[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580033045.8

[51] Int. Cl.
G02C 7/04 (2006.01)
B05C 17/02 (2006.01)
B29D 11/00 (2006.01)
G02B 1/04 (2006.01)
D06P 5/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100573234C

[22] 申请日 2005.9.29
[21] 申请号 200580033045.8
[30] 优先权
[32] 2004. 9.30 [33] US [31] 60/614,691
[86] 国际申请 PCT/EP2005/010538 2005.9.29
[87] 国际公布 WO2006/034864 英 2006.4.6
[85] 进入国家阶段日期 2007.3.29
[73] 专利权人 诺瓦提斯公司
地址 瑞士巴塞尔
[72] 发明人 B·L·阿特金斯 N·多尔
A·菲舍尔 M·H·奎因
R·施米德尔 R·C·塔克
[56] 参考文献
EP0352134B1 1994.3.2
WO2004/022659A1 2004.3.18
US2003/0152693A1 2003.8.14
US2004/0130676A1 2004.7.8
US5637265A 1997.6.10
审查员 安 蕾
[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
代理人 杨晓光 李 峥

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于制造有色接触透镜的衬垫转印方法

[57] 摘要

一种用于制造具有高质量有色图像的有色接触透镜的方法。 本发明的方法包括以下步骤：(a)将水基油墨提供给至少一个刻板，在所述刻板中形成有将被印制到所述接触透镜上的图形；(b)通过至少一个转移衬垫将所述水基油墨从所述刻板转移到至少一个用于形成接触透镜的模具的至少一个表面上；(c)至少部分固化被转移到所述模具的表面上的油墨以形成有色膜；(d)将水凝胶透镜形成材料分配到所述模具中；以及(e)固化所述模具中的透镜形成材料以形成所述接触透镜，从而所述有色膜从所述模制表面脱离并变为与所述接触透镜体结合；其特征在于，在油墨转移期间，在所述转移衬垫紧邻处的相对空气湿度在标准气压和温度下保持高于50%。

1. 一种制造有色水凝胶接触透镜的移印方法，包括以下步骤:

（a）将水基油墨提供给至少一个刻板，在所述刻板中形成有将被印制到所述接触透镜上的图形;

（b）通过至少一个转移衬垫将所述水基油墨从所述刻板转移到至少一个用于形成接触透镜的模具的至少一个表面上;

（c）至少部分固化被转移到所述模具的表面上的油墨以形成有色膜;

（d）将水凝胶接触透镜形成材料分配到所述模具中；以及

（e）固化所述模具中的透镜形成材料以形成所述接触透镜，从而所述有色膜从所述模具的表面脱离并变为与所述接触透镜体结合;

其特征在于，在油墨转移期间，使在所述转移衬垫紧邻处的相对空气湿度在15-30摄氏度的温度下保持高于50%。

2. 根据权利要求1的方法，其中所述相对空气湿度在60至90%之间。

3. 根据权利要求1的方法，其中所述相对空气湿度在75至80%之间。

4. 根据权利要求1的方法，其中通过由加湿器在涂油墨的所述衬垫上吹湿润的空气，而将所述相对空气湿度保持为高于50％。

5. 根据权利要求1的方法，其中还将湿润空气吹到涂油墨的所述刻板和涂油墨的所述模具上。

6. 根据权利要求1的方法，其中通过层流气流将所述相对空气湿度保持为高于50%。

7. 根据权利要求1的方法，其中，在通过所述转移衬垫从所述刻板接收墨汁紧前、期间或紧后，将用于形成接触透镜的模具输运且放置在印制单元中，其中所述印制单元包括至少一个刻板、至少一个转移衬垫和至少一个固化装置，并且其中当在所述印制单元中执行步骤（a）、（b）和（c）之后将用于形成接触透镜的模具从所述印制单元移走，其中，通过输运子系统沿预定路径将所述模具移入所述印制单元。

8. 根据权利要求7的方法，其中所述输运子系统在印制单元中交替处

于静止位置或移动，其中所述模具在一个静止位置的时间不长于30秒。

9. 根据权利要求8的方法，其中所述输运子系统在步骤（b）期间处于静止位置。

10. 根据权利要求1的方法，其中所述水基油墨的粘度高于100厘泊，并且包括：至少一种着色剂、具有烯键式不饱和基团的水溶性粘合剂聚合物、引发剂、以及表面活性剂。

用于制造有色接触透镜的衬垫转印方法

技术领域

本发明总体涉及一种用于制造有色接触透镜的方法。更具体是，本发明涉及一种用于制造具有良好图像质量的有色水凝胶接触透镜的衬垫转印方法。

背景技术

具有一种或更多分散于透镜中或印制在透镜上的着色剂的接触透镜的需求量很高。这些有色接触透镜可以增加眼睛的美观，或在佩戴者的虹膜上提供独特的图形，或提供非装饰性图形或标记，例如旋转标记、反向标记、产品／商标码、批号、“DEMO”透镜等，其有利于佩戴者、眼睛护理工作者和制造者。

一种已知的在接触透镜上喷墨的方法涉及油墨转印。根据这种方法，首先将希望转移到透镜上的有色膜沉积在模制表面上，在所述模具中将随后形成透镜。液体有色膜的图形可以通过蚀刻或激光处理金属或陶瓷片而提供。蚀刻图形随后采用合适的油墨填充，采用合适的刮涂装置整平，在其上压印软硅橡胶转印模或衬垫从而将图形转移至衬垫表面。将包含图像的衬垫送入形成透镜的模具中，并对其在正确的位置按压以转移图形从而形成有色膜。随后对有色膜进行部分或完全固化。然后，将形成透镜的材料加入模具中并且对其光或热固化以形成接触透镜，由此，有色膜从模制表面脱离并与接触透镜体体结合。

若干种有机溶剂基油墨已用于在接触透镜上的有色图像油墨转印技术。实际中，由于对有色接触透镜增长的需求，其需要批量制造有色接触透镜，理想的是利用一种能溶于水的油墨。水基油墨的使用可以简化有色接触透镜自动化生产，从而获得更加环境友好和不昂贵的产品。

在采用水基油墨用于接触透镜上的有色图像的油墨转印时，发现油墨转移程度以及其涂敷和分层程度取决于几个因素。其中包括，将油墨从刻板转移至模具所需要的时间；接触透镜的材料和油墨成分。

具体是，已经发现水基油墨在从刻板获取油墨之后和被沉积在模具之前在衬垫上持续保持的时间更长，导致图像质量降低。这是由于油墨在衬垫上被干燥。即使粘附时间非常短（1 至 5 秒），油墨开始干燥并且最终足够长的延迟将导致油墨在衬垫上完全干燥，并且在其被转移到模具时削弱了油墨转移或严重降低了图像。

此外，当接触透镜的形成材料是一种水基单体时，意外地发现透镜的机械强度与油墨和空气中的水含量密切相关

因此，需要研发一种制造能提高图象质量而不影响透镜质量的有色接触透镜的水基油墨转印方法。

发明内容

本发明提供了一种用于制造有色水凝胶接触透镜的衬垫转印方法，其步骤包括:

（a） 将水基油墨供给到至少一个刻板中，在所述刻板上形成有将被印制到接触透镜上的图形;

（b）通过至少一个转移衬垫将水基油墨从刻板转移至至少一个用于形成接触透镜的模具的至少一个表面上;

（c） 至少部分固化转移到模具上的油墨以形成有色膜;

（d） 将水凝胶透镜形成材料分配到模具中；以及

（e） 固化模具中的透镜形成材料以形成接触透镜，从而有色膜从模制表面脱离并且与接触透镜体结合;

其特征在于，在油墨转移期间，使在转移衬垫紧邻处的相对空气湿度在标准气压和温度下保持高于 50％。

附图说明

图 1 示出了将被印制在接触透镜上的图形；

图 2 示出其上印有图 1 的图形的接触透镜；在油墨转移期间的空气湿度为 0%，而油墨的“接收至脱离时间”为 15 秒；

图 3 示出其上印有图 1 的图形的接触透镜；在油墨转移期间的空气湿度为 80%，而油墨的“接收至脱离时间”为 15 秒；

图 4 示出其上印有图 1 的图形的接触透镜；在油墨转移期间的空气湿度为 80%，而油墨的“接收至脱离时间”为 30 秒。

具体实施方式

本发明涉及一种制造模制有色接触透镜的方法，该透镜包含透明的中央可视部分和在其余表面的至少部分上的有色图像。有色图像可以是装饰性图形，例如，彩虹状图形、时尚图形（例如 Wild Eye™）、定制（MTO）图形、修复图形等；反向标记，其允许使用者容易地处理和插入接触透镜；复曲面旋转标记，或接触透镜库存单位（SKU），其例如为数字或条形码的形式。有色图像可以是单色或多色图像。

本发明通过以下实施例得以更好地说明。

根据一个实施例，首先通过根据任何已知的涂墨方法的油墨供给装置对至少一个刻板涂覆水基油墨，并且采用合适的刮片将多余的油墨刮平。使至少一个转移衬垫、优选一组转移衬垫从刻板上接收油墨，并将其转移至至少一个形成接触透镜的模具的至少一个表面上。当在从刻板上接收油墨之后和将其沉积在模具上之前油墨附着在衬垫上时（“接收至脱离时间”），在衬垫的紧邻处产生包覆的或环绕的湿润空气，或可选的是，将湿润的空气吹向衬垫，以保持相对空气湿度高于 50%，从而防止油墨干燥，如图 3 和 4 所示。此外，还将湿润空气吹向涂墨的刻板和／或涂墨的模制表面上。

湿润空气可以是定向的或散布的，取决于所采用的衬垫转印机的结构。常用的空气流在 700 和 950 ml/分钟之间。然而，空气流可以根据所采用的设备而调整和优化。相对空气湿度应该足够高以防止油墨干燥，但是它不

可以影响接触透镜的形成。在标准气压和温度下，优选空气相对湿度为 50 至 100%，更优选为 60%至 90%，而更加优选为 75 和 80%。其中标准温度为从 15 至 30 摄氏度，优选为从 23 至 28 摄氏度。术语标准气压也可以指环境气压。在本发明的优选实施例中，标准气压还包括层流空气流的动态压。标准气压的范围限定为从 800 至 1200（ $\times 10^2$Pa），优选为 950 至 1050（ $\times 10^2$Pa），最优选为从 980 至 1020（ $\times 10^2$Pa）。

湿润的空气可以通过采用加湿装置例如实验室起泡器产生，或者可由任何设计用于连接导管或直接进入印刷机周围空气中的工业加湿器来产生。例如可使用来自 JS Humidifiers plc 的移动环境控制系统来提供温度和湿度受到控制的空气。在优选实施例中，可以采用也来自 JS Humidifiers plc 的 JetSpray™ 加湿器。在加湿器中，将压缩空气雾化以产生细的喷射流，其迅速蒸发以直接将空气中的湿度或将空气处理单元中的空气湿度升高至希望水平。JetSpray™ 加湿器包含合适数量的安装在一个或多个定制管道上的雾化喷嘴，所述管道穿过气流安装。湿度分布通过选择喷嘴的容量、合适的管道间隔、喷嘴的正确位置和灵活取向而得以确保。在更加优选的实施例中，当印制时在衬垫刻板和模具附近产生湿润空气的层流。

在将油墨施加于至少一个模具的至少一个模制表面上之后，可以通过合适的固化装置，其为加热的或优选通过 UV 或其他光化辐射例如电离辐射（例如 γ 射线或 X-射线辐射）、微波辐射等，而对印刷的油墨进行至少部分预固化，以形成根据本发明的有色膜。固化装置可以是普通的灯，其优选具有一个或最优选具有几个光纤探头，这样，一个灯可以同时为几个模具提供照明。优选，灯是 UV 汞灯，尤其是掺杂中压汞灯，从而例如可采用来自 Philips 的中压灯 HPA 2020 或来自 Heraeus 公司的可比较的中压灯。可选的是，可单独使用 Hamamatsu 灯或 Dr Groebel 灯，或可将其结合合适的滤光器和／或聚光器使用。

光纤探头通常具有的长度为 0.3 至 6m，并且有利地是形成为液体光纤，因为这些尤其适合于传送 UV 光。优选的预固化时间为从 0.1 至 10 秒，优选为从 0.5 至 5 秒，更优选为从 1 至 2 秒。

在预固化之后，优选，利用自动分配器将水凝胶透镜形成材料分配到印制的模具的透镜形成腔中。随后通过在美国专利5,034,166具体参考第9栏，第35至61行中所描述的旋转浇铸法、或优选通过铸塑成型法而形成接触透镜。对于铸塑成型，模具通常包括至少两个半模，即第一和第二半模。第一半模限定第一模制（或光学）表面，而第二半模限定了第二模制（或光学）表面。将第一和第二半模设置成彼此接合，以在第一模制表面和第二模制表面之间形成透镜形成腔。半模的模制表面是模具的腔形成表面并且直接接触透镜形成材料。在将印制的模制表面或半模与对应的另一个半模配合并采用气闭系统闭合模具之前，允许印制的模制表面或半模等待10秒，优选为5秒。其中对透镜形成材料进行光化固化或热固化，从而有色膜从模制表面脱离并且与接触透镜体结合。

根据优选实施例，印制单元包括：至少一个刻板、至少一组转移衬垫、可选的至少一个水基油墨供给装置、至少一个加湿装置和至少一个固化装置。在这种情况下，必须在转移衬垫从刻板接收油墨紧前、期间或紧后，将接触透镜形成模具放置在印制单元中。只有在预固化被印制在透镜形成模具上的油墨之后，才将模具从印制单元移走。在印制单元外部，以水凝胶透镜形成材料填充透镜形成模具。水凝胶透镜形成材料随后被光化或热固化，从而有色膜从模制表面脱离并且与接触透镜体结合。

根据该实施例，严格控制印制单元中的空气湿度和空气温度。在每次对衬垫涂墨时，可以将湿润空气吹到衬垫上，或者可以通过自动化的层流气流在印制单元中保持恒定的相对湿度和温度，在所述层流气流中温度和相对空气湿度是恒定的或被周期测量且调节至适当的值。

根据更优选的实施例，印制单元是部分或完全自动化的有色接触透镜生产线的一部分。通过工厂中的合适的输运子系统，将至少一个、优选几个透镜形成模具同时沿着预定路径移动进入印制单元，其中根据以上所述方法在一个模具或同时在几个模具上印制。可以将透镜形成模具连续地移动通过印制单元，然而优选，模具在印刷过程的至少一个步骤期间是静止的。优选，模具在静止位置的时间不超过30秒，更优选为不超过10秒，

且最优选为不超过 5 秒。本发明可采用任何已知的合适的衬垫转印结构。衬垫转印结构包括但不限于 Tampo-型印制结构（Tampo vario 90/130）、橡胶压模、套管、直接印制衬垫、或转印衬垫，它们是本领域公知的。这些印制衬垫优选包含硅氧烷或聚氨基甲酸酯。这些聚合物的弹性使得油墨能够暂时粘附在衬垫上并且在它接触接触透镜模具时能完全从衬垫上释放。

本发明中采用的刻板可以由陶瓷或金属（例如钢）制成。如果刻板由钢制成，理想的是通过加入缓冲液（例如，磷酸盐）而使得水基油墨的 pH 值为中性（例如调节 pH 至 6.8 ~ 7.8）。可以根据本领域已知的任何方法而将图像蚀刻入刻板中，例如，通过化学蚀刻或激光烧蚀等。可以在使用刻板对其清洗，例如在合适的溶剂中浸泡、声处理、或机械摩擦。在较浅刻板（例如 20 微米深）的情况下，尤其优选进行清洗，其中油墨积聚会导致图形的更快变差。

用于本发明中的接触透镜形成模具一般包括至少两个半模，即第一和第二半模。第一半模限定了第一光学表面而第二半模限定了第二光学表面。第一和第二半模被设置成彼此接合以在第一模制表面和第二模制表面之间形成透镜形成腔。半模的模制表面是模具的腔形成表面并且直接接触透镜形成材料。

透镜形成模具可采用本领域公知的用于制造模具的所有材料制成。其实例是聚合材料，例如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、PMMA、Topas®COC 级 8007-S10 （乙烯和降冰片烯的纯无定形共聚物，来自 Ticona GmbH of Frankfurt, Germany and Summit, New Jersey），或石英、玻璃或蓝宝石。模具可以是一次性的或重复利用的。在制造透镜之后，可以利用水或合适的溶剂对可重复利用的模具迅速清洗并且有效去除未交联的预聚物和其他残渣，并可在空气中干燥。

在优选实施例中，当透镜形成材料是溶液、无熔剂的液体、或可选地存在其它成分的一种或更多预聚物的熔融物时，采用可重复使用的模具，并且在光化辐射的空间界限下光化固化透镜形成材料以形成有色接触透

镜。在这种情况下，将透镜形成材料放入由两个半模组成的模具中，两个半模优选的彼此不接触，而是在它们之间设置有环状设计的薄间隙。间隙连接模具腔，以便多余的透镜材料可以流入间隙中。

接触透镜的两个相对的表面（前表面和后表面）由所述两个光学表面限定，而其边缘由光化辐射的空间界限而不是由模具的壁所限定。通常，只有在由两个模制表面限定的范围内、和空间界限的清晰限定的周缘的投影的透镜形成材料被交联，在空间界限外缘之外和紧邻的任何透镜形成材料未被交联，从而接触透镜的边缘是光滑的并且精确复制了光化辐射的空间界限的尺寸和几何形状。

本发明结合采用的水基油墨是一种溶剂为水的油墨。油墨还可以（但是优选不）包含除水之外的有机溶剂。水基油墨包含至少一种着色剂或颜料。颜料的选择并不严格。颜料可以是提供希望颜色的任何着色物质或其组合物。

水基油墨优选还包含具有烯键式不饱和基团的水溶性粘合剂聚合物。优选，粘合剂聚合物是选自于以下物质的水溶性的可光化交联的预聚物：水溶性可交联聚（乙烯醇）预聚物；水溶性乙烯基封端的聚氨基甲酸酯；聚乙烯醇、聚乙烯亚胺或聚乙烯胺的衍生物；水溶性可交联聚脲预聚物；可交联聚丙烯酰胺；乙烯基内酰胺，甲基丙烯酸甲酯和共聚单体的可交联统计共聚物；乙烯内酰胺、乙烯基乙酸酯和乙烯醇的可交联共聚物；具有可交联侧链的聚醚-聚酯共聚物；分支的聚亚烷基二醇脲烷预聚物；聚亚烷基二醇四（甲基）丙烯酸酯预聚物；可交联聚烯丙基胺葡糖酸内酯预聚物，及其混合物。更优选的是，水溶性、光化可交联预聚物是一种透镜形成材料的可聚合成分。

更优选的是，水基油墨还包括足够量的引发剂、优选光引发剂，以使油墨的固化时间为原有固化时间的小于等于约 50%，优选小于等于 40%，更优选小于等于 25%，尤其优选小于等于 15%。任何合适的光引发剂可用于油墨的组成中。发明者目前优选的光引发剂是 Irgacure®2959、Irgacure®907、Irgacure®500、Irgacure®651、Irgacure® 369、Darocure®1173

或 Darocure®4265。（Irgacure®和 Darocure®是 Ciba Speciality Chemicals Inc., Basel, Switzerland 的注册商标。）

最优选的水基油墨还包括表面活性剂。优选的表面活性剂的实例是炔二醇基表面活性剂，例如 Surfynol®420 表面活性剂（乙氧基化炔二醇）。在本发明油墨中的 Surfynol®420 表面活性剂的浓度优选为约 0.03 重量%至约 0.16 重量%。（Surfynol®是美国 Air Products and Chemicals 的注册商标。）

在优选实施例中，本发明结合使用的油墨包含：水，其含量为约 30 重量%至 98 重量%，优选为约 50 重量%至 93 重量%；水溶性且可光化固化的粘合剂聚合物，其含量为约 2 重量%至 40 重量%，优选为约 6 重量%至 30 重量%；至少一种着色剂，其含量为约 0.5 重量%至 30 重量%，优选为约 1.5 重量%至 20 重量%；快速扩散的表面活性剂（优选为炔二醇基表面活性剂，更优选为 Surfynol®420 表面活性剂），其含量为约 0.03 重量%至约 0.20 重量%；以及光引发剂，其含量为约 0.4 重量%至约 2.4 重量%，更优选为约 0.55 重量%至约 2.1 重量%，更优选为约 0.7 重量%至约 1.5 重量%。

优选，水基油墨的粘度为大于约 100 厘泊（cps），更优选为高于 200cps，更加优选为高于 350 cps。油墨溶液的粘度可高至大约 5000 cps，但是优选在大约 900 至大约 3500 cps 之间。

任何本领域已知的透镜形成材料可用于本发明。优选的透镜形成材料能形成水凝胶。透镜形成材料可以由乙烯类单体例如 HEMA（甲基丙烯酸羟乙酯）制成或者可以包含：一种或更多预聚物、可选的一种或更多乙烯单体以及／或者大分子单体、以及可选地还包括各种成分，例如光引发剂、可视着色剂、填料等。可以理解，任何含硅氧烷的预聚物或任何无硅氧烷的预聚物可用于本发明中。虽然透镜形成材料的选择很大程度上取决于最终接触透镜采用的最后形式，目前优选的透镜材料 是改性聚乙烯醇预聚物，如 EP-A-641806 所公开的，例如 Nelfilcon（美国 Ciba Vision Corp 的一种产品）。Nelfilcon 尤其优选是因为，它是水溶性的，并且可以在几秒

钟之内从其形成具有光学质量的完成透镜，而不必要求随后的提取或精加工步骤。

这里所用的接触透镜的“前表面”，指在配戴期间远离眼睛并且通常基本凸出的透镜表面。这里所用的接触透镜的“后表面”，指在配戴期间面对眼睛并且通常基本凹入的透镜表面。虽然在接触透镜的前或后表面或者两面都可以印刷，优选在透镜的前表面施加油墨。然而，通过在前后表面均提供图形可获得特殊的装饰效果。例如，可将一种颜色的有色图形施加于透镜的后表面或相应的半模上（例如，白色），并可以将相同或不同的有色图形施加于透镜的前表面或相应的半模上（例如，深蓝色）。这将使透镜具有多色的纹理外观而外观逼真，或者具有利用白色背景的明亮色彩而反射给观察者。

如果通过印制模具的两面而将油墨施加在透镜的两面上，如前所述将图形贴附在模具的后和前表面。将透镜形成单体混合物的部分提供给每个半模，并且对其每个进行部分聚合以将图形固定在透镜的前后表面。将两个半模结合，并对结合体互聚合以完全固化和形成在两面都具有图形的透镜。此外，透镜形成材料可以包括少量的颜料，以给整个透镜增加均匀透明的色彩。

接触透镜在印制之前可以是纯净的。可选的是，接触透镜在印制之前可以先着色。也就是，在采用本发明的印制方法印制透镜之前可以采用本领域共知的方法将一种着色剂加入到透镜中。

根据所述方法制造有色接触透镜允许延长衬垫上的油墨的“接收至脱离时间”，并且有助于改善图像质量。例如，图 1 示出将被印制在接触透镜上的图形；图 2 示出其上印制有图 1 的图形的接触透镜，其中在油墨转移期间的相对空气湿度为 0%，且衬垫上的油墨的“接收至脱离时间”为 15 秒。图 3 示出具有相同“接收至脱离时间”的其上印制有图 1 的图形的接触透镜，其中在油墨转移期间的相对空气湿度为 80%。很清楚地观察到，对于给定的“接收至脱离时间”，转移的油墨量取决于相对空气湿度。图 4 示出其上印制有图 1 的图形的接触透镜。在油墨转移期间的高的相对空

气湿度（80%）允许获得较好的图像质量，即使“接收至脱离时间”为30秒。优选的油墨“接收至脱离时间”的范围在0.5至10秒之间，更优选在2至5秒之间。

尤其优选的是，根据本发明在接触透镜上形成的有色图像将通过灭菌－保全测试以及至少一个手指摩擦测试，以证明油墨的粘附性并对透镜的机械稳定性提供第一指示。手指摩擦测试如下进行：将水合接触透镜从保存溶液例如缓冲盐溶液中取出，并且在两个手指或在手指和手掌之间计数摩擦大约10秒。如果观察到和显微（~10X）观察到着色剂的渗色、模糊或分层，则指示摩擦测试失败。摩擦测试的失败也是透镜机械性能较差的第一指示。

“通过灭菌－保全测试”指在例如高压灭菌、UV光辐射、X-射线等的灭菌步骤之后，没有观察到明显的脱色或分层。优选，透镜还通过粘附测试，其中用棉花持续摩擦透镜，并且确定粘附在其上的颜色量。

意外的是，观察到，不仅油墨对透镜的粘附程度取决于空气湿度。事实上，透镜尤其由水基单体形成的透镜的机械性能，取决于在印刷期间的相对空气湿度、预固化以及固化时间和配方。特别是，较高的相对空气湿度有助于获得机械性能更稳定的透镜。

下表示出了这些效果。温度为大约26摄氏度，气压为大约1013×10^2 Pa，以及透镜形成材料为Nelfilcon。

表 1

测试号	Uv- 剂 量 (mJ/cm^2) 预固化 1 / 预固化 2 / 固化	相对空气湿度	摩擦测试成功率	粘附测试成功率
120904-5	20/14/30	73%	73%	100%
120904-4	20/14/30	75%	88%	100%
120904-2	20/14/30	77%	96%	100%
160904-1	20/14/35	77%	97.4%	100%
160904-3	20/20/30	77%	91%	100%
160904-5	22/22/30	77%	86.5%	100%

更加优选的是，根据本发明形成的有色接触透镜将通过机械测试。

机械测试用于确定机械性能，例如模量、最大应力、最大延伸率、以及接触透镜材料的韧性。张力测试在 Vitrodyne V1000 机械测试仪或者 MTI Phoenix 机械测试仪上进行。将接触透镜材料切成细条，确定其厚度，并且将细条固定在机械测试仪的夹具之间。随后将夹具之间的细条浸没在标准测试介质中，即磷酸盐缓冲溶液（PBS）。在测试过程中，缓慢将夹具移动分开（例如 200 微米/秒），记录细条的应力和应变，直至细条破裂。基于记录的数据，基于已知的方法确定模量（MPa）、韧性（kJ/m^3）、最大应力（MPa）、最大应变（微米/微米）和最大延伸率（%）。对于每个参数，将特定范围设置为在规格内，即通过机械测试。

下表显示了结果。温度为大约 27 摄氏度，气压为大约 1013×10^2 Pa，并且透镜形成材料为 Nelfilcon，UV 剂量保持恒定。

表 2

测试号	相对空气湿度	结果
1574-68-2	62.5%	所有透镜通过机械测试 没有涂污
1574-68-3	61.7%	所有透镜通过机械测试 没有涂污
1574-69-1	47.6%	仅有 20%透镜通过机械测试 可见涂污

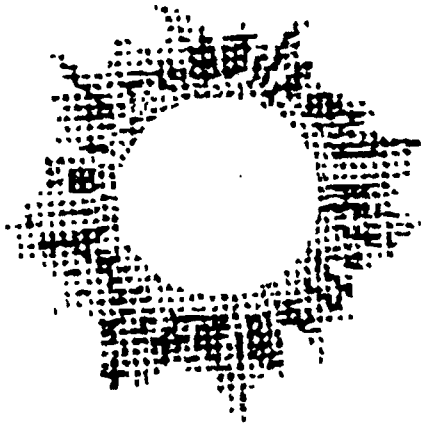


图 1

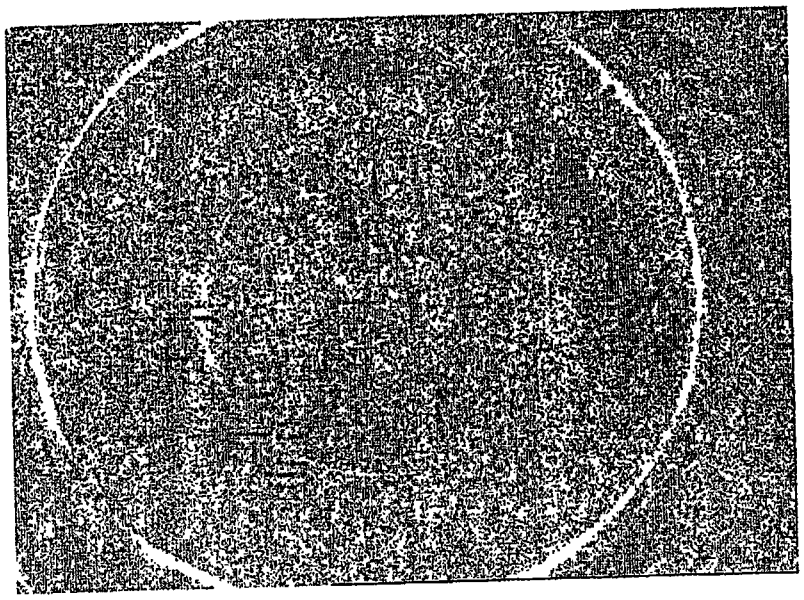


图 2

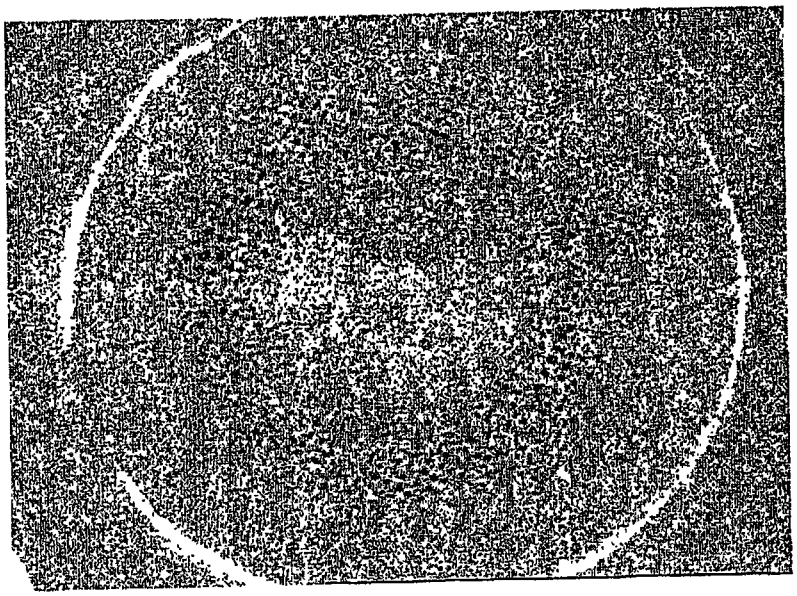


图 3

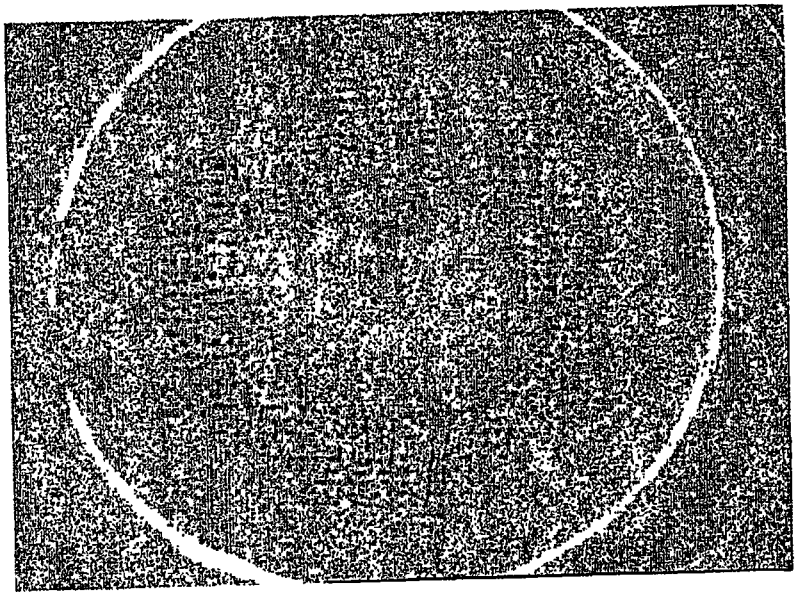


图 4