



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107004948 B

(45) 授权公告日 2021.12.24

(21) 申请号 201580066916.X

康斯坦德·E·耶梅隆

(22) 申请日 2015.12.09

约瑟夫·C·卡尔斯

(65) 同一申请的已公布的文献号

卡里·A·基普克

申请公布号 CN 107004948 A

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

(43) 申请公布日 2017.08.01

代理人 梁晓广 车文

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

62/089,347 2014.12.09 US

H01Q 1/40 (2006.01)

62/183,835 2015.06.24 US

H01Q 1/44 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2017.06.08

JP 2009072985 A, 2009.04.09

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2006050425 A1, 2006.03.09

PCT/US2015/064664 2015.12.09

WO 2013183887 A1, 2013.12.12

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2011262754 A1, 2011.10.27

W02016/094495 EN 2016.06.16

CN 102089598 A, 2011.06.08

(73) 专利权人 3M创新有限公司

CN 101320100 A, 2008.12.10

地址 美国明尼苏达州

CN 1157929 A, 1997.08.27

(72) 发明人 唐纳德·K·拉森

US 2011273356 A1, 2011.11.10

(续)

克雷格·R·沙尔特

审查员 杨丹

斯蒂芬·C·金

权利要求书4页 说明书14页 附图2页

丹尼尔·J·崔德威尔

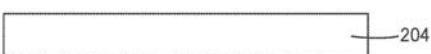
(54) 发明名称

(200) 还可任选地包括定位在所述芯层(202)和表面之间的粘合剂层(208)，所述多层聚合物光学膜将附着到该表面上。

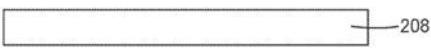
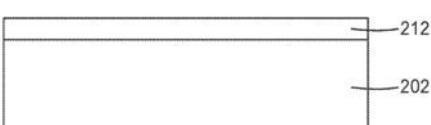
具有隐蔽通信元件的系统及隐蔽室外通信元件的方法

200 →

(57) 摘要



本发明描述了一种具有隐蔽通信元件如电信天线的系统。更具体地讲，所述系统具有由高度反射性多层聚合物光学膜(200)所隐蔽的通信元件。所述多层聚合物光学膜的第一元件是由多层光学叠堆构成的芯层(202)。所述芯层(202)的多层光学叠堆包括两个交替的聚合物层。所述多层聚合物光学膜还可任选地包括定位在观察者和所述芯层之间的保护层(204) (例如，硬涂层或上覆层合物)。所述保护层(204)可包含一种或多种UV吸收剂，以有助于所述多层聚合物光学膜抵抗紫外线降解的耐久性。多层聚合物光学膜



B  
CN 107004948 B

[转续页]

[接上页]

(56) 对比文件

CN 1147315 A, 1997.04.09

CN 103380539 A, 2013.10.30

CN 201189798 Y, 2009.02.04

王恩实等.非金属表面化学镀镍基合金膜的  
光反射性质的研究.《吉林建筑工程学院学报》  
.1994, (第3期), 全文.

1.一种具有隐蔽通信元件的系统,所述系统包括:

通信元件,其中所述通信元件包括宏单元天线、无线电部件和小单元天线中的至少一个,和

非金属化的多层聚合物光学膜,所述多层聚合物光学膜被成形为至少部分地围绕所述通信元件并将其隐蔽为无法查看的形状,

所述多层聚合物光学膜包括芯层,所述芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,其中第一聚合物层包含双折射材料,并且第二聚合物层包含与含氟聚合物共混的基于丙烯酸的聚合物或含丙烯酸的共聚物中的一者,

其中所述多层聚合物光学膜还包括定位在查看所述系统的观察者和所述芯层之间的硬涂层,所述硬涂层包含一种或多种UV吸收剂,

其中所述多层聚合物光学膜将所述系统周围的图像镜面反射到正在查看所述系统的观察者,

其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于80%,

其中漫反射分量不超过20%,

其中所述多层聚合物光学膜在所述通信元件接收和/或传输的频带中的无线电频率传输大于90%。

2.一种具有隐蔽通信元件的系统,所述系统包括:

通信元件,其中所述通信元件包括宏单元天线、无线电部件和小单元天线中的至少一个,和

非金属化的多层聚合物光学膜,所述多层聚合物光学膜被成形为至少部分地围绕所述通信元件并将其隐蔽为无法查看的形状,所述多层聚合物光学膜包括芯层,所述芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,

其中所述多层聚合物光学膜还包括定位在查看所述系统的观察者和所述芯层之间的硬涂层,所述硬涂层包含一种或多种UV吸收剂,

其中所述多层聚合物光学膜将所述系统周围的图像镜面反射到正在查看所述系统的观察者,

其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于80%,

其中漫反射分量不超过20%,

其中所述多层聚合物光学膜在所述通信元件接收和/或传输的频带中的无线电频率传输大于90%,并且

由所述多层聚合物光学膜所反射的在660nm处的光的镜面反射率从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试过程的12,750小时后为止减小小于10%。

3.一种具有隐蔽通信元件的系统,所述系统包括:

通信元件,其中所述通信元件包括宏单元天线、无线电部件和小单元天线中的至少一个,和

非金属化的多层聚合物光学膜,所述多层聚合物光学膜被成形为至少部分地围绕所述通信元件并将其隐蔽为无法查看的形状,所述多层聚合物光学膜包括芯层,所述芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,

其中所述多层聚合物光学膜还包括定位在查看所述系统的观察者和所述芯层之间的

硬涂层,所述硬涂层包含一种或多种UV吸收剂,

其中所述多层聚合物光学膜将所述系统周围的图像镜面反射到正在查看所述系统的观察者,

其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于80%,

其中漫反射分量不超过20%,

其中所述多层聚合物光学膜在所述通信元件接收和/或传输的频带中的无线电频率传输大于90%,并且

其中所述多层聚合物光学膜的b\*黄度指数从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试过程的12,750小时后为止改变小于3。

4.一种具有隐蔽通信元件的系统,所述系统包括:

通信元件,其中所述通信元件包括宏单元天线、无线电部件和小单元天线中的至少一个,和

非金属化的多层聚合物光学膜,所述非金属化的多层聚合物光学膜被成形为至少部分地围绕所述通信元件并将其隐蔽为无法查看的形状,所述多层聚合物光学膜包括芯层,所述芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,

其中所述多层聚合物光学膜还包括定位在查看所述系统的观察者和所述芯层之间的硬涂层,所述硬涂层包含一种或多种UV吸收剂,

其中所述多层聚合物光学膜将所述系统周围的图像镜面反射到正在查看所述系统的观察者,

其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于80%,

其中漫反射分量不超过20%,并且

其中所述多层聚合物光学膜在所述通信元件接收和/或传输的频带中的无线电频率传输大于90%。

5.根据权利要求1至4任一项所述的系统,所述系统还包括粘合剂层,所述粘合剂层定位在所述芯层和表面之间,所述多层聚合物光学膜附着到所述表面上并成形为其形状。

6.根据权利要求5所述的系统,其中所述粘合剂层具有不均匀的厚度。

7.根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜被成形为非平面三维形状。

8.根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述硬涂层还包含一种或多种丙烯酸酯聚合物。

9.根据权利要求5所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜还包括第一外层,所述第一外层包含一种或多种聚合物,所述第一外层定位在所述芯层和所述硬涂层之间,并且所述第一外层与所述芯层分开。

10.根据权利要求9所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜还包括第二外层,所述第二外层包含一种或多种聚合物,所述第二外层定位在所述芯层和所述粘合剂层之间,并且所述第二外层与所述芯层分开,其中以下条件中的至少一个或多个为真:

所述第一外层中的聚合物中的至少一种不存在于所述第二外层中,所述第二外层中的聚合物中的至少一种不存在于所述第一外层中。

11.根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述硬涂层还包含颗粒,所述颗粒添

加到所述硬涂层中以提供漫反射。

12. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,所述系统还包括颗粒涂层,所述颗粒涂层设置在所述硬涂层之上或之下以提供漫反射。

13. 根据权利要求11所述的系统,其中所述颗粒包括无机颗粒。

14. 根据权利要求11所述的系统,其中所述颗粒包括有机颗粒。

15. 根据权利要求11所述的系统,其中每个颗粒的尺寸大于可见波长。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中每个颗粒的尺寸为1微米至25微米。

17. 根据权利要求11所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜以低振幅宏观图案被结构化。

18. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层光学叠堆包含聚酯和基于丙烯酸的聚合物的交替聚合物层。

19. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜具有小于10%的漫反射率。

20. 根据权利要求19所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜能够将可见光谱中的镜面反射率从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试过程的12,750小时后为止保持大于90%。

21. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述系统定位在建筑物的顶部、建筑物的侧面、灯杆、电话线杆、天花板和内壁中的一者上。

22. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述系统还包括可见光吸收基底,所述可见光吸收基底定位在所述多层聚合物光学膜和所述通信元件之间。

23. 根据权利要求22所述的系统,其中在380nm-1500nm波长范围内的垂直入射处,所述多层聚合物光学膜沿着每个拉伸方向的平均反射率大于50%且小于90%。

24. 根据权利要求22所述的系统,其中在380nm-750nm波长范围内与所述多层聚合物光学膜的法线呈60度处的平均反射率大于50%且小于90%。

25. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜包括具有低振幅宏观图案的整体结构。

26. 根据权利要求25所述的系统,其中所述宏观图案包括单独结构的图案,每个单独结构具有1mm至20mm的尺寸。

27. 根据权利要求25所述的系统,其中所述低振幅宏观图案包括低振幅正弦结构。

28. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,所述系统还包括纹理层,所述纹理层在所述多层聚合物光学膜的顶部上形成。

29. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于95%。

30. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述多层聚合物光学膜包括多个间隙,其中间隙图案的闭合区域与开放区域之比为70:30或更小。

31. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中所述第二聚合物层的折射率小于1.49。

32. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中插入损耗小于0.01dB。

33. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其中插入损耗( $10\log_{10}\{\exp -k\delta z\}$ )小于

0.005dB,其中k为波数,δ为材料的损耗角,z为通过材料的传播长度。

34.一种隐蔽室外通信元件的方法,其中所述室外通信元件包括宏单元天线、无线电部件和小单元天线中的至少一个,所述方法包括用反射性多层聚合物光学膜至少部分地围绕所述室外通信元件,使得所述多层聚合物光学膜针对观察者隐蔽所述室外通信元件,并将环境光朝着所述观察者反射,所述多层聚合物光学膜包括芯层和UV稳定的保护层,所述芯层包括具有两个交替聚合物层的多层光学叠堆,

其中所述多层聚合物光学膜在可见光谱中的镜面反射率大于80%,

其中漫反射分量不超过20%,并且

其中所述多层聚合物光学膜在所述室外通信元件接收和/或传输的频带中的无线电频率传输大于90%。

35.根据权利要求34所述的方法,其中所述室外通信元件通过反射天空背景来隐蔽。

36.根据权利要求34所述的方法,其中由所述多层聚合物光学膜反射的在660nm处的光的镜面反射率从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试过程的12,750小时后为止减小小于10%。

## 具有隐蔽通信元件的系统及隐蔽室外通信元件的方法

### 技术领域

[0001] 本说明书涉及一种具有隐蔽通信元件的系统和一种隐蔽通信元件的方法。

### 背景技术

[0002] 随着无线用户的数量以极高速率持续增长,无线数据流量也已经增加。新的智能设备的激增进一步促进了无线流量的增多。富媒体应用程序诸如高密度区域的视频流正在增加。蜂窝网站的容量和数量必须增加以赶上新需求的步伐。为了根据地理位置处理带宽需求,运营商正在寻求增加额外的宏单元站点,并利用小单元技术增加容量。小单元可以部署在室内或室外。

[0003] 宏单元站点和小单元部署的挑战之一是与此类设备相关的美观性。例如,网络规划者必须对部署在建筑物屋顶上的宏站点以及所安装的附加小单元基础结构的外观敏感。因此,需要有助于改善与目前部署的宏单元站点和小单元以及其它通信元件相关的美观性。

### 发明内容

[0004] 在一个方面,本说明书涉及一种具有隐蔽通信元件的系统。所述系统包括通信元件和多层聚合物光学膜,该多层聚合物光学膜被成形为至少部分地围绕通信元件并将其隐蔽为无法查看的形状。所述多层聚合物光学膜包括芯层,该芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,其中第一聚合物层包含双折射材料,并且第二聚合物层包含与含氟聚合物共混的基于丙烯酸的聚合物或含丙烯酸的共聚物中的一者。

[0005] 在另一方面,多层光学膜包括芯层,该芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,其中由多层聚合物光学膜所反射的在660nm 处的光的镜面反射率从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环的耐候性测试过程的12,750小时后为止减小小于10%。

[0006] 在另一方面,所述系统包括多层聚合物光学膜,该多层聚合物光学膜包括芯层,该芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆,其中多层聚合物光学膜的b\*黄度指数从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环的耐候性测试过程的12,750小时后为止变化小于 3。

[0007] 在另一方面,所述系统包括非金属化多层聚合物光学膜,其包括芯层,该芯层包括具有两个交替的聚合物层的多层光学叠堆。

[0008] 在另一方面,本说明书涉及一种隐蔽室外通信元件的方法。所述方法包括以反射性多层光学膜至少部分地围绕室外通信元件,使得多层光学膜针对观察者隐蔽通信元件,并将环境光朝着观察者反射,所述多层光学膜包括芯层和UV稳定的保护层,该芯层包括具有两个交替聚合物层的多层光学叠堆。

### 附图说明

[0009] 图1是示出具有隐蔽电信元件的本发明系统的功能的基本示意图。

[0010] 图2是根据本说明书的多层聚合物光学膜的剖视图。

[0011] 图3是根据本发明的另一个实施方案的多层聚合物光学膜的剖视图。

[0012] 附图未必按比例绘制。附图中使用的相似标号指示相似的部件。然而,应当理解,在给定附图中使用数字指示部件并非旨在限制另一附图中用相同数字标记的部件。

## 具体实施方式

[0013] 在以下优选实施方案的具体描述中参考了附图,这些附图示出了可实践本发明的具体实施方案。图示实施方案并非旨在囊括根据本发明的所有实施方案。应当理解,在不脱离本发明范围的情况下,可以利用其它实施方案,并且可以进行结构性或逻辑性的修改。因此不能认为以下的具体实施方式具有限制意义,并且本发明的范围由所附的权利要求限定。

[0014] 除非另外指出,否则说明书和权利要求书中使用的表达特征尺寸、数量和物理特性的所有数字均应理解为在所有情况下均由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在前述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望性能而变化。

[0015] 除非本文内容以其它方式明确指定,否则本说明书和所附权利要求中使用的单数形式“一个”、“一种”和“所述”涵盖具有多个指代物的实施方案。除非本文内容以其它方式明确指定,否则本说明书和所附权利要求书中使用的术语“或”一般以其包括“和/或”的意义使用。

[0016] 若在本文使用空间相关的术语,包括但不限于“近侧”、“远侧”、“下部”、“上部”、“下方”、“下面”、“上面”、和“在顶部上”,则用于方便描述一个或多个元件相对于另一个元件的空间关系。除了图中示出的或本文所述的具体取向外,此类空间相关术语还涵盖装置在使用或操作时的不同取向。例如,如果附图中所描绘的对象翻转或倒转,那么先前描述为在其它元件下面或下方的部分应在那些其它元件上面。

[0017] 如本文所用,例如当元件、组件或层描述为与另一元件、组件或层形成“一致界面”、或在“其上”、“连接到其”、“与其耦合”、“堆叠在其上”或“与其接触”,则可为直接在其上、直接连接到其、直接与其耦合、直接堆叠在其上或直接与其接触,或例如居间的元件、组件或层可能在特定元件、组件或层上,或连接到、耦合到或接触特定元件、组件或层。例如,当元件、部件或层例如被称为“直接在另一元件上”、“直接连接到另一元件”、“直接与另一元件耦合”或“直接与另一元件接触”时,则不存在居间的元件、部件或层。

[0018] 如上所述,无线用户和相应数据流量的增长产生了对宏单元站点和小单元的安装的需要,以便满足网络容量需求。小单元、屋顶安装的宏天线和设备以及其它通常安装的电信元件都面临一个挑战,即安装点对行人而言可能不太美观。因此,需要针对旁观者更好地隐蔽小单元(和其它类型的通信设备)。本说明书提供了此类解决方案。

[0019] 在最基本的层面上,本说明书提供了一种针对旁观者隐蔽通信元件的系统。该系统利用围绕通信元件的高度镜面反射结构(特别是多层聚合物光学膜),并且通过将系统周围的环境光线反射到正在查看系统的观察者来将其隐藏。或者,该结构可以是高度镜面的且仅部分反射的,其中结构后面的基底可以吸收任何透射光(或将其仅仅稍微散射),其中这种基底定位在多层光学膜和通信元件之间。图1中提供了简单的示例,包括反射结构120

和观察者110,其中通信元件被结构120隐藏。在一些实施方案中,所隐藏的通信元件可以是或包括天线,例如Commscope SBNH-1D6565B型(美国北卡罗来纳州希科利的康普公司(Commscope, Inc., Hickory, NC)或Kathrein 840 10525型(德国罗森海姆的凯士林电子公司(Kathrein-Werke KG, Rosenheim, Germany))的多频带定向天线。在一些实施方案中,通信元件可以是包括天线和无线电部件的元件,例如瑞典斯德哥尔摩的爱立信公司(Ericsson, Stockholm, Sweden)的AIR21B1型天线集成无线电部件或 Alcatel Lucent 9768型Metro Radio Outdoor(法国布洛涅比扬古的阿尔卡特朗讯公司(Alcatel Lucent, Boulogne-Billancourt, France))。在另一个实施方案中,所述元件可以是小单元天线,例如Commscope NH360QS-DG-F0M型天线或Antenna Products AWS360DP-1710-10-T0-D-A3型天线(美国德克萨斯州矿泉井城的天线产品公司(Antenna Products Corp., Mineral Wells, TX))。在另一个实施方案中,通信元件可以是用于无线回程的天线和无线电部件,例如 60GHz无线以太网桥GE60(美国加利福尼亚州圣克拉拉的桥波公司(BridgeWave, Santa Clara, California))。

[0020] 本文所述的聚合物膜在室外使用并且持续暴露于元件。因此,在设计和制造非金属化聚合物反射膜中的技术挑战为在经受苛刻环境条件时实现长期(如20年)耐久性。机械性能、镜面反射率、耐腐蚀性、紫外光稳定性以及对户外天气条件的抗性是在较长的操作周期内可有助于材料逐渐降解的因素中的一些。

[0021] 图2提供了可用于本说明书的多层聚合物光学膜200的简单示意图。该多层聚合物光学膜的第一元件是由多层光学叠堆构成的芯层 202。芯层202的多层光学叠堆包括两个交替的聚合物层。该多层聚合物光学膜还可任选地包括定位在观察者和芯层之间的保护层204(例如,硬涂层或上覆层合物)。如下文中将更详细地描述,保护层204 可包含一种或多种UV吸收剂,以有助于多层聚合物光学膜抵抗紫外线降解的耐久性。

[0022] 多层聚合物光学膜200还可任选地包括定位在芯层202和表面(未示出)之间的粘合剂层208,多层聚合物光学膜将附着到该表面上。当粘合到这种表面上时,多层聚合物光学膜可以与该表面的形状相符。在多个实施方案中,为了帮助多层聚合物光学膜隐蔽它将包围的通信元件,多层聚合物光学膜将成形为三维形状。可以选择任何适当的三维形状,例如,在一个实施方案中,多层聚合物光学膜可以成形为圆柱形。在另一个实施方案中,多层聚合物光学膜可成形为半球形。在本文中使用时,表述“成形为”可以意味着实际上膜本身成形为独立元件的形状,或者被施加到具有期望形状的另一基底或设备上(例如,施加到半球形基底上),或施加到通信设备本身上。

[0023] 多层聚合物光学膜200还可包括由定位在芯层202和硬涂层204 之间的一种或多种聚合物构成的第一外层212。第一外层应被视为与芯层分开的层。此外,聚合物光学膜可包括包含一种或多种聚合物的第二外层214,所述第二外层定位在芯层202和粘合剂层208(如果存在) 之间。第二外层也应被视为与芯层分开的层。另外,在至少一个实施方案中,第一外层中的聚合物中的至少一种将不存在于第二外层中,第二外层中的聚合物中的至少一种将不存在于第一外层中。现在将提供对多层聚合物光学膜的层中的每一者的更充分的描述。

[0024] 保护层

[0025] 保护层为任选的。在某些实施方案中,为了保护多层光学膜,膜的暴露表面可以用

可以被涂覆、共挤出或层压到第一外层上的附加层来保护。在一个实施方案中,第一外层可涂覆有耐刮擦和耐磨损的硬涂层。在加工过程中以及最终产品的使用过程中,保护层204可提高多层光学膜的耐久性和耐候性。硬涂层可包含任何可用的材料,例如丙烯酸类硬涂层、基于二氧化硅的硬涂层、硅氧烷硬涂层、三聚氰胺硬涂层等等。就丙烯酸类硬涂层而言,该硬涂层可包含一种或多种丙烯酸类聚合物。丙烯酸类聚合物包括丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯及它们的共聚物。在一个实施方案中,硬涂层包含90%以上(干基重量百分比)的丙烯酸类聚合物。在另一个实施方案中,硬涂层包含1,6-己二醇二丙烯酸酯(HDDA)的共混物,该共混物可以商品名Paraloid B44购自美国沙多玛有限责任公司(Sartomer USA, LLC)和巴斯夫公司(BASF)。在另一个实施方案中,硬涂层包含聚(甲基丙烯酸甲酯)聚合物或共聚物、至少80%的丙烯酸酯或二丙烯酸酯单体以及抗紫外线的稳定剂。最终涂层通过对硬涂层制剂进行光固化而获得。此类组合物的示例在US 2015/0037567中有所描述,该专利全文以引用方式并入本文。在另一个实施方案中,保护层可包括表面保护膜(例如,覆膜)。示例包括但不限于3M<sup>TM</sup> Scotchcal<sup>TM</sup> Gloss Overlaminate (3M<sup>TM</sup> Scotchcal<sup>TM</sup> 高光泽上覆层合物)和Scotchgard<sup>TM</sup> Graphic and Surface Protection Film (Scotchgard<sup>TM</sup> 图形和表面保护膜)。

[0026] 硬涂层可具有任何可用的厚度,例如为1微米到20微米、或1微米到10微米、或1微米到5微米、或5微米到10微米、或者8微米到12微米。在一个实施方案中,硬涂层的厚度为9微米。在另一个实施方案中,硬涂层的厚度为10微米。

[0027] 在一个实施方案中,硬涂层可包含紫外线稳定剂(参见下文)、抗氧化剂(例如TINUVIN 123,购自巴斯夫公司(BASF Corporation))以及对硬涂层聚合物进行固化所必需的交联剂和引发剂(例如IRGACURE 184和IRGACURE 819,也购自巴斯夫公司)。在一个实施方案中,硬涂层包含1%到7%的紫外线稳定剂(干基重量百分比)。在另一个实施方案中,硬涂层包含2%到6%的紫外线稳定剂(干基重量百分比)。在其他实施方案中,硬涂层包含以干基重量百分比计的6%或更少、或5%或更少、或4%或更少、或3%或更少的紫外线稳定剂。在另一个实施方案中,硬涂层可包含稳定剂,例如购自巴斯夫公司(BASF)的Tinuvin CarboProtect,以保护膜免于在380nm-420nm的UV/可见光中降解。硬涂层或任何其它保护层的性质对于多层光学膜作为镜膜的性能不是关键的,并且发明人设想已知的透明硬涂层或保护层可以相邻于多层光学膜的第一外层来使用。本领域的技术人员将认识到,可利用经涂覆的底漆层或其它表面处理来实现保护层和外层之间的足够粘附性。

[0028] 外层

[0029] 在其制造过程中,外层(例如,212,214)可以共挤出到多层叠堆的主表面中的每一个上,为多层光学叠堆提供所需的特性,并避免其沿送料区块和模具壁发生剪切。

[0030] 在一些实施方案中,外层212,214可包含一种或多种丙烯酸酯聚合物与一种或多种含氟聚合物的共混物。如本文所用,丙烯酸酯聚合物包括丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯及它们的共聚物。此类聚合物的示例包括聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯,例如作为均聚物或共聚物的聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA),例如由75重量%的甲基丙烯酸甲酯(MMA)单体和25重量%的丙烯酸乙酯(EA)单体制得的coPMMA(可以商品名Perspex CP63购自英力士亚克力公司(INEOS Acrylics, Inc.))、由MMA共聚单体单元和异丁烯酸正丁酯(nBMA)共聚单体单元形成的coPMMA。

[0031] 在某些实施方案中,用于外层的聚合物型共混物中的含氟聚合物为能够挤出的材料。在一些实施方案中,含氟聚合物可以为部分氟化聚合物。例如,含氟聚合物可以为可熔融加工的,例如就聚偏二氟乙烯(PVDF)而言,它是四氟乙烯、六氟丙烯和偏二氟乙烯(THV)的三元共聚物,和其它可熔融加工的氟塑料,或者可以为不可熔融加工的,例如就改性聚四氟乙烯(PTFE)共聚物而言,例如四氟乙烯和低含量氟代乙烯基醚以及含氟弹性体的共聚物。氟弹性体可以在它们通过注射或压缩模制或其它通常与热塑料相关的方法固化之前进行加工。固化或交联之后的氟弹性体可能不能被进一步加工。氟弹性体也可以其非交联形式由溶剂进行涂布。在一个实施方案中,与丙烯酸类聚合物共混的含氟聚合物为PVDF。

[0032] 在其它实施方案中,含氟聚合物为氟塑料,包括衍生自偏二氟乙烯(VDF)和氟乙烯的互聚单元,并且还可包括衍生自其它含氟单体、非含氟单体或它们的组合的互聚单元。合适的含氟单体的示例包括四氟乙烯(TFE)、六氟丙烯(HFP)、三氟氯乙烯(CTFE)、3-氯五氟丙烯、全氟乙烯基醚(例如,全氟烷氧基乙烯基醚,如 $\text{CF}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCF}=\text{CF}_2$ ,以及全氟烷基乙烯基醚,如 $\text{CF}_3\text{OCF}=\text{CF}_2$ 和 $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2\text{OCF}=\text{CF}_2$ )、氟乙烯和含氟双烯烃,例如全氟二烯丙醚和全氟-1,3-丁二烯。合适的非含氟单体的示例包括烯烃单体,诸如乙稀、丙烯等等。

[0033] 含VDF的氟塑料可利用如(例如)Sulzbach等人的美国专利4,338,237或Grootaert的美国专利5,285,002所描述的乳液聚合作用技术来制备,该专利均以引用方式并入本文中。可用的可商购获得的含VDF的氟塑料包括例如THV<sup>TM</sup> 200、THV<sup>TM</sup> 400、THV<sup>TM</sup> 5000、THV<sup>TM</sup> 610X含氟聚合物(购自明尼苏达州奥克代尔的泰良有限责任公司(Dyneon LLC, Oakdale, MN))、KYNAR<sup>TM</sup> 740含氟聚合物(购自宾夕法尼亚州费城的北美爱托化学公司(Atochem North America, Philadelphia, PA))、HYLAR<sup>TM</sup> 700(购自新泽西州莫里斯敦的美国奥西蒙特公司(Ausimont USA, Inc., Morristown, NJ))和FLUOREL<sup>TM</sup> FC-2178(购自泰良有限责任公司)。

[0034] 含氟聚合物的其它示例包括THV<sup>TM</sup>( $\text{CF}_2=\text{CF}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2/\text{CF}_2=\text{CH}_2$ 的三元共聚物)、THE( $\text{CF}_2=\text{CF}_2/\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2/\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 的三元共聚物)、PVDF-HV( $\text{CF}_2=\text{CH}_2$ (85重量%)和 $\text{CF}_3\text{CF}=\text{CF}_2$ (15重量%) 的共聚物)和PVDF-CV( $\text{CF}_2=\text{CH}_2$ (85重量%)和 $\text{CF}_2=\text{CFCI}$ (15重量%) 的共聚物)。

[0035] 在一些实施方案中,基于干基计,外层包含50%至70%的一种或多种丙烯酸酯聚合物以及25%至40%的一种或多种含氟聚合物。在其它实施方案中,外层包含60%至65%的一种或多种丙烯酸酯聚合物以及30%至35%的一种或多种含氟聚合物。在其它实施方案中,外层包含63%的一种或多种丙烯酸酯聚合物以及35%的一种或多种含氟聚合物。在某些实施方案中,所述一种或多种丙烯酸酯聚合物为PMMA,并且所述一种或多种含氟聚合物为PVDF。

[0036] 在一些实施方案中,外层包含添加剂,例如一种或多种紫外线稳定剂。在一些实施方案中,外层包含0至5%的紫外线稳定剂。在一些实施方案中,外层包含1%、或2%、或3%、或4%、或5%的紫外线稳定剂。在其他实施方案中,紫外线稳定剂为Tin-1600。

[0037] 在某些实施方案中,第一外层或第二外层包含一种或多种聚酯。在一个实施方案中,聚酯包括结晶或半结晶聚酯、共聚酯和改性的共聚酯。在本文中,术语“聚酯”包括均聚物和共聚物。适用的聚酯一般包括羧酸酯亚单元和二醇亚单元,并且可由羧酸酯单体分子与二醇单体分子的反应来生成。每个羧酸酯单体分子都具有两个或更多个羧酸官能团或酯

官能团,而每个二醇单体分子都具有两个或更多个羟基官能团。羧酸酯单体分子可以全部相同,也可以为两种或更多种不同种类的分子。这同样适用于二醇单体分子。术语“聚酯”还包括由二醇单体分子与碳酸的酯的反应衍生而得的聚碳酸酯。

[0038] 适用于形成聚酯的羧酸酯亚单元的羧酸酯单体分子包括例如:对苯二甲酸;间苯二甲酸;2,6-萘二甲酸及其异构体;邻苯二甲酸;壬二酸;己二酸;癸二酸;降冰片烯二羧酸;二环辛烷二羧酸;1,4-环己烷二羧酸及其异构体;叔丁基间苯二甲酸、偏苯三酸、间苯二甲酸磺酸钠;4,4'-联苯二羧酸及其异构体;以及这些酸的低级烷基酯,例如,甲基酯或乙基酯。在本文中,术语“低级烷基”指C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>直链或支链烷基。

[0039] 适用于形成聚酯的二醇亚单元的二醇单体分子包括:乙二醇;丙二醇;1,4-丁二醇及其异构体;1,6-己二醇;新戊二醇;聚乙二醇;二甘醇;三环癸二醇;1,4-环己烷二甲醇及其异构体;降莰烷二醇;二环辛二醇;三羟甲基丙烷;季戊四醇;1,4-苯二甲醇及其异构体;双酚A;1,8-二羟基联苯及其异构体;以及1,3-二(2-羟基乙氧基)苯。

[0040] 可用作本公开的外层的示例性聚合物为聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。另一种可用的双折射聚合物为聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)。在一个实施方案中,第二外层的一种或多种聚酯由100% PET制成。

[0041] 在一些实施方案中,外层中的每一者具有6微米至12微米的厚度。在一些实施方案中,外层中的每一者具有9微米的厚度。在一些实施方案中,外层中的每一者具有至少10微米、至少50微米或至少60微米的厚度。另外,在一些实施方案中,外层中的每一者具有不大于200微米、不大于150微米或不大于100微米的厚度。在一些实施方案中,外层中的每一者具有不大于5微米的厚度。

[0042] 多层光学叠堆(芯层)

[0043] 在一个实施方案中,多层光学叠堆包含交替的至少一种双折射聚合物和一种第二聚合物的层。多层光学叠堆通常是多个交替的聚合物层,其能够被选择用来实现对电磁辐射的特定带宽的反射。

[0044] 适于制备本公开的多层光学叠堆的至少一个双折射层的材料包括结晶、半结晶或液晶聚合物(如,聚酯、共聚酯和改性的共聚酯)。在该上下文中,术语“聚合物”应理解为包括均聚物、共聚物(例如用两种或更多种不同的单体形成的聚合物)、低聚物和它们的组合以及可通过例如共挤出或者反应(包括酯交换反应)形成为可混溶的共混物的聚合物、低聚物或共聚物。术语“聚合物”和“共聚物”同时包括无规共聚物和嵌段共聚物。

[0045] 适用于根据本公开构造的一些示例性多层光学叠堆中的聚酯通常包括羧酸酯亚单元和二醇亚单元,并且可通过羧酸酯单体分子与二醇单体分子的反应来生成。每个羧酸酯单体分子都具有两个或更多个羧酸官能团或酯官能团,而每个二醇单体分子都具有两个或更多个羟基官能团。羧酸酯单体分子可以全部相同,也可以为两种或更多种不同种类的分子。这同样适用于二醇单体分子。术语“聚酯”还包括由二醇单体分子与碳酸的酯的反应衍生而得的聚碳酸酯。

[0046] 适用于形成聚酯层的羧酸酯亚单元的羧酸酯单体分子包括例如:2,6-萘二甲酸及其异构体;对苯二甲酸;间苯二甲酸;邻苯二甲酸;壬二酸;己二酸;癸二酸;降冰片烯二羧酸;二环辛烷二羧酸;1,4-环己烷二羧酸及其异构体;叔丁基间苯二甲酸、偏苯三酸、间苯二甲酸磺酸钠;4,4'-联苯二羧酸及其异构体;以及这些酸的低级烷基酯(例如,甲基酯或乙基

酯)。在本文中,术语“低级烷基”指C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>直链或支链烷基。

[0047] 适用于形成聚酯层的二醇亚单元的二醇单体分子包括:乙二醇;丙二醇;1,4-丁二醇及其异构体;1,6-己二醇;新戊二醇;聚乙二醇;二甘醇;三环癸二醇;1,4-环己烷二甲醇及其异构体;降莰烷二醇;二环辛二醇;三羟甲基丙烷;季戊四醇;1,4-苯二甲醇及其异构体;双酚 A;1,8-二羟基联苯及其异构体;以及1,3-二(2-羟基乙氧基)苯。

[0048] 可用作本公开的多层光学叠堆中的双折射层的示例性聚合物为聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。另一种可用的双折射聚合物为聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)。通过将材料拉伸至更大的拉伸比并保持其他拉伸条件不变,可以增强双折射聚合物的分子取向。PEN的共聚物(CoPEN),诸如在美国专利6,352,761和美国专利6,449,093中描述的共聚物,因其低温处理能力使得它们可用于更加共挤出地与较低热稳定的第二聚合物相容。适合用作双折射聚合物的其它半结晶聚酯包括例如聚-2,6-萘二甲酸丁二醇酯(PBN)及其共聚物,以及聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)的共聚物,该共聚物如美国专利6,449,093 B2或美国专利公布2006/0084780中所述的那些,这些专利中有关双折射聚合物和聚酯的公开内容以引用方式并入本文。或者,间规立构聚苯乙烯(sPS)是另一种可用的双折射聚合物。

[0049] 多层光学叠堆的第二聚合物可以由各种聚合物制得,该聚合物的玻璃化转变温度与第一双折射聚合物的玻璃化转变温度相容,并且折射率类似于双折射聚合物的各向异性折射率(平面外或n<sub>z</sub>)。

[0050] 适用于光学叠堆如第二聚合物的其他聚合物的示例包括由诸如乙烯基萘、苯乙烯、马来酸酐、丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯之类的单体制得的烯类聚合物和共聚物。此类聚合物的示例包括聚丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸酯(例如,聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA))以及全同立构或间规立构聚苯乙烯。其他聚合物包括缩聚物,如聚砜、聚酰胺、聚氨酯、聚酰胺酸和聚酰亚胺。另外,第二聚合物可由聚酯、聚碳酸酯、含氟聚合物和聚二甲基硅氧烷的均聚物和共聚物及它们的共混物形成。

[0051] 例如,在一个方面,第一聚合物层包含双折射材料,第二聚合物层包含与含氟聚合物共混的基于丙烯酸的聚合物或含丙烯酸的共聚物。该构造可以提供在第一层和第二层之间具有的折射率差值为约0.19的芯层。例如,第一层可包含折射率为约1.57的PET,其中长度和宽度方向上的折射率为约1.65,各向异性指数(n<sub>z</sub>)为约1.49。第二聚合物层可包含折射率为约1.49的基于丙烯酸的聚合物如PMMA,其与折射率为约1.42的含氟聚合物如PVDF共混,得到折射率为约1.46的共混物。因此,多层光学叠堆的反射率值可以非常高。

[0052] 其它适合用作第二聚合物的示例性聚合物包括PMMA的均聚物(例如,以商品名CP71和CP80得自美国特拉华州威尔明顿的英力士亚克力公司(INEOS Acrylics, Inc., Wilmington, DE)的那些),或聚甲基丙烯酸乙酯(PEMA)的均聚物,其中PEMA的玻璃化转变温度低于PMMA。另外的第二聚合物包括PMMA共聚物(coPMMA),例如由75重量%甲基丙烯酸甲酯(MMA)单体和25重量%丙烯酸乙酯(EA)单体(以商品名Perspex CP63得自英力士亚克力公司)制得的coPMMA、由MMA共聚单体单元和甲基丙烯酸正丁酯(nBMA)共聚单体单元形成的coPMMA,或PMMA和聚偏二氟乙烯(PVDF)的共混物。

[0053] 其它可用作第二聚合物的合适聚合物包括聚烯烃共聚物,例如以商品名Engage 8200得自杜邦高性能弹性体公司(Dupont Performance Elastomers)的乙烯-辛烯共聚物(PE-PO)、以商品名Z9470得自美国德克萨斯州达拉斯的菲纳石油化学公司(Fina Oil and

Chemical Co., Dallas, TX) 的丙烯-乙烯共聚物(PPPE)、以及无规立构聚丙烯(aPP)和全同立构聚丙烯(iPP)的共聚物。多层光学叠堆还可以(例如)在第二聚合物层中包含官能化聚烯烃,例如直链低密度马来酸酐接枝聚乙烯(LLDPE-g-MA),例如以商品名Bynel 4105得自美国特拉华州威尔明顿的杜邦公司(E.I.duPont de Nemours&Co., Inc., Wilmington, DE)的那些。

[0054] 在一个实施方案中,适合用作具有至少一种双折射聚合物的交替层中的第二聚合物的聚合物组合物包括PMMA、coPMMA、聚二甲基硅氧烷酰胺基链段共聚物(SPOX)、含氟聚合物(包括诸如PVDF之类的均聚物以及诸如衍生自四氟乙烯、六氟丙烯和偏二氟乙烯(THV)的那些之类的共聚物)、PVDF/PMMA的共混物、丙烯酸酯共聚物、苯乙烯、苯乙烯共聚物、硅氧烷共聚物、聚碳酸酯、聚碳酸酯共聚物、聚碳酸酯共混物、聚碳酸酯和苯乙烯马来酸酐的共混物以及环烯烃共聚物。

[0055] 用于形成多层光学叠堆的聚合物组合物的选择可受到期望反射给定带宽的入射辐射的影响。双折射聚合物和第二聚合物之间的折射率差值越大,引起的光学功率越大,从而允许更大的反射带宽。或者,可采用额外层来提供更大的光学功率。双折射层和第二聚合物层的组合的示例可包括例如以下这些:PET/coPMMA、PET/THV、PET/SPOX、PEN/THV、PEN/SPOX、PEN/PMMA、PEN/coPMMA、coPEN/PMMA、coPEN/SPOX、sPS/SPOX、sPS/THV、CoPEN/THV、PET/氟弹性体、sPS/含氟弹性体和CoPEN/含氟弹性体。

[0056] 本公开的示例性多层光学叠堆可使用名称为“Apparatus for Making Multilayer Optical Films”(用于制备多层光学膜的装置)的美国专利6,783,349、名称为“Method for Making Multilayer Optical Films”(用于制备多层光学膜的方法)的美国专利6,827,886、名称为“Solar Concentrating Mirror”(太阳能集中式反射镜)的PCT公布WO 2009/140493和名称为“Multi-layer Optical Films”(多层光学膜)的PCT公布WO 2011/062836中公开的装置和方法制得,所述专利均全文以引用方式并入本文。适于与本公开的示例性多层光学叠堆一起使用的另外的层或涂层的示例描述于例如名称为“Multilayer Polymer Film with Additional Coatings or Layers”(具有另外的涂层或层的多层聚合物膜)的美国专利6,368,699和6,459,514中,所述两个专利全文均以引用的方式并入本文。

[0057] 在一些实施方案中,多层光学叠堆可具有高反射率(>90%)的光谱区域及高透射率(>90%)的其他光谱区域。在一些实施方案中,多层光学叠堆提供在太阳光谱的一部分上的高光学反射率、低漫反射率、低黄变、良好的耐候性、在处理和清洁期间良好的耐磨损、耐划痕和抗裂性,以及对其它层(例如,施加到用作基底的膜的一个或两个主表面的其它(共)聚合物层)的良好粘附性。

[0058] 在其它实施方案中,在380nm-1500nm波长区域的垂直入射处沿着每个拉伸方向的平均反射率大于90%,或大于95%,或大于98%,或大于99%。

[0059] 在一些另选的实施方案中,在380nm-1500nm波长范围内的垂直入射处沿着每个拉伸方向的平均反射率可以低于上面所述的那些实施方案的反射率值,但是仍然大于50%或大于60%。在这些另选的实施方案中,可以将适当着色的深色基底(可能吸收光或稍微散射光)定位在膜和待隐蔽的物体之间。示例性着色深色基底可包括3M膜 1080-M12(购自3M公司(3M Company))。

[0060] 例如,图3示出了包括着色深色基底315的多层聚合物光学膜300。类似于上文结合图2所述,多层聚合物光学膜的第一元件包括由多层光学叠堆构成的芯层302。芯层302的多层光学叠堆包括两个交替的聚合物层。多层聚合物光学膜300还可任选地包括定位在观察者和芯层之间的保护层304(例如,硬涂层或上覆层合物)。保护层304可包含一种或多种UV吸收剂,以有助于多层聚合物光学膜抵抗紫外线降解的耐久性。

[0061] 多层聚合物光学膜300也可包括定位在芯层302和着色深色基底315之间的粘合剂层308,该粘合剂层具有多层聚合物光学膜将粘附的表面。当粘合到这种表面上时,多层聚合物光学膜可以与基底315的形状相符。

[0062] 多层聚合物光学膜300还可包括由定位在芯层302和硬涂层304之间的一种或多种聚合物构成的第一外层312。第一外层可被视为与芯层分开的层。此外,聚合物光学膜可包括第二外层314,其包含一种或多种聚合物,所述第二外层定位在芯层302和粘合剂层308(如果存在)之间。

[0063] 在其它实施方案中,在380nm-750nm范围内与法线呈60度处的平均反射率大于80%、大于90%、大于95%、大于98%或大于99%。在宽泛的入射角和偏振范围内保持高反射率的膜产生可以有效隐蔽预期通信设备的反射图像。

[0064] 在另选的实施方案中,在380nm-750nm范围内与法线呈60度处的平均反射率可以是比上面所述的那些实施方案更低的值,但仍大于50%或大于60%。例如,可以将适当着色的深色基底(可能吸收光或稍微散射光)定位在膜和待隐蔽的物体之间。在反射率较低(例如,50%、或60%、或70%)的那些实施方案中,膜可以放置在深色背景上,以通过镜面反射使隐蔽最大化。

#### [0065] 粘合剂层

[0066] 粘合剂层为任选的。当存在粘合剂层时,粘合剂层将多层构造粘附到基底。在一些实施方案中,粘合剂为压敏粘合剂。如本文所用,术语“压敏粘合剂”是指如下粘合剂:该粘合剂表现出强且持久的粘性,使用不超过指压即可粘附到基底,并且表现出足够的内聚强度以便可从基底去除。示例性压敏粘合剂包括描述于以引用方式并入本文的PCT公布W0 2009/146227 (Joseph等人) 中的那些。在至少一个实施方案中,粘合剂层可具有不均匀的厚度。这种不均匀的厚度可能导致整个多层膜具有轻微的起伏,这可能导致有益的雾度(漫反射率)和镜面反射率特性,并且还可以提供当经粘合剂涂覆的膜层压到基底时空气逸出的途径。

[0067] 为了便于应用,不均匀的粘合剂层可包括排气通道和支架,例如在3M ControlTac 和3M Comply粘合剂(购自3M公司(3M Company))中实现的那些。

#### [0068] 紫外线稳定剂

[0069] 在一些实施方案中,第一外层或保护层(例如硬涂层)可彼此独立地包含稳定剂诸如UV吸收剂(UVA)或受阻胺光稳定剂(HALS)。在另一个实施方案中,硬涂层可包含稳定剂,例如购自巴斯夫公司(BASF)的Tinuvin CarboProtect,以保护膜免于在380nm-420nm的UV/可见光中降解。

[0070] 紫外线吸收剂通过优先吸收紫外线辐射并将其耗散为热能来起作用。在一个实施方案中,UVA包括购自巴斯夫公司(BASF Corporation)的TINUVIN 477和TINUVIN 479。其它合适的UVA可包括:二苯甲酮(羟基二苯甲酮,例如Cyasorb 531(氰特公司(Cytec))) ;苯

并三唑(羟基苯基苯并三唑,例如Cyasorb 5411、Tinuvin 329(汽巴嘉基公司(Ciba Geigy));三嗪(羟基苯基三嗪,例如Cyasorb 1164)、草酰替苯胺(例如,Sanuvor VSU(科莱恩公司(Clariant));氰基丙烯酸酯(例如,Uvinol 3039(巴斯夫公司(BASF)))或苯并噁唑酮。合适的二苯甲酮包括CYASORB UV-9(2-羟基-4-甲氧基二苯酮)、CHIMASSORB 81(或CYASORB UV 531)(2-羟基-4-辛氧基二苯甲酮)。合适的苯并三唑UVA包括可以商品名TINUVIN P,213、234、326、327、328、405和571,以及CYASORB UV 5411和CYASORB UV 237购自纽约州塔里镇的汽巴公司(Ciba,Tarrytown,NY)的化合物。其他合适的UVA包括CYASORB UV 1164(2-[4,6-双(2,4-二甲基苯基)-1,3,5-三嗪-2基]-5(辛氧基)、苯酚(示例性三嗪)、CYASORB 3638(示例性苯并恶唑)、Tin-1600和SUKANO UV MASTERBATCH TA11-10MB03。

[0071] 受阻胺光稳定剂(HALS)是针对大部分聚合物的光致降解的有效稳定剂。HALS通常不吸收UV辐射,但用于抑制聚合物的降解。HALS 通常包含四烷基哌啶,诸如2,2,6,6-四甲基-4-氨基哌啶和2,2,6,6-四甲基-4-哌啶醇。其他合适的HALS包括可以商品名TINUVIN 123、144和 292购自纽约州塔里镇的汽巴公司(Ciba,Tarrytown,NY)的化合物。

[0072] 本文明确公开的UVA和HALS旨在作为对应于这两类添加剂中每一类的材料的示例。本发明人设想到,本文未公开但本领域的技术人员已知的其作为紫外线吸收剂或受阻胺光稳定剂的特性的其它材料可用于本公开的膜中。

[0073] 无线信号传输

[0074] 如前所述,本文描述的实施方案的目标是提供一种通过将环境光朝着观察者反射来针对旁观者隐蔽不美观的元件(例如小单元天线、宏单元天线或无线电部件)的系统。使用聚合物膜作为反射设备允许实现适形于可具有弯曲或非平面形状(例如,圆柱形或半球形)的三维形状的有益效果。此类形状可能是有益的,因为它们倾向于减小在通信元件附近反射的物体的图像尺寸,并且可以将太阳的直接反射朝向观察者散焦。

[0075] 本文描述的实施方案中的许多的另一个有益效果是能够避免对从通信元件发送或接收的无线电信号的干扰。因此,本发明的实施方案的多层聚合物光学膜是非金属的,或者至少基本上非金属的(即,不超过痕量的金属或固有的金属杂质)。这样,多层聚合物光学膜在通信元件接收和/或发送信号的频带中将具有高度射频传输率(即,至少90%的传输率)。在一个实施方案中,多层聚合物光学膜将对从约 400MHz至约10GHz的信号具有至少90%的传输率或对从约400MHz 至约100GHz的信号可能具有至少90%的传输率。

[0076] 电介质材料中的电磁能的耗散可以与材料的相对介电常数的虚分量相关。这种介电损耗可以用电场损耗角正切( $\tan\delta$ )来描述,对于低损耗材料来说,其为介电常数的虚部与介电常数的实部的比率。因此,本发明的多层聚合物光学膜被测量为具有低的损耗角正切。例如,在一个实施方案中,使用已知方法,例如IEC 61189-2-72中所述的分离柱电介质谐振器测量技术,损耗角正切( $\tan\delta$ )在1.1GHz下测得为0.022,在2.5GHz下测得为0.018,在5.6GHz下测得为0.016。对于低损耗介电材料,电磁功率P通过材料随 $P=P_0 \exp\{-k\delta z\}$ 衰减,其中 $P_0$ 为初始功率,z为通过材料的传播长度,k为波数。在一个实施方案中,z=0.12mm,并且从损耗角正切测量结果计算出的插入损耗( $10\log_{10}\{\exp-k\delta z\}$ )小于 0.005dB。

[0077] 在其它实施方案中,插入损耗可以小于约0.01dB。

[0078] 或者,一个或多个补充金属层可以与多层聚合物光学膜组合使用,例如作为频率选择滤波器或定向EMI屏蔽。

[0079] 本发明的多层聚合物光学膜还可以被设计成对于入射到膜上的无线信号具有低背反射或回波损耗特性。低背反射特性可以例如通过具有低介电常数的膜,通过密切匹配膜将置于其上的基底的介电常数,或者通过使膜与无线信号的波长相比在电学上一样薄来实现。对于包括天线隐蔽的实施方案,可以使多层膜的介电常数接近通信元件(例如天线或天线罩)的介电常数。在一个实施方案中,多层聚合物光学膜的介电常数在1.1GHz下为2.8。用于天线的天线罩可以由诸如玻璃纤维、聚碳酸酯、ABS、PVC或其它介电常数在约2.0至约4.5范围内的材料的结构材料制成。用于通信系统的许多天线被设计成在其工作频率范围内具有小于约-10dB或小于约-15dB或小于约-20dB的回波损耗值。当将本发明的实施方案的多层光学膜置于标准天线的天线罩上时,天线的回波损耗在较大程度上保持不变。

[0080] 本发明实施方案的多层聚合物光学膜也可以被设计成当大功率无线信号通过膜传输时不产生新的频率分量。这种非线性现象称为无源互调失真(PIM),当两个或更多个频率混合在一起产生和频及差频时发生,并且可能损害通信系统的性能。可以使用已知的方法,例如IEC 62037“Passive RF and Microwave Devices, Intermodulation Level Measurement”(无源射频和微波设备,互调水平测量)中可见的方法来测量PIM。对于由本发明的多层聚合物光学膜覆盖或部分覆盖的天线,天线的PIM等级在较大程度上保持不变。用每个音调20W功率的2个音调测量的膜覆盖天线的PIM等级测得小于-140dBc。因此,多层聚合物光学膜可适用于传输高功率(大于0.1W,或大于1W,或大于10W)信号的通信系统。

#### [0081] 耐候稳定性

[0082] 标准的多层光学膜可能具有随时间而劣化的缺点,并且具有不美观的“变黄”特征以及丧失反射能力。暴露于恶劣的环境条件(风、雨、冰雹、灰尘等)也可能遭受劣化。本文描述的多层聚合物光学膜构造通过使用前面详细说明的构造减少了这些问题。

[0083] 为了将“黄变”量进而将伴随给定膜出现的劣化定量,可以测量由膜反射的光,然后在熟知的CIE L\*a\*b\*色彩空间中计算所反射光的颜色。一些仪器可以直接进行这种测量。b\*值是黄度的一般指示,正值越高,表示黄度越大。在本专利申请中,我们提到“b\*黄度指数”,以便明确我们使用这种方法作为从膜反射的光的黄度的量规。然而,如上所述,这些膜也是高度耐候的。在先前未暴露于耐候性测试(即“先前未暴露”)的膜上进行ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试(不包括喷水)12,750小时之后,多层光学膜的b\*黄度指数必然会表现出小于15的值,但它应当表现出小于12的值,并且可以表现出小于8的值。ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试涉及用于将样本暴露于氙弧光的方法,以当材料在实际最终应用环境中暴露于日光时再现发生的气候影响。本文所述的示例性多层光学膜的b\*黄度指数通常将从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试(不包括喷水)的12,750小时后改变(例如,增加)小于3或潜在地小于2。对于书面说明书和权利要求书中引用的b\*值,b\*值假设采用10度观察角度和D65光源。为清楚起见,在本申请的说明书或权利要求中对ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试的任何引用应被理解为参考不包括喷水的循环。

[0084] 还应当理解,为了最有效地执行,本说明书的多层聚合物光学膜在可见光谱中可具有非常高的光反射率(例如,大于90%或95%)。或者,本说明书的多层聚合物光学膜可具有较低的反射率(例如,大于50%或大于60%),但是具有定位在膜后面的合适的RF、mm波或微波透明基底,其吸收透过膜的光,或稍微散射入射光并将其朝着观察者反射(再次将光引

导通过聚合物膜),使得最终由膜反射并到达观察者的光表现出适当的漫反射率和镜面反射率值。本发明实施方案的多层光学膜可具有大于80%、或潜在地大于85%或甚至大于90%的镜面反射率。本发明实施方案的多层聚合物光学膜结构的适当漫反射率值可以小于20%、或小于15%、或小于10%、或小于5%、或潜在地小于3%。适当的漫反射率和镜面反射率值是重要的,因为较高的镜面反射率可以允许对反射图像进行更清晰和更准确的描绘,并且高角度散射的较低漫反射率和较低Lambertian分量可以确保反射图像没有“增白”。然而,在一些实施方案中,可能需要确保大于80%而不接近100%的镜面反射率值,因为镜面反射率中的轻微缺陷可能允许“柔化”不想要观察者聚焦的反射图像,例如,膜所围绕定位的物体的边缘。另外,在镜面反射率和小漫反射率之间的工程化的平衡可以显著降低直接太阳反射的强度。

[0085] 反射膜的耐候性的另一个重要量度是在暴露于恶劣条件之后的镜面反射率,其本质上提供了膜的光散射特性的量度。镜面反射率是反射光的镜面分量与来自表面的反射光总量的比值。镜面反射率可以使用已知方法测量,例如在Solar Paces的“Method to Evaluate the Solar Reflectance Properties of Reflector Materials for Concentrating Solar Power Technology.”Version 2.5, June 2013(评估用于集中太阳能发电技术的反射器材料的太阳能反射性能的方法,版本2.5,2013年6月) 中所述的方法。反射光的镜面分量是包含在反射定律中所定义的镜面方向的20毫弧度内的部分。即使经过充分的耐候性测试,本文所述的多层聚合物光学膜构造也表现出优异的镜面反射率。具体地说,当与多层光学膜的任何耐候性测试前的镜面反射率相比时,由本说明书的多层聚合物光学膜所反射的在660nm处的光的镜面反射率从其第一次暴露直到ISO 4892-2:2013第4循环耐候性测试过程(不包括喷水)的 12,750小时后减小小于10%、小于5.0%、小于1.0%或小于0.5%。

[0086] 在本发明的其它方面,镜面反射率可以尽可能地保持接近100%。在这些方面,优选使用具有宏观长度尺度的纹理来构造膜的表面。在这种情况下,由于膜表面的变化的形貌,反射光保持镜面,但沿不一致的方向被重定向。

[0087] 不一致的镜面反射应当与漫反射相比进行理解。高水平的漫反射倾向于使物体的反射外观更白,即反射图像的色饱和度快速消失,而由宏观纹理提供的镜面反射较大程度保留色彩。利用适当的宏观纹理,反射的颜色被保留,而反射的形状未保留。这种构造对于隐蔽来说可能是很大的优点,因为通常不需要保持形状,而保持色彩通常是重要的。此外,这种结构可用于减少直接太阳反射的强度。

[0088] 令人惊讶的是,研究人员发现,在许多情况下,当保持接近100%的镜面反射(至少约85%、至少约90%,在某些方面,至少约95%) 时,发生有效的隐蔽,并且多层光学膜以低幅度宏观图案被结构化。此类图案可以借助于真空成型或者通过使用在膜中产生永久图案(包括例如层压结构)的任何此类技术而以机械方式、热方式压印。在本专利申请中,术语“压印”应理解为用于使来自膜的镜面反射从其原始平面失真的任何过程。例如,这包括反射和折射失真。一维或二维图案都是可能的,其中二维图案是优选的。单个结构的维度中的至少一个的可接受的尺寸范围为约1mm至约20mm,优选尺寸范围为约 3mm至约10mm。小于此范围的结构可趋于开始表现为漫反射器。大于此范围的结构可能需要过大的幅度以使反射图像不充分失真。具有两个或更多个结构尺寸或可接受尺寸范围内的连续范围的结构是可

接受的。在一些实施方案中,膜构造的所有层都以相同的图案同时压印;在其它实施方案中,仅对粘合剂层或保护层压印。

[0089] 由于这种变化在非优选尺寸范围内有效地产生结构的高表面密度,因此应避免结构中局部剧烈变化的高表面密度。因此,例如,优选的是,在结构上以及结构和连接结构之间的区域中的任何位置的斜率的变化保持连续(即,结构的曲率保持连续)。此外,在一些方面,非常优选地,结构的表面被轻微地弯曲并且曲率相对缓慢地变化。在这个意义上,例如可以使用低振幅的正弦结构等,而由于存在斜率的不连续变化而形成的三角形结构将不是优选的。在另选的方面,可以使用非周期性图案。

[0090] 根据上述三角形结构的傅立叶分析,可理解该优选要求。众所周知,可以通过叠加独特频率分量来构造三角形结构。然而,为了表示曲率不连续性(或任何高的斜率变化率),必须使用非常高的频率分量。所以当以这种特征对膜进行物理结构化时,看起来膜是用小于结构尺寸的优选范围的特征进行结构化。

[0091] 宏观结构相对于其在膜上的平面度的幅度(即,膜的平面外的结构的最大位移,或换句话说,相对于压印结构的尺寸压印的高度/深度) 在很大程度上决定了反射角相对于从直接离开原始膜平面的反射所预期的角度的变化。在一些实施方案中,优选地使反射光相对于从离开膜的原始平面的反射所预期的角度的极端偏离最小化。在这种情况下,压印结构的最大幅度优选但不限于结构的面内长度的30%或更小。

[0092] 在一些方面,维持光学多层膜的高机械灵活性是重要的,使得膜可以围绕物体弯曲,特别是在环境温度下弯曲。在这种情况下,高幅度压印可以使膜更具刚性,从而降低膜作为隐蔽物体的工具的有用性。在这种情况下,优选将压印的幅度保持在小于15%或小于结构的面内长度。

[0093] 在其它实施方案中,可能期望在镜面反射和漫反射之间保持工程化的平衡。这种方法可用于减轻反射的清晰度以及降低直射太阳反射的强度。在这些实施方案中,漫反射优选不超过约20%,更优选不超过约15%,甚至更优选不超过约10%。

[0094] 在一些实施方案中,可以通过将颗粒添加到位于光路中的构造的一部分来诱导工程化的漫反射。因此,例如,此类颗粒可以加入到硬涂层中,或者作为单独的涂层施加到硬涂层之上或之下。

[0095] 用于提供工程化漫反射的优选颗粒可以选自无机颗粒如二氧化硅或滑石,或选自有机颗粒如PMMA或聚苯乙烯等。

[0096] 在一些实施方案中,优选用于产生工程化的漫反射的颗粒通常大于光波长。在此类实施方案中,颗粒可以更像小透镜而不是散射体。与低角度散射相比,这可以减少高角度散射的相对量。在此类实施方案中,反射图像的清晰度可以期望地降低,同时仍保持反射的颜色保真度。

[0097] 优选的颗粒通常在1-25微米的尺寸范围内。更优选的颗粒通常在 3-20微米的尺寸范围内。甚至更优选的颗粒通常在4-16微米的尺寸范围内。

[0098] 颗粒的期望表面浓度可以基于若干因素而变化,包括所需的工程化漫反射的水平、所使用的颗粒的尺寸、嵌入颗粒的层的厚度以及颗粒是否在顶层中,或者颗粒是否已经被后续涂层上覆。

[0099] 在一些实施方案中,工程化漫反射和压印的组合也可用于提供各种所需的反射和

隐蔽性能。

[0100] 在一些方面,多层光学膜可以用作部分或完全隐蔽物体的护罩。如果隐蔽物体产生热量(例如具有集成无线电发射器的小单元天线的情况),则护罩的存在可能导致过度的热积聚。在此类情况下,膜可包含多个间隙,例如狭缝,或者膜可以经开口穿孔,所述开口大大地改善通过小单元天线的空气循环,从而将热积聚减少到可接受的水平。在一些方面,狭缝或穿孔图案可以是闭合区域与开放区域之比为约 70:30或更小的那些,而在其它方面,狭缝或穿孔图案是闭合区域与开放区域之比为约50:50的那些。

[0101] 本文描述的系统可以被定位在通信元件可以被定位的任何适当位置处,只要能够实现膜的隐蔽特性的益处(即,环境的反射率将有效地隐蔽元件)即可。例如,该系统可以定位在建筑物的顶部或侧面上、灯杆或电话线杆上、或者在某些实施方案中定位在天花板或内壁上。例如,当系统位于室外和观察者上方时,反射的环境光将来自天空。在该示例中,查看系统的观察者将看到天空的反射图像,这将导致系统不太可见,并且看起来与来自天空中的背景光融合。

[0102] 在另一个方面,本说明书涉及一种隐蔽通信元件的方法。所述方法包括以反射性多层光学膜至少部分地围绕通信元件,使得多层光学膜针对观察者隐蔽通信元件,并将环境光朝着观察者反射。在一个特定方面,反射性多层光学膜被构造成在环境温度下安装在通信元件周围。多层光学膜可包括UV稳定的保护层,并且多层光学膜可具有小于 20%的漫反射率和大于80%的镜面反射率。在一个实施方案中,通过反射天空背景来隐藏通信元件。在一个实施方案中,通信元件可以是天线,诸如小单元天线或宏单元天线。在另一方面,所述方法可以包括提供通信元件的步骤。

[0103] 虽然本文已经举例说明并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员应理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可用多种另选和/或等同形式的具体实施来代替所示出的和所描述的具体实施方案。本专利申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何调整或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

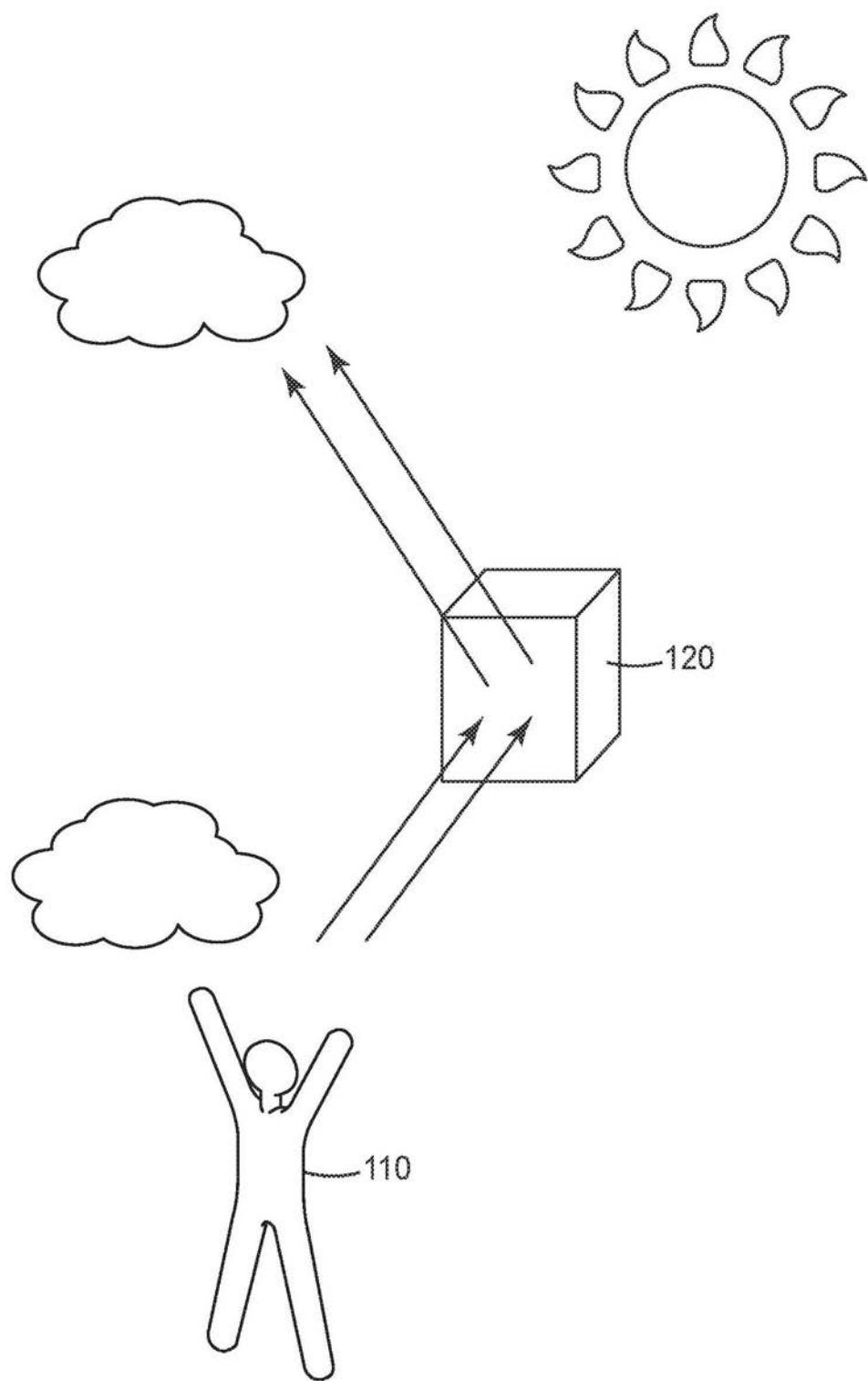


图1

200 ↗

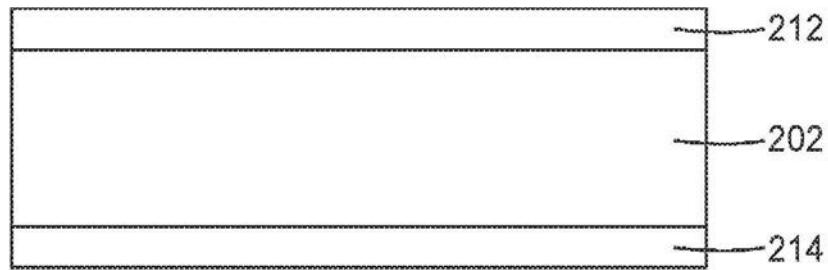


图2

300 ↗

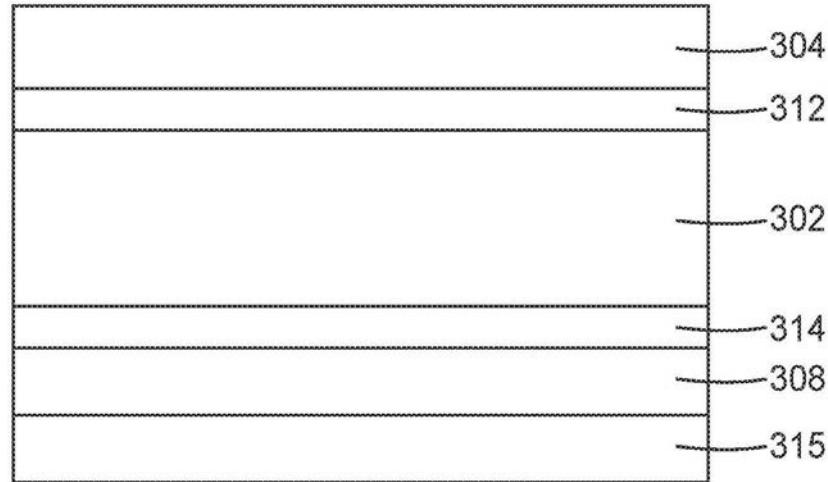


图3