



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03810391.5

[43] 公开日 2005 年 8 月 10 日

[11] 公开号 CN 1653373A

[22] 申请日 2003.5.8 [21] 申请号 03810391.5

[30] 优先权

[32] 2002.5.9 [33] US [31] 10/143,501

[86] 国际申请 PCT/US2003/014404 2003.5.8

[87] 国际公布 WO2003/096105 英 2003.11.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.8

[71] 申请人 莫克斯泰克公司

地址 美国犹他州

[72] 发明人 M·莱恩斯 R·T·珀金斯

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

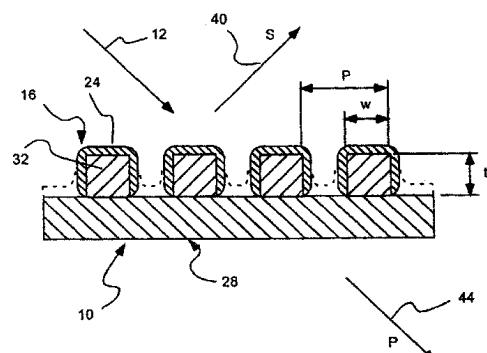
代理人 杨晓光 于 静

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 耐腐蚀线栅偏振器及其制造方法

[57] 摘要

一种偏振装置(10)，例如线栅偏振器，包括缓蚀剂坚实单层(24)，该单层不会不利地影响偏振装置的光学性质。所述偏振装置可以包括光学元件(14)和纳米结构(16)，例如设置在基板(28)上的多个隔开的长元件(32)的阵列。将所述缓蚀剂化学键接到所述元件的表面上以形成单层。所述单层可以具有小于大约 100 埃的厚度。一种形成所述坚实单层的方法可以包括用氨基膦酸酯，如次氨基三(亚甲基)三膦酸处理所述偏振装置。



1. 一种耐腐蚀线栅偏振器装置，包括：

a) 透明基板，其具有透射具有在紫外线、可见光和红外线范围内的波长的电磁波的光学性质；

b) 设置在基板上的隔开的长元件的阵列，设置其尺寸使其与具有在紫外线、可见光和红外线范围内的波长的电磁波相互作用，以基本透射一个偏振的电磁波，并基本反射另一个偏振的电磁波；以及

c) 坚实单层，其化学键接到长元件上，而不会显著不利地影响透明基板透射电磁波的光学性质，并不会显著不利地改变透射通过隔开的长元件的阵列和透明基板的电磁波，所述单层由缓蚀剂形成并具有小于大约 100 埃的厚度。

2. 根据权利要求 1 的装置，其中所述元件具有小于大约 400nm 的厚度、小于大约 300nm 的宽度、大于大约 700nm 的长度以及小于大约 400nm 的间距。

3. 根据权利要求 1 的装置，其中所述单层由施加到所述长元件上的氨基膦酸酯形成。

4. 根据权利要求 3 的装置，其中所述氨基膦酸酯包括次氨基三(亚甲基)三膦酸。

5. 根据权利要求 3 的装置，其中将所述氨基膦酸酯和所述线栅偏振器装置一起加热到大约 150℃以上的温度。

6. 一种耐腐蚀线栅偏振器装置，用于基本退耦电磁波的两个正交偏振，所述装置包括：

a) 由透明材料形成的光学元件，以透射具有在紫外线、可见光和红外线范围内的波长的电磁波；

b) 与所述光学元件连接的纳米结构，包括具有 10^{-8} m 量级厚度的隔开的长元件的阵列，以与具有在紫外线、可见光和红外线

范围内的波长的电磁波相互作用，以基本透射一个偏振的电磁波，并基本反射另一个偏振的电磁波；以及

c) 化学键接到所述纳米结构上的耐腐蚀层，具有小于大约 100 埃的厚度，所述层使纳米结构耐腐蚀，而不会显著不利地影响光学元件透射电磁波的光学性质，并不会显著不利地改变透射通过所述纳米结构和所述光学元件的电磁波。

7. 一种使线栅偏振器的元件耐腐蚀的方法，包括以下步骤：

a) 提供一种线栅偏振器，其包括设置在基板上的隔开的长元件的阵列，设置所述阵列的尺寸使其与具有在紫外线、可见光和红外线范围内的波长的电磁波相互作用，以基本透射一个偏振的电磁波，而基本反射另一个偏振的电磁波；

b) 将缓蚀剂化学键接到所述长元件上，以形成具有小于大约 100 埃的厚度的层。

8. 根据权利要求 7 的方法，其中将缓蚀剂化学键接到所述长元件上的步骤还包括将缓蚀剂化学键接到长元件的所有露出表面上。

9. 根据权利要求 7 的方法，其中将缓蚀剂化学键接到所述长元件上的步骤还包括以下步骤：

至少在所述长元件上施加氨基膦酸酯。

10. 根据权利要求 9 的方法，其中施加所述氨基膦酸酯的步骤还包括至少在所述元件上施加次氨基三(亚甲基)三膦酸。

11. 根据权利要求 9 的方法，还包括以下步骤：

在大约 150℃以上的温度下加热所述线栅偏振器。

12. 根据权利要求 9 的方法，其中施加所述氨基膦酸酯的步骤还包括施加 0.0002 升次氨基三(亚甲基)三膦酸/升蒸馏水的溶液。

13. 根据权利要求 9 的方法，其中施加所述氨基膦酸酯缓蚀剂的步骤包括在大约 70℃以上的温度下在所述氨基膦酸酯缓蚀剂中浸渍线栅偏振器。

14. 根据权利要求 13 的方法，还包括以下步骤：

在施加所述氨基膦酸酯缓蚀剂之后并在干燥前冲洗线栅偏振器。

15. 根据权利要求 7 的方法，其中将缓蚀剂化学键接到所述长元件上的步骤还包括以下步骤：

改变在所述长元件上形成的天然氧化层。

耐腐蚀线栅偏振器及其制造方法

技术领域

本发明涉及用于物理退藕可见光或近可见光的两个正交偏振的线栅偏振器。本发明尤其涉及耐腐蚀线栅偏振器，以及处理该线栅偏振器以使其耐反应的方法。

背景技术

已开发出线栅偏振器，其应用于电磁辐射或光的可见光和近可见光光谱，以基本退藕光的两个正交偏振。这种线栅偏振器可以用于例如图像投影系统和图像显示系统的光学系统中。

然而，关于线栅偏振器的耐久性或长期完好性存在一些问题。特别存在以下问题，导电元件可能易于受到腐蚀或损坏，尤其在高温潮湿的环境或应用中。应该理解，光栅的极小尺寸可能使光栅更加易于受到腐蚀，或可能加剧上述腐蚀的结果。光栅受到的腐蚀可以降低或毁坏光栅退藕光的正交偏振的能力，从而失去偏振器的作用。另外，对光栅的腐蚀可能不利地影响或改变光的性质，从而妨碍光学系统的操作或性能。

通过对光栅进行简单密封来保护光栅产生了其它问题。除退藕光的正交偏振以外，还希望的是，线栅偏振器不改变光的其它方面。用于密封光栅的材料可能在所述材料和元件或基板之间产生可以改变偏振器的多种性质的界面。从而，对光栅的密封虽然可以保护元件，但是也可能不利地改变偏振器的其它性质，从而影响光的性质，同样妨碍光学系统的操作或性能。

发明内容

已公认为有利地是，开发一种偏振装置，例如线栅偏振器，其退藕可

见光和近可见光的正交偏振、耐腐蚀或耐反应，而不会不利地改变光的其它方面。另外，公认有利地是，开发一种用于制造或处理该线栅偏振器的方法，以使其耐腐蚀或耐反应，而不会不利地改变光的其它方面，并且所述方法的成本便宜。

本发明提供了一种耐腐蚀偏振器装置，例如线栅偏振器，用于基本退耦具有在紫外线、可见光和红外线范围内的波长的电磁波的两个正交偏振，所述电磁波例如是可见光。该偏振器装置可以包括具有纳米结构的光学元件。所述光学元件可以包括具有透射电磁波或可见光的光学性质的透明基板。所述纳米结构可以包括设置在基板上的隔开的长元件的阵列。可以设置所述元件的尺寸，使其与电磁波或可见光相互作用，以基本透射一个偏振的电磁波，并基本反射另一个偏振的电磁波。可以有利地使坚实单层与长元件，或所述元件上的天然氧化层发生化学键接或反应，而不会显著不利地影响透明基板透射电磁波或可见光的光学性质，并且不会显著不利地改变透射通过隔开的长元件的阵列和透明基板的电磁波或可见光。所述单层可以由缓蚀剂形成并具有小于大约 100 埃的厚度。

根据本发明的具体方面，上述缓蚀剂可以包括氨基膦酸酯，或所述单层可以由氨基膦酸酯形成，所述氨基膦酸酯施加在长元件上。氨基膦酸酯可以包括次氨基三(亚甲基)三膦酸或 NTMP。可以有利地将氨基膦酸酯和偏振器装置一起加热到大约 150℃以上的温度。

一种使偏振器装置的元件耐腐蚀或制造偏振器装置的方法包括以下步骤，将缓蚀剂化学键接到长元件上，以形成具有小于大约 100 埃的厚度的层。通过在至少长元件上施加氨基膦酸酯，如通过在缓蚀剂中浸渍或浸泡偏振器装置，可以将所述层形成到或化学键接到所述元件上。可以在次氨基三(亚甲基)三膦酸(或 NTMP)溶液中浸渍或浸泡所述偏振器装置。另外，可以在大约 150℃以上的温度下加热该偏振器装置。

下面通过结合附图和具体描述，以示例的方式一起说明本发明的特征，本发明的其它特征和优点将更加显而易见。

附图说明

图 1 是根据本发明实施方案的线栅偏振器的截面端视图；以及
图 2 是图 1 的线栅偏振器的截面图的透视图。

具体实施方式

下面将参考附图所示的示例性实施方案，对其进行详细描述。然而，应该理解，所述实施例并不是为了限制本发明的范围。相关领域的且得到本公开文本的技术人员对此处描述的本发明的特征的变化和其它修改、对此处描述的本发明的原理的其它应用，将被认为在本发明的范围内。

如图 1 和 2 所示，以 10 表示的偏振装置，例如线栅偏振器，根据本发明用于基本退耦以 12 表示的电磁波束的两个正交偏振。一方面，电磁波束 12 可以包括可见光。偏振装置 10 或线栅偏振器可以包括光学元件 14 和纳米结构 16。如下文的详细描述，偏振装置 10 或线栅偏振器有利地包括由缓蚀剂形成的坚实单层 24 以耐腐蚀，该单层 24 不会不利地影响光学元件 14 或偏振装置 10 的光学性质。可以将这种偏振装置 10 或线栅偏振器用于各种应用中，如图像显示器(监测器、平板显示器、LCD 等)、图像投影仪、光学描轨仪、科学和医疗仪器等。

偏振装置 10 或光学元件 14 可以包括基板 28。基板 28 可以对电磁波或可见光而言是透明的，从而电磁波或光可以透射通过或穿过基板。从而，光学元件 14 或基板 28 可以具有透射电磁波或可见光的光学性质。一方面，光学元件 14 或基板 28 可以透射电磁波或光，而不改变光的其它方面，如，不改变其相位、角度等。基板 28 可包括玻璃材料或由其形成。应该理解，也可以使用其它材料，如塑料、石英等。

另外，偏振装置 10 或纳米结构 16 可以包括多个隔开的长元件 32 的阵列。元件 32 可以是导电的或由导电材料形成，并可以设置在基板 28 的表面上，或由基板 28 的表面支持。应该理解，在元件 32 和基板 28 之间可以设置其它结构、材料或层，包括例如肋材、间隔、凹槽、层、膜等。另外，在元件和的基板之间可以形成具有低折射率(或比基板的折射率低的折射

率)和受控厚度的区域。将元件与基板隔开的低折射率区域可以将最长波长谐振点移到较短的波长，并且可以减少 P 偏振电磁波部分或从偏振器反射的光部分。

元件 32 较长而细。所有或大部分元件 32 可以具有一般比希望的电磁波或可见光的波长长的高度。从而，为施加可见光，元件 32 具有至少大约 $0.7\mu\text{m}$ (微米)的高度。然而，通常的高度可以更长。为施加可见光，元件 32 可以具有比希望的电磁波或光的波长短或小于 $0.4\mu\text{m}$ (微米)的高度或厚度 t。一方面，为施加可见光，厚度可以小于 $0.2\mu\text{m}$ 。另外，一般以比希望的电磁波或光的波长要短的元件的间隔、间距或间断 P 平行排列元件 32。从而，为施加可见光，元件 32 具有小于 $0.4\mu\text{m}$ (微米)的间距 P。一方面，为施加可见光，间距 P 可以是大约 $1/2$ 光波长或者大约是 $0.2\mu\text{m}$ 。为施加可见光，元件 32 也可以具有比间距 P 窄或小于 $0.4\mu\text{m}$ 或 $0.2\mu\text{m}$ 的宽度 w。一方面，为施加可见光，所述宽度可以小于 $0.1-0.2\mu\text{m}$ 。应该注意到，可以将具有更大间距(大于大约两倍光波长或 $1.4\mu\text{m}$)的阵列用作衍射光栅，将具有较短间距(小于大约 $1/2$ 光波长或 $0.2\mu\text{m}$)的阵列用作偏振器，还可将具有位于过渡区域中的间距(在大约 0.2 至 $1.4\mu\text{m}$ 之间)的阵列用作衍射光栅，该光栅也可以具有称为谐振的突变或偏差的特征。从而，应该理解，元件 32 的实际尺寸非常小，从而，肉眼看到的元件 32 的阵列实际上可能是连续的反射面。然而，如附图所示，元件 32 的阵列实际产生了具有 10^{-8} 米量级的尺寸或尺度的微小结构或纳米结构 16。

另外，将元件 32 的阵列的尺寸和结构设计为与电磁波和可见光反应，以基本透射一个偏振的电磁波，并基本反射另一个偏振的电磁波。如上所述，光束 12 可以入射在偏振器装置 10 上。偏振器装置 10 可以将光束 12 分成镜面反射部分 40 和未衍射的透射部分 44。利用 S 和 P 偏振的一般定义，具有 S 偏振的波或光具有垂直于入射面的偏振矢量，从而平行于导电元件。相反地，具有 P 偏振的波或光具有平行于入射面的偏振矢量，从而垂直于导电元件。

通常而言，偏振器装置 10 可以反射电场矢量平行于元件 32 的波或光

(或 S 偏振)，并透射电场矢量垂直于元件 32 的波或光(或 P 偏振)。理想地，偏振器装置对波或光的一个偏振，如 S 偏振光可以起到理想镜面的作用，对另一个偏振，如 P 偏振光可以是理想地透明。然而实际上，即使用作镜面的最具反射性的金属也会吸收部分入射光线，而只反射 90 %-95 % 的入射光线，并且由于表面反射，普通玻璃不能透射 100 % 的入射光线。

如上所述，在光学和/或图像处理中的一个重要的研究是对光的控制和精密操纵，而不会不利地或无意地影响光或其性质。例如，当希望用偏振装置使光偏振(或分割光的偏振)时，所不希望的是，偏振装置无意地改变光，例如不注意地引起相移或改变角度。在光学领域公知的是，在光学元件中添加材料可以在光学元件和添加材料之间产生界面，所述界面可以改变光学元件的光学性质，从而改变光。因此，当对光学元件添加材料时，需要非常小心。

在线栅偏振器的特定情况中，已发现，在线栅结构上添加薄层材料对装置的性能有不利的影响。这种层将既影响偏振对比度，或偏振器完全分割两种偏振的能力，又影响对一个偏振的透射率。这些影响可以非常显著以至于使偏振器不适于使用。发生这些不利影响是因为线栅偏振器是纳米结构装置，其中的功能依赖于光的波长。添加薄层材料将改变光相对于线栅的固定尺度的有效波长，所述改变将导致性能下降。即使是只有 200-300 埃的厚度的层，通过实验也可以测量出这种影响。

已发现，如下所述，可以在至少纳米结构 16 或元件 32 上形成坚实单层 24，如实线所示，以使元件 32 耐腐蚀，而不会显著改变或不利地影响光学元件的光学性质。(应该注意，为了清楚起见，在附图中放大了所示的层。)还可以在光学元件 14 或基板 28 部分上形成单层 24，如虚线所示。这里所用的表达“坚实单层”指具有小于大约 100 埃的厚度的层。该单层由一层或多层分子或原子构成。公认为，层 24 的超薄厚度有助于避免该层干扰光学元件 14 或基板 28 的光学性质，或避免该层干扰光束 12、反射光束 40 或透射光束 44。

另外，层 24 有利地与元件 32 或元件 32 上的天然氧化层发生化学键接

或反应，从而所述层覆盖元件 32 的露出表面(露出表面为不接触基板的部分)。公认为，层 24 与元件 32 之间的化学键允许层可以极薄，并有助于层的耐腐蚀能力。此外，还认为只与元件 32 形成化学键是层 24 不影响偏振器装置 10 的光学性质的另一个原因。

如下文的详细描述，层 24 可以由包含缓蚀剂的材料形成。这种缓蚀剂可以包括氨基膦酸酯。缓蚀剂可以尤其包括次氨基三(亚甲基)三膦酸(或 NTMP)。该 NTMP 材料现在可以从 Aldrich Chemical Company 以 14,479-7 号得到。已发现，这种缓蚀剂与元件 32 发生化学反应，在所述材料和元件 32 之间形成化学键，并产生层 24。另外，意外地发现，对偏振器装置 10 施加的这些缓蚀剂，不显著干扰偏振器装置 10、光学元件 14 或基板 28 的光学性质。

如上所述，可以由导电材料形成所述元件。例如，所述元件可以包含铝或银。许多材料可以具有天然或自然的氧化层，后者可以提供有限的但不充分的耐腐蚀性。从而，元件表面可以具有天然或自然的氧化层，后者提供有限的但不充分的耐腐蚀性。已发现，甚至在纳米结构上也可以使用氨基膦酸酯或次氨基三(亚甲基)三膦酸形成坚实单层。公认为，氨基膦酸酯或 NTMP 通过与材料表面反应，在天然氧化物上增加坚实单层而改变天然氧化层。还公认为，氨基膦酸酯或 NTMP 化学键接到天然氧化层上。

一种用于制造上述偏振装置 10 和用于使线栅偏振器的元件耐腐蚀的方法包括，使缓蚀剂化学键接到所述元件上，以形成具有小于大约 100 埃的厚度的坚实单层。可以通过在液体溶液中对所述元件和偏振装置 10 施加缓蚀剂形成所述坚实单层和/或化学键。例如，可以用氨基膦酸酯溶液或 NTMP 溶液浸渍偏振装置 10。尤其已发现，0.0002 升 NTMP/升蒸馏水的溶液是合适的。例如，可以将 NTMP 以 4 滴/升的量加入蒸馏水中。另外，可以使偏振装置 10 在所述溶液中浸泡一段时间。经过在缓蚀剂(氨基膦酸酯或 NTMP)溶液中对偏振装置 10 进行浸渍和浸泡后，可以用蒸馏水冲洗偏振装置 10。已发现，通过浸渍和浸泡偏振装置的元件，可以在元件上形成化学键接到元件上的层。还发现，所述层完全在所有的露出表面(不接触

基板的表面)上形成，以完全覆盖和键接到所述元件上。

另外，可以有利地加热或烘焙元件上的层和偏振装置。意外地并有利地发现，对偏振装置的加热改善层的耐腐蚀性。尤其已发现，将偏振装置加热到 150°C 以上改善了层的耐腐蚀性。

作为示例，将偏振器装置浸渍入浓度为 10ml NTMP/25 升容积(或浓度为 0.0002 升 NTMP/升蒸馏水)的溶液中。溶液的温度是 80°C。将偏振器装置浸泡 20 分钟，并冲洗 1 分钟。在 200°C 下对偏振器装置加热或烘焙 20 分钟。然后将偏振器装置放到沸腾蒸馏水中(模拟环境条件，以加速腐蚀)直到发生故障。经过这样处理的偏振器装置表现出最强的耐腐蚀性。

在各种不同的处理方法中制造了其它各种偏振装置。已发现，加热或烘焙温度表现为最重要的因素，其中，200°C 比 150°C 更优，而 150°C 比 100°C 更优。浸渍或浸泡温度表现为次重要的因素，其中 80°C 比 70°C 更优，但是 90°C 比 80°C 差。浸渍或浸泡时间表现为再次重要的因素，其中 20 分钟比 15 分钟或 40 分钟更优。

如上所述，希望制造一种线栅偏振器或处理线栅偏振器，使所述元件耐腐蚀或耐反应，而产生光学上可忽略不计的影响，并且所述方法成本便宜。

还如上所述，由于线栅偏振器的结构既是光学元件又是纳米结构，因此其在防腐方面面临独特的挑战。尽管已经在传统材料中施加传统的缓蚀剂，但无法指望缓蚀剂能为光学元件所成功利用。实际上，在光学中通常认为，在光学元件中添加这种外来材料会不利地影响光学元件，从而不利地影响光。因此，通常严格避免使用这种外来材料。例如，只添加小至 100nm 的具有吸收性质的材料就可严重地影响光学元件的透射性质。因为公知的是，材料在经过一段较长时间的曝光以后会老化或改变性质，所以避免使用即使是非常薄的新的或未知的材料。从而，光学领域传统地将施加到光学元件上的物质限制在传统使用的物质范围内。例如，公知的是，用二氧化硅涂层密封铝镜的表面。该涂层较厚，但是提供已知的结果。然而，该涂层不利地影响线栅偏振器的操作和性能。

另外，还无法指望缓蚀剂能为纳米结构所成功利用。所希望的是，完全地保护元件，而不是让它缓慢腐蚀。应该理解，尽管在传统的腐蚀环境中，对 200nm 深度的腐蚀可以忽略不计或是微小的，但是这种腐蚀却可以完全毁坏线栅偏振器的纳米结构，从而导致严重的故障。实际上，在线栅偏振器中，仅仅 10nm 深度的腐蚀就可以在对比率上造成可检测出的影响。

传统防腐方法是施加较厚(200nm-1000nm)的膜或保护涂层，以提供所需的可靠的耐腐蚀程度。已成功进行了为保护线栅而利用聚合物和其它材料的薄膜(100nm 的量级)的实验。实际上，已通过实验发现，添加传统材料的光学覆层，例如 100nm 厚的氟化镁，并不能充分地防止对线栅的腐蚀。该厚度的涂层还导致偏振器的光学性能的可测变化。由所有这些实验事实可以得出，通过使用常规技术保护线栅偏振器是不可行的。

另外，线栅偏振器的纳米结构是与传统表面不同的结构，不同于连续表面，线栅偏振器提供相互隔开的多个单独元件。从而，纳米结构既是不同于连续表面的结构化表面，又是极小结构，并且不能抵抗即使是少量的腐蚀。

利用诸如 NTMP 的缓蚀剂制造或处理线栅偏振器以形成具有小于大约 100 埃的厚度的坚实单层——该单层与元件表面发生化学键接或反应——产生了惊人的意外的结果。该经过处理的偏振器既表现出优越的光学性能，又表现出优越的耐腐蚀性。

除了上述氨基膦酸酯或 NTMP 缓蚀剂外，还可以使用其它基于磷酸酯的水合缓蚀剂，包括例如磷酸甲酯(MPA)。可使用硅烷，例如 2-(3,4-环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷或苯基三乙氧基硅烷。可使用硅氧烷，例如烷氧基硅氧烷。可以使用基于唑类的物质，例如苯并三唑、苯并三唑胺、甲基苯并三唑、甲基苯并三唑纳盐或羧基苯并三唑。可使用重金属物质，例如铬、钼或钨。例如，可以将所述表面浸渍入金属化合物如 Na_2MoO_4 的溶液中，从而产生保护性单层。可以使用有机物质，例如 RodineTM 或 AlodineTM，其可从 Henkel Corporation, Madison Heights, MI 48071 得到。另外，还可以使用正链烷酸酯物质。

应该理解，上述参考方案只是为了说明对本发明原理的应用。尽管结合目前认为是本发明的最实用且优选的实施方案，以附图示出了本发明，并在上文中对本发明进行了详细的描述，但在不偏离本发明的精神和范围的情况下，可以设计各种修改和变化方案，对本领域中的普通技术人员显而易见的是，在不偏离权利要求书给出的本发明的原理和构思的情况下，可以进行各种修改。

