

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G02B 5/20

C03C 17/36

E06B 9/24



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200380102348.1

[43] 公开日 2005 年 12 月 14 日

[11] 公开号 CN 1708700A

[22] 申请日 2003.10.23

[21] 申请号 200380102348.1

[30] 优先权

[32] 2002.11.5 [33] EP [31] 02079711.4

[86] 国际申请 PCT/EP2003/050747 2003.10.23

[87] 国际公布 WO2004/042435 英 2004.5.21

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.29

[71] 申请人 贝克特股份有限公司

地址 比利时茨维夫格姆

[72] 发明人 彼德·珀索尼 科恩·弗莱明科

雨果·利文斯

[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

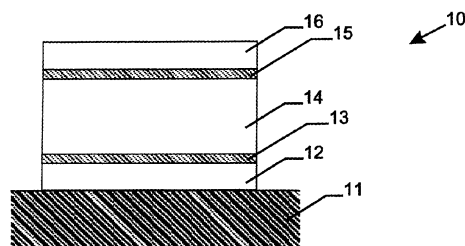
代理人 秦 晨

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

[54] 发明名称 红外反射分层结构

[57] 摘要

本发明涉及一种红外反射分层结构，其包括透明基片层；第一金属氧化物层；第一含银层；第二金属氧化物层；第二含银层和第三金属氧化物层。第一、第二和第三金属氧化物层在 500nm 波长下具有至少 2.40 的折射系数。层叠在玻璃上的根据本发明的分层结构具有高于 70% 的可见光透射率 (VLT) 和低于 0.44 的日光热增益系数 (SHGC)。本发明进一步涉及使用该分层结构作为透明热反射镜。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种红外反射分层结构，所述分层结构包括：
  - 透明基片层；
  - 5 -第一金属氧化物层；
  - 第一含银层；
  - 第二金属氧化物层；
  - 第二含银层和
  - 第三金属氧化物层。
- 10 所述第一、第二和第三金属氧化物层在 500nm 波长下的折射系数至少为 2.40，且层叠在玻璃上的所述分层结构具有高于 70%的可见光透射率(VLT)和低于 0.44 的日光热增益系数(SHGC)。
  2. 根据权利要求 1 的分层结构，其中所述分层结构的光线-日光增益比(LSG 比)高于 1.60。
  - 15 3. 根据权利要求 1 或权利要求 2 的分层结构，其中所述金属氧化物层包含  $\text{TiO}_2$ 。
  4. 根据权利要求 3 的分层结构，其中所述  $\text{TiO}_2$  主要由金红石相构成。
  5. 根据前述任何一个权利要求的分层结构，其中所述分层结构
  - 20 包括至少一个中间层，所述中间层位于含银层和金属氧化物层之间，和/或金属氧化物层和含银层之间。
  6. 根据权利要求 5 的分层结构，其中所述中间层包含金。
  7. 根据前述任何一个权利要求的分层结构，其中所述第一和第二含银层的厚度为 10-25nm。
  - 25 8. 根据前述任何一个权利要求的分层结构，其中所述第一、第二和第三金属氧化物层的厚度为 25-70nm。
  9. 使用根据权利要求 1-8 任何一个的分层结构作为透明热反射镜。
  10. 一种减少红外反射分层结构中含银层数量的方法，所述方法

包括如下步骤:

-提供透明基片层;

-在所述基片层上沉积第一金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40;

5 -在所述第一金属氧化物层上沉积第一含银层;

-在所述第一含银层上沉积第二金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40;

-在所述第二金属氧化物层上沉积第二含银层;

10 -在所述第二含银层上沉积第三金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40;

11. 一种提高红外反射分层结构可见光透射率的方法,所述方法包括如下步骤:

-提供透明基片层;

15 -在所述基片层上沉积第一金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40;

-在所述第一金属氧化物层上沉积第一含银层;

-在所述第一含银层上沉积第二金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40;

-在所述第二金属氧化物层上沉积第二含银层;

20 -在所述第二含银层上沉积第三金属氧化物层,其在500nm波长下的折射系数至少为2.40。

## 红外反射分层结构

### 5 技术领域

本发明涉及一种红外反射分层结构以及使用该分层结构作为热反射镜。

### 背景技术

10 能够反射红外光谱辐射同时透射可见光谱辐射的热反射镜具有许多重要的应用，例如房屋或者机车的窗户。

对于透明的热反射镜，可见光透过率必须高，因此反射率和吸收率必须低。在美国，例如汽车挡风玻璃必须具有70%的可见光透射率。而在红外区，热反射镜必须具有高反射率，因此红外的透射率和吸收率必须低。

15 由电介质和金属层交替堆叠而成的热反射镜在本技术领域是熟知的。

为了获得以低热透过率为特征的热反射镜，通常至少需要三个金属层。然而，金属层的数目和厚度对于可见光的透射率和制造过程的成本及复杂性具有负面影响。

20 非常熟知的是使用银作为金属层。但是，银层的稳定性低、耐久性低、且防潮及天气耐受能力差。

### 发明内容

25 本发明的一个目的是避免先前技术的各种缺点。

本发明的另一个目的是提供一种改良的红外反射分层结构。

本发明还有一个目的是提供一种红外反射分层结构，其特点是具有良好的可见光透射率和低日光热增益系数，且具有最小数目的金属层。

本发明进一步的目的是提供一种具有含银层的红外反射分层结构，具有高稳定性和高天气耐受能力。

根据本发明的第一个方面，提供了一种红外反射分层结构。该层包括：

- 5        -透明基片层；
- 第一金属氧化物层；
- 第一含银层；
- 第二金属氧化物层；
- 第二含银层和
- 10       -第三金属氧化物层。

第一、第二和第三金属氧化物层在 500nm 波长下具有至少 2.40 的折射系数。

在根据本发明的分层结构中，含银层-金属氧化物层的对数被限制为 2 对。各金属氧化物层的厚度和第一及第二含银层的厚度彼此相  
15 匹配，从而层叠在玻璃上的本分层结构具有高于 70% 的可见光透射率 (VLT) 和低于 0.44 的日光热增益系数 (SHGC)。

该层叠在玻璃上的分层机构的光线-日光增益比(light to solar gain ratio)(LSG 比)优选地高于 1.60。更优选地，LSG 比高于 1.65，  
例如 1.69。

20        可见光透射率(VLT)是指透过窗户的可见光谱(380-780nm)的百分率。

日光热增益系数(SHGC)是入射日光辐射(350-2500nm)被接纳通过窗户的分数，包括直接被透射和吸收并随后以对流和辐射的方式向内释放。SHGC 被表示为 0 到 1 之间的数字。窗户的日光热增益系数  
25 越低，它透过的日光热越少。

光线-日光增益比(LSG 比)定义为  $VLT/(SHGC*100)$ 。LSG 比给不同玻璃类型透过日光同时阻挡热增益的相对效率提供了一个标尺。该比值越高，屋子越明亮且不会增加多余的热量。

金属氧化物可以包括任何透明的金属。然而，具有高折射系数和

几乎为零的消光系数的金属氧化物是优选的。

因此，在光层厚度较为重要的光学涂层中，具有高折射系数的金属氧化物的物理厚度能够保持在低于具有较低折射系数的金属氧化物的物理厚度。

5 本分层结构的金属氧化物能够通过本领域中任何已知的技术加以沉积。优选的技术包括物理气相沉积，例如溅射沉积，或者化学气相沉积。

优选的金属氧化物包括  $\text{TiO}_2$ ，更优选地， $\text{TiO}_2$  主要由非常致密的金红石相构成。这种类型的  $\text{TiO}_2$  在 510nm 下的折射系数为 2.41。

10  $\text{TiO}_2$  层能够通过反应溅射沉积处理由 Ti 靶、 $\text{TiO}_2$  靶或者亚化学计量  $\text{TiO}_x$  靶(x 介于 1.75-2)加以沉积。

主要由金红石相构成的  $\text{TiO}_2$  优选地用 x 介于 1.5-2, 例如 1.5-1.7, 的  $\text{TiO}_x$  靶(优选地为可旋转  $\text{TiO}_x$  靶)加以沉积。这些可旋转的靶通过在还原气氛中(例如  $\text{Ar}/\text{H}_2$ )在不锈钢背衬管上由等离子体喷涂金红石  
15 粉末产生。该靶具有足够的导电率，能够用作 DC 磁控管溅射处理的阴极并能够耐受极高的功率水平。结果，有可能以更低的投资成本(沉积源本身和电源都廉价得多)获得非常高的溅射沉积速度。

其他的具有高折射系数的金属氧化物有例如  $\text{BiO}_2$ (550nm 的折射系数为 2.45)或者  $\text{PbO}$ (550nm 的折射系数为 2.55)。

20 分层结构的不同金属氧化物层可以包括相同的材料或者可以包括不同的材料。

第一和第二含银层可以包括纯银(也就是具有不可避免杂质的银)或者银与其他元素，例如金、铂、钯、铜、铝、铟或者锌和/或其混合物，的组合。

25 优选地，含银层包括 10wt% 的金。

含银层优选地通过真空沉积技术，例如通过溅射或蒸发，加以沉积。

含银层的沉积需要特殊的防范措施，因为

(i) 银尽管经常被称作贵金属，但非常容易腐蚀，和

(ii) 必须避免金属氧化物与银层的混合：吸收率基本上与  $\eta$ 、 $\kappa$  成比例；因此相对厚的混合  $\text{TiO}_2$ (高  $\eta$ )-Ag(高  $\kappa$ )层的存在将严重增加分层结构的总吸收率，并会消耗大部分的理论上可以获得的可见光透射率。

5 这意味着，优选地需要特别地保护含银层和/或含银层与金属氧化物层之间的界面。这能够通过例如金属氧化物层与含银层之间的中间层；含银层与金属氧化物层之间的中间层；或者通过含银层两侧的中间层加以实现。

这种中间层优选地包含金，例如纯金(也就是具有不可避免杂质的金)或者金与最多 30wt%的另一种元素，例如银，的组合。

中间层的厚度优选地为 0.5-10nm，例如 1nm。

优选地，通过溅射沉积沉积中间层。

一个或多个透明基片层可以包括玻璃层或者塑料层，例如由聚碳酸酯、聚丙烯酸酯、聚酯如聚乙烯对苯二酸酯(PET)、纤维素三乙酸酯(TCA 或 TAC)或者聚亚安酯。

可能地，在分层结构的上面沉积一个附加层。这种附加层包括例如保护层或者耐磨损层。

根据本发明的第二个方面，给出了使用红外反射分层结构作为透明热反射镜。

20 根据进一步的方面，提供了减少红外反射分层结构中含银层的数目的方法，和提高红外反射分层结构可见光透射率的方法。

### 附图说明

现在根据附图对本发明进行更详细地说明，其中：

25 图 1、2 和 3 显示了根据本发明的红外反射分层结构的不同实施例。

图 4 显示了  $\text{TiO}_2$  涂层的光学性能。

图 5 显示了光谱选择日光控制窗膜的剖面图。

图 6 显示了包括根据本发明分层结构的汽车窗用玻璃的剖面图。

图 7 显示了根据本发明分层结构的透射率。

图 8 显示了根据本发明分层结构的反射率。

图 9 和 10 比较了根据本发明的分层结构与另外两种分层结构的透射率和反射率。

5

### 具体实施方式

图 1 显示的是红外反射分层结构的一个实施例 10。该分层结构包括三个金属氧化物层 12、14、16 和两个含银层 13、15。

金属氧化物层包含  $\text{TiO}_2$ 。

10

$\text{TiO}_2$  通过 DC 磁控管溅射用可旋转的陶瓷  $\text{TiO}_x$  靶(x 介于 1.5-1.7) 获得。这些靶具有足够的导电率从而能够用作 DC 磁控管溅射处理的阴极。

15

在图 4 中，能够看到  $\text{TiO}_2$  涂层的折射系数( $\eta$ )和消光系数( $\epsilon$ )。曲线 44 给出了作为波长函数的折射系数( $\eta$ )；曲线 42 给出了作为波长函数的消光系数( $\epsilon$ )。

对于高于 395nm 的波长，涂层没有吸收。510nm 下的折射系数为 2.41，其相应于  $\text{TiO}_2$  的金红石相。

含银层 12、14 包含纯银（也就是，具有不可避免杂质的银）。

20

在可选择实施例中，含银层 12、14 由含有 10wt% 的金银层构成。

第一金属氧化物层 12 和第三金属氧化物层 16 的厚度范围是 25-35nm。

第二金属氧化物层 14 的厚度为 50-70nm。

第一和第二含银层 13、15 的厚度为 10-25nm。

25

图 2 显示了红外反射分层结构的另一个实施例 20。该分层结构与图 1 所示的分层结构相同，但分别在第一含银层 22 与第二金属氧化物层 24 之间，第二含银层 25 与第三金属氧化物层 26 之间包括中间层 27、27'。

中间层包含金，厚度为 1nm。



中间层增加了含银层的稳定性和耐久性，避免了含银层与金属氧化物层界面处的混合。

图 3 显示了红外反射分层结构进一步的实施例 30。在含银金属层 33、35 的两侧沉积了中间层 37、37'和 39、39'。

5 中间层由金或者含有 10wt%银的金构成。

中间层的厚度为 1nm。

图 5 显示了光谱选择日光控制窗膜 50 的剖面，包括：

-硬涂层顶层 52，由例如交叉链丙烯酸脂构成；

-第一 PET 膜 53，其厚度为例如 23um；

10 -根据本发明的分层结构 54；

-第一粘着层 55；

-第二 PET 膜 56，其厚度为例如 23um；

-第二粘着层 57；

-玻璃层 58。

15 图 5 显示了不同层的次序。不同层的厚度与实际厚度不成比例。

图 6 显示了汽车窗用玻璃的剖面图，包括：

-第一玻璃层 62；

-第一粘着层 63，由例如厚度为 375um 的 PVB 层构成；

-PET 膜 64，其厚度为例如 50um；

20 -根据本发明的分层机构 65；

-第二粘着层 66，由例如厚度为 375um 的 PVB 层构成；

-玻璃层 67。

表 1 给出了图 5 中光谱选择日光控制窗的光学性质。

表 1

可见光性质		
VLT	可见光透过率(%)	71
VLR	可见光反射率(%)	9
日光性质		
SHGC	日光热增益系数	0.42
TSER	反射的总太阳能(%)	58
LSG 比	光线-日光增益比	1.69
UV 性质		
TUV	UV 透射率(%)	<0.2

图 7 给出了如图 5 所示的光谱选择日光控制窗膜对于 UV、可见光和进红外光的透射率 T (以 % 表示)。

图 8 给出了如图 5 所示的光谱选择日光控制窗膜的反射率 R (以 % 表示)。反射率在玻璃侧(曲线 82)和膜侧(曲线 84)加以测量。

根据本发明的红外反射结构兼具有高可见光透射率(VLT)、低可见光反射率和低日光热增益系数(SHGC)。该结构进一步用中和色(neutral color)加以表征。

本技术中已知的红外反射分层结构需要三个含银层以便获得期望的低日光热增益系数。根据本发明的分层结构具有低的日光热增益系数，而只有 2 个含银层。含银层数目的减少对于可见光的透射率具有积极的影响。

图 9 和 10 中，比较了图 5 所示光谱选择日光控制窗膜与其他两种膜：膜 A 和膜 B 的透射率和反射率。

图 9 中，曲线 92 给出了根据本发明的光谱选择日光控制窗膜的透射率；曲线 94 给出了膜 A 的透射率，而曲线 96 给出了膜 B 的透射率。

在图 10 中，曲线 102 给出了根据本发明的光谱选择日光控制窗膜的反射率；曲线 104 给出了膜 A 的反射率，而曲线 106 给出了膜 B 的反射率。

膜 A 由交替的  $\text{In}_2\text{O}_3$  层和 AgAu 层构成:

$\text{In}_2\text{O}_3$  层/AgAu 合金层/  $\text{In}_2\text{O}_3$  层/AgAu 合金层/  $\text{In}_2\text{O}_3$  层/AgAu 合金层/  $\text{In}_2\text{O}_3$  层。

膜 B 由交替的  $\text{SnO}_2$  层和 Ag 层构成:

5  $\text{SnO}_2$  层/Ag 层/ $\text{SnO}_2$  层/Ag 层/ $\text{SnO}_2$  层。

由图 9 能够得出结论: 根据本发明结构的可见光透射率(VLT)与膜 A 的 VLT 几乎相等。

这意味着, 根据本发明的结构, 能够只用两个含银层获得期望的 VLT, 而膜 A 结构需要三个含银层。

10 由图 10 能够得出结论: 根据本发明结构的红外反射率高于膜 B 结构的红外反射率。

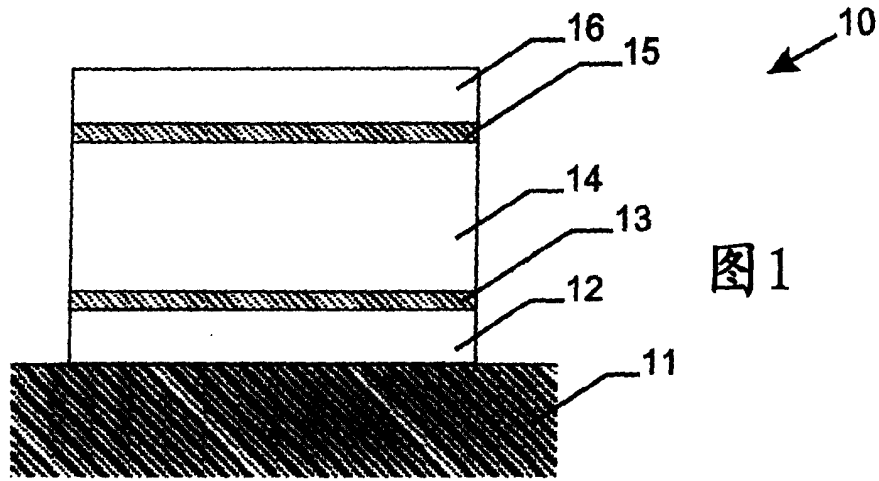


图 1

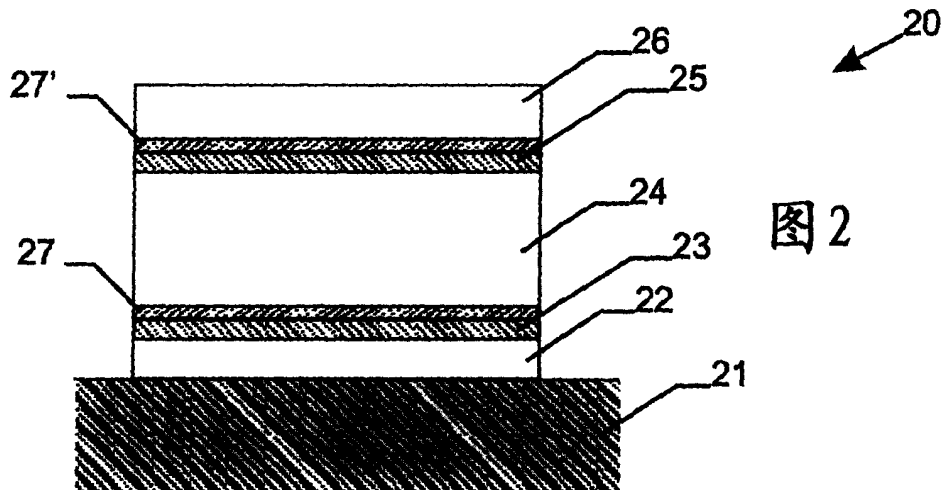


图 2

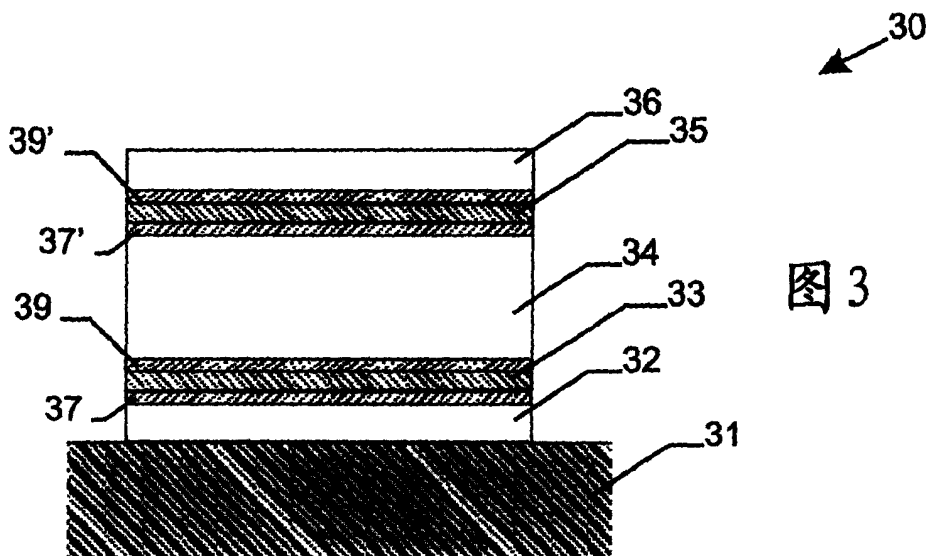


图 3

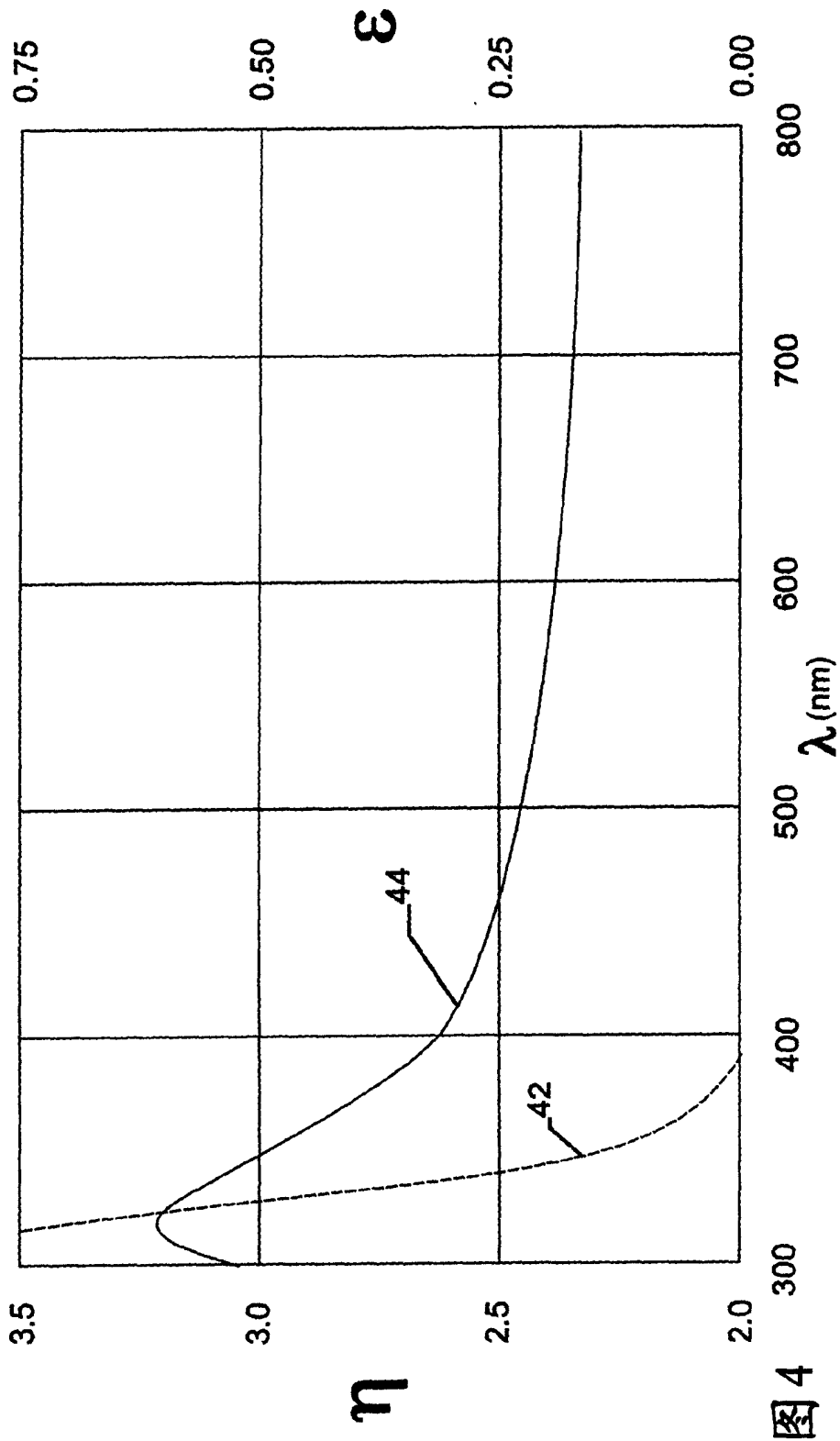


图 4

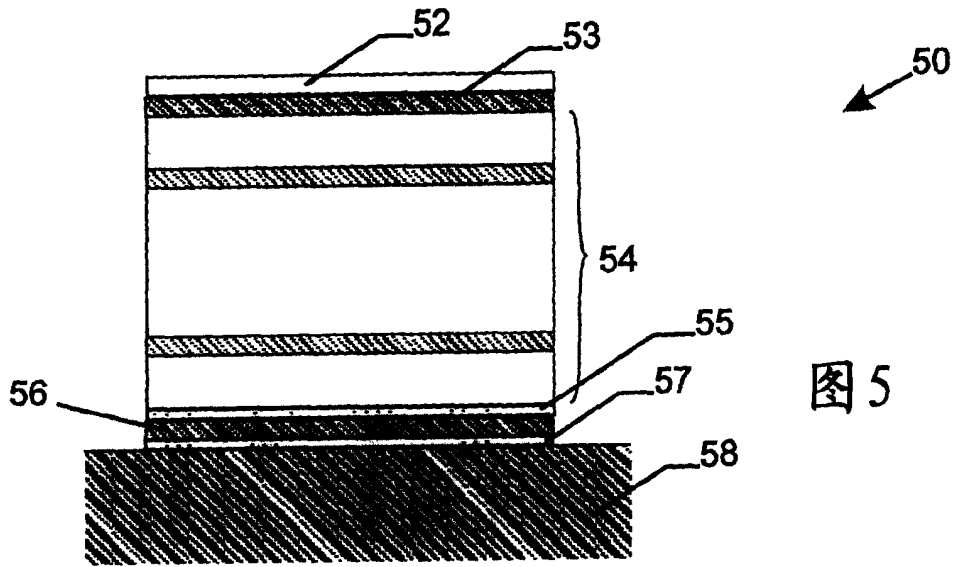


图 5

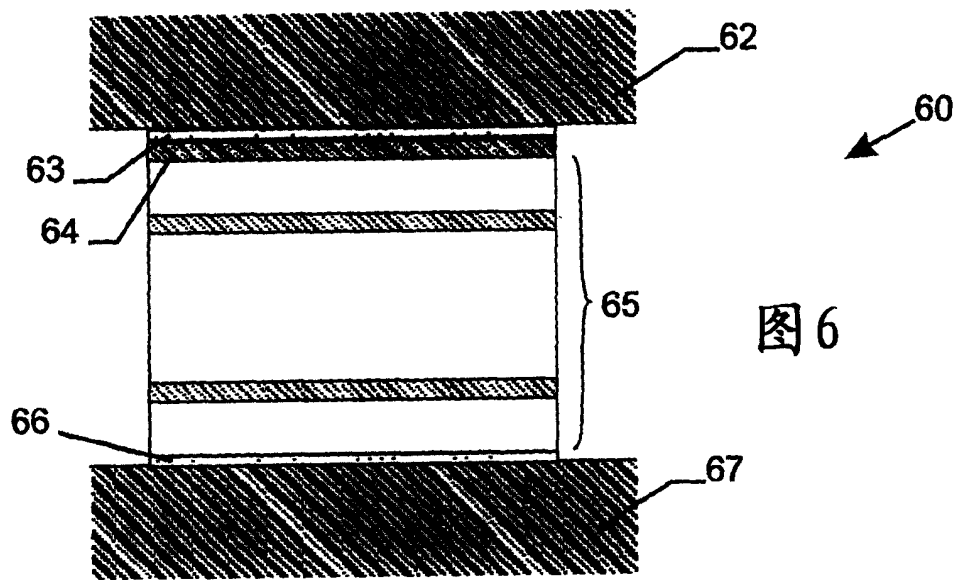
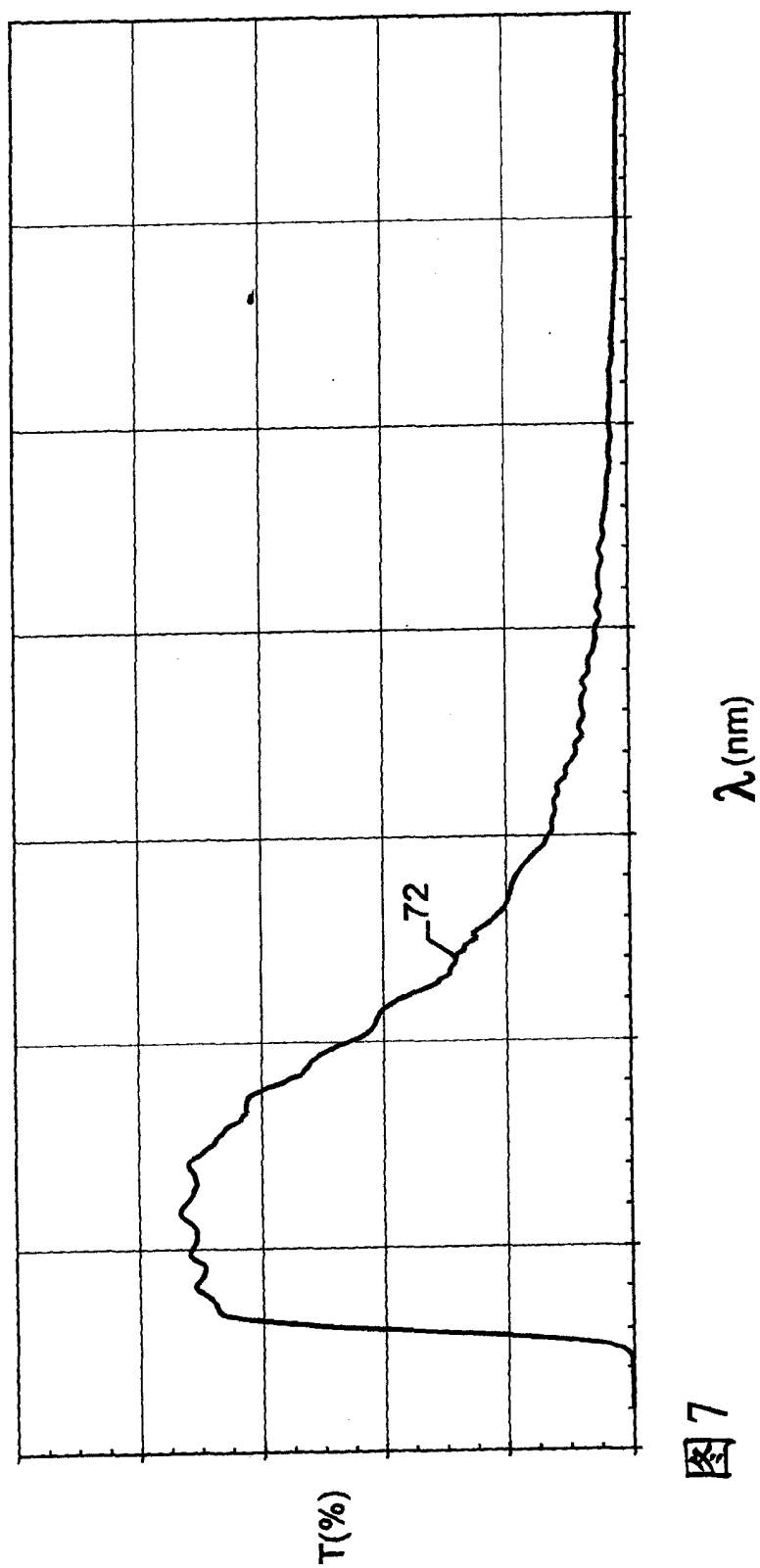


图 6



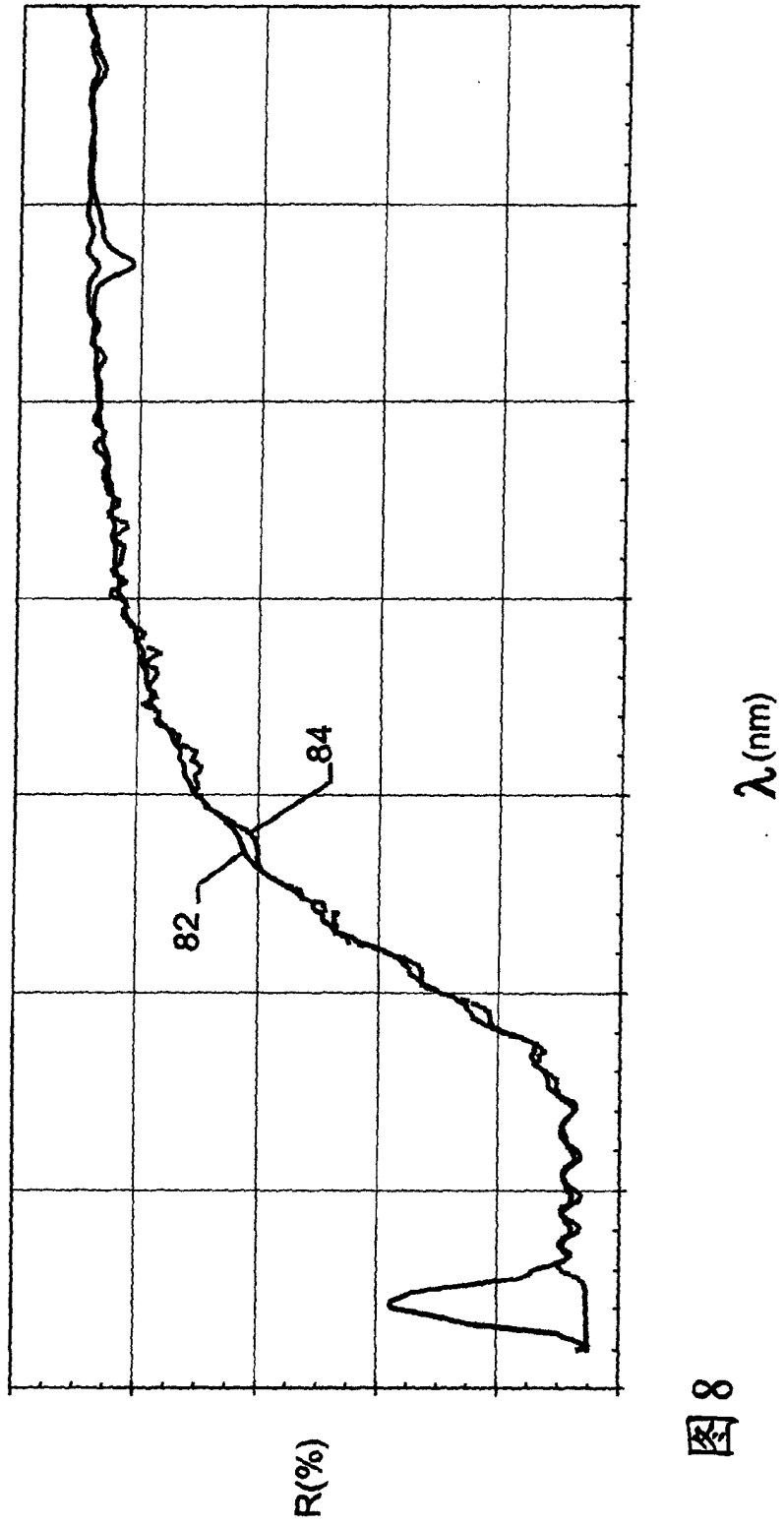


图 8



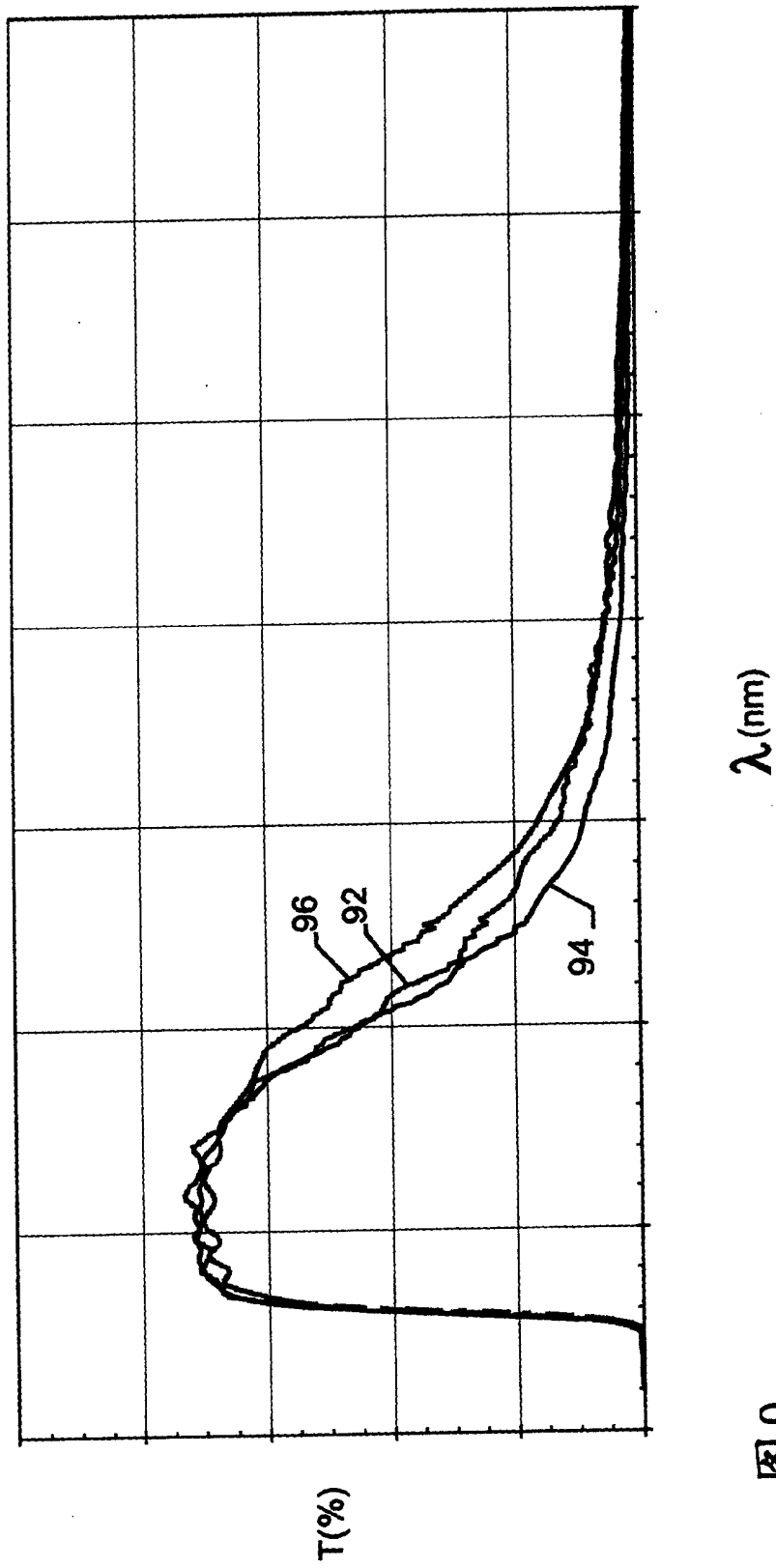


图9

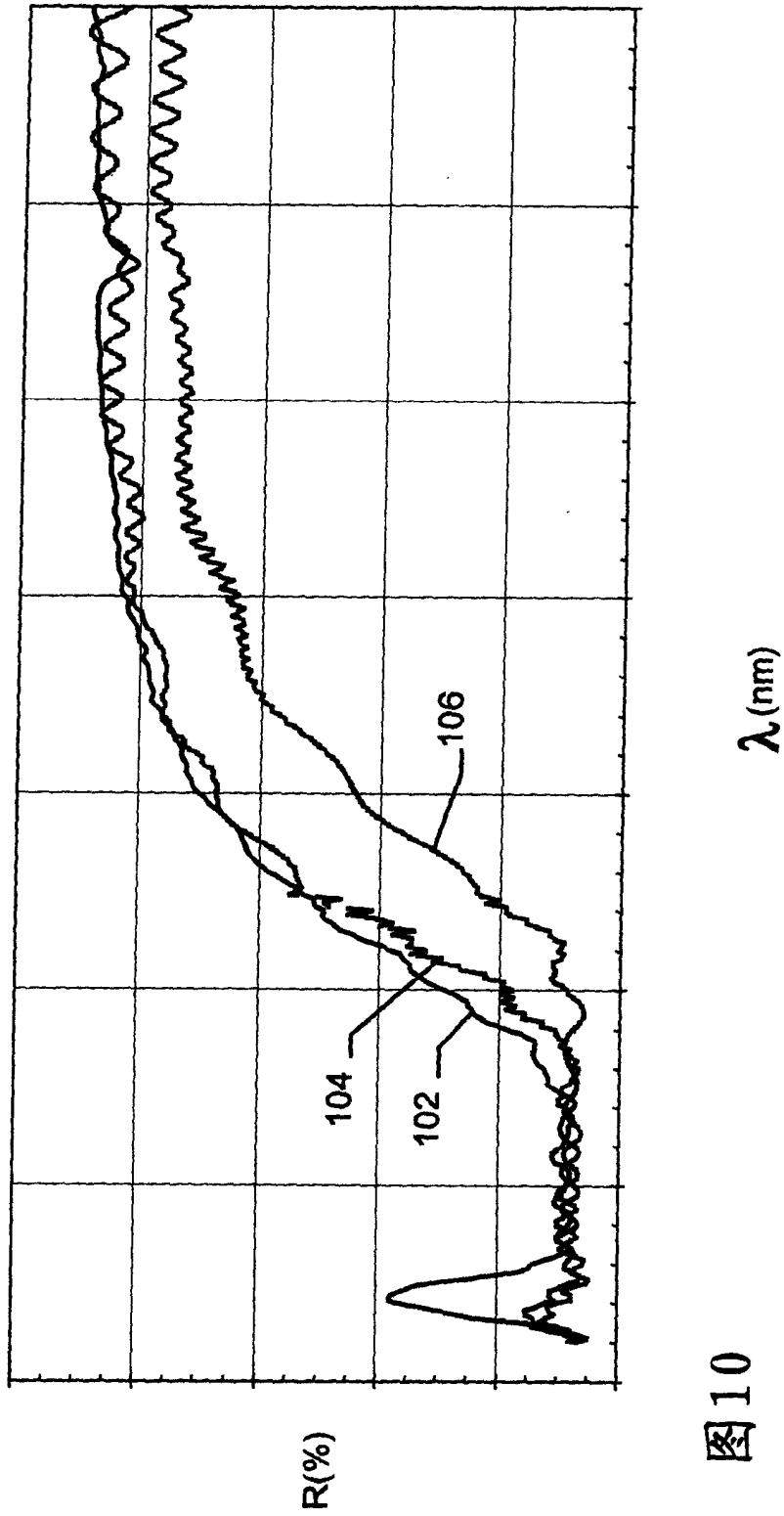


图10