

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G06K 9/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580017560.7

[43] 公开日 2007年6月20日

[11] 公开号 CN 1985263A

[22] 申请日 2005.3.30

[21] 申请号 200580017560.7

[30] 优先权

[32] 2004.4.1 [33] DE [31] 102004016155.0

[86] 国际申请 PCT/DE2005/000559 2005.3.30

[87] 国际公布 WO2005/096348 德 2005.10.13

[85] 进入国家阶段日期 2006.11.29

[71] 申请人 奇梦达股份公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 H·克劳克 M·哈利克

U·兹舍希长 G·施米德

G·达林斯基 R·瓦瑟

R·布里德罗

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 王庆海 王忠忠

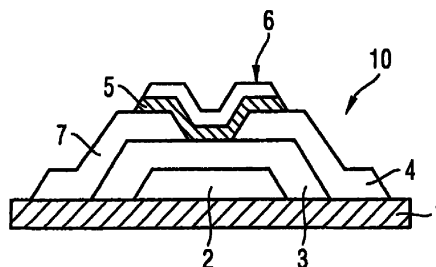
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

## [54] 发明名称

包括有机场效应晶体管的力传感器，以及基于所述力传感器的压力传感器，位置传感器和指纹传感器

## [57] 摘要

本发明涉及基于应用在基板(1; 11)上的有机场效应晶体管(10)的力传感器。根据本发明，其中施加在晶体管上的机械力产生一个源-漏电压或者是源-漏极电流( $I_D$ )的改变，由此对于施加的力，所述改变能分别作为可测量变量( $V_{\text{测量}}$ ,  $I_{\text{测量}}$ )被检测。检测本发明也涉及使用这种类型的力传感器的薄膜基压力传感器，使用多个这种类型的力传感器的一维或二维位置传感器，以及使用多个这种类型的力传感器的指纹传感器。



1. 一种基于应用在基板(1; 11)上的有机场效应晶体管(10)的力传感器, 其中机械力施加在晶体管上产生一个对应于所述力的源-漏极电压或者是源-漏极电流( $i_D$ )的改变, 并且在每种情况中所述改变都能被检测到作为实施的力的测量量( $V_{\text{测量}}, I_{\text{测量}}$ )。

2. 如权利要求1所述的力传感器, 其特征在于  
有机场效应晶体管(10)是一个具有有源层(5)的并五苯晶体管, 该有源层是由源极(7)和漏极(4)之间的并五苯组成的。

3. 如权利要求1或2所述的力传感器, 其特征在于  
基板(1)包括例如玻璃、陶瓷、塑料、聚合物薄膜、金属薄膜或纸。

4. 如权利要求3所述的力传感器, 其特征在于  
基板(1)的聚合物薄膜有, 特别是, 聚乙烯萘(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰亚胺(PI)、聚碳酸酯和/或聚乙烯醚酮(PEEK)。

5. 如上述任一权利要求所述的力传感器, 其特征在于  
检测到的测量量( $V_{\text{测量}}$ )是在测量瞬时在所述晶体管处存在的有机场效应晶体管(10)的漏-源极电压, 一个恒定的栅-源极电压( $V_{\text{控制}}$ )和一个恒定的漏极电流( $I_{\text{控制}}$ )。

6. 如权利要求1至4之一所述的力传感器, 其特征在于  
检测到的测量量是在测量瞬时在所述晶体管处存在的有机场效应晶体管(10)的漏极电流( $I_{\text{测量}}$ ), 一个恒定的栅-源极电压( $V_{\text{控制}1}$ )和一个恒定的漏-源极电压( $V_{\text{控制}2}$ )。

7. 一种使用如权利要求1至6之一所述的至少一个力传感器的压力传感器, 基板被配置成为一个可变形薄膜(11), 并且测量量对应于薄膜的弯曲状态。

8. 一种用来沿着一条直线或在一个区域内测量机械力的施加位置的一维或二维位置传感器, 该位置传感器使用如权利要求1至6之一所述的多个力传感器( $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ ), 该力传感器( $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ )以一维或二维矩阵的形式以彼此之间的规则距离布置在公共基板上。

9. 如权利要求9所述的一维位置传感器, 其特征在于  
驱动和测量单元(20)与所有场效应晶体管的漏极或源极端连接以便驱动和检测力被施加的位置。

10. 如权利要求9所述的二维位置传感器, 其特征在于

有机场效应晶体管被排成行和列，并且一个驱动和测量单元（20）与所有列的漏极或源极端连接以便驱动和检测力被施加的列位置，以及一个行解码器（21）与有机场效应晶体管的栅极端连接以便逐行选择和驱动有机场效应晶体管。

11. 一种使用如权利要求 1 至 6 之一所述的多个力传感器的指纹传感器，该力传感器以分成行和列的二维矩阵的形式以规则距离布置在公共基板上，其中一个驱动和测量单元（70）与所有列的有机场效应晶体管的漏极或源极端连接以便驱动和检测力被施加的列位置，以及一个行解码器（21）与所有行的有机场效应晶体管的栅极端连接以便在行方向上逐行选择和检测力被施加的位置。

12. 如权利要求 11 所述的指纹传感器，其特征在于在有机场效应晶体管的有源层（5）上提供至少一个防汗保护层（30, 31; 32）作为抵抗水和有机杂质的进入。

13. 如权利要求 11 所述的指纹传感器，其特征在于该保护层包括一个全氟材料，特别是全氟十六烷。

14. 如权利要求 12 所述的指纹传感器，其特征在于第一保护层（30）包括憎水材料和第二保护层（31）包括作为抵抗亲油杂质的扩散阻挡的亲水聚合物。

15. 如权利要求 14 所述的指纹传感器，其特征在于第一保护层（30）覆盖第二保护层（31）。

16. 如权利要求 14 所述的指纹传感器，其特征在于第二保护层（31）覆盖第一保护层（30）。

包括有机场效应晶体管的力传感器，以及基于所述力传感器的压力传感器，位置传感器和指纹传感器

#### 技术领域

本发明涉及包括有机场效应晶体管的力传感器和基于所述力传感器的压力传感器，位置传感器和指纹传感器。

#### 背景技术

例如发生在人体触摸或者接触固体物体中产生的机械力的定性探测或定量测量，在实践中通过使用力传感器来执行，该力传感器通常是基于压电、电阻或电容的工作原理：

在压电力传感器中，与主动力成比例的电荷是通过石英或特殊压电陶瓷构成的晶体的机械形变在所述晶体的外部区域产生的。该过程产生的电能非常低，所以为了评价的目的需要一个具有高输入阻抗的电荷放大器。

在电阻力传感器中，覆盖有导电聚合体的薄膜在作用力下被压在一个金属触点结构上，因此金属触点之间测量的电阻显著下降。由于聚合物层的特性，阻抗的改变跨越了一个相当宽的范围，相应地取决于施加的机械力的大小。薄膜力传感器被用在比如键盘或者电信号检测中。

在电容力传感器中，位于两个导电区域之间的绝缘层通过作用力被加压，结构的电容在施加力的位置处增加。然而，电容的改变相对较小。

W003/079, 449A1 (比较特别地图 5 结合说明书中第 10 和 11 页的相关描述) 描述了也用于指纹传感器和二维位置传感器的力传感器。图 5 中示出的结构具有位于具有多个 LED 的像素阵列之上的传感器阵列，该阵列包括插入透明顶部电极层之间的由电介质或非常高阻抗材料制成的可压缩层，包括例如 ITO，和底层导电阻挡材料以及绝缘整平层。当在材料叠层上施加压力时，电极层和导电阻挡材料层之间的距离就会改变，因此电介质材料上的电容产生了可测量的改变，或者在非常高的阻抗材料上的电阻减少。

#### 发明内容

本发明的目的之一是提供可以被多样使用的、制造成本低的力传感器，并且对其施加的力可以转换成在施加的力结束后可逆的可再现的测

量电流或测量电压。

本发明的第二目的在于详细说明使用至少一个这种类型的力传感器的压力传感器。本发明的第三目的在于详细说明使用一个这种类型的力传感器的一维或二维位置传感器。最后，本发明的第四目的在于详细说明使用一个这种类型的力传感器的指纹传感器。

在下列文献中描述了在不同基板上的合适的并五苯晶体管的制造：

M. Halik 等：“Polymer gate dielectrics and conducting-polymer contacts for high-performance organic thin film transistors (高性能有机薄膜晶体管的聚合物栅极电介质及导电聚合物触点)”在高级材料, 卷 14, 1717 页(2002); H. Klauk 等：“High-mobility polymer gate dielectric pentacene thin film transistors (高可动性聚合物栅极并五苯薄膜晶体管)”在应用物理杂志, 卷 92, 5259 页(2002), 以及

H. Klauk 等：“Pentacene organic transistors and ring oscillators in glass and on flexible polymeric substrates (并五苯有机晶体管和玻璃基板环形振荡器和柔性有机基板环形振荡器)”在 Applied Physics Letter, 卷 82, 4175 页(2003)。

依照本发明的第一方面, 第一目的是通过基于施加在基板上的有机场效应晶体管的力传感器实现的, 其中施加在晶体管上的机械力产生在源-漏电压或电流上的改变, 该改变与所述力相关, 每种情况对于作用力检测所述改变作为测量的量。

有机场效应晶体管最好是由源极和漏极之间的并五苯形成的有源层的并五苯晶体管。因此, 当施加机械力在晶体管上时, 本发明的力传感器利用有机场效应晶体管的再现可逆的漏极电流。由于有机场效应晶体管可以相当简单且成本低廉的集成在任意基板上, 这种类型的有机场效应晶体管很适合用作力传感器。

上述有机场效应晶体管特别是并五苯晶体管使用的基板, 可以包括例如玻璃、陶瓷、塑料、聚合物薄膜、金属薄膜或纸。在基板包括聚合物薄膜的情况下, 优先选择特别是聚乙烯萘(PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酰亚胺(PI)、聚碳酸酯和/或聚乙烯醚酮(PEEK)。

在这种类型的力传感器的一个可能的电路示例中, 电测量量是有机场效应晶体管的漏-源电压。在这种情况下, 恒定栅-源极电压和恒定漏

极电流在测量瞬时被应用于所述晶体管，以及漏-源极电压作为施加力的测量量。

在这种类型的力传感器的另一个电路示例中，电测量量是有机场效应晶体管的漏极电流。在该电路原理中，恒定栅-源极电压和恒定漏-源极电压在测量瞬时被应用于有机场效应晶体管。

基于上述宽范围的基板材料的优点，各种不同形式的应用以及具有相同基本构造用于不同测量范围的力传感器可以通过简单且成本低廉的方式实现。

所述的应用之一是依照本发明的压力传感器，其具有至少一个位于配置成薄膜的基板上的依照本发明的力传感器。在这种情况下，电测量量（后面的，如上所解释的，是漏极电流或者是漏-源电压）与至少一个力传感器在各自位置的薄膜弯曲状态相对应。

已知的用于测量液体或气体介质的静态和/或动态压力的集成压力传感器大体上是基于在压力下（所谓的薄膜）形变的弹性结构理论，一个或多个压力变换器（传感器）被集成在基板上。在这种情况下，即将被测量的压力施加在薄膜的一个区域，同时在一个密封容积（或者是一个朝大气开放的容积）的帮助下设定的一个恒定参考压力施加在另一个薄膜区域。一般地，或者是电阻性的或者是电容性的操作原理被用来进行薄膜的压力转换，也就是说薄膜的弹性机械形变导致一个电阻性或者是电容性的测量转换。在这种情况下，电阻压力传感器（应变计）是基于金属导体轨迹中电阻的变化（由于导体轨迹的几何横截面的变化产生的电阻变化）的估计量或者是半导体结构的压电效应。

由于测量的相对电阻变化非常小，金属应变计的主要不足是其敏感度低。压电压力变换器具有的不足在于它的制造相对复杂和昂贵，这是由于必须加工硅基板造成的。此外，半导体的电阻及电阻变化很大程度取决于温度。更进一步的缺点在于压电压力传感器仅适合于测量气体和液体介质的压力，由于与固体的直接接触将导致极薄的硅薄膜破坏。

本发明的压力传感器利用的是有机场效应晶体管的阈值电压在基板上弯曲状态的可再现可逆关系。因此，本发明提出了基于薄膜形变的集成压力传感器，并且其中的压力转换是基于一个或更多个集成在薄膜上的有机场效应晶体管的阈值电压的可测量的改变（阈值电压被定义为由于在电荷载流子沟道中的累积晶体管输出电流突然增加时的晶体管输入

电压)一取决于薄膜的弯曲状态。由于上述简要给出的多种商业可获得的廉价柔性薄膜材料的有效性,依靠薄膜的厚度和表面最优的目标,可能的是,用一个简单的方式来实现不同应用和不同测量范围的压力传感器,每个情况都是基于相同的基本构造。特别地,这不仅允许气体和液体介质的压力测量,也允许通过固体目标施加在薄膜上的力和压力的测量。这 and 传统压电传感器相比是一个重要优点。

本发明力传感器的更进一步的应用是一维或二维位置传感器,用来测量沿着一条线或者在一个区域施加的机械力的位置,使用多种依照本发明的力传感器,它们在每种情况都是基于普通基板上的有机场效应晶体管,并且每个晶体管相互之间根据一维或二维矩阵以规定的距离布置。

迄今为止的常规一维或二维位置传感器,预定数量的力传感器大体上基于电阻性或者是电容性操作原理,沿着一条线或在一个二维区域排列。在电阻位置传感器中,覆盖有导电聚合体的薄膜在作用力下被压在一个金属触点结构上,以便金属触点间被测量的电阻的下降可以被测量。由于聚合物层的特性,电阻的改变在一个相对较宽的范围与施加的机械力成比例。在电容位置传感器中,通过作用压力压缩被置于两个导电区域之间的绝缘层,该配置的电容增加。然而,电容的改变极小。

相反,本发明的位置传感器是利用有机场效应晶体管上中漏极电流的可再现可逆的关系,这是取决于施加在各自晶体管上的机械力。

在本发明描述的一个二维位置传感器中,作为具体实施例,通过行解码器施加对应的栅-源极电压,选择一行内所有的有机场效应晶体管来逐行检测测量数据。选择栅-源极电压以使所述行内的晶体管开启的;同时,通过行解码器施加一个对应的栅-源极电压取消选定矩阵中的所有其他行,以使得这些行中的晶体管是关断的,并且对于测量电流没有贡献。选择取消选定电压以使得晶体管关断。测量电压取决于施加的机械力,也就是说在恒流源被与矩阵的列连接的驱动和测量单元激活后检测被选中行中各个晶体管的漏-源极电压。

本发明力传感器的进一步应用是一个依照本发明的指纹传感器,是利用按矩阵排列的有机场效应晶体管的漏极电流可再现可逆的关系,这取决于施加在所述晶体管上的机械力。

指纹通常通过指尖触摸一个各个传感器的二维排列(矩阵)来进行

识别, 在其帮助下, 指尖的显微外形被逐点检测。为了进行指纹识别, 每一个传感器的物理特性值(机械压力或者是导电性)被转换成电量、电压、电流强度或电容, 可以被系统检测, 因此由单独的传感器提供的测量结果可以被电检测和估计。电容、压电或电阻效应可选地用来进行物理量到电量的转换。

由于将检查对象的特性, 在传统指纹传感器技术中出现一系列与传感器中使用的效应类型无关的问题。这些问题主要是由人体排汗中的化学成分和产生的污染以及各个的传感器之间的电连接以及有源传感器材料的腐蚀现象造成的。

基于根据本发明的指纹传感器提出了一种廉价的基于有机场效应晶体管的压力传感器。在指纹传感器的情况下, 可以通过一个选择合适的保护层来确保充分抵抗侵蚀性物质, 特别是人体的排汗。

本发明的指纹传感器的传感器系统实质上包括一个具有驱动和测量单元的有机场效应晶体管组成的二维矩阵以及如上所述类型的用于二维位置传感器的行解码器。

通过对传感器阵列施加一或两层保护层来保护传感器阵列以不受主要由人体排汗和影响这种传感器寿命的不利因素所引起的环境污染的影响。

#### 附图说明

根据本发明的力传感器的, 使用根据本发明的这种类型的力传感器实现的压力传感器的, 使用根据本发明的这种类型的力传感器的一或二维位置传感器的, 以及根据本发明的一个指纹传感器的上述和进一步优越特性将在下面参考附图使用很多具体实施方式和应用来详细说明。在附图中:

图1是示意性示出了在本发明中优选使用的并五苯晶体管作为有机场效应晶体管的剖面图;

图2A和2B示出了两个可选择的电路变体, 利用了根据图1的并五苯晶体管的漏极电流的可再现可逆关系, 这取决于晶体管上施加的并用来产生电测量信号的机械力;

图3示出了在两种情况下根据栅-源电压测量的集成在玻璃基板上的并五苯晶体管的漏极电流, 这两种情况是当没有力施加在并五苯晶体管上和当机械力通过以可控方式下降的针施加在该晶体管上时;



图 4 给出了以图 3 的测量结果为基础在高和低状态之间的区别, 以及作为栅-源极电压的函数的漏极电流的百分比变化;

图 5 是本发明的力传感器作为薄膜基压力传感器的应用的示意图;

图 6 显示出根据 PEN 薄膜的弯曲测量依照图 5 集成在 PEN 薄膜上的并五苯晶体管的漏极电流;

图 7 显示出使用依照本发明的多个力传感器的一维位置传感器的电路布局;

图 8 显示出使用依照本发明的多个力传感器的一个二维矩阵的二维位置传感器的电路布局;

图 9 到 11 是本发明中使用本发明的力传感器的指纹传感器的三个实例性实施例的剖面示意图。

#### 具体实施方式

本发明描述了力传感器, 其中的力转换是基于有机场效应晶体管的漏极电流的可测量的改变, 所述的改变取决于作用力的大小。除了漏极电流取决于在有机场效应晶体管的漏极和栅极处存在的电势外, 在这些晶体管中漏极电流还取决于对晶体管施加的机械力。由于有机晶体管可以相当简单且成本低廉地集成在任意基板上, 所以它们很适合于实现力传感器。

对于有机场效应晶体管, 本发明优选于图 1 的剖视图中示出的并五苯晶体管, 使用并五苯作为有源层 5 的替换, 也可以使用例如噻吩、低聚噻吩和聚噻吩和芴作为有源层 5 的材料。图 1 中的并五苯晶体管 10 被施加于一个基板 1 和具有栅极 2, PVP 栅极电介质 3, 漏极 4, 有源并五苯层 5、钝化层 6 和源极 7。

宽范围的材料适合做基板材料, 比如玻璃、陶瓷、塑料、聚合物薄膜、金属薄膜或纸。聚乙烯萘 (PEN)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚酰亚胺 (PI)、聚碳酸酯、聚乙烯醚酮 (PEEK) 在聚合物薄膜中是适合的。根据这些宽范围基板材料, 可以通过简单的方式来实现力传感器, 特别是用于下面更进一步描述的不同应用和不同测量范围, 它们基于相同的基本构造。

图 2A 和 2B 给出了基于有机晶体管的力传感器元件的两个电路变体。图 2A 给出了传感器的驱动电路, 特别地对于图 1 中的并五苯晶体管 10 的驱动电路, 通过恒流源  $I_{\text{控制}}$  和晶体管的漏-源极电压的测量作为测量

量  $V_{\text{测量}}$ 。给出一个恒定漏极电流  $I_{\text{控制}}$  和一个恒定栅-源极电压  $V_{\text{控制}}$ ，测量的电压  $V_{\text{测量}}$  仅取决于施加的机械力，并且因此允许确定施加在并五苯晶体管的力。在这种情况下，取决于各自的应用（见下面更进一步的描述），所述机械力可能例如自上作用在钝化层 6 上或者通过形变的方式等等，使得承载并五苯晶体管的基板 1 弯曲。

图 2B 给出了通过一个恒定栅-源极电压  $V_{\text{控制}1}$  和一个恒定漏-源极电压  $V_{\text{控制}2}$  以及并五苯晶体管 10 的漏极电流的测量值作为测量量  $I_{\text{测量}}$  对力传感器 10 的驱动。在图 2 所给出的电路情况下，测量的电流  $I_{\text{测量}}$  能够给出实施在晶体管上的力的结果。

图 2A 和图 2B 中给出的两个不同电路在电操作模式下是等价的。

基于图 2B 中给出的本发明的力传感器的电路变体，图 3 给出了漏极电流  $I_D$ （安培）的测量值，与测量量  $I_{\text{测量}}$  相对应，是用伏特测量的栅-源极电压  $V_{GS}$  的函数，通过实线精确描述无压力状态，也就是说当在力传感器上不实施力时，用虚线描述当有机械力通过以可控方式会下降的针作用在力传感器上。漏-源极电压  $V_{DS}$  是恒定的，并且在这种情况下等于 20V。图 3 中显示出的没有力作用下的漏极电流（实线）和有力作用在并五苯晶体管上的漏极电流（虚线）之间的区别，其导致漏极电流的差值  $\Delta I_D$ （根据图 4 中的虚线）大约在 0 到 27nA 之间，并且如果通过栅-源极电压  $V_{GS}$  的选择使得并五苯晶体管 10 的工作点处在晶体管 10 的开状态范围，相对于低状态（没有力实施在并五苯晶体管上）的高状态（力实施在并五苯晶体管上）中确定一个相当大的百分比变化，通过图 4 中的实线来表示。

此外，图 5 和 6 描述了基于可变形薄膜 11 的集成压力传感器，该传感器中的压力变换是基于一个或多个有机场效应晶体管的阈值电压的可测量的改变—取决于薄膜的弯曲状态，特别地对于集成在薄膜上的并五苯晶体管 10。在这种情况下，阈值电压被确定作为晶体管的输入电压，此时晶体管的输出电流由于电荷载流子沟道中的累积而突然增加。

图 5 给出了一个压力传感器，其中基板 1 被配置为参考图 1 中的柔性薄膜 11，其中薄膜是在其外边缘被夹住固定的，并且在其中间区域可以向上和向下偏转。在图 5 的示例中，一个将被测量的压力  $P_{\text{测量}}$  在薄膜 11 的底部实施，一个参考压力  $P_{\text{ref}}$  在薄膜 11 的顶部实施，因此实施在作为压力传感器的并五苯晶体管 10 上。

原理上,上面已经描述的宽范围的材料适合薄膜 11。

不用说的是,代替在中间位置的一个并五苯晶体管 10,也可以在薄膜 11 上应用多个并五苯晶体管 10 (未示出)。

上面参考图 2A 和 2B 描述的电路变体,以及参考图 3 和图 4 描述的它们的操作模式可以很容易地用于将  $P_{\text{测量}}$  和  $P_{\text{ref}}$  之间的压力差转换为电压或电流。依照图 2A,给出了一个恒定漏极电流  $I_{\text{控制}}$  和一个恒定栅-源极电压  $V_{\text{控制}}$ ,测量的电压  $V_{\text{测量}}$  仅取决于薄膜的弯曲状态,并且允许确定施加在薄膜上的压力。依照图 2B,测量的电流  $I_{\text{测量}}$  给出薄膜 11 的弯曲状态的结果。

图 6 描述了在参考图 5 的集成在 PEN 薄膜上的并五苯晶体管 10 的情况下,作为晶体管扩展百分比的函数用微微安表示的漏极电流  $I_D$  的测量结果。

并且,参考图 7 和 8 的描述给出的位置传感器使用了本发明的多个力传感器,并且将其中的物理量“力”转换为可测量的电量,其是基于一个有机场效应晶体管中的漏极电流的变化,特别地对于并五苯晶体管 10,该变化取决于施加的力。

图 7 给出了使用多个等距离间隔且排成直线的力传感器  $10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_k$  的一维位置传感器。特别的,通过一个并五苯晶体管 10 来实现每一个所述的力传感器,如上面参考图 1 至 4 描述的那样。通过施加相关的栅-源极电压开启该行中所有的晶体管  $10_1, 10_2, 10_3, 10_4, 10_k$ ,同时,例如将如图 2A 所示的具有恒定电流  $I_{\text{控制}}$  的恒流源与每一个并五苯晶体管  $10_1, 10_2, 10_3, \dots, 10_k$  连接,可以通过驱动和测量单元 20 估计漏-源极电压  $V_{\text{测量}}$  来检测力被施加的各自位置。

图 8 是一个二维排列示意图,也就是说包括多个等间距隔开的有机场效应晶体管的矩阵,特别地对于参考图 1 的并五苯晶体管  $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ ,在一个行解码器 21 和一个驱动和测量单元 20 的交互作用下形成了一个二维位置传感器。每一个有机场效应晶体管,特别地对于参考图 1 的并五苯晶体管  $10_1, 10_2, \dots, 10_n$ ,同时完成两项任务:一个是传感器元件,一个是在矩阵(选择晶体管)中寻址各个像素的开关。

通过行解码器 21 施加对应的栅-源极电压来选择一行中的所有晶体管,从而逐行检测测量数据,例如从晶体管  $10_1-10_k$  开始。将选择电压选择成使得在所述行中的晶体管开启。同时通过行解码器 21 施加对应的栅

-源极电压来取消选定矩阵中所有其它行，以使得这些没被选择的行中的晶体管关断，并且对于测量电流没有贡献。在这种情况下，通过行解码器 21 选择取消选定电压，以使得所述行中的相关晶体管关断。测量电压取决于施加的机械力，也就是说参考图 2A 中在通过驱动和测量单元 20 激活具有电流  $I_{\text{控制}}$  的恒流源之后检测所选行中的晶体管的漏-源极电压。

参考图 8 上面提到的基板材料在原理上适合一维位置传感器 7 和二维位置传感器。基于上述宽范围基板材料的优点，可以通过简单的方式实现基于相同的基本构造用于不同应用和不同测量范围的位置传感器。

参考图 9 至 11 给出了下面的关于廉价的指纹传感器的 3 个不同实例性实施例的描述，该指纹传感器被配置作为压力传感器并且基于有机场效应晶体管，特别地是并五苯晶体管，其中通过适当选择一个保护层来确保抗侵略物质的足够坚固性，特别是人体的排汗。

正如参考图 8 描述的，具体作为压力传感器的指纹传感器是一个二维传感器阵列。通过行解码器 21 施加对应的栅-源极电压来选择一行中的所有晶体管，从而逐行检测测量数据，将选择电压选择成使得在所述行中的晶体管开启。同时行解码器通过施加对应的栅-源极电压来关断矩阵中的其它行，也就是说它取消选定这些行，以使得这些行中的晶体管关断，并且对于测量电流没有贡献。测量电压取决于施加的机械力，也就是说在通过驱动和测量单元 20 激活恒流源  $I_{\text{控制}}$  之后检测所选定行中的并五苯晶体管的漏-源极电压。

通过适当施加一个或者两个保护层给传感器阵列来保护该传感器阵列不受由人体排汗引起的环境污染的影响，该环境污染对这种传感器的寿命造成不利影响。人体的排汗是酸性的，pH 值是 4.5，对许多化学化合物都有害。汗包括 98% 的水，次要的成分是氯化钠、氯化钙、氨水、尿素、尿酸以及肌酸和蛋白质成分。

图 9 至 11 的每一种情况给出了图 8 中所示的一个二维阵列的各个压力传感器，使用了并五苯晶体管 10。在图 9 描述的第一种实例性实施例 100 中，对于水和亲水成分的扩散阻挡 30 被应用在并五苯晶体管 10 上作为第一（最底部）保护层。该第一保护层 30 包括一个憎水性材料，其在不损害敏感有机半导体层（比较图 1 中的 5）的情况下被沉积在并五苯晶体管 10 的表面上。特别适合这个的材料是链烷属烃，它们是商业上可获得的长链的、极憎水脂族烃的混合物，它们具有不同的链长并因此具

有不同的熔化范围。本发明优选的是室温下是固体的链烷属烃，并且具有高于成分的最大使用温度（大约是  $80^{\circ}\text{C}$ ）的熔化范围。链烷属烃是廉价的，并且在相对低的温度不需要分解就可以汽化。因此，链烷属烃层的应用可以廉价实现。链烷属烃薄膜（见图 1）（扩散阻挡）汽相沉积在有源层 5 的表面上，不仅能够提供实质上 100% 的保护以抵抗空气中的湿气，而且可以抵抗水和亲水成分的直接接触。虽然链烷属烃包括有机分子（与有机溶剂相似，例如乙醇，丙酮，己烷，石油醚），但是汽相沉积的链烷属烃层不破坏有源有机半导体层 5 的分子排列，因此不破坏其电特性。这是因为，一方面，脂族烃的尺寸（长度  $> \text{C}17$ ），另一方面，链烷属烃的物质的状态，（蜡制固体）。与小分子有机溶剂相比，在大分子的情况通过层或晶格的扩散是相当困难的。此外，链烷属烃是固体并且因此被显著遣散。在图 9 描述的实质性实施例 100 中，一个亲水聚合物层，优选聚乙烯醇（PVA），作为第二（上）保护层 31。第二保护层的功能在于作为关于亲油成分的扩散阻挡，比如滑石，蛋白质残余或者是通常的有机成分。

如图 10 所示，第二种实例性实施例 101 中的指纹传感器使用一个并五苯晶体管 10，保护层的顺序交换，这是因为链烷属烃和 PVA 可以没有任何问题地被沉积在晶体管的表面，并且不破坏敏感有机半导体层 5。

在本发明的指纹传感器的实现中，用于憎水保护层的材料特别是那些室温下是固体的链烷属烃，例如 Aldrich，熔点在  $73$  至  $78^{\circ}\text{C}$ 。室温是固体并且不需要分解就能汽化的惰性非芳香烃，像金刚烷，也是合适的。因为降压（取决于挥发性  $10^{-1}$  至  $10^{-4}$  托）和升温，基板被冷却，憎水保护层 30 汽相沉积。

正如参考图 10 的实例性实施例 101 那样，当后者被应用在并五苯层上时，聚乙烯醇（1 至 10% 水溶液）的水配方被证明特别适合亲水保护层 31。一个光化学交联的引发剂可选地加入该配方，所述的引发剂有助于加速紫外光照射下的固化。相对应的引发剂是例如重铬酸铵（重量百分比 0.01 至 0.1%）。沉积通过旋转涂覆、浸渍涂覆或喷射涂覆来实现。

图 11 给出了第三个实例性实施例 102，使用并五苯晶体管 10 的防汗指纹传感器，其中全氟化材料被用作保护层 32。这种材料可以仅使用一个保护层 32，这是由于层是由全氟化合物组成，例如全氟十六烷，例如是作为亲水化合物和憎水化合物的扩散阻挡。

在图 11 中示出的本发明的指纹传感器的第三实例性实施例 102 的情况下，所有的全氟正烷烃衍生物（例如全氟十四烷，熔点在 103 至 104 °C；全氟十六烷，熔点在 125 至 126 °C）以及室温是固体并且不需要分解（例如，全氟甲基萘烷，熔点是 59 °C）就能汽化的惰性非芳香全氟烃在原理上也是特别合适于全氟保护层 32。在降压（取决于挥发性  $10^{-1}$  至  $10^{-4}$  托）和升温（至 200 °C）下进行汽相沉积，在这种情况下基板将被冷却。

正如对于在图 1 中所述的根据本发明的上述力传感器所提到的关于基板材料的宽范围的观点，其适用于如图 9 至 11 中所示的依照本发明的指纹传感器的上述实例性实施例 100, 101, 102 的基板材料。

## 参考标记列表

- 1 基板
- 2 栅极
- 3 PVP 栅极电介质
- 4 漏极
- 5 并五苯层
- 6 钝化层
- 7 源极
- 10 并五苯晶体管
- 11 薄膜基板
- 10<sub>1</sub>-10<sub>n</sub> 多个并五苯晶体管
- 20 驱动和测量单元
- 21 行解码器
- 30, 31, 32 防汗保护层
- 100, 101, 102 指纹传感器
- I<sub>控制</sub> 恒定电流
- V<sub>控制</sub> V<sub>控制1</sub> V<sub>控制2</sub> 恒定电压
- V<sub>测量</sub>, I<sub>测量</sub> 测量电压, 测量电流

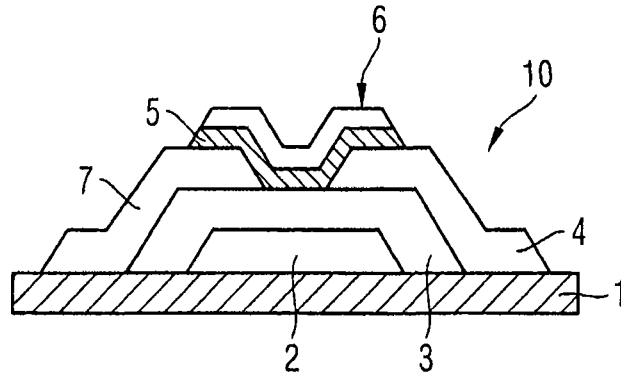


图 1

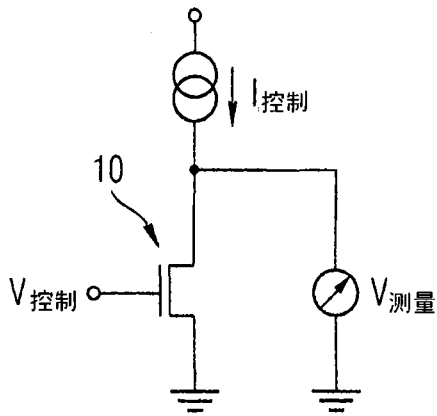


图 2A

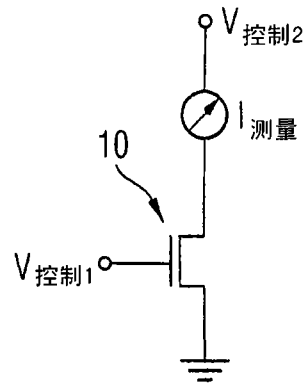


图 2B



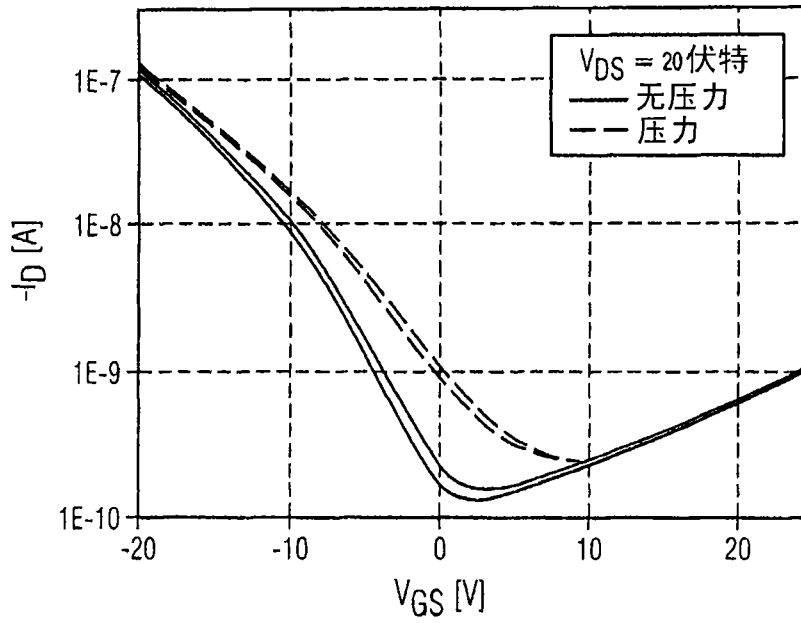


图 3

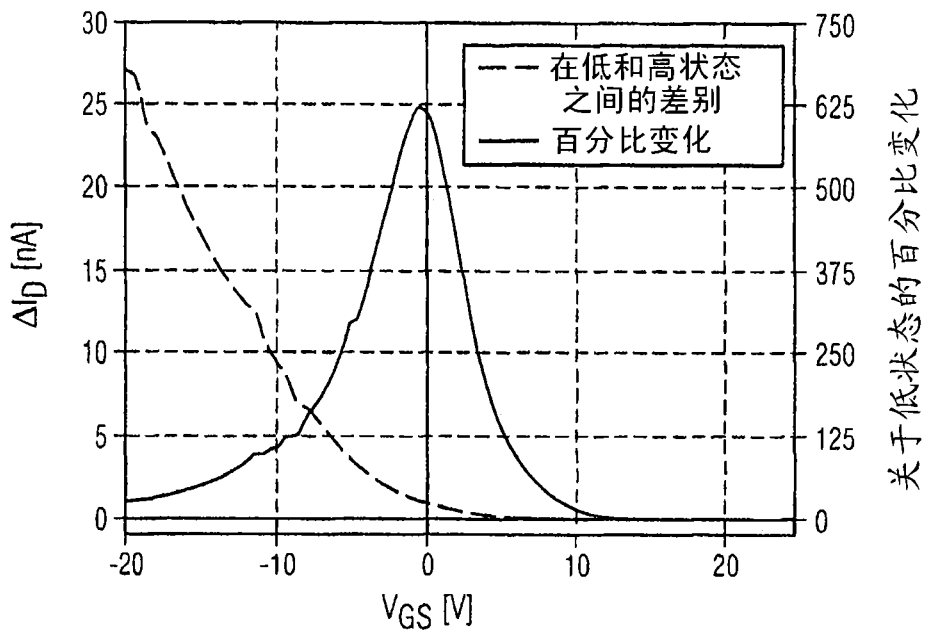


图 4

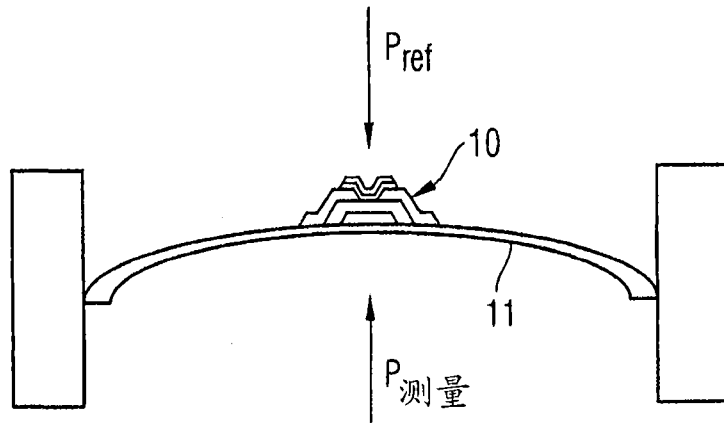


图 5

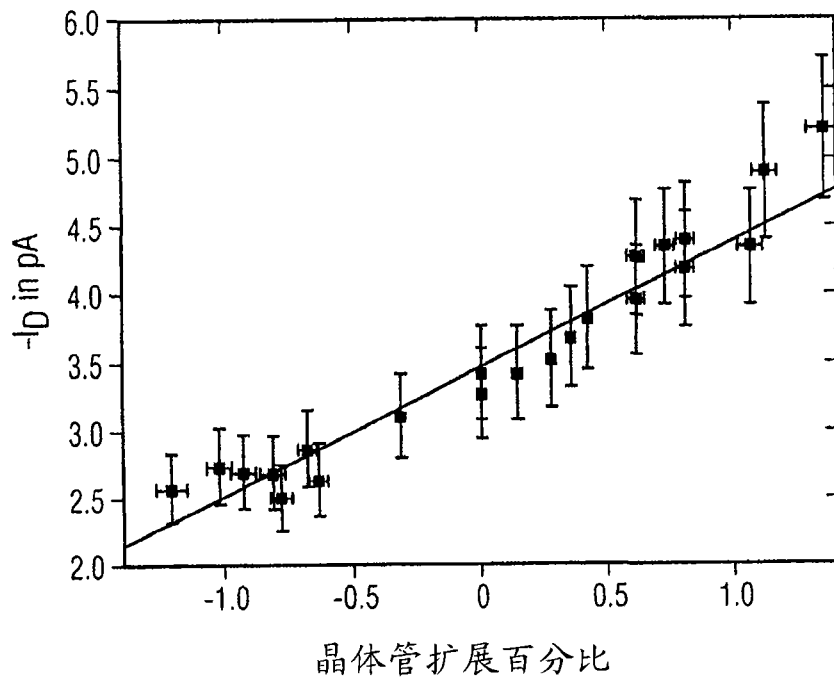


图 6

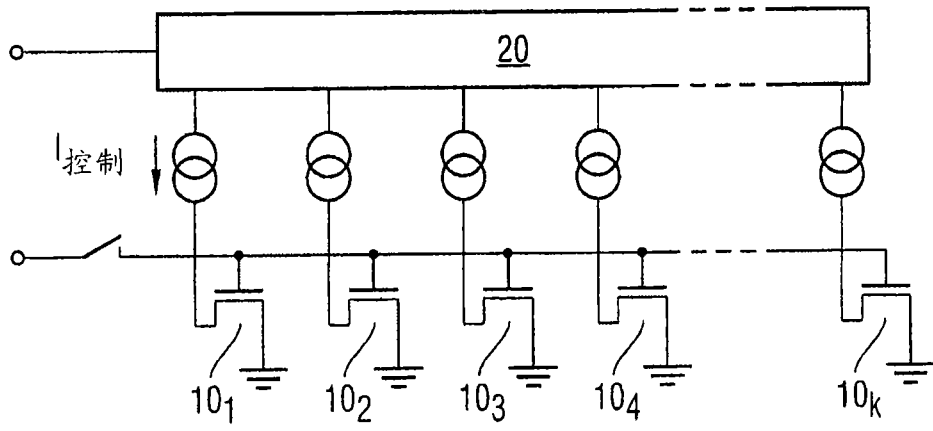


图 7

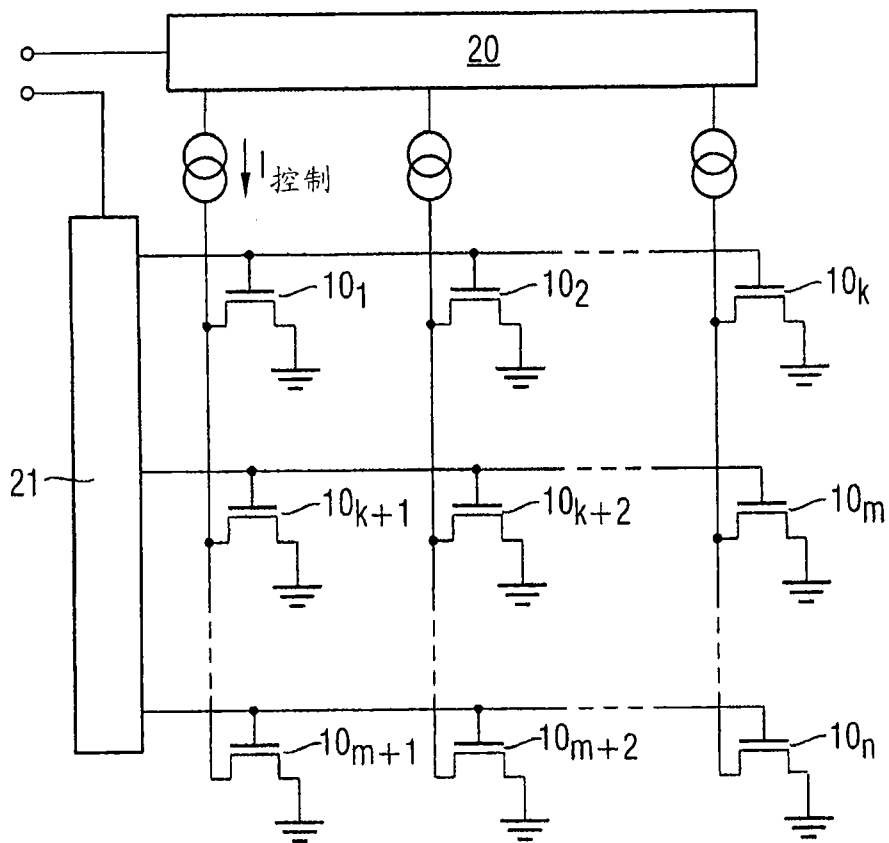


图 8

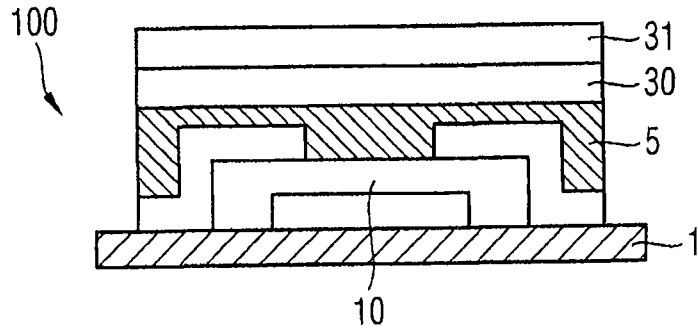


图 9

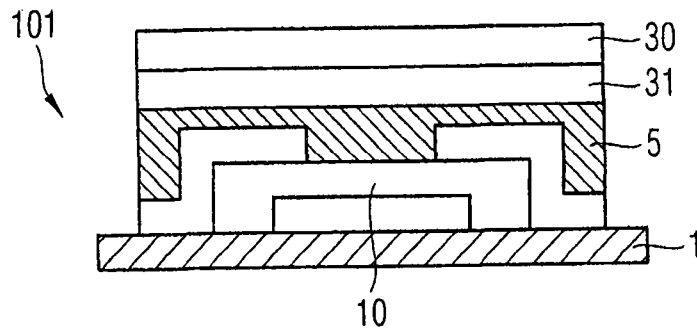


图 10

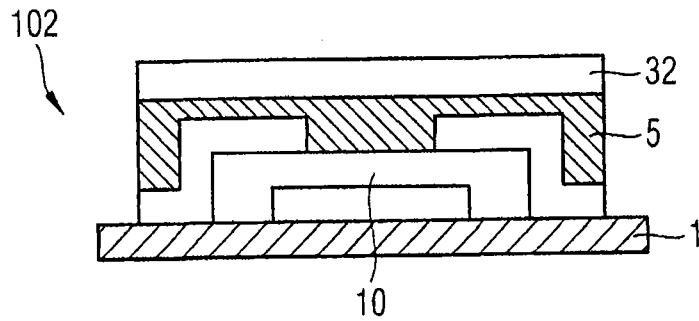


图 11