

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G03F 7/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810050297.7

[43] 公开日 2008年7月23日

[11] 公开号 CN 101226327A

[22] 申请日 2008.1.23

[21] 申请号 200810050297.7

[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 5625 号

[72] 发明人 韩艳春 于新红 邢汝博

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司

代理人 马守忠

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

可传递打印的聚合物材料图形结构的制备方法

[57] 摘要

本发明属于可传递打印的聚合物图案的制备方法。首先在平整的弹性软模板表面旋涂聚合物薄膜，然后将表面带有图案的环氧树脂模板对聚合物薄膜进行热剥离，与环氧树脂模板接触的聚合物薄膜被选择性剥离，从而在弹性软模板表面得到分离的聚合物图案。与已有技术相比，本发明具有设备和工艺简单，原理上可以制作多种材料图形结构的特点。尤其是以弹性软模板为加工载体，加工得到聚合物薄膜可以进一步进行传递打印。

1、制备可传递打印的聚合物图形结构的加工方法，其特征在于，步骤和条件如下：

①选择表面平整的弹性软模板（1），在弹性软模板（1）表面旋涂聚合物溶液，得到聚合物薄膜（2），将表面带有图案结构的环氧树脂模板（3）置于该聚合物薄膜（2）表面，施加压力 2kgcm^{-2} – 10kgcm^{-2} ，使得弹性软模板（1）在压力的作用下发生形变，辅助聚合物薄膜（2）在图案的边缘处发生断裂，减小压力至 30gcm^{-2} 同时升高温度至 90 – 120°C ，加热 30 分钟；

所述的表面平整的弹性软模板（1），选择聚二甲基硅氧烷弹性模板；

②冷却至室温，移去环氧树脂模板（3），由于环氧树脂模板（3）与聚合物薄膜（2）的粘附功大于弹性软模板（1）与聚合物薄膜（2）的粘附功，与环氧树脂模板（3）接触部分的聚合物薄膜被选择性剥离，在弹性软模板（1）表面得到与环氧树脂模板（3）图案互补的聚合物图形结构；

③将载有互补的聚合物图形结构的弹性软模板（1）与基底（4）表面旋涂的聚合物薄膜（5）接触，施加压力为 30gcm^{-2} – 100gcm^{-2} ，同时升高温度至 90 – 120°C ，加热 10 分钟，冷却至室温后，移去弹性软模板（1），由于聚合物薄膜（5）

与聚合物薄膜（2）的粘附功大于弹性软模板（1）与聚合物薄膜（2）的粘附功，弹性软模板（1）表面的聚合物图案被转移到聚合物薄膜（5）表面，在聚合物薄膜（5）表面得到具有目标图形的聚合物薄膜（2）的图形结构；

所述的聚合物材料为聚噻吩、聚茱、聚乙烯基苯酚、聚甲基丙烯酸甲酯或聚苯乙烯。

可传递打印的聚合物材料图形结构的制备方法

技术领域

本发明属于一种微图案加工方法，特别是一种利用热剥离技术可传递打印的聚合物材料图形结构的制备方法。

背景技术

有机聚合物半导体材料由于其在柔性、轻型、低能耗、大面积有机光电器件中的潜在应用而得到了越来越广泛的关注。对有机半导体材料的图案加工是制备大面积阵列以及集成的关键步骤。在聚合物材料加工方面，低成本、高效率、简便的加工方法成为人们普遍关注的焦点。

已有技术一般采用光刻技术，但在有机光电器件加工中存在的最主要的问题是大多数有机材料的光电性能在光刻胶、显影溶液等溶剂中会大幅地下降。并且光刻工艺中存在着光刻设备昂贵，要求控制环境温度和洁净度、加工步骤复杂等缺点。

也有采用纳米压印技术加工聚合物图形结构，即通过加热到聚合物薄膜的玻璃化转变温度以上，利用带有图案的硬模板对该聚合物薄膜进行压印，得到与模板互补的聚合物图形结构。另外，2002年4月18日由Wiley出版社出版的《先进材料》第14卷第588页报道了Rudolf Zentel 等人的名为“面

向塑性电子：纳米压印技术加工半导体聚合物”的文章。该文章中采用紫外光处理代替以往的高温处理，进一步简化了加工过程，提高了加工精度。虽然与光刻方法相比克服了对昂贵设备和苛刻环境的要求，但由于压印过程不能得到的分离的图形结构，因此必须经过后处理过程。

发明内容

为了克服以上技术的缺点，本发明提供了采用热剥离技术制备分离的聚合物图案的加工方法，得到的聚合物图案可以进行传递打印。

首先在平整的弹性软模板表面旋涂聚合物薄膜，然后利用表面带有图案结构的环氧树脂模板对弹性软模板表面的聚合物薄膜进行热剥离，与环氧树脂模板接触的部分被选择性剥离，在弹性软模板表面得到与环氧树脂模板互补的聚合物图案。由于弹性软模板较低的表面能，得到的聚合物图案可以进一步传递打印到其它的聚合物表面。

本发明方法的具体步骤和条件如下：

①如图 1 所示，选择表面平整的弹性软模板 1，在弹性软模板 1 表面旋涂聚合物溶液，得到聚合物薄膜 2，将表面带有图案结构的环氧树脂模板 3 置于该聚合物薄膜 2 表面，施加压力 2kgcm^{-2} – 10kgcm^{-2} ，使得弹性软模板 1 在压力的作用下发生形变，辅助聚合物薄膜 2 在图案的边缘处发生断裂，减小压力至 30gcm^{-2} 同时升高温度至 90 – 120°C ，加热 30 分钟；

所述的表面平整的弹性软模板 1，选择聚二甲基硅氧烷弹性模板；

②冷却至室温，移去环氧树脂模板 3，由于环氧树脂模板 3 与聚合物薄膜 2 的粘附功大于弹性软模板 1 与聚合物薄膜 2 的粘附功，与环氧树脂模板 3 接触部分的聚合物薄膜被选择性剥离，在弹性软模板 1 表面得到与环氧树脂模板 3 图案互补的聚合物图形结构；

③将载有互补的聚合物图形结构的弹性软模板 1 与基底 4 表面旋涂的聚合物薄膜 5 接触，施加压力为 30gcm^{-2} - 100gcm^{-2} ，同时升高温度至 $90\text{-}120^{\circ}\text{C}$ ，加热 10 分钟，冷却至室温后，移去弹性软模板 1，由于聚合物薄膜 5 与聚合物薄膜 2 的粘附功大于弹性软模板 1 与聚合物薄膜 2 的粘附功，弹性软模板 1 表面的聚合物图案被转移到聚合物薄膜 5 表面，在聚合物薄膜 5 表面得到具有目标图形的聚合物薄膜 2 的图形结构；

所述的聚合物材料为聚噻吩、聚芴、聚乙烯基苯酚、聚甲基丙烯酸甲酯或聚苯乙烯。

本发明的有益效果：与光刻技术相比，本发明的方法使用的设备简单，加工成本低，应用范围广。与压印技术相比，本发明的方法中可以直接制备分离的聚合物结构，加工得到的图案可以进行传递打印，对目标图形的质量没有影响。

附图说明

图 1 为聚合物图案结构制作及传递打印过程示意图。

图 1 的 A 为在平整的弹性软模板 1 表面旋涂制备聚合物薄膜 2 的过程示意图。

图 1 的 B 为带有图案结构的环氧树脂模板 3 对弹性软模板 1 表面的聚合物薄膜 2 进行剥离过程示意图。

图 1 的 C 为移去环氧树脂模板 3 后，在弹性软模板 1 表面得到的图案结构的聚合物薄膜 2 的结构示意图。

图 1 的 D 为带有聚合物薄膜图案结构的弹性软模板 1 与表面旋涂有聚合物薄膜 4 的基底 5 表面接触，进行传递打印的过程示意图。

图 1 的 E 为在聚合物薄膜 4 表面得到的图案结构的聚合物薄膜 2 结构的示意图。

图 1 中，1 为平整的聚二甲基硅氧烷弹性软模板，2 为聚合物薄膜，3 为带有图案的环氧树脂模板，4 为聚合物薄膜，5 为基底。

图 2 为制备的图案结构的聚合物薄膜的光学显微镜照片。

具体实施方式

实施例 1

①如图 1 所示，选择表面平整的聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面旋涂聚噻吩溶液，得到聚噻吩薄膜 2，将表面带有图案结构的环氧树脂模

板 3 置于聚噻吩薄膜 2 表面，施加压力 2kgcm^{-2} 使得聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 在压力的作用下发生形变，辅助聚噻吩薄膜 2 在环氧树脂模板 3 的图案边缘处发生断裂，减小压力至 30gcm^{-2} 同时升高温度至 90°C ，加热 30 分钟。

②冷却至室温，移去环氧树脂模板 3。由于环氧树脂模板 3 与聚噻吩薄膜 2 的粘附功大于聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 与聚噻吩薄膜 2 的粘附功，与环氧树脂模板 3 接触部分的聚噻吩薄膜被选择性剥离，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面得到与环氧树脂模板 3 图案互补的聚噻吩图形结构。

③将载有聚噻吩图形结构的聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 置于表面旋涂的聚合物薄膜 4 的目标基底 5 上，目标基底 5 为柔性聚酯衬底，聚合物薄膜 4 为聚乙烯基苯酚薄膜。施加压力 30gcm^{-2} 的同时升高温度至 120°C ，加热 10 分钟，冷却至室温后，移去弹性软模板 1。由于聚乙烯基苯酚薄膜 4 与聚噻吩薄膜 2 的粘附功大于弹性软模板 1 与聚噻吩薄膜 2 的粘附功，弹性软模板 1 表面的聚噻吩图形结构被转移到聚乙烯基苯酚薄膜 4 表面。在聚乙烯基苯酚薄膜 4 表面得到具有目标图形的聚噻吩结构。

实施例 2

①如图 1 所示，选择表面平整的聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面旋涂聚苯乙烯溶液，得到聚苯乙烯薄膜 2，将表面带有图案结构的环氧树

脂模板 3 置于聚苯乙烯薄膜 2 表面，施加压力 5 kgcm^{-2} 使得聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 在压力的作用下发生形变，辅助聚苯乙烯薄膜 2 在环氧树脂模板 3 的图案边缘处发生断裂，减小压力至 30 gcm^{-2} 同时升高温度至 100°C ，加热 30 分钟。

②冷却至室温，移去环氧树脂模板 3。由于环氧树脂模板 3 与聚苯乙烯薄膜 2 的粘附功大于聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 与聚苯乙烯薄膜 2 的粘附功，与环氧树脂模板 3 接触部分的聚苯乙烯薄膜被选择性剥离，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面得到与环氧树脂模板 3 图案互补的聚苯乙烯图形结构。

③将载有聚苯乙烯图形结构的聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 置于表面旋涂的聚合物薄膜 4 的目标基底 5 上，目标基底 5 为玻璃基底，聚合物薄膜 4 为聚甲基丙烯酸甲酯薄膜。施加压力 50 gcm^{-2} 的同时升高温度至 110°C ，加热 10 分钟，冷却至室温后，移去弹性软模板 1。由于聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 4 与聚苯乙烯薄膜 2 的粘附功大于弹性软模板 1 与聚苯乙烯薄膜 2 的粘附功，弹性软模板 1 表面的聚苯乙烯图形结构被转移到聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 4 表面。在聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 4 表面得到具有目标图形的聚苯乙烯结构。

实施例 3

①如图 1 所示，选择表面平整的聚二甲基硅氧烷弹性软

模板 1，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面旋涂聚甲基丙烯酸甲酯溶液，得到聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2，将表面带有图案结构的环氧树脂模板 3 置于聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 表面，施加压力 10 kgcm^{-2} 使得聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 在压力的作用下发生形变，辅助聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 在环氧树脂模板 3 的图案边缘处发生断裂，减小压力至 30 gcm^{-2} 同时升高温度至 120°C ，加热 30 分钟。

②冷却至室温，移去环氧树脂模板 3。由于环氧树脂模板 3 与聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 的粘附功大于聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 与聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 的粘附功，与环氧树脂模板 3 接触部分的聚甲基丙烯酸甲酯薄膜被选择性剥离，在聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 表面得到与环氧树脂模板 3 图案互补的聚甲基丙烯酸甲酯图形结构。

③将载有聚甲基丙烯酸甲酯图形结构的聚二甲基硅氧烷弹性软模板 1 置于表面旋涂的聚合物薄膜 4 的目标基底 5 上，目标基底 5 为硅基底，聚合物薄膜 4 为聚苯乙烯薄膜。施加压力 100gcm^{-2} 的同时升高温度至 90°C ，加热 10 分钟，冷却至室温后，移去弹性软模板 1。由于聚苯乙烯薄膜 4 与聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 的粘附功大于弹性软模板 1 与聚甲基丙烯酸甲酯薄膜 2 的粘附功，弹性软模板 1 表面的聚甲基丙烯酸甲酯图形结构被转移到聚苯乙烯薄膜 4 表面。在聚苯乙烯薄膜 4 表面得到具有目标图形的聚甲基丙烯酸甲酯结构。

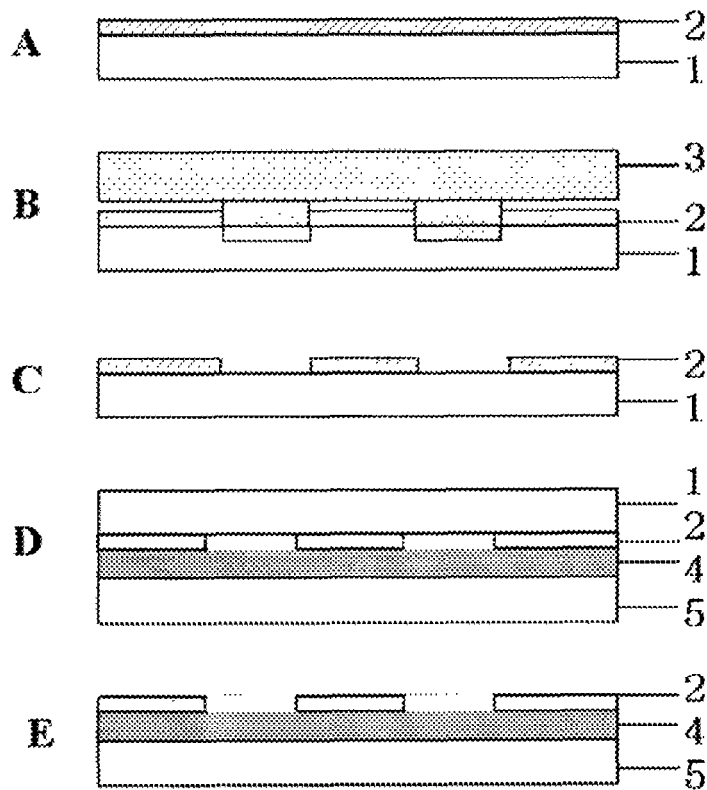


图 1

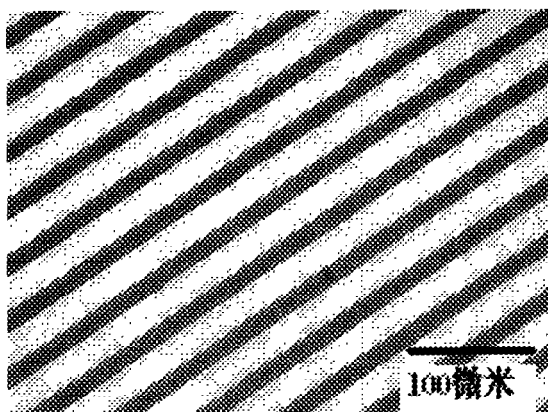


图 2