



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102749415 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201110101083. X

(22) 申请日 2011. 04. 21

(73) 专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72) 发明人 张大鹏 郭冬敏

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51) Int. Cl.

G01N 33/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101657710 A, 2010. 02. 24,

CN 2342770 Y, 1999. 10. 13,

路德纪. 《肺癌呼吸诊断电子鼻仪器设计》. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2008, (第 9 期),

杨建华等. 《基于集成气体传感器阵列的电子鼻系统》. 《传感器技术》. 2003, 第 22 卷 (第 8 期),

审查员 袁丽

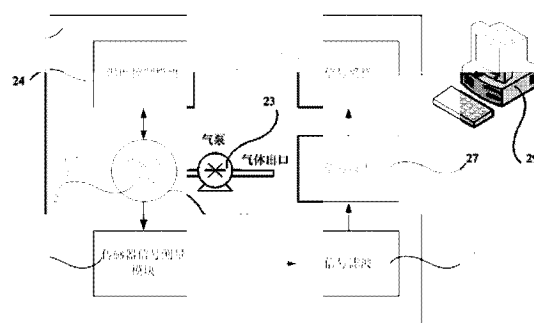
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种呼气分析装置和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种呼气分析装置和方法, 呼气分析装置包括呼气单元、化学传感器单元、信号传输单元和评价单元, 所述呼气单元包括用于将呼气排入所述化学传感器单元中的呼气进样装置; 所述化学传感器单元包括设有由至少一个化学传感器构成的化学传感器阵列的化学传感器室和用于测量呼气和化学传感器阵列之间的相互作用的传感器测量装置; 所述信号传输单元将所述传感器测量装置输出的信号传输到所述评价单元; 所述评价单元从所述信号传输单元接收信号并作出评价。所述呼气分析方法利用上述呼气分析装置完成。本发明的装置成本低廉、准确度高, 得到的数据具有可比性, 适于推广应用。



1. 一种呼气分析装置,其特征在于,所述呼气分析装置包括呼气单元、化学传感器单元、信号传输单元和评价单元,

所述呼气单元包括用于将呼气排入所述化学传感器单元中的呼气进样装置,所述呼气进样装置包括第一底座、设置在所述第一底座上面的导轨、可滑动地设置在所述导轨上的活动挡板和固定地设置在所述导轨一端的固定挡板,所述固定挡板上设有连接管能够穿过的开口;

所述化学传感器单元包括设有由至少一个化学传感器构成的化学传感器阵列的化学传感器室和用于测量呼气和化学传感器阵列之间的相互作用的传感器测量装置,所述化学传感器室的形状为球形或椭圆球形,所述化学传感器室的侧壁上设有用于固定化学传感器的第二底座,所述化学传感器包括位于化学传感器室的内侧、与被分析的呼气接触的顶部和固定在所述第二底座中的尾部;

所述信号传输单元将所述传感器测量装置输出的信号传输到所述评价单元,所述信号传输单元包括用于移除传感器信号中的高频部分的滤波器、用于将过滤后的传感器信号放大的信号放大器、以及用于在取样频率处对传感器信号进行采样的 A/D 转换器;

所述评价单元从所述信号传输单元接收信号并作出评价。

2. 根据权利要求 1 所述的呼气分析装置,其特征在于,所述呼气单元还包括呼气采集装置,所述呼气采集装置包括分别通过连接管相连通的气体采样袋、用于除去呼气中的水蒸汽的干燥盒和吹嘴。

3. 根据权利要求 1 所述的呼气分析装置,其特征在于,所述呼气单元还包括呼气采集装置,所述呼气采集装置包括分别通过连接管相连通的气体采样袋、抽气泵和送气口。

4. 根据权利要求 1 所述的呼气分析装置,其特征在于,所述化学传感器单元还包括用于控制化学传感器的工作温度的温度控制装置。

5. 根据权利要求 1 所述的呼气分析装置,其特征在于,所述评价单元还包括用于预先存储的呼气数据的数据存储部。

6. 一种呼气分析方法,其特征在于,使用如权利要求 1~5 中任意一项所述的呼气分析装置,所述呼气分析方法包括:

呼气采集步骤,用于采集呼气;

测量步骤,用于测量化学传感器阵列和呼气之间的动态响应并输出信号;

评价步骤,用于接收信号并作出评价。

7. 根据权利要求 6 所述的呼气分析方法,其特征在于,所述评价步骤包括:

接收信号;

从接收的信号中提取特征;

将从接收的信号中提取的特征与从已知数据的信号中提取的特征作比较;

根据上一步骤给出评价。

一种呼气分析装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学检测领域,尤其涉及一种呼气分析装置和方法。

背景技术

[0002] 近年来,呼气分析在医学和临床病理学中的应用受到人们越来越多的关注。呼气测量在疾病诊断和监控治疗中均有巨大的潜力。与验血及尿检等其他传统方法相比,呼气分析是非侵入性的、实时的,并且对对象和采集样品的人员的伤害最小。

[0003] 已有报道指出,呼出的一氧化氮、氢气、氦气、一氧化碳、硫化物和如丙酮、戊烷等一些挥发性有机化合物与人们的健康状态相关,并可以作为一些疾病的医学生物特征。例如,一氧化氮主要在支气管系统中产生,其可被测量以检测哮喘或其他以呼吸道炎症为特征的疾病;在囊性纤维化病急性呼吸加重期的患者呼气中异戊二烯的含量要低于正常人呼气中的含量;精神分裂症患者呼气中的戊烷和二硫化碳含量较高;糖尿病患者呼气中的丙酮含量比正常人的高;肾病患者呼气中的氨含量大大提高。

[0004] 在过去几十年中,许多常规装置用于分析人呼气的成份,例如气相色谱 (GC) 仪和电子鼻 (electronic nose)。GC 可以提供高精度的测量,但是成本高、耗时且不利于使用。与 GC 相比,电子鼻是更简单的方法,具有成本低、快速和易于操作的优点。然而,当利用电子鼻采集气味数据时,不同的研究者遵从不同的采样标准,因此他们采集的数据在很多属性上存在差异,例如数据的维数,通气时间,和采样频率,从而各个研究者采集的数据不具有可比性,无法与他人共享。另外,电子鼻是一种通用的气体分析装置,其传感器阵列在设计上满足了广泛的要求,例如用于咖啡,酒,醋等的检测,而这种广泛性,削弱了其在呼气检测中的优势,导致其在呼气检测中的准确度不够高。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术中 GC 成本高及电子鼻准确度差的缺陷,在分析呼气中的成份以及可以表征疾病的气体成份的基础上,专门选择对这些成份敏感的化学传感器,提供一种成本低且同时具有高准确度的呼气分析装置。

[0006] 本发明进一步要解决的技术问题在于,还提供一种呼气分析方法。

[0007] 为达成上述目的,依据本发明,提供一种呼气分析装置,所述呼气分析装置包括呼气单元、化学传感器单元、信号传输单元和评价单元,

[0008] 所述呼气单元包括用于将呼气排入所述化学传感器单元中的呼气进样装置;

[0009] 所述化学传感器单元包括设有由多个化学传感器构成的化学传感器阵列的化学传感器室和用于测量呼气和化学传感器阵列之间的相互作用的传感器测量装置;

[0010] 所述信号传输单元将所述传感器测量装置输出的信号传输到所述评价单元;

[0011] 所述评价单元从所述信号传输单元接收信号并作出评价。

[0012] 本发明所述的呼气分析装置,其中,所述呼气单元还包括呼气采集装置,所述呼气采集装置包括分别通过连接管相连通的气体采样袋、用于除去呼气中的水蒸汽的干燥盒和

吹嘴；或者，所述呼气采集装置包括分别通过连接管相连通的气体采样袋、抽气泵和送气口。

[0013] 本发明所述的呼气分析装置，其中，所述呼气进样装置包括底座、设置在底座上面的导轨、可滑动地设置在导轨上的活动挡板和固定地设置在导轨一端的固定挡板，所述挡板上设有连接管能够穿过的开口。

[0014] 本发明所述的呼气分析装置，其中，所述化学传感器室的形状为球形或椭圆形。

[0015] 本发明所述的呼气分析装置，其中，所述化学传感器单元还包括用于控制化学传感器的工作温度的温度控制装置。

[0016] 本发明所述的呼气分析装置，其中，所述评价单元还包括用于预先存储的呼气数据的数据存储部。

[0017] 为达成上述目的，依据本发明，还提供一种呼气分析方法，所述呼气分析方法包括：

[0018] 呼气采集步骤，用于采集呼气；

[0019] 测量步骤，用于测量化学传感器阵列和呼气之间的动态响应并输出信号；

[0020] 评价步骤，用于接收信号并作出评价。

[0021] 本发明所述的呼气分析方法，优选地，所述评价步骤包括：

[0022] 接收信号；

[0023] 从接收的信号中提取特征；

[0024] 将从接收的信号中提取的特征与从已知数据的信号中提取的特征作比较；

[0025] 根据上一步骤给出评价。

[0026] 本发明的呼气分析装置利用价格低廉的化学传感器检测呼气中的成份，一方面，与气相色谱相比显著降低了成本，另一方面，由于本发明特别选择用于呼气分析的化学传感器，与现有技术中的电鼻子系统相比，本发明的呼气分析装置对呼气中的成份具有更好的响应，从而具有更高的准确度。

[0027] 本发明的呼气分析装置将化学传感器的形状设置为球形或椭圆形，而现有技术的商用电鼻子系统中的传感器室的形状为方形，根据实验结果可知，在将传感器室内的呼气排出时，呼气会在方形室的角落处留有明显的残留量而难以完全排出；然而，对于球形或椭圆形的传感器室而言，呼气难以在传感器室中停留，从而可以在很短的时间内排空整个传感器室。

[0028] 本发明的呼气分析装置含有两种不同的呼气采集装置，呼气采集的对象可根据不同的情况选用，以分别收集来自呼吸道的呼气或者来自肺中的呼气。

[0029] 本发明的呼气分析装置还包括呼气进样装置，进行速度可利用程序进行控制，以实现自动进样。利用该呼气进样装置可以保证所有的呼气数据均在同一标准下进行采集，从而得到可相互比较的标准数据。

[0030] 本发明的呼气分析装置可以作为医生的辅助性诊断工具，也可作为家用的健康检查仪，同时也可用于科学研究，作为呼吸气体分析的工具。

附图说明

[0031] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

- [0032] 图 1 是本发明的呼气分析方法的流程图；
- [0033] 图 2 是本发明的呼气分析装置的较佳实施例的概略框图；
- [0034] 图 3 是化学传感器室的截面示意图；
- [0035] 图 4 是依据本发明一实施例的呼气采集装置的概略示意图；
- [0036] 图 5 是依据本发明另一实施例的呼气采集装置的概略示意图；
- [0037] 图 6 是依据本发明一实施例的呼气进样装置的概略示意图；
- [0038] 图 7 示出典型的响应曲线；
- [0039] 图 8a 示出化学传感器对健康人呼气的典型响应图；
- [0040] 图 8b 示出化学传感器对糖尿病患者呼气的典型响应图；
- [0041] 图 8c 示出化学传感器对肾病患者呼气的典型响应图；
- [0042] 图 8d 示出化学传感器对呼吸道发炎患者呼气的典型响应图。

具体实施方式

[0043] 图 1 是本发明的呼气分析方法的流程图，图 2 是本发明的呼气分析装置的较佳实施例的概略框图，图 3 是化学传感器室的截面示意图，图 4 是依据本发明一实施例的呼气采集装置的概略示意图，图 5 是依据本发明另一实施例的呼气采集装置的概略示意图，图 6 是依据本发明一实施例的呼气进样装置的概略示意图。

[0044] 本发明的呼气分析装置包括呼气单元、化学传感器单元、信号传输单元和评价单元。呼气单元包括呼气进样装置 60（参见图 6）和呼气出样装置 23（参见图 2），呼气进样装置将采集的呼气排入化学传感器单元的化学传感器室 22（参见图 2），以利用化学传感器阵列 21 对呼气进行分析，由至少一个化学传感器构成化学传感器阵列 21。呼气出样装置将呼气从化学传感单元的化学传感器室 22 中排出，以便对新的呼气样品进行分析。

[0045] 图 6 示出了呼气进样装置 60 的一个实施例，如图所示，呼气进样装置 60 包括固定挡板 61、活动挡板 62、底座 63 和导轨 64。导轨 64 位于底座 64 上方，固定挡板 61 固定在导轨 64 的一端，活动挡板 62 可以在导轨 64 上滑动。另外，固定挡板 61 上设有开口、狭槽或孔（图 6 中为狭槽），以方便气体采样袋上的连接管穿过。活动挡板 62 可以通过例如电动马达驱动，以同一速度移动。在将气体采样袋中的呼气进样到化学传感器室 22 中时，将气体采样袋 41 放在固定挡板 61 和活动挡板 62 之间，并将气体采样袋 41 的连接管从固定挡板 61 上的狭槽中伸出，与化学传感器室 22 的进口连通。然后，活动挡板 62 从图中的 A 处朝着 B 移动，呼气采集袋中的呼气被排出到化学传感器单元的化学传感器室 22 中。由于使用的气体采样袋的大小、厚度相同，并且活动挡板 62 的移动速度是固定的，每次的呼气进样时的进样速度和进样时间均保持不变，由此保证了所有的呼气样本以相同的方式进样。相应地，由于所有采样的呼气的收集均采用相同的标准，保证了得到的数据之间具有可比性。

[0046] 呼气出样单元 23 用于在呼气分析结束后，将化学传感器室 22 中的呼气排空。如图 2 所示，呼气出样单元 23 可以是例如泵，以将呼气从化学传感器室 22 抽出来。

[0047] 另外，呼气单元还可以包括呼气采集装置。图 4 及图 5 分别示出了呼气采集装置的两个实施例 40 和 50。如图 4 所示，呼气采集装置 40 包括气体采样袋 41、用于除去呼气中的水蒸汽的干燥盒 42 和吹嘴 43，三者分别通过气密性的连接管相连。气体采样袋 41 是

例如 600ml 的泰德拉 (Tedlar) 气体采样袋,干燥盒 42 具有气密性,内部放置一次性吸湿材料,用于吸收呼气中所含的水蒸汽,吹嘴 43 是一次性吹嘴。对于患有与血液和呼气之间交换有关的一些疾病的病人而言,他们可利用该呼气采集装置 40 收集呼气。收集时,首先深呼吸,然后将呼气用力吹到气体采样袋 41 中。

[0048] 呼气采集装置 50 如图 5 所示,其与呼气采集装置 40 的不同之处在于,用泵 51 代替了用于除去呼气中的水蒸汽的干燥盒 42。泵 51 用于从病人的口中将呼气抽出到气体采样袋 41 中。当特征气体存在于呼吸道或者口腔中时,例如呼吸道感染,哮喘和肾病,需要用图 5 所示的呼吸气体采集装置 50 采集患者的呼气。此时患者不需要呼气,仅需要对准一次性吹嘴张开嘴巴,泵 51 会自动将患者口腔中的气体抽进气体采样袋中。

[0049] 化学传感器单元包括化学传感器室 22 和传感器测量装置 25,该化学传感器室 22 中设置有由至少一个化学传感器构成的化学传感器阵列 21 (参见图 3),呼气在化学传感器室 22 中与呼气相互作用。传感器测量装置 25 则用于测量化学传感器室 22 中化学传感器阵列 21 与呼气之间相互作用的动态响应,并发送信号至评价单元 29。

[0050] 化学传感器室 22 的形状设置为球形或椭圆球形等形状,从而使化学传感器室的整个内表面都呈现出流线形,而不是方形的那样,具有非常明显的角落,易于使气体滞留在其中。图 3 示出了化学传感器室 22 的一实施例,其为球形,包括进口 34 和出口 35。在化学传感器室 22 的侧壁上设有用于固定化学传感器的底座 32,另外,在化学传感器室 22 的内壁上还涂敷有泰弗龙 (Teflon) 材料,以保证化学传感器室 22 耐高温并且不与被分析物发生化学反应。

[0051] 另外,化学传感器单元还可以包括用于控制化学传感器的工作温度的温度控制装置 24。温度控制装置 24 保证化学传感器在稳定的温度下工作。

[0052] 化学传感器包括位于化学传感器室 22 的内侧、与被分析的呼气接触的顶部 30 和固定在底座 32 中的尾部 31,尾部 31 可以与温度控制装置 24 和传感器测量装置 25 相连。虽然图 3 中示出了 12 个化学传感器,例如 Figaro USA Inc 生产的 TGS2201、TGS2600、TGS2602、TGS2610、TGS2610RU、TGS2611、TGS2600、TGS821、TGS4161、TGS822、TGS825 和 TGS826,但是应当理解,化学传感器的数量不限于此,可以视需要任意设置。

[0053] 传输单元将传感器测量装置 25 发出的信号传输到评价单元 (图 2 中 29),如图 2 所示,给出了一种具体的例子。该情况下,传输单元包括滤波器 26、信号放大器 27 和模数 (A/D) 转换器 28,其中,滤波器 26 是低通滤波器,用于移除传感器信号中的高频部分,信号放大器 27 用于将过滤后的传感器信号放大,A/D 转换器 28 用于在 9Hz 的取样频率处对传感器信号进行采样,并将经采样的信号通过例如 USB 接口传输至评价单元 29 (图 2 中为计算机)。

[0054] 评价单元 29 预处理并存储接收的信号,进行进一步的处理。

[0055] 下面结合图 1 对本发明的呼气分析方法进行说明,该呼气分析方法包括用于采集呼气的呼气采集步骤、用于测量化学传感器和呼气之间的动态响应并发出信号的测量步骤,和用于接收信号并作出评价的评价步骤。如图 1 所示,首先,利用呼气采集装置采集呼气,将呼气排入化学传感器室 22 中 (呼气采集步骤);接着,通过化学传感器 25 对化学传感器阵列 21 与呼气之间的动态响应进行测量,并发出信号 (测量步骤);评价单元 29 接收到信号后,对信号进行一系列的处理,以作出评价 (评价步骤)。评价单元 29 在接收到信号

后,处理采样的信号,并提取采集的未知样品信号的特征。同时,还从已知疾病 / 状态的呼气样品数据库中提取已知疾病 / 状态样品信号的特征。然后,将测量的信号的特征与已知的信号特征进行比较,计算两者之间的差异,最后,将未知样品归为最接近的疾病 / 状态类别。

[0056] 图 7 示出典型响应曲线。如图 7 所示,化学传感器室 22 中呼气与化学传感器阵列 21 构成的化学传感器阵列之间的相互作用经过以下几个不同的阶段:

[0057] • -10 ~ 0s (初始状态): 气泵 23 处于工作状态,抽取干净的空气以清洗化学传感器室 22,化学传感器阵列 21 此时处于初始的稳定状态;

[0058] • 1 ~ 5s (呼气进样阶段 70): 关闭气泵 23,呼气进样装置 60 开始工作,将收集到的呼气置入化学传感器室 22,传感器信号迅速上升;

[0059] • 6 ~ 10s (与气体反应阶段 71): 气体进样结束,化学传感器阵列 21 和呼气进行充分反应,传感器信号升至最大值;

[0060] • 15 ~ 90s (信号恢复阶段 72): 开启气泵 23,抽取化学传感器室 22 中残留的气体,清洗化学传感器室 22,此时传感器的信号渐渐恢复至初始值。

[0061] 图 8a 示出化学传感器对健康人呼气的典型响应的图,图 8b 示出化学传感器对糖尿病患者呼气的典型响应图,图 8c 示出化学传感器对肾病患者呼气的典型响应图,图 8d 示出化学传感器对呼吸道炎症患者呼气的典型响应图。图中, S1-S12 分别表示 12 个化学传感器各自的响应幅值。比较这些图可以发现,本发明的呼气分析装置对于不同疾病的呼气样本的响应是有着明显的差异的。

[0062] 以上所述仅为本发明的具有代表性的实施例,不以任何方式限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换或改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

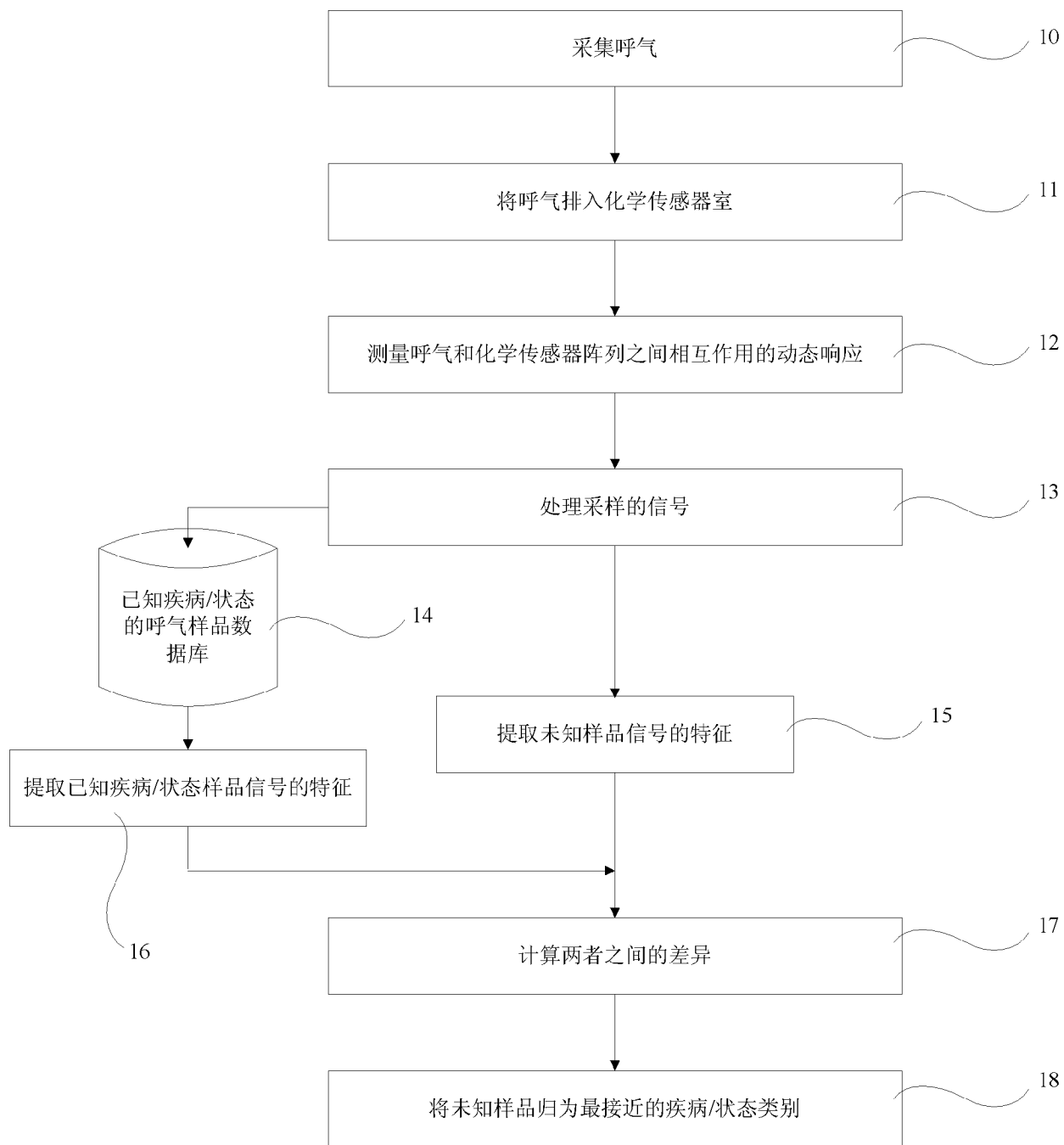


图 1

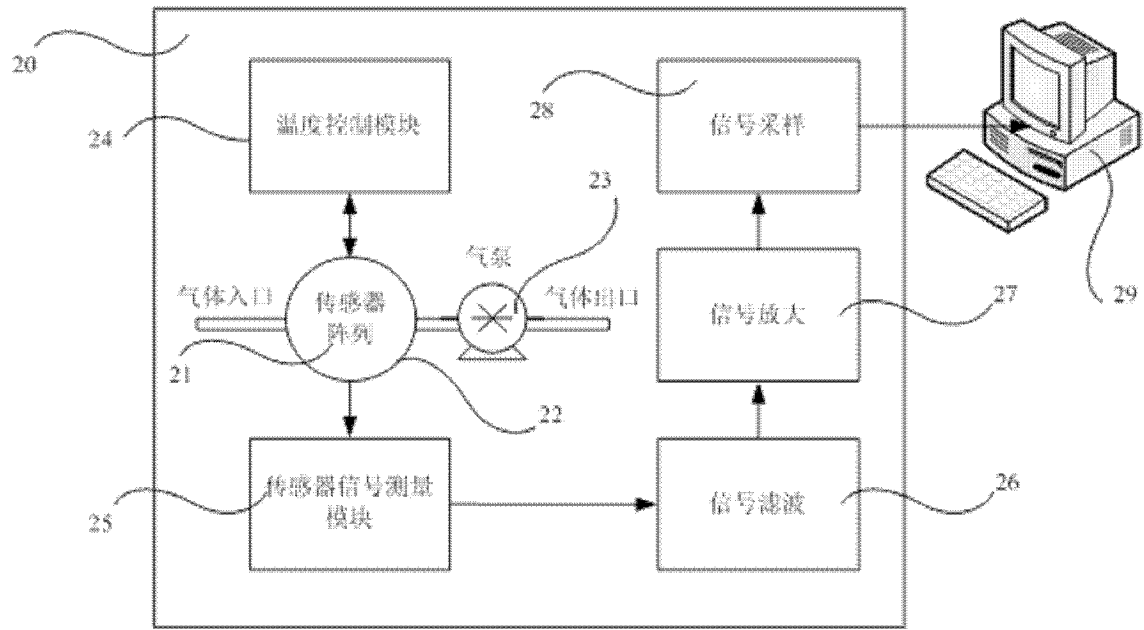


图 2

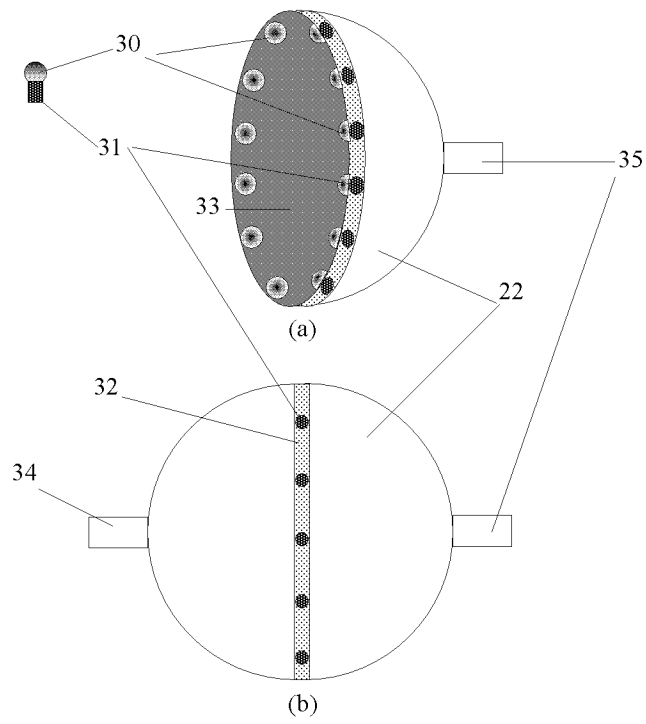


图 3

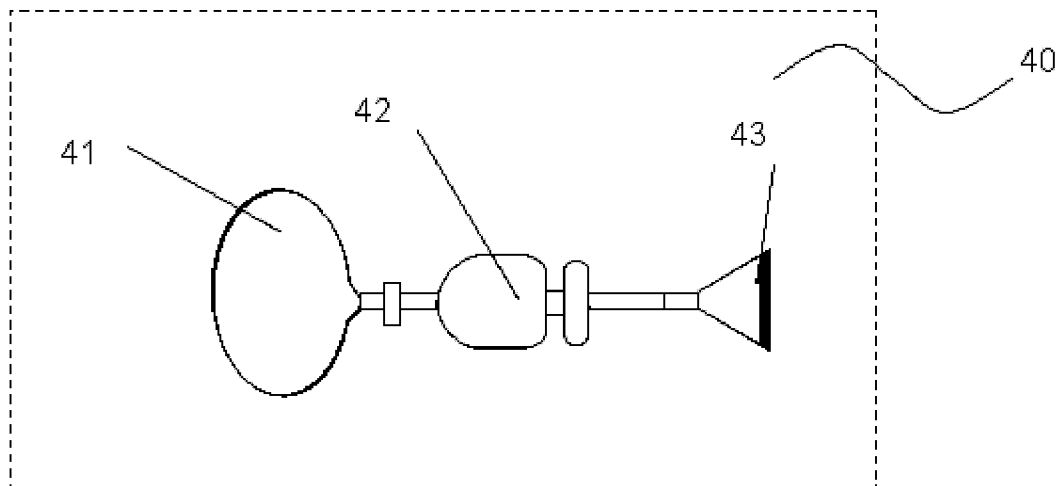


图 4

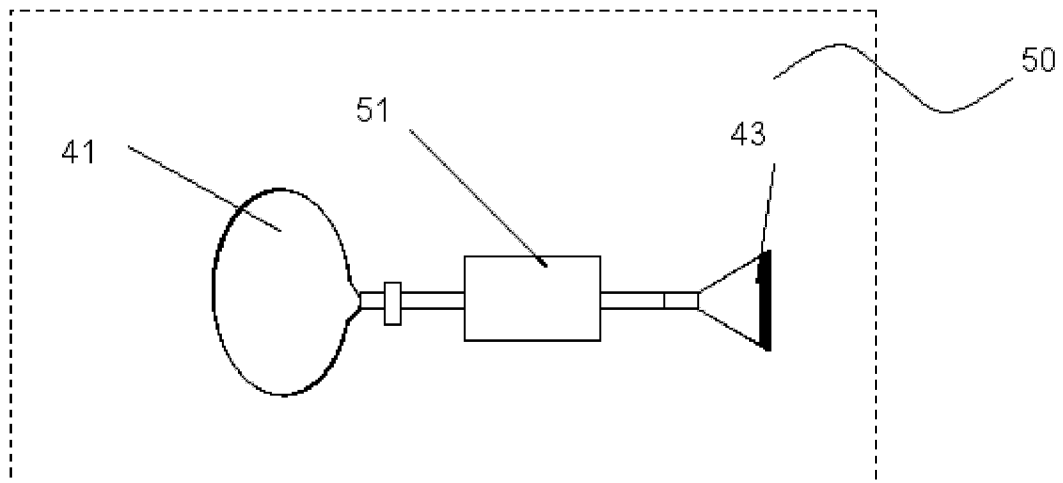


图 5

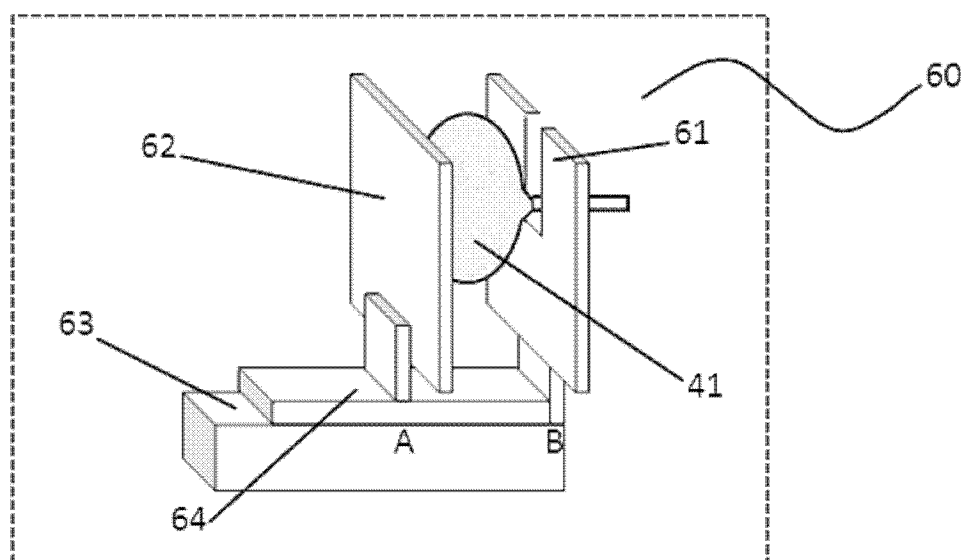


图 6

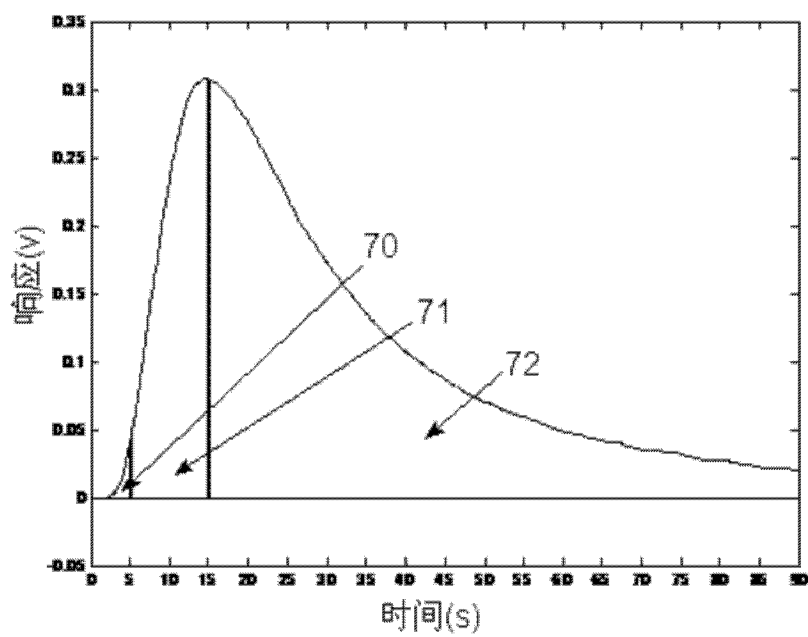


图 7

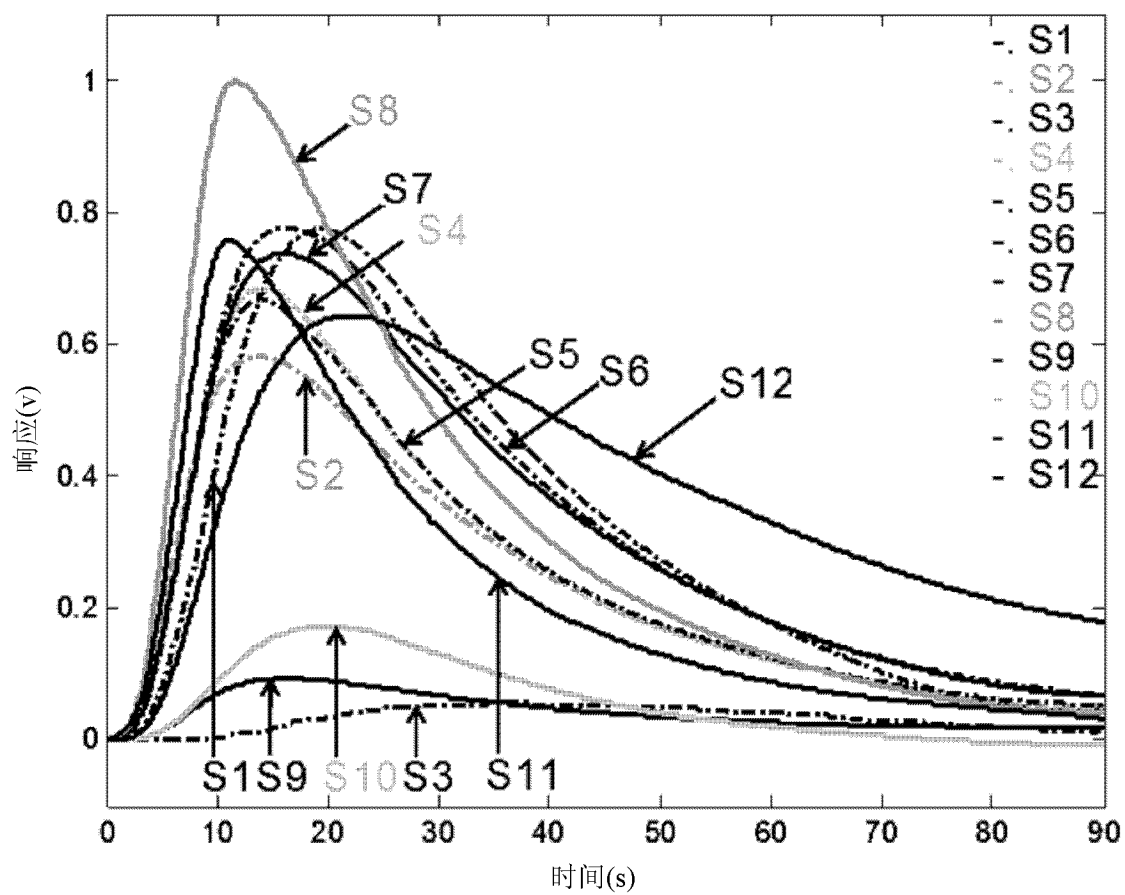


图 8a

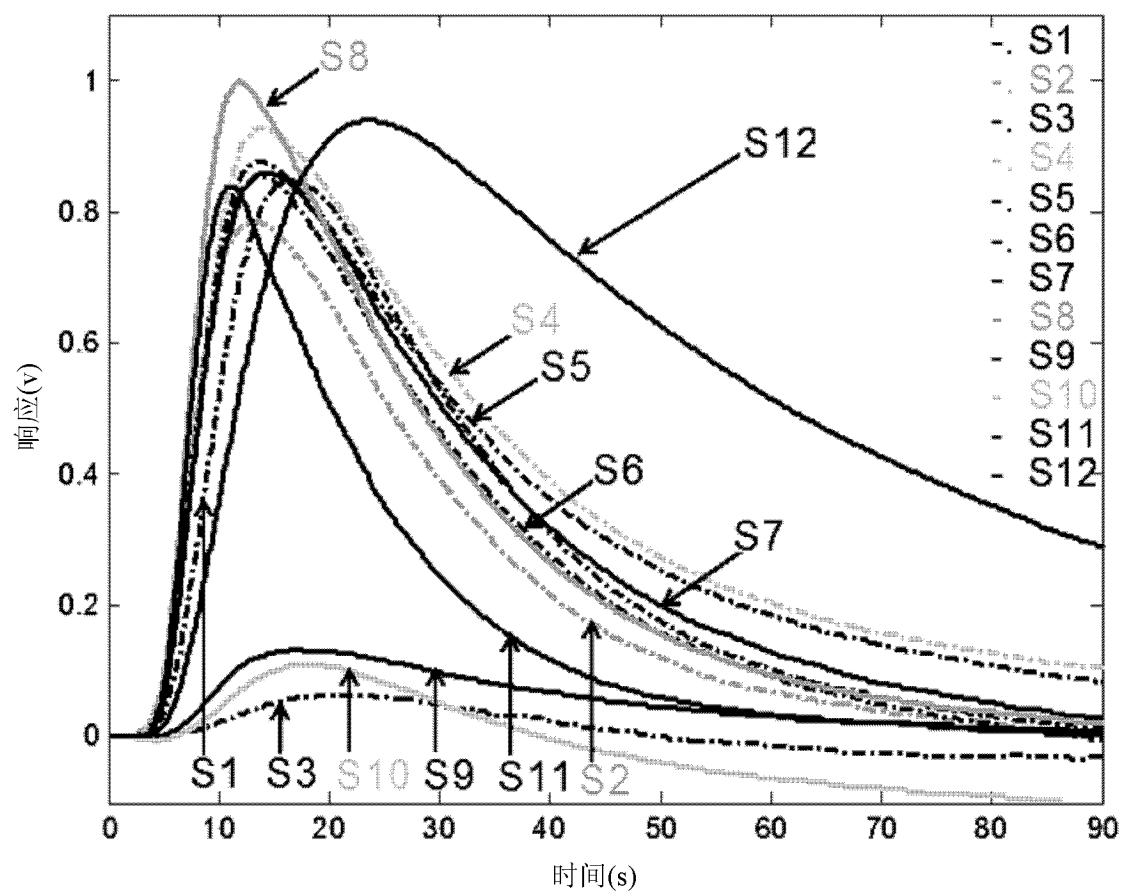


图 8b

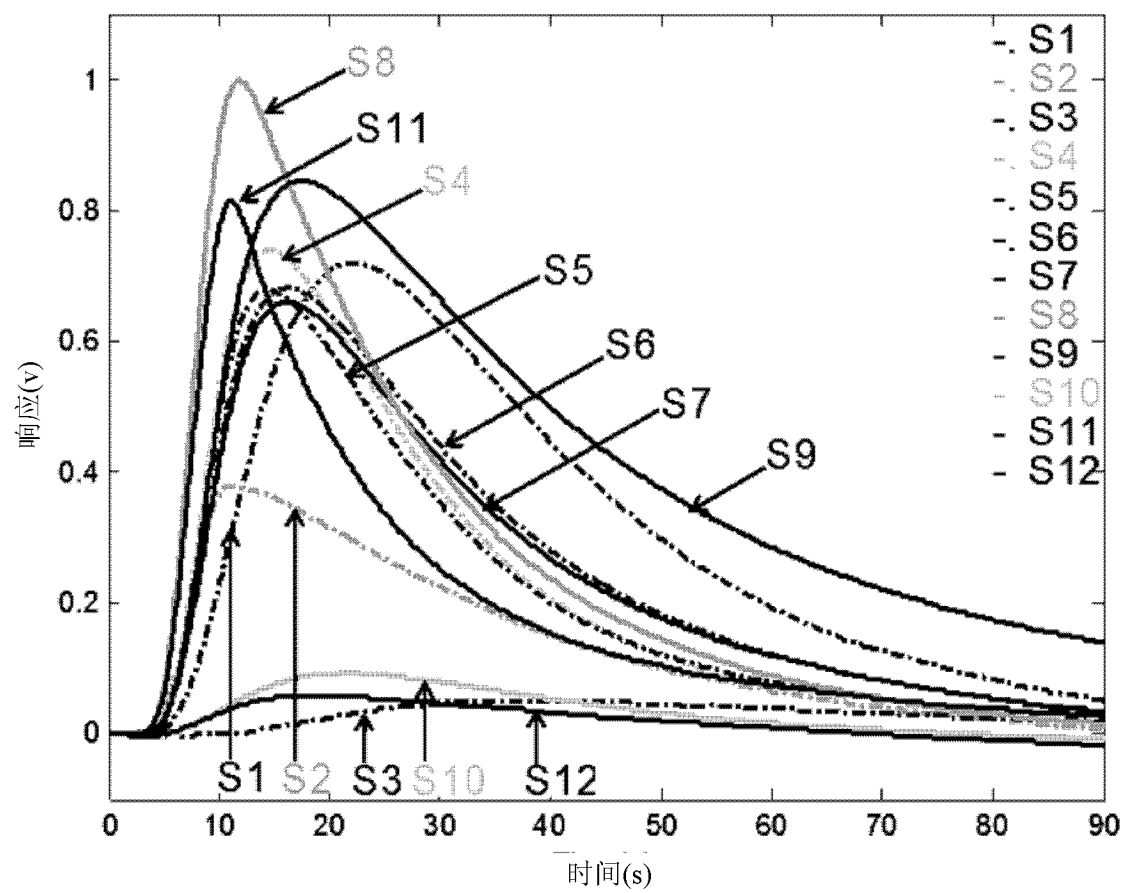


图 8c

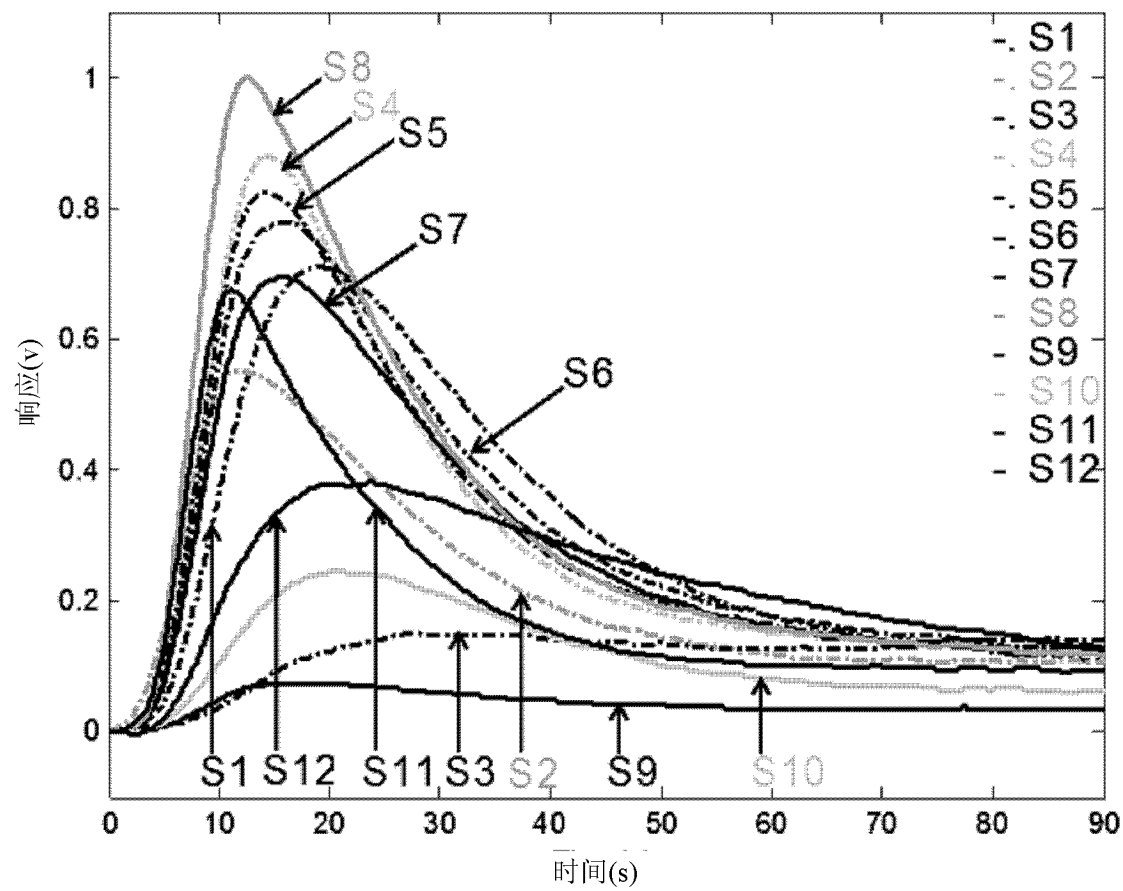


图 8d