



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107272978 B

(45)授权公告日 2020.09.15

(21)申请号 201710515322.3

(22)申请日 2009.02.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107272978 A

(43)申请公布日 2017.10.20

(30)优先权数据
61/032,269 2008.02.28 US
61/032,273 2008.02.28 US
61/085,496 2008.08.01 US
61/085,764 2008.08.01 US

(62)分案原申请数据
200980114050.X 2009.02.26

(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 马修·H·弗雷 祖丽君
爱德华·S·哈格莫泽

(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 梁晓广 车文

(51)Int.Cl.
G06F 3/044(2006.01)
G06F 3/045(2006.01)
H05K 3/00(2006.01)
H05K 3/06(2006.01)
G03F 7/00(2006.01)
B82Y 10/00(2011.01)
B82Y 40/00(2011.01)

(56)对比文件
US 2006097991 A1,2006.05.11,
US 5113041 A,1992.05.12,
JP 2006344163 A,2006.12.21,
JP 2004272651 A,2004.09.30,
EP 1746488 A2,2007.01.24,
EP 0789319 A1,1997.08.13,

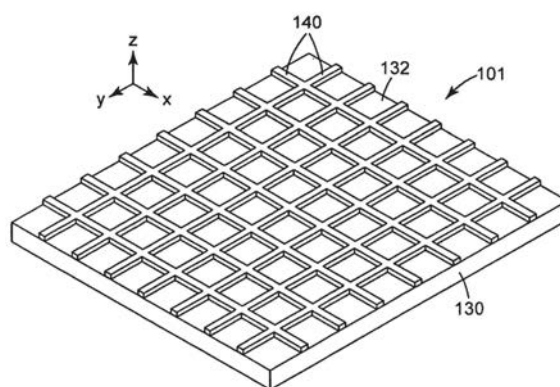
审查员 夏玫

权利要求书3页 说明书28页 附图17页

(54)发明名称
触屏传感器

(57)摘要

本发明公开了一种触屏传感器,所述触屏传感器具有可见光透明基底和导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内。所述微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。所述第一区域微图案在第一方向具有第一薄层电阻值,所述第一区域微图案对可见光透明,并且具有至少90%的开放区域。所述第二区域微图案在所述第一方向具有第二薄层电阻值。所述第一薄层电阻值不同于所述第二薄层电阻值。



1. 一种触屏传感器,包括:
可见光透明基底;
导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内,所述导电微图案具有:
X+0.5微米的导线宽度;和
介于 $[95-X]\%$ 和 99.5% 之间的开放区域比率,
其中 $0 \leq X \leq 4.5$,
其中所述导电微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点,所述选择性断点形成规则图案,并影响所述微图案的局部薄层电阻,所述微图案在所述选择性断点上保持电连续。
2. 根据权利要求1所述的触屏传感器,所述导电微图案的开放区域比率介于 $[98.5-(2.5X \div 3.5)]\%$ 和 $[99.5-(X \div 3.5)]\%$ 之间,其中 $0 \leq X \leq 3.5$ 。
3. 根据权利要求1所述的触屏传感器,所述触屏传感器的雾度值为小于 10% ,透光率为大于 75% 。
4. 根据权利要求1所述的触屏传感器,所述触屏传感器的雾度值为小于 5% ,透光率为大于 85% 。
5. 根据权利要求1所述的触屏传感器,其中所述导线宽度为小于6微米,并且间距为小于300微米。
6. 根据权利要求1所述的触屏传感器,其中所述导线选自下列物质:金、银、钯、铂、铝、铜、镍、锡、其合金、铟锡氧化物、以及它们的组合。
7. 根据权利要求1所述的触屏传感器,其中所述导线的厚度为小于500纳米。
8. 一种触屏传感器,包括:
可见光透明基底;和
导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内,所述导电微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案;
其中所述第一区域微图案包括金属线性导电结构,所述金属线性导电结构的宽度介于0.5微米和5微米之间;
其中所述第一区域微图案对可见光透明,并且具有介于 95% 和 99.5% 之间的开放区域;以及
其中就所述传感器的具有1毫米 \times 1毫米正方形区域的所述第一区域微图案而言,所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于 75% ,
其中所述第一区域微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点,所述选择性断点形成规则图案,并影响所述微图案的局部薄层电阻,所述微图案在所述选择性断点上保持电连续。
9. 根据权利要求8所述的触屏传感器,其中所述导电微图案包括电隔离的导体沉积物。
10. 根据权利要求8所述的触屏传感器,其中所述第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值在每平方在 5Ω 和 100Ω 之间。
11. 一种触屏传感器,包括:

可见光透明基底;和

导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内,所述导电微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案;

其中所述第一区域微图案包括金属线性导电结构,所述金属线性导电结构的宽度介于0.5微米和5微米之间;

其中所述第一区域微图案对可见光透明,并且具有介于95%和99.5%之间的开放区域;以及

其中就所述传感器的具有5毫米×5毫米正方形区域的所述第一区域微图案而言,所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于50%,

其中所述第一区域微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点,所述选择性断点形成规则图案,并影响所述微图案的局部薄层电阻,所述微图案在所述选择性断点上保持电连续。

12.根据权利要求11所述的触屏传感器,其中所述导电微图案包括电隔离的导体沉积物。

13.一种触屏传感器,包括:

可见光透明基底;和

导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内,所述导电微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案;

其中所述第一区域微图案包括宽度介于0.5微米和10微米之间的导线;

其中所述第一区域微图案对可见光透明,并且具有在90%和99.9%之间的开放区域;以及

其中就具有5毫米×5毫米正方形区域的所述第一区域微图案而言,所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于75%,

其中所述第一区域微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点,所述选择性断点形成规则图案,并影响所述微图案的局部薄层电阻,所述微图案在所述选择性断点上保持电连续。

14.根据权利要求13所述的触屏传感器,其中所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于50%。

15.根据权利要求13所述的触屏传感器,其中所述导电微图案包括的导线的宽度介于1微米和5微米之间。

16.一种触屏传感器,包括:

可见光透明基底;和

导电微图案,所述导电微图案设置在所述可见光透明基底之上或之内,所述导电微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案;

其中所述第一区域微图案包括金属线性导电结构,所述金属线性导电结构的宽度介于1微米和10微米之间;

其中所述第一区域微图案对可见光透明,并且具有介于90%和99.5%之间的开放区域;以及

其中所述第一区域微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点,所述选择性断点形成规则图案,并影响所述微图案的局部薄层电阻,所述微图案在所述选择性断点上保持电连续。

17. 根据权利要求16所述的触屏传感器,其中所述第一区域微图案能够划分为5毫米×5毫米的正方形区域,并且其中所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于75%。

18. 根据权利要求17所述的触屏传感器,其中所述正方形区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有所述正方形区域的平均值之差为大于50%。

触屏传感器

[0001] 本申请是申请日为2009年2月26日、申请号为200980114050.X(国际申请号为PCT/US2009/035250)、发明名称为“触屏传感器”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关专利申请的交叉引用

[0003] 本专利申请要求下列美国临时专利申请的优先权:No.61/032,269,2008年2月28日提交,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文;No.61/032,273,2008年2月28日提交,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文;No.61/085,496,2008年8月1日提交,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文;和No.61/085,764,2008年8月1日提交,该专利的公开内容全文以引用方式并入本文。

背景技术

[0004] 触屏传感器检测施加到触屏显示器表面的物体(如手指或触笔)的位置或设置在触屏显示器表面附近的物体的位置。这种传感器沿着显示器表面(即在平坦的矩形显示器的平面内)检测物体的位置。触屏传感器的实例包括电容式传感器、电阻式传感器和投射电容式传感器。这种传感器包括覆盖显示器的透明导电元件。导电元件与电子元件结合使用,电子元件使用电信号探测导电元件,以便确定靠近或接触显示器的物体的位置。

[0005] 在触屏传感器领域,需要在不降低显示器光学质量或性质的情况下改善对透明触屏传感器的电气性质的控制。典型触屏传感器的透明导电区域包括透明导电氧化物(TCO)(例如铟锡氧化物(ITO))的连续涂层,该涂层显示具有基于电压源的接触位置和区域总体形状的电势梯度。该事实导致可能的触摸传感器设计和传感器性能受到约束,并且需要通过昂贵的信号处理电子器件或设置额外的电极来改变电势梯度。因此,需要对与上述因素无关的电势梯度进行控制的透明导电元件。

[0006] 此外,在触屏传感器领域还存在与导电元件的设计灵活性有关的需求。使用图案化透明导电氧化物(TCO)(例如铟锡氧化物(ITO))制造触屏传感器往往会限制导体的设计。该限制与由具有各向同性的单一薄层电阻值的透明薄层导体形成的所有导电元件图案化过程中产生的约束有关。

发明内容

[0007] 在一个方面,本发明涉及具有透明基底和微图案化导体(通常为金属)的触屏传感器,其中微图案化导体具有指定图案的几何形状,以实现较高的光学质量。通常,光学质量可以用可见光透射率、雾度和导体可见度来表示,这些指标在将导体组装在触屏传感器中之后通过肉眼观察来确定。微图案化导体的几何形状可由参数限定,例如(但不限于)用于微图案的导线(有时称为“线条”)的宽度、线条密度和线条密度的均匀度。

[0008] 在第一实施例中,就光学质量良好的触屏传感器而言,触屏传感器具有可见光透明基底,以及设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案的导线宽度为约 $[X+0.5]$ 微米;以及开放区域比率介于约 $[95-X]\%$ 和 99.5% 之间,其中 $0 \leq X \leq 4.5$ 。在另一个实施例中,触屏传感器的开放区域比率介于约 $[98.5 - (2.5X \div 3.5)]\%$ 和 $[99.5 - (X \div$

3.5)]%之间,其中 $0 \leq X \leq 3.5$ 。在另一个实施例中,触屏传感器的雾度值为小于10% (优选小于5%),并且可见光透射率为大于75% (优选大于85%)。在另一个实施例中,触屏传感器的导线宽度为小于约6微米,并且间距为小于约300微米。在另一个实施例中,触屏传感器的导线的厚度为小于约500纳米。在另一个实施例中,导线间距为约1mm至4mm,宽度为小于3微米至10微米。

[0009] 在另一方面,本发明涉及具有可变薄层电阻的触屏传感器。

[0010] 在第一实施例中,就具有可变薄层电阻的触屏传感器而言,传感器具有可见光透明基底,以及设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。第一区域微图案在第一方向具有第一薄层电阻值,该微图案对可见光透明,并且具有至少90%的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有第二薄层电阻值。第一薄层电阻值不同于第二薄层电阻值。

[0011] 在另一个实施例中,就具有可变薄层电阻的触屏传感器而言,传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,该微图案对可见光透明,并且具有至少90%的开放区域。

[0012] 在另一个实施例中,就具有可变薄层电阻的触屏传感器而言,传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案具有金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在 5Ω 和 500Ω 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域;在另一个实施例中,该微图案具有甚至99.9%的开放区域,或甚至99.95%的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有第二薄层电阻值。第一薄层电阻值不同于第二薄层电阻值。

[0013] 在另一个实施例中,就具有可变薄层电阻的触屏传感器而言,传感器具有可见光透明基底,以及设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。

[0014] 在其它实施例中,描述了触屏传感器,该触屏传感器具有可见光透明基底,以及设置在可见光透明基底之上或之内的触敏导电微图案;其中微图案包括宽度介于约1微米和10微米之间的导线。

附图说明

[0015] 结合以下附图对本发明的多个实施例的详细说明,可以更全面地理解本发明,其中:

[0016] 图1示出了触屏传感器100的示意图;

[0017] 图2示出了触屏感测区域内对可见光透明的导电区域的透视图;

[0018] 图3示出了使用UV激光器固化导电性油墨以用于生成微导体的方法;

- [0019] 图4示出了用于生成微导体的凹版印刷法；
- [0020] 图5示出了填充有导电材料的微复制凹槽的剖视图；
- [0021] 图6示出了与填充有导电材料的微复制凹槽电容耦合的手指；
- [0022] 图7示出了在柔性基底上制备的微导体的图案,可用于制备触摸传感器；
- [0023] 图8示出了以顺维方向印刷在柔性网材料上的平行微导体；
- [0024] 图9示出了图8中的柔性材料的一部分,上面增加了额外的互连导体；
- [0025] 图10示出了由图9中的两层材料构造的矩阵触摸传感器的实例的剖视图；
- [0026] 图11示出了触屏传感器的一个实施例的导电微图案；
- [0027] 图12示出了图3所示导电微图案的一部分,该部分包括具有用来调节局部薄层电阻的选择性断点的导电网格,以及具有触摸垫形式的较大结构；
- [0028] 图13示出了沿图3给定水平网格条的电阻调节,该调节通过邻接的网格中的选择性断点生成；
- [0029] 图14为模拟图3所示导电微图案性质的电路图,其中电容极板被电阻元件隔开；
- [0030] 图15示出了触屏传感器一个实施例的导电微图案,该微图案包括具有不同薄层电阻标记为15a-15e的区域,该区域部分地由导电微图案网格内的选择性断点生成；
- [0031] 图15a-15e各示出了图15所示的变化的导电微图案的一部分；
- [0032] 图16示出了与只含有均匀透明导电氧化物ITO的类似形状区域的单位长度电阻相比时,沿着其内具有区域15a和15b的楔形透明导电区域的长轴的单位长度电阻分布；
- [0033] 图17示出了层合在一起形成触屏传感器的一个实施例(X-Y网格型投射电容式触屏传感器)的各层的布置方式；
- [0034] 图18示出了根据图17的触屏传感器的实施例的X层或Y层的导电微图案；
- [0035] 图19示出了图10所示导电微图案的一部分,该部分包括接触具有触摸垫形式的较大结构的对可见光透明的导电网格,以及网格区域之间的空间内的电隔离导体沉积物；
- [0036] 图20示出了根据图9的触屏传感器的另一个实施例的X层或Y层的导电微图案；
- [0037] 图21示出了图12给定导电微图案的一部分,该部分包括接触具有触摸垫形式的较大结构的对可见光透明的导电网格,以及网格区域之间的空间内的电隔离导体沉积物；
- [0038] 图22示出了根据图17的触屏传感器的另一个实施例的X层或Y层的导电微图案；以及
- [0039] 图23示出了图22给定导电微图案的一部分,该部分包括接触具有触摸垫形式的较大结构的对可见光透明的导电网格,以及网格区域之间的空间内的电隔离导体沉积物。
- [0040] 图24示出了反映触屏传感器光学质量的曲线图,该图为“开放区域百分比”与“导线宽度(微米)”的关系图,其中区域3具有可用于触屏传感器的好光学质量,区域2具有比区域3更佳的光学质量,区域1具有三个区域中最佳的光学质量。本文的开放区域百分比与开放区域比率可互换使用。
- [0041] 图25和图26示出了实例6至40特征性的六边形网格(有时称为“六边网格”)和方形网格的几何形状的扫描电子显微图。每一个图像内的光影线表示金属导体的图案,黑色区域表示实例中使用的基底。
- [0042] 图27、图27a和图27b示出了第一图案化基底的各种部分；
- [0043] 图28、图28a和图28b示出了第二图案化基底的各种部分；

[0044] 图29示出了由图27和图28的第一图案化基底和第二图案化基底构造的透明的投射电容式触屏传感器元件。

[0045] 附图未必按比例绘制。在附图中使用的相同的标号表示相同的部件。然而,应当理解,在给定附图中使用标号指示部件并非意图限制另一个附图中用相同标号标记的部件。

具体实施方式

[0046] 在下面的描述中,参考形成本说明之一部分的附图,并且其中通过图示说明若干具体实施例。应当理解,在不偏离本发明的范围或精神的前提下可以设想其它的实施例并进行实施。因此,以下的详细描述不应被理解成具有限定意义。

[0047] 除非另外指明,否则本文所用的所有科技术语具有在本领域中通常使用的含义。本文给定的定义旨在有利于理解本文频繁使用的某些术语,并无限制本发明范围之意。

[0048] 除非另外指明,否则说明书和权利要求书中用来表述结构尺寸、数量和物理性质的所有数字在所有情况下均应理解为附有修饰词“约”。因此,除有相反的指示,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为可根据本领域技术人员利用本文所公开的教导内容而寻求获得的所需性质而改变的近似值。

[0049] 由端值表述的数值范围包括该范围内的所有数字(如1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)以及该范围内的任何范围。

[0050] 除非上下文另外明确指出,否则本说明书以及所附权利要求书中所用的单数形式“一个”和“所述”涵盖了具有复数指代的实施例。除非上下文另外明确指出,否则本说明书和所附权利要求书中使用的术语“或”的含义通常包括“和/或”。

[0051] 如本文所用,“可见光透明”是指对可见光的至少一种偏振态的透射水平为透射率至少60%,其中透射百分比归一化为入射光强度(任选地为偏振光)。在“可见光透明”含义范围之内的是,透射至少60%入射光的制品包括局部阻止光线至透射率低于80%(如0%)的微观结构,如点、正方形或线条,该微观结构的最小维度(如宽度)在0.5微米和10微米之间,或在1微米和5微米之间;然而,在这种情况下,对于包括微观结构并且宽度为微观结构最小维度1000倍的大致各向等大的区域,平均透射率为大于60%。

[0052] 本发明涉及触屏传感器,通过对其中所包括的导电微图案进行设计而改变该传感器的电气性质和光学性质。通过结合本文所述导电微图案,为触屏传感器生成若干优点。在一些实施例中,通过设计透明导电区域内的透明导电性能来控制使用过程中触摸感测区域内的电势梯度。这就简化了信号处理电子器件,并且就某些类型的触屏传感器而言,简化(或消除)了电势梯度(电场)线性化另外需要的额外的导电图设计。在一些实施例中,将本文所述触屏传感器的电气性质设计成沿着透明传感器元件产生受控的电势梯度。如,将电气性质设计成在透明导电区域内沿着特定方向产生线性电势梯度,如果使用标准透明导体材料(如连续ITO涂层),导电区域的整体形状通常会导致非线性梯度。在一些实施例中,将电气性质设计成生成一定水平的非线性度以用于透明导电区域的电势梯度,该非线性度水平高于形状相同但由标准透明导体材料(如连续ITO涂层)构成的透明导电区域应当具有的非线性度。更具体地讲,对于包括邻接的具有微图案化导体形式的透明薄层导体的矩形电容式触屏(其感测区域拐角处具有电连接),通过设计薄层电阻值的区域分布和各向异性,使得电场分布更加均匀,可在水平方向和垂直方向改善整个感测区域的电势梯度的线性度

(和电场的均匀度)。在其它实施例中,传感器包括由具有相同厚度(即高度)的相同导体材料构成的导体元件,但由于微图案化而具有不同的有效薄层电阻。如在一些实施例中,采用相同厚度(即高度)的相同导体材料生成限定第一微图案几何形状的导线,从而在透明导电区域内导致第一水平的薄层电阻;并且生成限定第二微图案几何形状的导线,从而在第二透明导电区域内导致第二水平的薄层电阻。如,通过在一些实施例(如基于微图案化金属导体的实施例)中避免使用稀有元素(例如钽),本发明也允许在制造透明显示传感器过程中提高效率和资源利用率。

[0053] 本发明还涉及用于将信息或指令触摸输入电子装置(如计算机、移动电话等)中的接触传感器或近程传感器。这些传感器对可见光透明,并且可以与显示器直接组合使用,覆盖在显示元件上,并且与显示器驱动装置接口(作为“触屏”传感器)。传感器元件具有片状形式,并且包括至少一个电绝缘的可见光透明基层,用来支承下列中的一者或多者:i) 网格图案化到基底表面两个不同区域上的导电材料(如金属),该基底表面具有两种不同的网格设计,以生成具有不同的有效薄层电阻值的两个区域,其中区域中的至少一个是位于传感器的触摸感测区域内的透明导电区域;ii) 以网格几何形状图案化到基底表面上的导电材料(如金属),以便生成位于传感器的触摸感测区域内、并显示具有各向异性的有效薄层电阻的透明导电区域;和/或iii) 在有效电连续的透明导电区域内以网格几何形状图案化到基底表面上的导电材料(如金属),该几何形状在该透明导电区域内变化,以便在至少一个方向生成不同的局部有效薄层电阻值(如用于透明导电区域的连续可变的薄层电阻),其中该透明导电区域位于触摸传感器的感测区域内。

[0054] 触摸传感器的感测区域是旨在覆盖的传感器区域或覆盖信息显示器可见部分的区域,该区域对可见光透明,以便允许看到信息显示器。信息显示器的可见部分是指具有可变信息内容的信息显示器部分,如被像素(如液晶显示器的像素)占据的显示器“屏幕”的部分。

[0055] 本发明还涉及具有电阻的、电容的和投射电容的性质的触屏传感器。对可见光透明的导电微图案尤其可用于与电子显示器一体化的投射电容式触屏传感器。作为投射电容式触屏传感器的元件,对可见光透明的导电微图案可用于实现高触摸灵敏度、多触点检测和触笔输入。

[0056] 如下文所述,通过控制构成透明微图案化导体的二维网格的几何形状,可以控制透明导电区域内两个或更多个不同水平的薄层电阻、薄层电阻的各向异性或可变水平的薄层电阻。

[0057] 虽然本发明并不如此受到限制,但通过讨论下文提供的实例将获得对本发明的各方面的理解。

[0058] 图1示出了触屏传感器100的示意图。触屏传感器100包括具有触摸感测区域105的触屏面板110。触摸感测区域105电连接到触摸传感器驱动装置120。触屏面板110结合到显示装置中。

[0059] 图2示出了对可见光透明的导电区域101的透视图,该区域位于触屏面板的触摸感测区域(如图1的触摸感测区域105)内。对可见光透明的导电区域101包括可见光透明基底130和设置在可见光透明基底130之上或之内的导电微图案140。可见光透明基底130包括主表面132,并且是电绝缘的。可见光透明基底130可由任何可用的电绝缘材料(例如为玻璃或

聚合物)形成。可用于可见光透明基底130的聚合物的实例包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)。导电微图案140可由多个线性金属结构形成。

[0060] 图2也示出了坐标系,用来描述位于触屏面板的触摸感测区域内的对可见光透明的导电区域101。一般来讲,就显示装置而言,x轴和y轴对应于显示器的宽度和长度,z轴通常沿着显示器的厚度(即高度)方向。除非另外指出,本文将始终使用此规则。在图2的坐标系中,x轴和y轴被定义为平行于可见光透明基底130的主表面132,并且可以对应于方形或矩形表面的宽度方向和长度方向。z轴垂直于该主表面,并且通常沿着可见光透明基底130的厚度方向。形成导电微图案140的多个线性金属结构的宽度对应于沿y轴线性延伸的平行线性金属结构的x方向距离,正交线性金属结构的y方向距离对应于正交线性金属结构的宽度。线性金属结构的厚度或高度对应于z方向距离。

[0061] 在一些实施例中,位于触屏面板的触摸感测区域内的对可见光透明的导电区域101包括两层或更多层各具有导电微图案140的可见光透明基底130。

[0062] 导电微图案140沉积在主表面132上。由于传感器将与显示器连接以形成触屏显示器或触摸面板显示器,基底130对可见光透明,并且基本上平坦。基底和传感器可以基本上为平坦和柔性的。对可见光透明意味着可通过触摸传感器查看显示器提供的信息(如文本、图像或数字)。可以实现包括具有沉积金属形式的导体的触摸传感器的可见性和透明性,如果将金属沉积成适当的微图案,甚至可以包括沉积成厚度足以阻挡光线的金属。

[0063] 导电微图案140包括至少一个对可见光透明的导电区域,该区域覆盖提供信息的显示器的可见部分。所谓“对可见光透明的导电”是指可透过导电微图案区域看到该部分显示器,并且该微图案区域在图案的平面内导电,或换句话说,沿着导电微图案沉积在其上或与之相邻的基底的主表面导电。优选的导电微图案包括具有二维网格(如方形网格、矩形(非方形)网格或正六边形网络)的区域,其中导线限定了网格内封闭的开放区域,该区域未沉积与网格导线电接触的导体。本文将开放空间及其边缘处的相关导线称为单元。网格单元的其它可用几何形状包括随机单元形状和不规则多边形。

[0064] 在一些实施例中,限定导电微图案的导线被设计成在大于五个相邻单元(优选地四个相邻单元,更优选地三个相邻单元,甚至更优选地两个相邻单元)的边缘组合长度的距离内不包括大致直的区段。最优选地,限定微图案的导线被设计成在大于单个单元的边缘长度的距离内不包括直的区段。因此,在一些实施例中,限定微图案的导线在长距离(如10厘米、1厘米、或甚至1毫米)内不是直的。具有上述最短长度直线区段的图案尤其可用于触屏传感器,其优点是最大限度减少对显示器可见度的影响。

[0065] 在考虑到导体材料光学性质和电气性质的情况下,可设计导电微图案的二维几何形状(即在平面内的几何形状或沿着基底主表面的几何形状),以实现触屏传感器中可用的特殊透明导电性质。例如,尽管导体材料的连续(未图案化)沉积层或涂层具有按其体电阻率除以厚度计算的薄层电阻,但在本发明中,也通过使导体微图案化来设计不同的薄层电阻水平。

[0066] 在一些实施例中,二维导电微图案被设计成在传感器的导电区域(如对可见光透明的导电区域)内实现各向异性薄层电阻。所谓“各向异性薄层电阻”是指,当沿两个正交方向测量或建模时,导电微图案的薄层电阻的数量级不同。

[0067] 相比之下,在一些实施例中,二维导电微图案被设计成在传感器的导电区域(如对

可见光透明的导电区域)内实现各向同性薄层电阻。所谓“各向同性薄层电阻”是指,如由两个方向的宽度均为恒定的导线形成的方形网格的情况,当沿着平面内任意两个正交方向测量或建模时,导电微图案的薄层电阻的数量级相同。

[0068] 区域内各向异性的薄层电阻可包括的在一个方向的薄层电阻比正交方向的薄层电阻至少大10%(或者至少大25%、至少大50%、至少大100%、至少大200%、至少大500%、甚至至少大10倍)。在一些实施例中,区域内各向异性的薄层电阻包括的在一个方向的薄层电阻比正交方向的薄层电阻大至少1.5的因子。在一些实施例中,区域内各向异性的薄层电阻包括的在一个方向的薄层电阻比正交方向的薄层电阻大的因子在1.1和10之间,在其它实施例中在1.25和5之间,在又一些实施例中在1.5和2之间。

[0069] 可产生各向异性薄层电阻的导电微图案几何形状的实例为具有固定导线宽度的大致矩形的微型网格(非正方形)。就这种矩形微型网格(非正方形)而言,各向异性的薄层电阻可由重复网格单元的几何形状所引起,该网格单元的一个边缘比另一个边缘长10%、长25%、长至少50%、长100%、甚至长10倍。通过改变不同方向的导线宽度(如在其它高度对称的网格单元图案中),可产生各向异性的薄层电阻。生成各向异性的薄层电阻的后一种方法的实例是方形网格的导线(如间距200微米),其中第一方向的导线宽度为10微米,正交方向的导线宽度为9微米、7.5微米、5微米、或甚至1微米。区域内各向异性的薄层电阻可包括这样的情形:即一个方向具有有限的可量测的薄层电阻,另一个方向具有基本无限大的薄层电阻,就像平行导线图所产生的那样。在一些实施例中,如上所述,区域内各向异性的薄层电阻包括这样的情形:即第一方向具有有限的可量测的薄层电阻,在正交于第一方向的方向具有有限的可量测的薄层电阻。

[0070] 为了确定某个导电微图案区域是否为各向同性或各向异性的,本领域的技术人员将会知道,必须相对于微图案的尺度合理选择所关注的区域的尺度,以进行相应的性质量度或计算。如,一旦将导体完全图案化,在导体上选择在不同量度方向会产生薄层电阻差值的量度位置和尺度就不重要了。以下详细说明了实例可更加清楚地说明这一点。如果考虑的是具有正方形网格的各向同性几何形状的导体图案,该网格具有宽100微米的导电导线和1毫米的间距(在网格内形成900微米×900微米的正方形开口),并且使用具有固定间距25微米(在外侧两个电流探针之间产生75微米的间距)的四个线性布置的探针沿正方形开口边缘对其中一条导线内的薄层电阻进行四点探针测量,则根据探针是否与导线平行对齐或正交对齐,可以利用测得的电流值和电压值算出不同的薄层电阻水平。因此,即使正方形网格几何形状会在比正方形网格单元尺寸更大的范围内产生各向同性的薄层电阻,仍然可以通过测量发现薄层电阻具有各向异性。因此,为了限定本发明的导电微图案(如构成网格的微图案的对可见光透明的导电区域)的薄层电阻的各向异性,在其中对薄层电阻应当进行测量或建模的相应尺度大于网格单元的长度尺度,优选地大于两个单元的长度尺度。在一些情况下,在网格内五个或更多个单元的长度尺度内对薄层电阻进行测量或建模,以显示该网格的薄层电阻具有各向异性。

[0071] 与导电微图案在某个区域内的薄层电阻显示具有各向异性的实施例相比之下,具有透明导电氧化物(如铟锡氧化物或ITO)薄膜的传感器在相邻导体区域内的薄层电阻显示具有各向同性。在后一种情况下,可以像使用四点探针测量法在不同方向以不断减小的探针间距对相邻区域的薄层电阻进行测量那样进行测量和建模,不同方向的相同电流和电压

读数清楚地表明具有各向同性。

[0072] 在一些实施例中,二维导电微图案被设计成当在给定方向进行测量时,在传感器的两个不同的图案化导体区域实现不同水平或量级的薄层电阻。如,相对于不同水平的薄层电阻,两者中的较大者与较小者的比率可以大于1.25、大于1.5、大于2、大于5、大于10、甚至大于100。在一些实施例中,两个薄层电阻值中的较大者与较小者的比率在1.25和1000之间,在其它实施例中在1.25和100之间,在其它实施例中在1.25和10之间,在其它实施例中在2和5之间。对于被视为与另一区域具有不同薄层电阻的区域,该区域的薄层电阻与其它区域的薄层电阻的比率可能大于或小于至少1.1。

[0073] 在一些实施例中,微图案被设计成使电气相邻的两个图案化的导体区域实现上述不同水平的薄层电阻,这就是说,这两个图案化的导体区域为沿着二者之间的边界彼此电接触的图案化的导体区域。共享导电边界的两个图案化的导体区域中的每一个都可以具有各自一致但再次不同的图案几何形状。在一些实施例中,微图案被设计成使电气不相邻的两个不同的图案化的导体区域实现不同水平的薄层电阻,这就是说,这两个图案化的导体区域之间不共享二者沿着该边界电接触的边界。不共享导电边界的两个图案化的导体区域中的每一个都可以具有各自一致但再次不同的几何形状。对于电气不相邻区域,二者具有与相同的实心导体元件(如母线或垫)电接触的图案也在本发明范围内。在一些实施例中,微图案被设计成使彼此电隔离因而可被电信号独立寻址的两个区域实现不同水平的薄层电阻。电隔离的两个网格区域中的每一个都可以具有一致但再次不同的图案几何形状。最后,在一些实施例中,微图案被设计成通过从(例如)电气相邻的两个区域中的第一区域到第二区域产生连续变化的薄层电阻而使两个不同的区域实现不同水平的薄层电阻。

[0074] 包括两个在量度方向具有不同薄层电阻的区域的二维导电微图案可用于在感测区域内设计具有适合该区域的优选薄层电阻水平(如每平方在 $5\ \Omega$ 和 $100\ \Omega$ 之间的较低薄层电阻,任选地包括可变或各向异性的薄层电阻)的对可见光透明的导电区域,并且可用于设计电气元件,如,作为可以在感测区域以内或以外的触屏传感器一部分的电阻元件,该电阻元件包括具有经选择最适合电阻器功能的薄层电阻(如在每平方在 $150\ \Omega$ 和 $1000\ \Omega$ 之间的较高薄层电阻)的薄层导体,该薄层电阻也可能最适合其它设计约束条件,如使电阻器所占面积最小化的约束条件。

[0075] 如上所述,在具有可测量或建模的有限薄层电阻的区域和方向内的导电微图案的薄层电阻可以在每平方 $0.01\ \Omega$ 至 $1M\ \Omega$ 的范围内,或在每平方 $0.1\ \Omega$ 至 $1000\ \Omega$ 的范围内,或在每平方 $1\ \Omega$ 至 $500\ \Omega$ 的范围内。在一些实施例中,导电微图案的薄层电阻在每平方 $1\ \Omega$ 至 $50\ \Omega$ 的范围内。在其它实施例中,导电微图案的薄层电阻在每平方 $5\ \Omega$ 至 $500\ \Omega$ 的范围内。在其它实施例中,导电微图案的薄层电阻在每平方 $5\ \Omega$ 至 $100\ \Omega$ 的范围内。在其它实施例中,导电微图案的薄层电阻在每平方 $5\ \Omega$ 至 $40\ \Omega$ 的范围内。在其它实施例中,导电微图案的薄层电阻在每平方 $10\ \Omega$ 至 $30\ \Omega$ 的范围内。在指定可表征导电微图案或导电微图案区域的薄层电阻的过程中,如果微图案或微图案区域在任何方向都具有实现导电的给定数值的薄层电阻,则认为该微图案或微图案区域具有该数值的薄层电阻。

[0076] 用于实现传感器的透明度以及通过传感器的显示器的可见度的合适的导电微图案具有某些属性。首先,在透过其中观察显示器的导电微图案区域中,被导体遮挡的传感器面积比率应小于50%、或小于25%、或小于20%、或小于10%、或小于5%、或小于4%、或小

于3%、或小于2%、或小于1%、或在0.25至0.75%的范围内、或小于0.5%。

[0077] 导电微图案或导电微图案区域的开放区域比率(或开放区域或“开放区域百分比”)是指未被导体遮挡的微图案面积或微图案区域面积的比例。开放区域等于1减去被导体遮挡的面积比率,并且可以便利且互换地表达为小数或百分比。被导体遮挡的面积比率与微图案化导体的线条密度互换使用。微图案化导体与导电微图案互换使用。因此,对于上一段给定的被导体遮挡的比率值,开放区域值大于50%、大于75%、大于80%、大于90%、大于95%、大于96%、大于97%、大于98%、大于99%、99.25%至99.75%、99.8%、99.85%、99.9%、甚至99.95%。在一些实施例中,导电微图案区域的开放区域(如对可见光透明的导电区域)在80%和99.5%之间,在其它实施例中在90%和99.5%之间,在其它实施例中在95%和99%之间,在其它实施例中在96%和99.5%之间,在其它实施例中在97%和98%之间,在其它实施例中高达99.95%。相对于使用实用的制造方法可重复地实现可用的光学性质(如高透射率和导电图元素的不可见性)和电气性质,开放区域的优选值在90%和99.5%之间,更优选地在95%和99.5%之间,最优选地在95%和99.95%之间。

[0078] 为了使显示器像素图的干涉作用最小化并避免使用者或观察者用肉眼观察到图元素(如导线),导电图元素的最小维度(如导线的宽度)应小于或等于大约50微米、或小于或等于大约25微米、或小于或等于大约10微米、或小于或等于大约5微米、或小于或等于大约4微米、或小于或等于大约3微米、或小于或等于大约2微米、或小于或等于大约1微米、或小于或等于大约0.5微米。

[0079] 在一些实施例中,导电图元素的最小维度在0.5微米和50微米之间,在其它实施例中在0.5微米和25微米之间,在其它实施例中在1微米和10微米之间,在其它实施例中在1微米和5微米之间,在其它实施例中在1微米和4微米之间,在其它实施例中在1微米和3微米之间,在其它实施例中在0.5微米和3微米之间,在其它实施例中在0.5微米和2微米之间。相对于可重复地实现可用的光学性质(如高透射率和肉眼对导电图元素的不可见性)和电气性质,并且考虑到使用实用制造方法的约束条件,导电图元素的最小维度的优选值在0.5微米和5微米之间,更优选地在1微米和4微米之间,最优选地在1微米和3微米之间。

[0080] 通常,沉积的导电材料会不可取地降低触摸传感器的透光率。基本上,只要有导电材料沉积的地方,都会遮挡显示器,影响使用者观察显示内容。因导电材料造成的衰减度降低程度与导电微图案内被导体覆盖的传感器或传感器区域的面积比率成比例。

[0081] 通常,期望透明的触屏传感器具有较低的雾度值。雾度是指与光通过介质时的散射有关的性质,如用Haze-Gard仪器(Haze-Gard plus, BYK Gardner (Columbia, Maryland))测量的雾度。在一些实施例中,触屏传感器显示具有的雾度小于10%、在一些实施例中小于5%、在一些实施例中小于4%、在一些实施例中小于3%、在一些实施例中小于2%。已经公开的实施例实现了在包括导电微图案的区域内透射率(也称为可见光透射率)高、雾度低和导线可见度低的理想组合。因此,当用作触屏传感器感测区域或显示区域的一部分时,如当微图案覆盖显示器的可见区域时,导电微图案尤其可用。

[0082] 在一些实施例中,为了在即使薄层电阻不均匀分布的情况下(如衍生自导电材料的不均匀网格),也可以产生在整个可见显示区上具有均匀透光率的对可见光透明的显示传感器,传感器包括添加到导电微图案上的绝缘的导体沉积物,该沉积物起到在整个图案上保持透光率的均匀度的作用。这种绝缘的导体沉积物没有连接到传感器的驱动装置(如

电路或计算机),因而不起电气作用。例如,对于包括第一区域和第二区域的金属导电微图案,其中第一区域具有由线宽为3微米、间距为200微米的正方形网格组成的网格(3%的区域被金属遮挡,即开放区域为97%),第二区域具有由线宽为3微米、间距为300微米的正方形网格组成的网格(2%的区域被金属遮挡,即开放区域为98%),通过在图案中间距为300微米网格区域的每一个开放单元内增加100个等间距的3微米×3微米金属导体正方形,可以使第一区域和第二区域都具有均匀的平均透光率。这100个3微米×3微米的正方形(900平方微米)遮挡每一个300微米×300微米单元(90000平方微米)的额外的1%的面积,因而使第二区域的平均透光率等于第一区域的平均透光率。可在相邻透明导电区域之间的空间区域(如包括二维网格或网络形式的微图案化导体的相邻透明导电区域)内增加类似的绝缘的金属结构,以便在整个传感器(包括透明导电区域和它们之间的空间)上保持均匀的透光率。除了绝缘的导体正方形之外,用于实现光学均匀度的其它可用绝缘导体沉积物还包括圆形和线条。电隔离的沉积物的最小维度(如正方形结构的长度、圆形结构的直径或线性结构的宽度)可以小于10微米、小于5微米、小于2微米、或甚至小于1微米。

[0083] 相对于使用实用制造方法可重复地实现可用的光学性质(如高透射率和导电图元素的不可见性),电隔离沉积物的最小维度优选地在0.5微米和10微米之间,更优选地在0.5微米和5微米之间,甚至更优选地在0.5微米和4微米之间,甚至更优选地在1微米和4微米之间,最优选地在1微米和3微米之间。在一些实施例中,电隔离的导体沉积物的布置方式被设计成缺乏周期性。就限制与下面的显示器的周期性像素图的不利的可见相互作用而言,缺乏周期性是优选的。对于具有沉积物并且缺乏连接到解码或信号发生和/或处理电子器件的微图案元素的整个区域而言,要使电隔离的导体沉积物整体缺乏周期性,只需要让其它周期性布置的沉积物的至少一部分设置在单个中断处。这种电隔离的导体沉积物据说具有非周期性布置方式,或据说是非周期性布置的电隔离的导体沉积物。在一些实施例中,电隔离的导体沉积物被设计成缺乏间距小于10微米的直的平行边缘,如边缘长度为5微米的正方形沉积物的相对表面所出现的情况。更优选地,绝缘的导体沉积物被设计成缺乏间距小于5微米的直的平行边缘,更优选地小于4微米,甚至更优选地小于3微米,甚至更优选地小于2微米。缺乏直的平行边缘的电隔离的导体沉积物的实例有椭圆形、圆形、五边形、七边形和三角形。将电隔离的导体沉积物设计成缺乏直的平行边缘起到使光衍射伪像最小化的作用,这种伪像会干扰集成传感器的显示器的可见性。

[0084] 导电微图案对光学均匀度的影响可以量化。如果将传感器以及导电微图案与显示器可见区域重叠的总面积分段成1毫米×1毫米的区域的阵列,则在优选传感器包括的导电微图案中,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于75%。更优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。更优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于25%。甚至更优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于10%。如果将传感器以及导电微图案与显示器可见区域重叠的总面积分段成5毫米×5毫米的区域的阵列,则在优选传感器包括的导电微图案中,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。更优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于25%。甚至更优选地,该区域当中没有一个被遮挡的面

积比率与所有区域的平均值之差为大于10%。

[0085] 与透明导电氧化物(TCO)(例如ITO)相反,本发明有利地允许使用金属作为透明导电传感器中的导电材料。ITO具有某些缺陷,例如,在某些构造中会产生与腐蚀相关的劣化,弯曲时往往会开裂,当作为薄层电阻为每平方100Ω至1000Ω以下的涂层沉积时透射光的高度衰减(由于反射和吸收),以及由于铟的稀缺性而增加的成本。ITO也难以沉积成具有均匀而可复制的电气性质,导致需要更复杂、更昂贵的电子器件连接到导电图以构造触屏传感器。

[0086] 可用于形成导电微图案的金属的实例包括金、银、钯、铂、铝、铜、镍、锡、合金、以及它们的组合。在一些实施例中,导体是透明的导电氧化物。在一些实施例中,导体是ITO。导体的厚度可以在5纳米和5微米之间、或在10纳米和500纳米之间、或在15纳米和250纳米之间。在许多实施例中,导体厚度小于1微米。如本领域已知的那样,导体的理想厚度可以从所需薄层电阻开始计算,并考虑微图案的几何形状(进而考虑其对平面内的载流横截面的影响)以及导体的体电阻率。对于几何形状复杂的微图案,本领域存在可用于计算薄层电阻的计算方法,如有限差分法或有限元法,本文称为微图案属性的建模。可使用多种技术测量薄层电阻,其中包括本领域已知的四点探针技术和非接触涡电流法。

[0087] 可以集成本发明的传感器的可用显示器的实例包括液晶显示器、阴极射线管显示器、等离子体显示面板和有机发光二极管显示器。

[0088] 根据本发明的导电图可通过任何合适的图案化方法生成,如包括照相平版蚀刻法或照相平版与电镀结合的方法(参见如美国专利No.5,126,007、美国专利No.5,492,611、美国专利No.6,775,907)。另外,导电图可利用若干其它示例性方法中的一种形成(下文将对每一种方法进行详细讨论):

[0089] 1.掩模激光固化(将金属薄膜上的掩模层固化,然后蚀刻);

[0090] 2.喷墨印刷(掩模材料或种子材料的喷墨印刷,以用于后续的金属电镀);

[0091] 3.凹版印刷(种子材料的凹版印刷,以用于后续的金属电镀);

[0092] 4.微复制(在基底内形成微凹槽,然后填充导电材料或种子材料,以用于后续的金属电镀);或,

[0093] 5.微接触印刷(在基底表面压印或旋转印刷自组装单分子层(SAM)图案)。

[0094] 利用大量的、高分辨率印刷方法通常可以精确设置导电元件,以及允许按适合市售显示器像素的比例伪(随机地)改变微导体,以限制其它可能出现的光学异常(例如莫阿条纹图案)。

[0095] 本文所述某些实施例可以采用比利用透明导体的现有传感器透光率更高的平侧“线状”导体。在一些实施例中,这些平侧“线状”导体提供了比现有圆形导线解决方案更大的可量测性,并且更容易控制导体的布置方式。本文所述微导体包括最大横截面尺寸为10微米或更小的导体。对于许多传感器应用,优选小于3微米。采用掩模和蚀刻的方法通常会产生产低纵横比(0.05μm至0.5μm厚×1μm至10μm宽)的微导体。微复制凹槽可产生高达大于1:1的较高纵横比的微导体。

[0096] 掩模激光固化法可用于通过使用紫外线激光器选择性地固化图案来形成微导体。该方法通常适用于基于薄膜(例如PET)或玻璃的基底。示例性的掩模激光固化法可以包括下列步骤:

- [0097] 1.用金属电镀基底(例如,将银或铜溅镀到玻璃或PET薄膜上);
- [0098] 2.将UV固化性掩模油墨均匀涂布(例如,旋涂和浸涂)到电镀的基底上;
- [0099] 3.用激光器固化印刷油墨的一部分,以在触摸传感器的活动区域内形成微导体电极,并且也可以固化连接电极与连接垫的(较宽)线条(可以通过光掩模减小激光器的光束宽度);
- [0100] 4.移除(洗掉)未固化油墨;以及
- [0101] 5.通过蚀刻移除基底上电镀的金属,只留下掩模油墨下面的图案。
- [0102] 可使用喷墨印刷法和种子油墨电镀法,通过使用相对较宽的种子油墨(催化油墨)线条印刷所需的图案,然后使用UV激光器(类似于上述掩模激光固化法)选择性地固化,以生成微导体。该方法的基底可以为薄膜(例如PET)或玻璃。
- [0103] 图3a和图3b示出了这种方法,借此:
- [0104] 1.将种子油墨66喷墨印刷到基底67上;
- [0105] 2.用激光器65固化印刷油墨的一部分,以在触摸传感器的活动区域内形成微导体电极68,并且也可以固化连接电极与连接垫的(较宽)线条(可以通过光掩模减小激光器的光束宽度);
- [0106] 3.移除(洗掉)未固化油墨;以及,
- [0107] 4.对种子油墨的固化图案进行化学镀(用导电金属)。
- [0108] 喷墨印刷法使所用的油墨量最小化,因此凡是油墨(例如种子油墨)昂贵的场合,应当考虑这种方法。如果油墨成本相对较低,则可用均匀涂布整个基底的另一种方法(例如,旋涂或浸涂)代替喷墨印刷法。用于上述种子油墨方法的喷墨印刷和电镀的油墨材料和方法可得自Conductive Inkjet Technology division of Carclo Technical Plastics (Cambridge,UK)。
- [0109] 凹版印刷法需要将有待印刷的图像“蚀刻”到在滚筒上旋转的金属板内。当滚筒旋转时,蚀刻表面被油墨所填充,然后当填充油墨的蚀刻板和被印刷的薄膜彼此接触时,油墨就会在薄膜表面上沉积。图4示出了这种方法。该图示出薄膜基底76上印刷有来自油墨池73的油墨线条74。压印滚筒70紧贴印刷滚筒75滚动,印刷滚筒上具有被来自油墨池73的油墨填充的蚀刻槽72。这种方法可用来制备需进一步加工的坯料,或可用来制备大容量传感器的具体X部件或Y部件。
- [0110] 种子油墨(或催化油墨)可以通过上述方法中的任何者印刷。印刷和固化后,可将油墨与金属(例如铜)化学镀到一起,从而导致高导电率。种子油墨制造商包括Conductive Inkjet Technology division of Carclo Technical Plastics (Cambridge,UK)和QinetiQ公司(Farnborough,England)。Cabot Printable Electronics and Displays (Albuquerque,NM)制造可喷墨印刷的银导电油墨。
- [0111] 微复制是可用来形成微导体的又一种方法。图5示出了填充或部分填充的微复制凹槽的剖视图。凹槽可以先填充种子油墨81,然后再电镀(参见金属化层80),以使其导电。或者,可用本身导电的油墨填充凹槽,从而无需电镀工艺。第三种选择是用金属涂布基底,然后用掩模遮挡凹槽(底部)中的金属部分,然后再通过蚀刻移除未遮挡的金属(参见例如专利申请No.61/076731(“Method of Forming a Microstructure”(形成微结构的方法))和专利申请No.61/076736(“Method of Forming a Patterned Substrate”(形成图案化基

底的方法))。凹槽的实际形状可被改变,以优化横截面形状和尺寸,从而在确保高导电率和高产出率的同时,将光学干涉水平降至最低。

[0112] 填充后的微复制凹槽会形成相对于掩模金属薄膜具有高纵横比横截面的导体。这样可以在光学可见度最低的情况下实现最高的导电率(观察方向狭窄的横截面)。填充微复制凹槽的方法和具有高纵横比的凹槽的理想形状在在共同授予的美国专利申请US2007016081(Gaides等人)中有所描述。

[0113] 图6示出了具有深度大于宽度的微复制电极的高纵横比触摸表面的剖视图。在一个实施例中,深宽比大于1:1的微复制结构会产生更好的性能。一般来讲,微复制结构的宽度越小,透过触摸传感器从显示器射出的光就越多。此外,较深(而不是较宽)的凹槽会减小限制从第一表面进入传感器的光反射的表面区域。这些优点是在不损失电容信号的情况下获得的。图6示出了与触摸传感器86的印刷铜电极87电容耦合的手指85,这种耦合不仅发生在传感器的顶面,也发生在传感器的侧面。

[0114] 微接触印刷是可用于形成微导体的又一种方法。微接触印刷法是将自组装单分子层(SAM)图案压印或旋转印刷到基底表面上。该方法具有若干技术上重要的特征,包括形成非常微小比例的图案(如十分之一微米大小的结构尺寸)以及图案化单层向金属、陶瓷和聚合物的图案化扩展的能力。

[0115] 示例性微接触印刷法的步骤如下:

[0116] 1.用金属涂布基底(例如,将银或铜溅镀或电镀到玻璃或PET薄膜上);

[0117] 2.将自组装单分子层掩模压印到电镀基底上;以及,

[0118] 3.通过蚀刻移除基底上涂布的金属,只留下掩模下面的图案。

[0119] 微接触印刷法在(例如)美国专利No.5,512,131(Kumar)和共同待审的3M专利申请No.61/032273(“Methods of Patterning a Conductor on a Substrate”(在基底上图案化导体的方法))中有所描述。微接触印刷通常不受基底的约束。例如,基底可以为PET、玻璃、PEN、TAC或不透明塑料。如本领域已知的,微接触印刷法可与金属沉积法结合使用,以产生添加的图案化方法(例如,包括化学镀)。

[0120] 图7a示出了用于小电容触屏的矩阵传感器。两个电极图案(91和92)、互连线以及连接垫都印刷在柔性基底(例如PET)上。然后将两个图案组装在一起,以在平行平面内形成两层电极,其中上层平面内的电极正交于下层平面内的导体,如图所示(参见图7b)。有时,需要在下层电极平面下方设置屏蔽层(未示出)。

[0121] 图7所示图案可以使用本文所述方法中的一种进行印刷,并且使用单个印刷步骤同时印刷形成电极的 $<10\mu\text{m}$ 的微导体和从电极向连接垫传输信号的互连线(通常 $>10\mu\text{m}$),而且连接垫本身也可以在同一印刷步骤中形成。例如,使用微接触印刷法同时印刷相对于图27所述 $3\mu\text{m}$ 微导体和 $500\mu\text{m}$ 导线706。该具体实施例生成若干优点:

[0122] 1.电极与互连线的对齐自动进行,并且非常准确;

[0123] 2.相比其它互连线印刷方法(例如导电油墨的丝网印刷),互连线可印刷得更窄并且更密集的间距;以及

[0124] 3.相比现有互连线印刷方法(例如导电油墨的丝网印刷),互连线厚度(垂直于基底平面)要小得多。较厚的互连线会在层合层之间引起可见的间隙,并且会降低层合层之间的密封性。

[0125] 图8示出了具有位于基底96表面的平行微导体95的微复制和填充后的“毛坯”构造材料。料片取向为垂直(97)。基底可以为PET、PEN或聚碳酸酯,微导体可以按本文和/或下列专利所公开的方法沉积在微复制凹槽中:3M专利申请No.61/076731(“Method of Forming a Microstructure”(形成微结构的方法))和3M专利申请No.61/076736(“Method of Forming a Patterned Substrate”(形成图案化基底的方法))。在一个实施例中,微导体的间距优选地在50 μm 和500 μm 之间。

[0126] 通过将所选微导体与印刷(如喷墨印刷或丝网印刷)电介质连接在一起,可以将该坯料加工成触摸传感器元件(例如电极或屏蔽),其中印刷电介质具有绝缘跨接作用,使后印刷(例如喷墨印刷或丝网印刷)的导电性油墨(使用本文所述方法印刷)可以跨接一些微导体,并且只与所选微导体接触。因此,可以制备图9所示传感器的互连线和连接垫,图中示出了带有穿过电介质的通孔1000的喷墨印刷的电介质表面1002,以及也通过喷墨印刷的导线1001。虽然图8和图9示出了在基底料片方向印刷的微导体,但有时在垂直于基底料片方向印刷微导体是有利的。

[0127] 图10示出了矩阵触摸传感器的实例的剖视图,该传感器由两层微复制的微导体坯料和后印刷的隔离的两层喷墨导线构成。最上层1010包括微复制的微导体;下一层1011为印刷的电介质;下一层1012包括后处理的导体;下一层1013为粘合剂;下一层1014为后处理的导体;下一层1015为印刷的电介质,并且最终层1016包括微复制的微导体。

[0128] 在一些实施例中,通过在其它连续而均匀的网格内的导线中包括选择性断点,可以生成在至少一个方向具有不同薄层电阻的透明导电区域。此选择性设置断点的方法尤其可用于制备这样的制品,该制品包括在整个制品上的透光率为均匀的对可见光透明的导电区域的图案。初始网格可为各向同性或各向异性的。例如,可制作具有正方形微型网格的细长矩形透明导电条,以通过生成周期性系列断点沿其长轴呈现出周期性的薄层电阻,断点处于在长轴方向具有矢量分量的导线中,并且周期性地地在长轴方向。此薄层电阻的周期性可用于解码矩形条附近物体(如手指)的位置。通过选择宽度、厚度和导线的面密度以及断点总数,可设计沿透明导电元件的单位长度电阻的周期性变化,其特征在于单位长度电阻的峰值为单位长度电阻最小值的至少2倍,优选地为其最小值的至少5倍,更优选地为其最小值的至少10倍。

[0129] 在其它连续而均匀的网格内包括选择性断点的其它实施例中,可设置断点,以便在给定方向生成大致连续变化的薄层电阻。除了仅由元件总体形状所生成的非线性度之外,连续变化的薄层电阻可用于扩大沿透明导电元件的电场的非线性度。例如,如本领域已知的那样,对于以细长等腰三角形(该等腰三角形的底边上施加有相对于其顶点的电势)形式存在的具有均匀薄层电阻的透明导电元件,由于沿从底边到顶点的电场方向的单位长度电阻存在梯度(由三角形变窄的宽度生成),该导电元件呈现出从底边到顶点的非线性电场。对于基于此类三角形透明导电元件的指状交叉阵列的触摸传感器,有利的是电场的非线性度甚至更大,从而导致用来解码阵列附近物体(如手指)位置的电路的信噪比也更大。通过选择宽度、厚度和导线的面密度以及断点总数,可设计沿透明导电元件的单位长度薄层电阻,该电阻在1厘米以上的距离内增加的比率为至少1.1、或至少1.2、或至少1.5、或至少2。

[0130] 在一些实施例中,通过在两个区域中的每一个内包括具有各自设计的相邻网格,

并且每一个网格不必包括选择性设置的断点,可在至少一个方向生成具有不同薄层电阻的两个透明导电区域。设计方式导致在单个方向(如图2的x方向)流过的电流具有不同薄层电阻值的两个网格的实例包括两个网格,这两个网格具有相同厚度(图2的z方向维度)的相同导电材料的沉积物,但在y方向具有不同的单位宽度载流横截面积(图2的y-z平面)。这样一对网格区域的一个实例是两个正方形网格区域,这两个区域各包括宽度2微米但间距不同(如100微米和200微米)的导线。这样一对网格区域的另一个实例是两个矩形网格区域(非正方形,一个方向间距为100微米,与之正交方向间距为200微米),这两个区域各包括宽度2微米但取向不同(如第一区域内的矩形单元的长轴相对于第二区域内的矩形单元的取向呈90度)的导线。

[0131] 在一些实施例中,传感器包括用来承载导电图的对可见光透明的绝缘基层,该图案包括对可见光透明的微图案区域和具有不透明的较大结构的区域,其中对可见光透明的微图案区域和较大结构区域包括相同导体(如金属)在大约相同的厚度内的图案化沉积物。较大结构可以是(如)与对可见光透明的导电微图案区域接触的宽导线,或用于接触电子解码、信号发生或信号处理装置的垫。可用较大结构与在相同绝缘层上对可见光透明的导电微图案区域的组合宽度在(例)25微米和3毫米之间、25微米和1毫米之间、25微米和500微米之间、25微米和250微米之间、或50微米和100微米之间。

[0132] 一种示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在 $5\ \Omega$ 和 $500\ \Omega$ 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。

[0133] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。

[0134] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在1微米与4微米之间。第一区域微图案的第一薄层电阻值在第一方向每平方在 $5\ \Omega$ 和 $100\ \Omega$ 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在96%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。

[0135] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在 $5\ \Omega$ 和 $500\ \Omega$ 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。该微图案也包括电隔离的导体沉积

物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有1毫米×1毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于75%。

[0136] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在5 Ω 和500 Ω 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。该微图案也包括电隔离的导体沉积物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有5毫米×5毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。

[0137] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在1微米与4微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在96%和99.5%之间的开放区域。

[0138] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该微图案也包括电隔离的导体沉积物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有1毫米×1毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于75%。

[0139] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该微图案也包括电隔离的导体沉积物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有5毫米×5毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。

[0140] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括宽度在0.5微米和5微米之间的金属线性导电结构。第一区域微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。对于第一区域微图案的所有1毫米×1毫米正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有正方形区域的平均值之差为大于75%。在一个实施例中,第一区域微图案也包括电隔离的导体沉积物。在一个实施例中,金属线性导电结构的厚度为小于500纳米。在一个实施例中,第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在5 Ω 和100 Ω 之间。

[0141] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括宽度在0.5微米和5微米之间的金属线性导电结构。第一区域微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。对于第一区域微图案的所有5毫米×5毫米正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有正方形区域的平均值之差为大于50%。在一个实施例中,金属线性导电结构的厚度为小于500纳米。在一个实施例中,第一区域微图案也包括电隔离的导体沉积物。

[0142] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案的第一薄层电阻值在第一方向每平方在5 Ω 和100 Ω 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该微图案也包括电隔离的导体沉积物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有1毫米×1毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于75%。

[0143] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案的第一薄层电阻值在第一方向每平方在5 Ω 和100 Ω 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该微图案也包括电隔离的导体沉积物。对于位于对可见光透明的感测区域内的所有5毫米×5毫米传感器正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有区域的平均值之差为大于50%。

[0144] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在5 Ω 和500 Ω 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。该传感器也包括设置在可见光透明基底之上或之内的较大导电结构,该较大结构包括和微图案中所包括的相同材料和厚度的连续导体沉积物,并且测得的最小维度为至少25微米。

[0145] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该传感器也包括设置在可见光透明基底之上或之内的较大导电结构,该较大结构包括和微图案中所包括的相同材料和厚度的连续导体沉积物,并且测得的最小维度为至少25微米。

[0146] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案,以及第二区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微

米与5微米之间。第一区域微图案在第一方向的第一薄层电阻值每平方在 $5\ \Omega$ 和 $500\ \Omega$ 之间,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。第二区域微图案在第一方向具有不同于第一薄层电阻值的第二薄层电阻值。该传感器也包括设置在可见光透明基底之上或之内的较大导电结构,该较大结构包括和微图案中所包括的相同材料和厚度的连续导体沉积物,并且测得的最小维度为至少500微米。

[0147] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。导电微图案包括金属线性导电结构,该结构的厚度为小于500纳米,并且宽度在0.5微米与5微米之间。第一区域微图案具有各向异性的第一薄层电阻,并且相互正交方向的薄层电阻值差的比率为至少1.5,该微图案对可见光透明,并且具有在95%和99.5%之间的开放区域。该传感器也包括设置在可见光透明基底之上或之内的较大导电结构,该较大结构包括和微图案中所包括的相同材料和厚度的连续导体沉积物,并且测得的最小维度为至少500微米。

[0148] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括宽度在5微米和10微米之间的导线。第一区域微图案对可见光透明,并且具有在90%和99.95%之间的开放区域,优选地在95%和99.95%之间的开放区域,更优选地在97%和98%之间的开放区域。对于第一区域微图案的所有5毫米 \times 5毫米正方形区域,该区域当中没有一个被遮挡的面积比率与所有正方形区域的平均值之差为大于75%、优选地为大于50%、更优选地为大于25%、最优选地为大于10%。在一个实施例中,第一区域微图案包括宽度在0.5微米和5微米之间、优选地在1微米和3微米之间的导线。

[0149] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括宽度在1微米和10微米之间的导线。第一区域微图案对可见光透明,并且具有在90%和99.5%之间的开放区域。第一区域微图案包括位于另外的连续均匀网格内的导线中的选择性断点。

[0150] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括宽度为约 $[X+0.5]$ 微米的导线,以及开放区域比率介于约 $[95-X]\%$ 和99.5%之间,其中 $0\leq X\leq 4.5$ 。在一个实施例中,第一区域微图案内的触屏传感器的雾度值为小于10%并且透射率大于75%。在另一个实施例中,第一区域微图案内的触屏传感器的雾度值为小于5%并且透射率为大于85%。在一个实施例中,第一区域微图案包括宽度介于约 $[98.5-(2.5X\div 3.5)]\%$ 和 $[99.5-(X\div 3.5)]\%$ 之间的导线,其中 $0\leq X\leq 3.5$ 。

[0151] 另一个示例性的触屏传感器包括可见光透明基底和设置在可见光透明基底之上或之内的导电微图案。该微图案包括触摸感测区域内的第一区域微图案。第一区域微图案包括间距为4mm、宽度为约 $9.6\ \mu\text{m}$ 的平行导线,并形成99.75%的开放区域比率。微复制电极的该实施例包括宽度为约 $4\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 、中心距为0.5mm至约5mm的平行导体。导体可以沿长度方向成形到PET基底网上,这样导体长度可以大于1m。使用(例如)结合图8和图9所述的方法可以将成组的相邻导体电气互连,以形成总宽度1mm至12mm的电极。相邻电极的导体可以如(例如)共同待审的美国专利申请公开No.20070074914中所公开的那样彼此互连,以使得电

极交叉在一起。

[0152] 实例

[0153] 下文描述了示例性的触屏传感器设计。这些传感器可使用已知的照相平版印刷法制造,如美国专利No.5,126,007或美国专利No.5,492,611中所述。导体可采用物理气相沉积法(如溅射或蒸镀)沉积,如本领域所已知的。除非另外指明,否则以下实例包括采用微接触印刷技术图案化的导体(参见上文以及另外共同待审的美国专利申请No.61/032,273中的技术说明)。如本领域所已知的(如美国专利No.4,087,625、美国专利No.5,386,219、美国专利No.6,297,811、WO 2005/121940 A2),当连接到解码电路时,本文举例说明的每一种导电图都可作为透明触屏传感器使用。

[0154] 实例1

[0155] 将根据下文所述的金薄膜微图案沉积到无色玻璃薄片(厚度大约1毫米)上。微图案240如图11和图12所示。金层的厚度或高度为约100纳米。微图案240涉及一系列具有水平窄导线242的水平(x轴)网格条241,测得导线242宽度为大约2微米。这些水平网格导线242中有四个与较大结构的触摸垫260电气连通。网格条宽度为大约6毫米。因此,在13个等间距的导线244横跨6毫米的宽度(y轴)、13个等间距的导线242横跨6毫米的长度(x轴)的情况下,导线的正方形网格的间距为500微米。如图12所示,某些导线具有测量值为大约25微米的断点250(为便于定位,图中有所夸大)。对于间距为500微米、宽度为2微米的不透明导线的正方形网格,不透明导线的填充因子为0.80%,因此导致99.20%的开放区域。对于除了每隔500微米具有25微米断点之外的相同的正方形网格,填充因子为0.78%,因此导致99.22%的开放区域。因此,该设计包括开放区域为99.22%的1mm×6mm区域和开放区域为99.20%的6mm×6mm区域。具有网格的玻璃制品的平均可见光透射率约为 $0.92 \times 0.992 = 91\%$ (与图案的无导体沉积区域内的透光率界面反射损耗有关的系数为0.92)。沿水平条方向,存在用四条金导线连在一起的一系列完整的网格区域。假设溅射的金薄膜的有效体电阻率为 $5E-06 \Omega\text{-cm}$,则每一个2微米宽500微米长金薄膜段的电阻都为大约125 Ω 。具有完整网格且用于在条方向通过电流的区域的有效薄层电阻每平方为大约115 Ω 。连接具有完整网格的各区域的四条导线在区域之间形成的电阻为大约62.5 Ω 。导线元件的上述布置导致沿图13所示条方向空间上变化的单位长度电阻。图14示出了水平网格条阵列的等效电路。该电路具有一系列由电阻器连接的板。

[0156] 实例2

[0157] 将根据下文所述的金薄膜微图案沉积到无色玻璃薄片(厚度大约1毫米)上。微图案340如图15所示。金层的厚度为约100纳米。微图案340具有一系列指状交叉楔形或三角形的透明导电区域。每一个楔都由网格构成,该网格由狭窄的金属导线342、344组成,测得导线342和344(参见图15a-图15c)的宽度为大约2微米。测得网格楔在底部处的宽度为大约1厘米,长度为大约6厘米。导线342和344的正方形网格间距为500微米。在楔内的所选网格区域内(参见图15a-图15b),有意设置长度测量值为大约25微米的断点350,以改变楔内的局部薄层电阻,从而让电流沿其长轴流过。如图15a的区域15a和图15b的区域15b(图15中这些区域的间距为大约1厘米)所示,网格中包括断点350,用来以大于1.2的系数增加长轴方向的薄层电阻。总体设计也包括区域15c(如图15c所示),该区域与区域15a和15b电隔离并间隔开来,并且具有薄层电阻值小于区域15a和15b的网格。网格区域15c的开放区域比率为

99.20%，而网格区域15a和15b的开放区域比率则分别为99.20%和99.21%。总体设计也包括区域15d和15e(如图15d和图15e所示)，这些区域的网格间距大于区域15a、15b和15c的网格间距，但导线宽度相同，从而增加了薄层电阻和可见光透射率。

[0158] 图16示出了如上所述改变网格特性对沿楔的电阻梯度的影响相对于在相同形状的区域上使用标准ITO涂层的情况。总体设计也包括以沿图案左右侧的导电引线形式存在的较大导电结构，该引线宽大约1毫米，并且用厚大约100纳米的金薄膜进行图案化。

[0159] 实例3

[0160] 图17示出了触屏传感器的透明传感器元件400。传感器元件400包括两个图案化的导体层410和414(如X轴层和Y轴层)、两个光学透明的粘合剂层412和416以及底板418，这些元件层合在一起，但为了清楚起见在图17中彼此绝缘。层410和414包括透明导电网格条，其中一层在x轴方向取向，另一层在y轴方向取向，如图2所示。底板418为面积6厘米×6厘米、厚度1毫米的玻璃片。合适的光学透明粘合剂为得自3M公司(St. Paul, Minnesota)的Optically Clear Laminating Adhesive 8141(光学透明层合粘合剂8141)。X层和Y层中的每一个都可以使用具有金属微图案的透明聚合物薄膜。将根据下文所述的金薄膜微图案沉积到PET薄片上。合适的PET基底包括得自DuPont(Wilmington, Delaware)的厚度测量值为大约125微米的ST504 PET。

[0161] 微图案440如图18和图19所示。金的厚度为约100纳米。微图案具有以一系列平行网格条442形式存在的透明导电区域。除了末端为用来连接电子器件(用于电容性检测触摸基底的手指)的正方形垫460(面积为大约2毫米×2毫米，具有厚度为大约100纳米的金薄膜形式的连续导体)的网格条之外，还存在与该电子器件电隔离的网格条441。绝缘的网格条441起到保持整个传感器的光学均匀度的作用。每一个网格条都由网格构成，该网格由狭窄的金属导线443制成，测得导线443的宽度为大约5微米。测得每一个网格条的宽度为大约2毫米、长度为66毫米。每一个网格条内都有宽度测量值为大约0.667毫米、长度测量值为12毫米的矩形单元。该网格设计起到在每一个网格条内的长轴导线之间提供连接线的作用，以在长轴导线存在任何断路缺陷的情况下保持沿网格条的电气连通性。然而，与采用具有此类连接线的间距为0.667毫米的正方形网格相反，图18和图19的矩形网格以沿网格条的薄层电阻为代价提供了更为理想的透光率。更具体地讲，图18和图19所示网格条和具有间距0.667毫米的正方形网格的2毫米宽网格条均具有沿网格条长轴方向基本相同的薄层电阻(每平方大约50 Ω)。然而，正方形网格会遮挡1.5%的透明导电区域，而图18和图19所示网格只遮挡0.8%的透明导电区域。

[0162] 实例4

[0163] 描述了用于触屏传感器的透明传感器元件。如图17所示，该传感器元件包括两个图案化的导体层、两个光学透明的粘合剂层和底板。测得底板为面积6厘米×6厘米、厚度1毫米的玻璃片，这些元件如图17所示层合在一起。合适的光学透明粘合剂为得自3M公司的Optically Clear Laminating Adhesive 8141(光学透明层合粘合剂8141)。X层和Y层中的每一个都可以使用具有金属微图案的透明聚合物薄膜。将根据下文所述的金薄膜微图案沉积到PET薄片上。合适的PET基底包括得自DuPont的厚度测量值为大约125微米的ST504 PET。

[0164] 微图案540如图20和图21所示。金的厚度为100纳米。微图案540具有以一系列平行

网格条542形式存在的透明导电区域。除了末端为用来连接电子器件(该电子器件用于电容性检测触摸基底的手指)的正方形垫560的网格条542之外,还存在与该电子器件电隔离的直线段541。直线段541位于网格条542之间的区域内,并具有与网格条基本相同的几何形状,不同的是其具有如图13所示的大约25微米的断点550。绝缘的线段541起到保持整个传感器的光学均匀度的作用。每一个网格条542都由网格构成,该网格由狭窄的金属导线制成,导线的宽度为大约5微米。测得每一个网格条542的宽度为大约2毫米、长度为66毫米。每一个网格条542内都有宽度测量值为大约0.667毫米、长度测量值为12毫米的矩形单元。图12和图13所示网格542遮挡0.8%的透明导电区域。图12和图13所示绝缘的线段541也遮挡网格条542之间其所占区域的0.8%的面积。

[0165] 实例5

[0166] 描述了用于触屏传感器的透明传感器元件。如图17所示,该传感器元件包括两个图案化的导体层、两个光学透明的粘合剂层和底板。测得底板为面积6厘米×6厘米、厚度1毫米的玻璃片,这些元件如图17所示层合在一起。合适的光学透明粘合剂为得自3M公司的Optically Clear Laminating Adhesive 8141(光学透明层合粘合剂8141)。X层和Y层中的每一个都可以使用具有金属微图案的透明聚合物薄膜。将根据下文所述的金薄膜微图案沉积到PET薄片上。合适的PET基底包括得自DuPont的厚度测量值为大约125微米的ST504 PET。

[0167] 微图案640如图22和图23所示。金的厚度为约100纳米。微图案640具有以一系列平行网格条642形式存在的透明导电区域。除了末端为用来连接电子器件(该电子器件用于电容性检测触摸基底的手指)的正方形垫660的网格条642之外,还存在与该电子器件电隔离的直线段641。直线段641位于网格条之间的区域内,并具有与网格条的线段类似的几何形状。电隔离线段641起到保持整个传感器的光学均匀度的作用。每一个网格条641、642都由网格构成,该网格由狭窄的金属导线制成,导线的宽度为大约3微米。测得每一个网格条642的宽度为大约2毫米、长度为66毫米。每一个网格条642内都具有随机成形的单元。图22和图23所示的网格642遮挡小于5%的透明导电区域。图22和图23所示的绝缘线段641也遮挡网格条之间小于其所占区域的5%的面积。

[0168] 制备金属化聚合物薄膜基底(如实例6至40)

[0169] 提供聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)(ST504, E.I.杜邦公司(Wilmington, Delaware))的聚合物薄膜基底。用Haze-Gard测定ST504 PET薄膜的光学性质。测得雾度和透光率分别为大约0.67%和92.9%。

[0170] 一些基底薄膜带有金涂层,一些带有银涂层。涂金基底通过热蒸镀法制备(DV-502A, Denton Vacuum(Moorestown, New Jersey))。对于涂金基底,基底表面首先涂布20埃的铬,然后再涂布100纳米的金。就涂银基底而言,采用了两种不同的方法。一些涂银基底通过热蒸镀法制备(DV-502A, Denton Vacuum(Moorestown, New Jersey)),一些则通过溅射法制备(3M)。在所有情况下基底表面都涂布100纳米的银。

[0171] 制造压模

[0172] 采用照相平版印刷法在直径10厘米的硅晶片上制备光致抗蚀剂(Shipley1818, Rohm and Haas公司(Philadelphia, Pennsylvania))的图案,由此产生用于模制弹性体压模的两种不同的母模。不同的母模基于本文称之为“六边形”和“正方形”的两种不同的网格

形状。六边形是指由限定具有正六边形形状的封闭区域的线条网络组成的图案。正方形是指由限定具有正方形形状的封闭区域的线条网络组成的图案。通过将未固化的聚二甲基硅氧烷(PDMS, Sylgard™ 184, Dow Corning (Midland Michigan)) 倾注在母模上形成大约3.0毫米的厚度, 对照母模模铸了弹性体压模。通过将接触母模的未固化有机硅暴露于真空中, 除去气体, 然后将其在70℃下固化2小时。从母模上剥离后, 得到具有浮雕图案的PDMS压模, 其浮雕图案具有高度大约1.8微米的凸起结构。对于六边形网格和正方形网格压模, 其凸起结构为限定各自网格几何形状的线条, 如上所述。

[0173] 着墨

[0174] 将压模背面(无浮雕图案的平坦表面)与十八硫醇的乙醇溶液(“ODT” 00005, TCI AMERICA (Wellesley Hills, Massachusetts)) 接触20小时。正方形网格图案的压模使用10mM的ODT溶液, 六边形网格图案的压模使用5mM的ODT溶液。

[0175] 压印

[0176] 用按上述方法着墨的压模压印金属化聚合物薄膜基底。压印时, 首先将金属化薄膜样本的一个边缘与压模表面接触, 然后使用直径大约3.0厘米的泡沫辊轧制薄膜, 使之与整个压模接触, 通过这种方式使薄膜与压模面朝上的浮雕图案表面接触。轧制步骤需要的时间少于1秒。轧制步骤之后, 让基底与压模接触10秒。然后将基底从压模剥离, 该步骤需要的时间少于1秒。

[0177] 蚀刻

[0178] 压印之后, 将具有印刷图案的金属化薄膜基底浸渍到蚀刻剂溶液中, 以用于选择性地蚀刻和金属图案化。对于承载金薄膜的印刷金属化薄膜基底, 蚀刻剂含有1克硫脲(T8656, Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri))、0.54毫升浓盐酸(HX0603-75, EMD Chemicals (Gibbstown, New Jersey))、0.5毫升过氧化氢(30%, 5240-05, Mallinckrodt Baker (Phillipsburg, New Jersey)) 和21克去离子水。为了使金薄膜图案化, 将印刷金属化薄膜基底在蚀刻溶液中浸渍50秒。对于承载银薄膜的印刷金属化薄膜基底, 蚀刻剂含有0.45克硫脲(T8656, Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri))、1.64克硝酸铁(216828, Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri)) 和200毫升去离子水。为了使银薄膜图案化, 将印刷金属化薄膜基底在蚀刻溶液中浸渍3分钟。在对金进行图案化蚀刻之后, 使用由2.5克高锰酸钾(PX1551-1, EMD Chemicals (Gibbstown, New Jersey))、4克氢氧化钾(484016, Sigma-Aldrich (St. Louis, Missouri)) 和100毫升去离子水配成的溶液对残余的铬进行蚀刻。

[0179] 表征

[0180] 选择性蚀刻和金属图案化之后, 使用光学显微镜(型号ECLIPSE LV100D, 配有DS-Fi1数字照相机和NIS-Elements D软件, Nikon (Melville, New York))、扫描电镜(SEM, 型号JSM-6400, JEOL Ltd (Tokyo, Japan)) 和Haze-Gard (Haze-Gard plus, BYK Gardner (Columbia, Maryland)) 对金属图案进行表征。采用微观技术确定金属图案中的线条结构的宽度。使用Haze-Gard确定网格涂布薄膜的透光率和雾度。HazeGard测定过程应在使用光学透明粘合剂(3M产品)将玻璃上的图案化薄膜层合之后进行。指定高、中、低可见度因子, 以描述金属图案中的线条结构的可见度(人用肉眼观察)。

[0181] 实例6

[0182] 按照上述方法制备并表征金薄膜的六边形网格图案。油墨溶液含有溶解在乙醇中

的浓度为5mM的十八硫醇。用油墨溶液接触压模背面20小时。压印时间为10秒。图1给定完成的金薄膜微图案拍摄的SEM显微图。测得实际线条宽度为大约1.63微米。根据测得的线条宽度和400微米的边缘到边缘设计宽度重新计算开放区域百分比,结果为99.2%。利用Haze-Gard测定六边形网格涂金薄膜的光学性质。测得雾度和透光率分别为大约1.14%和91.6%。该实例被指定为高可见度,因为可易于看到线条宽度1.63微米、边缘到边缘宽度400微米的金六边形网格图案。

[0183] 实例7至15

[0184] 按照实例1所述方法制备并表征金薄膜的六边形网格图案。使用SEM测量每一个实例的实际线条宽度,结果列在表1中。然后根据实际线条宽度和边缘到边缘设计宽度重新计算开放区域百分比,结果列在表1中。表1也给出了使用Haze-Gard测得的每一个实例的雾度值和透光率值,以及分配到每一个实例的可见度因子。

[0185] 实例16

[0186] 按照上述方法制备并表征金薄膜的正方形网格图案。油墨溶液含有溶解在乙醇中的浓度为10mM的十八硫醇。用油墨溶液接触压模背面20小时。压印时间为10秒。使用光学显微镜测得实际线条宽度为大约4.73微米。根据测得的线条宽度和320微米的设计间距重新计算开放区域百分比,结果为97.0%。利用Haze-Gard测定正方形网格涂金薄膜的光学性质。测得雾度和透光率分别为大约1.58%和88.6%。该实例被指定为高可见度,因为可易于看到线条宽度4.73微米、间距320微米的金正方形网格图案。

[0187] 实例17-23

[0188] 按照实例11所述方法制备并表征金薄膜的正方形网格图案。使用光学显微镜测量每一个实例的实际线条宽度,结果列在表1中。然后根据实际线条宽度和设计间距重新计算开放区域百分比,结果列在表1中。表1也给出了使用Haze-Gard测得的每一个实例的雾度值和透光率值,以及分配到每一个实例的可见度因子。

[0189] 实例24

[0190] 按照上述方法制备并表征银薄膜的六边形网格图案。涂银基底通过溅射法制备。油墨溶液含有溶解在乙醇中的浓度5mM的十八硫醇。用油墨溶液接触压模背面20小时。压印时间为10秒。图2给定完成的银薄膜微图案拍摄的SEM显微图。测得实际线条宽度为大约2.43微米。根据测得的线条宽度和600微米的边缘到边缘设计宽度重新计算开放区域百分比,结果为99.2%。利用Haze-Gard测定六边形网格涂银薄膜的光学性质。测得雾度和透光率分别为大约1.19%和91.8%。该实例被指定为高可见度,因为可易于看到线条宽度2.43微米、边缘到边缘宽度600微米的银六边形网格图案。

[0191] 实例25至32

[0192] 按照实例19所述方法制备并表征银薄膜的六边形网格图案。使用SEM测量每一个实例的实际线条宽度,结果列在表1中。然后根据实际线条宽度和边缘到边缘设计宽度重新计算开放区域百分比,结果列在表1中。表1也给出了使用Haze-Gard测得的每一个实例的雾度值和透光率值,以及分配到每一个实例的可见度因子。

[0193] 实例33

[0194] 按照上述方法制备并表征银薄膜的正方形网格图案。涂银基底通过热蒸镀法制备。油墨溶液含有溶解在乙醇中的浓度为10mM的十八硫醇。用油墨溶液接触压模背面20小

时。压印时间为10秒。使用光学显微镜测得实际线条宽度为大约5.9微米。根据测得的线条宽度和320微米的设计间距重新计算开放区域百分比,结果为96.3%。利用Haze-Gard测定六边形网格涂银薄膜的光学性质。测得雾度和透光率分别为大约1.77%和88.9%。该实例被指定为高可见度,因为可易于看到线条宽度5.9微米、间距320微米的银正方形网格图案。

[0195] 实例34-40

[0196] 按照实例28所述方法制备并表征银薄膜的正方形网格图案。使用光学显微镜测量每一个实例的实际线条宽度,结果列在表1中。然后根据实际线条宽度和设计间距重新计算开放区域百分比,结果列在表1中。表1也给出了使用Haze-Gard测得的每一个实例的雾度值和透光率值,以及分配到每一个实例的可见度因子。

[0197] 表1

[0198]

实例 编号	金属 类型	网格 几何形状	线条宽度 (μm)	开放区域 比率(%)	雾度 (%)	透光率 (%)	线条 可见度	区域 ¹
6	金	六边形	1.63	99.2	1.14	91.6	高	2
7	金	六边形	2.92	99.0	1.04	91.6	高	2
8	金	六边形	2.91	99.0	1.2	91.5	高	2
9	金	六边形	1.92	98.7	1.37	91.4	中	1
10	金	六边形	2.14	97.9	1.61	91.2	低	1
11	金	六边形	1.84	98.2	1.62	90.9	低	1
12	金	六边形	2.65	98.2	1.42	90.8	中	1
13	金	六边形	2.69	97.3	1.76	90.6	低	1
14	金	六边形	1.13	97.7	2.57	90.3	低	2
15	金	六边形	2.27	97.7	1.78	90.3	低	1
16	金	正方形	4.73	97.0	1.58	88.6	高	2
17	金	正方形	3.01	96.2	2.33	88.4	中	2
18	金	正方形	4.7	94.1	1.95	86.0	中	2
19	金	正方形	3.01	92.5	3.77	85.6	低	2

实例 编号	金属 类型	网格 几何形状	线条宽度 (μm)	开放区域 比率(%)	雾度 (%)	透光率 (%)	线条 可见度	区域 ¹
20	金	正方形	4.49	91.4	2.77	83.3	低	2
21	金	正方形	3.18	87.3	5.45	81.1	低	3
22	金	正方形	4.73	88.2	3.11	80.9	低	3
23	金	正方形	2.82	86.9	6.68	79.1	低	3
24	银	六边形	2.43	99.2	1.19	91.8	高	2
25	银	六边形	2.18	99.3	1.45	91.7	高	2
26	银	六边形	1.92	99.0	1.39	91.5	高	2
27	银	六边形	2.44	98.4	1.62	91.3	中	1
28	银	六边形	0.94	99.1	1.92	91.2	低	1
[0199] 29	银	六边形	2.18	98.6	1.92	91.0	中	1
30	银	六边形	2.55	97.5	1.93	90.8	低	1
31	银	六边形	1.81	98.2	1.96	90.7	低	1
32	银	六边形	2.89	97.1	2.04	90.0	低	1
33	银	正方形	5.9	96.3	1.77	88.9	高	3
34	银	正方形	3.35	95.8	2.46	88.0	中	2
35	银	正方形	5.57	93.1	2.55	86.2	中	3
36	银	正方形	2.76	93.1	3.99	85.0	低	2
37	银	正方形	5.74	89.1	3.49	83.6	低	3
38	银	正方形	5.7	85.8	4.09	80.8	低	3
39	银	正方形	2.98	88.1	5.69	80.2	低	3
40	银	正方形	2.78	87.1	7.0	77.6	低	3

[0200] ¹区域是指如图24所示出和标记的不同区域。

[0201] 实例41

[0202] 使用如共同授予的美国临时申请61/032,273所述的微接触印刷和蚀刻法制备透明传感器元件并与大致如图27、图28和图29所示的触摸传感器驱动装置组合在一起。然后将该装置与连接到显示器的计算机处理单元集成,以测试该装置。该装置能够检测多个单一和/或同时发生的手指触摸的位置,并以图形方式显示在显示器上。该实例使用微接触印刷和蚀刻技术(另外参见共同待审的美国专利申请No.61/032,273)形成触摸传感器上所用的微导图。

[0203] 形成透明传感器元件

[0204] 第一图案化基底

[0205] 使用热蒸镀机在由聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)制成的厚度125微米(μm)的第一可见光透明基底上涂覆100nm银薄膜,以生成第一银金属化薄膜。PET可以产品号ST504从E.I.du Pont de Nemours(Wilmington,DE)商购获得。银可以99.99%的3mm纯银丸形式从Cerac Inc.(Milwaukee,WI)商购获得。

[0206] 紧贴此前经标准照相平版印刷技术图案化的直径10cm的硅片(业内有时称之为“母模”)模制厚度3mm的第一聚二甲基硅氧烷压模,该材料称为PDMS,可以产品号Sylgard 184从Dow Chemical Co. (Midland,MI) 商购获得。在65℃下,将PDMS在硅片上固化2小时。然后从硅片上剥离PDMS,以生成具有两种不同低密度区域的第一压模,这两种不同的低密度区域具有凸起结构图案:第一连续六边形网格图案和第二不连续六边形网格图案。也就是说,凸起结构限定了共享边缘的六边形的边缘。不连续六边形是在线段中包含选择性断点的六边形。选择性断点的长度为小于10 μm 。断点的设计和估算长度为大约5 μm 。据发现,为了降低断点的可见度,断点应优选小于10 μm ,更优选地为5 μm 或更小,如在1 μm 和5 μm 之间。每一个凸起的六边形轮廓图案的高度均为2 μm 并且面积覆盖率均为1%至3%(对应于97%至99%的开放区域),并且线段的测量宽度为2 μm 至3 μm 。第一压模也包括限定500 μm 宽导线的凸起结构。第一压模具有第一结构化的侧面和相对的第二基本平坦的侧面,第一侧面具有六边形网格图案区域和导线。

[0207] 将压模结构化侧面向上放入含有直径2mm玻璃珠的玻璃培养皿。这样,第二基本平坦侧面就直接接触玻璃珠。玻璃珠起到托起压模远离培养皿底部的作用,从而允许随后添加的油墨溶液基本上与压模的整个平坦侧面接触。将溶于乙醇的10mM的1-十八硫醇(产品号C18H3CS,97%,可从TCI America (Portland OR) 商购获得) 油墨溶液用吸管移入压模下面的培养皿中。油墨溶液与压模的第二基本平坦的侧面直接接触。经过充分的着墨时间(如3小时)使油墨扩散到压模中之后,从培养皿中取出第一压模。将着墨的压模设置到工作面上,使其结构化侧向上。使用手持辊将第一银金属化薄膜涂敷到压模此时已着墨的结构化表面上,使得银薄膜直接接触结构化表面。让金属化薄膜在着墨的压模上停留15秒。然后从着墨的压模上移除第一金属化薄膜。将移除的薄膜放入银蚀刻剂溶液中3分钟,该溶液包含(i) 0.030摩尔硫脲(产品号T8656, Sigma-Aldrich (St. Louis, MO)) 和(ii) 0.020摩尔硝酸铁(产品号216828, Sigma-Aldrich) 的去离子水溶液。蚀刻步骤后,将所得第一基底用去离子水漂洗并用氮气干燥,以生成第一图案化表面。在着墨的压模与第一金属化基底的银接触的地方,蚀刻后仍然保留有银。因此,着墨的压模和银薄膜未接触的地方的银被移除。

[0208] 图27、图27a和图27b示出了第一图案化基底700,其具有多个第一连续区域702,第一连续区域位于此时已蚀刻和图案化了银金属化薄膜的基底的第一侧面上,并在多个第一不连续区域704之间交替。基底具有基本上为PET薄膜的相对的第二侧面。第一连续区域702中的每一个都具有在一端处设置的对应的500 μm 宽导线706。图27a示出了第一连续区域702的分解图,其具有形成六边形网格结构的多条连续线条。图27b示出了第一不连续区域704的分解图,其具有形成不连续的六边形网格结构的多条不连续线条(每一个六边形中示为选择性断点)。区域702和704的每一个网格结构都具有97%至99%的开放区域。每一个线段的测量值均为2 μm 至3 μm 。

[0209] 第二图案化基底

[0210] 与第一图案化基底一样,使用第二可见光透明基底制备第二图案化基底,以制备第二银金属化薄膜。制备第二压模,该压模具有插入第二不连续六边形网格图案的第二连续六边形网格图案。

[0211] 图28、图28a和图28b示出了第二图案化基底720,其具有多个第二连续区域722,第二连续区域位于第二基底的第一侧面上,并在多个第二不连续区域724之间交替。第二连续

区域722中的每一个都具有在一端处设置的对应的500 μm 宽第二导线726。图28a示出了一个第二连续区域722的分解图,其具有形成六边形网格结构的多条连续线条。图28b示出了一个第二不连续区域724的分解图,其具有形成不连续的六边形网格结构的多条不连续线条(每一个六边形中示为选择性断点)。选择性断点的长度为小于10 μm 。断点的设计和估算长度为大约5 μm 。据发现,为了降低断点的可见度,断点应优选小于10 μm ,更优选地为5 μm 或更小,如在1 μm 和5 μm 之间。区域722和724的每一个网格结构都具有97%至99%的开放区域。每一个线段的测量值均为2 μm 至3 μm 。

[0212] 形成投射电容式触屏传感器元件

[0213] 利用以上制备的第一图案化基底和第二图案化基底按下列步骤制备双层投射电容式触屏透明传感器元件。

[0214] 使用得自3M公司(St.Paul,MN)的Optically Clear Laminating Adhesive 8141(光学透明层合粘合剂8141)将第一图案化基底和第二图案化基底粘在一起,以产生多层构造。用手持辊层合两个图案化基底,并使第一导线区域706和第二导线区域726没有粘合剂。使用Optically Clear Laminating Adhesive 8141(光学透明层合粘合剂8141)将该多层构造层合到0.7mm厚浮法玻璃上,使得第一基底的第一侧面靠近浮法玻璃。无粘合剂的第一导线区域706和第二导线区域726允许与第一图案化基底700和第二图案化基底720进行电气连接。

[0215] 图29示出了多层触屏传感器元件740的俯视平面图,其中第一图案化基底和第二图案化基底已经层合。区域730表示第一连续区域和第二连续区域的重叠部分。区域732表示第一连续区域和第二不连续区域的重叠部分。区域734表示第二连续区域和第一不连续区域的重叠部分。区域736表示第一不连续区域和第二不连续区域的重叠部分。虽然存在多个这样的重叠区域,但为了便于说明,图中每一种只示出一个区域。

[0216] 用于对透明传感器元件进行互电容测量的集成电路是PIC18F87J10(Microchip Technology(Chandler,Arizona))、AD7142(Analog Devices(Norwood,Massachusetts))和MM74HC154WM(Fairchild Semiconductor(South Portland,Maine))。PIC18F87J10是该系统的微控制器。它控制对MM74HC154WM驱动的选择。它也配置AD7142以进行适当的测量。如本领域所已知的,该系统的用途包括设置多个校正值。这些校正值可因触屏而变。该系统可驱动16个不同的感应条,AD7142可测量12个不同的感应条。AD7142的配置包括选择要转换的信道的数量、测量的精度或速度、是否应施加电容偏差、以及模数转换器的连接。AD7142的测量值为16位值,它表示透明传感器元件矩阵内的导电条之间的交叉点的电容。

[0217] AD7142完成测量后会通过中断向微控制器发送信号以告知其收集数据。微控制器然后通过SPI端口收集数据。收到数据后,微控制器将MM74HC154WM递增到下一驱动行,并清除AD7142中的中断,从而向其发送信号以收集下一组数据。在上述采样过程不断进行的同时,微控制器也会通过串行接口一直向具有监视器的计算机发送数据。如本领域的技术人员所已知的,该串行接口允许进行简单的计算机编程,以提供来自AD7142的原始数据并查看触摸和无触摸之间的数值如何变化。计算机程序在整个显示器上提供不同的颜色,具体取决于16位值的数值。根据校正,当16位值低于某个值时,显示区域会呈现白色。根据校正,当高于该阈值时,显示区域会呈现绿色。该数据以4字节标头(0xAAAAAAA)、1字节信道

(0x00-0x0F)、24字节数据(代表电容测量值)和回车(0x0D)的格式异步发送。

[0218] 系统测试结果

[0219] 将透明传感器元件连接到触摸传感器驱动装置。当手指触摸玻璃表面时,计算机监视器通过监视器对应位置中的颜色变化(白到绿)显示触摸感测区域内发生的触摸的位置。当两根手指同时触摸玻璃表面时,计算机监视器通过监视器对应位置中的颜色变化(白到绿)显示触摸感测区域内发生的触摸的位置。当三根手指同时触摸玻璃表面时,计算机监视器通过监视器对应位置中的颜色变化(白到绿)显示触摸感测区域内发生的触摸的位置。

[0220] 实例42

[0221] 微复制电极的一个实施例包括宽约0.5微米至约5微米(图5中的Y尺寸)、中心距为约2mm至约5mm的平行导体。使用(例如)相对于图8和图9所述的方法可以将成组的相邻导体电气互连,以形成总宽度1mm至10mm的电极。

[0222] 使用本文所述及引述的方法,通过在PET透明基底上形成宽10 μm (图5中的X维度)、深20 μm (图5中的Z维度)、间距4mm的矩形微复制凹槽来制备导线。凹槽的平行阵列宽100mm。凹槽在PET网方向印刷,因此其长度即为PET网长度(>20米)。

[0223] 凹槽内填充有Conductive Inkjet Technologies (CIT) 制造的种子油墨。用薄层油墨将凹槽填平,然后通过类似于丝网印刷的方法使用刮墨刀移除多余的油墨。然后使用UV光固化种子油墨。之后使用铜对具有填充了油墨的凹槽的基底进行化学镀。所得微导体各宽大约9.6 μm 。注墨、UV固化和化学镀过程都由CIT执行。基底上凹槽宽<10 μm 、深20 μm 、间距2mm的微导体也采用所述方法制备。

[0224] 本领域的技术人员将会知道,可使用除已公开的实施例之外的实施例实施本发明。提交公开的实施例的目的是为了举例说明而不是限制,并且本发明仅受以下权利要求书的限制。

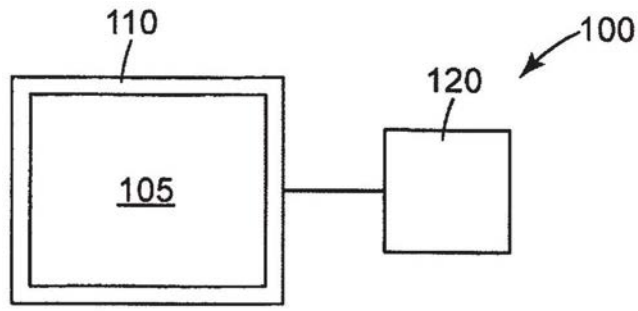


图1

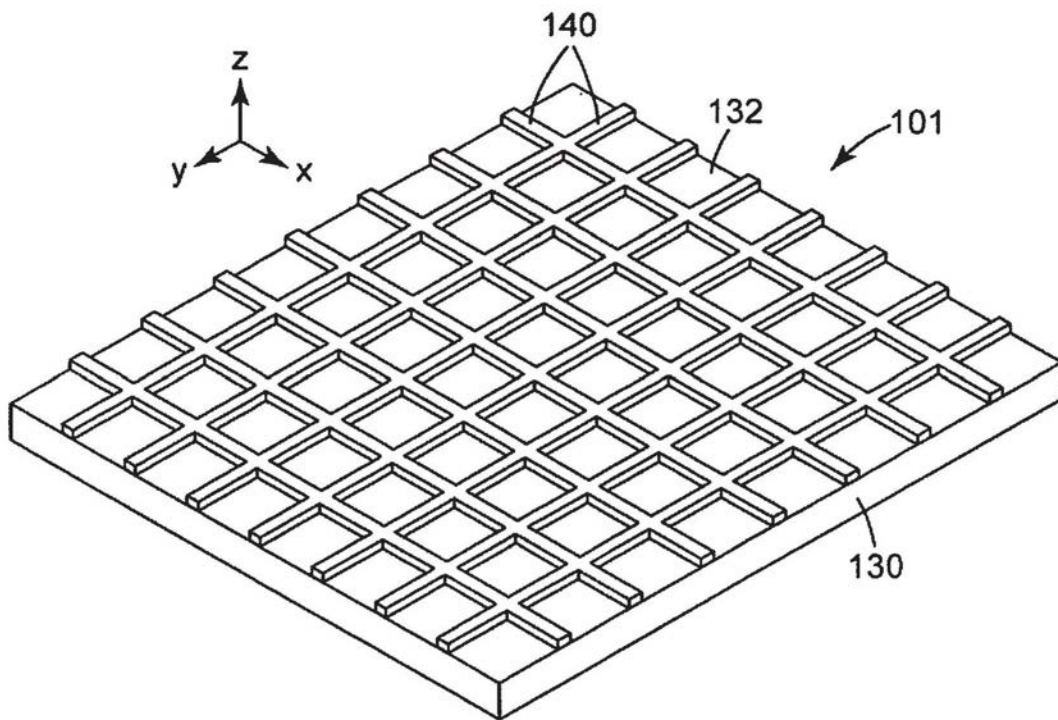


图2

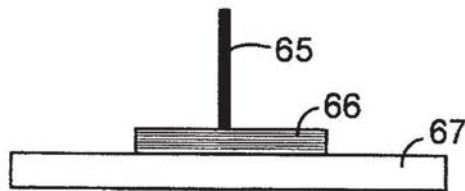


图3a

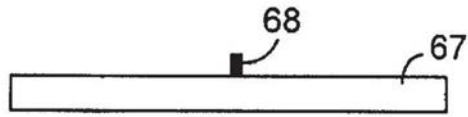


图3b

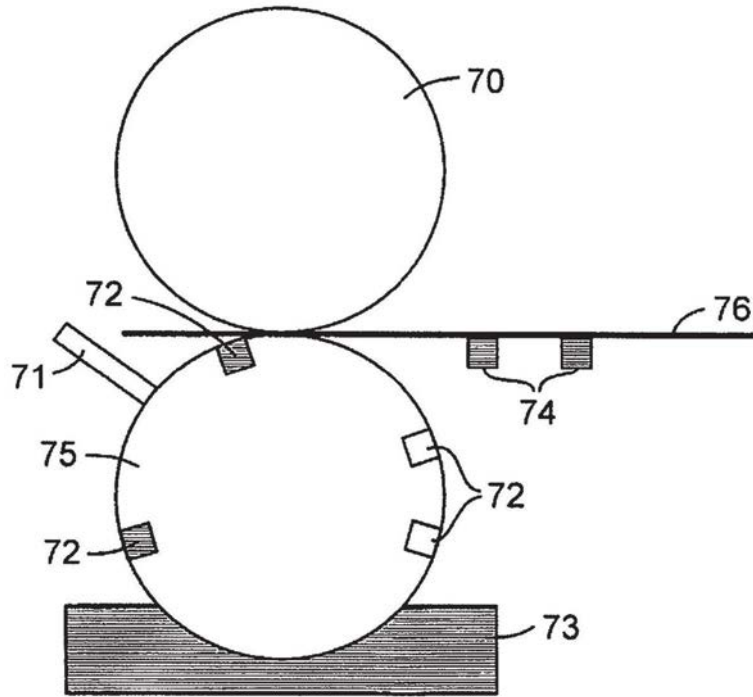


图4

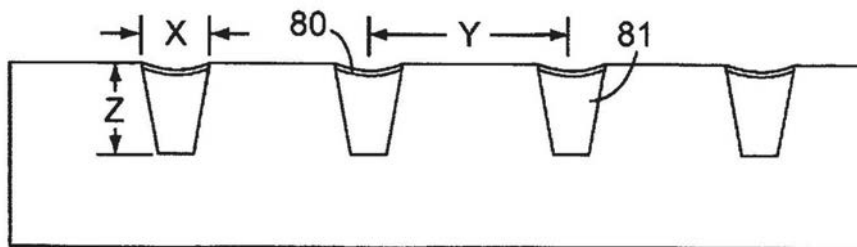


图5

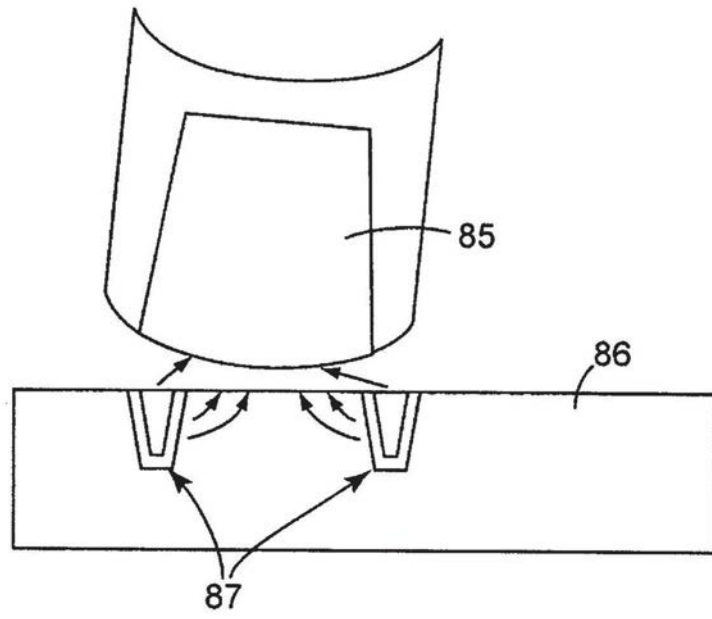


图6

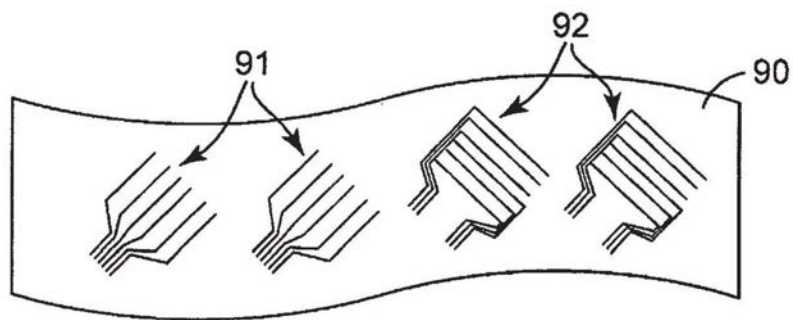


图7a

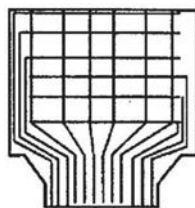


图7b

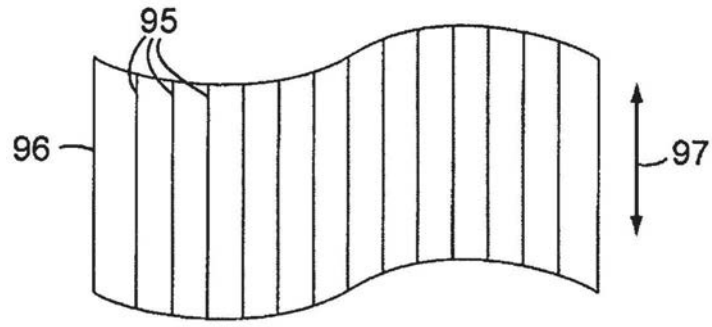


图8

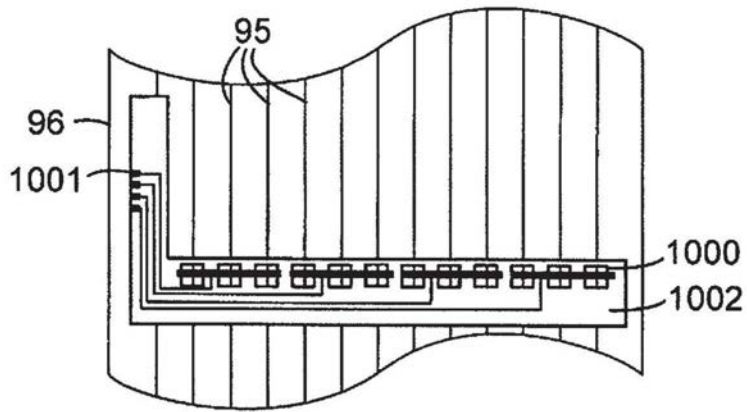


图9

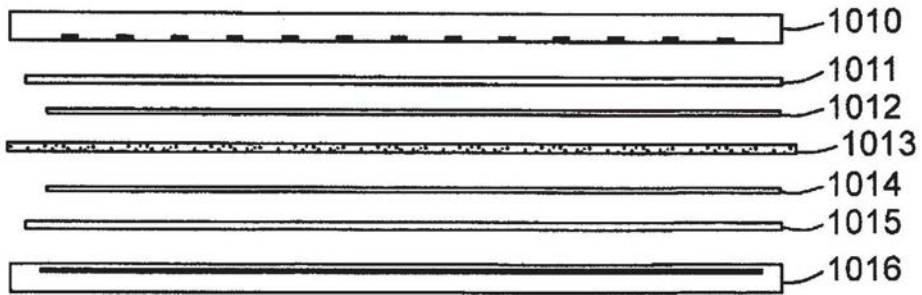


图10

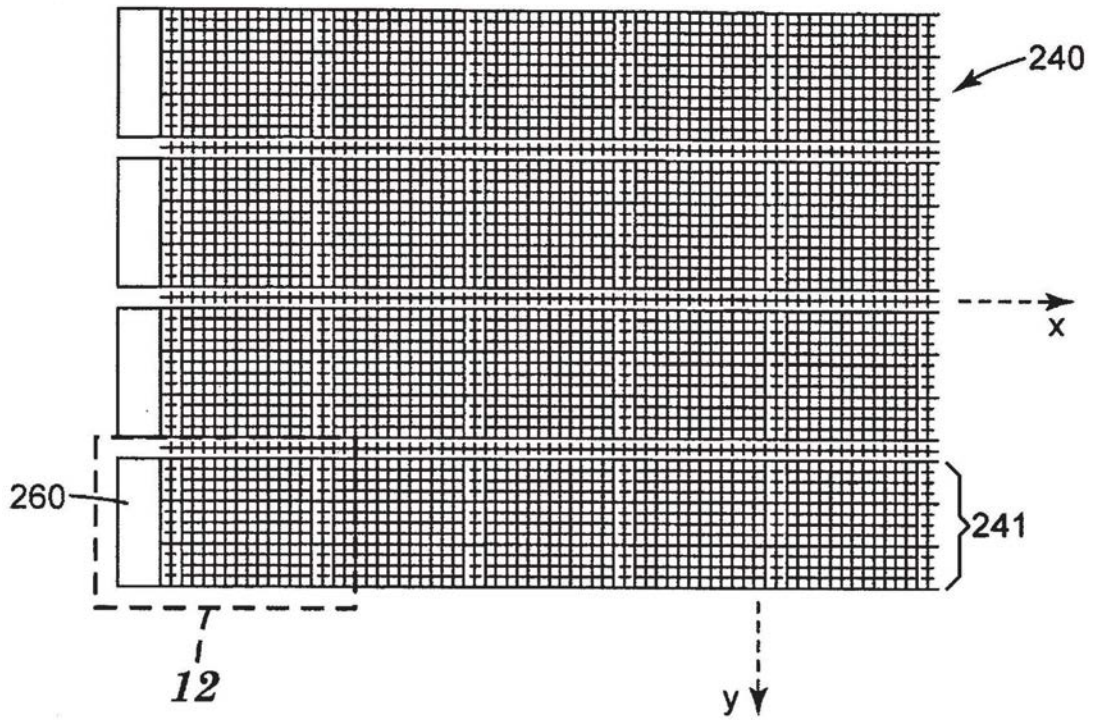


图11

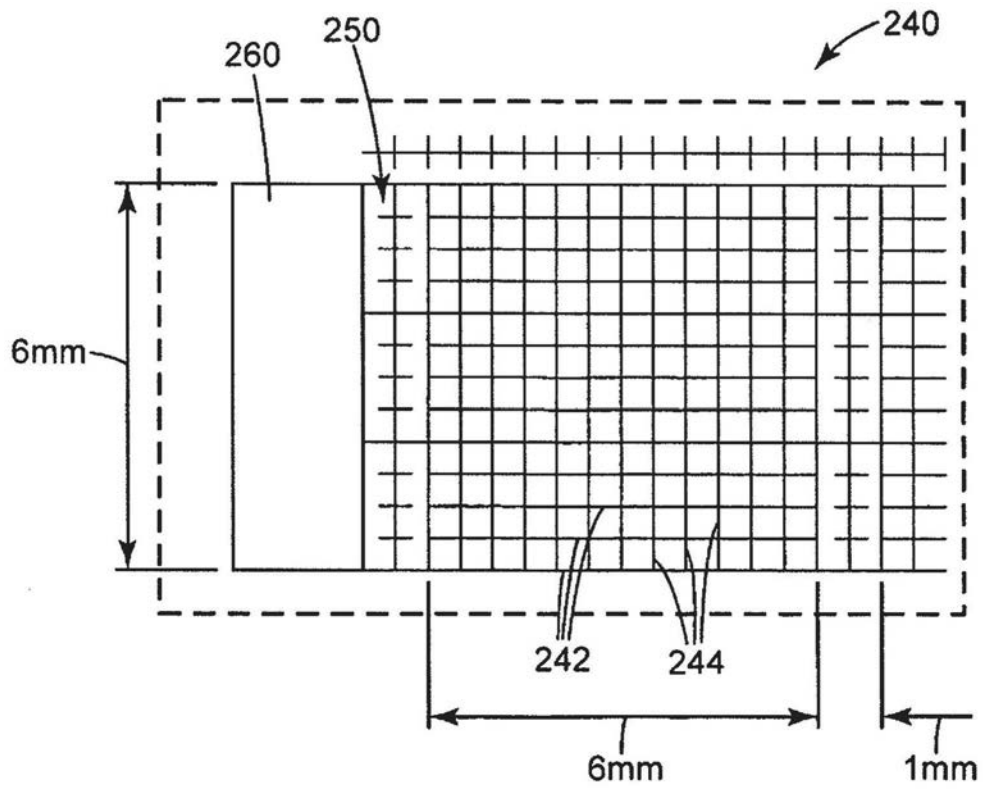


图12

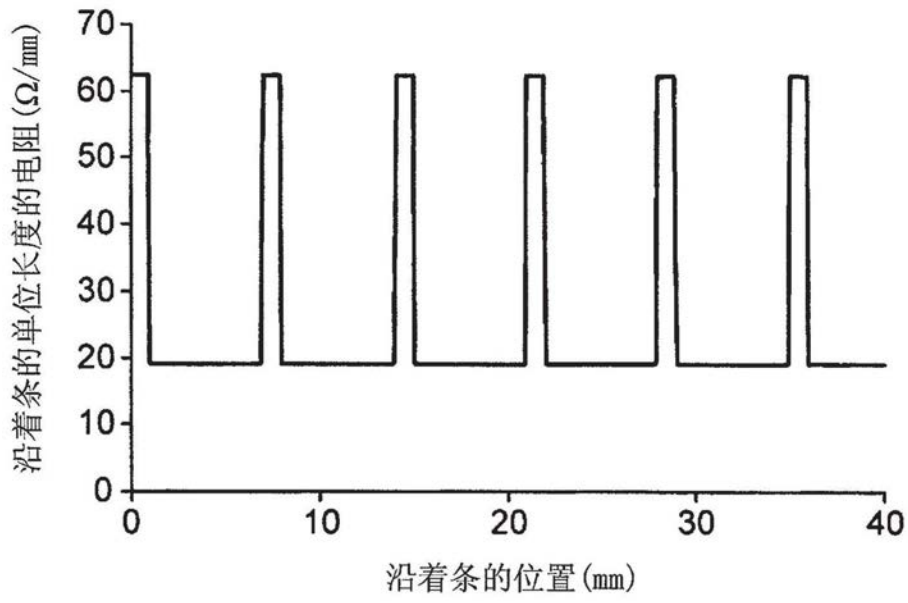


图13

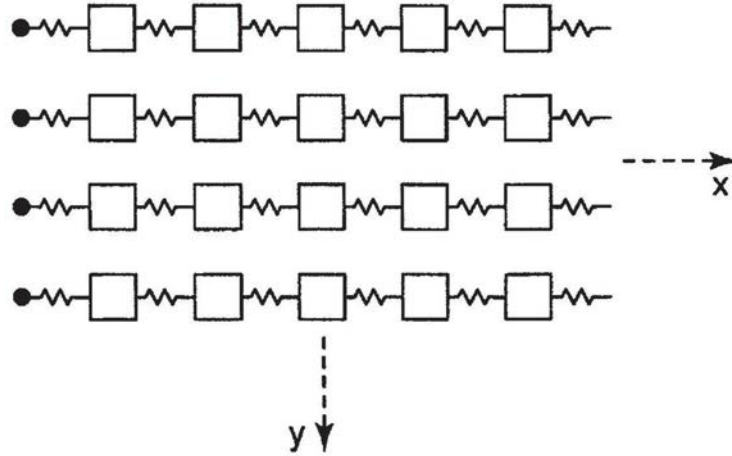


图14

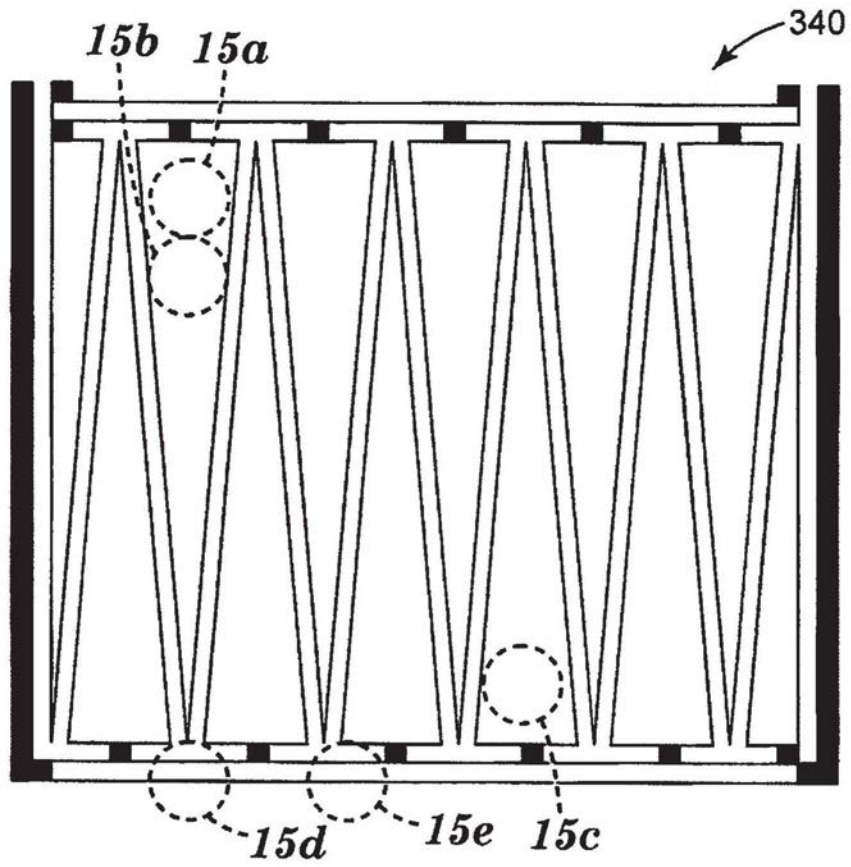


图15

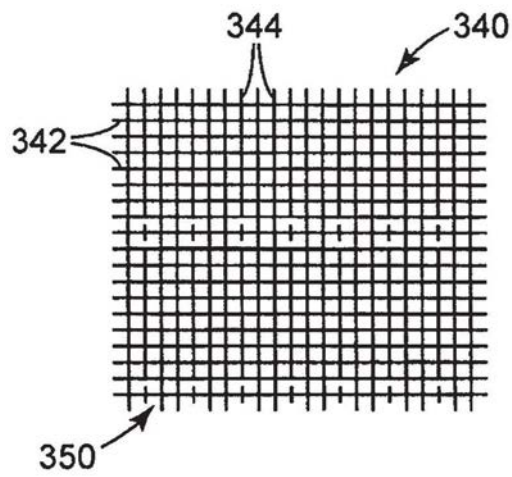


图15a

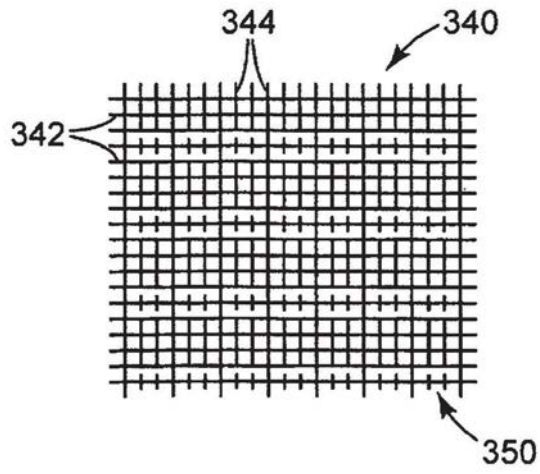


图15b

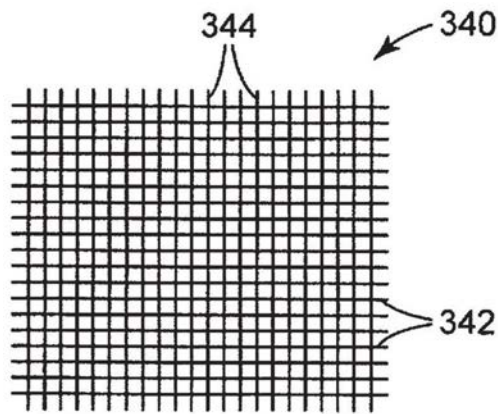


图15c

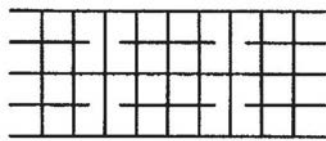


图15d

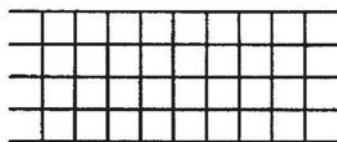


图15e

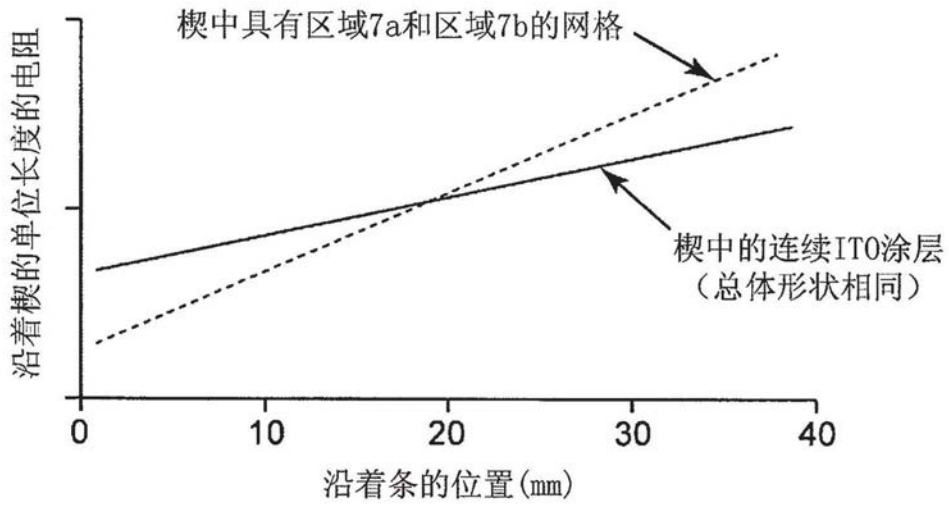


图16

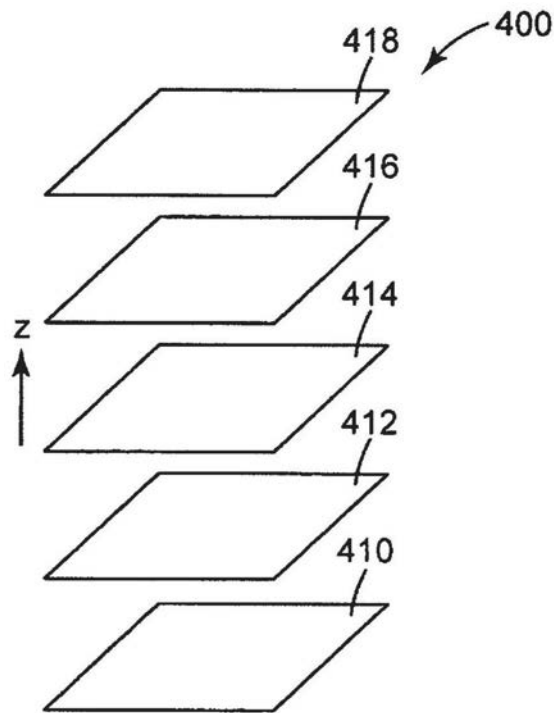


图17

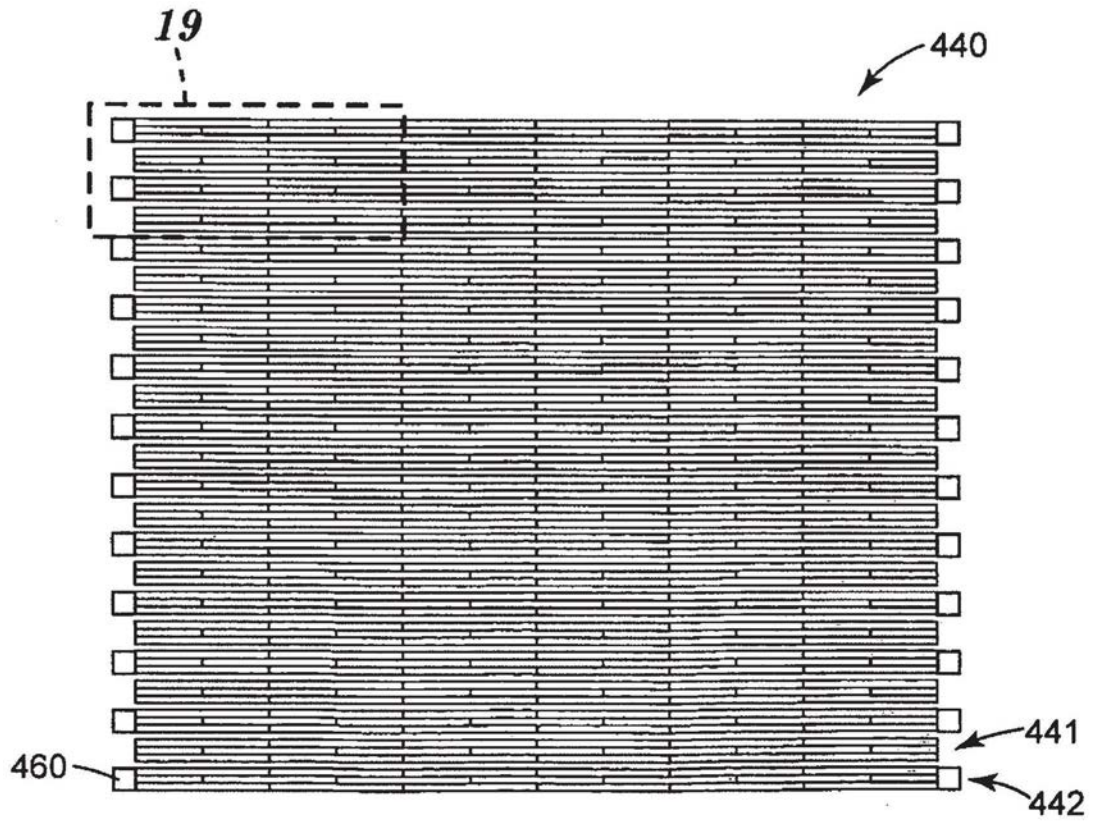


图18

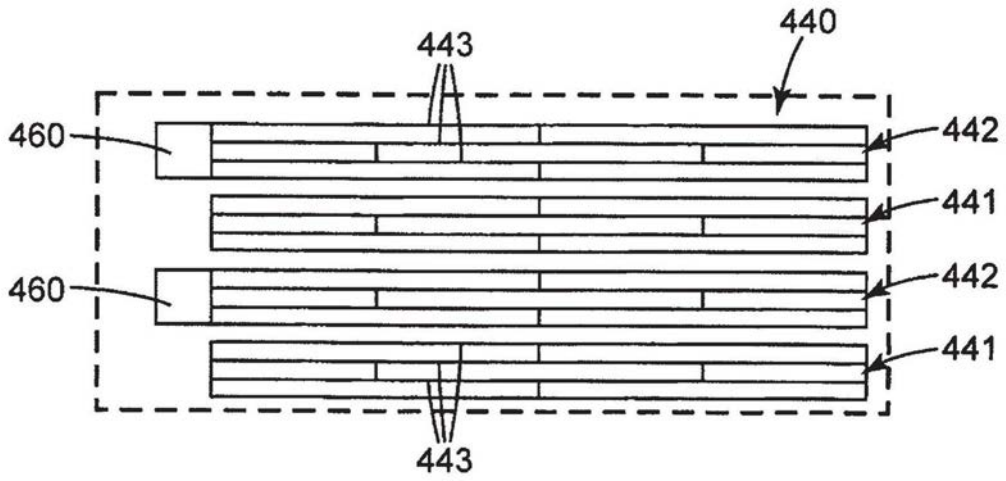


图19

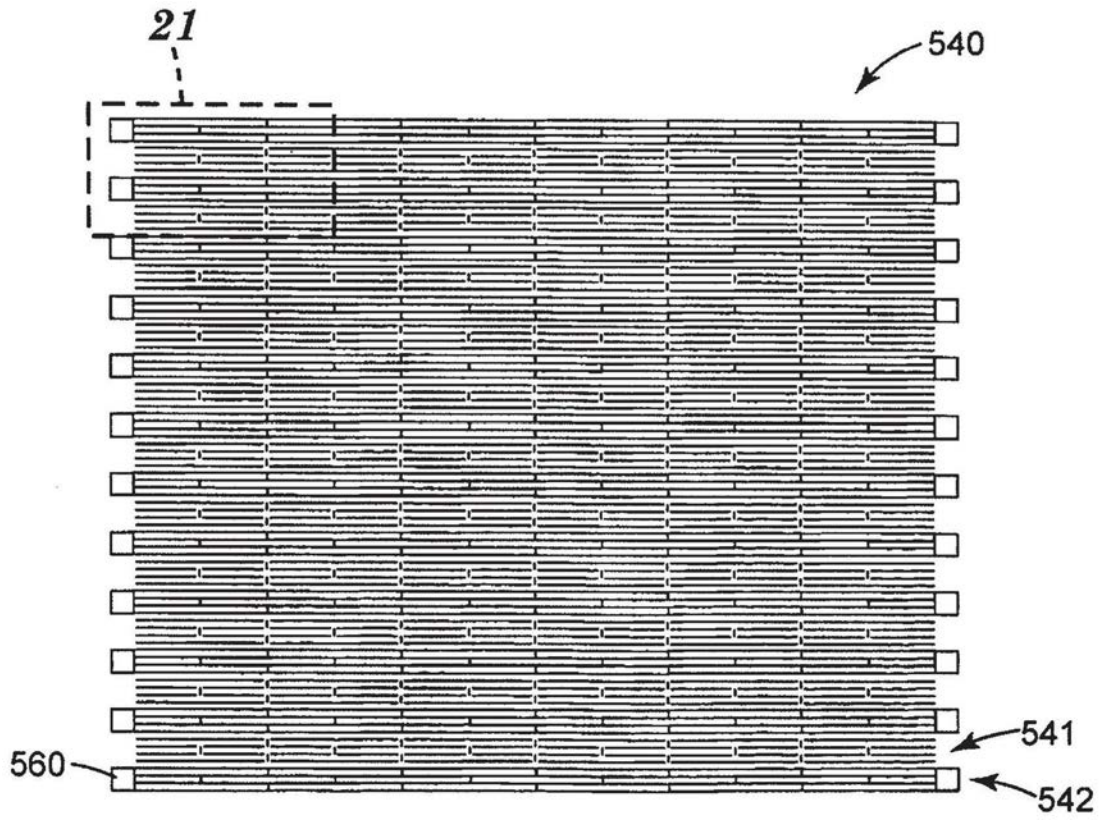


图20

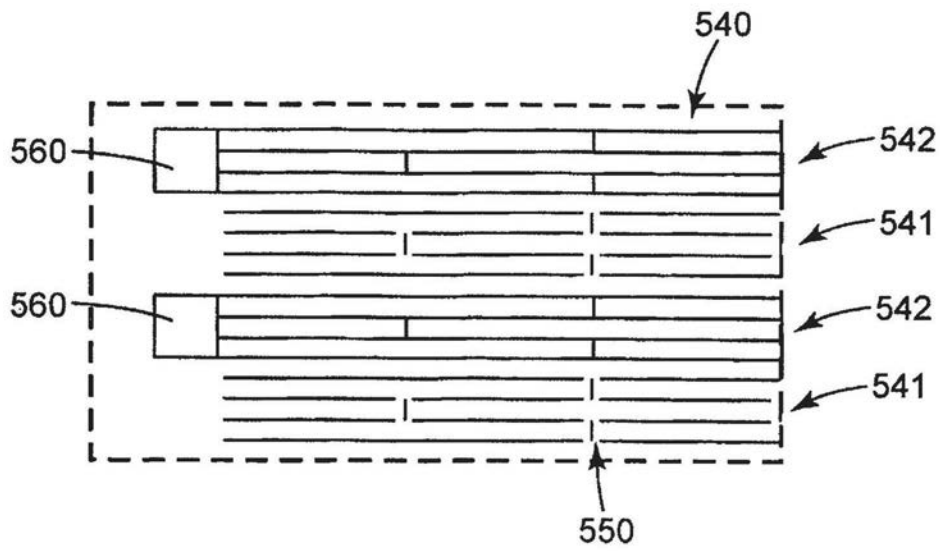


图21

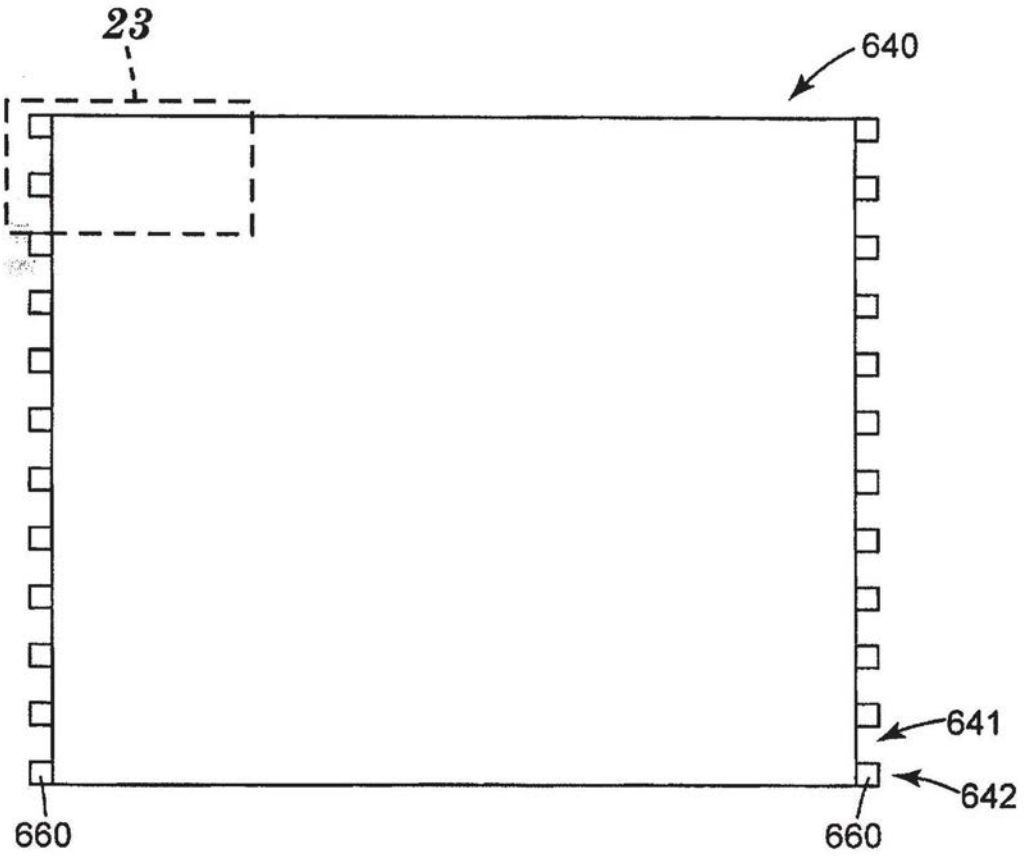


图22

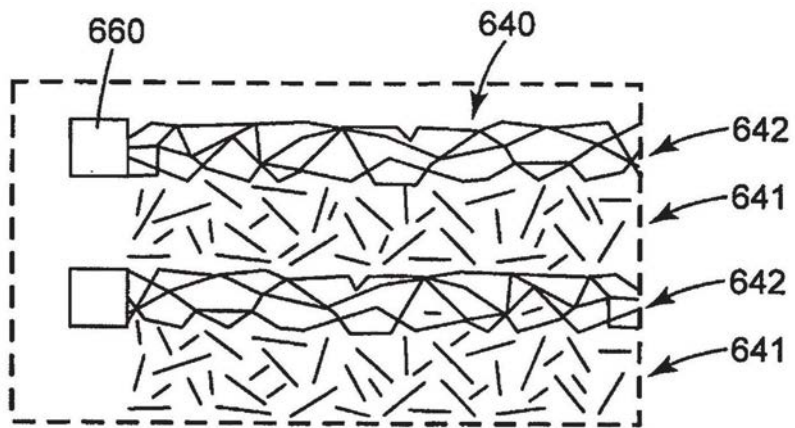


图23

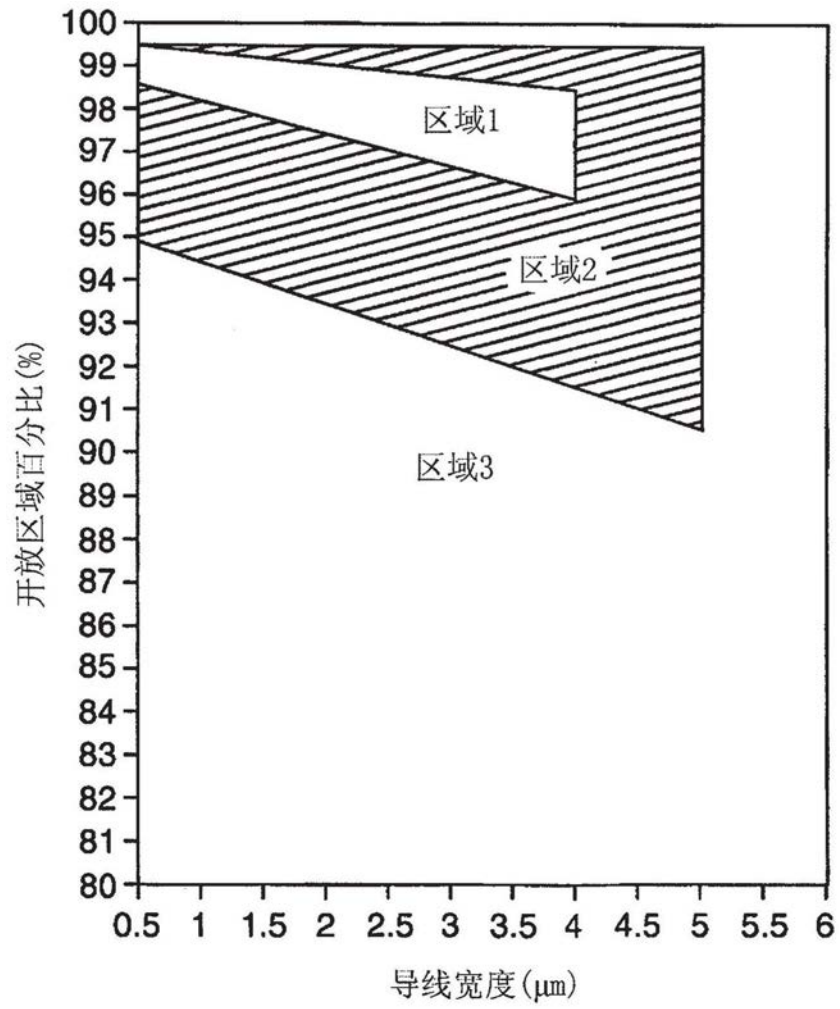


图24

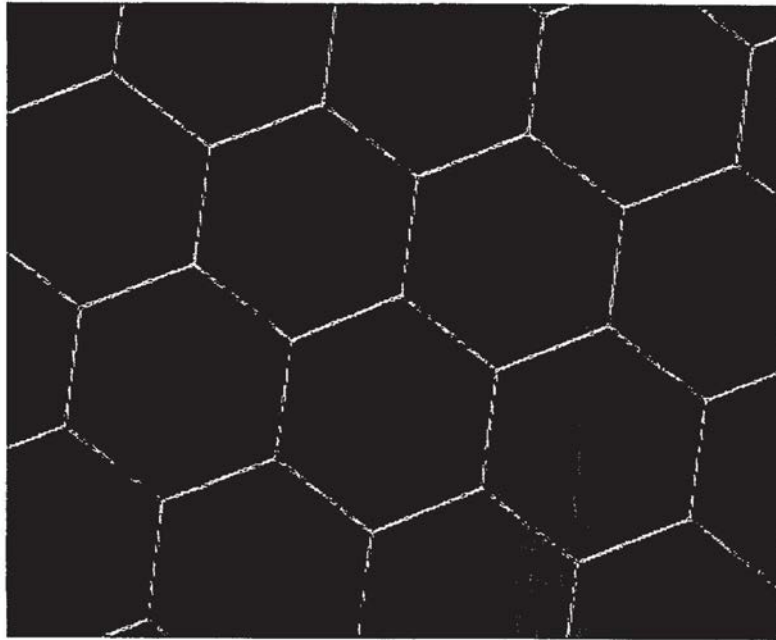


图25

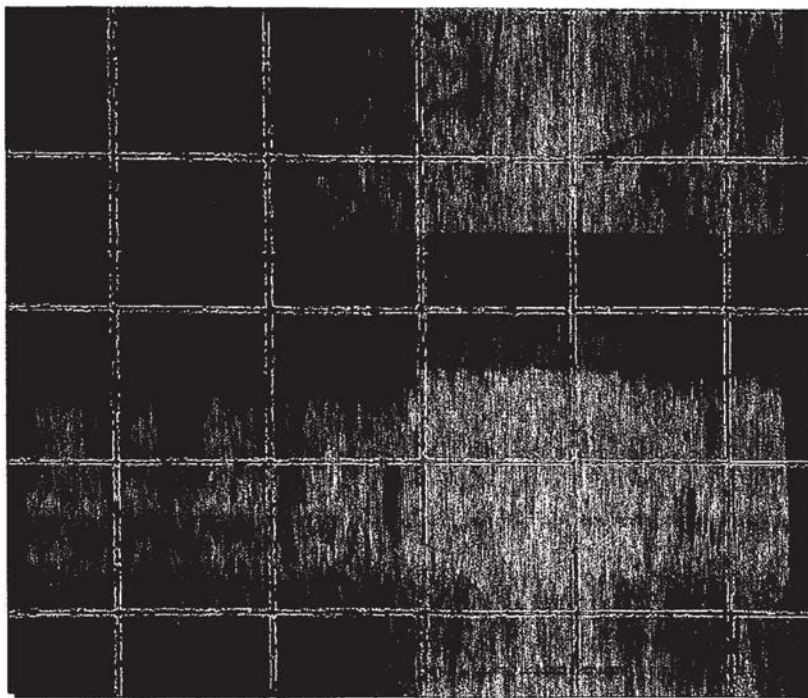


图26

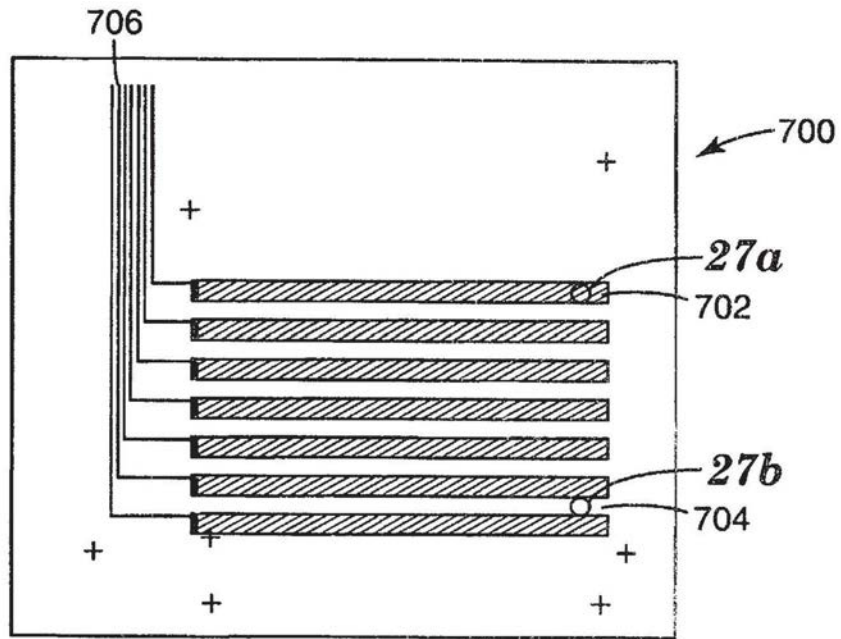


图27

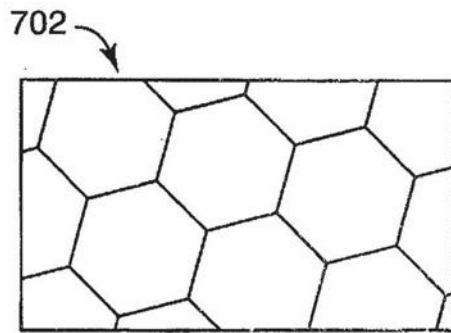


图27a

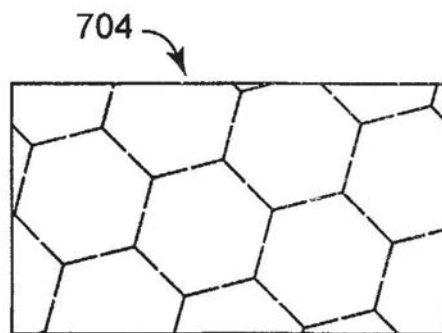


图27b

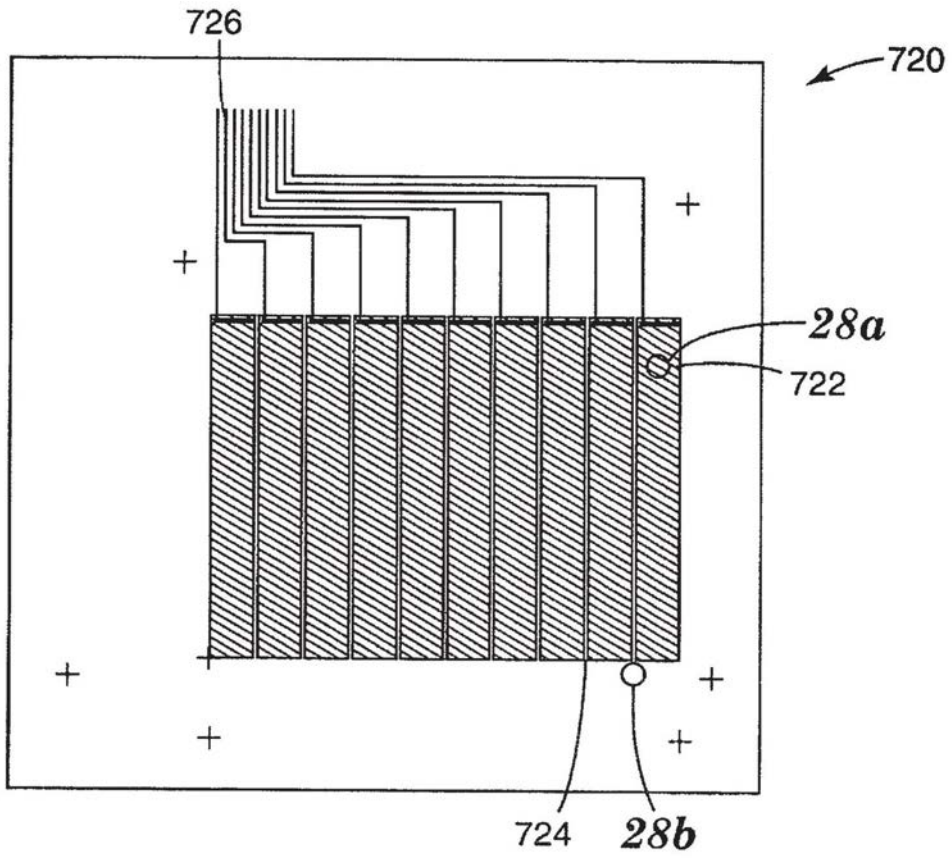


图28

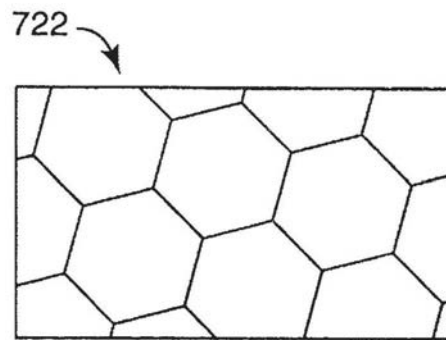


图28a

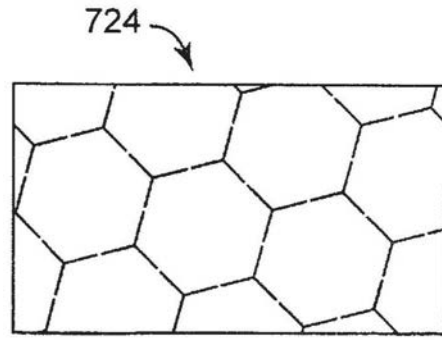


图28b

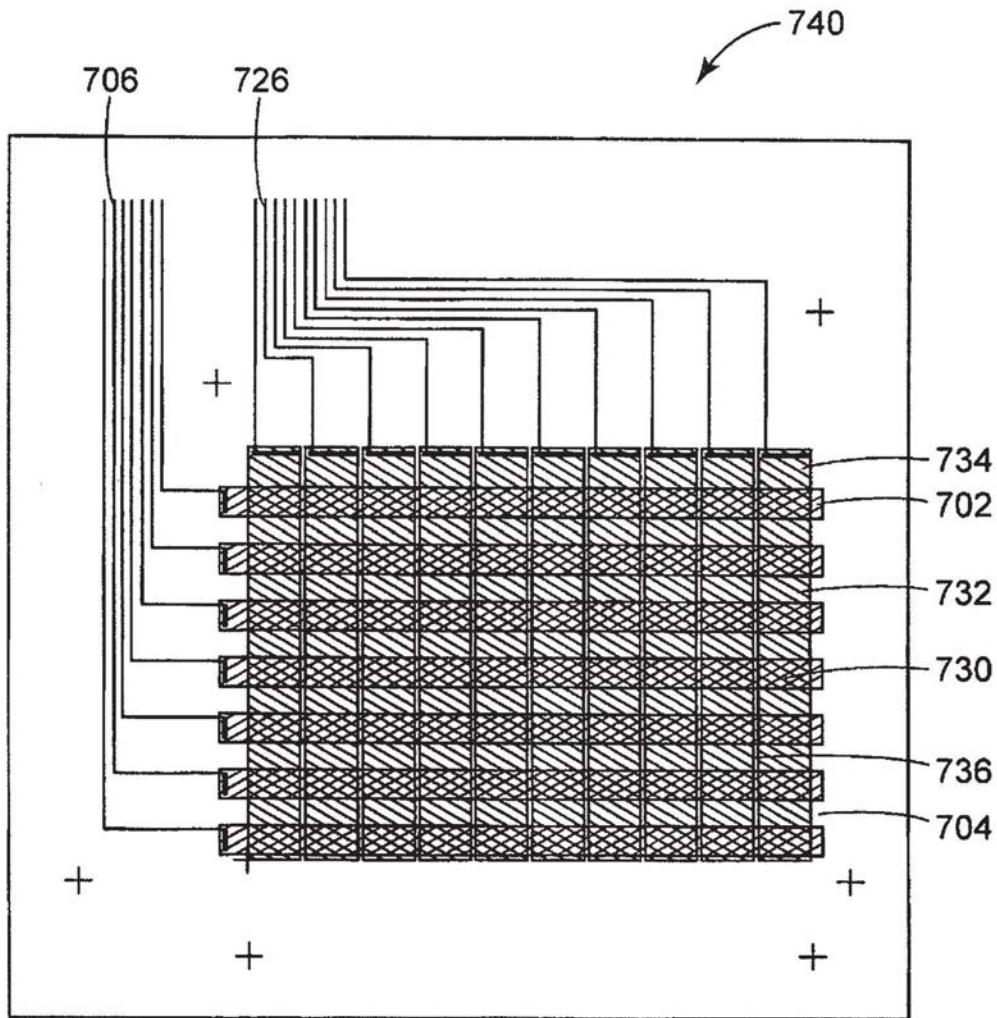


图29