



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105116038 B

(45)授权公告日 2018.06.29

(21)申请号 201510426479.X

G01N 33/53(2006.01)

(22)申请日 2015.07.20

B01L 3/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105116038 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.12.02

US 2003059820 A1,2003.03.27,

US 2003059820 A1,2003.03.27,

(73)专利权人 深圳大学

EP 1422766 A2,2004.05.26,

CN 101068040 A,2007.11.07,

地址 518060 广东省深圳市南山区南海大道3688号

WO 9805072 A2,1998.02.05,

WO 2005043109 A2,2005.05.12,

(72)发明人 徐海华 邓永春 邓莹华 程正喜
武通园 张会生

EP 0638941 A2,1995.02.15,

审查员 周洁

(74)专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事务
所(普通合伙) 44268
代理人 王永文 刘文求

(51)Int.Cl.

G01N 27/414(2006.01)

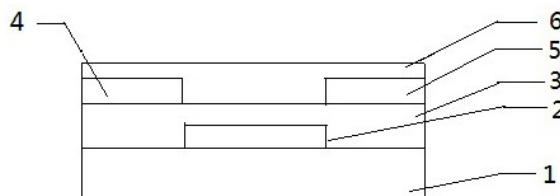
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法,其包括:有机体异质结光晶体管及与有机体异质结光晶体管集成的微流控模块。本发明通过将高灵敏度的有机体异质结光晶体管与微流控制模块集成在一起,从而制得具有结构简单、检测灵敏度高和价格便宜的免疫集成芯片,并确保整个集成芯片具有良好的性能。



1. 一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其特征在于,包括:有机体异质结光晶体管及与有机体异质结光晶体管集成的微流控模块;

所述有机体异质结光晶体管包括:衬底、在所述衬底上设置的栅电极、在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上设置的高K介质层、在所述高K介质层上设置的源漏电极、在所述源漏电极上和所述高K介质层未覆盖源漏电极区域上设置的有源层;

所述高K介质层的材料为 Al_2O_3 或 ZrO_2 ;并对所述高K介质层表面进行等离子体修饰处理,使所述高K介质层和有源层具有高界面质量,提高电荷的运输特性;

所述免疫检测集成芯片具有4个独立的检测单元,且每一个独立的检测单元具有各自的试剂入口,防止相互交叉污染而影响检测精度。

2. 根据权利要求1所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其特征在于,所述微流控模块的材料为有机聚合物PDMS。

3. 根据权利要求1所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其特征在于,将所述有机体异质结光晶体管与微流控模块集成的材料为有机聚合物PMMA。

4. 根据权利要求1所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其特征在于,所述有源层由有机聚合物材料及无机材料制成;所述有机聚合物材料为PCDTBT、PTB7或P3HT,所述无机材料为PC61BM、PC71BM或C60。

5. 一种如权利要求1所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其特征在于,包括步骤:将有机体异质结光晶体管与微流控模块进行集封装,制得免疫检测集成芯片;

所述有机体异质结光晶体管的制备包括步骤:

A、通过热蒸发法在衬底上制备栅电极;

B、通过固相或溶液法在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上制备高K介质层;

C、通过真空蒸镀法在所述高K介质层上制备源漏电极;

D、通过甩胶方式在所述源漏电极上和所述高K介质层未覆盖源漏电极区域上制备有源层;

所述高K介质层的材料为 Al_2O_3 或 ZrO_2 ;并对所述高K介质层表面进行等离子体修饰处理,使所述高K介质层和有源层具有高界面质量,提高电荷的运输特性;

所述免疫检测集成芯片具有4个独立的检测单元,且每一个独立的检测单元具有各自的试剂入口,防止相互交叉污染而影响检测精度。

6. 根据权利要求5所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其特征在于,所述微流控模块的制备包括步骤:选取载玻片作为微流控基片,并涂甩上光刻胶,利用光刻进行紫外曝光后,在显影液中浸泡、烘烤固化后得到模具,再将PDMS 溶液浇灌到模具上,加热固化,最后剥离得到微流控模块。

7. 根据权利要求5所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其特征在于,采用有机聚合物PMMA将有机体异质结光晶体管与微流控模块进行集封装,制得免疫检测集成芯片。

一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及免疫检测技术领域,尤其涉及一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法。

背景技术

[0002] 免疫检测技术是以一种抗体或多种抗体作为分析试剂,待测物进行定量或定性分析的检测方法。其基本原理是抗体和抗原之间的相互作用,其中抗原和抗体之间反应的特异性和灵敏性是免疫检测技术的关键。传统的以免疫检测技术原理为基础的全自动分析仪器,其检测的主要步骤有:加样、洗涤和测量。以最主流的免疫检测技术化学发光免疫分析为例,它的检测过程包含4个环节:加样—孵育—洗涤—光检,分别用于完成样本和试剂(包括磁珠、标记物和稀释液)加注、抗原抗体的恒温特异结合、免疫磁珠的洗涤和分离、闪光的快速检测。其中难度最大的环节是加样、洗涤和光检,涉及的关键技术包括:微量液体试样的精确加样技术、免疫复合物的充分无损分离技术及微弱闪光信号的快速检测技术。现有的免疫检测仪器是基于传统的加样、洗涤和测量技术,主要使用的有电机、光电倍增管(PMT)、CCD检测器以及阀和泵等,这些都是由无机材料制成的。通过驱动电机加样和洗涤使得仪器结构复杂,而且基于传统的检测传感器光电倍增管(PMT)和CCD检测器等检测灵敏度受到限制且价格高;这些都已经不能满足样品检测项目的不断增加,以及对快速、简单的原位检测的需求。

[0003] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

[0004] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法,旨在解决现有的免疫检测仪器结构复杂、检测灵敏度低且价格高的问题。

[0005] 本发明的技术方案如下:

[0006] 一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,包括:有机体异质结光晶体管及与有机体异质结光晶体管集成的微流控模块。

[0007] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,所述有机体异质结光晶体管包括:衬底、在所述衬底上设置的栅电极、在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上设置的高K介质层、在所述高K介质层上设置的源漏电极、在所述源漏电极上和所述高K介质层未覆盖源漏电极区域上设置的有源层。

[0008] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,所述微流控模块的材料为有机聚合物PDMS。

[0009] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,所述有机体异质结光晶体管及与微流控模块集成的材料为有机聚合物PMMA。

[0010] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,所述高K介质层的材料为 Al_2O_3

或ZrO₂。

[0011] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其中,所述有源层由有机聚合物材料及无机材料制成;所述有机聚合物材料为PCDTBT、PTB7或P3HT,所述无机材料为PC61BM、PC71BM或C60。

[0012] 一种如上所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其中,包括步骤:将有机体异质结光晶体管及与微流控模块进行集成封装,制得免疫检测集成芯片。

[0013] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其中,所述有机体异质结光晶体管的制备包括步骤:

[0014] A、通过真空蒸镀法在衬底上制备栅电极;

[0015] B、通过固相或液相法在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上制备高K介质层;

[0016] C、通过真空蒸镀法在所述高K介质层上制备源漏电极;

[0017] D、通过甩胶工艺在所述源漏电极上和所述高K介质层未覆盖源漏电极区域上制备有源层。

[0018] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其中,所述微流控模块的制备包括步骤:选取载玻片作为微流控基片,并涂甩上光刻胶,利用光刻进行紫外曝光后,在显影液中浸泡、烘烤固化后得到模具,再将PDMS 溶液浇灌到模具上,加热固化,最后剥离得到微流控模块。

[0019] 所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其中,采用有机聚合物PMMA将有机体异质结光晶体管及与微流控模块进行集封装,制得免疫检测集成芯片。

[0020] 有益效果:本发明通过将有机体异质结光晶体管与微流控模块集成在一起,从而制成结构简单、检测灵敏度高和价格便宜的免疫集成芯片,并确保整个集成芯片具有良好的性能。

附图说明

[0021] 图1为本发明有机体异质结光晶体管的结构示意图。

[0022] 图2为本发明微流控模块的制备过程示意图。

[0023] 图3为图2中各制备步骤对应的结构示意图。

[0024] 图4为本发明免疫检测集成芯片的检测示意图。

具体实施方式

[0025] 本发明提供一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0026] 本发明公开一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片,其包括:有机体异质结光晶体管及与有机体异质结光晶体管集成的微流控模块。

[0027] 本发明通过将有机体异质结光晶体管与微流控模块集成在一起,从而制成结构简单、检测灵敏度高和价格便宜的免疫集成芯片,并确保整个集成芯片具有良好的性能。

[0028] 具体地,如图1所示,本发明所述有机体异质结光晶体管包括:衬底1、在所述衬底1

上设置的栅电极2、在所述栅电极2上和所述衬底1未覆盖栅电极2区域上设置的高K介质层3、在所述高K介质层3上设置的源漏电极(源极4和漏极5)、在所述源漏电极(源极4和漏极5)上和所述高K介质层3未覆盖源漏电极(源极4和漏极5)区域上设置的有源层6。本发明所述有机体异质结光晶体管为基于有机/无机混合异质结的光场效应晶体管。这是由于有机/无机半导体混合异质结能够有效吸收较宽波长范围的光谱,并产出光生激子,异质结的能带差异可将激子有效分离成自由电子和空穴,并借助于电子和空穴在两种半导体材料中的迁移率的巨大差异,从而实现光电流强大的倍增,获得超高光电灵敏度的光电传感器。进一步地,本发明所述有源层由有机聚合物材料及无机材料制成;所述有机聚合物材料为PCDTBT、PTB7或P3HT等,所述无机材料为PC61BM、PC71BM或C60等。上述具有不同吸收波长的有机聚合物材料和无机材料能够与化学发光的光波长相匹配。

[0029] 另外,本发明还采取在有机体异质结光晶体管中引入高K介质层材料,以显著降低芯片的工作电压,避免有机体异质结光晶体管的性能下降。进一步地,所述高K介质层的材料可以为但不限于 Al_2O_3 或 ZrO_2 等。更进一步地,本发明采取对所述高K介质层进行表面修饰,从而保证高K介质层与有源层具有较高的界面质量,进而提高电荷的输运特性。

[0030] 为了满足免疫检测芯片的微型化、高通量、低成本等要求,本发明在有机体异质结光晶体管中加入微流控模块。本发明所述微流控模块结构用于完成免疫检测中进样、混合、反应、检测等一系列过程。优选地,所述微流控模块的材料可以为有机聚合物PDMS,这是由于所述有机聚合物PDMS具有易加工、低成本、透明的特性。本发明采用模塑法工艺将所述有机聚合物PDMS制备成微流控模块。

[0031] 进一步地,所述有机体异质结光晶体管及与微流控模块集成的材料可以为有机聚合物PMMA。本发明选用透光性强、兼容性强的有机聚合物PMMA作为基本材料,对有机体异质结光晶体管及与微流控模块进行高质量地集成。另外,本发明采取对其表面进行等离子体修饰处理,以获得高质量的封接。

[0032] 基于上述免疫检测集成芯片,本发明还提供一种如上所述的基于有机半导体的免疫检测集成芯片的制备方法,其包括步骤:将有机体异质结光晶体管及与微流控模块进行集成封装,制得免疫检测集成芯片。

[0033] 具体地,所述有机体异质结光晶体管的制备包括步骤:

[0034] A、通过真空蒸镀法在衬底上制备栅电极;例如,本发明可选用硅衬底作为衬底,然后通过真空蒸镀法在所述衬底上蒸镀铝电极,制得晶体管的栅电极。

[0035] B、通过固相或液相法在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上制备高K介质层;即通过固相或液相法在所述栅电极上和所述衬底未覆盖栅电极区域上沉积高K介质层(例如, Al_2O_3 或 ZrO_2 等),并对所述高K介质层表面进行等离子体修饰处理。

[0036] C、通过真空蒸镀法在所述高K介质层上制备源漏电极;

[0037] 为了获得大的源漏电流以及提高有机体异质结光晶体管的响应度,本发明设计短沟道的叉指形电极结构,并借助于微电子加工的光刻、剥离以及热蒸发工艺制备源漏电极。

[0038] D、通过甩胶方式在所述源漏电极上和所述高K介质层未覆盖源漏电极区域上制备有源层。

[0039] 此步骤中,本发明选择成本低廉、工艺简单的甩胶技术,以快速形成一定厚度($0.05\mu m-0.1\mu m$)有源层。另外,本发明选择具有不同吸收波长的有机聚合物材(PCDTBT,

PTB7 或P3HT 等)及无机材料(PC61BM,PC71BM 或C60 等),以实现与化学发光的光波长相匹配。

[0040] 图2为本发明微流控模块制备过程的流程图,如图2所示,所述微流控模块的制备过程包括步骤:

[0041] S1:选取载玻片作为微流控基片;

[0042] S2:涂甩上光刻胶;

[0043] S3:利用光刻进行紫外曝光;

[0044] S4:在显影液中浸泡、烘烤固化后得到模具;

[0045] S5:再将PDMS 溶液浇灌到模具上;

[0046] S6:加热固化,最后剥离得到微流控模块。

[0047] 图3为图2中各制备步骤对应的结构示意图。如图3所示,载玻片作为微流控基片7,在微流控基片7涂甩上光刻胶8,利用光刻在紫外灯9下进行紫外曝光,然后在显影液中浸泡、烘烤固化后得到模具10,再将PDMS 溶液浇灌到模具上,得到含PDMS溶液的模具11,再加热固化剥离,得到剥离模块12和所需的微流控模块13。

[0048] 例如,本发明选取载玻片作为微流控基片,并涂甩上SU8光刻胶,利用光刻进行紫外曝光后,在显影液中浸泡、烘烤固化后得到SU8模具;然后再将PDMS 溶液浇灌到SU8模具上,加热固化,最后剥离得到微流控模块。

[0049] 具体地,采用有机聚合物PMMA将有机体异质结光晶体管及与微流控模块进行集成封装,制得免疫检测集成芯片。本发明通过将有机体异质结光晶体管与微流控模块进行高质量的集成封接,从而大大提高了免疫检测集成芯片的实用性。其中,有机体异质结光晶体管及与微流控模块的集成封装需要考虑多种因素:1、尽量减少光信号的传输损耗,从而有效提高有机体异质结光晶体管的吸收能力;2、封接材料致密疏水,对溶液无渗漏,减少化学反应对有机体异质结光晶体管的影响;3、封接材料与上下芯片的粘附性好,防止长期使用过程中出现芯片脱落的问题。为此,本发明在微流控芯片(微流控模块)与有机体异质结光晶体管之间引入高透光性、高质量的有机聚合物材料PMMA 薄膜,可避免上述的一系列问题。

[0050] 进一步地,本发明采取对免疫检测集成芯片进行测试。化学发光检测技术被公认为是最灵敏的检测技术之一,另外相比于荧光技术,化学发光不需要光源,因此减少了检测的复杂性以及背景光的噪声影响,非常适合在小型化、便捷化的微流控POCT 系统中使用。本发明采用化学发光技术对特异性疾病蛋白质进行检测。如图4所示,为了同时检测多个指标,免疫检测集成芯片集成有4个独立的检测单元,可同时检测4种不同的病原体含量,免疫检测集成芯片有统一的进样和废液回收口,注射泵14用于注入样品,注射泵15用于注入试剂,真空泵16用于回收废液,每一独立单元又有各自试剂入口,可有效防止相互交叉污染而影响检测精度。双通道电流源表18的两个输出通道分别接光电探测器的漏极和栅极,并给予一定的电压,为了让异质结光电晶体管获得高的灵敏度,本发明将控制栅电压使得晶体管处于耗尽区工作状态;异质结光电晶体管的源极直接接至电流源表的输入端,从而直接测得源漏电流值,测试的所有过程将通过计算机17远程、自动控制完成。

[0051] 综上所述,本发明提供一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法,本发明通过将有机/无机混合异质结光晶体管与微流控模块集成,并采用化学发光同时

进行多种免疫蛋白检测,通过选取不同吸光材料进行对比从而优化光电晶体管的参数,达到降低有机体异质结光晶体管功耗及提高灵敏度的目的;另外通过光电传感与微流控模块之间的结合层,从而保证整个免疫检测集成芯片具有良好的性能。

[0052] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

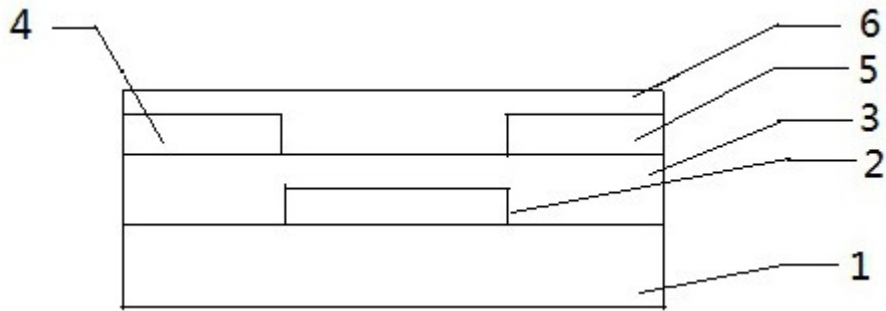


图1

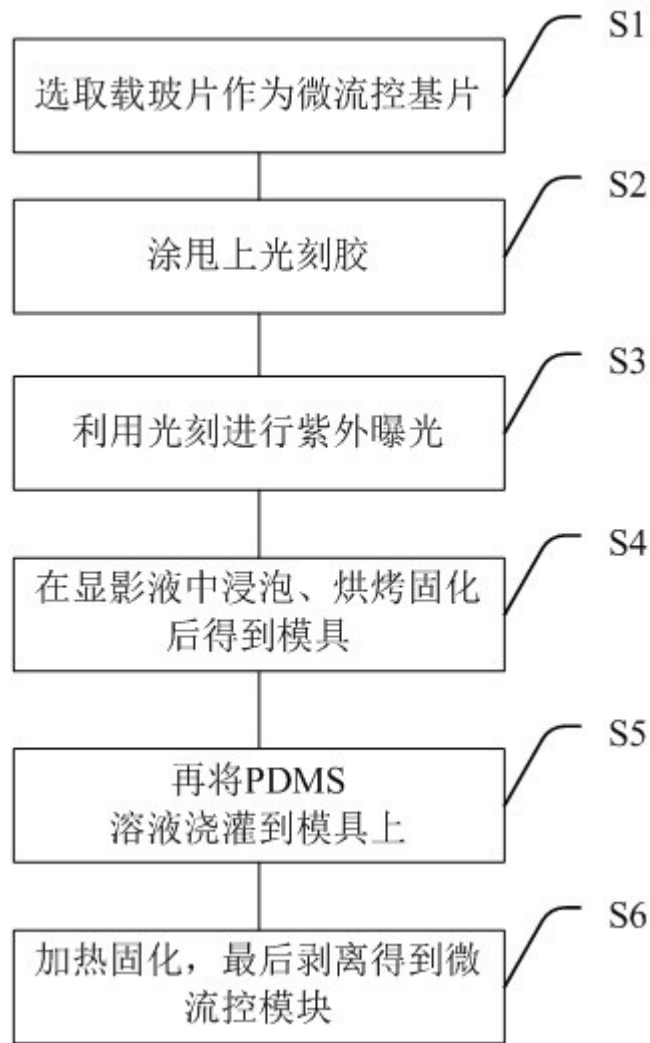


图2

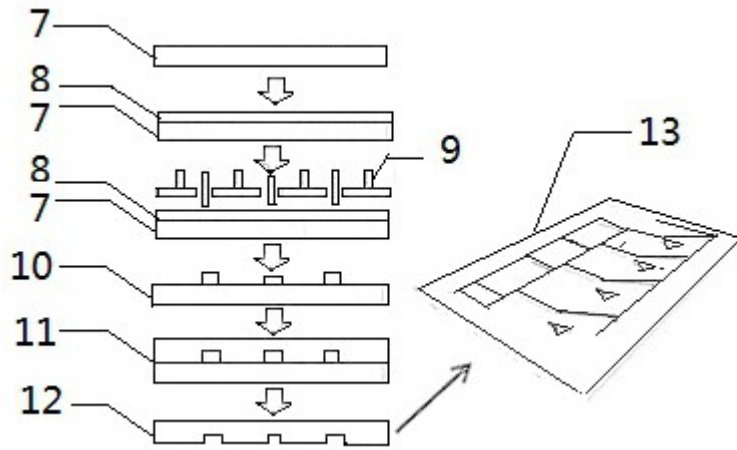


图3

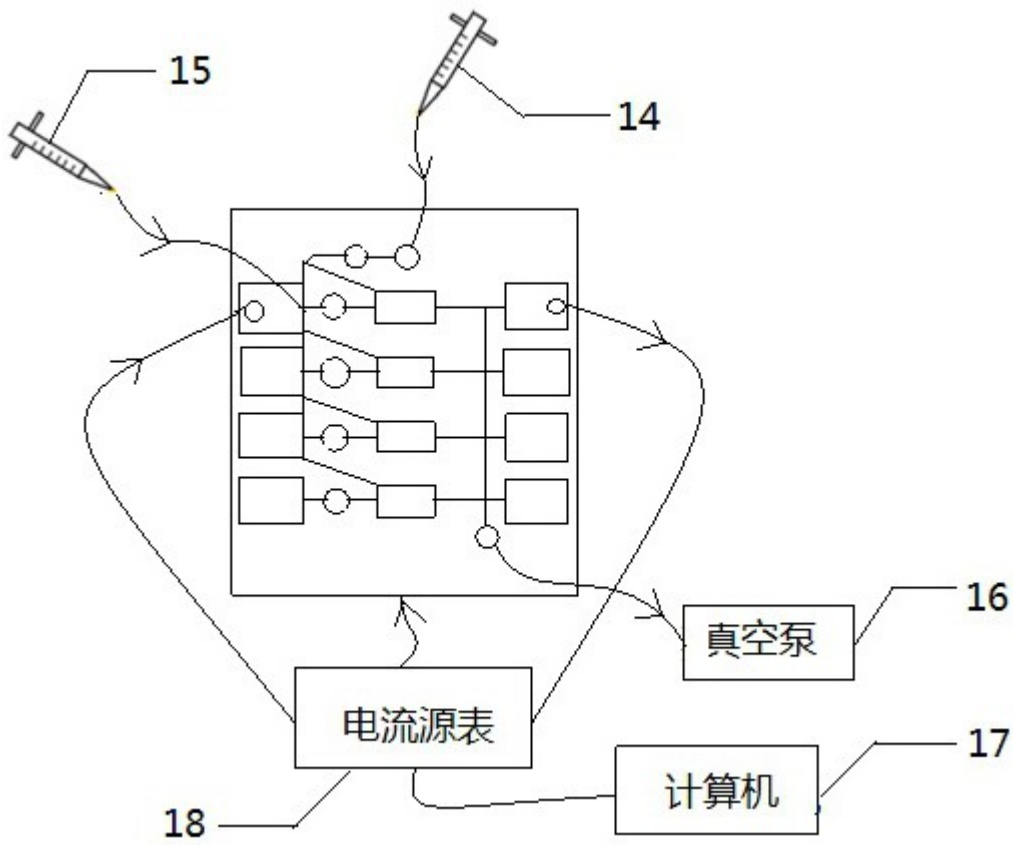


图4

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN105116038B | 公开(公告)日 | 2018-06-29 |
| 申请号 | CN201510426479.X | 申请日 | 2015-07-20 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 深圳大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 深圳大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 深圳大学 | | |
| [标]发明人 | 徐海华 邓永春 邓莹华 程正喜 武通园 张会生 | | |
| 发明人 | 徐海华 邓永春 邓莹华 程正喜 武通园 张会生 | | |
| IPC分类号 | G01N27/414 G01N33/53 B01L3/00 | | |
| 代理人(译) | 王永文 | | |
| 审查员(译) | 周洁 | | |
| 其他公开文献 | CN105116038A | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明公开一种基于有机半导体的免疫检测集成芯片及其制备方法，其包括：有机体异质结光晶体管及与有机体异质结光晶体管集成的微流控模块。本发明通过将高灵敏度的有机体异质结光晶体管与微流控控制模块集成在一起，从而制得具有结构简单、检测灵敏度高和价格便宜的免疫集成芯片，并确保整个集成芯片具有良好的性能。

