

[19] 中华人民共和国专利局

[51] Int.Cl.⁴

H01J 31 / 50

H01J 29 / 18



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 88 1 01359 A

CN 88 1 01359 A

[43] 公开日 1988年9月28日

[21] 申请号 88 1 01359

[22] 申请日 88.3.12

[30] 优先权

[32] 87.3.13 [33] JP [31] 56740 / 87

[71] 申请人 东芝有限公司

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 久保宏

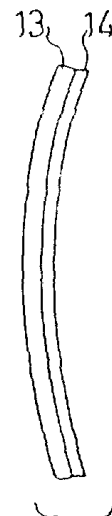
[74] 专利代理机构 上海专利事务所

代理人 王树传

[54] 发明名称 X 射线显像管

[57] 摘要

本发明有关 X 射线显像管荧光屏的改良, 通过使荧光屏由高密度荧光体层和低密度荧光体层构成, 且使高密度层配置在低密度层的输出侧, 还使高密度层膜厚在外围部比荧光屏中心部变厚, 和使低密度层膜外围部比荧光屏中心部变厚或变薄等, 收到不仅能使输出亮度分布变平坦, 还使不发生因 X 射线素质变化而引起输出亮度分布变化的效果, 特别能适用于荧光屏膜厚增大的 X 射线显像管。



12 输入荧光屏

881A05510 / 43-291

权 利 要 求 书

1.一种 X射线显像管，它至少具备将 X射线转换成光的荧光屏，其特征在于上述荧光屏是由密度不同的多层荧光体层构成，密度为高的荧光体层被配置在密度为低的荧光体层的输出侧，且使该密度为高的荧光体层的膜厚按照使其外围部分比上述荧光屏的中心部份变厚那样形成。

2.根据权利要求1所述的 X射线显像管，其特征在于使上述密度为低的荧光体层的膜厚按照使其外围部分比上述荧光屏中心部份变厚那样形成。

3.根据权利要求1所述的 X射线显像管，其特征在于使上述密度为低的荧光体层的膜厚按照使其外围部份比上述荧光屏中心部份变薄那样形成。

X射线显像管

本发明有关 X射线显像管，特别有关它的荧光屏的改进。

一般来说，X射线显像管，例如 X射线荧光倍增管已以医疗用为主，和工业上用的非破坏性检查等工业电视配合被广泛采用。

此种 X射线荧光倍增管，传统构造如图4 所示那样，在具有输入窗1 的真空管壳2 的内部，对着输入窗1 而配置着输入面3 。另一方面，在管壳2 内部的输出一侧，同时配置着阳极4 和输出荧光屏5，还沿着真空管壳2 内部的侧壁配置着聚焦电极6 。

而且，上述输入面3，是在基板7 上依次形成输入荧光屏8 和光电面9 的叠层。

在这样的 X射线荧光倍增管中，在动作时，从 X射线管10来的 X射线经被摄物体11，并通过 X射线荧光倍增管的输入窗1 和基板7，而在输入荧光屏8 上变换成光。此光被传递到光电面9 而被变换成电子。用聚焦电极6 和阳极4 使此电子被聚焦、加速，而在输出荧光屏5 上被变换成可见光图像。

就这样，X射线图象被变换成可见光图像，用 T·V相机，电影相机、点照相机等记录此可见光图象，供进行医疗诊断使用。

然而，在近年来的 X射线荧光倍增管中，常见到使构成此 X射线荧光倍增管的要素之一的荧光屏8 的厚度比原来大幅度增大的情形，也就是，在被厚度为 T的输入荧光屏吸收的 X射线可由

$$1 - e^{-\psi T}$$

来表示。而此处 ψ 为 X射线的吸收系数。在图5 表示输入荧光屏的膜

厚度和 X 射线吸收率的关系，而荧光屏材料为 CsI，X 射线的能量为 60 K V。由于当使膜厚度这样增大时，X 射线的吸收率也变大，因而能有效利用 X 射线，对减低被暴光量和提高画面质量起作用。

如图 6 所示那样，使均匀的 X 射线向 X 射线荧光倍增管上照射，当观察输出图像时，可看出输出图象的中心部份明亮，而愈向外围，其亮度减小，这主要是由于用了 X 射线荧光倍增管的电子透镜而使外围的图像比中心部份的图像更被拉长了的缘故。在这样的输出亮度分布下，能有效地全面使用摄像后的动态 (dynamic) 范围。

作为一种为了使这样的输出亮度尽可能平坦的方法，有例如在特开昭 53—102663 公报上所述的那样，使输入荧光屏的膜层厚度从中心部份向外围部份增加。由于此方法使外围部份比中心部份更多地吸收 X 射线而发光，从而使输出侧外围部份的亮度提高起来，并使输出亮度分布接近于平坦。

然而，在采用上述近年来开发的厚膜输入荧光屏的 X 射线荧光倍增管中，此方法未能获得成功。

现对这个理由进行说明。首先，通过如下模式来考虑一下，使一定的 X 射线入射时，到达光电面上究竟有多少发光。在图 7 上表示了这种模式，在膜厚为 T 的输入荧光屏中，在深度为 t 的场所的微小部份 dt 范围内的 X 射线变换成光的量是与该场所内的 X 射线量成比例。又因到达光电面为止的距离是 T - t，当把光输入荧光屏中的衰减系数考虑作为 β 的话，结果成为 $\alpha e^{-\alpha t} \cdot e^{-\beta(T-t)} dt$ 如以荧光屏的膜厚 T 全体上来考虑，则通过积分，到达光电面的光量成为

$$\alpha \int_0^T e^{-\alpha t} \cdot e^{-\beta(T-t)} dt$$

此外， α 为 X 射线的吸收系数。可了解到此定积分具有峰值。实际上，

如用制作各种各样膜厚的输入荧光屏，进行实验即能得出峰值。这可由图8表示。

当为了有效利用 X 射线，将输入荧光屏中心部份的膜厚设定在表示此峰值的膜厚上时，显然不能使用上述对输出亮度分布进行补正的方法。就是即使外围部份的膜厚相对中心部份增加，亮度会变小，输出亮度分布反而成为强烈的凸形。在实际中，由于当进一步使膜厚增大下去，因光的扩散而使析像度下降，因此可认为把正好赋与发生峰值的膜厚程度为提供实用的最大膜厚。因此，必需解决当实施这样的膜厚时，输出亮度分布不能被有效修正的问题。

此外，还可举出一个问题，即当对膜厚附于分布时，由于 X 射线的吸收系数会因 X 射线的素质发生变化，因此即使在某种 X 射线素质条件下使输出亮度分布成为为平坦，当使 X 射线素质变化时，输出亮度分布又会变成不平坦了。

作为使输出亮度分布变平坦的另一方案是在输入荧光屏的表面上形成光透过率具有分布的膜。也就是通过使输入荧光屏中心部份的膜的光透过率变小，从而使输出亮度分布变得平坦。但是，这种方法存在的问题是使工序数增多。此外，由于输入荧光屏和光电面间的层具有分布，因而在光电面的形成条件上也出现分布，进而有可能在时效变化上也出现分布。

本发明的目的是提供一种即使使用厚的输入荧光屏场合，也能使输出亮度分布平坦的同时，使因 X 射线素质变化而引起的输出亮度分布变化为小的 X 射线显像管。

本发明是在至少具备将 X 射线转变成光的上述荧光屏的 X 射线显像管中，应形成上述荧光屏是由密度不相同的多层荧光体组成，将密度高的荧光体层配置在密度低的荧光体的输出一侧上，而且要使该密度的荧光体层的膜厚度在外围部份比上述荧光屏的中心部变厚那样的

X射线显像管。

采用本发明，可以使输出亮度分布变平坦，又能使输出亮度分布不会因X射线素质的变化而变化。

以下，参照附图，对本发明的一实施例进行详细说明。

作为X射线显像管，若以X射线荧光倍增管为例的话，因本发明是对荧光屏的改良，故仅对荧光屏进行说明，然而在这之前先对荧光体进行叙述。

通常，构成荧光屏的荧光体是吸收X射线而放出光来。由于此光向一切方向前进，因此和荧光屏平行方向的光的扩散会使析像度下降。为了防止这种现象，例如通过将荧光体形成在和荧光屏相垂直方向上成细长的柱状，从而一般地能进行光的全反射，或使光在柱的间隙间衰减。在此场合，由于在荧光体的柱和柱间存在空间，荧光体密度和无间隙地充填荧光体场合比较，一般减小0.5%的程度。又如上所述，由于存在光的衰减，使光的透过率也比无间隙地充填荧光体的场合小。这里，考虑厚度为T的荧光体层。如上述那样，到达光电面的光量，概略用

$$\alpha \int_0^T e^{-\alpha t} \cdot e^{-\beta(T-t)} dt$$

给出。 α 为X射线吸收系数， β 为光的吸收系数。若计算此定积分时，则成为

$$\alpha \frac{1}{\beta - \alpha} \cdot \exp(-\beta T) \cdot (\exp(\beta - \alpha)T - 1)$$

把此考虑为对T的函数，求出成为峰值的T，即成为

$$T = \ln \left(\frac{\beta}{\alpha} \right) / (\beta - \alpha)$$

例如，考虑 C_5I 作为荧光体。当用实验来求 α 时对于 60 K V 的单色 X 射线，得出值， $\alpha = 4.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{-1}$ 。此外，当用实验求 β 时，得出值， $\beta = 1.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{-1}$ 。

此值是针对 C_5I 的发光光谱的峰值约 420nm 的光来说的，而且是在 C_5I 荧光屏形成柱状的情况。也就是密度低的情况。当把这些数值代入先前的式中，求出值 $T = 370 \mu\text{m}$ 。就是膜厚即使比此值大或小，而到达光电面的光量减少，亮度变低。

接下来，考虑虽然为相同膜厚 $T = 370 \mu\text{m}$ ，但 $340 \mu\text{m}$ 形成柱形状，并在其上形成 $30 \mu\text{m}$ 的密度为高的层的情况。对于密度高的层和密度低的层来说，对于 X 射线的吸收率几乎没有差别，这是因为密度为低的层和密度为高的层之间的密度差在 1% 以内的缘故。然而，在光的透过率上存在很大差别。测定的结果为 $\beta < 1 \times 10^{-5} \mu\text{m}^{-1}$ 。从这些当中再来考虑到达光电面的光量。

$$\left(\int_0^T \alpha e^{-\alpha t} \cdot e^{-\beta_1(T_1-t)} dt \right) e^{-\beta_2 T_2} + \int_{T_1}^{T_1+T_2} \alpha e^{-\alpha t} \cdot e^{-\beta_2(T_2-t)} dt$$

这里，令 $T_1 = 340 \mu\text{m}$ ， $T_2 = 30 \mu\text{m}$ ， $\alpha = 4.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{-1}$ ， $\beta_1 = 1.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^{-1}$ ， $\beta_2 = 1 \times 10^{-5} \mu\text{m}^{-1}$ ，由于从 β_2 的大小角度，

$$L = \alpha \frac{1}{\beta_1 - \alpha} \cdot \exp(-\beta_1 T_1) \cdot \{ \exp(\beta_1 - \alpha) T_1 - 1 \} - \{ \exp(-\alpha T_1) - \exp(-\alpha T_2) \}$$

能近似于 1，故计算变得简单，当求解积分时，光量 L 成为

如将实际的数值代入此式中，则可了解到和 $370 \mu\text{m}$ 全部形成柱

状的场合相比，到达光电面光量的增加了约4.5%左右。此外，将高密度层和低密度层分别作为(10 μm ,360 μm)(20 μm ,350 μm) (40 μm ,330 μm),(50 μm ,320 μm)进行计算的结果就是图9 的情形。

这样，通过附加低密度层和高密度层，能够使到达光电面的光量增加。此外，通过增加高密度层的比例，能使光量进一步增加。利用这个办法，例如取输入荧光屏的中心部的高密度层和低密度层为(0 μm ,370 μm),外围的高密度层和低密度层为(50 μm ,320 μm)的话，能够使外围部份的亮度增高约7.5%的程度。并且，重要在于，如先前所述的那样，对X射线的吸收，由于能够考虑是相同的膜厚，因而因X射线素质变化而引起亮度分布的变化不再存在这一点上。

根据以上的事实，本发明的X射线荧光倍增管的输入荧光屏，如图1所示那样构成，12就是输入荧光屏。此输入荧光屏12是由密度低的荧光体层13和密度高的荧光体层14组成。并且密度大的荧光体层14被配置在密度小的荧光体层13的输出一侧。进而将各荧光体层13,14的各自的膜厚分布，作成例如图2上所表示的那样，要使密度高的荧光体层14的膜厚形成在外围部份的膜厚比上述荧光屏12的中心部份变厚。还要使上述密度低的荧光屏13的膜厚形成在外围部份的膜厚比上述荧光屏12的中心部份的变薄。

若应用上述公式对此膜厚分布进行计算，则可知与传统的进行比较，能进行如图3所示那样的输出亮度分布的修正。

而且，在这里列举的数值，就是一个例子，它并不限定权利要求范围。

此发明X射线显像管，即X射线荧光倍增管，由于上述输入荧光屏以外的部份和图4为相同构成的缘故，所以省去对其详细说明。

在上述实施例中，是使密度低的荧光体层13膜厚形成其外围部份

比输入荧光屏12的中心部份的变薄，然而反过来，使其在外围部份的膜厚比输入荧光屏12的中心部变厚那样形成也可以。

若采用本发明，能使输出亮度分布变平坦，又能使不发生因X射线素质的变化引起输出亮度分布的变化。

此外，在上述实施例中，是以X射线荧光倍增管为例作为X射线显像管来叙述的，不用说，本发明不限于X射线荧光倍增管。

对附图的简单说明。

图1是表示有关本发明的一实施例的X射线显像管主要部份（输入荧光屏）的剖面图，图2是表示构成本发明的输入荧光屏的高密度层和低密度层分布的剖面图，图3是表示对本发明X射线显像管输出亮度分布进行修正的说明图，图4是表示一般的X射线显像管的剖面图，图5是表示输入荧光屏膜厚和X射线吸收率关系的特性曲线图，图6是表示输出亮度分布的特性曲线图，图7是表示对在输入荧光屏中的发光、光的衰减模式进行说明的图，图8是表示输入荧光屏膜厚和相对发光量关系的特性曲线图，图9是表示高密度层和光量增加率的关系的特性曲线图。

1为输入窗，2为真空管壳，3为输入面，4为阳极，5为输出荧光屏，6为聚焦电极，7为基板，9为光电面，12为输入荧光屏，13为密度低的荧光体层，14为密度高的荧光体层。



12输入荧光屏

图 1

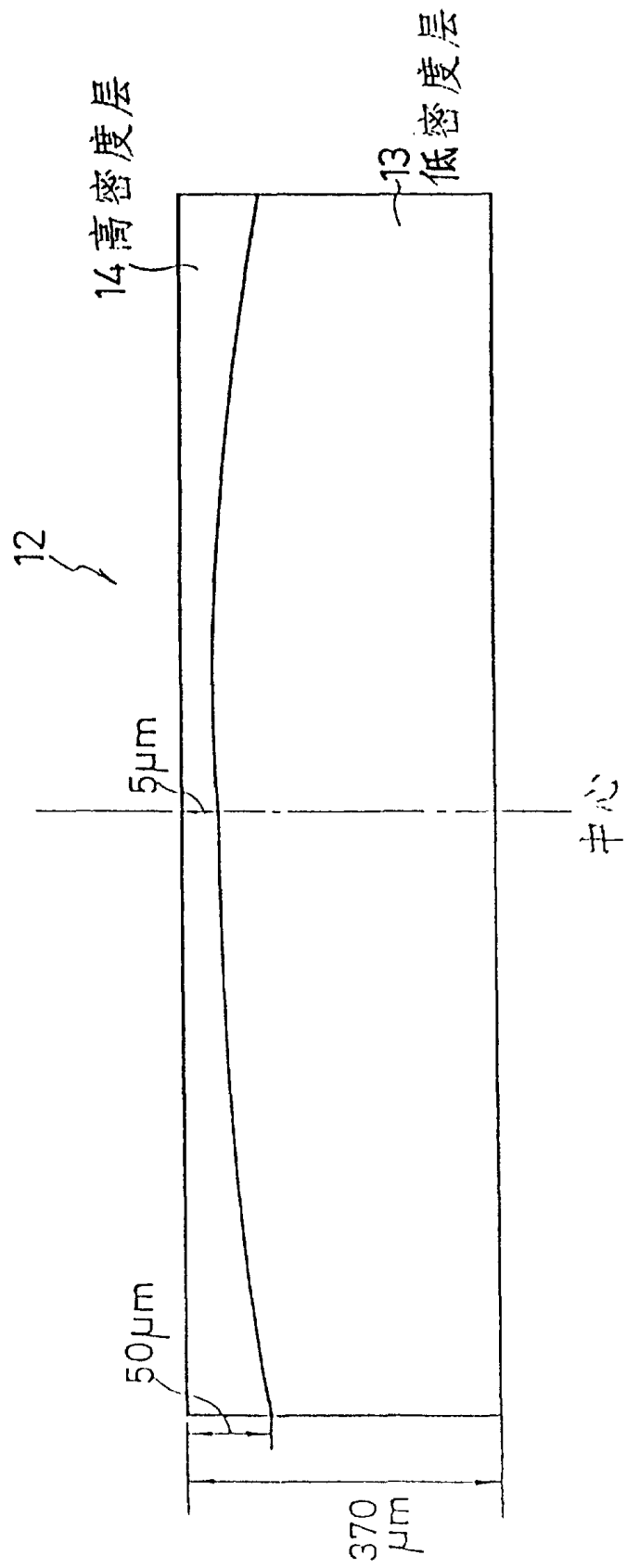


图 2

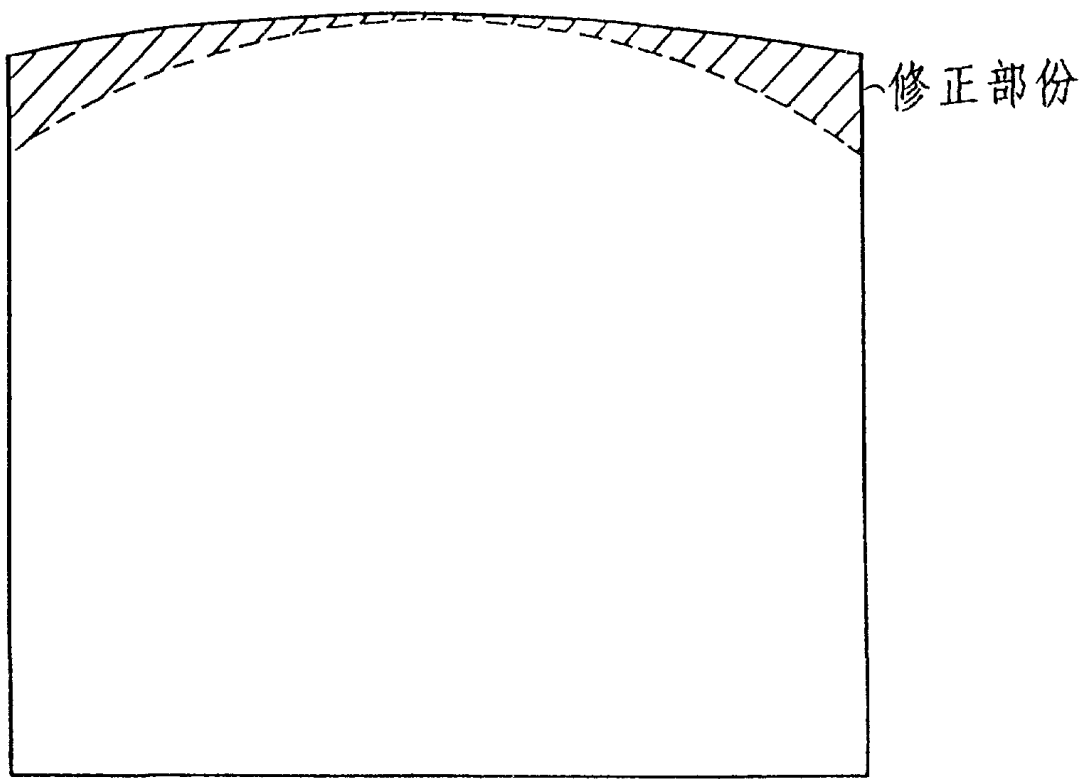


图 3

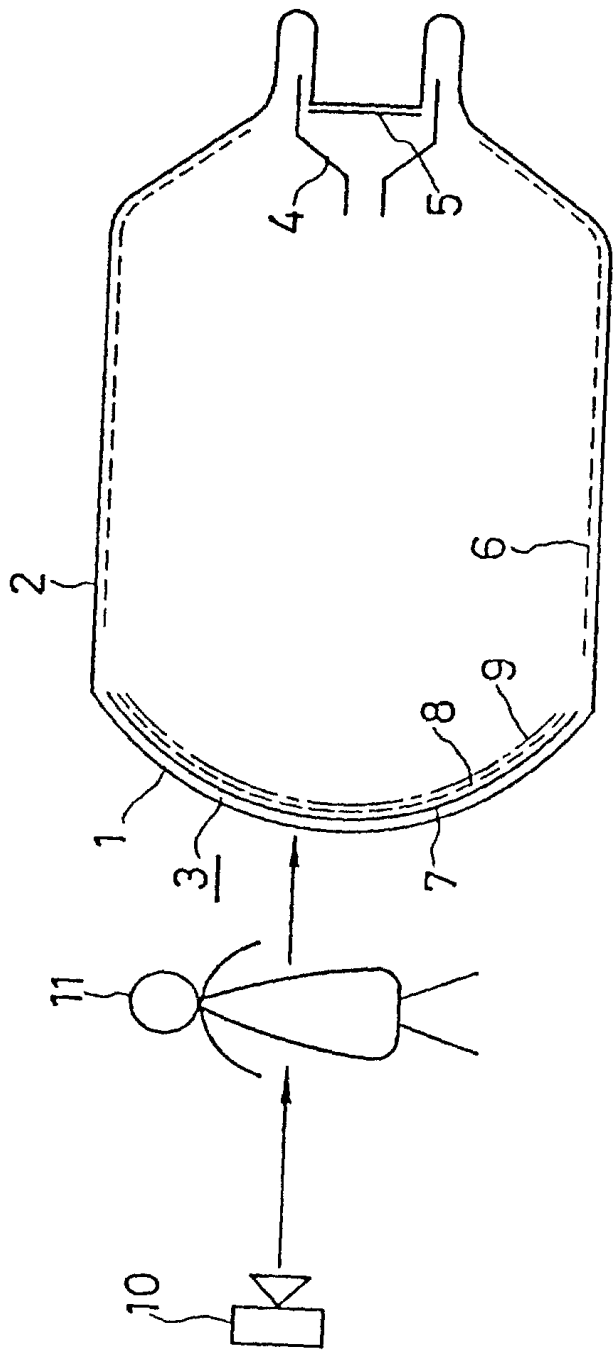


图 4

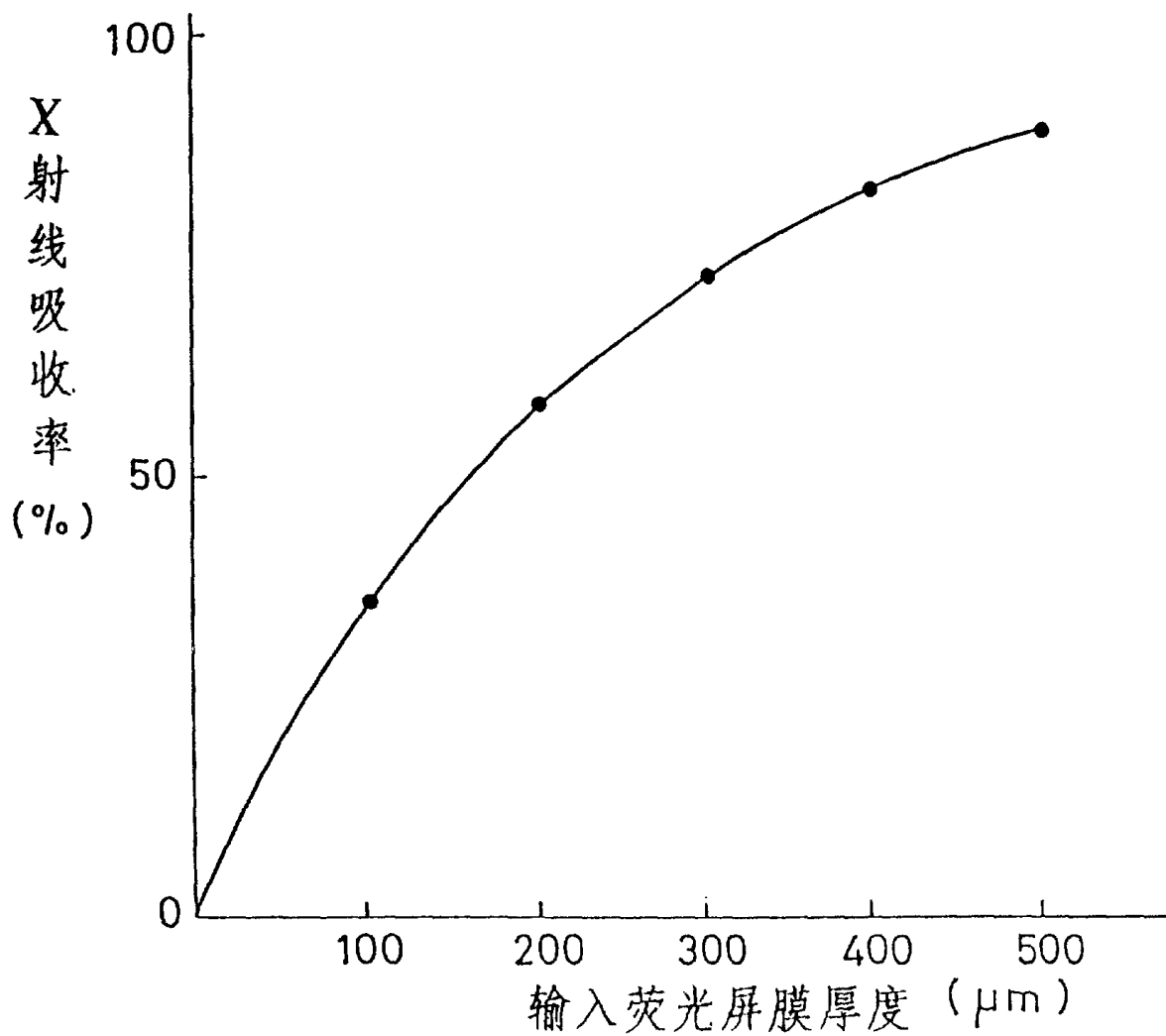


图 5

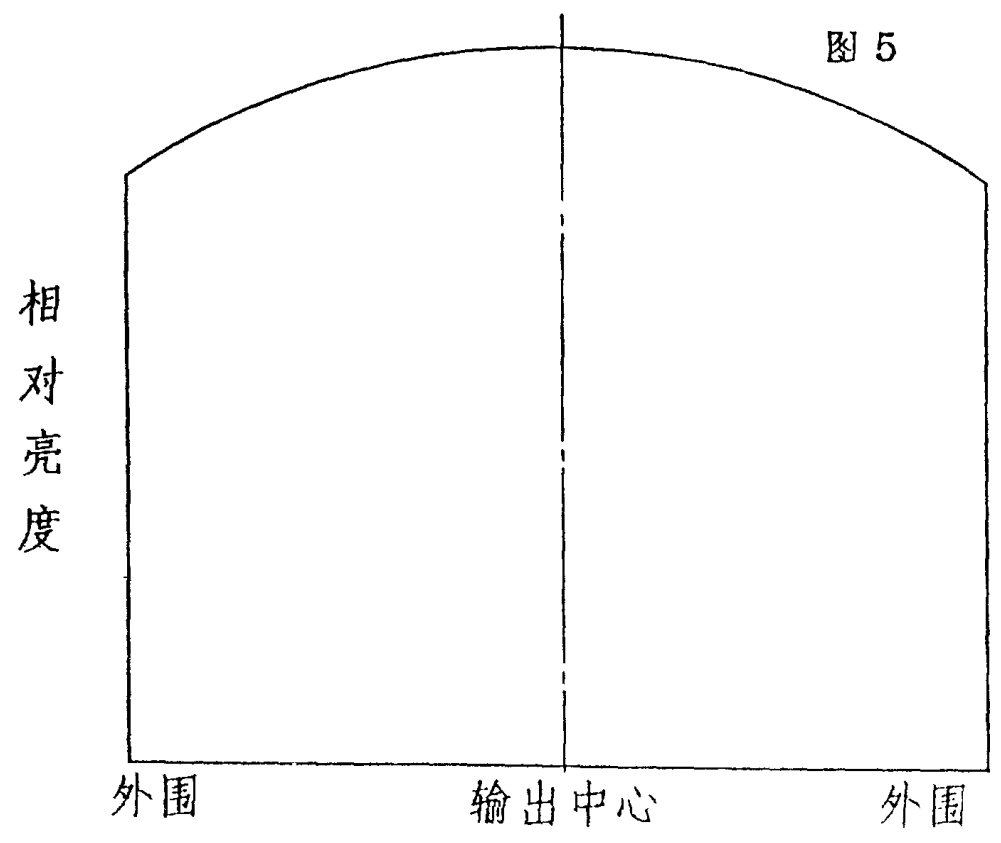


图 6

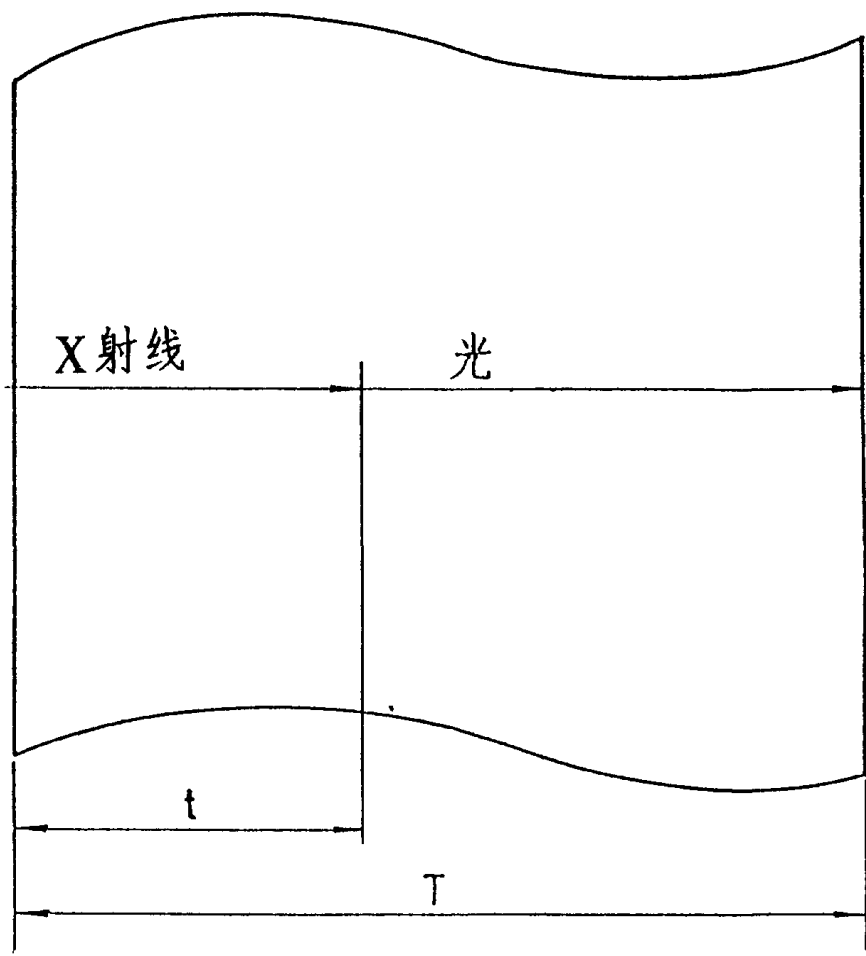


图 7

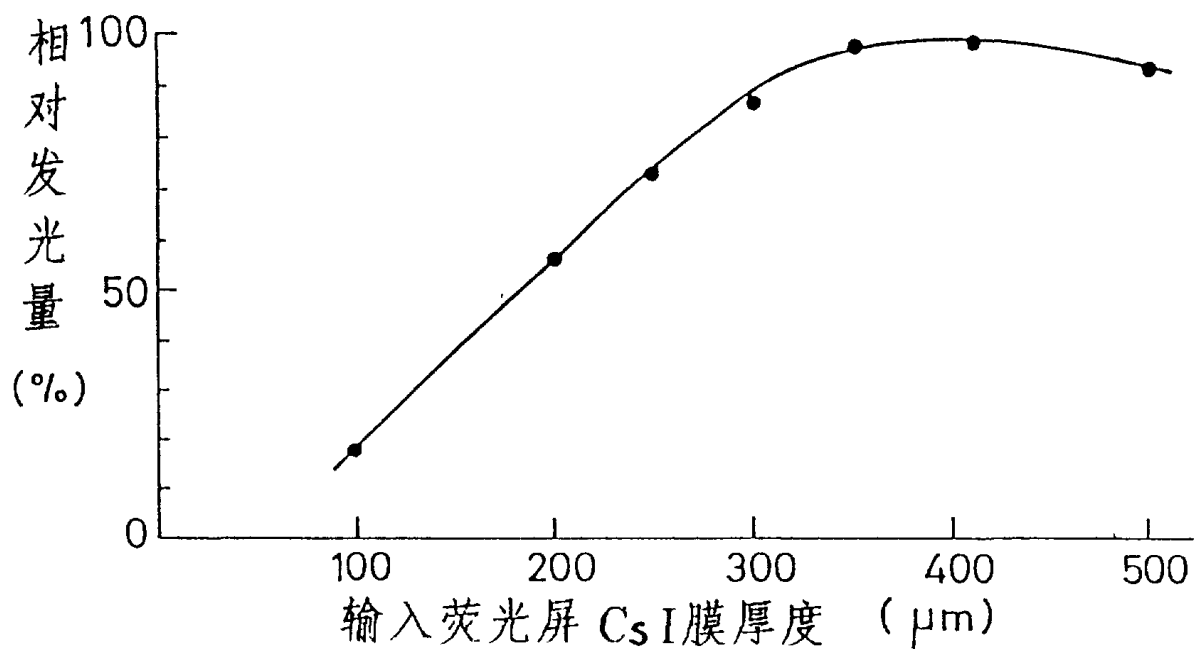


图 8

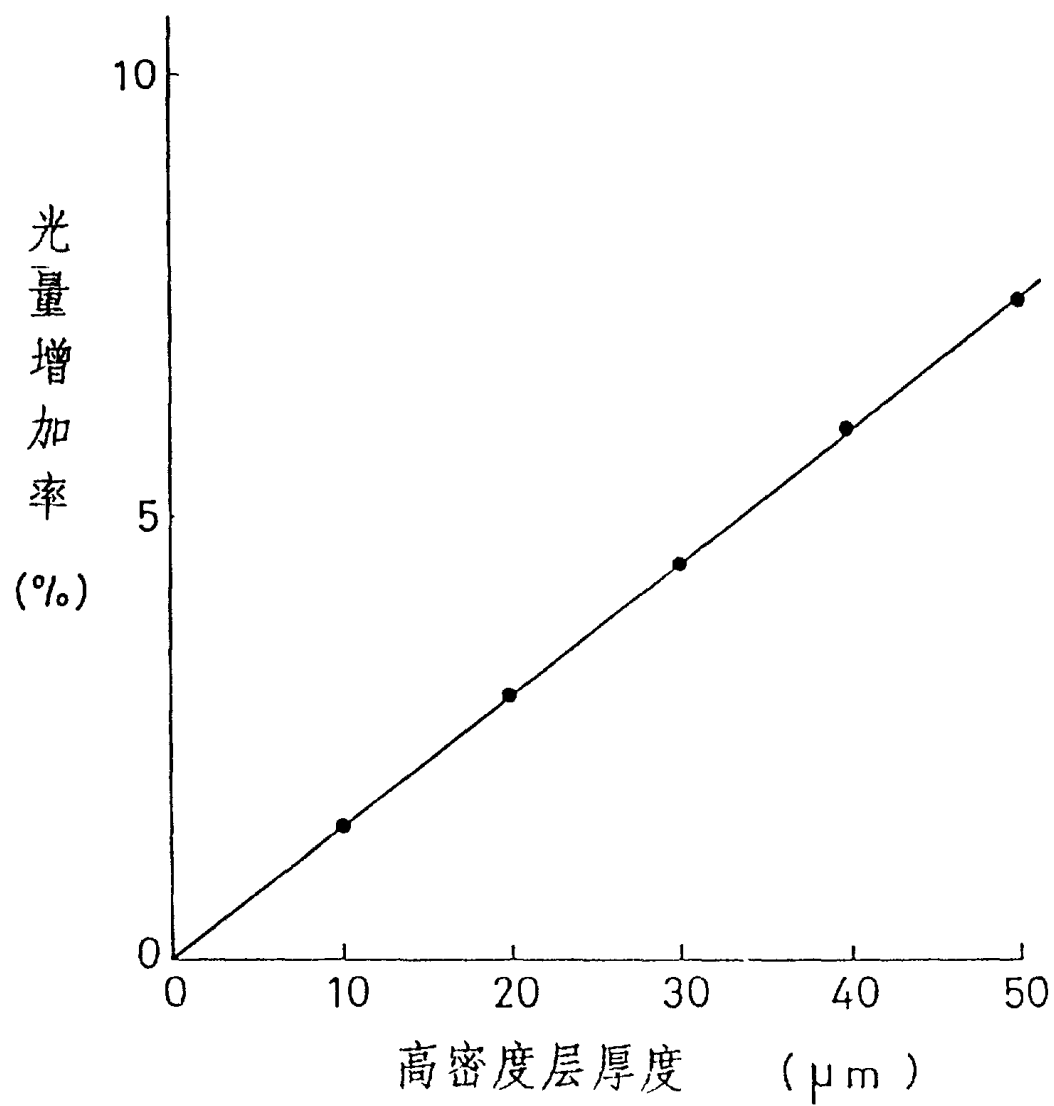


图 9