



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109102785 B

(45) 授权公告日 2020.11.13

(21) 申请号 201810974455.1

(22) 申请日 2018.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109102785 A

(43) 申请公布日 2018.12.28

(73) 专利权人 北京晨语箏业教育科技有限公司
地址 066000 河北省秦皇岛市海港区沃金
商厦B座301晨语古箏

(72) 发明人 周永军

(74) 专利代理机构 北京华仁联合知识产权代理
有限公司 11588

代理人 苏雪雪

(51) Int. Cl.
G10H 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 203941690 U, 2014.11.12
- CN 108074437 A, 2018.05.25
- CN 106935226 A, 2017.07.07
- CN 106356046 A, 2017.01.25
- CN 104134380 A, 2014.11.05
- CN 105427846 A, 2016.03.23
- GB 2503024 A, 2013.12.18
- US 2012104868 A1, 2012.05.03

审查员 张姗姗

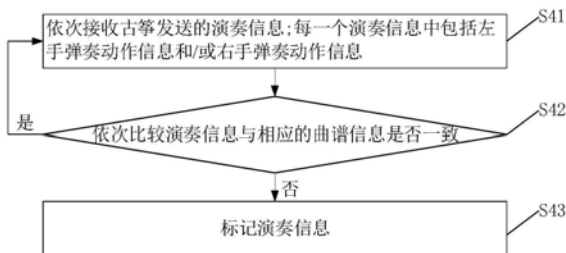
权利要求书1页 说明书13页 附图5页

(54) 发明名称

古箏演奏信息判断方法、演奏纠错方法及设备

(57) 摘要

本发明提供了一种古箏演奏信息判断方法、演奏纠错方法及设备,所述判断方法包括:获取古箏发送的演奏信息,所述演奏信息中包括左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息;比较所述演奏信息与曲谱信息,所述曲谱信息中包括预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息;当所述左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息与所述预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息不一致时,标记所述演奏信息。



1. 一种古筝演奏信息判断方法,其特征在于,包括:

获取古筝发送的演奏信息,所述演奏信息中包括左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息;

比较所述演奏信息与曲谱信息,所述曲谱信息中包括预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息;

当所述左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息与所述预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息不一致时,标记所述演奏信息。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述左手弹奏动作信息和所述右手弹奏动作信息、所述预设左手弹奏动作信息和所述预设右手弹奏动作信息均为古筝的传感器编号信息。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述演奏信息中还包括当前演奏信息与前一个演奏信息的时间间隔信息,所述曲谱信息中还包括当前曲谱信息与前一个曲谱信息的预设时间间隔信息;

当所述时间间隔信息与预设时间间隔信息不一致时,标记所述演奏信息。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述演奏信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的持续时间信息,所述曲谱信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的预设持续时间信息;

当所述持续时间信息与预设持续时间信息不一致时,标记所述演奏信息。

5. 一种古筝演奏纠错方法,其特征在于,包括:

依次接收古筝发送的演奏信息;

利用权利要求1-4中任一项所述的方法,按照接收顺序对所述古筝发送的演奏信息进行标记。

6. 一种古筝演奏纠错方法,其特征在于,包括:

接收古筝发送的由多个顺序排列的演奏信息组成的演奏信息序列;

利用权利要求1-4中任一项所述的方法,按照所述演奏信息序列中的各个演奏信息的排列顺序对各个演奏信息进行标记。

7. 一种电子设备,其特征在于,包括:至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行权利要求1-4中任一项所述的古筝演奏信息判断方法。

8. 一种电子设备,其特征在于,包括:通信装置、至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述通信装置用于与古筝进行通信,依次接收所述古筝发送的演奏信息,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行权利要求5所述的古筝演奏纠错方法。

9. 一种电子设备,其特征在于,包括:通信装置、至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述通信装置用于与古筝进行通信,接收所述古筝发送的由多个顺序排列的演奏信息组成的演奏信息序列,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行权利要求6所述的古筝演奏纠错方法。

古筝演奏信息判断方法、演奏纠错方法及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及乐器领域,具体涉及一种古筝演奏信息判断方法、演奏纠错方法及设备。

背景技术

[0002] 古筝最常用的规格为1.63米,21弦。传统的常用演奏手法采用右手大、食、中、无名四指拨弦,演奏出旋律、掌握节奏,左手演奏法还有在筝柱左侧顺应弦的张力、控制弦音的变化,以调整音高,完善旋律。

[0003] 例如,当乐曲出现fa或si音时,只能依靠左手在筝码左侧的弦段上用力按压3弦或6弦,使其增加张力获得。具体fa音的奏法是先距离筝码约1分米处用力按压3弦,然后用右手弹奏这根弦,即可奏出fa音。同样,在演奏si音时,也用左手在筝码左侧按压6音弦即可。

[0004] 古筝的弹奏技巧复杂,对于初学者尤其是年幼学习者而言,在传统的教学方式下,学习者的进步很慢。针对此问题,现有技术提供了一些具有纠错能力的古筝弹奏系统,这种系统通常利用声音传感器记录用户所弹奏的音符,并与标准音符进行比对,以此来发现用户的错误。

[0005] 本领域技术人员可以理解,古筝的筝弦张力十分容易发生变化,在弹奏过程中非常容易受到外力而改变,由此会使古筝的发音出现误差,同时由于用户调弦的误差也会造成古筝发音出现误差,在此情况下,即使用户弹奏了正确的弦,古筝所发出的声音也将与标准音不符;而且,当面对多人弹奏的场景时,受到临近的其它古筝影响,声音传感器将难以采集到目标古筝的声音,所以通过采集声音信号实现弹奏纠错的方案实用性较差。

发明内容

[0006] 本发明提供一种古筝演奏信息判断方法,包括:

[0007] 获取古筝发送的演奏信息,所述演奏信息中包括左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息;

[0008] 比较所述演奏信息与曲谱信息,所述曲谱信息中包括预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息;

[0009] 当所述左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息与所述预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息不一致时,标记所述演奏信息。

[0010] 优选地,所述左手弹奏动作信息和所述右手弹奏动作信息、所述预设左手弹奏动作信息和所述预设右手弹奏动作信息均为古筝的传感器编号信息。

[0011] 优选地,所述演奏信息中还包括当前演奏信息与前一个演奏信息的时间间隔信息,所述曲谱信息中还包括当前曲谱信息与前一个曲谱信息的预设时间间隔信息;

[0012] 当所述时间间隔信息与预设时间间隔信息不一致时,标记所述演奏信息。

[0013] 优选地,所述演奏信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的持续时间信

息,所述曲谱信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的预设持续时间信息;

[0014] 当所述持续时间信息与预设持续时间信息不一致时,标记所述演奏信息。

[0015] 本发明还提供一种古筝演奏纠错方法,包括:

[0016] 依次接收古筝发送的演奏信息;

[0017] 利用上述演奏信息判断方法,按照接收顺序对所述古筝发送的演奏信息进行标记。

[0018] 本发明还提供另一种古筝演奏纠错方法,包括:

[0019] 接收古筝发送的由多个顺序排列的演奏信息组成的演奏信息序列;

[0020] 利用上述演奏信息判断方法,按照所述演奏信息序列中的各个演奏信息的排列顺序对各个演奏信息进行标记。

[0021] 相应地,本发明提供一种电子设备,包括:至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行上述古筝演奏信息判断方法。

[0022] 本发明还提供另一种电子设备,包括:通信装置、至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述通信装置用于与古筝进行通信,依次接收所述古筝发送的演奏信息,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行上述第一种古筝演奏纠错方法。

[0023] 本发明还提供第三种电子设备,包括:通信装置、至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,所述通信装置用于与古筝进行通信,接收所述古筝发送的由多个顺序排列的演奏信息组成的演奏信息序列,所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器执行上述第二种古筝演奏纠错方法。

[0024] 根据本发明实施例提供的古筝演奏纠错方法,通过获取古筝发送的用于指示演奏者左手弹奏动作和右手弹奏动作的信息,并将其与曲谱信息中相应的动作信息进行比对,可以判断弹奏者的弹奏动作是否正确,本方案不需要对声音数据进行采集和处理,而根据动作信息判断演奏方式是否正确,本方案不会受到外界声音的干扰,具有较强的实用性。附图说明

[0025] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0026] 图1为本发明的实施例中的古筝演奏提示系统的结构示意图;

[0027] 图2为本发明的实施例中具有演奏提示功能的古筝结构示意图;

[0028] 图3为本发明的实施例中的指示灯位置示意图;

[0029] 图4为本发明的实施例中的两个指示灯的具体位置示意图;

[0030] 图5为本发明的实施例中的具有动作采集功能的古筝结构示意图;

[0031] 图6为本发明的实施例中的传感器感应光路示意图;

[0032] 图7为本发明的实施例中的第一组传感器的位置示意图;

[0033] 图8为本发明的实施例中的第二组传感器的位置示意图;

[0034] 图9为本发明的实施例中用于记录演奏动作的古筝电路结构示意图;

- [0035] 图10为本发明的实施例中的一种古筝演奏纠错方法的流程图；
- [0036] 图11为本发明的实施例中的一种古筝信号检测方法的流程图；
- [0037] 图12为本发明的实施例中的一种古筝信号检测装置的模块图。

具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 本发明提供一种具有演奏提示功能的古筝,如图2所示,该古筝包括琴码22、前岳山23、后岳山24以及多个指示灯26。为了便于观看上述各个部件的位置关系,图中省略了筝弦,并且由于筝弦属于消耗品,并不属于古筝的必要组成部分,故本申请要求保护的古筝结构中不包括筝弦。

[0040] 本申请中的指示灯26可以设置在多种位置上,例如设置在古筝的面板或者琴码22上都是可行的。这些指示灯26的排列顺序与各个筝弦的排列顺序相对应。与琴码22相似,琴码22的数量和排列顺序即为筝弦的数量和排列顺序,所以这些指示灯26的排列顺序与码22的排列顺序也是一致的。指示灯26具体可以设置在各个筝弦下方的面板上,或者琴码22的两侧,本领域技术人员可以理解,筝弦是通过琴码22、前岳山23、后岳山24这三个部件进行固定的,指示灯26的位置只要不影响筝弦的颤动即可。

[0041] 一根筝弦或者琴码22可以对应至少一个指示灯26,指示灯26用于通过变换状态提示演奏动作,变换状态例如是点亮和熄灭,或者改变颜色,或者是改变明暗或闪烁频率等。例如指示灯26处于点亮状态,则指示用户应当拨动或者按压相应的筝弦,熄灭则表示不需要操作该筝弦。

[0042] 指示灯26的状态可以受控于某个控制器,该控制器可以通过人工进行控制,或者根据曲谱自动进行控制,控制器可以与这些指示灯26有线或者无线连接。

[0043] 根据本发明提供的具有演奏提示功能的古筝,古筝上的指示灯排列顺序与各个筝弦的排列顺序一致,通过指示灯的状态变化,可以引导弹奏者的左手动作和右手动作,使得弹奏者可以按照指示灯的提示进行演奏,由此可以提高古筝教学工作的效率。

[0044] 作为一个优选的实施方式,如图2所示,指示灯26设置在琴码22上,各个琴码22上分别设有至少一个指示灯26。指示灯26设置在琴码22上可以使其与筝弦的对应关系更加明显,更加便于用户观察。

[0045] 进一步地,如图3所示,指示灯26设置在琴码22的顶端。在本实施例中,琴码22支撑筝弦的顶端形成一个曲面,该曲面上设有一个凹槽260用于镶嵌指示灯26。

[0046] 琴码22内部设置为空心结构,用于容纳电线或者其它电子装置,指示灯26分别通过设置在琴码22内部的线路连接筝体内部的指示灯控制器。

[0047] 如图4所示,为了区分提示左手的按压动作和右手的拨弦动作,本实施例中琴码22上分别设有两个指示灯,其中第一指示灯261用于提示左手弹奏动作,第二指示灯262用于提示右手弹奏动作。

[0048] 第一指示灯261设置在琴码22上靠近后岳山24的位置上,第二指示灯262设置在琴

码22上靠近前岳山23的位置上。这使得用户可以清楚地分辨,当靠左的第一指示灯261改变状态时,表示应当以左手按压其对应的筝弦;当靠右的第二指示灯262改变状态时,表示应当以右拨动其对应的筝弦。

[0049] 为了使用户更加容易区分上述两个指示灯,第一指示灯261和第二指示灯262可以分别通过不同的光色提示左手弹奏动作和右手弹奏动作。

[0050] 而在每根筝弦只对应设置一个指示灯的情况下,指示灯可以通过不同的光色提示左手弹奏动作和右手弹奏动作,例如当指示灯呈现红色时表示左手按压筝弦同时右手拨动筝弦,当指示灯呈现蓝色时表示右手拨动琴弦左手无动作,当指示灯熄灭时表示不需要操作该筝弦。

[0051] 本发明的一个实施例提供了一种古筝演奏提示系统,如图1所示该系统包括:终端1和古筝2,其中终端1例如可以是智能手机、平板电脑或者个人计算机等具有数据处理和通信功能的电子设备;本发明实施例可以采用上述实施例中如图2-4所示的古筝,除此之外该古筝还具有数据处理单元25,数据处理单元25与上述多个第一指示灯261和多个第二指示灯262连接,在本实施例中每根筝弦分别对应一个第一指示灯261和一个第二指示灯262。数据处理单元25可以设置在任何位置,只要不影响古筝的发声和弹奏者的使用即可;第一指示灯261和第二指示灯262的位置与其对应的筝弦相关,其位置应当使弹奏者能够清楚地辨别筝弦与指示灯的对应关系。具体设置方式有多种,例如设置在对应筝弦的琴码、前岳山、后岳山和弦孔处都是可行的。

[0052] 其中,终端1用于根据曲谱数据发送演奏指示信号。具体地,终端1中可以设置一种应用程序,读取并解析曲谱数据,进而根据解析结果发出演奏指示信号。现有技术中有多种制作电子曲谱的工具,本发明可以基于现有的电子曲谱格式或者自定义的格式进行解析。曲谱是由音符序列组成的,终端1可以逐个识别曲谱中的音符,并确定应当由古筝的哪一根弦、弹奏者以怎样的动作可以使该弦发出相应的声音。例如,曲谱中的某一个音符为fa音,终端1读取到此音符时可以确定应当由3弦发出此音,并且弹奏者左手需要按此弦、右手需要拨动此弦,由此可以发出一个演奏指示信号,指示弹奏者以正确的方式弹奏出fa音。

[0053] 古筝2可以是一个或者多个,可以分别用于单人和多人学习古筝演奏。在本实施例中,为了使弹奏者方便观看,参见图4所示,古筝2各个筝弦21对应的第一指示灯261和第二指示灯262均设置在琴码22处,图中左侧是左手区域、右侧是右手区域,第一指示灯261位于筝弦下的琴码22的左侧,用于指示左手动作;第二指示灯262位于筝弦下的琴码22的右侧,用于指示右手动作。数据处理单元25接收上述演奏指示信号,并根据该信号控制相应的指示灯点亮和熄灭。仍以上述fa音为例,数据处理单元25接收到该音符对应的演奏指示信号时,应当点亮3弦琴码处的第一指示灯261和第二指示灯262,并在该音符结束后熄灭指示灯。当然,对于其他只需单手演奏的音符,数据处理单元25应当点亮第一指示灯261或第二指示灯262中的某一个。本发明所述点亮应当理解为固定亮度的明亮、变化亮度的明亮、闪烁等各种显示方式。

[0054] 根据本发明实施例提供的古筝演奏提示系统,通过终端解析曲谱向古筝发送演奏指示信号,古筝上的指示灯根据该信号执行动作,以指示弹奏者的左手动作和右手动作,使得弹奏者可以按照指示灯的提示进行演奏,由此可以提高古筝教学工作的效率。

[0055] 作为一个优选的实施方式,可以根据筝弦的顺序对琴弦进行编号,并可以对相应

的指示灯进行编号,例如1弦编号为001,对应的第一指示灯编号为001a、对应的第二指示灯编号为001b。在此情况下,上述演奏指示信号可以包括筝弦编号信息和指示灯编号信息。这些编号信息可以便于数据处理单元25以更高的效率来识别信号,并准确地控制相应的指示灯进行动作。

[0056] 关于演奏指示信号的发送方式,至少有两种可选的具体方案。

[0057] 第一种可选的方案是终端1向古筝2依次发送演奏指示信号,也即识别一个音符,随即生成并发送一个相应的演奏指示信号,终端根据曲谱数据中的音符确定筝弦编号信息和指示灯编号信息,例如第n个音符为fa,据此确定的筝弦编号信息为003(3弦),指示灯编号信息为003a和003b(3弦对应的第一指示灯和第二指示灯)、第n+1个音符为si,据此确定的筝弦编号信息为006(6弦),指示灯编号信息为006a和006b(6弦对应的第一指示灯和第二指示灯)。曲谱中的音符之间应当具有一定的时间间隔,例如二分音符、四分音符和八分音符等,这些音符间的间隔时间有所区别,终端1可根据曲谱数据中的音符间的时间间隔确定发送各个演奏指示信号时间间隔,例如在第n个音符和第n+1个音符之间的间隔为0.5秒,则终端1应当在发送第n个演奏指示信号后的0.5秒发送第n+1个演奏指示信号。

[0058] 第二种可选的方案是终端1向古筝2发送演奏指示信号序列,例如终端1可以读取并识别曲谱的一段或者全部,然后发送相应的演奏指示信号序列。其中终端1根据曲谱数据中的音符确定筝弦编号信息和指示灯编号信息,并根据曲谱数据中的音符间的时间间隔确定序列中的各个演奏指示信号间的时间间隔。

[0059] 相应地,数据处理单元25根据筝弦编号信息确定对应的两个指示灯,并进一步根据指示灯编号信息确定点亮对应的两个所述指示灯中的一个或全部。例如数据处理单元25接收到一个信号包括筝弦编号信息003,指示灯编号信息003a和003b,由此则控制3弦对应的第一指示灯和第二指示灯同时点亮。

[0060] 关于数据处理单元25控制指示灯点亮和熄灭的操作,对于各个不同的演奏指示信号,数据处理单元25控制相应指示灯点亮的持续时间不相同,具体根据音符的长短来确定。为此,演奏指示信号中还可以包括持续时间信息,该信息由终端1根据曲谱数据中的音符信息获得,终端1根据曲谱数据中的音符间的时间间隔确定持续时间信息。例如曲谱中的第n个音符与第n+1个音符间的时间间隔为0.2秒,则对于第n个音符,所生成的演奏指示信号中的持续时间信息为0.2秒。

[0061] 数据处理单元25根据持续时间信息控制相应指示灯保持点亮状态并维持相应的时间后熄灭。

[0062] 例如终端1可以发出第n个fa音的演奏指示信号,该信号包括筝弦编号信息为003、指示灯编号信息003a和003b、持续时间1秒,古筝2的数据处理单元25接到该信号后,则控制3弦对应的第一指示灯和第二指示灯同时持续点亮1秒。如上所述,演奏指示信号之间还具有间隔时间,间隔时间与持续时间不存在冲突,例如第n+1个演奏指示信号与第n个演奏指示信号之间的间隔时间为0.5秒,第n个信号中的持续时间则为0.5秒,那么恰好在上一个信号所对应的指示灯熄灭时,数据处理单元25控制当前信号对应的指示灯点亮。

[0063] 本发明的一个实施例提供了一种具有动作采集功能的古筝,如图5所示,该古筝包括琴码22、前岳山23、后岳山24和多个传感器30,每根筝弦分别对应至少一个传感器30,传感器30用于感应弹奏动作。

[0064] 传感器30的类型有多种可选方案,例如可以是拉力(张力)传感器、振动传感器或者光传感器。对于拉力传感器和振动传感器,传感器的感应触点需要与筝弦相接触,当演奏者拨动或者按压筝弦时,受到外力作用筝弦将由静止改为运动状态,与筝弦对应的传感器将可以感测到拉力变化或者振动频率变化。

[0065] 需要说明的是,由于筝弦是由弹性材料制成的,即使在没有外力的情况下,其拉力也可能发生变化;或者在演奏者弹奏的过程中,受到外力变化也会改变其静止状态下的拉力值。但是相比于用户弹奏筝弦时拉力值的改变,上述情况下的拉力值改变是可以被忽略的,通过设置传感器的感应阈值即可感应弹奏者的有效弹奏动作。

[0066] 传感器30的位置有多种可选方案,例如可以设置在前岳山23和/或后岳山24处,或者设置在琴码22处。这些传感器可以连接一个数据处理器,来收集和辨别各个传感器采集到的信号。

[0067] 根据本发明实施例提供的具有动作采集功能的古筝,古筝设置的传感器分别对应于各个筝弦,在演奏者对筝弦进行拨动或者按压时传感器可以感应演奏者的弹奏动作,以此可以实现对演奏过程的记录,进而还可以对弹奏动作进行判断,本方案检测弹奏动作而不需要关注筝弦所发出的声音,不易受外界环境的影响,对演奏过程的记录更加准确,并且具有较强的实用性。

[0068] 作为一个优选的实施方式,本发明实施例所使用的传感器30为光传感器,根据弹奏琴弦时手部动作对光路的遮挡感应弹奏动作。传感器30的位置有多种可选方案,使得演奏者的手指在拨动或者按压筝弦时,可以遮挡其感应光路即可。

[0069] 如图6所示,在本实施例中,传感器30的感应光路301位于筝弦21下方,与筝弦21平行。所谓感应光路301即传感器30的有效感应范围,这取决于传感器的感光开口的形状和角度。传感器30可以设置在古筝的面板上,其感光开口的角度沿筝弦21拉力方向设置,开口截面形状可以是圆形、矩形等等,各个筝弦对应的传感器的感光范围相互不可重叠,所以感光开口的面积应当足够小。

[0070] 每根筝弦可以只对应一个传感器30,具体可以设置在琴码22、前岳山23、后岳山24中的任何一个部件附近。例如传感器30可以设置在前岳山23附近,朝向琴码22,感测这之间是否有物体经过而遮挡光路(用于采集左手的按压动作);类似地,传感器30可以设置在琴码22附近,朝向前岳山23;传感器30可以设置在后岳山24附近,朝向琴码22,感测这之间是否有物体经过而遮挡光路(用于采集右手的拨弦动作);类似地,传感器30可以设置在琴码22附近,朝向后岳山24。

[0071] 无论演奏者拨动还是按压筝弦,传感器30都可以感应到光路被遮挡,从而采集到手部动作。但是这种方案无法区分左手或右手的动作,或者只能采集其中一只手的动作。

[0072] 为了区分并同时采集两手的弹奏动作,本实施例中的每根筝弦分别对应两组光传感器,其中第一组光传感器设置在前岳山23和/或琴码22处,第二组光传感器设置在后岳山24和/或琴码22处。本发明实施例所述一组传感器可以是一个传感器,通过采集环境中的自然光感应光线的变化,从而感应手部弹奏动作。所以第一组传感器31可以设置在前岳山23或琴码22处,用于感应左手按压筝弦的动作;第二组传感器32可以设置在后岳山24或琴码22处,用于感应右手拨动筝弦的动作。

[0073] 本发明实施例所述一组传感器可以由一个红外线发送装置和接收装置组成的

套件,这种方式通过红外线的光路遮挡情况感应手部动作,具有更高的准确性。具体地,第一组传感器31的红外线发送装置可以设置在前岳山23处,接收装置可以设在琴码22处(二者调换位置也是可行的);第二组传感器33的红外线发送装置可以设置在后岳山24处,接收装置可以设在琴码22处(二者调换位置也是可行的)。

[0074] 为了优化古筝的结构以便标准化生产,本发明实施例将传感器封装在固有部件内,本实施例中的琴码22、前岳山23、后岳山24均设有空腔,用于容纳电子器件。如图7所示,对于第一组传感器31,其发射装置设置在琴码22内的空腔中,其光路出口L 311位于琴码22靠近前岳山23的侧壁上,光路出口L 311朝向前岳山23处的接收装置。

[0075] 第一组光传感器31中的接收装置设置在前岳山23内的空腔中,其光路入口L 312位于前岳山23朝向琴码22的侧壁上,即每根筝弦所对应的第一组光传感器31中的接收装置和发射装置分别相对设置。

[0076] 如图8所示,对于第二组光传感器32,其发射装置设置在琴码22内的空腔中,其光路出口R 321位于琴码22靠近后岳山24的侧壁上,光路出口R 321朝向后岳山24处的接收装置。

[0077] 第二组光传感器32中的接收装置设置在后岳山24内的空腔中,其光路入口R322位于后岳山24朝向琴码22的侧壁上,即每根筝弦所对应的第二组光传感器32中的接收装置和发射装置分别相对设置。

[0078] 本领域技术人员应当了解,演奏者右手通常使用拨片拨动筝弦,拨片的厚度很小,如果感光口面积较大,当拨片在光路上移动时可能会产生误差,为了精确检测拨片对光路的遮挡,光路入口R 322的形状采用细长矩形,宽度方向即为演奏者拨动筝弦的方向,该光路入口R 322宽度小于0.5毫米,在本实施例中选用0.2毫米,略大于与筝弦的直径。

[0079] 本发明的一个实施例提供了一种智能古筝,该古筝用于根据弹奏者的弹奏动作生成相应的信息,以便对弹奏动作进行纠错。本方案可以单独使用,也可以与上述实施例中的方案相结合。如图9所示,该古筝包括:

[0080] 多个传感器,在本实施例中优选采用光电传感器,每根筝弦分别对应两组传感器,其中一组传感器用于在采集到左手动作时生成第一信号,另一组传感器用于在采集到右手动作时生成第二信号。传感器例如可以设置在筝弦下方,每一组传感器可以包括至少一个传感器,例如设置在琴码和前岳山、后岳山处,沿筝弦延伸方向感应环境中光线的变化。当弹奏者左手按下筝弦时,使得第一组传感器31的光路被按下筝弦的手指遮挡住,从而使得第一组传感器31产生第一信号;当弹奏者右手拨动筝弦时,使得第二组传感器32的光路被拨动筝弦的手指遮挡住,从而使得第二组传感器32产生第二信号。传感器的具体位置有多种选择,本发明提供了一种优选的古筝结构,具体将在后续的实施例中进行详细介绍。

[0081] 数据处理单元25,用于接收第一信号和第二信号,并根据第一信号和第二信号向终端发送演奏信息,演奏信息的内容可以体现出与第一信号或者第二信号对应的弹奏动作,具体可以体现弹奏者弹奏了哪一根筝弦,使用的是左手还是右手或者是同时,此信息可以进一步用于纠错。作为举例说明,假设某一时间点,弹奏者左手按下3弦,同时右手拨动3弦,此时3弦所对应的两组传感器分别生成第一信号和第二信号,数据处理单元25在接收到此信号时,可以辨别这些信号的含义,生成信息来表达弹奏者的弹奏动作。

[0082] 纠错操作可以由外部终端根据该演奏信息进行分析和确认,具体将在后续的实施

例中进行详细介绍,在本实施例中,古筝仅需要执行信息生成的操作。

[0083] 根据本发明实施例提供的智能古筝,通过传感器感应演奏者的手部动作发出相应的信号,经过数据处理单元对这些信号进行识别生成相应的演奏信息,以信息表达弹奏动作,本方案通过检测手部动作生成演奏信息,不需要关注筝弦的张力,不易受外界环境的影响,所生成的演奏信息能够更准确地表达演奏动作,具有较强的实用性。

[0084] 作为一个优选的实施方式,可以根据筝弦的顺序对琴弦进行编号,并可以对相应的传感器进行编号,例如1弦编号为001,对应的第一组传感器31编号为001a、对应的第二组传感器32编号为001b。在此情况下,上述演奏信息可以包括与第一信号和/或第二信号对应的传感器编号信息。这些编号信息可以便于数据处理单元25以更高的效率来识别信号,以此来确认演奏者的弹奏动作。

[0085] 进一步地,演奏信息还可以包括数据处理单元25接收到各个第一信号和/或第二信号的时间间隔。例如弹奏者演奏第 n 个音时左手按下003号筝弦、同时右手拨动003号筝弦,对应的两组传感器分别发出信号,经过时间 t_1 后,弹奏者演奏第 $n+1$ 个音符时右手拨动006号筝弦,对应的第二组传感器32发出信号,其中的时间 t_1 即为弹奏两个相邻音符的时间间隔,处理单元25所发送的针对第 $n+1$ 个音符的演奏信息则包括006b(信号对应的传感器编号信息)和时间间隔 t_1 。本方案记录演奏者弹奏各个相邻音符的间隔时间,所生成和发送的演奏信息携带这些间隔时间,可以更准确地体现演奏动作,为纠错操作提供更丰富的信息。

[0086] 更进一步地,演奏信息还可以包括数据处理单元25接收到各个第一信号和/或第二信号的持续时间。作为一个举例,当演奏者在弹奏音符fa时需要左手按下3弦、右手拨动3弦,为了使声音持续存在,左手需要持续按弦,所以相应传感器的第一信号将持续存在一段时间 t_2 ,处理单元25所生成的针对fa音符的演奏信息则包括003a、003b(信号对应的传感器编号信息)和 t_2 (003a对应的第一信号的持续时间)。本方案记录演奏者弹奏各个音符的持续时间,所生成和发送的演奏信息携带这些持续时间,可以更准确地体现演奏动作,为纠错操作提供更丰富的信息。

[0087] 关于数据处理单元25发送上述演奏信号的方式,至少有两种可选的具体方案。

[0088] 作为第一种具体方案,数据处理单元25按照弹奏者的弹奏顺序依次发送演奏信息。具体地,数据处理单元25按照接收各个第一信号和/或第二信号的顺序以及时间间隔依次向终端发送传感器编号信息,并且所发送的演奏信息中还可以包括该信号的持续时间信息。作为一个举例,例如在收到弹奏者演奏第 n 个音时生成并发送第 n 个演奏信息(003a、003b、 t_{2n}),其中003a和003b是传感器编号信息、 t_{2n} 持续时间信息;经过时间 t_{1n} 接收到弹奏者演奏第 $n+1$ 个音符时的信号,则在 t_{1n} 之后发送第 $n+1$ 个演奏信息(006b、 t_{2n+1}), t_{1n} 是发送这两个演奏信息的时间间隔。本方案依次根据演奏动作发送演奏信息,可以使接收终端实时地接收到当前演奏音符对应的演奏信息,比较适合一对一的教学场景,便于实时对各个演奏动作进行纠错。

[0089] 作为第二种具体方案,数据处理单元25可以发送由传感器编号信息和时间间隔信息组成的信息序列,该序列可以是演奏者所弹奏曲目的全部或者一段。作为一个举例,例如演奏者弹奏 n 个音符,对这 n 个音符将生成 n 个演奏信息组成信息序列,其中第1个音符对应的演奏信息为(003a、003b、 t_{11}),表示演奏者左手按3弦、右手拨动3弦,左手按弦动作持续时间为 t_{11} ;第2个音符对应的演奏信息为(005b、 t_{21}),表示演奏者右手拨动5弦,无按弦持续时

间、与第一个弹奏动作的间隔时间为 t_{21} ……第 n 个音符对应的演奏信息为(006a、006b、 t_{1n} 、 t_{2n})，表示演奏者左手按6弦、右手拨动6弦，左手按弦动作持续时间为 t_{1n} 、与第 $n-1$ 个弹奏动作的间隔时间为 t_{2n} 。信息序列中传感器编号信息和持续时间信息的排列顺序与数据处理单元25接收第一信号和/或第二信号的顺序一致。本方案可以使接收终端接收到比较完整的多个演奏音符对应的演奏信息序列，比较适合一对多的教学场景，便于终端同时接收多个古筝发送的演奏信息序列，并在接收完毕后分别针对各个信息序列进行纠错。

[0090] 相应地，针对上述实施例中数据处理单元25按照弹奏者的弹奏顺序依次发送演奏信息的方案，本发明的一个实施例提供了一种古筝演奏纠错方法，该方法可以由上述终端1来执行，如图10所示该方法包括如下步骤：

[0091] S41，依次接收古筝发送的演奏信息；每一个演奏信息中包括左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息，该信息用于指示弹奏者的左手和右手分别在哪根筝弦上进行按压或者拨动。参照上述实施例，该信息可以是古筝的第一组传感器编号信息和/或第二组传感器编号信息。

[0092] S42，依次比较演奏信息与相应的曲谱信息是否一致，曲谱信息中包括预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息；当左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息与预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息不一致时，执行步骤S43，否则继续判断下一个演奏信息。

[0093] S43，标记演奏信息。作为一个举例，假设第 n 个演奏信息为(003a、003b)，其中003a和003b是传感器编号信息；第 n 个曲谱信息为(003b)，其中003b是预设传感器编号信息，比较的结果时演奏信息中多出了003a，二者不一致，则标记该演奏信息为错误信息。对应的实际意义为曲谱中的第 n 个音符应当是右手拨动3弦，左手无动作；而演奏者的实际动作是右手拨动3弦的同时左手按下了3弦，因此弹奏动作存在错误，会导致发音错误。

[0094] 根据本发明实施例提供的古筝演奏纠错方法，通过获取古筝发送的用于指示演奏者左手弹奏动作和右手弹奏动作的信息，并将其与曲谱信息中相应的动作信息进行比对，可以判断弹奏者的弹奏动作是否正确，本方案不需要对声音数据进行采集和处理，而根据动作信息判断演奏方式是否正确，本方案不会受到外界声音的干扰，具有较强的实用性。

[0095] 作为一个优选的实施方式，本发明实施例中的演奏信息中还包括当前演奏信息与前一个演奏信息的时间间隔信息，曲谱信息中还包括当前曲谱信息与前一个曲谱信息的预设时间间隔信息。曲谱中的音符之间应当具有一定的时间间隔，例如在第 n 个音符和第 $n+1$ 个音符之间的间隔为0.5秒，那么第 $n+1$ 个曲谱信息中可以包括传感器编号信息和一个间隔时间 $t_1=0.5$ ，表示该信息与前一个信息的间隔应当是0.5秒。

[0096] 同时，演奏信息中也可记录弹奏者弹奏相邻音符时的时间间隔，在本实施例中，古筝是依次发送演奏信息的，信息的发送间隔时间即为演奏信息中的时间间隔信息。对于演奏的第一个音符对应的演奏信息中可不带有时间间隔信息，第一个演奏信息的发送时间可以作为执行本方法的起始时间。

[0097] 在接收到演奏信息时，可以将其中的间隔时间与曲谱信息中的间隔时间进行比对，当二者不一致时标记该演奏信息，表示该音符弹奏过快或者过慢。当然，比对时可以设置一定的允许误差范围，如果时间在一定误差范围内可以认为二者是一致的。

[0098] 进一步地，本发明实施例中的演奏信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动

作的持续时间信息,相应的曲谱信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的预设持续时间信息。在弹奏音符时,为了使声音持续存在,经常需要左手持续按弦,所以曲谱信息中可以设置一个持续时间 t_2 ,演奏者弹奏音符时,古筝的处理单元25所生成的针对某音符的演奏信息则包括传感器编号和一个持续时间。

[0099] 在接收到演奏信息时,可以将其中的持续时间与曲谱信息中的预设持续时间进行比对,当二者不一致时,标记演奏信息,表示该音符持续时间过短或过长。同样,这个比对过程也可以设置一定的允许误差范围,如果时间在一定误差范围内可以认为二者是一致的。

[0100] 综上所述,对于一个音符,其对应的演奏信息可以包括三部分,分别为表示左手动作和/或右手动作的传感器编号信息ID1和/或ID2、间隔时间信息 t_1 和持续时间信息 t_2 ;相应的曲谱信息也包括这三个部分,将这些信息进行比对,当其中有任何一部分信息不一致时则标记该演奏信息为错误信息。

[0101] 根据上述优选实时方式,可根据左手弹奏动作信息、右手弹奏动作信息检测演奏者的手部动作是否正确;同时可以根据时间间隔信息检测演奏者弹奏音符的速度是否符合曲谱速度;还可以根据持续时间信息检测演奏者弹奏音符的持续时间是否符合曲谱中的音符的持续时间,本实施例提供的方法全面检测演奏过程,纠错效率较高且具有较强的实用性,由此能够起到提高教学效率的作用。

[0102] 同时本实施例还提供一种电子设备,包括:通信装置、至少一个处理器以及与所述至少一个处理器通信连接的存储器;其中,通信装置,例如蓝牙模块、WiFi模块,用于与古筝进行通信,依次接收古筝发送的演奏信息,存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令,该指令被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器执行上述古筝演奏纠错方法。

[0103] 针对上述实施例中数据处理单元25发送演奏信息序列的情形,本发明的另一个实施例提供了一种古筝演奏纠错方法,该方法可以由上述终端1来执行。与前一个实施例中的纠错方法不同之处在于,本实施例一次性接收由多个演奏信息组成的信息序列,并按照序列中的信息顺序分别判断和标记各个演奏信息。

[0104] 需要说明的是,演奏者弹奏各个音符的时间间隔信息可以由数据处理单元25进行记录并发送给终端1。在上述两个实施例中,第一实施例是顺序接收演奏信息并实施进行判断,第二实施例是一次性接收多个演奏信息的序列,在接收完毕后按照顺序依次进行判断。终端1针对每一个演奏信息所执行的判断方法相同,此处不再赘述。

[0105] 同时本实施例还提供一种电子设备,包括:通信装置、至少一个处理器以及与至少一个处理器通信连接的存储器;其中,通信装置用于与古筝进行通信,接收古筝发送的由多个顺序排列的演奏信息组成的演奏信息序列,存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令,该指令被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器执行上述古筝演奏纠错方法。

[0106] 对于演奏信息判断方法,本实施例提供一种电子设备,包括:至少一个处理器以及与至少一个处理器通信连接的存储器;其中,存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令,该被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器执行古筝演奏信息判断方法:

[0107] 获取古筝发送的演奏信息,演奏信息中包括左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息;

[0108] 比较演奏信息与曲谱信息,曲谱信息中包括预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息;

[0109] 当左手弹奏动作信息和/或右手弹奏动作信息与预设左手弹奏动作信息和/或预设右手弹奏动作信息不一致时,标记演奏信息。

[0110] 可选地,左手弹奏动作信息和右手弹奏动作信息、预设左手弹奏动作信息和预设右手弹奏动作信息均为古筝的传感器编号信息。

[0111] 可选地,演奏信息中还包括当前演奏信息与前一个演奏信息的时间间隔信息,曲谱信息中还包括当前曲谱信息与前一个曲谱信息的预设时间间隔信息;

[0112] 当时间间隔信息与预设时间间隔信息不一致时,标记演奏信息。

[0113] 可选地,演奏信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的持续时间信息,曲谱信息中还包括左手弹奏动作和/或右手弹奏动作的预设持续时间信息;

[0114] 当持续时间信息与预设持续时间信息不一致时,标记演奏信息。

[0115] 对于本发明实施例提供的智能古筝而言,其数据处理单元25要接收第一组传感器31和第二组传感器32的信号,如果每根筝弦对应的传感器都同时不停地感应光信号,则相邻弦间会形成互相干扰;如果按照顺序依次控制各个琴弦对应的传感器按顺序感应光信号,即使每个传感器的感应时间只有1ms,对于21个筝弦则需要21ms才能完成一次循环检测,而演奏者在1s之内经常能够弹奏7-8个音符,过长的循环时间很有可能会漏掉部分弹奏动作。

[0116] 为解决信号检测的问题,本发明的一个实施例提供了一种智能古筝的信号检测方法,用于检测上述实施例中古筝的传感器信号,该方法可以由数据处理单元25来执行。为了便于描述和理解,本实施例以一组传感器(用于检测左手动作或者右手动作的传感器)为例进行说明,针对另一组传感器也可同步执行相同的方法,此处不再赘述。如图11所示,本实施例提供的信号检测方法包括如下步骤:

[0117] S61,依次在各个检测周期控制预定的多个传感器发射光信号,其中不同的检测周期中所发射光信号的传感器不相同,每个检测周期中所发射光信号的多个传感器是不相邻的多个筝弦所对应的传感器,各个检测周期依次循环,从而循环对所有筝弦对应的传感器进行控制。作为一个举例,可以理解为将所有筝弦对应的传感器进行分组,例如1弦、3弦、5弦对应的传感器为第一组、2弦、4弦、6弦对应的传感器为第二组,以此将所有筝弦对应的传感器进行分组。每个检测周期的时长可以是3ms,在第一个3ms控制第一组传感器发射光信号,然后在第二个3ms控制第二组传感器发射光信号,直至最后一个3ms控制最后剩余的筝弦发射光信号后重新开始循环控制。如此则在不同的检测周期控制不同的多个不相邻的筝弦对应的传感器发射光信号。

[0118] S62,依次在各个检测周期中检测预定的多个传感器所发射的光信号是否被物体遮挡,其中在不同的检测周期中所检测的传感器不相同,每个检测周期中所检测的多个传感器是不相邻的多个筝弦所对应的传感器。相应地,数据处理单元25在第一个3ms只检测相应的1弦、3弦、5弦对应的传感器的光信号是否被遮挡、在第二个3ms只检测相应的2弦、4弦、6弦对应的传感器的光信号是否被遮挡,直至最后一个3ms检测最后剩余的筝弦发射光信号是否被遮挡后重新开始循环检测。在不同的检测周期中只关注相应的几个传感器信号,而不会接收其它传感器的信号。对于上述分组的数量(检测周期的数量)、各个检测周期中有哪几个传感器同时动作,以及周期的具体时长这些相关参数,可以根据筝弦的总数量以及所弹奏曲目的速度进行设定,例如对于21弦、16弦、13弦的古筝,可以采用不同的取值。

[0119] 根据本发明实施例提供的信号检测方法,通过在各个检测周期控制预定的多个传感器发射光信号,相应地在各个检测周期中检测预定的多个传感器所发射的光信号是否被物体遮挡,由于不同的检测周期中所检测的传感器不相同,并且每个检测周期中所检测的多个传感器是不相邻的多个筝弦所对应的传感器,可以使全部传感器的循环发射和信号检测周期成倍地缩减,而且不会受到相邻筝弦的传感器的影响,由此可以提高信号检测的效率和准确性。

[0120] 作为一个优选的实施方式,可以通过切换中断源的方式实现上述检测方案,例如数据处理单元25是一个具有多个中断源接口的芯片,其中每一个中断源接口可以连接多个传感器。具体地,上述步骤S62可以包括如下步骤:

[0121] S621,按照检测周期切换中断源,其中各个所述中断源分别关联不相邻的多个筝弦所对应的传感器,不同的中断源所关联的传感器不相同。

[0122] S622,依次接收切换的中断源所传入的传感器信号。例如第一个中断源接口连接1弦、3弦、5弦对应的传感器、第二个中断源接口连接2弦、4弦、6弦对应的传感器等等,那么在第一个3ms切换第一个中断源,并接收所连接的传感器的信号、在第二个3ms切换第二个中断源,并接收所连接的传感器的信号等等。

[0123] 对于筝弦较多、排列较密集的古筝结构,在上述各个检测周期中,不相邻的多个筝弦所对应的传感器是彼此相隔至少2根的筝弦所对应的传感器。例如是1弦、4弦、7弦对应的传感器作为第一组、2弦、5弦、8弦对应的传感器作为第二组等等,这样可以进一步避免临近传感器信号的相互干扰。

[0124] 本发明实施例提供一种具体适用于21弦古筝的信号检测方法,具体包括如下步骤:

[0125] S71,在第1个检测周期中同时控制第1、5、9、13、17、21弦对应的传感器发射光信号;

[0126] 与此同时,在第1个检测周期中同时检测第1、5、9、13、17、21弦对应的传感器发射的光信号是否被遮挡,在此周期中不会接收和检测其它传感器的信号,结合上述切换中断源的操作方式,第一个中断源接口只连接1、5、9、13、17、21弦对应的传感器,此时数据处理单元25只会接受来自此接口的信号而不会接受其它接口的信号;

[0127] S72,在第2个检测周期中同时控制第2、6、10、14、18弦对应的传感器发射光信号;

[0128] 与此同时,在第2个检测周期中同时检测第2、6、10、14、18弦对应的传感器发射的光信号是否被遮挡;

[0129] S73,在第3个检测周期中同时控制第3、7、11、15、19弦对应的传感器发射光信号;

[0130] 与此同时,在第3个检测周期中同时检测第3、7、11、15、19弦对应的传感器发射的光信号是否被遮挡;

[0131] S74,在第4个检测周期中同时控制第4、8、12、16、20弦对应的传感器发射光信号;

[0132] 与此同时,在第4个检测周期中同时检测第4、8、12、16、20弦对应的传感器发射的光信号是否被遮挡。

[0133] 上述步骤S71-S74为一个完整的检测循环,按照该循环反复执行本方法实现对所有21弦的循环控制和检测。

[0134] 上述方法一共有4个检测周期,其中第一个周期中有6根筝弦对应的传感器同时进

行动作,另外三个周期中均有5根筝弦对应的传感器同时进行动作。这些检测周期的时长可以是相等的,例如是1-2ms,也即传感器发射光信号的持续时间和检测时间是1-2ms,由此对21弦的传感器进行一次完整的控制和检测只需要4-8ms。

[0135] 相对于各个传感器依次发送信号和检测信号,本方案可以使全部传感器的循环发射和信号检测周期缩减4倍,而且同一检测周期中,由相隔3个筝弦对应的传感器同步动作,同步动作的传感器不会相互影响,由此可以提高信号检测的效率和准确性。

[0136] 相应地,本发明实施例还提供了一种智能古筝的信号检测装置,该装置是一种对应于计算机程序的虚拟装置,所述装置可以设置在上述数据处理单元25中,如图12所示该装置包括:

[0137] 传感器控制模块71,用于依次在各个检测周期控制预定的多个传感器发射光信号,其中不同的检测周期中所发射光信号的传感器不相同,每个检测周期中所发射光信号的多个传感器是不相邻的多个筝弦所对应的传感器;

[0138] 信号接收模块72,用于依次在各个检测周期中检测预定的多个传感器所发射的光信号是否被物体遮挡,其中在不同的检测周期中所检测的传感器不相同,每个检测周期中所检测的多个传感器是不相邻的多个筝弦所对应的传感器。

[0139] 优选地,信号接收模块72包括:

[0140] 中断源切换模块,用于按照所述检测周期切换中断源,其中各个所述中断源分别关联不相邻的多个筝弦所对应的传感器,不同的中断源所关联的传感器不相同;

[0141] 中断源检测模块,用于依次接收切换的中断源所传入的传感器信号。

[0142] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0143] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

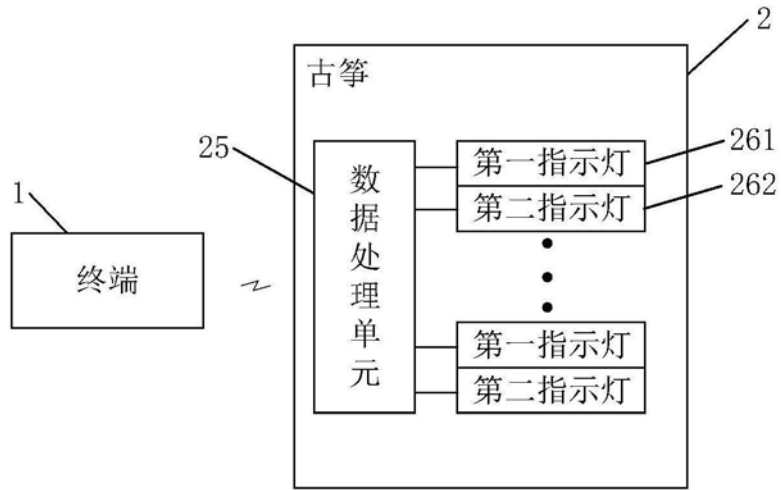


图1

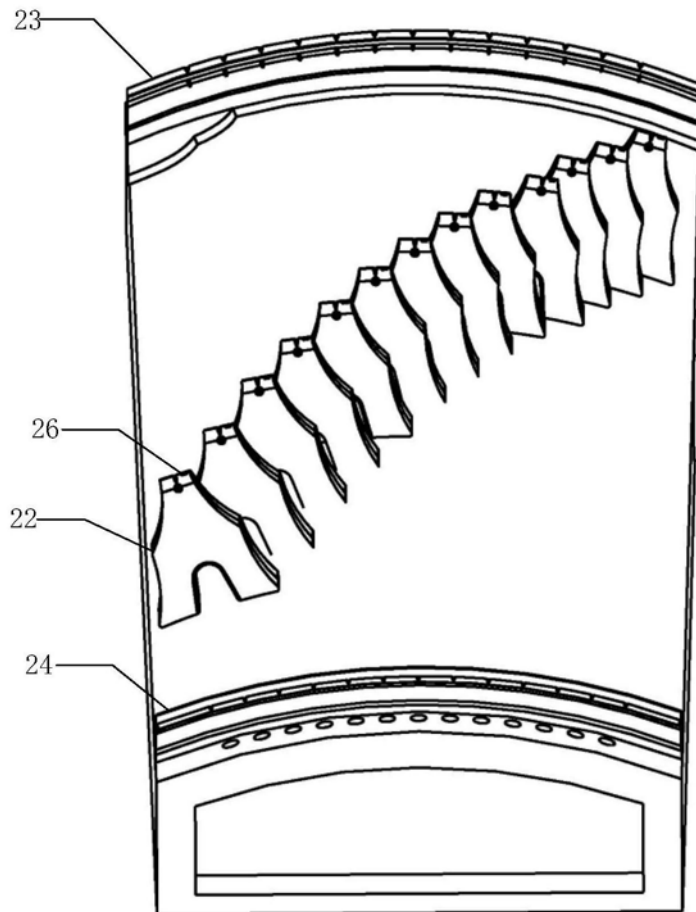


图2

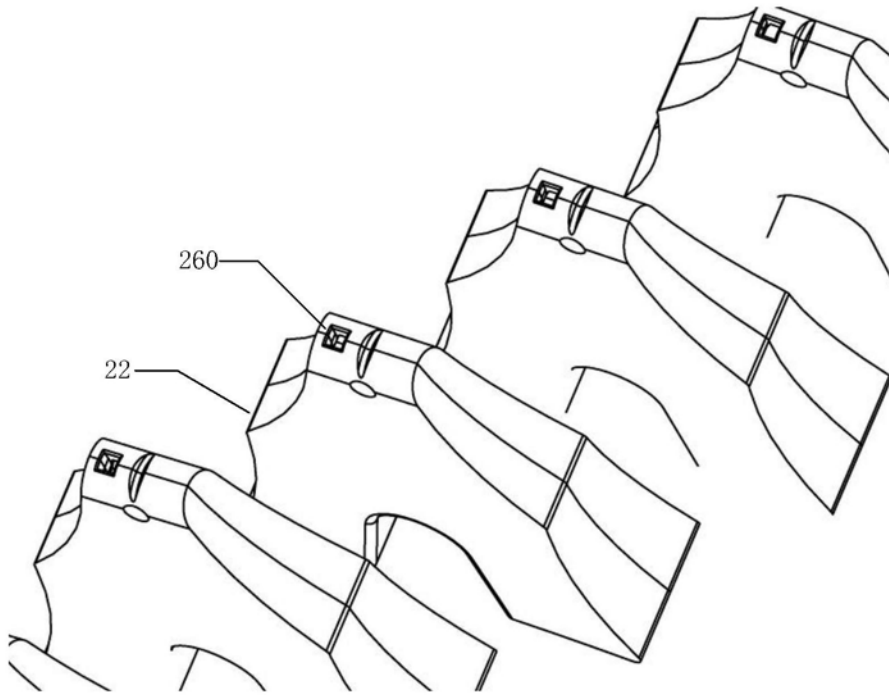


图3

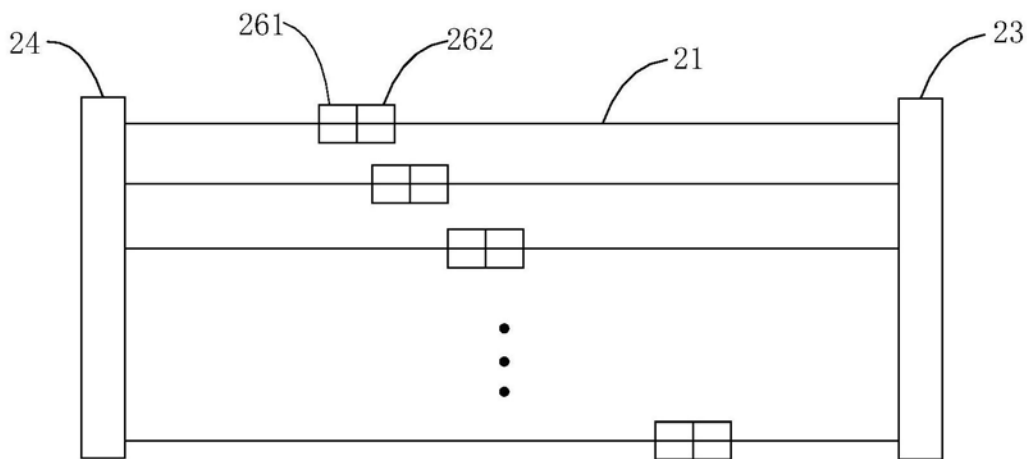


图4

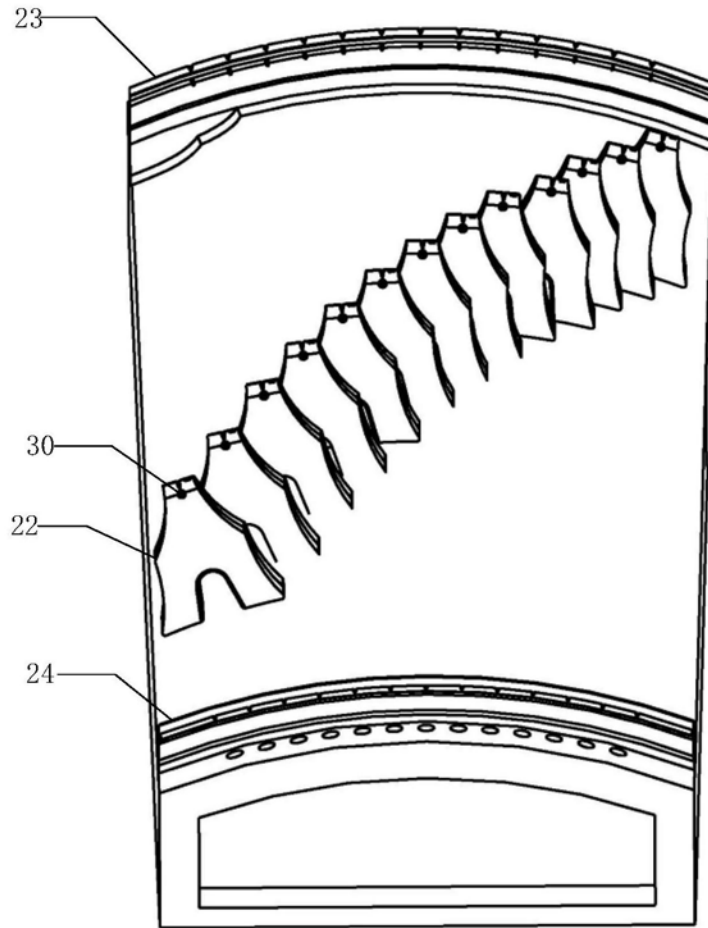


图5

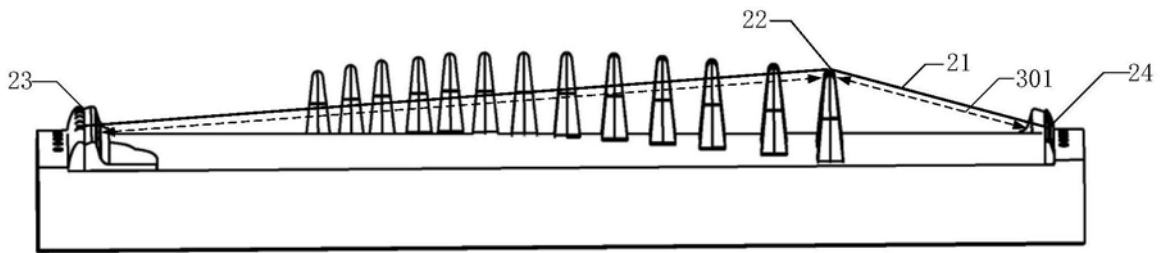


图6

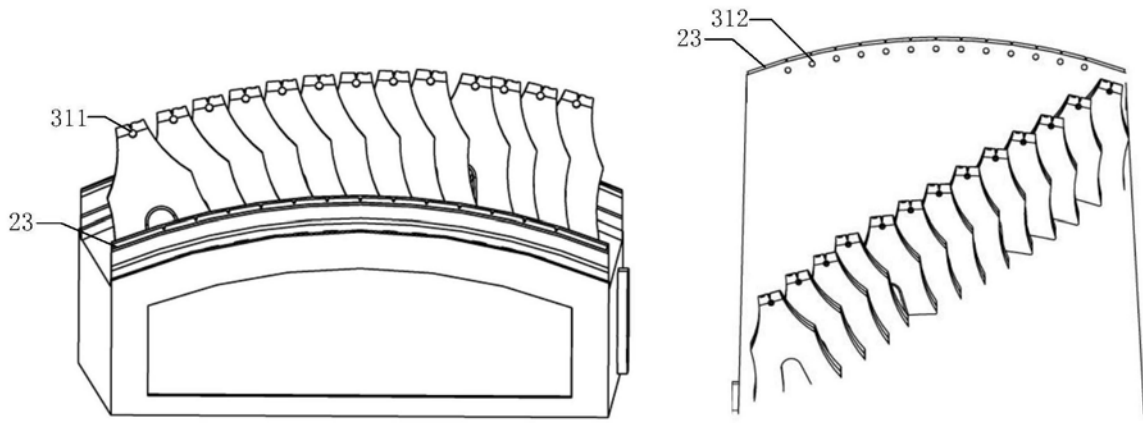


图7

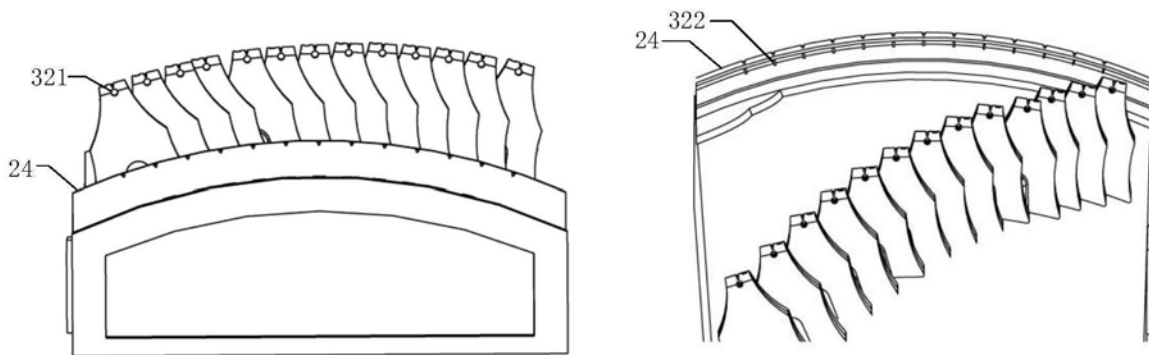


图8

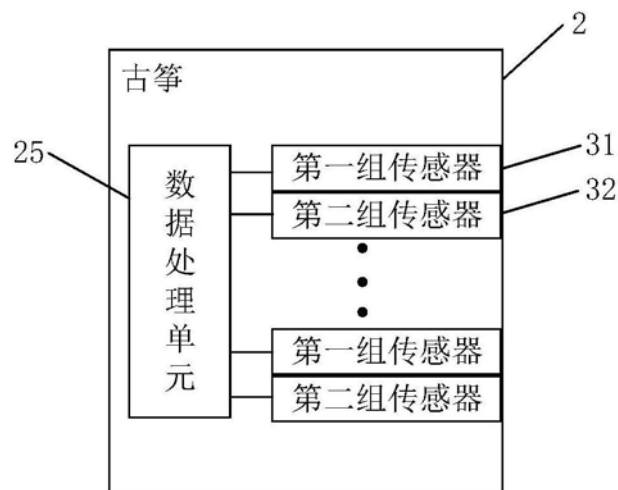


图9

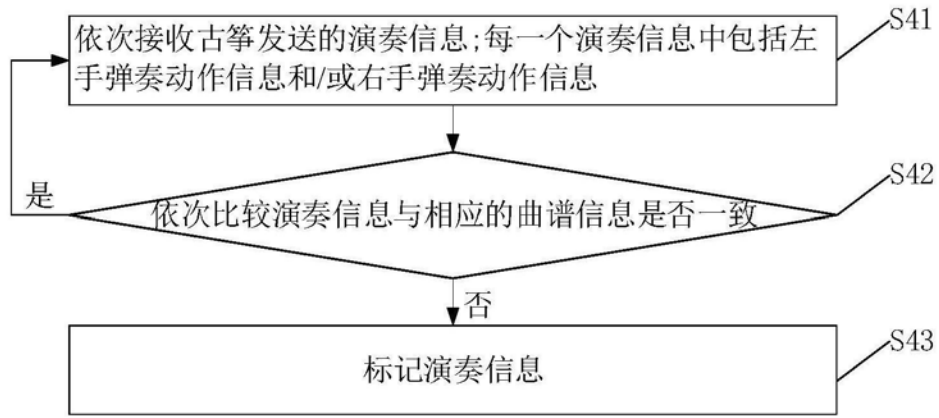


图10

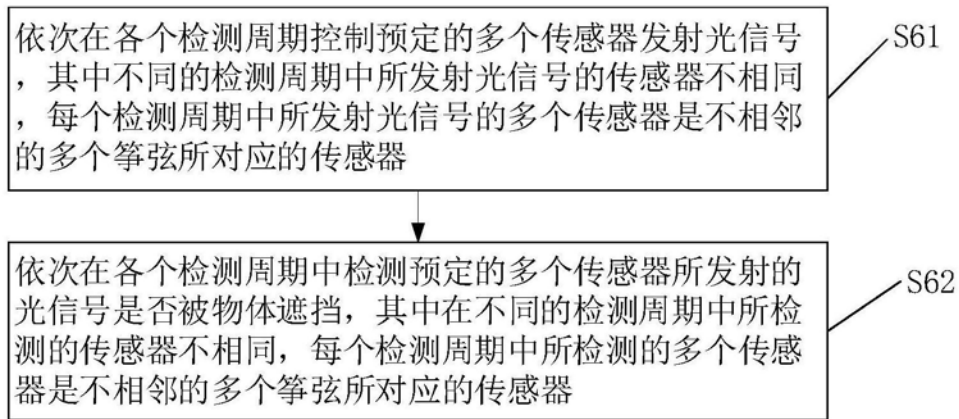


图11

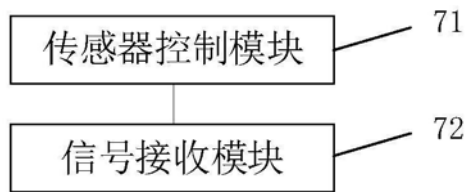


图12