



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103260879 B

(45)授权公告日 2016.07.13

(21)申请号 201180060231.6

帕特里克·R·弗莱明

(22)申请日 2011.12.29

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

(30)优先权数据

代理人 丁业平 金小芳

61/428,395 2010.12.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2013.06.14

B32B 27/36(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B23K 26/00(2014.01)

PCT/US2011/067826 2011.12.29

B23K 26/38(2014.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

(56)对比文件

W02012/092478 EN 2012.07.05

US 2009/0273836 A, 2009.11.05, 说明书 0015-0090, 附图1.

(73)专利权人 3M创新有限公司

US 2003/0217806 A, 2003.11.27, 说明书 0005-0060, 附图1-8.

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 吴平凡 爱德华·J·吴

审查员 杨云

伊恩·R·欧文 布鲁斯·E·泰特

弗雷德里克·P·拉普兰特

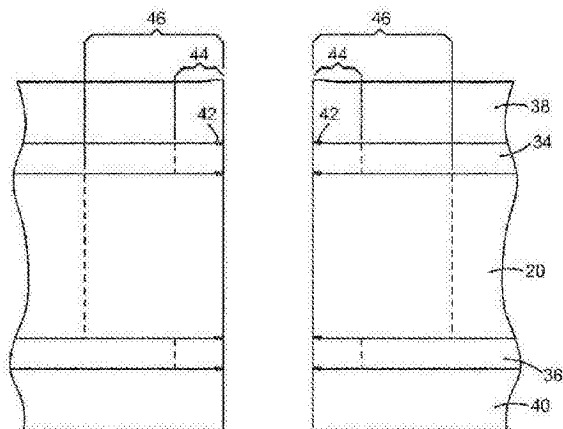
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

激光切割法以及用该法制造的制品

(57)摘要

本发明公开了包括聚酯和聚碳酸酯材料的多层光学膜体的激光转换加工。



1. 一种再分割膜体的方法,所述方法包括:

(a)提供膜体,所述膜体包括具有第一主表面和第二主表面的光学叠堆和在所述主表面中的至少一个上的聚合物表层,其中所述光学叠堆和表层具有不同的吸收光谱;

(b)将所述膜体配置为切割取向;和

(c)在所述膜体位于切割取向上的同时将脉冲激光辐射导向所述膜体,以在所述膜体中产生一个或多个切口并限定边缘部分,所述激光辐射具有9.2至9.3微米的波长和等于或大于400W的激光平均输出功率;

其中所述表层包括聚碳酸酯或聚碳酸酯共混物,并且所述光学叠堆的峰值吸光度为9.1至9.2微米。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述膜体包含下列物质中的二种或更多种:聚碳酸酯、聚酯、并五苯。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征还在于下列中的至少一项:

(a)所述膜体以卷材的形式提供,且所述配置步骤包括从所述卷材展开所述膜体的一部分,并将所述部分设置于切割区中;或

(b)所述膜体以片材的形式提供,且将所述膜体配置为切割取向包括将所述片材设置于切割区中。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征还在于下列中的至少一项:

(a)所述激光辐射具有9.25微米的波长;或

(b)所述激光辐射具有50%或更少的脉冲占空比;或

(c)所述激光辐射具有250 μ m或更小的焦斑;或

(d)所述激光辐射具有至少20kHz的脉冲频率;或

(e)所述激光辐射具有20微秒或更小的脉冲宽度。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中将所述激光辐射导向包括使用至少1米/秒的切割速度。

6. 根据权利要求2所述的方法,其中所述聚酯为聚酯对苯二甲酸酯。

7. 一种通过权利要求1所述的再分割膜体的方法形成的膜体,其包括具有第一主表面和第二主表面的光学叠堆和在所述主表面中的至少一个上的聚碳酸酯基表层,所述膜体具有连接所述第一主表面和第二主表面的至少一个边缘部分,其中在所述边缘部分处,所述表层具有宽度为25微米或更小的变色区,且所述光学叠堆具有宽度小于100微米的光学热影响区。

8. 根据权利要求7所述的膜体,其中所述光学叠堆包括平均厚度不超过0.5微米的第一聚合物的层和平均厚度不超过0.5微米的第二聚合物的层,所述第一聚合物为半结晶聚合物,其中所述光学叠堆已在至少一个方向上被拉伸至该方向的未拉伸时尺寸的至少两倍。

激光切割法以及用该法制造的制品

技术领域

[0001] 本发明涉及将膜体(例如包括多层光学膜或“光学叠堆(optical stack)”的光学体)切割或再分割成多个小片的方法,以及包括这种再分割片的制品。

背景技术

[0002] 多层光学膜(即至少部分通过具有不同折射率的微层的排列而提供所需的光透射和/或反射特性的膜)是已知的,被用于与日俱增的各种应用。

[0003] 通过共挤出交替的聚合物层制作的多层光学膜已得到展示。例如,美国专利No.3,610,724(Rogers)、No.4,446,305(Rogers等人)、No.4,540,623(Im等人)、No.5,448,404(Schrenk等人)和No.5,882,774(Jonza等人)各自公开了多层光学膜。在这些种聚合物多层光学膜中,主要使用或者仅仅使用聚合物材料来构成各层。这类膜与量产工艺相容,并且可制成大型的片材和卷材。示例性实施例示于图1。

[0004] 在典型的构造中,膜体包含一层或多层这种多层光学膜(有时称为“光学叠堆”),并且在其一侧或两侧还设有保护层。示例性的保护层包括(例如)在一侧或两侧上的所谓“表层”,其包括更稳固的材料(例如聚碳酸酯或聚碳酸酯共混物),可赋予被保护构造以所需的附加机械、光学或化学特性。美国专利No.6,368,699(Gilbert等人)和No.6,737,154(Jonza等人)公开了其示例性实例。所述膜体也通常还包括用于保护的附加外层,例如有时称为“可剥保护膜层(premask layers)”的可移除缓冲层,其在早期处理和加工过程中保护膜体,然后在之后的制造步骤过程中被移除。示例性实例包括聚乙烯基膜和聚氨酯基膜。图2示出一个示例性实施例。

[0005] 然而,许多产品应用需要较小的并且有时为多片的光学膜。对于这些应用,小片的多层光学膜可借助机械装置(如使用剪切装置(例如剪刀)切割片材、使用刀片裁切片材、或使用其他机械设备(例如模压和截切)切割)再分割这种膜的较大片材而获得。然而,切割机械作用于膜上的力可能导致在沿着膜的切割线或切割边缘的区域中的层分层。对于许多的多层光学膜而言尤其如此。通常可通过相对于膜的未受损区域的变色或其他光学劣化而分辨出作为结果的分层区域。因为多层光学膜依赖于单层之间的紧密接触来产生所需的反射/透射特性,那些所需的特性由于分层区域中的劣化而无法提供。在一些产品应用中,分层可能不造成问题或甚至不明显。在其他一些应用中,特别是其中重要的是基本上整片膜从边缘到边缘呈现所需的反射或透射特性,或者其中所述膜可经受机械应力和/或宽大的温度变化,这可能造成膜中分层随时间而扩展,而分层可以是非常有害的。

[0006] 美国专利No.6,991,695(Tait等人)公开了一种通过使用特别是可移除衬垫来支撑膜和切割片来通过激光辐射切割或再分割光学膜的方法。尽管聚合物材料的激光转换加工已经已知一段时间,参见例如美国专利No.5,010,231(Huizinga)和No.6,833,528(De Steur等人),但光学膜体的激光转换加工并未取得理想的效果。在接近切割区的光学体的区域(即边缘)中,在激光转换加工过程中产生的热量经常导致光学膜体的一种或多种组分的劣化,从而损害所需光学性能。经常观察到热量破坏光学膜中的一些层的所需结晶特性,

使得这些区域中的组成层的特性较为无定形,无法获得所需的双折射。因此,相对于位置更远离切割区的膜体的其他部分,在该区域中膜体的外观颜色不均匀。此外,通常用作表层的聚碳酸酯材料在激光转换加工过程中受热时易黄化,这进一步损害了膜的所需光学性能。

[0007] 因此,需要一种用于再分割多层光学膜体的改进方法,以及包括这种膜的制品。优选地,所述方法不会在切割线或膜边缘处产生分层或颜色偏移或黄化,可以干净地切割膜而不在膜上大量堆积碎屑,并且可与自动化和/或连续制造工艺相容。

发明内容

[0008] 本发明提供了使用激光辐射将包括光学叠堆的膜体切割或再分割成一个或多个分离片的方法以及通过这类方法制得的膜体。

[0009] 简言之,本发明的膜体包括具有第一主表面和第二主表面的光学叠堆(即多层光学膜)以及聚碳酸酯基表层,所述聚碳酸酯基表层在光学叠堆的主表面中的至少一个主表面上,并且在一些实施例中在光学叠堆的主表面中的两个主表面上。通过激光切割形成的至少一个边缘部分连接第一主表面和第二主表面。在边缘部分处,所述表层具有小于约25微米宽的变色区,且所述膜具有小于约100微米宽的光学热影响区。

[0010] 简言之,用于再分割膜体的本发明的方法包括:

[0011] (a)提供膜体,所述膜体包括具有第一主表面和第二主表面的光学叠堆和在所述主表面中的至少一个上的聚碳酸酯基表层;

[0012] (b)将所述膜体配置为切割取向;和

[0013] (c)在所述膜体位于切割取向上的同时将脉冲激光辐射导向所述膜体,以在所述膜体中产生一个或多个切口,并限定连接所述第一主表面和第二主表面的一个或多个边缘部分,其中所述激光辐射具有约9.2至约9.3的波长以及等于或大于约400W的功率。根据本发明,选择激光辐射以提供增加的加工速度,并降低与切割位置相邻的膜体的部分所受的热应力,也就是使热影响区域成为最小。

[0014] 本发明提供了若干优点,包括有可能使用光学膜体的激光转换加工来将包括光学叠堆的膜体转换或切割成显示出迄今为止未获得的优异的边缘到边缘光学性能的所需尺寸和构造的分离片,以及速度、成本和精度上的优点。

[0015] 附图简述

[0016] 结合附图对本发明进行进一步说明,其中:

[0017] 图1为示例性多层光学膜的高倍放大的透视图;

[0018] 图2为示例性的多层光学膜体的一部分的横截面图;

[0019] 图3和4为曲线图,示出了常用于膜体的聚合物材料的吸收光谱;和

[0020] 图5为根据本发明在图2所示的光学膜体中形成的激光切割边缘部分的横截面图。

[0021] 这些附图的意图仅为示例性的而非限制性的。

具体实施方式

[0022] 由端点表述的数值范围包括该范围内包含的所有数值(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)。本说明书和所附权利要求书中,使用的单数形式“一”、“一个”和“这”包括复数指代,除非内容清楚指示其他含义。因此,例如,包含“化合物”的组合物这一表达

方式包括两种或更多种化合物的混合物。除非本文内容以其他方式明确指出,否则本说明书和所附权利要求书中使用的术语“或”一般以包括“和/或”的意义使用。

[0023] 膜体

[0024] 在本发明中所用的膜体包括具有第一主表面和第二主表面的多层光学膜或叠堆,以及在所述主表面中的至少一个主表面上且通常在所述主表面中的两个主表面上的聚合物表层。所述膜体通常还包括在所述表层外部的可剥保护膜层。图2中所示为示例性实施例。所述膜和表层具有不同的吸收光谱,这使得激光转换加工成问题。

[0025] 如本文所用,“多层光学膜”指厚度通常不超过约0.25mm(英寸的千分之10,或密耳)的延伸光学体。在某些情况下,可将膜固定或施加到另一个光学体,例如刚性基底或另一个具有合适反射或透射特性的膜上。该膜也可能是物理柔性的形式,不管它是自立式的,还是固定到其它柔性层上的。

[0026] 图1示出了用于本发明中的一个示例性的多层光学膜20。所述膜包括多个单独的微层22、24。这些微层具有不同的折射率特征,以使得某些光在相邻微层间的界面处被反射。微层的厚度足够薄,使得多个界面处反射的光之间产生相长干涉或相消干涉,从而使膜体具有所期望的反射特性或透射特性。对于设计用来反射紫外、可见或近红外波长处的光的光学薄膜来说,各微层一般具有小于约1微米的光学厚度(即物理厚度乘以折射率)。然而,其中也可以包括更厚的层,例如薄膜外表面的表层或设置在薄膜内部、将多个微层组件隔开的保护性边界层。多层光学膜20也可包括一个或多个厚粘合剂层,以将两片或更多片多层光学膜粘结成层合物。

[0027] 多层光学膜20的反射和透射特性随各个微层折射率的变化而变化。每个微层可至少在膜的局部位置处由面内折射率 n_x 、 n_y 和与膜的厚度轴相关的折射率 n_z 表征。这些折射率分别表示所讨论的材料对于沿相互正交的x轴、y轴和z轴偏振的光的折射率(参见图1)。在实施中,通过合理的材料选择和加工条件来控制折射率。膜体20可通过如下方式制得:将通常数十或数百层的两种交替的聚合物A、B共挤出,之后任选地将多层挤出物经过一个或多个倍增模具,然后拉伸或以其他方式定向挤出物来形成最终的膜。所得膜通常由几十或几百个单独的微层组成,调整微层的厚度和折射率,从而在所期望的光谱区域(如可见光区或近红外光区)形成一个或多个反射谱带。为了使用适当数量的层来获得高反射率,相邻的微层对沿着x轴偏振的光优选地表现出至少0.05的折射率差异 Δn_x 。如果希望对两个正交偏振状态的光具有高反射率,那么相邻的微层对沿着y轴偏振的光也优选地表现出至少0.05的折射率差异 Δn_y 。否则,折射率差异 Δn_y 可小于0.05,且优选地为大约0,以制成反射一种偏振态的垂直入射光并透射正交偏振态的垂直入射光的多层叠堆。

[0028] 如果需要,也可以对相邻微层之间沿z轴偏振光的折射率差异(Δn_z)进行调整,以获得对倾斜入射光的p偏振分量的期望反射特性。为了易于解释,在干涉膜上的任何关注的点处,x轴都将被认为是在膜的平面内取向,使得 Δn_x 的量值为最大。因此, Δn_y 的量级可等于或小于(但不大于) Δn_x 的量级。此外,在计算差异 Δn_x 、 Δn_y 、 Δn_z 时对起始材料层的选择通过要求 Δn_x 为非负值来决定。换言之,形成界面的两个层之间的折射率差异为 $\Delta n_j = n_{1j} - n_{2j}$,其中 $j=x, y$ 或 z ,且其中层标号1、2被选择成使得 $n_{1x} \geq n_{2x}$,即 $\Delta n_x \geq 0$ 。

[0029] 为了保持倾斜角度的p偏振光的高反射率,微层之间的z折射率失配 Δn_z 可控制为显著小于最大面内折射率差异 Δn_x ,使得 $\Delta n_z \leq 0.5 * \Delta n_x$ 。更优选地, $\Delta n_z \leq 0.25 * \Delta n_x$ 。量级

为零或几乎为零的z轴折射率失配产生了微层之间的这样的界面：取决于入射角，该界面对p偏振光的反射率为常数或几乎为常数。此外，z折射率失配 Δn_x 可控制为与面内折射率差异 Δn_x 相比具有相反的极性，即 $\Delta n_x < 0$ 。此条件会产生这样的界面，该界面对p偏振光的反射率随入射角的增加而增大，对s偏振光的情形也一样。

[0030] 可用于制造多层聚合物光学薄膜的示例材料可见于PCT专利申请公开W099/36248 (Neavin等人)中。符合需要的是，其中至少一种材料是应力光学系数具有较大绝对值的聚合物。换句话说讲，当对该聚合物进行拉伸时，其优选产生较大的双折射率(至少约0.05，更优选为至少约0.1或甚至0.2)。根据该多层薄膜的应用，可以在该薄膜平面内的两个正交方向之间、或者在一个或多个面内方向与垂直于薄膜平面的方向之间产生双折射，或者为它们的组合方式。在各个未拉伸的聚合物层所具有的各向同性的折射率之间差异较大的特殊情况下，尽管往往仍希望其具有双折射性，但可以放宽对至少一种聚合物具有较大双折射率这一优选条件的要求。当选择聚合物用于反射镜薄膜和偏振薄膜(这些膜采用双轴工艺制成，该工艺在两个正交的面内方向上对膜进行拉伸)时，会出现这种特殊情况。此外，理想的聚合物应能够在拉伸后保持双折射性，从而将所期望的光学特性赋予薄膜成品。可以选择第二聚合物用于多层薄膜的其它层，以使得薄膜成品中的第二聚合物在至少一个方向上的折射率会与第一聚合物在同一方向上的折射率明显不同。为了方便起见，膜可通过如下方式制得：使用仅两种不同的聚合物材料，并在挤出过程中将这两种材料交替设置，以产生交替的层A、B、A、B等，如图1所示。然而，交替设置仅仅两种不同的聚合物材料并不是必须的。取而代之的是，多层光学薄膜的每一层均可以由不在该薄膜的其它层中使用的独特材料或共混物而构成。优选的是，被共挤出的聚合物具有相同或相似的熔融温度。

[0031] 既提供合适的折射率差值又提供合适的层间附着力的示例性双聚合物组合包括：(1)对于使用主要为单轴拉伸的工艺制得的偏振多层光学膜，所述组合包括PEN/coPEN、PET/coPET、PEN/sPS、PET/sPS、PEN/EASTARTM和PET/EASTARTM，其中“PEN”指聚萘二甲酸乙二醇酯，“coPEN”指基于萘二羧酸的共聚物或共混物，“PET”指聚对苯二甲酸乙二醇酯，“coPET”指基于对苯二甲酸的共聚物或共混物，inchesPSinches指间规立构聚苯乙烯及其衍生物，EASTARTM为可购自伊斯曼化工公司(Eastman Chemical Co.)的聚酯或共聚酯(据信包含环己烷二亚甲基二醇单元和对苯二甲酸酯单元)；(2)对于通过调节双轴拉伸工艺的工艺条件而制得的偏振多层光学膜，所述组合包括PEN/coPEN、PEN/PET、PEN/PBT、PEN/PETG和PEN/PETcoPBT，其中“PBT”指聚对苯二甲酸丁二醇酯，“PETG”指利用第二二醇(通常为环己烷二甲醇)的PET的共聚物，“PETcoPBT”指对苯二甲酸或其酯与乙二醇和1,4-丁二醇的混合物的共聚酯；(3)对于镜膜(包括彩色镜膜)，所述组合包括PEN/PMMA、coPEN/PMMA、PET/PMMA、PEN/ECDELTMPET/ECDELTMPEN/sPS、PET/sPS、PEN/coPET、PEN/PETG和PEN/THVTM，其中“PMMA”指聚甲基丙烯酸甲酯，ECDELTM为可购自伊斯曼化工公司(Eastman Chemical Co.)的热塑性聚酯或共聚酯(据信包含环己烷二羧酸酯单元、聚四亚甲基醚二醇单元和环己烷二甲醇单元)，THVTM为可购自3M公司(3M Company)的含氟聚合物。

[0032] 合适的多层光学膜及相关构造的更多细节可见于美国专利No.5,882,774(Jonza等人)和PCT公布W095/17303(Ouderkirk等人)和W099/39224(Ouderkirk等人)中。多层聚合物光学薄膜和膜体可以包括为了满足其光学、机械和/或化学特性而选择的附加层和涂层。参见美国专利No.6,368,699(Gilbert等人)。聚合物薄膜和膜体也可以包括无机层，例如金

属或金属氧化物涂层或层。

[0033] 在简单的实施例中,所述微层可具有相当于 $1/4$ -波长叠堆的厚度,即以光学重复单元或单位单元设置,所述每个光学重复单元或单位单元基本上由两个相邻的具有相等光学厚度(f -比率=50%)的微层组成,这种光学重复单元通过相长干涉而有效地反射光,所述光的波长 λ 为光学重复单元的总光学厚度的两倍。这种构造示于图1,其中与聚合物B的微层24相邻的聚合物A的微层22形成在整个叠堆中重复的单位单元或光学重复单元26。沿膜厚度轴(例如 z 轴)的厚度梯度可用于提供加宽的反射谱带。也可使用为了使这类谱带边缘锐化而调整的厚度梯度,如美国专利No.6,157,490(Wheatley等人)中所述。

[0034] 还可以想到其它层结构,诸如2微层光学重复单元的多层光学膜(其 f -比率不同于50%),或光学重复单元基本由两个以上的微层组成的膜。这些可选择的光学重复单元设计可降低或消除某些高阶反射。参见例如美国专利No.5,360,659(Arends等人)和No.5,103,337(Schrenk等人)。

[0035] 在许多实施例中,取决于所需应用,光学叠堆具有约2至约120微米(200nm至50密耳)的厚度,在许多实施例中,优选地约0.5密耳(12.7微米)的厚度。

[0036] 图2示出了本发明的示例性膜体,其包括具有第一主表面30和第二主表面32的多层光学叠堆20。在该实施例中,所述膜体在主表面30、32上包括两个聚合物表层34、36,且还包括光学可剥保护膜层38、40。在一个示例性实施例中,所述光学叠堆包括50%的低熔融PEN和50%PETG,并为0.5密耳厚,所述表层包括SA115聚碳酸酯,并为0.2密耳厚,且所述可剥保护膜包括聚乙烯,并为31微米厚。

[0037] 在膜的制造、搬运、转换加工等过程中以及在最终应用的使用过程中,通常包括聚碳酸酯或聚碳酸酯共混物的表层通常用在光学叠堆的至少一侧且通常用在两侧。此类膜的稳固物理性能保护光学叠堆免于劣化,使得所需的光学性能特性得以保持。

[0038] 在许多情况中,可剥保护膜层设置于所述表层的外面。示例性实例包括聚乙烯(例如LDPE、MDPE和HDPE)和聚氨酯材料,以在制造过程中覆盖表层(其与光学叠堆一起通常变成最终制品的一部分)。通常优选聚乙烯,因为其相对成本较低,并且是柔性的。由于聚酯可剥保护膜层难以对激光切割有反应,因此如果使用聚酯可剥保护膜层,则在根据本发明的激光转换加工的过程中常被去除(例如剥离)所述聚酯可剥保护膜层。

[0039] 根据本发明,表层选择为具有与多层光学膜叠堆不同的吸收光谱。材料对激光能量的吸收遵循比尔定律。通常,需要膜在激光穿透膜时吸收激光能量的至少63%。在本发明中,本发明人想要材料具有高于0.04/微米的吸收系数。

[0040] 激光辐射

[0041] 本发明的方法包括:

[0042] (a)提供膜体,所述膜体包括具有第一主表面和第二主表面的多层光学膜和在主表面中的至少一个上的聚合物表层,其中所述膜和表层具有不同的吸收光谱;

[0043] (b)将所述膜体配置为切割取向;和

[0044] (c)在所述膜体位于切割取向上的同时将脉冲激光辐射导向所述膜体,以在所述膜体中产生一个或多个切口并限定边缘部分,所述激光辐射具有约9.2至约9.3的波长和等于或大于约400W的功率。

[0045] 将所述膜体配置为切割取向的操作包括:获取所提供的工件,并将所述工件置于

针对本文所述的用激光源照射的有效位置和取向上。在其中所述膜体以卷材形式提供的实施例中,将膜体配置为切割取向的操作包括:从卷材展开一部分,并将其置于切割区中的有效位置和取向上。本领域技术人员应当理解,本发明的方法可在基本上连续或者阶段式或分步式的工艺中进行,取决于用于处理和构造膜体、激光照射以及用于处理所得片的可得设备。

[0046] 本申请人已发现,激光辐射可用于切割和再分割聚合物多层光学膜体,而在激光切割边缘线处无任何显著的分层。激光辐射被选择为具有这样的波长,在该波长下光学膜的材料中的至少一些具有显著吸收,使得被吸收的电磁辐射可沿着切割线有效蒸发或烧蚀膜体。否则,激光辐射会被膜透射或反射,跟其他的其波长在膜的预期操作范围内的入射光一样。激光辐射也用合适的聚焦光学系统成形,并控制至合适的功率电平以沿着窄的切割线实现蒸发。优选地,激光辐射也可根据预先编制的操作指示在整个工件上快速扫描,并快速地开闭,从而可跟随任意形状的切割线。发现可用于此的市售系统由明尼苏达州圣保罗的LasX工业公司(LasX Industries Inc., St. Paul, Minn)作为激光加工模块的LaserSharpTM销售。这些模块使用在约10.6 μm (约9.2至约11.2 μm)的波长下操作的CO₂激光源来切割工件。

[0047] 图3和4示出了常用于光学膜体中的聚合物材料的示例性吸收光谱。在图3中示出了通用的聚乙烯可剥保护膜材料、SA115聚碳酸酯表层和典型的多层光学膜(即具有表层的光学叠堆(例如包括PET、PEN和coPEN))的吸收光谱。图4中示出了PET和PEN的吸收光谱。

[0048] 多层光学叠堆被构造成对一个偏振态的复色光为透明的,但是对另一偏振态强烈反射。这种叠堆以及包括这种叠堆的光学体的常规激光切割的问题在于,在常规激光切割过程中通常遇到的温度循环和快速淬火的作用导致那些接近激光切割边缘的膜体部分的品质退化,从而导致叠堆的受影响部分内光学特性的变化,例如导致接近切割边缘的部分中叠堆的光学功率损失。这种性能的变化至少会造成不美观,并且有可能损害所切割光学体的功能效用。本发明出乎意料地实现了一种获得激光转换加工的性能优点、并同时使边缘劣化程度成为最小(其否则会预期存在)的方法。因此,高性能膜体可以有效且高产率地以多种构造制得。

[0049] 通常,本发明所用的激光辐射具有约9.2至约9.3 μm 、优选地约9.25 μm 的波长。本发明人出乎意料地发现使用该波长获得了如上所述的光学膜体的优异切割,即在该波长下,聚碳酸酯强烈吸收,但该波长相对地高于主光学芯区的峰值吸光度的9.1至9.2的范围。因此,出乎意料地发现这种膜体的有效切割可使用激光辐射获得,且同时不引起在切割边缘处所预期的光学性能的显著劣化。

[0050] 在施加激光辐射的过程中,膜体的目标部分被显著加热,从而产生膜体材料的有效烧蚀或蒸发。

[0051] 通常,本发明所用的激光辐射具有约50%或更少的脉冲占空比。使用降低的占空比提供了更多时间来可更有效地从激光切割边缘去除残留热量,而不会在与激光切割边缘相邻的光学膜体的部分中累积。

[0052] 通常,本发明所用的激光辐射具有约250 μm 或更小的焦斑尺寸。

[0053] 通常,本发明所用的激光辐射具有至少约20kHz的脉冲频率,优选地至少约200kHz的脉冲频率。使用更快的脉冲频率会在膜体的切割目标部分中产生更快的温度增加,从而

在可能造成破坏的热量值传播至膜体的边缘部分中之前将所述切割目标部分蒸发和烧蚀掉。

[0054] 通常,本发明所用的激光辐射具有约20微秒或更小的脉冲宽度。

[0055] 通常,本发明所用的激光辐射具有至少400瓦的平均功率。这种高功率用于在可能造成破坏的热量值传播至膜体的边缘部分中之前将膜体的切割目标部分快速蒸发和烧蚀。

[0056] 在一些实施例中,利用至少约1米/秒的切割速度将激光辐射导向。不难理解,这可以通过将激光辐射和幅材彼此相对地同时移动来进行,或者通过一个保持静止而同时另一个相应地移动来进行。

[0057] 在其中所述导向步骤在激光切割工位处进行的一些实施例中,所述导向步骤还包括在横跨激光工位的第一方向上提供空气流。“辅助”气体的这种使用是本领域技术人员已知的,合适的气体的示例性例子包括空气、氮气和氧气。这种措施的使用可使蒸发材料沉积至膜体的表面上的趋势(其中蒸发材料可冷凝并在所述表面上形成可损害所需的物理和光学特性的沉积物)达到最小。

[0058] 不难理解,可根据本发明使用用于处理光学膜、由光学膜形成的本体等的其他合适的已知技术。例如,美国专利No.6,991,695(Tait等人)公开了使用静电活性衬垫(electrostatically active liners)来支撑所切割的膜体,如果需要,该技术可与本发明一起使用。

[0059] 在激光照射工艺过程中,激光辐射所定向的膜体的部分被烧蚀,从而在膜体中形成切口,所述切口最终从所述膜体的第一主表面延伸至第二主表面而完全穿过所述膜体。

[0060] 如图5所示,产生若干个有利特征。

[0061] 膜体内的层沿着所得边缘部分42熔融,所述边缘部分42从光学体的一个主表面延伸至另一主表面。这降低了使用机械切割方法所常常遇到的造成损害的分层可能性。这种分层可损害所得光学体的光学性能,特别是当分层缺陷从切割边缘蔓延时。另外,此类缺陷给灰尘和其他污染物被夹带在光学体中提供了机会。

[0062] 另一些有利特征可见于聚碳酸酯表层。由于与常规激光切割方法相比在围绕激光切割边缘的部分中所受热能减少,因此各个聚碳酸酯基表层具有宽度仅为约25微米或更小的变色区44。通常,尺寸如此小的特征不易为肉眼所见。因此,获得了显著的美观效益。

[0063] 另一有利特征可见于光学叠堆20。由于与常规激光切割方法相比在围绕激光切割边缘的光学叠堆20的部分中所受热能减少,因此光学叠堆的所得边缘部分46具有更小的热影响区,即通常具有约100微米或更小的宽度。

[0064] 另一优点在于,由于本发明所获得的有效蒸发和烧蚀,蒸发的目标膜体材料可例如使用辅助气体而从切割操作中有效去除,因此膜体的表面在边缘切口处呈现极少(如果有的话)的增厚。

[0065] 实例

[0066] 进行了如下一些实验来评价如图2所示的光学膜体的激光转换加工。图3和图4示出来有关光谱。

[0067] 膜体各自包括(a)包含50%低熔融PEN和50%PETG且厚度为0.5密耳的光学叠堆、(b)各自包括SA115聚碳酸酯且为0.2密耳厚的两个表层,以及(c)各自包括聚乙烯且为31微米厚的两个可剥保护膜层。

[0068] 对光谱的研究产生如下观察结果：

[0069] (1)四种材料(PE、PET、PEN、PC)均未在10.6微米下表现出良好吸收。

[0070] (2)PE在长波红外区域中具有极低的吸收。

[0071] (3)PC在9.25和9.9微米下具有其最强吸收。

[0072] (4)PEN在9.2微米下具有其最强吸收,而PET在9.1微米下吸收。

[0073] 在9.25微米下,PET和PEN均具有中等吸收。

[0074] 实例1:在9.27微米波长下的转换加工

[0075] 激光器为PRECOTM EAGLETM激光器,扫描器为SCANLABTM HURRYSKANTM30。激光输出功率为224W,调制速率~50%,焦斑尺寸160微米,M2<1.1。激光焦斑扫描速度分别在20英寸/秒、40英寸/秒、60英寸/秒、80英寸/秒和100英寸/秒下测试。

[0076] 当速度小于80英寸/秒时,激光切穿了光学膜体的层,但由于在激光切割边缘处表层的变色,因此边缘区域的黄化明显。

[0077] 实例2:在10.6微米波长转换加工

[0078] 激光器为COHERENTTM E400激光器,扫描器为SCANLABTM HURRYSKANTM30。激光输出功率为226W,调制速率~20%,焦斑尺寸160微米,且M2<1.1。激光焦斑扫描速度分别在20英寸/秒、40英寸/秒、60英寸/秒、80英寸/秒和100英寸/秒下测试。

[0079] PE、PET、PEN或PC聚合物材料在该波长区域均不显示出显著吸收。然而,在该实验中,相比于在9.27微米激光实验中的50%,激光调制仅为20%。

[0080] 当速度小于60英寸/秒时,激光切穿了光学膜体的层,但类似于在9.27微米波长下转换加工,边缘区域的黄化明显。

[0081] 实例3:在9.27微米波长下的转换加工

[0082] 激光器为PRECOTM EAGLETM激光器,扫描器为SCANLABTM HURRYSKANTM30。激光输出功率为224W,调制速率~50%,焦斑尺寸160微米,且M2<1.1。

[0083] 此例中,顶部可剥保护膜PE层被剥离,使用空气作为辅助气体以吹掉在激光转换加工过程中产生的蒸气。

[0084] 在至少400英寸/秒(扫描器的最大值)的速度下,割穿了顶部或外露表层、光学叠堆和底部表层。底部可剥保护膜PE层未被割穿。相比于实例1中所获得的结果,在边缘区域处未观察到黄化,即膜体的光学特性得以保持。

[0085] 实例4:在10.6微米波长下的转换加工

[0086] 激光器为COHERENTTM E400激光器,扫描器为SCANLABTM HURRYSKANTM30。激光输出功率为226W,调制速率~20%,焦斑尺寸160微米,且M2<1.1。

[0087] 此例中,顶部可剥保护膜PE层被剥离,使用空气作为辅助气体以吹掉在激光转换加工过程中产生的蒸气。

[0088] 在300英寸/秒(扫描器的最大值)的速度下,割穿了顶部或外露表层、光学叠堆和底部表层。在边缘处观察到稍有回熔和黄化。

[0089] 尽管对本发明结合其优选实施例并参照附图进行了全面描述,应注意各种变化和修改对于本领域技术人员而言是显而易见的。这种变化和修改应理解为包含于由所附权利要求书所定义的本发明的范围内,除非它们脱离本发明的范围。本文引用的所有专利、专利文档和专利公开的完整公开内容均以引用方式并入。

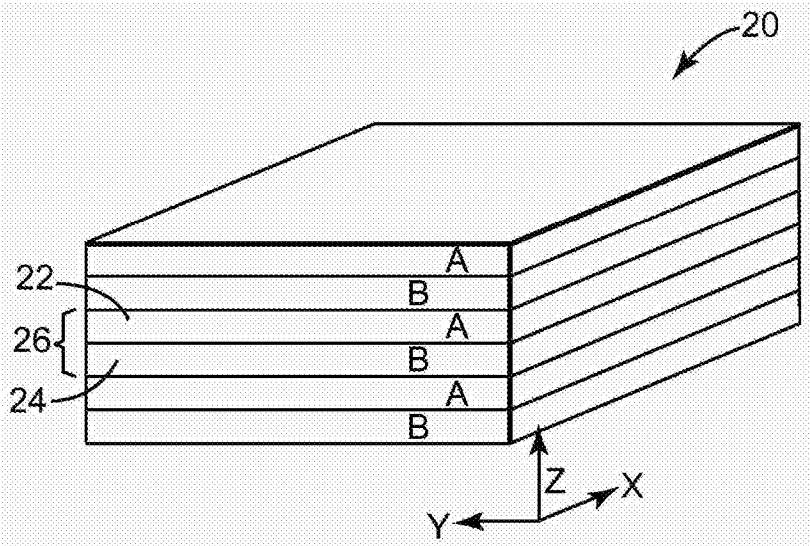


图1

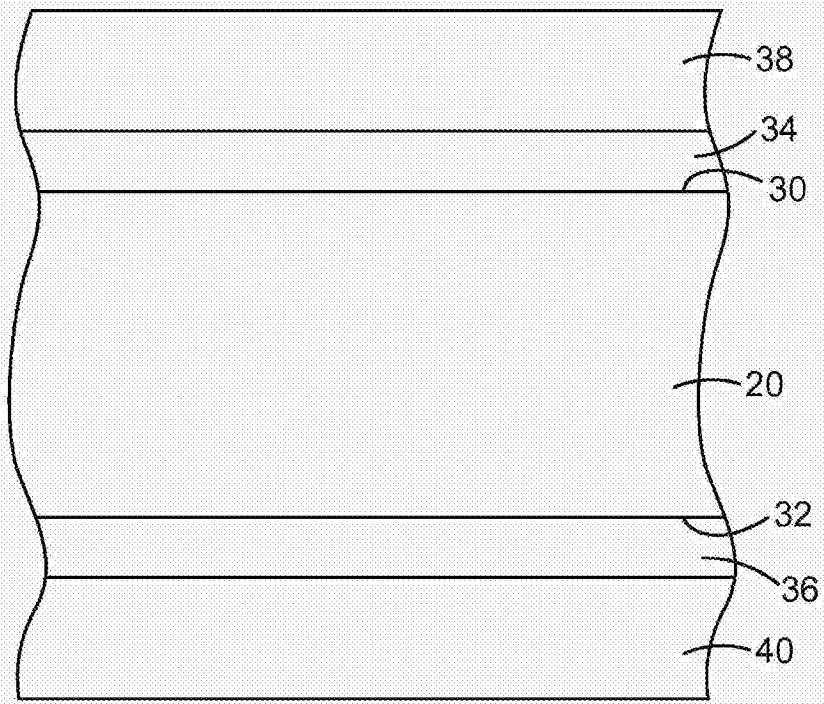


图2

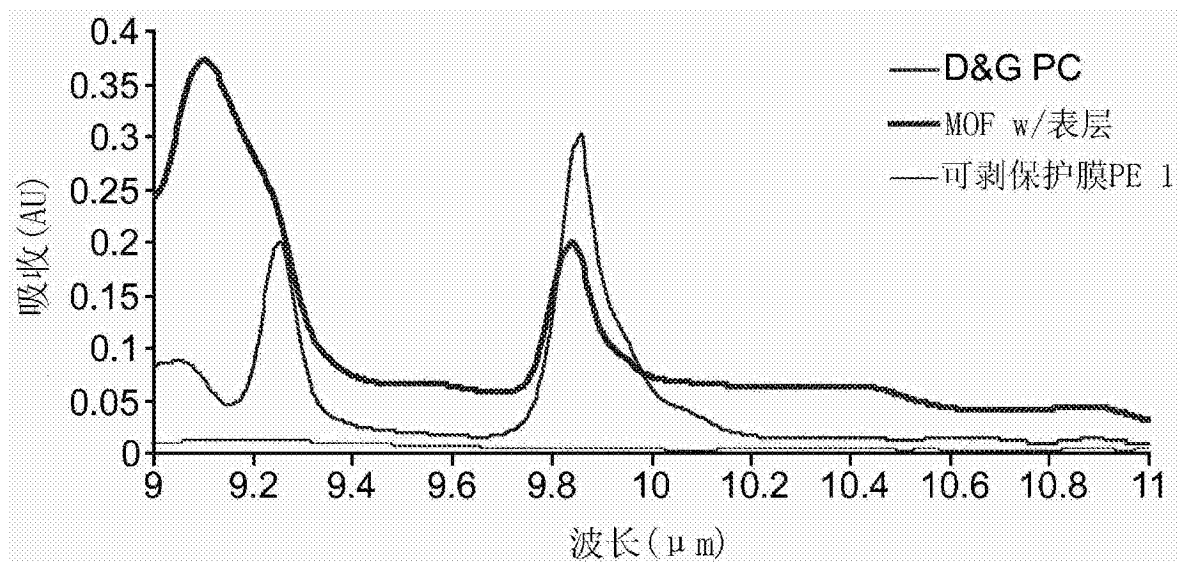


图3

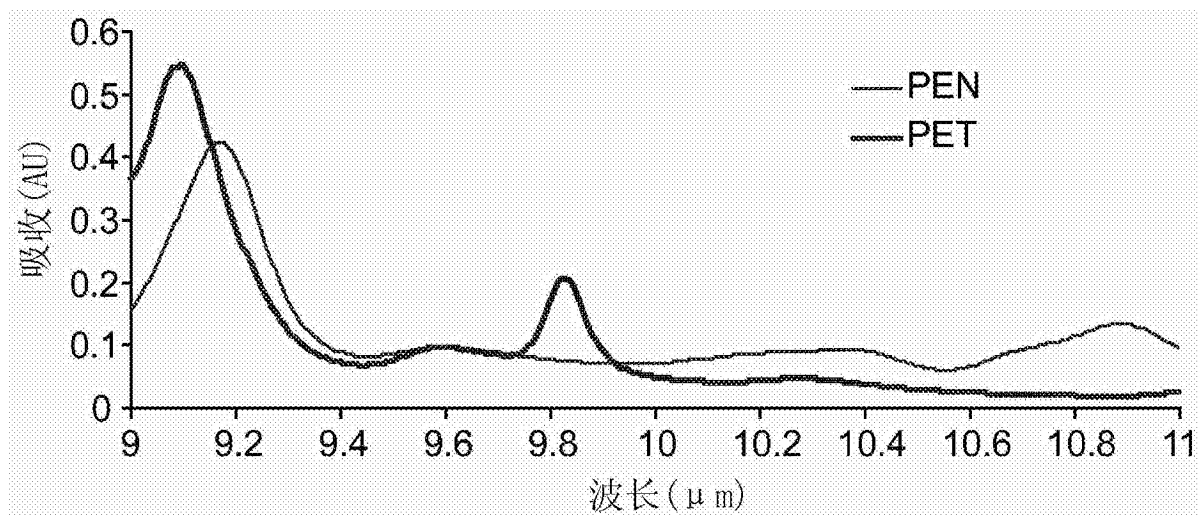


图4

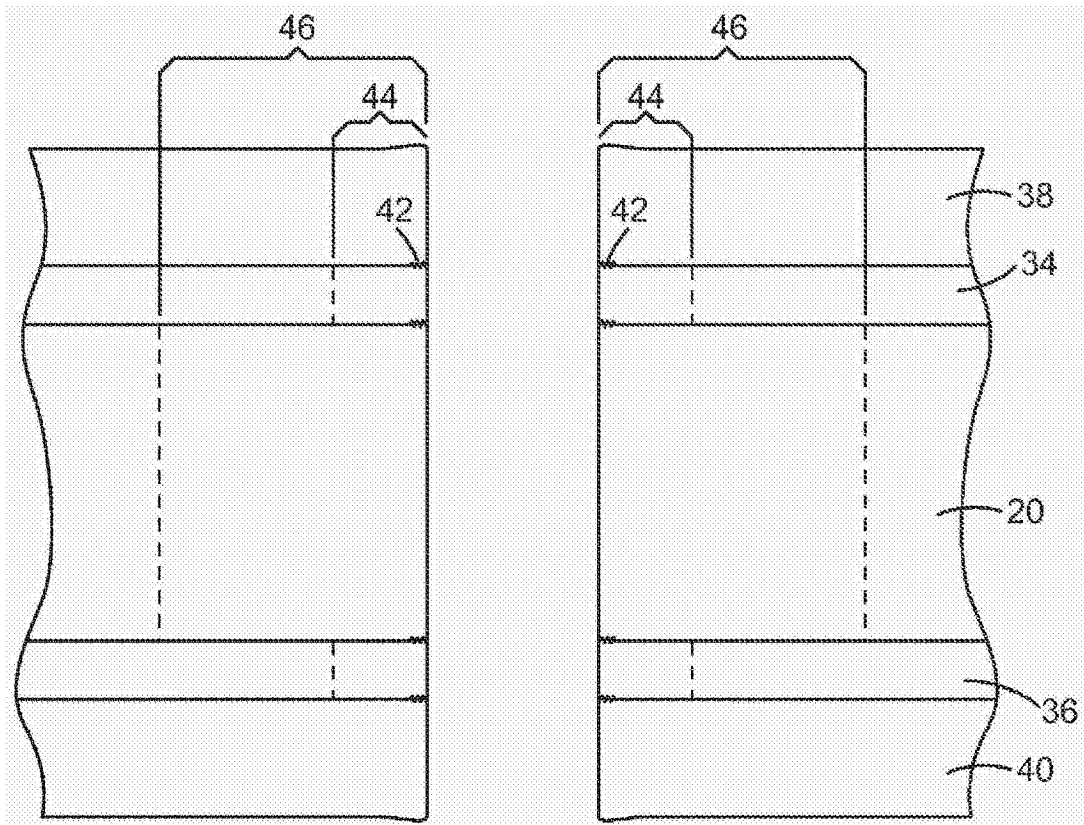


图5