



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101803484 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 11

(21) 申请号 200880107042. 8

B32B 27/08 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 08. 29

B32B 15/08 (2006. 01)

(30) 优先权数据

C09J 179/08 (2006. 01)

11/855, 038 2007. 09. 13 US

C09J 7/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

审查员 刘乐

2010. 03. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/074830 2008. 08. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02009/035867 EN 2009. 03. 19

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 杨瑞 内森·P·库特尔

詹姆士·S·麦克哈蒂耶

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 郭国清 樊卫民

(51) Int. Cl.

H05K 3/46 (2006. 01)

H05K 3/00 (2006. 01)

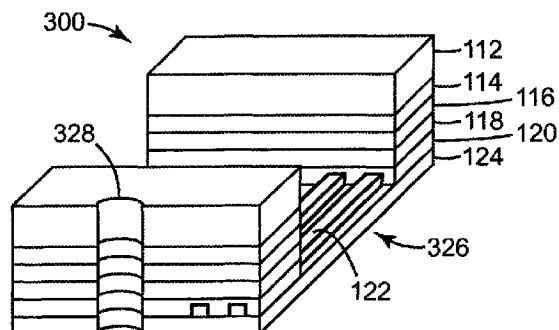
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

部分刚性的柔性电路及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及具有刚性部分和柔性部分两者的部分刚性的柔性电路及其制备方法。

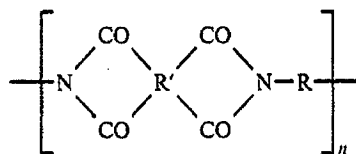


1. 一种制备部分刚性的柔性电路的方法,该方法包括:

提供刚性多层结构,所述刚性多层结构具有第一聚合物层、在所述第一聚合物层上的第一导电层、在所述第一导电层上的第一聚酰亚胺粘合剂层和在所述第一聚酰亚胺粘合剂层上的第二聚合物层;以及

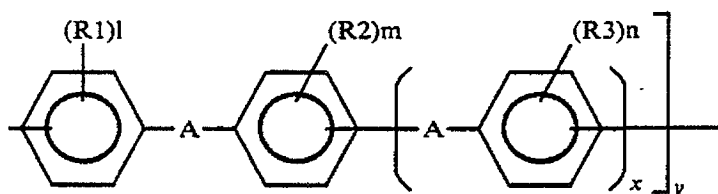
通过化学蚀刻移除所述第二聚合物层和所述第一聚酰亚胺粘合剂层的一部分,从而形成柔性部分,

其中所述第一聚酰亚胺粘合剂层包含具有如下重复单元的聚酰胺-酰亚胺:



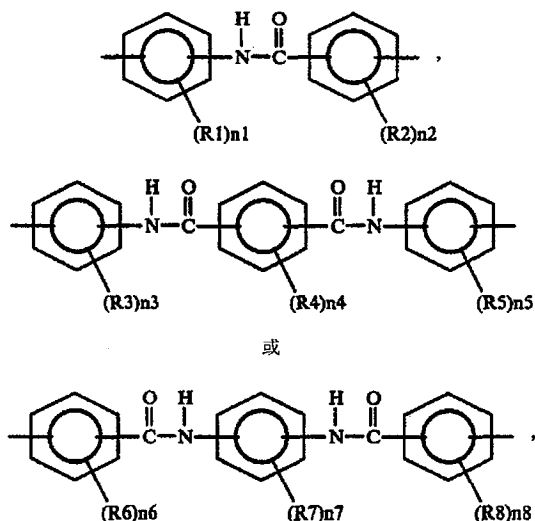
其中 R 代表二价基团, R' 代表三价基团,且 n 是至少为 5 的整数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中 R 是



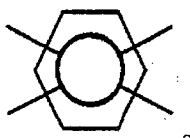
且 A 是 -NH-CO-, R1 至 R3 独立地为烷基、烷氧基或卤素,前提条件是存在至少一个烷氧基基团; l、m 和 n 是 0 至 4 的整数; x 是 0 或 1; 且 y 是表示重复单元数目的整数。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中 R 是



其中 R1 至 R8 独立地为低级烷基基团、低级烷氧基基团或卤素; 且 n1 至 n8 是 0 至 4 的整数。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其中 R' 是



5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第二聚合物层和所述聚酰亚胺粘合剂层能够被相同的蚀刻液所蚀刻。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述第二聚合物层和所述聚酰亚胺粘合剂层的化学蚀刻是使用包含 30 至 50 重量%氢氧化钾、10 至 30 重量%单乙醇胺和 5 至 10%乙二醇的含水碱性蚀刻剂进行的。

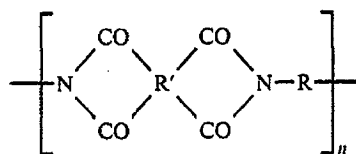
7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述柔性电路由卷对卷工艺制成。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中将含有所述柔性电路的卷绕的卷置于烘焙箱中以固化所述聚酰亚胺粘合剂。

9. 一种制品,其包含:

部分刚性的柔性电路,其具有第一聚合物层、在所述第一聚合物层上的图案化导电电路层、在所述图案化导电层上的能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层和在所述能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层上的能化学蚀刻的第二聚合物层;

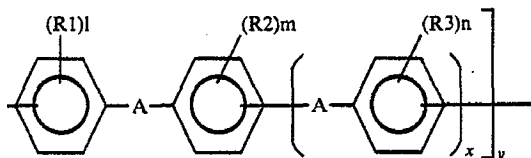
其中所述能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层包含具有如下重复单元的聚酰胺-酰亚胺:



其中 R 代表二价基团, R' 代表三价基团,且 n 是至少为 5 的整数;且

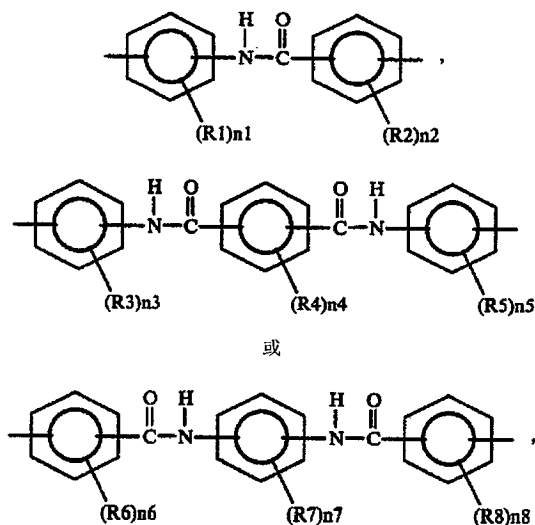
其中所述第一聚合物层和所述聚酰亚胺粘合剂层的对准部分已被移除,从而形成柔性部分。

10. 根据权利要求 9 所述的制品,其中 R 是



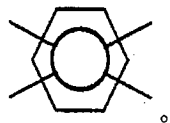
且 A 是 -NH-CO-, R1 至 R3 独立地为烷基、烷氧基或卤素,前提条件是存在至少一个烷氧基基团; l、m 和 n 是 0 至 4 的整数; x 是 0 或 1; 且 y 是表示重复单元数目的整数。

11. 根据权利要求 9 所述的制品,其中 R 是



其中 R1 至 R8 独立地为低级烷基基团、低级烷氧基基团或卤素 ;且 n1 至 n8 是 0 至 4 的整数。

12. 根据权利要求 9 所述的制品,其中 R' 是



13. 根据权利要求 9 所述的制品,其中所述第二聚合物层包含选自液晶聚合物、聚碳酸酯和热固性聚酰亚胺的聚合物类型。

部分刚性的柔性电路及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具有刚性部分的柔性电路以及制备具有刚性和柔性部分的电路的方法。

背景技术

[0002] 具有刚性和柔性部分的电路及电路板（在本文中称为刚性挠曲电路）在电子工业中用来安装和互连电子元件。

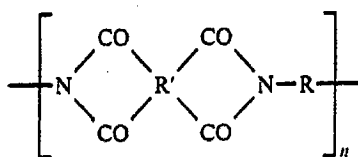
[0003] 目前，通常由以下三种方法之一制备刚性挠曲电路：(1) 分别制造刚性及柔性部分，然后粘在一起，(2) 制造柔性部分，然后把刚性加固件粘到柔性电路部分上，或 (3) 首先制备刚性多层结构，然后利用激光移除刚性结构部分以生成柔性区。所有这些过程往往都是缓慢、昂贵的，并导致特征结构对准性差。

发明内容

[0004] 本发明的一个方面涉及制备部分刚性的柔性电路的方法，包括：提供刚性多层结构，所述刚性多层结构具有第一聚合物层、在第一聚合物层上的第一导电层、在第一导电层上的第一聚酰亚胺粘合剂层和在第一聚酰亚胺粘合剂层上的第二聚合物层；以及通过化学蚀刻移除第二聚合物层和第一聚酰亚胺粘合剂层的一部分，从而形成柔性部分。

[0005] 本发明的另一方面涉及一种制品，所述制品包括：部分刚性的柔性电路，其具有第一聚合物层、第一聚合物层上的图案化导电电路层、图案化导电层上的能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层和能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层上的能化学蚀刻的第二聚合物层；其中能化学蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层包含具有以下重复单元的聚酰胺-酰亚胺：

[0006]



[0007] 其中 R 代表二价基团，R' 代表三价基团，且 n 是至少为 5 的整数；且其中第一聚合物层和聚酰亚胺粘合剂层的对准部分已被移除，从而形成柔性部分。

[0008] 如本发明中所用：

[0009] “刚性部分”是指刚性挠曲电路的一部分，该部分比相邻的柔性部分多出至少一个层，能够支承附接于其表面的一个或多个器件（如表面安装元件），并且具有充分的不可弯曲性，这样当对刚性部分施加挠曲或弯折压力时，附接的器件不会脱离；而

[0010] “柔性部分”是指刚性挠曲电路的一部分，该部分比相邻的刚性部分少了至少一个层，能够弯曲至少 45 度并恢复其初始形状。

[0011] 本发明的至少一个实施例的优点是能够不用激光而迅速（如需数秒）、准确和干净地移除大量的聚合物，而使用激光则通常是缓慢的（如需数小时）、昂贵的并会产生碎

片。

[0012] 本发明的至少一个实施例的另一优点是能够制备出许多柔性区,而每一个柔性区的制备不会产生额外的费用,因为当采用蚀刻工艺时,可以同时形成多个柔性部分。

[0013] 本发明的至少一个实施例的另一优点是能够非常准确地进行刚性挠曲电路的层定位和特征结构对准。

[0014] 本发明的至少一个实施例的另一优点是与制备刚性挠曲电路的现有方法相比能减少工艺步骤和降低工艺成本。

[0015] 从以下附图、具体实施方式和权利要求中,本发明的其它特征和优点将显而易见。

附图说明

[0016] 图 1 描述现有技术中移除任何层之前的刚性多层结构。

[0017] 图 2 描述第二种现有技术中移除任何层之前的刚性多层结构。

[0018] 图 3 描述根据本发明已经移除图 1 的刚性多层结构的若干部分之后的刚性挠曲电路。

[0019] 在以下的具体实施方式中参考形成本发明的一部分的附图,在附图中以举例说明的方式显示可以实施本发明的具体实施例。所给出的实施例并不意味着囊括了根据本发明的所有实施例。应当理解的是,可以采用其它的实施例,在不偏离本发明范围的情况下可以进行结构或逻辑的改变。因此不能认为以下的具体实施方式具有限制意义,本发明的范围由所附的权利要求限定。

具体实施方式

[0020] 诸如刚性电路的刚性多层结构通常由单层或通过粘合剂层相互粘连的多层子结构构成。图 1 显示一种典型的刚性多层结构,其制备方式是:把中心导电层/聚合物层子结构 116/118 粘附于聚合物层 112 的一侧,另一导电层/聚合物子结构 122/124 粘附于另一侧,从而形成包括聚合物层 112、118、124;粘合剂层 114、120;和导电层 116、122 的多层结构。图 2 显示另一种典型的刚性多层结构,其制备方式是:把中心导电层/聚酰亚胺/导电层子结构 218/220/222 的两侧粘附于导电层/聚酰亚胺子结构 212/214 和 228/226,从而形成包括聚合物层 214、224;粘合剂层 216、224;和导电层 212、218、222、228 的结构。这些例子不是限制性的。刚性多层结构可以具有子结构的任意组合,子结构本身可以具有许多不同的材料组合。通常来说,刚性多层结构具有至少一个导电层/聚合物层子结构,第二聚合物层由粘合剂层粘附于导电层。

[0021] 如果子结构之一中的导电层将形成最终产品中的电路层,则通常可取的是在把子结构粘附到一起之前对电路进行图案化。可以通过任意适当的方法使导电层图案化,例如通过标准光刻方法。导电层可以由任何适当的材料构成,如铜 (Cu)、镍 (Ni)、锡 (Sn)、银 (Ag)、金 (Au)、钯 (Pd) 或铂 (Pt) 以及它们的合金。导电层可任选具有粘结层,如由镍 (Ni)、铬 (Cr)、镍铬合金 (NiCr)、其它导电金属或它们的合金,位于导电层与聚合物层之间。在一些实施例中,可以用粘合剂层代替粘结层。如果导电层将成为通路层,则其最典型的是铜层。

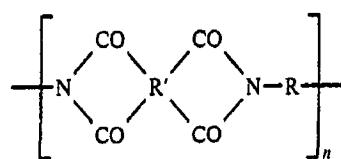
[0022] 为了在刚性多层结构中生成柔性区,可以移除一个或多个子结构及粘合剂层的若

干部分。在现有的技术状态下,子结构之间通常使用的粘合剂材料不适合化学蚀刻。典型的粘合剂材料包括环氧树脂和丙烯酸类粘合剂。另外,虽然已知一些非粘热固性聚酰亚胺是可通过各种蚀刻液蚀刻的,但作为热塑性聚酰亚胺的聚酰亚胺粘合剂还不能很好地适于化学蚀刻,因为它们的蚀刻困难且缓慢,因此不是很适合作为刚性挠曲电路中的可蚀刻层。因此这些粘合剂层充当蚀刻终止层,并且通过化学蚀刻只能移除刚性多层结构中的粘合剂层外侧上的子结构和层。这种无法化学蚀刻粘合剂层的情况大大地限制了在制备刚性挠曲电路时通过从刚性多层结构中移除材料的化学蚀刻方法的有效性。

[0023] 通过广泛和认真的研究,本发明人发现聚酰亚胺粘合剂可以被化学蚀刻。此外,本发明人发现聚酰亚胺粘合剂可以用与对液晶聚合物(LCP)、聚碳酸酯和热固性聚酰亚胺所使用的相同的蚀刻液进行蚀刻,并且在某些情况下蚀刻速率相同或类似。

[0024] 特别合适的聚酰亚胺粘合剂包括具有以下重复单元的聚酰胺-酰亚胺

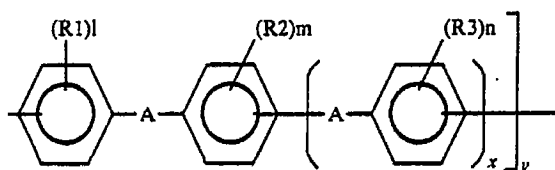
[0025]



[0026] 其中 R 代表二价基团, R' 代表三价基团, n 是至少为 5 的整数。

[0027] 在一些实施例中, R 是

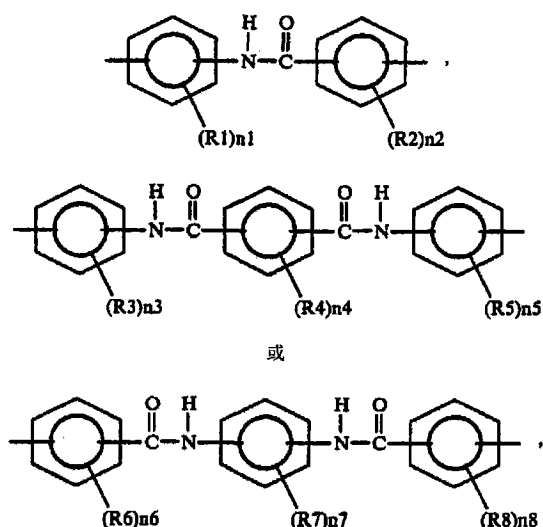
[0028]



[0029] 其中 A 是 -NH-CO-, R1 至 R3 独立地为烷基、烷氧基或卤素,前提条件是存在至少一个烷氧基基团; l、m 和 n 是 0 至 4 的整数; x 是 0 或 1; 且 y 是表示重复单元数目的整数。

[0030] 在另外的实施例中, R 是

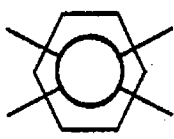
[0031]



[0032] 其中 R1 至 R8 独立地为低级烷基基团、低级烷氧基基团或卤素,且 n1 至 n8 是 0 至 4 的整数。

[0033] 在一些实施例中, R' 是

[0034]



[0035] 这些粘合剂聚酰胺-酰亚胺和它们的合适变体公开于美国专利 No. 4, 847, 353、4, 937, 133 和 4, 939, 039 中, 这些专利的内容以引用的方式全文并入。合适的粘合剂聚酰胺-酰亚胺可以按商品名 ESPANEX 得自日本东京的新日铁化学株式会社 (Nippon Steel Chemical Co., Ltd.)。

[0036] 对于刚性挠曲电路的非粘性可蚀刻的聚合物层, 合适材料的例子包括热固性聚酰亚胺、聚碳酸酯和液晶聚合物 (LCP)。

[0037] 热固性聚酰亚胺具有优异的性质, 如热稳定性和低介电常数。许多适用于本发明的市售的热固性聚酰亚胺包含均苯四甲酸二酐 (PMDA) 或二氨基二苯醚 (ODA) 或联苯二酐 (BPDA) 或苯二胺 (PPD) 的单体。包含一种或多种上述单体的热固性聚酰亚胺聚合物可用于制备膜产品, 所述膜产品可按商品名 KAPTON H、KAPTON K 和 KAPTON E 得自俄亥俄州瑟克尔维尔的杜邦公司, 以及按商品名 APICAL AV 和 APICAL NP 得自日本大津的钟渊化学工业株式会社 (Kaneka Corporation)。这些类型的膜适于许多柔性电路产品, 但当存在常规的化学蚀刻剂 (如碱性蚀刻剂) 时可能会溶胀。溶胀会改变膜的厚度, 且可能造成抗蚀剂的局部脱层。这会因为蚀刻剂移动到脱层区域而发生蚀刻膜厚度的失控和导致不规则形状的特征结构。如果在制作特定的柔性电路时溶胀是一个问题, 则应使用非溶胀的材料。

[0038] 与上述的热固性聚酰亚胺不同的是, 适用于本发明的其它热固性聚酰亚胺是在聚合物主链上具有羧酸酯结构单元的那些。这些热固性聚酰亚胺在存在常规的化学蚀刻剂时不发生溶胀。在聚合物主链上具有羧酸酯结构单元的热固性聚酰亚胺的例子包括可以按商品名 APICAL HPNF 得自日本大津的钟渊化学工业株式会社的那些。APICAL HPNF 聚酰亚胺膜据认为是一种共聚物, 其含酯单元的结构衍生自包含对亚苯基双 (偏苯三酸单酯酸酐) 的单体的聚合。其它含酯单元的热固性聚酰亚胺聚合物可能是市场上未知的。然而, 对于本领域普通技术人员来说, 合理的是可以根据选择类似用于 APICAL HPNF 的那些单体合成其它含酯单元的热固性聚酰亚胺聚合物。这种合成可扩展非膨胀性热固性聚酰亚胺聚合物的范围。可选择用于增加含酯热固性聚酰亚胺聚合物数目的材料包括 1,3- 联苯酚双 (脱水偏苯三酸酯)、1,4- 联苯酚双 (脱水偏苯三酸酯)、乙二醇双 (脱水偏苯三酸酯)、双酚双 (脱水偏苯三酸酯)、氧基-联苯酚双 (脱水偏苯三酸酯)、双 (4- 羟基苯基硫醚) 双 (脱水偏苯三酸酯)、双 (4- 羟基苯甲酮) 双 (脱水偏苯三酸酯)、双 (4- 羟基苯基砜) 双 (脱水偏苯三酸酯)、双 (羟基苯氧基苯)、双 (脱水偏苯三酸酯)、1,3- 联苯酚双 (氨基苯甲酸酯)、1,4- 联苯酚双 (氨基苯甲酸酯)、乙二醇双 (氨基苯甲酸酯)、双酚双 (氨基苯甲酸酯)、氧基-联苯酚双 (氨基苯甲酸酯)、双 (4- 氨基苯甲酸酯) 双 (氨基苯甲酸酯) 等。

[0039] 与聚酰亚胺相比, 液晶聚合物 (LCP) 具有改进的高频性能、较低的介电损失和较少的吸湿性。液晶聚合物通常显示出与上述热固性聚酰亚胺相同的非溶胀特性。适用于本发明的 LCP 包括: 具有芳族聚酯的那些, 包括含对亚苯基对苯二甲酰胺的共聚物, 如可按商品名 BIAC 得自日本冈山县的 Gore-Tex 公司的那些; 具有含对羟基苯甲酸的共聚物的那些,

如可按商品名 LCP CT 得自日本冈山的可乐丽株式会社 (Kuraray Co., Ltd.) 的那些 ; 和 LCP 膜, 如可按商品名 R/FLEX 得自亚利桑那州钱德勒的罗杰斯公司 (Rogers) 的那些。液晶聚合物与 APICAL HPNF 聚酰亚胺之间的相似性在于这两种聚合物结构中都存在羧酸酯单元。

[0040] 聚碳酸酯的特性包括电绝缘性、饱和吸湿度小于 0.5%、在 1kHz 至 45GHz 的功能频率范围上的介电常数不超过 3.5、与聚酰亚胺相比耐化学性更好且模量更低以及光学透明性。适用于本发明的聚碳酸酯的例子包括 : 取代和未取代的聚碳酸酯、聚碳酸酯共混物, 如聚碳酸酯 / 脂族聚酯共混物 (包括可按商品名 XYLEX 得自马萨诸塞州匹茨菲尔德的通用塑料公司 (GE Plastics) 的共混物)、聚碳酸酯 / 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PC/PET) 共混物、聚碳酸酯 / 聚苯二甲酸丁二醇酯 (PC/PBT) 共混物和聚碳酸酯 / 聚 2,6- 萘二甲酸乙二醇酯 (PC/PEN) 共混物以及聚碳酸酯与热塑性树脂的任何其它的共混物 ; 和聚碳酸酯共聚物, 如聚碳酸酯 / 聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PC/PET)、聚碳酸酯 / 聚醚酰亚胺 (PC/PEI) 等。适用于本发明的另一种类型的材料是聚碳酸酯层合材料。这种层合材料可以具有至少两个彼此相邻的不同聚碳酸酯层, 或者可以具有至少一个与热塑性材料层相邻的聚碳酸酯层 (如 LEXAN GS125DL, 其为通用塑料公司的聚碳酸酯 / 聚氟乙烯层合材料)。聚碳酸酯材料也可以填充以炭黑、二氧化硅、氧化铝等, 或者它们可含有添加剂, 如阻燃剂、UV 稳定剂、颜料等。

[0041] 除了可蚀刻的聚合物层以外, 可能有利的是具有不会被用于移除刚性多层结构部分的化学蚀刻剂蚀刻的聚合物层 (以下称 “抗蚀” 材料)。例如, 对于图 1 和 3 中的聚合物层 124, 可能有利的是使用抗蚀材料, 因为它将形成刚性挠曲电路之柔性电路部分的一部分。合适的抗蚀聚合物包括含环氧树脂和含丙烯酸酯的聚合物, 如可按商品名 R/FLEX 1500 得自康涅狄格州罗杰斯的罗杰斯公司 (Rogers Corporation) 的改性丙烯酸酯聚合物 ; 和可按商品名 KAPTON KJ 得自杜邦公司的热封型聚酰亚胺聚合物。

[0042] 根据本发明制备刚性挠曲电路的典型工艺可以包括蚀刻某些聚合物及聚酰亚胺粘合剂层。也可以蚀刻导电层。非导电层的蚀刻涉及使可蚀刻的聚合物和聚酰亚胺粘合剂层的暴露区域与包含水溶性碱金属盐、胺和醇的浓碱蚀刻水溶液相接触。

[0043] 适用于根据本发明的蚀刻液的水溶性碱金属盐包括 : 碱金属氢氧化物, 例如诸如氢氧化钾 (KOH)、氢氧化钠 (NaOH) ; 取代的氢氧化铵诸如, 例如四甲基氢氧化铵 ; 和氢氧化铵或它们的混合物。蚀刻液中盐的可用浓度依待蚀刻的聚合物膜的厚度以及类型 (如金属或光致抗蚀剂) 和掩模的厚度而不同。合适碱金属盐的典型可用浓度的下限在至少一个实施例中为约 30 重量%, 在至少另一个实施例中为约 35 重量%。合适碱金属盐的典型可用浓度的上限在至少一个实施例中为约 50 重量%, 在至少另一个实施例中为约 55 重量%。至少一个实施例中碱金属盐的浓度为约 40 重量%至约 45 重量%。

[0044] 适用于根据本发明的蚀刻液的胺包括乙二胺和丙二胺以及诸如乙醇胺、单乙醇胺 (MEA)、二乙醇胺、丙醇胺等的链烷醇胺。合适胺的典型可用浓度的下限在至少一个实施例中为约 10 重量%, 在至少另一个实施例中为约 15 重量%。合适胺的典型可用浓度的上限在至少一个实施例中为约 30 重量%, 在至少另一个实施例中为约 35 重量%。至少一个实施例的胺浓度为约 20 重量%至约 25 重量%。

[0045] 碱金属盐 / 胺蚀刻剂 (如 KOH/MEA 蚀刻剂) 在低温 (例如室温) 下在水中的溶解度有限。在适合对本发明的可蚀刻的聚合物和粘合剂层进行蚀刻的浓度下, KOH/MEA 溶液通常会由于 KOH 结晶而固化。为了防止固化, 可以把溶液保持在高温条件下, 如 80°C 及 80°C

以上。然而发现温度升高会使溶液的蚀刻能力迅速降低。据认为这是由于从空气中吸收了碳酸，碳酸会与钾结合形成碳酸钾。本发明者发现，向溶液中添加醇（如乙二醇）有助于减少碳酸吸收并防止 KOH 结晶。因此，通常还向蚀刻液中添加醇（如二醇，优选乙二醇）或酮（如甲基乙基酮（MEK）、甲基异丁基酮（MIBK））以提高其稳定性和性能。合适醇的典型可用浓度的下限在至少一个实施例中为约 3 重量%，在至少另一个实施例中为约 5 重量%，上限在至少一个实施例中为约 10 重量%，在至少另一个实施例中为约 30 重量%。在至少一个实施例中，合适的浓度为约 7 重量%。

[0046] 在至少一个实施例中，合适的蚀刻水溶液包含约 30 至约 50 重量%碱金属盐、约 10 至约 30 重量%胺和约 5 至约 10 重量%醇。在另一个实施例中，合适的蚀刻水溶液包含约 40 重量%碱金属盐、约 20 重量%胺和约 7 重量%醇。在一些实施例中，碱金属盐是 KOH，胺是 MEA，醇是乙二醇。

[0047] 在蚀刻过程中，通常把蚀刻液的温度保持在约 50℃至约 120℃，优选为约 70℃至约 95℃。对于用碱性蚀刻液蚀刻聚合物或粘合剂层来说，典型的蚀刻时间要求在约 10 秒至约 20 分钟的范围内，这取决于层的类型和厚度。

[0048] 任何类型的水性光致抗蚀剂都适用于本发明。抗蚀剂可以是正性或负性的。合适的负性光致抗蚀剂的例子包括负性作用的水可显影性光聚合物组合物，如美国专利 No. 3, 469, 982、3, 448, 098、3, 867, 153 和 3, 526, 504 中公开的那些。这种光致抗蚀剂包含至少一种聚合物基质，该聚合物基质包含可交联单体和光引发剂。通常用于光致抗蚀剂的聚合物包括甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸乙酯和丙烯酸的共聚物、苯乙烯和马来酸酐异丁酯的共聚物等。可交联单体可以是多元丙烯酸酯，如三羟甲基丙烷三丙烯酸酯。

[0049] 市售的含水碱（如碳酸钠）可显影负性作用的干膜光致抗蚀剂包括可按商品名 KG 2150 和 ACCUIMAGE 商购自韩国 Kolon Industries 公司的那些。另外合适的是聚甲基丙烯酸甲酯光致抗蚀剂，如可按商品名 RISTON（如 RISTON 4720）得自杜邦公司的那些。其它可用的例子包括可得自纽约州自由港的 LeaRonal 公司的 AP850 和可得自日立化成工业株式会社的 PHOTEC HU350。干膜光致抗蚀剂组合物可按商品名 AQUA MER 得自康涅狄格州沃特伯里的麦德美公司（MacDermid）。AQUA MER 光致抗蚀剂有若干系列，包括“SF”和“CF”系列，SF120、SF125 和 CF2.0 为这些材料中具有代表性的。在光致抗蚀剂之处可以使用金属掩模。

[0050] 首先分别制作刚性挠曲电路的独立子结构。制作每个子结构的具体工艺将根据子结构在刚性挠曲电路中的目的和位置、子结构的构造（如层的数目及类型）以及其它因素而有所不同。可以采用标准制作技术形成子结构。

[0051] 子结构一经制成后，使用可蚀刻的聚酰亚胺粘合剂层把它们粘附到一起形成刚性多层结构，如图 1 中所示的结构。为了由图 1 中所示的刚性多层结构制备如图 3 所示的刚性挠曲电路，可以采用以下工艺。

[0052] 一旦把子结构粘结到一起并通过例如烘焙充分固化粘合剂，则在刚性多层结构的一个或两个外层上形成光掩模，如金属掩模或水可处理的光致抗蚀剂材料。如果聚合物层 124 是抗蚀的，则不需要覆盖聚合物层 124 的光掩模。如果使用水可处理的光致抗蚀剂材料，则可以采用标准的技术将其施加至聚合物层 112（和 124）。光致抗蚀剂的厚度通常为约 5 μm 至约 50 μm 。光致抗蚀剂经透过掩模成像曝光于紫外线等后，光致抗蚀剂的暴

露部分由于交联而成为不溶性的。然后通过用稀水溶液（如 0.5-1.5% 碳酸钠溶液）移除未暴露的光致抗蚀剂的方式冲洗抗蚀剂，直到在聚合物层 112 上获得所需的光致抗蚀剂图案。如果把光致抗蚀剂施加至聚合物层 124，则可以使之充分暴露于 UV 光以形成保护层，或者如果期望在聚合物层 124 中有蚀刻的特征结构，则可以使图案暴露。

[0053] 通过在浴中浸泡或通过一般在 50℃ 至 120℃ 之间的温度下进行喷雾，使刚性多层结构接触浓碱性蚀刻液继续实施所述工艺。这样蚀刻聚合物层 112 和聚酰亚胺粘合剂层 114 没有被交联的抗蚀剂覆盖的区域。蚀刻剂穿过聚合物和聚酰亚胺粘合剂层向下蚀刻至导电层 116 的停留时间通常为约 10 秒至约 20 分钟，这取决于所述层的组成和厚度。导电层 116 起到蚀刻终止的作用，因为它不被碱性蚀刻液所蚀刻。当导电层是铜时，随后可以使刚性多层结构接触金属专用的蚀刻剂（如可按商品名 PERMA ETCH 得自 Electrochemicals 公司的蚀刻剂）以移除导电层 116 的暴露部分，从而暴露下面的聚合物层 118 的若干部分。然后可以再次使刚性多层结构接触浓碱性蚀刻液，从而蚀刻掉聚合物层 118 和聚酰亚胺粘合剂层 120 的暴露部分，留下图案化导电电路层 122 和聚合物层 124 的若干部分为刚性挠曲电路的柔性部分 326。随后可以对图案化导电电路施加保护性覆盖层。然后可以在约 20℃ 至约 80℃（优选约 20℃ 至约 60℃）的温度下用含 2% 至 5% 碱金属碳酸盐的稀水溶液将交联的抗蚀剂从所得到的刚性挠曲电路上剥离。

[0054] 图 3 也示出了从聚合物层 112 至聚合物层 124 延伸的通孔 328。如前所述，它可以在同一蚀刻步骤期间形成。

[0055] 在一个替代性实施例中，可以增设邻接聚合物层 124 的附加层。这些层可以是聚酰亚胺粘合剂层、聚合物层和导电层的任意组合。例如在至少一个实施例中，可以直接邻接聚合物层 124 增设导电层以形成双面电路。可以蚀刻部分或所有的这些附加层。它们的蚀刻可以在蚀刻结构背面上相同类型的层的同时进行。例如，如果两个外层是类似的聚合物层，则可以在同一蚀刻步骤期间对它们进行蚀刻。通过从刚性结构的两面进行蚀刻可以形成其中刚性部分与柔性部分的顶面和底面均邻接的部分刚性的柔性电路。

[0056] 在形成部分刚性的柔性电路时，刚性结构的不同区域可以有不同蚀刻的深度。例如，如果初始的结构为 8 层的结构，成品的部分区域上可能有六层被蚀刻掉，而其它区域上蚀刻掉五层、四层或更少的层。

[0057] 上述制备刚性挠曲电路的工艺可以采用若干单独步骤的间歇工艺实施，或者以自动滚筒式的方式进行，使用设计成在整个工序中从供料辊到卷绕辊传送卷筒材料的设备。自动化处理使用具有用于施加、暴露和冲洗光致抗蚀剂涂层以及蚀刻和镀覆金属部件和蚀刻聚合物及粘合剂膜的多个处理工位的卷筒处理设备。蚀刻工位可以包括多个具有喷射嘴的喷杆，所述喷射嘴将蚀刻剂喷射到移动的卷筒上，以蚀刻卷筒上不被交联的光致抗蚀剂保护的那些部分。如果采用卷对卷工艺并且粘合剂聚酰亚胺需后处理烘焙固化，本发明者发现，可以将含有刚性挠曲电路的整个卷绕的卷置于烘焙箱中。作为另外的选择，可以通过烘箱输送卷材，但每段卷材需要长的烘箱和 / 或很长的停留时间。本发明的至少一个实施例中合适的粘合剂固化条件为 185℃ 下一小时。

[0058] 实例

[0059] 通过以下实例列举本发明，但在这些实例中列举的具体材料及其量以及其它条件和细节不应该被理解成对本发明的不当限制。

[0060] 实例 1

[0061] 如下制备刚性多层结构：在可按商品名 KAPTON E 得自杜邦公司的 1 密耳厚的聚酰亚胺层上溅射沉积 3 微米厚的铜层。通过在两个 12 微米的铜层之间层合 25 微米的聚酰亚胺层（按商品名 APICAL NP 得自 Kaneka）制成独立的 3 层结构。使用 35 微米的聚酰亚胺粘合剂层（可按商品名 ESPANEX SPB-035A 得自日本东京的新日铁化学株式会社），把铜 / KAPTON E 结构的若干部分粘附于所述三层结构的每个外铜层上，其中 KAPTON E 一面朝向铜层。

[0062] 采用标准光刻法使铜 / KAPTON E 结构的 3 微米铜层图案化以形成金属掩模。在约 93℃ 下用含 40 重量 % KOH、20 重量 % 乙醇胺、7 重量 % 乙二醇和 33 重量 % 水的蚀刻水溶液对具有金属掩模的刚性多层结构喷雾总共约 9 分钟。在第一蚀刻步骤中，蚀刻剂在约 4 分钟内蚀穿 1 密耳的 KAPTON E 层。然后使该结构经受热水冲洗以去除溶解的聚合物材料。在第二蚀刻步骤中，蚀刻剂在约 5 分钟内蚀穿 35 微米的聚酰亚胺粘合剂层。然后再次使所述结构经受热水冲洗以去除溶解的粘合剂。

[0063] 实例 2

[0064] 除了 KAPTON E 膜上不溅射沉积铜层和在蚀刻步骤期间用光致抗蚀剂掩模代替金属掩模外，按与实例 1 相同的方式进行第二实例的制备。采用标准光刻法使光致抗蚀剂掩模图案化。在单个蚀刻步骤中，蚀刻剂在约 12 分钟内蚀穿 1 密耳的 KAPTON E 层和 35 微米的聚酰亚胺粘合剂层。然后使该结构经受热水冲洗以去除溶解的聚合物和粘合剂材料。

[0065] 在不偏离本发明的范围和实质的前提下，对本发明的各种修改和变动是本领域的技术人员可显而易见的，并且应该理解，本发明不应不当地受限于本文所述的示例性实施例。

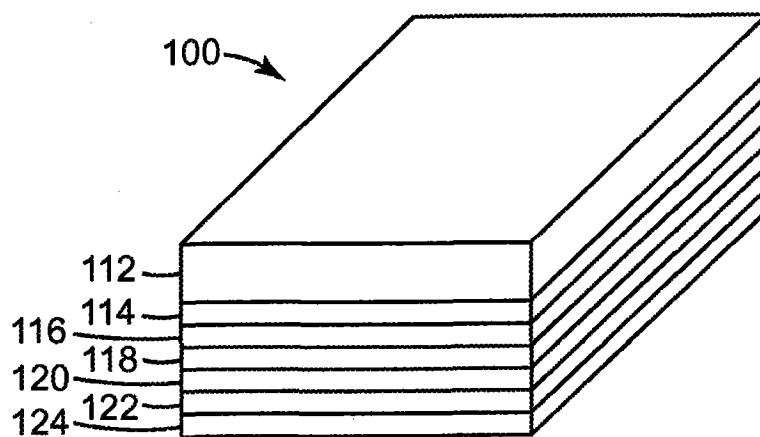


图 1 现有技术

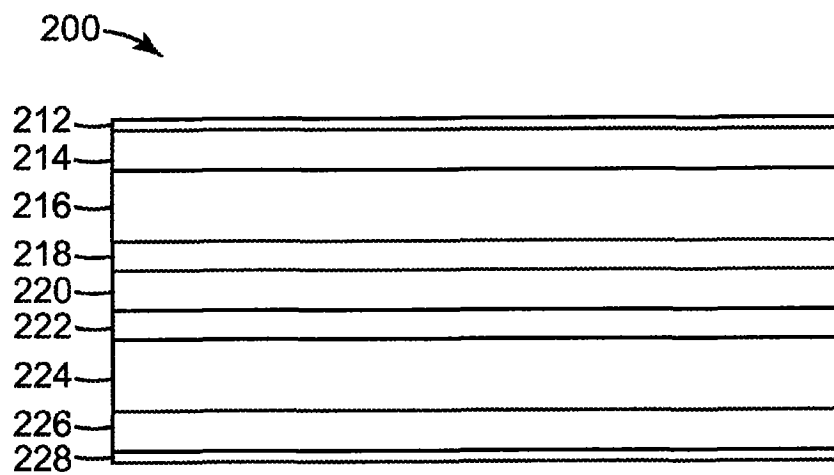


图 2 现有技术

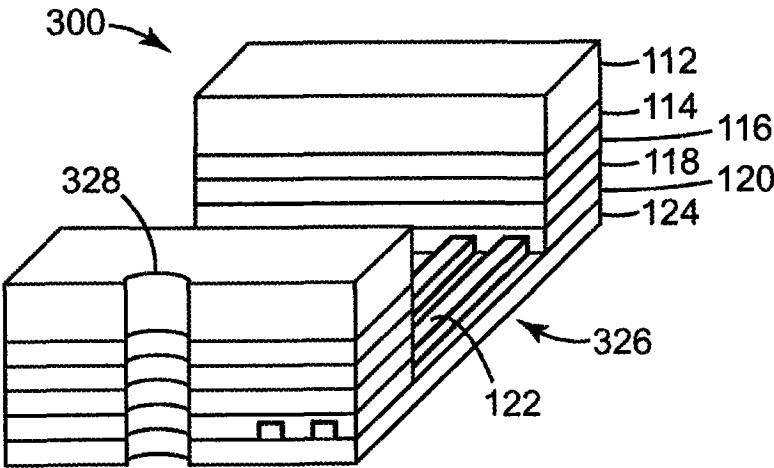


图 3