



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105107557 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201510377398. 5

(22) 申请日 2015. 07. 01

(71) 申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区迎泽西大街 79 号

(72) 发明人 李晓春 王建花 于化忠

(74) 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司 14101

代理人 刘宝贤

(51) Int. Cl.

B01L 3/00(2006. 01)

G01N 21/78(2006. 01)

权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

高通量三维微流控纸芯片的制备方法及应用

(57) 摘要

本发明公开了一种高通量三维微流控纸芯片的制备及应用,该三维微流控纸芯片由三层疏水基底与三层亲水通道交替叠加粘贴而成。其中亲水通道是在滤纸上打印通道图案然后剪切得到;疏水基底是用甲基三氯硅烷与十八烷基三氯硅烷的正己烷溶液处理滤纸得到的。亲水通道与疏水基底是用喷胶粘贴到一起的。本制备方法简单快捷,制作周期短,成本低,能耗小,无污染。该方法制备的三维微流控纸芯片适用于临床诊断、食品卫生、环境监测及生物化学等领域,应用前景十分广泛。所述应用是利用该微流控纸芯片,结合比色分析法,实现现场快速定量检测。



1. 一种高通量三维微流控纸芯片的制备方法,所述制备方法是分别制备疏水基层和亲水通道层,然后按三层亲水通道层与相应的三层疏水基层交替叠加粘贴而构成;

所述疏水基层的制备方法是按以下步骤进行的:

(1) 设计与亲水通道层相应的多通道疏水基层构型,并打印在滤纸上;

(2) 剪切打印在滤纸上的多通道疏水基层构型滤纸片及其中的通道滤纸片,分别获得多通道疏水基层滤纸构型滤纸片和通道滤纸片;

(3) 在室温下将甲基三氯硅烷与十八烷基三氯硅烷按 3:7 的体积比溶于正己烷溶液中,均匀混合;

(4) 在室温下将上述步骤(2) 剪切的多通道疏水基层滤纸构型滤纸片置于上述步骤(3) 的混合溶液中,浸泡 5 分钟;

(5) 取出上述上述步骤(4) 浸泡的多通道疏水基层滤纸构型滤纸片,置于恒温干燥箱中加热干燥 5 分钟;

(6) 将上述步骤(2) 中的剪切的通道滤纸片置于上述步骤(5) 所获得的多通道疏水基层滤纸构型滤纸片相应的多通道孔中,获得疏水基层;

所述亲水通道层的制备方法是按以下步骤进行的:

(1) 设计与疏水基层相应的亲水通道层构型,并将其打印在滤纸上;

(2) 剪切打印在滤纸上的亲水通道层构型滤纸片,制得亲水通道层。

2. 如权利要求 1 所述的高通量三维微流控纸芯片,所述多通道疏水基层的多通道是按 1、3、9 分层依次递增制作构成。

3. 如权利要求 1 所述的高通量三维微流控纸芯片,所述多通道疏水基层的多通道孔型是圆型、方型和三角型中的一种。

4. 如权利要求 3 所述的高通量三维微流控纸芯片,所述多通道疏水基层的多通道孔型是圆型,其孔径是 3mm。

5. 如权利要求 1 所述的高通量三维微流控纸芯片,所述制备亲水通道和疏水基层的滤纸是中速定性滤纸。

6. 如权利要求 1 所述的高通量三维微流控纸芯片,所述三层亲水通道层与相应的三层疏水基层交替叠加粘贴是由日常使用的喷胶粘贴。

7. 一种如权利要求 1 所述的高通量三维微流控纸芯片的应用,所述应用包括以下步骤:

(1) 配置不同浓度的被检测对象标准溶液,并调节到合适的 pH 值;

(2) 采用高通量三维微流控纸芯片,将进样口分别浸入不同浓度的标准溶液和待测水样中,溶液在毛细作用的驱动下流到检测区,与显色剂反应完全;

(3) 由扫描仪扫描显色结果,再由 Photoshop 软件分别读取不同浓度的标准溶液以及待测水样各自对应的检测区在 CMYK 色彩模式下的 M 通道的平均值,然后将标准溶液的浓度以及相应的 M 数值导入 SigmaPlot 数据处理软件进行拟合,得到在一定浓度显色剂下显色强度随着被测物浓度的变化曲线,最后将待测样显色后的 M 值带入上述曲线方程,即获得待测物的浓度。

高通量三维微流控纸芯片的制备方法及应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微流控纸芯片的制备方法及应用,具体讲是一种用于制备高通量三维微流控纸芯片的方法及微流控纸芯片的应用。

背景技术

[0002] 微流控芯片作为一种新兴的分析技术平台,不仅试剂消耗量少,而且分析效率高。传统的微流控芯片以硅、石英、玻璃以及高分子聚合物等为基材,不仅制备过程复杂,成本高,而且对工艺环境要求严格,因此推广和应用受到了限制。

[0003] 自从2007年 Whitesides 小组首次提出微流控纸芯片 (microfluidic paper-based analytical devices, μ PAD) 的概念后,微流控纸芯片分析技术得到了迅猛发展。与传统的微流控芯片相比,微流控纸芯片借助纤维素滤纸的毛细驱动力引导液体流动,因此无需外加流体驱动装置。此外微流控纸芯片还具有成本低、操作性强、生物兼容性好、后续处理简单等特点,可作为小型化、便携式的现场快速检测 (Point-of-care test, POCT) 器件。在医疗诊断、环境监测、食品卫生等领域有很好的应用前景。

[0004] 现有技术中,微流控纸芯片的制备方法主要有:紫外光刻、等离子体处理、蜡印、喷墨打印以及激光切割等。

[0005] 其中紫外光刻、等离子体处理方法都需要用到掩模板。2007年 Whitesides 小组将 SU-8 光刻胶涂在滤纸上,并在掩模的保护下进行紫外光刻,制得微流控纸芯片 (A. W. Martinez, S. T. Phillips, M. J. Butte, G. M. Whitesides, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 46 (2007) 1318-1320)。2008年 Shen 等利用 AKD 处理亲水性滤纸,提出了等离子体技术制作微流控纸芯片的方法 (X. Li, J. F. Tian, T. Nguyen, W. Shen, *Anal. Chem.*, 80 (2008) 9131-9134)。2013年 He 等报道了一种利用紫外降解硅烷化滤纸的方法制作微流控纸芯片 (Q. H. He, C. C. Ma, X. Q. Hu and H. W. Chen, *Ana. Chem.*, 85 (2013) 1327-1331)。

[0006] 另外一些方法在制备过程中无需掩模板。如:Whitesides 小组 (E. Carrilho, A. W. Martinez, G. M. Whitesides, *Anal. Chem.*, 81 (2009) 7091-7095) 和 Lin 小组 (Y. Lu, W. W. Shi, J. H. Qin, B. C. Lin, *Anal. Chem.*, 82 (2010) 3329-3335) 相继用蜡印技术制得微流控纸芯片。

[0007] 2010年 Shen 等改进了等离子体处理技术,用喷墨打印机在滤纸局部区域直接打印 AKD 溶液的方法制作微流控纸芯片,并用于水样中烟硝酸根离子的定量检测 (X. Li, J. Tian, W. Shen. *Cellulose*, 17 (2010) 649-659)。

[0008] 2013年 Nie 等报道了一种用 CO₂ 激光切割机激光刻蚀滤纸的方法加工微流控纸芯片 (J. Nie, Y. Liang, Y. Zhang, S. Le, etc. *Analyst*, 138 (2013) 671-676)。

[0009] Zhu 等用剪纸的方法制得树形和 Y 形微流控纸芯片,用于检测血清中葡萄糖的浓度 (W. J. Zhu, D. Q. Feng, M. Chen, Z. D. Chen, R. Zhu, H. L. Fang, W. Wang, *Sensors and Actuators B*, 190 (2014) 414-418)。

[0010] Kong 等人把普通滤纸剪成试纸条,直接浸泡到季铵盐和二苯卡巴肼的丙酮溶液中,干燥后用于水中六价铬浓度的测量 (F. Kong, Y. Ni, *BioResources*, 4 (2009) 1088-1097)。

[0011] 随着微流控纸芯片制备技术的不断发展与革新,以及人们对高通量检测的追求,纸芯片也逐渐从二维向三维发展。早在 2008 年 Whitesides 小组就把用光刻胶方法制得的两块二维微流控纸芯片用双面胶贴合到一起,封装得到三维微流控纸芯 (A. W. Martinez, S. T. Phillips, G. M. Whitesides, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (2008) 19606-19611)。随后在 2010 年,他们又用类似的方法,实现了可编辑三维微流控纸芯片诊断装置的制备 (A. W. Martinez, S. T. Phillips, Z. Nie, C. M. Cheng, E. Carrilho, B. J. Wiley, G. M. Whitesides, *Lab on a Chip*, 10 (2010) 2499-2504)。

[0012] 2011 年 Liu 等用一张经过光刻处理的滤纸通过手工折纸的方法制得三维微流控纸芯片 (H. Liu, R. M. Crooks, *Journal of the American Chemical Society*, 133 (2011) 17564-17566)。

[0013] 2012 年 Phillips 等人把多层打印蜡的滤纸用喷胶粘到一起,实现了三维滤纸的制备 (G. G. Lewis, M. J. DiTucci, M. S. Baker, S. T. Phillips, *Lab on a Chip*, 12 (2012) 2630-2633)。

[0014] 2014 年 Wang 等人用双面胶把多层打印蜡的滤纸粘到一起,制得三维微流控纸芯片,并利用该纸芯片实现了 Cu(II)、Ni(II)、Cd(II)、Cr(VI) 的同时检测 (H. Wang, Y. J. Li, J. F. Wei, J. R. Xu, Y.H. Wang, G. X. Zheng, *Anal. Bioanal. Chem.*, 406 (2014) 2799 - 2807)。

[0015] 现有公开号为: CN 104677896A 公开了“一种用于比色分析的纸基微流控芯片的制备及应用”,是一种包括一层疏水基底和一层亲水通道的二维微流控纸芯片,疏水基底是用十八烷基三氯硅烷和甲基三氯硅烷的正己烷混合液处理滤纸得到的,亲水通道也是用滤纸剪切得到。并用该纸芯片结合比色分析法实现了快速定量检测。

[0016] 现有公开号为:CN 103394384 A 公开了“微流控纸芯片及其制备方法”,是一种包括纸基芯片和纸基底片的微流控纸芯片,纸基底片粘接在纸基芯片的底部,然后通过加热或紫外光照射进行交联固化处理。此外,申请人还公开了一种三维微流控纸芯片,由二维微流控纸芯片经拉伸或折叠形成。

[0017] 公开号为:CN 104492510 A 公开了“一种二维微流控纸芯片及其制作方法”,用手工剪裁亲水通道并利用防水双面胶将亲水性纸通道与疏水基底(玻璃、疏水塑料或蜡光纸)连接。

[0018] Nie 等在 2013 年提出的通过 CO₂ 激光切割机激光刻蚀滤纸的方法 (J. Nie, Y. Liang, Y. Zhang, S. Le, etc. *Analyst* 138 (2013) 671-676) 以及 2014 年 Zhu 等人的剪纸法 (W. J. Zhu, D. Q. Feng, M. Chen, Z. D. Chen, R. Zhu, H. L. Fang, W. Wang, *Sensors and Actuators B*, 190 (2014) 414-418) 虽然克服了制作成本高、周期长、操作工艺复杂等方面的困难,但是由于受维度限制,检测通量有限。然而 Whitesides 小组用光刻胶方法制得的三维微流控纸芯片 (A. W. Martinez, S. T. Phillips, G. M. Whitesides, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (2008) 19606-19611) 以及

Liu 等用光刻法处理滤纸,然后通过手工折纸的方法制得三维微流控纸芯片(H. Liu, R. M. Crooks, Journal of the American Chemical Society, 133 (2011) 17564-17566),还有Phillips 等人把多层打印蜡的滤纸用喷胶粘到一起,制备三维滤纸芯片(G. G. Lewis, M. J. DiTucci, M. S. Baker, S. T. Phillips, Lab on a Chip, 12 (2012) 2630-2633)。这些方法虽然提高了检测通量,但是在制备过程中需要使用掩模板和相关设备,制作成本高。

发明内容

[0019] 针对上述现有技术存在的问题,本发明的目的是提供一种高通量三维微流控纸芯片的制备方法及应用。

[0020] 上述目的是通过以下技术方案实现的。

[0021] 一种高通量三维微流控纸芯片的制备方法,所述制备方法是分别制备疏水基底层和亲水通道层,然后按三层亲水通道层与相应的三层疏水基底层交替叠加粘贴而构成;

所述疏水基底层的制备方法是按以下步骤进行的:

(1) 设计与亲水通道层相应的多通道疏水基底层构型,并打印在滤纸上;

(2) 剪切打印在滤纸上的多通道疏水基底层构型滤纸片及其中的通道滤纸片,分别获得多通道疏水基底层滤纸构型滤纸片和通道滤纸片;

(3) 在室温下将甲基三氯硅烷与十八烷基三氯硅烷按 3:7 的体积比溶于正己烷溶液中,均匀混合;

(4) 在室温下将上述步骤(2)剪切的多通道疏水基底层滤纸构型滤纸片置于上述步骤(3)的混合溶液中,浸泡 5 分钟;

(5) 取出上述上述步骤(4)浸泡的多通道疏水基底层滤纸构型滤纸片,置于恒温干燥箱中加热干燥 5 分钟;

(6) 将上述步骤(2)中的剪切的通道滤纸片置于上述步骤(5)所获得的多通道疏水基底层滤纸构型滤纸片相应的多通道孔中,获得疏水基底层。

[0022] 所述亲水通道层的制备方法是按以下步骤进行的:

(1) 设计与疏水基底层相应的亲水通道层构型,并将其打印在滤纸上;

(2) 剪切打印在滤纸上的亲水通道层构型滤纸片,制得亲水通道层。

[0023] 在上述方案中,所述多通道疏水基底层的多通道是按 1、3、9 分层依次递增制作构成;所述多通道疏水基底层的多通道孔型是圆型、方型和三角型中的一种;所述多通道疏水基底层的多通道孔型是圆型,其孔径是 3mm;所述制备亲水通道和疏水基底的滤纸是中速定性滤纸;所述三层亲水通道层与相应的三层疏水基底层交替叠加粘贴是由日常使用的喷胶粘贴。

[0024] 一种如上所述的高通量三维微流控纸芯片的应用,所述应用包括以下步骤:

(1) 配置不同浓度的被检测对象标准溶液,并调节到合适的 pH 值;

(2) 采用高通量三维微流控纸芯片,将进样口分别浸入不同浓度的标准溶液和待测水样中,溶液在毛细作用的驱动下流到检测区,与显色剂完全反应;

(3) 由扫描仪扫描显色结果,再由 Photoshop 软件分别读取不同浓度的标准溶液以及待测水样各自对应的检测区在 CMYK 色彩模式下的 M 通道的平均值,然后将标准溶液的浓度

以及相应的 M 数值导入 SigmaPlot 数据处理软件进行拟合,得到在一定浓度显色剂下显色强度随着被测物浓度的变化曲线,最后将待测样显色后的 M 值带入上述曲线方程,即获得待测物的浓度。

[0025] 实施上述本发明所提供的一种高通量三维微流控纸芯片的制备方法及应用,与现有技术相比,本高通量三维微流控纸芯片具有成本低、操作性强、生物兼容性好、后续处理简单等特点;而且该纸芯片有三个进样口,27 个检测区甚至更多,结合比色分析法,最多能够实现三组样品中 27 种成分,或者更多成分的同时快速在线检测,提高了检测效率。因此在临床诊断、食品卫生、环境监测及生物化学等领域有很好的应用前景。

附图说明

[0026] 图 1 是本发明疏水基底形状构型示意图。

[0027] 图 2 是本发明亲水通道形状构型示意图。

[0028] 图 3 是本发明亲水通道与疏水基底粘贴顺序示意图。

[0029] 图 4 是本发明微流控纸芯片正反面结构示意图。

[0030] 图 5 是本发明微流控纸芯片用于水中六价铬浓度检测的显色结果扫描图。

[0031] 图 6 是本发明微流控纸芯片用于水中六价铬浓度检测,在一定浓度显色剂下显色强度(M 值)随着六价铬浓度变化关系拟合曲线图。

[0032] 图 7 是本发明微流控纸芯片用于水中亚硝酸盐浓度检测,在一定浓度显色剂下显色强度(M 值)随着亚硝酸盐浓度变化关系拟合曲线图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明,但本发明的具体实施方式不限于此。

[0034] 具体实施方式 1

如附图 1、附图 2、附图 3 和附图 4 所述,实施本发明上述所提供的一种高通量三维微流控纸芯片的制备方法,其所制备方法是分别设计制作微流控纸芯片的疏水基底层与相应的亲水通道层,然后分别将三层疏水基底层与相应的三层亲水通道层依次交替递增叠加粘在一起而构成。

[0035] 步骤一、所述疏水基底层的制备方法是按以下步骤进行的。

[0036] 首先、由绘图软件 corelDRAW 设计出三层疏水基底层的构型图案,并打印在滤纸上,然后用剪刀剪出构型图案,并在图中圆孔位置处,图中黑色圆点,用打孔器打孔,其孔径是 3mm,如附图 1 所述。

[0037] 其次、在室温下,将甲基三氯硅烷与十八烷基三氯硅烷按 7:3 的体积比溶于正己烷溶液中,搅拌混合均匀,其混合溶液的浓度为 0.1%。

[0038] 然后、在室温下,将剪好的滤纸基底层置于上述混合的溶液中,浸泡 5 分钟后,取出,再置于恒温干燥箱中,加热干燥 5 分钟。

[0039] 最后、将上述第一步打孔得到的滤纸小圆片重置于上述滤纸基底相应的圆孔中,得到疏水基底,如附图 1(I)、(II)、(III) 所述。

[0040] 步骤二、所述亲水通道层的制备方法是按以下步骤进行的。

[0041] 首先、由绘图软件 corelDRAW 设计出三层亲水通道层的构型图案。

[0042] 其次、由喷墨打印机将上述设计好的构型图案打印在滤纸上。

[0043] 最后、由剪刀将滤纸上的图案剪下,获得亲水通道层,如附图 2 所述。

[0044] 步骤三、将所剪切的亲水通道层构型图案和疏水基层构型图案,按照附图 3 所述,按 1、3、9 分层依次递增顺序由胶喷粘贴在一起构成,如附图中,黑色虚线指示亲水通道层与疏水基层的垂直对应位点,获得的正反面分别如附图 4 所述。然后在组装好的高通量三维微流控纸芯片装置上的三个凸出的亲水部分是加样区,疏水基层上的 27 个圆点是检测区。

[0045] 在上述具体实施方案中,亲水通道层和疏水基层是采用中速定性滤纸,为了使显色效果更明显,作为附图 1(III) 的检测区的 27 个滤纸小圆片可采用快速定性滤纸。

[0046] 在上述具体实施方案中,如果用于具体物质检测,那么附图 1 (III) 所示疏水基层在安放 27 个滤纸小圆片步骤之前,要对滤纸小圆片进行显色剂预处理。

[0047] 在上述的实施方案中,微流控纸芯片的具体形状以及进样口和检测区的数目不受此实施方案的限制,利用此方法制备的其他形状的三维微流控纸芯片都包含在本发明的保护范围之内,如多通道疏水基层的多通道孔型可以采用圆型、方型和三角型中的一种,为了方便起见,选用圆型孔较为实用,圆型孔孔径采用 3mm 更为合适。

[0048] 具体实施方式 2

实施本发明上述所提供的一种高通量三维微流控纸芯片的应用,所述应用包括以下步骤:

首先、根据被检测对象,配置不同浓度的被检测对象标准溶液,并调节到合适的 pH 值。

[0049] 其次、采用上述制备的高通量三维微流控纸芯片,根据被检测对象,将进样口分别浸入不同浓度的标准溶液和待测水样中,溶液在毛细作用的驱动下流经到检测区,并与显色剂进行完全反应;

最后、由扫描仪扫描显色结果,并用 Photoshop 软件分别读取不同浓度的标准溶液以及待测水样各自对应的检测区在 CMYK 色彩模式下的 M 通道的平均值,然后将标准溶液的浓度以及相应的 M 数值导入 SigmaPlot 数据处理软件进行拟合,得到在一定浓度显色剂下显色强度随着被测物浓度的变化曲线,再将待测样显色后的 M 值带入上述曲线方程,即获得待测物的浓度。

[0050]

下面做出示例性的实施例进一步说明本发明的具体实施方式。

[0051] 实施例 1

实施一种用于水中六价铬浓度检测的微流控纸芯片的疏水化基底的制备方法,包括以下步骤:

(1) 用 CorelDRAW 软件设计通道和基底的形状,然后将其打印在滤纸上,并分别按照打印的图案用剪刀和打孔器裁剪出通道和基底纸片;

(2) 分别取 7 μ L 和 3 μ L 的 Sigma 公司的甲基三氯硅烷和十八烷基三氯硅烷以及 10mL 的 Aladdin 公司的正己烷溶液在室温环境均匀混合;

(3) 室温下将步骤(1)所得的基底滤纸片放入上述疏水化溶液中浸泡 5 分钟,取出后置于 40° C 的洁净恒温干燥箱,加热干燥 5 分钟;

(4) 分别称取 0.06g 和 0.3g 的 1,5-二苯基卡巴肼和甲基三辛基氯化铵,溶于 10ml 丙酮(0.6% 的 1,5-二苯基卡巴肼,3% 的甲基三辛基氯化铵),搅拌至完全溶解,并放在 4°C 冰箱中避光保存,用作显色剂;

(5) 把步骤(1)中打孔器所得的 27 块滤纸小圆片放到上述显色剂中低温(4°C)避光浸泡 5 分钟;

(6) 取出上述滤纸小圆片后,低温(4°C)避光干燥后,放回步骤(3)所得的疏水基底(图 1 (III) 所示)对应的圆孔里,同时将步骤(1)所得的未经显色剂处理的滤纸小圆片放回如附图 1 (I)、(II) 所示的疏水基底对应的圆孔里,得到疏水基底;

(7) 把上述组合好的疏水基底与步骤(1)所得亲水通道用喷胶(3M77 超级多用途喷胶(低雾型))按照附图 3 所示的顺序依次粘贴到一起(图中黑色虚线指示亲水通道与疏水基底的垂直对应位点)。

[0052] 实施例 2

将实施例 1 制得的微流控纸芯片用于检测水中六价铬浓度,包括以下步骤:

(1) 用 K₂CrO₄ 配制 1000mg/L 的六价铬溶液,并用 HCL 和 NaOH 溶液调节到 pH=4。然后分别稀释至 50mg/L、40mg/L、35mg/L、30mg/L、20mg/L、10mg/L、2mg/L、0.5mg/L、0mg/L。

[0053] (2) 采用实施例一的三块检测装置,把九个进样口分别浸入九个浓度水样中,待测样在毛细作用的驱动下流到检测区,与显色剂完全反应。

[0054] (3) 用扫描仪扫描显色结果,并用 Photoshop 软件分别读取不同显色区在 CMYK 色彩模式下的 M 值,最后把得到的数据导入 SigmaPlot 数据处理软件进行拟合,得到在一定浓度显色剂下显色强度随着六价铬浓度的变化曲线。

[0055] 实施例 3

实施一种用于水中亚硝酸盐浓度检测的微流控纸芯片的疏水化基底的制备方法,包括以下步骤:

(1) 用 CorelDRAW 软件设计通道和基底的形状,然后将其打印在滤纸上,并分别按照打印的图案用剪刀和打孔器裁剪出通道和基底纸片;

(2) 分别取 7 μL 和 3 μL 的 Sigma 公司的甲基三氯硅烷和十八烷基三氯硅烷以及 10mL 的 Aladdin 公司的正己烷溶液在室温环境均匀混合;

(3) 室温下将步骤(1)所得的基底滤纸片放入上述疏水化溶液中浸泡 5 分钟,取出后置于 40°C 的洁净恒温干燥箱,加热干燥 5 分钟;

(4) 分别称取 0.081g 对氨基苯磺酸、0.029g 盐酸萘乙二胺和 0.634g 柠檬酸,溶于 10ml 甲醇(50mmol/L 的对氨基苯磺酸,10mmol/L 的盐酸萘乙二胺,330mmol/L 的柠檬酸),搅拌至完全溶解,避光干燥保存,用作显色剂;

(5) 把步骤(1)中打孔器所得的 27 块滤纸小圆片浸泡到上述显色剂,取出后置于 65°C 的恒温干燥箱中干燥 10min;

(6) 取出上述滤纸小圆片后,放回步骤(3)所得的疏水基底(图 1 (III) 所示)对应的圆孔里,同时将步骤(1)所得的未经显色剂处理的滤纸小圆片放回如附图 1 (I)、(II) 所示的疏水基底对应的圆孔里,得到疏水基底,避光保存;

(7) 把上述组合好的疏水基底与步骤(1)所得亲水通道用喷胶按照附图 3 所示的顺序依次粘贴到一起(图中黑色虚线指示亲水通道与疏水基底的垂直对应位点),组合好之后干

干燥避光保存,备用。

[0056] 实施例 4

将实施例 3 制得的微流控纸芯片用于检测水中亚硝酸盐浓度,包括以下步骤:

(1)用 NaNO_2 配制 1000mg/L 的亚硝酸盐溶液,然后分别稀释至 100mg/L、80mg/L、50mg/L、20mg/L、10mg/L、5mg/L、1mg/L、0.5mg/L、0mg/L。

[0057] (2)采用实施例 3 的三块检测装置,把九个进样口分别浸入九个浓度水样中,待测样在毛细作用的驱动下流到检测区,与显色剂完全反应。

[0058] (3)用扫描仪扫描显色结果,并用 Photoshop 软件分别读取不同显色区在 CMYK 色彩模式下的 M 值,最后把得到的数据导入 SigmaPlot 数据处理软件进行拟合,得到在一定浓度显色剂下显色强度随着亚硝酸盐浓度变化的曲线。

[0059]

上述实施例为本发明用于水中六价铬和亚硝酸盐浓度检测的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他基于比色分析的快速检测都包含在本发明的保护范围之内。

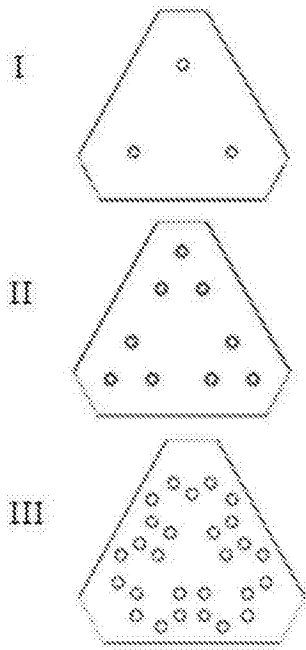


图 1

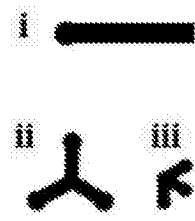


图 2

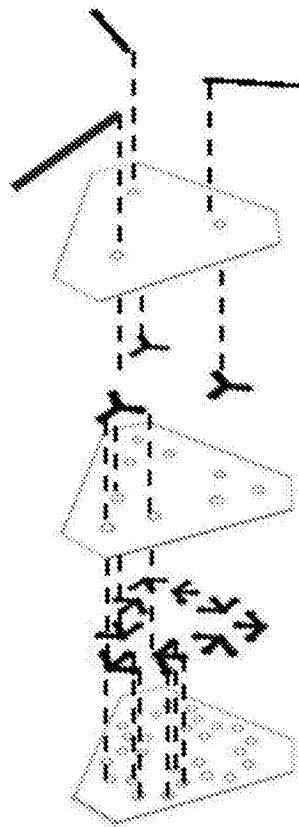


图 3

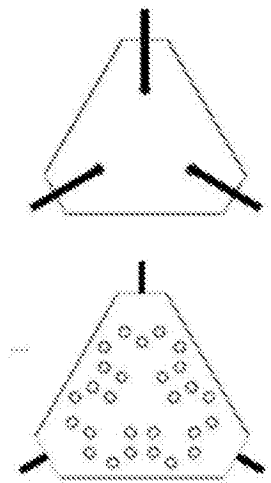


图 4

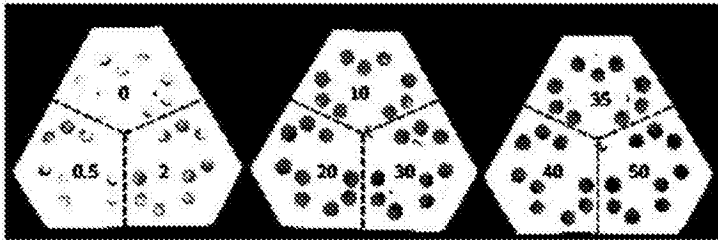


图 5

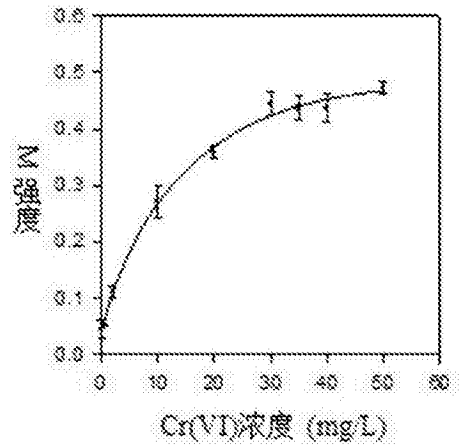


图 6

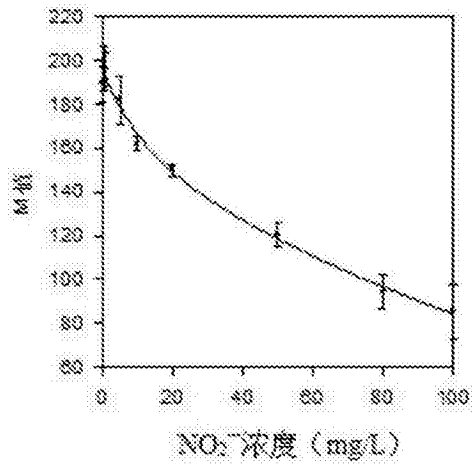


图 7