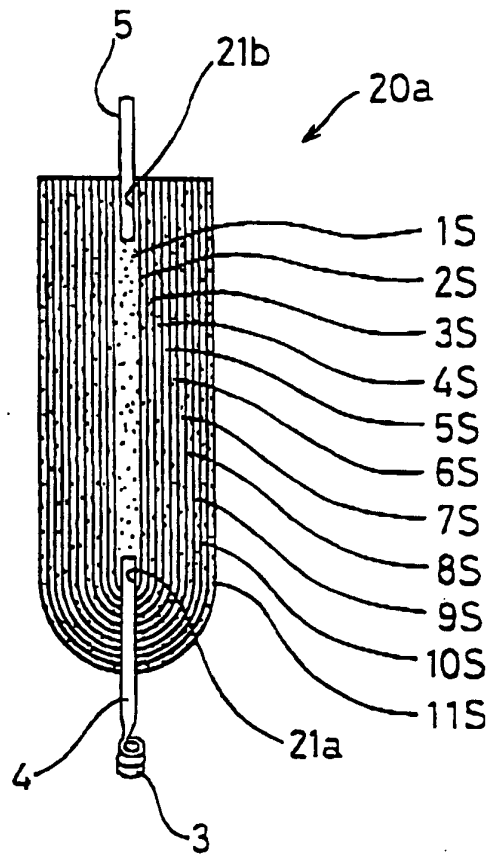
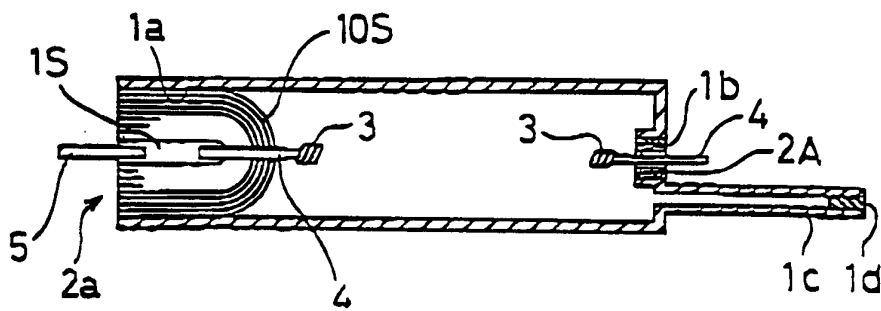
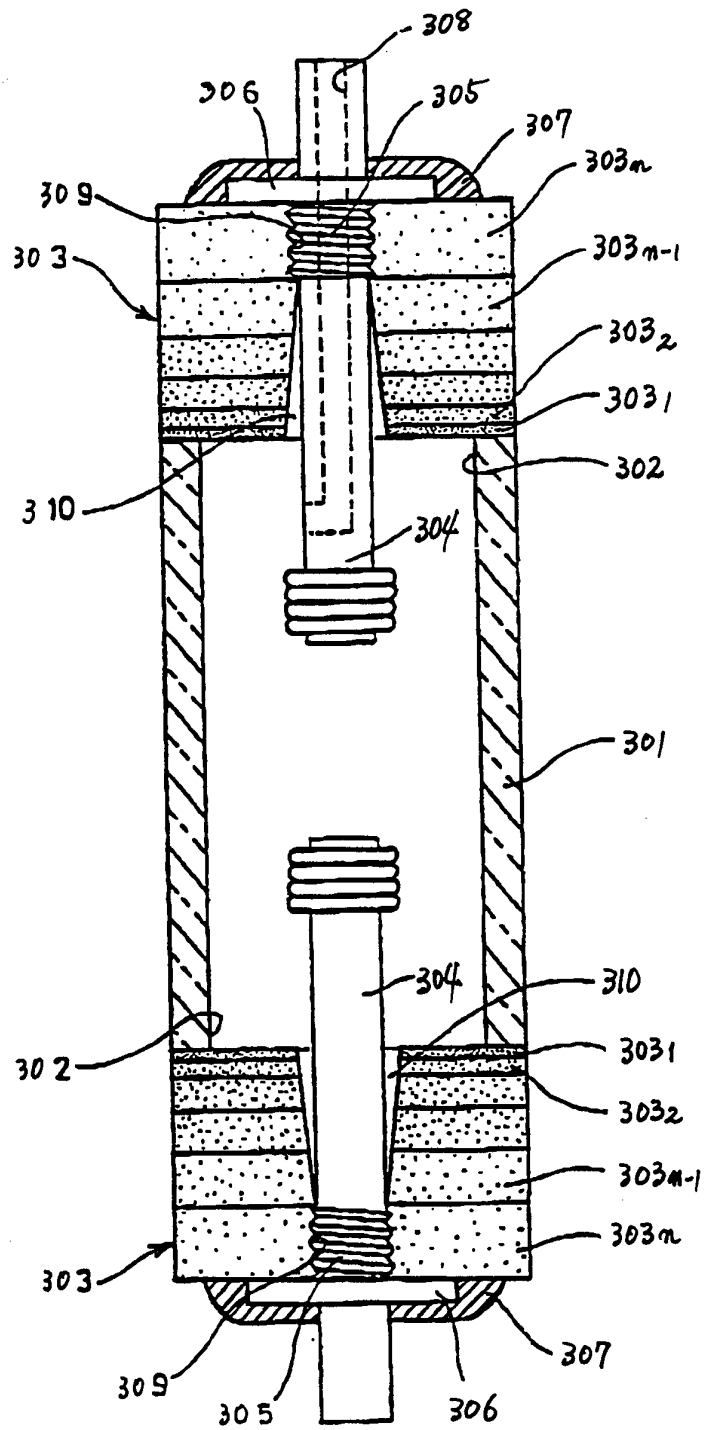


Fig. 14



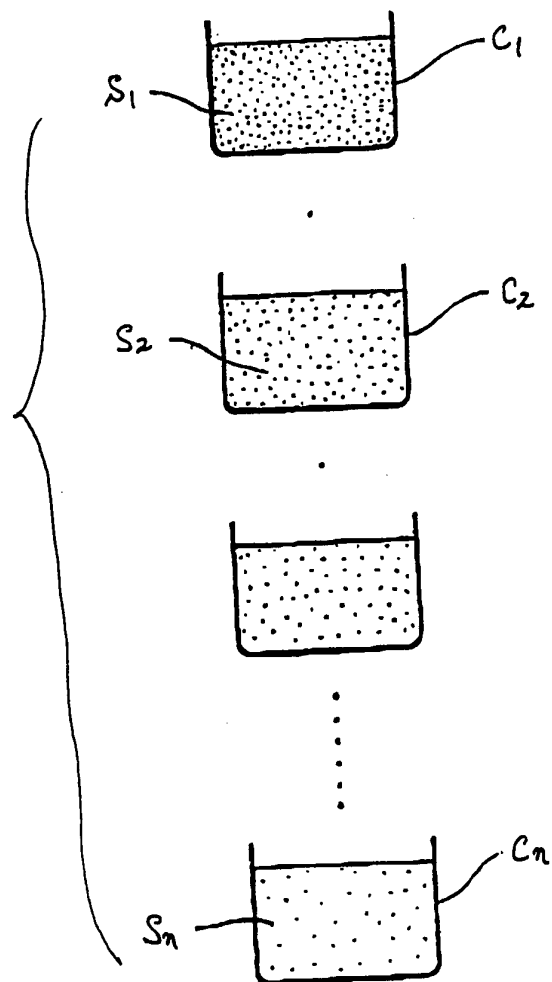
11/
21

Fig. 16



12/
21

Fig. 17



13/
21

Fig. 18 (a)

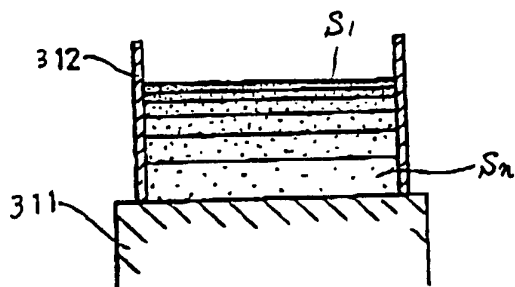


Fig. 18 (b)

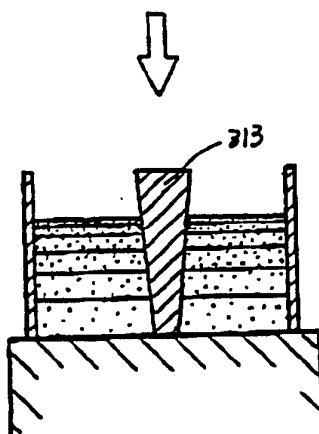


Fig. 18 (c)

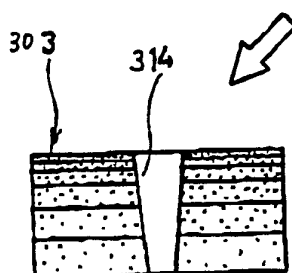


Fig. 18 (d)

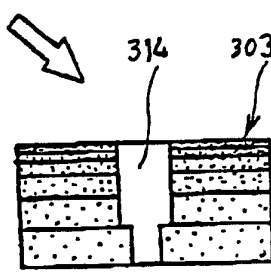
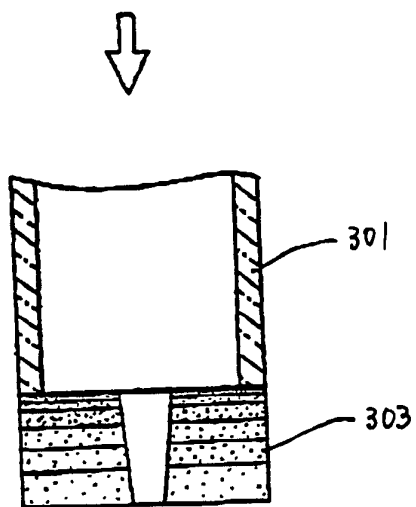
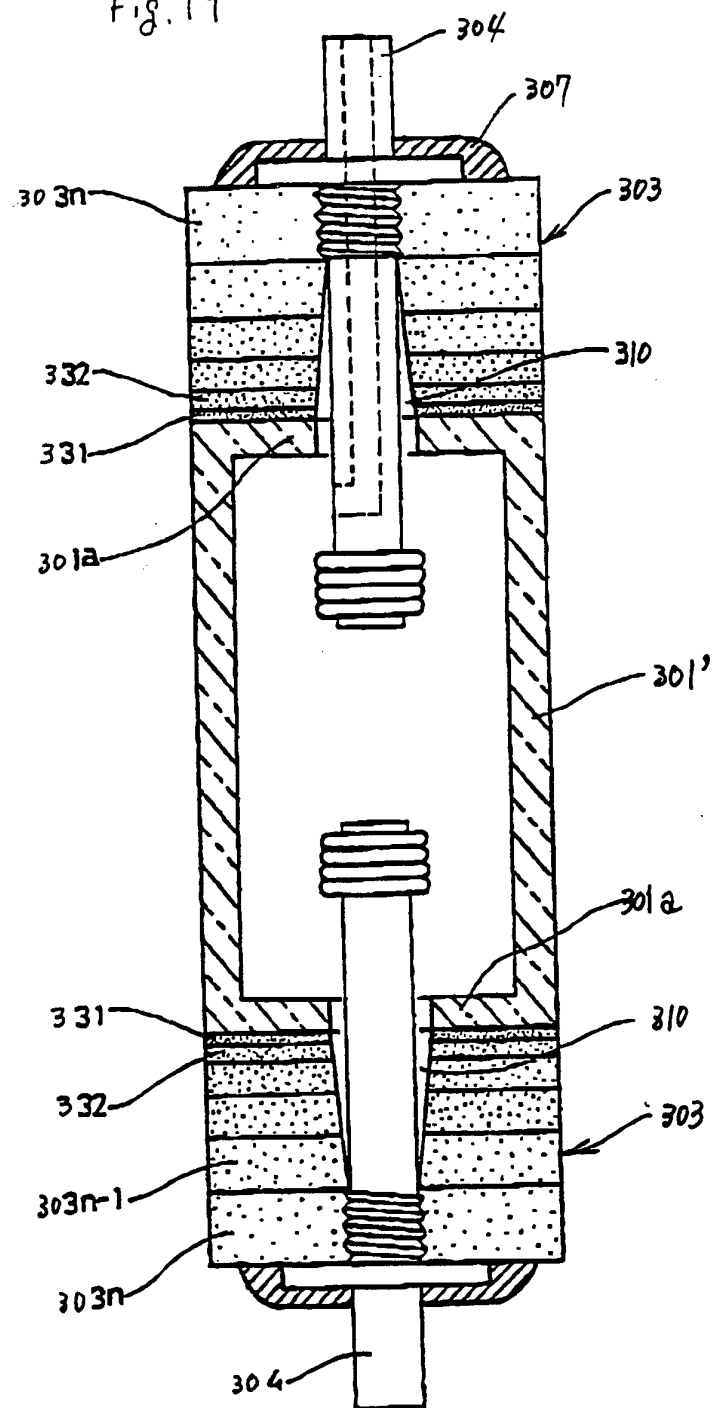


Fig. 18 (e)



14/
21

Fig. 19



15/
21

Fig. 20

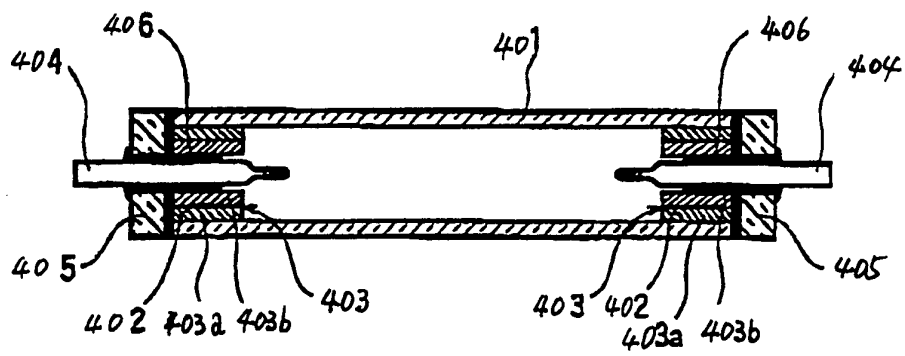


Fig. 21

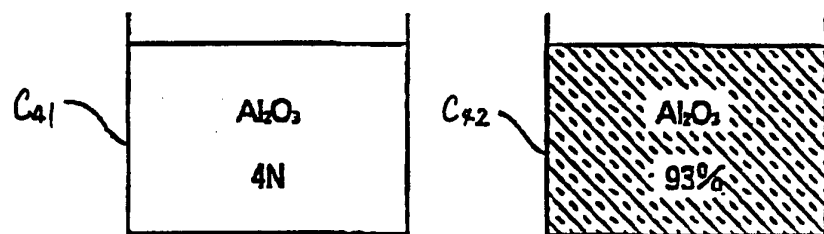
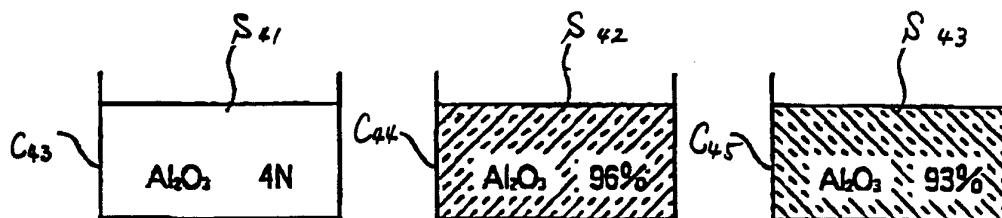
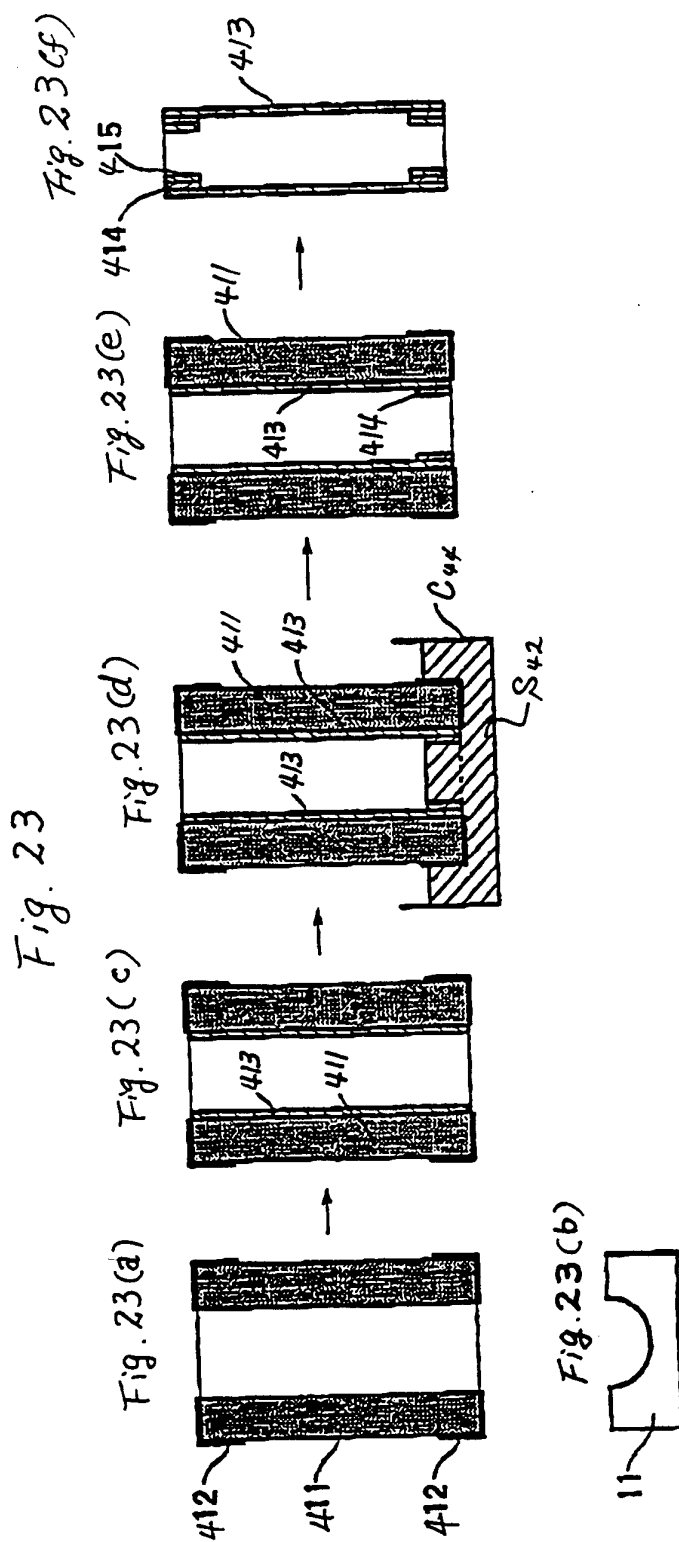


Fig. 22



16/
21



17/
21

Fig. 24

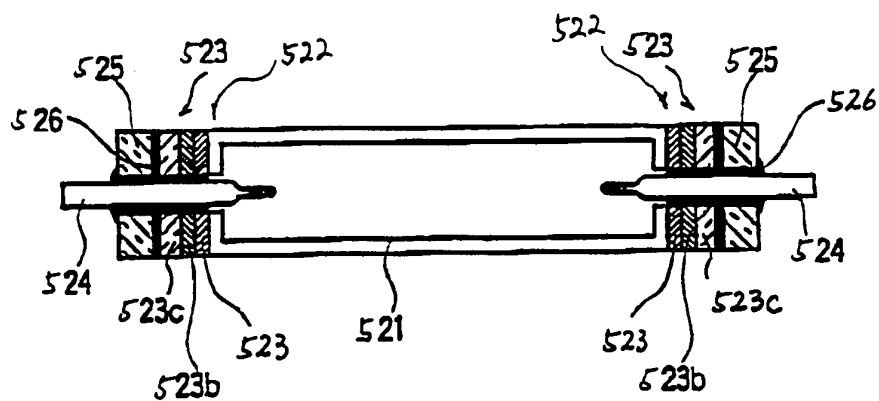


Fig. 25

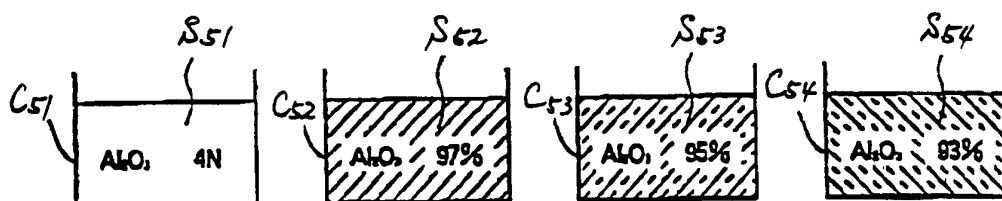
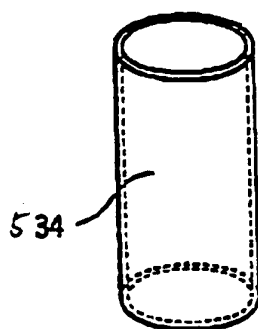


Fig. 26



18/
21

Fig. 27(a)

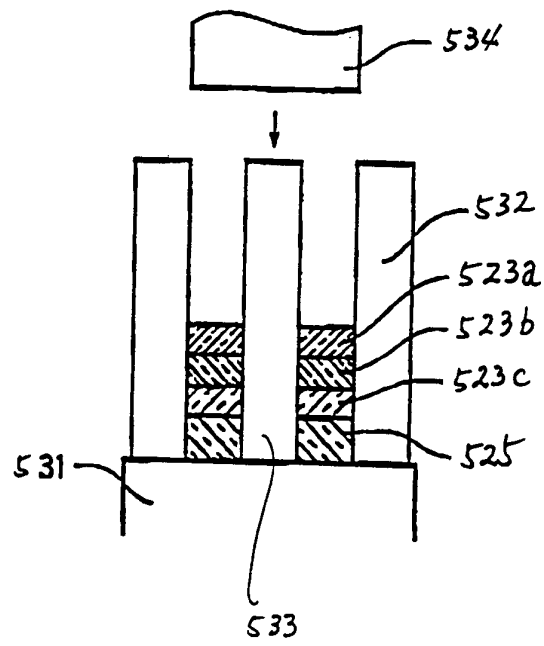
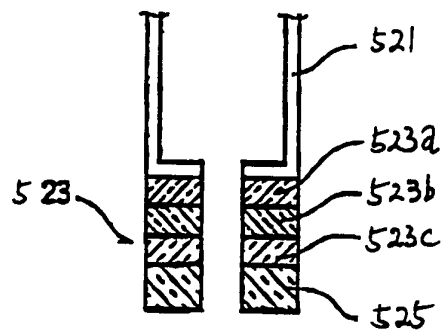
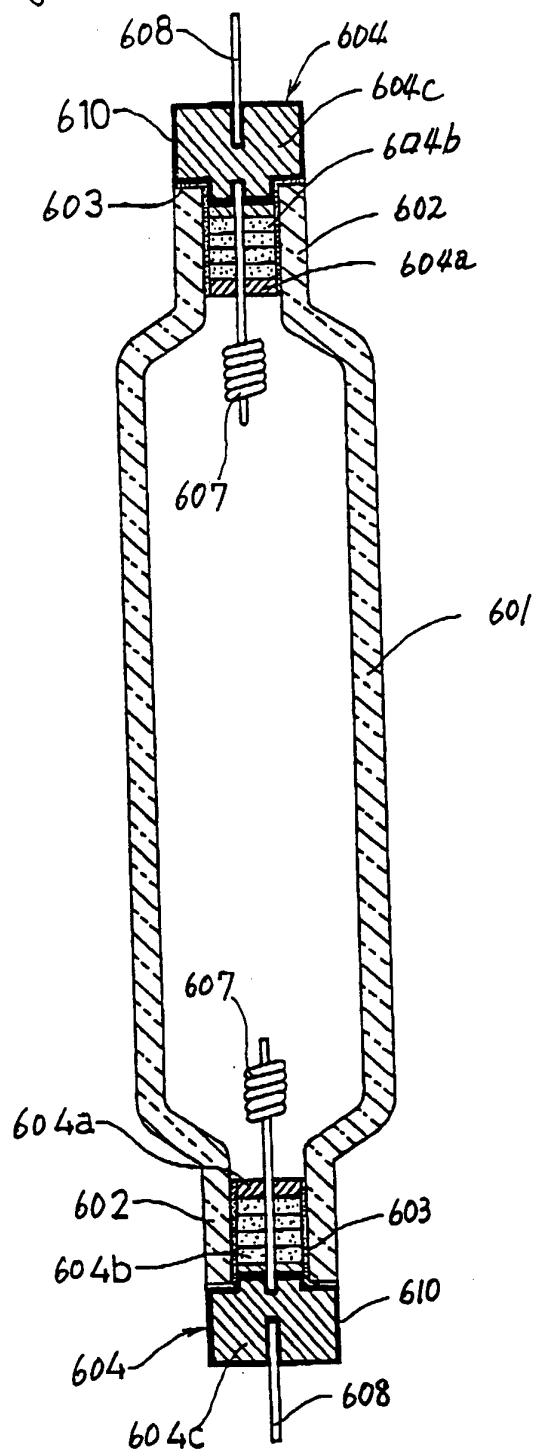


Fig. 27(b)

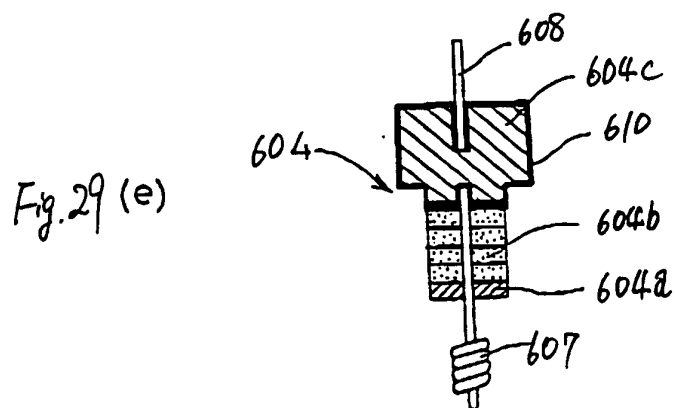
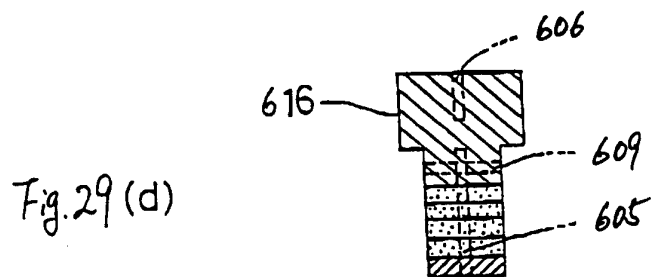
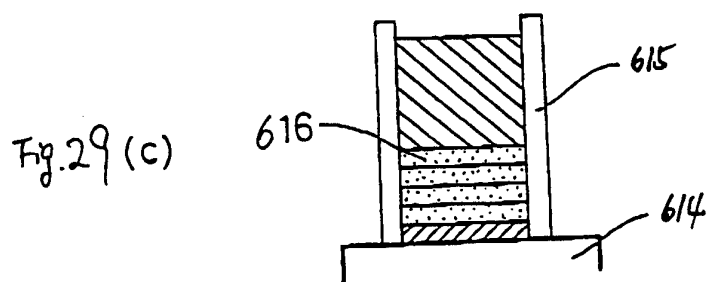
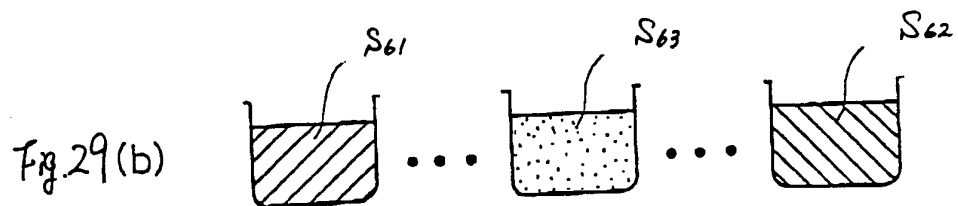
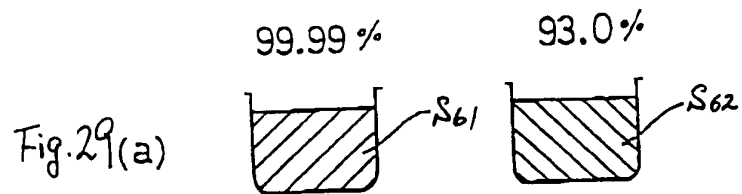


19/
21

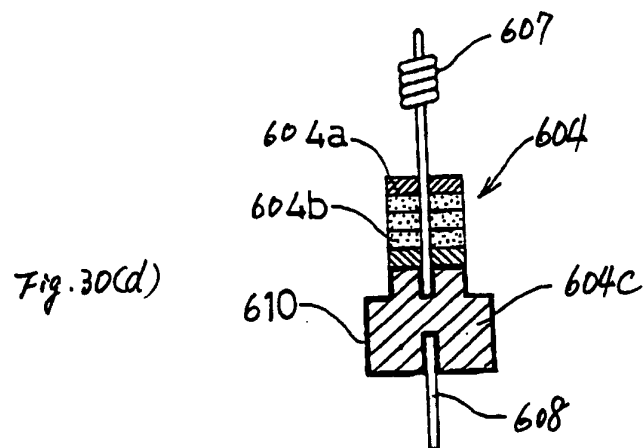
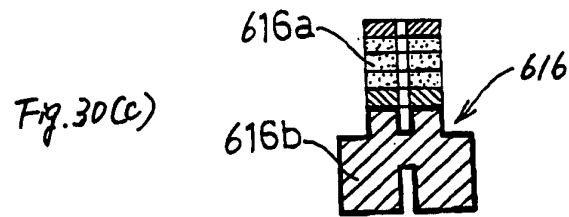
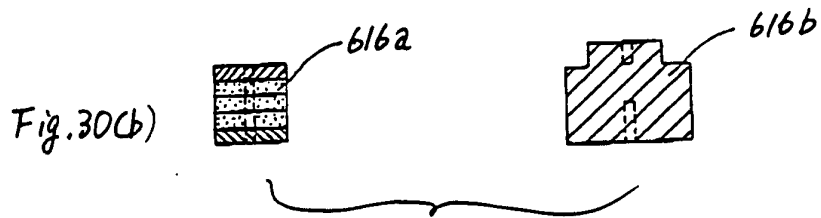
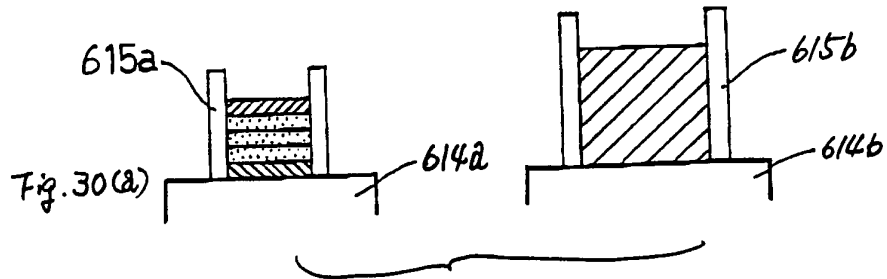
Fig. 28



20/
21



21/
21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/00959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ H01J61/36, 9/26

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)

Int. Cl⁵ H01J61/36, 9/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

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.
A	JP, A, 1-302652 (Toshiba Lighting & Technology Corp.), December 6, 1989 (06. 12. 89), Claim (Family: none)	1-27, 45-50
A	JP, A, 2-15557 (Toshiba Lighting & Technology Corp.), January 19, 1990 (19. 01. 90), Fig. 1 (Family: none)	1-27, 45-50
A	JP, B1, 45-30431 (Toshiba Corp.), October 2, 1970 (02. 10. 70), Claim (Family: none)	28-44



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 document 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

September 17, 1993 (17. 09. 93)

Date of mailing of the international search report

October 5, 1993 (05. 10. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁵ H01J61/36, 9/26

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.⁵ H01J61/36, 9/26

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 1926-1993年
日本国公開実用新案公報 1971-1993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 請求の範囲の番号
A	JP, A, 1-302652 (東芝ライテック株式会社) 6. 12月. 1989 (06. 12. 89) 特許請求の範囲, (ファミリーなし)	1-27, 45-50
A	JP, A, 2-15557 (東芝ライテック株式会社) 19. 1月. 1990 (19. 01. 90) 第1図, (ファミリーなし)	1-27, 45-50
A	JP, B1, 45-30431 (東京芝浦電気株式会社)	28-44

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ 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」 先行文献ではあるが、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

17. 09. 93

国際調査報告の発送日

05.10.93

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

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)

植松伸二

5 E

7 1 3 5

電話番号 03-3581-1101 内線

3522

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 請求の範囲の番号
	2. 10月. 1970 (02. 10. 70) 特許請求の範囲, (ファミリーなし)	