



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201707317 U

(45) 授权公告日 2011. 01. 12

(21) 申请号 201020129334. 6

(22) 申请日 2010. 03. 12

(73) 专利权人 中国科学院长春应用化学研究所  
地址 130022 吉林省长春市人民大街 5625 号

(72) 发明人 汪尔康 严吉林 杨秀荣 董绍俊  
周起设 刘继锋 曹卫东

(74) 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任  
公司 22001

代理人 马守忠

(51) Int. Cl.

G01N 27/447(2006. 01)

G01N 21/66(2006. 01)

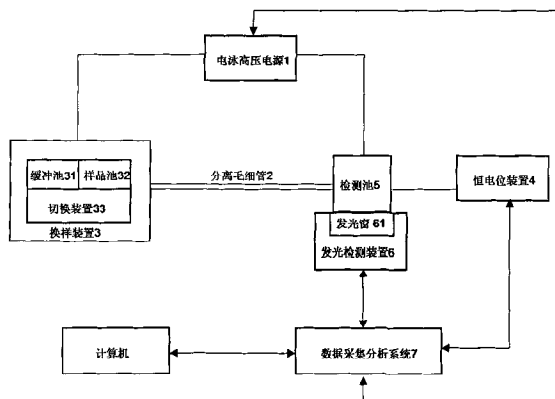
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

毛细管电泳电化学发光检测装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种毛细管电泳电化学发光检测装置,其由电泳高压电源、分离毛细管、换样装置、恒电位装置、检测池、发光检测装置、数据采集分析系统、计算机组成。通过计算机控制各部分按预设的次序工作,完成进样、电泳分离、电化学发光检测等一系列步骤,并对检测信号进行采集和记录。该装置操作简便,噪音低和灵敏度高,可以同时获得毛细管电泳分离信息、电化学信息以及电化学发光强度信息,可以实现对具有电化学发光活性的物质的快速分离及高灵敏度检测。本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置中电泳高压电源 1、恒电位装置 4、发光检测装置 6 亦可单独使用,分别用于独立的毛细管电泳、电化学检测和化学发光检测,实现一机多用。



1. 一种毛细管电泳电化学发光检测装置,其特征在于,毛细管电泳电化学发光检测装置由电泳高压电源(1)、分离毛细管(2)、换样装置(3)、恒电位装置(4)、检测池(5)、发光检测装置(6)、数据采集分析系统(7)和计算机组成;其中,换样装置(3)包括缓冲液池(31)和至少一个样品液池(32),并有一个切换装置(33),切换装置(33)根据样品进样或电泳分离检测,将分离毛细管(2)进样一端连同高压输出端在样品液池(32)和缓冲液池(31)之间切换连接;分离毛细管(2)另一端固定于检测池(5);电泳高压电源(1)经由样品液池(32)或缓冲液池(31)及检测池(5)将高压施加于分离毛细管(2)两端;检测池(5)为柱端电化学发光检测池、离柱电化学发光检测池或其它结构的毛细管电泳电化学发光检测池,其中包括由工作电极、参比电极及对电极组成的三电极体系,参比电极为Ag/AgCl电极,工作电极是铂或碳材料或是金,对电极是铂或是金电极,该三电极体系与恒电位装置(4)相连;恒电位装置(4)向所述的三电极体系提供预设的恒定电压,激发电化学发光试剂 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ ,采集电泳电流、恒电位仪电化学电流,所记录的电化学信号为毛细管电泳-电化学检测的谱图;发光窗(61)嵌于发光检测装置(6)上表面,检测池(5)置于发光窗(61)的正面上部;所述的发光窗(61)为圆形的石英玻璃,直径为5厘米,厚度为0.5厘米;检测池(5)中电化学发光试剂 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 受到激发产生的光信号经发光窗(61)到达发光检测装置(6);发光检测装置(6)检测,记录电化学发光信号,得到毛细管电泳-电化学发光检测的谱图;所述的发光检测装置(6)为光电转换器件,其为光电倍增管、电荷耦合器件检测器或光电二极管;上述采集的信号经数据采集分析系统(7)的模/数转换器转换成数字信号,传送至计算机生成相应的数据文件;计算机内存储有操作程序和用于检测的参数,并与高压电源(1)、恒电位装置(4)、发光检测装置(6)的控制端口和数据采集系统(7)分别连接进行控制并完成相应的数据采集、传输与分析;计算机为台式或便携式电脑。

## 毛细管电泳电化学发光检测装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及毛细管电泳电化学发光检测装置。

### 背景技术

[0002] 毛细管电泳是一种高效的分离方法,其分析对象涵盖从无机离子到生物大分子等广阔领域,且该方法具有快速、样品消耗量少(纳升级)、自动化程度高等特点,在基础科学研究和常规检测等方面都有着广泛的应用(Dolnik V., Liu S., Jovanovich St. Electrophoresis 2000, 21, 41-54)。毛细管电泳进样量少的特点使得与其匹配的检测方法必须具有很高的灵敏度。目前传统仪器在通过毛细管电泳分离后所使用的检测手段主要为紫外吸收法和荧光方法。紫外吸收法灵敏度较低,难以适应目前对痕量物质高灵敏度检测的要求;荧光方法特别是激光诱导荧光法灵敏度高,但绝大多数物质自身无荧光信号,需要进行衍生后再进行分析,操作流程复杂,使用和维护成本高(Swinney K., Bornhop D. J. Electrophoresis 2000, 21, 1239-1250)。

[0003] 电化学发光方法是最近发展起来的一种新型的分析方法,具有灵敏度高,选择性好,抗干扰的特点。目前,电化学发光方法应用最广泛的是三联吡啶钌( $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ )体系,其检测原理如下: $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 经工作电极被电化学氧化成一不稳定的氧化态 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{3+}$ ,该氧化态物质与被测物相互作用,在该过程中 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{3+}$ 被还原,形成激发态 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+*}$ ,该激发态立即回迁至基态 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ ,并释放出光子,此光信号的强度与被测物的浓度呈线性关系。 $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ 在电极和被测物的作用下循环参与反应,反复产生光子,因而在该过程中发光效率高,在实际应用中可以提供很高的检测灵敏度(Knight A. W. Trends Anal. Chem. 1999, 18, 47-62)。

[0004] 近年来,研究人员开始探索电化学发光方法在毛细管电泳中的应用(Forbes, G. A., Nieman, T. A., Sweedler, J. V., Anal. Chim. Acta 1997, 347, 289-293; Hendrickson, H. P., Anderson, P., Wang, X., Pittman, Z., Bobbitt, D. R., Microchem. J. 2000, 65, 189-195.),但是目前尚未提出一种结构明确的,可以将毛细管电泳的高效分离能力和电化学发光的高灵敏度检测能力结合在一起的检测装置。

### 发明内容

[0005] 本实用新型所要解决的问题是克服传统仪器检测灵敏度低、操作流程复杂以及维护成本高的缺点,将毛细管电泳的高效分离能力和电化学发光的高灵敏检测能力有机结合,进而提供一种毛细管电泳的电化学发光检测装置。

[0006] 一种毛细管电泳的电化学发光检测装置,其特征在于,毛细管电泳的电化学发光检测装置由电泳高压电源1、分离毛细管2、换样装置3、恒电位装置4、检测池5、发光检测装置6、数据采集分析系统7和计算机组成;

[0007] 其中,换样装置3包括缓冲液池31和至少一个样品液池32,并有一个切换装置33,切换装置33根据样品进样或电泳分离检测,将分离毛细管2进样一端连同高压输出端

在样品液池 32 和缓冲液池 31 之间切换连接；样品液池 32 中含有待分离检测样品和电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$  的缓冲溶液，缓冲液池 31 中含有缓冲溶液；分离毛细管 2 另一端固定于检测池 5；电泳高压电源 1 经由样品液池 32 或缓冲液池 31 及检测池 5 将高压施加于分离毛细管 2 两端；检测池 5 为柱端电化学发光检测池、离柱电化学发光检测池或其它结构的毛细管电泳电化学发光检测池，其中包括由工作电极、参比电极及对电极组成的三电极体系，参比电极为  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  电极，工作电极是铂或碳材料或是金，对电极是铂或是金电极，该三电极体系与恒电位装置 4 相连；恒电位装置 4 向所述的三电极体系提供预设的恒定电压，激发电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ ，采集电泳电流、恒电位仪电化学电流，所记录的电化学信号为毛细管电泳 - 电化学检测的谱图；发光窗 61 嵌于发光检测装置 6 上表面，检测池 5 置于发光窗 61 的正面上部；所述的发光窗 61 为圆形的石英玻璃，直径为 5 厘米，厚度为 0.5 厘米；检测池 5 中电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$  受到激发产生的光信号经发光窗 61 到达发光检测装置 6；发光检测装置 6 检测，记录电化学发光信号，即为毛细管电泳 - 电化学发光检测的谱图；所述的发光检测装置 6 为光电转换器件，其为光电倍增管、电荷耦合器件检测器或光电二极管；上述采集的信号经数据采集分析系统 7 的模 / 数转换器转换成数字信号，传送至计算机生成相应的数据文件；计算机内存储有操作程序和用于检测的参数，并与高压电源 1、恒电位装置 4、发光检测装置 6 的控制端口和数据采集系统 7 分别连接进行控制并完成相应的数据采集、传输与分析；计算机为台式或便携式电脑，其所使用的程序在 C++Builder 平台上开发，亦可使用其他工具开发。

[0008] 本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置的操作流程如下：

[0009] 在计算机上按操作程序，设置高压电源 1、恒电位装置 4、发光检测装置 6 的工作参数并运行；高压电源 1 将高压施加于检测池 5 及换样装置 3 中的样品液池 32 端，进行电动进样；完成之后暂停施加高压，操作换样装置 3 将毛细管进样端及高压输出端切换至缓冲液池 31，此时再于缓冲液池 31 和检测池 5 之间施加高压，进行电泳分离，同时运行恒电位装置 4 和发光检测装置 6，进行电化学发光的激发和光信号的检测，记录该发光信号，即为毛细管电泳 - 电化学发光检测的谱图；也可同时采集电泳电流、恒电位仪电化学电流，所记录的电化学信号为毛细管电泳 - 电化学检测的谱图。所采集的信号经数据采集分析系统 7 的模 / 数转换器转换成数字信号，传送至计算机，记录成相应的数据文件。

[0010] 有益效果：本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置，解决了传统仪器检测灵敏度低、操作流程复杂以及维护成本高的缺点，将毛细管电泳的高效分离能力和电化学发光的高灵敏检测能力有机结合，进而提供一种毛细管电泳电化学发光检测装置。该装置操作简便，噪音低和检测灵敏度高（毛细管电泳分离电化学发光检测贝母乙素的检测限为  $10^{-8}\text{mol/L}$ ），在使用过程中无需进行衍生，可实现对草酸、氨基酸、生物胺、胺类药物及生物大分子的毛细管电泳分离和电化学发光检测，而且在进行发光检测的同时能获得被测物的电化学信号。

[0011] 本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置中电泳高压电源 1、恒电位仪 4、发光检测装置 6 亦可单独使用，分别用于独立的毛细管电泳、电化学检测和化学发光检测，实现一机多用。

## 附图说明

[0012] 图 1 为本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置的结构示意图。

[0013] 图 2 为本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置的毛细管电泳-电化学发光同时检测两种临床药物普鲁卡因和利多卡因混合样的电泳谱图,两峰信号依次分别为 0.8mmol/L 的普鲁卡因和 0.4mmol/L 利多卡因。

## 具体实施方式

[0014] 实施例 1

[0015] 如图 1 所示,一种毛细管电泳的电化学发光检测装置,其特征在于,毛细管电泳的电化学发光检测装置由电泳高压电源 1、分离毛细管 2、换样装置 3、恒电位装置 4、检测池 5、发光检测装置 6、数据采集分析系统 7 和计算机组成;

[0016] 其中,换样装置 3 包括缓冲液池 31 和至少一个样品液池 32,并有一个切换装置 33,切换装置 33 根据样品进样或电泳分离检测,将分离毛细管 2 进样一端连同高压输出端在样品液池 32 和缓冲液池 31 之间切换连接;样品液池 32 中含有待分离检测样品和电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$  的缓冲溶液,缓冲液池 31 中含有缓冲溶液;分离毛细管 2 另一端固定于检测池 5;电泳高压电源 1 经由样品液池 32 或缓冲液池 31 及检测池 5 将高压施加于分离毛细管 2 两端;检测池 5 为柱端电化学发光检测池、离柱电化学发光检测池或其它结构的毛细管电泳电化学发光检测池,其中包括由工作电极、参比电极及对电极组成的三电极体系,参比电极为  $\text{Ag}/\text{AgCl}$  电极,工作电极是铂或碳材料或是金,对电极是铂或是金电极,该三电极体系与恒电位装置 4 相连;恒电位装置 4 向所述的三电极体系提供预设的恒定电压,激发电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$ ,采集电泳电流、恒电位仪电化学电流,所记录的电化学信号为毛细管电泳-电化学检测的谱图;发光窗 61 嵌于发光检测装置 6 上表面,检测池 5 置于发光窗 61 的正面上部;所述的发光窗 61 为圆形的石英玻璃,直径为 5 厘米,厚度为 0.5 厘米;检测池 5 中电化学发光试剂  $\text{Ru}(\text{bpy})_3^{2+}$  受到激发产生的光信号经发光窗 61 到达发光检测装置 6;发光检测装置 6 检测,记录电化学发光信号,即为毛细管电泳-电化学发光的谱图;所述的发光检测装置 6 为光电转换器件,其为光电倍增管、电荷耦合器件检测器或光电二极管;上述采集的信号经数据采集分析系统 7 的模/数转换器转换成数字信号,传送至计算机生成相应的数据文件;计算机内存储有操作程序和用于检测的参数,并与高压电源 1、恒电位装置 4、发光检测装置 6 的控制端口和数据采集系统 7 分别连接进行控制并完成相应的数据采集、传输与分析;计算机为台式或便携式电脑,其所使用的程序在 C++Builder 平台上开发,亦可使用其他工具开发。

[0017] 本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光装置中电泳高压电源 1、恒电位仪 4、发光检测装置 6 亦可单独使用,分别用于独立的毛细管电泳、电化学检测和化学发光检测,实现一机多用。

[0018] 本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置的操作流程如下:

[0019] 在计算机上按操作程序,设置高压电源 1、恒电位装置 4、发光检测装置 6 的工作参数并运行;高压电源 1 将高压施加于检测池 5 及换样装置 3 中的样品液池 32 端,进行电动进样;完成之后暂停施加高压,操作换样装置 3 将毛细管进样端及高压输出端切换至缓冲液池 31,此时再于缓冲液池 31 和检测池 5 之间施加高压,进行电泳分离,同时运行恒电位装

置 4 和发光检测装置 6, 进行电化学发光的激发和光信号的检测, 记录该发光信号, 即为毛细管电泳 - 电化学发光检测的谱图; 也可同时采集电泳电流、恒电位仪电化学电流, 所记录的电化学信号为毛细管电泳 - 电化学检测的谱图。所采集的信号经数据采集分析系统 7 的模 / 数转换器转换成数字信号, 传送至计算机, 记录成相应的数据文件。

[0020] 如图 2 所示, 本实用新型提供的毛细管电泳电化学发光检测装置的毛细管电泳 - 电化学发光同时检测的两种临床药物普鲁卡因和利多卡因混合样的电泳谱图, 两峰信号依次分别为 0.8mmol/L 普鲁卡因和 0.4mmol/L 利多卡因。实验条件为: 50cm 长 25 微米内径石英毛细管, 缓冲液为 10mmol/L 的磷酸盐 (pH = 7.5), 施加 12kV 高压 10 秒钟电动进样, 分离高压 15kV, 检测池中为三联吡啶钌 2mmol/L, 磷酸盐 80mmol/L (pH = 7.5) 恒电位仪输出电位 1.2V, 发光检测器为光电倍增管, 工作时施加负高压 800V。

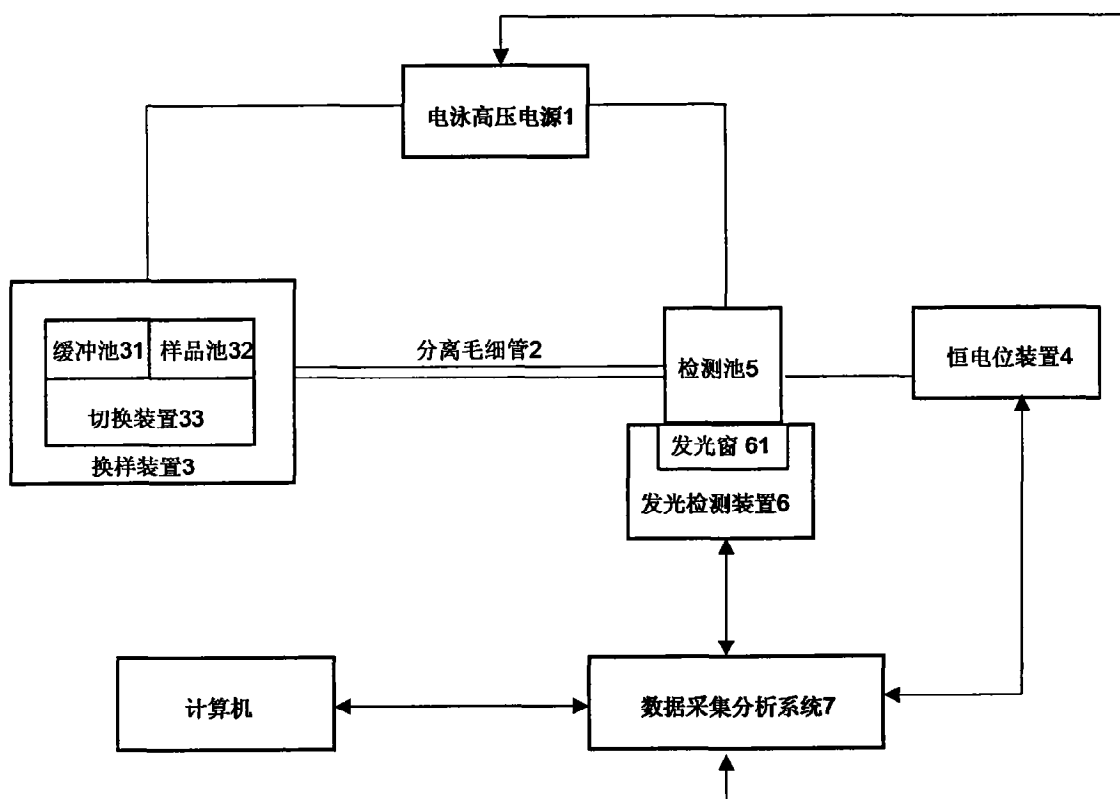


图 1

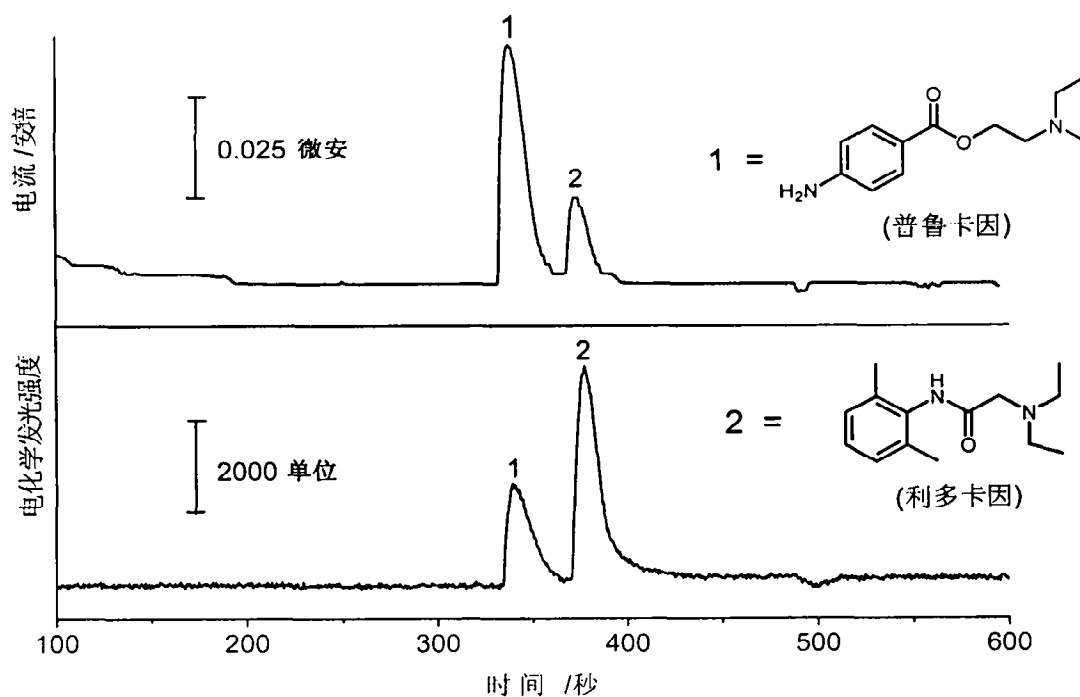


图 2