



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118522220 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202410732584.5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.06.16

G09F 9/30 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 1/11 (2015.01)

62/867,144 2019.06.26 US

G02B 1/18 (2015.01)

G02B 1/14 (2015.01)

(62) 分案原申请数据

202080046782.6 2020.06.16

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 曼尼瓦南·托塔德里 尤哈维

海琳达·诺米南达 尼尔·莫里森

丹尼尔·保罗·福斯特

阿文德·查达

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 徐金国 赵静

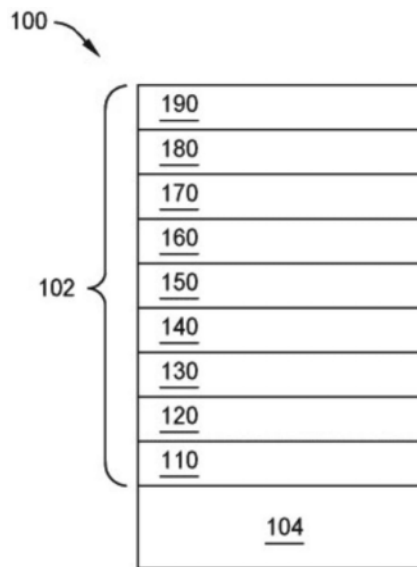
权利要求书2页 说明书29页 附图13页

(54) 发明名称

可折叠显示器的柔性多层覆盖透镜堆叠

(57) 摘要

本文所描述和讨论的实施方式大体涉及柔性或可折叠的显示装置,且更具体地涉及柔性覆盖透镜组件。在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含:玻璃层、设置在玻璃层上的冲击吸收层、设置在冲击吸收层上的防潮层、设置在防潮层上的基板、具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、具有约1GPa至约5Gpa范围内的纳米压痕硬度且设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。



1. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:  
玻璃层;  
冲击吸收层,所述冲击吸收层设置在所述玻璃层上;  
基板,所述基板设置在所述冲击吸收层上;  
粘性促进层,所述粘性促进层设置在所述基板上;  
抗反射层,所述抗反射层设置在所述粘性促进层上;  
干硬涂层,所述干硬涂层设置在所述抗反射层上;和  
抗指纹涂层,所述抗指纹涂层设置在所述粘性促进层上。
2. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述柔性覆盖透镜组件具有大于1%至15%的临界应变。
3. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有1GPa至5GPa范围内的纳米压痕硬度。
4. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括选自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。
5. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层具有1.40至1.55范围内的折射率。
6. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层包括选自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。
7. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有1.40至1.55范围内的折射率。
8. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层具有在跨越所述粘性促进层的厚度上改变的碳浓度,使得在跨越所述厚度上产生碳浓度梯度。
9. 如权利要求1所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括2个子层至10个子层。
10. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:  
基板,所述基板设置在所述冲击吸收层上;  
湿硬涂层,所述湿硬涂层设置在所述基板上;  
粘性促进层,所述粘性促进层设置在所述湿硬涂层上;  
抗反射层,所述抗反射层设置在所述粘性促进层上;  
干硬涂层,所述干硬涂层设置在所述抗反射层上;和  
抗指纹涂层,所述抗指纹涂层设置在所述粘性促进层上。
11. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括冲击吸收层,其中所述基板设置在所述冲击吸收层与所述湿硬涂层之间。
12. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括玻璃层,其中所述基板设置在所述玻璃层与所述湿硬涂层之间。
13. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有0.4GPa至1.5GPa范围内的纳米压痕硬度。

14. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层包括丙烯酸酯,并且其中所述丙烯酸酯包括可辐射固化的丙烯酸酯、脂肪族氨基甲酸酯丙烯酸酯、其共聚物、其弹性体或其任意组合。

15. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述柔性覆盖透镜组件具有大于1%至15%的临界应变。

16. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层包括选自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。

17. 如权利要求10所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有1%至7%的孔隙率。

18. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:

玻璃层;

基板,所述基板设置在所述玻璃层上;

湿硬涂层,所述湿硬涂层设置在所述基板上;

抗反射层,所述抗反射层设置在所述湿硬涂层上;

粘性促进层,所述粘性促进层设置在所述抗反射层上;和

抗指纹涂层,所述抗指纹涂层设置在所述粘性促进层上。

19. 如权利要求18所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述柔性覆盖透镜组件具有大于1%至15%的临界应变。

20. 如权利要求18所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括选自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料,并且其中所述粘性促进层具有1.40至1.55范围内的折射率。

## 可折叠显示器的柔性多层覆盖透镜堆叠

[0001] 本申请是申请日为2020年06月16日申请的申请号为202080046782.6,并且发明名称为“可折叠显示器的柔性多层覆盖透镜堆叠”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本文所描述的实施方式大体涉及一种柔性或可折叠的显示装置,且具体地涉及一种柔性或可折叠的覆盖透镜(cover lens)。

### 背景技术

[0003] 电子装置通常具有诸如液晶显示器(liquid crystal displays,LCDs)、有机发光二极管(organic light emitting-diode,OLED)显示器和量子点(quantumdot,QD)显示器之类的显示器。这样的显示器可能是易碎的且对水分、压力或颗粒污染敏感。通常来说,显示装置使用多层光学装置使来自照明源的光上色(colorize)、偏振和遮挡(shutter)。为了防止损坏下方的膜,以刚性显示器覆盖透镜层安装在其它层上方,以防止损坏下方的层。包括刚性显示器覆盖透镜层会给电子装置增加非预期的重量。虽然可省略覆盖透镜以减小装置的尺寸和重量,但省略覆盖透镜会使显示器容易受到刮损。

[0004] 对于产品的新功能和开发新的且广泛的应用的日益增长的需求,要求具有诸如柔性的新特性的更薄且更轻的透镜基板。一般来说,对于这些新的柔性或可折叠显示器,覆盖透镜期望具有三个主要特性:(1)光学性能、(2)高硬度和(3)柔性。良好的光学性能确保了良好的透光率和低的雾度(haze)。高硬度与耐刮性和耐磨性有关。覆盖透镜的可折叠性(例如,相对较高的柔性)是指具有足够高的临界应变(critical strain),从而避免了在反复弯曲和折叠时由于裂纹或分层(delamination)引起的失效。

[0005] 传统上,尽管覆盖透镜在应对前二种特性(例如,光学性能和硬度)方面表现优异,但是由于覆盖透镜的脆性,覆盖透镜在第三种特性(例如,柔性或可折叠性)方面表现较差。为了提高柔性,主要是通过减小玻璃的厚度或对材料进行化学改性来增加玻璃失效时的临界应变。然而,已发现玻璃可作为覆盖透镜的材料,使得当玻璃失效时,必须更换整个覆盖透镜。覆盖透镜的替代解决方案可带来优良的光学性能和柔性,但通常容易磨损和/或刮损。一旦被刮损,则必须更换整个覆盖透镜。更换覆盖透镜需要特殊的专业知识、时间,且费用很高。

[0006] 因此,需要用于柔性或可折叠显示器的改进的显示器覆盖透镜。

### 发明内容

[0007] 本文所描述和讨论的实施方式大体涉及柔性或可折叠的显示装置,且更具体地涉及柔性覆盖透镜组件。在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、位于玻璃层上的粘性促进层(adhesion promotion layer)、设置在粘性促进层上的抗反射层(anti-reflectance layer)、具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度(nano-indentation hardness)且设置在抗反射层上的干硬涂层(dry hardcoat layer)、以及设置在干硬涂层

上的抗指纹涂层(anti-fingerprintcoating layer)。

[0008] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的基板、在基板上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、具有约1%至约7%的孔隙率且设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0009] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的基板、具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在基板上的湿硬涂层(wet hardcoat layer)、设置在湿硬涂层上的抗反射层、设置在抗反射层上的粘性促进层、以及设置在粘性促进层上的抗指纹涂层。

[0010] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的粘性促进层、具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0011] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的基板、设置在基板上的粘性促进层、具有约1%至约7%的孔隙率且设置在粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0012] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包括玻璃层、设置在玻璃层上的基板、具有约0.4GPa至约1.5Gpa范围内的纳米压痕硬度且设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度和介于约1%至约7%的孔隙率且设置在粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0013] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、抗指纹涂层、以及设置在基板与抗指纹涂层之间的粘性促进层。

[0014] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、设置在基板上的粘性促进层、设置在粘性促进层上并且具有约1%至约7%的孔隙率和介于约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层、以及设置在干燥硬涂层上的抗指纹涂层。

[0015] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0016] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的冲击吸收层(impact absorption layer)、设置在冲击吸收层上的防潮层(moisture barrier layer)、设置在防潮层上的基板、具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、具有约1GPa至约5Gpa范围内的纳米压痕硬度且设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0017] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的第一粘性促进层、具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在第一粘性促进层上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的第二粘性促进层、具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度且设置在第二粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0018] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层;设置在玻璃层上的第一粘性促进层、具有约6%至约10%的孔隙率且设置在第一粘性促进层上的湿硬涂层、设置在湿硬

涂层上的第二粘性促进层、具有约1%至约7%的孔隙率且设置在第二粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层,其中柔性覆盖透镜组件的临界应变大于1%至约15%。

[0019] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、抗指纹涂层、和设置在基板与抗指纹涂层之间的粘性促进层。在一些示例中,柔性覆盖透镜组件还包含设置在粘性促进层与抗指纹涂层之间的干硬涂层。在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含抗指纹涂层、粘性促进层、和设置在粘性促进层与抗指纹涂层之间的干硬涂层。

[0020] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0021] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的第二或干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。在一个或多个示例中,柔性覆盖透镜组件还包含设置在玻璃层与粘性促进层之间的基板。在其它示例中,柔性覆盖透镜组件包括设置在基板与粘性促进层之间的湿硬涂层。

[0022] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、和设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。在一些示例中,柔性覆盖透镜组件进一步包含设置在粘性促进层上的玻璃层,其中粘性促进层设置在玻璃层与抗反射层之间。在其它示例中,柔性覆盖透镜组件还包含设置在玻璃层与粘性促进层之间的基板。

[0023] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的抗反射层、设置在抗反射层上的粘性促进层、以及设置在粘性促进层上的抗指纹涂层。

[0024] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0025] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0026] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含玻璃层、设置在玻璃层上的冲击吸收层、设置在冲击吸收层上的基板、设置在基板上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。在一些示例中,柔性覆盖透镜组件进一步包括设置在基板与粘性促进层之间的湿硬涂层。

[0027] 在其它实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含冲击吸收层、设置在冲击吸收层上的基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。在一个或多个示例中,柔性覆盖透镜组件进一步包括设置在冲击吸收层与基板之间的玻璃层。

[0028] 在一些实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含防潮层、设置在防潮层上的基板、设置在基板上的湿硬涂层、设置在湿硬涂层上的粘性促进层、设置在在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。在一些示例中,

柔性覆盖透镜组件包含设置在防潮层与基板之间的冲击吸收层。

[0029] 在一个或多个实施方式中,柔性覆盖透镜组件包含防潮层、设置在防潮层上的冲击吸收层、设置在冲击吸收层上的基板、设置在基板上的粘性促进层、设置在粘性促进层上的抗反射层、设置在抗反射层上的干硬涂层、以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0030] 在一个或多个实施方式中,柔性且可更换的覆盖透镜堆叠包含第一柔性覆盖透镜、第二柔性覆盖透镜、以及设置在第一柔性覆盖透镜与第二柔性覆盖透镜之间的牺牲粘附层。第一柔性覆盖透镜和第二柔性覆盖透镜的每一者是或包括本文所描述和讨论的数个柔性覆盖透镜组件中的任一者,其中第一柔性覆盖透镜与第二柔性覆盖透镜是不同的。

[0031] 在其它实施方式中,显示装置包括本文所描述和讨论的数个柔性覆盖透镜组件的任一者和柔性显示结构,诸如,例如OLED显示器或LCD显示器。

## 附图说明

[0032] 为了可以详细地理解本公开内容的上述特征的方式,通过参考实施方式来获得以上简要概述的本公开内容的更具体的描述,其中一些实施方式在所附图中示出。然而,应当注意,附图仅示出了本公开内容的典型实施方式,因此不应被认为是对范围的限制,因为本公开内容可以允许其它等效的实施方式。

[0033] 图1绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0034] 图2绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0035] 图3绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0036] 图4绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0037] 图5绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0038] 图6绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0039] 图7绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0040] 图8绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0041] 图9绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0042] 图10绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0043] 图11绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0044] 图12绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖

透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0045] 图13绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0046] 图14绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0047] 图15绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0048] 图16绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0049] 图17绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0050] 图18绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0051] 图19绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0052] 图20绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0053] 图21绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0054] 图22绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含另一个柔性覆盖透镜组件的显示装置的示意性截面图。

[0055] 图23绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的柔性且可更换的覆盖透镜堆叠的示意性截面图。

[0056] 图24绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含多个子层的粘性促进层的示意性截面图。

[0057] 图25绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的显示结构的示意性截面图。

[0058] 为了便于理解,已尽可能地使用相同的附图标记来标示各图共有的相同元件。预期一个实施方式的元件和特征可以有益地并于其他实施方式中,而无需进一步详述。

### 具体实施方式

[0059] 本文所描述的实施方式大体涉及柔性显示装置,且更具体地涉及包含具有多层膜堆叠的柔性覆盖透镜的覆盖透镜组件。

[0060] 图1绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的显示装置100的示意性截面图,显示装置100包含设置在柔性显示结构或柔性显示堆叠(flexible display stack,FDS)104上的柔性覆盖透镜组件102。柔性覆盖透镜组件102包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的冲击吸收层(IAL)120、设置在冲击吸收层120上的防潮层130、设置在防潮层130上的基板140、设置在基板140上的第一或湿硬涂层(HC)150、设置在湿硬涂层150上的粘性促进层(APL)160、设置在粘性促进层160上的抗反射(ARF)层170、设置在抗反射层170上

的第二或干硬涂 (HC) 层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂 (AFC) 层190。在一个或多个示例中,湿硬涂层150可具有约2H至约9H范围内的铅笔硬度、介于约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度、和介于约6%至约10%范围内的孔隙率,而干硬涂层180具有约2H至约9H范围内的铅笔硬度和介于约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度、和介于约1%至约7%的孔隙率。

#### [0061] 柔性显示结构 (FDS) 和玻璃层

[0062] FDS104是一种柔性显示结构或柔性显示堆叠,其可以是或包括一个或多个发光二极管 (LED) 显示器、一个或多个有机发光二极管 (OLED) 显示器、一个或多个液晶显示器 (LCD)、一个或多个量子点 (QD) 显示器以及其它类型的显示器。FDS104可以是或包括一个或多个柔性显示器及/或一个或多个刚性显示器。FDS104可以是或包括其它类型的装置,且可包含在监视器、显示器、屏幕、电视、电话(例如,移动电话、智能电话 (smart phone) 或便携式电话 (cellular phone))、计算机或笔记本电脑、平板电脑、手表或其它电子装置内或作为它们的一部分。在一些示例中,FDS104可以是或包括在可折叠或可翻盖式 (flip) 电话上的可折叠屏幕或可折叠显示器。在其它示例中,FDS104可以是或包括可折叠笔记本电脑或可折叠平板电脑上的可折叠屏幕或可折叠显示器。

[0063] 在一个或多个实施方式中,FDS104可具有或可不具有作为上表面的显示玻璃层。在一些示例中,FDS104不具有显示玻璃层作为上表面,而是包括玻璃层110。在其它示例中,FDS104具有显示玻璃层(未示出)作为上表面,且本文中所描述和讨论的柔性覆盖透镜组件102或其它柔性覆盖透镜组件中省略了玻璃层110。在一些示例中,FDS104具有显示玻璃层(未示出)作为上表面,且在本文所描述和讨论的柔性覆盖透镜组件102或其它柔性覆盖透镜组件中,玻璃层110设置在FDS104的显示玻璃层上。

[0064] 玻璃层110是或包括一层或多层,其包含光学透明或透明的玻璃。在一些示例中,玻璃层110包含一个或多个超薄玻璃层。玻璃层110具有约5 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 、约15 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 、或约30 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 、约60 $\mu\text{m}$ 、约70 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 、约90 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 、约120 $\mu\text{m}$ 、约150 $\mu\text{m}$ 、约200 $\mu\text{m}$ 或更大的厚度。例如,玻璃层110具有约5 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约150 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约111 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 至约120 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、或约50 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 的厚度。

#### [0065] 冲击吸收层 (IAL)

[0066] 冲击吸收层120可以是或包括一层或多层,其是可弯曲的、柔性的和/或可折叠的并且用于吸收摇晃 (shock) 或冲击。冲击吸收层120包含一种或多种材料,所述材料可以是或包括醚氨基甲酸酯 (ether urethane)、酯氨基甲酸酯 (ester urethane)、脂肪族氨基甲酸酯 (aliphatic urethane)、脂肪族聚氨酯 (aliphatic polyurethane)、脂肪族聚酯氨基甲酸酯 (aliphatic polyester urethane)、聚硫化物热固性材料 (polysulfide thermoset)、聚酰胺 (poly amide)、其共聚物 (copolymer)、其弹性体 (elastomer) 或其组合。在一些示例中,冲击吸收层120可以通过溶液处理沉积或以其它方式形成,且包括使用诸如是棒涂 (bar-coater)、狭缝模具 (slot-die) 之类的技术或其它方法。在一个或多个实施方式中,冲击吸收层120可在片对片处理系统 (sheet-to-sheet processing system) 或

卷对卷处理系统(roll-to-roll processing system)上形成、处理和/或以其它方式加工。例如,冲击吸收层120可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0067] 冲击吸收层120在可见光范围内具有约82%、约85%、约86%、约88%或约90%至约92%、约94%、95%、约96%、约97%、约98%或约99%范围内的光学透射率(optical transmission)。例如,冲击吸收层120在可见光范围内具有在约82%至约99%、约85%至约99%、约88%至约99%、约90%至约99%、约92%至约99%、约95%至约99%、约97%至约99%、约82%至约98%、约85%至约98%、约88%至约98%、约90%至约98%、约92%至约98%、约95%至约98%、约97%至约98%、约82%至约96%、约85%至约96%、约88%至约96%、约90%至约96%、约92%至约96%、或约95%至约96%范围内的光学透射率。

[0068] 冲击吸收层120的厚度为约0.5 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 、约2 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 、约15 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 或约25 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约40 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 、约60 $\mu\text{m}$ 、约70 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 、约90 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 、约120 $\mu\text{m}$ 、约150 $\mu\text{m}$ 、约200 $\mu\text{m}$ 或更大。例如,冲击吸收层120的厚度为约0.5 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约35 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约150 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约35 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约125 $\mu\text{m}$ 至约150 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约35 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、或约80 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 。

[0069] 在一个或多个示例中,冲击吸收层120可包括厚度小于100 $\mu\text{m}$ 的弹性体层,诸如,大约是75 $\mu\text{m}$ 或更小。在一些示例中,冲击吸收层120可以是狭缝模具涂覆的或铸造的(cast)。

#### [0070] 防潮层(MBL)

[0071] 防潮层130可以是本质上(intrinsic)具有防潮性或防水性且是可弯曲的、柔性的和/或可折叠的一层或多层膜、涂层或其它层。在一些实施方式中,防潮层130包含一个或多个一层或多层,诸如湿气和/或水气阻挡层、高表面能层(例如,亲水性)、平坦化层、封装层(encapsulation layer)、其数层的数个部分或其组合。在一个或多个实施方式中,防潮层130包含一种或多种材料,其可以是或包括氧化硅(silicon oxide)、氮化硅(silicon nitride)、氧氮化硅(silicon oxynitride)、其掺杂剂(dopant)或其任意组合。

[0072] 在一些实施方式中,防潮层130包含单层,但也可以包括多层,诸如2、3、4、5、6、7、8、9或更多数量子层。例如,防潮层130可包括多个包含于其中的子层,诸如从约2个子层到约5个子层。在一个或多个示例中,防潮层130包含具有三个或更多个子层的膜堆叠,诸如第一子层、第二子层和第三子层,其中第二子层设置在第一子层与第三子层之间。在一个示例中,膜堆叠是SiN/SiO/SiN堆叠,其中第一子层可以是或包括氮化硅,第二子层可以是或包括氧化硅,且第三子层包含氮化硅。防潮层130由一种或多种气相沉积工艺沉积或以其它方式产生,所述气相沉积工艺可以是或包括物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)、等离子体增强CVD(PE-CVD)、高密度等离子体CVD(HDP-CVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体增强的ALD(PE-ALD)、其它真空或气相沉积工艺或其任意组合。在一个或多个实施方式中,可以在片对片处理系统或卷对卷处理系统中形成、处理和/或以其它方式加工防潮层130。例如,防潮层130可通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方

的表面、层或装置上。

[0073] 防潮层130具有约5nm、约10nm、约20nm、约30nm、约40nm或约50nm至约60nm、约80nm、约100nm、约150nm、约200nm、约250nm、约300nm、约400nm、约500nm、约600nm、约700nm或更大的厚度。例如,防潮层130具有约5nm至约700nm、约5nm至约500nm、约5nm至约400nm、约5nm至约350nm、约5nm至约300nm、约5nm至约250nm、约5nm至约200nm、约5nm至约150nm、约5nm至约100nm、约5nm至约80nm、约5nm至约50nm、约5nm至约30nm、约20nm至约500nm、约20nm至约400nm、约20nm至约350nm、约20nm至约300nm、约20nm至约250nm、约20nm至约200nm、约20nm至约150nm、约20nm至约100nm、约20nm至约80nm、约20nm至约50nm、约20nm至约30nm、约50nm至约500nm、约50nm至约400nm、约50nm至约350nm、约50nm至约300nm、约50nm至约250nm、约50nm至约200nm、约50nm至约150nm、约50nm至约100nm、或约50nm至约80nm的厚度。

[0074] 防潮层130具有约 $1 \times 10^{-6}$ g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-5}$ g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-4}$ g/m<sup>2</sup>/天、或约 $1 \times 10^{-3}$ g/m<sup>2</sup>/天至约 $1 \times 10^{-2}$ g/m<sup>2</sup>/天、约0.1g/m<sup>2</sup>/天、约0.5g/m<sup>2</sup>/天、约1g/m<sup>2</sup>/天、约5g/m<sup>2</sup>/天、或约10g/m<sup>2</sup>/天的水蒸气传送率(water vapor transport rate, WVTR)。例如,防潮层130的WVTR在约 $1 \times 10^{-6}$ g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-5}$ g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-4}$ g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、 $1 \times 10^{-3}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-2}$ g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约0.1g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约0.5g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约1g/m<sup>2</sup>/天至约10g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-6}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-5}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-4}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-3}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约 $1 \times 10^{-2}$ g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、约0.1g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天、或约0.5g/m<sup>2</sup>/天至约1g/m<sup>2</sup>/天的范围内。

[0075] 防潮层130在可见光范围内具有约82%、约85%、约86%、约88%或约90%至约92%、约94%、约95%、约96%、约97%、约98%或约99%范围内的光学透射率。例如,防潮层130在可见光范围内的光学透射率是在约82%至约99%、约85%至约99%、约88%至约99%、约90%至约99%、约92%至约99%、约95%至约99%、约97%至约99%、约82%至约98%、约85%至约98%、约88%至约98%、约90%至约98%、约92%至约98%、约95%至约98%、约97%至约98%、约82%至约96%、约85%至约96%、约88%至约96%、约90%至约96%、约92%至约96%、或约95%至约96%的范围内。

[0076] 基板

[0077] 基板140可以是或包括一个或多个柔性塑料或聚合物基板。基板140可以是透明的和/或无色的(colorless)。基板140包含一种或多种材料,其可以是或包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalates, PET)、三乙酰纤维素(triacetylcelluloses)、聚碳酸酯(polycarbonates)、聚酰亚胺(polyimides)、无色聚酰亚胺(colorless polyimides, CPI)、聚酰胺、聚硫化物、聚甲基丙烯酸甲酯(polymethacrylic acid methyl esters)、聚醚醚酮(polyether ether ketones)、聚芳基醚酮(polyaryletherketones)、透明导电聚酯(transparent conductive polyesters)、其共聚物、其弹性体或它们的任何组合中的一种或多种。

[0078] 基板140具有约1 $\mu$ m、约2 $\mu$ m、约5 $\mu$ m、约10 $\mu$ m、约15 $\mu$ m、约20 $\mu$ m或约25 $\mu$ m至约30 $\mu$ m、约40 $\mu$ m、约50 $\mu$ m、约60 $\mu$ m、约70 $\mu$ m、约80 $\mu$ m、约90 $\mu$ m、约100 $\mu$ m、约120 $\mu$ m、约150 $\mu$ m、约200 $\mu$ m或更大的厚度。例如,基板140具有约5 $\mu$ m至约200 $\mu$ m、约10 $\mu$ m至约200 $\mu$ m、约20 $\mu$ m至约200 $\mu$ m、约50 $\mu$ m至约200 $\mu$ m、约80 $\mu$ m至约200 $\mu$ m、约5 $\mu$ m至约100 $\mu$ m、约10 $\mu$ m至约100 $\mu$ m、约20 $\mu$ m至约100 $\mu$ m、约30

$\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约80 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约30 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约60 $\mu\text{m}$ 至约80 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、或约30 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 的厚度。

[0079] 第一或湿硬涂层 (WHC)

[0080] 在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150可以是或包括一个或多个湿硬涂层。湿硬涂层150可以是或包括一种或多种丙烯酸酯(acrylates)、一种或多种溶胶凝胶(solgels)、一种或多种硅氧烷(siloxanes)、其一种或多种共聚物、一种或多种弹性体或其任何组合。在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150包含或为丙烯酸酯,其可以为或包括可辐射固化的丙烯酸酯、脂肪族氨基甲酸酯丙烯酸酯(aliphatic urethane acrylate)、其共聚物、其弹性体或其任何组合。例如,湿硬涂层150包含或为热固化的丙烯酸酯和/或UV固化的丙烯酸酯。

[0081] 湿硬涂层150由于通过使用液体型介质(liquid-type media)或起始材料(starting material)的一种液体沉积工艺沉积或以其它方式形成而获得了其名称的“湿”部分。一旦沉积或以其它方式形成,湿硬涂层150是完全干燥或实质上干燥的固体层。湿硬涂层150可以由凝胶(gel)、旋涂(spin-coating)、溶液、悬浮液(suspension)或其任何组合制成。在一些示例中,凝胶、溶液或悬浮液包含一种或多种溶剂,在其它示例中,凝胶,溶液或悬浮液不包含溶剂,诸如完全或实质上不含溶剂。在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150可以在片对片处理系统或卷对卷处理系统上形成、处理和/或以其它方式加工。例如,湿硬涂层150可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0082] 在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150包含在有机基质(organic matrix)或无机基质(inorganic matrix)内放置或以其它方式设置的多个无机纳米颗粒(inorganic nanoparticles)或其它颗粒。在一些示例中,湿硬涂层150包含热固化或UV固化的丙烯酸酯或溶胶-凝胶,其中有机基质散布或分布有无机纳米颗粒,作为填充物嵌入或共价键结至有机基质。示例的无机颗粒可以是或包括二氧化硅、氧化铝、氧化钛、氧化锆、氧化铪(hafnium oxide)或其任何组合。无机颗粒可以是纳米颗粒,且具有约1nm至约500nm、约5nm至约100nm、或约10nm至约50nm的粒径。湿硬涂层150可包括约40wt%、约45wt%或约50wt%至约55wt%、约60wt%、约65wt%、约70wt%或约75wt%的无机颗粒或其它颗粒。例如,湿硬涂层150可包括约40wt%至约75wt%、约40wt%至约70wt%、或约45wt%至约65wt%的无机颗粒或其它颗粒。

[0083] 湿硬涂层150具有约1.40、约1.42、约1.43、约1.45或约1.46至约1.48、约1.50、约1.51、约1.52、约1.54、约1.55或更大的折射率。例如,湿硬涂层150的折射率为约1.40至约1.55、约1.40至约1.53、约1.40至约1.51、约1.40至约1.50、约1.40至约1.48、约1.40至约1.46、1.40至约1.45、约1.40至约1.43、约1.43至约1.55、约1.43至约1.53、约1.43至约1.51、约1.43至约1.50、约1.43至约1.48、约1.43至约1.46、约1.43至约1.45、约1.45至约1.55、约1.45至约1.53、约1.45至约1.51、约1.45至约1.50、约1.45至约1.48、或约1.45至约1.46。在一些示例中,湿硬涂层150具有约1.40至约1.55、或约1.43至约1.51的折射率。

[0084] 湿硬涂层150可以具有约0.1 $\mu\text{m}$ 、约0.2 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 、约0.6 $\mu\text{m}$ 、约0.8 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 、约1.2 $\mu\text{m}$ 、约1.5 $\mu\text{m}$ 、约1.8 $\mu\text{m}$ 、约2 $\mu\text{m}$ 、约3 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 、约15 $\mu\text{m}$ 或约20 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约30 $\mu\text{m}$ 、

约35 $\mu\text{m}$ 、约40 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 或更厚的厚度。例如,湿硬涂层150的厚度可为约0.1 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约15 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约2 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约1 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约2 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约3 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、或约10 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 。在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150的厚度在约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0085] 湿硬涂层150具有约5%、约6%、约6.5%、约7%或约7.5%至约8%、约8.5%、约9%、约9.5%、约10%、约11%、约12%或约15%的孔隙率,其使用椭偏仪(Ellipsometry)孔隙率测得。例如,湿硬涂层150具有约5%至约12%、约6%至约12%、约6%至约11%、约6%至约10.5%、约6%至约10%、约6%至约9.5%、约6%至约9%、约6%至约8.5%、约6%至约8%、约6%至约7.5%、约6%至约7%、约7%至约12%、约7%至约11%、约7%至约10.5%、约7%至约10%、约7%至约9.5%、约7%至约9%、约7%至约8.5%、约7%至约8%、约7%至约7.5%、约8%至约12%、约8%至约11%、约8%至约10.5%、约8%至约10%、约8%至约9.5%、约8%至约9%、或约8%至约8.5%的孔隙率,其使用椭偏仪孔隙率测得。

[0086] 湿硬涂层150可具有基于铅笔硬度标度(scale)的约2H、约3H、约4H、约5H、或约6H至约7H、约8H或约9H的铅笔硬度。例如,湿硬涂层150可具有基于铅笔硬度标度的约2H至约9H、约3H至约9H、约4H至约9H、约5H至约9H、约6H至约9H、约7H至约9H、约2H至约8H、约3H至约8H、约4H至约8H、约5H至约8H、约6H至约8H、约7H至约8H、约2H至约7H、约3H至约7H、约4H至约7H、约5H至约7H、约6H至约7H、约6H至约9H、约7H至约9H、约8H至约9H、约6H至约8H、或约7H至约8H的铅笔硬度。在一或多个实施方式中,湿硬涂层150具有约6H至约9H的铅笔硬度。

[0087] 在一个或多个实施方式中,湿硬涂层150在跨越湿硬涂层150的厚度上具有纳米压痕硬度,其范围为约0.1GPa、约0.5GPa、约0.8GPa、约1GPa、约1.2GPa、约1.5GPa或约1.8GPa至约2GPa、约2.2GPa、约2.5GPa、约2.8GPa、约3GPa、约3.5GPa、约4GPa、约4.5GPa、约5GPa或更大,其使用纳米压痕技术测得,该技术依循针对材料的机械性特征的Oliver-Pharr压痕方法。在一些示例中,湿硬涂层150在跨越湿硬涂层150的厚度上具有纳米压痕硬度,范围为约0.1GPa至约5GPa、约0.5GPa至约5GPa、约1GPa至约5GPa、约1.5GPa至约5GPa、约2GPa至约5GPa、约2.5GPa至约5GPa、约3GPa至约5GPa、约3.5GPa至约5GPa、约4GPa至约5GPa、约4.5GPa至约5GPa、约1.5GPa至约5GPa、约1.5GPa至约4.5GPa、约1.5GPa至约4GPa、约1.5GPa至约3.5GPa、约1.5GPa至约3GPa、约0.1GPa至约4GPa、约0.5GPa至约4GPa、约1GPa至约4GPa、约1.5GPa至约4GPa、约2GPa至约4GPa、约2.5GPa至约4GPa、约3GPa至约4GPa、约3.5GPa至约4GPa、约0.1GPa至约3GPa、约0.5GPa至约3GPa、约1GPa至约3GPa、约1.5GPa至约3GPa、约2GPa至约3GPa、约2.5GPa至约3GPa、或约1GPa至约2GPa,其可使用纳米压痕技术测得。

[0088] 湿硬涂层150具有约1mm至约5mm的弯曲内半径、约5mm至约20mm的弯曲外半径,及约85%至约98%、约88%至约95%、或约90%至约92%的透射率,以及约-20°C至约80°C的热阻(thermal resistance)。在一个或多个示例中,湿硬涂层150可以使用紫外线辐射、热

固化工艺、电子束工艺和/或具有等离子体的真空沉积工艺来固化。湿硬涂层150可具有约90%至约99.99%的ASTM D1003的透射率、小于1%的ASTM D10003的雾度及小于0.5%的ASTM D1044的砂纸磨耗(sandpaper abrasion)。

[0089] 粘性促进层(APL)

[0090] 粘性促进层160可以是或可包括单层或可包括多层。在粘性促进层160包含两层或更多层的实施方式中,粘性促进层160可以在跨越层的厚度上具有一致的组成,或者可以在跨越厚度上具有梯度组成。跨越厚度上的梯度组成在跨越粘性促进层160的厚度上提供梯度性质(例如,硬度、弹性模数(elastic modulus)或碳浓度)。在一个或多个示例中,粘性促进层160的硬度值为粘性促进层160的弹性模数值的约10%至约15%。

[0091] 粘性促进层160包含一种或多种材料,其可以是或包括氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物(silicon oxycarbide nitride)、其掺杂剂或其任意组合。粘性促进层160可以通过一种或多种气相沉积工艺沉积或以其它方式产生,所述气相沉积工艺可以是或包括PVD、溅射、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD、其它真空或气相沉积工艺,或其任何组合。在一个或多个实施方式中,可在片对片处理系统或卷对卷处理系统中形成、处理和/或以其它方式加工粘性促进层160。例如,粘性促进层160可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0092] 在一个或多个示例中,可以在气相沉积工艺期间由一种或多种硅先驱物(silicon precursor)和一种或多种氧化剂沉积或以其它方式产生粘性促进层160。在沉积出堆叠的各子层后,于气相沉积工艺期间可调整硅先驱物与氧化剂的比例。这些调整用于控制所需的梯度性质。硅先驱物可以是或包括一种或多种烷基硅烷(alkylsilanes)、烷氧基硅烷(alkoxysilanes)、烷基硅氧烷(alkylsiloxanes)、烷基硅氮烷(alkylsilazanes)或其任何组合。氧化剂可以是或包括氧、臭氧(ozone)、等离子体氧(plasmaoxygen)、原子氧(oxygen)、水或蒸气、一氧化二氮(nitrous oxide)、过氧化物( Peroxide)或其任何组合。

[0093] 在一个或多个示例中,粘性促进层160可以是非梯度层(non-gradient layer)或膜。在其它示例中,粘性促进层160可以是其中包含2个或更多个子层的梯度层或膜。例如,粘性促进层160可以包含2、3、4或5个子层至6、7、8、9、10或更多个子层。在一些示例中,粘性促进层160可以包含2个子层至10个子层、2个子层至8个子层、2个子层至7个子层、2个子层至6个子层、2个子层至5个子层、2个子层至4个子层、2个子层至3个子层、3个子层至10个子层、3个子层至8个子层、3个子层至7个子层、3个子层至6个子层、3个子层至5个子层、3个子层至4个子层、4个子层至10个子层、4个子层至8个子层、4个子层至7个子层、4个子层至6个子层、或4个子层至5个子层。

[0094] 在一些实施方式中,粘性促进层160在跨越粘性促进层160的厚度上具有碳浓度梯度。粘性促进层160包含其中的多个子层。粘性促进层160可包括2、3、4或5个子层至6、7、8、9、10、12或更多个子层。在一些示例中,多个子层包含在跨越粘性促进层160的厚度上具有碳浓度梯度,和/或在跨越粘性促进层160的厚度上具有硬度梯度,和/或在跨越粘性促进层160的厚度上具有弹性模数梯度。

[0095] 在一个或多个示例中,粘性促进层160包含五个具有不同硬度(H)的子层,以在跨越粘性促进层160的厚度上产生梯度变化。在一个或多个示例中,这五个子层包括:第一层:H=约0.5~0.9GPa;第二层:H=约0.8~1.3GPa;第三层H=约1.2~2.4GPa;第四层H=约2.0

~ 2.8GPa;和第五层H=约2.0~2.9GPa。在其它示例中,五个子层包括:第一层:H=约0.7~0.9GPa;第二层:H=约1.1~1.3GPa;第三层H=约1.9~2.4GPa(另一个例子H=约2.2~2.4GPa);第四层H=约2.6~2.8GPa;第五层H=约2.7~2.9GPa。

[0096] 在一个或多个实施方式中,多个子层中的各子层可以在,如通过纳米压痕技术所测得,约0.1Gpa、约0.5GPa、约0.8Gpa、或约1GPa至约1.5GPa、约2GPa、约2.5GPa、约3GPa、约3.5GPa、约4GPa、约4.5GPa、约5GPa或更大的范围内,独立地具有在跨越粘性促进层160的厚度上的纳米压痕硬度,该纳米压痕技术依循针对材料的机械性特征的Oliver-Pharr压痕方法。在一些示例中,多个子层中的各子层可以在,如通过纳米压痕技术所测得,约0.1GPa至约5Gpa、约0.1GPa至约4GPa、约0.1Gpa至约3GPa、约0.1GPa至约2GPa、约0.1GPa至约1GPa、约0.1GPa至约5GPa、约0.5GPa至约4.5GPa、约0.5GPa至约4Gpa、约0.5GPa至约3.5GPa、约0.5GPa至约3GPa、约0.5GPa至约2.5GPa、约0.5GPa至约2GPa、约0.5GPa至约1.5GPa、约0.5GPa至约1GPa、约1GPa至约5Gpa、约1GPa至约4GPa,约1GPa至约3Gpa、或约1GPa至约2GPa的范围内,独立地具有在跨越粘性促进层160的厚度上的纳米压痕硬度。

[0097] 粘性促进层160具有约1.35、约1.38、约1.40、约1.42、约1.43、约1.45或约1.46至约1.48、约1.50、约1.51、约1.52、约1.54、约1.55或更大的折射率。例如,粘性促进层160具有约1.40至约1.55、约1.40至约1.53、约1.40至约1.51、约1.40至约1.50、约1.40至约1.48、约1.40至约1.46、约1.40至约1.45、约1.40至约1.43、约1.43至约1.55、约1.43至约1.53、约1.43至约1.51、约1.43至约1.50、约1.43至约1.48、约1.43至约1.46、约1.43至约1.45、约1.45至约1.55、约1.45至约1.53、约1.45至约1.51、约1.45至约1.50、约1.45至约1.48、或约1.45至约1.46的折射率。在一些示例中,粘性促进层160具有约1.40至约1.55、或约1.43至约1.51的折射率。

[0098] 粘性促进层160的厚度为约0.01 $\mu\text{m}$ 、约0.02 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 、约0.08 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 、约0.2 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 、约0.8 $\mu\text{m}$ 或约1 $\mu\text{m}$ 至约1.5 $\mu\text{m}$ 、约2 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 、约8 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 、约15 $\mu\text{m}$ 、约20 $\mu\text{m}$ 、约25 $\mu\text{m}$ 、约30 $\mu\text{m}$ 、约35 $\mu\text{m}$ 、约40 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 或更大。粘性促进层160的厚度在约0.01 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约8 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约1 $\mu\text{m}$ 、约0.04 $\mu\text{m}$ 至约0.1 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约8 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约1 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约8 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、或约1 $\mu\text{m}$ 至约3 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0099] 图24绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含多个子层210、212、214、216、218、220、222、224、226和228的粘性促进层(APL)260的示意性截面图。在一个或多个实施方式中,粘性促进层260可以取代本文所描述和讨论的任一实施方式中的粘性促进层160。尽管粘性促进层260被绘示为具有十个子层(子层210、212、214、216、218、220、222、224、226和228),但是粘性促进层260可包括2、3、4或5个子层至6、7、8、9、10、12或更多个子层。在一些示例中,多个子层包含在跨越粘性促进层260的厚度上的碳浓度梯度和/或在跨越粘性促进层260的厚度上的硬度梯度。藉由降低多个子层中从底层或最低层至顶层或最高层的碳含量,可改变跨越粘性促进层260的厚度上的碳浓度。

[0100] 在粘性促进层260的一些示例中,底层或最低层的碳含量可以为约20原子百分比(atomic percent, at%)至约65at%,且顶层或最高层的碳含量可以为约5at%至约

15at%。在包含五个子层(分别是下至上的层1~5)的粘性促进层260的一个或多个示例中,多个子层包括以下碳浓度:第1层为约20at%至约65at%(另一个例子为约20at%至约43at%);第2层为约15at%至约35at%;第3层为约10at%至约30at%;第4层为约7at%至约20at%;以及,第5层为约5at%至约15at%。碳含量可以使用X射线光电子能谱(X-ray Photoelectron Spectroscopy,XPS)元素分析技术进行测量。

#### [0101] 抗反射(ARF)层

[0102] 抗反射层170包含用于减少或禁止光反射的一层或多层。抗反射层170包含一种或多种材料,其可以是或包括氮化硅、氧氮化硅、碳化硅氮化物、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂或其任意组合。可以通过一种或多种气相沉积工艺来沉积抗反射层170或以其它方式产生抗反射层170。例如,抗反射层170是通过气相沉积工艺沉积或产生的,其中气相沉积工艺可以是或包括溅射、PVD、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD、其它真空或气相沉积工艺、或其任何组合。在一个或多个示例中,抗反射层170包含藉由一种或多种气相沉积工艺沉积的氮化硅。在一个或多个实施方式中,抗反射层170可以在片对片处理系统或卷对卷处理系统中形成、处理和/或以其它方式加工。例如,抗反射层170可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0103] 在一些示例中,使用一种或多种以下前驱物通过气相沉积工艺形成或以其它方式沉积抗反射层170:一种或多种有机聚合物前驱物(液体和/或气体)、六甲基二硅氧烷(hexamethyldisiloxane, HMDSO)、ppHMDSO、四甲基环四硅氧烷(tetramethylcyclotetrasiloxane, TOMCAT)、六甲基二硅氮烷(hexamethyldisilazane, HMDSN)、四乙氧基硅烷(tetraethyl orthosilicate, TEOS)、硅烷(silane)、乙硅烷(disilane)、丙硅烷(trisilane)或其任意组合。在其它示例中,抗反射层170藉由使用二氧化硅或石英的溅射工艺形成或以其它方式沉积。

[0104] 抗反射层170具有约1.5、约1.7、约1.8、约1.9或约2.0至约2.1、约2.2、约2.3、约2.4或约2.5的折射率。例如,抗反射层170具有约1.5至约2.5、约1.5至约2.3、约1.5至约2.1、约1.5至约2.0、约1.5至约1.8、约1.5至约1.7、约1.7至约2.5、约1.7至约2.3、约1.7至约2.1、约1.7至约2.0、约1.8至约2.5、约1.8至约2.3、约1.8至约2.1、约1.8至约2.0、约2.0至约2.5、或约2.0至约2.3的折射率。

[0105] 抗反射层170的厚度为约0.5nm、约1nm、约2nm、约3nm、约4nm、约5nm、约8nm、约10nm、约20nm、约30nm、约40nm或约50nm至约60nm、约80nm、约100nm、约120nm、约150nm、约180nm、约200nm、约250nm或更大。例如,抗反射层170具有约2nm至约250nm、约2nm至约200nm、约2nm至约150nm、约2nm至约100nm、约2nm至约80nm、约2nm至约50nm、约2nm至约30nm、约2nm至约25nm、约2nm至约20nm、约2nm至约15nm、约2nm至约10nm、约2nm至约8nm、约5nm至约250nm、约5nm至约200nm、约5nm至约150nm、约5nm至约100nm、约5nm至约80nm、约5nm至约50nm、约5nm至约30nm、约5nm至约25nm、约5nm至约20nm、约5nm至约15nm、约5nm至约10nm、约5nm至约8nm、约20nm至约250nm、约20nm至约200nm、约20nm至约150nm、约20nm至约100nm、约20nm至约80nm、约20nm至约50nm、约20nm至约30nm、约50nm至约250nm、约50nm至约200nm、约50nm至约150nm、或约50nm至约80nm的厚度。

[0106] 抗反射层170在可见光范围内的光学透射率是在约82%、约85%、约86%、约88%或约90%至约92%、约94%、约95%、约96%、约97%、约98%或约99%的范围内。例如,抗反

射层170在可见光范围内的光学透射率是在约82%至约99%、约85%至约99%、约88%至约99%、约90%至约99%、约92%至约99%、约95%至约99%、约97%至约99%、约82%至约98%、约85%至约98%、约88%至约98%、约90%至约98%、约92%至约98%、约95%至约98%、约97%至约98%、约82%至约96%、约85%至约96%、约88%至约96%、约90%至约96%、约92%至约96%、或约95%至约96%的范围内。

[0107] 第二层或干硬涂 (dHC) 层

[0108] 在一个或多个实施方式中,干硬涂层180可以是或包括一个或多个干硬涂层。干硬涂层180包含一种或多种材料,其可以是或包括氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂或其任意组合。在包含碳的干硬涂层180的一些实施方式中,碳含量可以为约1at%、约2at%、约3at%、约4at%、约5at%或约6at%至约7at%、约8at%、约10at%、约12at%、约15at%、约18at%或约20at%。例如,干硬涂层180可具有约1at%至约20at%、约5at%至约15at%、约5at%至约10at%、约8at%至约20%、或约8at%至约12at%的碳含量。碳含量可以使用X射线光电子能谱(XPS)元素分析技术进行测量。

[0109] 由于干硬涂层180藉由一种或多种类型的气相沉积工艺而形成,因而获得其名称的“干”部分。一旦沉积或以其它方式形成,干硬涂层180是完全干燥或实质上干燥的固体层。干硬涂层180通过气相沉积工艺沉积、形成或以其它方式产生,所述气相沉积工艺可以是或包括PVD、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD、其它真空或气相沉积工艺或其任意组合。在一些示例中,藉由真空处理、常压处理(atmospheric processing)、溶液处理或其它沉积或涂覆技术来生产、沉积涂覆或以其它方式形成干硬涂层180,然后选择性地藉由热和/或UV曝光对其进行处理或固化。在一个或多个实施方式中,干硬涂层180可以在片对片处理系统或卷对卷处理系统中形成、处理和/或以其它方式加工。例如,可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术将干硬涂层180沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0110] 干硬涂层180具有约1.40、约1.42、约1.43、约1.45或约1.46至约1.48、约1.50、约1.51、约1.52、约1.54、约1.55或更大的折射率。例如,干硬涂层180的折射率为约1.40至约1.55、约1.40至约1.53、约1.40至约1.51、约1.40至约1.50、约1.40至约1.48、约1.40至约1.46、1.40至约1.45、约1.40至约1.43、约1.43至约1.55、约1.43至约1.53、约1.43至约1.51、约1.43至约1.50、约1.43至约1.48、约1.43至约1.46、约1.43至约1.45、约1.45至约1.55、约1.45至约1.53、约1.45至约1.51、约1.45至约1.50、约1.45至约1.48、或约1.45至约1.46。在一些示例中,干硬涂层180具有约1.42至约1.55、或约1.45至约1.51的折射率。

[0111] 干硬涂层180可以具有约0.1 $\mu\text{m}$ 、约0.2 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 、约0.6 $\mu\text{m}$ 、约0.8 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 、约1.2 $\mu\text{m}$ 、约1.5 $\mu\text{m}$ 、约1.8 $\mu\text{m}$ 、约2 $\mu\text{m}$ 、约3 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 、约15 $\mu\text{m}$ 、或约20 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约30 $\mu\text{m}$ 、约35 $\mu\text{m}$ 、约40 $\mu\text{m}$ 、约50 $\mu\text{m}$ 或更厚的厚度。例如,干硬涂层180的厚度可为约0.1 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约15 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约2 $\mu\text{m}$ 、约0.1 $\mu\text{m}$ 至约1 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约0.5 $\mu\text{m}$ 至约2 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约5 $\mu\text{m}$ 、约1 $\mu\text{m}$ 至约3 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约

35 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、约5 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约50 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约35 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 、约10 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 、或约10 $\mu\text{m}$ 至约20 $\mu\text{m}$ 。在一个或多个示例中,干硬涂层180的厚度在约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0112] 干硬涂层180具有约0.5%、约1%、约1.5%、约2%、约2.5%或约3%至约3.5%、约4%、约4.5%、约5%、约5.5%、约6%、约6.5%、约7%或约8%的孔隙率,其使用椭偏仪孔隙率测得。例如,干硬涂层180具有约0.5%至约8%、约1%至约8%、约1%至约7%、约1%至约6.5%、约1%至约6%、约1%至约5.5%、约1%至约5%、约1%至约4.5%、约1%至约4%、约1%至约3.5%、约1%至约3%、约1%至约2.5%、约1%至约2%、约2%至约8%、约2%至约7%、约2%至约6.5%、约2%至约6%、约2%至约5.5%、约2%至约5%、约2%至约4.5%、约2%至约4%、约2%至约3.5%、约2%至约3%、约2%至约2.5%、约3%至约8%、约3%至约7%、约3%至约6.5%、约3%至约6%、约3%至约5.5%、约3%至约5%、约3%至约4.5%、约3%至约4%、或约3%至约3.5%,其使用椭偏仪孔隙率测得。

[0113] 在一个或多个示例中,干硬涂层180具有约0.5%至小于7%的孔隙率,并且湿硬涂层150具有7%至约12%的孔隙率。在其它示例中,干硬涂层180具有约0.5%至小于6%的孔隙率,并且湿硬涂层150具有6%至约12%的孔隙率。在一些示例中,干硬涂层180具有约1%至小于7%的孔隙率,并且湿硬涂层150具有7%至约10%的孔隙率。在其它示例中,干硬涂层180具有约1%至小于6%的孔隙率,并且湿硬涂层150具有6%至约10%的孔隙率。

[0114] 干硬涂层180可具有基于铅笔硬度标度的约2H、约3H、约4H、约5H或约6H至约7H、约8H或约9H的铅笔硬度。例如,干硬涂层180可以具有基于铅笔硬度标度的约2H至约9H、约3H至约9H、约4H至约9H、约5H至约9H、约6H至约9H、约7H至约9H、约2H至约8H、约3H至约8H、约4H至约8H、约5H至约8H、约6H至约8H、约7H至约8H、约2H至约7H、约3H至约7H、约4H至约7H、约5H至约7H、约6H至约7H、约6H至约9H、约7H至约9H、约8H至约9H、约6H至约8H、或约7H至约8H的铅笔硬度。在一个或多个实施方式中,干硬涂层180具有约6H至约9H的铅笔硬度。

[0115] 在一个或多个实施方式中,干硬涂层180可在跨越干硬涂层180的厚度上具有约0.1GPa、约0.5GPa、约0.8GPa、约1GPa、约1.2GPa、约1.5GPa或约1.8GPa至约2GPa、约2.2GPa、约2.5GPa、约2.8GPa、约3GPa、约3.5GPa、约4GPa、约4.5GPa、约5GPa或更大的纳米压痕硬度,其使用纳米压痕技术测得,该技术依循针对材料的机械性特征的Oliver-Pharr压痕方法。在一些示例中,干硬涂层180在跨越干硬涂层180的厚度上具有纳米压痕硬度,范围为约0.1GPa至约5GPa、约0.5GPa至约5GPa、约1GPa至约5GPa、约1.5GPa至约5GPa、约2GPa至约5GPa、约2.5GPa至约5GPa、约3GPa至约5GPa、约3.5GPa至约5GPa、约4GPa至约5GPa、约4.5GPa至约5GPa、约0.1GPa至约4GPa、约0.5GPa至约4GPa、约1GPa至约4GPa、约1.5GPa至约4GPa、约2GPa至约4GPa、约2.5GPa至约4GPa、约3GPa至约4GPa、约3.5GPa至约4GPa、约0.1GPa至约3GPa、约0.5GPa至约3GPa、约1GPa至约3GPa、约1.5GPa至约3GPa、约2GPa至约3GPa、约2.5GPa至约3GPa、约1GPa至约2GPa、约0.4GPa至约3GPa、约0.4GPa至约1.5GPa、约0.4GPa至约1.2GPa、约0.5GPa至约2GPa、约0.5GPa至约1.2GPa、或约0.5GPa至约1GPa,其可使用纳米压痕技术测得。

[0116] 干硬涂层180具有约1mm至约5mm的弯曲内半径、约5mm至约20mm的弯曲外半径、约85%至约98%、约88%至约95%、或约90%至约92%的透射率、约-20 $^{\circ}\text{C}$ 至约80 $^{\circ}\text{C}$ 的热阻。在一个或多个示例中,可使用紫外线辐射、电子束工艺和/或具有等离子体的真空沉积工艺来

固化干硬涂层180。干硬涂层180可具有约90%至约99.99%的ASTM D1003的透射率、小于1%的ASTM D10003的雾度和小于0.5%的ASTM D1044的砂纸磨耗。

[0117] 抗指纹涂层(AFC)

[0118] 抗指纹涂层190,也称为防污层(anti-smudge layer),其包含一层或多层、膜或涂层,并提供柔性覆盖透镜组件202或本文所描述和讨论的其它柔性覆盖透镜组件的整个上表面。抗指纹涂层190减少或防止在抗指纹涂层190的外表面和/或上表面上的指纹、污迹、划痕和其它污染物。抗指纹涂层190包含一种或多种材料,这些材料可以是或可包括氟硅烷(fluorosilane)、含全氟聚醚的硅烷聚合物(perfluoropolyether-containing silane polymer)、氯硅烷(chlorosilane)、氧基硅烷(oxyasilane)、氟乙烯(fluoroethylene)、全氟聚醚、氟化氮(nitrogen fluoride)或含氮氟化合物(nitrogen-fluorine containing compound)、其聚合物、其掺杂剂、或其任意组合。

[0119] 通过一种或多种沉积工艺来沉积或以其它方式产生抗指纹涂层190,所述沉积工艺可以是或包括PVD、离子束蒸发、CVD、旋涂、喷涂、浸涂、热固化或其任意组合。在一个或多个实施方式中,抗指纹涂层190可以在片对片处理系统或卷对卷处理系统中形成、处理和/或以其它方式加工。例如,抗指纹涂层190可以通过一种或多种片对片或卷对卷工艺技术沉积、涂覆或以其它方式形成在下方的表面、层或装置上。

[0120] 抗指纹涂层190的表面能为约5dyne/cm、约10dyne/cm、约15dyne/cm、约18dyne/cm或约20dyne/cm至约25dyne/cm、约30dyne/cm、约40dyne/cm、约50dyne/cm、约60dyne/cm、约70dyne/cm、约80dyne/cm或约100dyne/cm。例如,抗指纹涂层190的表面能在约5dyne/cm至约100dyne/cm、约5dyne/cm至约80dyne/cm、约5dyne/cm至约70dyne/cm、约5dyne/cm至约50dyne/cm、约5dyne/cm至约40dyne/cm、约5dyne/cm至约30dyne/cm、约5dyne/cm至约20dyne/cm、约10dyne/cm至约100dyne/cm、约10dyne/cm至约80dyne/cm、约10dyne/cm至约70dyne/cm、约10dyne/cm至约50dyne/cm、约10dyne/cm至约40dyne/cm、约10dyne/cm至约30dyne/cm、约10dyne/cm至约20dyne/cm、约30dyne/cm至约100dyne/cm、约30dyne/cm至约80dyne/cm、约30dyne/cm至约70dyne/cm、约30dyne/cm至约50dyne/cm、或约30dyne/cm至约40dyne/cm的范围内。

[0121] 抗指纹涂层190的厚度为约0.5nm、约1nm、约2nm、约3nm、约4nm、约5nm、约8nm或约10nm至约12nm、约15nm、约18nm、约20nm、约25nm、约30nm、约35nm、约40nm、约50nm、约60nm、约80nm、约100nm或更大。例如,抗指纹涂层190具有约1nm至约100nm、约1nm至约80nm、约1nm至约50nm、约1nm至约40nm、约1nm至约35nm、约1nm至约30nm、约1nm至约25nm、约1nm至约20nm、约1nm至约15nm、约1nm至约10nm、约1nm至约8nm、约1nm至约5nm、约3nm至约100nm、约3nm至约80nm、约3nm至约50nm、约3nm至约40nm、约3nm至约35nm、约3nm至约30nm、约3nm至约25nm、约3nm至约20nm、约3nm至约15nm、约3nm至约10nm、约3nm至约8nm、约3nm至约5nm、约5nm至约100nm、约5nm至约80nm、约5nm至约50nm、约5nm至约40nm、约5nm至约35nm、约5nm至约30nm、约5nm至约25nm、约5nm至约20nm、约5nm至约15nm、约5nm至约10nm、约5nm至约8nm、约10nm至约100nm、约10nm至约80nm、约10nm至约50nm、约10nm至约40nm、约10nm至约35nm、约10nm至约30nm、约10nm至约25nm、约10nm至约20nm、约10nm至约15nm、约20nm至约50nm、约20nm至约30nm、约50nm至约250nm、约50nm至约200nm、约50nm至约150nm、约50nm至约100nm、或约50nm至约80nm的厚度。

[0122] 图2绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件202的显示装置200的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件202包含防潮层130、设置在防潮层130上的冲击吸收层120、和设置在冲击吸收层120上的基板140、以及设置在基板140上的湿硬涂层150。柔性覆盖透镜组件202还包含设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中,冲击吸收层120设置在防潮层130与基板140之间并与防潮层130和基板140接触。

[0123] 图3绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件302的显示装置300的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件302包含防潮层130、设置在防潮层130上的冲击吸收层120、设置在冲击吸收层120上的基板140、以及设置在基板140上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件302还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0124] 图4绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件402的显示装置400的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件402包含防潮层130、设置在防潮层130上的基板140、以及设置在基板140上的湿硬涂层150。柔性覆盖透镜组件402还包含设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0125] 图5绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件502的显示装置500的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件502包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的冲击吸收层120、设置在冲击吸收层120上的基板140、以及设置在基板140上的湿硬涂层150。柔性覆盖透镜组件502还包含设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中,湿硬涂层150设置在基板140与粘性促进层160之间并与基板140和粘性促进层160接触。

[0126] 图6绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件602的显示装置600的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件602包含冲击吸收层120、设置在冲击吸收层120上的玻璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、以及设置在基板140上的湿硬涂层150。柔性覆盖透镜组件602还包含设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一个或多个示例中,玻璃层110设置在冲击吸收层120与基板140之间并与冲击吸收层120和基板140接触。

[0127] 图7绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件702的显示装置700的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件702包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的冲击吸收层120、设置在冲击吸收层120上的基板140、以及设置在基板140上的粘性促进层160。透镜组件702还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0128] 图8绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的

柔性覆盖透镜组件802的显示装置800的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件802包含冲击吸收层120、设置在冲击吸收层120上的基板140、设置在基板140上的湿硬涂层150、以及设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件802还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0129] 图9绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件902的显示装置900的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件902包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、设置在基板140上的湿硬涂层150、以及设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件902还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0130] 图10绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1002的显示装置1000的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1002包含基板140、设置在基板140上的湿硬涂层150、以及设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件1002还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0131] 图11绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1102的显示装置1100的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1102包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、以及设置在基板140上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件1102还包含设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中,基板140设置在玻璃层110与粘性促进层160之间并与玻璃层110和粘性促进层160接触。

[0132] 图12绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1202的显示装置1200的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1202包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、以及设置在基板140上的湿硬涂层150。柔性覆盖透镜组件1202还包含设置在湿硬涂层150上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的粘性促进层160、以及设置在粘性促进层160上的抗指纹涂层190。

[0133] 图13绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1302的显示装置1300的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1302包括玻璃层110、设置在玻璃层110上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中,粘性促进层160设置在玻璃层110与抗反射层170之间并与玻璃层110和抗反射层170接触。

[0134] 图14绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1402的显示装置1400的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1402包含粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的抗反射层170、设置在抗反射层170上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0135] 图15绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1502的显示装置1500的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1502包括玻

璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、设置在基板140上的湿硬涂层150、以及设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件1502还包含设置在粘性促进层160上的干硬涂层180以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一个或多个示例中,湿硬涂层150设置在基板140与粘性促进层160之间且与基板140和粘性促进层160接触。

[0136] 图16绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1602的显示装置1600的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1602包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的基板140、设置在基板140上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一个或多个示例中,基板140设置在玻璃层110与粘性促进层160之间且与玻璃层110和粘性促进层160接触。

[0137] 图17绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1702的显示装置1700的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1702包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0138] 图18绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1802的显示装置1800的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1802包含基板140、设置在基板140上的湿硬涂层150、设置在湿硬涂层150上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。

[0139] 图19绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件1902的显示装置1900的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件1902包含基板140、抗指纹涂层190、以及设置在基板140与抗指纹涂层190之间的粘性促进层160。

[0140] 图20绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件2002的显示装置2000的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件2002包含基板140、设置在基板140上的粘性促进层160、设置在粘性促进层160上的干硬涂层180、以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中,粘性促进层160和/或干硬涂层180设置在基板140与抗指纹涂层190之间。另外,干硬涂层180设置在粘性促进层160与抗指纹涂层190之间且与粘性促进层160和抗指纹涂层190接触。

[0141] 图21绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件2102的显示装置2100的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件2102包含抗指纹涂层190、粘性促进层160以及干硬涂层180。第二硬涂层或干硬涂层180设置在粘性促进层160与抗指纹涂层190之间并与粘性促进层160和抗指纹涂层190接触。

[0142] 在一个或多个实施方式中,FDS104、玻璃层110、冲击吸收层120、防潮层130、基板140、湿硬涂层150、粘性促进层160、抗反射层170、干硬涂层180和/或抗指纹涂层190中的任两个、三个或更多个可通过一个或多个粘合层(adhesive layer)(未示出)耦接、连接、粘接、结合、贴合或以其它方式保持在一起。各粘合层可以独立地是或包括一种或多种光学透明粘合胶(optically clear adhesive,OCA)和/或压敏粘合剂(pressure-sensitive adhesive,PSA)。在一个或多个示例中,各粘合层被应用为液体基的粘合剂,其将两个相邻表面干燥且结合在一起。在一些示例中,各粘合层是将两个相邻表面结合在一起的OCA双面胶带。

[0143] 在其它实施方式中, FDS104、玻璃层110、冲击吸收层120、防潮层130、基板140、湿硬涂层150、粘性促进层160、抗反射层170、干硬涂层180和/或抗指纹涂层190中的任两个、三个或更多个可在不使用粘合层的情况下耦接、连接、粘接、结合、贴合或以其它方式保持在一起。如此, 可以排除任何或所有粘合层, 且利用固有的结合力将相邻的部件或层保持在一起。例如, FDS104、玻璃层110、冲击吸收层120、防潮层130、基板140、湿硬涂层150、粘性促进层160、抗反射层170、干硬涂层180和/或抗指纹涂层190中的任两个、三个或更多个可以耦接、连接、粘接、结合、贴合或以其它方式保持到相邻的层、膜或装置上, 且没有粘合层设置于它们之间的界面。任何相邻的层、膜或装置可以沉积或以其它方式直接形成在另一相邻的层、膜或装置上。

[0144] 图22绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性覆盖透镜组件2202的显示装置2200的示意性截面图。柔性覆盖透镜组件2202包含玻璃层110、设置在玻璃层110上的第一粘性促进层160、设置在第一粘性促进层160上的湿硬涂层150、以及设置在湿硬涂层150上的第二粘性促进层160。柔性覆盖透镜组件2202还包含设置在第二粘性促进层160上的干硬涂层180以及设置在干硬涂层180上的抗指纹涂层190。在一些示例中, 第一粘性促进层160与第二粘性促进层160中各者可独立地彼此不同。在其它示例中, 第一和第二粘性促进层160彼此相同。在一个或多个实施方式中, 抗指纹涂层190可具有无机-有机-无机层堆叠。

[0145] 图23绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式的包含设置在FDS104上的柔性且可更换的覆盖透镜堆叠2302的显示装置2300的示意性截面图。柔性且可更换的覆盖透镜堆叠2302包含第一柔性覆盖透镜组件2310、第二柔性覆盖透镜组件2330、以及设置在第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330之间的牺牲粘附层2320。第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330的每一者可以独立地是或包括本文所描述和讨论的的柔性覆盖透镜组件(例如, 柔性覆盖透镜组件102、202、302、402、502、602、702、802、902、1002、1102、1202、1302、1402、1502、1602、1702、1802、1902、2002、2102或2202)的任一者, 其中第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330彼此不同。

[0146] 在一个或多个实施方式中, 若期望移除并替换第一柔性覆盖透镜组件2310(例如, 由于刮损或受到其它损坏), 则牺牲粘附层2320可以被选择性地降解(degraded)、破坏(destroyed)或其它为了将第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330分离的方法或将第一柔性覆盖透镜组件2310与其它显示结构分离的方法。藉由将牺牲粘附层2320暴露于预定温度、预定波长和/或紫外线(UV)剂量和/或预定机械移除机构, 可以将第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330分离, 如下文进一步讨论和描述的。

[0147] 牺牲粘附层2320包含一种或多种聚合物材料或低聚物材料(oligomeric material), 其可以是或包括丙烯酸酯、硅树脂(silicone)、热塑性粘合剂(thermoplastic adhesive)、弹性体粘合剂(elastomeric adhesive)及其组合。牺牲粘附层2320在约60°C至约120°C的温度下可降解。当牺牲粘附层2320在暴露于具有约350nm至约375nm的波长的紫外光约0.5秒至约30秒时, 牺牲粘附层2320是可降解的。

[0148] 在一些示例中, 牺牲粘附层2320包括一个或多个OCA。牺牲粘附层2320可以是或包括一种或多种聚合物材料或低聚物材料, 诸如一种或多种丙烯酸酯、硅树脂、热塑性粘合

剂、弹性体粘合剂或其任意组合。牺牲粘附层2320提供一低的剪切模量 (shear modulus), 并允许牺牲粘附层2320顶部的层相对于牺牲粘附层2320下方的层剪切或滑动。在一个或多个示例中, 牺牲粘附层2320可以是由液态光学透明粘合胶 (liquid optically clear adhesive, LOCA) 制成, 其可通过多种方式分配并通过UV曝光或加热、湿气和/或压敏固化, 且通过调节或控制前述工艺进行固化。在一些示例中, 牺牲粘附层2320在预定温度下可降解。例如, 牺牲粘附层2320可在约40°C、约50°C或约60°C至约80°C、约100°C或约120°C的温度下降解。在其它示例中, 当牺牲粘附层2320暴露于预定波长和/或预定剂量的UV光时是可降解的。例如, 当牺牲粘附层2320暴露于具有约350nm至约375nm的波长, 诸如约365nm的UV光时是可降解的。牺牲粘附层2320可通过将粘合剂暴露于UV光约0.5秒、约1秒或约5秒至约30秒、约60秒或约90秒的时间段来降解。

[0149] 牺牲粘附层2320包含的粘合剂不同于在柔性且可替换的覆盖透镜堆叠2302中包含的任何其它粘合层中的粘合剂, 若有的话。牺牲粘附层2320中的粘合剂具有不同于第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330中包含的任何其它粘合层中的粘合剂的组成, 若有的话。牺牲粘附层2320中的粘合剂暴露于预定温度或波长的紫外光时, 会降解或破坏。如此, 第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330之间的粘附或结合被破坏, 然后第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330可彼此分离。在相同时间周期内, 当暴露于相同预定温度或波长的紫外光时, 第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330内的任何粘合层中的粘合剂 (若有的话), 都不会降解或破坏, 且可保留第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330内的部件之间的粘附或结合。

[0150] 在一个或多个实施方式中, 第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330可在重复循环中独立地具有柔性, 而弯曲至低至1mm的内曲率半径或低至4mm的外曲率半径。在一些实施方式中, 在包含覆盖透镜组件的显示装置2300的弯曲操作过程中, 第一柔性覆盖透镜组件2310可通过由牺牲粘附层2320提供的滑移 (slipping)、剪切 (shearing) 和/或滑动 (sliding) 机构相对于第二柔性覆盖透镜组件2330独立地移动。此分离第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330的滑移、剪切和/或滑动平面, 可设计 (engineered) 于牺牲粘附层2320的材料。第一柔性覆盖透镜组件2310与第二柔性覆盖透镜组件2330在具有或不具有冲击吸收层的情况下独立地具备耐冲击 (impact resistance), 如通过标准落球试验 (standard ball drop test) 所测得的, 表现了从100cm高度坠落的达130g钢球的抵抗能力, 且在一些示例中, 高度大于100cm, 诸如120cm至约150cm。在一些示例中, 第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330可以独立地具有耐刮性 (scratch resistance), 例如通过加载至达1kg的标准钢丝棉测试 (standard steel wool test) 测量的耐刮性并且能够承受大量循环, 例如, 约100个循环至约4,000个循环。第一柔性覆盖透镜组件2310和第二柔性覆盖透镜组件2330可独立地具有约85%至约95%的总透射率 (total transmission)、小于1%的雾度、黄变指数 (yellow index)  $B^* < 1$  和高断裂韧性 (fracture toughness)。

[0151] 图25绘示根据本文所描述和讨论的一个或多个实施方式中可作为包含在显示装置100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200和2300 (图1~23) 中的柔性显示结构104的柔性显示结构

304的示意性截面图。柔性显示结构104、304可以是或包括柔性显示器、刚性显示器或其它装置,且可包含在监视器、显示器、屏幕、电视、电话(例如,移动电话、智能电话或便携式电话)、计算机或笔记本电脑、平板电脑、手表或其它电子装置内。在一个或多个示例中,柔性显示结构304包括对比度增强层(contrast enhancing layer)或偏振层(polarizer layer)320、触控面板330、显示层340、基板350和背膜(backing film)360。偏振层320是或包括:包含偏振膜的多功能膜层(multi-function film layer)。偏振层320用于减少由于构成柔性显示结构304内的电极线或金属结构的反射金属所引起的不想要的反射(unwanted reflection)。偏振层320可以包括四分之一波长延迟器(quarter-wave retarder)和由厚度小于0.2mm的柔性透镜膜(flexible lens film)形成的线性偏振器。

[0152] 触控面板330可包括触控传感器IC板和触控传感器(未示出)。在一个或多个示例中,触控传感器IC板是柔性的且是金属基(metal based)的印刷电路板。显示层340可以是或包括一个或多个发光二极管(LED)显示器、一个或多个液晶显示器(LCD)或其它合适的显示装置。在一些示例中,显示层340是有机发光二极管(OLED)显示器。在一些示例中,显示层340是量子点(QD)显示器。在一个或多个示例中,显示层340可包括薄膜封装(Thin Film Encapsulation, TFE)、有机发光层、驱动器IC板和薄膜晶体管(TFT)。

[0153] 基板350可以是或包括柔性塑料或聚合物基板。基板350可以是透明的且/或无色的,并在一些示例中可以是导电的。基板350可以是或包括一种或多种聚酰亚胺材料、聚酯对苯二甲酸酯(polyester terephthalates)、聚醚醚酮、透明导电聚酯、聚碳酸酯、聚芳基醚酮或其任何组合。背膜360可以是或包括一个或多个散热层(heat sink layer)和/或一个或多个保护性阻挡层(protective barrier layer)。

[0154] 柔性显示结构104的各部件可以通过一种或多种粘合剂粘合、结合或以其它方式保持在一起。例如,偏振层320与触控面板330通过设置在其间的粘合层325结合在一起。触控面板330与显示层340通过设置在其间的粘合层335结合在一起。显示层340与基板350通过设置在其间的粘合层345结合在一起。基板350与背膜360通过设置在其间的粘合层355结合在一起。各粘合层325、335、345、355可以独立地包括一个或多个OCA。在一个或多个示例中,各粘合层325、335、345、355被应用为液体基的(liquid-based)粘合剂,其将两个相邻表面干燥且结合在一起。在一些示例中,各粘合层325、335、345、355是OCA双面胶带,其将两个相邻表面结合在一起。在其它实施方式中,各粘合层325、335、345、355独立地不设置在通过其它结合方式保持在一起的这些各自相邻层之间。例如,可将柔性显示结构104内的任何层或部件沉积或以其它方式形成在相邻层或部件上。

[0155] 柔性覆盖透镜组件102、202、302、402、502、602、702、802、902、1002、1102、1202、1302、1402、1502、1602、1702、1802、1902、2002、2102、2202、2310和/或2330、显示装置100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200和/或2300(图1~23)、柔性显示结构104、304和/或其任何层、膜或涂层,可以使用化学气相沉积(CVD)、等离子体增强CVD(PE-CVD)、原子层沉积(ALD)、等离子体增强ALD(PE-ALD)、物理气相沉积(PVD)或溅射、片对片处理、卷对卷处理、光刻(photo-lithography)、蚀刻、其它膜涂布和固化工艺和/或其它合适的制造工艺来制造。可以从加利福尼亚州圣克拉拉的应用材料公司(Applied Materials, Inc. of Santa Clara, CA)购买合适的制造装置。

[0156] 柔性覆盖透镜组件(包括柔性覆盖透镜组件102、202、302、402、502、602、702、802、902、1002、1102、1202、1302、1402、1502、1602、1702、1802、1902、2002、2102、2202、2310和/或2330、显示装置100、200、300、400、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000、2100、2200和/或2300(图1~23)、柔性显示结构(包括柔性显示结构104、304)和/或其任何层、膜或涂层可以具有大于1%的临界应变,诸如约1.5%、约2%、约2.5%、约3%、约4%或约5%至约5.5%、约6%、约7%、约8%、约9%、约10%、约11%、约12%、约15%或更高。例如,柔性覆盖透镜组件、柔性显示结构和/或其任何层、膜或涂层可以具有大于1%至约15%、约2%至约15%、约3%至约15%、约5%至约15%、约6%至约15%、约8%至约15%、约10%至约15%、约2%至约12%、约3%至约12%、约5%至约12%、约6%至约12%、约8%至约12%、约10%至约12%、约2%至约10%、约3%至约10%、约5%至约10%、约6%至约10%、约8%至约10%、约2%至约7%、约3%至约7%、约4%至约7%、或约5%至约7%的临界应变。临界应变是使用极限拉伸试验机(Ultimate Tensile Testing Machine)在规定的柔性覆盖透镜组件或其它层堆叠的伸长率(elongation)下所测量。由柔性覆盖透镜组件或其它层堆叠在没有裂纹破坏(crack failure)下的最大拉伸伸长率(maximum tensile elongation)被定义为柔性覆盖透镜组件或其它层堆叠的临界应变。

[0157] 本文所描述和讨论的柔性覆盖透镜和柔性覆盖透镜组件可以使用于任何类型的显示装置中。柔性覆盖透镜和柔性覆盖透镜组件具有强的强度、柔性、弹性、光学透射率、耐磨性(wear resistance)和/或热稳定性。通过在第一柔性覆盖透镜与第二柔性覆盖透镜之间或者在第一柔性覆盖透镜与显示结构或显示装置之间利用包含可降解的光学透明粘合剂的牺牲粘附层,若发生损坏,可在不损坏下方结构或装置的情况下,容易地移除第一柔性覆盖透镜(并用新的覆盖透镜更换)。

[0158] 在一个或多个实施方式中,尽管柔性要求取决于特定的可折叠显示器设计和产品配置,但是一般而言,如本文所描述和讨论的可折叠覆盖透镜具有足够的柔性以维持重复的弯曲循环(bend cycle),其中每个循环将柔性覆盖透镜折叠至曲率半径为5mm或更小。就临界应变而言,覆盖透镜的柔性可以由覆盖透镜能够承受大于1%的临界应变来表示。

[0159] 本公开内容的实施方式还涉及以下段落1~93中的任何一者或多者:

[0160] 1.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;位于玻璃层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上且具有约1GPa至约5Gpa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0161] 2.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的基板;设置在基板上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上且具有约1%至约7%的孔隙率的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0162] 3.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的基板;设置在基板上且具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的抗反射层;设置在抗反射层上的粘性促进层;以及设置在粘性促进层上的抗指纹涂层。

[0163] 4.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的粘性促进层;设置在所述粘性促进层上且具有约1GPa至约5Gpa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0164] 5.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的基板;设置在基板上的粘性促进层;设置在粘性促进层上且具有约1%至约7%的孔隙率的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0165] 6.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的基板;设置在基板上且具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上且具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度和约1%至约7%的孔隙率的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0166] 7.一种柔性覆盖透镜组件,包括:基板;抗指纹涂层;以及设置在基板与抗指纹涂层之间的粘性促进层。

[0167] 8.一种柔性覆盖透镜组件,包括:基板;设置在基板上的粘性促进层;设置在粘性促进层上且具有约1%至约7%的孔隙率和约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0168] 9.一种柔性覆盖透镜组件,包括:基板;设置在基板上且具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上且具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0169] 10.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的冲击吸收层;设置在冲击吸收层上的防潮层;设置在防潮层上的基板;设置在基板上且具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的有抗反射层;设置在抗反射层上且具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0170] 11.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的第一粘性促进层;设置在第一粘性促进层上且具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的第二粘性促进层;设置在第二粘性促进层上且具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0171] 12.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的第一粘性促进层;设置在第一粘性促进层上且孔隙率为约6%至约10%的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的第二粘性促进层;设置在第二粘性促进层上且孔隙率为约1%至约7%的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层,其中所述柔性覆盖透镜组件的临界应变大于1%至约15%。

[0172] 13.一种柔性覆盖透镜组件,包括:抗指纹涂层;粘性促进层;以及干硬涂层,其中干硬涂层设置在粘性促进层与抗指纹涂层之间。

[0173] 14.一种柔性覆盖透镜组件,包括:基板;设置在基板上的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0174] 15.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的基板;设置在基板上的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0175] 16.一种柔性覆盖透镜组件,包括:玻璃层;设置在玻璃层上的冲击吸收层;设置在冲击吸收层上的基板;设置在基板上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置

在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0176] 17. 根据段落16所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括湿硬涂层,其中所述湿硬涂层设置在基板与粘性促进层之间。

[0177] 18. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:冲击吸收层;设置在冲击吸收层上的基板;设置在基板上的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0178] 19. 根据段落18所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括设置在冲击吸收层与基板之间的玻璃层。

[0179] 20. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:防潮层;设置在防潮层上的基板;设置在基板上的湿硬涂层;设置在湿硬涂层上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0180] 21. 根据段落20所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括设置在防潮层与基板之间的冲击吸收层。

[0181] 22. 一种柔性覆盖透镜组件,包括:防潮层;设置在防潮层上的冲击吸收层;设置在冲击吸收层上的基板;设置在基板上的粘性促进层;设置在粘性促进层上的抗反射层;设置在抗反射层上的干硬涂层;以及设置在干硬涂层上的抗指纹涂层。

[0182] 23. 根据段落1~22中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述柔性覆盖透镜组件具有大于1%至约15%的临界应变。

[0183] 24. 根据段落1~23中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述柔性覆盖透镜组件具有约2%至约12%的临界应变。

[0184] 25. 根据段落1~24中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括设置在玻璃层与粘性促进层之间的基板。

[0185] 26. 根据段落1~25中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中玻璃层是超薄玻璃层,且具有约20 $\mu\text{m}$ 至约100 $\mu\text{m}$ 范围内的厚度。

[0186] 27. 根据段落1~26中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中干硬涂层包括选自自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。

[0187] 28. 根据段落1~27中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层是通过气相沉积工艺所制成的,且具有约1.5GPa至约4.5GPa范围内的纳米压痕硬度。

[0188] 29. 根据段落1~28中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有约1%至约7%的孔隙率。

[0189] 30. 根据段落1~29中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有约1.42至约1.55的折射率。

[0190] 31. 根据段落1~30中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有约1.45至约1.51的折射率。

[0191] 32. 根据段落1~31中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层具有约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 范围内的厚度。

[0192] 33. 根据段落1~32中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层是通过气相沉积工艺所制成的。

[0193] 34. 根据段落1~33中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述干硬涂层是通过选自自由PVD、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD及其任何组合所构成的组的气相沉积工艺所制成的。

[0194] 35. 根据段落1~34中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层包括丙烯酸酯、溶胶凝胶、硅氧烷、其共聚物、其弹性体或其任意组合。

[0195] 36. 根据段落1~35中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层包括丙烯酸酯,并且其中丙烯酸酯包括可辐射固化的丙烯酸酯、脂肪族氨基甲酸酯丙烯酸酯、其共聚物、其弹性体或其任意组合。

[0196] 37. 根据段落1~36中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层是由凝胶、旋涂、溶液、悬浮液或其任意组合制成的。

[0197] 38. 根据段落1~37中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有约6%至约10%的孔隙率。

[0198] 39. 根据段落1~38中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有约1.40至约1.55的折射率。

[0199] 40. 根据段落1~39中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有约1.43至约1.51的折射率。

[0200] 41. 根据段落1~40中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有约0.5GPa至约1.2GPa范围内的纳米压痕硬度。

[0201] 42. 根据段落1~41中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述湿硬涂层具有约0.5 $\mu\text{m}$ 至约40 $\mu\text{m}$ 范围内的厚度。

[0202] 43. 根据段落1~42中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括设置在玻璃层与粘性促进层之间的基板。

[0203] 44. 根据段落1~43中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括具有约0.4GPa至约1.5GPa范围内的纳米压痕硬度的湿硬涂层,并且其中所述湿硬涂层设置在基板与粘性促进层之间。

[0204] 45. 根据段落1~44中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,进一步包括具有约1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度的干硬涂层,并且其中所述干硬涂层设置在粘性促进层与抗指纹涂层之间。

[0205] 46. 根据段落1~45中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括选自自由氧化硅、碳化硅、碳氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。

[0206] 47. 根据段落1~46中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层在跨越粘性促进层的厚度上具有碳浓度梯度。

[0207] 48. 根据段落1~47中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括约2个子层至约10个子层。

[0208] 49. 根据段落1~48中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括包含于其中的多个子层,并且其中所述多个子层包括在跨越粘性促进层的厚度上的碳浓度梯度。

[0209] 50. 根据段落1~49中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括

包含于其中的多个子层,并且其中所述多个子层包括在跨越粘性促进层的厚度上的硬度梯度。

[0210] 51. 根据段落1~50中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层包括包含于其中的多个子层,并且其中所述多个子层在跨越粘性促进层的厚度上具有约0.1GPa至约5GPa范围内的纳米压痕硬度,如通过纳米压痕技术所测量的。

[0211] 52. 根据段落51所述的柔性覆盖透镜组件,其中硬度在介于约0.5GPa至约3.5GPa范围内,如通过纳米压痕技术所测量的。

[0212] 53. 根据段落1~52中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层是通过气相沉积工艺所制成的。

[0213] 54. 根据段落1~53中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层是由选自自由PVD、溅射、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD及其任何组合所构成的组的气相沉积工艺所制成的。

[0214] 55. 根据段落1~54中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层是由硅前驱物和氧化剂所制成的。

[0215] 56. 根据段落55所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述硅前驱物包括烷基硅烷、烷氧基硅烷、烷基硅氧烷、烷基硅氮烷或其任何组合。

[0216] 57. 根据段落1~56中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层具有约1.40至约1.55的折射率。

[0217] 58. 根据段落1~57中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层具有约1.43至约1.51的折射率。

[0218] 59. 根据段落1~58中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述粘性促进层具有约0.04 $\mu\text{m}$ 至约30 $\mu\text{m}$ 范围内的厚度。

[0219] 60. 根据段落1~59中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层包括选自自由氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、其掺杂剂及其任意组合所构成的组的材料。

[0220] 61. 根据段落1~60中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层包括约2个子层至约5个子层。

[0221] 62. 根据段落1~61中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层包括容纳在其中的多个子层。

[0222] 63. 根据段落1~62中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层包括膜堆叠,所述膜堆叠包括设置在第一子层与第三子层之间的第二子层,并且其中所述第一子层包括氮化硅,所述第二子层包括氧化硅,并且所述第三子层包括氮化硅。

[0223] 64. 根据段落1~63中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层是通过气相沉积工艺所制成的。

[0224] 65. 根据段落1~64中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层是通过选自自由PVD、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD及其任何组合所构成的组的气相沉积工艺所制成的。

[0225] 66. 根据段落1~65中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层的水蒸气传送率(WVTR)介于约 $1 \times 10^{-6} \text{g/m}^2/\text{天}$ 至约 $10 \text{g/m}^2/\text{天}$ 的范围内。

[0226] 67. 根据段落1~66中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层的厚度介

于约20nm至约500nm的范围内。

[0227] 68. 根据段落1~67中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述防潮层在可见光范围内的光学透射率介于约85%至约98%的范围内。

[0228] 69. 根据段落1~68中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述冲击吸收层包括选自以下各者构成的组的材料:醚氨基甲酸酯、酯氨基甲酸酯、脂肪族氨基甲酸酯、脂肪族聚氨酯、脂肪族聚酯氨基甲酸酯、聚硫化物热固性材料、聚酰胺、其共聚物、其弹性体及其任意组合。

[0229] 70. 根据段落1~69中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述冲击吸收层具有约1 $\mu$ m至约150 $\mu$ m范围内的厚度。

[0230] 71. 根据段落1~70中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述冲击吸收层在可见光范围内的光学透射率介于约85%至约98%的范围内。

[0231] 72. 根据段落1~71中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层包括选自自由含全氟聚醚的硅烷聚合物、氯硅烷、氧基硅烷、氟乙烯、全氟聚醚、其掺杂剂及其任意组合构成的组的材料。

[0232] 73. 根据段落1~72中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层是通过气相沉积工艺所制成的。

[0233] 74. 根据段落1~73中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层是由选自由PVD、离子束蒸发、CVD、旋涂、喷涂、浸涂、热固化及其任何组合构成的组的沉积工艺所制成的。

[0234] 75. 根据段落1~74中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层的表面能介于约10dyne/cm至约80dyne/cm的范围内。

[0235] 76. 根据段落1~75中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层的表面能介于约30dyne/cm至约50dyne/cm的范围内。

[0236] 77. 根据段落1~76中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗指纹涂层具有在约3nm至约50nm范围内的厚度。

[0237] 78. 根据段落1~77中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层具有约1.7至约2.3的折射率。

[0238] 79. 根据段落1~78中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层具有约1.8至约2.1的折射率。

[0239] 80. 根据段落1~79中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层在可见光范围内的光学透射率介于约85%至约98%的范围内。

[0240] 81. 根据段落1~80中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层具有约2nm至约150nm范围内的厚度。

[0241] 82. 根据段落1~81中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层包括选自自由氮化硅、氧氮化硅、碳化硅氮化物、碳氧化硅氮化物、其掺杂剂及其任何组合所构成的组的材料。

[0242] 83. 根据段落1~82中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层包括氮化硅。

[0243] 84. 根据段落1~83中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层是由气

相沉积工艺所制成的。

[0244] 85. 根据段落1~84中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述抗反射层是由选自自由溅射、PVD、CVD、PE-CVD、HDP-CVD、ALD、PE-ALD及其任何组合构成的组的气相沉积工艺所制成的。

[0245] 86. 根据段落1~85中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述基板具有在约5 $\mu$ m至约100 $\mu$ m范围内的厚度。

[0246] 87. 根据段落1~86中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中所述基板包括选自由以下各者构成的组的材料:聚对苯二甲酸乙二醇酯、三乙酰纤维素、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚酰胺、聚硫化物、聚甲基丙烯酸甲酯、其共聚物、其弹性体及其任何组合。

[0247] 88. 一种柔性且可更换的覆盖透镜堆叠,包括:第一柔性覆盖透镜,其包括根据段落1~87中任一项所述的柔性覆盖透镜组件;以及第二柔性覆盖透镜,其包括根据段落1~87中任一项所述的柔性覆盖透镜组件,其中第一柔性覆盖透镜与第二柔性覆盖透镜不同;以及,牺牲粘附层,其设置在第一柔性覆盖透镜和第二柔性覆盖透镜之间。

[0248] 89. 根据段落88所述的柔性且可更换的覆盖透镜堆叠,其中所述牺牲粘附层包括选自自由丙烯酸酯、硅树脂、热塑性粘合剂、弹性体粘合剂及其组合构成的组的聚合物材料或低聚物材料。

[0249] 90. 根据段落88所述的柔性且可更换的覆盖透镜堆叠,其中所述牺牲粘附层在约60 $^{\circ}$ C至约120 $^{\circ}$ C的温度下可降解。

[0250] 91. 根据段落88所述的柔性且可更换的覆盖透镜堆叠,其中,当所述牺牲粘附层暴露于具有约350nm至约375nm的波长的紫外光约0.5秒至约30秒的时间段时,是可降解的。

[0251] 92. 一种显示装置,包括:根据段落1~91中任一项所述的柔性覆盖透镜组件或柔性且可更换的覆盖透镜堆叠;以及柔性显示结构。

[0252] 93. 根据段落92所述的显示装置,其中所述柔性显示结构包括OLED显示器或LCD显示器。

[0253] 尽管前述内容针对本公开内容的实施方式,但是在不脱离本公开内容的基本范围的情况下,可设计其它和进一步的实施方式,且其范围由随附的权利要求书确定。本文描述的所有文件均引用于此,包括与本文不矛盾的任何优先权文件和/或测试程序。从前述的一般描述和具体实施方式中可明显看出,尽管已图示和描述了本公开内容的形式,然而在不脱离本公开内容的精神和范围的情况下可进行各种修改。因此,不意图由此限制本公开内容。同样,出于美国法律的目的,术语“包含”被认为与术语“包括”同义。同样地,每当在一个组合物、一个元素或一组元素的前面加上过渡连接词“包含”时,可理解的是,在列举组合物、元素或多种元素之前,也可考虑使用过渡连接词“基本上由……组成”,“由……组成”、“选自……所构成的组”或“是(is)”;反之亦然。

[0254] 已经使用一组数字上限和一组数字下限描述了某些实施方式及特征。应当理解的是,除非另外指出,否则包括任何两个数值的组合,例如,任何下限值与任何上限值的组合,任何两个下限值的组合和/或任何两个上限值的组合的范围是可以预期的。某些下限、上限及范围出现在下述的一项或多项权利要求中。

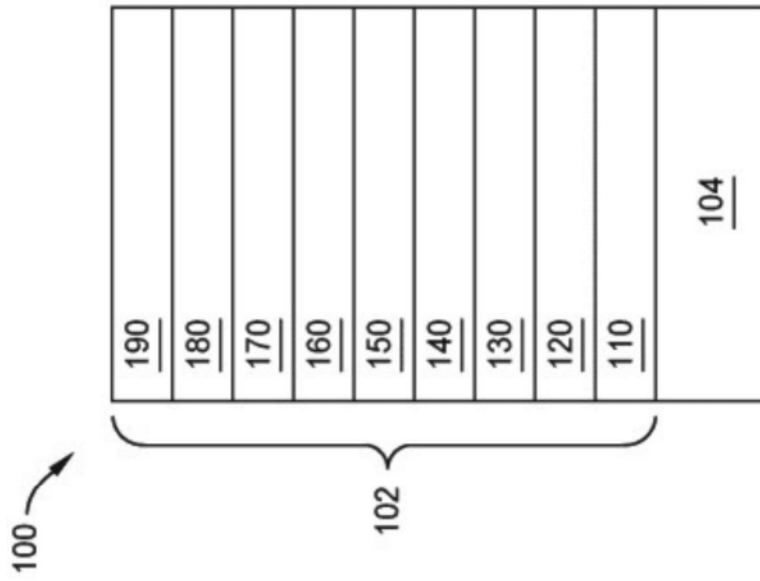


图1

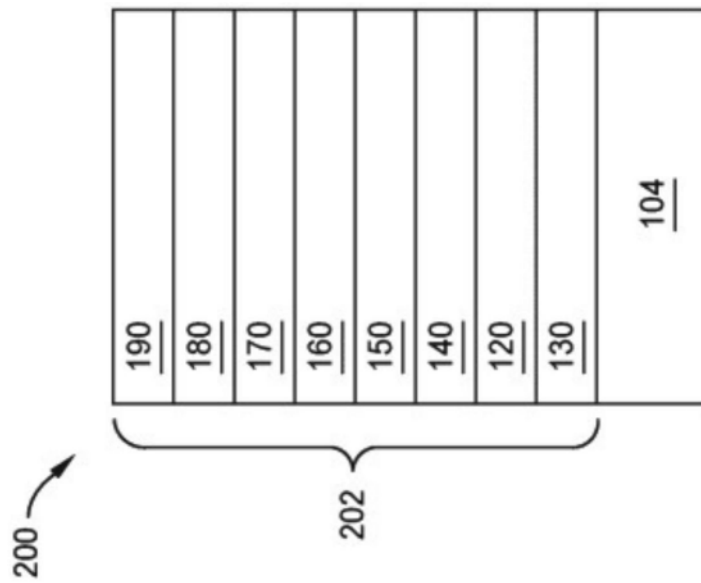


图2

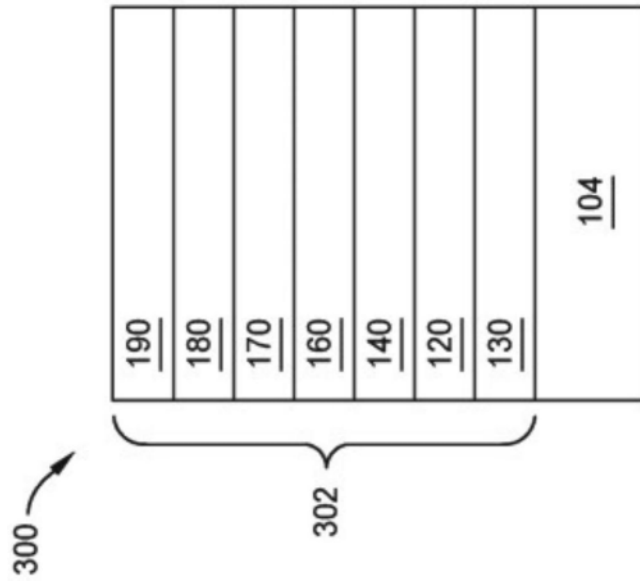


图3



图4

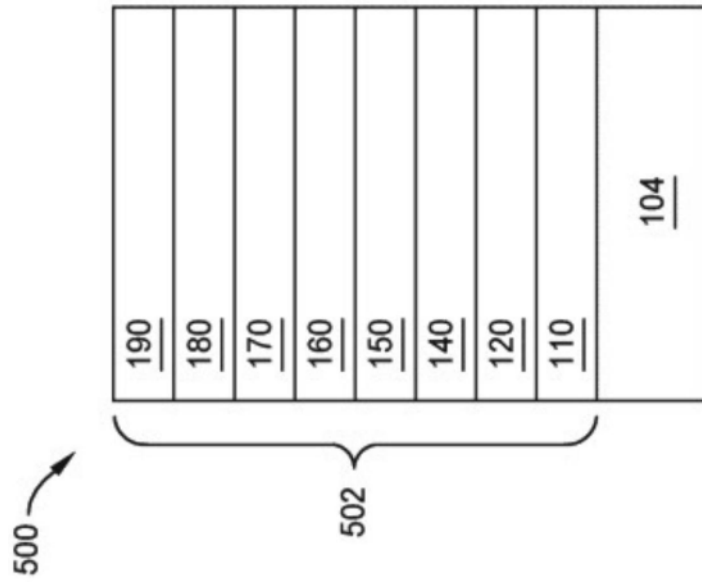


图5

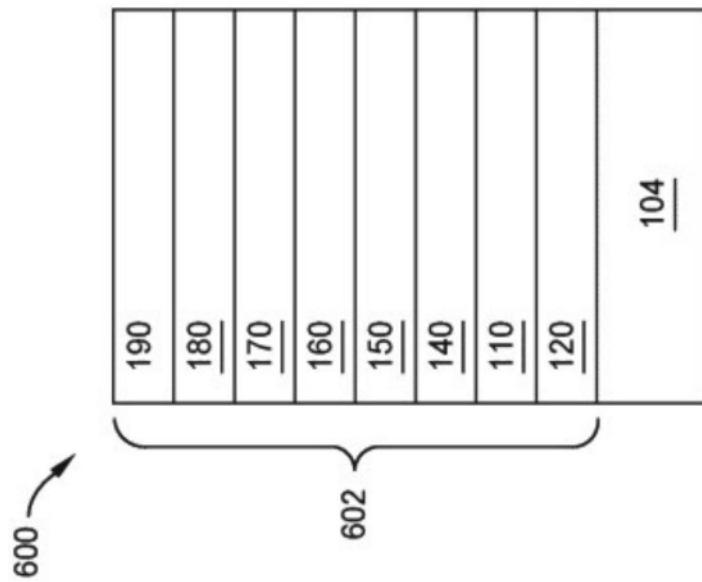


图6

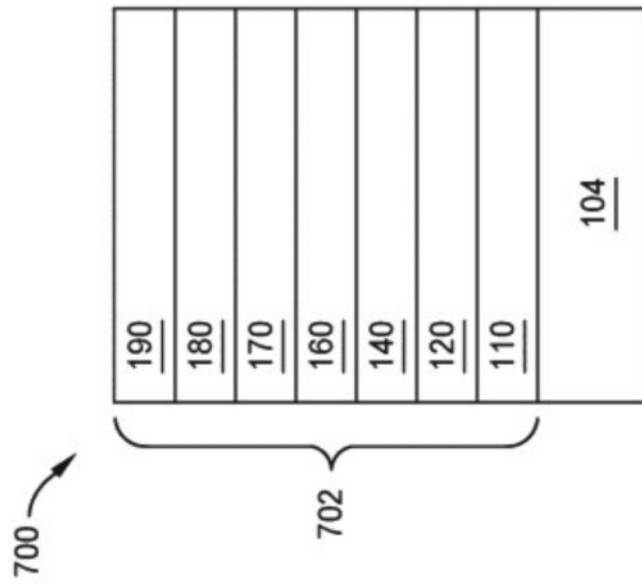


图7

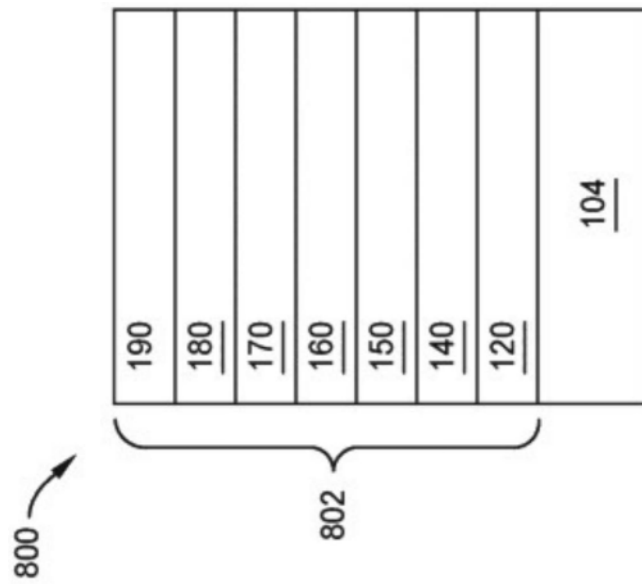


图8

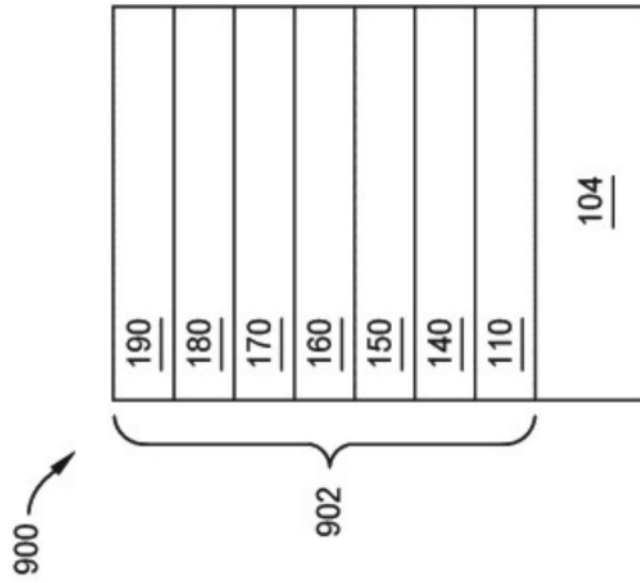


图9

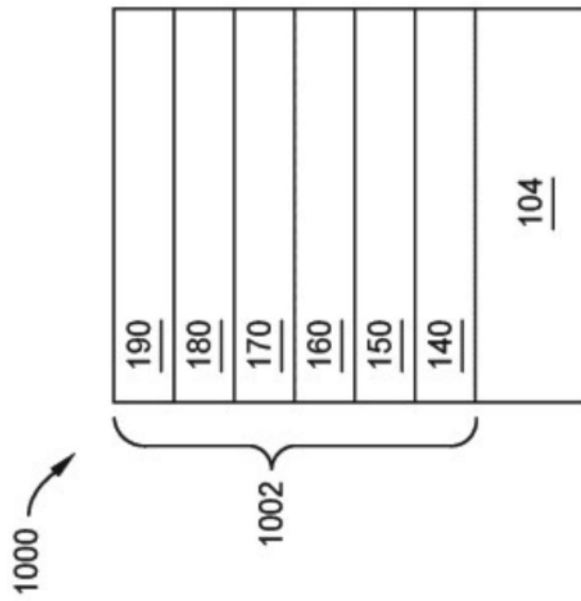


图10

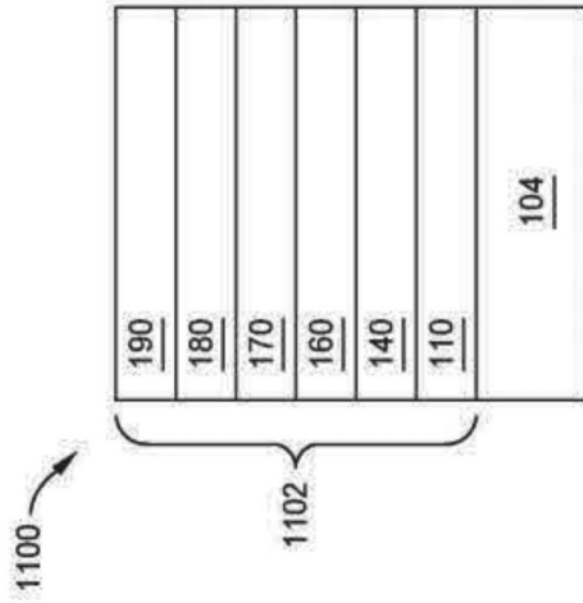


图11

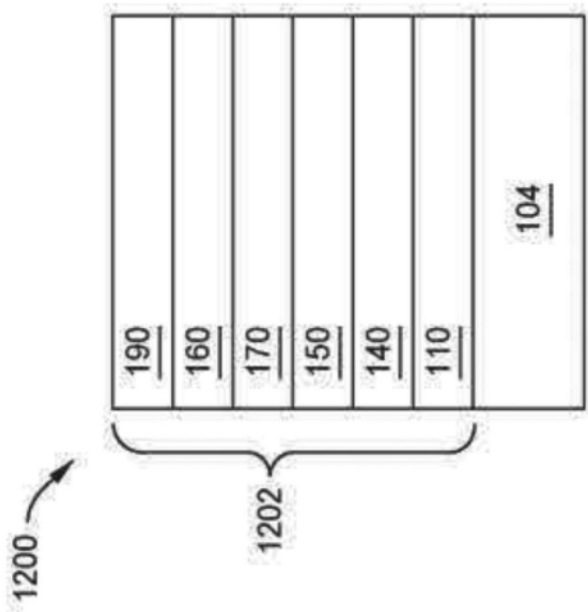


图12

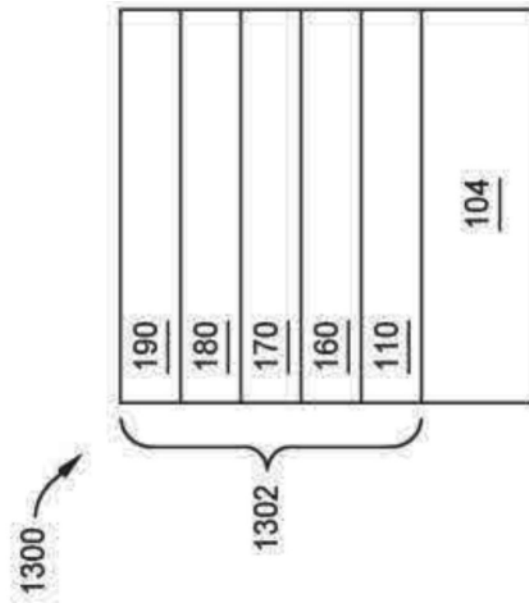


图13

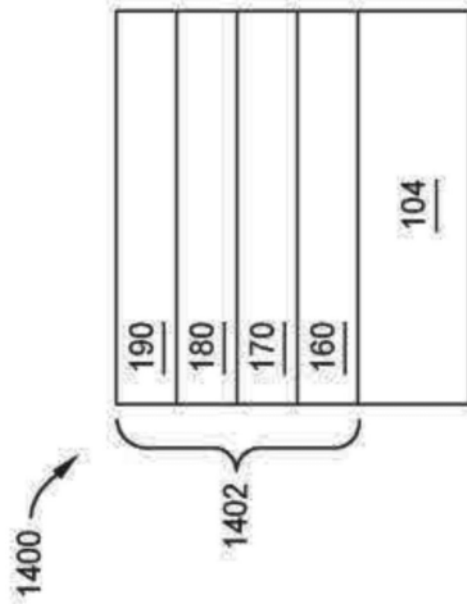


图14

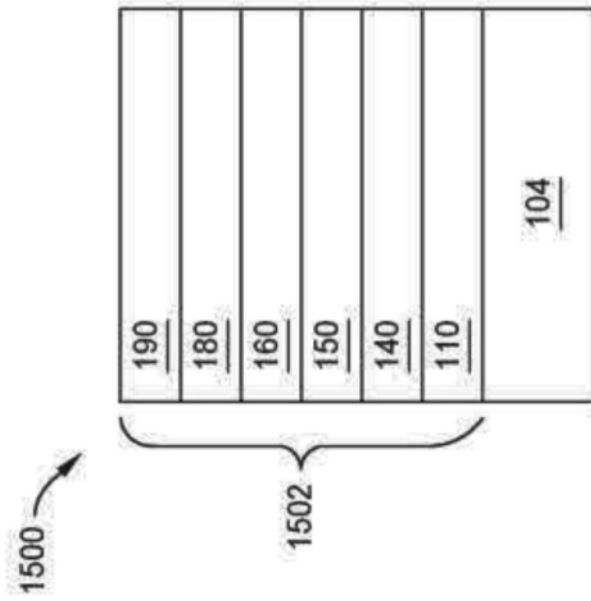


图15

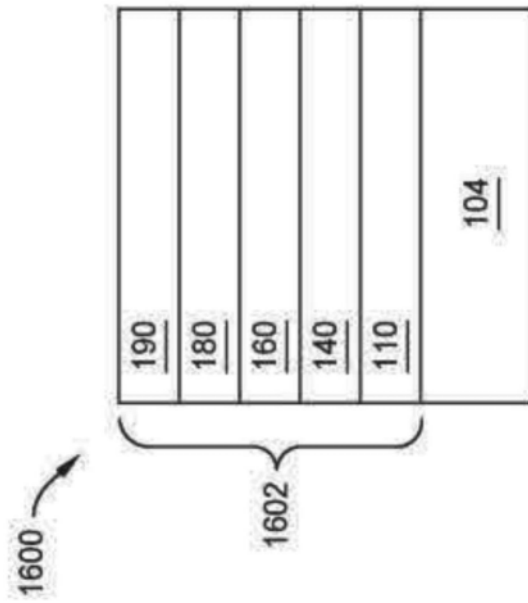


图16

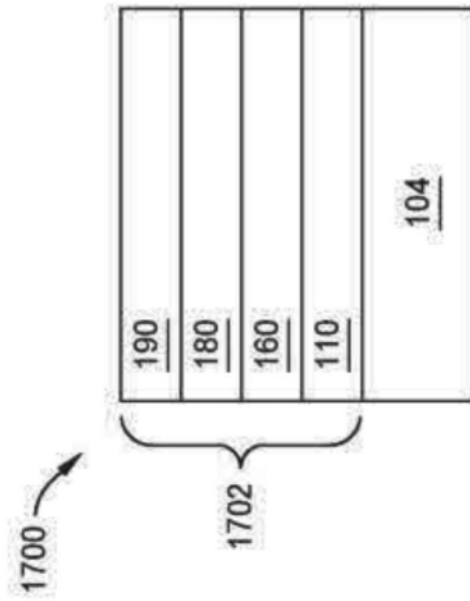


图17

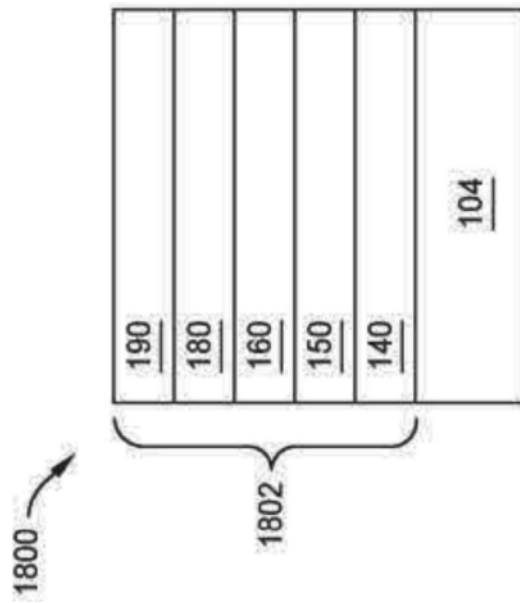


图18

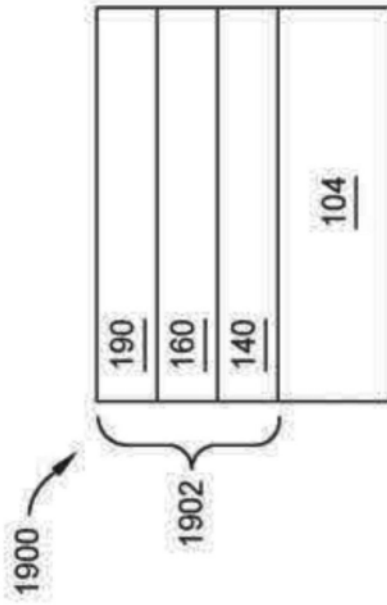


图19

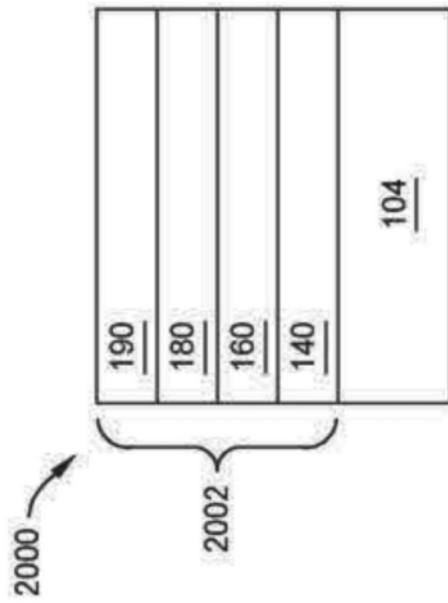


图20

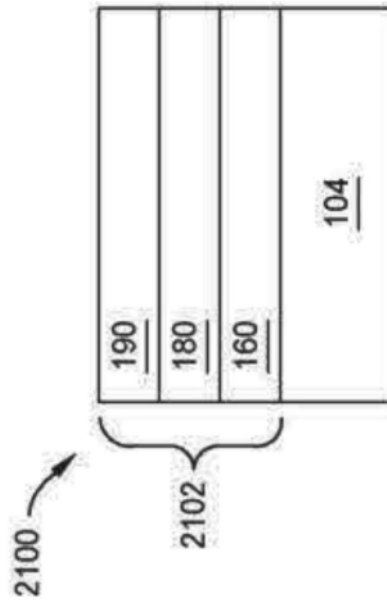


图21

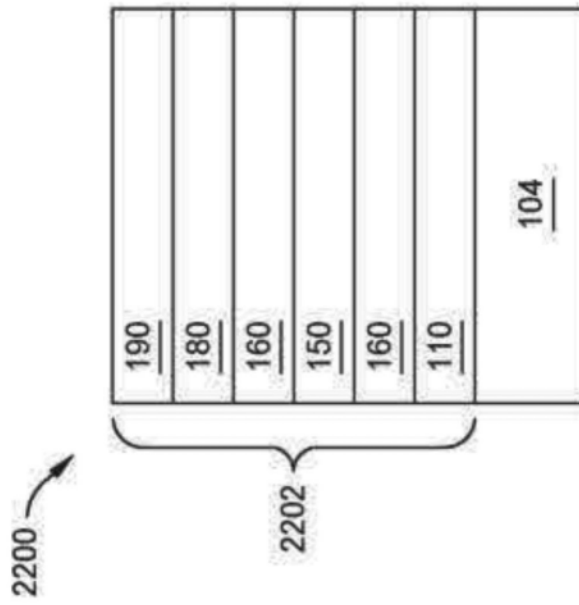


图22

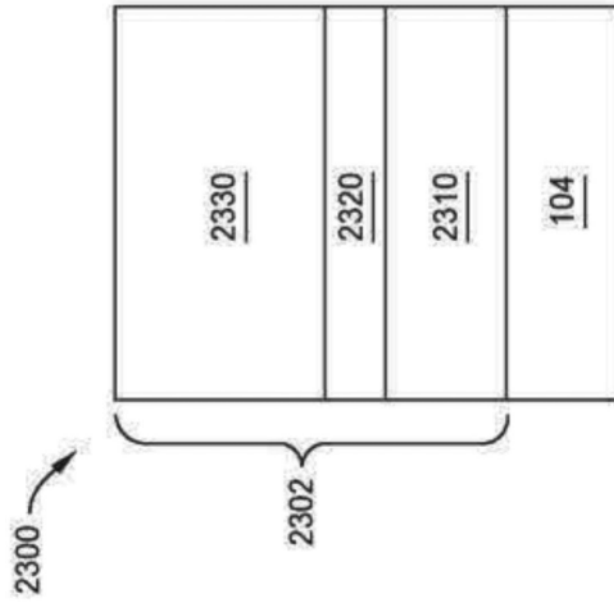


图23

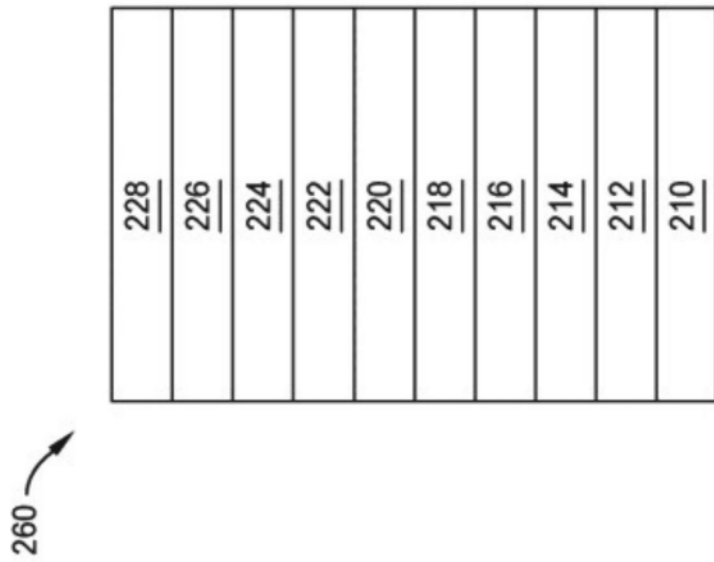


图24

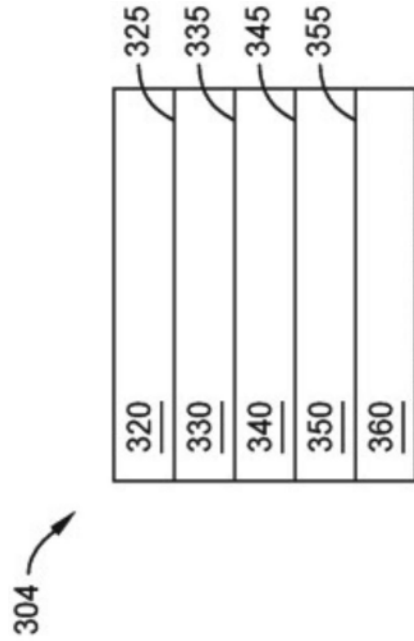


图25