



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109364357 A

(43)申请公布日 2019. 02. 22

(21)申请号 201811350915.X

(22)申请日 2018.11.14

(71)申请人 浙江理工大学

地址 310000 浙江省杭州市经济技术开发区  
白杨街道2号大街928号

(72)发明人 程琳 张丽滢 冯守浙 钱昊  
刘爱萍

(74)专利代理机构 南京正联知识产权代理有限公司 32243

代理人 顾伯兴

(51)Int.Cl.

A61M 31/00(2006.01)

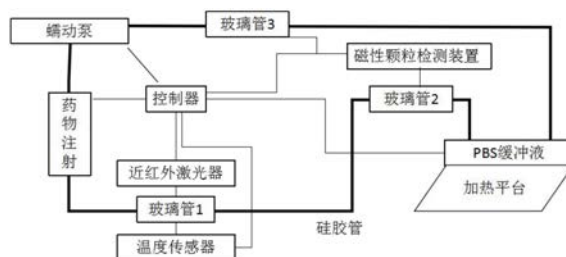
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置及其控制方法

## (57)摘要

本发明涉及一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,包括蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器、外磁体以及控制器,还包括透明管和磁性颗粒检测装置;其中蠕动泵经通管依次与透明管、PBS缓冲装置连接并形成封闭循环管道;所述控制器与蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器以及磁性颗粒检测装置连接,以控制相应部件的工作;所述近红外激光器,提供激发光源,对其中一段透明管进行照射;控制器控制磁性颗粒检测装置的间断工作,所述磁性颗粒检测装置置于另一透明管处。本发明控制方法简单,且高效,通过磁性颗粒检测装置的间断工作可确保全部靶向药物到达预定位置,保证模拟治疗精确度,且采用光热治疗双效作用。



1. 一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,包括蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器、外磁体以及控制器,其特征在于:还包括透明管和磁性颗粒检测装置;其中蠕动泵经通管依次与透明管、PBS缓冲装置连接并形成封闭循环管道;所述控制器与蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器以及磁性颗粒检测装置连接,以控制相应部件的工作;所述近红外激光器,提供激发光源,对其中一段透明管进行照射;所述外磁体置于所述一段透明管处;所述温度传感器连接所述一段透明管,检测温度变化;控制器控制磁性颗粒检测装置的间断工作,所述磁性颗粒检测装置置于另一透明管处。

2. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述通管为硅胶管,且硅胶管穿过蠕动泵,所述透明管为玻璃管。

3. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述PBS缓冲装置包括PBS缓冲容器和加热平台。

4. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述磁性颗粒检测装置包括线圈和磁场传感器。

5. 如权利要求书2所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述蠕动泵转速可调,从而控制硅胶管中液体流动速率,模拟人体体液速率。

6. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述透明管为两个或两个以上,可模拟多个位点,且通过通管连接,通管接口嵌入透明管中。

7. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述PBS缓冲装置可根据各种模拟生物体环境需要,调节不同的PH值。

8. 如权利要求书1所述的一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置,其特征在于,所述温度传感器输出端连接其中一段透明管上,输出端实时显示温度。

9. 一种如权利要求1-8任一项所述的自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置的控制方法,其特征在于包括以下步骤:(1) 配制磁性颗粒靶向药物;(2) 将所述靶向药物注射到所述通道内,关闭药物注射口;(3) 所述控制器根据预设温度控制所述PBS缓冲装置,进行加热;(4) 当加热到温度一时,所述控制器根据预设流速控制所述蠕动泵启动;(5) 当所述PBS缓冲装置达到预设温度时,所述控制器控制外部磁体,置于所述一段透明管附近,所述药物中的磁性颗粒由于外磁体的存在,会吸附在所述一段透明管壁上;(6) 当吸附一定时间之后,所述控制器根据预设时间间隔,启动所述磁性颗粒检测装置;(7) 根据所述控制器中显示的磁性颗粒检测装置反馈值,判断通管内是否还有残留磁性颗粒,如是,继续进行上述步骤(5)和(6);如否,所述控制器则控制近红外激光器启动,利用选定的近红外光进行光热治疗效果模拟,从而实现磁靶向与光热共同治疗的模拟。

## 一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置及其控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械领域，具体涉及一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置及其控制方法。

### 背景技术

[0002] 随着社会的发展，人们生活水平不断提高，对健康多关注也越来越多。而现今各式各样的疾病不断出现，尤其是癌症的出现，严重威胁人类的生命安全。迄今为止，治疗癌症最有效的方法有4种，即化学药物治疗、放射疗法、外科手术疗法和免疫疗法。然而，上述方法均有一定的缺陷，如化学药物治疗不能很好定位，放射疗法对身体机能会有损伤，外科手术疗法需求较高技术且会造成身体机能缺失等缺点，因此寻求定位好、损伤小的方法一直是众多研究者的研究热点。

[0003] 近年来，随着纳米技术的发展，尤其是纳米磁性材料的发展，为物质定位提供了较好的一种方法，如出现的磁性靶向定位等技术，即将药物靶向运输到病灶部位，进而缓慢释放药物，显著提高药物的利用率、安全性和有效性，与此同时降低药物的毒副作用，更积极主动地发挥药物的治疗作用。被研究者们认为是一种有效进行药物定位，减少损伤等的一种方法。然而上述技术大多需要进行活体实验，而生物体内组织较为复杂，直接用活体实验，影响因素较多，会造成资源浪费，因此现如今出现一些体外模拟装置，然而，现有技术较为简陋，不精确，磁性颗粒不能精确检测，且不可控，造成模拟实验不能很好地匹配活体实验，进而不会起到模拟实验的效果，还会造成资源浪费。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题，本发明提供一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置及其控制方法，可精确控制，且定位准确。本发明提供的技术方案为：一种自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置，包括蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器、外磁体以及控制器，还包括透明管和磁性颗粒检测装置；其中蠕动泵经通管依次与透明管、PBS缓冲装置连接并形成封闭循环管道；所述控制器与蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器以及磁性颗粒检测装置连接，以控制相应部件的工作；所述近红外激光器，提供激发光源，对其中一段透明管进行照射；所述外磁体置于所述一段透明管处；所述温度传感器连接所述一段透明管，检测温度变化；控制器控制磁性颗粒检测装置的间断工作，所述磁性颗粒检测装置置于另一透明管处。

[0005] 进一步地，所述通管为硅胶管，且硅胶管穿过蠕动泵，所述透明管为玻璃管。具体地，所述硅胶管也可透明状便于观测液体性状如颜色等的变化，以及针对磁靶向模拟时材料的吸附效果的展示。口径的选择，使蠕动泵所带动的流速适中，更好模拟循环及靶向效果展示。

[0006] 进一步地，所述PBS缓冲装置包括PBS缓冲容器和加热平台。

[0007] 进一步地,所述磁性颗粒检测装置包括线圈和磁场传感器。

[0008] 进一步地,所述蠕动泵,可自由调控转速从而控制硅胶管中液体流动速率,模拟人体体液速率。

[0009] 进一步地,所述透明管为两个或两个以上,可模拟多个位点,且通过硅胶管连接,硅胶管接口嵌入透明管中,达到良好密封效果,且靶向位置材料吸附明显可见,两段分别置于蠕动泵开口两侧。

[0010] 进一步地,所述PBS缓冲装置可以根据各种模拟生物体环境需要,调节不同的PH。具体地,PBS缓冲液的PH值等可根据例如人体正常血液PH值7.5进行配置,也可根据癌细胞所在部位PH值5-6进行配置,从而达到根据不同情况下PH值不同的体外循环模拟。

[0011] 进一步地,温度传感器输出端接在其中一段透明管上,输出端可以直接实时显示温度的变化。

[0012] 进一步地,近红外光器,激光波长及功率可控,优选可发射出 $3.0\text{W}/\text{cm}^2$ - $7.0\text{W}/\text{cm}^2$ ,波长为700nm-1200nm的近红外光。更优选地,此处选择 $5.2\text{W}/\text{cm}^2$ ,波长为808nm的近红外光。

[0013] 一种上述自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置的控制方法,其特征在于包括以下步骤:(1)配制磁性颗粒靶向药物;(2)将所述靶向药物注射到所述通道内,关闭药物注射口;(3)所述控制器根据预设温度控制所述PBS缓冲装置,进行加热;(4)当加热到温度一时,所述控制器根据预设流速控制所述蠕动泵启动;(5)当所述PBS缓冲装置达到预设温度时,所述控制器控制外部磁体,置于所述一段透明管附近,所述药物中的磁性颗粒由于外磁体的存在,会吸附在所述一段透明管壁上;(6)当吸附一定时间之后,所述控制器根据预设时间间隔,启动所述磁性颗粒检测装置;(7)根据所述控制器中显示的磁性颗粒检测装置反馈值,判断通管内是否还有残留磁性颗粒,如是,继续进行上述步骤(5)和(6);如否,所述控制器则控制近红外激光器启动,利用选定的近红外光进行光热治疗效果的模拟,从而实现磁靶向与光热共同治疗的模拟。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0015] 1.通过磁性颗粒检测装置的间断工作,可有效检测硅胶管内的磁性颗粒残留数量,以精确控制带磁性颗粒的靶向药物全部聚集在定位点,保证药物定位的精确性,提高模拟精度,减少药物对其他部位的影响。

[0016] 2.装置可同时实现模拟靶向定位和光热治疗,并能适应不同纳米药物载体以及不同状态下的模拟和观测。

[0017] 3.经控制器精确控制温度,可适应不同温度的环境的模拟,更为自动化,人为影响较小,更精确。

## 附图说明

[0018] 附图1为自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置整体控制示意图。

[0019] 附图2为自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置具体结构示意图。

## 具体实施方式

[0020] 为便于理解,现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。附图为简化的示意图,仅以示意方式说明本发明的基本结构,因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0021] 如图1所述,自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置主要包括蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器、控制器以及磁性颗粒检测装置,其中控制器分别控制各部件的工作。

[0022] 图2为自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置具体结构示意图,如图2所示,自动控制模拟生物体循环的磁靶向治疗装置包括蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器以及控制器,还包括多个玻璃管和磁性颗粒检测装置;其中蠕动泵经硅胶管依次与玻璃管1、玻璃管2、PBS缓冲装置以及玻璃管3,再经硅胶管连接蠕动泵,形成封闭循环管道,还设有药物注射口。所述控制器与蠕动泵、PBS缓冲装置、温度传感器、近红外激光器以及磁性颗粒检测装置连接,以控制相应部件的工作。

[0023] 其中所述蠕动泵,可自由调控转速从而控制硅胶管中液体流动速率,模拟人体体液速率。硅胶管穿过蠕动泵,所述硅胶管也可透明状便于观测液体性状如颜色等的变化,以及针对磁靶向模拟时材料的吸附效果的展示。口径的选择,使蠕动泵所带动的流速适中,更好模拟循环及靶向效果展示。所述PBS缓冲装置包括PBS缓冲容器和加热平台,所述PBS缓冲装置可以根据各种模拟生物体环境需要,调节不同的PH。具体地,PBS缓冲液的PH值等可根据例如人体正常血液PH值7.5进行配置,也可根据癌细胞所在部位PH值5-6进行配置,从而达到根据不同情况下PH值不同的体外循环模拟;其中硅胶管插入PBS缓冲容器中,加热平台经控制器可控加热。温度传感器输出端接在其中玻璃管1上,输出端可以直接实时显示温度的变化。近红外激光器,激光波长及功率可控,优选可发射出 $3.0\text{W}/\text{cm}^2$ - $7.0\text{W}/\text{cm}^2$ ,波长为700nm-1200nm的近红外光。更优选地,此处选择 $5.2\text{W}/\text{cm}^2$ ,波长为808nm的近红外光。

[0024] 所述玻璃管为两个或两个以上,可模拟多个位点,如图2所示玻璃管包括3个,即玻璃管1、玻璃管2和玻璃管3,且通过硅胶管连接,硅胶管接口嵌入玻璃管中,达到良好密封效果,且靶向位置材料吸附明显可见,两段分别置于蠕动泵开口两侧,玻璃管1和玻璃管3为两个药物模拟定位点,玻璃管2处设置有磁性颗粒检测装置,磁性颗粒检测装置包括线圈和磁场传感器。当控制器控制磁性颗粒检测装置间隔工作时,如果在硅胶管内有带有磁性颗粒的靶向药物时,磁场传感器会探测出磁场变化,进而与控制器内预设磁场变化范围进行比较,进而确定靶向药物并未完全定位至药物模拟定位点,需要进行外磁铁置于定位点进行定位,当检测到的磁场变化数值达到预设范围内时,控制器会提示,靶向药物已完全定位至药物模拟定位点。通过磁性颗粒检测装置的间断工作,可有效检测硅胶管内的磁性颗粒残留数量,以精确控制带磁性颗粒的靶向药物全部聚集在定位点,保证药物定位的精确性,提高模拟精度,减少药物对其他部位的影响。此外由于磁性颗粒检测装置设置在玻璃管2处,前期还可通过肉眼观察玻璃管2处是否有黑色磁性颗粒的聚集,来判断硅胶管内是否有磁性颗粒残留,当肉眼观察不到时或设定一定时间后,再启动磁场传感器,进行精确探测,节省时间以及减少设备应用,提高其应用寿命。

[0025] 上述装置的具体工作过程为:(1) 配制磁性颗粒靶向药物,磁性颗粒旋转尺寸为200nm左右的 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$ 纳米材料或300nm左右的 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PPy}/\text{Au}$ 纳米材料;(2) 将所述靶向药物注射到所述通道内,关闭药物注射口;(3) 所述控制器根据预设温度控制所述PBS缓冲装置,进行加热;(4) 当加热到温度一时,所述控制器根据预设流速控制所述蠕动泵启动;(5) 当所述PBS缓冲装置达到预设温度时,所述控制器控制外磁体,置于所述一段透明管附近,所述药物中的磁性颗粒由于外部磁体的存在,会吸附在所述一段透明管壁上,在透明玻璃管1处

产生黑色颗粒聚集；(6) 当吸附一定时间之后，所述控制器根据预设时间间隔，启动所述磁性颗粒检测装置；(7) 根据所述控制器中显示的磁性颗粒检测装置反馈值，判断通管内是否还有残留磁性颗粒，如是，继续进行上述步骤 (5) 和 (6)；如否，所述控制器则控制近红外激光器启动，利用选定的近红外光进行光热治疗效果的模拟，从而实现磁靶向与光热共同治疗的模拟。将磁靶向定位的纳米材料进行光热治疗模拟，对靶向位点即黑色颗粒聚集的位置进行 808nm 的近红外光照射，从温度传感器上的读数装置可以直接实时的读出靶向位点由于近红外光的照射，具有光热效果的纳米材料会迅速升温，读数显示为 45℃，因为在体外模拟装置中实现了磁靶向光热治疗的模拟效果，因而该纳米材料可以作为磁靶向药物载体材料进一步的应用于生物医学的研究。

[0026] 本发明的装置及方法，通过设置控制器控制，磁性颗粒检测装置的间断工作，可有效检测硅胶管内的磁性颗粒残留数量，以精确控制带磁性颗粒的靶向药物全部聚集在定位点，保证药物定位的精确性，提高模拟精度，减少药物对其他部位的影响。此外，装置可同时实现模拟靶向定位和光热治疗，并能适应不同纳米药物载体以及不同状态下的模拟和观测。且经控制器精确控制温度，可适应不同温度的环境的模拟，更为自动化，人为影响较小，更精确。

[0027] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制。任何熟悉本领域的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

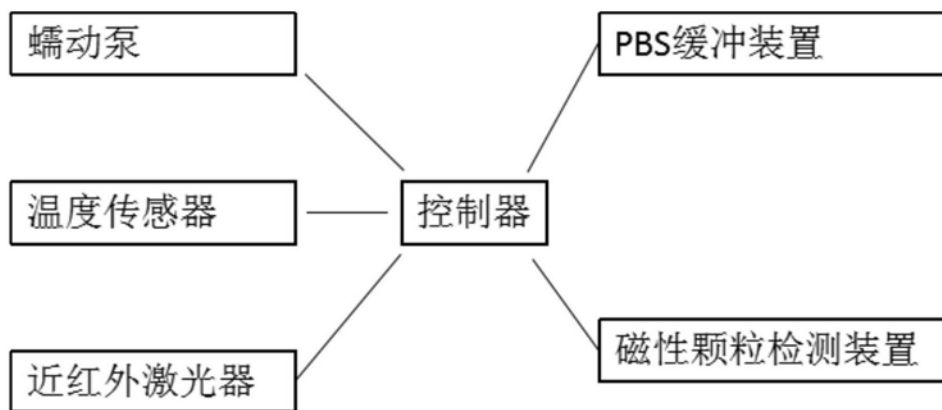


图1

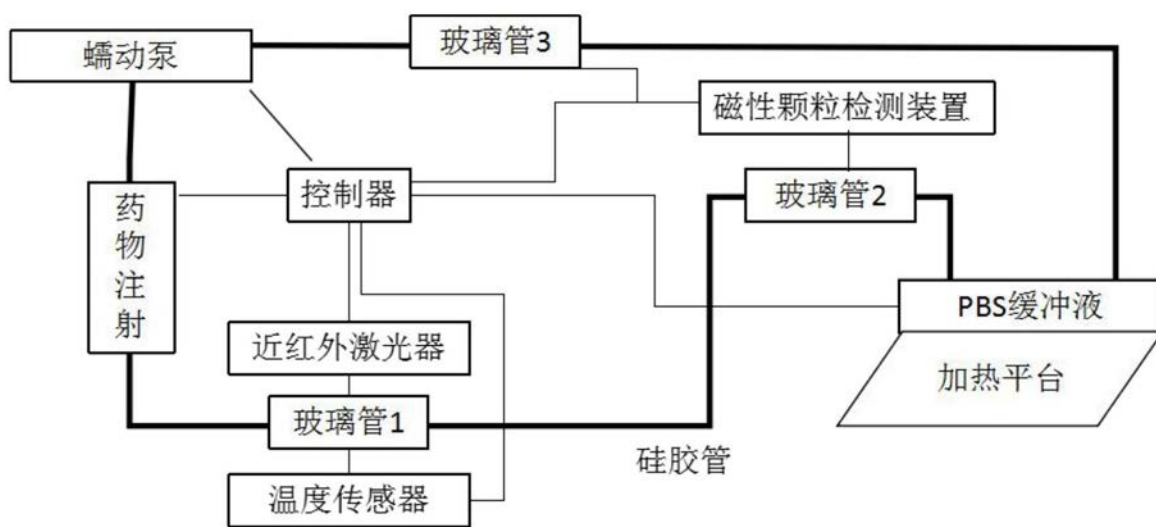


图2