(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110382636 B
(45)授权公告日 2023.12.08

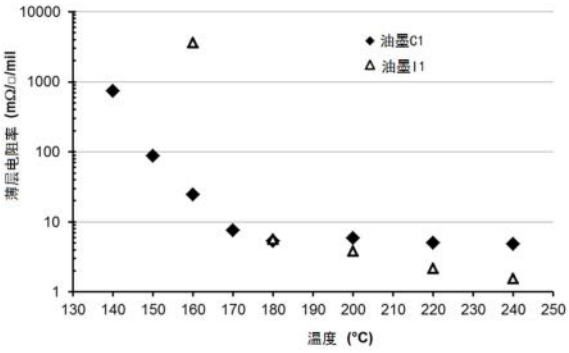
(21)申请号 201880016048.8
(22)申请日 2018.02.08
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110382636 A
(43)申请公布日 2019.10.25
(30)优先权数据
62/456,300 2017.02.08 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2019.09.05
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2018/050789 2018.02.08
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2018/146617 EN 2018.08.16
(73)专利权人 加拿大国家研究委员会
地址 加拿大安大略
(72)发明人 阿诺德·J·凯尔 尚塔尔·帕凯奥尔加·莫森桑 帕特里克·罗兰·卢西恩·马朗方 巴瓦纳·代奥雷
(74)专利代理机构 成都超凡明远知识产权代理有限公司 51258
专利代理师 王晖 刘明
(51)Int.Cl.
C09D 11/03(2006.01)
H05K 1/03(2006.01)
H05K 3/12(2006.01)
C09D 11/52(2006.01)
(56)对比文件
WO 2015192248 A1,2015.12.23
US 2003180451 A1,2003.09.25
US 5074978 A,1991.12.24
CN 104263082 A,2015.01.07
WO 2013036519 A1,2013.03.14
审查员 王媛
权利要求书1页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

具有改善的热稳定性的分子油墨

(57)摘要

一种分子油墨,包含羧酸银(例如新癸酸银)、溶剂(例如萜品醇)以及聚合物粘结剂,该聚合物粘结剂包括聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺或其任何混合物,具有使得聚合物粘结剂与溶剂相容的官能团。这样的油墨具有良好的热稳定性以及较高的羧酸银含量。



CN 110382636 B

1.一种分子油墨,包括:羧酸银;溶剂;以及包括羟基和/或羧基封端的聚酯的聚合物粘结剂,其中,所述羧酸银包括新癸酸银,所述油墨中的所述新癸酸银的量为基于所述油墨总重量的60wt%或更多,并且其中,所述粘结剂以基于所述油墨总重量的0.5wt%至3wt%的量存在于所述油墨中。

2.根据权利要求1所述的分子油墨,其中,所述油墨中的所述新癸酸银的存在量提供了所述油墨中银负载量为基于所述油墨总重量的24wt%或更高。

3.根据权利要求1所述的油墨,其中,新癸酸银以基于所述油墨总重量的80wt%或更多的量存在于所述油墨中。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的油墨,其中,所述溶剂包括萜烯醇。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的油墨,其中,所述溶剂包括萜品醇。

6.根据权利要求1至3中任一项所述的油墨,其中,所述溶剂包括α-萜品醇。

7.根据权利要求5所述的油墨,其中,所述溶剂以范围为基于所述油墨总重量的1wt%至50wt%的量存在于所述油墨中。

8.根据权利要求5所述的油墨,其中,所述溶剂以范围为基于所述油墨总重量的10wt%至40wt%的量存在于所述油墨中。

9.一种在基体上产生导电银迹线的方法,所述方法包括将根据权利要求1至3中任一项所限定的油墨沉积在基体上以形成所述基体上油墨的非导电迹线,并烧结所述基体上油墨的非导电迹线以形成导电银迹线。

10.根据权利要求9所述的方法,其中,所述烧结在180℃或更高的温度下进行。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,所述烧结进行范围为1分钟至180分钟的时间。

12.根据权利要求9所述的方法,其中,所述基体包括聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚烯烃、聚二甲基硅氧烷、聚苯乙烯、丙烯腈/丁二烯/苯乙烯、聚碳酸酯、聚酰亚胺、热塑性聚氨酯、有机硅膜、羊毛、丝绸、棉、亚麻、黄麻、莫代尔、竹子、尼龙、聚酯、丙烯酸类、芳纶、氨纶、聚丙交酯、纸、玻璃、金属或介电涂层。

13.根据权利要求9所述的方法,其中,所述沉积包括印刷。

14.根据权利要求13所述的方法,其中,所述印刷包括丝网印刷。

15.一种基体,包括由根据权利要求1至3中任一项所限定的油墨产生的导电银迹线。

16.根据权利要求15所述的基体,其中,所述迹线在暴露于高于230℃的温度下至少一小时的时间段后能够通过根据ASTM F1683-09的弯曲和折皱测试。

17.一种电子器件,包括根据权利要求15所限定的基体。

具有改善的热稳定性的分子油墨

技术领域

[0001] 本申请涉及油墨,具体涉及可印刷分子油墨。

背景技术

[0002] 纳米颗粒油墨的机械性能通常较差。此外,可以减小迹线的厚度以改善机械性能,但是由较薄层纳米颗粒产生的迹线具有较低的体积电阻率值。先前已经证明,用乙基纤维素粘结剂生产的分子油墨可具有显著增强的机械性能(于2015年12月23日公开的国际专利公开WO 2015/192248)。但是,当由该配方印刷的迹线长时间(>20分钟)经受高温(>230℃)时,可能会导致机械故障(即弯曲或折皱测试后的电阻变化变得大于10%)。当油墨用于多层工艺时,这种故障可能产生问题,因为当在器件中构建多层时,由作为第一层印刷的分子油墨产生的迹线将必须在超过220℃的温度下加工长达20-30分钟。此外,最窄的迹线(测量为3-5mil线宽)倾向于比更宽的迹线(测量为7-20mil迹线)更快地烧结。因此,可能难以微调加工条件以允许所有迹线(无论线宽或厚度如何)在相同条件下加工。

[0003] 对于这种分子油墨,降低烧结温度和增加烧结时间可以改善所得迹线的机械性能。然而,在低于200℃的温度下烧结的迹线的电阻率可以是当在较高温度(>230℃)下烧结时的1.3倍高。

[0004] 因此,仍然需要一种油墨配方,其具有改进的热稳定性,允许在高温例如,(>230℃)下烧结和/或更长时间(例如>20分钟)的时间,同时产生具有良好机械性能(例如,在根据ASTM F1683-02的弯曲和折皱测试之后电阻变化小于10%)和低电阻率(例如<5mΩ/□/mil)的窄导线(例如<100μm或约4mil)。

发明内容

[0005] 配制了能够将银盐负载量增加至按重量计80%(按银重量计32%)或更高的分子银油墨,使得能够产生具有优异热稳定性的迹线。

[0006] 在一方面,提供了包括以下的分子油墨:羧酸银;溶剂;以及包括羟基和/或羧基封端的聚酯的聚合物粘结剂。

[0007] 在另一方面,提供了包括以下的分子油墨:羧酸银,其量提供了油墨中银负载量为基于油墨的总重量的约24wt%或更多;溶剂;以及聚合物粘结剂,该聚合物粘结剂包括聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺或其任何混合物,其具有使聚合物粘结剂与溶剂相容的官能团。

[0008] 在另一方面,提供了在基体上产生导电银迹线的方法,该方法包括将分子油墨沉积在基体上以形成基体上油墨的非导电迹线,并烧结该基体上油墨的非导电迹线以形成导电银迹线。

[0009] 在另一方面,提供了包括通过上述方法产生的导电银迹线的基体。

[0010] 在另一方面,提供了包括具有通过上述方法产生的导电银迹线的基体的电子器件。

[0011] 其它特征将在以下具体实施方式中描述或变得显而易见。应该理解,本领域技术

人员显见,本文所述的每个特征可以与任何一种或多种其它所述特征任意组合使用,并且每个特征不一定依赖于其它特征的存在,除对本领域技术人员显而易见的情况之外。

附图说明

[0012] 为了更清楚的理解,现在参考附图,通过举例的方式详述优选实施方式,其中:

[0013] 图1描绘了分子油墨(油墨I1)的粘度的图表,其中,当剪切应力从735增加至4335Pa(实心圆)时,粘度从约180000下降至约31000cP,并当剪切应力回到530Pa(空心菱形)时,粘度回到约130000cP。

[0014] 图2A和图2B描绘了由本发明的分子油墨丝网印刷的迹线的三维表面光度仪图像(图2A)和截面分析(图2B),其已经干燥但未烧结。注意,印刷的迹线的线宽和线间距分别为约64±6μm和约34±1μm。

[0015] 图3A和图3B描绘了由本发明的分子油墨丝网印刷的迹线的三维表面光度仪图像(图3A)和截面分析(图3B),其已经干燥和烧结。注意,印刷的迹线的线宽和线间距分别为约70±5μm和约28±1μm。

[0016] 图4描绘了薄层电阻率(mΩ/□/mil)随本发明的新癸酸银(AgND)油墨(油墨I1)相比于具有不同配方的另一种AgND油墨(油墨C1)的烧结温度(℃)变化的图表。

[0017] 图5描绘了由油墨I1产生的4.6、8.4和22.8mil迹线(测量线宽)的薄层电阻率(mΩ/□/mil)与烧结温度(℃)的图。

[0018] 图6A描绘了显示在240℃下加热30分钟后的由油墨C1产生的迹线上折皱试验结果的照片。

[0019] 图6B描绘了显示在240℃下加热30分钟后的由油墨I1产生的迹线上折皱试验结果的照片。

[0020] 图7A描绘了显示在240℃下加热30分钟后的由油墨C1产生的迹线上使用透明胶带的粘附性测试结果的照片。

[0021] 图7B描绘了显示在240℃下加热30分钟后的由油墨I1产生的迹线上使用透明胶带的粘附性测试结果的照片。

具体实施方式

[0022] 羧酸银包含银离子和含有羧酸部分的有机基团。羧酸盐优选包括1至20个碳原子,更优选6至15个碳原子,甚至更优选8至12个碳原子,例如10个碳原子。羧酸盐优选为链烷酸盐。羧酸银优选是链烷酸的银盐。优选的羧酸银的一些非限制性实例为乙基己酸银、新癸酸银、苯甲酸银、苯基乙酸银、异丁酰乙酸银、苯甲酰乙酸银、草酸银、新戊酸银以及其衍生物,及其任何混合物。尤其优选新癸酸银。油墨中可以有一种或多于一种的羧酸银。羧酸银优选分散在油墨中。优选地,油墨不含有金属银材料的薄片或其它颗粒。

[0023] 羧酸银优选以一定量存在于油墨中以在油墨中提供基于油墨总重量的约19wt%或更高的银负载量。更优选地,羧酸银提供的银负载量为约23wt%或更高,或者约24wt%或更高,或者约25wt%或更高,或者约27wt%或更高,或者约31wt%或更高,或者约32wt%或更高。当羧酸银是新癸酸银时,新癸酸银可以优选以基于油墨总重量的约50wt%或更高,或者约60wt%或更高,或者约65wt%或更高,或者约70wt%或更高,或者约80wt%或更高的量

存在于油墨中。

[0024] 溶剂优选与银盐或聚合物粘结剂之一或二者相容。溶剂优选与银盐和聚合物粘结剂二者都相容。银盐和/或聚合物粘结剂优选可分散于溶剂中,例如可溶解于溶剂中。溶剂优选为有机溶剂,更优选为非芳香族有机溶剂。非芳香族有机溶剂包括,例如萜烯(例如萜烯醇)、二醇醚(例如二丙二醇甲醚)、醇(例如甲基环己醇、辛醇、庚醇)、卡必醇(例如2-(2-乙氧基乙氧基)乙醇)或其任何混合物。溶剂优选包括萜烯,更优选萜烯醇。萜烯醇可包括单萜醇、倍半萜烯醇等。优选单萜醇,例如萜品醇、香叶醇等。特别优选萜品醇,例如α-萜品醇、β-萜品醇、γ-萜品醇和萜品烯-4-醇。尤其优选的是α-萜品醇。溶剂可以以任何合适的量存在于油墨中,优选范围为基于油墨总重量的约1wt%至约50wt%。更优选地,量的范围为约5wt%至约50wt%,或者约10wt%至约40wt%。

[0025] 聚合物粘结剂可以包括聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺或其任何混合物,其具有使得聚合物粘结剂与溶剂相容的官能团。优选地,聚合物粘结剂可分散,例如可溶解于溶剂中。因此,溶剂中的聚合物粘结剂混合物不会产生明显的相分离。使得聚合物粘结剂与溶剂相容的官能团优选为能够形成氢键的极性基团,例如羟基、羧基、氨基以及磺酰基基团中的一种或多种。优选地,聚合物粘结剂包括末端羟基和/或羧基基团。聚合物粘结剂优选包括聚酯,其具有使得聚酯与溶剂相容的官能团。更优选地,聚合物粘结剂包括羟基和/或羧基封端的聚酯。

[0026] 聚合物粘结剂可以以任何合适的量存在于油墨中,优选范围为基于油墨总重量的约0.1wt%至约5wt%。更优选地,量的范围为约0.5wt%至约3wt%,或者约1wt%至约2wt%。

[0027] 具有聚合物粘结剂的油墨使得能够均匀加工窄迹线,甚至在高温下长时间加热后,例如在高于约230℃的温度下加热至少约一小时。此外,聚合物粘结剂有利地不需要是油墨中的流变改性剂。油墨的粘度可以通过调节油墨中银盐的量来控制。因此,聚合物粘结剂可以较低浓度使用,同时允许使用较多银盐,并因此允许较高的银负载量而不会过度影响粘度。这些性质使得油墨特别适用于丝网印刷,其中剪切应力的应用明显降低了膏体的粘度,如图1所示。此外,银负载量与聚合物粘结剂的重量比可以高达10:1或更高,或者甚至15:1或更高,或者甚至20:1或更高。羧酸银浓度的增加与粘结剂浓度的减少一起导致产生了具有比先前证明的(例如<5mΩ/□/mil)更低的电阻率值且能够印刷窄特征的烧结的银迹线。

[0028] 所描述的分子油墨能够产生具有优异热稳定性的迹线,特别是在长时间暴露于高温之后能够通过弯曲和折皱测试方面。优选地,油墨迹线在暴露于大于约230℃的温度至少约1小时的时间段之后,可以通过弯曲和折皱测试。由分子油墨产生的迹线当暴露于约180-300℃的温度时可以具有机械稳定性。

[0029] 在一种实施方式中,分子油墨由羧酸银、溶剂以及包括羟基和/或羧基封端的聚酯的聚合物粘结剂组成。在另一实施方式中,分子油墨由以下组成:羧酸银,其量提供了油墨中银负载量为基于油墨总重量的约24wt%或更多;溶剂;以及聚合物粘结剂,该聚合物粘结剂包括聚酯、聚酰亚胺、聚醚酰亚胺或其任何混合物,其具有使聚合物粘结剂与溶剂相容的官能团。

[0030] 油墨可以通过任何合适的方法沉积在基体上以形成基体上油墨的非导电迹线。油

墨特别适合于印刷,例如丝网印刷、喷墨印刷、柔版印刷、凹版印刷、胶版印刷、凸版印刷(stamp printing)、喷刷(airbrushing)、气溶胶印刷、排版或任何其他方法。油墨可以独特地优化用于各种不同的印刷技术。

[0031] 在基体上沉积之后,干燥并分解非导电迹线中的羧酸银形成导电迹线。干燥和分解可以通过任何合适的技术完成,其中技术和条件依据在其上沉积迹线的基体的类型和油墨中羧酸银的类型。例如,干燥油墨和分解羧酸银可以通过加热(热、IR、微波等)和/或基于强脉冲光的光子烧结来完成。

[0032] 在一种技术中,加热基体干燥并烧结迹线以形成导电迹线。烧结分解羧酸银以形成银的导电颗粒(例如纳米颗粒)。有利的是,加热可以在相对高的温度范围内进行更长的时间而不损害由油墨形成的导电迹线的机械性能,这在必须沉积和加工多层油墨的应用,以及涉及基体热成型的应用中是特别有利的。

[0033] 加热可以在约150℃或更高,或165℃或更高,或175℃或更高,或180℃或更高,或185℃或更高,或200℃或更高,或220℃或更高,或230℃或更高,或240℃或更高的温度下进行,同时产生具有良好机械性能的相对高导电性的银迹线。在一种实施方式中,温度在约200℃至约250℃的范围内。

[0034] 优选地,加热进行的时间在约1-180分钟,例如5-120分钟,或者5-60分钟的范围内。以温度和时间之间的充分平衡进行加热,以在基体上烧结迹线以形成导电迹线。油墨的改善的热稳定性允许加热更长的时间,例如高达1小时或更长。加热装置的类型也会影响烧结所需的温度和时间。可以在氧化气氛(例如空气)或惰性气氛(例如氮气和/或氩气)下对基体进行烧结。

[0035] 在另一种技术中,光子烧结系统的特点可以为递送宽带光谱的高强度灯(例如脉冲氙灯)。该灯可以向迹线递送约5-27J/cm^2的能量。脉冲宽度优选在约0.58-1.5ms的范围内。驱动电压优选在约1.6-3.0kV的范围内。光子烧结可以在环境条件下(例如在空气中)进行。光子烧结特别适用于聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚酰亚胺基体。

[0036] 通过干燥和烧结基体上的油墨形成的导电迹线可以具有任何所需的厚度和宽度。有利的是,可以干燥和烧结油墨以形成相对薄和/或窄的导电迹线,同时保持相对高的电导率(即相对低的电阻率)。油墨非常适合其中在同一电路中使用线宽范围为从约50μm至约1000μm的功能性迹线的应用。然而,导电迹线可具有低于50μm的宽度和/或厚度,使得电子电路小型化。在一种实施方式中,油墨使得能够均匀加工迹线使其测量线宽为约3.5-23.0mil,体积电阻率值范围为105-2.0mΩ/□/mil,能够通过ASTM F1683-02弯曲与折皱测试,甚至在230℃下加热长达1小时后。

[0037] 基体(承印物)可以是任何合适的表面,尤其是可印刷表面。合适的表面可包括例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)(例如Melinex™)、聚烯烃(例如二氧化硅填充的聚烯烃(Teslin™))、聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚苯乙烯、丙烯腈/丁二烯/苯乙烯、聚碳酸酯、聚酰亚胺(例如Kapton™)、热塑性聚氨酯(TPU)、有机硅膜、羊毛、丝绸、棉、亚麻、黄麻、莫代尔、竹子、尼龙、聚酯、丙烯酸类、芳纶、氨纶、聚丙交酯、纸、玻璃、镀膜玻璃(例如ITO镀膜的玻璃)、金属、介电涂层等。

[0038] 基体上沉积的导电迹线可以并入电子器件中,例如电路、导电母线(例如用于光伏电池)、传感器(例如触摸式传感器、穿戴式传感器)、天线(例如RFID天线)、薄膜晶体管、二

极管、智能包装(例如智能药品包装)、设备和/或车辆中的适形插件,以及多层电路和MIM器件,包括低通滤波器、频率选择表面、晶体管和可承受高温的适形表面上的天线。油墨使这种电子设备能够小型化。

[0039] 实施例:

[0040] 实施例1:新癸酸银油墨

[0041] 如表1所述配制新癸酸银(AgND)基油墨。油墨I1根据本发明配制,且油墨C1是AgND基油墨其它配方的对比例。通过将所有组分合并并在全体混合器中混合直至溶液均匀来制备油墨。在油墨中加入两种聚合物粘结剂中的一种:Rokrapol™ 7005(聚酯)或乙基纤维素46cP。

[0042] 表1

[0043]

油墨组分	油墨I1	油墨C1
新癸酸银(wt%)	60	52.1
Rokrapol™7075(wt%)	1.6	/
乙基纤维素46cp(wt%)	/	4.2
萜品醇(wt%)	38.4	/
辛醇(wt%)	/	12.0
二乙基苯(wt%)	/	35.9

[0044] 使用网目数为400的丝网(具有19μm丝径和45μm网孔的不锈钢丝网)将油墨丝网印刷到Kapton™ HPP-ST的8.5×11”片材上。如图2A和2B(印刷且干燥的迹线)以及3A和3B(印刷、干燥且烧结的迹线)所示,油墨I1能够分别产生线宽/线间距为64±6/34±1μm的迹线(对于干燥的迹线),以及线宽/线间距为70±5/28±1μm的迹线(对于干燥且烧结的迹线)。还产生了长10cm且标称宽度2-20mil的丝网印刷的线。使用表2所述的加热程序,在从~140℃至240℃的不同回流温度(T)下在空气中热烧结这些印刷的迹线。所列温度为通过附接到Kapton™基体的热电偶测得的温度。

[0045] 表2

[0046]

区	前	后	时间,秒
预热1	100℃	100℃	300
预热2	150℃	150℃	300
浸泡	160℃	160℃	300
回流	T	T	3600
冷却	60℃	60℃	300

[0047] 通过用欧姆表测量横跨10cm长迹线的电阻来表征迹线的电性质。使用光学表面光度仪(Cyber Technologies 3D Surface Profiler)测量烧结迹线的宽度和厚度。迹线宽度可用于确定每条10cm长迹线的方块数,并随后用于计算薄层电阻。使用厚度测量,计算迹线的薄层电阻值。烧结迹线的电性质在表3中提供。

[0048] 从图4中可明显看出,与油墨I1相比,烧结由油墨C1产生的约21mil的迹线60分钟可以产生具有较低薄层电阻率值的迹线,最高至约180℃。然而,当温度高于约180℃时,由油墨C1产生的迹线的薄层电阻率值稳定在约5mΩ/□/mil,而由油墨I1产生的迹线继续降低至约1.5mΩ/□/mil。

[0049] 对于线宽在4.6-22.8mil范围内的油墨迹线,还测定了油墨I1的薄层电阻率与烧结温度的关系。烧结温度范围为180℃至240℃(基体温度),且烧结时间为50分钟。图5说明了结果。从图5中可明显看出,即使当在高达240℃的温度下烧结时(特别参见4.6mil线),油墨也可以提供具有非常低薄层电阻率的非常窄的导电迹线,并且对于所有线宽,烧结的迹线的电阻率随烧结温度的升高而下降。数据说明了油墨I1的优异热稳定性。在越来越高的温度(>230℃)下持续大于20分钟的时间,最窄的迹线(线宽小于约3-4mil),油墨C1通常产生不导电的迹线。

[0050] 表3示出了100mm(100,000μm)长丝网印刷的迹线的物理数据(标称和测量的线宽和迹线厚度)和电性质(薄层电阻和电阻率值),该迹线具有的标称线宽为2-20mil,由油墨I1通过在批式回流炉中于240℃(基体温度)下烧结50分钟产生。从表3中可明显看出,通过在相对高的温度下烧结油墨I1相对长时间产生的导电迹线在宽的线宽范围内具有始终非常低的电阻率,再次说明了油墨I1的优异的热稳定性。

[0051] 表3

[0052]

标称线宽(mil)	Ω	线宽(mil)	线宽(μm)	□的#	mΩ/□	线厚(μm)	mΩ/□/mil
20	18.8±1.0	23.1±0.9	586.0±24.0	172±8	110±12	0.54±0.07	1.7±0.2
15	25.0±0.3	18.0±0.2	456.7±6.0	221±2	113±23	0.48±0.06	2.1±0.4
10	39.2±2.4	12.9±0.3	326.7±8.6	307±3	128±28	0.39±0.08	1.9±0.4
5	85.2±2.7	8.0±1.2	202.3±30.8	497±12	172±28	0.32±0.08	2.4±0.4
3	157.6±2.1	5.5±1.5	147.4±37.4	685±15	350±28	0.20±0.08	2.3±0.4
2	263.2±1.9	4.6±1.4	117.8±35.9	852±14	309±11	0.19±0.05	2.4±0.1

[0053] 根据ASTM F1683-09,在通过于240-245℃下烧结50分钟油墨I1产生的迹线上进行弯曲折皱测试。结果如表4所示。从表4中可明显看出,在任何测试之后的电阻率均未增加超过5%。

[0054] 表4

[0055]

	线宽(mil)	弯曲测试,拉伸后电阻率变化%	弯曲测试,压缩后电阻率变化%	折皱测试,拉伸后电阻率变化%	折皱测试,压缩后电阻率变化%	测试的线的#
Avg.	23.1	1.0	2.6	0.5	4.9	35
SD	0.9	1.7	2.6	1.9	3.2	
Avg.	18	0.9	2.8	0.7	4.0	35
SD	0.2	1.6	2.5	1.2	2.5	
Avg.	12.9	2.2	3.1	0.5	3.3	35

[0056]

SD	0.3	1.5	2.9	1.1	2.8	
Avg.	8	2.4	3.3	1.1	2.6	34
SD	1.2	1.4	1.8	1.3	1.8	
Avg.	5.8	3.5	4.5	1.0	2.1	20
SD	1.5	2.0	2.4	0.6	0.7	
Avg.	4.6	1.1	2.2	0.9	1.1	5
SD	1.4	0.3	0.4	0.2	0.2	

[0057] Avg.＝平均值;SD＝标准偏差

[0058] 根据ASTM F1683-09,在通过将油墨C1和油墨I1于240℃下烧结30分钟产生的迹线上进行折皱测试。图6A是显示油墨C1的结果的照片,以及图6B是显示油墨I1的结果的照片。图6A和图6B每个中的照片(ii)和(iii)是各自照片(i)的放大视图。如在图6A和图6B的放大视图(ii)和(iii)中最佳所见,含有纤维素基聚合物的迹线破裂/断裂(图6A(ii)和图6A(iii),而含有Rokrapol™7075的迹线依然不受折皱的影响(图6B(ii)和图6B(iii)。

[0059] 使用透明胶带在通过将油墨C1和油墨I1于240℃下烧结30分钟产生的迹线上进行粘附性测试。图7A是显示油墨C1的结果的照片,以及图7B是显示油墨I1的结果的照片。图7A和图7B每个中的照片(i)示出了施加了透明胶带的迹线。图7A和图7B每个中的照片(ii)示出了在去除透明胶带之后的迹线。如图7A(ii)所示,当使用基于纤维素的聚合物(油墨C1)产生迹线时,大量的迹线被移除了。相反,如图7B(ii)所示,当使用Rokrapol™ 7050(油墨I1)产生迹线时,没有可检测量的迹线被移除。

[0060] 在阅读说明书后,新颖性特征对于本领域技术人员而言将变得显而易见。然而,应该理解,权利要求的范围不应受实施方式的限制,而应给予与权利要求的措辞和整个说明书一致的最广泛的解释。

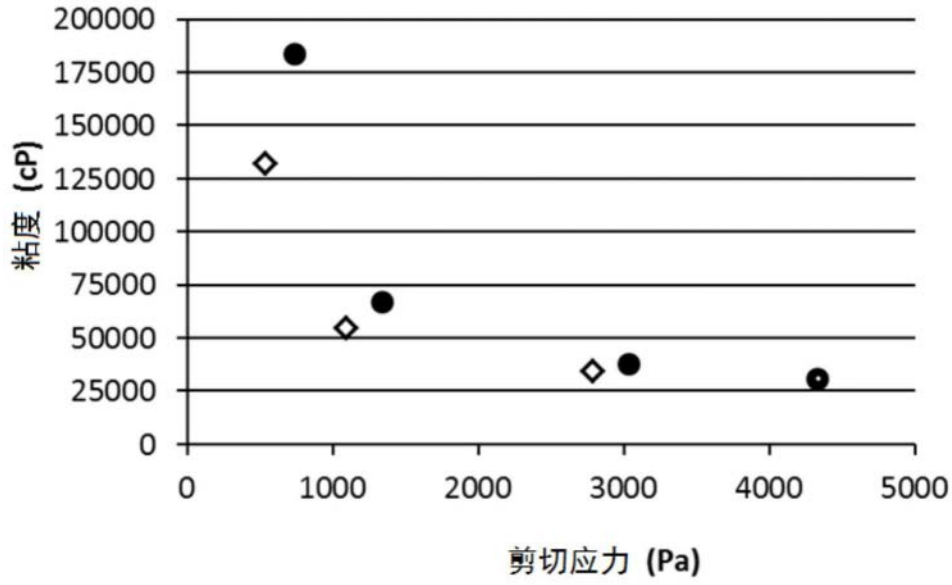

200000
175000
150000
125000
100000
75000
50000
25000
0
粘度 (cP)
0
1000
2000
3000
4000
5000
剪切应力 (Pa)

图1

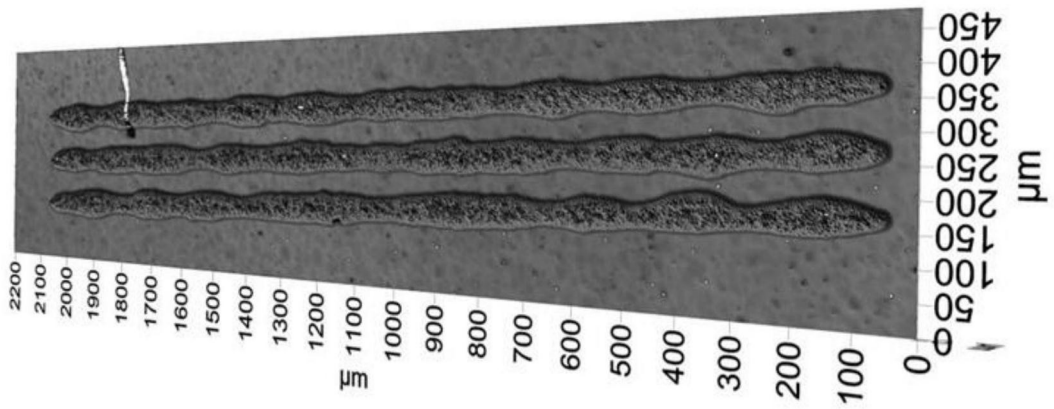

2200
2100
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
μm
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
μm

图2A

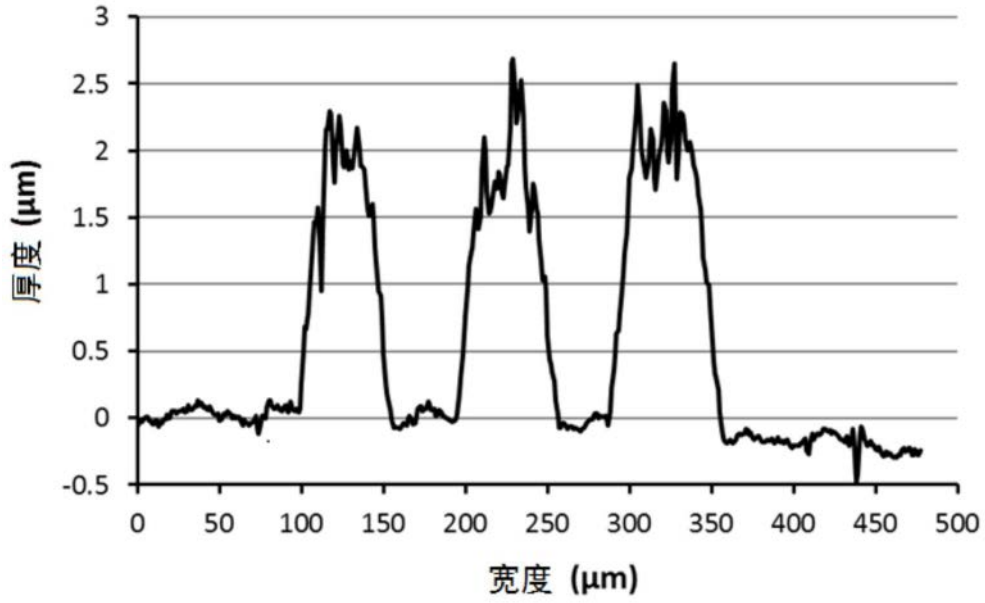

厚度 (μm)
宽度 (μm)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
-0.5
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500

图2B

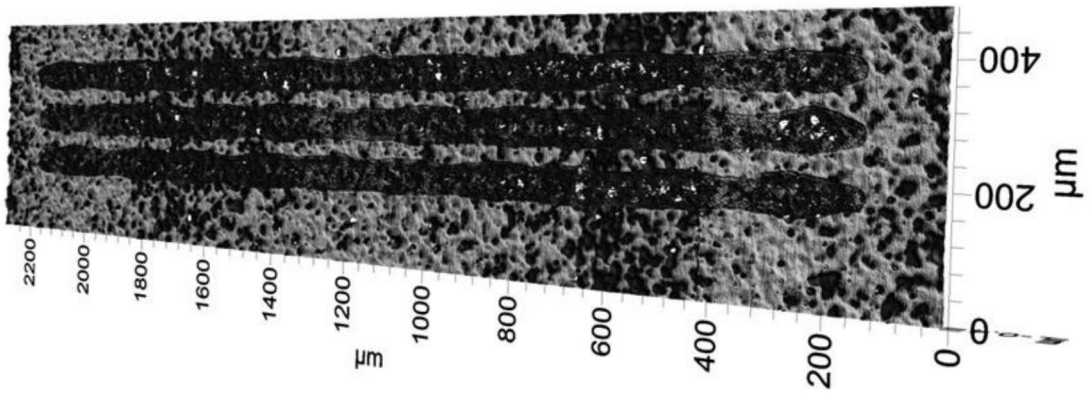

400
200
0
μm
θ
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
μm

图3A

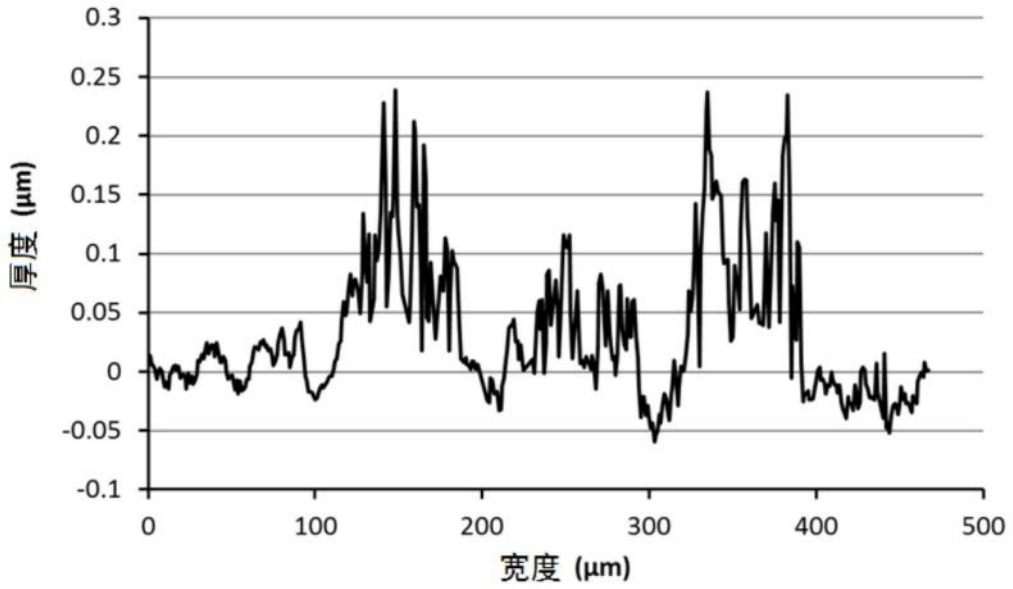

0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
-0.05
-0.1
厚度 (μm)
0
100
200
300
400
500
宽度 (μm)

图3B

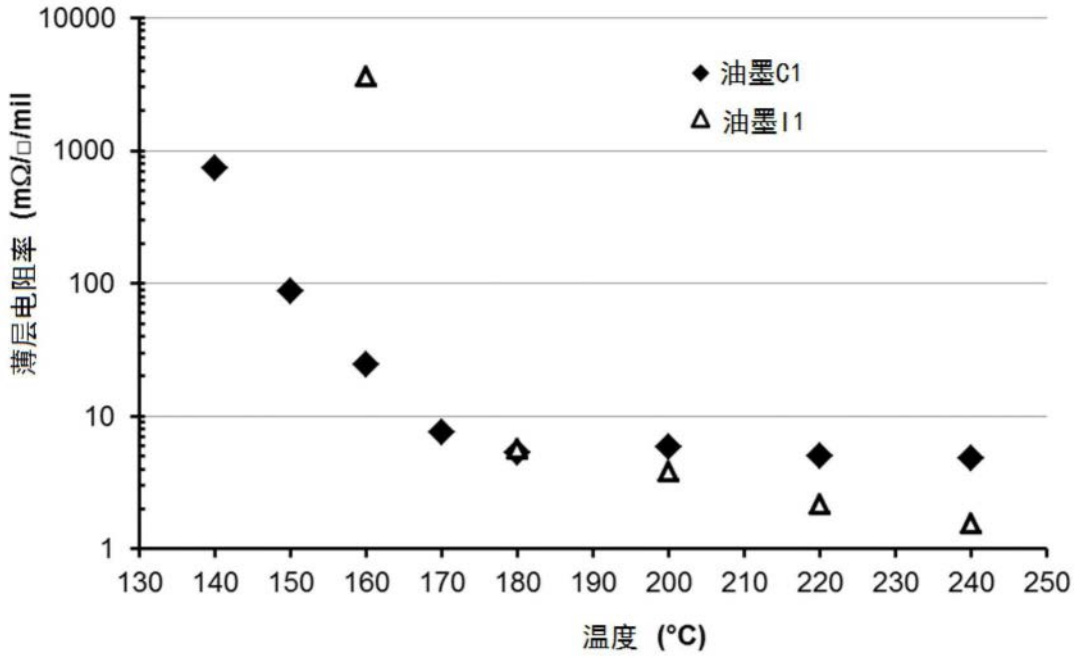

10000
1000
100
10
1
薄层电阻率 (mΩ/□/mil
油墨C1
油墨I1
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250
温度 (°C)

图4

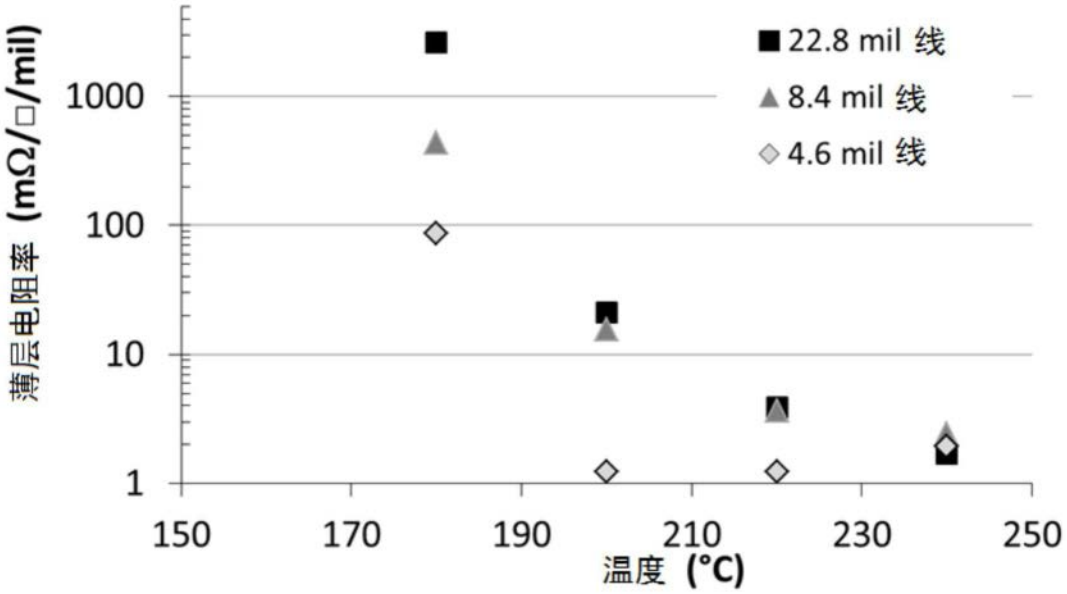
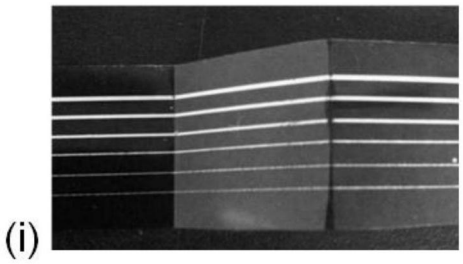

薄层电阻率 (mΩ/□/mil)
1000
100
10
1
150
170
190
210
230
250
温度 (°C)
22.8 mil 线
8.4 mil 线
4.6 mil 线

图5


(i)

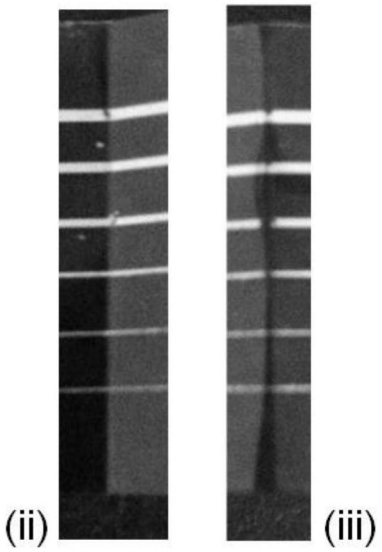

(ii)
(iii)

图6A

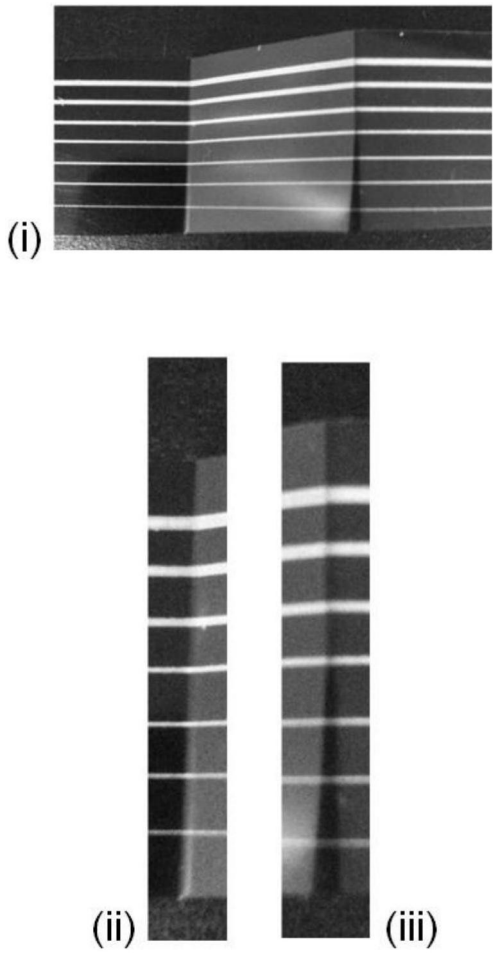


图6B



(i)





(ii)



图 7A 图 7B