



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115079514 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 07

(21) 申请号 202210838277.6

(22) 申请日 2018.10.19

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115079514 A

(43) 申请公布日 2022.09.20

(30) 优先权数据
62/574,826 2017.10.20 US

(62) 分案原申请数据
201880067545.0 2018.10.19

(73) 专利权人 奇跃公司
地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 V·辛格 M·N·米勒 F·Y·徐
S·杨

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

专利代理师 贺月娇 于静

(51) Int.Cl.
G03F 7/00 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
G02B 1/118 (2015.01)

(56) 对比文件
CN 104321693 A, 2015.01.28
WO 2018039271 A1, 2018.03.01
WO 2019079679 A1, 2019.04.25
CN 108474875 A, 2018.08.31
CN 110023234 A, 2019.07.16

审查员 孙艳彬

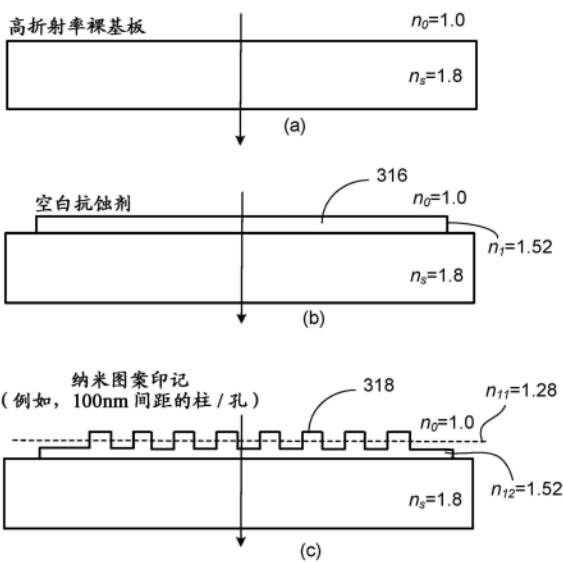
权利要求书8页 说明书11页 附图15页

(54) 发明名称

在压印光刻工艺中配置光学层

(57) 摘要

本发明涉及在压印光刻工艺中配置光学层。一种配置光学层的压印光刻方法包括选择要施加到基板上以改变基板的有效折射率的纳米层的一个或多个参数；以及在基板上压印纳米层以改变基板的有效折射率，使得可透射通过基板的相对光量改变选定的量。



1. 一种方法,包括:

形成第一光学层,其中形成所述第一光学层包括:

在第一基板上压印第一纳米层,以及

沿着所述第一基板形成第一功能图案,使得所述第一纳米层至少部分地包围所述第一功能图案;

形成第二光学层,其中形成所述第二光学层包括:

在第二基板上压印第二纳米层,以及

沿着所述第二基板形成第二功能图案,使得所述第二纳米层至少部分地包围所述第二功能图案;以及

形成第三光学层,其中形成所述第三光学层包括:

在第三基板上压印第三纳米层,以及

沿着所述第三基板形成第三功能图案,使得所述第三纳米层至少部分地包围所述第三功能图案;

其中压印在所述第一基板上的所述第一纳米层确定所述第一基板的第一有效折射率,使得所述第一纳米层增加能够透射通过所述第一基板到达所述第二光学层的第一相对光量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二纳米层确定所述第二基板的第二有效折射率,使得所述第二纳米层增加能够透射通过所述第二基板到达所述第三光学层的第二相对光量。

3. 根据权利要求2所述的方法,进一步包括:

配置所述第一纳米层和所述第二纳米层,使得透射通过所述第一基板和所述第二基板到达所述第三光学层的最终光量等于从源引导到所述第一纳米层的光量减去从所述第一基板反射的第一光量,且减去从所述第二基板反射的第二光量。

4. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

堆叠所述第一光学层、所述第二光学层和所述第三光学层,使得所述第一纳米层、所述第二纳米层和所述第三纳米层重叠。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述第一基板上压印所述第一纳米层包括改变从所述第一基板的表面反射的第一光量。

6. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

选择所述第一纳米层、所述第二纳米层或所述第三纳米层中的至少一者的形状、尺寸和材料配方中的一者或多者。

7. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括以下至少一者:

在所述第一基板上压印平坦纳米印记,

在所述第一基板上压印特征化纳米印记,或

在所述第一基板上压印一个或多个抗反射 (AR) 特征。

8. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述第一基板上形成柱。

9. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述第一基板上形成孔。

10. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述第一基板上形成连续光栅或不连续光栅中的至少一者。

11. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
在所述第一基板的第一侧上形成所述第一功能图案;以及
沿着所述第一基板的所述第一侧或与所述第一基板的所述第一侧相反的所述第一基板的第二侧中的至少一者压印所述第一纳米层。
12. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
向所述第一基板施加膜涂层;以及
在所述膜涂层顶上压印所述第一纳米层。
13. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
使能够透射通过所述第一基板的所述第一相对光量改变0.5%至15%。
14. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:
在所述第一纳米层顶上压印第四纳米层,
其中,所述第四纳米层改变能够透射通过所述第一基板到达所述第二光学层的所述第一相对光量。
15. 一种光学层,包括:
基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;
一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;
一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上并邻接该至少一者,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,
其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上并邻接所述基板的所述第一侧的第一抗反射纳米层,
其中,所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述一个或多个功能图案中的至少一些而不与所述一个或多个功能层重叠。
16. 根据权利要求15所述的光学层,其中,所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述一个或多个功能图案的子集。
17. 根据权利要求15所述的光学层,其中,所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述一个或多个功能图案中的每一个功能图案。
18. 根据权利要求15所述的光学层,其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的第二抗反射纳米层。
19. 根据权利要求18所述的光学层,其中,所述第二抗反射纳米层邻接所述基板的所述第二侧。
20. 根据权利要求15所述的光学层,其中,在所述基板的所述第二侧上不存在抗反射纳米层。
21. 一种光学层,包括:
基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;
一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;
一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的第一抗反射纳米层;以及

膜涂层,其设置在所述基板的所述第二侧和所述第一抗反射纳米层之间。

22. 一种光学层,包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;

一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的第一抗反射纳米层;以及

其中,所述一个或多个功能图案包括设置在所述基板的所述第一侧上的多个衍射光栅,以及

其中,所述第一抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个纳米压印光栅。

23. 根据权利要求22所述的光学层,其中,所述多个衍射光栅和所述第一抗反射纳米层中的每一者沿着共同方向延伸。

24. 根据权利要求22所述的光学层,其中,所述多个衍射光栅中的每一个沿着第一方向延伸,并且其中,所述第一抗反射纳米层沿着不同于所述第一方向的第二方向延伸。

25. 一种光学层,包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;

一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个功能图案包括第一功能图案、第二功能图案和第三功能图案,以及

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的第一抗反射纳米层,以及

其中,所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第一功能图案、所述第二功能图案和所述第三功能图案中的每一者。

26. 一种光学层,包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;

一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个功能图案包括第一功能图案、第二功能图案和第三功能图案,以及

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的第一抗反射纳米层和第二抗反射纳米层,

其中,所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第一功能图案,以及

其中,所述第二抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第二功能图案。

27.一种光学层,包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

一个或多个功能图案,其设置在所述基板的所述第一侧上;

一个或多个抗反射纳米层,其设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上并邻接该至少一者,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括:

第一抗反射纳米层,其邻接所述基板的所述第一侧,以及

第二抗反射纳米层,其邻接所述第一抗反射纳米层,

其中,所述第一抗反射纳米层包括具有第一折射率的第一材料,其中,所述第二抗反射纳米层包括具有第二折射率的第二材料,其中,所述基板包括具有第三折射率的第三材料,

其中,所述第一折射率大于所述第二折射率,以及

其中,所述第三折射率大于所述第一折射率。

28.一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;以及

将一个或多个抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上并邻接该至少一者,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上并邻接所述基板的所述第一侧的第一抗反射纳米层,

其中,所述第一抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧上,使得所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述一个或多个功能图案中的至少一些而不与所述一个或多个功能层重叠。

29.一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;

在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上设置一个或多个抗反射纳米层,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的第一抗反射纳米层;以及

在所述基板的所述第二侧和所述第一抗反射纳米层之间设置膜涂层。

30.一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;

在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上设置一个或多个抗反射纳米层,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的第一抗反射纳米层,

其中,所述一个或多个功能图案包括设置在所述基板的所述第一侧上的多个衍射光栅,以及

其中,所述第一抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个纳米压印光栅。

31.一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;

在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上设置一个或多个抗反射纳米层,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个功能图案包括第一功能图案、第二功能图案和第三功能图案,以及

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的第一抗反射纳米层,以及

其中,所述第一抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧上,使得所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第一功能图案、所述第二功能图案和所述第三功能图案中的每一者。

32.一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;

在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上设置一个或多个抗反射纳米层,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中,所述一个或多个功能图案包括第一功能图案、第二功能图案和第三功能图案,以及

其中,所述一个或多个抗反射纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的第一抗反射纳米层和第二抗反射纳米层,

其中,所述第一抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧上,使得所述第一抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第一功能图案,以及

其中,所述第二抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧上,使得所述第二抗反射纳米层沿着所述基板的所述第一侧至少部分地围绕所述第二功能图案。

33. 一种制造光学层的方法,所述方法包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置一个或多个功能图案;

将一个或多个抗反射纳米层设置在所述基板的所述第一侧或所述基板的所述第二侧中的至少一者上并邻接该至少一者,其中,所述一个或多个纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述一个或多个纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量,

其中设置所述一个或多个抗反射纳米层包括:

设置第一抗反射纳米层,使得所述第一抗反射纳米层邻接所述基板的所述第一侧,以及

设置第二抗反射纳米层,使得所述第二抗反射纳米层邻接所述第一抗反射纳米层,

其中,所述第一抗反射纳米层包括具有第一折射率的第一材料,其中,所述第二抗反射纳米层包括具有第二折射率的第二材料,其中,所述基板包括具有第三折射率的第三材料,

其中,所述第一折射率大于所述第二折射率,以及

其中,所述第三折射率大于所述第一折射率。

34. 一种光学层,包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

第一层,其设置在所述基板的所述第一侧上,所述第一层是压印纳米层,所述压印纳米层被构造为抗反射层并且具有与所述基板的折射率不同的有效折射率,所述压印纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的多个纳米压印光栅;

第二层,其设置在所述基板的所述第二侧上,所述第二层包括压印在所述第二层的表面上的功能图案,所述功能图案的结构不同于所述压印纳米层,所述功能图案包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个衍射光栅,

其中不存在设置在所述基板的所述第二侧上的抗反射纳米层。

35. 根据权利要求34所述的光学层,其中,所述压印纳米层直接压印在所述基板的所述第一侧上。

36. 根据权利要求34所述的光学层,其中,在所述基板的所述第一侧上不存在膜涂层。

37. 根据权利要求34所述的光学层,其中,所述多个纳米压印光栅沿着所述基板的所述第一侧在第一方向上延伸,并且

其中,所述多个衍射光栅沿着所述基板的所述第二侧在所述第一方向上延伸。

38. 根据权利要求34所述的光学层,其中,所述多个纳米压印光栅沿着所述基板的所述第一侧在第一方向上延伸,

其中,所述多个衍射光栅沿着所述基板的所述第二侧在第二方向上延伸,并且

其中,所述第一方向与所述第二方向正交。

39. 一种系统,包括:

在堆叠中布置的多个光学层,

其中,所述光学层中的每一个包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

第一层,其设置在所述基板的所述第一侧上,所述第一层是压印纳米层,所述压印纳米层被构造为抗反射层并且具有与所述基板的折射率不同的有效折射率,所述压印纳米层包

括设置在所述基板的所述第一侧上的多个纳米压印光栅；

第二层,其设置在所述基板的所述第二侧上,所述第二层包括压印在所述第二层的表面上的功能图案,所述功能图案的结构不同于所述压印纳米层,所述功能图案包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个衍射光栅,

其中,不存在设置在所述基板的所述第二侧上的抗反射纳米层。

40.根据权利要求39所述的系统,其中,所述光学层中的每一个被配置为接收来自光源的光,并将所接收的光的至少一部分投射到用户的眼睛。

41.根据权利要求39所述的系统,其中,所述光学层中的每一个被配置为接收环境光并将所接收的环境光的至少一部分透射到用户的眼睛。

42.根据权利要求39所述的系统,其中,所述系统包括在所述堆叠中布置的所述光学层中的六个光学层。

43.根据权利要求42所述的系统,其中,所述多个光学层包括:

第一光学层和第二光学层,其对应于第一颜色,

第三光学层和第四光学层,其对应于与所述第一颜色不同的第二颜色,以及

第五光学层和第六光学层,其对应于与所述第一颜色和所述第二颜色不同的第三颜色。

44.根据权利要求43所述的系统,其中,所述第一光学层、所述第二光学层、所述第三光学层、所述第四光学层、所述第五光学层和所述第六光学层被顺序地布置在所述堆叠中。

45.根据权利要求44所述的系统,其中,所述第一颜色、所述第二颜色和所述第三颜色中的每一者选自红色、绿色和蓝色。

46.一种方法,包括:

提供具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧的基板;

在所述基板的所述第一侧上设置第一层,所述第一层是压印纳米层,所述压印纳米层被构造为抗反射层并且具有与所述基板的折射率不同的有效折射率,所述压印纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的多个纳米压印光栅;

在所述基板的所述第二侧上设置第二层,所述第二层包括压印在所述第二层的表面上的功能图案,所述功能图案的结构不同于所述压印纳米层,所述功能图案包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个衍射光栅;以及

避免在所述基板的所述第二侧上设置抗反射纳米层。

47.根据权利要求46所述的方法,其中,在所述基板的所述第一侧上设置所述第一层包括将所述纳米层直接压印在所述基板的所述第一侧上。

48.根据权利要求46所述的方法,还包括:

避免在所述基板的所述第一侧上设置膜涂层。

49.根据权利要求46所述的方法,其中,所述多个纳米压印光栅沿着所述基板的所述第一侧在第一方向上延伸,并且

其中,所述多个衍射光栅沿着所述基板的所述第二侧在所述第一方向上延伸。

50.根据权利要求46所述的方法,其中,所述多个纳米压印光栅沿着所述基板的所述第一侧在第一方向上延伸,

其中,所述多个衍射光栅沿着所述基板的所述第二侧在第二方向上延伸,并且

其中,所述第一方向与所述第二方向正交。

51.一种方法,包括:

获得多个光学层,其中,所述光学层中的每一个包括:

基板,其具有第一侧和与所述第一侧相反的第二侧;

第一层,其设置在所述基板的所述第一侧上,所述第一层是压印纳米层,所述压印纳米层被构造为抗反射层并且具有与所述基板的折射率不同的有效折射率,所述压印纳米层包括设置在所述基板的所述第一侧上的多个纳米压印光栅;

第二层,其设置在所述基板的所述第二侧上,所述第二层包括压印在所述第二层的表面上的功能图案,所述功能图案的结构不同于所述压印纳米层,其中,不存在设置在所述基板的所述第二侧上的抗反射纳米层,所述功能图案包括设置在所述基板的所述第二侧上的多个衍射光栅;以及

在堆叠中布置所述多个光学层。

52.根据权利要求51所述的方法,还包括:

将所述光学层中的每一个配置为接收来自光源的光并将所接收的光的至少一部分投射到用户的眼睛。

53.根据权利要求51所述的方法,还包括:

将所述光学层中的每一个配置为接收环境光并将所接收的环境光的至少一部分透射到用户的眼睛。

54.根据权利要求51所述的方法,其中,在所述堆叠中布置所述多个光学层包括在所述堆叠中布置所述光学层中的六个光学层。

55.根据权利要求54所述的方法,其中,所述多个光学层包括:

第一光学层和第二光学层,其对应于第一颜色,

第三光学层和第四光学层,其对应于与所述第一颜色不同的第二颜色,以及

第五光学层和第六光学层,其对应于与所述第一颜色和所述第二颜色不同的第三颜色。

56.根据权利要求55所述的方法,其中,在所述堆叠中布置所述多个光学层包括在所述堆叠中顺序地布置所述第一光学层、所述第二光学层、所述第三光学层、所述第四光学层、所述第五光学层和所述第六光学层。

57.根据权利要求56所述的方法,其中,所述第一颜色、所述第二颜色和所述第三颜色中的每一者选自红色、绿色和蓝色。

在压印光刻工艺中配置光学层

[0001] 本申请是申请日为2018年10月19日、PCT国际申请号为PCT/US2018/056644、中国国家阶段申请号为201880067545.0、发明名称为“在压印光刻工艺中配置光学层”的申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2017年10月20日提交的序列号为62/574,826的美国临时申请的提交日的权益。序列号为62/574,826的美国申请的全部内容在此通过引用并入本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及在压印光刻(imprint lithography)工艺中配置光学层,更具体地说,涉及在基板上形成抗反射特征以调节通过基板的光透射。

背景技术

[0005] 纳米制造(例如,纳米压印光刻)是具有100纳米或更小数量级的特征的极小结构的制造。其中纳米制造已产生重大影响的一种应用是集成电路的加工。半导体加工工业不断努力提高产量,同时增加在基板的每单位面积上形成于基板上的电路的数量。为此,纳米制造对于实现半导体加工工业中的期望结果变得越来越重要。纳米制造提供了更大的工艺控制能力,同时允许形成于基板上的结构的最小特征尺寸的持续减小。已采用纳米制造的其它发展领域包括生物技术、光学技术、机械系统等。在一些示例中,纳米制造包括制造被组装而形成光学器件的基板上的结构。

发明内容

[0006] 本发明涉及这样一种认识:即,在基板上压印某些类型的纳米级特征可以显著改善通过基板的光(例如,源光和世界侧光)的透射。例如,抗反射(AR)图案可以由纳米级柱、纳米级孔和纳米级光栅形成,它们使基板处的光反射损耗减少,从而增加通过基板的光透射。根据纳米级特征的尺寸、形状、纵横比和间距,可以使用折射率在1.49至1.74之间变化的图案化聚合物膜将通过基板的光透射调节至所需水平。在这方面,形成在基板上的AR图案也可以为基板提供新的有效折射率。可以将这样的特征压印在小于150nm厚度的超薄膜内,从而节省材料使用,并进一步允许使用在玻璃基板上使用薄压印层的堆叠波导。被压印的纳米级特征的总间距和尺寸小于300nm,从而当光传播通过多色波导堆叠中的每一层时,纳米级特征不会引起不想要的衍射或光散射。这种压印的纳米级特征还可以提高通过每个层的世界侧光的透射,从而增强通过用户的眼睛(例如,瞳孔)观察到的世界侧对象。这样的纳米级特征还可以充当波导图案几何结构的边缘周围的伪(dummy)填充区域,从而与通过图案化区域固化到空白的(blank)未图案化区域相比,能够在抗蚀剂流体通过图案化区域固化到另一图案化区域之前进行平滑的过渡。这些纳米级特征被压印为具有小于100nm的极薄残留层厚度,这允许图案转印到任何下伏(underlying)材料层中或直接转印到基板中,从而增强该层或仅裸基板本身的抗反射特性。

[0007] 本发明的一方面以一种配置光学层的压印光刻方法为特征。所述压印光刻方法包括选择要施加到基板上以改变所述基板的有效折射率的纳米层的一个或多个参数;以及在所述基板上压印所述纳米层以改变所述基板的有效折射率,使得能够透射通过所述基板的相对光量改变选定的量。

[0008] 在一些实施例中,所述相对光量是第一相对光量,并且在所述基板上压印所述纳米层以改变所述基板的有效折射率包括改变从所述基板的表面反射的第二相对光量。

[0009] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括选择所述纳米层的形状、尺寸和材料配方中的一者或多者。

[0010] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上压印平坦纳米印记。

[0011] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上压印特征化纳米印记。

[0012] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上压印一个或多个抗反射(AR)特征。

[0013] 在某些实施例中,所述一个或多个AR特征具有在约10nm至约300nm的范围内的

高度。

[0014] 在一些实施例中,所述一个或多个AR特征具有在约10nm至约150nm的范围内的宽度。

[0015] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括以在约20nm至约200nm范围内的间距分布所述一个或多个AR特征。

[0016] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上形成柱。

[0017] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上形成孔。

[0018] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上形成连续光栅和不连续光栅中的一者或全部两者。

[0019] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板的第一侧上形成功能图案;以及沿着所述基板的所述第一侧和与所述基板的第一侧相反的所述基板的第二侧中的一者或全部两者压印所述纳米层。

[0020] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括沿着相对于所述功能图案的特定方向形成所述纳米层的AR特征的阵列。

[0021] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上形成所述纳米层的所述AR特征,以基于光传播方向改变所述基板的有效折射率,使得透射通过所述基板的光改变所述选定的量。

[0022] 在一些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括在所述基板上施加膜涂层,以及在所述膜涂层顶上压印所述纳米层。

[0023] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括使能够透射通过所述基板的相对光量改变约0.5%至约15%。

[0024] 在一些实施例中,所述纳米层是第一纳米层,并且所述压印光刻方法进一步包括在所述第一纳米层顶上压印第二纳米层。

[0025] 在某些实施例中,所述压印光刻方法进一步包括基于所述第一纳米层将所述有效

折射率改变为第一值,以及基于所述第二纳米层将所述有效折射率改变为第二值。

[0026] 本发明的另一方面以一种光学层为特征,所述光学层包括基板以及压印在所述基板上的纳米层,所述纳米层确定所述基板的有效折射率,使得所述纳米层影响能够透射通过所述基板的相对光量。

[0027] 本发明的另一方面以一种光学器件为特征,所述光学器件包括第一光学层和第二光学层。所述第一光学层包括第一基板以及压印在所述第一基板上的纳米层。所述第二光学层包括第二基板以及沿着所述第二基板设置的功能图案。压印在所述第一基板上的所述纳米层确定所述第一基板的有效折射率,使得所述纳米层增加能够透射通过所述第一基板到达所述第二光学层的相对光量。

[0028] 在一些实施例中,沿着所述第二基板设置的所述功能图案是第一功能图案,并且所述光学器件进一步包括第三光学层,所述第三光学层包括第三基板以及沿着所述第三基板设置的第二功能图案。

[0029] 在某些实施例中,压印在所述第一基板上的所述纳米层是第一纳米层,所述第一基板的有效折射率是第一折射率,所述相对光量是第一相对光量,并且所述第二光学层包括压印在所述第二基板上的第二纳米层,所述第二纳米层确定所述第二基板的第二有效折射率,使得所述第二纳米层增加能够透射通过所述第二基板到达所述第三光学层的第二相对光量。

[0030] 在一些实施例中,所述第一纳米层和所述第二纳米层被配置为使得:透射通过所述第一基板和所述第二基板到达所述第三光学层的最终光量约等于从光源引导到所述第一纳米层的光量减去从所述第一基板反射的第一光量,再减去从所述第二基板反射的第二光量。

[0031] 本发明的一个或多个实施例的细节在附图和以下描述中阐述。通过说明书、附图和权利要求书,本发明的其它特征、方面和优点将显而易见。

附图说明

[0032] 图1是压印光刻系统的图。

[0033] 图2是由图1的压印光刻系统形成的图案化层的图。

[0034] 图3是光学层的俯视图。

[0035] 图4是图3的光学层的侧视图。

[0036] 图5是光学层的俯视图。

[0037] 图6是光学层的俯视图。

[0038] 图7是光学层的侧视图。

[0039] 图8是光学层的侧视图。

[0040] 图9是光学层的侧视图。

[0041] 图10提供了示出各种抗反射 (AR) 特征的侧视图的SEM图像 (a) - (d)。

[0042] 图11是示出直接施加到基板顶上的纳米图案的效果的图。

[0043] 图12是示出将特征化纳米图案堆叠在基板顶上的效果的图。

[0044] 图13是在对基板应用各种处理的情况下通过基板的光透射的图。

[0045] 图14是示出与基板上功能图案的衍射光栅的方向相比,具有在相同方向 (a) 和垂

直方向 (b) 上施加有纳米压印光栅的基板的图。

- [0046] 图15是在对基板应用各种处理的情况下透射通过基板的光的曲线图。
- [0047] 图16是在对WGP基板应用各种处理的情况下透射通过WGP基板的光的曲线图。
- [0048] 图17是用于各种基板处理的折射率的曲线图。
- [0049] 图18是示出通过多层光学器件的光透射的图。
- [0050] 图19是示出指向包括非压印AR膜的波导目镜的多个层的光源的图。
- [0051] 图20是示出指向包括压印AR纳米层的波导目镜的多个层的光源的图。
- [0052] 图21是用于在压印光刻工艺中配置光学层的示例方法的流程图。
- [0053] 在各个附图中相同的参考标号指示相同的元件。
- [0054] 在一些示例中,附图中所示的图示可能未按比例绘制。

具体实施方式

[0055] 下面描述用于配置光学层的压印光刻工艺。压印光刻工艺涉及在基板上形成纳米级表面浮雕图案抗反射 (AR) 印记。这种AR印记用于在不同程度上增加通过基板的光透射,具体取决于AR印记的各种几何特性。

[0056] 图1示出了压印光刻系统100,该系统可通过操作在基板101 (例如,晶片)的顶表面103上形成浮雕图案。压印光刻系统100包括:支撑和输送基板101的支撑组件102;在基板101的顶表面103上形成浮雕图案的压印组件104;在基板101的顶表面103上沉积可聚合物质的流体分配器106;以及将基板101放置在支撑组件102上的机械手 (robot) 108。压印光刻系统100还包括一个或多个处理器128,处理器可以运行存储在存储器中的计算机可读程序,与支撑组件102、压印组件104、流体分配器106和机械手108通信,并且被编程为控制支撑组件102、压印组件104、流体分配器106和机械手108。

[0057] 基板101是基本平面的薄片,通常由包括以下项的一种或多种材料制成:硅、二氧化硅、二氧化钛、二氧化锆、氧化铝、蓝宝石、锗、砷化镓 (GaAs)、硅锗合金、磷化铟 (InP) 或其它示例材料。基板101通常具有大致圆形或矩形的形状。基板101通常具有在约50mm至约200mm的范围内 (例如,约65mm、约150mm或约200mm) 的直径或在约50mm至约200mm的范围内 (例如,约65mm、约150mm或约200mm) 的长度和宽度。基板101通常具有在约0.2mm至约1.0mm的范围内的厚度。基板101的厚度在整个基板101上基本均匀 (例如,恒定)。浮雕图案在基板101的顶表面103上形成为可聚物质的一组结构特征 (例如,凸起和凹陷),下文将对此进行详细讨论。

[0058] 支撑组件102包括:支撑并固定基板101的卡盘 (chuck) 110;支撑卡盘110的空气轴承112;以及支撑空气轴承112的底座114。底座114位于固定位置,而空气轴承112可沿最多三个方向 (例如,x、y和z方向) 移动,以将卡盘110 (例如,在一些情况下,承载基板101) 输送到机械手108、流体分配器106和压印组件104,以及从机械手108、流体分配器106和压印组件104输送卡盘110。在一些实施例中,卡盘110是真空卡盘、销式卡盘、凹槽式卡盘、电磁卡盘或其它类型的卡盘。

[0059] 仍然参考图1,压印组件104包括柔性模板116,柔性模板116具有限定原始图案的图案化表面,通过该原始图案在基板101的顶表面103上互补地形成浮雕图案。因此,柔性模板116的图案化表面包括结构特征,例如凸起和凹陷。压印组件104还包括各种直径的多个

辊118、120、122,这些辊旋转而允许柔性模板116的一个或多个部分在压印光刻系统100的处理区域130内沿x方向移动,从而使得柔性模板116的选定部分沿着处理区域130与基板101对准(例如,重叠)。辊118、120、122中的一个或多个单独地或一起沿着垂直方向(例如,z方向)可移动,以改变柔性模板116在压印组件104的处理区域130中的竖直位置。因此,柔性模板116可以在处理区域130中向下推到基板101上,以在基板101顶上形成印记。辊118、120、122的布置和数量可以根据压印光刻系统100的各种设计参数而变化。在一些实施例中,柔性模板116被耦接到真空卡盘、销式卡盘、凹槽式卡盘、电磁卡盘或其它类型的卡盘(例如,被其支撑或固定)。

[0060] 在压印光刻系统100的操作中,柔性模板116和基板101分别通过辊118、120、122和空气轴承112在期望的竖直和横向位置对准。这样的定位在处理区域130内限定柔性模板116和基板101之间的体积124。一旦通过流体分配器106在基板101的顶表面103上沉积可聚物质,便可由可聚物质填充体积124,随后,通过空气轴承112将卡盘110(例如,承载着基板101)106移到处处理区域130。因此,柔性模板116和基板101的顶表面103均可与压印光刻系统100的处理区域130中的可聚物质接触。示例性可聚物质可由一种或多种物质配制而成,所述物质例如丙烯酸异冰片酯、丙烯酸正己酯、二丙烯酸乙二醇酯、2-羟基-2-甲基-1-苯基-丙烷-1-酮、丙烯酸(2-甲基-2-乙基-1,3-二氧戊环-4-基)甲酯、己二醇二丙烯酸酯、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-(4-吗啉基)-1-丙酮、二苯基(2,4,6-三甲基苯甲酰基)-氧化膦、2-羟基-2-甲基-1-苯基-1-丙酮和各种表面活性剂。通过流体分配器106将可聚物质沉积在基板101上的示例技术包括滴注、旋涂、浸涂、缝模、刀刃刮涂、微凹版、丝网印刷、化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)、薄膜沉积、厚膜沉积以及其它技术。在一些示例中,可聚物质以多个液滴的形式沉积在基板101顶上。

[0061] 印刷系统104包括能量源126,该能量源126将能量(例如,宽带紫外辐射)引向处理区域130内基板101顶上的可聚物质。从能量源126发出的能量使可聚物质固化和/或交联,从而形成图案化层,该图案化层与柔性模板116中与处理区域130中的可聚物质接触的部分的形状相符。

[0062] 图2示出了通过压印光刻系统100在基板101上形成的示例图案化层105。图案化层105包括残留层107和多个特征,所述多个特征包括从残留层107延伸的凸起109、以及由相邻的凸起109和残留层107形成的凹陷111。

[0063] 尽管压印光刻系统100被描述并示出为辊对板或板对辊系统,但是也可以使用具有不同配置的压印光刻系统来产生示例图案化层105和下面讨论的示例图案。这样的压印光刻系统可以具有辊对辊或板对板配置。

[0064] 在一些实施例中,对基板(例如,压印光刻系统100的基板101)进行处理(例如,在一面或全部两个面上压印,提供附加特征,和/或切割成形)以形成光学器件的光学层。例如,可将纳米层压印在基板上以增强基板的光学性能,例如增大或减小基板对具有特定波长的光的透射率和/或增强基板的双折射性。示例光学器件包括在显示应用(例如,液晶显示器(LCD)应用)、触摸屏显示应用(例如,触摸传感器)中使用的高透射率(例如,大于42%)和高消光比(ER)(例如,大于1000)的光学膜(例如,线栅偏振器(WGP)膜),并提高从光学膜的任一透射的光强度,例如在可穿戴目镜、光学传感器或光学膜中。

[0065] 图3和图4分别示出了光学层200的俯视图和侧视图,光学层200包括具有上侧204

和下侧206的基板202。光学层200还包括压印在基板202的上侧204上的功能图案208、压印在基板202的上侧204上的AR图案210、设置在基板202的下侧206上的膜涂层212,以及压印在膜涂层212上的AR图案214。基板202可以从较大的基板(例如,基板101)上激光切割而来,并且根据以上关于基板101所述的各种材料配方,被提供作为由一种或多种有机或无机材料制成的透明或半透明的塑料(例如,柔性材料)或玻璃(例如,刚性材料)的层。基板202可以具有约10mm至约150mm(例如,约50mm)的长度、约10mm至约150mm(例如,约50mm)的宽度,以及约0.1mm至约10.0mm(例如,约0.3mm)的厚度。基板202具有在约1.6至约1.9的范围内(例如,约1.8)的相对高的折射率。假设基板202被空气(即 $n=1$)包围,则基板202具有在约80.00%至约95.00%的范围内(例如,约91.84%)的透射率(例如,一部分光入射到基板202上并且穿过基板202),并且因此具有约5.00%至约20.00%(例如,约8.16%)的反射率(例如,该部分光入射到基板202上并且从基板202被反射回去)。

[0066] 功能图案208沿着基板202的内部区域216被压印(例如,经由压印光刻系统100)。功能图案208是由提供光学层200的基本工作功能的多个衍射光栅形成的波导图案。衍射光栅具有在约10nm至约600nm的范围内的尺寸。衍射光栅被配置为投射具有特定范围内的波长的光,并且将虚拟图像聚焦在特定深度平面处。该聚焦光连同投射通过近侧光学层的聚焦光一起在一个或多个深度平面上形成多色虚拟图像。透射光可以是具有在约560nm至约640nm的范围内(例如,约625nm)的波长的红光、具有在约490nm至约570nm的范围内(例如,约530nm)的波长的绿光,或具有在约390nm至约470nm的范围内(例如,约455nm)的波长的蓝光。衍射光栅可以包括一起提供期望光学效果的凸起和凹陷(例如,诸如凸起109和凹陷111)的多种组合和布置。衍射光栅包括耦合光栅(in-coupling grating),并且可以形成正交光瞳扩展器区域和出射光瞳扩展器区域。功能图案208具有约10mm至约150mm的总长度,以及约10mm至约150mm的总宽度。

[0067] 膜涂层212也沿着基板202的内部区域216设置。膜涂层212可以为基板202提供各种特性或功能,例如耐磨性、改善的表面疏水性、颜色过滤和亮度增强。示例膜涂层212包括用于化学阻挡涂层并增加疏水性的基于二氧化锆的硬涂层,以及用于耐磨性的二氧化钛和二氧化硅的硬涂层,并用作基于无机的抗反射膜。可以经由诸如层压、缝模涂布、物理气相沉积、蒸发、溅射和化学气相沉积之类的技术将膜涂层212施加到基板202上。

[0068] AR图案210沿着基板202的内部区域216并且围绕功能图案208压印(例如,经由压印光刻系统100)。AR图案210具有约0.5mm至约150mm的长度,以及约0.5mm至约150mm的宽度。AR图案214在整个膜涂层212上压印(例如,经由压印光刻系统100)。AR图案214具有约0.5mm至约150mm的长度,以及约0.5mm至约150mm的宽度。AR图案210、214包括纳米级AR特征,这些特征可以以各种数量、布置、形状、大小和取向分布在AR图案210、214内的任何地方。AR图案210内的AR特征可以无缝地邻接功能图案208的最近衍射光栅,或被定位为与功能图案208的最近衍射光栅相距至少5 μm 。可以将AR特征的尺寸、布置和形状设计为增加基板202的压印有AR图案210、214的一侧的光透射(例如,减少表面反射)。

[0069] 尽管图3和图4示出了光学层200的特定实施例,但是光学层还可以包括功能图案、AR图案和膜涂层的其它布置。例如,图5示出了包括基板202和光学层200的功能图案208、以及AR图案510的光学层500的俯视图。功能图案208压印在基板202的上侧204顶上,如在光学层200中一样。AR图案510也压印在基板202的上侧204顶上,并且在构造和功能上基本类似

于AR图案210,只是AR图案510跨过内部区域216延伸到基板202的外围边缘218。

[0070] 在另一示例实施例中,图6示出了包括基板202和光学层200的功能图案208、以及AR图案610的光学层600的俯视图。功能图案208压印在基板202的上侧204顶上,与光学层200中一样。AR图案610也压印在基板202的上侧204顶上,并且在结构和功能上基本类似于AR图案210,只是AR图案610被提供作为两个分开的区域640、642,这些分开的区域640、642围绕功能图案208的分开的部分。

[0071] 在另一示例实施例中,图7示出了光学层700的侧视图,光学层700包括基板202、光学层200的功能图案208、以及光学层200的AR图案214,但不包括AR图案210和膜涂层212。在示例光学层700中,AR图案214直接压印在基板202的下侧206上。

[0072] 在另一示例实施例中,图8示出了光学层800的侧视图,光学层800包括基板202、光学层200的功能图案208、光学层200的AR图案210、以及光学层200的膜涂层212,但不包括AR图案214。

[0073] 在另一示例实施例中,图9示出了光学层900的侧视图,光学层900包括基板202、光学层200的功能图案208、光学层200的AR图案210、以及光学层200的AR图案214,但不包括膜涂层212。在示例光学层900中,AR图案214直接压印在基板202的下侧206上。在其它实施例中,光学层可以包括具有未在示例光学层200、500、600、700、800、900中示出的其它形状和/或布置的功能图案和AR图案。

[0074] 图10提供了可以形成AR图案210、214的示例AR特征的扫描电子显微镜(SEM)图像(a)至(d)。例如,SEM图像(a)示出了被形成为诸如柱300之类的独立式孤立凸起的AR特征。柱300的形状可以是圆柱形、多边形棱柱、圆锥形、四面体或截头圆锥形。柱300具有约10nm至约300nm的高度、约10nm至约150nm的宽度、以及小于约200nm的间距(例如,相邻类似元件上对应点之间的距离)。SEM图像(b)示出了被形成为孔302的AR特征。孔302的形状可以是圆柱形、多边形棱柱、圆锥形、四面体或截头圆锥形。孔302具有约10nm至约300nm的深度、约10nm至约150nm的宽度,以及小于约200nm的间距。柱300和孔302可以以六边形密堆积阵列或方形堆积阵列分布。SEM图像(c)示出了被形成为光栅304(例如,长度大于最大宽度和最大高度的细长水平条)的AR特征。在与光栅304的方向正交的平面中,光栅304的横截面形状可以是矩形、截头圆锥形、椭圆形或三角形。光栅304具有约10nm至约300nm的高度、约10nm至约150nm的宽度,以及小于约200nm的间距。SEM图像(d)示出了被形成为不连续的或短的光栅或棒306的AR特征。在与较长尺寸轴的方向正交的平面中,这些特征的横截面形状可以是矩形、截头圆锥形、椭圆形或三角形。特征306具有约10nm至约300nm的高度、约10nm至约150nm的宽度、大于约5 μ m的长度,以及小于约200nm的间距。通常,AR图案210、214的AR特征可以具有在约30nm至约300nm的范围内的范围的高度,可以具有在约20nm至约100nm的范围内的宽度,并且可以以在约50nm至约200nm的范围内的间距分布。

[0075] 图11示出了根据诸如纳米压印光刻、光刻、干法或湿法蚀刻、涂布、剥离或层压之类的工艺而被(例如)直接施加到基板(例如,基板202或用于在压印光刻工艺中形成光学层的另一基板)顶上的AR纳米层的效果。以0度入射角从具有第一折射率 n_0 的第一介质传播到具有第二折射率 n_s 的第二介质的光将根据由等式1给出的反射率R在第一和第二介质的界面处反射,并且根据由等式2给出的透射率T透射通过第二介质(忽略由吸收、散射等造成的损耗)。第一和第二介质之间的中间层的最佳折射率 n_1 可以根据等式3从第一和第二介质的

折射率来近似,以在界面处产生低反射损耗。例如,等式1是具有给定折射率的单一界面(例如,平坦界面)处的反射损耗的一般等式。蚀刻到这种基板中的纳米特征将改变表面的折射率,从而改变反射损耗。因此,在一般估计中,用于减少反射损耗的平坦表面之上的单一层具有由等式3给出的一般折射率。

$$[0076] \quad R_{s-0} = \left| \frac{n_s - n_0}{n_s + n_0} \right|^2 \quad (1)$$

$$[0077] \quad T = 1 - R \quad (2)$$

$$[0078] \quad n_1 = \sqrt{n_0 \cdot n_s} \quad (3)$$

[0079] 例如,如图(a)所示,传播通过空气($n_0=1.0$)并直接入射到基板($n_s=1.8$)上的光的约8.16% ($R_{s-0}=0.0816$)从基板反射,而该入射光的约91.84% ($T=0.9184$)透射到基板。对于传播通过空气并入射到基板上的光,该界面处的中间层的最佳折射率 n_1 为约1.34。

[0080] 如图(b)所示,将厚度小于100nm、体折射率为1.52 ($n=1.52$)的平坦纳米印记316施加到基板上导致第一入射光量(即4.26%)在空气和平坦纳米印记16之间的界面处被反射,并导致第二入射光量(即0.71%)在平坦纳米印记316和基板之间的界面处被反射。可以对反射的光量求和,得到4.97%的光反射损耗总量。因此,传播通过材料316的光首先需要该空气-材料界面处的折射率为约1.23,而且,将平坦纳米印记316施加到基板上已经降低了反射率并使基板的透射率增加了3.19%。如图(c)所示,将特征化纳米印记318(例如, $n=1.25$)施加到基板上导致第一入射光量(即1.23%)在空气和特征化纳米印记318之间的界面处被反射,并且导致第二入射光量(即0.65%)在特征化纳米印记318和基板之间的界面处被反射。可以对反射的光量求和,得到1.89%的光反射损耗总量。因此,将特征化纳米压印层318施加到基板上已经降低了反射率并使基板的透射率增加了约3%。通常,AR特征(诸如特征化纳米印记318的那些AR特征)具有与空气的界面,该界面具有在约1.24至约1.34的范围内的折射率。

[0081] 表1描述了各种膜堆叠架构的膜-空气界面的测量折射率以及在590nm波长处的改善的透射率,这些膜堆叠架构包括纳米特征AR图案。例如,与裸玻璃表面到空气的界面相比,折射率为1.78的透明玻璃基板上的厚度为100nm、材料折射率为1.52的空白膜将通过该界面的透射提高了4.25%。与折射率为1.78的裸玻璃相比,当使用具有类似的100nm厚度的较高折射率1.65(而非1.52的折射率)的空白膜时,反射损耗较高,并且净提高较低,为1.96%。然而,与裸玻璃-空气界面相比,当膜以最低折射率位于顶部面对空气,最高折射率1.65位于折射率为1.78的玻璃界面的方式堆叠时,反射损耗较低,并且透射率提高了5.09%。如果用这些材料折射率制备纳米特征以将有效折射率降低到更佳水平,则可以得到极大的改善。

[0082] 通过采用具有极薄(<50nm)残留层厚度的方形阵列的纳米特征(诸如宽度为50nm,高度为100nm,间距为100nm的柱)图案化单一材料(折射率为1.52)(针对具有相同材料的纳米特征使材料膜互连),纳米特征材料-空气界面处的有效折射率现在变为1.28,与裸玻璃-空气界面相比,透射进一步提高了7.71%。类似地,如果材料折射率为1.65,则纳米特征材料-空气界面处的该有效折射率现在变为1.32,从而与裸玻璃-空气界面相比,透射提高了7.02%。此类实施例在图12中示出,其中低折射率材料(例如1.52)AR纳米特征318a压印在

与高折射率玻璃1.78的表面齐平的较高折射率材料(例如1.65)AR纳米特征318b上。

[0083]	基板上方纳米膜结构层的描述	暴露于空气 (n=1) 的表面的 测量折射率	590nm 处的透 射率	与裸基板 相比的透 射提高%
	300 μ m 厚的高折射率裸基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层	NA	91.91%	--
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 该基板上具有 100nm 厚的空白压印膜 (n=1.52)	1.52	95.82%	4.25%
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 该基板上具有 100nm 厚的空白压印膜 (n=1.65)	1.65	93.71%	1.96%
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 该基板上具有 100nm 厚的空白压印膜 (n=1.65) 和其上方的 100nm 厚的空白压印膜 (n=1.52)	1.52 (压印在 1.65 上方)	96.59%	5.09%
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 在该基板上具有使用 n=1.52 材料的间距为 100nm、直径为 50nm 的柱压印几何结构	1.28 (使用 1.52 材料)	99.00%	7.71%
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 在该基板上具有使用 n=1.65 材料的间距为 100nm、直径为 50nm 的柱压印几何结构	1.32 (使用 1.65 材料)	98.36%	7.02%
	300 μ m 厚的高折射率基板 (n=1.78), 具有背侧无机 AR 涂层, 在该基板上具有使用 n=1.65 材料的间距为 100nm、直径为 50nm 的柱压印几何结构和其上方的使用 n=1.52 材料的间距为 100nm、直径为 50nm 的柱压印几何结构	1.28 (在几何材料 1.65 的柱上方 使用柱几何材 料 1.52)	99.49%	8.25%

[0084] 表1:各种膜堆叠架构的膜-空气界面的测量折射率。

[0085] 通过进一步组合这两种具有相同纳米图案的纳米特征压印膜,其中具有纳米特征的较低折射率材料(1.52)膜暴露于空气,并且纳米图案化的较高折射率材料(1.65)膜的残留层接触玻璃表面(1.78),使得较低折射率(1.52)膜的残留层厚度覆盖较高折射率材料(1.65)的纳米特征,材料-空气界面处的有效折射率仍为1.28,但由于在光传播通过直到玻璃界面的过程中折射率逐渐变化,因此堆叠整体对590nm波长的光的透射率更高。例如,图13a示出了可见波长光谱上的提高的透射。图13b至13e也示出了具有小于130nm的膜厚度且具有柱(请参见图13b、13c和13e)和孔(请参见图13d)几何结构的近乎最佳图案化的纳米特征膜表面的示例,该示例膜与可以是数百纳米的高折射率膜涂层和低折射率膜涂层的标准抗反射多层膜(请参见图13f)形成对比。

[0086] 图14示出了显示具有纳米压印光栅402(蓝色)的基板400的图(a),其中纳米压印光栅402(蓝色)的施加方向与该基板上的功能图案(线栅偏振器)的衍射光栅404(灰色)相同。纳米压印光栅402和衍射光栅404位于基板400的相反两侧上。图14还示出了显示具有纳米压印光栅402(蓝色)的基板400的图(b),其中纳米压印光栅402(蓝色)横跨功能图案的衍射光栅404(灰色)施加(例如,与功能图案的衍射光栅404成90度角)。纳米压印光栅402和衍射光栅404位于基板400的相反两侧上。

[0087] 图15示出了绘制透射通过具有和没有AR纳米特征型膜的基板的光的曲线图。光栅型AR纳米特征印记被施加到WGP基板的背侧,其中AR印记的光栅与线栅偏振器的光栅方向正交。如图所示,在与衍射光栅方向相交的方向上施加纳米压印光栅增加了高达约650nm波长的光透射,同时减少了大于约650nm波长的光透射。该结果显示当使用光栅型AR纳米特征,并在光遇到AR光栅时呈现出WGP图案的偏振光正交的方向上施加这些特征时的弱双折射特性。这样的特征可以减少此类应用中在较高波长下透射的偏振光。当使用孔型或柱型AR纳米特征时,不会出现该效应。

[0088] 图16示出了沿着WGP功能光栅方向施加和不施加光栅型AR纳米特征的效果。结果表明,沿WGP的光栅型AR纳米特征压印在可见光谱上整体提高了光透射。

[0089] 由光栅型AR纳米特征膜表现出的弱双折射特性也由图17中的曲线图示出。该图示出了基于折射率测量(否则如果进行空白压印,则折射率测量会将材料的折射率测量为1.52)期间相对于入射的线性偏振光(由椭圆仪提供)的光栅取向,光栅型AR纳米特征的有效表面折射率从1.25(横跨光栅)变为约1.32(沿着光栅)。

[0090] 图18示出了施加到多层可穿戴目镜1300的光学层的AR图案的实施例,其中当光传播通过目镜的多个层时,AR图案允许更多的光从投影系统传播到输入耦合衍射光栅1302。出射光瞳衍射光栅1304周围的AR图案允许更多的世界侧光进入用户眼睛,并减少了否则高折射率裸玻璃表面在空气中的高反射率导致的不想要的反射或眩光。

[0091] 图19和20分别示出了使用光源的波导目镜的示例堆叠1100、1200,光源具有位于堆叠1100、1200的一侧上的波长为625nm的红色(a)、波长为530nm的绿色(b)和波长为455nm的蓝色(c)。堆叠1100、1200包括位于光必须传播到的不同深度处的六个层1101a至1101f、1201a至1201f(例如,红色、蓝色或绿色的层)。堆叠1100的层1101a至1101f中的每一者包括基板1102、围绕输入耦合光栅(ICG)的区域的空白压印层1104(例如,参考图6的示例光学层600)、以及非压印AR纳米层1106。堆叠1200的层1201a至1201f中的每一者包括基板1202、围绕ICG区域的空白压印层1204、以及压印的AR纳米层1206。如图所示,只有约81.7%的光强度到达堆叠1100的最后一个红色层1101f(即具有平坦AR纳米层1106),而约95.6%的光强度到达堆叠1200的最后一个红色层1201f(即具有压印的AR纳米层1206),因此压印的AR纳米层1206提供了13.9%的绝对光强度提高。

[0092] 图21显示了用于在压印光刻工艺中配置光学层(例如,光学层200、500、600、700、800、900)的示例方法1000的流程图。选择要施加到基板(例如,基板202、400)上以改变基板(例如,基板上的材料-空气界面)的有效折射率的纳米层(例如,纳米印记210、214、316、318、510、610)的一个或多个参数(1002)。在一些示例中,一个或多个参数包括纳米层的形状、尺寸和材料配方中的一者或多者。纳米层被压印在基板(例如,基板202的上侧204或下侧206)上以改变基板的有效折射率,使得可透射通过基板的相对光量改变选定的量

(1004)。例如,没有任何施加的涂层或纳米印记的裸基板的有效折射率可以等于基板的实际体折射率。在一些示例中,施加纳米层将有效折射率从实际体折射率改变为新的有效折射率。在一些实施例,在基板上压印纳米层以改变基板的有效折射率包括改变从基板的表面反射的第二相对光量。

[0093] 在一些实施例中,纳米层是平坦纳米印记(例如,纳米印记316)。在一些实施例中,纳米层是特征化纳米印记(例如,纳米印记318)。在一些实施例中,纳米图案包括AR特征(例如,柱、孔和/或光栅)。在一些示例中,AR特征具有在约10nm至约300nm的范围内的深度。在一些示例中,AR特征具有在约10nm至约150nm的范围内的宽度。在一些示例中,AR特征以在约20nm至约200nm范围内的间距分布。在一些实施例中,压印纳米层包括在基板上形成柱(例如,柱300、306、308)。在一些实施例中,压印纳米层包括在基板上形成孔302。在一些实施例中,压印纳米层包括在基板上形成连续光栅和不连续光栅(例如,光栅314、402)中的一者或全部两者。

[0094] 在一些实施例中,该方法进一步包括在基板的第一侧上形成功能图案,并沿着基板的第一侧和与基板的第一侧相反的基板的第二侧中的一者或全部两者压印纳米层。在一些示例中,压印纳米层包括沿着相对于功能图案的特定方向形成纳米层的AR特征。在一些示例中,压印纳米层包括沿着与功能图案的衍射光栅垂直的方向形成AR特征。在一些实施例中,该方法进一步包括将膜涂层(例如,膜涂层212)施加到基板上,并在膜涂层顶上压印纳米层。

[0095] 在一些实施例中,该方法进一步包括将透射通过基板的相对光量改变约0.5%至约15%。在一些实施例中,纳米图案是第一纳米层,并且该方法还包括在第一纳米层顶上压印第二纳米层。在一些实施例中,该方法进一步包括基于第一纳米层将有效折射率改变为第一值,以及基于第二纳米层将有效折射率改变为第二值。

[0096] 有利地,方法1000可用于产生可将基板的表面反射减少约1%至约10%的AR图案。对于塑料基板而言,这样的AR图案可以将基板的透射率增加到大于约98%,对于玻璃基板,将基板的透射率增加到高达约99%。AR图案还可以向基板提供在约1.2至约1.4的范围内的新的有效折射率,从而增加通过基板的光透射。此外,本文讨论的AR图案可以引入双折射以减小或增大透射通过基板的某些光波长的折射。在一些实施方式中,如果需要调制在基板内传播并传播通过基板的光的相位,则弱双折射可以是有利的。另外,在AR纳米图案214和功能衍射图案208的指定尺寸处,AR纳米图案214不像功能衍射图案208那样衍射光。因此,AR纳米图案214不干扰光学器件的衍射光学装置。另外,AR纳米图案214提供了防粘表面,该防粘表面在应将两个相互紧挨的基板层推向彼此的情况下可以维持一定的预定间隙。

[0097] 尽管已经假设本文讨论的基板具有约1.78至约1.8的折射率,但是可在本文讨论的光学器件中使用的其它基板可具有在约1.45至约2.4的范围内的折射率。

[0098] 尽管已经出于说明的目的描述了多个实施例,但是上面的描述并非旨在限制本发明的范围,本发明的范围由所附权利要求的范围限定。在以下权利要求的范围内,具有以及将会具有其它示例、修改和组合。

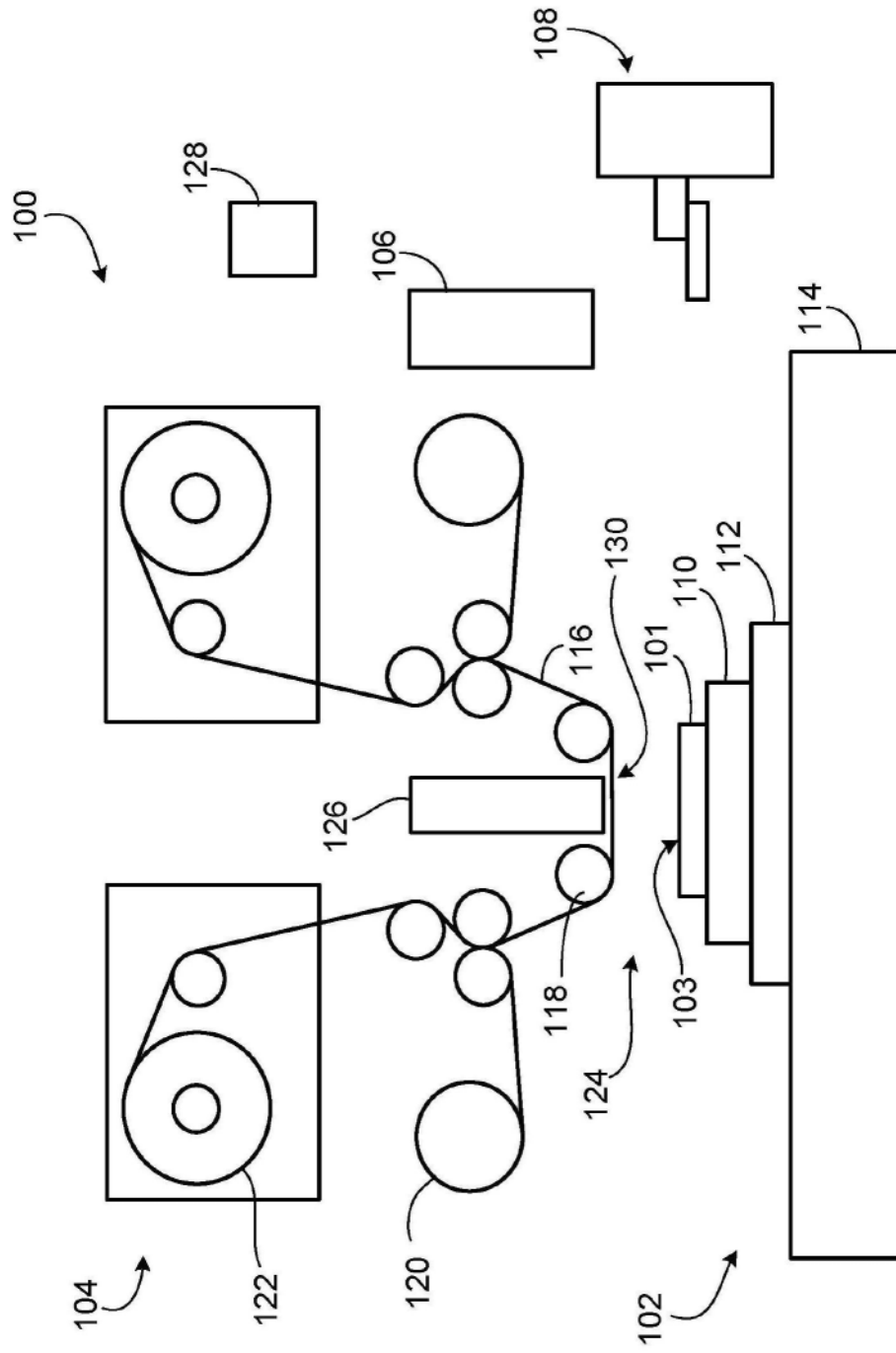


图1

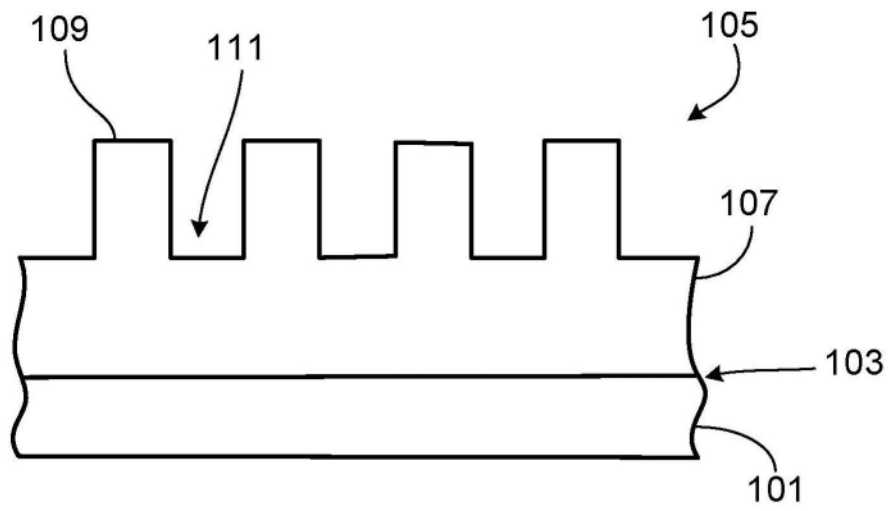


图2

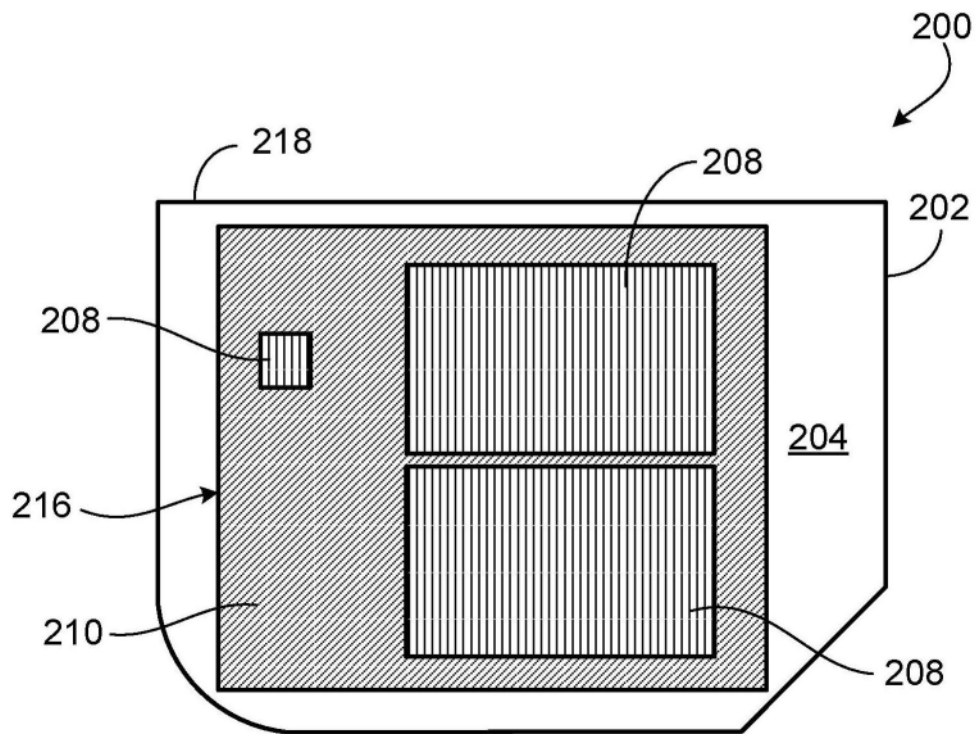


图3

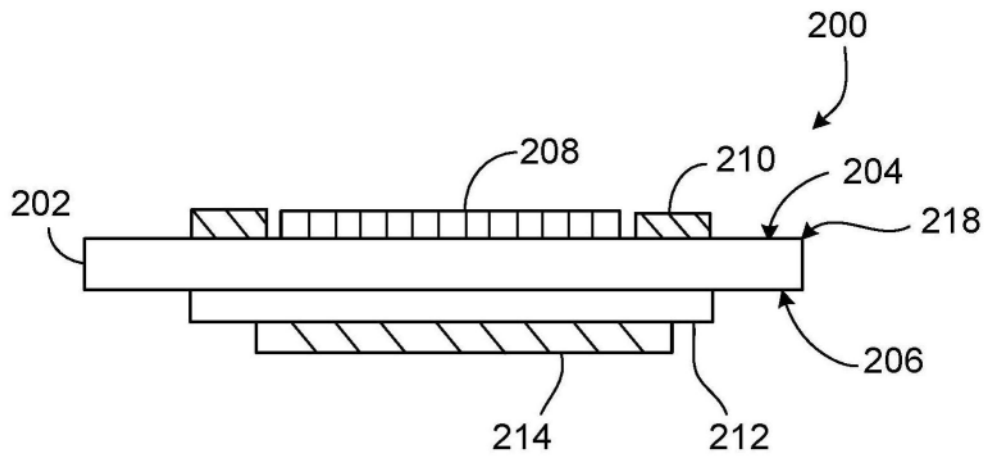


图4

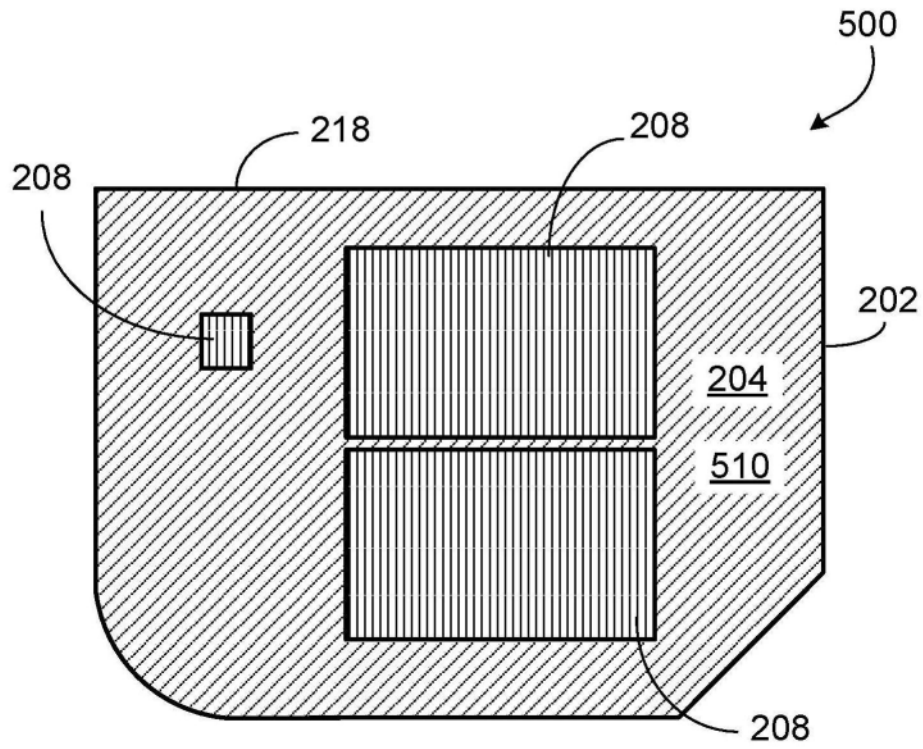


图5

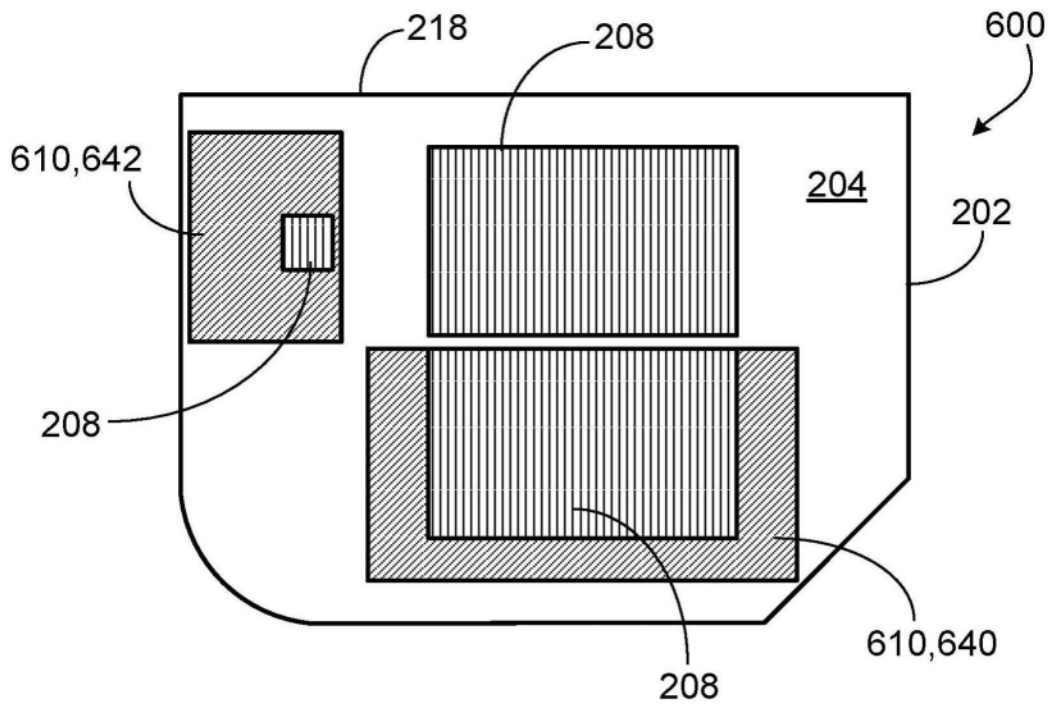


图6

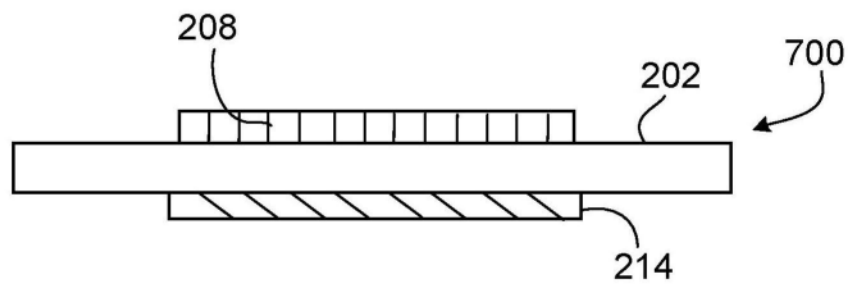


图7

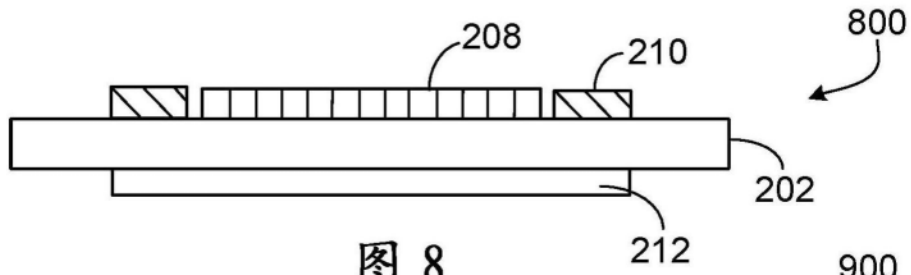


图 8

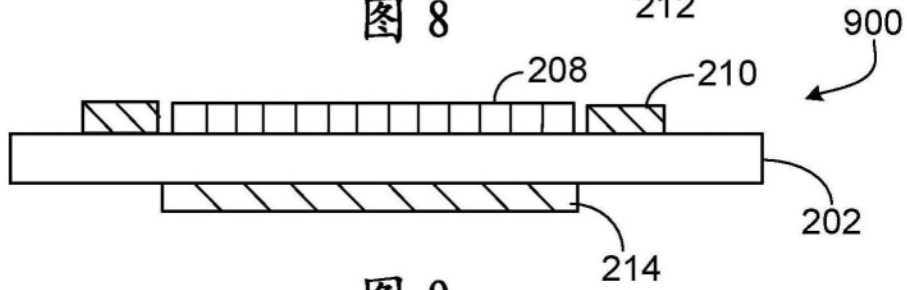


图 9

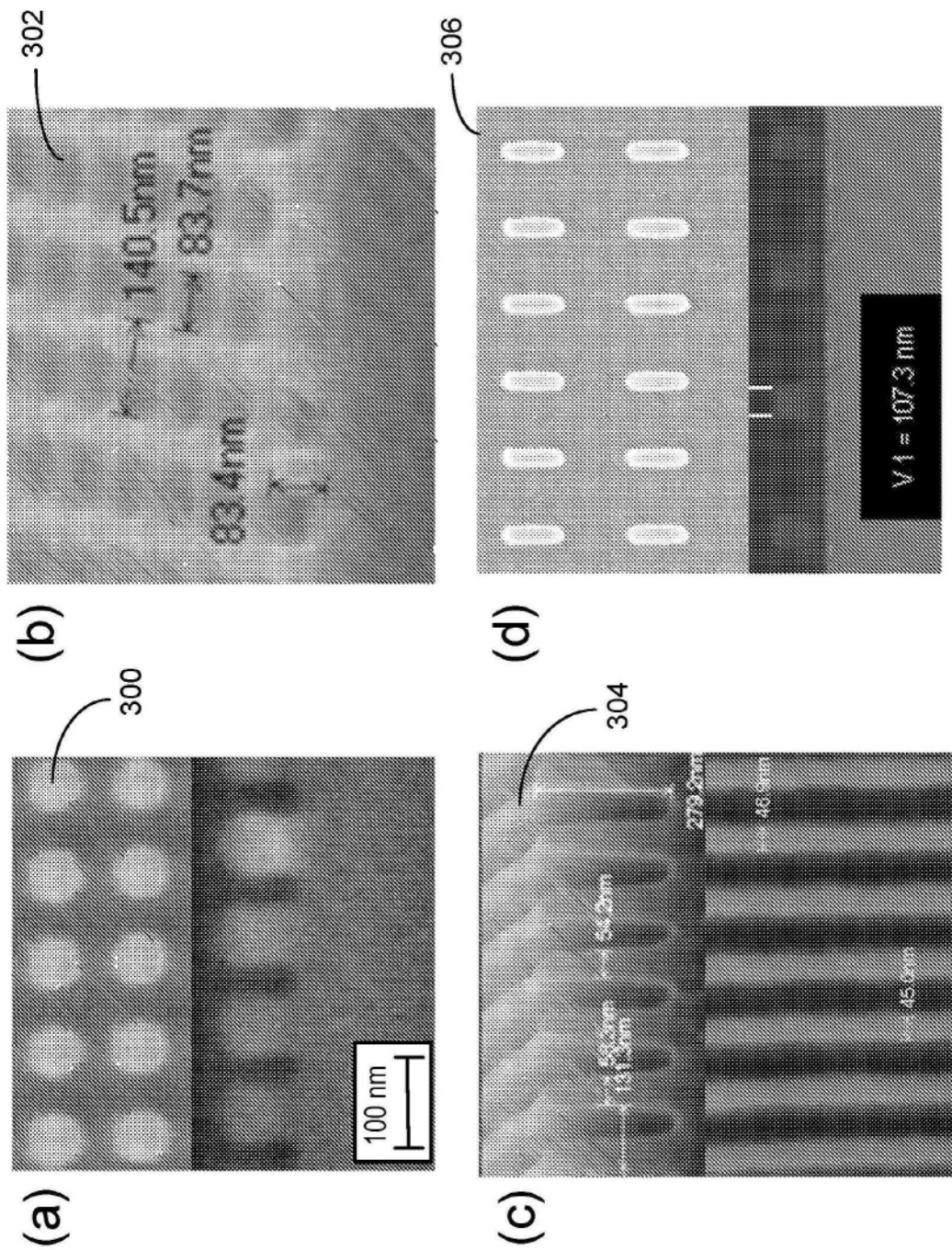


图10

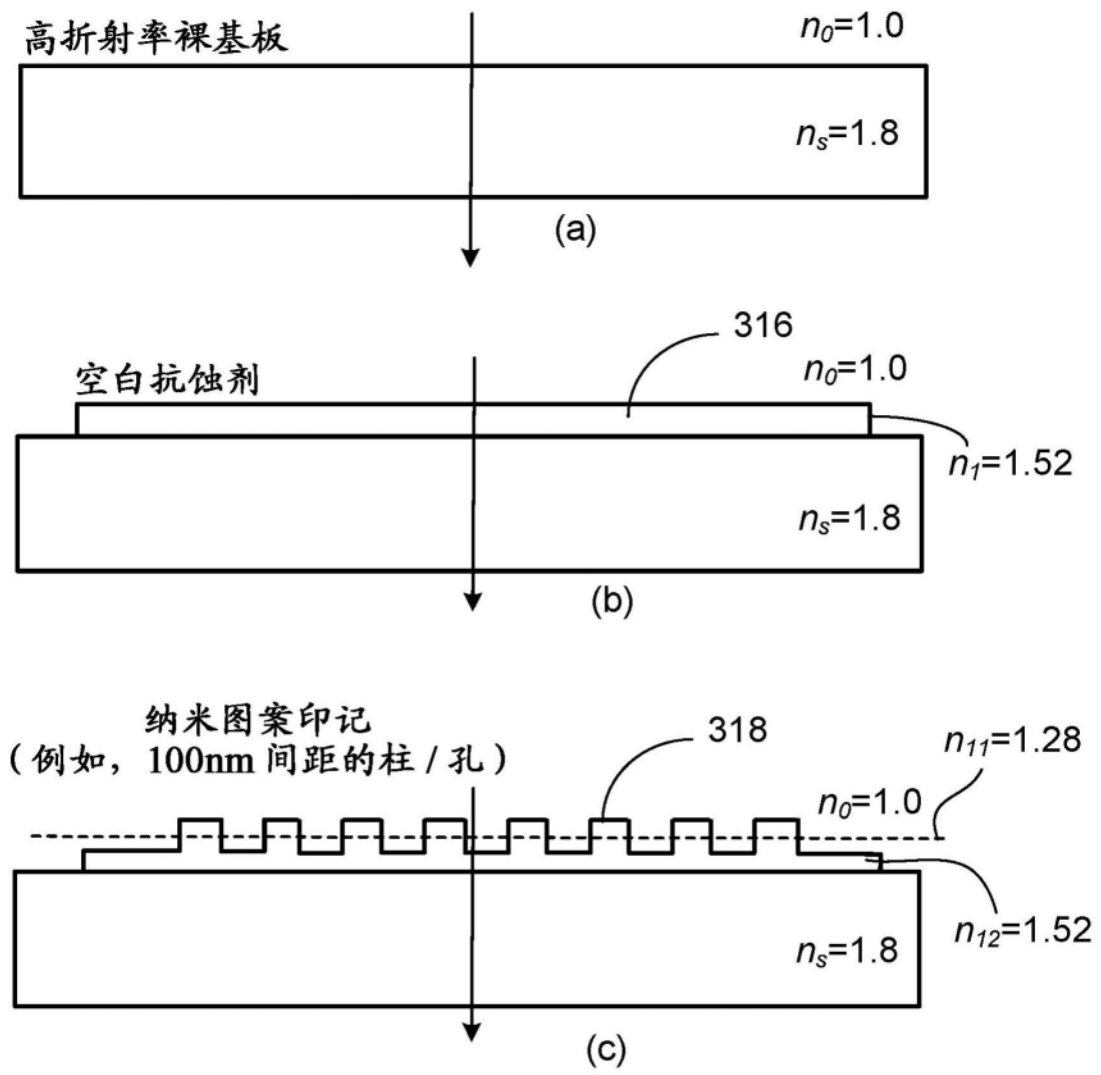


图11

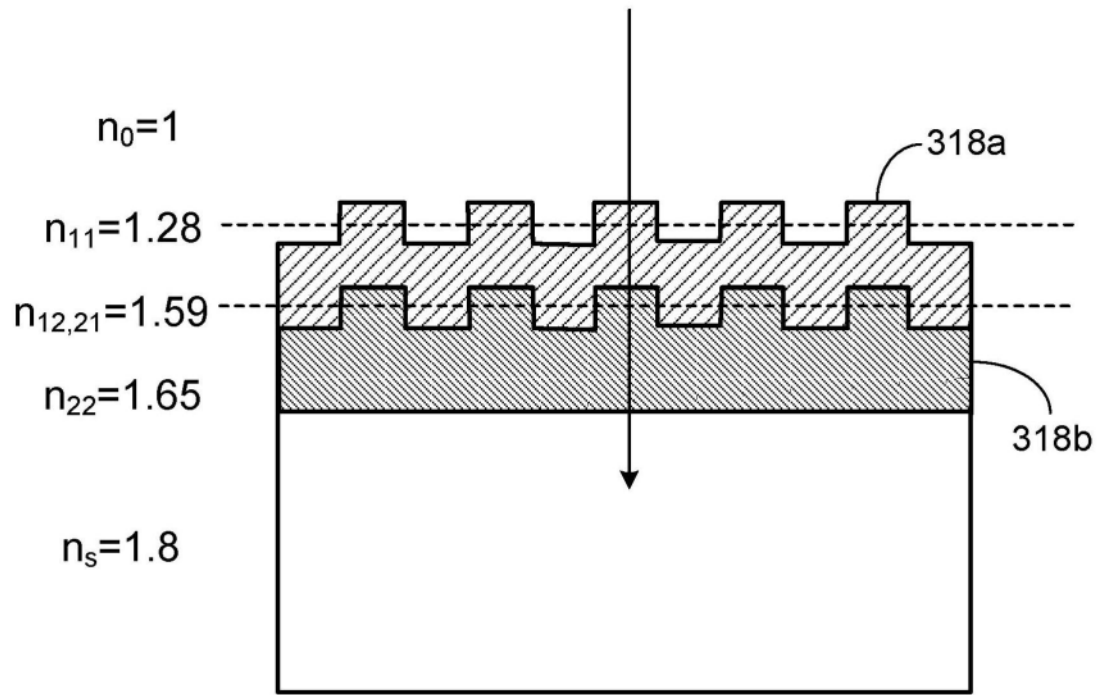


图12

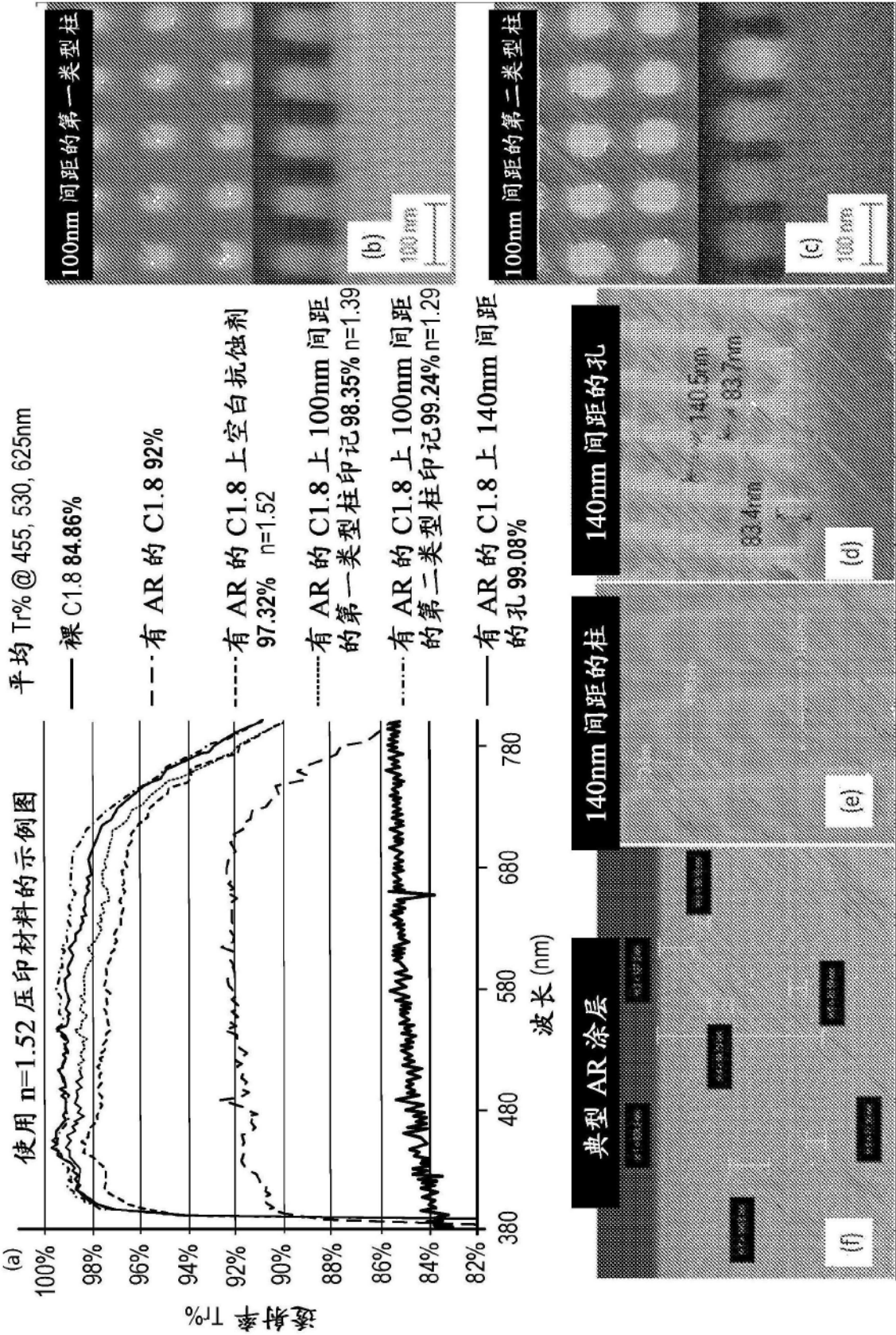


图13

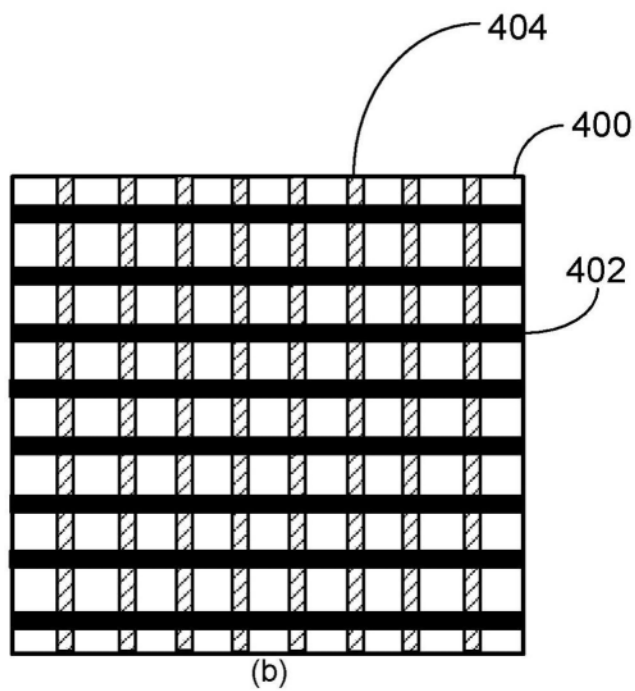
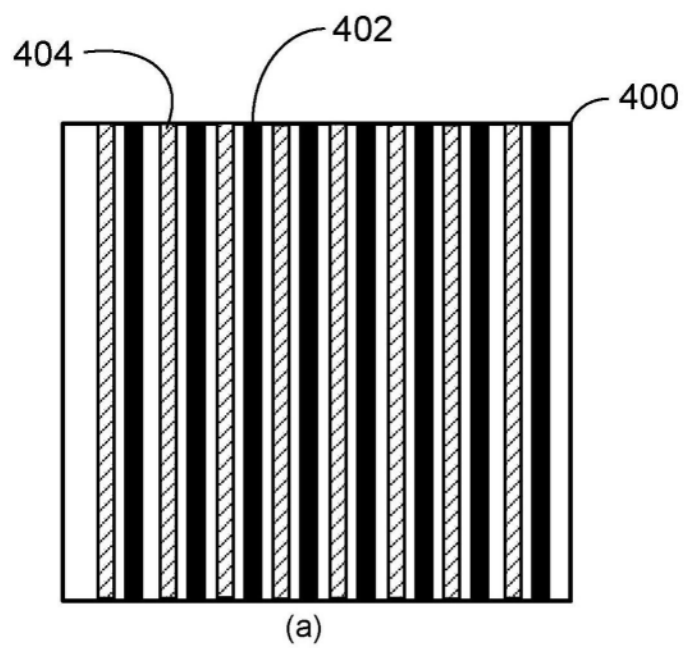


图14

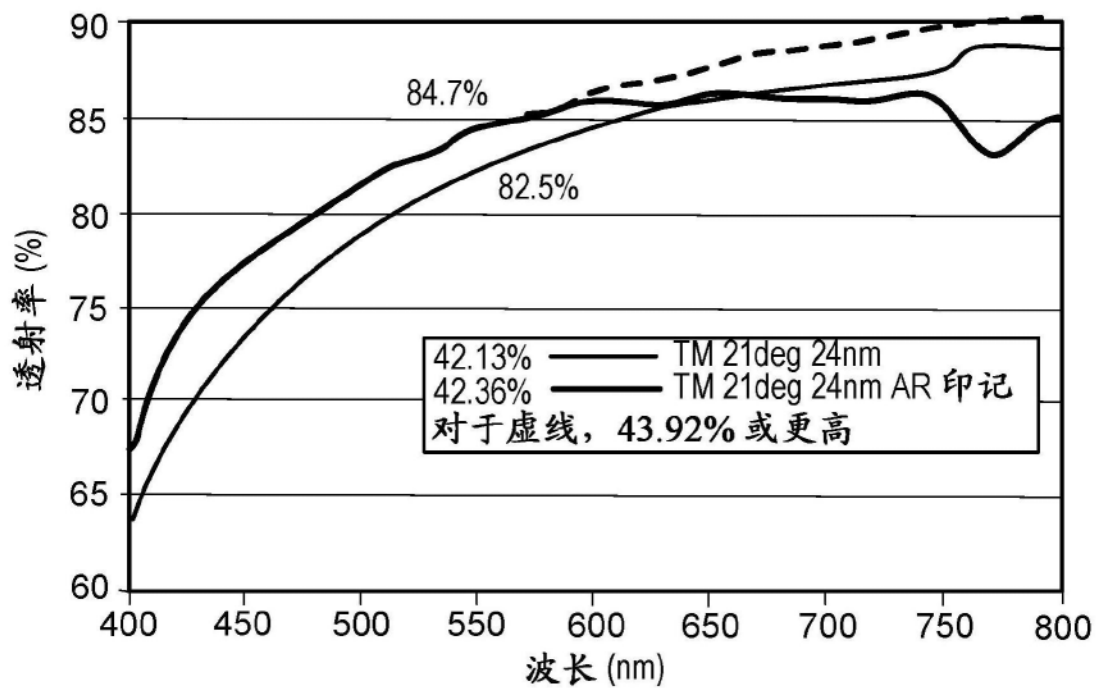


图15

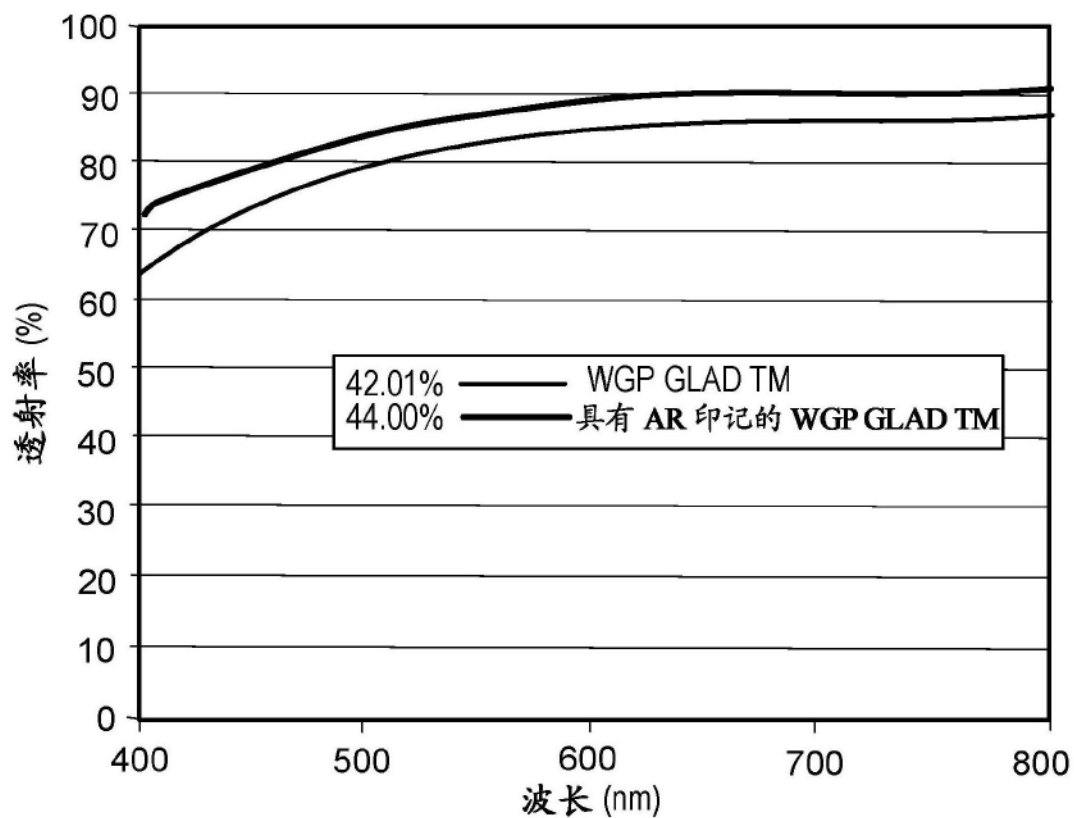


图16

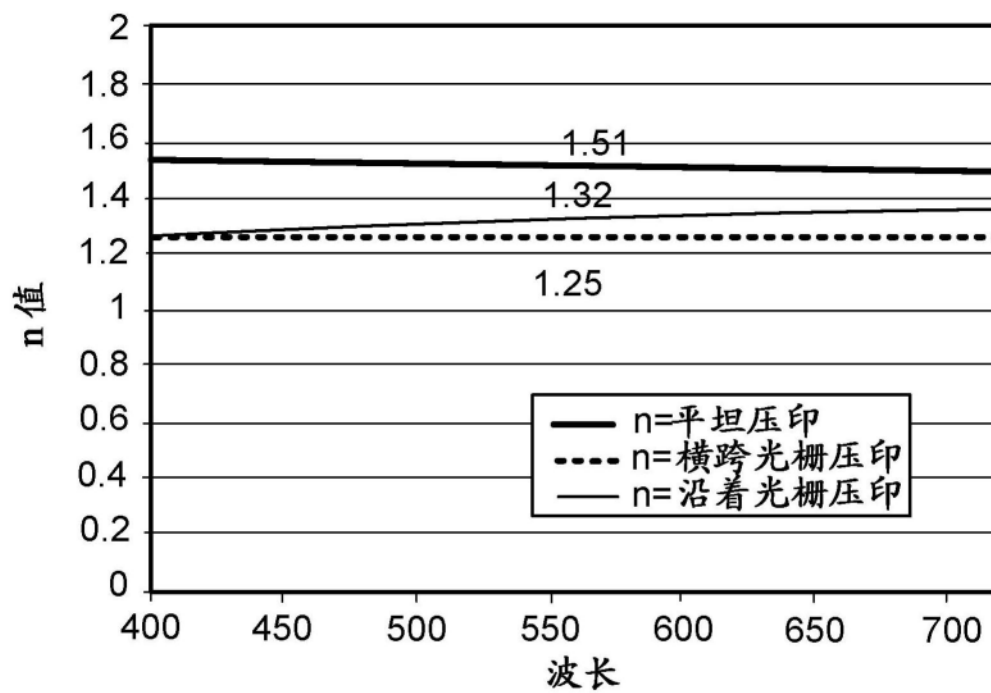


图17

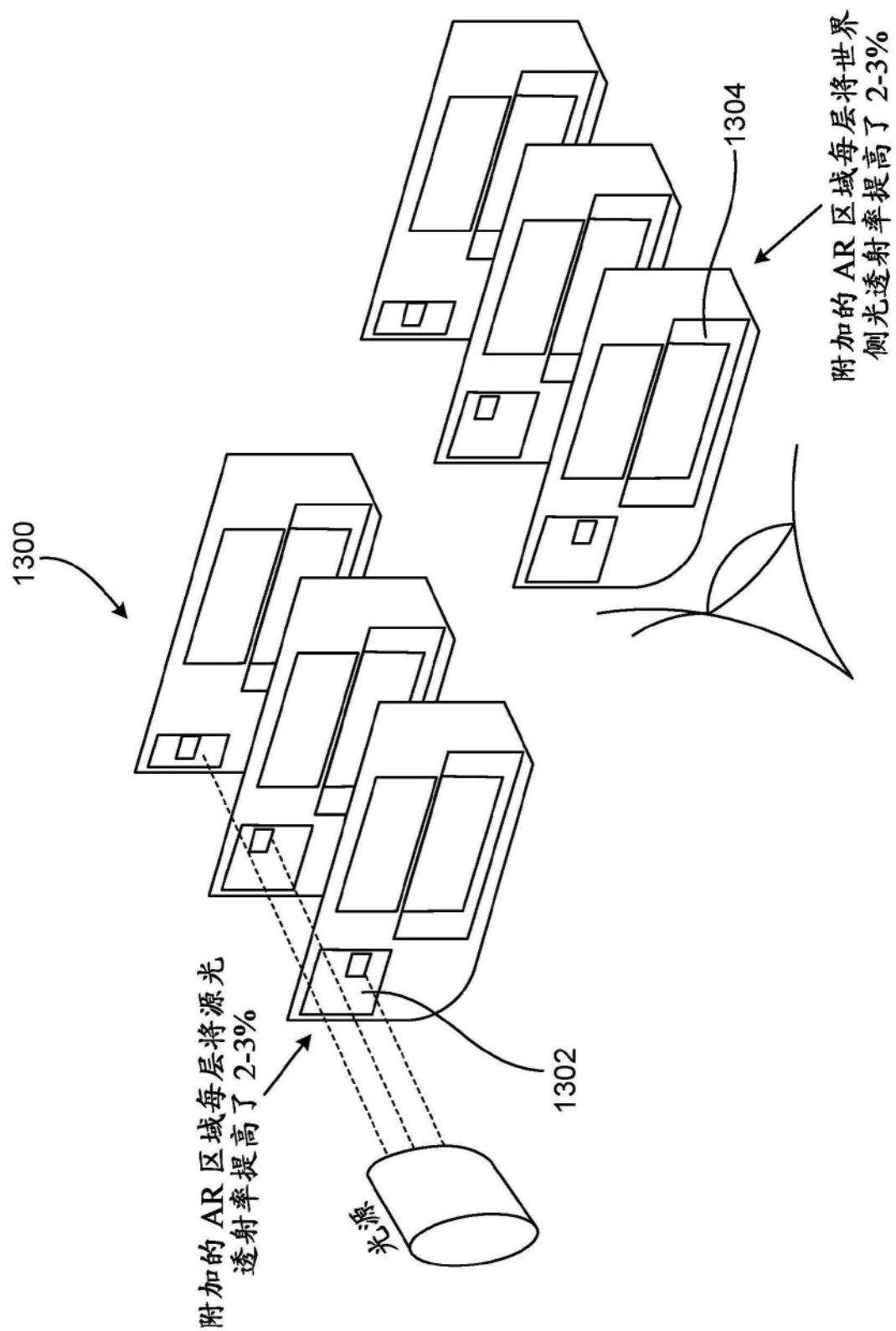


图18

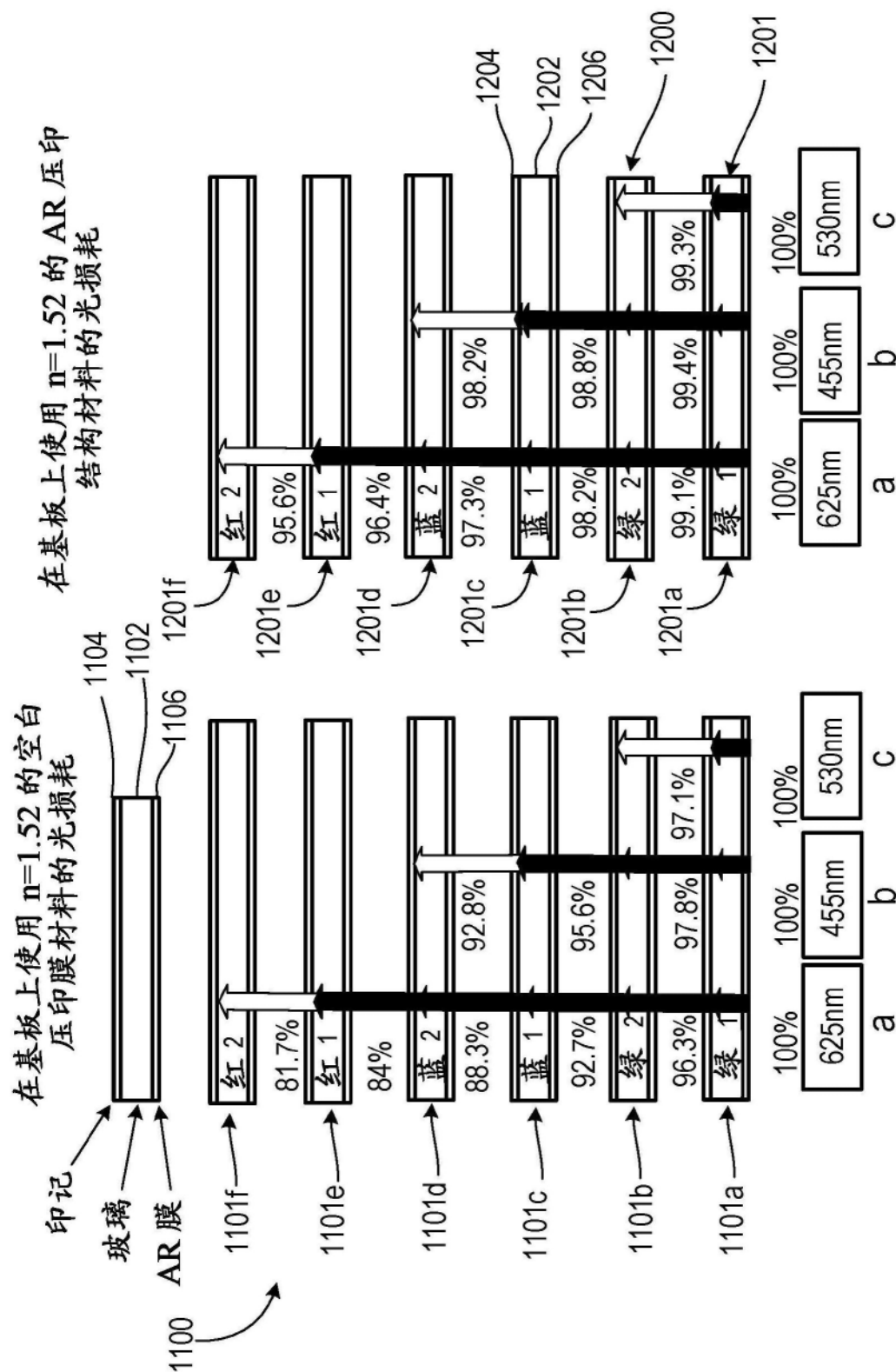


图 19

图 20

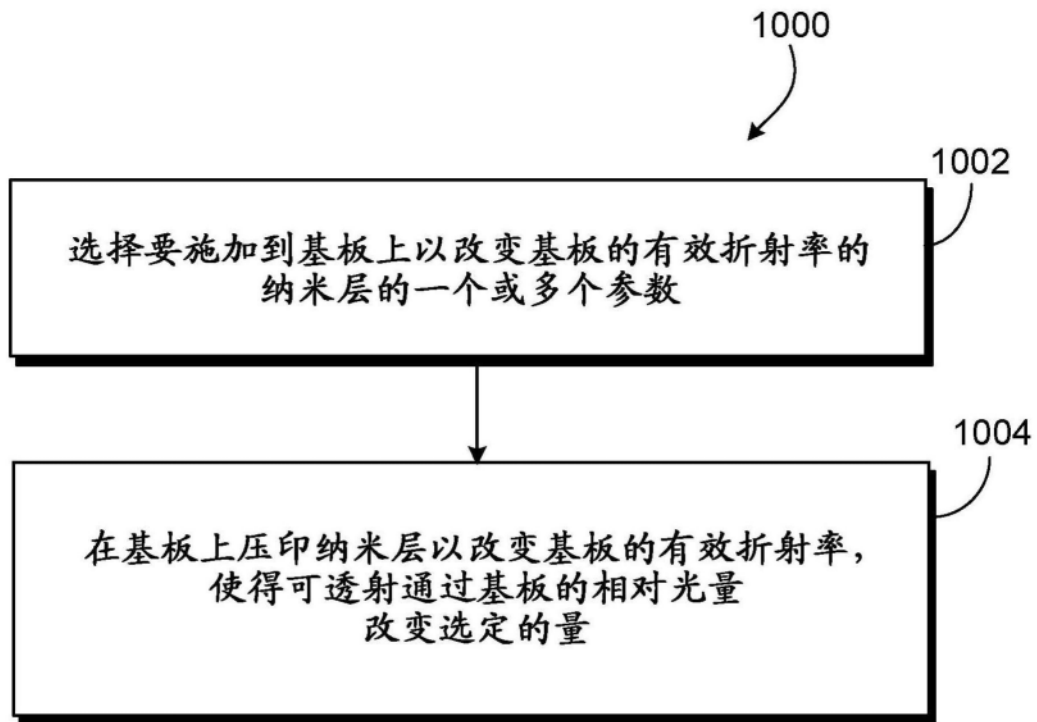


图21