



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102759794 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 31

(21) 申请号 201210242068. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 04. 02

G02B 26/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

11/401, 023 2006. 04. 10 US

(62) 分案原申请数据

200780012868. 1 2007. 04. 02

(71) 申请人 高通 MEMS 科技公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 叶夫根尼·古塞夫 徐刚

马雷克·米恩克

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 刘国伟

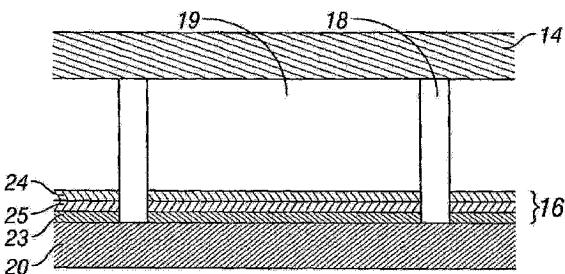
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 17 页

(54) 发明名称

具有宽带特性的干涉式光学显示系统

(57) 摘要

本发明为具有宽带特性的干涉式光学显示系统，可通过并入具有低于光波长在干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的消光系数 (k) 的材料在 MEMS 显示装置中实现宽带白色。一个实施例提供一种制造所述 MEMS 显示装置的方法，所述方法包含：在透明衬底 (20) 的至少一部分上沉积所述材料 (23)，在所述材料层上沉积介电层 (24)，在所述介电质上形成牺牲层，在所述牺牲层上沉积导电层 (14)，以及通过移除所述牺牲层的至少一部分而形成空腔 (19)。合适的材料可包含锗、具有各种组分的锗合金、经掺杂锗或含经掺杂锗的合金，且可沉积在所述透明衬底上，并入在所述透明衬底或所述介电层内。



1. 一种装置,其包含 :

衬底;以及

由所述衬底支持的干涉式调制器,其中所述干涉式调制器配置成反射穿过所述衬底的入射光的至少一部分,并且其中所述干涉式调制器包含 :

所述衬底上的可移动层,以及

所述可移动层和所述衬底之间的吸收剂,其中所述吸收剂具有低于光波长在所述干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的消光系数 (k),其中 k 保持大体上恒定或者随着所述光波长在所述干涉式调制器的操作光学范围内增加而减小。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述阈值为约 2.5。

3. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述干涉式调制器配置成反射宽带白光,所述宽带白光在所述操作光学范围上具有约 30% 到约 70% 的反射率水平。

4. 根据权利要求 3 所述的装置,其中所述衬底包含吸收剂。

5. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述吸收剂沉积在所述衬底上。

6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述吸收剂包含锗、锗合金、经掺杂锗或含经掺杂锗的合金中的至少一种。

7. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述可移动层包含铝和铝合金中的至少一种。

8. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述吸收剂包含金属层。

9. 根据权利要求 8 所述的装置,其中所述金属层包含铬、钼、折射金属和折射合金中的至少一种。

10. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述操作光学范围为从约 300nm 到约 800nm 的波长。

11. 根据权利要求 1 所述的装置,进一步包含 :

显示器;

与所述显示器电连通的处理器,所述处理器经配置以处理图像数据;以及

与所述处理器电连通的存储器装置。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其进一步包含 :

经配置以将至少一个信号发送到所述显示器的驱动器电路。

13. 根据权利要求 12 所述的装置,其进一步包含 :

经配置以将所述图像数据的至少一部分发送到所述驱动器电路的控制器。

14. 根据权利要求 11 所述的装置,其进一步包含 :

经配置以将所述图像数据发送到所述处理器的图像源模块。

15. 根据权利要求 14 所述的装置,其中所述图像源模块包含接收器、收发器和传输器中的至少一者。

16. 根据权利要求 11 所述的装置,其进一步包含 :

经配置以接收输入数据并将所述输入数据传送到所述处理器的输入装置。

17. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述吸收剂具有折射率 (n),其中所述吸收剂具有从约 2.5 到约 6 的 n 与 k 比。

18. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述吸收剂具有低于可见光波长的阈值的 k。

19. 根据权利要求 1 所述的装置,其中所述干涉式调制器的操作光学范围包括可见光

波长。

20. 一种装置, 其包含 :

衬底; 以及

由所述衬底支持的干涉式调制器, 其中所述干涉式调制器配置成反射穿过所述衬底的入射光的至少一部分, 并且其中所述干涉式调制器包含 :

所述衬底上的可移动层, 以及

所述可移动层和所述衬底之间的吸收剂, 其中所述吸收剂具有低于可见光波长的阈值的消光系数 (k), 其中 k 保持大体上恒定或者随着所述光波长对于可见光波长增加而减小。

21. 根据权利要求 20 所述的装置, 其中所述阈值为约 2.5。

22. 根据权利要求 20 所述的装置, 其中所述干涉式调制器配置成以高于可见光波长范围上的反射率阈值的反射率水平反射光, 从而反射宽带白光。

23. 根据权利要求 20 所述的装置, 其中所述吸收剂具有折射率 (n), 其中所述吸收剂具有从约 3 的 n 与 k 比。

24. 一种制造显示器装置的方法, 其包含 :

形成干涉式调制器阵列, 其中形成所述干涉式调制器阵列包括 :

在透明衬底上形成吸收剂层, 以及

在所述吸收剂层上形成可移动层, 所述吸收剂层具有低于光波长在所述干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的消光系数 (k), 其中 k 保持大体上恒定或者随着所述光波长在所述干涉式调制器的操作光学范围内增加而减小。

25. 根据权利要求 24 所述的方法, 其中所述阈值为约 2.5。

26. 根据权利要求 24 所述的方法, 其中形成所述干涉式调制器阵列包括 :

在所述透明衬底上形成光学堆叠;

在所述光学堆叠上沉积牺牲层;

在所述牺牲层上形成导电层; 以及

移除牺牲层的至少一部分, 进而在所述衬底与所述导电层之间形成空腔。

27. 根据权利要求 24 所述的方法, 其中形成吸收剂层包含 :

提供包括所述吸收剂层的衬底。

28. 根据权利要求 24 所述的方法, 其中所述吸收剂层具有折射率 (n), 其中所述吸收剂具有从约 3 的 n 与 k 比。

具有宽带特性的干涉式光学显示系统

- [0001] 本申请是下述申请的分案申请：
- [0002] 发明名称：具有宽带特性的干涉式光学显示系统
- [0003] 申请号：200780012868.1
- [0004] 申请日：2007-4-2

技术领域

[0005] 本发明涉及用作干涉式调制器 (iMoD) 的微机电系统。更特定来说，本发明涉及用于改进干涉式调制器的制造的系统与方法。

背景技术

[0006] 微机电系统 (MEMS) 包括微机械元件、致动器和电子装置。可使用沉积、蚀刻和 / 或其它微切削加工工艺来形成微机械元件，所述工艺蚀刻掉衬底和 / 或沉积材料层的部分或其添加层以形成电气和机电装置。一种类型的 MEMS 装置被称作干涉式调制器。如本文所用的术语，干涉式调制器或干涉式光调制器是指使用光学干涉原理选择性地吸收和 / 或反射光的装置。在某些实施例中，干涉式调制器可包含一对导电板，所述导电板中的一者或二者可完全或部分透明和 / 或具反射性，且能够在施加适当电信号时相对运动。在一特定实施例中，一板可包含沉积在衬底上的固定层且另一板可包含通过气隙与所述固定层分开的金属膜。如在本文中更详细地描述，一个板相对于另一板的位置可改变入射在干涉式调制器上的光的光学干涉。此类装置具有较广范围的应用，且利用和 / 或修改这些类型的装置的特性使得其特征可用于改进现有产品并形成尚未开发的新产品在此项技术中将是有益的。

发明内容

[0007] 本发明的系统、方法和装置各具有若干方面，所述方面中的任一者不能够单独地产生其所要属性。在不限制本发明的范围的情况下，将简要论述其较显著的特征。在考虑此论述之后，且尤其在阅读标题为“具体实施方式”的部分之后，将了解本发明的特征如何提供优于其它显示装置的优势。

[0008] 一实施例提供一种制造 MEMS 显示装置的方法，所述方法包含：提供透明衬底和在所述透明衬底上形成干涉式调制器阵列，其中所述干涉式调制器包含消光系数 (k) 低于光在所述干涉式调制器的操作光学范围内的波长的阈值的材料。

[0009] 另一实施例提供一种形成干涉式调制器阵列的方法，所述方法包含：在所述透明衬底上形成光学堆叠，在所述光学堆叠上沉积牺牲层，在所述牺牲层上形成导电层，以及移除所述牺牲层的至少一部分进而使所述衬底与所述导电层之间形成空腔。

[0010] 另一实施例提供一种 MEMS 显示装置，所述 MEMS 显示装置通过包含以下操作的方法制造：提供透明衬底并在所述透明衬底上形成干涉式调制器阵列，其中所述干涉式调制器包含折射率随着所述波长增加而增加的材料。

[0011] 另一实施例提供一种干涉式显示装置，其包含用于透射光的构件和用于干涉地反

射穿过所述透射构件的光的构件，其中所述反射构件包含消光系数 (k) 低于光在所述干涉式调制器的操作光学范围内的波长的阈值的材料。

[0012] 另一实施例提供一种 MEMS 显示装置，其包含衬底和沉积在所述衬底上的干涉式调制器阵列，其中所述阵列包含消光系数 (k) 低于光在所述干涉式调制器的操作光学范围内的波长的阈值的材料。此实施例的显示装置进一步包含与所述阵列电连通的处理器，所述处理器经配置以处理图像数据；以及与所述处理器电连通的存储器装置。

[0013] 在下文中更详细地描述这些和其它实施例。

附图说明

[0014] 图 1 为描绘干涉式调制器显示器的一个实施例的一部分的等角视图，其中第一干涉式调制器的可移动反射层处于松弛位置且第二干涉式调制器的可移动反射层处于致动位置。

[0015] 图 2 为说明并入有 3×3 干涉式调制器显示器的电子装置的一个实施例的系统方框图。

[0016] 图 3 为对于图 1 的干涉式调制器的一个示范性实施例的可移动镜面位置对所施加电压的图。

[0017] 图 4 为可用于驱动干涉式调制器显示器的一组行电压与列电压的说明。

[0018] 图 5A 说明在图 2 的 3×3 干涉式调制器显示器中显示数据的一个示范性帧。

[0019] 图 5B 说明可用于写入图 5A 的帧的行与列信号的一个示范性时序图。

[0020] 图 6A 与图 6B 为说明包含多个干涉式调制器的视觉显示装置的实施例的系统方框图。

[0021] 图 7A 为图 1 的装置的横截面。

[0022] 图 7B 为干涉式调制器的替代实施例的横截面。

[0023] 图 7C 为干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

[0024] 图 7D 为干涉式调制器的又一替代实施例的横截面。

[0025] 图 7E 为干涉式调制器的额外替代实施例的横截面。

[0026] 图 8 为说明在制造干涉式调制器的方法的实施例中的某些步骤的流程图。

[0027] 图 9A 为干涉式调制器的实施例的横截面。

[0028] 图 9B 为干涉式调制器的替代实施例的横截面。

[0029] 图 9C 为干涉式调制器的另一替代实施例的横截面。

[0030] 图 9D 为干涉式调制器的另一实施例的横截面。

[0031] 图 9E 为干涉式调制器的额外实施例的横截面。

[0032] 图 10 为说明随着波长在干涉式调制器的操作光学范围内增加折射率增加且消光系数 (k) 减小的材料（例如，Ge）的色散曲线。

[0033] 图 11A 为用于亮态中光谱响应模拟的干涉式调制器的一个实施例的横截面。

[0034] 图 11B 为用于暗态中光谱响应模拟的干涉式调制器的一个实施例的横截面。

[0035] 图 12 为利用 Ge 作为吸收剂的图 11 的模型化干涉式调制器的模拟光谱响应，其展示宽带白特性。

[0036] 图 13A 为对应于在亮态释放的干涉式调制器的未释放干涉式调制器的一个实施

例的横截面。

[0037] 图 13B 为对应于在暗态释放的干涉式调制器的未释放干涉式调制器的一个实施例的横截面。

[0038] 图 14 为沉积在衬底上的 90 Å Ge 层的实验色散曲线。

[0039] 图 15 为图 13 的未释放干涉式调制器的实验与模拟光谱响应的比较。

[0040] 图 16 为图 13 的未释放干涉式调制器的实验与模拟光谱响应的另一比较。

[0041] 图 17 展示两个干涉式调制器的模拟光谱响应：(A) 为包含 Ge 的干涉式调制器且 (B) 为包含 n : k 比为 4 : 1.6 的吸收剂的干涉式调制器，其在不色散情况下具有 Ge 的平均 n 与 k 值。

[0042] 图 18 展示 (A) 包含 CuO 的干涉式调制器与 (B) 包含 n : k 比为 2.5 : 0.8 的吸收剂的干涉式调制器的模拟光谱响应，其为在不色散情况下 CuO 的平均 n 与 k 值。

[0043] 图 19 展示包含 n : k 比为 7 : 2.4 的部分反射材料的干涉式调制器的模拟光谱响应。

[0044] 图 20 展示包含 n : k 比为 4 : 1 的部分反射材料的干涉式调制器的模拟光谱响应。

具体实施方式

[0045] 以下具体实施方式针对于本发明的某些特定实施例。然而，本发明可以多种不同的方式体现。在此描述中，对图式作出参考，在所有图式中，相同的部件用相同标号表示。从以下描述将明白，所述实施例可实施在经配置以显示图像的任何装置中，无论图像为运动的（例如，视频）或静止的（例如，静止图像），和无论是文本的还是图形的。更特定来说，预期所述实施例可实施在多种电子装置中或与多种电子装置相关联，例如（但不限于）移动电话、无线装置、个人数据助理 (PDA)、手持式或便携式计算机、GPS 接收器 / 导航器、相机、MP3 播放器、摄影机、游戏控制台、腕表、时钟、计算器、电视监视器、平板显示器、计算机监视器、汽车显示器（例如，里程表显示器等）、驾驶舱内控制件和 / 或显示器、相机视图显示器（例如，车辆中后视相机显示器）、电子相片、电子布告栏或符号、投影仪、建筑结构、封装、和美学结构（例如，在一件珠宝上显示图像）。具有类似于本文所述结构的结构的 MEMS 装置也可用于非显示应用中，例如用于电子开关装置中。

[0046] 本发明的一个实施例为使用消光系数 (k) 低于光波长在干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的材料。另一实施例可使用随着波长在操作光学范围内增加折射率 (n) 增加和 / 或消光系数 (k) 减小的材料。作为一实例，所述材料可为锗或基于锗的合金（例如 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ）。包括此材料的显示装置能够在“亮”态时反射宽带白色，当其处于“暗”态时对装置的暗度不产生影响。在一实施例中，在干涉装置的吸收剂层内使用锗层以提供将宽带白光反射到观看者的装置。在另一实施例中，所述材料与处于堆叠分层结构中的金属组合。所述金属允许显示装置光学性能的额外细调。具体来说，邻近于所述材料添加金属层允许暗态中减小的反射率（暗度）且因此改进显示装置的对比度。当然，应认识到，本发明的实施例并不限于这些或任何特定层厚度。

[0047] 在图 1 中说明一个包含干涉 MEMS 显示元件的干涉式调制器显示器实施例。在这些装置中，像素处于亮态或暗态。在亮（“接通”或“打开”）态中，显示元件将大部分入射

可见光反射到用户。当处于暗（“断开”或“关闭”）态中时，显示元件将很少的入射可见光反射到用户。视实施例而定，“接通”与“断开”状态的光反射性质可为相反的。MEMS 像素可经配置以主要反射选定色彩的光，从而允许除显示黑色与白色之外的彩色显示。

[0048] 图 1 为描绘视觉显示器的一系列像素中两个邻近像素的等角视图，其中每一像素包含 MEMS 干涉式调制器。在某些实施例中，干涉式调制器显示器包含这些干涉式调制器的行 / 列阵列。每一干涉式调制器包括一对反射层，其彼此相距一可变且可控制的距离以形成具有至少一个可变尺寸的谐振光学腔。在一实施例中，所述反射层中的一者可在两个位置之间移动。在第一位置中，其在本文中被称作松弛位置，可移动反射层以距固定的部分反射层相对大的距离而定位。在第二位置中，其在本文中被称作致动位置，可移动反射层更邻近于所述部分反射层而定位。从两个层反射的入射光依据可移动反射层的位置而相长或相消地干涉，从而产生每一像素的总体反射状态或非反射状态。

[0049] 在图 1 中的像素阵列的所描绘的部分包括两个邻近的干涉式调制器 12a 与 12b。在左边的干涉式调制器 12a 中，可移动反射层 14a 被说明为处于距光学堆叠 16a — 预定距离的松弛位置中，所述光学堆叠包括部分反射层。在右边的干涉式调制器 12b 中，可移动反射层 14b 被说明为处于邻近于光学堆叠 16b 的致动位置中。

[0050] 如在本文中所提及的光学堆叠 16a 与 16b (统称作光学堆叠 16) 通常包含若干熔融层，其可包括电极层（例如氧化铟锡 (ITO)）、部分反射层（例如铬），和透明介电质。因此，光学堆叠 16 导电、部分透明且部分反射，且可（例如）通过将上述层中的一者或一者以上沉积到透明衬底 20 上而制造。在某些实施例中，所述层被图案化成平行条带，且可如下文进一步所述在显示装置内形成行电极。可移动反射层 14a、14b 可形成为沉积在柱 18 顶部的一个或一个以上沉积金属层的一系列平行条带（与 16a、16b 的行电极正交）和在所述柱 18 之间沉积的插入牺牲性材料。当将牺牲性材料蚀刻掉之后，可移动反射层 14a、14b 通过经界定间隙 19 与光学堆叠 16a、16b 分开。例如铝的高传导性和反射材料可用于反射层 14，且这些条带可在显示装置中形成列电极。

[0051] 在不施加电压的情况下，空腔 19 保持在可移动反射层 14a 与光学堆叠 16a 之间，其中可移动反射层 14a 处于机械松弛状态，如图 1 的像素 12a 所说明。然而，当向选定行与列施加电位差时，在对应像素处行电极与列电极的交点所形成的电容器变为充电，且静电力将电极拉到一起。如果电压足够高，则可移动反射层 14 变形并被迫抵靠光学堆叠 16 上。在光学堆叠 16 内的介电层（在此图中未说明）可防止短路并控制层 14 与 16 之间的分离距离，如在图 1 右部由像素 12b 所说明。无论所施加电位差的极性，所述特性均相同。以此方式，可控制反射与非反射像素状态的行 / 列致动在许多方面类似于在常规 LCD 与其它显示技术中所使用的行 / 列致动。

[0052] 图 2 到图 5 说明在显示应用中使用干涉式调制器阵列的一个示范性方法与系统。

[0053] 图 2 为说明可并入本发明的方面的电子装置的一个实施例的系统方框图。在所述示范性实施例中，电子装置包括处理器 21，其可为任何通用单芯片或多芯片微处理器，例如 ARM、Pentium®、Pentium II®、Pentium III®、Pentium IV®、Pentium® Pro、8051、MIPS®、Power PC®、ALPHA®, 或任何专用微处理器，例如数字信号处理器、微控制器或可编程门阵列。如在此项技术中常规的是，处理器 21 可经配置以执行一个或一个以上软件模块。除了执行操作系统之外，处理器可经配置以执行一个或一个以上软件应用程序，包括网页浏

览器、电话应用程序、电子邮件程序或任何其它软件应用程序。

[0054] 在一个实施例中，处理器 21 也经配置以与阵列驱动器 22 通信。在一实施例中，阵列驱动器 22 包括行驱动器电路 24 和列驱动器电路 26，其将信号提供到面板或显示器阵列（显示器）30。通过图 2 中的线 1-1 展示在图 1 中所说明的阵列的横截面。对于 MEMS 干涉式调制器，行 / 列致动协议可利用在图 3 中所说明的这些装置的滞后性质。其可需要（例如）10 伏电位差以使可移动层从松弛状态变形为致动状态。然而，当所述电压从那个值减小时，可移动层当电压降低回落到 10 伏以下时维持其状态。在图 3 的示范性实施例中，可移动层并不完全松弛直到电压降落低于 2 伏。因此，存在一电压范围，在图 3 所说明的实例中为约 3 到 7V，其中存在施加电压的窗，在所述窗内，所述装置在松弛状态或致动状态稳定。此在本文中被称作“滞后窗”或“稳定窗”。对于具有图 3 的滞后特性的显示器阵列，行 / 列致动协议可经设计以使得在行选通期间，在待致动的选通行中的像素暴露于约 10 伏的电压差，且将要松弛的像素暴露于接近零伏的电压差。在选通之后，像素暴露于约 5 伏的稳定态电压差，使得其保持行选通使其所处的任何状态。在写入之后，在此实例中，每一像素经历在 3 到 7 伏的“稳定窗”内的电位差。此特征使得在图 1 中所说明的像素设计在致动或松弛预先存在的状态中在相同的所施加电压条件下稳定。由于干涉式调制器的每一像素，无论处于致动状态或松弛状态，基本上为通过固定反射层与移动反射层而形成的电容器，可在几乎无功率消散的情况下在滞后窗内的电压下保持所以此稳定状态。如果所施加电位是固定的，那么基本上无电流流入像素内。

[0055] 在典型应用中，可通过根据在第一行中经致动像素的所要集合确定列电极的集合来形成显示帧。接着将行脉冲施加到行 1 电极，响应于所断言的列线而致动像素。接着所断言的列电极的集合变为对应于第二行中经致动像素的所要集合。接着将脉冲施加到行 2 电极，根据所断言的列电极致动在行 2 中的适当像素。行 1 像素并不受行 2 脉冲影响，且在行 1 脉冲期间保持为其被设定的状态。此可以循序方式在整个系列的行上重复以产生帧。一般来说，通过每秒以某些所要数目的帧持续重复此过程而使用新的显示数据刷新和 / 或更新帧。用于驱动像素阵列的行电极与列电极以产生显示帧的多种协议也是众所周知的，且可结合本发明而使用。

[0056] 图 4 与图 5 说明用于在图 2 的 3×3 阵列上形成显示帧的一种可能致动协议。图 4 说明可用于展示图 3 的滞后曲线的像素的列电压电平与行电压电平的可能集合。在图 4 实施例中，致动一像素涉及将适当列设定为 $-V_{bias}$ ，以及将适当行设定为 $+\Delta V$ ，其可分别对应于 -5 伏和 +5 伏。使像素松弛伴有将适当列设定为 $+V_{bias}$ ，和将适当行设定为 $+\Delta V$ ，在像素上产生零伏电位差。在其中行电压保持为零伏的那些行中，像素在其初始所处的任何状态中稳定，无论所述列是在 $+V_{bias}$ 或 $-V_{bias}$ 。如在图 4 中也说明，应了解，可使用极性与上述电压相反的电压，例如，致动像素可涉及将适当列设定为 $+V_{bias}$ ，和将适当行设定为 $-\Delta V$ 。在此实施例中，释放像素伴有将适当列设定为 $-V_{bias}$ ，和将适当行设定为同样的 $-\Delta V$ ，在像素上产生零伏电位差。

[0057] 图 5B 为展示施加到图 2 的 3×3 阵列的一系列行信号与列信号的时序图，其将产生图 5A 中所说明的显示布置，其中经致动的像素是非反射性的。在写入在图 5A 中所说明的帧之前，所述像素可处于任何状态，且在此实例中，所有行处于 0 伏，且所有列处于 +5 伏。具有这些施加的电压，所有像素在其现有经致动或松弛的状态中稳定。

[0058] 在图 5A 帧中, 像素 (1,1)、(1,2)、(2,2)、(3,2) 和 (3,3) 被致动。为了实现此, 在行 1 的“线时间”期间, 列 1 与 2 被设定为 -5 伏, 且列 3 被设定为 +5 伏。此并不改变任何像素的状态, 因为所有像素保持于 3 到 7 伏稳定窗中。接着使用从 0 升到 5 伏和返回到零的脉冲来选通行 1。此致动 (1,1) 与 (1,2) 像素并使 (1,3) 像素松弛。在此阵列中的其它像素并不受影响。为将行 2 设为所要的, 列 2 被设定为 -5 伏, 且列 1 与 3 被设定为 +5 伏。施加到行 2 的相同选通将接着致动像素 (2,2) 并使像素 (2,1) 和 (2,3) 松弛。同样, 并不影响阵列的其它像素。通过设定列 2 与 3 为 -5 伏和列 1 为 +5 伏类似地设定行 3。如图 5A 所示, 所述行 3 选通设定行 3 像素。在写入所述帧之后, 行电位为零, 且列电位可保持为 +5 或 -5 伏, 且显示器接着在图 5A 的布置中稳定。应了解, 可采用相同程序用于数十或数百行与列的阵列。也应了解, 用于执行行与列致动的电压的时序、序列和电平可在上文所概述的一般原理内广泛变化, 且上述实例仅为示范性的, 且任何致动电压方法可与本文所述的系统与方法一起使用。

[0059] 图 6A 与图 6B 为说明显示装置 40 的一实施例的系统方框图。显示装置 40 可为 (例如) 蜂窝式电话或移动电话。然而, 显示装置 40 的相同组件或其略微变化也说明各种类型的显示装置, 例如电视和便携式媒体播放器。

[0060] 显示装置 40 包括外壳 41、显示器 30、天线 43、扬声器 45、麦克风 46 和输入装置 48。外壳 41 通常由所属领域的技术人员所众所周知的多种制造方法中的任一种形成, 包括注射模制和真空成形。此外, 外壳 41 可由多种材料中的任何材料制成, 包括 (但不限于) 塑料、金属、玻璃、橡胶和陶瓷或其组合。在一实施例中, 外壳 41 包括可移除部分 (未图示), 其可与不同色彩的其它可移除部分互换, 或含有不同的标志、图片或符号。

[0061] 示范性显示装置 40 的显示器 30 可为多种显示器中的任何显示器, 包括如本文所述的双稳态显示器。在其它实施例中, 显示器 30 包括平板显示器, 例如等离子体、EL、OLED、STN LCD 或 TFT LCD (如上文所述), 或非平板显示器, 例如 CRT 或其它显像管装置, 如所属领域的技术人员众所周知的。然而, 为了描述本实施例, 显示器 30 包括干涉式调制器显示器 (如本文所述)。

[0062] 在图 6B 中示意说明示范性显示装置 40 的一个实施例的组件。所说明的示范性显示装置 40 包括外壳 41 且可包括至少部分封闭在其中的额外组件。举例来说, 在一个实施例中, 示范性显示装置 40 包括网络接口 27, 网络接口 27 包括耦合到收发器 47 的天线 43。收发器 47 连接到处理器 21, 处理器 21 连接到调节硬件 52。调节硬件 52 可经配置以调节信号 (例如, 过滤信号)。所述调节硬件 52 连接到扬声器 45 和麦克风 46。处理器 21 也连接到输入装置 48 和驱动器控制器 29。驱动器控制器 29 耦合到帧缓冲器 28 和阵列驱动器 22, 阵列驱动器 22 接着耦合到显示器阵列 30。电源 50 根据特定示范性显示装置 40 设计的需要向所有组件提供功率。

[0063] 网络接口 27 包括天线 43 和收发器 47, 使得示范性显示装置 40 可在网络上与一个或一个以上装置通信。在一实施例中, 网络接口 27 也可具有减轻处理器 21 的要求的某些处理能力。天线 43 为所属领域的技术人员众所周知的用于传输并接收信号的任何天线。在一实施例中, 天线根据 IEEE 802.11 标准 (包括 IEEE 802.11(a)、(b) 或 (g)) 传输并接收 RF 信号。在另一实施例中, 天线根据 BLUETOOTH 标准传输并接收 RF 信号。在蜂窝式电话的情况下, 天线经设计以接收 CDMA、GSM、AMPS 或用于在无线手机网络内通信的其它已知

信号。收发器 47 预先处理从天线 43 所接收的信号,使得其可通过处理器 21 接收并通过处理器 21 进一步操纵。收发器 47 也处理从处理器 21 接收的信号使得其可从示范性显示装置 40 经由天线 43 传输。

[0064] 在一替代实施例中,收发器 47 可被接收器取代。在又一替代实施例中,网络接口 27 可被图像源取代,所述图像源可存储或产生将发送到处理器 21 的图像。举例来说,所述图像源可为含有图像数据的数字视频光碟 (DVD) 或硬盘驱动器,或产生图像数据的软件模块。

[0065] 处理器 21 通常控制示范性显示装置 40 的整体操作。处理器 21 接收数据,例如来自网络接口 27 或图像源的经压缩图像数据,并将数据处理为原始图像数据或处理为易于处理为原始图像数据的格式。处理器 21 接着将经处理的数据发送到驱动器控制器 29 或发送到帧缓冲器 28 以用于存储。原始数据通常指在图像内的每一位置处确定图像特性的信息。举例来说,此类图像特性可包括色彩、饱和度和灰阶水平。

[0066] 在一实施例中,处理器 21 包括微控制器、CPU、或逻辑单元以控制示范性显示装置 40 的操作。调节硬件 52 通常包括放大器和滤波器以用于将信号传输到扬声器 45,且用于从麦克风 46 接收信号。调节硬件 52 可为示范性显示装置 40 内的离散组件,或可并入在处理器 21 或其它组件内。

[0067] 驱动器控制器 29 直接从处理器 21 或从帧缓冲器 28 取得由处理器 21 产生的原始图像数据并适当地重新格式化原始图像数据以高速传输到阵列驱动器 22。具体来说,驱动器控制器 29 将原始图像数据重新格式化为具有类似光栅格式的数据流,使得其具有适于在显示器阵列 30 上扫描的时间顺序。接着,驱动器控制器 29 将经格式化的信息发送到阵列驱动器 22。尽管例如 LCD 控制器的驱动器控制器 29 通常作为独立集成电路 (IC) 与系统处理器相关联,但此类控制器可以多种方式实施。其可作为硬件嵌在处理器 21 内,作为软件嵌在处理器 21 内或与阵列驱动器 22 一起完全整合在硬件中。

[0068] 通常,阵列驱动器 22 从驱动器控制器 29 接收经格式化的信息,并将视频数据重新格式化为每秒多次施加到来自显示器的像素 x-y 矩阵的数百且有时数千导线的波形的平行集合。

[0069] 在一实施例中,驱动器控制器 29、阵列驱动器 22 和显示器阵列 30 适用于本文所述的所述类型的显示器中的任何显示器。举例来说,在一实施例中,驱动器控制器 29 为常规显示器控制器或双稳态显示器控制器(例如,干涉式调制器控制器)。在另一实施例中,阵列驱动器 22 为常规驱动器或双稳态显示器驱动器(例如,干涉式调制器显示器)。在一实施例中,驱动器控制器 29 与阵列驱动器 22 整合。此类实施例在高度整合的系统中较常见,例如蜂窝式电话、表和其它小面积显示器。在又一实施例中,显示器阵列 30 是典型显示器阵列或双稳态显示器阵列(例如,包括干涉式调制器阵列的显示器)。

[0070] 输入装置 48 允许用户控制示范性显示装置 40 的操作。在一实施例中,输入装置 48 包括键台,例如 QWERTY 键盘或电话键台、按钮、开关、触敏屏幕、压敏或热敏薄膜。在一个实施例中,麦克风 46 为用于示范性显示器装置 40 的输入装置。当麦克风 46 用于将数据输入到装置时,可由用户提供语音命令以控制示范性显示装置 40 的操作。

[0071] 电源 50 可包括如此项技术中所众所周知的多种能量存储装置。举例来说,在一实施例中,电源 50 为可再充电电池,例如镍镉电池或锂离子电池。在另一实施例中,电源 50

为可再生能源、电容器或太阳能电池，包括塑料太阳能电池和太阳能电池油漆。在另一实施例中，电源 50 经配置以从墙上插座接收功率。

[0072] 在某些实施方案中，如上文所述的控制编程能力驻留在驱动器控制器中，所述驱动器控制器可位于在电子显示系统中的若干位置。在某些情况下，控制编程能力驻留在阵列驱动器 22 中。所属领域的技术人员将认识到上述优化可实施在任何数目的硬件中和 / 或软件组件中和各种配置中。

[0073] 根据上述所述原理操作的干涉式调制器的结构的细节可广泛变化。举例来说，图 7A 到 7E 说明可移动反射层 14 和其支撑结构的五个不同实施例。图 7A 为图 1 的实施例的横截面图，其中金属材料条带 14 沉积在正交延伸的支撑结构 18 上。在图 7B 中，可移动反射层 14 仅附接到系链 32 上隅角处的支撑物。在图 7C 中，可移动反射层 14 从可变形层 34 悬置，其可包含柔性材料。可变形层 34 直接或间接连接到围绕可变形层 34 周边的衬底 20。这些连接在本文中可被称作支撑柱。在图 7D 中所说明的实施例具有包括支撑柱塞柱 42 的支撑结构 18，在支撑柱塞柱 42 上搁置有可变形层 34。可移动反射层 14 保持悬置于空腔上，如在图 7A 到 7C 中，但可变形层 34 不通过填充可变形层 34 与光学堆叠 16 之间的孔而形成支撑柱 18。而是，支撑柱 18 包含平坦化材料，其用于形成支撑柱塞柱 42。在图 7E 中所说明的实施例是基于在图 7D 中所展示的实施例，但也适用于与在图 7A 到 7C 中所说明的实施例以及未展示的实施例中的任一者一起工作。在图 7E 所示实施例中，额外金属层或其它导电材料层已用于形成总线结构 44。此允许沿干涉式调制器的背部路由信号，从而消除在原本可能在衬底 20 上形成的多个电极。

[0074] 在例如在图 7 中所展示的那些实施例的实施例中，干涉式调制器充当直观装置，其中从透明衬底 20 的前侧观看图像，所述侧与布置有调制器的侧相对。在这些实施例中，反射层 14 在光学上屏蔽在与所述衬底 20 相对的反射层的侧上的干涉式调制器的某些部分，包括可变形层 34 与总线结构 44（图 7E）。此允许对所屏蔽的区域进行配置和对其进行操作而不对图像质量产生不利的影响。此可分离的调制器架构允许用于调制器的机电方面与光学方面的结构设计与材料彼此独立地进行选择和起作用。此外，图 7C 到图 7E 中所展示的实施例具有因反射层 14 的光学性质与其机械性质去耦而得到的额外益处，其通过可变形层 34 执行。此允许相对于光学性质对用于反射层 14 的结构设计和材料进行优化，且相对于所要机械性质对用于可变形层 34 的结构设计和材料进行优化。

[0075] 一个实施例提供一种制造 MEMS 显示装置的方法，其包含提供透明衬底和在所述透明衬底上形成干涉式调制器的阵列，其中所述干涉式调制器包含消光系数 (k) 低于光在所述干涉式调制器的操作光学范围内的波长的阈值的材料。形成干涉式调制器阵列包含在所述透明衬底上形成光学堆叠，在所述光学堆叠上沉积牺牲层，在所述牺牲层上形成导电层，并移除所述牺牲层的至少一部分，进而在所述衬底与所述导电层之间形成空腔。

[0076] 图 8 说明反射宽带白光的干涉式调制器的制造方法 800 的实施例中的某些步骤。所述步骤可与图 8 未展示的其它步骤一起存在于制造（例如）在图 1、图 7 和图 9 中所说明的一般类型的干涉式调制器的过程中。参看图 8 与图 9A，过程 800 始于步骤 805，在步骤 805 提供透明衬底。在某些实施例中，透明衬底 20 为玻璃、塑料或其它对光透明，也可支持干涉式调制器阵列的制造的材料。所属领域的技术人员应了解，本文所用的术语“透明”涵盖对于干涉式调制器的操作波长大体上透明的材料，且因此透明衬底无需透射光的所有波

长且可吸收光在干涉式调制器的操作波长处的一部分。在某些实施例中，透明衬底 20 可为较大面积显示器。

[0077] 过程 800 在步骤 810 继续，在步骤 810 中，在透明衬底 20 上形成光学堆叠 16。因此，如上文所述，光学堆叠 16 导电，部分透明且部分反射，且可（例如）通过将上述层中的一者或一者以上沉积到透明衬底 20 上而制造。在某些实施例中，所述层被图案化到平行条带内，且可在显示装置内形成行电极。在某些实施例中，光学堆叠 16 包括沉积在部分反射材料 23（例如，所述材料）的一个或一个以上层上的介电层 24。

[0078] 参看为一个实施例的一实例的图 9A，形成光学堆叠 16 包含在所述衬底 20 的至少一部分上沉积一部分反射材料 23（例如，所述材料）和在部分反射材料 23 上沉积介电层 24。通常，介电层的厚度为约 100 到约 800 埃(Å)。部分反射材料 23（例如，所述材料）具有低于光波长在干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的消光系数 (k)。在一实施例中，k 的阈值为约 2.5。在某些实施例中，部分反射材料 23 可具有针对光在干涉式调制器的操作光学范围内的波长保持大体上恒定的 K 值。在某些其它实施例中，部分反射材料 23 的 k 值可随着光波长在干涉式调制器的操作光学范围内增加而减小。某些实施例也可具有折射率 (n) 随着光波长在干涉式调制器的操作光学范围内增加而增加的部分反射材料。干涉式调制器的操作光学范围可为约 300nm 到约 800nm 波数，优选约 350nm 到约 750nm，且更优选约 400nm 到约 700nm。在某些实施例中，所述部分反射材料 23（例如，所述材料）包含硅锗合金（例如， $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ）。在另一实施例中，部分反射材料 23（例如，所述材料）可为锗。部分反射层的厚度可为约 20 到约 400 Å，优选约 50 到约 200 Å。在某些实施例中， $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ($x = 0-1$) 的各种组分可通过改变 x 值与 y 值获得，且此变化可用于参数 n 与 k 的“细调”，其接着产生能够调谐高强度经反射宽带白光的光谱性质的能力。在其它实施例中，部分反射材料 23（例如，所述材料）的 n 与 k 性质可通过使用浓度为约 0.01% 到约 10% 的杂质掺杂锗或含锗合金（例如， $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ）而调谐。所述杂质可为（但不限于）B、P、As、C、In、Al 或 Ga。在一实施例中，部分反射材料 23 具有从约 2.5 到约 6 的 n 与 k 比。在另一实施例中，部分反射材料 23 具有为约 3 的 n 与 k 比。

[0079] 另一实施例针对于在透明衬底上形成富锗层，其中在富锗层上有类似 SiO_2 的层。在此实施例中，形成光学堆叠包含在衬底上沉积含锗合金（例如， $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ ），和在例如 O_2 、 N_2O 、 O_3 或 NO 的氧化环境中热氧化经沉积的 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 合金，其中 Si 优先氧化以形成透明氧化硅介电层，留下具有所要 n & k 性质的富锗部分反射材料层。在某些实施例中，经沉积的含锗合金的厚度可为约 20 到约 500 Å。

[0080] 在另一实施例中，部分反射材料 23 与在堆叠层体结构中的金属组合。金属层包含选自由铬、钼、折射材料和折射合金组成的群组。所述金属允许显示装置光学性能的额外细调。具体来说，邻近于所述材料添加金属层允许在暗态中减小的反射率（暗度）且因此改进显示装置的对比度。在一实施例中，铬层厚度为 1 到 50、10 到 40、或 25 到 35 Å。在另一实施例中，金属层厚度为 1 到 50、10 到 40 或 25 到 35 Å。

[0081] 在图 8 中所说明的过程 800 在步骤 815 继续，其中在步骤 815 中，在光学堆叠 16 上沉积牺牲层。之后移除牺牲层（例如，在步骤 830）以形成如下文所论述的空腔 19，且因此在图 1、图 7 和图 9 所说明的所得干涉式调制器 12 中并未展示牺牲层。在光学堆叠 16 上形成牺牲层可包括沉积 XeF_2- 可蚀刻材料，例如钼、钨和非晶硅，沉积厚度经选择以提供（在

后续的移除之后) 具有所要大小的空腔 19。在某些实施例中,牺牲层可为可热汽化的材料(例如,有机聚合物)。可热汽化的材料可在加热到汽化温度时汽化以使得大体上所有聚合物(例如,> 95 重量%)被汽化的固体材料。汽化温度范围优选足够高,使得可热汽化材料在正常制造温度下保持完整,但足够低以避免在汽化期间损坏所存在的其它材料。在一实施例中,可热汽化材料可为可热汽化的聚合物。可使用多种可热汽化聚合物。举例来说,一种此类可热汽化材料为可热解聚的聚碳酸酯(HDP),例如聚(环己烯碳酸酯)、脂肪族聚碳酸酯,其可由 CO₂ 与环氧物制造,参见第 6,743,570B2 号美国专利。也可使用其它 HDP。

[0082] 可使用常规沉积技术来执行光学堆叠与牺牲材料的沉积,例如物理汽相沉积(PVD,例如溅镀)、等离子体增强型化学汽相沉积(PECVD)、热化学汽相沉积(热 VCD)、分子束沉积、旋涂、离子植入、离子束辅助式沉积、电镀或脉冲雷射沉积(PLD)。可通过(例如)印刷技术(其中的一者为喷墨沉积)来将牺牲层沉积在选定位置。在一实施例中,牺牲层被印刷在邻近于柱结构位置的位置上(已沉积的柱结构或将要沉积的柱结构位置)。

[0083] 在某些实施例中,支撑结构形成步骤(在图 9 中未图示)可在步骤 815 之后且在步骤 820 中的导电层 14 形成之前发生。如图 1、图 7 和图 9 中所展示的柱 18 的形成可包括以下步骤:图案化所述牺牲层以形成支撑结构孔,接着沉积非导电材料(例如,聚合物)到孔内以形成柱 18,使用例如 PECVD、热 CVD、旋涂、离子植入、离子束沉积或 PLD 的沉积方法。图案化步骤可包含例如电子束光刻和图像转印的技术。步骤 820 可接着在牺牲层上和在柱上形成导电层 14,使得在步骤 825 中移除牺牲层之后将支撑导电层 14。

[0084] 在某些实施例中,形成于牺牲层中的支撑结构孔延伸穿过牺牲层和光学堆叠 16 到下伏衬底 20,使得柱 18 的下端接触衬底 20,如图 7A 所说明。在其它实施例中,形成于牺牲层中的孔延伸穿过牺牲层,但并不穿过光学堆叠 16。举例来说,图 7C 说明与光学堆叠 16 接触的支撑柱塞柱 42 的下端。在一实施例中,XeF₂-可蚀刻材料可用于形成所述柱结构的至少部分。适于柱结构的 XeF₂-可蚀刻材料包括钼和含硅材料,例如硅自身(包括非晶硅、多晶硅和结晶硅)以及硅锗和氮化硅。在另一实施例中,柱或柱结构可为聚合物。

[0085] 在图 8 中说明的过程 800 在步骤 820 继续,在步骤 820 中形成可移动反射层,例如在图 1、图 7 和图 9 中所说明的可移动反射层 14。可通过采用一个或一个以上沉积步骤而形成可移动反射层 14,例如,反射层(例如,铝、铝合金)沉积,以及一个或一个以上图案化、遮盖和/或蚀刻步骤。如上文所论述,可移动反射层 14 通常是导电的,且可在本文中被称作导电层。由于牺牲层仍存在于在过程 800 的步骤 820 中所形成的部分制造的干涉式调制器中,因此可移动反射板 14 通常在此阶段不可移动。含有牺牲层的部分制造的干涉式调制器可在本文中被称作“未释放”干涉式调制器。

[0086] 在图 8 中所说明的过程 800 在步骤 825 继续,在步骤 825 中形成空腔,例如,如在图 1、7 和 9 中所展示的空腔 19。可通过将牺牲性材料(在步骤 815 沉积)暴露于蚀刻剂而形成空腔 19。举例来说,例如可通过干化学蚀刻移除钼或非晶硅的可蚀刻牺牲性材料,例如,通过将牺牲层暴露于气态或汽化蚀刻剂(例如从固体二氟化氙(XeF₂)得到的蒸汽)并持续有效地移除所要量的材料(通常选择性地相对于围绕空腔 19 的结构)的一段时期。也可使用其它蚀刻方法,例如湿蚀刻和/或等离子体蚀刻。在某些实施例中,汽化步骤 825 包含加热。可在加热板上、在烘箱中、在干燥炉中或通过使用能够实现并维持足以汽化所述可热汽化材料的温度并持续大体上汽化所有牺牲性材料的足够长的时间的任何加热装置

进行加热。因此在过程 800 的步骤 825 期间移除牺牲层，可移动反射层 14 通常在此阶段之后可移除。在移除牺牲性材料之后，所得全部或部分制造的干涉式调制器可在本文中被称作“释放的”干涉式调制器。在某些实施例中，过程 800 可包括额外步骤且所述步骤可从图 8 的说明重新布置。

[0087] 图 9A 到图 9E 说明 MEMS 显示装置的各种实施例，MEMS 装置包含衬底 20 和沉积在所述衬底 20 上的干涉式调制器阵列，其中所述阵列包含消光系数 (k) 低于光波长在干涉式调制器的操作光学范围内的阈值的材料 23。衬底 20 可为较大面积的透明衬底，例如玻璃、塑料或对于光透明的其它材料。因此，透明衬底也为用于透射光的构件。干涉式调制器也为用于干涉地反射穿过所述透射构件（例如，透明衬底）的光的构件。所述干涉式调制器可包含光学堆叠 16，导电层 14（例如，可移动层）、支撑结构（例如，柱或柱结构 18）和将光学堆叠与导电层分开的空腔 19。材料 23（例如，部分反射层）通常具有能够补偿空腔中绝缘层或介电层和空气的波长变化的色散 / 消光系数状态。在一实施例中，所述材料具有在图 10 中所说明的色散 / 消光系数曲线。图 10 展示具有随着波长在操作光学范围内增加而增加的折射率和减小的消光系数的锗的色散 / 消光系数状态。具有类似色散和 / 或消光系数状态的材料允许较高的全反射而不损害在暗 / 断开状态下的有利的较高的可见光吸收度。在某些实施例中，在操作光学范围中全反射可为约 30% 到约 70%。材料层 23（例如，锗、锗合金、经掺杂锗或含经掺杂锗的合金层）的典型厚度可在约 50 到约 200 Å 的范围内。

[0088] 在某些实施例中，部分反射材料 23（例如，所述材料）可沉积在透明衬底 20 上。在一个实施例中，透明导电材料 25（例如，ITO 或其它透明导电氧化物，例如 ZnO）可沉积在部分反射材料 23 上（参见图 9A）。在另一实施例中，部分反射材料 23（例如，所述材料）可沉积在透明导电材料 25 上（参见图 9B）。在此情况下，透明导电材料 25 可在沉积部分反射材料 23（例如，所述材料）之前沉积在所述衬底的至少一部分上。透明导电材料 25 可为任何光学透明导电材料且典型厚度为约 100 到 800 Å。透明导电材料 25 的厚度由层的位置和所要空腔大小而确定。在某些实施例中，透明导电材料 25 包含基于锡的氧化物、基于锑的氧化物或基于铟的氧化物。在图 9C 所展示的另一实施例中，透明导电材料 25（例如，ITO）可省略，因为锗或含锗合金层自身也可经配置以充当导电层，尤其当掺杂 III 族元素（例如，B、Al 或 Ga）或 V 族元素（例如，P、As 或 Sb）时。

[0089] 在图 9D 中所说明的另一实施例中，部分反射材料 23（例如，所述材料）可整合在透明衬底 20 内。透明衬底 20 可掺杂有部分反射材料 23。此可通过将所述材料离子植入到衬底 20 内，并允许使用任何已知半导体处理技术使所述材料在所述衬底内形成部分反射材料 23 的带或层而进行。在此实施例中，包含所述材料的衬底的所述部分可被视作光学堆叠 16 的一部分。在图 9E 中展示的又一实施例中，部分反射材料 23 的带可整合在介电层 24（例如，绝缘层）内。举例来说，薄介电层（例如， SiO_2 ）首先沉积，接着在其上沉积部分反射材料 23，且最后在部分反射材料 23 上沉积更多的 SiO_2 。视情况，透明导电材料 25（例如，ITO）可在沉积绝缘层或介电层 24 之前沉积在作为电导体的衬底上。

[0090] 实例 1

[0091] 基于图 11 中展示的未释放的干涉式调制器的一个实施例模型化干涉式调制器装置模拟。模型化结构包括玻璃衬底 20，在玻璃衬底 20 上的光学堆叠 16、将光学堆叠 16 与 Al 反射层 14 分开的空腔 19。光学堆叠 16 含有在衬底 20 上的 ITO 层 102，在 ITO 层 102 上

的部分反射材料 23 和在部分反射材料 23 上的介电层 24。对于此实例，使用 Ge 作为部分反射材料 23。通过改变 ITO 层、Ge 和介电层的厚度，能够优化干涉式调制器的特性（例如对比度、反射率、白平衡或其组合）。使用来自薄膜中心公司 (Thin Film Center Inc.) (图森, 亚利桑那州) 的易森舍麦克劳德 (Essential Macleod) 的 PC 软件程序基于每一层的厚度、折射率 (n) 和消光系数 (k) 作为波长的函数来计算堆叠的反射率和透射率。

[0092] 在此模拟中的层的最佳输入厚度对于 ITO 层 102 为 330 Å, 对于部分反射材料 23, 镀为 99 Å, 对于介电层 24, SiO₂ 为 119 Å 且 Al₂O₃ 为 80 Å, 且对于 Al 反射层 14 为 300 Å。空腔 19 在亮态中具有 1900 Å 的间隔 (图 11A) 且在暗态中具有 0 Å 的间隔 (图 11B)。使用 Ge 作为部分反射层 (例如, 吸收剂) 的宽带白干涉式调制器的所模拟光谱响应在其亮态中展示超过 50% 的反射率且在亮态与暗态之间展示 100 : 1 的对比度 (图 12)。

[0093] 实例 2

[0094] 基于图 11 中展示的未释放的干涉式调制器的一个实施例来模型化另一干涉式调制器装置模拟。模型化结构包括玻璃衬底 20, 在玻璃衬底上的光学堆叠 16、将光学堆叠 16 与 Al 反射层 14 分开的空腔 19。光学堆叠 16 含有在衬底 20 上的 ITO 层 102, 在 ITO 层 102 上的部分反射材料 23 和在部分反射材料 23 上的介电层 24。然而, 在此实例中金属层 (例如, Cr 或 Mo) 在部分反射材料 23 上或下方经模型化。通过改变 ITO, Ge、金属层和介电层的厚度, 能够优化干涉式调制器的特性 (例如对比度、反射率、白平衡或其组合)。使用来自薄膜中心公司 (Thin Film Center Inc.) (图森, 亚利桑那州) 的易森舍麦克劳德 (Essential Macleod) 软件程序基于每一层的厚度、折射率 (n) 和消光系数 (k) 并依据波长来计算堆叠的反射率和透射率。

[0095] 在此模拟中所述层的最佳输入厚度对于 ITO 层为 330 Å, 对于 Ge 层为 100 Å, 对于介电层 Cr 为 10 到 40 Å, SiO₂ 为 119 Å 且 Al₂O₃ 为 80, 且对于 Al 层为 300 Å。空腔 19 在亮态中具有 1850 Å 的间隔且在暗态中具有 0 Å 的间隔。作为吸收剂的 Ge 与金属 (例如 Cr 或 Mo) 的组合能够改进对比度约 25%。

[0096] 实例 3

[0097] 通过在玻璃衬底 20 上沉积 90 Å 的 Ge 作为部分反射层 23 来制造图 13 中所展示的未释放干涉式调制器。SiO₂ 绝缘层 101 沉积在 Ge 层上, 且接着在 SiO₂ 层 101 上以大于 300 Å 的厚度沉积 Al 反射层 14。在未释放干涉式调制器中的 SiO₂ 绝缘层 101 表示在释放干涉式调制器中的空腔。SiO₂ 绝缘层 101 的厚度等于部分反射层 23 与 Al 反射层 14 (即, 在释放的干涉式调制器中的可移动层) 之间的间隔的距离。制备具有 450 Å 与 1080 Å SiO₂ 层的装置。具有 450 Å SiO₂ 层 (图 13B) 的装置等效于在暗态中的释放的干涉式调制器, 而 1080 Å SiO₂ 装置 (图 13A) 等效于在亮态中的释放的干涉式调制器。测量两个装置的光谱响应并与使用来自薄膜中心公司 (Thin Film Center Inc.) (图森, 亚利桑那州) 的易森舍麦克劳德 (Essential Macleod) 软件程序所产生的模拟数据进行比较。

[0098] 图 14 为通过溅镀沉积的 90 Å Ge 层的实验色散曲线, 其证实 Ge 为随着波长在操作光学范围内 (即, 400 到 700 nm) 增加而折射率 (n) 增加和 / 或消光系数 (k) 减小的材料中的一者。

[0099] 图 15 为具有 90 Å Ge 作为部分反射层的这些未释放干涉式调制器的光谱响应。模拟与实验数据均显示在 400 与 700 nm 波长之间总反射率范围在亮态中为 30% 到 70% (例

如,具有 1080 \AA SiO_2 层)且在暗态中低于 10% (例如,具有 450 \AA SiO_2 层)。

[0100] 实例 4

[0101] 通过在玻璃衬底上沉积 70 \AA Ge 作为部分反射层 23 而制造如在图 13 中所展示的一系列未释放干涉式调制器。 SiO_2 绝缘层 101 沉积在 Ge 层上,且接着在 SiO_2 层 101 上以大于 300 \AA 的厚度沉积 Al 反射层 14。在未释放的干涉式调制器中的 SiO_2 绝缘层 101 表示在释放的干涉式调制器中的空腔。 SiO_2 绝缘层 101 的厚度等于部分反射层 23 与反射层 14(即,在释放的干涉式调制器中的可移动层)之间的间隔的距离。在此实例中,使用四种不同厚度的 SiO_2 绝缘层 101 来建构四种装置。在一装置中, 441 \AA SiO_2 层沉积在 Ge 层上以形成等效于暗态中的释放的干涉式调制器的装置(图 13B)。使用不同厚度的 SiO_2 来制造三种其它装置(图 13A)以用于在不同空腔大小情况下的亮态中的光谱响应测量。对于这些装置中的每一者, SiO_2 厚度为 1084 \AA 、 1277 \AA 和 1488 \AA 。图 16 展示 70 \AA Ge 作为部分反射层的这些未释放的干涉式调制器的光谱响应。模拟与实验数据均显示全反射率范围在不同亮态中为 30% 到 70% 且在暗态中低于 20%。

[0102] 实例 5

[0103] 基于在图 11 中展示的未释放干涉式调制器的一实施例来模型化另一干涉式调制器装置模拟。模型化结构包括玻璃衬底 20,在玻璃衬底 20 上的光学堆叠 16、将光学堆叠 16 与 Al 反射层 14 分开的空腔 19。光学堆叠 16 含有在 ITO 层上的部分反射材料 23,和在部分反射材料 23 上的介电层。在此模拟中的层的输入厚度对于 Ge 层为 90 \AA ,对于介电层 SiO_2 为 250 \AA ,且对于 Al 层为 300 \AA 。空腔 19 在亮态中具有 1700 \AA 的间隔(图 11A)且在暗态中具有 100 \AA 的间隔(图 11B)。

[0104] 不同 $n : k$ 比的部分反射材料 23(例如,吸收剂)经模拟展示调谐 n 与 k 参数的效果。图 17 展示并比较两种干涉式调制器的模拟光谱响应:(A) 为包含 Ge 的干涉式调制器且(B) 为包含 $n : k$ 比为 $4 : 1.6$ 的吸收剂的干涉式调制器,其在不色散情况下具有 Ge 的平均 n 与 k 值。图 18 展示(A)包含 CuO 的干涉式调制器以及(B)包含 $n : k$ 比为 $2.5 : 0.8$ 的吸收剂的干涉式调制器(其在不色散情况下 CuO 的平均 n 与 k 值)的模拟光谱响应。使用某些部分反射材料的平均 n 与 k 值的模拟能够预测实际材料在干涉式调制器的操作光学范围内如何响应。图 19 展示包含 $n : k$ 比为 $7 : 2.4$ 的部分反射材料的干涉式调制器的模拟光谱响应。图 20 展示包含 $n : k$ 比为 $4 : 1$ 的部分反射材料的干涉式调制器的模拟光谱响应。这些模拟的结果暗示优选的 n 与 k 比为约 2.5 到约 6,且更优选为约 3。

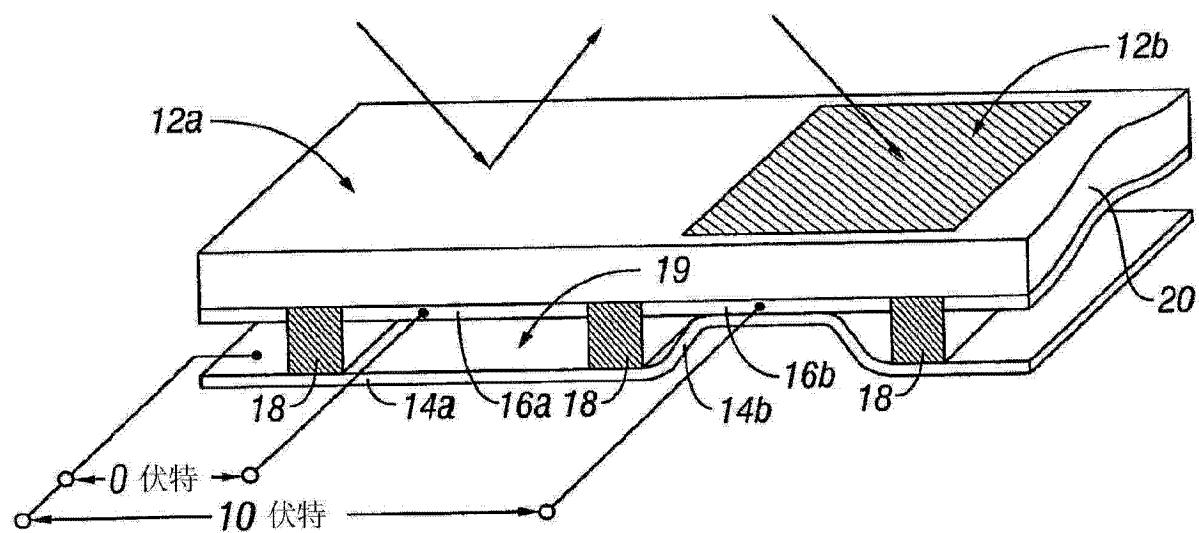


图 1

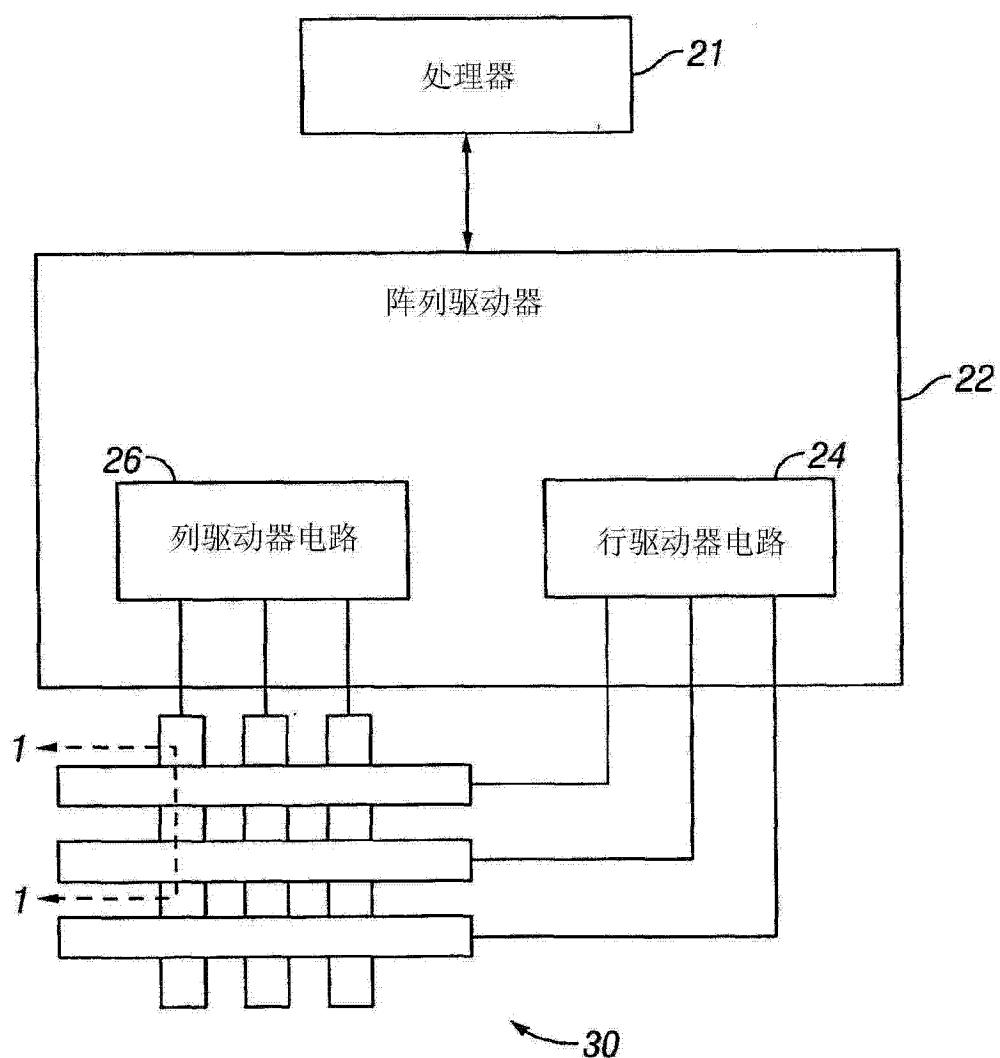


图 2

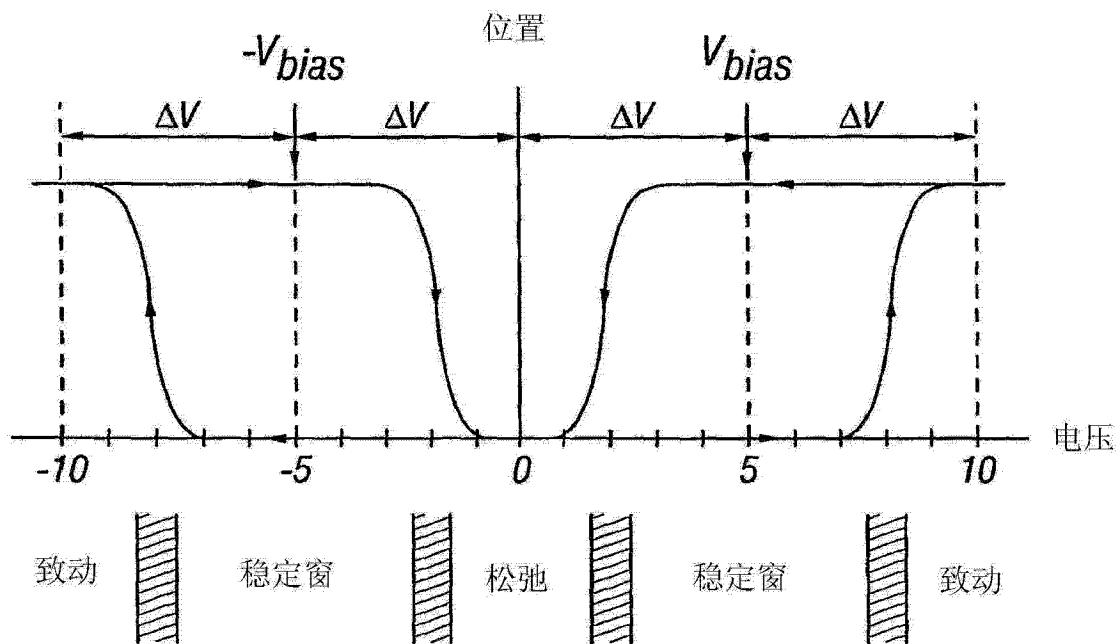


图 3

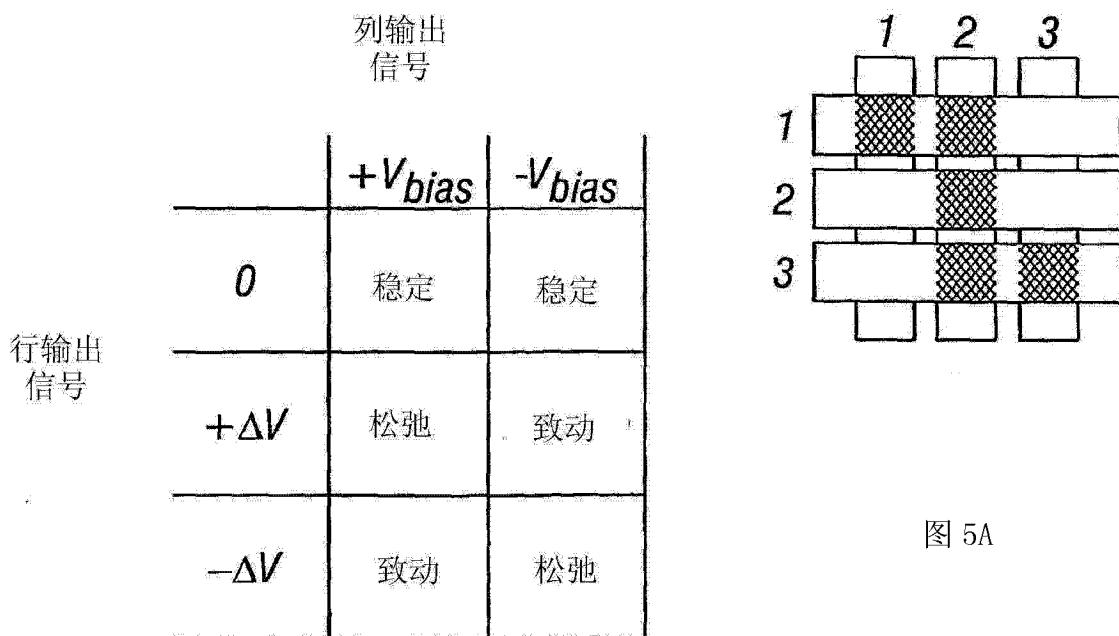


图 4

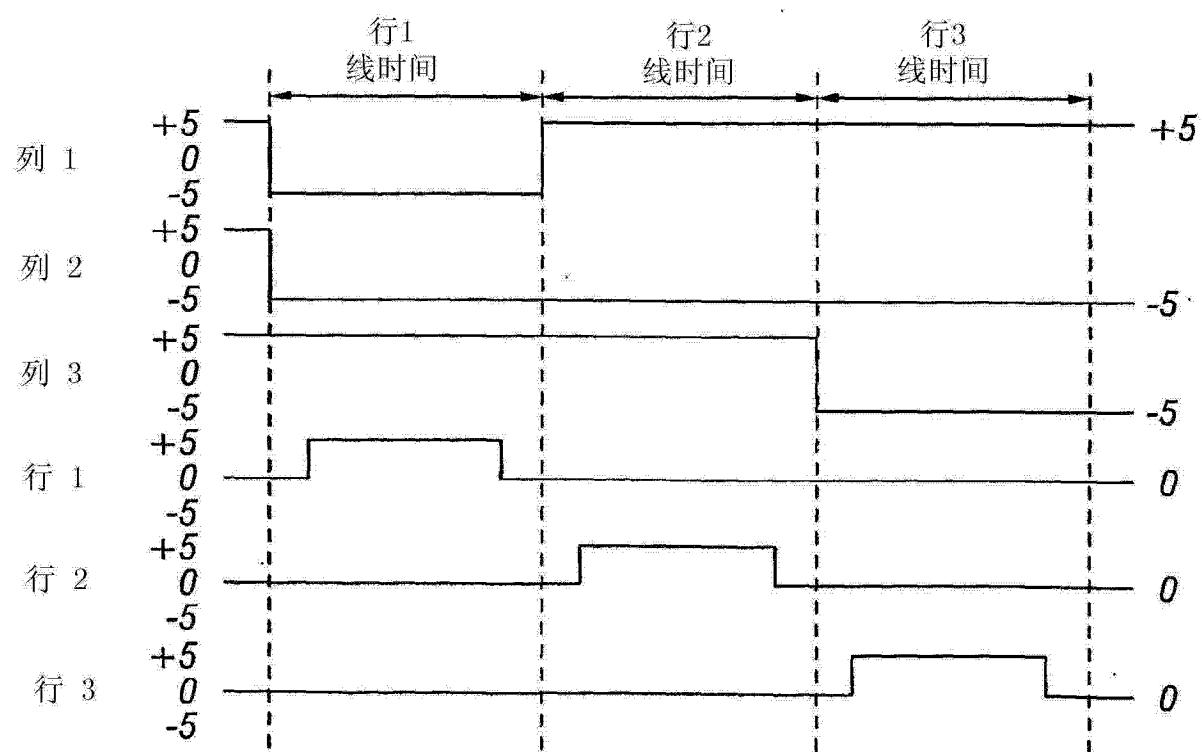


图 5B

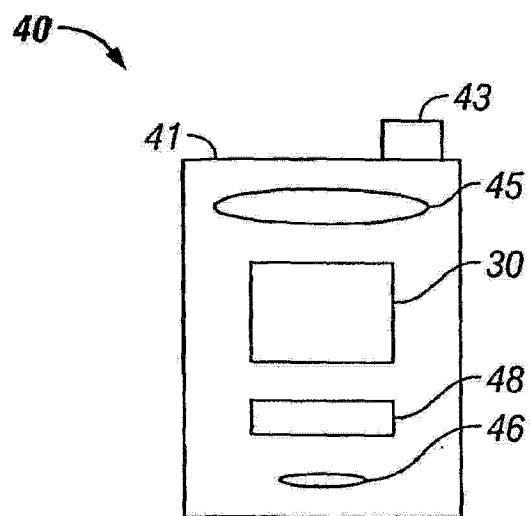


图 6A

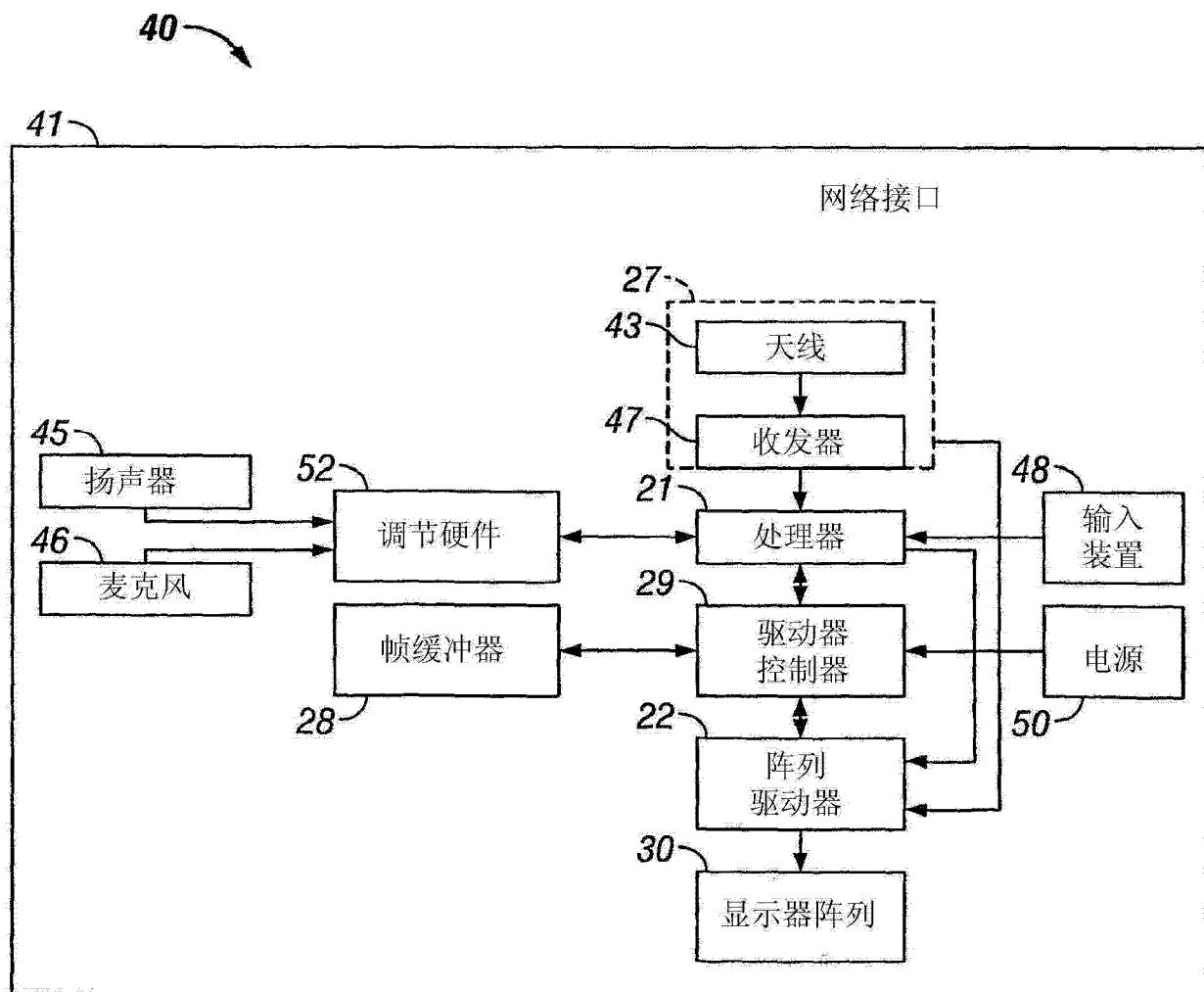


图 6B

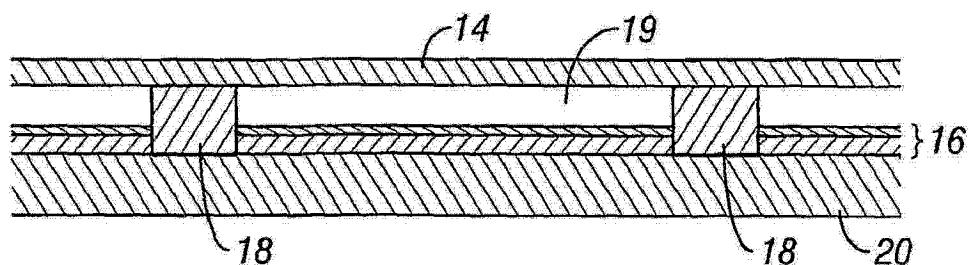


图 7A

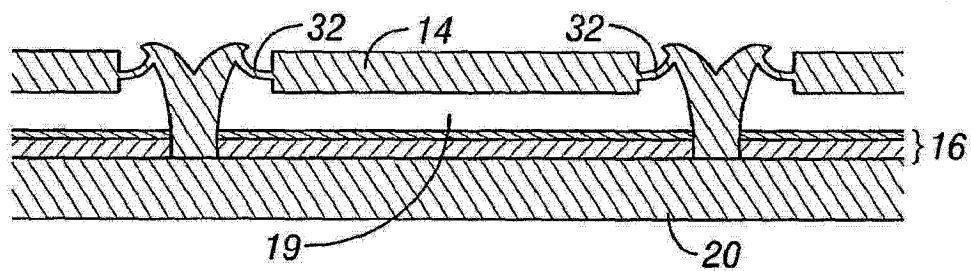


图 7B

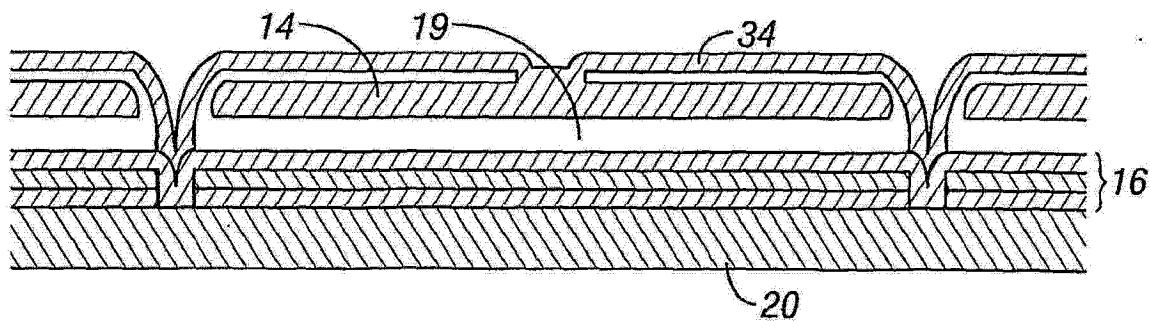


图 7C

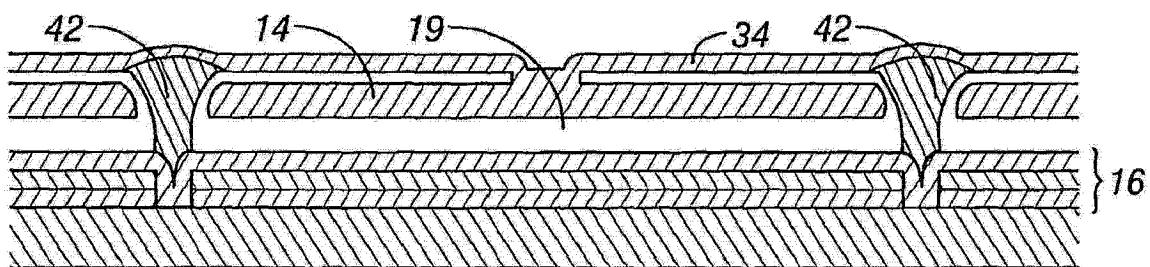


图 7D

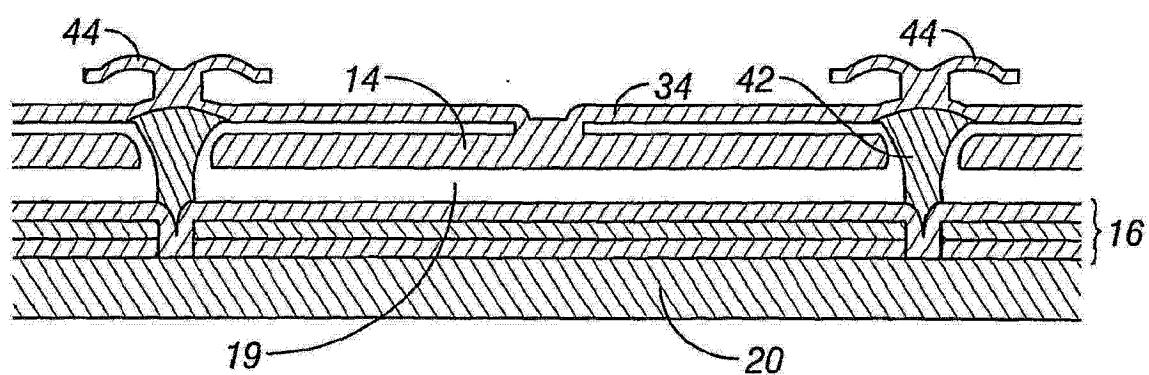


图 7E

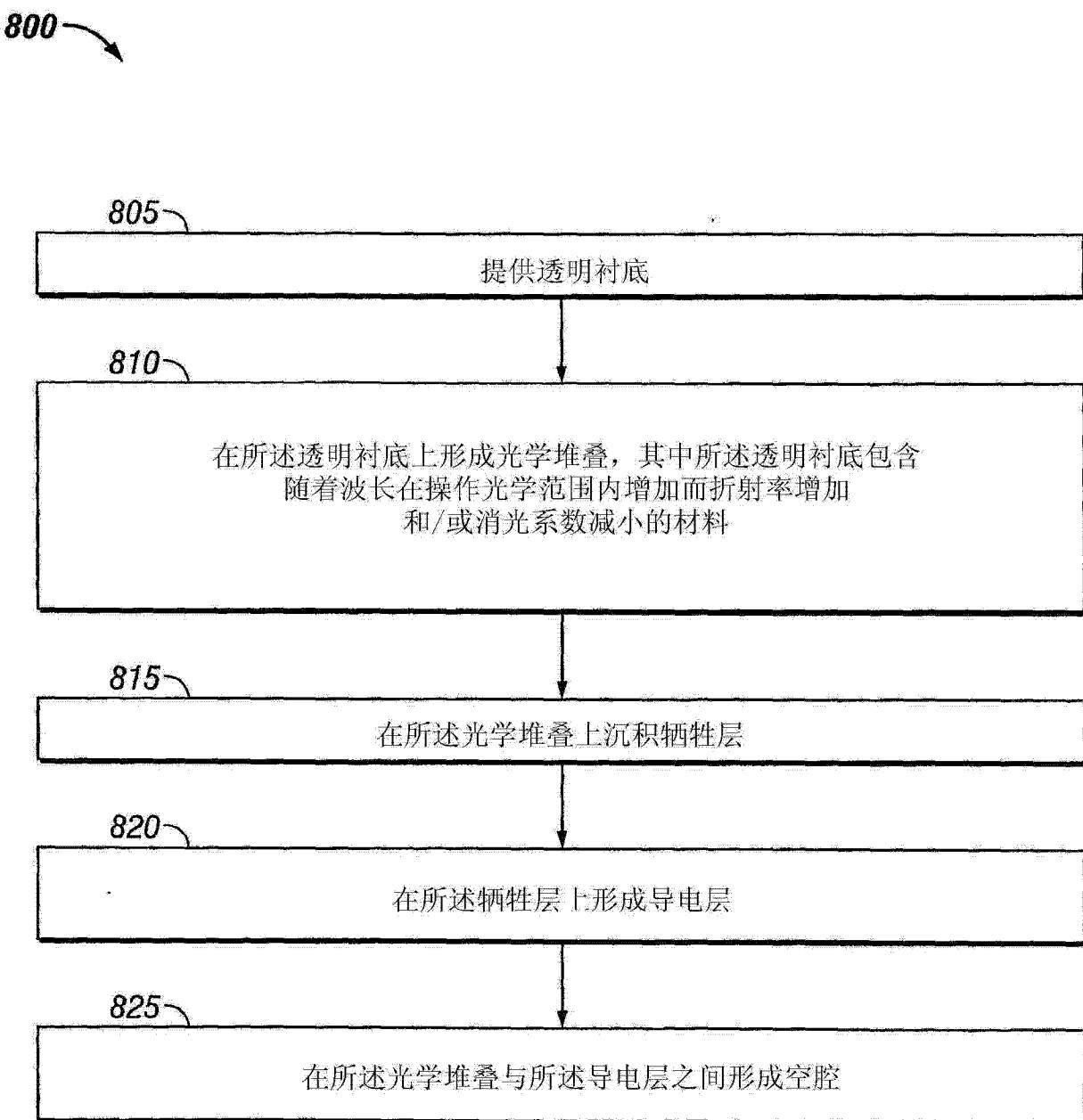


图 8

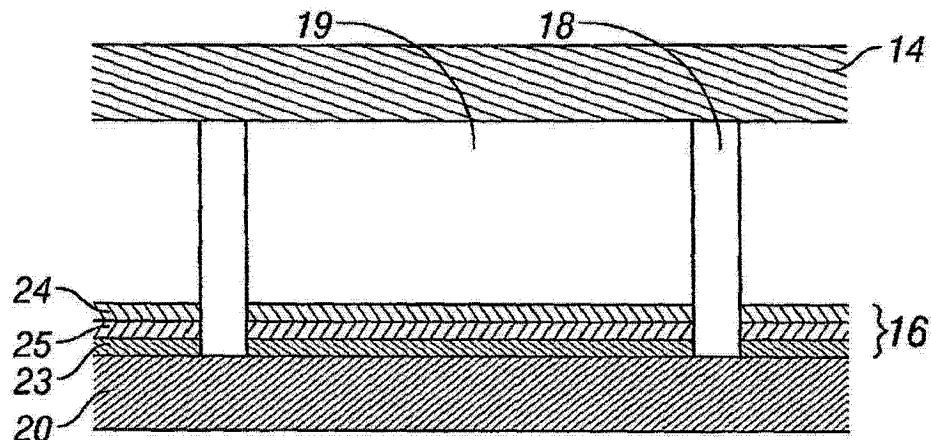


图 9A

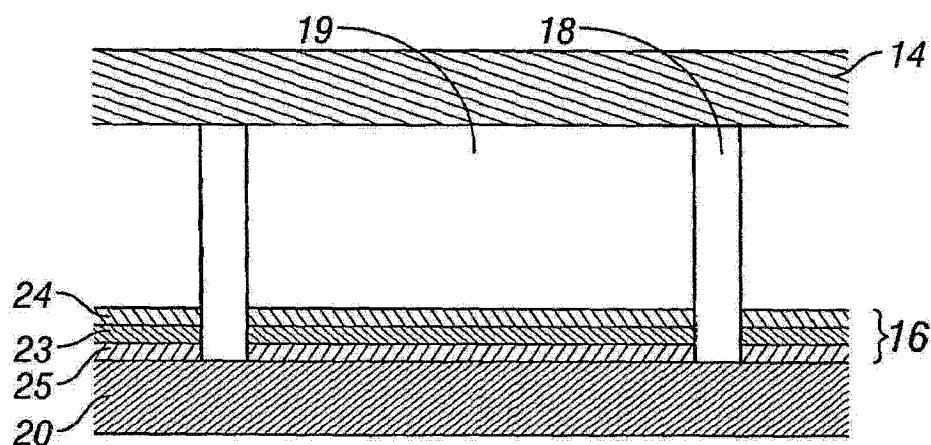


图 9B

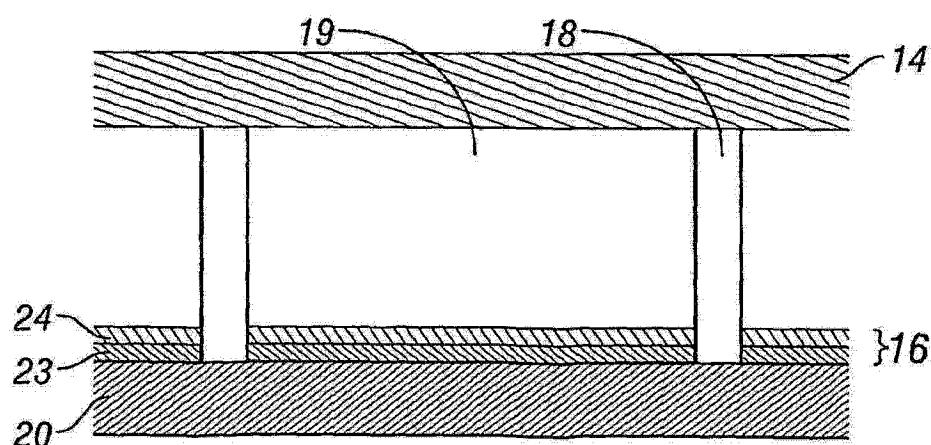


图 9C

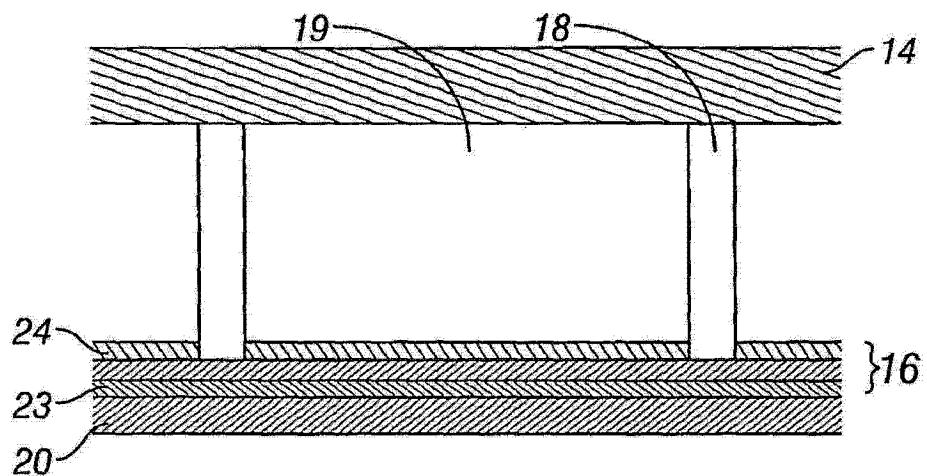


图 9D

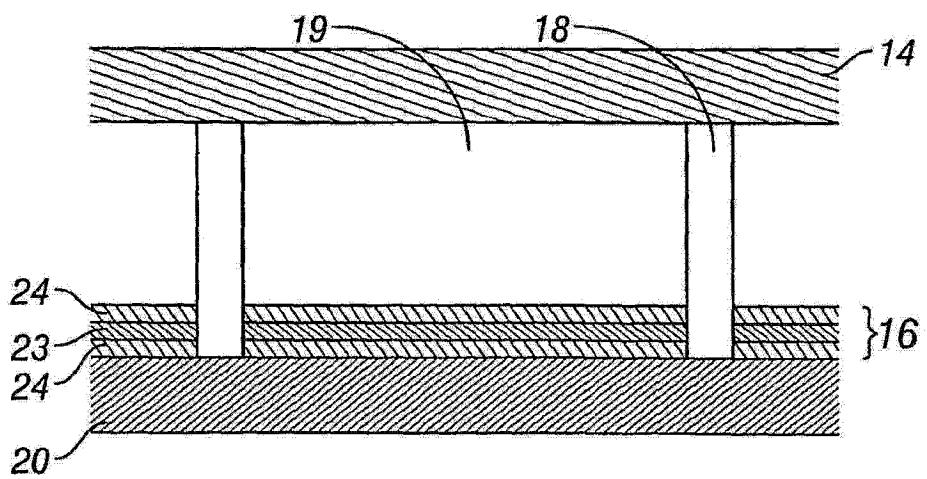


图 9E

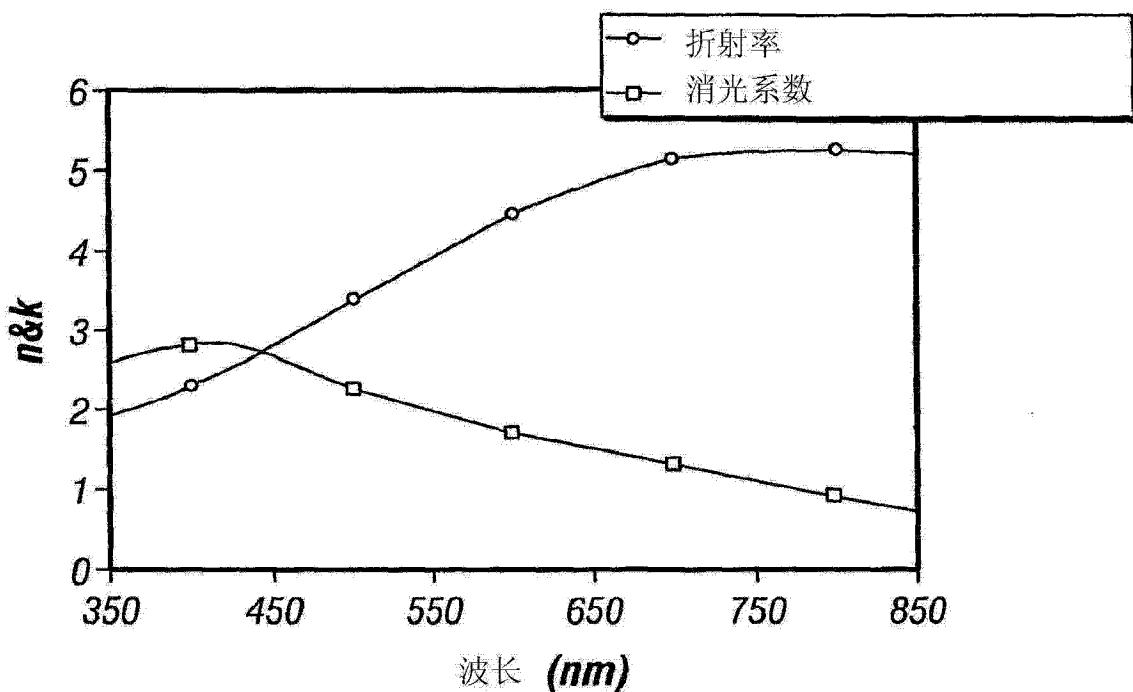


图 10

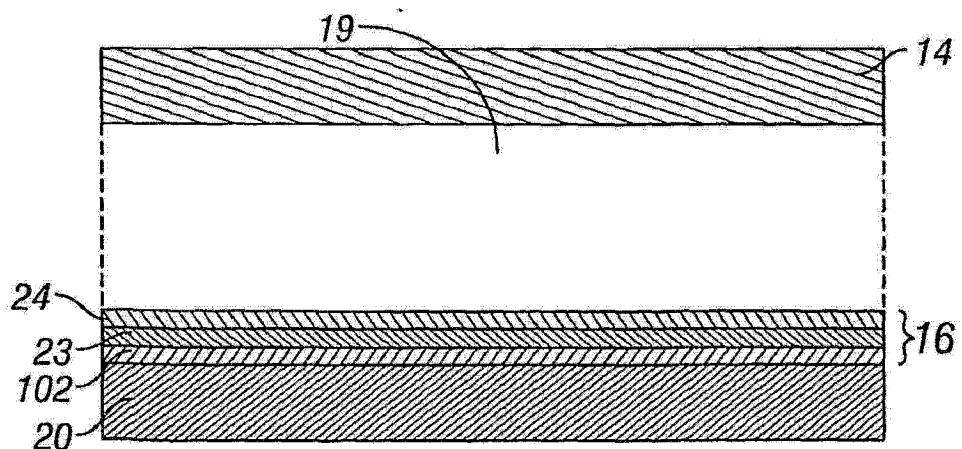


图 11A

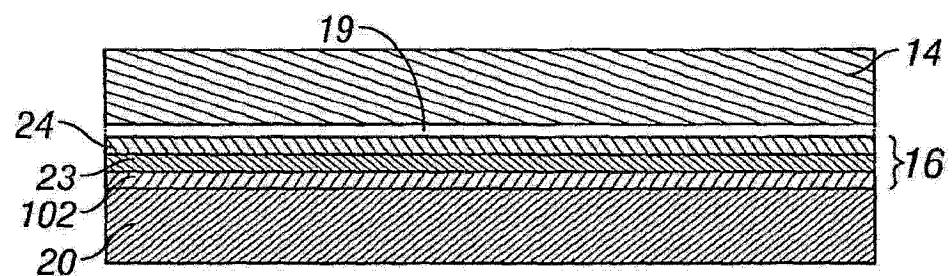


图 11B

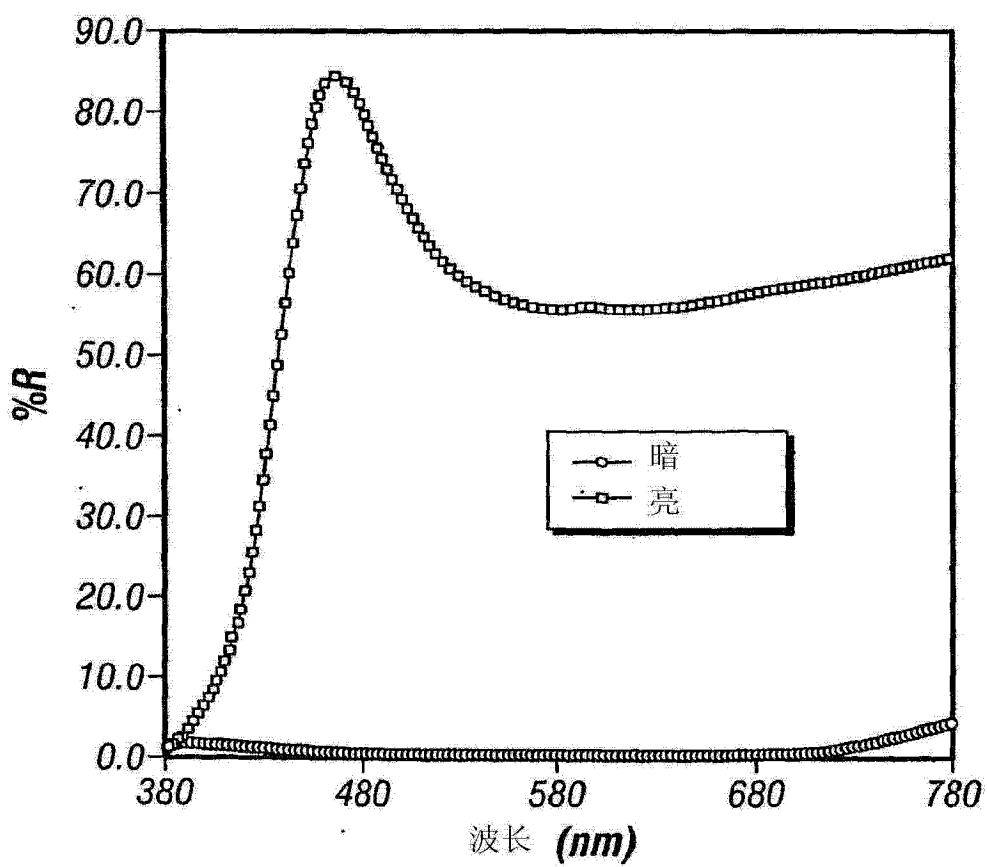


图 12

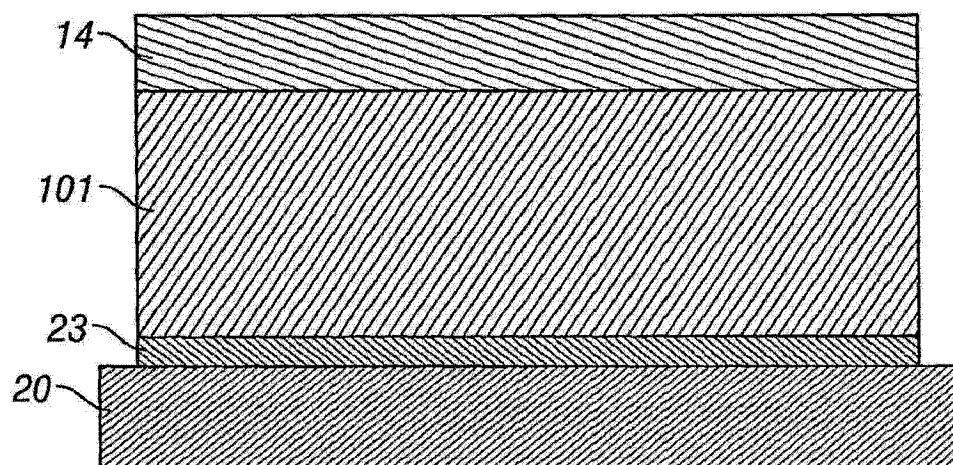


图 13A

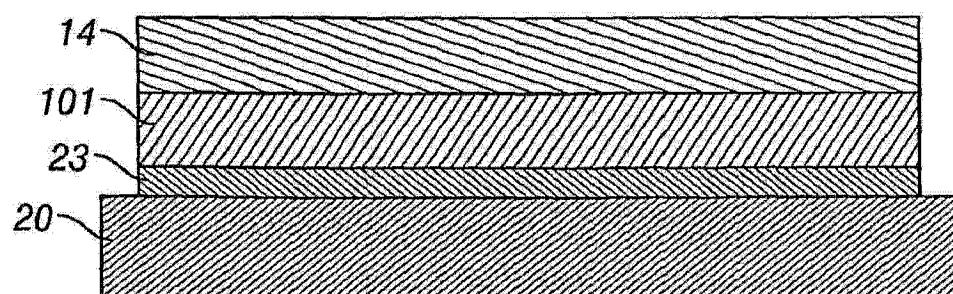


图 13B

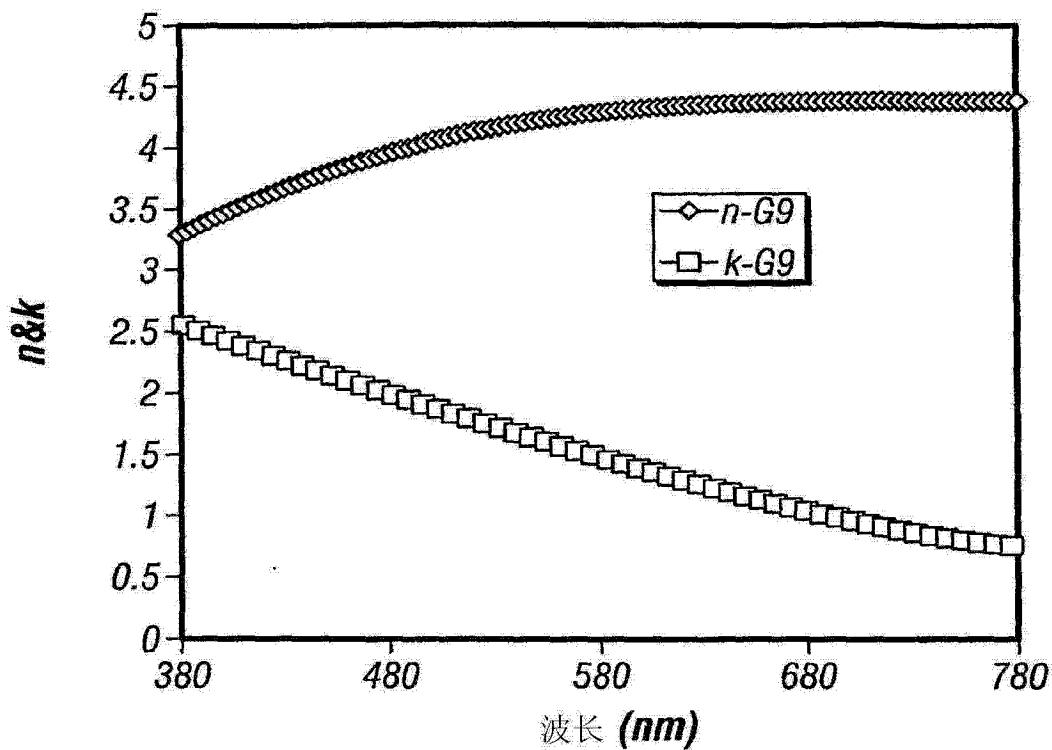


图 14

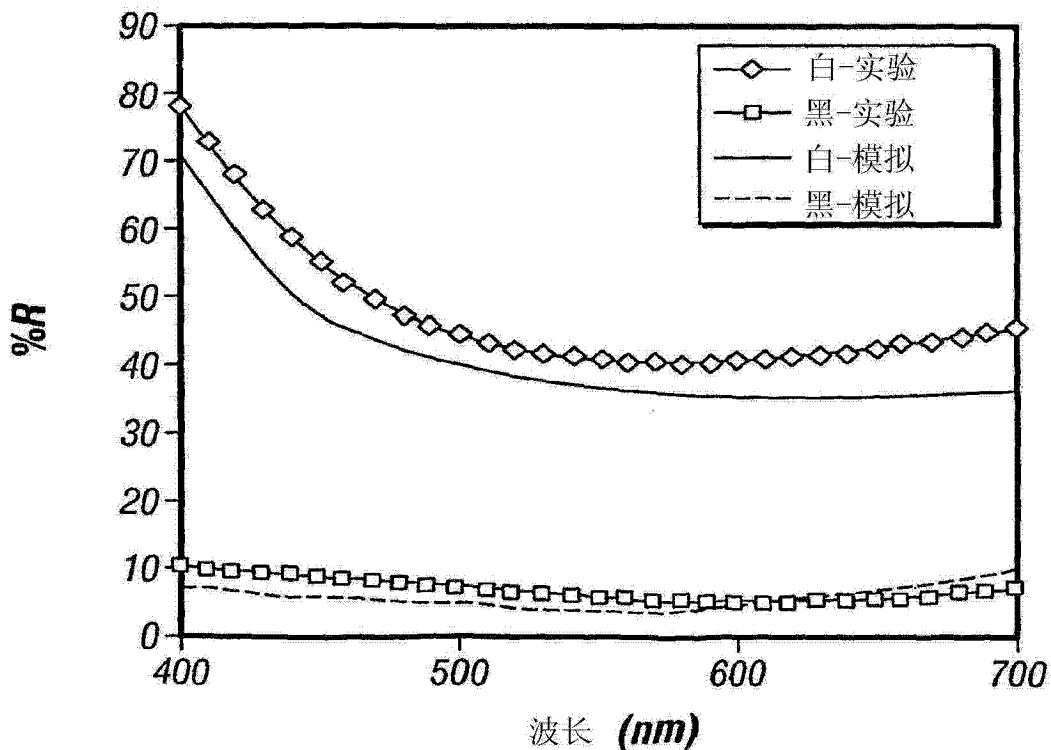


图 15

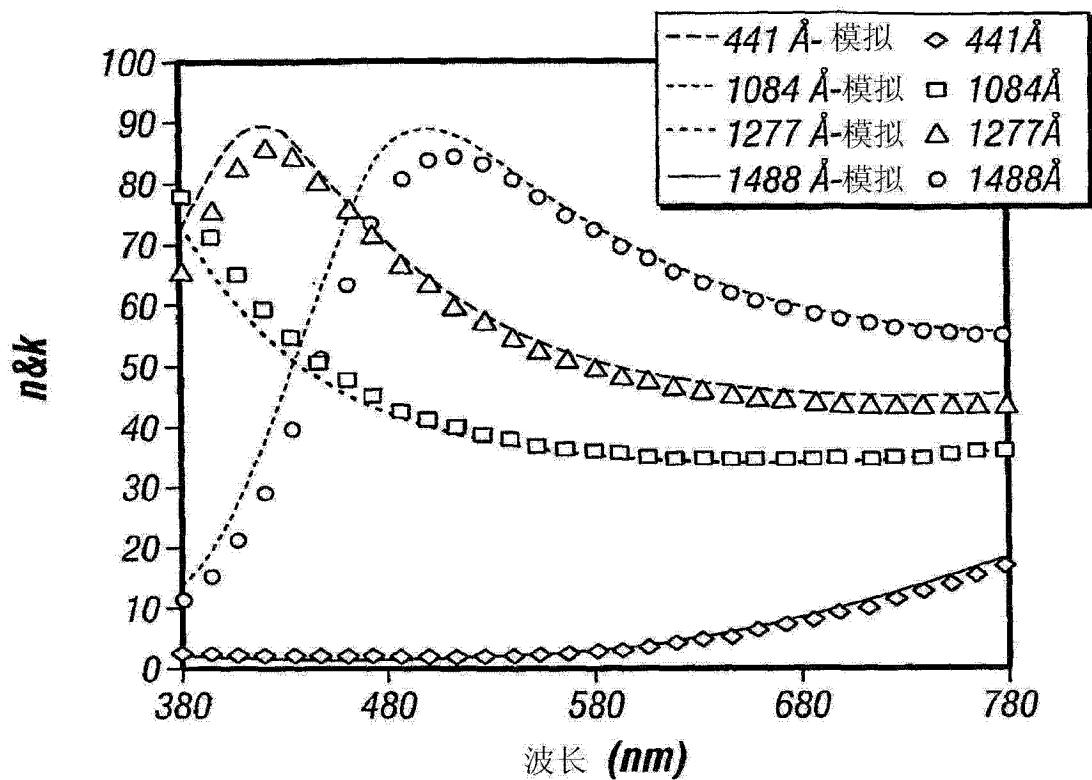


图 16

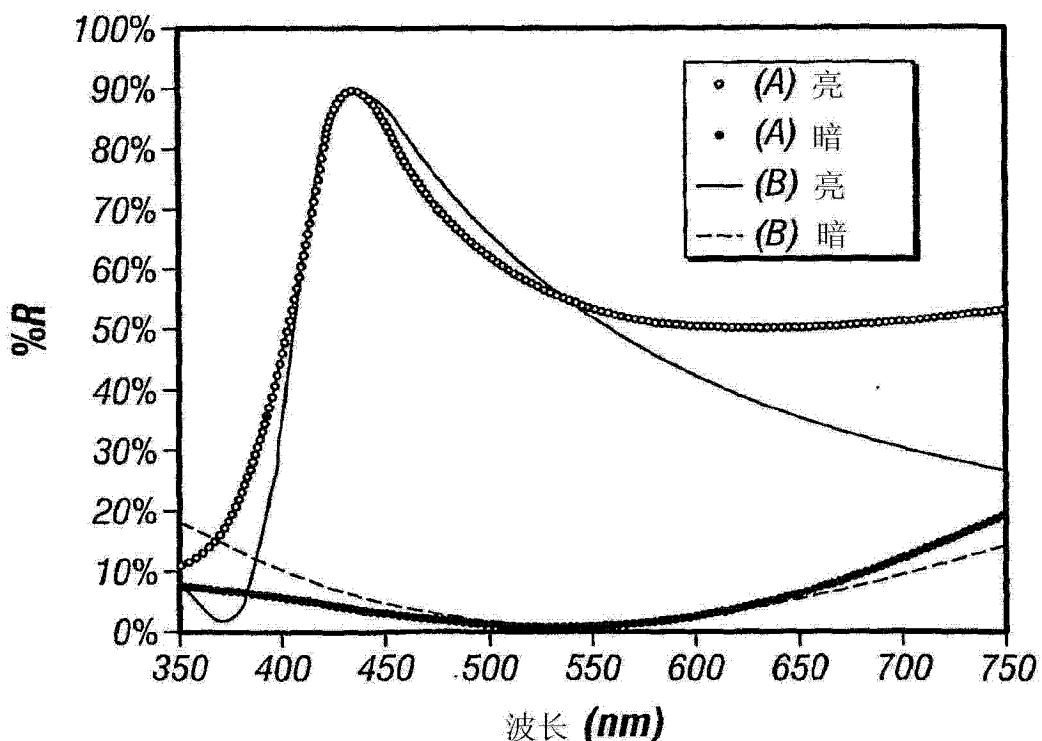


图 17

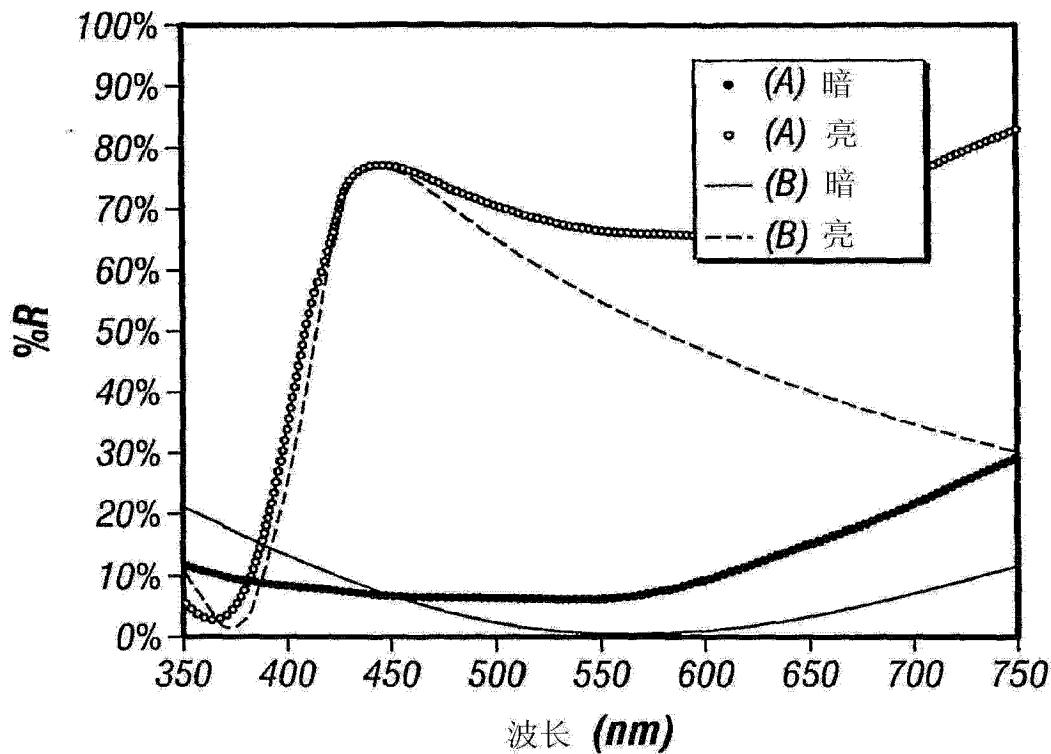


图 18

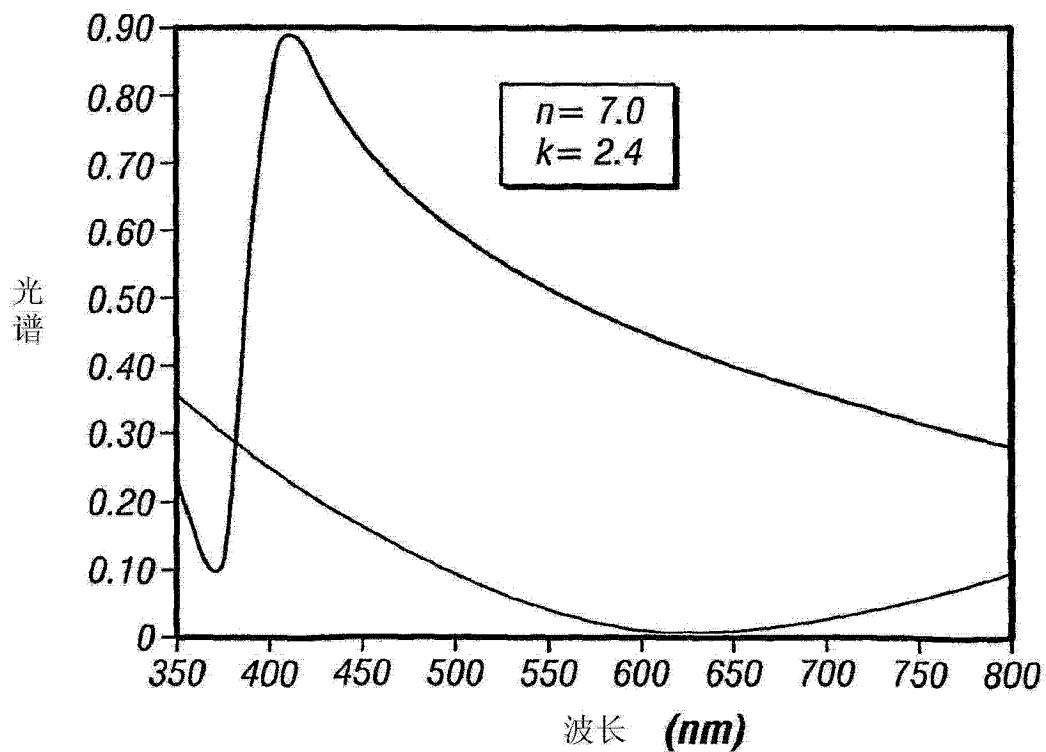


图 19

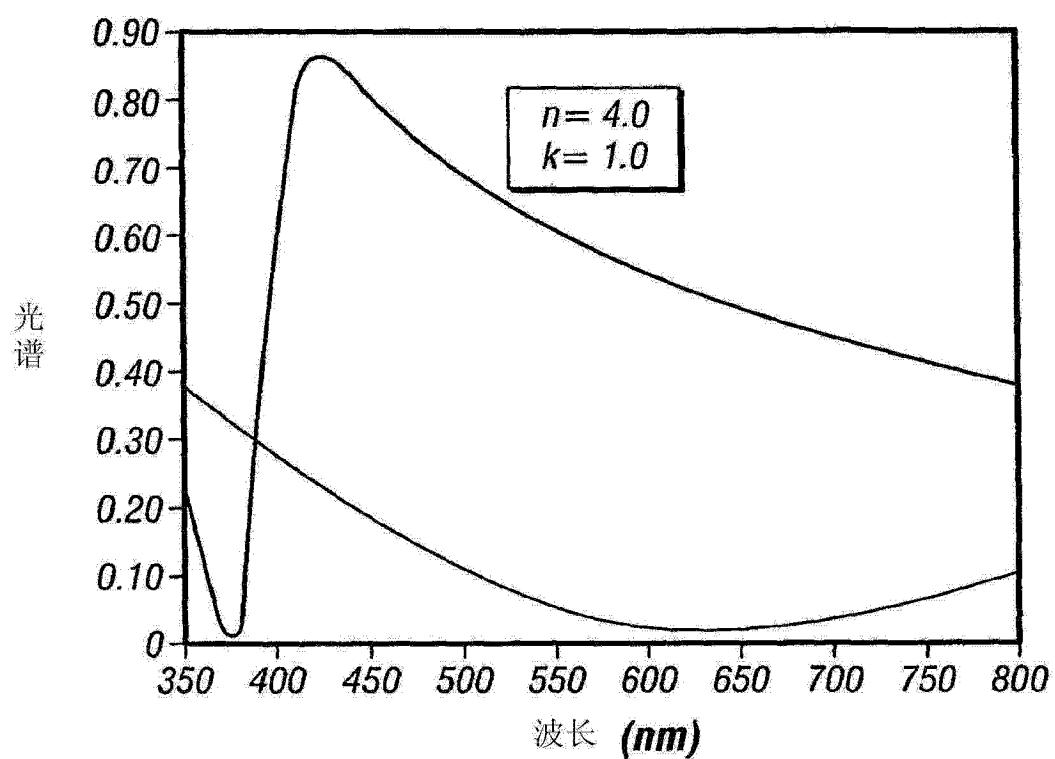


图 20