



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104224128 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201410482583. 6

(22) 申请日 2014. 09. 19

(66) 本国优先权数据

201310444773. 4 2013. 09. 26 CN

(71) 申请人 中国科学院生物物理研究所

地址 100101 北京市朝阳区大屯路 15 号

(72) 发明人 刘苏 肖茜 赵旭东 郭晓菲

王秀春

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

11245

代理人 徐宁 关畅

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 5/0476(2006. 01)

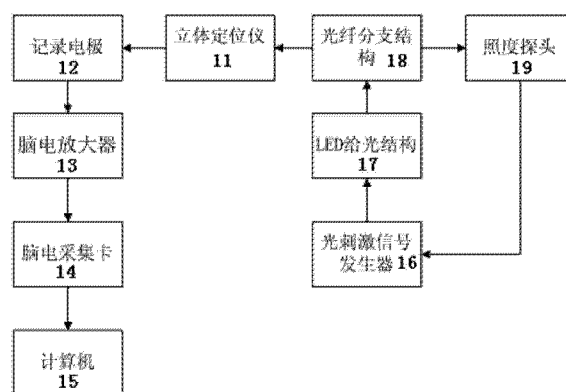
权利要求书5页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

一种鸟类视觉刺激实时监控及光分析记录系统

(57) 摘要

本发明涉及一种鸟类视觉刺激实时监控及光分析记录系统系统,其特征在于:它包括有立体定位仪、记录电极、脑电放大器、脑电采集卡、计算机、光刺激信号发生器、LED 给光结构、光纤分支结构、照度探头、荧光分光分度计和六位半数字万用表;它通过变换给光信号模式和强度刺激鸟类的单眼/双眼,同步记录研究区域的脑电信号,并根据实验要求对不同条件下的光照度、波长、能量信息进行实时监控同时实验者可以利用此反馈信息对光刺激信号进行调控,同时这些信息对分析脑电信号特征提供了物理参数支持。



1. 一种鸟类视觉刺激实时监控系統,其特征在于:它包括一立体定位仪、一记录电极、一脑电放大器、一脑电采集卡、一计算机、一光刺激信号发生器、一 LED 给光结构、一光纤分支结构和一照度探头;鸟类固定在所述立体定位仪上,所述记录电极的输入端插设在鸟类脑区,所述记录电极的输出端连接所述脑电放大器的输入端,所述脑电放大器的输出端连接所述脑电采集卡的输入端,所述脑电采集卡的输出端连接所述计算机;

所述光刺激信号发生器通过电缆与所述 LED 给光结构连接用于激发所述 LED 给光结构发出 LED 光信号,所述 LED 给光结构连接所述光纤分支结构的汇总端用于将 LED 光信号传递到所述光纤分支结构的各分支端,所述光纤分支结构的其中一个分支端对准鸟类眼睛用于发送部分 LED 光信号作为光刺激,光刺激经由鸟类产生的脑电信号被所述记录电极采集后发送到所述脑电放大器,所述脑电放大器将信号放大后通过所述脑电信号采集卡发送到计算机进行实时记录分析;所述光纤分支结构的另一个分支端将部分 LED 光信号发送到所述照度探头进行光照度探测,所述照度探头将探测的电信号通过电缆传回给所述光刺激信号发生器用于监测 LED 光信号的光照度值。

2. 如权利要求 1 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系統,其特征在于:当适用于双眼模式时,还包括有一 LED 给光结构、一光纤分支结构和一照度探头;所述光刺激信号发生器并联连接两个所述 LED 给光结构,两个所述 LED 给光结构同时发送 LED 光信号到两个所述光纤分支结构的汇总端,每一个所述光纤分支结构的其中一个分支端分别对准鸟类的两个眼睛用于发送部分 LED 光信号作为光刺激,光刺激经由鸟类产生的脑电信号被所述记录电极采集后发送到所述脑电放大器,所述脑电放大器将信号放大后通过所述脑电采集卡发送到所述计算机进行实时记录分析;每一个所述光纤分支结构的另一个分支端分别将部分 LED 光信号发送到相应照度探头进行光照度探测,两所述照度探头将探测的电信号通过电缆传回给所述光刺激信号发生器用于监测 LED 光信号的光照度值。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系統,其特征在于:所述光刺激信号发生器包括一电源滤波模块、一开关电源、一定时器、一光刺激模式及 LED 亮度调整电路、一左眼 LED 电流显示电路、一右眼 LED 电流显示电路、一左眼光刺激照度电路、一右眼光刺激照度电路、若干开关、若干按钮以及若干连接用接口;其中,开关包括一光电二极管放大电路电源开关、一暂停开关和一复位开关;按钮包括一左眼 LED 亮度调节旋钮、一刺激模式选择旋钮、一右眼 LED 亮度调节旋钮、一脑电采集电位调整旋钮、一 LED 亮度档旋钮、三左眼光刺激照度按钮和三右眼光刺激照度按钮;连接用接口包括一左眼 LED 电缆接口、一右眼 LED 电缆接口、一左眼光刺激照度电路电缆接口、一右眼光刺激照度电路电缆接口、一脑电采集卡电缆接口、一光电二极管放大电路电缆接口和一六位半数字万用表电缆接口;

其中,所述电源滤波模块的输入端连接市电用于对市电 220V 进行滤波,所述电源滤波模块的输出端并联连接所述开关电源的输入端和所述定时器的供电输入端;所述开关电源的输出端连接所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端,所述复位开关和暂停开关分别与所述定时器的输入端连接,所述定时器输出端与所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的信号输入端连接;所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端还连接有若干旋钮,用于改变光刺激模式及 LED 亮度调整电路中的参数,其中,所述左眼 LED 亮度调节旋钮用于改变左眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值,所述右眼 LED 亮度调节旋钮用于改变右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值,所述刺激模式选择旋钮用于改变左右眼 LED 给光结构中 LED 刺

激模式,所述脑电采集电位调整旋钮用于调整脑电同步信号电平幅度,所述 LED 亮度档旋钮用于改变 LED 给光结构中 LED 的亮度范围,所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输出端并联连接光电二极管放大电路的电源开关、左眼 LED 电流显示电路、右眼 LED 电流显示电路、左眼 LED 电缆接口、右眼 LED 电缆接口、脑电采集卡电缆接口、光电二极管放大电路电缆接口和六位半数字万用表电缆接口;其中,所述光电二极管放大电路的电源开关用于控制光电二极管放大电路电源通断;所述左眼 LED 电流显示电路用于显示左眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值,所述右眼 LED 电流显示电路用于显示右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值,所述左眼 LED 电缆接口用于连接左眼 LED 给光结构,所述右眼 LED 电缆接口用于连接右眼 LED 给光结构,所述脑电采集卡电缆接口用于连接所述脑电采集卡并将脑电同步信号从光刺激模式及 LED 亮度调整电路送入所述脑电采集卡;所述光电二极管放大电路电缆接口用于连接光电二极管放大电路并将转换的电信号发送到所述六位半数字万用表电缆接口,所述六位半数字万用表电缆接口用于连接六位半数字万用表;所述左眼光刺激照度电路与左眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接左眼照度探头并将左眼照度探头电信号发送到所述左眼光刺激照度电路;所述右眼光刺激照度电路与所述右眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接右眼照度探头并将右眼照度探头电信号发送到所述右眼光刺激照度电路;所述左眼光刺激照度按钮与所述左眼光刺激照度电路相连用于改变所述左眼光刺激照度电路参数,所述右眼光刺激照度按钮与所述右眼光刺激照度电路相连用于改变右眼光刺激照度电路参数。

4. 如权利要求 3 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系统的特征在于:所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路包括电平转换接口电路、时序逻辑电路、多路选通电路、左/右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路、LED 芯片、脑电采集卡信号同步接口电路、电源及滤波电路;所述电平转换接口电路用于将定时器输出的时钟脉冲信号 CP 转换为适用于 CMOS 电平和 TTL 电平芯片工作的信号并产生正和负 CP 时钟信号发送到所述时序逻辑电路;所述时序逻辑电路用于接收所述电平转换接口电路处理过的时钟信号并产生所需要的时序信号发送到所述多路选通电路;所述多路选通电路将触发信号送入所述左/右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路作为触发信号,用于实现 LED 芯片刺激模式的选择;所述脑电采集卡信号同步接口电路与所述多路选通电路连接用于产生与光刺激同步的电信号,并将光刺激同步的电信号送入所述脑电采集卡作为与脑电信号同步的参考信号;所述电源及滤波电路用于为所有电路芯片供电,并对芯片电源和地提供去耦电容滤波。

5. 如权利要求 4 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系统的特征在于:所述电平转换接口电路由接插件 J1、三极管 Q1、三极管 Q7、接地电阻 R5 和 R24、限流电阻 R3 和 R23、电阻 R22、电阻 R6、反相器 U6A、反向器 U6B 和反向器 U6C 组成;所述电阻 R3 一端连接所述插件 J1 的输出端,所述电阻 R3 另一端连接所述三极管 Q1 的基极;所述电阻 R5 一端连接所述三极管 Q1 的基极,所述电阻 R5 的另一端接地;所述电阻 R6 一端连接所述三极管 Q1 的发射极,所述电阻 R6 的另一端接地;所述电阻 R23 的一端连接所述三极管 Q1 的发射极,所述电阻 R23 的另一端连接所述三极管 Q7 的基极;所述电阻 R24 的一端连接所述三极管 Q7 的基极,所述电阻 R24 的另一端接地;所述电阻 R22 的一端连接所述三极管 Q7 的集电极,所述电阻 R22 的另一端接 5V 电源;所述反相器 U6A 的输入端连接所述三极管 Q7 的集电极;所述反相器 U6B 的输入端连接所述反相器 U6A 的输入端,所述反相器 U6B 的输出端连接所述反相器

U6C 的输入端。

6. 如权利要求 5 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系统的特征在于：所述时序逻辑电路由 JK 触发器 U4A、JK 触发器 U4B、电阻 R12、电阻 R13、按键开关 SV2、电阻 R17、电阻 R18、按键开关 SV3、四个输入与门 U2A、U2B、U2C 和 U2D；所述反相器 U6A 的输出端并联连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLK} 、JK 触发器 U4B 的 \overline{CLK} 、输入与门 U2A 的输入端 1A 和输入与门 U2B 的输入端 2B；所述 JK 触发器 U4A 的 K 输入端、J 输入端和 VCC 电源端连接 5V 电源；所述电阻 R12 的一端连接 5V 电源，所述电阻 R12 的另一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ；所述电阻 R13 的一端连接 5V 电源，另一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{PRE} ；所述 JK 触发器 U4A 的 GND 接地，所述 JK 触发器 U4A 的 Q 输出端与所述输入与门 U2A 的输入端 1B 相连，所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{Q} 输出端与所述输入与门 U2B 的输入端 2A 相连；所述按键开关 SV2 的一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ，所述按键开关 SV2 的另一端接地；所述 JK 触发器 U4B 的 J 输入端、K 输入端和 VCC 电源端连接 5V 电源；所述电阻 R17 的一端连接 5V 电源，所述电阻 R17 的另一端连接所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ；所述电阻 R18 的一端连接 5V 电源，另一端连接 JK 所述触发器 U4B 的 \overline{PRE} ；所述按键开关 SV3 的一端连接所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ，所述按键开关 SV3 的另一端接地；所述 JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接所述输入与门 U2D 的输入端 4A，所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{Q} 输出端连接所述输入与门 U2C 的输入端 3A。

7. 如权利要求 6 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系统的特征在于：所述多路选通电路由双路八位开关 SW1 组成，所述双路八位开关 SW1 的第一输入端与所述输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接；第二输入端悬空；第三输入端与所述输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接；第四输入端与所述反相器 U6A 的输出端连接；第五输入端与所述输入与门 U2D 的输出端连接；第六输入端与所述 JK 触发器 U4B 的 /Q 输出端连接；第七输入端与所述 JK 触发器 U4A 的 Q 输出端连接；第八输入端与所述输入与门 U2B 的输出端连接；第九输入端悬空；第十输入端与所述输入与门 U2B 的输出端连接；第十一输入端与所述输入与门 U2B 的输出端相连；第十二输入端与所述反相器 U6A 的输出端连接；第十三输入端与所述 JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接；第十四输入端与所述输入与门 U2C 的输出端连接；第十五输入端与所述输入与门 U2A 的输出端连接；第十六输入端与所述 JK 触发器 U4A 的 /Q 输出端连接；第十七输出端与所述 LED 精密标准源恒流驱动电路的电阻 R20 的一端、输入或门 U3A 的输入端 1B 连接；第十八输出端与所述 LED 精密标准源恒流驱动电路的电阻 R11 的一端、输入与门 U3A 的输入端 1A 连接。

8. 如权利要求 7 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系统的特征在于：所述 LED 精密标准源恒流驱动电路包括电压基准源 U1、电压基准源 U5、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R10、电阻 R11、电阻 R14、电阻 R15、电阻 R16、电阻 R19、电阻 R20、电阻 R21、电阻 R25、电阻 R26、三极管 Q3、三极管 Q4、三极管 Q5、三极管 Q6、LED 给光结构中的 LED 芯片 D2、LED 给光结构中的 LED 芯片 D3、LED 亮度调节旋钮 W1、LED 亮度调节旋钮 W3、LED 电流显示电路 J3、LED 电流显示电路 J4 和双路两位开关 SW4；所述电阻 R11 的另一端连接所述三极管 Q4 的基极；所述电阻 R14 的一端连接所述三极管 Q4 的基极，另一端接地；所述三极管 Q4 的发射极接地；所述三

极管 Q4 的集电极并联连接所述电阻 R2 和电阻 R10 的一端,所述电阻 R2 的另一端与所述电压基准源 U1 的阴极连接,所述电阻 R10 的另一端与所述电压基准源 U1 的阳极连接,所述电压基准源 U1 的阴极并联连接 12V 电源、电阻 R1 和电阻 R25 的一端;所述电阻 R1 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的一组常开触点连接,所述电阻 R25 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的一组常闭触点连接,所述双路两位开关 SW4 的一组公共端与所述 LED 亮度调节旋钮 W1 的滑动端连接,所述 LED 亮度调节旋钮 W1 的固定端与所述三极管 Q3 的发射极连接,所述三极管 Q3 的基极与所述电压基准源 U1 的阳极连接,所述三极管 Q3 的集电极与所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阳极连接,所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阴极与 LED 电流显示电路 J3 的信号输入端连接,所述 LED 电流显示电路 J3 的信号地和电源地接地,电源接 5V 电源。所述电阻 R20 的一端与所述三极管 Q6 的基极、电阻 R21 的一端连接,所述电阻 R21 的另一端接地,所述三极管 Q6 发射极接地。所述三极管 Q6 的集电极与电阻 R16 的一端、电阻 R19 的一端连接,所述电阻 R16 的另一端与所述电压基准源 U5 的阴极连接,所述电阻 R19 的另一端与所述电压基准源 U5 的阳极连接,所述电压基准源 U5 的阴极与 12V 电源、电阻 R15 的一端、电阻 R26 的一端连接;所述电阻 R26 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的另一组常开触点连接、电阻 R15 的另一端与双路两位开关 SW4 的另一组常闭触点连接,所述双路两位开关 SW4 的另一组公共端与所述 LED 亮度调节旋钮 W3 的滑动端连接,LED 亮度调节旋钮 W3 的固定端与三极管 Q5 的发射极连接,所述三极管 Q5 的基极与所述电压基准源 U5 的阳极连接,所述三极管 Q5 的集电极与所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阳极连接,所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阴极与 LED 电流显示电路 J4 的信号地和电源地接地,电源接 5V 电源。

9. 如权利要求 1 或 2 或 4 或 5 或 6 或 7 或 8 所述的一种鸟类视觉刺激实时监控系統,其特征在于:所述 LED 给光结构包括磁力座交叉杆架、LED 支撑杆、LED 支撑杆连接套、两芯电缆插头母头、两芯电缆插头公头插头、LED 及铝基板和 LED 灯罩;所述磁力座交叉杆架的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,所述 LED 支撑杆穿过长方形金属块的正交孔与所述磁力座交叉杆架通过螺栓锁紧固定;所述 LED 支撑杆的一端套设有所述 LED 支撑杆连接套,所述 LED 支撑杆连接套的外端通过螺纹连接所述两芯电缆插头公头,所述两芯电缆插头公头通过插针连接所述两芯电缆插头母头,所述 LED 支撑杆的另一端通过螺纹连接所述 LED 及铝基板,所述 LED 及铝基板的外部套设所述 LED 灯罩,所述 LED 正极连接两芯电缆其中一根电缆,LED 负极连接两芯电缆中的另一根电缆。

10. 一种鸟类视觉刺激光分析记录系統,其特征在于:它包括一立体定位仪、一光刺激信号发生器、一 LED 给光结构、一光纤结构、一光纤分支结构、一光强测试模块、一荧光分光光度计和一计算机;

鸟类固定在所述立体定位仪上,所述光刺激信号发生器通过电缆与所述 LED 给光结构连接用于激发 LED 给光结构发出 LED 光信号,所述 LED 给光结构连接所述光纤结构的输入端,所述光纤结构的输出端对准鸟类的其中一只眼睛用于发送 LED 光信号作为光刺激,鸟类的另一只眼睛的眼窝将衰减的 LED 光信号发送到所述光纤分支结构的汇总端,汇总端将从鸟类眼窝中衰减的 LED 光信号传递给各分支端,所述光纤分支结构的其中一个分支端将接收的部分 LED 光信号发送到所述光强测试模块,所述光强测试模块将接收到的光信号转换为电压信号发送到所述光刺激信号发生器;所述光纤分支结构的另一光纤分支端将接收

的部分 LED 光信号发送到所述荧光分光光度计,所述荧光分光光度计对接收的 LED 光信号进行光谱扫描,并将光谱扫描结果发送到所述计算机进行分析。

11. 如权利要求 10 所述的一种鸟类视觉刺激光分析记录系统,其特征在于:还包括一用于对所述光纤分支结构进行支撑的光纤分支结构支撑装置,它包括磁力座交叉杆架、光电二极管放大电路插针连线护套、光电二极管放大电路、光纤与光电二极管放大电路连接套、二分支光纤、止血敷料、二分支光纤凹槽夹持块和三维移动平台杆架;所述磁力座交叉杆架的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,所述光电二极管放大电路插针连线护套的一端穿过所述长方形金属块圆孔并通过螺栓与所述磁力座交叉杆架锁紧固定,所述光电二极管放大电路插针连线护套的另一端连接所述光电二极管放大电路,所述光电二极管放大电路通过所述光纤与光电二极管放大电路连接套连接所述二分支光纤的其中一分支端,所述二分支光纤的另一分支光纤连接所述荧光分光光度计,所述二分支光纤的汇总端固定连接止血敷料;所述二分支光纤的汇总端通过所述二分支光纤凹槽夹持块支撑固定,所述二分支光纤凹槽夹持块固定放置在所述三维移动平台杆架上。

一种鸟类视觉刺激实时监控及光分析记录系统

技术领域

[0001] 本发明涉及动物脑认知技术领域,特别是关于一种鸟类视觉刺激实时监控及光分析记录系统。

背景技术

[0002] 人类和多数动物对外部物体的视觉感知依赖于视觉系统对物体的亮度、颜色、对比度等信息的分析,因此视觉系统一直是科学家们重点研究对象,鸟类发达的视觉系统作为经典的实验材料在研究脑认知领域得到广泛采用。

[0003] 在鸟类视觉系统及脑功能研究中,常用的方式是根据所研究的对象功能,设计光源或者图像进行视觉刺激并同步记录相关脑区的反应。光信号通过人工给出或者计算机控制的大屏幕刺激。在长时程视觉刺激条件下,人工控制给光无法保证准确时序和时间精度及给光强度;计算机控制的大屏幕刺激虽然能保证时序准确,但是不适用于暗室环境下单眼/双眼刺激。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种具有可程式时序特征和可控式光强度的鸟类视觉刺激实时监控及光分析记录系统,能够根据实验要求对不同状态下的光照度、波长、能量信息进行实时监控,也可以根据此反馈信息对视觉光刺激信号进行调控。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种鸟类视觉刺激实时监控系统,其特征在于:它包括一立体定位仪、一记录电极、一脑电放大器、一脑电采集卡、一计算机、一光刺激信号发生器、一LED给光结构、一光纤分支结构和一照度探头;鸟类固定在所述立体定位仪上,所述记录电极的输入端插设在鸟类脑区,所述记录电极的输出端连接所述脑电放大器的输入端,所述脑电放大器的输出端连接所述脑电采集卡的输入端,所述脑电采集卡的输出端连接所述计算机;所述光刺激信号发生器通过电缆与所述LED给光结构连接用于激发所述LED给光结构发出LED光信号,所述LED给光结构连接所述光纤分支结构的汇总端用于将LED光信号传递到所述光纤分支结构的各分支端,所述光纤分支结构的其中一个分支端对准鸟类眼睛用于发送部分LED光信号作为光刺激,光刺激经由鸟类产生的脑电信号被所述记录电极采集后发送到所述脑电放大器,所述脑电放大器将信号放大后通过所述脑电信号采集卡发送到计算机进行实时记录分析;所述光纤分支结构的另一个分支端将部分LED光信号发送到所述照度探头进行光照度探测,所述照度探头将探测的电信号通过电缆传回给所述光刺激信号发生器用于监测LED光信号的光照度值。

[0006] 当适用于双眼模式时,还包括有一LED给光结构、一光纤分支结构和一照度探头;所述光刺激信号发生器并联连接两个所述LED给光结构,两个所述LED给光结构同时发送LED光信号到两个所述光纤分支结构的汇总端,每一个所述光纤分支结构的其中一个分支端分别对准鸟类的两个眼睛用于发送部分LED光信号作为光刺激,光刺激经由鸟类产生的脑电信号被所述记录电极采集后发送到所述脑电放大器,所述脑电放大器将信号放大后通

过所述脑电采集卡发送到所述计算机进行实时记录分析；每一个所述光纤分支结构的另一个分支端分别将部分 LED 光信号发送到相应照度探头进行光照度探测，两所述照度探头将探测的电信号通过电缆传回给所述光刺激信号发生器用于监测 LED 光信号的照度值。

[0007] 所述光刺激信号发生器包括一电源滤波模块、一开关电源、一定时器、一光刺激模式及 LED 亮度调整电路、一左眼 LED 电流显示电路、一右眼 LED 电流显示电路、一左眼光刺激照度电路、一右眼光刺激照度电路、若干开关、若干按钮以及若干连接用接口；其中，开关包括一光电二极管放大电路电源开关、一暂停开关和一复位开关；按钮包括一左眼 LED 亮度调节旋钮、一刺激模式选择旋钮、一右眼 LED 亮度调节旋钮、一脑电采集电位调整旋钮、一 LED 亮度档旋钮、三左眼光刺激照度按钮和三右眼光刺激照度按钮；连接用接口包括一左眼 LED 电缆接口、一右眼 LED 电缆接口、一左眼光刺激照度电路电缆接口、一右眼光刺激照度电路电缆接口、一脑电采集卡电缆接口、一光电二极管放大电路电缆接口和一六位半数字万用表电缆接口；其中，所述电源滤波模块的输入端连接市电用于对市电 220V 进行滤波，所述电源滤波模块的输出端并联连接所述开关电源的输入端和所述定时器的供电输入端；所述开关电源的输出端连接所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端，所述复位开关和暂停开关分别与所述定时器的输入端连接，所述定时器输出端与所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的信号输入端连接；所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端还连接有若干旋钮，用于改变光刺激模式及 LED 亮度调整电路中的参数，其中，所述左眼 LED 亮度调节旋钮用于改变左眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值，所述右眼 LED 亮度调节旋钮用于改变右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值，所述刺激模式选择旋钮用于改变左右眼 LED 给光结构中 LED 刺激模式，所述脑电采集电位调整旋钮用于调整脑电同步信号电平幅度，所述 LED 亮度档旋钮用于改变 LED 给光结构中 LED 的亮度范围，所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输出端并联连接光电二极管放大电路的电源开关、左眼 LED 电流显示电路、右眼 LED 电流显示电路、左眼 LED 电缆接口、右眼 LED 电缆接口、脑电采集卡电缆接口、光电二极管放大电路电缆接口和六位半数字万用表电缆接口；其中，所述光电二极管放大电路的电源开关用于控制光电二极管放大电路电源通断；所述左眼 LED 电流显示电路用于显示左眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值，所述右眼 LED 电流显示电路用于显示右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值，所述左眼 LED 电缆接口用于连接左眼 LED 给光结构，所述右眼 LED 电缆接口用于连接右眼 LED 给光结构，所述脑电采集卡电缆接口用于连接所述脑电采集卡并将脑电同步信号从光刺激模式及 LED 亮度调整电路送入所述脑电采集卡；所述光电二极管放大电路电缆接口用于连接光电二极管放大电路并将转换的电信号发送到所述六位半数字万用表电缆接口，所述六位半数字万用表电缆接口用于连接六位半数字万用表；所述左眼光刺激照度电路与左眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接左眼照度探头并将左眼照度探头电信号发送到所述左眼光刺激照度电路；所述右眼光刺激照度电路与所述右眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接右眼照度探头并将右眼照度探头电信号发送到所述右眼光刺激照度电路；所述左眼光刺激照度按钮与所述左眼光刺激照度电路相连用于改变所述左眼光刺激照度电路参数，所述右眼光刺激照度按钮与所述右眼光刺激照度电路相连用于改变右眼光刺激照度电路参数。

[0008] 所述光刺激模式及 LED 亮度调整电路包括电平转换接口电路、时序逻辑电路、多路选通电路、左 / 右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路、LED 芯片、脑电采集卡信号同步接口

电路、电源及滤波电路；所述电平转换接口电路用于将定时器输出的时钟脉冲信号 CP 转换为适用于 CMOS 电平和 TTL 电平芯片工作的信号并产生正和负 CP 时钟信号发送到所述时序逻辑电路；所述时序逻辑电路用于接收所述电平转换接口电路处理过的时钟信号并产生所需要的时序信号发送到所述多路选通电路；所述多路选通电路将触发信号送入所述左 / 右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路作为触发信号，用于实现 LED 芯片刺激模式的选择；所述脑电采集卡信号同步接口电路与所述多路选通电路连接用于产生与光刺激同步的电信号，并将光刺激同步的电信号送入所述脑电采集卡作为与脑电信号同步的参考信号；所述电源及滤波电路用于为所有电路芯片供电，并对芯片电源和地提供去耦电容滤波。

[0009] 所述电平转换接口电路由接插件 J1、三极管 Q1、三极管 Q7、接地电阻 R5 和 R24、限流电阻 R3 和 R23、电阻 R22、电阻 R6、反相器 U6A、反向器 U6B 和反向器 U6C 组成；所述电阻 R3 一端连接所述插件 J1 的输出端，所述电阻 R3 另一端连接所述三极管 Q1 的基极；所述电阻 R5 一端连接所述三极管 Q1 的基极，所述电阻 R5 的另一端接地；所述电阻 R6 一端连接所述三极管 Q1 的发射极，所述电阻 R6 的另一端接地；所述电阻 R23 的一端连接所述三极管 Q1 的发射极，所述电阻 R23 的另一端连接所述三极管 Q7 的基极；所述电阻 R24 的一端连接所述三极管 Q7 的基极，所述电阻 R24 的另一端接地；所述电阻 R22 的一端连接所述三极管 Q7 的集电极，所述电阻 R22 的另一端接 5V 电源；所述反相器 U6A 的输入端连接所述三极管 Q7 的集电极；所述反相器 U6B 的输入端连接所述反相器 U6A 的输入端，所述反相器 U6B 的输出端连接所述反相器 U6C 的输入端。

[0010] 所述时序逻辑电路由 JK 触发器 U4A、JK 触发器 U4B、电阻 R12、电阻 R13、按键开关 SV2、电阻 R17、电阻 R18、按键开关 SV3、四个输入与门 U2A、U2B、U2C 和 U2D；所述反相器 U6A 的输出端并联连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLK} 、JK 触发器 U4B 的 \overline{CLK} 、输入与门 U2A 的输入端 1A 和输入与门 U2B 的输入端 2B；所述 JK 触发器 U4A 的 K 输入端、J 输入端和 VCC 电源端连接 5V 电源；所述电阻 R12 的一端连接 5V 电源，所述电阻 R12 的另一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ；所述电阻 R13 的一端连接 5V 电源，另一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{PRE} ；所述 JK 触发器 U4A 的 GND 接地，所述 JK 触发器 U4A 的 Q 输出端与所述输入与门 U2A 的输入端 1B 相连，所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{Q} 输出端与所述输入与门 U2B 的输入端 2A 相连；所述按键开关 SV2 的一端连接所述 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ，所述按键开关 SV2 的另一端接地；所述 JK 触发器 U4B 的 J 输入端、K 输入端和 VCC 电源端连接 5V 电源；所述电阻 R17 的一端连接 5V 电源，所述电阻 R17 的另一端连接所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ；所述电阻 R18 的一端连接 5V 电源，另一端连接 JK 所述触发器 U4B 的 \overline{PRE} ；所述按键开关 SV3 的一端连接所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ，所述按键开关 SV3 的另一端接地；所述 JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接所述输入与门 U2D 的输入端 4A，所述 JK 触发器 U4B 的 \overline{Q} 输出端连接所述输入与门 U2C 的输入端 3A。

[0011] 所述多路选通电路由双路八位开关 SW1 组成，所述双路八位开关 SW1 的第一输入端与所述输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接；第二输入端悬空；第三输入端与所述输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接；第四输入端与所述反相器 U6A 的输出端连接；第五输入端与所述输

入与门 U2D 的输出端连接；第六输入端与所述 JK 触发器 U4B 的 /Q 输出端连接；第七输入端与所述 JK 触发器 U4A 的 Q 输出端连接；第八输入端与所述输入与门 U2B 的输出端连接；第九输入端悬空；第十输入端与所述输入与门 U2B 的输出端连接；第十一输入端与所述输入与门 U2B 的输出端相连；第十二输入端与所述反相器 U6A 的输出端连接；第十三输入端与所述 JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接；第十四输入端与所述输入与门 U2C 的输出端连接；第十五输入端与所述输入与门 U2A 的输出端连接；第十六输入端与所述 JK 触发器 U4A 的 /Q 输出端连接；第十七输出端与所述 LED 精密标准源恒流驱动电路的电阻 R20 的一端、输入或门 U3A 的输入端 1B 连接；第十八输出端与所述 LED 精密标准源恒流驱动电路的电阻 R11 的一端、输入与门 U3A 的输入端 1A 连接。

[0012] 所述 LED 精密标准源恒流驱动电路包括电压基准源 U1、电压基准源 U5、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R10、电阻 R11、电阻 R14、电阻 R15、电阻 R16、电阻 R19、电阻 R20、电阻 R21、电阻 R25、电阻 R26、三极管 Q3、三极管 Q4、三极管 Q5、三极管 Q6、LED 给光结构中的 LED 芯片 D2、LED 给光结构中的 LED 芯片 D3、LED 亮度调节旋钮 W1、LED 亮度调节旋钮 W3、LED 电流显示电路 J3、LED 电流显示电路 J4 和双路两位开关 SW4；所述电阻 R11 的另一端连接所述三极管 Q4 的基极；所述电阻 R14 的一端连接所述三极管 Q4 的基极，另一端接地；所述三极管 Q4 的发射极接地；所述三极管 Q4 的集电极并联连接所述电阻 R2 和电阻 R10 的一端，所述电阻 R2 的另一端与所述电压基准源 U1 的阴极连接，所述电阻 R10 的另一端与所述电压基准源 U1 的阳极连接，所述电压基准源 U1 的阴极并联连接 12V 电源、电阻 R1 和电阻 R25 的一端；所述电阻 R1 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的一组常开触点连接，所述电阻 R25 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的一组常闭触点连接，所述双路两位开关 SW4 的一组公共端与所述 LED 亮度调节旋钮 W1 的滑动端连接，所述 LED 亮度调节旋钮 W1 的固定端与所述三极管 Q3 的发射极连接，所述三极管 Q3 的基极与所述电压基准源 U1 的阳极连接，所述三极管 Q3 的集电极与所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阳极连接，所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阴极与 LED 电流显示电路 J3 的信号输入端连接，所述 LED 电流显示电路 J3 的信号地和电源地接地，电源接 5V 电源。所述电阻 R20 的一端与所述三极管 Q6 的基极、电阻 R21 的一端连接，所述电阻 R21 的另一端接地，所述三极管 Q6 发射极接地。所述三极管 Q6 的集电极与电阻 R16 的一端、电阻 R19 的一端连接，所述电阻 R16 的另一端与所述电压基准源 U5 的阴极连接，所述电阻 R19 的另一端与所述电压基准源 U5 的阳极连接，所述电压基准源 U5 的阴极与 12V 电源、电阻 R15 的一端、电阻 R26 的一端连接；所述电阻 R26 的另一端与所述双路两位开关 SW4 的另一组常开触点连接、电阻 R15 的另一端与双路两位开关 SW4 的另一组常闭触点连接，所述双路两位开关 SW4 的另一组公共端与所述 LED 亮度调节旋钮 W3 的滑动端连接，LED 亮度调节旋钮 W3 的固定端与三极管 Q5 的发射极连接，所述三极管 Q5 的基极与所述电压基准源 U5 的阳极连接，所述三极管 Q5 的集电极与所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阳极连接，所述 LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阴极与 LED 电流显示电路 J4 的信号地和电源地接地，电源接 5V 电源。

[0013] 所述 LED 给光结构包括磁力座交叉杆架、LED 支撑杆、LED 支撑杆连接套、两芯电缆插头母头、两芯电缆插头公头插头、LED 及铝基板和 LED 灯罩；所述磁力座交叉杆架的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块，所述 LED 支撑杆穿过长方形金属块的正交孔与所述磁力座交叉杆架通过螺栓锁紧固定；所述 LED 支撑杆的一端套设有所述 LED 支撑

杆连接套,所述 LED 支撑杆连接套的外端通过螺纹连接所述两芯电缆插头公头,所述两芯电缆插头公头通过插针连接所述两芯电缆插头母头,所述 LED 支撑杆的另一端通过螺纹连接所述 LED 及铝基板,所述 LED 及铝基板的外部套设所述 LED 灯罩,所述 LED 正极连接两芯电缆其中一根电缆,LED 负极连接两芯电缆中的另一根电缆。

[0014] 一种鸟类视觉刺激光分析记录系统,其特征在于:它包括一立体定位仪、一光刺激信号发生器、一 LED 给光结构、一光纤结构、一光纤分支结构、一光强测试模块、一荧光分光光度计和一计算机;鸟类固定在所述立体定位仪上,所述光刺激信号发生器通过电缆与所述 LED 给光结构连接用于激发 LED 给光结构发出 LED 光信号,所述 LED 给光结构连接所述光纤结构的输入端,所述光纤结构的输出端对准鸟类的其中一只眼睛用于发送 LED 光信号作为光刺激,鸟类的另一只眼睛的眼窝将衰减的 LED 光信号发送到所述光纤分支结构的汇总端,汇总端将从鸟类眼窝中衰减的 LED 光信号传递给各分支端,所述光纤分支结构的其中一个分支端将接收的部分 LED 光信号发送到所述光强测试模块,所述光强测试模块将接收到的光信号转换为电压信号发送到所述光刺激信号发生器;所述光纤分支结构的另一光纤分支端将接收的部分 LED 光信号发送到所述荧光分光光度计,所述荧光分光光度计对接收的 LED 光信号进行光谱扫描,并将光谱扫描结果发送到所述计算机进行分析。

[0015] 还包括一用于对所述光纤分支结构进行支撑的光纤分支结构支撑装置,它包括磁力座交叉杆架、光电二极管放大电路插针连线护套、光电二极管放大电路、光纤与光电二极管放大电路连接套、二分支光纤、止血敷料、二分支光纤凹槽夹持块和三维移动平台杆架;所述磁力座交叉杆架的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,所述光电二极管放大电路插针连线护套的一端穿过所述长方形金属块圆孔并通过螺栓与所述磁力座交叉杆架锁紧固定,所述光电二极管放大电路插针连线护套的另一端连接所述光电二极管放大电路,所述光电二极管放大电路通过所述光纤与光电二极管放大电路连接套连接所述二分支光纤的其中一分支端,所述二分支光纤的另一分支光纤连接所述荧光分光光度计,所述二分支光纤的汇总端固定连接止血敷料;所述二分支光纤的汇总端通过所述二分支光纤凹槽夹持块支撑固定,所述二分支光纤凹槽夹持块固定放置在所述三维移动平台杆架上。

[0016] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明中光刺激信号发生器可以提供八种刺激模式,并且可以设置多种时间长度的 CP 时钟信号用于模式的循环刺激,能够根据实验要求对不同状态下的光照度、波长、能量信息进行实时监控,也可以根据此反馈信息对视觉光刺激信号进行调控。2、本发明利用双路八位开关实现刺激模式切换与模拟开关和多路选通等方法相比具有最少的布线和稳定的工作状态。3、本发明的 LED 精密标准源恒流驱动电路而非 PWM 调光电路作为亮度调整方式,一方面可以提供稳定性较高的恒定电流,另一方面恒定亮度更适用于视觉实验。4、本发明的电流显示电路可以指示当前通过 LED 电流值,为后期数据分析作支持。5、本发明的照度电路可以接收照度探头反馈的电信号,实时显示 LED 照度,这种反馈方式为实现照度准确的光刺激提供保证。6、本发明的脑电采集卡信号同步接口电路与脑电采集卡相连,可与其他分析软件扩展使用。7、本发明的 LED 给光结构中 LED 芯片配光曲线水平与垂直方向相同,再装配磨砂面 30 度角灯罩保证了出射光线进入光纤的各方向均匀性。8、本发明的两分支光纤近似将等份的光分别送给实验动物和反馈照度探头,用光纤投射出的光线更均匀,橡胶光纤罩的使用既可以防止光泄露又可以实现与实验动物柔软接触;光纤及照度探头调整架可以保证两条分支光纤光路形状近似

相等,光信号通过照度探头用电路形式反馈照度信号,减少光路距离,尽可能减少由于光路衰减形成的误差。9、本发明由于采用止血敷料,因此便于吸收组织液体。10、本发明设置有荧光分光光度计,利用高灵敏度荧光分光光度计扫描光纤导入光所得的光谱结果优于现有技术中的测量光谱的设备所得结果。本发明可以广泛应用于鸟类视觉刺激实时监控及光分析过程中。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明鸟类视觉刺激实时监控示意图；

[0018] 图 2 是本发明鸟类视觉刺激光分析记录系统示意图；

[0019] 图 3 是本发明的光刺激模式及 LED 亮度调整电路方框示意图；

[0020] 图 4 是本发明的光刺激模式及 LED 亮度调整电路原理图,图 4(a) 是电平转换接口电路原理示意图,图 4(b) 是时序逻辑电路原理示意图,图 4(c) 是多路选通电路原理示意图,图 4(d) 是 LED 精密标准源恒流驱动电路原理示意图,图 4(e) 是脑电采集卡信号同步接口电路原理示意图；

[0021] 图 5 是本发明的 8 种光刺激模式信号示意图；

[0022] 图 6 是本发明的 LED 给光结构示意图；

[0023] 图 7 是本发明的光纤分支结构支撑装置结构示意图；

[0024] 图 8 是本发明的另一光纤分支结构支撑装置结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0026] 如图 1 所示,本发明的鸟类视觉刺激实时监控系统包括一立体定位仪 11、一记录电极 12、一脑电放大器 13、一脑电采集卡 14、一计算机 15、一光刺激信号发生器 16、一 LED 给光结构 17、一光纤分支结构 18 和一照度探头 19;实验鸟类固定在立体定位仪 11 上,记录电极 12 的输入端插设在鸟类脑区,记录电极 12 的输出端连接脑电放大器 13 的输入端,脑电放大器 13 的输出端连接脑电采集卡 14 的输入端,脑电采集卡 14 的输出端连接计算机 15;光刺激信号发生器 16 通过电缆与 LED 给光结构 17 连接用于激发 LED 给光结构 17 发出 LED 光信号,LED 给光结构 17 连接光纤分支结构 18 的汇总端用于将 LED 光信号传递到光纤分支结构 18 的各分支端,光纤分支结构 18 的其中一个分支端对准鸟类眼睛用于发送部分 LED 光信号作为光刺激,光刺激经由鸟类产生的脑电信号被记录电极 12 采集后发送到脑电放大器 13,脑电放大器 13 将信号放大后通过脑电信号采集卡 14 发送到计算机 15 进行实时记录分析;光纤分支结构 18 的另一个分支端将部分 LED 光信号发送到照度探头 19 进行光照度探测,照度探头 19 将探测的电信号通过电缆传回给光刺激信号发生器 16 用于监测 LED 光信号的照度值。

[0027] 本发明的鸟类视觉刺激实时监控系统可以适用于单眼模式(鸟类左眼或右眼),还可以适用于双眼模式(鸟类双眼),当本发明适用于双眼模式时,还包括一 LED 给光结构、一光纤分支结构和一照度探头;光刺激信号发生器 16 并联连接两个 LED 给光结构 17,两个 LED 给光结构 17 同时发送 LED 光信号到两个光纤分支结构 18 的汇总端,每一个光纤分支结构的其中一个分支端分别对准鸟类的两个眼睛用于发送部分 LED 光信号作为光刺激,光刺

激经由鸟类产生的脑电信号被记录电极 12 采集后发送到脑电放大器 13, 脑电放大器 13 将信号放大后通过脑电采集卡 14 发送到计算机 15 进行实时记录分析; 每一个光纤分支结构的另一个分支端分别将部分 LED 光信号发送到相应照度探头进行光照度探测, 两照度探头 19 将探测的电信号通过电缆传回给光刺激信号发生器 16 用于监测 LED 光信号的照度值。

[0028] 如图 2 所示, 本发明的鸟类视觉刺激光分析记录系统仅仅适用于单眼模式, 包括一立体定位仪 21、一光刺激信号发生器 22、一 LED 给光结构 23、一光纤结构 24、一光纤分支结构 25、一光强测试模块 26、一荧光分光光度计 27 和一计算机 28; 实验鸟类固定在立体定位仪 21 上, 光刺激信号发生器 22 通过电缆与 LED 给光结构 23 连接用于激发 LED 给光结构发出 LED 光信号, LED 给光结构 23 连接光纤结构 24 的输入端, 光纤结构 24 的输出端对准鸟类的其中一只眼睛 (此眼睛是完好的) 用于发送 LED 光信号作为光刺激, 鸟类的另一只眼睛 (此眼的眼球已经摘除) 的眼窝将衰减的 LED 光信号发送到光纤分支结构 25 的汇总端, 汇总端将从鸟类眼窝中衰减的 LED 光信号传递给各分支端, 光纤分支结构 25 的其中一个分支端将接收的部分 LED 光信号发送到光强测试模块 26, 光强测试模块 26 将接收到的光强信号转换为电压信号发送到光刺激信号发生器 22; 光纤分支结构 25 的另一光纤分支端将接收的部分 LED 光信号发送到荧光分光光度计 27, 荧光分光光度计 27 对接收的 LED 光信号进行光谱扫描, 并将光谱扫描结果发送到计算机 28 进行分析。当鸟类眼窝衰减光较弱时 (人眼观察不敏感时), 光强测试模块 26 可以采用光电二极管放大电路, 光电二极管放大电路将接收到的光强信号转换为电压信号发送到光刺激信号发生器 22, 光刺激信号发生器 22 将电压信号发送到六位半数字万用表, 六位半数字万用表用于显示鸟类组织衰减光信号的电压值。当鸟类眼窝衰减光较强时, 光强测试模块 26 还可以采用照度探头, 照度探头将接收到的光强信号转换为电压信号发送到光刺激信号发生器 22 显示鸟类组织衰减光信号的照度值。

[0029] 上述实施例中, 光刺激信号发生器包括一电源滤波模块、一开关电源、一定时器、一光刺激模式及 LED 亮度调整电路、一左眼 LED 电流显示电路、一右眼 LED 电流显示电路、一左眼光刺激照度电路、一右眼光刺激照度电路、若干开关、若干按钮以及若干连接用接口; 其中, 开关包括一光电二极管放大电路电源开关、一暂停开关和一复位开关; 按钮包括一左眼 LED 亮度调节旋钮、一刺激模式选择旋钮、一右眼 LED 亮度调节旋钮、一脑电采集电位调整旋钮、一 LED 亮度档旋钮、三左眼光刺激照度按钮和三右眼光刺激照度按钮; 连接用接口包括一左眼 LED 电缆接口、一右眼 LED 电缆接口、一左眼光刺激照度电路电缆接口、一右眼光刺激照度电路电缆接口、一脑电采集卡电缆接口、一光电二极管放大电路电缆接口和一六位半数字万用表电缆接口。

[0030] 其中, 电源滤波模块的输入端连接市电用于对市电 220V 进行滤波, 电源滤波模块的输出端并联连接开关电源的输入端和定时器的供电输入端, 用于给开关电源和定时器提供电力。开关电源的输出端连接光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端用于为光刺激模式及 LED 亮度调整电路提供电力。复位开关和暂停开关分别与定时器的输入端连接, 用于控制定时器复位和暂停; 定时器输出端与光刺激模式及 LED 亮度调整电路的信号输入端连接, 用于为 LED 亮度调整电路提供时钟脉冲。

[0031] 光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输入端还连接有若干旋钮, 用于改变光刺激模式及 LED 亮度调整电路中的参数, 其中, 左眼 LED 亮度调节旋钮 (电位器) 用于改变左眼

LED 给光结构中 LED 回路电流值 ;右眼 LED 亮度调节旋钮 (电位器) 用于改变右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值 ;刺激模式选择旋钮用于改变左右眼 LED 给光结构中 LED 刺激模式 ;脑电采集电位调整旋钮用于调整脑电同步信号电平幅度 ;LED 亮度档旋钮用于改变 LED 给光结构中 LED 的亮度范围。光刺激模式及 LED 亮度调整电路的输出端并联连接光电二极管放大电路的电源开关、左眼 LED 电流显示电路、右眼 LED 电流显示电路、左眼 LED 电缆接口、右眼 LED 电缆接口、脑电采集卡电缆接口、光电二极管放大电路电缆接口和六位半数字万用表电缆接口 ;其中,光电二极管放大电路的电源开关用于控制光电二极管放大电路电源通断 ;左眼 LED 电流显示电路用于显示左眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值 ;右眼 LED 电流显示电路用于显示右眼 LED 给光结构中 LED 回路电流值 ;左眼 LED 电缆接口用于连接左眼 LED 给光结构 ;右眼 LED 电缆接口用于连接右眼 LED 给光结构 ;脑电采集卡电缆接口用于连接脑电采集卡并将脑电同步信号从光刺激模式及 LED 亮度调整电路送入脑电采集卡 ;光电二极管放大电路电缆接口用于连接光电二极管放大电路并将转换的电信号发送到六位半数字万用表电缆接口,六位半数字万用表电缆接口用于连接六位半数字万用表,六位半数字万用表电缆接口再将电信号发送到六位半数字万用表。

[0032] 左眼光刺激照度电路与左眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接左眼照度探头并将左眼照度探头电信号发送到左眼光刺激照度电路 ;右眼光刺激照度电路与右眼光刺激照度电路电缆接口相连用于连接右眼照度探头并将右眼照度探头电信号发送到右眼光刺激照度电路。左眼光刺激照度按钮与左眼光刺激照度电路相连用于改变左眼光刺激照度电路参数,右眼光刺激照度按钮与右眼光刺激照度电路相连用于改变右眼光刺激照度电路参数。

[0033] 上述各实施例中,如图 3 所示,光刺激模式及 LED 亮度调整电路包括电平转换接口电路 31、时序逻辑电路 32、多路选通电路 33、左 / 右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路 34、脑电采集卡信号同步接口电路 35、LED 芯片 36、电源及滤波电路 37。

[0034] 其中,如图 4(a) 所示,电平转换接口电路 31 用于将定时器输出的时钟脉冲信号 CP 转换为适用于 CMOS 电平和 TTL 电平芯片工作的信号并产生正和负 CP 时钟信号发送到时序逻辑电路,电平转换接口电路还包括用于消除时钟信号中可能引起的微小误动作信号的防干扰电路。其中,电平转换接口电路由接插件 J1、三极管 Q1、三极管 Q7、接地电阻 (电阻 R5 和电阻 R24)、限流电阻 (电阻 R3 和电阻 R23)、电阻 R22、电阻 R6、反相器 U6A、反向器 U6B 和反向器 U6C 组成。电阻 R3 一端连接接插件 J1 的输出端,电阻 R3 另一端连接三极管 Q1 的基极 ;电阻 R5 一端连接三极管 Q1 的基极,电阻 R5 的另一端接地 ;电阻 R6 一端连接三极管 Q1 的发射极,电阻 R6 的另一端接地 ;电阻 R23 的一端连接三极管 Q1 的发射极,电阻 R23 的另一端连接三极管 Q7 的基极 ;电阻 R24 的一端连接三极管 Q7 的基极,电阻 R24 的另一端接地 ;电阻 R22 的一端连接三极管 Q7 的集电极,电阻 R22 的另一端接 5V 电源 ;反相器 U6A 的输入端连接三极管 Q7 的集电极 ;反相器 U6B 的输入端连接反相器 U6A 的输入端,反相器 U6B 的输出端连接反相器 U6C 的输入端连接。反相器 U6C 的输出端与输入与门 U2C 的 3B 输入端和输入与门 U2D 的 4B 输入端连接。其中,电阻 R3、电阻 R5、电阻 R6 和三极管 Q1 组成跟随器将定时器输出的 2v 高电平 CP 转为 TTL 电平 ;三极管 Q7 与电阻 R22、电阻 R23 和电阻 R24 组成反相器用于提高输出负载能力 ;经过电平变换的信号通过 U6A 变为 CP 而经过反相器 U6B 和反相器 U6C,信号变为 /CP,反相器 U6 主要负责 CP 方波的整形,去除上升与下降沿

的震荡。上述电路中,电阻 R5 和电阻 R24 在没有高电位经过三极管 Q1 和三极管 Q7 的基极时将三极管基极嵌在地电位,防止三极管由于干扰信号误动作。

[0035] 如图 4(b) 所示,时序逻辑电路 32 用于接收电平转换接口电路处理过的时钟信号并产生所需要的时序信号,时序逻辑电路产生的脉冲波形发送到多路选通电路。时序逻辑电路由 JK 触发器 U4A、JK 触发器 U4B、电阻 R12、电阻 R13、按键开关 SV2、电阻 R17、电阻 R18、按键开关 SV3、四个输入与门 (U2A、U2B、U2C 和 U2D);反相器 U6A 的输出端并联连接 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLK} 、JK 触发器 U4B 的 \overline{CLK} 、输入与门 U2A 的输入端 1A 和输入与门 U2B 的输入端 2B;JK 触发器 U4A 的 K 输入端、J 输入端和 VCC 电源端连接 5V 电源;电阻 R12 的一端连接 5V 电源,电阻 R12 的另一端连接 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ;电阻 R13 的一端连接 5V 电源,另一端连接 JK 触发器 U4A 的 \overline{PRE} ;JK 触发器 U4A 的 GND 接地,JK 触发器 U4A 的 Q 输出端与输入与门 U2A 的输入端 1B 相连,JK 触发器 U4A 的 \overline{Q} 输出端与输入与门 U2B 的输入端 2A 相连;按键开关 SV2 的一端连接 JK 触发器 U4A 的 \overline{CLR} ,按键开关 SV2 的另一端接地;JK 触发器 U4B 的 J 输入端、K 输入端) 和 VCC 电源端连接 5V 电源;电阻 R17 的一端连接 5V 电源,电阻 R17 的另一端连接 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ;电阻 R18 的一端连接 5V 电源,另一端连接 JK 触发器 U4B 的 \overline{PRE} ;按键开关 SV3 的一端连接 JK 触发器 U4B 的 \overline{CLR} ,按键开关 SV3 的另一端接地;JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接输入与门 U2D 的输入端 4A,JK 触发器 U4B 的 \overline{Q} 输出端连接输入与门 U2C 的输入端 3A。

[0036] 上述电路中,JK 触发器 U4A 和 JK 触发器 U4B 组成了 D 触发器,电阻 R12、电阻 R13、电阻 R17、电阻 R18、按键开关 SV2、按键开关 SV3 决定了电路的工作状态。经过 JK 触发器 U4 生成分频信号 Q1、 $\overline{Q1}$ 、Q2、 $\overline{Q2}$ 再与 CP 信号进行与运算得到 A、B、C、D 四组信号,这八组信号将组合为八种刺激模式。时序逻辑电路利用 JK 触发器 U4 芯片后沿触发特点使得本次生成的信号 Q 或 \overline{Q} 稳定后与下一次 CP 做与运算,这种实现方式巧妙的规避了有可能因为电路中的竞争冒险现象造成的时序逻辑混乱,增加了信号可靠度。如图 5 所示,LED 光刺激下的工作模式包括八种显示模式:

[0037] 第一种显示模式:在第一个 CP 高电平时左眼 LED 点亮,第一个 CP 低电平和第二个 CP 左眼 LED 熄灭,右眼 LED 始终熄灭,依次循环。

[0038] 第二种显示模式:第一个 CP 高电平时,右眼 LED 点亮,第一个 CP 低电平和第二个 CP 时右眼 LED 熄灭,左眼 LED 始终熄灭,依次循环。

[0039] 第三种显示模式:在第一个时钟脉冲 CP 为高电平时,左眼 LED 点亮,此时右眼 LED 熄灭,在第一个 CP 为低电平时两眼 LED 都熄灭。在第二个 CP 高电平时右眼 LED 点亮,左眼 LED 熄灭,在第二个 CP 低电平时双眼 LED 熄灭,依次循环。

[0040] 第四种显示模式:在 CP 高电平时双眼 LED 同时点亮,在 CP 低电平时双眼 LED 都熄灭,依次循环。

[0041] 第五种显示模式:第一个 CP 左眼 LED 点亮,右眼 LED 在第一个 CP 高电平点亮低电平熄灭,在第二个 CP 双眼 LED 都熄灭,依次循环。

[0042] 第六种显示模式:第一个 CP 右眼 LED 点亮,左眼 LED 在第一个 CP 高电平点亮低电

平熄灭,在第二个 CP 双眼 LED 都熄灭,依次循环。

[0043] 第七种显示模式:第一个 CP 左眼 LED 点亮,右眼 LED 在第一个 CP 高电平熄灭低电平点亮,在第二个 CP 双眼 LED 都熄灭,依次循环。

[0044] 第八种显示模式:第一个 CP 右眼 LED 点亮,左眼 LED 在第一个 CP 高电平熄灭低电平点亮,在第二个 CP 双眼 LED 都熄灭,依次循环。

[0045] 如图 4(c) 所示,双路八位开关 SW1 用于实现刺激模式的选择,并将触发信号发送到 LED 精密标准源恒流驱动电路作为触发信号,多路选通电路 33 由双路八位开关 SW1 组成,双路八位开关 SW1 的第一输入端 1 与输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第二输入端 2 悬空,双路八位开关 SW1 的第三输入端 3 与输入与门 U2A 的 1Y 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第四输入端 4 与反相器 U6A 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第五输入端与输入与门 U2D 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第六输入端 6 与 JK 触发器 U4B 的 /Q 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第七输入端 7 与 JK 触发器 U4A 的 Q 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第八输入端 8 与输入与门 U2B 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第九输入端 9 悬空;双路八位开关 SW1 的第十输入端 10 与输入与门 U2B 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十一输入端 11 与输入与门 U2B 的输出端相连;双路八位开关 SW1 的第十二输入端 12 与反相器 U6A 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十三输入端 13 与 JK 触发器 U4B 的 Q 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十四输入端 14 与输入与门 U2C 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十五输入端 15 与输入与门 U2A 的输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十六输入端 16 与 JK 触发器 U4A 的 /Q 输出端连接;双路八位开关 SW1 的第十七输出端 17 与电阻 R20 的一端、输入或门 U3A 的输入端 1B 连接;双路八位开关 SW1 的第十八输出端 18 与电阻 R11 的一端、输入与门 U3A 的输入端 1A 连接。多路选通电路摒弃了利用多路选通芯片或模拟开关的传统设计思路,利用布线结构和双路八位开关作为信号传输媒介实现多路选通。双路八位开关 SW1 的两组端子分别接左右眼的 8 种信号,双路八位开关 SW1 的第十七输出端 17 和第十八输出端 18 分别接左右眼 LED 精密标准源恒流驱动电路。该种设计使 PCB 布线最少减少电路复杂度,在低频状态工作稳定可靠,触点接触电阻小并且可在仪器不通电时进行模式选择。

[0046] 如图 4(d) 所示,LED 精密标准源恒流驱动电路 34 用于为 LED 提供稳定的电流输入并对产生的电流实现无级连续调整。LED 精密标准源恒流驱动电路包括电压基准源 U1、电压基准源 U5、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R10、电阻 R11、电阻 R14、电阻 R15、电阻 R16、电阻 R19、电阻 R20、电阻 R21、电阻 R25、电阻 R26、三极管 Q3、三极管 Q4、三极管 Q5、三极管 Q6、LED 给光结构中的 LED 芯片 D2、LED 给光结构中的 LED 芯片 D3、LED 亮度调节旋钮 W1、LED 亮度调节旋钮 W3、LED 电流显示电路 J3、LED 电流显示电路 J4 和双路两位开关 SW4。电阻 R11 的另一端连接三极管 Q4 的基极;电阻 R14 的一端连接三极管 Q4 的基极,另一端接地;三极管 Q4 的发射极接地;三极管 Q4 的集电极并联连接电阻 R2 和电阻 R10 的一端,电阻 R2 的另一端与电压基准源 U1 的阴极连接,电阻 R10 的另一端与电压基准源 U1 的阳极连接,电压基准源 U1 的阴极并联连接 12V 电源、电阻 R1 和电阻 R25 的一端;电阻 R1 的另一端与双路两位开关 SW4 的一组常开触点连接,电阻 R25 的另一端与双路两位开关 SW4 的一组常闭触点连接,双路两位开关 SW4 的一组公共端与 LED 亮度调节旋钮 W1 的滑动端连接,LED 亮度调节旋钮 W1 的固定端与三极管 Q3 的发射极连接,三极管 Q3 的基极与电压基准源 U1 的阳极

连接,三极管 Q3 的集电极与 LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阳极连接,LED 给光结构中的 LED 芯片 D2 的阴极与 LED 电流显示电路 J3 的信号输入端连接,LED 电流显示电路 J3 的信号地和电源地接地,电源接 5V 电源。电阻 R20 的一端与三极管 Q6 的基极、电阻 R21 的一端连接,电阻 R21 的另一端接地,三极管 Q6 发射极接地。三极管 Q6 的集电极与电阻 R16 的一端、电阻 R19 的一端连接,电阻 R16 的另一端与电压基准源 U5 的阴极连接,电阻 R19 的另一端与电压基准源 U5 的阳极连接,电压基准源 U5 的阴极与 12V 电源、电阻 R15 的一端、电阻 R26 的一端连接。电阻 R26 的另一端与双路两位开关 SW4 的另一组常开触点连接、电阻 R15 的另一端与双路两位开关 SW4 的另一组常闭触点连接,双路两位开关 SW4 的另一组公共端与 LED 亮度调节旋钮 W3 的滑动端连接,LED 亮度调节旋钮 W3 的固定端与三极管 Q5 的发射极连接,三极管 Q5 的基极与电压基准源 U5 的阳极连接,三极管 Q5 的集电极与 LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阳极连接,LED 给光结构中的 LED 芯片 D3 的阴极与 LED 电流显示电路 J4 的信号地和电源地接地,电源接 5V 电源。

[0047] 下面以左眼 LED 精密标准源恒流驱动电路为例说明 LED 精密标准源恒流驱动电路结构,该结构采用达林顿结构提升三极管带负载能力,三极管 Q4、三极管 Q3 分别作为达林顿管的基极和发射极。电阻 R11 和电阻 R2 为三极管 Q4 设定工作点,电阻 R14 保证三极管 Q4 在无信号时,保证地电位。电压基准源 U1 与电阻 R1 (或电阻 R25)、LED 亮度调节旋钮 W1、三极管 Q3 的基极并联,保证电阻 R1 (或电阻 R25)、LED 亮度调节旋钮 W1、三极管 Q3 的基极恒压,因此在电压一定的基础上改变 LED 亮度调节旋钮 W1 的阻值就可改变回路电流,从而改变 LED 亮度。电压基准源 U1 为高精度稳压管从而保证了电流的稳定性。双路两位开关 SW4 和电阻 R1、电阻 R25 组成 LED 亮度档调整电路,通过在回路中选择不同电阻设置回路基础电流值。LED 芯片用于对鸟类眼睛产生光刺激,该芯片 0 ~ 180 度和 90 ~ 270 度配光曲线相同,无论在沿轴向任何角度旋转都使轴向方向光强均匀。

[0048] 如图 4(e) 所示,脑电采集卡信号同步接口电路 35 与多路选通电路 33 连接用于产生与光刺激同步的电信号,并将光刺激同步的电信号送入脑电采集卡作为与脑电信号同步的参考信号,其电路还可以调整电平输出幅值与 CMOS 电路和 TTL 电路相匹配。该电路包含指示灯电路,可以在信号经过时点亮。脑电采集卡信号同步接口电路包括电阻 R7、电阻 R8、输入或门 U3A、电阻 R4、电阻 R9、信号指示灯 D1、三极管 Q2、脑电采集电位调整旋钮 W2 和脑电采集卡电缆接口 J2。电阻 R7 的一端与输入或门 U3A 的第一输入端 1A 连接,另一端接地;电阻 R8 的一端与输入或门 U3A 的第二输入端 1B 连接,电阻 R8 的另一端接地。输入或门 U3A 的输出端 1Y 与电阻 R4 一端连接,电阻 R4 的另一端并联连接电阻 R9 的一端、三极管 Q2 的基极和信号指示灯 D1 的阳极,电阻 R9 的另一端接地,信号指示灯 D1 的阴极接地,三极管 Q2 的集电极连接 5V 电源,三极管 Q2 的发射极与脑电采集电位调整旋钮 W2 的一端连接,脑电采集电位调整旋钮 W2 的滑动端与脑电采集卡电缆接口 J2 连接,脑电采集电位调整旋钮 W2 的另一固定端接地。四输入或门 U3A 将左右眼 LED 驱动信号 H1、H2 求或运算发送到由电阻 R4、R9、旋钮 W2、信号指示灯 D1 和三极管 Q2 组成的跟随器电路,通过调整脑电采集电位调整旋钮 W2 的阻值实现输出电压的变化,D1 为信号指示灯,当有刺激信号发生时,D1 点亮。H1 和 H2 必须进行或运算才能在脑电采集卡里产生能够区分左右眼的信号。

[0049] 电源及滤波电路 37 用于为所有电路芯片供电,并对芯片电源和地提供去耦电容滤波,为上述所有模块提供能量并去除干扰。电源及滤波模块主要将正负 15V 转换为 12V、

9V、5V,并为各芯片添加去耦电容消除电源及芯片间干扰。12V为LED精密标准源恒流驱动电路供电,9V为光刺激照度电路供电,5V为所有的数字芯片供电。

[0050] 上述各实施例中,如图6所示,LED给光结构包括磁力座交叉杆架41、LED支撑杆42、LED支撑杆连接套43、两芯电缆插头公头插头44、两芯电缆插头母头45、LED及铝基板46和LED灯罩47,磁力座交叉杆架41的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,LED支撑杆42穿过长方形金属块的正交孔与磁力座交叉杆架41通过螺栓锁紧固定;LED支撑杆42的一端套设有LED支撑杆连接套43,LED支撑杆连接套43的外端通过螺纹连接两芯电缆插头公头44,两芯电缆插头公头44通过插针连接两芯电缆插头母头45,LED支撑杆42的另一端通过螺纹连接LED及铝基板46,LED及铝基板46的外部套设LED灯罩47,LED正极连接两芯电缆其中一根电缆,LED负极连接两芯电缆中的另一根电缆;其中,铝基板用于给LED散热,LED灯罩47采用表面磨砂,内部30度夹角的玻璃罩,目的是用于成30度角投射光线。

[0051] 上述各实施例中,如图7所示,还包括一用于对光纤分支结构进行支撑的光纤分支结构支撑装置,它包括磁力座交叉杆架51、二分支光纤52、光纤及照度探头调整架53、L型调整架54、照度探头55、用于消除杂散光对照度测量影响的照度探头密封盒56、二分支光纤夹持块57和橡胶光纤罩58;磁力座交叉杆架51的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,二分支光纤52的汇总端穿过长方形金属块的正交圆孔与磁力座交叉杆架51通过螺栓锁紧固定。光纤及照度探头调整架53包括一底座531,底座531顶部固定设置一支撑杆532,支撑杆532的顶部固定设置L型调整架54,L型调整架54的外侧固定设置照度探头密封盒56,L型调整架54的底部固定设置具有圆形通孔的二分支光纤夹持块57;二分支光纤52的其中一支穿过照度探头密封盒56连接照度探头55,另一分支光纤穿过二分支光纤夹持块57的圆孔并通过螺栓锁紧固定,且另一分支光纤的外端部套接一橡胶光纤罩58。

[0052] 上述各实施例中,如图8所示,采用本发明的鸟类视觉刺激光分析记录系统进行实验时,还包括一用于对光纤分支结构进行支撑的光纤分支结构支撑装置,它包括磁力座交叉杆架61、光电二极管放大电路插针连线护套62、光电二极管放大电路63、光纤与光电二极管放大电路连接套64、二分支光纤65、止血敷料66、二分支光纤凹槽夹持块67和三维移动平台杆架68。磁力座交叉杆架61的顶部设置一具有两个相互正交圆孔的长方形金属块,光电二极管放大电路插针连线护套62的一端穿过长方形金属块圆孔并通过螺栓与磁力座交叉杆架61锁紧固定,光电二极管放大电路插针连线护套62的另一端连接光电二极管放大电路63,光电二极管放大电路63通过光纤与光电二极管放大电路连接套64连接二分支光纤65的其中一支端,二分支光纤65的另一分支光纤连接荧光分光光度计,二分支光纤汇总端固定连接止血敷料66(实际使用时可以止血敷料卷成桶套在二分支光纤汇总端),止血敷料66用于在插入鸟类眼睛内部时吸收创伤面渗出液,防止渗出液覆盖在光纤表面。二分支光纤65的汇总端通过二分支光纤凹槽夹持块67支撑,并采用锁紧螺丝固定,二分支光纤凹槽夹持块67固定放置在三维移动平台杆架68上,三维移动平台杆架68用于调整光纤汇总端进入鸟类眼窝的位置。

[0053] 上述各实施例仅用于说明本发明,其中各部件的结构、连接方式和制作工艺等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除

在本发明的保护范围之外。

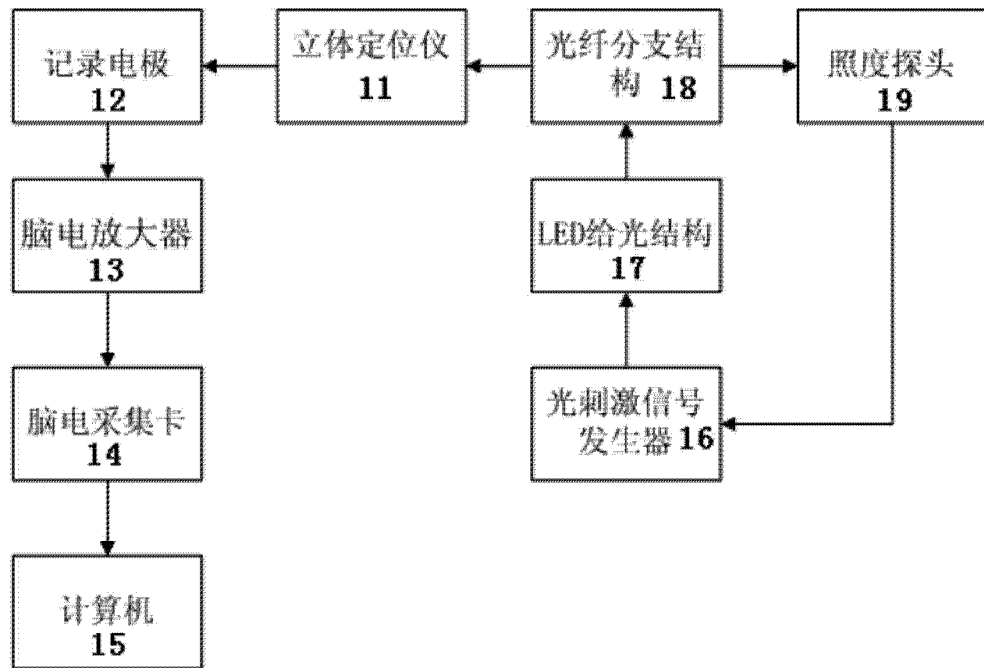


图 1

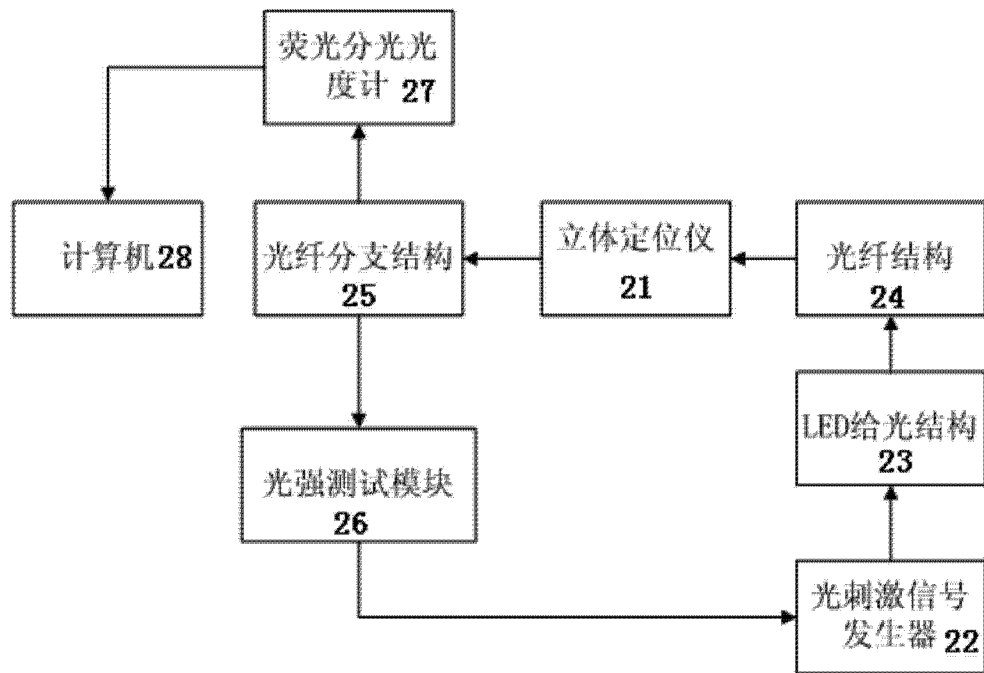


图 2

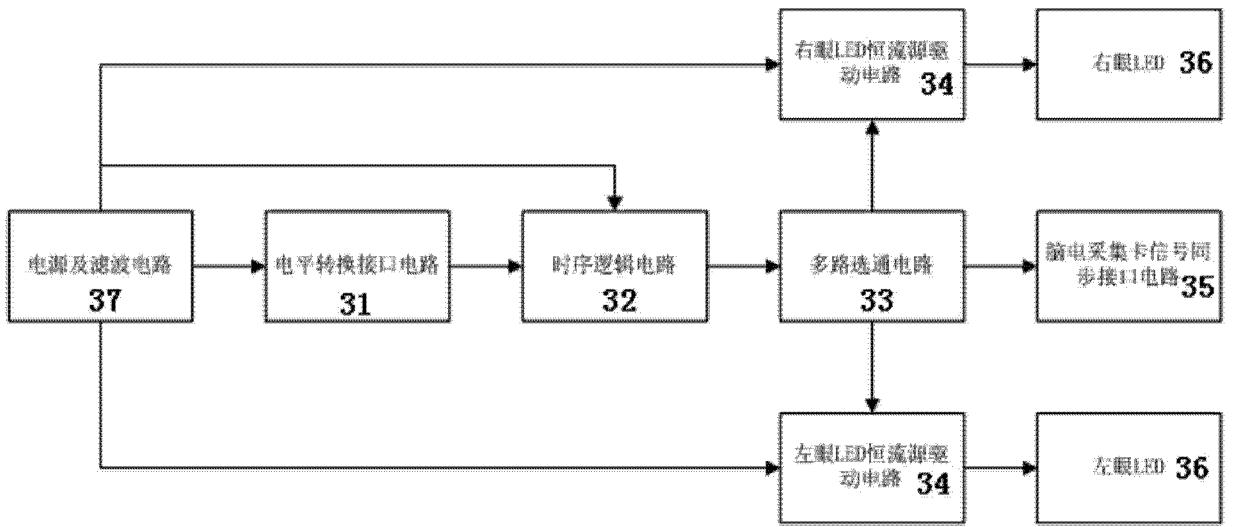
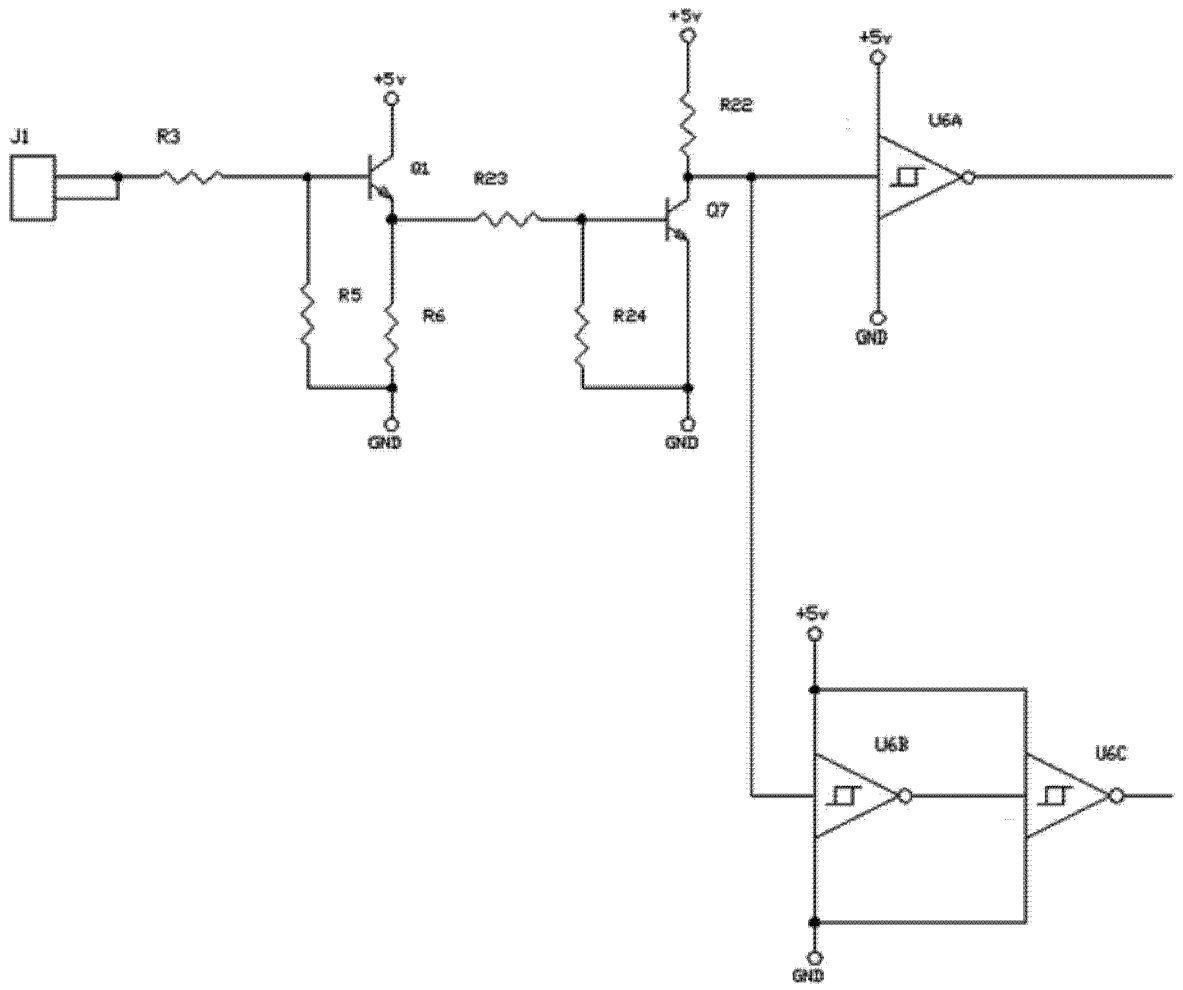
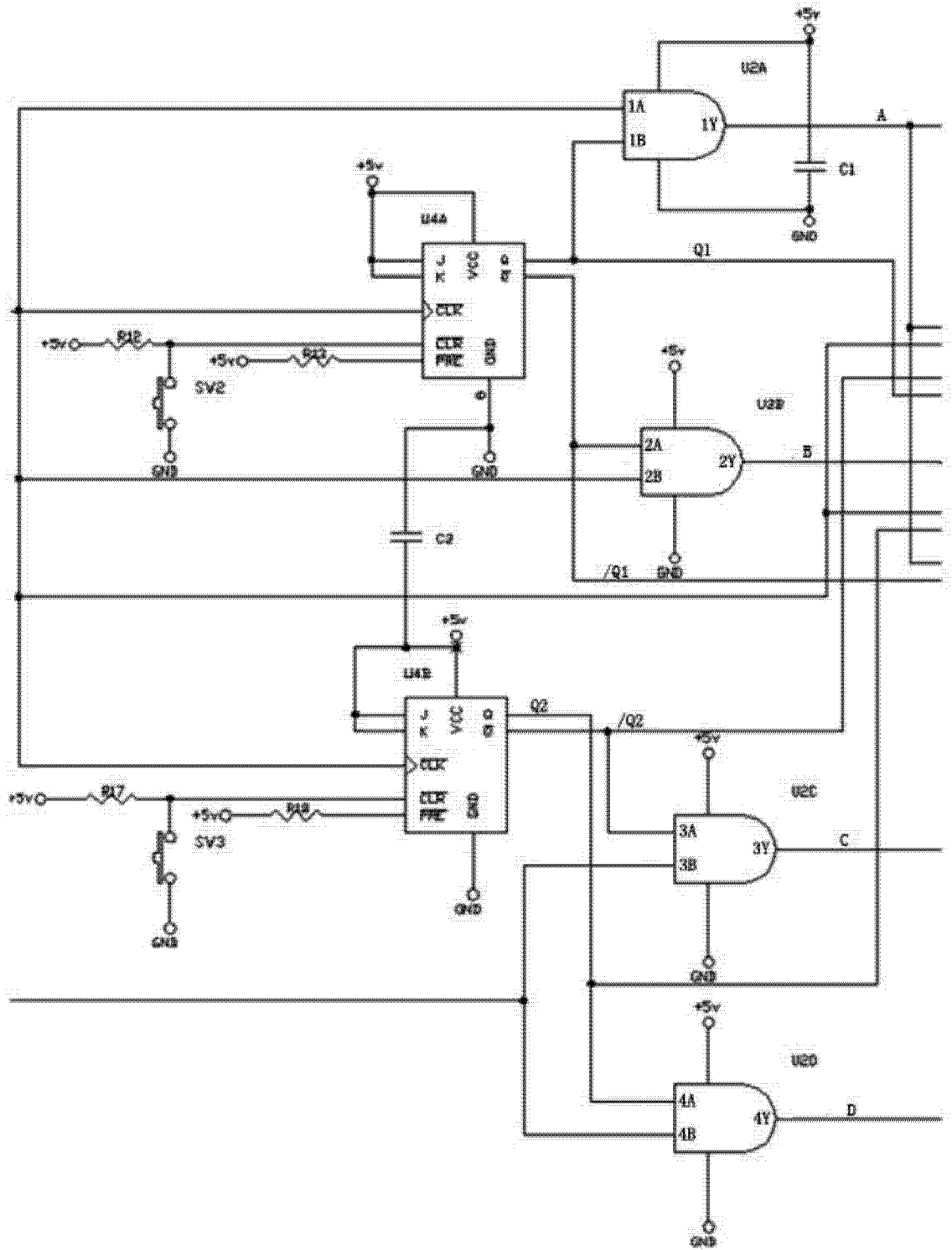


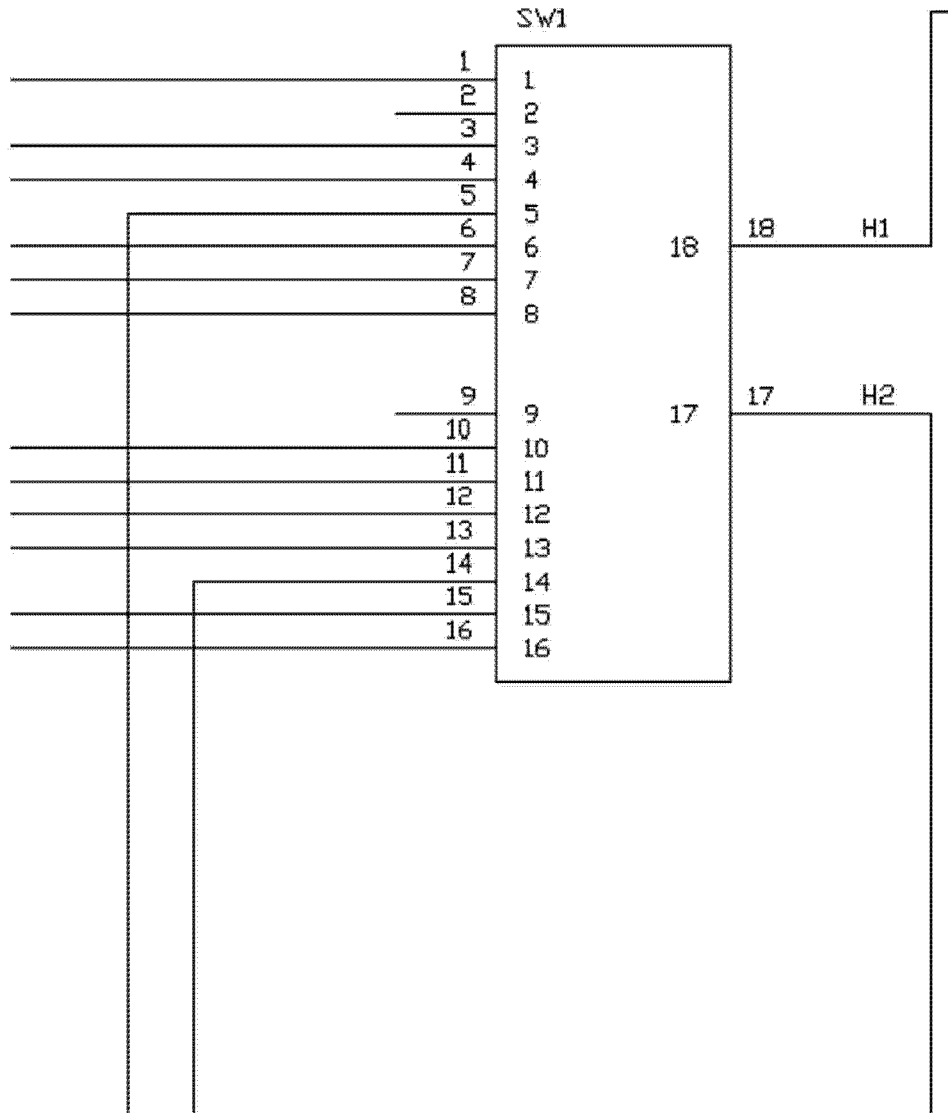
图 3



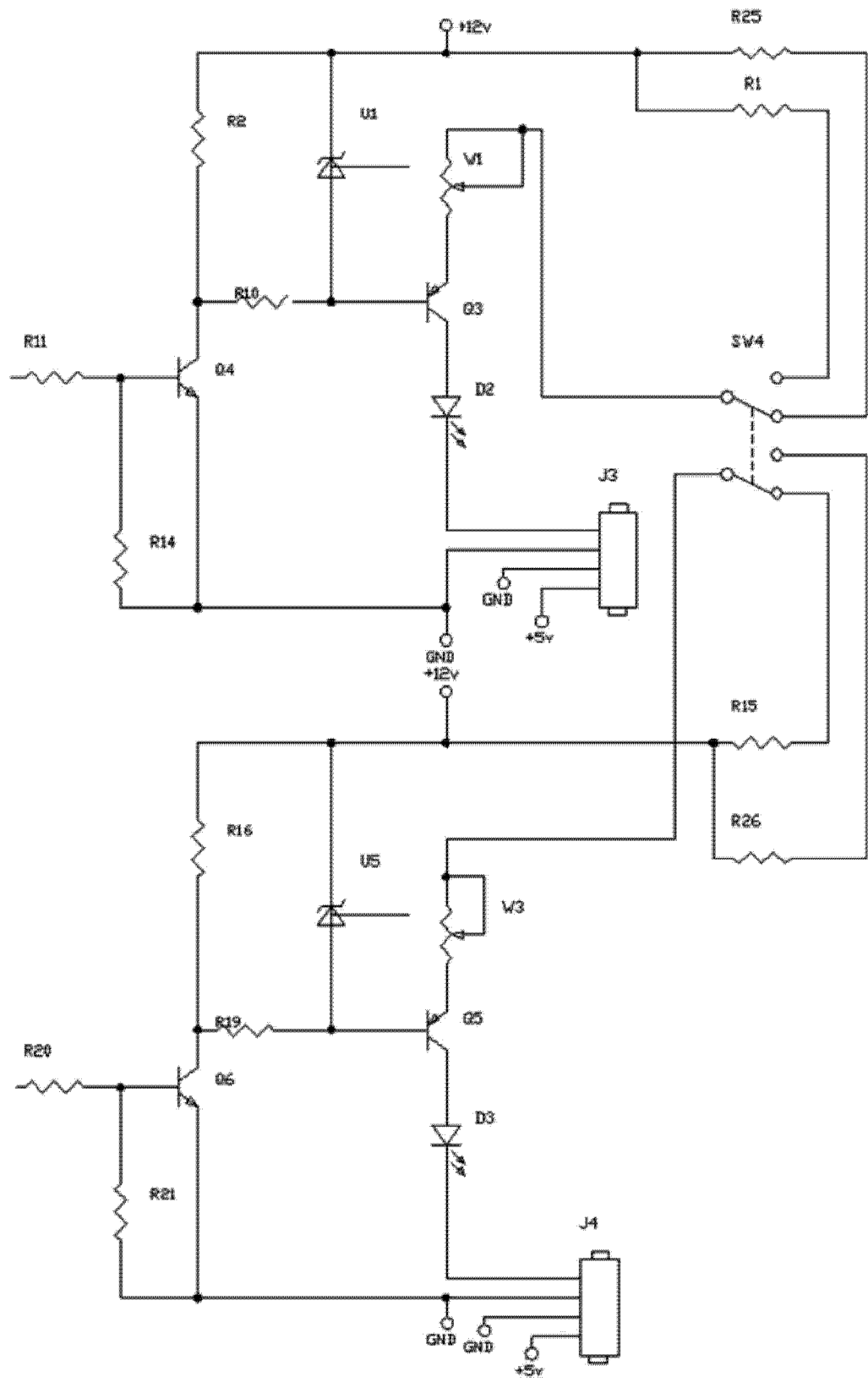
(a)



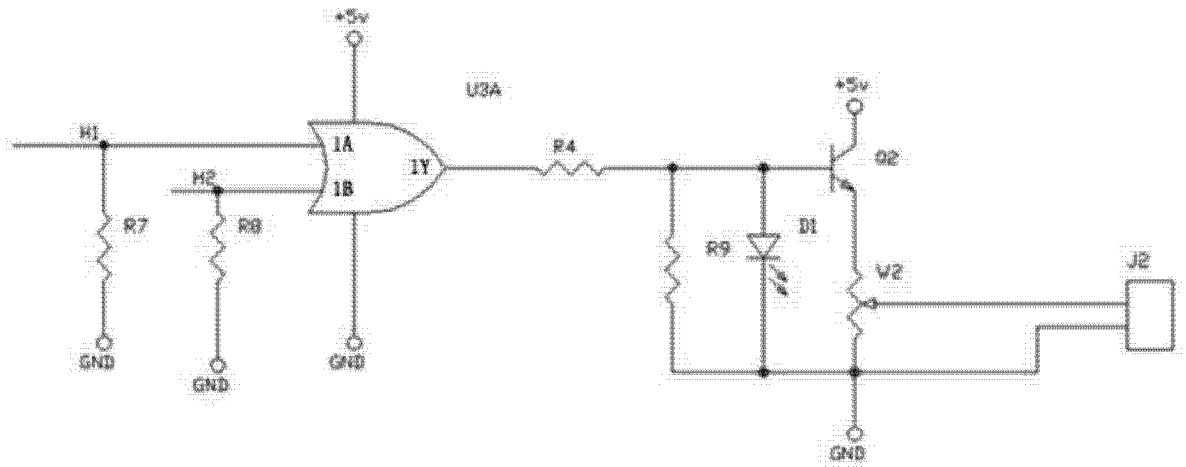
(b)



(c)



(d)



(e)

图 4

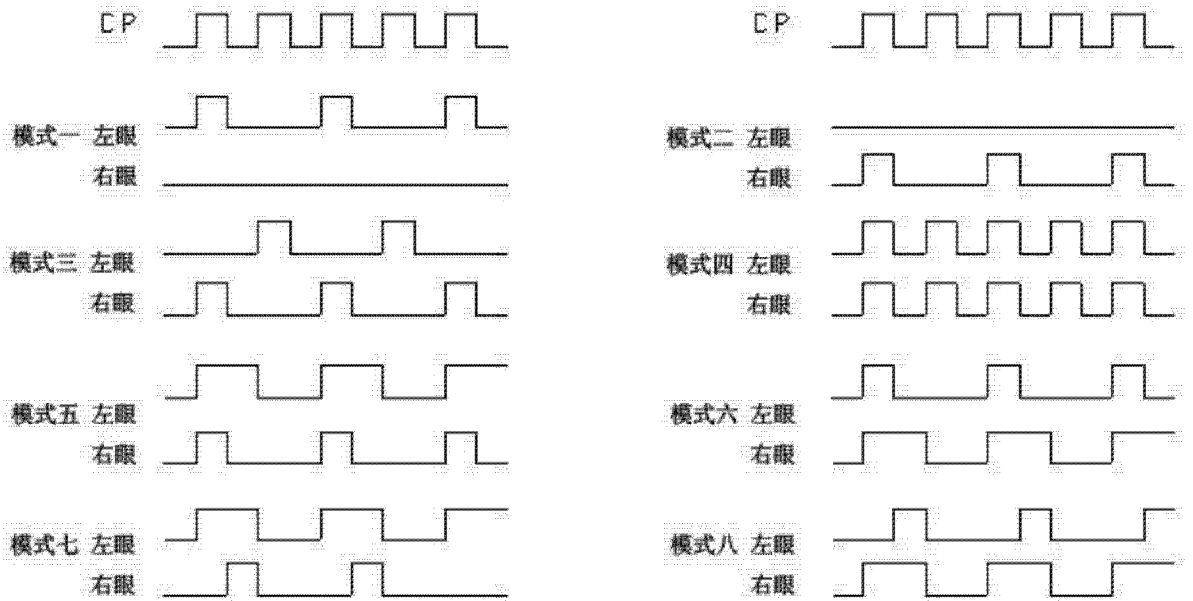


图 5

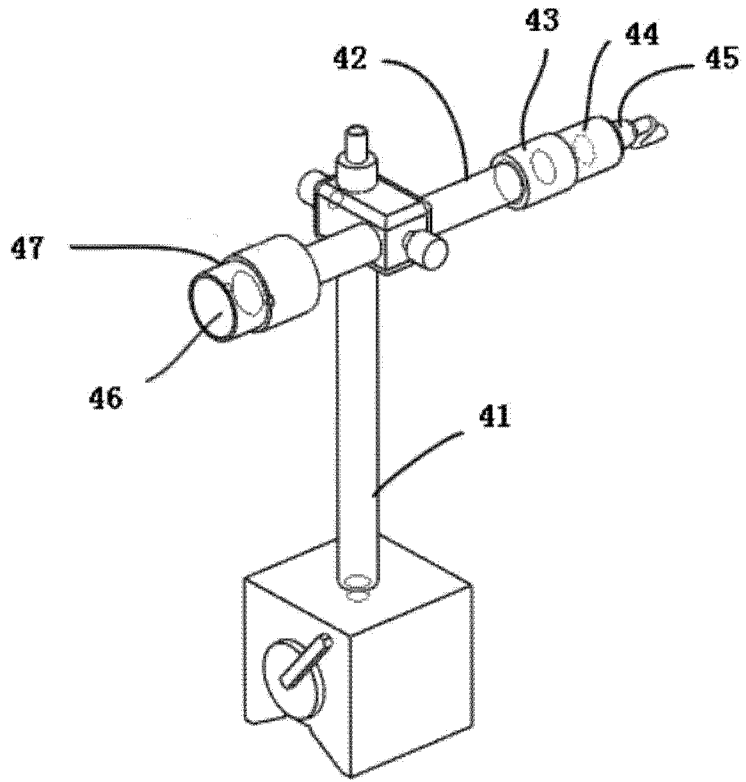


图 6

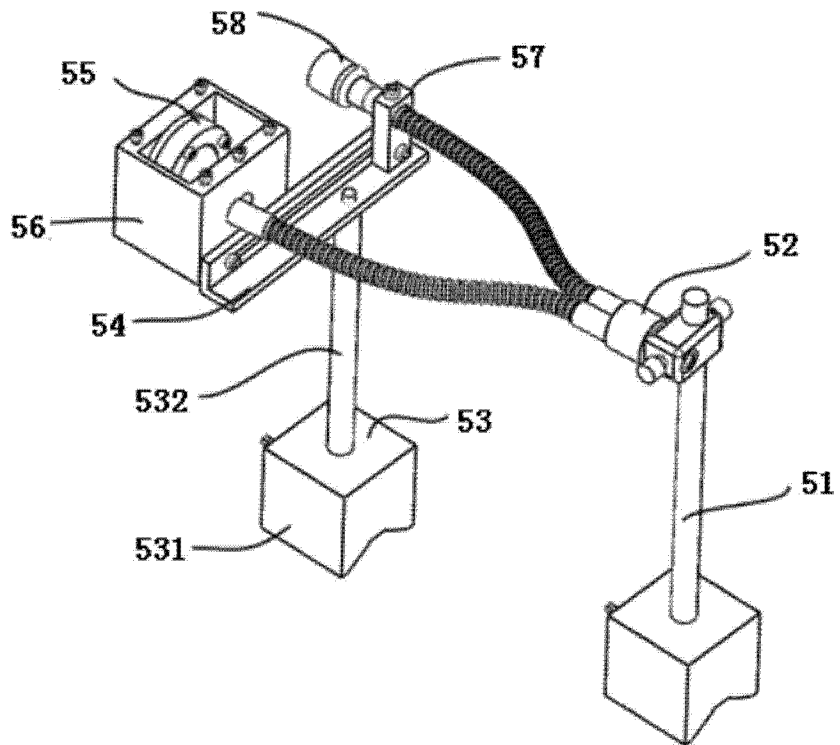


图 7

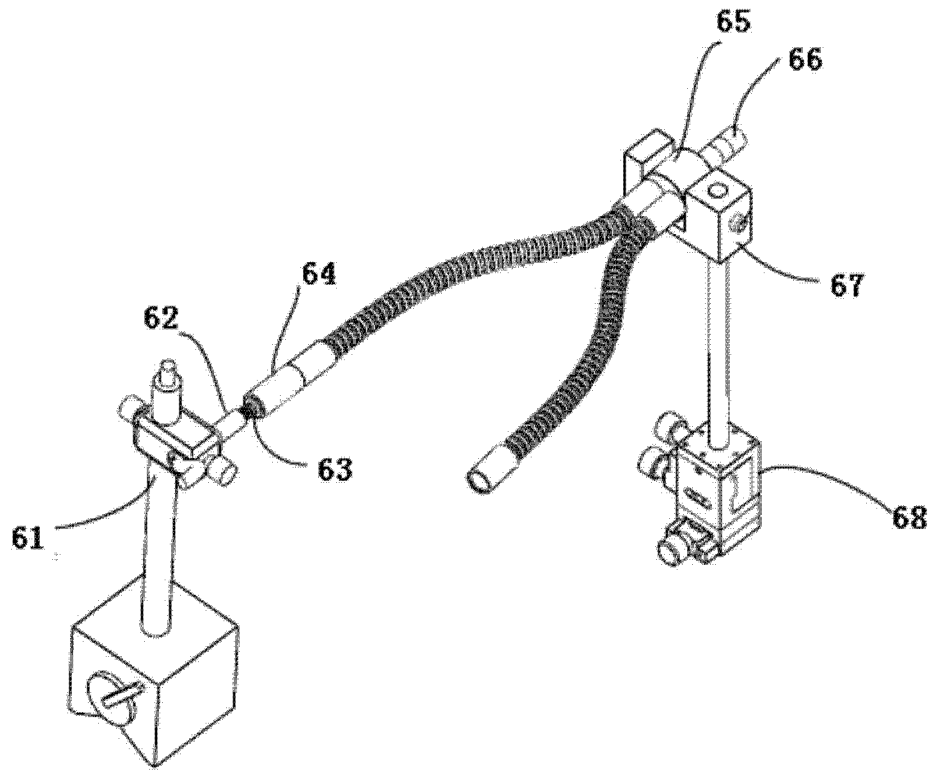


图 8