

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G03F 7/075

G03F 7/20 G02B 6/16



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200310124951.1

[43] 公开日 2004年8月25日

[11] 公开号 CN 1523447A

[22] 申请日 2003.12.2

[21] 申请号 200310124951.1

[30] 优先权

[32] 2002.12.2 [33] US [31] 10/307, 904

[71] 申请人 希普雷公司

地址 美国马萨诸塞

[72] 发明人 J·G·谢尔纳特

M·L·莫伊尼汉 O·帕特森

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 任宗华

权利要求书2页 说明书19页

[54] 发明名称 光致成像波导组合物以及由此构成的波导

[57] 摘要

提供适用于形成光波导的可光限定组合物。所述组合物包括含有通式($R^1SiO_{1.5}$)和($R^2SiO_{1.5}$)的多个单元的倍半硅氧烷聚合物,其中 R^1 和 R^2 不相同,均为取代或未被取代的有机侧链基,并且不含羟基,还包括两个或多个功能端基,以及光敏成分。所述倍半硅氧烷聚合物的溶解度在暴露于光化辐射时可被改变以使得组合物可在显影剂水溶液中显影。还提供用本发明组合物形成光波导的方法,光波导,以及包括一个或多个光波导的电子器件。

ISSN 1008-4274

1. 一种适用于形成光波导的可光限定组合物, 包括:
倍半硅氧烷聚合物, 其包括:
5 通式($R^1SiO_{1.5}$)和($R^2SiO_{1.5}$)的多个单元, 其中 R^1 和 R^2 不相同, 均为取代或未被取代的有机侧链基, 并且不含羟基; 和
两个或多个功能端基; 以及
光敏成分,
其中通过暴露于光化辐射下, 倍半硅氧烷聚合物的溶解度被改变以使得组
10 合物可在显影剂水溶液中显影。
2. 一种适用于形成光波导的可光限定组合物, 包括:
倍半硅氧烷聚合物, 其包括:
通式($R^1SiO_{1.5}$)的多个单元, 其中 R^1 为不含羟基的取代或未被取代的有机
侧链基; 和
15 一个或多个羟基端基; 以及
光敏成分,
其中所述倍半硅氧烷聚合物的羟基含量为0.5至15摩尔百分比。
3. 如权利要求2的可光限定组合物, 其中倍半硅氧烷进一步包括通式
($R^2SiO_{1.5}$)的多个单元, 其中 R^1 和 R^2 相同或不同。
- 20 4. 如权利要求1或3的可光限定组合物, 其中 R^1 和 R^2 之一为取代或未被取代的芳基, R^1 和 R^2 的另一个为取代或未被取代的脂肪基。
5. 如权利要求1或4的可光限定组合物, 其中 R^1 和 R^2 之一为苯基, 而 R^1 和 R^2 中的另一个为甲基。
6. 如权利要求1-5中任一项的可光限定组合物, 其中倍半硅氧烷聚合物
25 进一步包括通式($(R^3)_2SiO$)的单元, 其中 R^3 为取代或未被取代的有机基团。
7. 如权利要求1-6中任一项的可光限定组合物, 进一步包括增韧剂。
8. 一种形成光波导的方法, 包括:
(a) 在衬底上沉积一层根据权利要求1-7中任一项的可光限定组合物,
其中该涂层的折射率比衬底的折射率高;
30 (b) 将涂层的一部分暴露于光化辐射中; 和

(c) 显影已曝光的涂层, 由此形成光芯结构。

9. 如权利要求 8 的方法, 其中显影步骤是通过将所述曝光涂层和显影剂水溶液相接触而实现的。

10. 如权利要求 8 或 9 的方法, 进一步包括在光芯结构上沉积包层的步骤。

5 11. 如权利要求 8-10 中任一项的方法, 其中包层包括倍半硅氧烷聚合物。

12. 如权利要求 8-11 中任一项的方法, 其中倍半硅氧烷聚合物进一步包括通式 $(R^3)_2SiO$ 的单元, 其中 R^3 为取代或未被取代的有机基团。

13. 如权利要求 8-12 中任一项的方法, 其中可光限定组合物进一步包括增韧剂。

10 14. 一种光波导, 包括光芯和包层, 其中光芯由权利要求 1-7 中任一项的可光限定组合物形成。

15. 一种电子器件, 包括一个或多个权利要求 14 中的波导。

光致成像波导组合物以及由此构成的波导

5 技术领域

本发明通常涉及波导领域。特别地，本发明涉及适用于形成光波导的可光限定组合物。本发明进一步涉及形成光波导的方法。本发明还涉及光波导和包括光波导的电子器件。

背景技术

- 10 光在数据传输和通信中正变得越来越重要。例如，在许多应用中，光缆已经取代了传统的电缆。光波导通常包括光芯材料和环绕光芯材料的包层。光辐射在光芯材料中传播，并被限制在包层内，所述包层具有比光芯材料低的折射率。波导可以单独使用或以基片上支撑的阵列的方式使用，并且一般将光辐射传输通过基片表面。波导通常对光辐射执行一种无源功能，以使用特别的方式
- 15 改变来自输入信号的输出信号。例如，分离器将一个波导中的光信号分成两个或多个波导；耦合器将来自两个或多个波导的光信号增加为较少数量的波导；波分复用（“WDM”）结构通常通过采用相位阵列设计或光栅将输入光信号分成光谱离散的输出波导。光谱滤光器，偏振器和隔离器可以结合到波导设计中。或者，波导可具有有源功能，其中输入信号通过与第二光或电信号相互作用而
- 20 改变。典型的有源功能包括放大和像利用电-光，热-光或声-光器件进行的转换。

- 已知的波导制造方法包括，例如，将玻璃纤维手工装入衬底上中空的外部区域（out area）；将一种聚合物材料填充到所需结构的模具中，其中所述聚合物材料被热固化并随后从模具中取出；将体波导材料（bulk waveguide material）
- 25 沉积在衬底上，继之以利用体波导层上的光致抗蚀剂的标准光刻法和蚀刻构图工艺（etching patterning process）。可是，上述方法都有缺点，如需要多个步骤来确定波导，潜在的侧壁粗糙问题，有限的分辨能力以及增加的劳动力成本。

- 已经提议使用光致成像材料形成波导。上述材料有助于使用比上述传统工
- 30 艺更少的工艺步骤来形成波导。在本发明的显影中，提议使用多种羟苄基倍半

硅氧烷来制造光致成像波导。认为在苯基环侧基团上提供羟基使氢氧化物水溶液中的组合物显影。从加工的观点出发,出于各种原因希望使用显影剂水溶液代替溶剂(也就是有机)基显影剂。例如,与溶剂基显影剂相比,含水显影剂能够以对环境有利的方式安全地处理并且不会对处理这些材料的人造成健康风险。然而,已经确定,由建议使用的羟苄基倍半硅氧烷材料形成的波导,其在一定波长处的光损耗特性比所要求的高。例如,已经观察到上述材料1550nm波能量处具有相对较高的吸收率,所述波长是在光电子工业中采用的重要波长之一。这导致在该波长处具有光损耗。该损耗被认为是光致成像材料中过高的羟基含量所引起的。

10 因此在本领域中需要适合用于制造光致成像的光波导中的组合物,所述组合物具有改善的光损耗特性以及保持显影剂水溶液中的显影能力。在本领域中还需要由这些组合物形成的波导,形成这种波导的方法,以及包括这种波导的光电器件。

发明内容

15 惊奇地发现,利用本发明的可光限定组合物能够容易地制备光波导。

在本发明的一个方面,提供一种适用于形成光波导的可光限定组合物。该组合物包括:倍半硅氧烷聚合物,其包括通式($R^1SiO_{1.5}$)和($R^2SiO_{1.5}$)的多个单元,其中 R^1 和 R^2 不相同且为不含羟基的取代或未被取代的有机侧链基,两个或多个功能端基;以及光敏成分。通过暴露于光化辐射下,倍半硅氧烷聚合物的溶解度被改变以使得组合物可在显影剂水溶液中显影。

20 在本发明的第二方面,提供一种适用于形成光波导的可光限定组合物。该组合物包括:倍半硅氧烷聚合物,其包括通式为($RSiO_{1.5}$)的多个单元,其中R为不含羟基的取代或未被取代的有机侧链基,和一个或多个羟基端基;以及一个光敏成分。倍半硅氧烷聚合物的羟基成分占0.5至15摩尔百分比。

25 在本发明的第三方面,提供利用本发明有创造性的组合物形成光波导的方法。该方法包括:(a)在衬底上沉积一层本发明有创造性的可光限定组合物,其中该层的折射率比衬底的折射率高;(b)将该层的一部分暴露于光化辐射中;和(c)显影已曝光的层,由此形成光芯结构。

30 在本发明的第四方面,提供具有光芯和包层的光波导。所述光芯由创造性的可光限定组合物形成。

在本发明的第五方面，提供包括一个或多个本发明创造性的波导的电子器件。

具体实施方式

本发明提供适用于形成光波导的可光限定组合物。所述组合物是基于倍半硅氧烷聚合物的。除非特别说明，组合物各成份的量按基于没有任何溶剂的该组合物的重量百分比给出。如在此所用的，术语“聚合物”包括：低聚物，二聚物，三聚物，四聚物等，并包含均聚物和更高阶的聚合物，即，由两种或多种不同单体单元所形成的聚合物。术语“烷基”指的是线性，支链及环烷基。也如在此所用的，术语“可在显影剂水溶液中显影”指的是，在负工作材料（negative-working material）的情况下，当（i）在硅晶片上涂覆 $8\mu\text{m}$ 厚干燥的涂层，和（ii）然后在 70 至 100°F （ 21 至 37.8°C ）温度下置于 2N 的 NaOH 显影液， 2N 的 KOH 显影液，或 2N 的 TMAH 显影液中，优选为其 1N 溶液，更优选为其 0.7N 溶液，甚至更优选为其 0.26N 溶液，并剧烈搅拌时，该组合物在十分分钟内完全溶解，优选在两分钟内，甚至更优选在一分钟内，更优选为在 30 秒内溶解。在正工作材料（positive-working material）的情况下，这一术语具有相同的定义，除了干燥的涂层暴露于涂层和显影剂之间 $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的光化辐射外。

本发明中所用的倍半硅氧烷聚合物包括通式为 $(\text{RSiO}_{1.5})_n$ 的多个单元。R指的是不含羟基的取代或未被取代的有机侧链基。已经知道，侧链基上存在羟基会在光电工业中使用的普通波长处导致过多的光损耗。示例性的R基包括取代的和未被取代的烷基和芳基。烷基可以是例如，具有 1 至 20 个碳原子的直链，支链或环状，通常为具有 1 至 20 个碳原子的直链或支链烷基，例如甲基，乙基，正丙基，异丙基，叔丁基，叔戊烷基，叔辛基，癸基，十二烷基，十六烷基，十八烷基，环己基和 2 -乙基己基。示例性的芳基包括含 6 到 20 个，特别为 6 到 15 个碳原子的物质，如苯基，甲苯基， 1 -萘基， 2 -萘基和 2 -菲基。

聚合物可以是倍半硅氧烷均聚合物，在这种情况下本发明倍半硅氧烷聚合物具有通式 $(\text{RSiO}_{1.5})_n$ ，其中R如上所述， n 为大于零的偶整数。示例性的倍半硅氧烷均聚合物包括如甲基倍半硅氧烷，乙基倍半硅氧烷，丙基倍半硅氧烷，正丁基倍半硅氧烷，异丁基倍半硅氧烷，叔丁基倍半硅氧烷等的烷基倍半硅氧烷，以及如苯基倍半硅氧烷和甲苯基倍半硅氧烷等的芳基倍半硅氧烷。

或者, 聚合物可以采取更高阶聚合物的形式, 或者是随机型或者是嵌段型。聚合物可以是, 例如, 两种或多种不同类型倍半硅氧烷单元的结合, 典型地为两种或三种不同类型单元的结合, 其中每个单元的比例在 1 至 99 摩尔百分比的范围内。在本发明的优选方面, 倍半硅氧烷聚合物包括通式为 (R¹SiO_{1.5}) 和 (R²SiO_{1.5}) 的多个单元, 其中 R¹ 和 R² 不相同并且是如上所述的 R。聚合物可以是, 例如, 烷基/芳基倍半硅氧烷, 如含甲基倍半硅氧烷和苯基倍半硅氧烷的聚合物, 或者含甲基倍半硅氧烷, 乙基倍半硅氧烷和苯基倍半硅氧烷等的聚合物; 烷基倍半硅氧烷聚合物, 如含甲基倍半硅氧烷和乙基倍半硅氧烷等的聚合物; 或芳基倍半硅氧烷聚合物, 如含苯基倍半硅氧烷和甲苯基倍半硅氧烷等的聚合物。当使用一种以上的倍半硅氧烷单元时, 优选至少一种有机部分选自芳基, 和至少一个有机部分选自烷基。

除倍半硅氧烷单元外, 聚合物可以任选地包括一个或多个非倍半硅氧烷单元。在一些情况下, 将这样的非倍半硅氧烷可聚合单元结合到聚合物中以达到预期的特性是很有好处的, 例如, 使聚合物具有额外的柔韧性。上述非倍半硅氧烷单元可以是, 例如, 通式为 ((R³)₂SiO) 的多个单元, 其中 R³ 为取代的或未被取代的有机基团, 如烷基, 诸如甲基, 乙基, 丙基等, 或者芳基, 如苯基, 甲苯基等。聚合物可以可选地包括上面定义的单一类型的倍半硅氧烷单元, 和一个或多个上述非倍半硅氧烷单元。

如上所述, 聚合物的侧链基可任意地取代。“取代”指的是侧链基上的一个和多个氢原子可以被其他取代基所取代, 取代基例如是氘, 卤素, 诸如氟, 溴和氯等, (C₁-C₆) 烷基, (C₁-C₆) 卤烷基, (C₁-C₁₀) 烷氧基, (C₁-C₁₀) 烷基羰基, (C₁-C₁₀) 烷氧基羰基, (C₁-C₁₀) 烷基羰基氧等。

倍半硅氧烷聚合物可包含一个宽范围的重复单元。本发明可用的倍半硅氧烷聚合物可以含有, 例如, 5 至 150 个重复单元, 典型为大约 10 至 35 个重复单元。这样, 倍半硅氧烷聚合物在分子量上可以变化很大。通常, 聚合物具有大约 500 至 1,5000 的重量平均分子量 (M_w), 更特别为大约 1000 至 10,000, 甚至更特别为 1000 至 5000。已经发现, 依照本发明的组合物在显影剂水溶液中的溶解速率随分子量 M_w 和 M_n 的增大而降低。

倍半硅氧烷聚合物进一步包括允许发生缩聚作用的两种或多种官能端基。上述端基可以是, 例如, 羟基, 烷氧基, 如乙氧基, 丙氧基, 异丙氧基, 羰基

酯, 氨基, 胺基, 环氧, 亚氨基, 羧酸, 酐, 烯, 丙烯酸, 乙缩醛, 原酸酯, 乙烯基醚及其组合。其中优选为羟基。

聚合物中的羟基含量以聚合物为基础一般为大约 0.5 至 15 摩尔百分比, 更特别为大约 1 至 10 摩尔百分比, 甚至更特别为 2 至 5 摩尔百分比。

5 本发明的倍半硅氧烷聚合物一般为不包含含有酸的基团, 如羧酸基和磺酸基。然而, 上述含酸的基团在一定的情况下也是需要的。

倍半硅氧烷聚合物一般以 1 至 99.5wt% 的量存在于组合物中, 更特别以 60 至 98.5wt% 的量存在。

所述聚合物材料通常可通过商业途径得到或通过已知的方法制备。例如,
10 1:1 甲苯基倍半硅氧烷聚合物可以通过 50% 甲基-三乙氧基-硅烷和 50% 苯基-三乙氧基-硅烷的缩合反应合成。

在组合物中也存在光敏成分, 用以通过暴露于光化辐射下来改变所述聚合物的溶解度。在负工作材料的情况下, 光敏成分促使倍半硅氧烷聚合物曝光部分的耦合, 使耦合部分不溶于含水显影剂。多种光敏成分可用于本发明中, 包
15 括但不限于, 光致酸生成剂 (generator) 和光致碱生成剂 (photobase generator)。其中优选光致酸生成剂。

本发明所用的光致酸生成剂可以通过暴露在光下析出酸的任何化合物或者多种化合物。合适的光致酸生成剂是已知的, 包括但不限于卤代三氮杂苯, 镨盐, 磺化酯, 取代的羟基酰亚胺, 取代的羟基亚胺, 叠氮化物, 如二氮萘醌
20 等的萘醌, 二氮化合物及其组合。

特别有用的卤代三氮杂苯包括, 例如, 卤化烷基三氮杂苯, 诸如卤甲基-s-三氮杂苯。s-三氮杂苯化合物是某些甲基-卤甲基-s-三氮杂苯和某些醛或者醛衍生物缩合的产物。所述 s-三氮杂苯化合物可以根据美国专利
25 No. 3, 954, 475 和 Wakabayashi 等人, 日本化学学会会刊 (Bulletin of the Chemical Society of Japan), 42, 2924-30 (1969) 中所披露的方法予以制备。本发明所用的其他三氮杂苯型光致酸生成剂在例如美国专利 No. 5, 366, 846 中披露, 其全部内容在此引入作为参考。

具有弱亲核阴离子的镨盐特别适合用作本发明的光致酸生成剂。上述阴离子的实例为二价至七价金属或非金属的卤化复合阳离子, 二价至七价金属或非
30 金属例如, 铈, 锡, 铁, 铋, 铝, 镓, 铟, 钛, 锆, 铪, 铬, 钨, 铜, 硼, 磷

和砷。合适的镉盐的实例包括但并不限于，重氮镉盐，诸如二芳基重氮镉盐和周期表中族 VA 和 B, IIA 和 B 以及 I 族的镉盐，例如，诸如碘镉盐等卤镉盐，季铵，磷镉和钾盐等，诸如芳族铊盐，氧化铊盐或硒盐等的铊盐。合适的镉盐的实例已经在例如美国专利 No. 4, 442, 197; 4, 603, 101; 和 4, 624, 912 中予以披露，其全部内容在此引入作为参考。优选铊盐如三苯基铊六氟磷酸盐及其混合物。

本发明中用作光致酸生成剂的磺化酯包括，例如磺酰氧酮。合适的磺化酯包括但并不限于，安息香甲苯磺酸盐，叔丁苯基 α -(对甲苯磺酰氧)-乙酸酯，2, 6-二硝基苄基甲苯磺酸酯，和叔丁基 α -(对甲苯磺酰氧)-乙酸酯。所述磺化酯已在例如光聚合物科学与技术杂志 (Journal of Photopolymer science and technology, vol. 4, No. 3, 337-340 (1991)) 中予以披露，其全部内容在此引入作为参考。

可以使用的取代的羟基酰亚胺包括，例如，正三氟甲基磺酰氧-2, 3-二苯马来酰亚胺和 2-三氟甲基苯磺酰氧-2, 3-二苯马来酰亚胺。合适的取代羟基亚胺包括，例如，2-(-次氨基-2-甲基亚苄基)-(5-羟基亚胺基丁基磺酰氧)-噻吩。本发明所使用的叠氮化合物包括，例如，2, 6-(4-叠氮亚苄基)环己酮。萘醌可以包括，例如，2, 3, 4-三羟基二苯甲酮的 2, 1-重氮萘醌-4-磺酸酯。在重氮化合物中，可以使用 1, 7-双(4-氯磺酰苯)-4-重氮基-3, 5-庚二酮。

本发明所用的光致碱生成剂可以通过暴露在光下析出碱的任何化合物或多种化合物。合适的光致碱生成剂包括但并不限于，氨基甲酸苄基酯，苯偶姻氨基甲酸酯，O-氨基甲酰基羟基胺，O-氨基甲酰肼，芳烃氨磺酰， α -内酰胺，N-(2-烯丙基乙烯)酰胺，芳基叠氮化合物，N-芳基甲酰胺，4-(邻硝苯基)二氢吡啶，及其组合。

本发明中所用光敏成分的数量，在负工作材料的情况下，为通过暴露于光化辐射下足够促使倍半硅氧烷聚合物耦合从而使耦合部分不溶于含水显影剂的任何量。组合物中光敏成分的含量一般为 0.1 至 25wt%，更特别为 0.1 至 12wt%。

本发明的组合物中能任选地包括一种或多种增韧剂来赋予组合物形成的涂层或其他产物所需数量的柔韧性。例如，在形成如大约三个或多个微米级的相对较厚的涂层所用的组合物中添加增韧剂是有益的，对于龟裂的形成具有增加

的敏感性。合适的增韧剂材料包括，例如聚硅氧烷和增塑剂，如长链醇酸。通常，增韧剂的链中具有两个或多个基团，使其能与倍半硅氧烷聚合物耦合。优选的这些基团包括羟基，烷氧基，羧基酯，氨基，酰氨基，环氧基，亚氨基，羧酸，酸酐，烯，丙烯酸，乙缩醛，邻酯，乙烯醚，及其组合。在这些基团中，特别优选羟基。示例性的聚硅氧烷增韧剂材料包括官能团结尾的聚硅氧烷，如甲硅烷醇结尾的聚二苯基硅氧烷和甲硅烷醇结尾的聚二甲基硅氧烷，通常其中的端基仅由官能团或可弯曲的倍半硅氧烷聚合物组成，例如，由参加反应的 33wt % 甲基-三乙氧基-甲硅烷，33wt % 苯基-三乙氧基-甲硅烷，和 33wt % 二甲基(二烷基)-二乙氧基-甲硅烷形成的聚合物。通常，增韧剂在组合物中所占的量少于 30wt %，更特别少于 20wt %。

本发明的组合物中可以任选地存在其他添加剂，包括但不限于，表面均化剂，增湿剂(wetting agent)，消泡剂，增粘剂，触变剂等。用于涂层组合物的上述添加剂是本领域中众所周知的。表面均化剂，例如硅酮基油，如可从 Dow Chemical Company 获得的 SILWETL-7604 硅酮基油等，用于本发明创造性的组合物中可获得有益效果。可以知道，可以将一个以上的添加剂混合到本发明的组合物中。例如，增湿剂可以和触变剂结合。上述任选的添加剂可从各种来源以商业途径获得。本发明中所用的这些任选添加剂的量取决于具体的添加剂和所期望的效果，并在本领域技术人员的能力范围之内。组合物中其他添加剂的含量通常少于 5wt %，更特别地少于 2.5wt %。

本发明的组合物可选择地包含一种或多种有机交联剂。该交联剂包括，例如以三维方式联接组合物中各成分的材料。与倍半硅氧烷聚合物起反应的任何芳香族或脂肪族交联剂都适用于本发明。这样的有机交联剂固化从而形成带有倍半硅氧烷聚合物的聚合网格，并降低在显影液中的溶解度。这些有机交联剂可以是单体或者是聚合物。本领域的普通技术人员可以理解，交联剂的组合也可以成功用于本发明中。

本发明中可用的合适的有机交联剂包括但不限于：含胺化合物，含环氧的材料，含至少两个乙烯醚基的化合物，烯丙基取代的芳香族化合物，及其组合。优选的交联剂包括含胺化合物和含环氧的材料。

本发明中用作交联剂的含胺化合物包括但不限于：三聚氰胺单体，三聚氰胺聚合物，羟烷基甲基三聚氰胺，苯代三聚氰胺树脂，苯代三聚氰胺-甲醛树脂，

尿素-甲醛树脂, 甘脲-甲醛树脂, 及其组合。

本发明中用作交联剂的含环氧的材料是含有一个或多个环氧乙烷环的任何有机化合物, 所述环氧乙烷环可通过开环进行聚合。

本发明的组合物可以适当地仅包括单一类型的有机交联剂, 例如, 仅包括
5 含胺交联剂, 或可以包括两种或多种不同的交联剂。本领域的技术人员将会理解, 合适的有机交联剂的浓度随多种因素, 如交联剂的反应性和组合物的特殊应用而改变。使用交联剂时, 其在组合物中的含量通常为 0.1 至 50wt%, 更特别地为 0.5 至 25wt%, 甚至更特别的为 1 至 20wt%。

本发明的合成物可选择地包含一种或多种溶剂。所述溶剂有助于配制本发
10 明组合物并在基片上涂覆本发明组合物。可以使用各种各样的溶剂。合适的溶剂包括但不限于, 二醇醚, 如乙二醇单甲醚, 丙二醇一甲醚, 二丙二醇一甲醚; 酯, 如甲基溶纤剂乙酸酯, 乙基溶纤剂乙酸酯, 丙二醇单甲醚乙酸酯, 二丙二醇单甲醚乙酸酯, 二价酸酯, 碳酸酯, 如碳酸丙二酯, γ -丁内酯, 酯, 如乳酸乙酯, 乙酸正戊酯和乙酸正丁酯, 醇, 如正丙醇, 异丙醇, 酮, 如环己
15 酮, 甲基异丁基酮, 二异丁基酮和 2-庚酮, 内酯, 如 γ -丁内酯和 ϵ -己内酯, 醚, 如二苯基醚和苯甲醚, 烃, 如 1, 3, 5 三甲基苯, 甲苯, 二甲苯, 以及杂环化合物, 如 N-甲基-2-吡咯烷酮, N,N'-二甲基亚丙基脲, 或其混合物。

本发明的可光限定组合物可以通过以任何顺序将倍半硅氧烷聚合物, 光敏成分和其他光学成分混合为混合物而制备。

20 本发明的可光限定组合物特别适用于制造光波导。光波导能用于形成光电器件, 所述光电器件包括但不限于, 分离器, 耦合器, 光谱滤光器, 偏振器, 隔离器, 如波分复用结构的多路复用器, 放大器, 衰减器, 转换器等。

根据本发明的组合物允许通过直接映象的方法制备波导。本发明的波导可以
25 作为单个波导或者作为波导阵列来制造。由此, 本发明提供一种形成光波导的方法, 包括步骤: (a) 在衬底上沉积一层上述可光限定组合物, 其中该涂层的折射率比衬底的折射率高; (b) 将一部分涂层暴露于光化辐射下; (c) 将已曝光的涂层显影, 由此形成光芯结构。

本发明的组合物一般首先通过任何方法作为涂层布置在衬底上, 所述方法
30 包括但不限于, 丝网印刷, 幕帘涂布, 辊涂, 狭槽涂布 (slot coating), 旋涂, 流涂, 静电喷涂法, 喷涂, 或者浸涂。当本发明的组合物进行喷涂时, 可任选

地使用加热喷枪。组合物的粘度可以利用粘度调节剂，触变剂，填充物等进行调整，从而满足应用中每种方法的要求。一般地，涂覆层的厚度为大约 1 到 100 μm ，更特别地为 8 到 60 μm 。

适用于支撑波导的任何衬底可以和本发明组合物一同使用。合适的衬底包括但不限于，用于电子器件如印刷线路板和集成电路制造中的衬底。特别合适的衬底有包铜板的层状表面和铜表面，印刷线路板的内层和外层，用于集成电路制造中的晶片，如硅，砷化镓，和磷化铟晶片，包括但不限于液晶显示器（“LCD”）玻璃衬底的玻璃衬底，介质涂层，包层等。

然后涂覆的衬底一般通过如烘烤的方法进行固化，以除去涂层中的任何溶剂。可以在各种温度下进行固化，这取决于所选的具体溶剂。合适的温度为足以充分除去所存在的任何溶剂的任何温度。通常，固化可以是在从室温（25 $^{\circ}\text{C}$ ）到 170 $^{\circ}\text{C}$ 的任何温度。固化通常在 5 秒到 30 分钟的一段时间内进行。可通过在烘箱中或者在加热板上加热衬底来影响固化。

固化之后，置于衬底上的本发明组合物涂层进而通过暴露于光化辐射下而成像。所用的方法包括，例如，接触成像，投影成像，和激光直接写入成像（laser direct write imaging）。曝光图案限定了波导的几何结构，一般但不一定是长度为大约几厘米到几米，宽度为几微米到几百微米。在曝光之后，一般在 40 $^{\circ}\text{C}$ 到 170 $^{\circ}\text{C}$ 的温度可使组合物固化。固化时间可以改变，但一般从大约 30 秒到大约 1 小时。当不受理论限制时，可认为在负工作材料的情况下，在暴露于光化辐射下倍半硅氧烷聚合物耦合，使曝光部分在显影液中比未曝光部分溶解的少。

可以如通过和适当的显影剂接触来除去未曝光部分，仅留下衬底上余留的曝光部分。本发明非常有利地在显影剂水溶液中显影。合适的含水显影剂包括，例如，碱金属氢氧化物，如水中的氢氧化钠和氢氧化钾，以及四烷基氢氧化铵，如水中的四甲基氢氧化铵。这些显影剂一般以 0.1 至 2N 的浓度使用，更特别地以 0.15 至 1N 的浓度，甚至更特别地以 0.26 至 0.7N 的浓度。显影液可任选地包括一种或多种已知的表面活性剂，如聚乙二醇，烷基磺酸盐，以及本领域众所周知的其他表面活性剂。表面活性剂通常以 0.5 至 3wt% 的量存在于显影剂中。

所述显影可以在任何温度，如从室温到大约 65 $^{\circ}\text{C}$ ，特别是从 21 到 49 $^{\circ}\text{C}$ 。剧烈搅拌下的显影时间一般在 10 分钟内，优选 5 分钟，更优选在 2 分钟内，甚

至更优选在1分钟内, 仍更优选在30秒内。

显影之后, 本发明波导可经历最后的固化步骤。所述固化例如可以包括如在1至 $2\text{J}/\text{cm}^2$ 光化辐射下进行的泛光灯曝光(flood exposed)。另外或可选地, 波导能在大约 130°C 至 300°C 于空气中或惰性气体中进行加热, 其中惰性气体如
5 氦气或氩气。

在本发明的一个优选方面, 波导通过沉积光芯和包层而形成, 其中包层的折射率比光芯的折射率低。特别有用的波导包括折射率为1.4至1.7的光芯和折射率为1.3至1.69的包层。

根据本发明的这个方面, 在沉积光芯层之前, 可将第一包层沉积在衬底上, 将第二包层沉积在已形成图案的光芯上。适合包层材料的组合物包括, 上述关于光芯的光致成像组合物以及不含有光敏成分的那些组合物。因此, 对于给定的波导, 与用于形成光芯的相同的不含有光敏成分的组合物, 可以用于形成相关的包层材料。通常但不一定, 第一和第二包层由同样的组合物形成。
10

根据本发明的这个方面, 在形成波导中, 第一包层在衬底表面上形成。这一
15 步骤可以使用上述关于光芯涂层的任何技术予以实现。第一包层例如可以进行热或光解(photolytically)固化。通常, 热固化温度为 130°C 至 300°C 。上述固化通常发生在5秒到一小时的一段时间内。所述固化可以通过在烘箱中或加热板上加热衬底而发生变化(affect)。另外地或可选地, 波导可以在例如1至 $2\text{J}/\text{cm}^2$ 的光敏辐射下进行泛光灯曝光(flood exposed)。
20

在第一包层固化之后, 如上所述形成光芯图案。接着, 在第一包层和光芯结构上形成第二包层。第二包层可以和第一包层相同或不同。然而, 第一和第二包层的折射率应当大致相同。第二包层随后被热固化和/或照相曝光来形成波导结构。

通常, 第一包层沉积的厚度为大约1至 $100\mu\text{m}$, 更特别地为大约10至 $50\mu\text{m}$,
25 第二包层沉积的厚度为大约1至 $100\mu\text{m}$, 甚至更特别地为大约10至 $50\mu\text{m}$ 。

本发明的光波导对于各种波长具有极好的透明度。因此, 本发明光波导可以在例如600至 1700nm 波长处使用。可以理解, 本发明光波导可有利地用于其他波长。因此, 本发明的光波导特别适用于数据传输和远程通信应用中。

因此, 本发明进一步提供一种具有光芯和包层的光波导, 其中光芯由上述
30 任何的可光限定组合物形成。

本发明的波导可用于各种应用中，特别是用于光电器件的制作中，如耦合器，光谱滤光器，偏振器，隔离器，多路复用器，衰减器，转换器等，或以更大的规模用于电子器件，如印刷线路板，集成电路，互连器等。如在此所用地，术语电子器件指的是包括例如上述的光电器件，以及前述包括光电器件的更大规模的装置。

下列实施例意在进一步示出本发明的各个方面，但不意味着在任何方面对本发明范围的限制。

实施例

实施例 1

50wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯，49wt% 苯基-甲基倍半硅氧烷(50:50)，0.99wt% 三苯基铈六氟代磷酸盐，和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油化合成混合物。组合物以 2000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上，并且于 90℃ 时加热板上的空气中软烘干两分钟，使其厚度达到 8μm。确定所需波导的布线图直接放置在组合物上。该布线图包括制成各种尺寸和形状的波导的图案，如长度为 2 和 14cm 之间、长度在 5 至 15μm 的线性，支链，以及弯曲成型的波导。800mj/cm² 的光化辐射作用于结构上，随后在 90℃ 时在空气中进行两分钟曝光后烘干。已曝光的晶片随后浸入 0.7N 的氢氧化钠显影液中，并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 30 秒。之后将晶片在去离子水中漂洗，并干燥。由此形成光波导。

实施例 2

37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯，53wt% 苯基-甲基倍半硅氧烷(80:20)，5wt% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐，4.99wt% 聚苯硅氧烷，和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 3000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上，并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟，使其厚度达到 8μm。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。500mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上，随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入 0.7N 的氢氧化钠显影液中，并在 21℃ 温度下保持 30 秒。之后晶片在去离子水中漂洗，并干燥。将晶片加热到 200℃ 并持续 10 分钟。由此形成光波导。

实施例 3

37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯，53wt% 苯基-甲基倍半硅氧烷(50:50)，5wt

% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐, 4.99wt% 聚苯硅氧烷, 和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮-基油结合成混合物。组合物以 3000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。已曝光的晶片随后浸入 0.35N 氢氧化钠显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 60 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。由此形成光波导。

实施例 4

37wt% 乳酸乙酯, 45wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 45wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 10wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 53wt% 缩合反应产物, 33wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 33wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 34wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 5wt% 缩合反应产物, 4.99wt% 2,4-二-(三氟甲基)-6-(4-乙氧基乙氧基-1-萘基)-三嗪, 以及 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 3000rpm 旋涂到六英寸的 LCD 玻璃衬底上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。将 800mJ/cm² 的光化辐射作用于晶片上, 随后在 90℃ 时在空气中进行两分钟曝光后烘干。然后已曝光的晶片浸入 0.26N 氢氧化钠显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 90 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。由此形成光波导。

实施例 5

37wt% 乳酸乙酯, 45wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 45wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 10wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 53wt% 缩合反应产物, 5wt% 聚二乙氧基硅氧烷, 4.99wt% 三苯基铈六氟代磷酸盐, 和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物被辊涂在环氧层压材料上, 如通常用于印刷线路板制造中的环氧层压材料, 使其厚度达到 50 μ m, 并且于 90℃ 时在对流烘箱的空气中干燥 30 分钟。所述结构在空气中从初始温度 90℃ 开始以每分钟 2 度的速率倾斜降至室温从而进行退火。例 1 中所述的布线图, 但宽度符合 40 至 200 μ m 的条件, 直接放置在组合物上。1000mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上随后要在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干 30 分钟。已曝光的结构随后浸入 0.7N 的氢氧化钠显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 60 秒。之后将叠层在去离子水中漂洗, 并干燥。将获得的波导在 1000mJ/cm² 的光化辐射下进行泛光曝光,

接着于 200℃ 时在对流烘箱的空气中硬烘干 60 分钟。由此形成光波导。

实施例 6

37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 49wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 49wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 2wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 53wt% 缩合反应产物, 5wt% 聚二苯基硅氧烷, 4.95wt% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐, 和 0.05wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 2500rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。将 800mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上, 随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入 0.7N 的氢氧化钠显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 60 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。将晶片在加热板上的空气中加热到 200℃ 并持续 10 分钟。由此形成光波导。

实施例 7

37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 79wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 19wt% 三氟代甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 2wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 53wt% 缩合反应产物, 5wt% 聚二苯基硅氧烷, 4.95wt% 三苯基铈六氟代磷酸盐, 和 0.05wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 2500rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。将 800mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上, 随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入 0.26N 四甲基氢氧化铵显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 温度下保持 60 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。将晶片在加热板上的空气中加热到 200℃ 并持续 10 分钟。由此形成光波导。

实施例 8

35wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 10wt% 的苯甲醚, 49wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 49wt% 丁基-三乙氧基甲硅烷, 和 2wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 45wt% 缩合反应产物, 5wt% 聚二乙氧基硅氧烷, 4.95wt% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐, 和 0.05wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 2500rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。

800mJ/cm²的光化辐射作用于结构上,随后在90℃时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入0.7N氢氧化钠显影液中,并在37.8℃(100°F)温度下保持60秒。之后晶片在去离子水中漂洗,并干燥。将晶片在加热板上的空气中加热到200℃并持续10分钟。由此形成光波导。

5

实施例9

45wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,49wt%苯基-三乙氧基甲硅烷,49wt%甲基-三乙氧基甲硅烷,和2wt%二甲基-二乙氧基甲硅烷的45wt%缩合反应产物,5wt%聚二苯基硅氧烷,4.95wt%苯偶姻甲苯磺酸盐,和0.05wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油结合成混合物。组合物以2500rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于90℃时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到8μm。将例1中所述的布线图直接放置在组合物上。2000mJ/cm²的光化辐射作用于结构上,随后在90℃时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入0.35N氢氧化钠显影液中,并在37.8℃(100°F)温度下保持60秒。之后晶片在去离子水中漂洗,并干燥。将晶片在加热板上的空气中加热到200℃并持续15 10分钟。进而形成光波导。

实施例10

37wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,49wt%苯基-三乙氧基甲硅烷,49wt%甲基-三乙氧基甲硅烷,和2wt%二甲基-二乙氧基甲硅烷的53wt%缩合反应产物,5wt%聚二苯基硅氧烷,4.90wt%三苯基铈三氟代甲基磺酸盐,0.05wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油和0.05wt%丙二酸结合成混合物。组合物以2000rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于90℃时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到8μm。将例1中所述的布线图直接放置在组合物上。800mJ/cm²的光化辐射作用于结构上,随后在90℃时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入0.7N的氢氧化钠显影液中,并在37.8℃(100°F)温度下保持60秒。之后晶片在去离子水中漂洗,并干燥。将晶片在加热板上加热到200℃并持续25 10分钟。由此形成光波导。

实施例11

41wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,65wt%苯基-三乙氧基甲硅烷,33wt%甲基-三乙氧基甲硅烷,和2wt%二甲基-二乙氧基甲硅烷的41wt%缩合反应产物,10wt%六羟甲基-甲烷-三聚氰胺,4wt%聚二乙氧基硅氧烷,3.95wt%三苯基铈三氟

30

代甲基磺酸盐, 和 0.05wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 2000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。800mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上, 随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。然后已曝光的晶片浸入 0.7N 氢氧化钠显影液中, 并在 37.8℃ (100°F) 保持 30 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。将晶片在加热板上的空气中加热到 200℃ 并持续 10 分钟。由此形成光波导。

实施例 12

50wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 49wt% 苯基倍半硅氧烷, 0.99wt% 三苯基铈六氟代磷酸盐, 和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 2000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。800mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上, 随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入 0.7N 氢氧化钠显影液中, 并在 21℃ 保持 60 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。由此形成光波导。

实施例 13

37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 53wt% 甲基倍半硅氧烷, 5wt% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐, 4.99wt% 聚苯硅氧烷, 和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成混合物。组合物以 3000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90℃ 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 8 μ m。将例 1 中所述的布线图直接放置在组合物上。500mJ/cm² 的光化辐射作用于结构上, 随后在 90℃ 时在空气中进行曝光后烘干两分钟。已曝光的晶片随后浸入 0.26N 四甲基氢氧化铵显影液中, 并在 21℃ 保持 60 秒。之后晶片在去离子水中漂洗, 并干燥。将晶片加热到 200℃ 并持续 10 分钟。由此形成光波导。

实施例 14

41wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 65wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 33wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 2wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 41wt% 缩合反应产物, 10wt% 六羟甲基-甲烷-三聚氰胺, 4wt% 聚二乙氧基硅氧烷, 3.95wt% 三苯基铈三氟代甲基磺酸盐, 和 0.05wt% Dow SILWET L-7604 硅酮-基油结合成混合物。将组合物辊涂在 24 英寸×36 英寸 (61cm×91.4cm) 的环氧层压材料上, 如通常

用于印刷线路板制造中的环氧层压材料,使其厚度达到 $60\mu\text{m}$ 。组合物于 90°C 时在对流烘箱的空气中干燥45分钟。将例1中所述的布线图但符合宽度为40至 $200\mu\text{m}$ 的条件,直接放置在组合物上。 $1000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的光化辐射作用于结构上,随后要在 90°C 时在空气中进行曝光后烘干三十分钟。已曝光的结构随后浸入含
5 0.7N 氢氧化钠显影液的喷雾显影剂中,并在 37.8°C (100°F)保持120秒。之后该叠层在去离子水中漂洗,并干燥。获得的波导在 $2000\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的光化辐射中进行泛光曝光,接着于 180°C 时在对流烘箱的空气中硬固化120分钟。由此形成光波导。

实施例 15

10 包层(1)

第一包层组合物通过将50wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,49.99wt%苯基-甲基倍半硅氧烷(50:50),和0.01wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油结合成为混合物而形成。该组合物以2000rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于 90°C 时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到 $7\mu\text{m}$ 。然后组
15 合物于 200°C 在加热板上的空气中硬烘干10分钟。

光芯

用芯层涂覆第一包层,并使用例1中所述的组合物和工艺对芯层构图。

包层(2)

利用形成第一包层所用相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图
20 案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是 $10\mu\text{m}$ 。由此形成光波导。

实施例 16

包层(1)

第一包层组合物通过将39wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,56wt%苯基-甲基倍
25 半硅氧烷(80:20),4.99wt%聚苯硅氧烷,和0.01wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油结合成为混合物而形成。该组合物以3000rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于 90°C 时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到 $7\mu\text{m}$ 。然后组合物于 200°C 时在加热板上的空气中硬烘干10分钟。

光芯

30 用芯层涂敷第一包层,并使用例2中所述的组合物和工艺对芯层构图。

包层(2)

利用形成第一包层所用相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是 $10\mu\text{m}$ 。由此形成光波导。

5

实施例 17-28

包层(1)

第一包层组合物通过将 37wt% 丙二醇单甲醚乙酸酯, 55.5wt% 苯基-甲基倍半硅氧烷 (50:50), 2.5wt% 三苯基铈三氟代甲基磷酸盐, 4.99wt% 聚苯硅氧烷和 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成为混合物而形成。该组合物以 3000rpm 旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上, 并且于 90°C 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 $7\mu\text{m}$ 。组合物在 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 的光化辐射中进行遮蔽曝光(blanket-exposed)。随后组合物于 200°C 在加热板上的空气中硬烘干 10 分钟。

10

光芯

用芯层涂敷第一包层, 并分别使用例 1-4 和 6-13 中所述的组合物和工艺对芯层构图。

15

包层(2)

利用形成第一包层所用相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是 $10\mu\text{m}$ 。由此形成光波导。

20

实施例 29-40

包层(1)

第一包层组合物通过将 41wt% 乳酸乙酯, 45wt% 苯基-三乙氧基甲硅烷, 45wt% 甲基-三乙氧基甲硅烷, 和 10wt% 二甲基-二乙氧基甲硅烷的 56wt% 缩合反应产物, 2.99wt% 2,4-二-(三氯甲基)-6-(4-乙氧基乙氧基-1-萘基)-三嗪, 以及 0.01wt% Dow SILWET L-7604 硅酮基油结合成为混合物而形成。该组合物以 3000rpm 旋涂到六英寸玻璃晶片上, 并且于 90°C 时在加热板上的空气中软烘干两分钟, 使其厚度达到 $7\mu\text{m}$ 。组合物在 $1\text{J}/\text{cm}^2$ 的光化辐射中进行遮蔽曝光(blanket-exposed)。随后组合物于 200°C 时在加热板上的空气中硬烘干 10 分钟。

25

30

光芯

用芯层涂敷第一包层,并分别使用例1-4和6-13中所述的组合物和工艺对芯层构图。

包层(2)

- 5 利用形成第一包层所用的相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是10 μ m。由此形成光波导。

实施例 41-52

包层(1)

- 10 第一包层组合物通过将39wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,56wt%苯基-甲基倍半硅氧烷(80:20),4.99wt%聚苯硅氧烷和0.01wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油结合成为混合物而形成。该组合物以3000rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于90 $^{\circ}$ C时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到7 μ m。随后组合物于140 $^{\circ}$ C时在加热板上的空气中半硬烘干5分钟。

15 光芯

用芯层涂敷第一包层,并分别使用例1-4和6-13中所述的组合物和工艺对芯层构图,除了上述最后的硬烘干是在140 $^{\circ}$ C时持续5分钟。

包层(2)

- 20 利用形成第一包层所用的相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是10 μ m,以及用200 $^{\circ}$ C时在加热板上于空气中对结构完全硬烘干10分钟来取代半硬烘干。由此形成光波导。

实施例 53-64

包层(1)

- 25 第一包层组合物通过将37wt%丙二醇单甲醚乙酸酯,49wt%苯基-三乙氧基甲硅烷,49wt%甲基-三乙氧基甲硅烷,和2wt%二甲基-二乙氧基甲硅烷的53wt%缩合反应产物,5wt%聚二苯基硅氧烷,4.95wt%三苯基铈三氟代甲基磺酸盐,和0.05wt%Dow SILWET L-7604硅酮基油结合成混合物而形成。该组合物以3000rpm旋涂到涂覆有二氧化硅的六英寸硅晶片上,并且于90 $^{\circ}$ C时在加热板上的空气中软烘干两分钟,使其厚度达到7 μ m。随后组合物于140 $^{\circ}$ C时在加热
- 30

板上的空气中半硬烘干5分钟。

光芯

用芯层涂敷第一包层,并分别使用例1-4和6-13中所述的组合物和工艺对芯层构图,除了上述最后的硬烘干是在140℃时持续5分钟。

5 包层(2)

利用形成第一包层所用的相同的组合物和工艺将第二包层组合物形成于带图案的芯部和第一包层上,除了第二包层的厚度在软烘干之后是10 μm ,以及用200℃时在加热板上于空气中对结构完全硬烘干10分钟来取代半硬烘干。由此形成光波导。

- 10 尽管本发明已经参考其特定实施方案进行了详细说明,但是对本领域的技术人员来说,显然可以进行各种变化和改进,以及采用等同物而不会脱离权利要求的范围。