

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01J 61/067 (2006.01)

G02F 1/13357 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580000947.1

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100562969C

[22] 申请日 2005.5.2

[21] 申请号 200580000947.1

[30] 优先权

[32] 2004.5.10 [33] JP [31] 139559/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/008306 2005.5.2

[87] 国际公布 WO2005/109469 日 2005.11.17

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.21

[73] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

共同专利权人 东芝高新材料公司

[72] 发明人 青山齐

[56] 参考文献

CN1279496A 2001.1.10

US6632116B2 2003.10.14

JP2003-187740A 2003.7.4

审查员 刘深亮

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 岳耀锋

权利要求书 2 页 说明书 31 页 附图 7 页

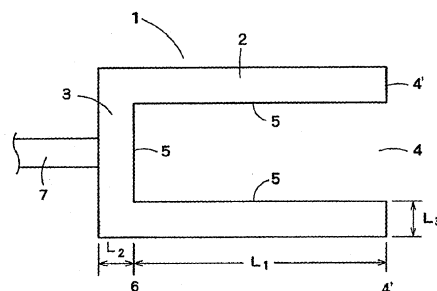
[54] 发明名称

冷阴极管用烧结电极、具有此冷阴极管用烧结电极的冷阴极管及液晶显示装置

[57] 摘要

提供一种冷阴极管用烧结电极、具有此冷阴极管用烧结电极的冷阴极管及液晶显示装置，该冷阴极管用烧结电极具有筒状的侧壁部，在该侧壁部的一端具有底部，且在该侧壁部的另一端具有开口部，其特征在于：该电极的内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 小于等于 $100 \mu m$ 。上述冷阴极管的特征在于：具有封入放电介质的中空管形透光灯管，在上述管形透光灯管的内壁表面上设置的荧光体层，以及配置在上述管形透光灯管的两端部的一对上述冷阴极管用烧结电极。上述液晶显示装置的特征在于：具有上述的冷阴极管，接近冷阴极管配置的导光体，配置在导光体的一个表面侧的反射体，以及配置在导光体的另一个表面侧的液晶显示屏。利用本发明可以以低成本提供工作电压低、汞消耗量受

到显著抑制的长寿命的冷阴极管。



1.一种冷阴极管用烧结电极，具有筒状的侧壁部，在该侧壁部的一端具有底部，且在该侧壁部的另一端具有开口部，其特征在于：该电极的内侧表面的表面粗糙度（ S_m ）小于等于 $100\mu m$ 。

2.如权利要求1所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：上述侧壁部的平均厚度为大于等于 $0.1mm$ 且小于等于 $0.7mm$ 。

3.如权利要求1或2所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：上述底部的平均厚度为大于等于 $0.25mm$ 且小于等于 $1.5mm$ 。

4.如权利要求1或2所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：是由 W、Nb、Ta、Ti、Mo、Re 中选择的金属或其合金构成的。

5.如权利要求1或2所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：其相对密度大于等于 80% 。

6.如权利要求1或2所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：是由含有稀土类元素（R）- 碳（C）- 氧（O）化合物的高熔点金属的烧结体构成的。

7.如权利要求6所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：含碳量为大于 $1ppm$ 且小于等于 $100ppm$ 。

8.如权利要求6所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：在形成所述烧结电极的烧结体中，含氧量为大于 0.01 质量%且小于等于 6 质量%。

9.如权利要求6所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：上述稀土类元素（R）- 碳（C）- 氧（O）化合物作为平均粒径小于等于 $10\mu m$ 的微粒存在于烧结体中。

10.如权利要求1或2所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：在垂直于上述冷阴极管用烧结电极的长轴方向的剖面中，上述筒状的侧壁部的内侧表面的形状为凹凸形状。

11.如权利要求10所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：在垂直于上述冷阴极管用烧结电极的长轴方向的剖面中，上述筒状的侧

壁部的内侧表面的形状为：对于从上述冷阴极管用烧结电极的外径起算出的到假想中心 O 的外径距离 a ，内径最大长度 b 和外径距离 a 的比 (b/a) 大于 0.50 且小于等于 0.95，并且内径最小长度 c 和内径最大长度 b 的比 (c/b) 大于 0.50 且小于等于 0.95。

12.如权利要求 1 或 2 所述的冷阴极管用烧结电极，其特征在于：在上述冷阴极管用烧结电极的底部上焊接有引线，此引线的每单位剖面面积的焊接强度为大于等于 400N/mm^2 。

13.一种冷阴极管，其特征在于具有：
封入放电介质的中空管形透光灯管，
在上述管形透光灯管的内侧表面上设置的荧光体层，以及
配置在上述管形透光灯管的两端部的一对权利要求 1~12 中的任一项所述的冷阴极管用烧结电极。

14.一种液晶显示装置，其特征在于具有：

如权利要求 13 所述的冷阴极管，
接近上述冷阴极管配置的导光体，
配置在上述导光体的一个表面侧的反射体，以及
配置在上述导光体的另一个表面侧的液晶显示屏。

冷阴极管用烧结电极、具有此冷阴极管用 烧结电极的冷阴极管及液晶显示装置

技术领域

本发明涉及冷阴极管用烧结电极、具有此冷阴极管用烧结电极的冷阴极管及液晶显示装置。

背景技术

迄今，冷阴极管用烧结电极及具有此电极的冷阴极管，例如，用作液晶显示装置的背光灯。对这种液晶用的冷阴极管，除了要求是高亮度、高效率之外，还要求是长寿命。

一般，作为液晶用背光灯有用的冷阴极管，其构成为在内表面上涂敷荧光体的玻璃管内填充微量汞及稀有气体，在此玻璃管的两端部安装电极及引入线（例如，KOV+杜美（dumet）丝）。对于这种冷阴极管，通过在其两端的电极上施加电压，可使封入玻璃管内的汞蒸发，发射紫外线，吸收该紫外线的荧光体会发光。

迄今，主要使用镍材料作电极。然而，这种Ni电极中，除了为了使电子从电极发射到放电空间所必需的阴极电压降比较高之外，由于所谓溅射这一现象的发生而容易使灯的寿命缩短。此处，所谓溅射现象指的是在冷阴极管的点亮中电极受到来自离子的冲击，电极物质飞散，其飞散物质及汞等在玻璃管内壁表面上蓄积的现象。

由于溅射现象形成的溅射层吸收汞，使该汞不能用来发光，因此在冷阴极管长时间点亮时，灯的亮度极端降低而到达寿命的末期。因此，如果能够减少溅射现象就可以抑制汞的消耗，由此，即使是相同的汞封入量，也可以达到长寿命化。

于是，一直在以降低阴极电压降和抑制溅射两者为目标进行尝试。在最近的组配中，完成了将电极制作成为有底的圆筒状，利用空

心阴极效应的以减少阴极电压降和抑制溅射两者为目标的电极设计（日本专利特开 20001-176445 号公报）。另外，电极材质采用阴极电压降可以低 20V 左右的 Mo 或 Nb 等来代替迄今的镍。

专利文献 1：日本专利申请特开 2001-176445 号公报

发明内容

上述的有底筒状的冷阴极管用电极，虽然与现有的镍电极相比，在阴极电压降的下降及寿命方面为优选，但是由于都是将板材（通常是使用厚度为 0.07mm 至 0.2mm 左右的板材）通过拉深加工得到的有底的圆筒型，所以材料的利用率差，并且对于拉深性差的金属而言，一直存在在加工中出现裂纹等等的问题。此外，就板材的拉深加工而言，存在成本高的问题。

另外，已经发现有底的圆筒型的电极的底部一方，与其侧壁部相比，存在溅射引起的消耗易于进行的倾向，且在上述这种拉深加工中控制底部和侧壁部的厚度及形态比较困难，将底部及侧壁部两者制造成为最佳厚度及形态的制品很困难。其结果，有时产生厚度不足的部分及厚度过厚的部分。另外，在底部及侧壁部过厚的场合，有时电极的表面积不够或电极本身变大，不是优选的。

因此，为了提供高亮度、高效率且长寿命的冷阴极管，一直在寻求能够高度发挥作为电极所要求的性能并且可以很容易以低成本进行批量生产的冷阴极管用电极。

通常，在有底的圆筒型的电极中在其底部上焊接有引线，在利用板材拉深加工制造的现有的电极的场合，在引线焊接时底部会消失或变形，由于再结晶导致的焊接强度显著降低，很难得到强度足够的焊接有引线的圆筒型电极。

本发明正是为解决上述问题而完成的，其目的在于提供一种具有与由板材经过拉深加工产生的电极相同或更佳的特性的同时，引线焊接时的焊接强度高，批量生产性佳，可以以低成本制造的冷阴极管用电极及冷阴极管以及液晶显示装置。

因此,根据本发明的冷阴极管用烧结电极,是具有筒状的侧壁部,在该侧壁部的一端具有底部,并且在该侧壁部的另一端具有开口部的冷阴极管用烧结电极,其特征在于:该电极的内侧表面的表面粗糙度(S_m)小于等于 $100\mu m$ 。

这样的根据本发明的冷阴极管用烧结电极,优选是可以使上述侧壁部的平均厚度为大于等于 $0.1mm$ 小于等于 $0.7mm$ 。

这样的根据本发明的冷阴极管用烧结电极,优选是可以使上述底部的平均厚度为大于等于 $0.25mm$ 小于等于 $1.5mm$ 。

这样的根据本发明的冷阴极管用烧结电极,优选是可以由 W、Nb、Ta、Ti、Mo、Re 中选择的金属或其合金构成。

这样的根据本发明的冷阴极管用烧结电极,优选是可以使其相对密度大于等于 80% 。

于是,根据本发明的上述的冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括由含有稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物的高熔点金属的烧结体构成的电极。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物的含量中稀土类元素(R)为大于 0.05 质量%小于等于 20 质量%的电极。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括含碳量为大于 $1ppm$ 小于等于 $100ppm$ 的电极。

此冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括含氧量为大于 0.01 质量%小于等于 6 质量%的电极。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物作为平均粒径小于等于 $10\mu m$ 的微粒存在于烧结体中的电极。

根据本发明的上述的冷阴极管用烧结电极,优选为可以是在垂直于上述冷阴极管用烧结电极的长轴方向的剖面中,上述筒状的侧壁部的内壁表面的形状为凹凸形状。

根据本发明的上述的冷阴极管用烧结电极,作为优选方式,包括

在垂直于上述冷阴极管用烧结电极的长轴方向的剖面中，上述筒状的侧壁部的内壁表面的形状为对于从上述冷阴极管用烧结电极的外径起算出的与假想中心 O 的外径距离 a ，内径最大长度 b 和外径距离 a 的比 (b/a) 大于 0.50，小于等于 0.95，并且内径最小长度 c 和内径最大长度 b 的比 (c/b) 大于 0.50，小于等于 0.95 的电极。

另外，根据本发明的上述的冷阴极管用烧结电极，是在上述任一个冷阴极管用烧结电极的底部上焊接有引线，此引线的每单位剖面面积的焊接强度为大于等于 400N/mm^2 的电极。

于是，根据本发明的冷阴极管的特征在于具有：封入放电介质的中空管形透光灯管，在上述管形透光灯管的内壁表面上设置的荧光体层，以及配置在上述管形透光灯管的两端部的一对上述冷阴极管用烧结电极。

于是，根据本发明的液晶显示装置的特征在于具有：上述冷阴极管，接近上述冷阴极管配置的导光体，配置在上述导光体的一个表面侧的反射体，以及配置在上述导光体的另一个表面侧的液晶显示屏。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，由于该电极的内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 小于等于 $100\mu\text{m}$ ，所以表面积大并且可以抑制工作时的溅射。所以，根据本发明的冷阴极管用烧结电极，可以提供工作电压低，汞消耗量受到显著抑制的长寿命的冷阴极管。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，由于可以降低溅射引起的电极飞散物的量，可以有效防止此飞散物质和汞的汞齐 (amalgam) 生成引起的照度降低以及汞消耗引起的照度降低，可以提供高亮度、高效率且长寿命的冷阴极管。

另外，根据本发明的冷阴极管用烧结电极，由于与现有的由板材利用拉深加工而成的电极相比批量生产性更佳，可以以低成本制造。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，特别是在由含有稀土类元素 (R) - 碳 (C) - 氧 (O) 化合物的高熔点金属的烧结体构成的场合，可以使阴极电压降非常低。所以，根据本发明的冷阴极管用烧结电极，可以提供工作电压更低，汞消耗量受到显著抑制的长寿命的冷阴极

管。于是，由含有此特定的稀土类化合物的烧结体构成的冷阴极管用烧结电极，就焊接条件而言是可以抑制烧结体组织的再结晶化的。所以，因为在本发明中可以采用在利用现有的拉深加工制造的一般的电极中实质上不能采用的高电压的焊接条件，所以可以很容易得到与现有的相比引线焊接强度更高的冷阴极管用烧结电极。

于是，根据本发明的冷阴极管用烧结电极，在垂直于电极的长轴方向的剖面中，上述筒状的侧壁部的内壁表面的形状为凹凸形状の場合，阴极电压降更低。所以，可以提供工作电压更低，汞消耗量受到显著抑制的长寿命的冷阴极管。

就本发明人所知，迄今，根本没有进行过针对冷阴极管用烧结电极的表面特性的研究，以及对烧结电极的表面特性和冷阴极管的性能的关联性的研究。所以，针对冷阴极管用烧结电极的表面特性，特别是冷阴极管用烧结电极的内侧表面的表面特性，从而进一步通过将其表面粗糙度(S_m)控制在特定范围内，提供工作电压低，且汞消耗量受到显著抑制的冷阴极管是出乎意料的。

于是，在以这种方式将表面粗糙度(S_m)控制在特定范围内的冷阴极管用烧结电极中，通过使用含有稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物的高熔点金属的烧结体，阴极效应电压非常低；而且，在以这种方式将表面粗糙度(S_m)控制在特定范围内的冷阴极管用烧结电极中，由于筒状的侧壁部的内壁表面的形状为凹凸形状，阴极电压降进一步降低；而且，与现有相比引线焊接强度提高是出乎意料的。

工作电压的低压化，使烧结电极的温度条件及电压条件稳定，有效地防止电极的溅射。其结果，在显著抑制电极本身的消耗及冷阴极管内的汞消耗的同时，可以防止溅射引起的飞散物质在冷阴极管内壁表面上蓄积。由于它们的复合效果，在根据本发明的冷阴极管中，由于使用引起的性能劣化很少，并且冷阴极管达到不能使用为止的寿命显著延长。另外，冷阴极管的工作电压的低压化，可以使由其组装的显示装置低压化，有助于装置的小型、轻量、薄型化及降低成本。

这种根据本发明的冷阴极管用烧结电极、冷阴极管及液晶显示装

置，例如，不仅适用于电池驱动的便携式电子装置，而且特别适用于长期要求节电而稳定的高品质的显示的显示装置等。

附图说明

图 1 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向平行的剖面）的示图。

图 2 为示出在计算冷阴极管用烧结电极的侧壁部平均厚度及底部部的平均厚度时使用的剖面的取得位置的示图。

图 3 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向平行的剖面）的示图。

图 4 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向平行的剖面）的示图。

图 5 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向平行的剖面）的示图。

图 6 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向平行的剖面）的示图。

图 7 为示出实施例 1 的冷阴极管用烧结电极的内侧表面的表面粗糙度（ S_m ）的测定结果的示图。

图 8 为示出比较例 6 的冷阴极管用烧结电极的内侧表面的表面粗糙度（ S_m ）的测定结果的示图。

图 9 为示出根据本发明的液晶显示装置的优选具体示例的剖面图。

图 10 为示出引线焊接强度的评价方法的概要的示图。

图 11 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向垂直的剖面）的示图。

图 12 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向垂直的剖面）的示图。

图 13 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面（与长轴方向垂直的剖面）的示图。

图 14 为示出 2%La-C-O 化合物的平均粒径 (μm) 和初始放电电压 (V) 的关系的示图。

图 15 为对 2%La-C-O 化合物的利用 EPMA 法的色彩映射的分析图。

(附图标记说明)

- 1: 冷阴极管用烧结电极
- 2: 侧壁部
- 3: 底部
- 4: 开口部
- 5: 电极的内侧表面
- 6: 最深部
- 7: 杜美丝
- 8: 突起部
- 20: 液晶显示装置
- 21: 冷阴极管
- 22: 导光体
- 23: 反射体
- 24: 液晶显示屏
- 25a、25b、25c: 光扩散体

具体实施方式

<冷阴极管用烧结电极 (其一)>

如上所述, 根据本发明的冷阴极管用烧结电极, 是具有筒状的侧壁部, 在该侧壁部的一端具有底部并且在该侧壁部的另一端具有开口部的冷阴极管用烧结电极, 其特征在于: 该电极的内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 小于等于 $100\mu\text{m}$ 。

在本发明中, “表面粗糙度 (S_m)”, 具体而言, 指的是根据由 JIS B0601-1994 规定的“凹凸的平均间隔 (S_m)”, 即“从粗糙度曲线在其平均线方向上取出基准长度 l , 求出一个峰及与其相邻的一

个谷相对应的平均线的长度之和，以毫米（mm）表示的平均值”。

$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

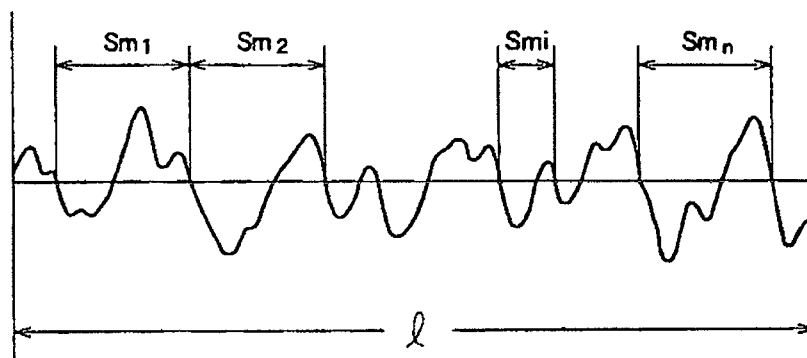


图 1 及图 3~图 6, 为示出根据本发明的冷阴极管用烧结电极的优选具体示例的剖面的示图。在这些各图中示出与冷阴极管用烧结电极的长轴方向平行的剖面。

图 1 所示的根据本发明的冷阴极管用烧结电极 (1) 是具有筒状的侧壁部 (2), 在该侧壁部 (2) 的一端具有底部 (3) 并且在该侧壁部 (2) 的另一端具有开口部 (4) 的冷阴极管用烧结电极, 该电极的内侧表面 (5) 的表面粗糙度 (S_m) 小于等于 $100\mu\text{m}$ 。另外, 在本说明书中, 所谓“侧壁部”, 如图 1 所示, 指的是从冷阴极管用烧结电极 (1) 的最深部[即开口部 (4) 的缘端面 (4') 和电极内壁表面的距离 ($L1$) 最长的部分] (6) 起存在于缘端面 (4') 一侧的部分。另外, 所谓“底部”指的是从冷阴极管用烧结电极 (1) 的上述最深部 (6) 起存在于缘端面 (4') 的相反侧的部分。另外, 所谓内侧表面 (5) 指的是冷阴极管用烧结电极 (1) 的筒状的侧壁部 (2) 的内侧表面以及底部 (3) 的内侧表面这两者。

另外, 本发明的主要特征之一是此内侧表面 (5) 的表面粗糙度在预定的 S_m 范围内, 不过在本发明中并不一定需要内侧表面 (5) 的各个区域一直都是同一 S_m 值。另外, 在本发明中, 只要是内侧表面 (5) 的实质上的整个区域 (优选是内侧表面 (5) 的 30% 或以上的面积, 特别优选是 50% 或以上的面积) 在预定的 S_m 范围内即可, 并不

一定需要内侧表面(5)的所有区域一直都在预定的 S_m 范围内。所以,根据场合的不同,内侧表面(5)的一部分区域也可以不在预定的 S_m 范围内。

另一方面,对于冷阴极管用烧结电极(1)的外侧表面[即包含筒状的侧壁部(2)的外侧表面及底部(3)的外侧表面及缘端面(4')表面等], S_m 并非特定的。就是说,冷阴极管用烧结电极(1)的外侧表面的 S_m 是任意的,与对冷阴极管用烧结电极(1)的内侧表面规定的上述 S_m 范围既可以相同,也可以不同。

另外,在本说明书中,所谓底部的“厚度”指的是在上述底部中上述最深部(6)和冷阴极管用烧结电极的底部的外侧表面之间的距离(L_2)。另外,所谓侧壁部的“厚度”指的是在上述侧壁部中冷阴极管用烧结电极的内侧表面和外侧表面之间的距离(L_3)。

另外,对于侧壁部,所谓“平均厚度”,如图2所示,指的是对于由通过筒状的冷阴极管用烧结电极的中心的第二剖面[以下称其为“第一剖面”。另外,由此第一剖面可以得到侧壁剖面(1111)和与其成对的侧壁剖面(1112)两个侧壁剖面]和通过筒状的冷阴极管用烧结电极的中心并且与上述第一剖面正交的第二剖面[以下称其为“第二剖面”。另外,由此第二剖面可以得到侧壁剖面(1113)和与其成对的侧壁剖面(1114)]所得到的四个侧壁剖面[(1111)~(1114)]各自的最大厚度(L_{MAX})和最小厚度(L_{MIN})的测定而求得的、从下述式(2)算出的值(单位:“mm”)。

$$\text{平均厚度} = \left[\frac{(1111)L_{MAX} + (1111)L_{MIN}}{2} + \frac{(1112)L_{MAX} + (1112)L_{MIN}}{2} + \frac{(1113)L_{MAX} + (1113)L_{MIN}}{2} + \frac{(1114)L_{MAX} + (1114)L_{MIN}}{2} \right] \times \frac{1}{4} \quad (2)$$

[式中所谓“(1111) L_{MAX} ”指的是“剖面(1111)的最大厚度(L_{MAX})”,所谓“(1111) L_{MIN} ”指的是上述的“剖面(1111)的最小厚度(L_{MIN})”。“(1112) L_{MAX} ”、“(1112) L_{MIN} ”、“(1113) L_{MAX} ”、“(1113) L_{MIN} ”、“(1114) L_{MAX} ”、“(1114) L_{MIN} ”也同此。

另外,对于底部,所谓“平均厚度”,与上述一样,指的是对由

第一剖面及第二剖面所得到的四个剖面测定各个底部的最大厚度 (L_{MAX}) 及最小厚度 (L_{MIN})，利用上式算出的值。

其结构为，在冷阴极管用烧结电极 (1) 的底部 (3) 的大致中央部通常接合有由 Mo、W 或 KOV (铁镍钴合金) 中的某一种构成的线材或其箔材，在这些线材或箔材上还接合有杜美丝或 Ni 丝 (7)，利用此杜美丝 (7) 在冷阴极管用烧结电极 (1) 上施加电压。在冷阴极管用烧结电极 (1) 和 Mo、W 或 KOV 丝杜美丝 (7) 的接合部上，根据场合的不同，如图 3 所示，可以设置突起部 (8)。在此场合，将冷阴极管用烧结电极 (1) 的底部 (3) 的内侧表面和 Mo、W 或 KOV 丝杜美丝 (7) 的接合部之间的距离 (L_4) 作为底部的厚度。由于此突起部 (8) 使底部的厚度增大的结果，冷阴极管用电极的寿命及耐久性提高。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，如上所述，内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 小于等于 $100\mu m$ 。这是因为在有底的电极中为了使工作电压降低，特别是电极的表面积的大小越大越有利，特别是因为以电极内侧为中心产生放电，所以加大电极内侧表面积是优选的。在 S_m 值大于 $100\mu m$ 时，可以观察到关于这种工作电压的有利效应变小，并且汞消耗也明显地增加的倾向，要达到本发明的目的，即提供工作电压低、可以显著抑制汞消耗量的长寿命的冷阴极管是困难的。优选的 S_m 的范围为大于等于 $70\mu m$ 小于等于 $90\mu m$ ，特别优选为大于等于 $40\mu m$ 小于等于 $50\mu m$ 。

内侧表面的表面粗糙度 (S_m)，可以通过设定烧结体的制造条件 (例如，原料粉末的粒径等) 以得到那种内侧表面的烧结电极或在得到烧结体之后实施适当的加工 (例如，滚磨、喷砂等抛光加工、蚀刻加工等) 而得到。

侧面部的平均厚度优选是在大于等于 $0.1mm$ 小于等于 $0.7mm$ 的范围内。这是因为在使其作为冷阴极管工作时，如果平均厚度不足 $0.1mm$ 时，有时会发生强度不足、开孔等问题。在大于 $0.7mm$ 时，

冷阴极管用烧结电极的内侧的表面积减小,不能充分得到降低工作电压的效果。优选的侧面部的平均厚度为大于等于 0.3mm 小于等于 0.6mm,特别优选是大于等于 0.35mm 小于等于 0.55mm。

另一方面,底面部的平均厚度优选是在大于等于 0.25mm 小于等于 1.5mm 的范围内。这是因为电极的底面部内侧由于消耗显著,比 0.25mm 厚是优选的。然而,在大于 1.5mm 时,内侧的表面积变小,与上述一样不能充分得到工作电压降低的效果。优选的底面部的平均厚度为大于等于 0.4mm 小于等于 1.35mm,特别优选是大于等于 0.6mm 小于等于 1.15mm。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极,可以由符合目的的任意的高熔点金属形成。例如,优选是可以由 W、Nb、Ta、Ti、Mo、Re 中选择的金属单体或其合金中的至少一种形成。作为优选金属可以举出的有 Mo,可以示例举出的还有 La、Ce、Y 等的稀土类氧化物、稀土类碳氧化物(特别优选是“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”(详情后述))、添加了 Ba、Mg、Ca 这样的轻元素的氧化物的 Mo。作为优选的合金,可以举出的例子有 W-Mo 合金、Re-W 合金、Ta-Mo 合金。另外,根据需要,可以是将电子发射性物质和高熔点金属混合的材料,还可以将 Ni、Cu、Fe、P 等作为烧结助剂添加微量(例如,小于等于 1 质量%)。通常,在冷阴极管的制造工序中,由于在高温下将氮气用于置换等等,所以优选是使用比 Nb 系及 Ta 系更难以氮化的 Mo 系及 W 系的材料。就 Mo 系和 W 系而言,特别是在低温下进行烧结的 Mo 系更是优选的。

烧结体的晶粒的平均粒径小于等于 100 μ m 是优选的。另外,烧结体的晶粒的长宽比(长径/短径)小于等于 5 为优选。

相对密度,优选是大于等于 80%,特别优选是大于等于 90% 小于等于 98%。此处,相对密度是按照下述方法测定时的密度。

(相对密度的测定)

1. 将冷阴极管用烧结电极的底部利用丝线放电加工等方法切断去掉并采集样本。

2. 接着, 将在 1 中得到的侧壁部的样本, 以轴对称方式利用丝线放电加工等方法切断成为两半。另外, 此处将底部切断的理由是由于在存在底部时气泡进入冷阴极管用烧结电极内部的闭塞空间而不能正确测定。

3. 将在 2 中得到的样本, 利用由 JIS Z2501-2000 规定的阿基米德法测定 $N=5$ 时的平均值作为代表值。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极的长度[即缘端面(4')表面和距离缘端面(4')最远的底面部的外侧表面(在具有突起部的场合为该突起部前端的表面)之间的长度], 主要是相应于其中组装有电极的冷阴极管的大小及性能等而确定, 优选是大于等于 3mm 小于等于 8mm, 特别优选是大于等于 4mm 小于等于 7mm。

冷阴极管用烧结电极的直径也一样是相应于其中组装有电极的冷阴极管的大小及性能等而确定, 优选是大于等于 $\phi 1.0\text{mm}$ 小于等于 $\phi 3.0\text{mm}$, 特别优选是大于等于 $\phi 1.3\text{mm}$ 小于等于 $\phi 2.7\text{mm}$ 。在本发明中, 由于是烧结电极, 所以对这种小型电极有效。

冷阴极管用烧结电极的长度和直径的比(长度/直径), 优选是大于等于 2 小于等于 3, 特别优选是大于等于 2.2 小于等于 2.8。

另外, 根据本发明的冷阴极管用烧结电极, 从表面积大且制造及加工容易以及在制造冷阴极管时在安装到中空灯管中时的操作性等观点出发, 在与长轴方向平行的剖面中示出的筒状内空间的形状为如图 1 的长方形形状及图 3 的梯形形状是优选, 但并不限定于上述形状, 也可以是图 4(剖面为 V 字)、图 5(剖面为 U 字)、图 6(剖面为阶梯形)等各种形状。另外, 由于同样的理由, 侧壁部的外形形状为筒状是优选, 但也可以是其他形状(例如, 椭圆、多角形)。另外, 冷阴极管用烧结电极的外形形状和冷阴极管用烧结电极的内部形状也可以不同。

利用上述的构成, 可以提供工作电压低、汞消耗量受到显著抑制的长寿命的冷阴极管。

《冷阴极管用烧结电极及冷阴极管的制造方法(其一)》

本发明的冷阴极管用烧结电极，可以通过混合原料粉末、造粒、将其成形为预定形状、随后进行烧结而制造。

下面以钼为中心对本发明的冷阴极管用烧结电极的优选制造方法予以叙述。

作为原料粉末的钼粉末使用的是平均粒径大于等于 $1\mu\text{m}$ 小于等于 $5\mu\text{m}$ ，纯度大于等于 99.95% 的粉末。在此粉末中混合纯水、粘接剂（优选粘接剂是聚乙烯醇（PVA））进行造粒。随后，借助单个压力机、回转式压力机或注射模塑成形，得到帽子状[例如，直径 3.0mm × 长度 7.0mm 、侧面部平均厚度 0.5mm 、底面部平均厚度 1.0mm 、底面突起 $R0.6\text{mm}$ （另外，此突起部不包含在长度 7.0mm 中）] 的成形体。突起部分，在采用注射成形的场合，也可根据需要制成引线形状。

随后，在 $800^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 的干燥氢气气氛中进行脱脂。作为脱脂时间，优选是 4 小时以内。如果脱脂时间大于 4 小时，因为稀土类碳氧化物中的碳量变少，不是优选的。随后，在 $1700\sim 1800^{\circ}\text{C}\times 4$ 小时以上、在氢气气氛中进行烧结，再根据需要在 $1100\sim 1600^{\circ}\text{C}\times 100\sim 250\text{Mpa}$ 中进行热静压（HIP）处理。在有底形状部的内侧表面粗糙度不在预定的 S_m 范围的场合，或为了成为更优选的 S_m 范围的表面粗糙度，可以调整有底形状部的内侧的表面粗糙度（ S_m ）。作为该方法，例如，可以例示的有滚磨、喷砂等等。此时，可以适当选择乃至调整使用的研磨材料、作业内容等。

其后，经过清洗，在大于等于 700°C 小于等于 1000°C 的温度中进行退火。对于在成形时附加引线部的部分，例如，实施与直径 $0.6\text{mm}\times$ 长度 25mm 的钨棒的焊接。对于未附加引线部的部分，例如，进行直径 $0.8\text{mm}\times$ 长度 2.6mm 的钼棒和直径 $0.6\text{mm}\times$ 长度 40mm 的钨棒的焊接而完成电极的组装。此处，在底部的电极和 Mo 棒的焊接中，也可以插入 Ni、KOV 等的箔材进行焊接。另外，引线部的结构（直径及长度）为任意的。

<冷阴极管用烧结电极（其二）>

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，作为优选实施方式，如前所

述, 包含由含有稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物的高熔点金属的烧结体构成的电极。此处, 所谓“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”指的是将稀土类元素(R)、碳(C)、氧(O)作为构成成分而包含的化合物。

在此稀土类元素(R)中, 例如, 有镧(La)、铈(Ce)、钐(Sm)、镨(Pr)、钕(Nd), 其中特别是La、Ce及Sm为优选。此“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”, 在同一化合物中可以包含多种稀土类元素。另外, 根据本发明的冷阴极管用烧结电极的烧结体, 可以包含稀土类元素的种类、其存在量、碳和(或)氧的存在量不同的多种“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”。

形成冷阴极管用烧结电极的烧结体的组成, 利用EPMA(电子探针微分析仪)法的色彩映射可以很容易判定。所以, 根据本发明的冷阴极管用烧结电极, 利用EPMA法的色彩映射, 可以认定在烧结体中, 作为高熔点金属以外的烧结体构成成分的至少一种, 存在上述“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”。

另外, 此“稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物”可以以 $R_xC_yO_z$ 或 $R_xO_y(CO_z)_a$ 的化学式表示(式中, R表示稀土类元素, x、y、z、a表示任意的数字)。在这样表述的化合物中, 可以考虑以下场合: 包含(1)作为La系的化合物, 例如, 有 $LaCO$ 、 $La_2O(CO_3)_2$ 、 $La_2O_2CO_3$ 、 La_2CO_5 、 $La_2O(CO_3)_2$ 、 $La_2O_2CO_3$, (2)作为Ce系的化合物, 例如, 有 CeO_2C_2 、 $Ce_4O_2C_2$, (3)作为Sm系的化合物, 例如, 有 $SmO_{0.5}C_{0.4}$ 、 $Sm_2CO_5Sm_2O_2CO_3$, (4)结构不定的化合物, (5)上述(1)~(4)的混合物或化合物, (6)其它。

根据本发明的冷阴极管用烧结电极, 稀土类元素(R)-碳(C)-氧(O)化合物的含量, 作为稀土类元素(R), 大于0.05质量%而小于等于20质量%为优选, 大于0.5质量%而小于等于10质量%为特别优选。因为上述含量小于等于0.05质量%的电极的阴极电压升高, 另一方面, 大于10质量%时难以烧结, 所以上述范围是优选的。

形成根据本发明的冷阴极管用烧结电极的烧结体中的含碳量, 优

选是大于 1ppm 而小于等于 100ppm，特别优选是大于 5ppm 而小于等于 70ppm。由于含碳量小于等于 1ppm 的电极的阴极电压降高，另一方面，大于 100ppm 用作电极时由于放出气体（主要是 CO_2 气体）对放电有不良影响，所以上述范围是优选的。此处，含碳量，可以在没有来自环境的碳污染的状态（例如，洁净室内为优选）下，通过测定试料的红外线吸收特性而求得。另外，试样量应大于等于 5g，这对于提高检测精度是必需的。

形成根据本发明的冷阴极管用烧结电极的烧结体中的含氧量，大于 0.01 质量%而小于等于 6 质量%为优选，大于 0.1 质量%而小于等于 3 质量%为特别优选。由于含氧量小于等于 0.01 质量%的电极的稀土类金属在使用中容易蒸发，另一方面，大于 3.0 质量%时用作电极时由于放出气体（主要是 CO_2 气体）对放电有不良影响，所以上述范围是优选的。

形成根据本发明的冷阴极管用烧结电极的烧结体中的稀土类元素（R）- 碳（C）- 氧（O）化合物，作为平均粒径小于等于 $10\mu\text{m}$ ，特别是平均粒径小于等于 $5\mu\text{m}$ 的微粒存在于烧结体中为优选。由于平均粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的场合，上述化合物向电极表面的扩散不充分，并且在电极表面中的上述化合物的分布量变小而阴极电压降变高，所以上述范围是优选的。此处的“平均粒径”是利用电子显微镜对 $40\mu\text{m}\times 40\mu\text{m}$ 的 3 个以上地点进行测定而求出移动到其中的微粒的最大直径的平均值。

由这种烧结体构成的根据本发明的冷阴极管用烧结电极，可以抑制在施加有高压电流时的烧结体组织的再结晶化。所以，在使用这种特定的烧结体的本发明中，在将引线焊接到电极上时，可以采用更高电压的焊接条件。因此，因为在本发明中可以采用在利用现有的拉深加工制造的一般的电极中实质上不能采用的高电压的焊接条件，所以可以很容易地得到与现有相比引线焊接强度更高的冷阴极管用烧结电极。

在这样的本发明中，如前所述，在可以得到工作电压低、汞消耗

量受到显著抑制的长寿命的冷阴极管的同时，可以很容易地得到引线的每单位剖面面积的焊接强度为大于等于 400N/mm^2 的冷阴极管用烧结电极。

另外，引线的每单位剖面面积的焊接强度，如图 10 所示，底部焊接有引线的冷阴极管用烧结电极 1 固定在夹头 A 中形成的狭缝内，另一方面，利用夹头 B 固定引线 9，通过以 10mm/分钟 的速度拉夹头 A 可以进行测定。

<冷阴极管用烧结电极（其三）>

根据本发明的冷阴极管用烧结电极，作为一优选实施方式，如前所述，包含在与上述冷阴极管用烧结电极的长轴方向垂直的剖面中上述筒状的侧壁部的内壁表面的形状为凹凸形状的烧结电极。这种根据本发明的冷阴极管用烧结电极，其电极的内侧表面积（即筒状电极的圆柱内部的表面积）大，可以最大限度地利用由于电极的筒状形状引起的空心阴极效应。

所以，这种根据本发明的冷阴极管用烧结电极，是可以进一步降低冷阴极管的工作电压的烧结电极。

在根据本发明的冷阴极管用烧结电极 1 中，筒状的侧壁部的内壁表面的凹凸形状是任意的。在这种凹凸形状的优选具体示例中，例如，包含如图 11 所示的波动形状、图 12~13 所示的凹凸形状等。在这些之中，图 11 所示的波动形状的表面面积及空心阴极效应大，并且制造及加工容易程度、以及耐久性等方面上是特别优选的。

在本发明中，优选的冷阴极管用烧结电极（包含图 11 所示的电极及在图 11~13 未示出的电极两者），是在垂直于电极的长轴方向的剖面中，上述筒状的侧壁部的内壁表面的形状为，对于从上述冷阴极管用烧结电极的外径起算出的到假想中心 O 的外径距离 a，内径最大长度 b 和外径距离 a 的比（ b/a ）大于 0.50，小于等于 0.95，并且内径最小长度 c 和内径最大长度 b 的比（ c/b ）大于 0.50，小于等于 0.95。

其中，假想中心（O），使用圆度测定仪利用 JIS B7451 规定的“最小区域法”求出。所谓“外径距离 a”，指的是在垂直于冷阴极管

用烧结电极的长轴方向的剖面（同一剖面）中，在上述假想中心（O）与在筒状的侧壁部的外侧表面上存在的多个点（优选是大于等于8点）之间的平均距离，所谓“内径最大长度 b ”，指的是在该剖面中，在上述假想中心（O）与在侧壁部的内侧表面上存在的距离最远的点之间的距离，而“内径最小长度 c ”，指的是在该剖面中，与在侧壁部的内侧表面上存在的距离最近的点之间的距离。

在内径最大长度 b 和外径距离 a 的比率（ b/a ）小于等于 0.50 时，在电极内壁表面中确保足够的表面积很难，并且在制造电极时使用的型模容易破损。在大于 0.95 时，在制造电极时电极中容易产生裂纹，废品率升高。在内径最大长度 b 与外径距离 a 的比率（ c/b ）小于等于 0.50 时，在制造电极时在电极中容易产生裂纹，在大于 0.95 时使内壁表面的表面积提高的效应减小，因此上述范围为优选。

电极内壁表面的凹凸形状，既可以是相同、类似乃至相似的内凹部及（或）凸部有规律地排列的，也可以是大小及形状完全不同的凹凸形状无规律地存在，并且在从筒状电极的开口部起一直到底部为止的部分的整个剖面中，无论是在其内壁部形成实质上同一形状的内凹形状，无论是从开口部起一直到底部为止的中途地点凹凸形状改变，还是存在不形成凹凸形状的部分都可以。在此场合，内径最大长度 b 、内径最小长度 c 、（ b/a ）及（ c/b ），相应于筒状电极的部分（即剖面位置）而异。

然而，电极内壁表面的凹凸形状，如果考虑到制造电极时的便利性、作为电极使用时的稳定性、耐久性等，则在制成烧结体之后从型模中取出的操作容易，并且整体上强度均匀且不存在局部不足的形状为优选。所以，电极内壁表面的凹凸形状，在垂直于电极的长轴方向的剖面中，其凹部及凸部比较平滑地连续并且在平行于电极的长轴方向的剖面中，连续形成同样的凹凸形状为特别优选。作为这样的形状，例如，可以举出图 11 所示的波动形状，内径最大长度 b 、内径最小长度 c 、（ b/a ）及（ c/b ），相应于筒状电极的部分（即剖面位置）没有很大的不同，从筒状电极的开口部一直到底部的内壁表面连续形成的

形状。

得到筒状的侧壁部的内壁表面为上述形状的冷阴极管用烧结电极的方法是任意的。在本发明中，在制造烧结体时，使用其构成可以使具有上述形状的内壁表面的筒状的烧结体形成的型模的方法是优选的。另外，在本发明中，在制造烧结体之后，例如，进行滚磨、清洗、退火处理等等，可以将筒状的侧壁部的内侧加工成为上述形状。

《冷阴极管用烧结电极及冷阴极管的制造方法（其二）》

内壁表面的形状为上述预定形状的本发明的冷阴极管用烧结电极可以通过混合原料粉末、造粒、将其成形为预定形状、随后进行烧结而制造。

下面以钼为中心对本发明的冷阴极管用烧结电极的优选制造方法予以叙述。

作为原料粉末的钼粉末使用的是平均粒径大于等于 $1\mu\text{m}$ 小于等于 $5\mu\text{m}$ ，纯度大于等于 99.95%，含氧量小于等于 0.5 质量%的粉末。在使用原料粉末中含氧量多的粉末时，由于烧结后含氧量也多，上述范围为优选。稀土类金属（通常为氧化物），使用平均粒径大于等于 $0.1\mu\text{m}$ 小于等于 $2\mu\text{m}$ 的粉末。在这些粉末中混合纯水、粘接剂（优选地，粘接剂是聚乙烯醇（PVA））进行造粒。

随后，利用使用了适于形成预定形状的内壁表面的型模的单个压力机、回转式压力机或注射模塑成形法，由上述造粒物制造成形体。其后，在大于等于 800°C 小于等于 1000°C 的温度的干燥氢气中进行小于等于 4 小时的脱脂处理。此处，在脱脂时间大于 4 小时时，有时碳成分变得过少。随后，在大于等于 1700°C 小于等于 1800°C 的温度中，在氢气中进行大于等于 4 小时的烧结。根据需要进行滚磨、清洗、退火，可以得到在内壁表面上具有预定的凹凸形状的烧结体[例如，直径 $1\sim 3\text{mm}$ ×长度 $3\sim 6\text{mm}$]。

随后，将直径 0.8mm ，长度 2.6mm 的钼棒与直径 0.6mm ，长度 40mm 的钨棒进行焊接而完成电极的组装。另外，作为电极和 Mo 棒的插入金属可以使用铁镍钴合金及镍等。

<冷阴极管>

根据本发明的冷阴极管的特征在于具有：封入放电介质的中空管形透光灯管，在上述管形透光灯管的内壁表面上设置的荧光体层，以及配置在上述管形透光灯管的两端部的一对上述冷阴极管用烧结电极。

在根据本发明的冷阴极管中，作为冷阴极管用烧结电极以外的必需结构的放电介质、管形透光灯管及荧光体层等，可以将现有在这种冷阴极管中，特别是在液晶显示器的背光灯用冷阴极管中使用的上述这些原样不变或适当改变之后使用。

可以在根据本发明的冷阴极管中应用并且是优选的，例如，作为放电介质，可以举出的示例有稀有气体和汞系的材料（作为稀有气体可以是氩、氖、氙、氦及这些气体的混合物等），作为荧光体可以举出的示例有由于紫外线激励而发光的材料，优选为例如，卤代磷酸钙荧光体。

作为中空管形透光灯管，可以举出的示例有长度大于等于 60mm 小于等于 700mm，直径大于等于 1.6mm 小于等于 4.8mm 的玻璃管。

<液晶显示装置>

根据本发明的液晶显示装置的特征在于具有：上述的冷阴极管用烧结电极，接近上述冷阴极管用烧结电极配置的导光体，配置在上述导光体的一个表面侧的反射体以及配置在上述导光体的另一个表面侧的液晶显示屏。

图 9 为示出根据本发明的液晶显示装置的特别优选具体示例的剖面图。

此图 9 所示的液晶显示装置 20，具有冷阴极管 21，接近此冷阴极管 21 配置的导光体 22，配置在此导光体 22 的一个表面侧的反射体 23，以及配置在此导光体 22 的另一个表面侧的液晶显示屏 24，此外还在上述导光体 22 和液晶显示板 24 之间配置光扩散体 25，并配置使冷阴极管 21 的光反射到上述导光体 22 一侧的冷阴极管用反射体 27。

在本发明中，冷阴极管的数目是任意的，例如，如图 9 所示，既

可以接近与导光体 22 对置的两边总共配置两根冷阴极管 21，也可以接近导光体的一边（或大于等于 3 边）配置一根或大于等于两根冷阴极管。光扩散体 25 的形状和数目也是任意的。例如，可以将通过使在内部存在光扩散性微粒而具有光扩散性的薄片形光扩散体 25a 及通过调整表面形状而具有光扩散性的透镜形状或棱镜形状的光扩散体 25b 在上述导光体 22 和液晶显示屏 24 之间配置一个或大于等于两个。另外，在上述液晶显示屏 24 的观察者一面，可根据需要设置光扩散体 25c、表面保护体 28、防止或减少外光的反射或进入的反射防止体 29、带电防止体 30 等等。也可以将这些光扩散体 25a、25b、25c、表面保护体 28、反射防止体 29 及带电防止体 30 等之中的两个或两个以上作成复合体而设置一层或两层或两层以上的兼具多种功能的复合层。作为液晶显示装置，如果能发挥所要求的功能，也可以不配置光扩散体 25a、25b、25c 及表面保护体 28、反射防止体 29 及带电防止体 30 等。另外，可以设置收容将液晶显示装置 20 的各构成部件（即冷阴极管 21、导光体 22、反射体 23、液晶显示屏 24、光扩散体 25a、25b、25c、表面保护体 28、反射防止体 29 及带电防止体 30 等）保持于预定的位置的支持基板 26、框架、隔离物以及它们的各构成部件的机壳，也可以设置散热部件 31 等。根据本发明的液晶显示装置也与现有的液晶显示装置一样，可以在需要的部位设置向液晶显示屏 24 供给驱动电压的电气布线及 LSI 芯片、将该驱动电压供给冷阴极管 21 的电气布线以及防止光泄漏到不需要的部分及尘埃及湿气进入装置内部的密封材料等等。

在本发明中，只有冷阴极管 21 必须满足前面详细示出的预定的必要条件，除了冷阴极管 21 以外的各种构成部件（例如，导光体 22、反射体 23、液晶显示屏 24、光扩散体 25a、25b、25c、支持基板 26、冷阴极管用反射体 27、表面保护体 28、反射防止体 29 及带电防止体 30、散热部件 31、框架、机壳、密封材料等），可以利用原来使用的部件。

(实施例)

<实施例 1~53、比较例 1~33>

如表 1~表 4 所示, 改变各种条件, 制作电极, 组装成为冷阴极管并对其性能予以评价。

冷阴极管的外径为 3.2mm, 电极间距离为 350mm, 管内封入汞和氖及氩的混合气体。在表 1~表 4 中示出工作电压的测定结果作为初始特性。

由于冷阴极管的寿命的支配性因素是管内的汞形成溅射物质及汞齐而消耗的“稀有气体放电模式”, 所以是通过评价汞的消耗量来评价冷阴极管的寿命。

15000 小时后的汞消耗量的结果如表 1~表 4 所示。

当 S_m 的值大于 $100\mu\text{m}$ 时, 工作电压和汞蒸发量急剧增加, 而在小于等于 $100\mu\text{m}$ 时此现象不存在。

此外, 了解到利用添加 La_2O_3 的 Mo, 工作电压可降低很多。

另外, 侧壁部的厚度为 0.4mm、底面部的厚度为 0.5mm 时可以得到非常优良的特性。

利用实施例 1 的冷阴极管用烧结电极的内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 的测定结果示于图 7, 而利用比较例 6 的冷阴极管用烧结电极的内侧表面的表面粗糙度 (S_m) 的测定结果示于图 8。

●测定器件: テーラーホブソン公司制造的 S4

●测定条件: 切断 (cut-off) 0.8mm, 评价长度 1.6mm, 滤光片为高斯滤光片, 触针前端 $R 2\mu\text{m}$, 触针形状 60° 圆锥

表1

实验例	烧结体组成	内侧表面粗糙度 (Sm) (μm)	侧面部平均厚度 (mm)	底部平均厚度 (mm)	相对密度 (%)	有无突起·形状	工作电压 (V)	汞蒸发量 (15000小时后) (mg)
实施例1	Mo	38	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例2	Mo	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例3	Mo	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例4	Mo	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例1	Mo	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例2	Mo	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例3	Mo	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48
比较例4	Mo	140	0.45	0.85	95	无	575	0.48
比较例5	Mo	150	0.45	0.85	95	无	575	0.48
比较例6	Mo	237	0.45	0.85	95	无	580	0.50
实施例5	2%La ₂ O ₃ -Mo	40	0.45	0.85	95	无	530	0.25
实施例6	2%La ₂ O ₃ -Mo	70	0.45	0.85	95	无	545	0.29
实施例7	2%La ₂ O ₃ -Mo	90	0.45	0.85	95	无	550	0.31
实施例8	2%La ₂ O ₃ -Mo	100	0.45	0.85	95	无	560	0.35
实施例9	2%La ₂ O ₃ -Mo	110	0.45	0.85	95	无	563	0.42
比较例7	2%La ₂ O ₃ -Mo	120	0.45	0.85	95	无	564	0.43
比较例8	2%La ₂ O ₃ -Mo	130	0.45	0.85	95	无	565	0.43
比较例9	2%La ₂ O ₃ -Mo	140	0.45	0.85	95	无	565	0.43
比较例10	2%La ₂ O ₃ -Mo	150	0.45	0.85	95	无	565	0.43
比较例11	2%La ₂ O ₃ -Mo	200	0.45	0.85	95	无	570	0.45

表2

实验例	烧结体组成	内侧表面粗糙度 (Sm) (μm)	侧面部平均厚度 (mm)	底部平均厚度 (mm)	相对密度 (%)	有无突起·形状	工作电压 (V)	汞蒸发量 (15000小时后) (mg)
实施例9	Nb	40	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例10	Nb	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例11	Nb	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例12	Nb	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例13	Nb	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例14	Nb	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例15	Nb	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48
实施例13	Ta	40	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例14	Ta	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例15	Ta	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例16	Ta	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例16	Ta	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例17	Ta	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例18	Ta	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48
实施例17	Ti	40	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例18	Ti	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例19	Ti	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例20	Ti	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例19	Ti	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例20	Ti	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例21	Ti	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48

表3

实验例	烧结体组成	内侧表面粗糙度(S _m) (μm)	侧面部平均厚度 (mm)	底部平均厚度 (mm)	相对密度 (%)	有无突起·形状	工作电压 (V)	汞蒸发量 (15000小时后) (mg)
实施例 2 1	W	40	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例 2 2	W	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例 2 3	W	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例 2 4	W	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例 2 2	W	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例 2 3	W	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例 2 4	W	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48
实施例 2 5	10%Re-Mo	40	0.45	0.85	95	无	545	0.30
实施例 2 6	10%Re-Mo	70	0.45	0.85	95	无	555	0.34
实施例 2 7	10%Re-Mo	90	0.45	0.85	95	无	563	0.36
实施例 2 8	10%Re-Mo	100	0.45	0.85	95	无	570	0.40
比较例 2 5	10%Re-Mo	110	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例 2 6	10%Re-Mo	120	0.45	0.85	95	无	574	0.47
比较例 2 7	10%Re-Mo	130	0.45	0.85	95	无	575	0.48

表4

实验例	烧结体组成	内侧表面粗糙度 (Sm) (μm)	侧面部平均厚度 (mm)	底部平均厚度 (mm)	相对密度 (%)	有无突起·形状	工作电压 (V)	汞蒸发量 (15000小时后) (mg)
比较例28	Mo	200	0.1	0.2	95	无	620	0.68
比较例29	Mo	200	0.15	0.2	95	无	600	0.64
实施例29	Mo	90	0.2	0.25	95	无	566	0.38
实施例30	Mo	90	0.3	0.35	95	无	564	0.36
实施例31	Mo	90	0.5	0.5	95	无	560	0.35
实施例32	Mo	90	0.7	0.75	95	无	564	0.36
实施例33	Mo	90	0.8	0.75	95	无	580	0.50
实施例34	Mo	90	1.0	0.75	95	无	600	0.60
实施例35	Mo	90	0.5	1.0	95	无	563	0.36
实施例36	Mo	90	0.5	1.3	95	无	562	0.35
实施例37	Mo	90	0.5	1.5	95	无	560	0.35
实施例38	Mo	90	0.5	1.7	95	无	580	0.50
实施例39	Mo	90	0.5	1.0	95	R0.6突起	555	0.34
实施例40	Mo	90	0.5	1.0	95	0.8×2.8mm的引线形状	555	0.34
实施例41	Nb	42	0.5	1.0	75	无	570	0.44
实施例42	Nb	41	0.5	1.0	80	无	560	0.34
实施例43	Nb	42	0.5	1.0	90	无	550	0.31
实施例44	Nb	40	0.5	1.0	95	无	544	0.29
实施例45	Nb	39	0.5	1.0	98	无	540	0.27
实施例46	Nb	40	0.5	1.0	100	无	540	0.27
实施例47	2%La ₂ O ₃ -Mo	39	0.45	0.85	95	无	530	0.25
实施例48	2%La ₂ O ₃ -Mo	43	0.4	0.5	98	无	500	0.18
实施例49	2%La ₂ O ₃ -Mo	41	0.4	0.5	100	无	500	0.18
比较例30	50%Mo-W	188	0.15	0.2	95	无	600	0.59
实施例50	50%Mo-W	75	0.2	0.25	95	无	566	0.38
比较例31	50%Ta-Mo	234	0.15	0.2	95	无	600	0.62
实施例51	50%Ta-Mo	94	0.2	0.25	95	无	566	0.35
比较例32	26%Re-W	199	0.15	0.2	95	无	600	0.66
实施例52	26%Re-W	88	0.2	0.25	95	无	566	0.35
比较例33	2%Ni-3%Cu-W	203	0.15	0.2	95	无	600	0.63
实施例53	2%Ni-3%Cu-W	92	0.2	0.25	95	无	566	0.38

<实施例 54~110、比较例 34~35>

如表 5~表 7 所示, 改变各种条件, 制作电极, 组装成为冷阴极管并对其性能予以评价。

另外, 这些实施例、比较例的冷阴极管用烧结电极的形状都为如图 1 所示的形状, 电极的内侧表面的表面粗糙度 (Sm) 小于等于 100 μm 。

冷阴极管的外径为 2.0mm, 电极间距离为 350mm, 管内封入汞和氦及氙的混合气体。由于冷阴极管的寿命的支配性因素是管内的汞形成溅射物质及汞齐而消耗的“稀有气体放电模式”, 所以可以通过评价汞的消耗量来评价冷阴极管的寿命。

10000 小时后的汞消耗量的结果如表 5~表 7 所示。

含有实施例 59 的组成(即“2%La-C-O 化合物(O_2 量 0.4 质量%、C 量 30ppm)”)的 Mo 烧结体中的 La-C-O 化合物的平均粒径(μm)和初始放电电压(V)的关系如图 14 所示。

另外,同一烧结体(即“2%La-C-O 化合物(O_2 量 0.4 质量%、C 量 30ppm)”)的利用 EPMA 法的色彩映射的分析结果如图 15 所示。[分析条件:照射电压=15kV,照射电流= $5.0 \times 10^{-8} A$,测定范围=在 5000 倍的视野中对至少大于等于 $100\mu m \times 100\mu m$ 的面积进行测定(在一次不能对大于等于 $100\mu m \times 100\mu m$ 的面积进行测定时,可以分割为多次进行测定)]。

图 15 中,(A)表示反射电子像(SEM 像),(B)表示对氧(O)进行色彩映射的结果,(C)表示对镧(La)进行色彩映射的结果,(D)表示对钼(Mo)进行色彩映射的结果,(E)表示对碳(C)进行色彩映射的结果。在使这些数据重叠时,由于氧、镧、钼、碳的映射位置重叠,可以确认存在 La-C-O 化合物。

表5

La-O-C-Mo系

实验例	组成	脱脂条件 (ppm)	含碳量 (ppm)	含氧量 (重量%)	初始电压 (V)	汞蒸发量 (10000小时后)
比较例34	(钼)	-(拉深)	-	-	150	0.5
实施例54	0.03% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.022	150	0.4
实施例55	0.05% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.021	120	0.3
实施例56	0.1% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例57	0.5% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.13	120	0.3
实施例58	1.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.21	110	0.25
实施例59	2.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例60	4.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.85	90	0.15
实施例61	7.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	1.5	110	0.25
实施例62	18% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	4.5	120	0.3
实施例63	25% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	6.25	120	0.6
实施例64	2.0% La-O-C-Mo	1000℃×8小时	0.8	0.40	150	0.4
实施例65	2.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例66	2.0% La-O-C-Mo	800℃×2小时	70	0.40	100	0.20
实施例67	2.0% La-O-C-Mo	800℃×1小时	95	0.40	100	0.20
实施例68	2.0% La-O-C-Mo	500℃×1小时	110	0.40	150	0.5
实施例69	0.1% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.008	120	0.5
实施例70	0.1% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例71	7.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	2.8	110	0.25
实施例72	7.0% La-O-C-Mo	900℃×2小时	50	3.2	150	0.5

表6
Ce-O-C-Mo系

实验例	组成	脱脂条件 (ppm)	含碳量 (ppm)	含氧量 (重量%)	初始电压 (V)	汞蒸发量 (10000小时后)
比较例34	钼	-(拉深)	-	-	150	0.5
实施例73	0.03% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.022	150	0.4
实施例74	0.05% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.021	120	0.3
实施例75	0.1% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例76	0.5% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.13	120	0.3
实施例77	1.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.21	110	0.25
实施例78	2.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例79	4.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.85	90	0.15
实施例80	7.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	1.5	110	0.25
实施例81	10.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	2.5	120	0.3
实施例82	25% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	6.25	120	0.6
实施例83	2.0% Ce-O-C-Mo	1000℃×8小时	0.8	0.40	150	0.4
实施例84	2.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例85	2.0% Ce-O-C-Mo	800℃×2小时	70	0.40	100	0.20
实施例86	2.0% Ce-O-C-Mo	800℃×1小时	95	0.40	100	0.20
实施例87	2.0% Ce-O-C-Mo	500℃×1小时	110	0.40	150	0.5
实施例88	0.1% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.008	120	0.5
实施例89	0.1% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例90	7.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	2.8	110	0.25
实施例91	7.0% Ce-O-C-Mo	900℃×2小时	50	3.2	150	0.5

表7

Sm-O-C-Nb系

实验例	组成	脱脂条件 (ppm)	含碳量 (ppm)	含氧量 (重量%)	初始电压 (V)	汞蒸发量 (10000小时后)
比较例35	铌	-(拉深)	-	-	150	0.5
实施例92	0.03% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.022	150	0.4
实施例93	0.05% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.021	120	0.3
实施例94	0.1% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例95	0.5% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.13	120	0.3
实施例96	1.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.21	110	0.25
实施例97	2.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例98	4.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.85	90	0.15
实施例99	7.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	1.5	110	0.25
实施例100	10.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	2.5	120	0.3
实施例101	25% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	6.25	120	0.6
实施例102	2.0% Sm-O-C-Nb	1000℃×8小时	0.8	0.40	150	0.4
实施例103	2.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.40	100	0.20
实施例104	2.0% Sm-O-C-Nb	800℃×2小时	70	0.40	100	0.20
实施例105	2.0% Sm-O-C-Nb	800℃×1小时	95	0.40	100	0.20
实施例106	2.0% Sm-O-C-Nb	500℃×1小时	110	0.40	150	0.5
实施例107	0.1% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.008	120	0.5
实施例108	0.1% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	0.024	120	0.3
实施例109	7.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	2.8	110	0.25
实施例110	7.0% Sm-O-C-Nb	900℃×2小时	50	3.2	150	0.5

<实施例 111~143>

制作由含有实施例 59 的组成 (即 2%La-C-O 化合物 (O₂ 量 0.4 质量%、C 量 50ppm) 的 Mo 烧结体构成的, 在筒状的侧壁部的内壁上形成如图 11 所示的波动形状的冷阴极管用烧结电极, 得到如表 8 所记载的多个冷阴极管用烧结电极 (任何一个电极的外径距离 a 都是 0.085mm)。

对各电极以与实施例 59 同样的方式组装成冷阴极管, 同样对其性能予以评价。

结果如表 8 所记载。

表8

2% La-O-C烧结体 (O: 0.4重量%, C 50ppm)、 $a=0.085\text{mm}$

实验例	b/a	c/b	放电电压(V)
实施例111	0.95	1.0	110
实施例112	0.96	0.9	110
实施例113	0.95	0.96	110
实施例114	0.95	0.95	105
实施例115	0.95	0.85	104
实施例116	0.95	0.6	95
实施例117	0.95	0.52	82
实施例118	0.95	0.5	80
实施例119	0.95	0.45	75
实施例120	0.7	1.0	113
实施例121	0.7	0.96	113
实施例122	0.7	0.95	108
实施例123	0.7	0.85	107
实施例124	0.7	0.6	98
实施例125	0.7	0.52	85
实施例126	0.7	0.5	83
实施例127	0.7	0.45	76
实施例128	0.52	1.0	135
实施例129	0.52	0.96	135
实施例130	0.52	0.95	130
实施例131	0.52	0.85	129
实施例132	0.52	0.6	120
实施例133	0.52	0.52	107
实施例134	0.52	0.5	105
实施例135	0.52	0.46	95
实施例136	0.48	1.0	155
实施例137	0.48	0.96	155
实施例138	0.48	0.95	150
实施例139	0.48	0.85	149
实施例140	0.48	0.6	140
实施例141	0.48	0.52	127
实施例142	0.48	0.5	125
实施例143	0.48	0.48	75

<实施例 144>

对实施例 60 和比较例 34 的电极的焊接强度进行了测定。对于焊接强度，是经过直径 $1.0 \times$ 长度 0.1mm 的铁镍钴合金箔，与直径 $0.8\text{mm} \times 2.6\text{mm}$ 的 Mo 引线进行焊接，是以 $500\text{A} \times 30\text{ms}$ 的直流电流进行焊接的。实施例以及比较例的电极分别制作 10 个，其后，以 10mm/分钟 的速度进行拉引试验（图 10），比较焊接强度。其结果如表 9 所示。

表9

n数	比较例34	实施例144(实施例60)
1	292	429
2	312	501
3	273	532
4	331	541
5	370	519
6	361	485
7	331	500
8	351	439
9	380	551
10	370	472
平均值	337	497

从表9可知，本实施例的烧结电极与引线的焊接强度高。

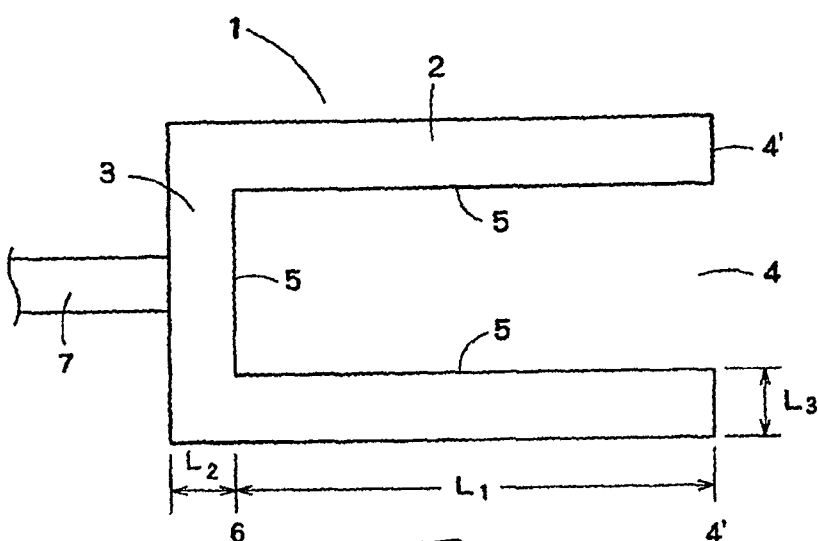


图 1

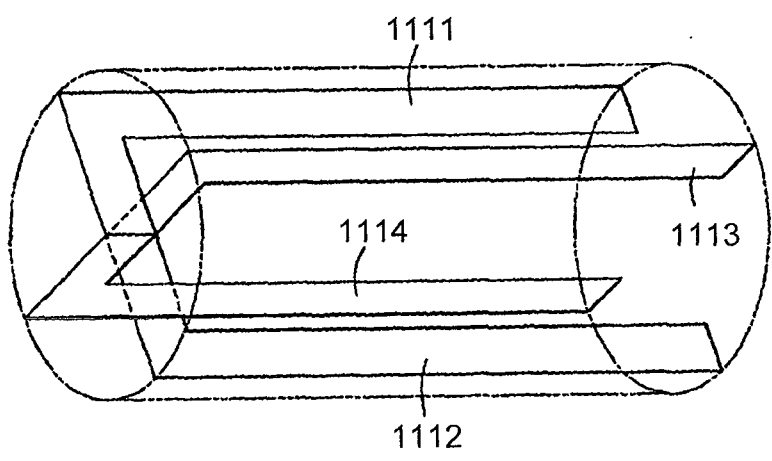


图 2

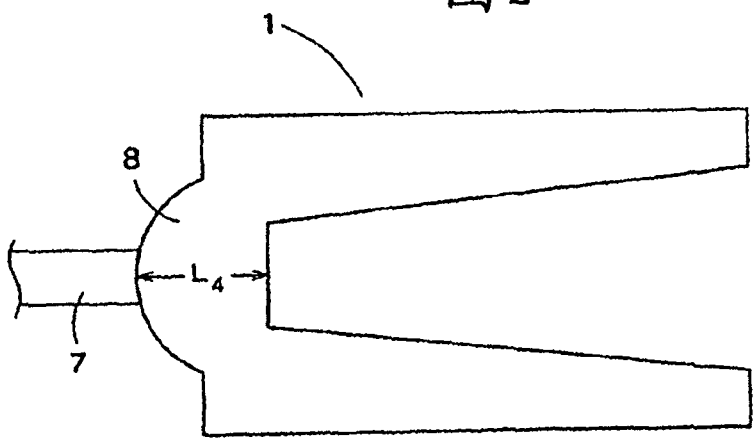


图 3

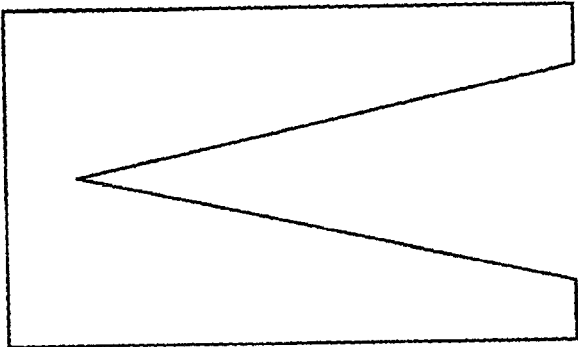


图 4

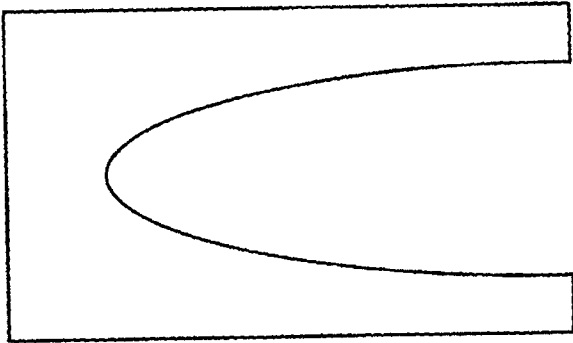


图 5

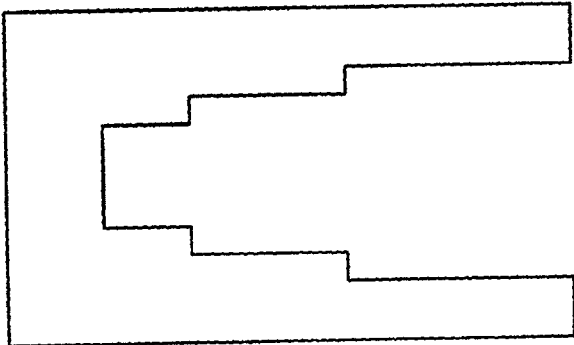


图 6

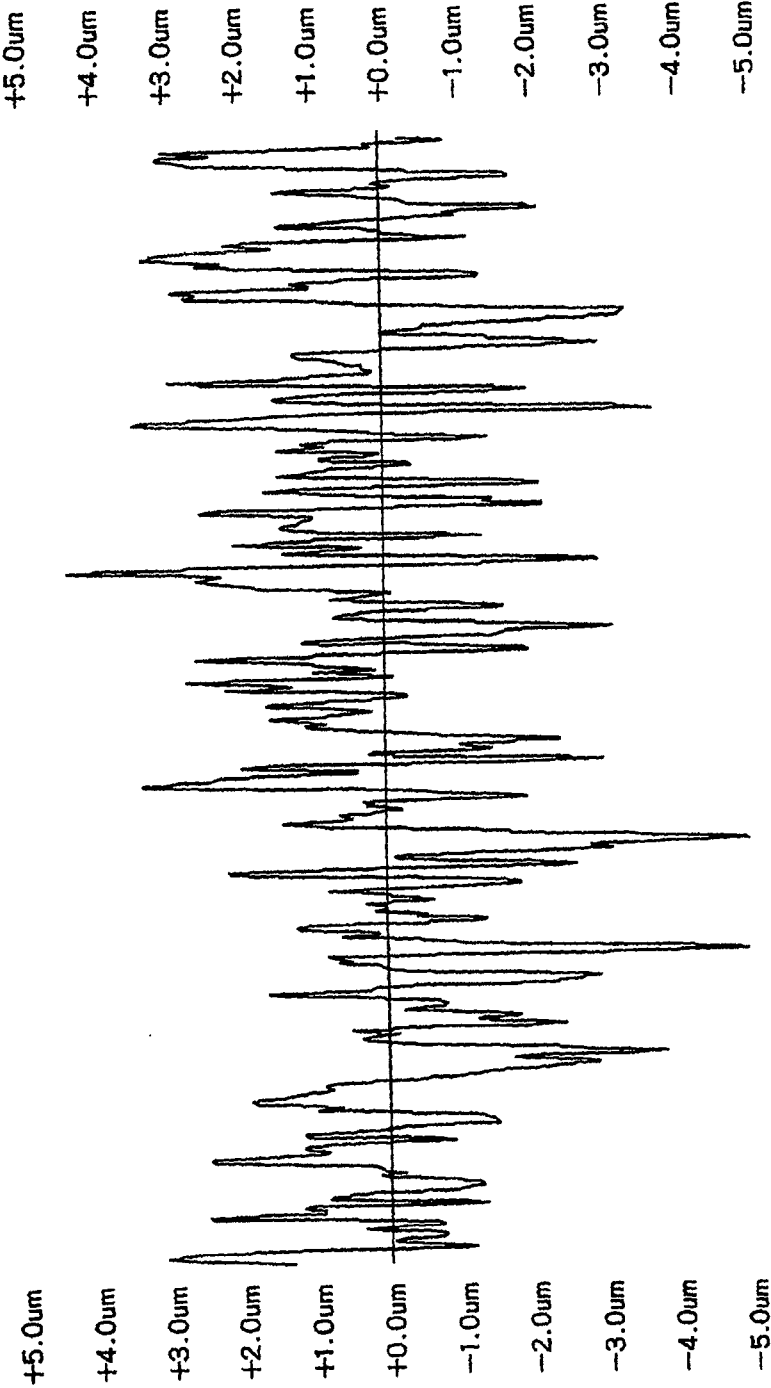


图 7

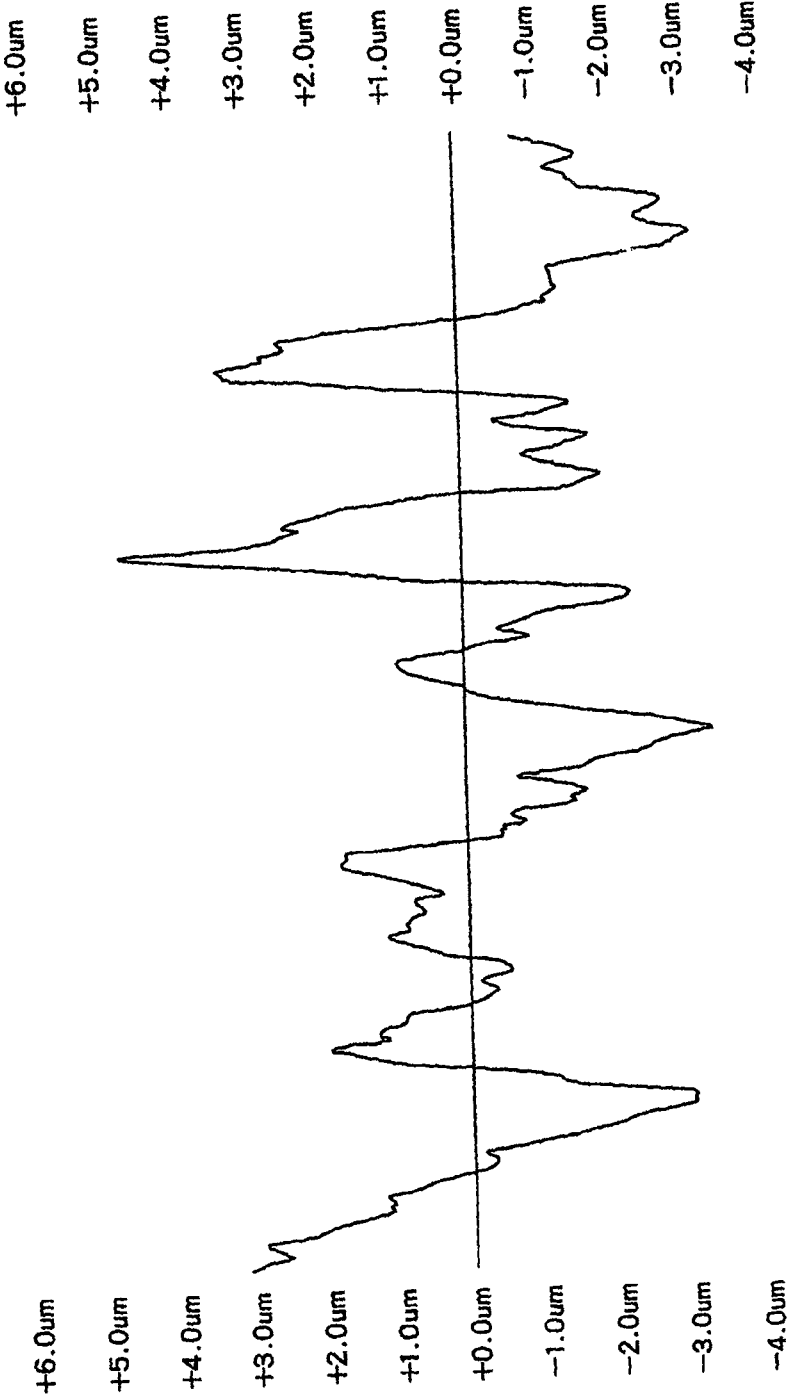


图8

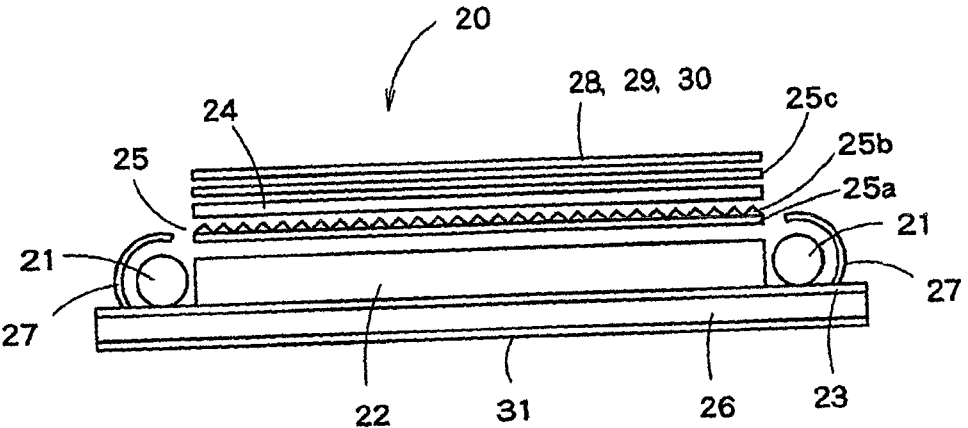


图9

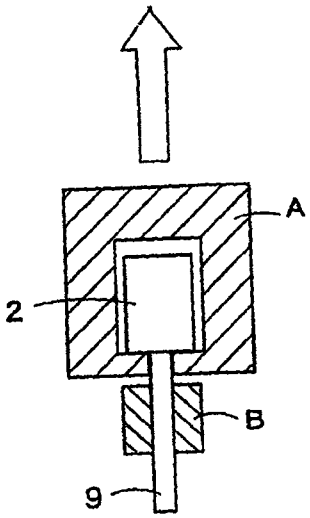


图10

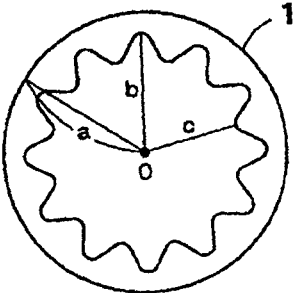


图11

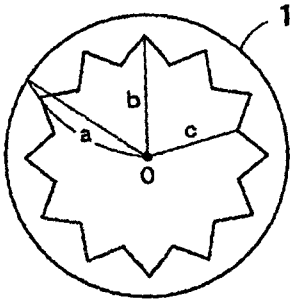


图12

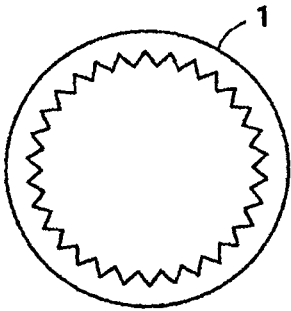


图13

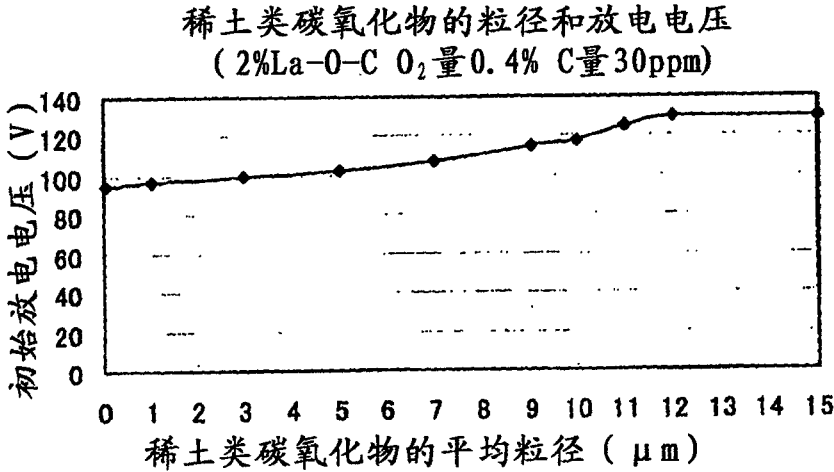


图14

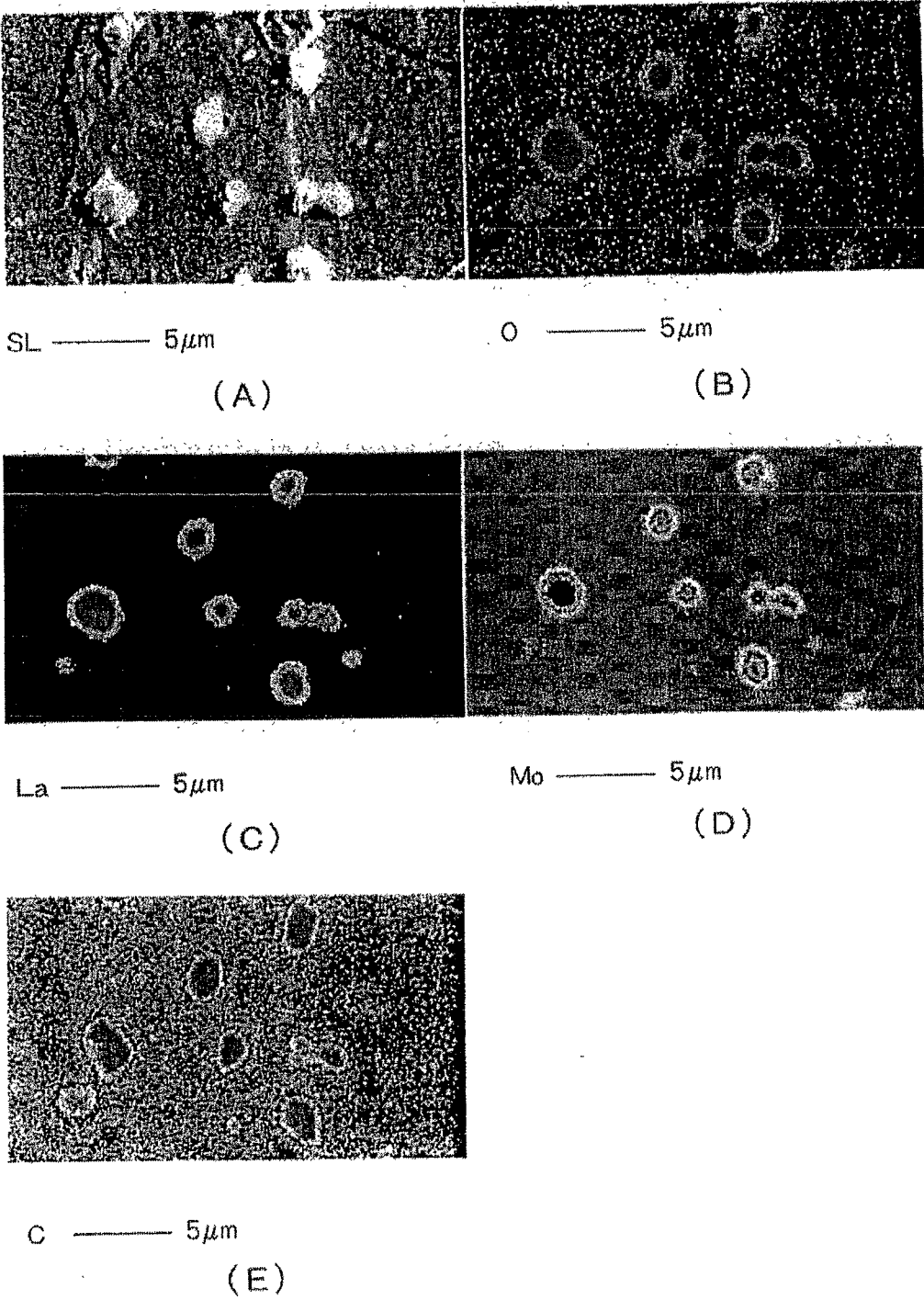


图 15