



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101813825 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201010126163. 6

审查员 高迎春

(22) 申请日 2010. 02. 25

(30) 优先权数据

15869/09 2009. 02. 25 KR

(73) 专利权人 三星显示有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 郑炳昊 奥利格·普鲁德尼科夫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张波

(51) Int. Cl.

G02B 26/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101006490 A, 2007. 07. 25, 全文.

TW 200411274 A, 2004. 07. 01, 说明书 8-11 行、第 5 页第 23 行至第 6 页第 18 行、第 8 页 12-23 行, 图 2-3.

JP 特开 2002-174780 A, 2002. 06. 21, 全文.

US 6094294 A, 2000. 07. 25, 全文.

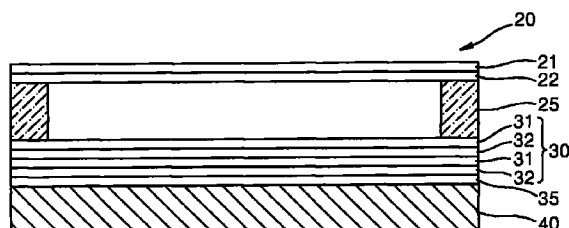
权利要求书1页 说明书6页 附图10页

(54) 发明名称

干涉光调制器及显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种干涉光调制器及显示装置。该显示装置包括金属薄膜以及与金属薄膜间隔开的电介质多层薄膜。显示装置可以通过改变金属薄膜与电介质多层薄膜之间的间隔来实现颜色, 并可以通过施加电压到每个各自的子像素来实现黑色。



1. 一种干涉光调制器,包括:
基板;
电介质膜,设置在所述基板的表面上,所述电介质膜包括至少两层;
金属膜,与所述电介质膜间隔开;
间隔物,设置在所述电介质膜与所述金属膜之间;以及
设置在所述金属膜上的电介质层,所述电介质层包括氧化物、氮化物或氧化物与氮化物的结合。
2. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述间隔物具有在50nm至1000nm范围内的高度。
3. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述金属膜包括选自由Al、Mo、Cr、Ag、Au、W、Ni、Cu及所有这些金属的合金组成的组中的至少一种金属。
4. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述电介质膜包括交替堆叠的第一层和第二层,所述第一层的折射率不同于所述第二层的折射率。
5. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述基板包括玻璃基板。
6. 如权利要求4所述的干涉光调制器,其中所述第一层包括 TiO_2 和所述第二层包括 SiO_2 。
7. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述电介质层包括 SiO_2 层。
8. 如权利要求1所述的干涉光调制器,其中所述至少两层中的每层具有在10nm至1000nm范围内的厚度。
9. 一种显示装置,包括:
基板;
电介质膜,设置在所述基板的表面上,所述电介质膜包括至少两层;
金属膜,与所述电介质膜间隔开;
间隔物,设置在所述电介质膜与所述金属膜之间;
设置在所述金属膜上的电介质层,所述电介质层包括氧化物、氮化物或氧化物与氮化物的结合;以及
背光单元,朝向所述基板或所述金属膜发射光。
10. 如权利要求9所述的显示装置,其中所述间隔物具有在50nm至1000nm范围内的高度。

干涉光调制器及显示装置

技术领域

[0001] 本发明的示范性实施例涉及干涉光调制器 (interference light modulator) 以及采用该干涉光调制器的显示装置。

背景技术

[0002] 各种便携式终端已经配备先进通讯和显示设备。便携式终端的实例包括个人数字助理 (PDA)、便携式多媒体唱盘 (PMP)、数字多媒体播放器 (DMB)。便携式终端已大量采用液晶显示器 (LCD) 作为其平板显示设备。LCD 可以包括利用液晶的双折射率的光学开关, 并可以利用滤色器来实现颜色。然而, 由于 LCD 利用光的偏振性质, 所以 LCD 的光利用效率会较低。此外, 由于 LCD 中使用的滤色器, LCD 的光利用效率会更低。由于滤色器较昂贵, 所以 LCD 也会昂贵。因此, 需要一种不用滤色器而产生颜色图像的方法。

发明内容

[0003] 本发明的示范性实施例涉及一种具有优良的光利用效率的干涉光调制器。

[0004] 本发明的示范性实施例涉及一种具有优越的光利用效率和颜色纯度的显示装置。

[0005] 本发明的另外的特征将在以下的描述中阐释, 且从该描述中变得部分明显, 或可以通过实践本发明而习知。

[0006] 本发明的示范性实施例公开了一种干涉光调制器, 该干涉光调制器包括基板、电介质多层薄膜、金属薄膜和间隔物 (spacer)。电介质多层薄膜设置在基板的表面上。金属薄膜与电介质多层薄膜间隔开。间隔物支撑电介质多层薄膜和金属薄膜以保持电介质多层薄膜和金属薄膜之间的间隔。

[0007] 本发明的示范性实施例公开了一种显示装置, 该显示装置包括基板、电介质多层薄膜、金属薄膜、间隔物以及背光单元。电介质多层薄膜设置在基板的表面上。金属薄膜与电介质多层薄膜间隔开。间隔物支撑电介质多层薄膜和金属薄膜以维持电介质多层薄膜与金属薄膜之间的间隔。背光单元朝基板或金属薄膜发射光。

[0008] 应当理解, 前面概括的描述和下面详细的描述都是示范性和解释性的, 旨在提供对所要求的本发明的进一步解释。

附图说明

[0009] 附图被包括以提供对本发明的进一步的理解并构成本说明书的一部分, 附图示出了本发明的示范性实施例, 并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0010] 图 1 是根据本发明示范性实施例的光调制器的截面图。

[0011] 图 2 是根据本发明示范性实施例的显示装置的截面图。

[0012] 图 3 是根据本发明示范性实施例的光调制器的截面图。

[0013] 图 4 是根据本发明的示范性实施例用于解释反射率和透射率相对于两个薄膜之间的间隔的示意图。

[0014] 图 5 是根据本发明示范性实施例示出当图 4 的每个薄膜的反射率为 0.7 并且薄膜之间的间隔为 700nm 时透射率相对于波长的曲线图。

[0015] 图 6 是根据本发明示范性实施例示出显示装置的电介质多层薄膜的透射率和反射率相对于波长的曲线图。

[0016] 图 7 是根据本发明示范性实施例示出显示装置的金属薄膜的反射率、透射率和吸收率相对于波长的曲线图。

[0017] 图 8A 是根据本发明示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 200nm 的高度时反射率、透射率和吸收率相对于波长的曲线图。

[0018] 图 8B 是根据本发明示范性实施例示出当间隔物具有 200nm 的高度时透射穿过显示装置的光调制器的光的光谱的曲线图。

[0019] 图 8C 根据本发明示范性实施例示出当间隔物具有 200nm 的高度时的色域 (color gamut)。

[0020] 图 9A 是根据本发明示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 200nm 的高度时反射率、透射率和吸收率相对于波长的曲线图。

[0021] 图 9B 是根据本发明示范性实施例示出当间隔物具有 140nm 的高度时透射穿过显示装置的光调制器的光的光谱的曲线图。

[0022] 图 9C 根据本发明示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 140nm 的高度时的色域。

[0023] 图 10A 是根据本发明的示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 64nm 的高度时反射率、透射率和吸收率相对于波长的曲线图。

[0024] 图 10B 是根据本发明示范性实施例示出当间隔物具有 64nm 的高度时透射穿过显示装置的光调制器的光的光谱的曲线图。

[0025] 图 10C 根据本发明示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 64nm 的高度时的色域。

[0026] 图 11 示出了根据本发明示范性实施例的显示装置中的色域。

[0027] 图 12 是示出根据本发明示范性实施例的显示装置的黑模式 (blackmode) 的示意图。

[0028] 图 13A 是示出根据本发明示范性实施例的显示装置在黑模式下的反射率、透射率和吸收率的曲线图。

[0029] 图 13B 是示出根据本发明示范性实施例的显示装置在黑模式下的光谱的曲线图。

具体实施方式

[0030] 在下文将参照附图更全面地描述本发明,附图中示出了本发明的示范性实施例。然而,本发明可以以许多不同形式实施,而不应被解释为限于这里阐释的示范性实施例。相反地,提供这些示范性实施例使得本公开透彻,并将本发明的范围充分传达给本领域技术人员。附图中,为了清楚起见,层和区域的尺寸和相对尺寸可以被夸大。附图中相同的附图标记指代相同的元件。

[0031] 应当理解,当称一元件或层在另一元件或层“上”或者“连接到”另一元件或层时,它可以直接在另一元件或层上或直接连接到另一元件或层,或者可以存在插入的元件或

层。相反地,当称一元件“直接”在另一元件或层“上”或“直接连接到”另一元件或层时,不存在插入的元件或层。

[0032] 显示装置可以利用光的干涉来实现颜色,可以实施开关操作,并可以包括微机电系统 (MEMS) 结构。显示装置可以不包括任何滤色器来实现颜色。

[0033] 图 1 是根据本发明示范性实施例的光调制器 20 的截面图。参照图 1,光调制器 20 可以包括:基板 40;电介质多层薄膜 30,设置在基板 40 的表面上;以及金属薄膜 22,与电介质多层薄膜 30 间隔开预定间隔。间隔物 25 设置在金属薄膜 22 与电介质多层薄膜 30 之间以维持金属薄膜 22 与电介质多层薄膜 30 之间的预定间隔。

[0034] 基板 40 可以是玻璃基板。电介质多层薄膜 30 可以具有多个层交替堆叠的结构,该多个层在它们的折射率之间具有大的差异。电介质多层薄膜 30 可以通过交替堆叠第一层 31 和第二层 32 以构成具有两层或更多层的结构而形成,第一层 31 和第二层 32 的折射率具有大的差异。例如,电介质多层薄膜 30 可以通过交替堆叠具有高折射率的 TiO_2 层和具有低折射率的 SiO_2 层构成四层结构而形成。电介质多层薄膜 30 可以用作关于可见光的高反射膜。然而,当金属薄膜 22 与电介质多层薄膜 30 间隔开预定间隔时,电介质多层薄膜 30 可以具有关于预定波长的高光学透射率。为了增大电介质多层薄膜 30 的光学透射率,电介质多层薄膜 30 可以具有六层或八层结构。金属薄膜 22 可以由 Al、Mo、Cr、Ag、Au、W、Ni、Cu 及其合金中的至少一种形成。金属薄膜 22 可以由具有低的光吸收率的材料形成。

[0035] 透明电极 35 (例如,铟锡氧化物 (ITO) 电极) 可以形成在基板 40 与电介质多层薄膜 30 之间,金属薄膜 22 可以用作相对电极 (counter electrode)。电介质层 21 可以进一步设置在金属薄膜 22 的表面上。电介质层 21 可以由氧化物、氮化物或氧化物与氮化物的混合物形成。例如,电介质层 21 可以由 SiO_2 形成。电介质层 21 可以具有例如约 10 至约 200nm 的厚度。电介质层 21 越薄,在黑模式下电介质层 21 的光学透射率越小。因此,可以更容易实现黑色。

[0036] 现在将描述制造图 1 的光调制器 20 的方法。透明电极 35 可以形成在基板 40 上。电介质多层薄膜 30 可以通过交替堆叠例如 TiO_2 层和 SiO_2 层以形成四层 (在某些情况下) 而形成。应当理解,可以采用任意合适数目的堆叠层来形成电介质多层薄膜 30。氧化物或氮化物被图案化以形成间隔物 25。在某些情况下,氧化物可以包括 SiO_2 。可从光调制器 20 透射穿过并输出的光的颜色可以根据各个间隔物 25 的高度来调整。在进行图案化操作之后,光致抗蚀剂可以涂布在电介质多层薄膜 30 上以平坦化间隔物 25。金属薄膜 22 可以沉积在间隔物 25 和光致抗蚀剂上,电介质层 21 可以沉积在金属薄膜 22 上。金属薄膜 22 和电介质层 21 可以被图案化以形成像素,光致抗蚀剂可以通过蚀刻 (例如,湿法蚀刻) 去除。电介质层 21 和金属薄膜 22 的厚度可以根据期望的反射性质来确定,并可以被确定以获得合适的反射率,例如 80% 或更高的反射率。此外,金属薄膜 22 可以由在可见光光谱区域内具有低的光学吸收率的金属材料形成。电介质层 21 可以支撑金属薄膜 22,同时防止金属薄膜 22 被损坏。黑色可以通过调整电介质层 21 的厚度以最小化黑模式下透射光的量来实现。也就是,电介质层 21 的光学透射率可以通过降低电介质层 21 的厚度而极大地减小。

[0037] 图 2 是根据示范性实施例的显示装置的截面图。参照图 2,显示装置可以包括:发射光的背光单元 10;金属薄膜 22 和电介质多层薄膜 30,可设置在背光单元 10 上。在图 2 中,图 1 的光调制器 20 可以设置在背光单元 10 上使得基板 40 可以被定位在金属薄膜 22

之上（例如，朝上）。通过向上暴露基板 40，金属薄膜 22 或电介质多层薄膜 30 可以被保护而不受外部环境影响。背光单元 10 可以从光调制器 20 的下部直接发射光的直光型背光单元，或者是通过导光板（未示出）从光调制器 20 的侧部朝光调制器 20 发射光的侧光型背光单元。直光型背光单元和侧光型背光单元是公知的，因此这里将不给出其细节。

[0038] 在图 2 中，光调制器 20 的基板 40 可以被向上暴露。备选地，如图 3 所示，基板 40 可以设置在背光单元 10 上。在此情况下，还可以提供单独的保护层（未示出）来保护电介质层 21。

[0039] 显示装置可以包括多个像素，每个像素包括输出不同颜色的光束的多个子像素。例如，显示装置的每个像素可以包括输出红光束的第一子像素、输出绿光束的第二子像素和输出蓝光束的第三子像素。在图 2 和图 3 中，示出了单个子像素。金属薄膜 22 和电介质多层薄膜 30 可以彼此间隔开预定间隔。间隔物 25 设置在金属薄膜 22 和电介质多层薄膜 30 之间以维持预定间隔。只要电介质多层薄膜 30 被间隔物 25 支撑，间隔物 25 的尺寸可以被确定以增大光通过的面积，并可以设置在子像素的边缘部分处。

[0040] 金属薄膜 22 可以由诸如至少一种金属形成，例如 Al、Mo、Cr、Ag、Au、W、Ni、Cu 及其任意组合。电介质层 21 可以设置在金属薄膜 22 的表面上，并可以由例如氧化物、氮化物或其混合物形成。电介质层 21 可以包括例如 SiO_2 层。金属薄膜 22 可以具有例如约 10 至约 20nm 的厚度。 SiO_2 层可以具有例如约 10 至约 200nm 的厚度。

[0041] 电介质多层薄膜 30 可以具有交替堆叠具有相对高的折射率的第一层 31 和具有相对低的折射率的第二层 32 的结构，如参照图 1 所述。例如，电介质多层薄膜 30 可以具有约 70% 至约 80% 的反射率，并可以在可见光光谱区域具有低的吸收率。电介质多层薄膜 30 的每个层可以具有约 10 至约 1000nm 的厚度。

[0042] 输出的光束颜色可以根据电介质多层薄膜 30 与金属薄膜 22 之间的距离 ‘d’ 而变化。距离 ‘d’（即，每个间隔物 25 的高度）可以在约 50 至约 1000nm 的范围内变化。例如，当距离 ‘d’ 为 200nm 时，可以输出红光束。此外，当距离 ‘d’ 为 64nm 时，可以输出蓝光束。

[0043] 在下文，将描述根据示范性实施例的显示装置的颜色实现。

[0044] 参照图 4，第一薄膜 M1 和第二薄膜 M2 被设置，且彼此间隔开间隔 ‘L’。第一薄膜 M1 的反射率和透射率可以分别为 r_1 和 t_1 。第二薄膜 M2 的反射率和透射率可以分别为 r_2 和 t_2 。第一薄膜 M1 和第二薄膜 M2 中的每个可以包括多层薄膜。当光从外部光源穿过第一薄膜 M1 朝向第二薄膜 M2 行进时，根据每个薄膜的透射率和反射率以及由于间隔 L 引起的相位差 ϕ ，透射穿过第一薄膜 M1 和第二薄膜 M2 的光束的透射率可以由下面的公式 1 获得。

$$[0045] \quad t = \frac{t_1 t_2 e^{i\phi}}{1 - r_1 r_2 e^{i2\phi}} \dots\dots\dots(1)$$

[0046] 根据公式 1，当分母被最小化时，透射率可以被最大化。在公式 1 中，当 r_1 和 r_2 接近 1 时，相位差 ϕ 是 180 度的整数倍，分母可以被最大化。例如，图 5 是示出当 $r_1 = 0.7$ 、 $r_2 = 0.7$ 且 $L = 700\text{nm}$ 时透射率相对于波长的曲线图。尽管图 4 中仅示出两个薄膜，但是在预定波长处的峰位和透射率根据薄膜的厚度、数目和种类而变化。为了在预定波长处获得高透射率，具有优良反射率的多层薄膜可以通过采用在可见光区域具有低吸收率的电介质材料和金属材料来制造，或者在构造和厚度方面采用电介质多层薄膜的组合来制造。

[0047] 例如,光调制器 20 可以包括电介质多层薄膜 30 以及具有金属薄膜 22 和电介质层 21 的双层。金属薄膜 22 可以由铝 (Al) 或银 (Ag) 形成,并可以形成为具有约 10 至约 20nm 的厚度。电介质层 21 可以由厚度为 100nm 的 SiO_2 形成。Al 金属薄膜可以具有约 80% 的反射率,Ag 金属薄膜可以具有约 90% 的反射率。图 6 是示出根据示范性实施例的显示装置的电介质多层薄膜的透射率 T 与反射率 R 相对于波长的曲线图。参照图 6,透射率 T 和反射率 R 是相对于入射角 θ 为 0 度的光示出。图 6 中使用的电介质多层薄膜可以具有通过交替堆叠具有 46.3nm 的厚度 'h1' 和折射率 'n1' 的 TiO_2 层及具有 86.81nm 的厚度 'h2' 和折射率 'n2' 的 SiO_2 形成四层的结构。'K' 可以是堆叠层的数目,该堆叠层包括一对高折射薄膜和低折射薄膜。在四层结构的情况下, $K = 2$ 。图 7 是示出具有 10nm 的厚度 'h1' 的 Al 金属薄膜的反射率 R、透射率 T 和吸收率 A 的曲线图。根据公式 1,在显示装置的下部和上部的薄膜的有效反射率越高,光学透射率就越高。参照图 6 和图 7,电介质层和金属薄膜的反射率可以为约 60% 或更多。

[0048] 图 8A 是根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 200nm 的高度时反射率 R、透射率 T 和吸收率 A 相对于波长的曲线图。参照图 8A,在红波长段的光的透射率可以相对高,在其余波长段的光的反射率 (例如,除对应于红波段的波长之外) 可以相对高。图 8B 是当间隔物具有 200nm 的高度时将透射穿过显示装置的光调制器的光的光谱与冷阴极荧光灯 (CCFL) 的光谱比较的曲线图,'Res' 光谱对应于图 8A 的吸收率 A 被施加到图 8A 的透射率 T 的结果。图 8C 根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 200nm 的高度时的色域。图 9A 是根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 140nm 的高度时反射率 R、透射率 T 和吸收率 A 相对于波长的曲线图。图 9B 是根据示范性实施例当间隔物具有 140nm 的高度时提供 CCFL 光谱、透射率 T 光谱和透射穿过显示装置的光调制器的光的 'Res' 光谱的对比的曲线图。图 9C 根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 140nm 的高度时的色域。图 10A 是根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 64nm 的高度时反射率 R、透射率 T 和吸收率 A 相对于波长的曲线图。图 10B 是根据示范性实施例示出当间隔物具有 64nm 的高度时提供 CCFL 光谱、透射率 T 光谱和透射穿过显示装置的光调制器的光的光谱 'Res' 的对比的曲线图。图 10C 根据示范性实施例示出当显示装置的间隔物具有 64nm 的高度时的色域。

[0049] 参照上述附图,透射光的最大效率可以为 70% 或更多,透射带宽可以为窄的 (例如,50nm 或更少)。由于透射带宽窄,颜色性质可以是优良的。由于光调制器 20 除了金属薄膜之外还利用透明的电介质薄膜,光吸收一般会在金属薄膜中发生。背光单元可以使用 CCFL 光源,每个子像素可以根据间隔物的高度发射相应颜色的光束。电介质多层薄膜可以进行滤波操作,其中当入射光能够被反复地反射和透射时仅具有预定波长的光束可以通过相消干涉 (destructive interference) 和相长干涉 (constructive interference) 透射。颜色性质可以根据薄膜的厚度和类型来调整。高纯度的颜色可以由于窄的带宽而实现。此外,由于显示装置不包括为了实现颜色的任何滤色器,与采用滤色器的显示装置相比,可以降低制造成本,并可以提高光利用效率。

[0050] 图 11 示出根据示范性实施例的显示装置中的色域。色域可以为约 66.4%。由于图 11 的显示装置不使用液晶或偏振膜,所以图 11 的显示装置可以具有比一般的液晶显示器 (LCD) 更高的透射率。

[0051] 现在将描述根据本发明示范性实施例的显示装置的黑模式（关闭模式）。参照图 12，当电压施加到透明电极 35 和金属薄膜 22 之间时，金属薄膜 22 可以由于吸引力而附着到部分电介质多层薄膜 30。由于金属薄膜 22 附着到电介质多层薄膜 30，所以可以改变金属薄膜 22 与电介质多层薄膜 30 之间的间隔。因为透射波段（transmissive band）由于改变的干涉条件而向紫外（UV）区偏移，所以可见光光束不会被透射从而实现黑颜色。当电介质多层薄膜的厚度和电介质层的厚度小时，黑模式下的可见光的透射率降低。与电介质多层薄膜和金属薄膜堆叠在软基板上的情况相比，当它们堆叠在例如玻璃基板的硬基板上时，电介质多层薄膜和电介质层可以以较小的厚度形成。图 13A 是示出根据示范性实施例的显示装置在黑模式下的反射率 R、透射率 T 和吸收率 A。参照图 13A，在黑模式下透射率可以小于约 0.5%。图 13B 是示出根据示范性实施例的显示装置在黑模式下光谱相对于波长的曲线图。由于在黑模式（关闭模式（off mode））下可见光的透射率非常低，并且在实现颜色的“开”模式下可见光的透射率非常高，所以对比度可以非常高。开 - 关切换可以通过施加或不施加电压到每个像素来进行。每个子像素可以包括多个单元。例如，每个子像素可以包括例如约 10 至约 20 个单元，每个单元可以具有约 10 至约 150 μm 的水平长度和垂直长度。每个单元可以具有与图 2 所示的子像素的结构本质上相同的结构，并可以被构造为分别对每个单元进行开 - 关控制。此外，灰度级可以通过在多个单元中的单个压像素上选择性进行开 - 关控制来实现。

[0052] 在显示装置中，当从背光单元 10 发射的光入射在光调制器 20 上时，入射角的范围不会大。当入射光的范围大时，会发生明显的颜色散射。根据这里所述的示范性实施例，由于显示装置可以被控制使得从背光单元 10 发射的光以约 20 度或更小的角度入射在光调制器 20 上，所以不会发生明显的颜色散射。

[0053] 干涉光调制器可以发射颜色光束而不用滤色器，并且与采用液晶或偏振膜的液晶光调制器相比可以具有较高的光利用效率。此外，干涉光调制器可以使在关闭模式下的光透射率极大地减小以实现黑色，从而提高了颜色纯度。包括该干涉光调制器的显示装置可以实现颜色图像而不用滤色器，并可以以低制造成本来制造。

[0054] 尽管已经参照本发明的示范性实施例具体示出和描述了本发明理念，但是对于本领域技术人员明显的是，可以对本发明做出各种修改和变化而不背离本发明的精神或范围。因此，本发明旨在涵盖本发明的修改和变化，只要它们落在在权利要求书及其等同物的范围内。

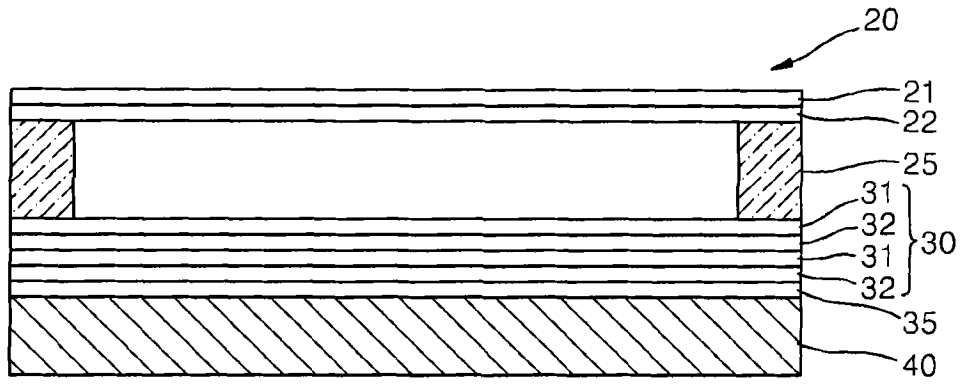


图 1

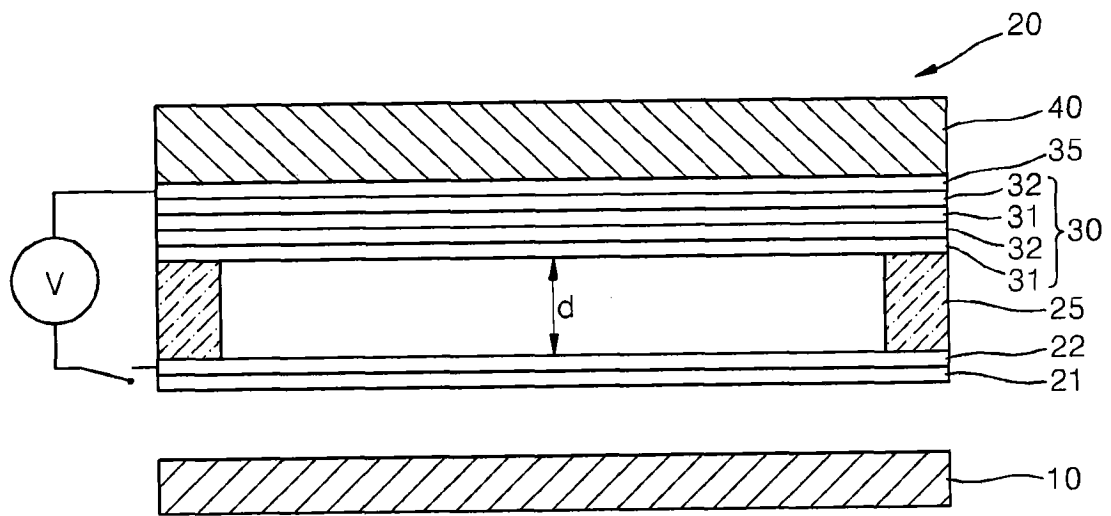


图 2

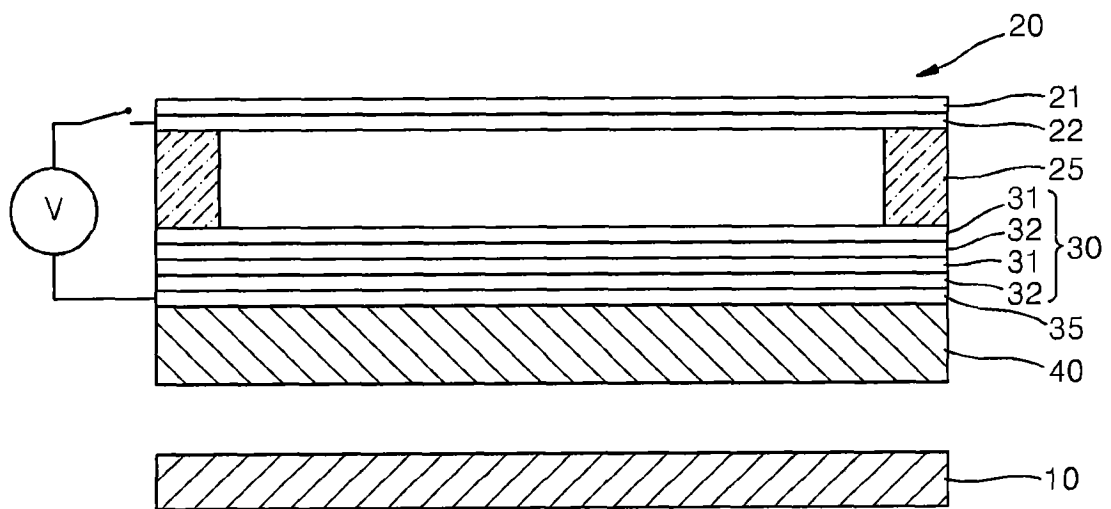


图 3

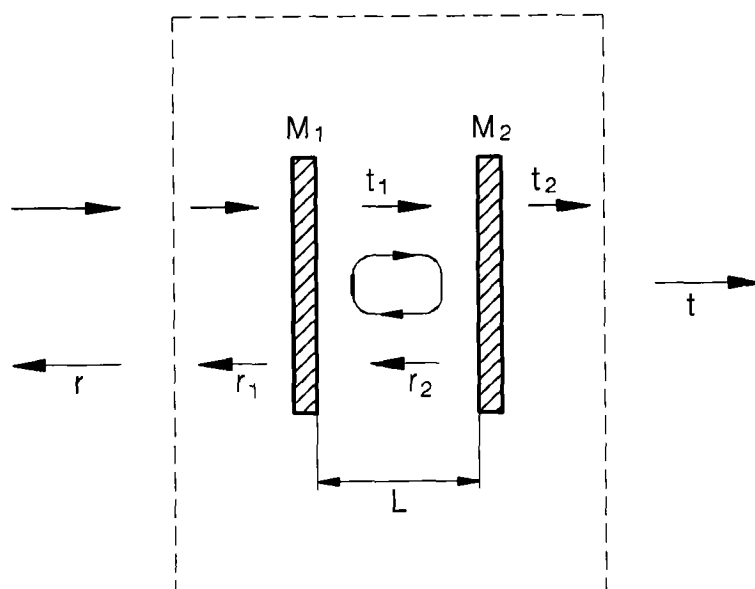


图 4

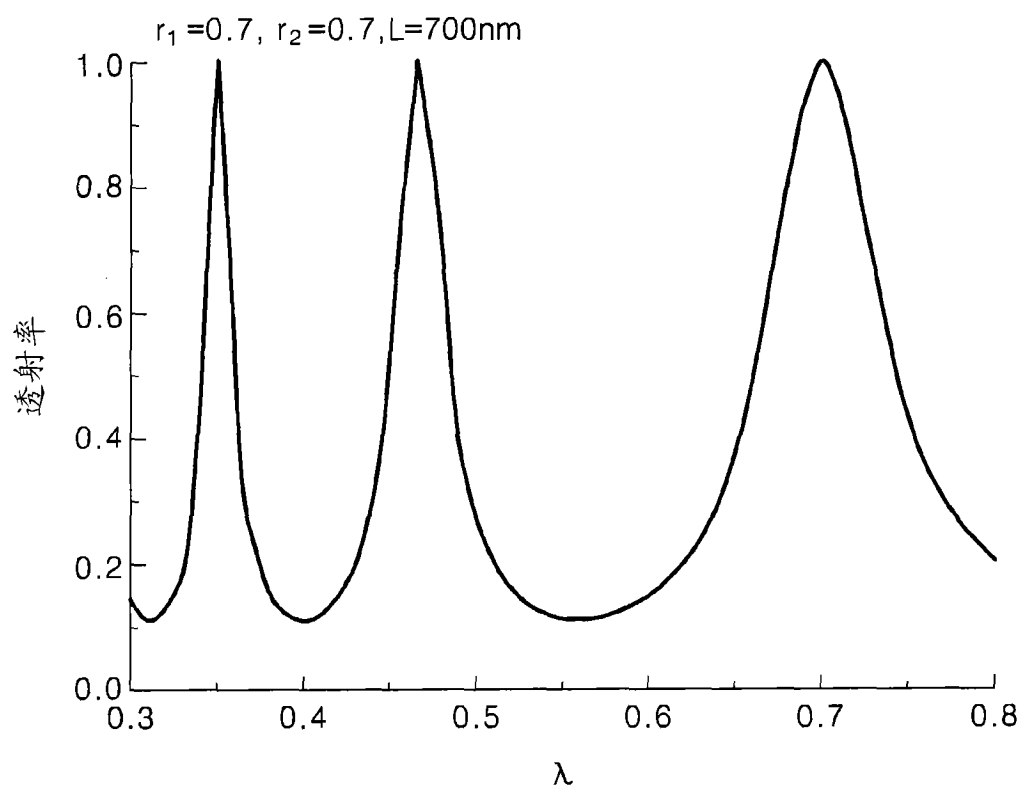


图 5

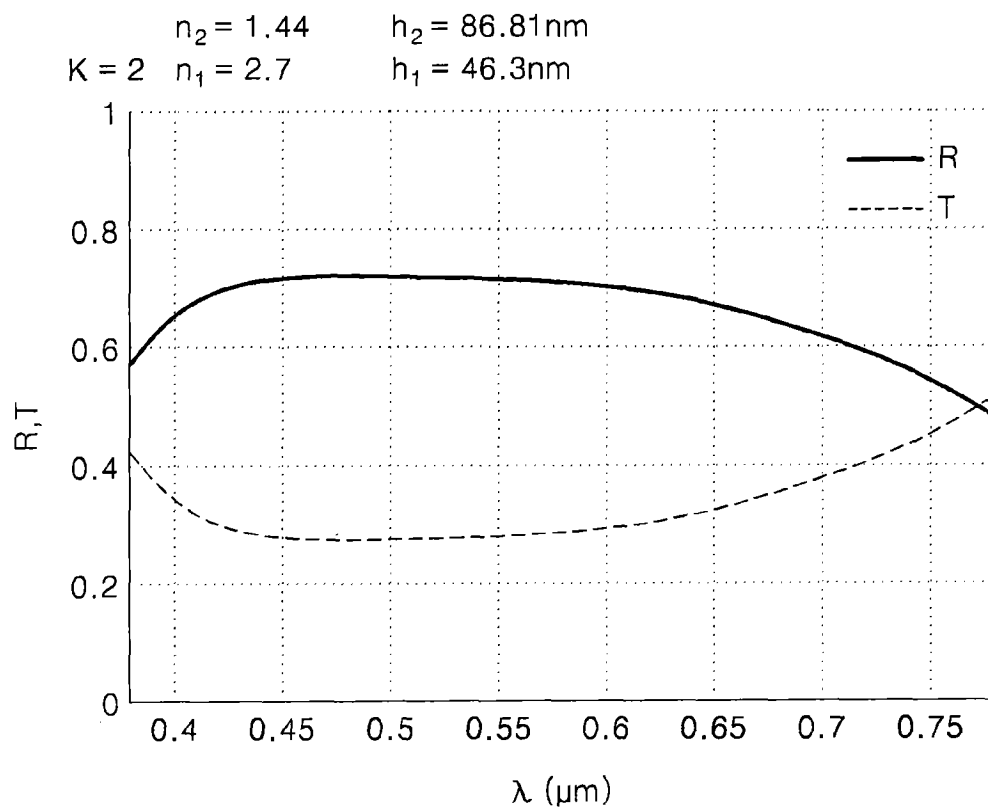


图 6

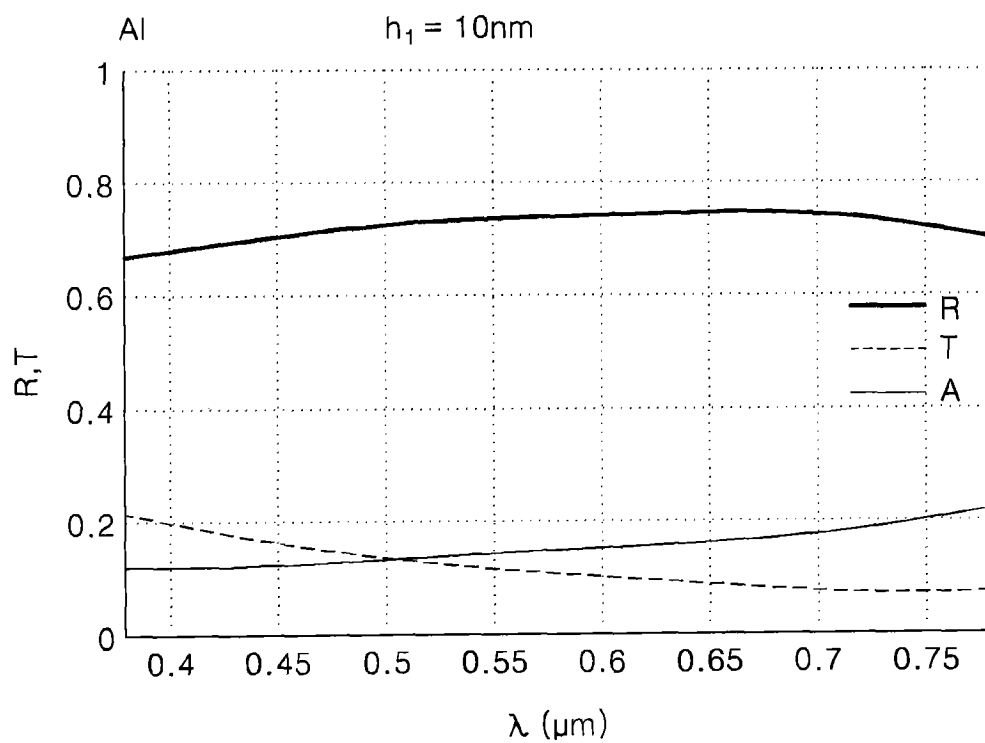


图 7

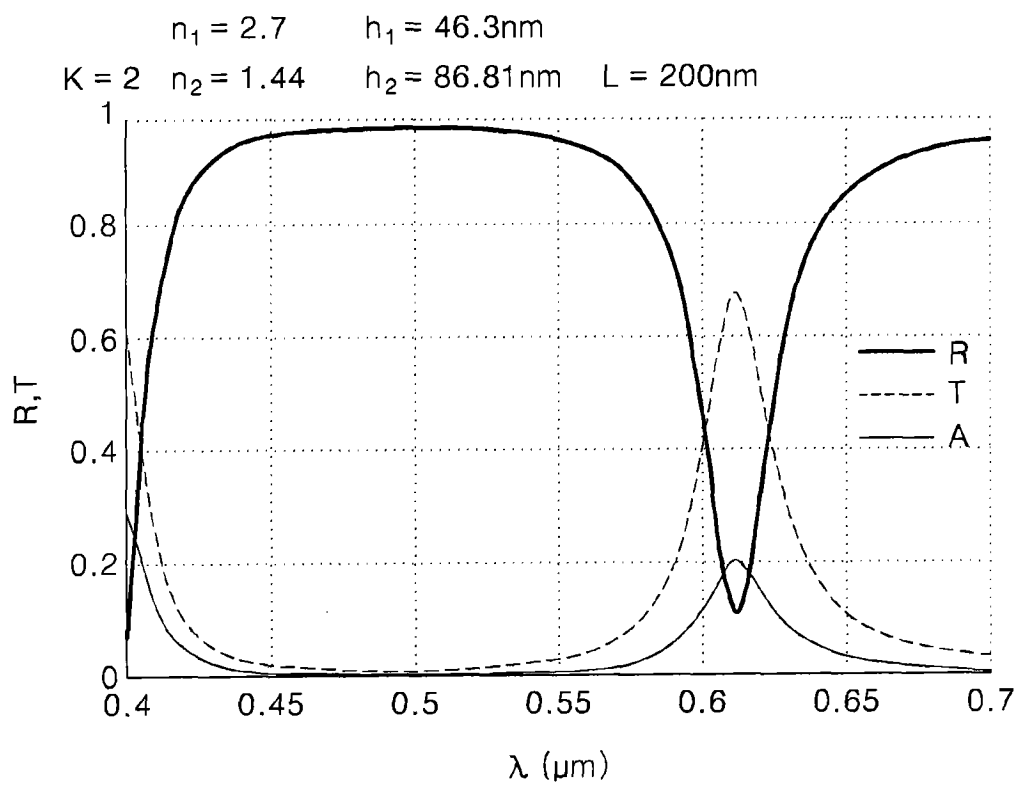


图 8A

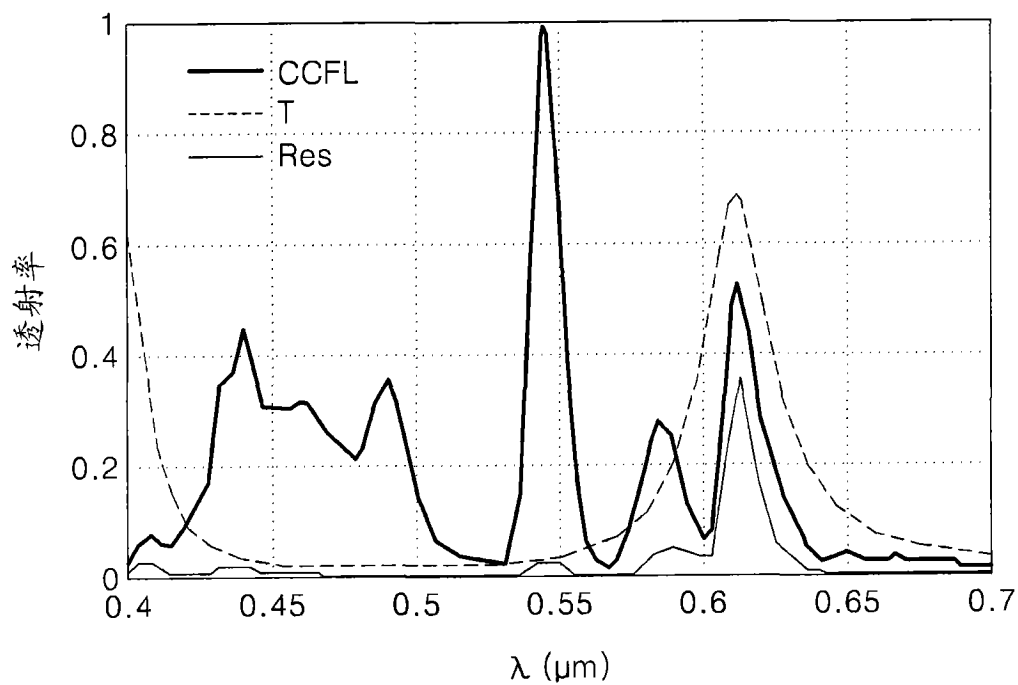


图 8B

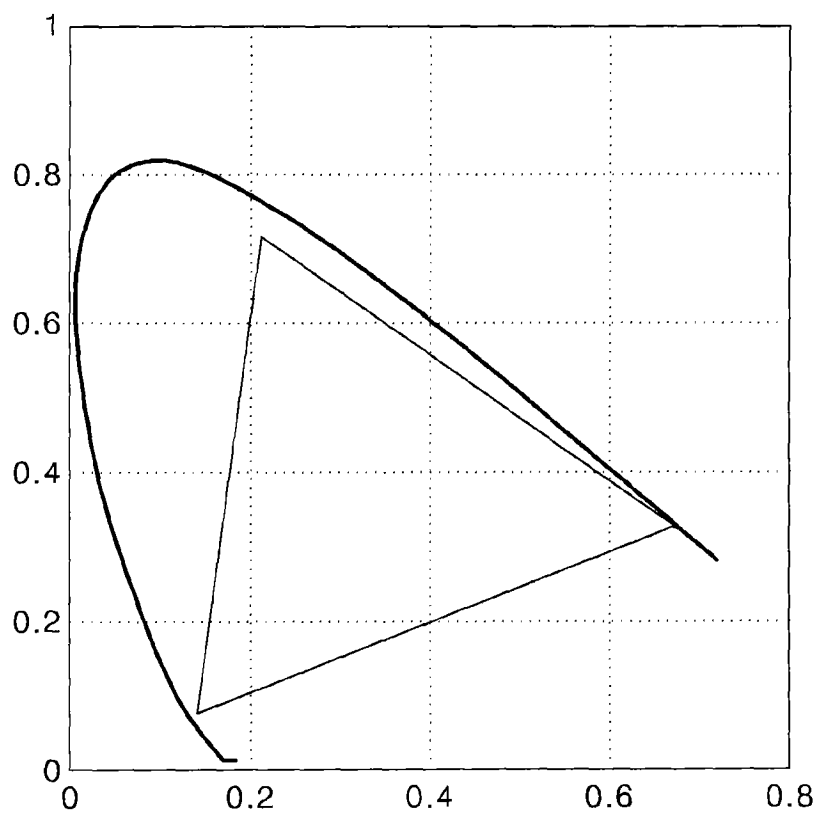


图 8C

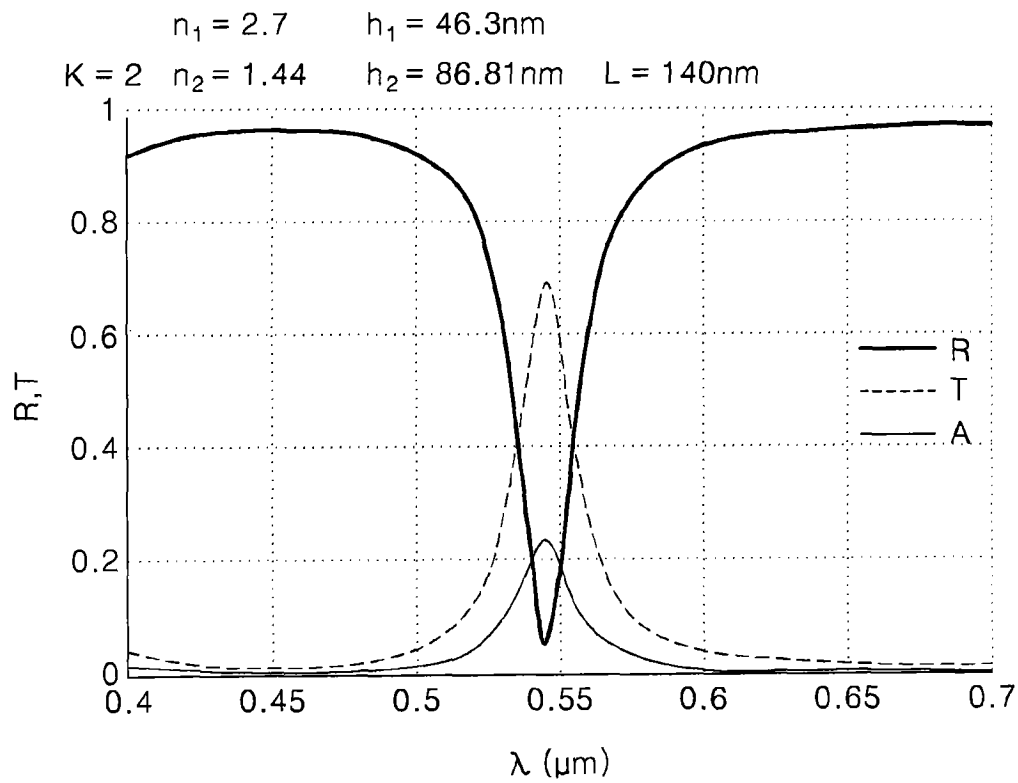


图 9A

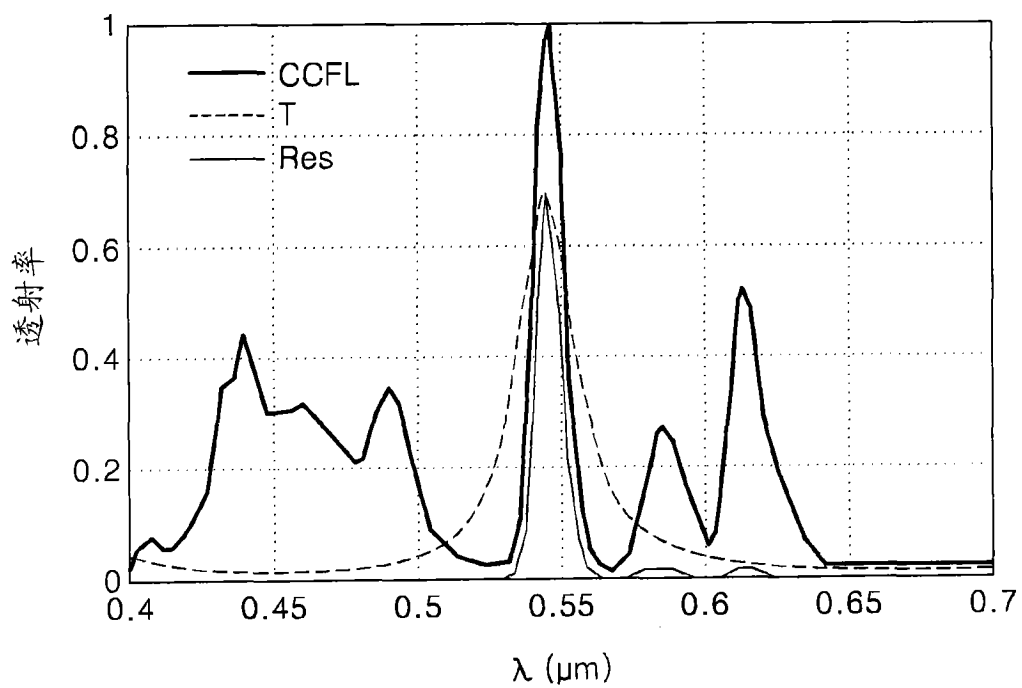


图 9B

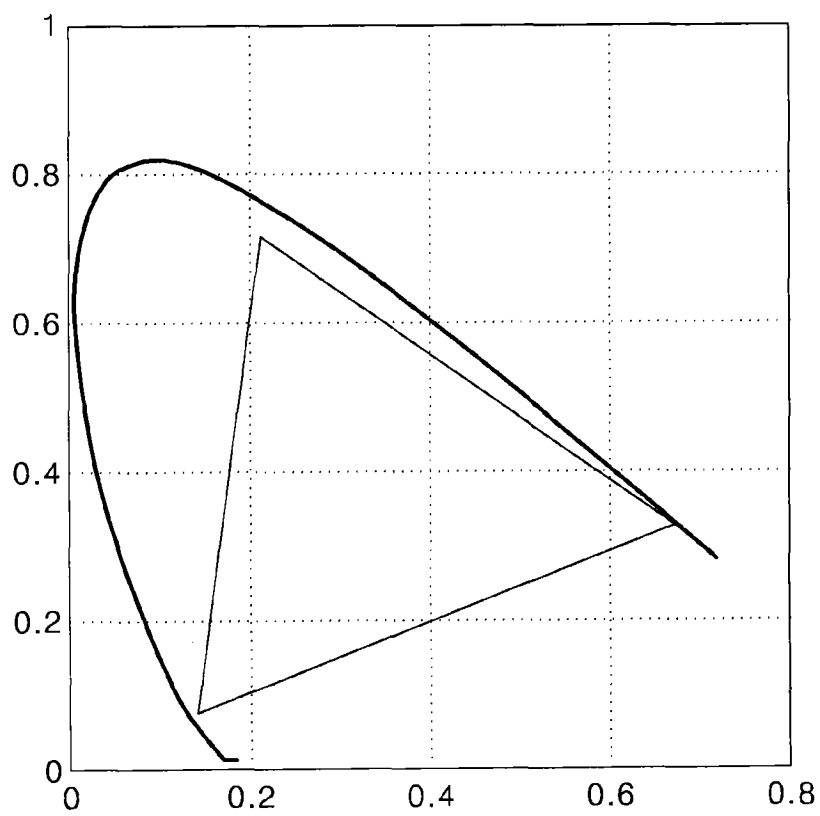


图 9C

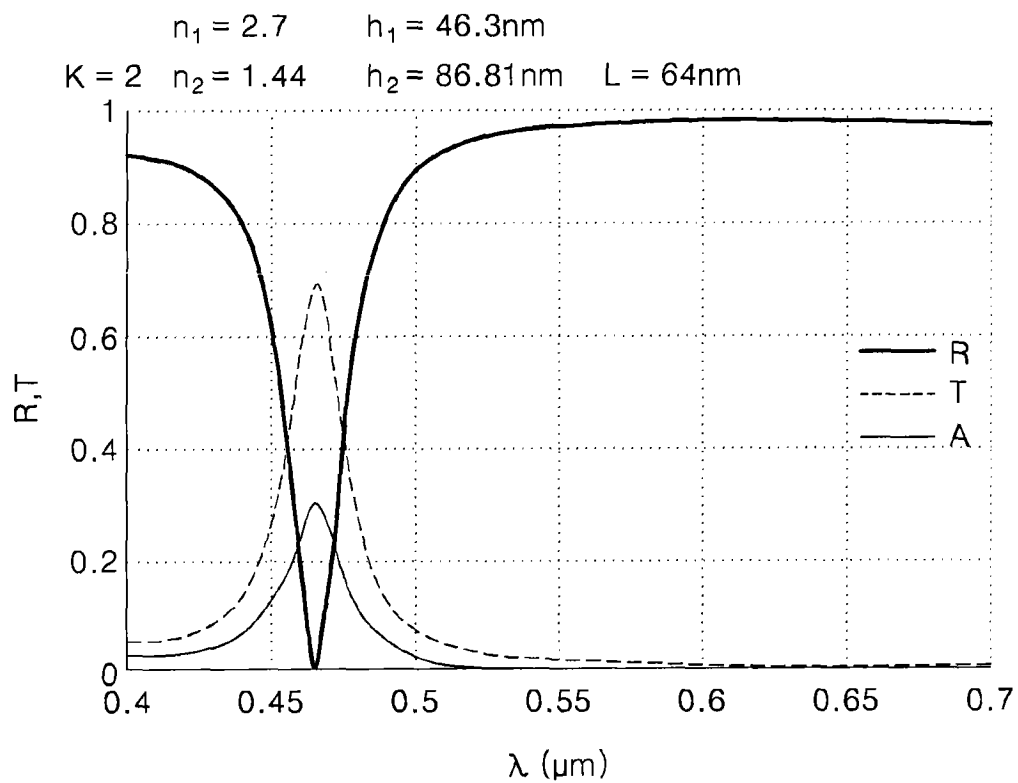


图 10A

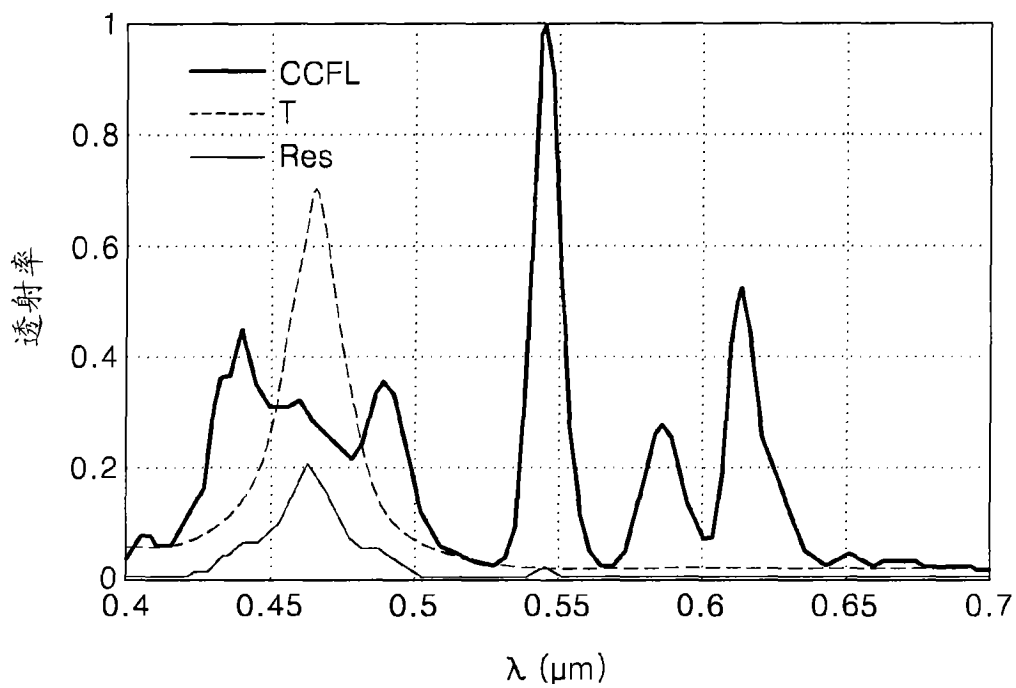


图 10B

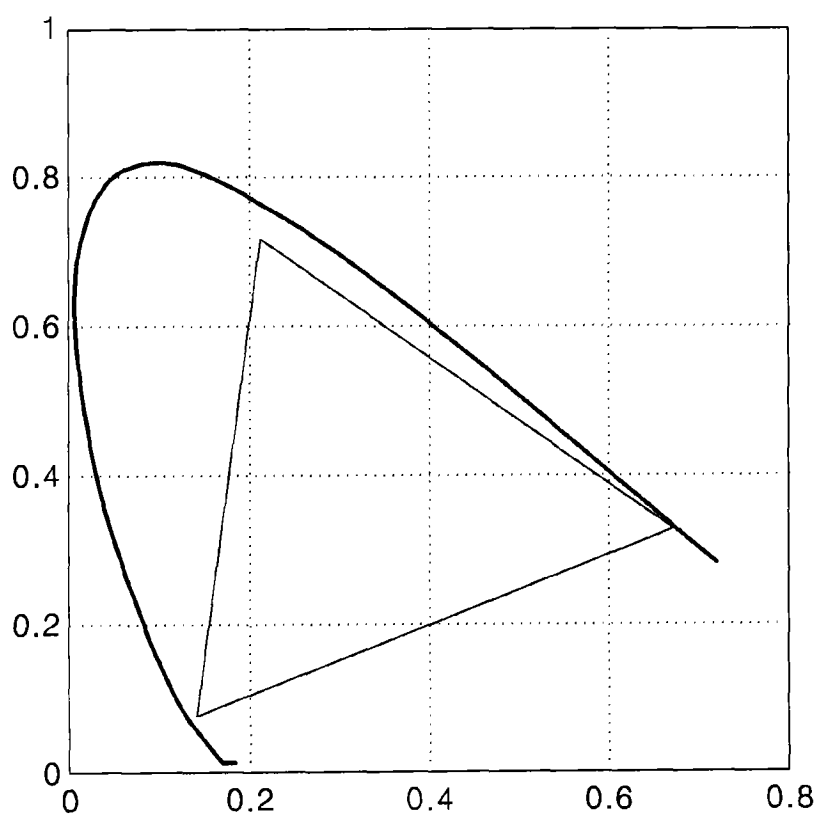


图 10C

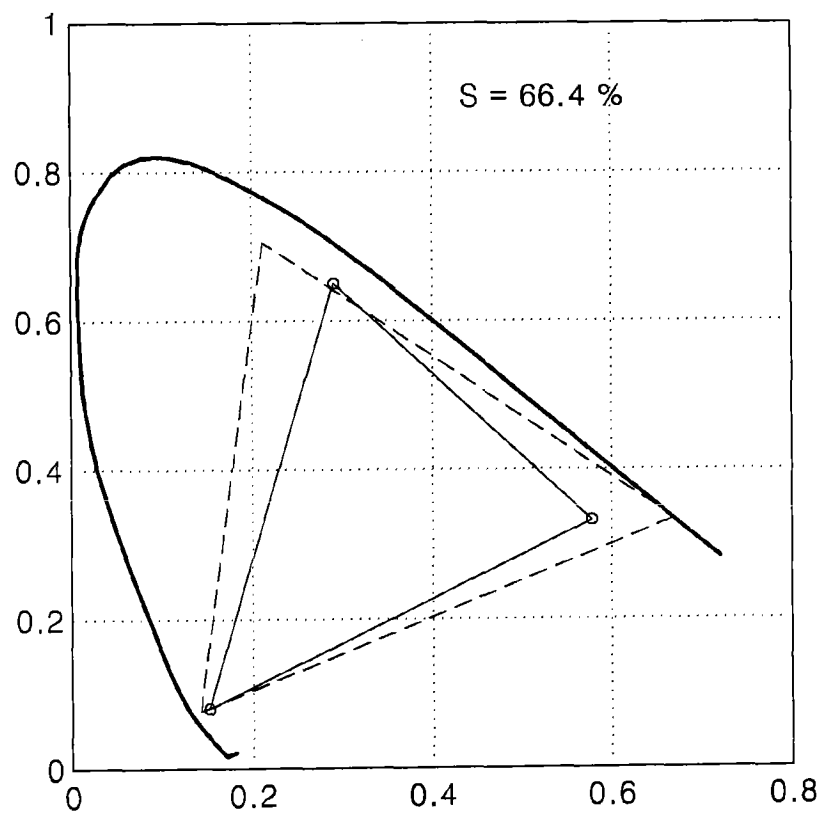


图 11

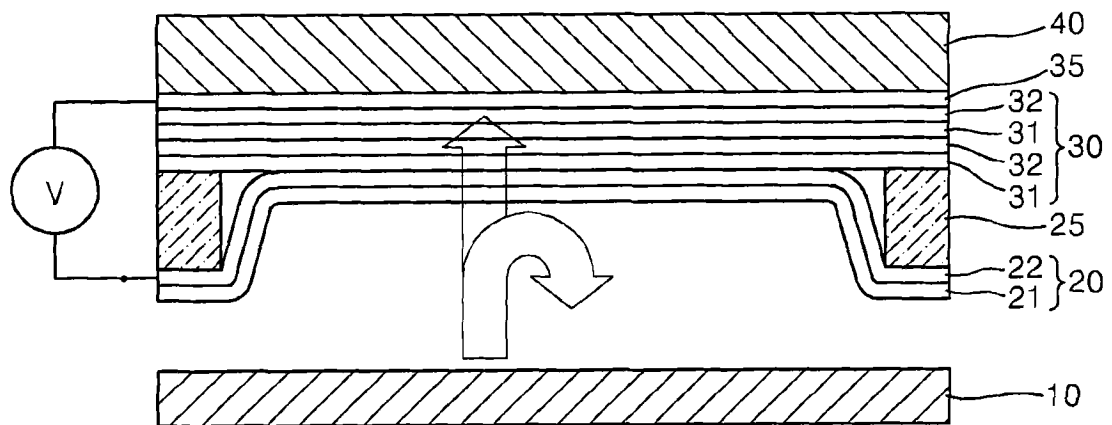


图 12

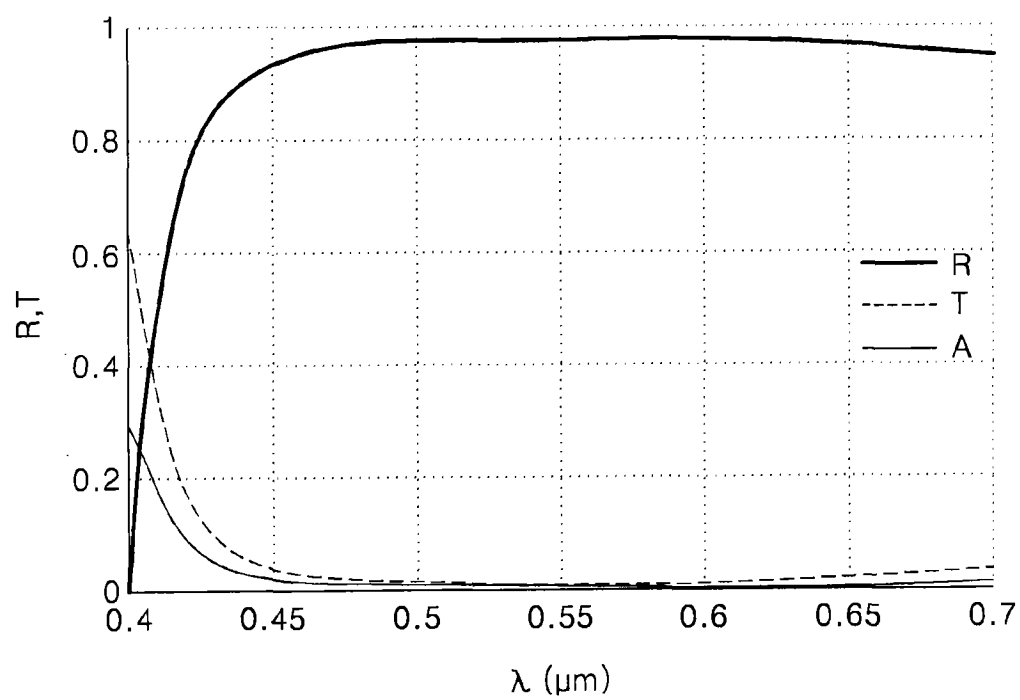


图 13A

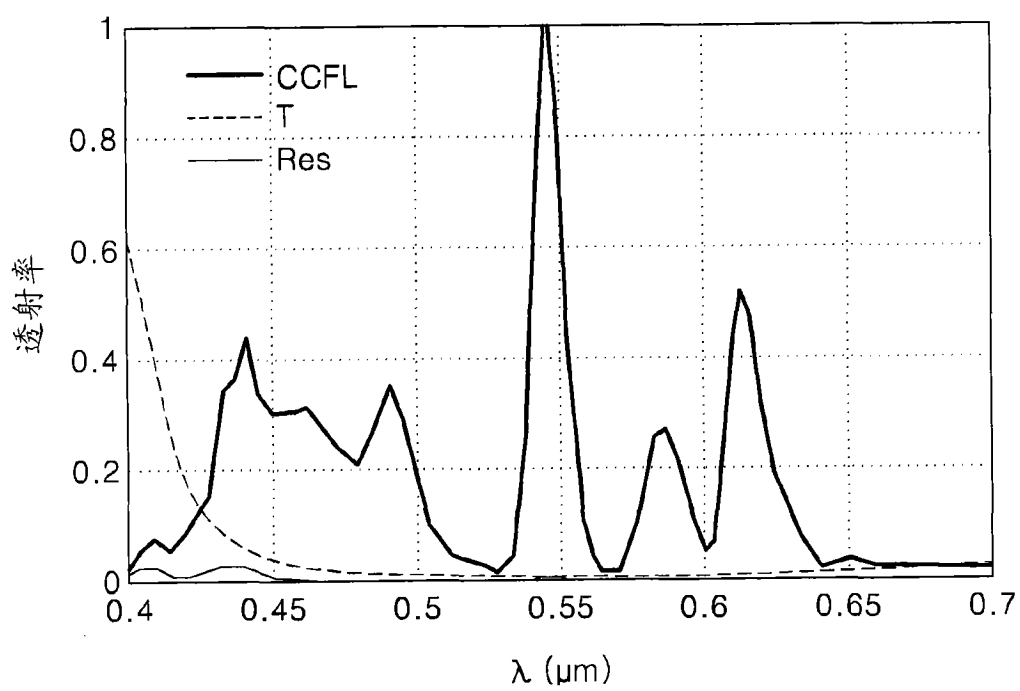


图 13B