



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110997587 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 26

(21) 申请号 201880040705.2

C·A·保尔森 J·J·普莱斯

(22) 申请日 2018.05.08

F·C·M·韦里耶

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110997587 A

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

(43) 申请公布日 2020.04.10

专利代理师 徐鑫 项丹

(30) 优先权数据
62/502,911 2017.05.08 US

(51) Int.Cl.
C03C 17/00 (2006.01)
C04B 41/89 (2006.01)
C04B 41/49 (2006.01)
C04B 41/52 (2006.01)
C03C 17/42 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.12.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/031569 2018.05.08

(56) 对比文件
CN 1946646 A, 2007.04.11
TW 201615588 A, 2016.05.01
WO 9840323 A1, 1998.09.17
US 2013142994 A1, 2013.06.06
FR 2982607 A1, 2013.05.17

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/208760 EN 2018.11.15

(73) 专利权人 康宁股份有限公司
地址 美国纽约州

审查员 苏玮韬

(72) 发明人 K·阿迪比 R·A·贝尔曼
金宇辉 B·Y·约翰逊
T·E·迈尔斯 E·L·诺尔

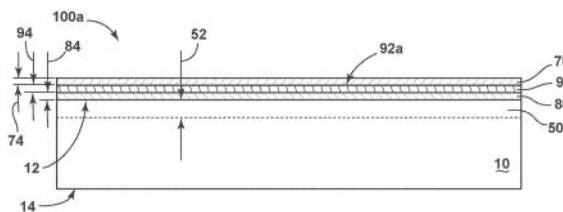
权利要求书3页 说明书18页 附图8页

(54) 发明名称

光学和耐划痕涂层上具有耐用润滑防指纹涂层的玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷制品及其制造方法

(57) 摘要

一种制品,其包括:包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;布置在主表面上的光学膜和耐划痕膜中的至少一种;以及包含氟化材料的易清洁(ETC)涂层,其布置在所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面上。所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括12GPa或更大的平均硬度。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。



1. 一种制品,其包括:
包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;
布置在所述主表面上的光学膜或耐划痕膜中的至少一种;和
包含氟化材料的易清洁 (ETC) 涂层,其布置在所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面上;

其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括10GPa或更大的平均硬度,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括光学膜和耐划痕膜,所述耐划痕膜布置在所述光学膜上方,所述光学膜包括交替的高折射率层和低折射率层的至少一个周期,具有布置在基材的主表面上的第一低折射率层,所述高折射率层包含 Si_3N_4 、 SiN_x 或 SiO_xN_y ,式中的每个下标会从0至1变化,以及所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。

2. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.7nm的表面粗糙度(R_q)。

3. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.5nm的表面粗糙度(R_q)。

4. 如权利要求1所述的制品,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

5. 如权利要求1所述的制品,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

6. 如权利要求1所述的制品,其中,所述ETC涂层包括全氟聚醚(PFPE)硅烷。

7. 如权利要求1所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 AlO_xN_y 材料,并且每个下标会从0至1变化。

8. 如权利要求1所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 $\text{Si}_u\text{AlO}_x\text{N}_y$ 材料,并且每个下标会从0至1变化。

9. 如权利要求1所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 Si_3N_4 。

10. 如权利要求1所述的制品,其中,所述基材包括玻璃组合物和压缩应力区域,所述压缩应力区域从所述主表面延伸到基材中的第一选定深度。

11. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。

12. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括约1500nm或更大的总厚度。

13. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括0.1nm至小于1nm的表面粗糙度(R_q),并且每个低折射率层包含 SiO_2 、熔合 SiO_2 、氟掺杂熔合 SiO_2 、 MgF_2 、 CaF_2 、 AlF_3 、 YF_3 或 YbF_3 。

14. 如权利要求13所述的制品,其中,所述低折射率层包含 SiO_2 。

15. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括光学膜和耐划痕膜,所述光学膜包括小于或等于500nm的厚度,以及所述耐划痕膜包括小于或等于150nm的厚度。

16. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜的厚度小于或等于250nm。

17. 如权利要求1所述的制品,其中,所述制品包括透过所述ETC涂层小于或等于约0.5%的雾度。

18. 如权利要求1所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种还包括覆盖层,所述覆盖层包括所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面,所述覆盖层包括包含 SiO_2 的低折射率层,以及所述覆盖层的厚度是约20纳米至约200纳米。

19. 一种制品,其包括:

包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;

布置在所述主表面上的光学膜或耐划痕膜中的至少一种;和

包含氟化材料的易清洁 (ETC) 涂层,其布置在所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面上;

其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括光学膜和耐划痕膜,所述耐划痕膜布置在所述光学膜上方,所述光学膜包括交替的高折射率层和低折射率层的至少一个周期,具有布置在基材的主表面上的第一低折射率层,所述高折射率层包含 Si_3N_4 、 SiN_x 或 SiO_xN_y ,式中的每个下标会从0至1变化,以及所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。

20. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.7nm的表面粗糙度(R_q)。

21. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.5nm的表面粗糙度(R_q)。

22. 如权利要求19所述的制品,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

23. 如权利要求19所述的制品,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

24. 如权利要求19所述的制品,其中,所述ETC涂层包括全氟聚醚(PFPE)硅烷。

25. 如权利要求19所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 AlO_xN_y 材料,并且每个下标会从0至1变化。

26. 如权利要求19所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 $\text{Si}_u\text{AlO}_x\text{N}_y$ 材料,并且每个下标会从0至1变化。

27. 如权利要求19所述的制品,其中,所述耐划痕膜包含 Si_3N_4 。

28. 如权利要求19所述的制品,其中,所述基材包括玻璃组合物和压缩应力区域,所述压缩应力区域从所述主表面延伸到基材中的第一选定深度。

29. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括约1500nm或更大的总厚度。

30. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种还包括覆盖层,所述覆盖层包括所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面,所述覆盖层包括包含 SiO_2 的低折射率层,以及所述覆盖层的厚度是约20纳米至约200纳米。

31. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种的外表面包括0.1nm至小于1nm的表面粗糙度(R_q),并且每个低折射率层包含 SiO_2 、熔合 SiO_2 、氟掺杂熔

合 SiO_2 、 MgF_2 、 CaF_2 、 AlF_3 、 YF_3 或 YbF_3 。

32. 如权利要求31所述的制品,其中,所述低折射率层包含 SiO_2 ,以及所述高折射率层包含 Si_3N_4 。

33. 如权利要求19所述的制品,其中,所述光学膜或耐划痕膜中的至少一种包括光学膜和耐划痕膜,所述光学膜包括小于或等于500nm的厚度,以及所述耐划痕膜包括小于或等于150nm的厚度。

34. 如权利要求32所述的制品,其中,所述光学膜的厚度小于或等于250nm。

35. 如权利要求19所述的制品,其中,所述制品包括透过所述ETC涂层小于或等于约0.5%的雾度。

36. 一种消费电子产品,其包括:

具有前表面、背表面和侧表面的外壳;

至少部分提供在外壳内的电子组件,所述电子组件至少包括控制器、存储器和显示器,所述显示器提供在外壳的前表面处或者与外壳的前表面相邻;和

布置在所述显示器上的覆盖玻璃,

其中,外壳或者覆盖玻璃的一部分中的至少一个包括权利要求1-35中任一项所述的制品。

光学和耐划痕涂层上具有耐用润滑防指纹涂层的玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷制品及其制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35 U.S.C. §119, 要求2017年05月08日提交的美国临时申请系列第62/502,911号的优先权, 本文以该申请为基础并将其全文通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本公开一般地涉及在光学涂层和/或耐划痕涂层上具有耐用润滑涂层的玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷制品及其制造方法。

背景技术

[0004] 许多玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料被构造成或者任意其他方式加工成具有各种强度增强特征, 它们被普遍用于各种显示器和许多消费者电子产品的显示装置。例如, 化学强化玻璃流行于许多触摸屏产品, 包括手机、音乐播放器、电子束阅读器、记事本、平板、笔记本电脑、ATM(自动取款机) 机器和其他类似装置。许多这些玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料还被用于不具有触摸屏功能但是倾向于发生直接人体接触的显示器和消费者电子产品的显示装置, 包括台式电脑、笔记本电脑、电梯屏和设备显示器等。

[0005] 但是, 这些玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料常常与人体发生接触, 这会导致表面污染、可见的指纹、失去光泽以及会影响采用这些材料的显示器和显示装置的光学透明性的其他外来物质。此外, 这些显示器和显示装置常常采用光学涂层(例如, 减反射(AR) 涂层), 所述光学涂层倾向于由于人体直接接触发生表面污染和失去光泽等。此外, 这些不合乎希望的外来物质会对采用这些显示器和显示装置的产品的美学性造成负面影响。除此之外, 这些光学透明性的下降会导致用户增加显示装置的亮度, 导致电池用量的增加以及充电之间的时间间隔缩短。

[0006] 基于这些考虑以及与玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料表面相关的缺点, 采用这些材料的许多消费者电子产品还在暴露于人体接触的玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷基材以及任意其他光学涂层(如果存在的话)的任意表面上具有易清洁(ETC) 涂层特征。许多这些ETC涂层含有一种或多种氟化材料。这些ETC涂层通常天然地是疏水性和疏油性的, 并且还会被称作“防指纹”、“润滑”或“防污”涂层。在ETC涂层所提供的益处中, 增加了从这些玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料去除指纹、污点和其他表面污染的方便程度。由于它们的疏水性和疏油性特性, ETC涂层在最初还较不容易保留表面污染或者较不倾向于发生表面污染。

[0007] 虽然ETC涂层为在它们的显示器和显示装置中采用玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷材料的电子产品提供许多益处, 但是涂层本身对于磨损会是敏感的。例如, 与这些涂层相关的磨损会对它们的疏水性和/或疏油性造成不利影响, 这会降低涂层按预期表现的能力。此外, 由于在ETC涂层与玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷材料之间存在光学涂层和/或耐划痕涂层, 所以会加重与这些ETC涂层相关的磨损, 因为这些居间涂层会增加相对于玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷材料自身的外表面的粗糙度。

[0008] 对于改善这些ETC涂层的耐用性的尝试涉及调节涂层的组成和加工条件(例如固化条件),它们的成功程度是有限的。尝试增加这些ETC涂层的厚度以增强长期耐用性也几乎没有成功,因为此类尝试通常以降低采用ETC涂层的制品的光学性质、增加制造成本和增加涂层沉积的工艺控制变化性作为代价。

[0009] 基于这些考虑,需要具有高耐用性润滑ETC涂层的玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷制品(特别是采用耐划痕膜和光学膜的那些),及其制造方法。

发明内容

[0010] 本公开的一个方面属于一种制品,其包括:包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;布置在主表面上的光学膜和耐划痕膜中的至少一种;以及包含氟化材料的易清洁(ETC)涂层,其布置在所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面上。所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括12GPa或更大的平均硬度。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。在本公开的其他方面中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括约500nm或更大的总厚度。根据一些实践方式,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括约1500nm或更大的总厚度。

[0011] 本公开的另一个方面属于一种制品,其包括:包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;布置在主表面上的光学膜和耐划痕膜中的至少一种;以及包含氟化材料的易清洁(ETC)涂层,其布置在所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面上。所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。根据一些实践方式,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括约1500nm或更大的总厚度。

[0012] 在这些方面的实施方式中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.7nm的表面粗糙度(R_q)。在其他实施方式中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.5nm的表面粗糙度(R_q)。

[0013] 根据这些方面的一些实践方式,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。在其他实践方式中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。在包括这些实践方式的本公开的方面中,制品的ETC涂层包括全氟聚醚(PFPE)硅烷。

[0014] 在这些方面的其他实践方式中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括包含 Al_0xN_0y 材料的耐划痕膜。在本公开的其他方面中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括包含 $Si_uAl_xO_yN_z$ 材料的耐划痕膜。在这些制品的一些实践方式中,制品还包括光学膜,以及耐划痕膜布置在光学膜上。在这些制品的一些实施方式中,基材包括玻璃组合物和压缩应力区域,所述压缩应力区域从主表面延伸到基材中的第一选定深度。

[0015] 在这些方面的额外实践方式中,提供了一种消费者电子装置,其包括:具有前表面、背表面和侧表面的外壳;提供成至少部分位于外壳内的电子组件,所述电子组件至少包括控制器、存储器和显示器,所述显示器提供成位于外壳的前表面或者与外壳的前表面相邻;以及布置在显示器上方的覆盖玻璃。此外,外壳或者覆盖玻璃的一部分中的至少一个包括任意一种前述制品中的制品。

[0016] 在以下的详细描述中提出了本文的其他特征和优点,其中的特征和优点对本领域的技术人员而言,根据所作描述就容易看出,或者通过实施包括以下详细描述、权利要求书以及附图在内的本文所述的各种实施方式而被认识。

[0017] 要理解的是,上面的一般性描述和下面的详细描述都仅仅是示例性的,用来提供理解本公开和所附权利要求书的性质和特点的总体评述或框架。

[0018] 所含附图用于进一步理解本公开的原理,附图被结合在本说明书中并构成说明书的一部分。附图图示说明了本公开的一个或多个实施方式,并与说明书一起用来说明例如本公开的原理和操作。要理解的是,在本说明书和附图中揭示的本公开的各种特征可以以任意和所有的组合使用。作为非限制性例子,本公开的各种特征可根据如下实施方式相互组合。

[0019] 根据第1个方面,提供了一种制品,其包括:包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;布置在主表面上的光学膜和耐划痕膜中的至少一种;以及包含氟化材料的易清洁(ETC)涂层,其布置在所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面上。所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括12GPa或更大的平均硬度。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。

[0020] 根据第2个方面,提供了方面1的制品,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.7nm的表面粗糙度(R_q)。

[0021] 根据第3个方面,提供了方面1的制品,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.5nm的表面粗糙度(R_q)。

[0022] 根据第4个方面,提供了方面1-3中任一项,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

[0023] 根据第5个方面,提供了方面1-3中任一项,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

[0024] 根据第6个方面,提供了方面1-5中任一项,其中,ETC涂层包括全氟聚醚(PFPE)硅烷。

[0025] 根据第7个方面,提供了方面1-6中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括包含 $Al_1O_xN_y$ 材料的耐划痕膜。

[0026] 根据第8个方面,提供了方面1-7中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括包含 $Si_uAl_xO_yN_z$ 材料的耐划痕膜。

[0027] 根据第9个方面,提供了方面1-8中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种还包括光学膜,以及耐划痕膜布置在光学膜上。

[0028] 根据第10个方面,提供了方面1-9中任一项,其中,基材包括玻璃组合物和压缩应力区域,所述压缩应力区域从主表面延伸到基材中的第一选定深度。

[0029] 根据第11个方面,提供了方面1-10中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。

[0030] 根据第12个方面,提供了方面1-11中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。

[0031] 根据第13个方面,提供了一种制品,其包括:包含主表面的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材;布置在主表面上的光学膜和耐划痕膜中的至少一种;以及包含氟化材料的易清洁

(ETC) 涂层,其布置在所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面上。所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约500nm或更大的总厚度。此外,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于1.0nm的表面粗糙度(R_q)。

[0032] 根据第14个方面,提供了方面13的制品,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.7nm的表面粗糙度(R_q)。

[0033] 根据第15个方面,提供了方面13的制品,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种的外表面包括小于0.5nm的表面粗糙度(R_q)。

[0034] 根据第16个方面,提供了方面13-15中任一项,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

[0035] 根据第17个方面,提供了方面13-15中任一项,其中,根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层的暴露表面包括100度或更大的平均水接触角。

[0036] 根据第18个方面,提供了方面13-17中任一项,其中,ETC涂层包括全氟聚醚(PFPE)硅烷。

[0037] 根据第19个方面,提供了方面13-18中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种可以包括包含 Al_0N_y 材料的耐划痕膜。

[0038] 根据第20个方面,提供了方面13-19中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括包含 $Si_uAl_xO_yN_z$ 材料的耐划痕膜。

[0039] 根据第21个方面,提供了方面13-20中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种还包括光学膜,以及耐划痕膜布置在光学膜上。

[0040] 根据第22个方面,提供了方面13-21中任一项,其中,基材包括玻璃组合物和压缩应力区域,所述压缩应力区域从主表面延伸到基材中的第一选定深度。

[0041] 根据第23个方面,提供了方面13-22中任一项,其中,所述光学膜和耐划痕膜中的至少一种包括约1500nm或更大的总厚度。

[0042] 根据第24个方面,提供了一种消费者电子产品,其包括:具有前表面、背表面和侧表面的外壳;提供成至少部分位于外壳内的电子组件,所述电子组件至少包括控制器、存储器和显示器,所述显示器提供成位于外壳的前表面或者与外壳的前表面相邻;以及布置在显示器上方的覆盖玻璃。此外,外壳或者覆盖玻璃的一部分中的至少一个包括方面1-23中任一项的制品。

附图说明

[0043] 参照附图,阅读本公开的以下详细描述,可以更好地理解本公开的这些方面、特征和优点以及其他的方面、特征和优点,其中:

[0044] 图1A是根据本公开一些方面的玻璃制品的横截面示意图,所述玻璃制品包括玻璃基材,在基材上布置了光学膜、耐划痕膜和ETC涂层。

[0045] 图1B是根据本公开一些方面的玻璃制品的横截面示意图,所述玻璃制品包括玻璃基材,在基材上布置了耐划痕膜和ETC涂层。

[0046] 图1C是根据本公开一些方面的玻璃制品的横截面示意图,所述玻璃制品包括玻璃基材,在基材上布置了光学膜和ETC涂层。

[0047] 图2是具有ETC涂层的Corning®编号5318玻璃对照样品以及具有光学膜和耐划痕

膜与ETC涂层的Corning®编号5318玻璃对比样品的水接触角与钢丝绒测试的往复循环的关系图。

[0048] 图3A是对于具有ETC涂层的Corning®编号5318玻璃样品以及具有光学膜和耐划痕膜与ETC涂层的Corning®编号5318玻璃对比样品的通过X射线光电显微镜(XPS)测得的钢丝绒测试的ETC涂层的磨损轨迹中的 OCF_2/OC_xF_y 物质比例与钢丝绒测试期间的往复循环的关系图。

[0049] 图3B是对于图3A所示的相同样品,通过X射线光电显微镜(XPS)测得的钢丝绒测试的ETC涂层的磨损轨迹中的总碳原子百分比与钢丝绒测试期间往复循环的关系图。

[0050] 图4是根据本公开的一些方面,具有ETC涂层的未抛光Corning®编号5318玻璃对照样品以及具有ETC涂层的经抛光的Corning®编号5318玻璃的本发明样品(抛光至2nm和20nm R_a 表面粗糙度)的水接触角与钢丝绒测试的往复循环的关系图。

[0051] 图5是根据本公开的一些方面,具有ETC涂层的具有不同表面粗糙度程度(即,从0.33nm至1.52nm R_q 表面粗糙度)的氧化硅膜的Corning®编号5318玻璃的本发明样品的水接触角与钢丝绒测试的往复循环的关系图。

[0052] 图6是根据本公开的一些方面,在3500次钢丝绒测试往复循环之后,在氧化硅膜或 AlO_xN_y 膜上沉积了ETC涂层的Corning®编号5318玻璃的本发明样品的水接触角与外膜表面的表面粗糙度的关系图。

[0053] 图7A是结合了任意本文所揭示的玻璃制品的示例性电子器件的平面图;

[0054] 图7B是图7A的示例性电子器件的透视图。

具体实施方式

[0055] 在以下的详述中,为了说明而非限制,给出了说明具体细节的示例性实施方式,以提供对本公开的各个原理的充分理解。但是,对于本领域普通技术人员显而易见的是,在从本说明书获益后,可以以不同于本文详述的其它实施方式实施本公开。此外,可能省略了对于众所周知的器件、方法和材料的描述,以免混淆本发明的各个原理的描述。最后,在任何适用的情况下,相同的附图标记表示相同的元件。

[0056] 本文中,范围可以表示为从“约”一个具体值和/或到“约”另一个具体值的范围。如本文所用,术语“约”表示量、尺寸、制剂、参数和其他变量和特性不是也不需要是确切的,而是可以按照需要是近似的和/或更大或更小的,反映了容差、转换因子、舍入和测量误差等,以及本领域技术人员已知的其他因素。当使用术语“约”来描述范围的值或端点时,应理解本公开包括所参考的具体值或者端点。无论本说明书的数值或者范围的端点有没有陈述“约”,该数值或者范围的端点旨在包括两种实施方式:一种用“约”修饰,一种没有用“约”修饰。还会理解的是,每个范围的端点值在与另一个端点值有关和与另一个端点值无关时,都是有意义的。

[0057] 本文所用术语“基本”、“基本上”及其变化形式旨在表示所描述的特征与数值或描述相等同或近似相同。例如,“基本平坦”表面旨在表示平坦或近似平坦的表面。此外,“基本上”旨在表示两个值是相等或者近似相等的。在一些实施方式中,“基本上”可以表示数值相

互在约为10%之内,例如相互在约为5%之内,或者相互在约为2%之内。

[0058] 本文所用的方向术语,例如上、下、左、右、前、后、顶、底,仅仅是参照绘制的附图而言,并不用来表示绝对的取向。

[0059] 除非另有表述,否则都不旨在将本文所述的任意方法理解为需要使其步骤以具体顺序进行。因此,当方法权利要求实际上没有陈述为其步骤遵循一定的顺序或者其没有在权利要求书或说明书中以任意其他方式具体表示步骤限于具体的顺序,都不旨在暗示该任意特定顺序。这样同样适用于任何可能的未明确表述的解释依据,包括:关于设置步骤或操作流程的逻辑;由语法结构或标点获得的一般含义;说明书所述的实施方式的数量或种类。

[0060] 除非上下文另外清楚地说明,否则,如本文所用的单数形式的“一个”、“一种”和“该”包括复数指代。因此,例如,提到的一种“组件”包括具有两种或更多种这类组件的方面,除非文本中有另外的明确表示。

[0061] 本公开的方面一般地涉及具有玻璃、玻璃陶瓷和陶瓷基材的制品,所述制品具有高耐用性的润滑、防指纹和易清洁(ETC)涂层,及其制造方法。这些润滑ETC涂层布置在一层或多层居间层(例如,光学膜、耐划痕膜、光学膜上的耐划痕膜等)上,所述居间层布置在基材上。此外,光学膜和/或耐划痕膜包括非常低的表面粗糙度(R_q),例如小于1.0nm。此外,光学膜和/或耐划痕膜可以包括12GPa或更大的平均硬度和/或约500nm或更大的总厚度。不受限于理论,降低位于ETC涂层下方的膜、层或结构(例如,光学膜和/或耐划痕膜)的表面粗糙度倾向于显著地增加ETC涂层的耐用性。

[0062] 参见图1A,所示的制品100a包括玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材10,其包含玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷组成。也就是说,基材10可以在其中包含玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷材料中的一种或多种。基材10包括一对相反主表面12、14。此外,制品100a包括布置在主表面12上的光学膜80以及布置在光学膜80上的耐划痕膜90。制品100a还包括布置在膜80、90上的易清洁(ETC)涂层70。具体来说,如图1A所示,ETC涂层70位于耐划痕膜90的外表面92a上。此外,如图1A所示,光学膜80具有厚度84,耐划痕膜90具有厚度94,以及ETC涂层70具有厚度84。

[0063] 在制品100a的一些实施方式中,基材10包括玻璃组成。例如,基材10可以包括:硼硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃、钠钙玻璃、化学强化硼硅酸盐玻璃、化学强化铝硅酸盐玻璃和化学强化钠钙玻璃。基材可以具有选定的长度和宽度或直径,从而限定其表面积。基材可以在基材10的主表面12、14之间具有由其长度和宽度限定或者由其直径限定的至少一个边缘。基材10还可以具有选定的厚度。在一些实施方式中,基材具有如下厚度:约0.2mm至约1.5mm,约0.2mm至约1.3mm,以及约0.2mm至约1.0mm。在其他实施方式中,基材具有如下厚度:约0.1mm至约1.5mm,约0.1mm至约1.3mm,或者约0.1mm至约1.0mm。

[0064] 根据制品100a的一些方面,基材10包括从主表面12、14中的至少一个延伸到选定深度52的压缩应力区域50(参见图1A)。如本文所用,“选定深度”(例如,选定深度52)、“层深度”和“DOC”可以互换使用,以定义本文所述的化学强化碱性铝硅酸盐玻璃制品中,应力从压缩变化为拉伸的深度。取决于离子交换处理,可以通过表面应力计(例如,FSM-6000)或散射光偏光镜(SCALP)测量DOC。当通过将钾离子交换进入玻璃制品,在玻璃制品中产生应力时,使用表面应力计来测量DOC。当通过将钠离子交换进入玻璃制品,在玻璃制品中产生应力时,使用SCALP来测量DOC。当通过将钾离子和钠离子这两者交换进入玻璃中,在玻璃制品中产生应力时,通过SCALP测量DOC,因为相信钠的交换深度表示了DOC,以及钾离子的交换

深度表示了压缩应力的的大小的变化(而不是应力从压缩变化至拉伸);在此类玻璃制品中,钾离子的交换深度通过表面应力计测量。同样如本文所用,“最大压缩应力”定义为基材10中的压缩应力区域50内的最大压缩应力。在一些实施方式中,在限定了压缩应力区域50的所述一个或多个主表面12、14处或者紧靠其的位置获得最大压缩应力。在其他实施方式中,在所述一个或多个主表面12、14与压缩应力区域50的选定深度52之间获得最大压缩应力。

[0065] 在制品100a的一些实践方式中,如图1A的示例性形式所示,基材10选自化学强化铝硅酸盐玻璃。在其他实施方式中,基材10选自化学强化铝硅酸盐玻璃,其具有延伸至大于10 μm 的第一选定深度52的压缩应力区域50,具有大于150MPa的最大压缩应力。在其他实施方式中,基材10选自化学强化铝硅酸盐玻璃,其具有延伸至大于25 μm 的第一选定深度52的压缩应力区域50,具有大于400MPa的最大压缩应力。制品100a的基材10还可以包括一种或多种压缩应力区域50,其从主表面12、14中的一个或多个延伸到选定深度52(或多个深度),最大压缩应力是大于约150MPa、大于200MPa、大于250MPa、大于300MPa、大于350MPa、大于400MPa、大于450MPa、大于500MPa、大于550MPa、大于600MPa、大于650MPa、大于700MPa、大于750MPa、大于800MPa、大于850MPa、大于900MPa、大于950MPa、大于1000MPa,以及这些值之间的所有最大压缩应力水平。此外,压缩深度(DOC)或第一选定深度52可以设定为10 μm 或更大、15 μm 或更大、20 μm 或更大、25 μm 或更大、30 μm 或更大、35 μm 或更大,以及设定为甚至更高的深度,这取决于基材10的深度以及与产生压缩应力区域50相关的加工条件。通过表面应力计,采用日本折原实业有限公司(Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan))制造的商业仪器如FSM-6000(即,FSM),来测量压缩应力(包括表面CS)。表面应力测量依赖于应力光学系数(SOC)的精确测量,其与玻璃的双折射相关。进而根据ASTM标准C770-16中所述的方案C(玻璃碟的方法)来测量SOC,题为“Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient(测量玻璃应力-光学系数的标准测试方法)”,其全文通过引用结合入本文。

[0066] 类似地,对于玻璃陶瓷,制品100a的基材10所选择的材料可以是同时具有玻璃质相和陶瓷相的任意宽范围的材料。示意性玻璃陶瓷包括如下那些材料:其中从硅酸盐、硼硅酸盐、铝硅酸盐或者硼铝硅酸盐形成玻璃相,以及从 β -锂辉石、 β -石英、霞石、六方钾霞石或者三斜霞石形成陶瓷相。“玻璃陶瓷”包括通过玻璃的受控结晶产生的材料。在实施方式中,玻璃陶瓷具有约30%至约90%结晶度。合适的玻璃陶瓷的例子可以包括 $\text{Li}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 体系(即,LAS体系)玻璃陶瓷、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 体系(即,MAS体系)玻璃陶瓷、 $\text{ZnO}\times\text{Al}_2\text{O}_3\times n\text{SiO}_2$ (即,ZAS体系)和/或包括具有 β -石英固溶体、 β -锂辉石、堇青石和二硅酸锂的主晶相的玻璃陶瓷。可以采用本文所揭示的化学强化工艺对玻璃陶瓷基材进行强化。在一个或多个实施方式中,MAS体系玻璃陶瓷基材可以在 Li_2SO_4 熔盐中进行强化,从而可以发生 2Li^+ 被 Mg^{2+} 交换。

[0067] 对于陶瓷,用于制品100a的基材10所采用的材料可以选自任意如下宽范围的无机晶体氧化物、氮化物、碳化物、氧氮化物和/或碳氮化物等。示意性陶瓷包括具有氧化铝、钛酸铝、多铝红柱石、堇青石、锆石、尖晶石、钙钛矿、氧化锆、二氧化铈、碳化硅、氮化硅、氧氮化硅铝或沸石相的那些材料。

[0068] 如图1A所示,制品100a的实施方式可以包括布置在基材10的一个或多个主表面12、14上的光学膜80和耐划痕膜90中的一种或多种。如图1A所示,膜80、90中的一种或多种

布置在ETC涂层70与基材10的主表面12之间。根据一些实践方式,膜80、90也可以布置在基材10的主表面14上。对于光学膜80,其可以包括例如减反射 (AR) 涂层、带通滤光涂层、边缘中性镜和分束器涂层、多层高反射涂层和边缘滤光涂层。但是,应理解的是,可以使用其他功能膜来实现所得到的制品100a的所需要的光学性质。

[0069] 光学膜80的源材料可以包括多层涂层、膜或结构,每层具有不同的折射率。在一些实施方式中,所述多层结构可以包括它们相互交替的一层或多层低折射率层与一层或多层高折射率层。例如,光学膜80可以包括折射率是约1.3至约1.6的低折射率材料L、折射率是约1.6至约1.7的中等折射率材料M或者折射率是约1.7至约3.0的高折射率材料H。如本文所使用,术语“折射指数”和“折射率”都表示材料的折射率。合适的低折射率材料的例子包括二氧化硅、熔合二氧化硅、氟掺杂的熔合二氧化硅、 MgF_2 、 CaF_2 、 AlF_3 、 YF_3 和 YbF_3 。合适的中等折射率材料的例子包括 Al_2O_3 。合适的高折射率材料的例子包括: ZrO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、 Y_2O_3 、 Si_3N_4 、 $SrTiO_3$ 和 WO_3 。

[0070] 在其他实践方式中,用于光学膜80的合适的高折射率材料包括 AlN 、 AlO_xN_y 、 SiO_xN_y 和 $Si_uAl_xO_yN_z$ 。如本公开内容领域技术人员所理解的,对于光学膜80的任意前述材料(例如, AlN),每个下标“u”、“x”、“y”和“z”可以从0到1变化,下标之和会小于或等于1,以及组合物中的余量是材料中的第一元素(例如, Si 或 Al)。此外,本领域技术人员会认识到,“ $Si_uAl_xO_yN_z$ ”可以构造成使得“u”等于0,则材料可以描述为“ AlO_xN_y ”。此外,对于光学膜80的前述组合物排除了下标会导致纯元素形式(例如,纯硅、纯铝金属、氧气等)的组合。最后,本领域技术人员还会认识到,前述组合物可以包括没有明确写出的其他元素(例如,氢),这会导致非化学计量比的组合物(例如, SiN_x 与 Si_3N_4)。因此,光学膜的前述材料可以表示 $SiO_2-Al_2O_3-SiN_x-AlN$ 或 $SiO_2-Al_2O_3-Si_3N_4-AlN$ 相图中的可能空间,这取决于前述组合物代表中的下标值。

[0071] 在一些实施方式中,用于光学膜80的源材料还可以包括透明氧化物涂层(TCO)材料。合适的TCO材料的例子还可以包括但不限于:氧化铟锡(ITO)、铝掺杂的氧化锌(AZO)、铋稳定化的氧化铟锡(IZO)、 In_2O_3 和适用于形成掺杂金属氧化物涂层的其他二元、三元或四元氧化物化合物。

[0072] 如本文所用,本公开中的“ AlO_xN_y ”、“ SiO_xN_y ”和“ $Si_uAl_xO_yN_z$ ”材料包括各种氧氮化铝、氧氮化硅和氧氮化硅铝材料,如本公开内容领域的技术人员所理解的,根据下标“u”、“x”、“y”和“z”的某些数值和范围进行描述。也就是说,通常用“整数化学式”表述(例如, Al_2O_3)来描述实体。此外,还通常采用等价“原子比例化学式”表述(例如, $Al_{0.4}O_{0.6}$)来描述实体,这等价于 Al_2O_3 。在原子比例化学式中,化学式中所有原子之和是 $0.4+0.6=1$,以及化学式中Al和O的原子比例分别是0.4和0.6。许多通用教科书描述的是原子比例表述,以及原子比例表述常用于描述合金。(参见例如:(i) Charles Kittel的“Introduction to Solid State Physics (对于固态物理的介绍)”,第七版,John Wiley&Sons有限公司,纽约州,1996,第611-627页;(ii) Smart和Moore的“Solid State Chemistry, An introduction, Chapman&Hall University and Professional Division (固态化学,Chapman&Hall大学和专业部的介绍)”伦敦,1992,第136-151页;以及(iii) James F. Shackelford的“Introduction to Materials Science for Engineers (对于工程师的材料科学的介绍)”,第六版,新泽西州皮尔森学徒大厅(Pearson Prentice Hall),2005,第404-418页。)

[0073] 再次参见本公开中的“ $\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ”、“ SiO_xN_y ”和“ $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ”材料，下标使得本领域技术人员能够在不指定具体下标值的情况下将这些材料视为一类材料。也就是说，总的来说，关于合金，例如，铝氧化物，在没有规定特定下标值的情况下，我们可以称其为 Al_vO_x 。表述 Al_vO_x 可以表示 Al_2O_3 或 $\text{Al}_{0.4}\text{O}_{0.6}$ 。如果选择 $v+x$ 之和等于1（即， $v+x=1$ ），则化学式会是原子比例表述。类似地，可以描述更为复杂的混合物，例如 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ，同样地，如果 $u+v+x+y$ 之和等于1的话，则会是原子比例描述的情况。

[0074] 再次参见本公开中的“ $\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ”、“ SiO_xN_y ”和“ $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ”材料，这些符号使得本领域技术人员能够容易地将这些材料与其他进行比较。也就是说，原子比例化学式有时更容易用于进行对比。例如，由 $(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.3}(\text{AlN})_{0.7}$ 构成的示例性合金紧密地等价于化学式描述 $\text{Al}_{0.448}\text{O}_{0.31}\text{N}_{0.241}$ 还有 $\text{Al}_{367}\text{O}_{254}\text{N}_{198}$ 由 $(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.4}(\text{AlN})_{0.6}$ 构成的另一个示例性合金紧密地等价于化学式描述 $\text{Al}_{0.438}\text{O}_{0.375}\text{N}_{0.188}$ 和 $\text{Al}_{37}\text{O}_{32}\text{N}_{16}$ 。原子比例化学式 $\text{Al}_{0.448}\text{O}_{0.31}\text{N}_{0.241}$ 和 $\text{Al}_{0.438}\text{O}_{0.375}\text{N}_{0.188}$ 较为容易相互比较；例如，看到原子比例中Al降低0.01，原子比例中的O增加0.065以及原子比例中的N降低0.053。需要更详细的计算和考虑来对比整数化学式描述 $\text{Al}_{367}\text{O}_{254}\text{N}_{198}$ 和 $\text{Al}_{37}\text{O}_{32}\text{N}_{16}$ 。因此，有时优选使用实体的原子比例化学式描述。但是，通常使用 $\text{Al}_v\text{O}_x\text{N}_y$ 因为其包括了含有Al、O和N原子的任意合金。

[0075] 光学膜80的源材料可以作为单层膜或者多层膜、涂层或结构进行沉积。在一些实施方式中，采用低折射率材料L作为光学膜源材料来形成单层膜。在其他实施方式中，采用 MgF_2 光学涂层源材料形成单层膜。单层膜可以具有选定的厚度，即厚度84（参见图1A）。在一些实施方式中，单层或多层光学膜80的厚度84可以大于或等于50nm、60nm或70nm。在一些实施方式中，单层或多层光学膜80的厚度84可以小于或等于2000nm、1500nm、1000nm、500nm、250nm、150nm或100nm。在其他实施方式中，单层或多层光学膜80的厚度84可以是500nm或更大、1000nm或更大、1500nm或更大，以及这些厚度之间的所有厚度值。通过横截面的扫描电子显微镜（SEM）或者通过椭圆光学测量法（例如，通过n&k分析仪）或通过薄膜反射测量法，来测量本文所记录的薄膜元件（例如，耐划痕膜、层等）的厚度。对于多层元件（例如，层堆叠），优选通过SEM测量厚度。

[0076] 光学膜80的源材料也可以作为多层涂层、膜或结构进行沉积。在一些实施方式中，光学膜80的多层涂层、膜或结构可以包括低折射率材料L、中等折射率材料M和高折射率材料H的交替层。在其他实施方式中，多层结构可以包括高折射率材料H与(i)低折射率材料L或(ii)中等折射率材料M中的一种的交替层。层可以沉积成使得层的顺序是H(L或M)或者(L或M)H。每对层(H(L或M)或者(L或M)H)可以形成涂层周期或者形成周期。光学膜80可以包括至少一个涂层周期来提供所需的光学功能，包括例如但不限于，减反射性质。在一些实施方式中，光学膜80包括多个涂层周期，其中，每个涂层周期由一种高折射率材料与低或中等折射率材料中的一种组成。多层涂层中存在的涂层周期数可以是1至1000。在一些实施方式中，多层涂层中存在的涂层周期数可以是1至500、2至500、2至200、2至100或者2至20。

[0077] 在一些实施方式中，可以对光学膜80的源材料进行选择，使得在每个涂层周期中使用相同的折射率材料，或者在其他实施方式中，可以对光学膜源材料进行选择，使得在每个涂层周期中使用不同折射率材料。例如，在具有两个涂层周期的光学膜80中，第一涂层周期可以只包括 SiO_2 ，而第二周期可以包括 $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ 。改变交替层和涂层周期的能力可以实现形成复杂的滤光器（具有所需的光学性质，并且包括AR涂层）。

[0078] 在光学膜80的涂层周期中,每层(即,H层和(L或M)层)的厚度可以独立地是约5nm至约200nm、约5nm至约150nm或者约25nm至约100nm。多层结构可以具有约100nm至约2000nm、约150nm至约1500nm、约200nm至约1250nm或者约400nm至约1200nm的厚度84。

[0079] 对于耐划痕膜90,其可以包括一种或多种耐划痕层、膜或涂层(例如,钻石状碳、 Al_2O_3 、 AlN 、 AlO_xN_y 、 Si_3N_4 、 SiO_xN_y 、 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 、 TiN 、 TiC)作为布置在基材10的一个或多个主表面12、14上的单层结构或多层结构。如本公开内容领域技术人员所理解的,对于耐划痕膜90的任意前述材料(例如, AlN),每个下标“u”、“x”、“y”和“z”可以从0到1变化,下标之和会小于或等于1,以及组合物中的余量是材料中的第一元素(例如, Si 或 Al)。此外,本领域技术人员会认识到,“ $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ ”可以构造成使得“u”等于0,则材料可以描述为“ AlO_xN_y ”。此外,对于耐划痕膜80的前述组合物排除了下标会导致纯元素形式(例如,纯硅、纯铝金属、氧气等)的组合。最后,本领域技术人员还会认识到,前述组合物可以包括没有明确写出的其他元素(例如,氢),这会导致非化学计量比的组合物(例如, SiN_x 与 Si_3N_4)。因此,光学膜的前述材料可以表示 SiO_2 - Al_2O_3 - SiN_x - AlN 或 SiO_2 - Al_2O_3 - Si_3N_4 - AlN 相图中的可能空间,这取决于前述组合物代表中的下标值。

[0080] 在一些实施方式中,多层结构中的耐划痕膜90还可以包括光学膜(例如,AR膜),其在结构和功能上与布置在其下方的光学膜80相当(参见图1A)。在优选实施方式中,耐划痕膜90包括 AlO_xN_y 材料。在另一个优选实施方式中,耐划痕膜90包括 $\text{Si}_u\text{Al}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 材料。如图1A所示,耐划痕膜90可以布置在ETC涂层70与光学膜80之间,它们全都布置在基材10的主表面12上。根据一些实践方式,耐划痕膜90也可以布置在基材10的主表面14上。单层或多层耐划痕膜90可以具有选定的厚度,即厚度94(参见图1A)。在一些实施方式中,单层或多层耐划痕膜90的厚度94可以大于或等于50nm、60nm或70nm。在一些实施方式中,单层或多层耐划痕膜90的厚度94可以小于或等于3000nm、2500nm、2000nm、1500nm、1000nm、500nm、250nm、150nm或100nm。在其他实施方式中,单层或多层耐划痕膜90的厚度94可以是500nm或更大、1000nm或更大、1500nm、2500nm或更大、3000nm或更大、3500nm或更大、4000nm或更大、4500nm或更大、5000nm或更大、7500nm或更大、最高至10000nm,以及这些厚度值之间或者最高至这些厚度值的所有厚度值。在一些实施方式中,耐划痕膜90是布置在基材的表面上的膜层堆叠中最厚的膜。

[0081] 在如图1A所示的制品100a的优选实施方式中,光学膜80的厚度84、耐划痕膜90的厚度94以及ETC涂层70下方的任意其他膜的总厚度是500nm或更大。在制品100a的其他实践方式中,光学膜与耐划痕膜80、90(以及ETC涂层70下方的任意其他膜)的总厚度是500nm或更大、600nm或更大、700nm或更大、800nm或更大、900nm或更大、1000nm或更大、1100nm或更大、1200nm或更大、1300nm或更大、1400nm或更大、1500nm或更大、2000nm或更大、2500nm或更大、3000nm或更大、3500nm或更大、4000nm或更大、4500nm或更大、5000nm或更大、6000nm或更大、7000nm或更大、8000nm或更大、9000nm或更大、10000nm或更大,以及这些厚度值之间或者最高至这些厚度值的所有厚度值。

[0082] 现参见图1B,所示的制品100b包括玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材10,其包含玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷组成。图1B所示的制品100b与图1A所示的制品100a相似;因此,相同编号的元件具有相同或者基本相似的结构和功能。制品100a与制品100b之间的主要区别在于,后者不需要光学膜(例如,图1A所示的光学膜80)。对于制品100b,其基材10包括一对相反主表面

12、14。此外，制品100b包括布置在主表面12上的耐划痕膜90。制品100b还包括布置在耐划痕膜90上的易清洁(ETC)涂层70。具体来说，如图1B所示，ETC涂层70位于耐划痕膜90的外表面92b上。此外，如图1B所示，耐划痕膜90具有厚度94，而ETC涂层70具有厚度74。

[0083] 在如图1B所示的制品100b的优选实施方式中，耐划痕膜90的厚度94与布置在其下方且在基材10的主表面12上方和/或布置在其上方且在ETC涂层70下方的任意其他膜(例如，在结构和功能上与图1A所示的光学膜80相当的光学膜)的厚度的总厚度是500nm或更大。在制品100b的其他实践方式中，耐划痕膜90与ETC涂层70下方存在的任意其他层的总厚度是500nm或更大、600nm或更大、700nm或更大、800nm或更大、900nm或更大、1000nm或更大、1100nm或更大、1200nm或更大、1300nm或更大、1400nm或更大、1500nm或更大、2000nm或更大、2500nm或更大、3000nm或更大、3500nm或更大、4000nm或更大、4500nm或更大、5000nm或更大，以及这些厚度之间的所有厚度值。

[0084] 现参见图1C，所示的制品100c包括玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材10，其包含玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷组成。图1C所示的制品100c与图1A所示的制品100a相似；因此，相同编号的元件具有相同或者基本相似的结构和功能。制品100a与制品100c之间的主要区别在于，后者不需要耐划痕膜(例如，图1A所示的耐划痕膜90)。对于制品100c，其基材10包括一对相反主表面12、14。此外，制品100c包括布置在主表面12上的光学膜80。制品100c还包括布置在光学膜80上的易清洁(ETC)涂层70。具体来说，如图1C所示，ETC涂层70位于光学膜80的外表面82c上。此外，如图1C所示，光学膜80具有厚度84，而ETC涂层70具有厚度74。

[0085] 在如图1C所示的制品100c的优选实施方式中，光学膜80的厚度84与布置在其下方且在基材10的主表面12上方和/或布置在其上方且在ETC涂层70下方的任意其他膜(例如，在结构上与图1B所示的耐划痕膜90相当的耐划痕膜)的厚度的总厚度是500nm或更大。在制品100c的其他实践方式中，光学膜80与ETC涂层70下方存在的任意其他层的总厚度是500nm或更大、600nm或更大、700nm或更大、800nm或更大、900nm或更大、1000nm或更大、1100nm或更大、1200nm或更大、1300nm或更大、1400nm或更大、1500nm或更大、2000nm或更大、2500nm或更大、3000nm或更大、3500nm或更大、4000nm或更大、4500nm或更大、5000nm或更大，以及这些厚度之间的所有厚度值。

[0086] 可以使用各种方法来沉积制品100a-c中存在的光学膜80和耐划痕膜90，包括：物理气相沉积(“PVD”)、电子束沉积(“e-束”或“EB”)、离子辅助沉积EB(“IAD-EB”)、激光烧蚀、真空电弧沉积、热蒸发、喷溅、等离子体强化化学气相沉积(PECVD)和其他类似的沉积技术。

[0087] 再次参见图1A-1C，制品100a-c中用于ETC涂层70下方的相应耐划痕膜90和光学膜80的外表面92a、92b、82c包括低表面粗糙度，优选小于约5nm且更优选小于约1.0nm的表面粗糙度(R_q)。在实施方式中，表面粗糙度(R_q)保持约1.0nm或更小、约0.9nm或更小、约0.8nm或更小、约0.7nm或更小、约0.6nm或更小、约0.5nm或更小、约0.4nm或更小、约0.3nm或更小、约0.2nm或更小、约0.1nm或更小，以及这些表面粗糙度值之间的所有表面粗糙度水平。不受限于理论，控制位于ETC涂层70下方的光学膜80和/或耐划痕膜90的膜、层或结构的低表面粗糙度值倾向于显著地增加ETC涂层70当经受机械相互作用时的耐用性。如本文所用，“表面粗糙度(R_a)”和“表面粗糙度(R_q)”如下：

[0088]
$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| \text{ 和 } R_q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2}$$

[0089] 式中, y_i 是给定测量 i 相对于平均粗糙度的距离, 以及 n 是沿着测量表面粗糙度的外表面的等间距点的编号。此外, 可以通过原子力显微镜 (AFM) 和/或激光干涉测量法 (例如, Zygo® 白光干涉计) 技术来测量外表面 (例如, 表面 92a、92b 和 82c (参见图 1A-1C)) 的表面粗糙度 (即, R_a 和 R_q), 这是本领域技术人员容易理解的。

[0090] 根据一些实施方式, 图 1A-1C 所示的制品 100a-c 采用平均硬度是 12GPa 或更大的耐划痕膜 90 和/或光学膜 80 (根据情况而定)。在一些方面中, 这些膜的平均硬度可以是约 10GPa 或更大、11GPa 或更大、12GPa 或更大、13GPa 或更大、14GPa 或更大、15GPa 或更大、16GPa 或更大、17GPa 或更大、18GPa 或更大、19GPa 或更大、20GPa 或更大, 以及这些值之间的所有平均硬度值。如本文所用, 记录的“平均硬度值”是采用纳米压痕设备在光学膜和/或耐划痕膜 80、90 的外表面 92a、92b、82c 上的一组测量的平均值。更具体来说, 采用广泛接受的纳米压痕实践来确定本文所记录的薄膜涂层的硬度。参见 Fischer-Cripps, A.C. 的“Critical Review of Analysis and Interpretation of Nanoindentation Test Data (纳米压痕测试数据的分析和解读的关键复习)”, Surface & Coatings Technology (表面和涂层技术), 200, 4153-4165 (2006), 下文称作“Fischer-Cripps”以及 Hay, J., Agee, P 和 Herbert, E. 的“Continuous Stiffness measurement During Instrumented Indentation Testing (仪器压痕测试过程中的连续刚度测量)”, Experimental Techniques (实验技术), 34 (3) 86-94 (2010), 下文称作“Hey”。对于涂层, 通常测量硬度和模量与压痕深度的函数关系。只要涂层足够厚, 就可以从所得到的响应分布分离出涂层的性质。应该认识到的是, 如果涂层太薄 (例如, 小于约 500nm), 则可能无法完全分离出涂层性质, 因为它们会受到具有不同机械性质的靠近的基材的影响。(参见 Hay)。用于记录本文性质的方法是涂层自身的代表。该过程是测量硬度和模量与出来的压痕深度到接近 1000nm 的深度的函数关系。在较软玻璃上的硬涂层的情况下, 响应曲线会展现出硬度和模量在较小压痕深度 (小于或等于约 200nm) 下的最大水平。在更深压痕深度下, 硬度和模量这两者都会逐渐减小, 因为响应受到较软玻璃基材的影响。在这种情况下, 涂层硬度和模量取自与展现出最大硬度和模量的区域相关的那些。在较硬玻璃基材上的软涂层的情况下, 涂层属性会展现为发生在较小压痕深度的最低硬度和模量水平。在更深压痕深度, 由于受到较硬玻璃的影响, 硬度和模量会逐渐增加。可以通过采用常规的 Oliver 和 Pharr 方法 (如 Fischer-Cripps 所述) 或者通过更高效的连续刚度方法 (参见 Hay) 来获得硬度和模量与深度关系的这些分布。提取可靠的纳米压痕数据需要遵循完善的方案。否则的话, 这些度量可能存在明显误差。本文所记录的此类薄膜的弹性模量和硬度值是采用已知的钻石纳米压痕方法测量的, 如上文所述, 用的是布氏钻石压痕计尖端。

[0091] 本文所述的制品 100a-c 还可以在 (基材 10 的光学膜 80、耐划痕涂层 90 或主表面 12、14 的) 最后层上包括与 ETC 涂层 70 接触的 SiO_2 的覆盖层 (图 1A-1C 中未示出)。在一些方面中, 覆盖层可以改善具有覆盖层的制品 100a-c 的组分与粘结的 ETC 组分之间的粘结。在一些实施方式中, 当光学膜 80 的最后涂层周期的最后层是高折射率层时, 添加覆盖层。在其他实施方式中, 当光学膜 80 的最后涂层周期的最后层不是 SiO_2 时, 添加覆盖层。在其他实施方式中, 可以任选地当光学膜 80 的最后涂层周期的最后层是 SiO_2 时, 添加覆盖层。在一些实施方式中, 覆盖层的厚度可以是约 20nm 至约 400nm、约 20nm 至约 300nm、约 20nm 至约 250nm 或者约 20nm 至约 200nm。在其他实施方式中, 覆盖层的厚度可以是约 1nm 至约 400nm、约 1nm 至约

300nm、约1nm至约200nm、约1nm至约100nm、约1nm至约50nm或者约1nm至约10nm。

[0092] 在制品100a-c的实践方式中,易清洁(ETC)涂层70包括氟化材料,例如:全氟聚醚(PFPE)硅烷、全氟烷基醚、PFPE油或者其他合适的氟化材料。根据一些实施方式,ETC涂层70的厚度74是约1nm至约20nm。在其他方面中,ETC涂层的厚度74的范围是1nm至约200nm、1nm至约100nm和1nm至约50nm。在一些实施方式中,ETC涂层70的厚度可以是约0.5nm至约50nm、约1nm至约25nm、约4nm至约25nm或者约5nm至约20nm。在其他实施方式中,ETC涂层的厚度可以是约10nm至约50nm。

[0093] 如本公开领域技术人员所理解的那样,可以使用各种源材料来形成图1A-1C所示的制品100a-c的ETC涂层70。ETC涂层源材料可以包括:全氟聚醚(PFPE)硅烷、全氟聚醚(PFPE)烷氧基硅烷、这些PFPE的共聚物和这些PFPE的混合物。在本公开制品的某些示例性实施方式中,ETC涂层70可以包括化学式为 $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{O}]_a\text{SiX}_{4-y}$ 的全氟聚醚(PFPE)硅烷,式中,a是5至50,y=1或2,以及X是-C1、乙酰氧基、-OCH₃或OCH₂H₃,其中,从硅原子到其最大长度的链端的全氟聚醚的总链长是6-130个碳原子。在其他方面中,上式中的“a”的范围可以是约10至30。此外,应理解的是,上文的PFPE化学式是适用于本公开的ETC涂层的许多合适的PFPE类型中的一种;因此,其作为示例性化学品提供,并不旨在以任何方式限制适用于本公开的ETC涂层的化学式或者化学式的混合物。因而,可以在ETC涂层中采用具有相对于上文提供的示例性形式发生全氟聚醚链和/或附连化学物的结构发生变化的其他PFPE。例如,大金工业公司(Daikin Industries)的Optool™ UF503氟化涂料是可用于ETC涂层70的另一种合适的PFPE。如本文所用,碳链的长度单位是纳米(“nm”),它是沿链的最大长度的碳-碳键数目乘以0.154nm的碳-碳单键长度的乘积。在一些实施方式中,全氟聚醚(PFPE)基团的碳链长度范围可以是约0.1nm至约50nm、约0.5nm至约25nm或者约1nm至约20nm。

[0094] 同样如上文所注意到的,用于制品100a-c的ETC涂层70的实施方式(参见图1A-1C)可以包含PFPE油。根据一些实施方式,用于ETC涂层70的PFPE油可以是溶解在与光学膜80和/或耐划痕膜90直接粘结的ETC组分中。通常来说,通过抗氧化性来表征PFPE油。在其他方面中,ETC涂层70的PFPE油是布置在与光学膜80和/或耐划痕膜90直接粘结的ETC组分上的离散层。在其他方面中,ETC涂层70的PFPE油是溶解和离散层的组合。根据一些实施方式,用于ETC涂层70的PFPE油可以包括:购自科慕公司(Chemours Company)的Solvay Fomblin® Z型油、Fomblin® Y型油、Fomblin® K型油、Krytox™ K型油,购自大金工业公司的Demnum™型油,或者其他类似的PFPE油。

[0095] 在实施方式中,本公开的制品100a-c(参见图1A-1C)包括表征为高耐用性的ETC涂层70。因此,制品100a-c的一些实施方式,根据钢丝绒测试(即,如下文所述),在以1kg的负荷经受2000次往复循环之后,ETC涂层70的暴露表面包括70度或更大的平均水接触角。根据钢丝绒测试,在以1kg的负荷经受3500次往复循环之后,ETC涂层70的暴露表面还可以包括70度或更大的平均水接触角。在其他方面中,根据钢丝绒测试,在2000或3500次此类循环之后,ETC涂层70的暴露表面保留了70度或更大、75度、80度、85度、90度、95度、100度、105度、110度或115度(包括这些水平之间的所有平均接触角)的平均水接触角。

[0096] 如本文所用,“钢丝绒测试”是用于确定布置在用于本公开的制品(例如,图1A-1C所示的制品100a-c)的玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材(例如,图1A-1C所示的基材10)上的ETC涂

层70的耐用性的测试。在钢丝绒测试开始时,在特定样品上测量一次或多次水接触角,以获得可靠的初始水接触角。可以采用Krüss GmbH DSA100滴形分析仪或者类似仪器来进行这些水接触角测量。在测量了初始水接触角之后,将Bonstar#0000钢丝绒垫固定到Taber®工业5750线性研磨器仪器的臂。然后,在1kg负荷和设定为60次循环/分钟的往复下,使得钢丝绒垫与样品(在ETC涂层上)接触。然后,在2000次循环、3500次循环和/或其他规定持续时间之后,测量样品的平均接触角。

[0097] 在实施方式中,制品100a-c(参见图1A-1C)可以包括透过ETC涂层70以及玻璃、玻璃陶瓷或陶瓷基材10的小于或等于约5%的雾度。在某些方面中,透过ETC涂层70和玻璃基材10的雾度等于或小于5%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.5%、2%、1.5%、1%、0.75%、0.5%或0.25%(包括这些水平之间的所有雾度水平)。在其他实施方式中,制品100a-c包括天然模糊的光学膜80和/或耐划痕膜90;因此,透过ETC涂层70、光学膜80和/或耐划痕膜90以及基材10的雾度水平可以设定为10%或更高、5%或更高或者高于这些雾度下限的其他雾度水平。在其他实践方式中,制品100a-c结合了可感知的雾度(>5%)作为其部分功能,并且还包括具有高耐用性的ETC涂层,例如,根据钢丝绒测试,在1kg负荷下经受2000次往复循环或者3500次往复循环之后,包括100度或更大的平均水接触角。如本文所用,本公开所记录的“雾度”属性和测量是采用或者任意其他方式基于使用7mm直径的源端口的孔隙的BYK-加德纳雾度仪的测量。

[0098] 用于本公开的制品100a-c的ETC涂层70可以以各种方式施加到耐划痕膜90和光学膜80的外表面92a、92b和82c上(参见图1A-1C)。根据一些实施方式,可以通过各种方法沉积ETC涂层70,包括但不限于喷涂、浸涂、旋涂和气相沉积。用于沉积ETC涂层70的气相沉积方案可以包括但不限于:物理气相沉积(“PVD”)、电子束沉积(“e-束”或“EB”)、离子辅助沉积EB(“IAD-EB”)、激光烧蚀、真空电弧沉积、热蒸发、喷溅、等离子体强化化学气相沉积(PECVD)和其他类似的气相沉积技术。

[0099] 实施例

[0100] 以下实施例表示本公开的某些非限制性实施方式。

[0101] 实施例1

[0102] 制备的玻璃制品样品包含Corning®编号2320玻璃基材。这些样品具有1mm的厚度并且经过离子交换从而建立了DOC为47.1 μ m且最大压缩应力为883.7MPa的压缩应力区域。此外,在紧邻施加ETC涂层之前,通过PVD在这些玻璃基材上沉积了SiO₂覆盖层。在本领域技术人员所理解的适用于这种特定Ceko ETC涂层的温度和时间条件组合下,同样通过PVD沉积ETC涂层(即,具有Fomblin类型PFPE结构的Ceko有限公司ETC涂层)。将这些样品视作对照,并标记为“玻璃”(参见图2)。用三种基于喷溅的Al₁₀N_y/SiO₂的光学膜和耐划痕膜结构P86、P92和P95制备一组分开的样品,分别具有2192nm、2283nm和2429nm的总厚度,具有最外SiO₂覆盖层(即,对于P86、P92和P95结构,厚度分别是14nm、65nm和82.2nm),之后是“玻璃”样品中所采用的ETC涂层。将这些样品视作相对于本公开制品的对比样品,并在图2中标记为“比较例2A”、“比较例2B”和“比较例2C”。

[0103] 现参见图2,提供了“玻璃”以及“比较例2A、2B和2C”样品上进行钢丝绒测试的水接触角与往复循环的关系图。图2显示,相比于没有光学膜和耐划痕膜的“玻璃”样品上的ETC涂层,在具有基于Al₁₀N_y/SiO₂的光学膜和耐划痕膜结构的样品中,ETC涂层的耐用性明显下

降。在0次循环时,测得的“玻璃”以及“比较例2A、2B和2C”样品的接触角是约115.0至117.1度。但是,在钢丝绒测试过程中,对于“比较例2A、2B和2C”,在2000次循环之后,水接触角下落到低于100度(例如,82.4至91.7度),并且在3500次循环之后,继续下落(例如,62.3至79.0度)。作为对比,在钢丝绒测试过程中,在2000次和3500次循环之后,对照“玻璃”样品分别保持在113.7和112.6度。

[0104] 此外,对“玻璃”对照样品以及“比较例2A”、“比较例2B”和“比较例2C”样品进行原子力显微镜(AFM)测量,以确定位于ETC涂层下方的这些结构中的最顶层SiO₂层的表面粗糙度和厚度。下表1显示除了“比较例2A”样品之外的所有样品的这些测量结果。基于表1的结果和图2所示的图(不包括“比较例2A”样品的数据),相信“玻璃”对照样品以及“比较例2A”、“比较例2B”和“比较例2C”的光学/耐划痕膜结构的最顶层SiO₂层的表面粗糙度影响ETC涂层的耐用性,通过钢丝绒测试定量化。

[0105] 表1

[0106]	表面粗糙度 R _q (nm)	SiO ₂ 厚度(nm)	0 次循环之后的接触角 (°)	2000 次循环之后的接触角 (°)	3500 次循环之后的接触角 (°)
[0107]	玻璃	0.22	14	117.1	113.7
	比较例 2B	2.86	83	115.6	91.7
	比较例 2C	3.09	19	115.0	82.4

[0108] 实施例2

[0109] 图3A是通过X射线光电显微镜(XPS)测量的ETC涂层的磨损轨迹中的CF₂/OC_xF_y物质的比例图。具体来说,图3A显示的XPS测量是对于具有ETC涂层的Corning®编号5318玻璃的对照样品(即,实施例1的“玻璃”样品)和具有光学膜和耐划痕膜以及ETC涂层的Corning®编号5318玻璃的对比样品(即,“比较例2B”和“比较例2C”)的XPS测量。如图3A中呈现的与具有光学膜和耐划痕膜结构的对比样品相关的数据所示,在钢丝绒测试过程中,作为与循环相关的OCF₂/OC_xF_y比例的下降表明钢丝绒测试的机械磨损过程中,ETC涂层中的Fomblin型结构的分解。对于2000次循环测试,OCF₂/OC_xF_y比例约为0次循环时其初始值的1/6。还值得注意的是,对于对照样品,OCF₂/OC_xF_y比例没有发生与钢丝绒测试循环相关的分解。

[0110] 图3B是通过X射线光电显微镜(XPS)测量的ETC涂层的磨损轨迹中的总碳原子百分比的图。具体来说,图3B显示的XPS测量是对于具有ETC涂层的Corning®编号5318玻璃的对照样品(即,实施例1的“玻璃”样品)和具有光学膜和耐划痕膜以及ETC涂层的Corning®编号5318玻璃的对比样品(即,“比较例2B”和“比较例2C”)的XPS测量。如图3B中呈现的与具有光学膜和耐划痕膜结构的对比样品相关的数据所示,在钢丝绒测试的机械磨损过程中,由于ETC涂层中的Fomblin型结构分解使得烃比例增加。还值得注意的是,对于对照样品,烃量基本没有发生与钢丝绒测试循环相关的变化。

[0111] 结合在一起,并且不局限于理论,相信图3A和3B中的数据暗示了钢丝绒测试过程中,ETC涂层的分解机制不是硅烷头部基团的粘结ETC部分的去除,而是沿着全氟烷基醚结构的聚合物链断裂。因而,还相信与下方的对比样品的光学膜和耐划痕膜相关的粗糙度增加(即,相对于没有此类膜的对照样品而言)导致了钢丝绒测试过程中ETC的分解增加。

[0112] 实施例3

[0113] 制备的玻璃制品样品包含 **Corning®** 编号5318玻璃基材。这些样品具有0.5mm的厚度并且经过离子交换从而建立了DOC为81 μm 且最大压缩应力为840MPa的压缩应力区域。这些样品中的两组分别抛光至2nm和20nm的表面粗糙度(R_a),以及一组保持0.2nm表面粗糙度(R_a)的未抛光状态。此外,在所有这些玻璃基材上,通过PVD工艺沉积10nm的 SiO_2 覆盖层。然后,通过喷涂工艺施加ETC涂层(即,Daikin UF505 ETC涂层),并且所有这些样品在120 $^\circ\text{C}$ 固化30分钟,之后在3M™ Novec™ 7200工程流体中超声清洗10分钟。

[0114] 图4是根据这个实施例制备的样品上进行的钢丝绒测试的水接触角与往复次数的关系图。图4显示ETC涂层下方的外表面的表面粗糙度对于ETC涂层的耐用性具有明显作用。具体来说,具有0.2nm表面粗糙度(R_a)的外表面的样品在2000次和3500次钢丝绒测试循环之后保持了约100度的水接触角。相反地,具有2nm和20nm表面粗糙度(R_a)的外表面的样品在钢丝绒测试中发生劣化,从而在钢丝绒测试过程中,在2000次循环和3500次循环之后观察到小于100度的水接触角。

[0115] 实施例4

[0116] 制备的玻璃制品样品包含 **Corning®** 编号5318玻璃基材。这些样品具有1.0mm的厚度并且经过离子交换从而建立了DOC为70.5 μm 且最大压缩应力为812.7MPa的压缩应力区域。此外,用等离子体-热Versaline系统,采用高密度等离子体化学气相沉积(HDPCVD)工艺,在这些玻璃基材上沉积 SiO_2 覆盖层。具体来说,用HDPCVD工艺(没有沉积后抛光步骤)沉积具有不同厚度和表面粗糙度水平(例如,厚度是18.5至368.9nm,以及表面粗糙度 R_q 是0.329nm至1.52nm)的 SiO_2 层,建立起6组样品。下表2中列出了与这些样品相关的表面粗糙度和厚度数据,它们都是采用AFM技术测量的,这是本公开内容领域技术人员已知的。最后,通过喷涂工艺施加ETC涂层(即,Daikin UF503 ETC涂层),并且所有这些样品在120 $^\circ\text{C}$ 固化30分钟,之后在3M™ Novec™ 7200工程流体中超声清洗10分钟。

[0117] 图5是根据这个实施例制备的样品上进行的钢丝绒测试的水接触角与往复次数的关系图。在下表2中还以列表形式记录了相同数据。图5显示ETC涂层下方的外 SiO_2 表面的表面粗糙度对于ETC涂层的耐用性具有明显作用。从表2和图5证实,对于表面粗糙度 R_q 大于0.7nm的样品,在钢丝绒测试过程中,在2000次循环之后,接触角劣化至低于100度。此外,对于表面粗糙度 R_q 大于0.7nm的样品,在钢丝绒测试过程中,在1000次循环之后,观察到接触角劣化至低于100度。此外,如图5所证实,对于表面粗糙度 R_q 约为1nm的样品,观察到在钢丝绒测试期间的50次循环之后,接触角约为110度,以及在钢丝绒测试期间的500次循环之后,接触角高于95度。

[0118] 表2

厚度 (nm)	R_q (nm)	无钢丝绒 (SW) 循环	50 SW 循 环	100 SW 循环	200 SW 循环	500 SW 循环	1000 SW 循环	2000 SW 循环
18.5	0.329	116.3	115.9	114.0	113.7	113.0	112.2	105.5
33.7	0.43	116.6	116.0	115.1	113.2	112.8	112.3	111.9
64.4	0.657	115.6	114.9	113.8	113.8	113.1	110.7	109.3
95.2	0.707	115.1	113.1	112.4	110.9	109.0	87.3	82.3
155.8	1.02	100.4	110.6	106.0	105.2	97.6	80.3	75.5
368.9	1.52	115.4	108.8	150.8	96.5	94.9	85.0	80.1

[0119] 实施例5

[0121] 图6是具有二氧化硅膜或者二氧化硅膜与 AlO_xN_y 光学和/或耐划痕膜结构的Corning®编号5318玻璃的本发明样品的水接触角与外表面的粗糙度的关系图,全都在其上沉积了ETC涂层(即,用物理气相沉积技术施加的Ceko有限公司ETC涂层)。这些包含玻璃基材、二氧化硅膜和ETC涂层的样品表征为表面粗糙度(R_a)是0.3nm(即,如图6的实心菱形记号所示)。包含玻璃基材、二氧化硅膜、 AlO_xN_y 光学和/或耐划痕膜以及ETC涂层的余下样品表征为表面粗糙度(R_a)是约0.6nm至约1.8nm(即,如图6的空心菱形记号所示)。在使得样品在钢丝绒测试过程中经受3500次循环之后,得到图6的接触角结果。此外,通过将AlON类型材料直接喷溅到5318玻璃基材上,得到具有 AlO_xN_y 光学和/或耐划痕膜结构的样品。从图6的数据证实,接触角与ETC涂层下方的膜的外表面(即,表示为空心菱形标记的样品的二氧化硅膜的外表面以及表示为实心菱形标记的样品的 AlO_xN_y 光学和/或耐划痕膜结构的外表面)的表面粗糙度相关。具体来说,在钢丝绒测试过程中,表面粗糙度 R_a 大于1nm的那些样品在3500次循环之后展现出小于100度的接触角。相反地,在钢丝绒测试过程中,表面粗糙度 R_a 小于1nm的那些样品在3500次循环之后展现出100度或更大的接触角。此外,本公开领域的技术人员会认识到 R_a 和 R_q (分别是表面粗糙度的绝对值的算术平均值和均方根(RMS))是强相关的,对于同一表面, R_q 通常略高于 R_a 。因此,本领域技术人员会放大图6所示的 R_a 值来反映 R_q 值(它们全都略微更大),并且证实观察到与目前图6中所记录的 R_a 值相同的趋势。

[0122] 本文所揭示的制品可以被整合到装置制品中,例如具有显示屏的装置制品(或显示器装置制品)(例如,消费者电子件,包括移动电话、平板、电脑、导航系统以及可穿戴装置(例如手表)等),建筑装置制品,运输装置制品(例如,车辆、火车、飞行器、航海器等),电器装置制品,或者任意受益于部分透明性、耐划痕性、耐磨性或其组合的装置制品。结合了如本文所揭示的任意制品的示例性装置制品如图7A和7B所示。具体来说,图7A和7B显示消费者电子器件7100,其包括:具有前表面7104、背表面7106和侧表面108的外壳7102;(未示出的)电子组件,其至少部分位于或者完全位于外壳内并且至少包括控制器、存储器和位于外壳的前表面或者与外壳的前表面相邻的显示器7110;以及位于外壳的前表面或者在外壳的前表面上方的覆盖基材7112,从而使其位于显示器上方。在一些实施方式中,覆盖基材7112可以包括本文所揭示的任意制品。在一些实施方式中,外壳或覆盖玻璃中的一部分的至少一个包括本文所揭示的制品。

[0123] 可以对本公开的上文所述的实施方式进行许多改变和改进,而不明显背离本公开

的精神和各个原理。所有这些变化和修改旨在包括在该说明书和所附权利要求保护的范围内。

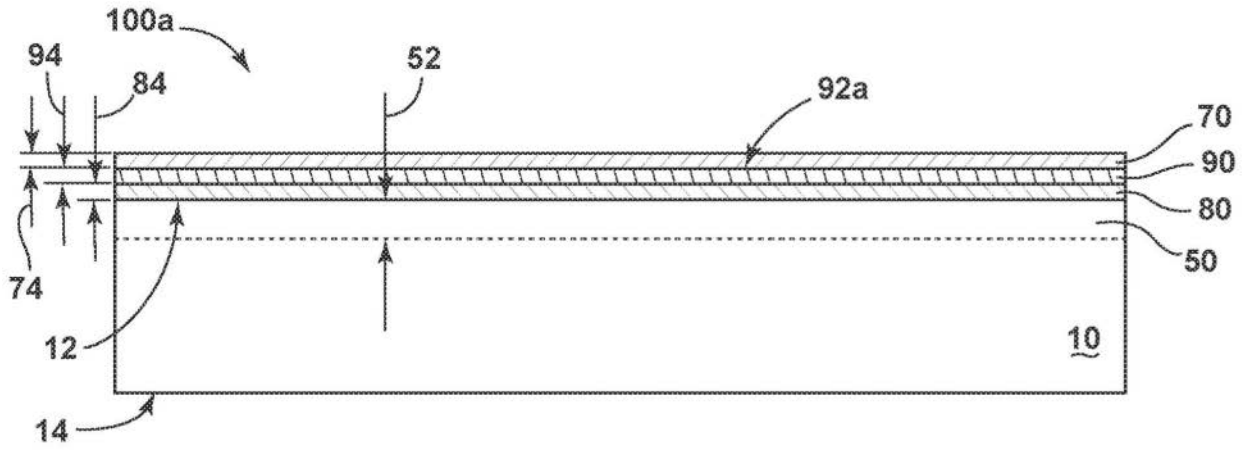


图1A

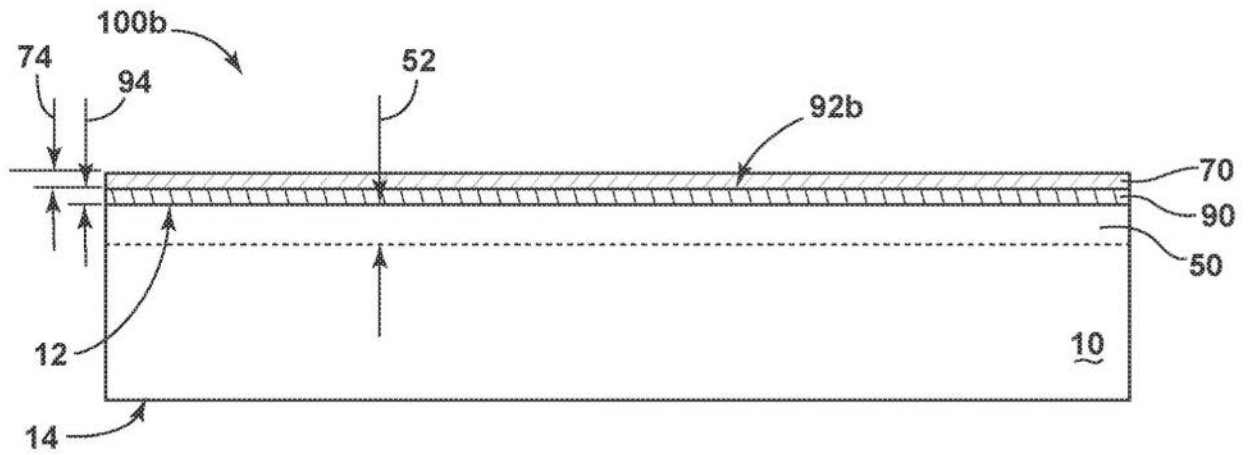


图1B

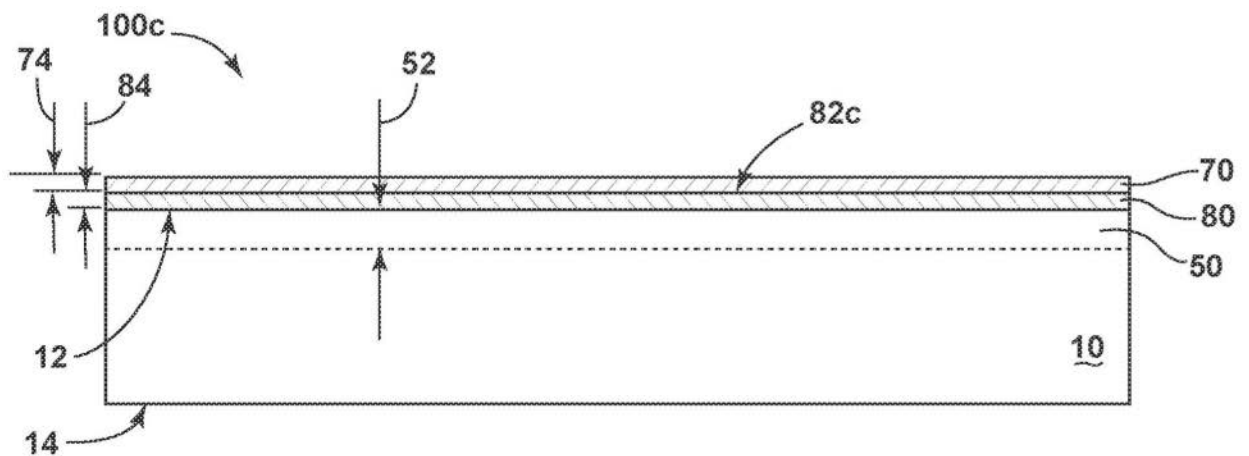


图1C

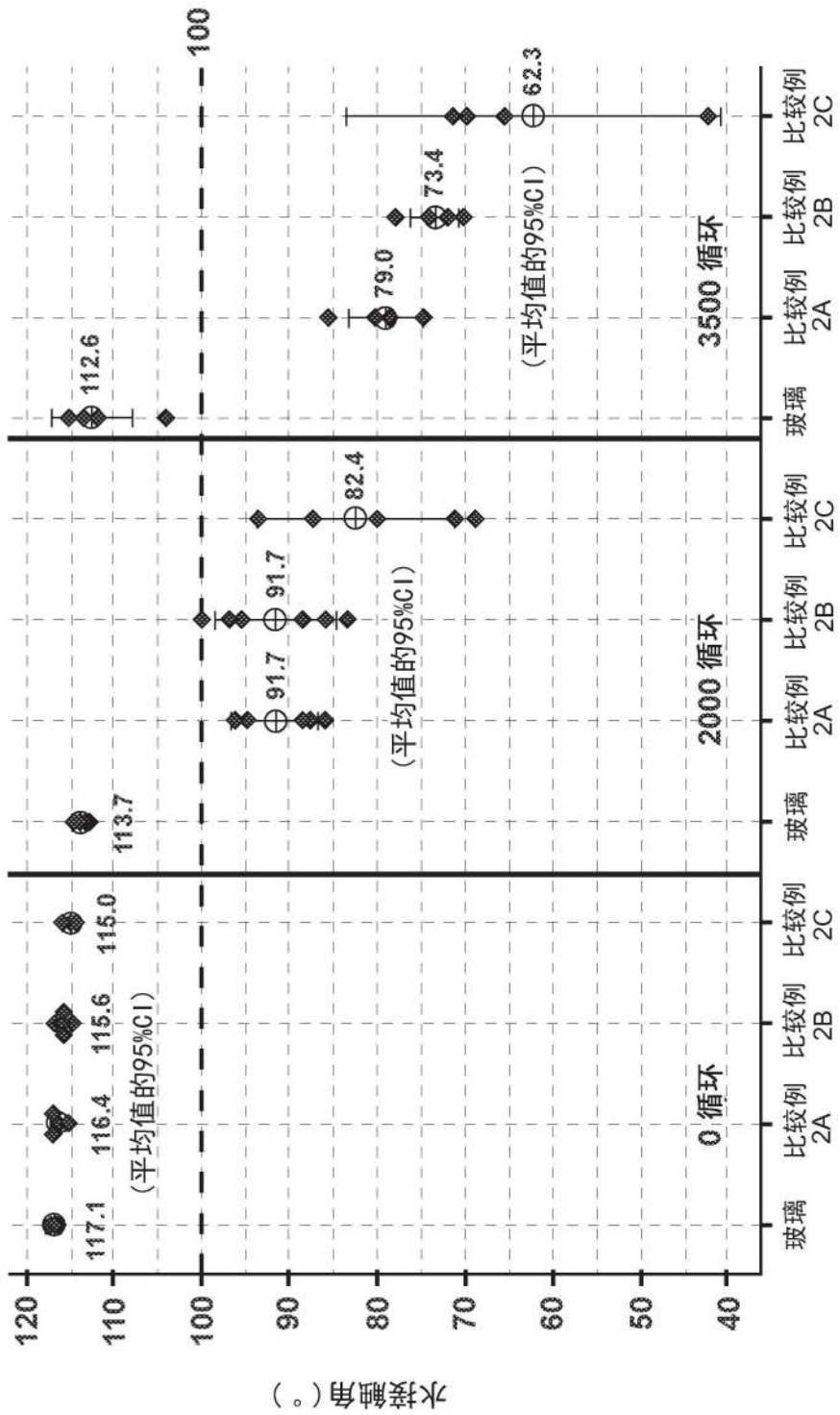


图2

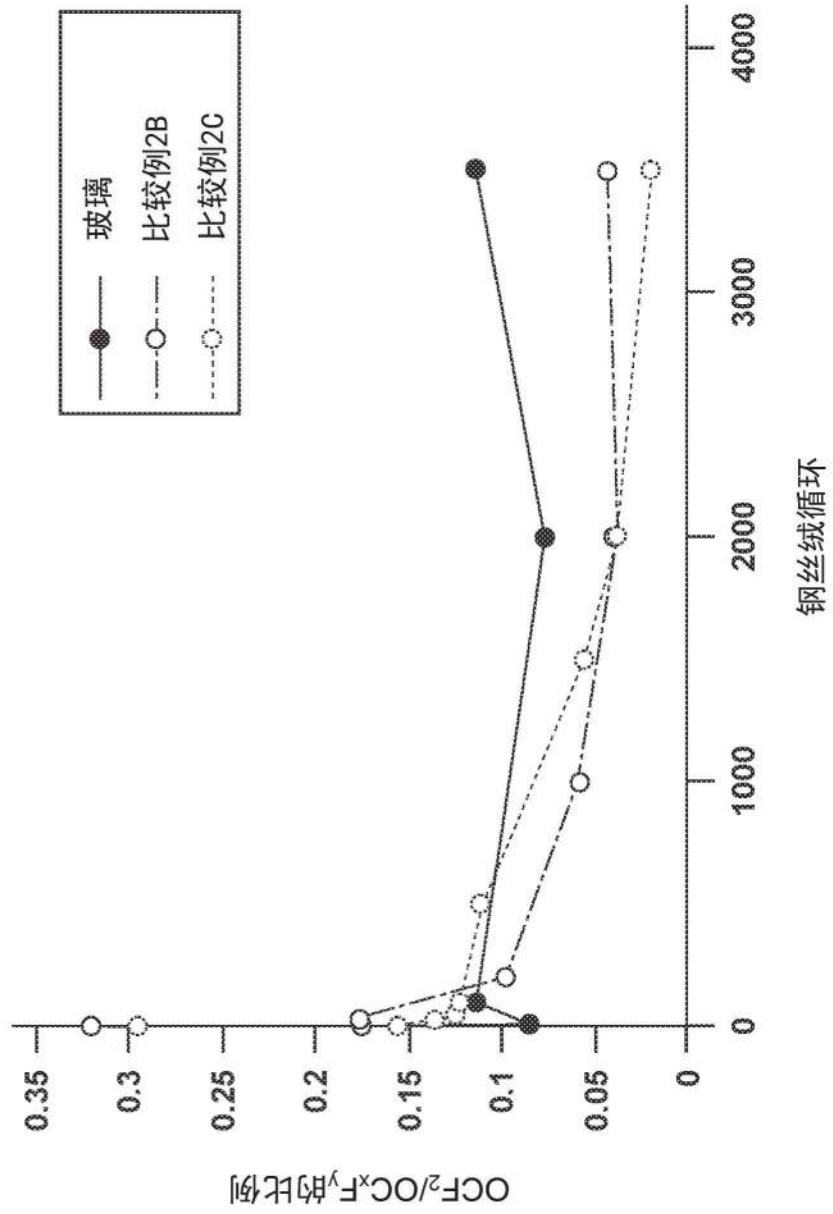


图3A

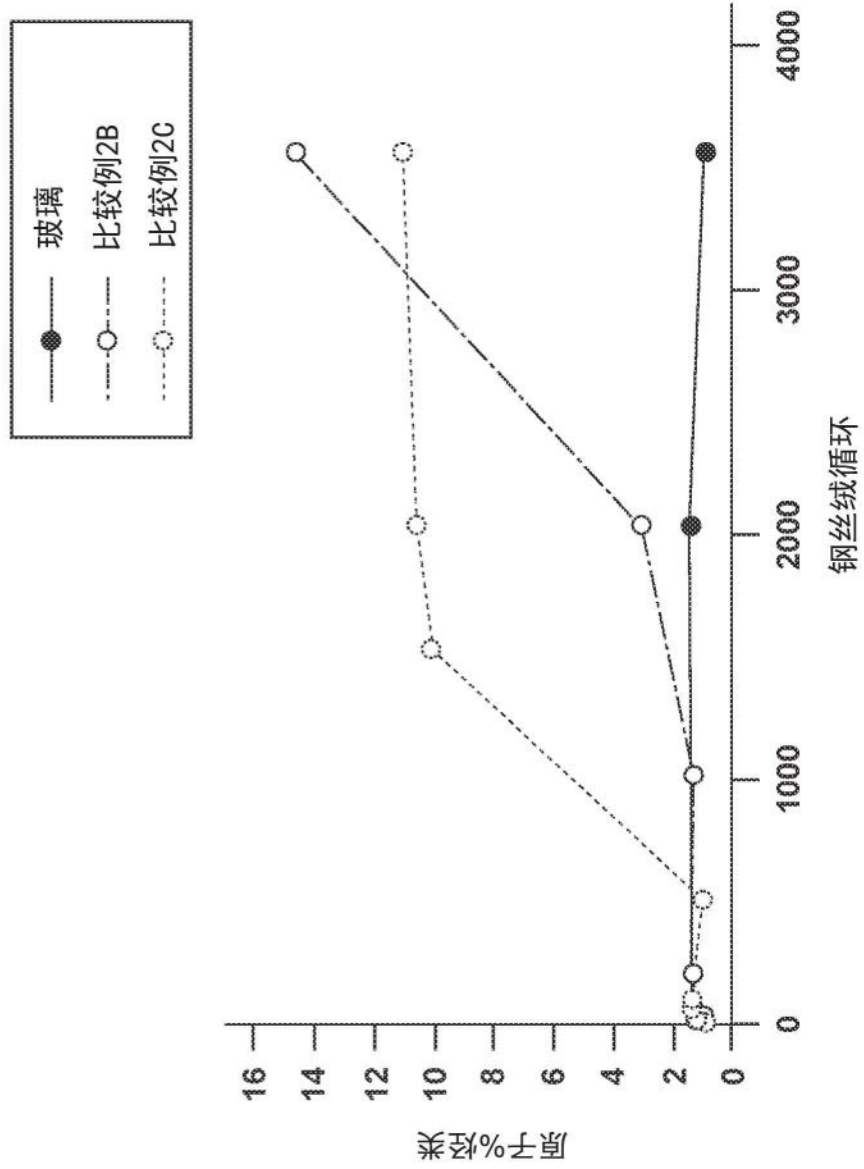


图3B

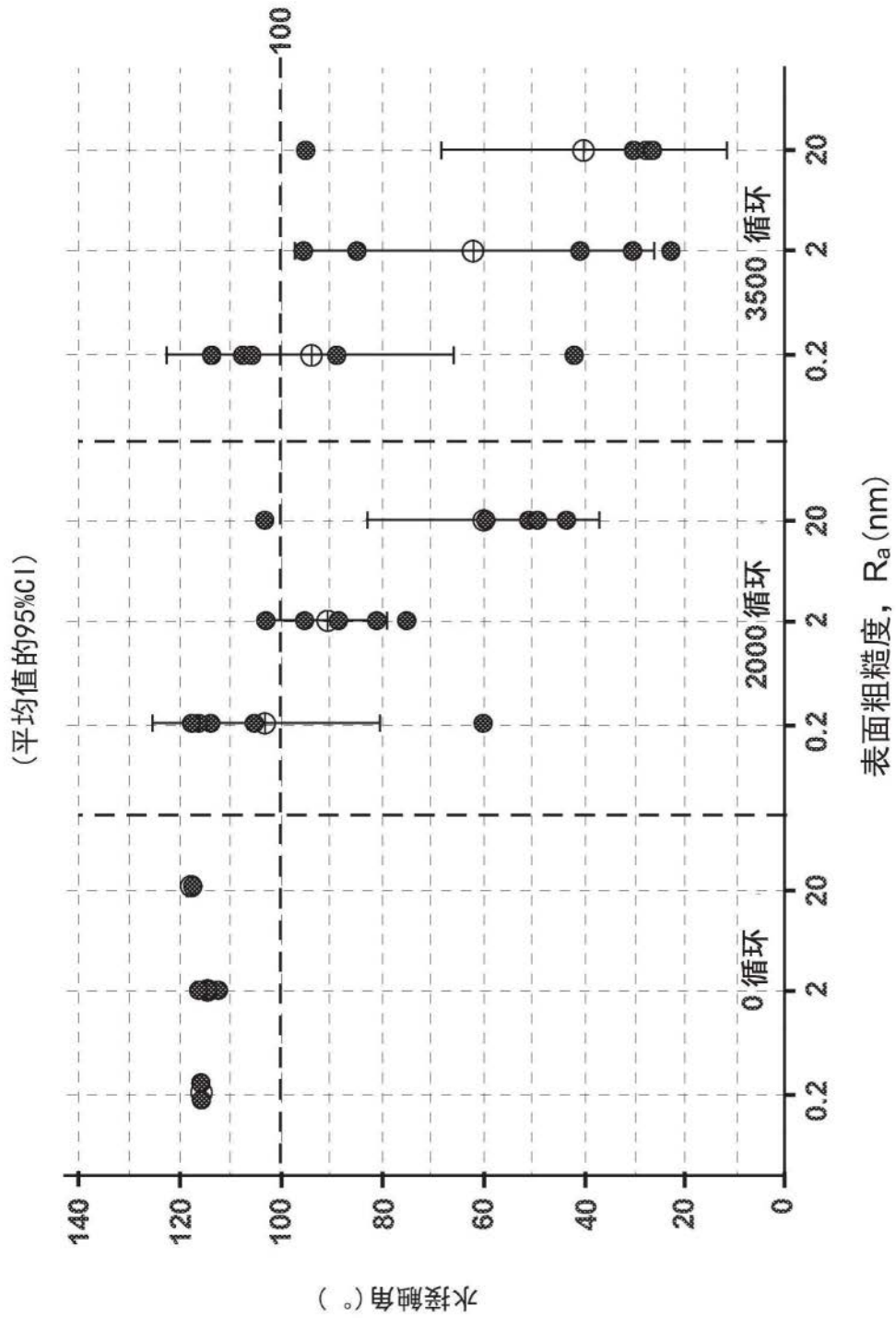


图4

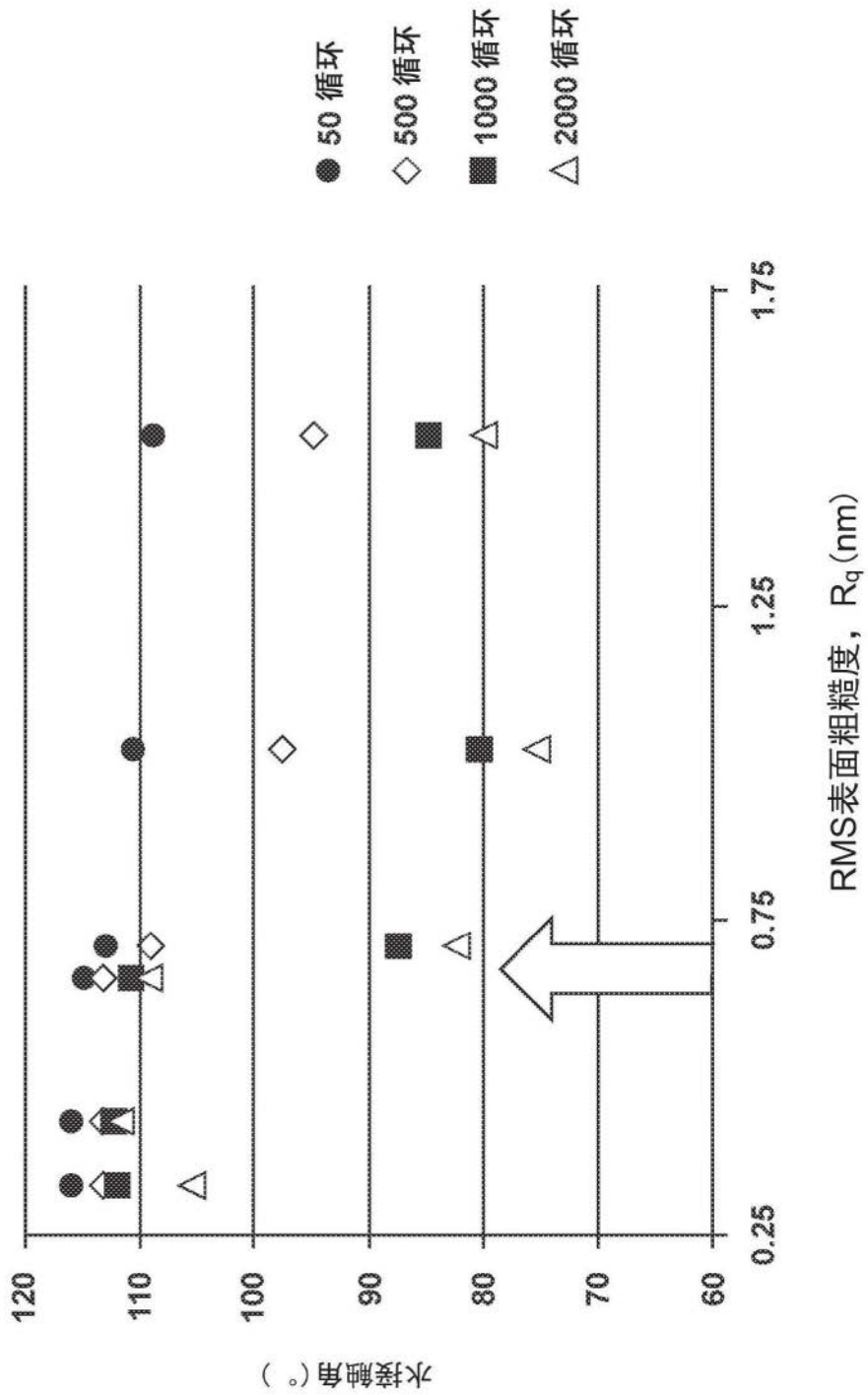


图5

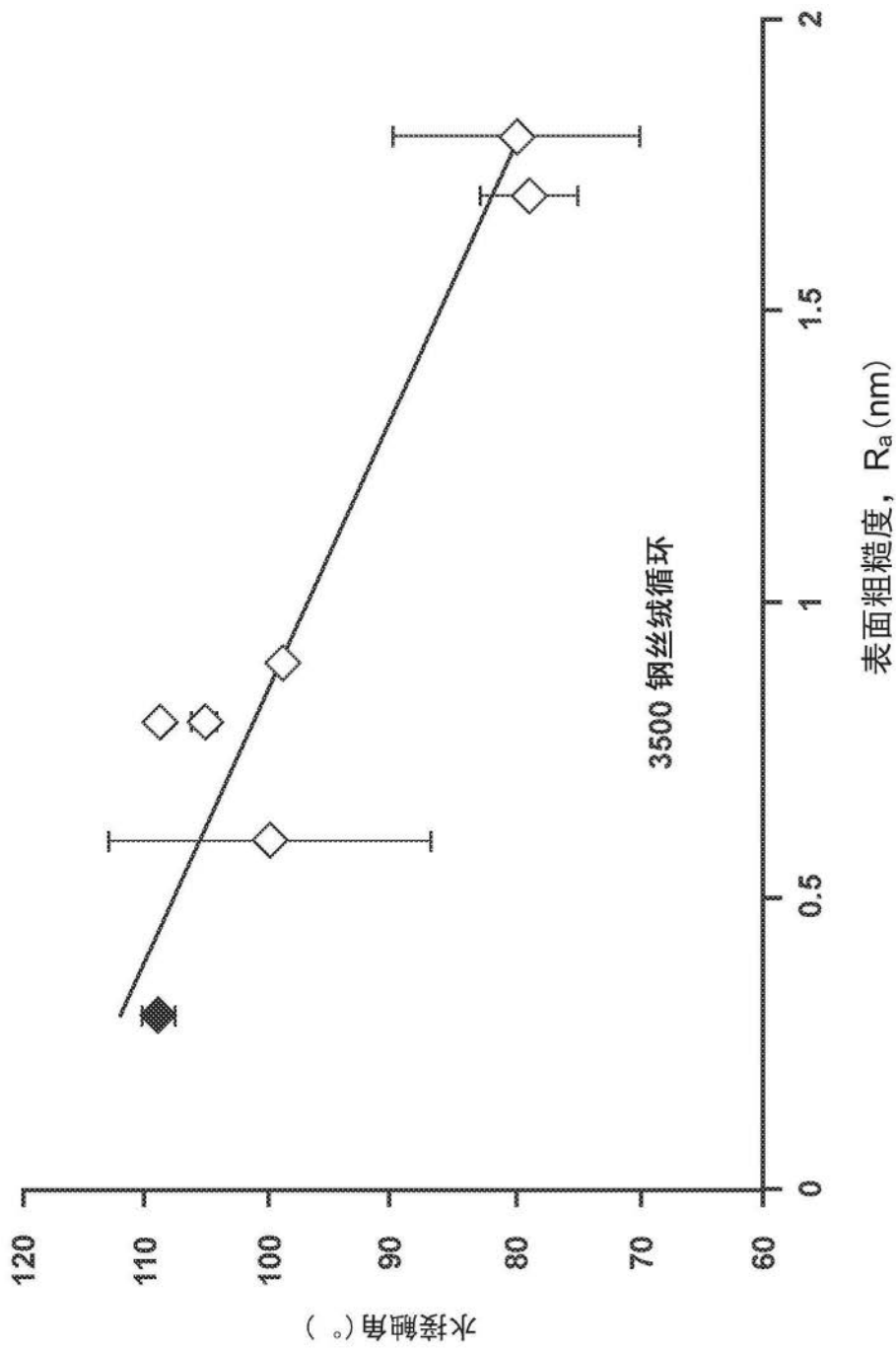


图6

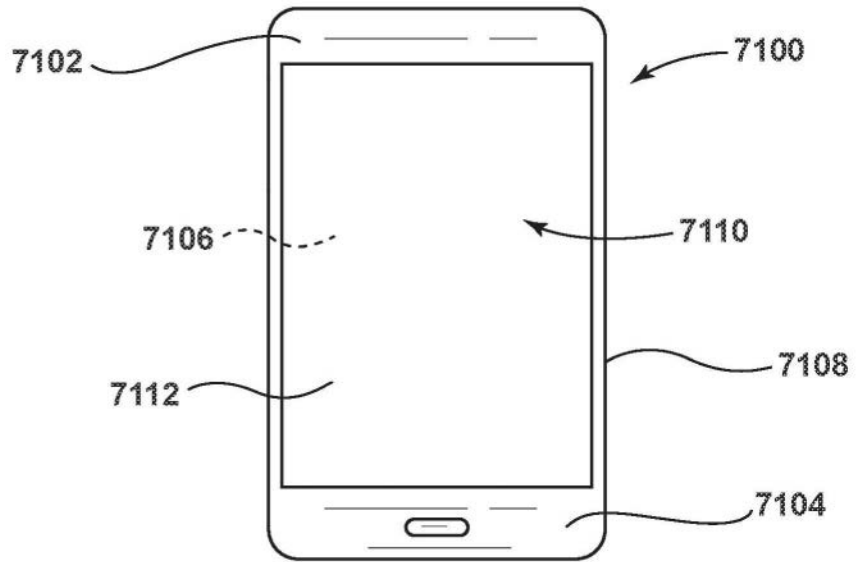


图7A

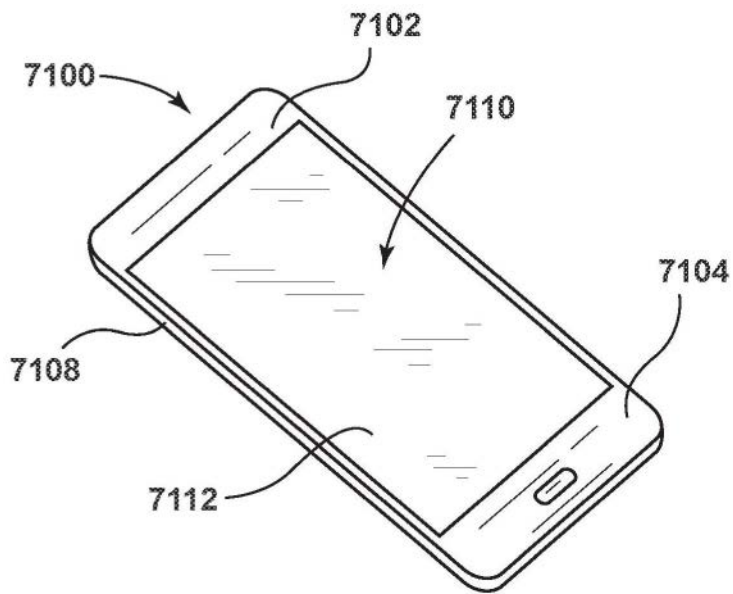


图7B