



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830233 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202180087128.4

(22) 申请日 2021.11.19

(30) 优先权数据

20210012.9 2020.11.26 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/082318 2021.11.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/112130 DE 2022.06.02

(71) 申请人 布勒阿尔策瑙股份有限公司

地址 德国阿尔策瑙

(72) 发明人 霍尔格·雷乌斯 丹尼尔·雷平

德克·穆勒 刘西蒙

H·哈格多恩

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

专利代理师 陈万青 李雪

(51) Int.Cl.

H01J 27/02 (2006.01)

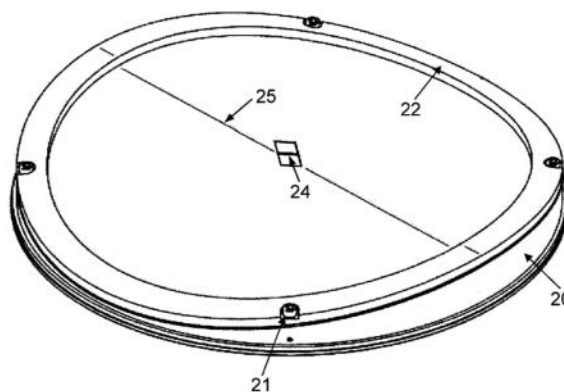
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

提取栅格

(57) 摘要

本公开提供了一种用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置,该装置具有栅格(1)和栅格支架(2),该栅格(1)紧固在该栅格支架的圆周上。根据本发明,该栅格(1)被构造成膨胀金属栅格。此外,本发明还提供一种等离子体源、一种等离子体镀膜装置,以及一种用于制作干涉层或干涉层系统的方法。



1. 一种用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置,所述装置具有:
栅格(1),和
栅格支架(2),所述栅格(1)紧固在所述栅格支架的圆周上,
其中,所述栅格(1)被设计为膨胀金属栅格。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述装置在平面视图中基本上具有圆形形状。
3. 根据权利要求2所述的装置,其中所述栅格支架(2)具有主体(20)和夹紧环(22),所述膨胀金属栅格(1)利用所述夹紧环紧固到所述主体(20)上。
4. 根据权利要求3所述的装置,其中间隔件布置在所述主体(20)与所述夹紧环(22)之间,其中借助于所述间隔件,所述膨胀金属栅格(1)优选地以滑动方式搁置在所述主体(20)的RF密封件上。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中附接到所述栅格支架(2)的所述膨胀金属栅格(1)形成三维曲面,所述三维曲面基本上是具有不同的曲率半径、围绕顶点(24)对称以及非对称的圆柱面。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中所述圆柱面为非对称的,其中具体地,所述顶点(24)从所述栅格的中心偏移/倾斜,并且/或者主方向的曲率半径和/或主方向内的曲率半径不同。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述栅格(1)具有导电金属,特别是钛、钽、钨、铝、锆、铌、它们的合金以及不锈钢。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述栅格(1)由氧化物、特别是氧化铝来镀膜。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中所述栅格(1)的厚度为0.05mm至3mm,直径为约10cm至50cm,特别是30cm,网孔长度为0.5mm至10mm、网孔宽度为0.5mm至10mm、导线束宽度为0.1mm至10mm,并且/或者导线束厚度为0.1mm至10mm。
10. 一种等离子体源,所述等离子体源具有
等离子体室,
用于向所述等离子体室供应气体的气体供应装置,
用于在所述等离子体室内产生等离子体的装置,和
根据前述权利要求中的任一项所述的用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置,
其中所述提取装置的栅格支架(2)优选地以防RF辐射的方式封闭所述等离子体室,并且/或者栅格(1)以滑动方式被安装。
11. 一种镀膜装置,所述镀膜装置具有
根据权利要求10所述的等离子体源,和
基板支架,所述基板支架与所述等离子体源相对地布置以用于固定待镀膜的基板。
12. 根据权利要求11所述的镀膜装置,其中所述基板支架具有基本上凹形弯曲表面或平坦表面或者相对于所述等离子体源具有平坦表面或凹形弯曲表面的行星式布置,其中一个或多个待镀膜的基板布置在所述表面上。
13. 根据权利要求12所述的镀膜装置,其中用于提取的装置的栅格被成形为使得所述基板支架的表面上等离子体分布基本上均匀。
14. 根据权利要求12或13所述的镀膜装置,其中所述基板支架被布置在距离所述等离

子体源约50cm至200cm处,优选地80cm处,并且/或者具有约80cm至150cm的曲率半径,优选地130cm。

15.一种使用用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置,特别是根据权利要求1至9所述的装置、根据权利要求10所述的等离子体源或根据权利要求11至14中任一项所述的镀膜装置,通过镀膜方法,例如电子束蒸发、热蒸发、溅射或等离子体增强化学气相沉积来制作干涉层或干涉层系统的方法,其中所施加的层具有均匀分布,其中例如以 SiO_2 的蚀刻速率测量的等离子体分布与平均值的偏差不超过10%。

提取栅格

技术领域

[0001] 本发明整体涉及例如在真空镀膜方法中使用的等离子体射流源,特别是用于从等离子体中提取离子和/或电子的提取装置。

背景技术

[0002] 在许多用于处理表面的方法中,例如镀膜、结构化或蚀刻,使用等离子体来产生某些材料(特别是气体)的离子,借助于这些离子来进行这些方法。因此,例如,在真空镀膜方法中,可以使用等离子体源,从该等离子体源中提取带电粒子,然后这些带电粒子可用于去除表面或者还可用于在表面上进行气相沉积,例如用以施加氧化物层。在这种情况下,等离子体可以例如电容式地(即,在交变电场中)、电感式地或通过微波产生。带电粒子,即特别是离子或电子,可以借助于电极从等离子体中提取出来。

[0003] 为了从等离子体中提取离子或电子,已知使用金属栅格或金属网孔。

[0004] 在这种情况下,EP 0 349 556 B1描述了一种用于通过粒子轰击从等离子体中去除表面层的装置,其中选择电极的表面使得几乎整个高频电压在被设计为精细栅格的一个提取电极处下降,以实现利用高平行度的原子或分子离子束在表面的尽可能大的区域上的均匀轰击。该电极被设计为平行延伸的线材形式的适当配置的线网。

[0005] 此外,DE 10 2004 011 118 A1描述了一种用于等离子体束源的提取电极,其中提取电极被设计为具有针孔图案的圆形载体板。

[0006] 为了保持所提取的离子和/或电子束的均匀性,必须尽可能长时间地保持提取栅格的形状不变,因为该形状显著影响从等离子体中提取的离子和电子束。特别是对于现有技术中使用的栅格,由于电极的寿命因照射期间引起的各种材料和系统的热膨胀而受损,因此寿命(以及从而工艺稳定性)是个问题。热膨胀特别地引起栅格的机械变形,因此对离子/电子的分布以及从而对镀膜性能具有非常不利的影响。

[0007] 因此,本发明的一个目的是提供一种提取装置,该提取装置可以确保离子/电子的长期稳定的均匀分布。

[0008] 该目的通过根据所附权利要求书所述的提取装置、等离子体源、等离子体镀膜装置和方法来实现;从属权利要求描述本发明的实施方案。

发明内容

[0009] 本发明提供一种用于从等离子体中提取离子和/或电子的提取装置。该装置具有栅格和栅格支架,该栅格紧固在该栅格支架的圆周上。根据本发明,该栅格被设计成膨胀金属栅格。在平面视图中,该装置优选地具有基本上圆形的形状。

[0010] 该栅格支架可具有主体和夹紧环,该膨胀金属栅格利用该夹紧环紧固到该主体上。此外,可以在该主体和该夹紧环之间布置间隔件。

[0011] 附接到该栅格支架上的膨胀金属栅格优选地形成三维曲面,其通常基本上构成圆柱面。曲率半径可围绕顶点对称。根据一个实施方案,顶点两侧上的两个曲率半径也可以不

同,以便形成围绕顶点的栅格的非对称形状。

[0012] 特别是在非对称圆柱面的情况下,顶点可以特别地从栅格的中心偏移或倾斜。附加地或另选地,主方向的曲率半径和/或主方向内的曲率半径也可以不同。

[0013] 导电金属,特别是其氧化物为光学透明的和/或也用于沉积层中的金属,可以用作栅格的材料。示例包括钛、钽、钪、铝、锆、铌、它们的合金和不锈钢。栅格还可以镀膜有氧化物,特别是氧化铝,其为光学透明的并且显著地增加栅格的寿命,因为其降低了等离子体离子轰击对栅格的腐蚀速率。

[0014] 栅格的示例性尺寸如下:厚度为0.05mm至3mm,直径为约10cm至50cm,特别是30cm,网孔长度为0.5mm至10mm、网孔宽度为0.5mm至10mm、导线束宽度为0.1mm至10mm,并且/或者导线束厚度为0.1mm至10mm。

[0015] 本发明还提供了一种等离子体源,该等离子体源包括等离子体室、用于将气体供应到该等离子体室中的气体供应装置、用于在该等离子体室内产生等离子体的装置,以及根据本发明的用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置。该提取装置的支架应当以防RF辐射的方式地封闭该源。特别地,该栅格应当进行电接触,并同时滑动地安装。

[0016] 该等离子体源可特别地用于镀膜装置中,特别地通过诸如电子束蒸发、热蒸发、溅射或等离子体增强化学气相沉积的方法,其中用于固定待镀膜的基板的基板支架被布置成与该等离子体源相对。该基板支架优选地具有相对于该等离子体源基本上为凹形的弯曲表面或者也具有平坦表面。该基板支架也可以具有带有平坦表面或凹形弯曲表面的行星式布置,其中一个或多个待镀膜的基板布置在该表面上。

[0017] 该用于提取的装置的栅格被成形为使得该基板支架的表面上的等离子体分布基本上均匀。

[0018] 该基板支架可以被布置成距离该等离子体源约50cm至200cm,优选地80cm。该基板支架的曲率半径可以是约80cm至150cm,优选地130cm。

[0019] 本发明还提供了一种用于制作干涉层或干涉层系统的方法,特别是使用根据本发明的用于从等离子体中提取离子和/或电子的装置。该方法允许在整个基板支架上制作层特性分布非常均匀的层,其中例如以SiO₂的蚀刻速率测量的等离子体分布与平均值的偏差不超过10%。

附图说明

[0020] 下文将参考附图进一步描述本发明。

[0021] 图1示出了根据本发明的实施方案的装置的照片,该装置具有栅格支架和附接到其上的膨胀金属栅格。

[0022] 图2a示出了根据本发明的实施方案的栅格支架的技术图。

[0023] 图2b示意性地示出了栅格的曲率变化。

[0024] 图3示出了具有栅格的现有技术的提取电极的位置上的蚀刻速率的示意图。

[0025] 图4示出了根据本发明的实施方案的装置在曲率半径为107cm的拱顶上的蚀刻速率的分布。

[0026] 图5a示出了具有栅格的现有技术的提取电极的位置上的蚀刻速率与根据本发明实施方案的装置在曲率半径为130cm的拱顶上的蚀刻速率的比较。

- [0027] 图5b示出了可通过这里描述的本发明在拱顶上实现的 TiO_2 的折射率的分布。
- [0028] 图6示出了利用根据本发明的实施方案的装置实现的在沿着拱顶半径定位并且对应于所期望的均匀分布的基板上的 TiO_2 单层的光谱曲线。
- [0029] 图7示出了利用根据本发明的实施方案的装置在沿着拱顶半径定位并且对应于所期望的均匀分布的基板上实现的干涉层系统的光谱曲线。
- [0030] 图8示出了使用现有技术网孔支架实现的基于 TiO_2 单层的非期望分布的示例。
- [0031] 图9示出了 SiO_2 层在UV范围内对于未涂覆基板、铝栅格、钛栅格和钛网孔的透射率。
- [0032] 图10示出了图9所示的 SiO_2 层的反射和透射的总和。

具体实施方式

[0033] 如图1所示,提取装置具有栅格支架2,该栅格支架基本上规定该提取装置的形状。圆形或椭圆形的栅格1紧固在栅格支架2上。特别地,栅格支架2被成形为使得紧固在其上的栅格1在平面视图中具有圆形形状并且形成三维曲面,该三维曲面优选地基本上表示圆柱面。圆柱面可以围绕顶点对称地弯曲。然而,圆柱面围绕顶点具有不同的曲率半径,即它是非对称弯曲的,这也可有利的。在图1所示的实施方案中,设计为膨胀金属栅格的栅格1通过四个螺钉21紧固在栅格支架上。根据一个实施方案,栅格支架可具有主体和夹紧环(图1中未示出)。任选地,可以在主体和夹紧环之间布置间隔件。该间隔件确保膨胀金属滑动地搁置在主体的RF密封件上,并且可补偿热膨胀,而不会由于变形而改变栅格的形状并从而改变等离子体分布。

[0034] 在图2a中再次示意性地示出了栅格支架。这里,示出了主体20、螺钉21和夹紧环22。栅格支架2的形状使得布置在其上的栅格围绕顶点线25弯曲并且因此基本上形成圆柱面。该顶点线25以及从而顶点24可以在形成环的栅格支架中居中,或者从中心偏移或倾斜。到顶点24一侧的曲率半径可以相同或不同,如图2b所示。这里,示意性地示出了对称布置、在顶点24的右侧和左侧具有不同曲率半径的非对称布置以及非对称并且倾斜的布置,其中顶点24布置成偏离中心。

[0035] 间隔件可选地设置在主体20与夹紧环22之间,可以防止栅格牢固地夹紧在主体20上。因此,栅格可以在主体20和夹紧环22之间平坦地膨胀,而不会对等离子体分布造成不利影响。

[0036] 膨胀金属栅格形式的栅格的形成确保离子在与等离子体源相对布置的基板支架上长期稳定的均匀分布。通常,基板与等离子体源相对地布置在基板支架上,例如以相对于等离子体源凹形弯曲的拱顶形式。基板支架也可以具有平面形状。为了获得最佳分布,栅格的曲率必须适合于用作基板支架的拱顶的形状。

[0037] 栅格对所使用的拱顶的适配反映在图表中,该图表例如具有如图3和图4所示的在拱顶表面上的 SiO_2 的蚀刻速率。离子电流的最佳分布(即,均匀分布)在这些图中将表示为在拱顶的整个延伸范围上的水平线。

[0038] 图3示出了当使用先前已知的网孔(即,根据现有技术的线栅)时,对于不同的使用持续时间(表示为运行小时数),在拱顶的延伸范围(曲率半径:107cm)上的蚀刻速率。虽然该分布在开始时看起来仍然是可接受的(在半小时的运行之后,附图标记31),但该分布在

几小时之后发生显著变化,并且在154.6小时的运行时间之后明显更差(附图标记39)。具体地,在拱顶中心的蚀刻速率比在拱顶边缘处的蚀刻速率高3倍至10倍,这将导致基板上的不均匀分布,具体取决于该基板在拱顶上的布置。

[0039] 为了进行比较,图4示出了根据本发明的一个实施方案的栅格支架的使用寿命。这里,示出了分布在开始时(在半小时的运行之后,附图标记41)和在约210小时之后(附图标记42)非常相似。具体地,在拱顶的范围(曲率半径:107cm)上的分布在很大程度上是均匀的;仅绝对蚀刻速率是不同的,这可以通过系统的不同清洁状态来解释。

[0040] 图5示出了蚀刻速率在曲率半径为130cm(也就是说,比图3和图4中所使用的拱顶小的曲率)的基板支架的位置上的分布。这里,与使用常规的栅格支架(附图标记52)相比,利用在此示出的具有根据本发明的膨胀金属网孔的栅格支架(附图标记51)显示出更好的分布。图5b中所示的500nm处的折射率在拱顶上的位置上的分布由图5a中所示的使用具有膨胀金属网孔的栅格支架的蚀刻速率而产生。图5a中所示的蚀刻速率平均值为26.9nm/h,其中最小值为25.6nm/h(偏差为-4.6%),并且最大值为29.3nm/h(偏差为9.2%)。通常,蚀刻速率的分布在 $\pm 10\%$ 的范围内。因此,图5b中所示的 TiO_2 的折射率分布可以实现为2.4592的平均值、2.4575的最小值和2.4609的最大值,即偏差约为 $\pm 0.1\%$ 。

[0041] 图6以示例的方式示出了在对于玻璃基板上的单个 TiO_2 干涉层的曲率半径为130cm的拱顶上的分布。这里示出了沿着拱顶半径的基板位置的光谱曲线几乎一个位于另一个之上;也就是说,可以实现非常好的均匀分布。最小值和最大值的透射值的对应关系反映了良好的折射率分布。

[0042] 图7示出了 TiO_2 和 SiO_2 的干涉层系统在曲率半径为130cm的拱顶上的分布。这里,通过曲线的叠加也可以示出非常好的分布。

[0043] 图8示出了较差折射率分布的示例。最小值的透射值存在很大差异。这种差异可归因于由于使用现有技术的线栅支架/网孔支架而导致的在拱顶上的较差等离子体分布。

[0044] 因此,根据本发明一个实施方案的栅格可用于实现在等离子体辅助处理系统(例如,镀膜系统)中所提取的离子/电子的均匀分布。在超过200小时的运行内保持均匀分布,而该分布在使用根据现有技术的栅格支架的情况下则不会保持不变(参见图3)。

[0045] 这种寿命一方面是由于允许膨胀金属栅格均匀地膨胀的支架结构。相比之下,在现有技术的提取栅格中使用的线材由于热膨胀而失去张力,并且无法均匀地保持在开始时形成的鞍形。这对所获得的层特性产生严重的负面影响,特别是由于凹形弯曲形状,对大部分基板所在的拱顶的外部位置产生严重的负面影响。根据本发明的栅格支架的尺寸稳定性实现如下:栅格支架被设计成使得紧固在其上的栅格可以膨胀但保持该栅格的形状并且不以不受控的方式变形。这里,栅格的形状,即曲率半径,适于等离子体的最佳分布。均匀分布可能受到根据本发明所使用的栅格支架的形状的影响。该形状以及由此的等离子体分布在多个运行小时内保持不变,其中同时确保包含RF辐射。因此,该装置将该源防RF辐射地密封。

[0046] 另一方面,使用膨胀金属作为栅格代表了尺寸稳定性的重要因素。通过拉伸设置有大体上交错的切口的金属板来制作膨胀金属。在本发明的使用中,导电金属优选地用于膨胀金属,特别是钛、钽、钪、铝、锆、铌、它们的合金和不锈钢。栅格还可以镀膜有氧化物,特别是氧化铝。然而,在这种情况下,栅格的边缘不得含有镀膜以确保电接触。

[0047] 所得的膨胀金属栅格提供了导电性和尺寸稳定性,以及通过支架引导的均匀热膨胀。膨胀金属的形状还最大限度地减少了支架上的支撑面,从而最大限度地减少了支架的散热。因此,最大限度地减少了栅格上的温度梯度。

[0048] 对于所使用的栅格源,通常使用由钨、钼或钛制成的栅格或网孔。由于栅格材料也被除去并结合到镀膜中,因此这些材料和它们的氧化物引起小于300nm范围内的杂质并且在层特性中产生非期望吸收或损耗。可以通过在新的栅格支架上使用由锆制成的膨胀金属栅格来解决这个问题。图9示出了锆栅格、标准钛栅格和钛网孔之间的比较。具体地,图9示出了SiO₂层在UV范围内对于未镀膜基材(Suprasil_uncoated,为实线)、锆栅格、钛栅格和钛网孔(各自用不同类型的虚线表示)的透射率。可以清楚地看出,用锆栅格制作的层的透射率是最高的。沉积的SiO₂层的厚度为约600nm(在500nm下为 $7.1\lambda/4$)。

[0049] 图10再次示出了图9中所示的SiO₂层的反射和透射的总和。这里也表明,用锆栅格制作的层在低于290nm的波长下比用钛栅格或钛网孔制作的对比层具有更高的值。

[0050] 因此,通过使用锆栅格可以实现UV范围内的层透明度的显著提高。

[0051] 这种提取装置特别地用于等离子体源中,已知该等离子体源具有等离子体室、用于向该等离子体室供应气体的气体供应装置和根据本发明的该提取装置,在该等离子体室中特别地通过施加RF电压来产生等离子体。通过向该提取装置的栅格施加电压,带电的离子或电子从等离子体中被提取出来并且沿着与等离子体源相对地布置在基板支架上的基板的方向加速。

[0052] 为了制作根据本发明的提取装置,提供了一种膨胀金属栅格,并且该膨胀金属栅格适当地紧固在栅格支架上。该栅格支架的形状在此确定该栅格的形状,如上所述,其优选地为弯曲的。

[0053] 本发明的提取装置以及由此的等离子体源可用于基板的镀膜,特别是用于干涉层或干涉层系统的制作。对于干涉层或干涉层系统的制作,沉积材料的折射率在基板支架上的均匀分布是有利的。这种均匀分布需要穿过本发明提供的基板支架的均匀等离子体射流。

[0054] 因此,本发明尤其提供了一种用于等离子体源的栅格支架,该栅格支架在其形状方面被优化,以便以使得对于所有基板而言,拱顶上的等离子体轰击随时间推移是均匀的方式,将所提取的等离子体分布到旋转的拱顶上。这在所测量的蚀刻速率的分布和所示的镀膜示例中示出。

[0055] 栅格支架以使得所采用的栅格(其为膨胀金属)在被等离子体加热时能够进行补偿运动,而不失去其与等离子体分布相关的形状的方式来构造。为此,栅格在金属RF密封件上滑动,这也确保了栅格的必要电接触。夹紧环通过限定的间隔件旋拧到支架上以使格栅成形并固定。该间隔件确保栅格能够在RF密封件上滑动。

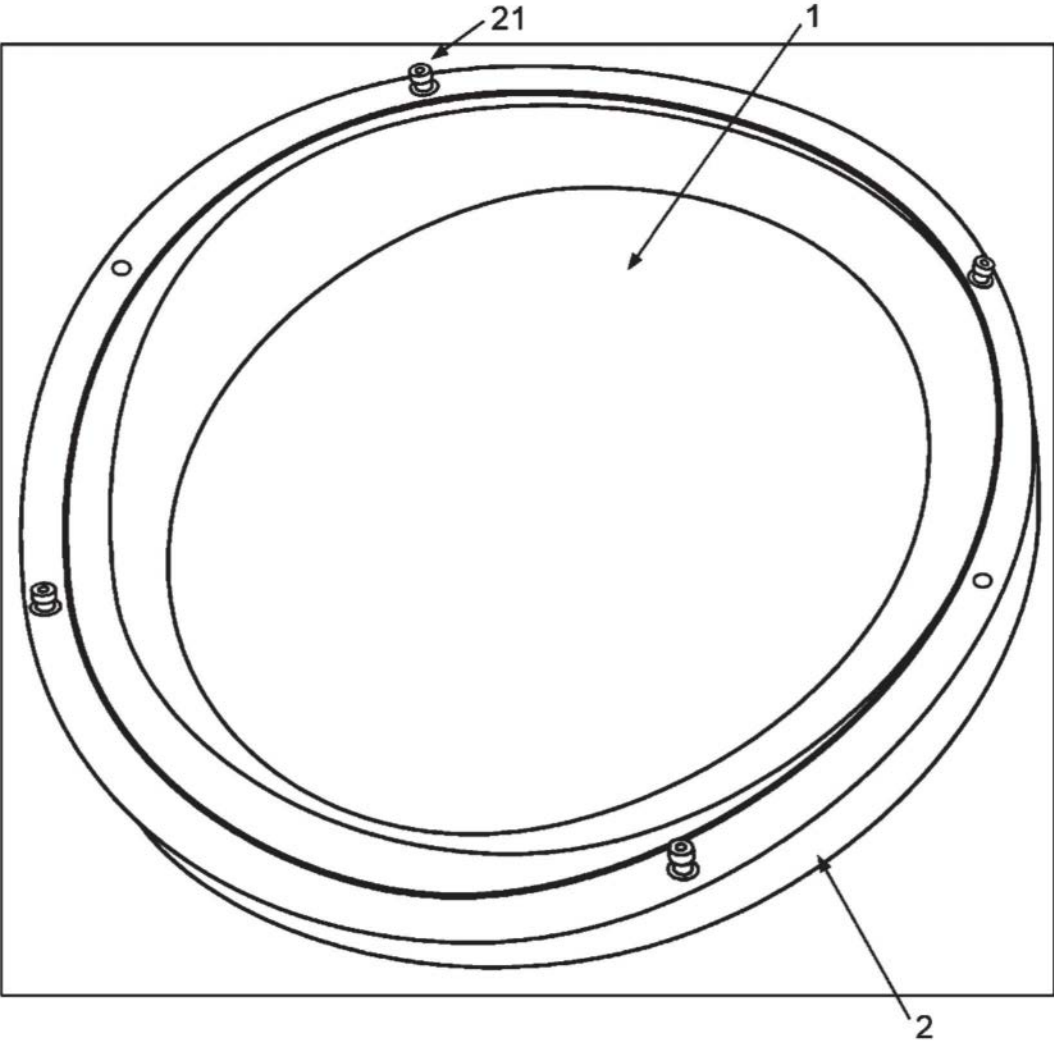


图1

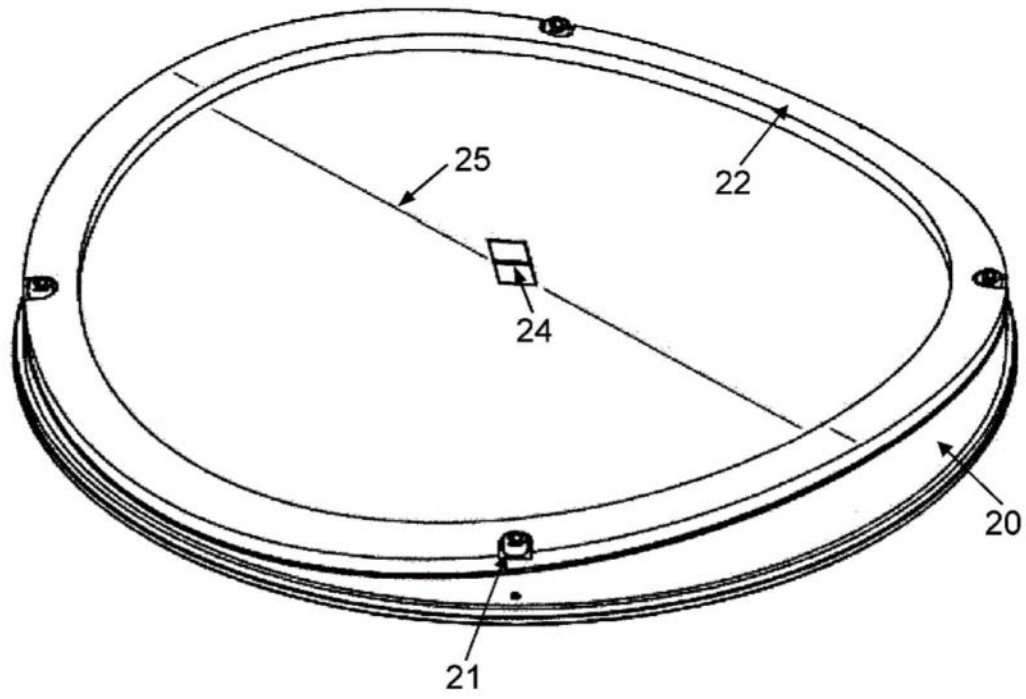


图2a

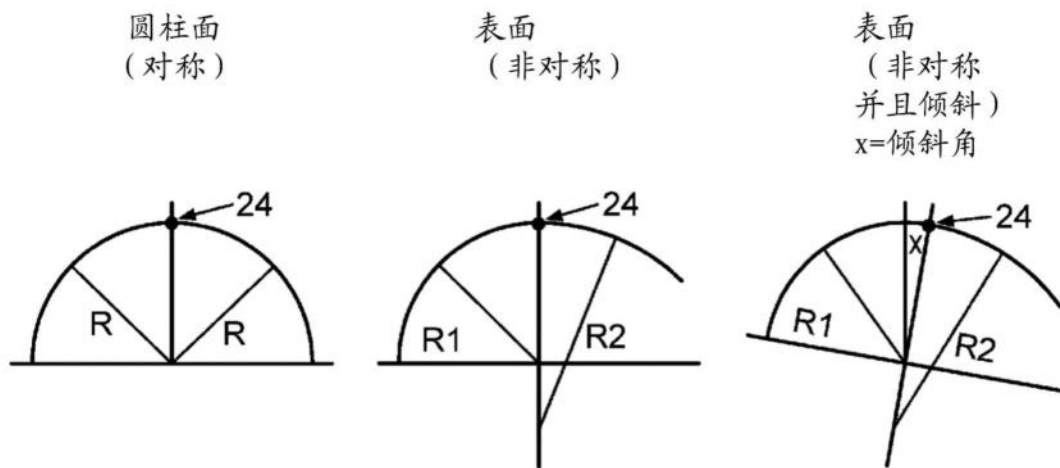


图2b

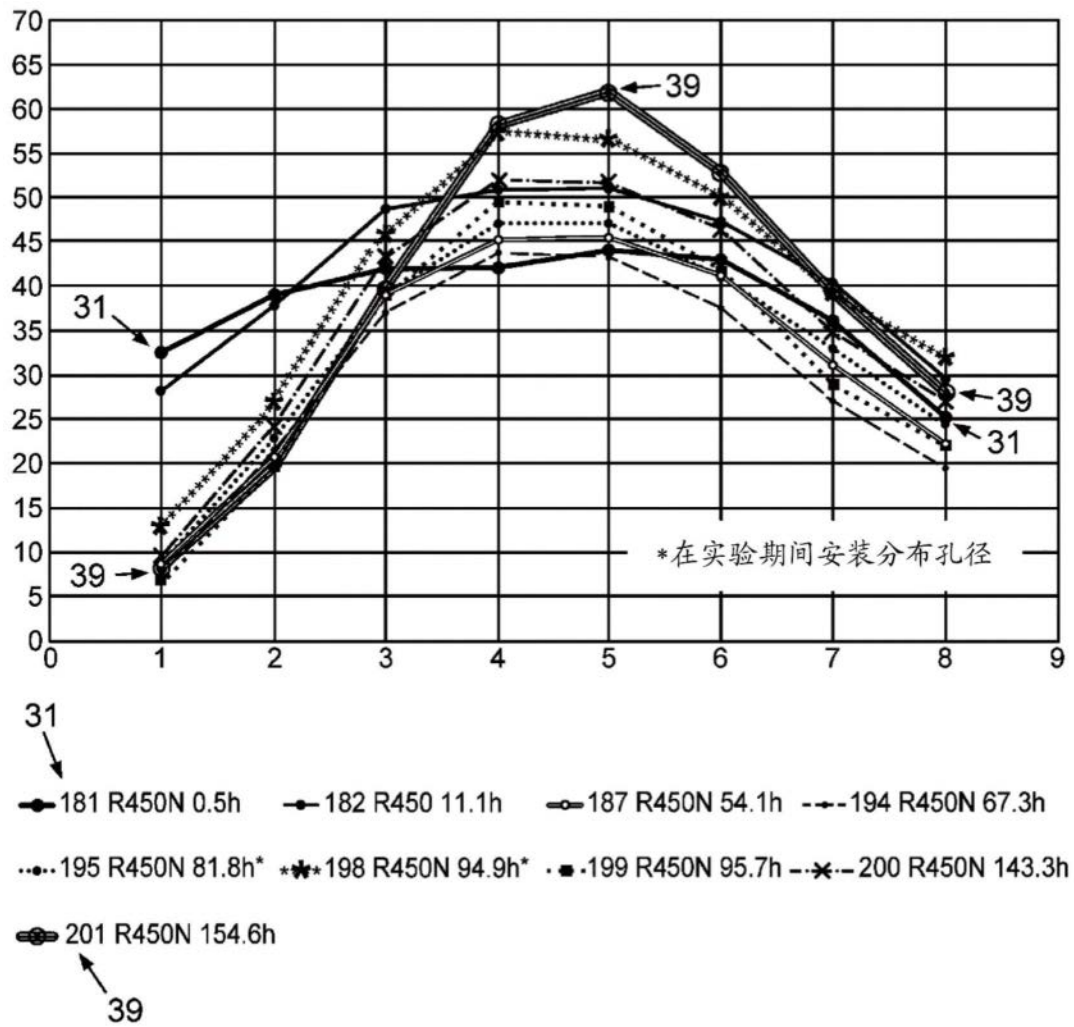


图3

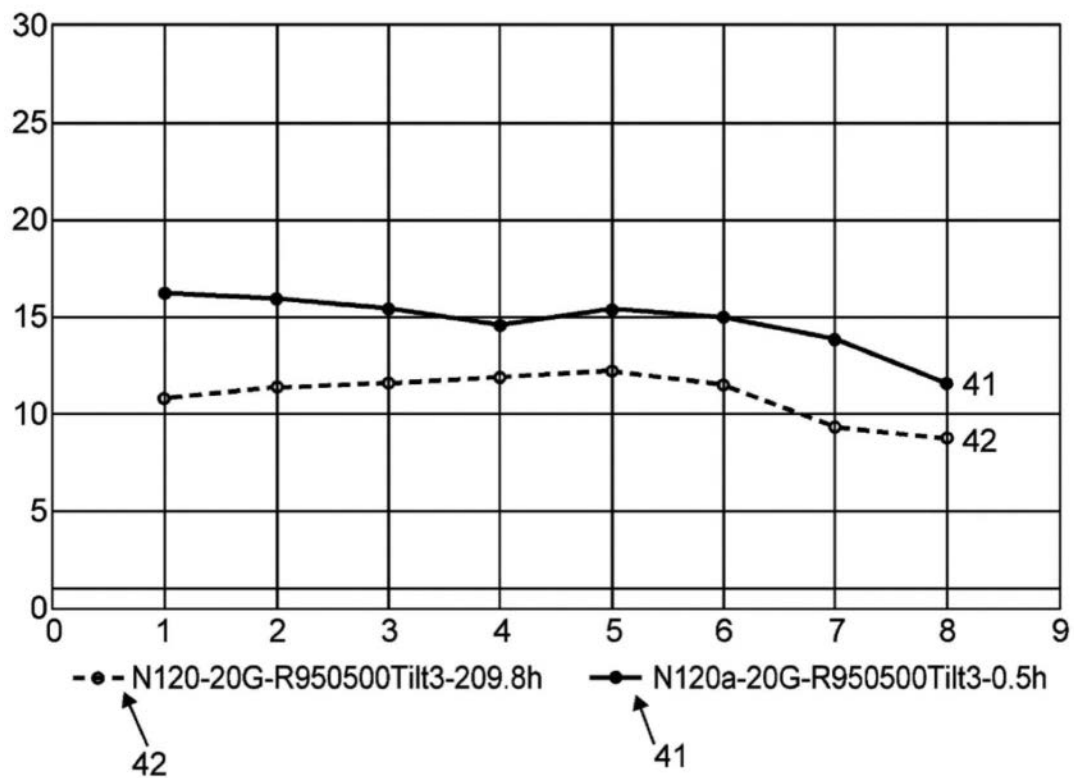


图4

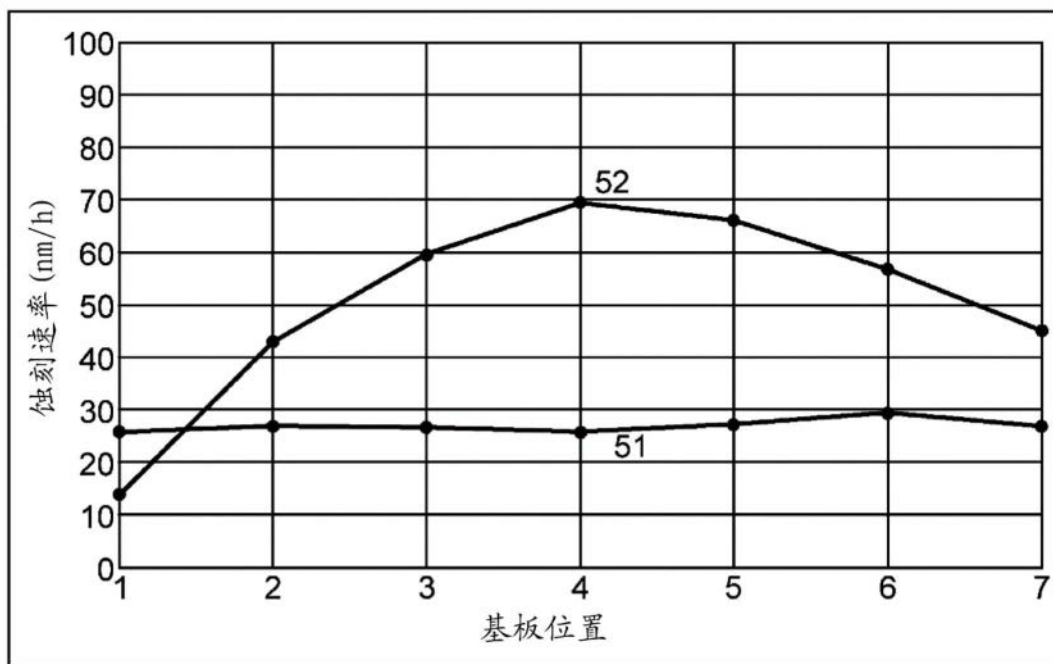


图5a

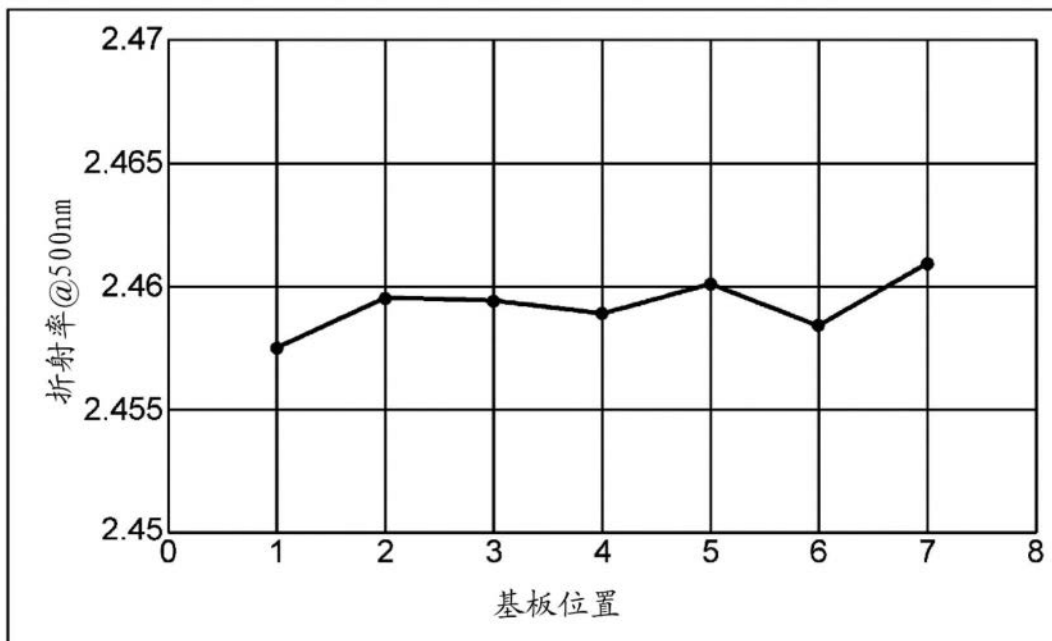


图5b

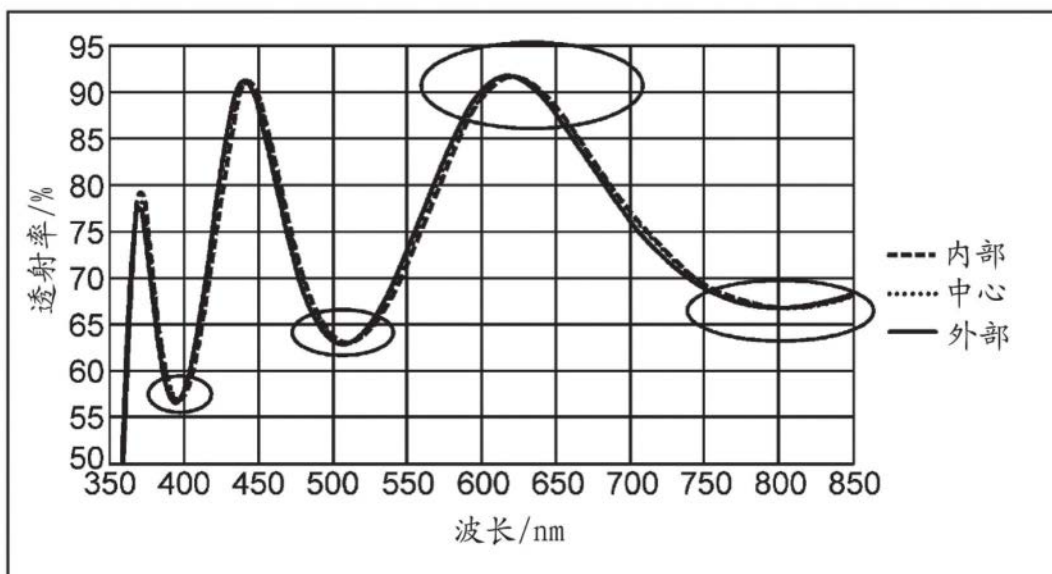


图6

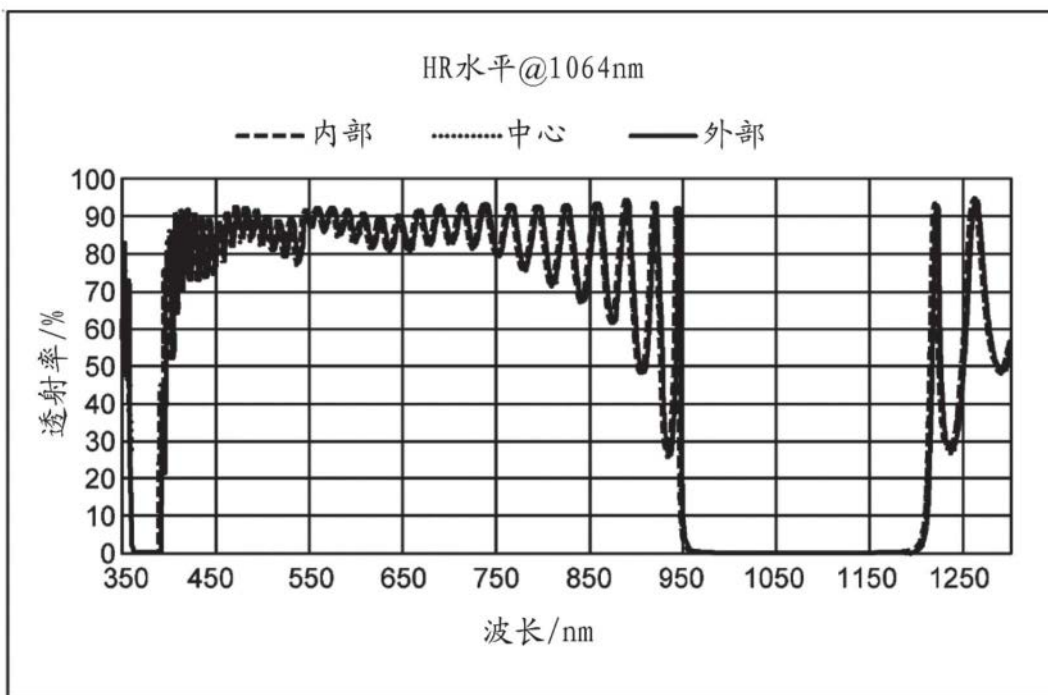


图7

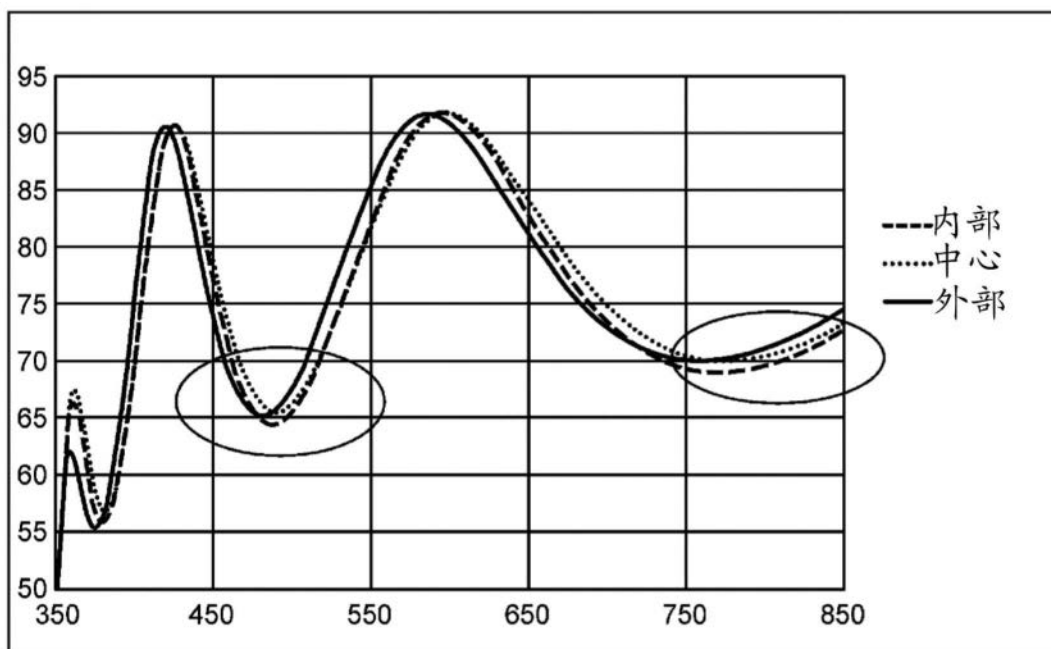


图8

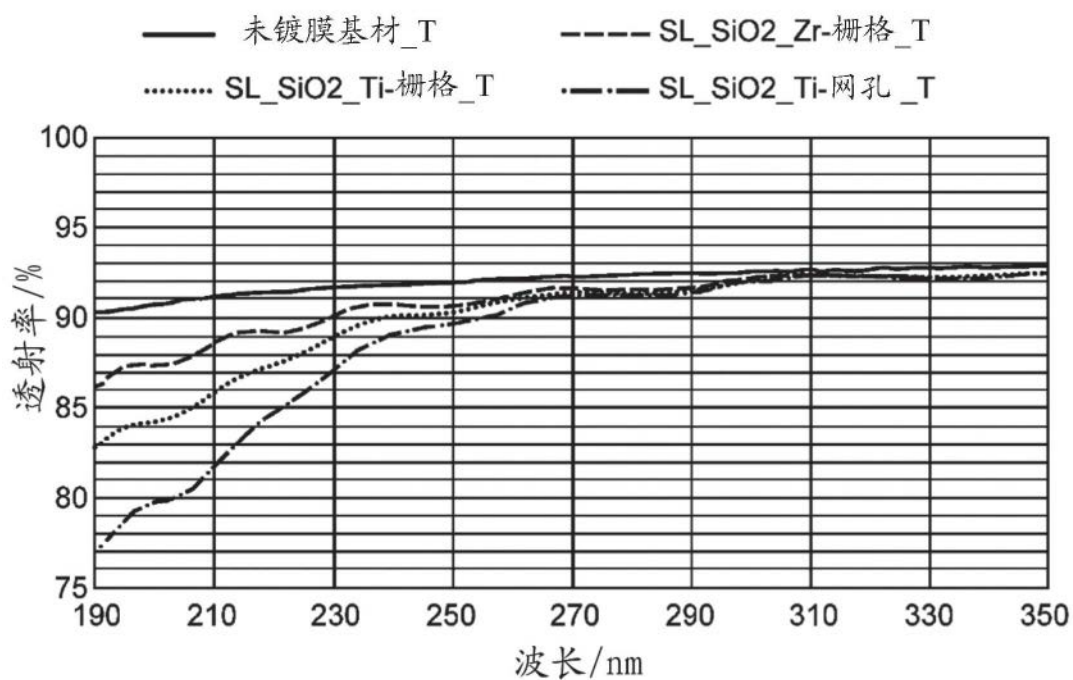
SL SiO₂ UV: 网孔 (Ti/Ta) 和栅格 (Ti/Zr) 的比较

图9

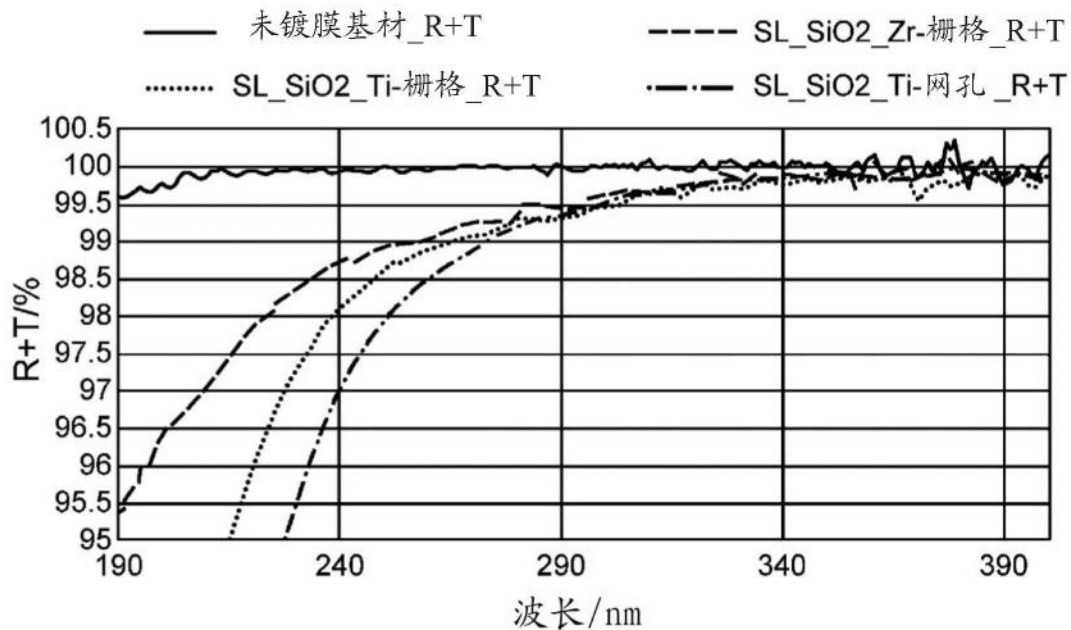
SL SiO₂ UV: 网孔 (Ti/Ta) 和栅格 (Ti/Zr) 的比较

图10