

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 4 日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/107633 A1

(51) 国际专利分类号:
A61B 5/22 (2006.01)

广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道
1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/125631

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (**BEYOND ATTORNEYS AT LAW**); 中国北京市海淀区莲花池东路39号西金大厦6层, Beijing 100036 (CN)。

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 29 日 (29.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811444915.6 2018年11月29日 (29.11.2018) CN

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (**SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

(72) 发明人: 贾香连 (**JIA, Xianglian**); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 王立平 (**WANG, Liping**); 中国广

(54) **Title:** GRIP STRENGTH MEASUREMENT METHOD AND SYSTEM FOR ANIMALS

(54) 发明名称: 动物抓力测量方法及系统

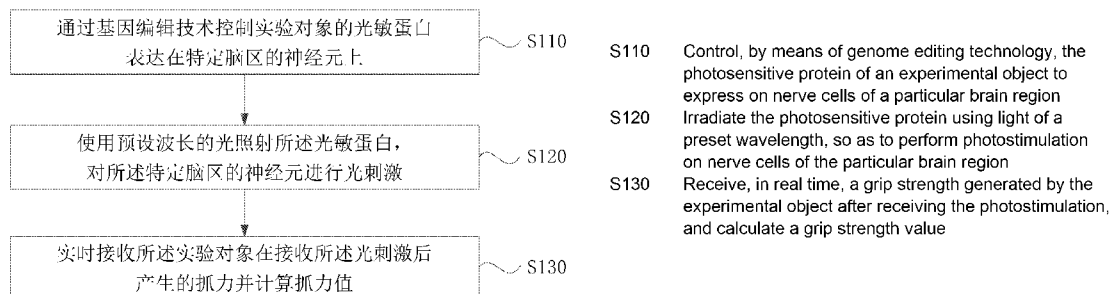


图 1

(57) **Abstract:** A grip strength measurement method and system for animals. Said method comprises: controlling, by means of genome editing technology, the photosensitive protein of an experimental object (204) to express on nerve cells of a particular brain region; irradiating the photosensitive protein using light of a preset wavelength, so as to perform photostimulation on nerve cells of the particular brain region; and receiving, in real time, a grip strength generated by the experimental object (204) after receiving the photostimulation, and calculating a grip strength value.

(57) **摘要:** 一种动物抓力测量方法及系统, 方法包括: 通过基因编辑技术控制实验对象 (204) 的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上; 使用预设波长的光照射光敏蛋白, 对特定脑区的神经元进行光刺激; 以及实时接收实验对象 (204) 在接收光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

动物抓力测量方法及系统

本申请要求在2018年11月29日提交中国专利局、申请号为201811444915.6的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及生物医学技术领域，例如涉及一种动物抓力测量方法及系统。

背景技术

抓力是动物的肢体（主要是前肢）肌肉处于松弛状态下所具有的一种机械应力，它能够帮助肢体保持在关节之间的状态和位置，同时为肢体肌肉运动的建立提供必要的压力。利用实验动物模型对抓力进行研究具有非常重要的意义，抓力能够间接反映实验动物模型的衰老、神经损伤以及肌肉损伤程度等对肌力的影响。

目前，已经有多种测试动物抓力的仪器，但由于刺激条件的限制，抓力的测量只能用于慢性刺激后肌肉张力的研究，例如，对实验动物实施药物、毒理等刺激后再进行抓力测量，实验动物需要在接收刺激一段时间后才能做出反应，然而，动物的神经系统控制肌肉抓力是一种急性反应，上述技术的主要缺点是不能在动物接收到外界刺激时进行实时测量。

发明内容

本申请提供了一种动物抓力测量方法及系统，可以实现对实验对象进行光刺激，提高抓力测量的实时性。

第一方面，本申请实施例提供了一种动物抓力测量方法，包括：

通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；

使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；以及

实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

第二方面，本申请实施例提供了一种动物抓力测量系统，包括：基因编辑设备、光遗传调控装置以及抓力测量装置；

所述基因编辑设备通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；所述光遗传调控装置使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；所述抓力测量装置实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

附图说明

图 1 为本申请实施例一提供的一种动物抓力测量方法的流程图；

图 2 为本申请实施例二提供的一种动物抓力测量方法的流程图；

图 3 为本申请实施例二提供的对动物抓力进行测量的示意图；

图 4 为本申请实施例三提供的一种动物抓力测量系统的结构示意图；

图 5 为本申请实施例三提供的一种动物抓力测量系统的另一结构示意图。

具体实施方式

实施例一

图 1 为本申请实施例一提供的一种动物抓力测量方法的流程图，本实施例可适用于对大、小鼠等啮齿类动物的抓力进行测量的情况。在一实施例中，该动物抓力测量方法方法可以通过软件和/或硬件的方式实现，并集成在动物抓力测量系统中。其中，动物抓力测量系统包括：基因编辑设备、光遗传调控装置以及抓力测量装置；所述基因编辑设备通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；所述光遗传调控装置使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；所述抓力测量装置实时

接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

参考图 1，该方法包括如下步骤：S110-S130。

S110 中，通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上。

在一实施例中，本实施例中的实验对象主要是指啮齿类（鼠类）动物，通过利用预设波长的光刺激该动物特定脑区的神经元，使该动物做出应激反应而本能地产生抓力。控制能够应答外界光刺激的光敏蛋白表达在实验对象特定脑区的神经元上，这一步骤通过基因编辑技术实现。基因编辑（Genome Editing）是指通过对目标基因进行“编辑”，实现对特定 DNA 片段的敲除、插入以及替换等，例如 CRISPR（成簇而规律间隔的短回文重复序列，Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat）/Cas9，是较具有优势的一种基因编辑技术，被认为能够在活细胞中较有效、较便捷地“编辑”任何基因；对实验对象进行基因编辑的过程也可以理解为，将影响光敏蛋白表达的基因序列插入到无害的病毒中，然后利用病毒载体将需要的基因序列插入到实验对象特定脑区神经元细胞的基因组中，以使光敏蛋白能够表达在特定脑区的神经元细胞上。通过病毒载体可直接选择特定的神经元细胞表达光感基因，此方法的优势是制备周期短，目的基因的表达只局限于注射位点，即特定脑区的神经元细胞，因此具有较好的空间选择性。

光敏蛋白是一类在生命体内能够应答光信号而产生生理学反应的蛋白，对于神经元细胞内外的离子流动及细胞信号传递有重要的生理意义。通过基因编辑技术使光敏蛋白（ChR2 或 eNpHR）表达在特定脑区的神经元上，特定脑区主要指控制实验对象肢体运动和肌肉张力的脑部区域，当光敏蛋白接收到外接的光刺激后，会促使此脑区内的神经元细胞的离子流动，实现神经元细胞的去极化，从而产生激活或抑制神经元细胞的活动效果，神经递质将这种生物电信号继续传递到下一个神经元，最终影响实验对象的肢体肌肉产生抓力。

S120 中，使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元

进行光刺激。

在一实施例中，光敏蛋白主要指离子通道型光敏蛋白，包括紫红质通道蛋白 2 (Channelrhodopsin-2, ChR2)、eNpHR 及变体，当 ChR2 (及其变体) 表达在控制血糖代谢脑区的神经元细胞膜上后，利用预设波长的光照射 ChR2，会打开细胞膜的离子通道，使得 K^+ 外流， Na^+ 内流，造成细胞去极化，从而激活神经元，模拟神经冲动的影响导致神经元产生生物电信号。同理，eNpHR (及其变体) 表达在控制运动、肌肉张力脑区的神经元细胞膜上后，利用预设波长的光照射 eNpHR，可以起到抑制神经元活动的作用，最终影响实验对象的抓力。利用光敏蛋白接收光刺激以激活或抑制神经元，对细胞基本无害，可快速地发挥作用使实验对象产生抓力。不表达光敏感蛋白的神经元细胞对光刺激没有反应。

S130 中，实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

在一实施例中，通过将实验对象放置在测量抓力的平台上，实验对象接收光刺激后会本能地抓住平台所提供的杆状或网状等物体，产生抓力，利用测力传感器可实时接收抓力并计算抓力值。示例性的，通过抓力传感器将接收到的抓力转换为与抓力大小成正比的电信号，根据电信号的电压值可计算抓力并进行显示。

本申请实施例一提供的一种动物抓力测量方法，通过基因编辑技术将光敏蛋白表达在特定脑区的神经元细胞上，然后利用预设波长的光照射光敏蛋白，对神经元细胞进行光刺激，实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值，实现了对实验对象进行光刺激，提高抓力测量的实时性。

实施例二

图 2 为本申请实施例二提供的一种动物抓力测量方法的流程图，本实施例是在上述实施例的基础上，进行优化。未在本实施例中详尽描述的技术细节可参见上述任意实施例。

在一实施例中，参考图 2，该方法包括如下步骤：S210-S280。

S210 中，通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上。

S220 中，根据预设的波形、频率、幅度和占空比产生调制信号。

在一实施例中，利用波形发生器可根据实际需求产生一定波形、频率、幅度和占空比的调制信号，该调制信号用于对光源发出的预设波长的光进行调控。其中，预设的波形包括方波，正弦波和脉冲波，不同的波形会影响光刺激的周期和时间；预设的频率决定了对神经元进行光刺激的频率；预设的幅度决定了对神经元进行光刺激的强弱；预设的占空比决定了对神经元进行光刺激的模式。

S230 中，根据所述调制信号对光源发出的预设波长的光进行调制。

在一实施例中，本实施例中的光源为激光器，将波形发生器产生的预设波形、频率、幅度和占空比的调制信号输入激光器，通过为激光器加载特定的电信号以对输出的光进行调制。在激光形成过程中，按照调制信号的规律可以改变激光振荡的参数，即利用调制信号可控制激光的形成。激光器用于提供预设波长的光源，根据调制信号对激光器发出的预设波长的光进行调制，根据不同的实际需求，可改变光刺激的频率、时间以及强弱等，以实现全面地调控光刺激的参数。

S240 中，使用调制后的预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激。

在一实施例中，所述使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激，包括：

将波长为 473nm 的蓝光导入所述实验对象的特定脑区，照射所述光敏蛋白，激活所述神经元；

或将波长为 593nm 的黄光导入所述实验对象的特定脑区，照射所述光敏蛋白，抑制所述神经元。

在一实施例中，分别利用不同波长的光激活或抑制表达在神经元细胞膜上

的离子通道型光敏蛋白，以调控神经元活动。ChR2 及 ChR2 的变体表达在控制血糖代谢脑区神经元细胞膜上后，利用波长 473nm 的蓝光照射，可以打开离子通道，神经元细胞会分泌神经递质去调控或者将这种生物电信号直接传输给下一级神经元，最终将信息传输到控制抓力的肌肉；eNpHR 及 eNpHR 的变体表达在控制运动、肌肉张力的脑区神经元细胞膜上后，利用波长 593nm 的黄光去抑制这些神经元活动，最终影响实验对象的抓力。

S250 中，实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力。

在一实施例中，将实验对象放置在抓网上，实验对象在接收光刺激后会即时、本能地做出反应产生抓力，利用抓网可实时接收实验对象的抓力。

S260 中，将所述抓力转换为电信号。

在一实施例中，利用测力传感器可将接收到的抓力转换为电信号。示例性的，抓力传感器中包括了一个或多个能在受力后产生形变的弹性体，以及能感应这个形变量的电阻应变片组成的电桥电路（如惠斯登电桥），在接收到实验对象的抓力作用后，粘贴在弹性体的应变片随之产生形变引起电阻变化，该电阻变化使组成的惠斯登电桥失去平衡输出一个与外力成线性正比变化的电量电信号。

S270 中，根据所述电信号的电压值计算抓力值。

在一实施例中，根据一定的换算规则将电压值转换为抓力值，抓力值与电压值成正比，以反映抓力的大小。

S280 中，记录所述波形、频率、幅度、占空比、预设波长和抓力值的对应关系。

在一实施例中，记录在不同波形、频率、幅度、占空比以及预设波长的情况下测量得到的抓力值，即可获得实验对象在不同的光刺激时间、频率、强弱、光刺激模式下，神经元被激活或抑制时产生的抓力，以进行全面的抓力测量和数据分析。利用光刺激来激活或者抑制神经元的活性，具有高时间分辨特性，因此在数据分析时能够建立良好的时间依赖（time-dependent）关系，从而提

高抓力测量实时性。

在一实施例中，在同一设定参数下通过多次测量计算实验对象抓力值的平均值，并且整个抓力测量过程在黑暗的环境中进行，以避免外界光线对抓力测量的影响，最大限度地减少测量误差，提高测量抓力的准确性。此外，利用红外摄像头监控整个抓力测量过程，当出现操作上的错误时，剔除错值，以提高数据的真实性。在一实施例中，通过将本实施例中实验过程中所采用的仪器与PC机连接，利用PC机读取光刺激的相关参数及对应的抓力值，便于对数据进行全面分析和处理。

在上述实施例的基础上，图3为本申请实施例二提供的对动物抓力进行测量的示意图。在经过基因编辑后，光敏蛋白表达在特定脑区的神经元细胞上，此时，实验对象可以对外界的光刺激进行应答以产生抓力。如图3所示，对基因编辑后的实验对象204进行光刺激，利用波形发生器201产生不同波形、频率、幅度以及占空比的调制信号，激光器202用于产生预设波长的光，将波形发生器201产生的调制信号输入至激光器202中进行调制，最终产生具有特定的预设参数的光，通过光纤跳线203将激光导入到实验对象204的脑内，照射光敏蛋白对特定脑区的神经元实施光刺激，实验对象204会本能地抓住抓网205，实验对象204在抓网网格上施加的力度由连接在网格上的抓力传感器206来读取和计算，并在显示屏207中显示测得的抓力值。在抓力测量的过程中，将实验对象204放在网状平台上，拉住实验对象204的尾部，借助啮齿类动物自我保护的天性（前肢抓网），利用抓力传感器206计算出前肢抓力的大小。其中，抓网205、抓力传感器206以及显示屏207可由瑞沃德抓力测试仪器提供。

本申请实施例二提供的一种动物抓力测量方法，在上述实施例的基础上进行优化，通过产生不同波形、频率、幅度和占空比的预设波长的光，激活或抑制实验对象的特定脑区的神经元，使其即时产生抓力，提高抓力测量的实时性，并且实现了对光源参数进行调控，在不同的光刺激模式下全面地测量抓力。

实施例三

图 4 为本申请实施例三提供的一种动物抓力测量系统 300 的结构图。参考图 4，本实施例提供的动物抓力测量系统 300 包括：基因编辑设备 310、光遗传调控装置 320 以及抓力测量装置 320；

所述基因编辑设备 310 通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；所述光遗传调控装置 320 使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；所述抓力测量装置 320 实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

在一实施例中，基因编辑设备 310 是指能够利用病毒载体将需要的基因序列插入到实验对象神经细胞元的基因组中的医学设备，可以由 CRISPR-Cas9 基因编辑平台提供，通过基因编辑技术能够使光敏蛋白表达在特定脑区的神经元细胞上。光遗传调控装置 320 的功能是在基因编辑设备 310 完成基因编辑之后，根据预设参数产生特定波长的光源并照射特定脑区神经元细胞上的光敏蛋白，以对实验对象提供光刺激，光遗传调控装置 320 可以调控光刺激的频率、强度、时间等，以对实验对象在不同的刺激模式下产生的抓力进行全面的测量和分析。抓力测量装置 320 用于光遗传调控装置 320 对实验对象进行光刺激后，实时接收实验对象的抓力并将其转换为抓力值。

本申请实施例三提供的一种动物抓力测量装置，通过基因编辑设备控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；通过光遗传调控装置使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；通过抓力测量装置实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值，实现了对实验对象进行不同模式的光刺激，提高抓力测量的实时性。

图 5 为本申请实施例三提供的一种动物抓力测量系统的另一结构示意图。在上述实施例的基础上，所述光遗传调控装置 320，包括：波形发生器 321、激光器 322、光纤跳线 323 和光纤插芯 324。

所述波形发生器 321 产生的调制信号输入至所述激光器 322，所述激光器

322 根据所述调制信号产生预设波长的光，所述预设波长的光通过所述光纤跳线 323 传输至所述光纤插芯 324，所述光纤插芯 324 植入在所述实验对象的特定脑区。

在一实施例中，波形发生器 321 可根据实际需求产生预设的调制信号，该调制信号用于对激光器 322 发出的预设波长的光进行调控。其中，调制信号中预设的波形包括方波，正弦波和脉冲波，用以影响光刺激的周期和时间；波形发生器 321 产生的调制信号，还用于影响预设波长的光的频率、幅度及占空比，以调控光刺激的频率、强弱和光刺激模式。

激光器 322 用于根据所述调制信号产生预设波长的光，包括蓝光激光器和黄光激光器，蓝光激光器用于产生波长为 473nm 的蓝光，以激活表达 ChR2 的神经元细胞；黄光激光器用于产生波长为 593nm 的黄光，以抑制表达 eNpHR 的神经元细胞。无论是蓝光还是黄光，该蓝光或黄光的波形、频率、幅度以及占空比都是按照波形发生器 321 产生的调制信号变化的。

光纤跳线 323 用于将激光器 322 产生的预设波长的光导出，并传输至光纤插芯 324。

光纤插芯 324 埋置在实验对象的特定脑区，用于将光导入特定脑区照射光敏蛋白，激活或者抑制特定脑区的神经元活动，使实验对象产生抓力。

在一实施例中，所述波形发生器 321 产生不同波形、频率、幅度和占空比的波形的模拟信号并输入至所述激光器 322。

在一实施例中，波形发生器 321 产生的调制信号，用于决定预设波长的光的波形、频率、幅度和占空比，以调控光刺激的时间、频率、强弱以及光刺激模式。

在上述实施例的基础上，所述抓力测量装置 320 包括：抓网 331、抓力传感器 332 和显示屏 333；

所述抓网 331 实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力，所述抓力传感器 332 将所述抓力转换为电信号，并根据所述电信号的电压值计算

抓力值，所述显示屏 333 显示所述抓力值。在一实施例中，将实验对象放置在抓网 331 上，实验对象在接收光刺激后会即时、本能地做出反应产生抓力，利用抓网 331 可实时接收实验对象的抓力，利用抓力传感器 332 可将接收到的抓力转换为电信号，该电信号与抓力成线性正比变化，根据一定的换算规则将电信号的电压值转换为抓力值。显示屏 333 用于实时显示测得的抓力值。

在一实施例中，抓力测量装置 320 中的抓力传感器 332 的数量可以为一个或两个，抓力传感器 332 只有一个时，用于测量实验对象前肢的抓力；抓力传感器 332 为两个时，可分别用于测试实验对象前肢和后肢的抓力。

在一实施例中，所述动物抓力测量系统 300 还包括 PC 机 340，PC 机 340 与抓力测量装置 320 通过数据线相连，以读取光刺激的相关参数即对应的抓力值，便于对上述数据进行分析 and 处理。

在一实施例中，所述系统还包括红外摄像头，通过红外摄像头对抓力测量过程进行监控。在一实施例中，抓力测量过程在黑暗的环境中进行，通过红外摄像头对抓力测量过程监控，当出现操作上的错误，剔除错值，以提高数据的真实性。

本申请实施例三提供的动物抓力测量装置可以用于执行上述任意实施例提供的动物抓力测量方法，具备相应的功能和有益效果。

权 利 要 求 书

1、一种动物抓力测量方法，包括：

通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；

使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；以及

实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激，包括：

根据预设的波形、频率、幅度和占空比产生调制信号；

根据所述调制信号对光源发出的预设波长的光进行调制；以及

使用调制后的预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激。

3、根据权利要求1所述的方法，其中，所述使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激，包括：

将波长为473nm的蓝光导入所述实验对象的特定脑区，照射所述光敏蛋白，激活所述神经元；或

将波长为593nm的黄光导入所述实验对象的特定脑区，照射所述光敏蛋白，抑制所述神经元。

4、根据权利要求1所述的方法，其中，所述实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值，包括：

实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力；

将所述抓力转换为电信号；以及

根据所述电信号的电压值计算抓力值。

5、根据权利要求2所述的方法，还包括：

记录所述波形、频率、幅度、占空比、预设波长和抓力值的对应关系。

6、一种动物抓力测量系统，包括：基因编辑设备、光遗传调控装置以及抓力测量装置；

其中，所述基因编辑设备设置为通过基因编辑技术控制实验对象的光敏蛋白表达在特定脑区的神经元上；所述光遗传调控装置设置为使用预设波长的光照射所述光敏蛋白，对所述特定脑区的神经元进行光刺激；所述抓力测量装置设置为实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力并计算抓力值。

7、根据权利要求6所述的系统，其中，所述光遗传调控装置，包括：波形发生器、激光器、光纤跳线和光纤插芯；

其中，所述波形发生器设置为将产生的调制信号输入至所述激光器，所述激光器设置为根据所述调制信号产生预设波长的光，所述光纤跳线设置为传输所述预设波长的光至所述光纤插芯，所述光纤插芯设置为植入在所述实验对象的特定脑区。

8、根据权利要求7所述的系统，其中，所述波形发生器设置为产生不同波形、频率、幅度和占空比的调制信号并输入至所述激光器。

9、根据权利要求6所述的系统，其中，所述抓力测量装置包括：抓网、抓力传感器和显示屏；

其中，所述抓网设置为实时接收所述实验对象在接收所述光刺激后产生的抓力，所述抓力传感器设置为将所述抓力转换为电信号，并根据所述电信号的电压值计算抓力值，所述显示屏设置为显示所述抓力值。

10、根据权利要求6所述的系统，还包括：红外摄像头；

所述红外摄像头设置为对抓力测量过程进行监控。

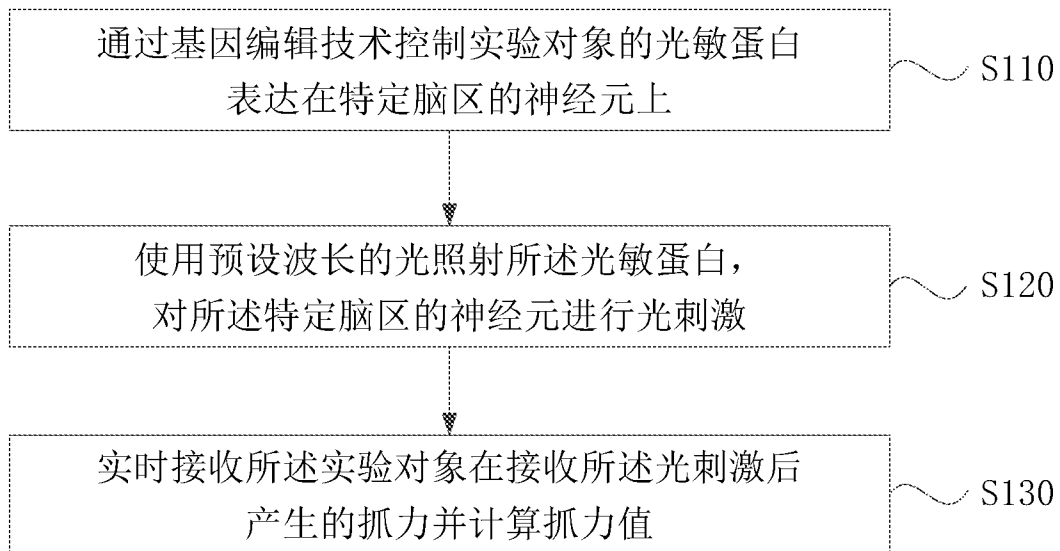


图 1

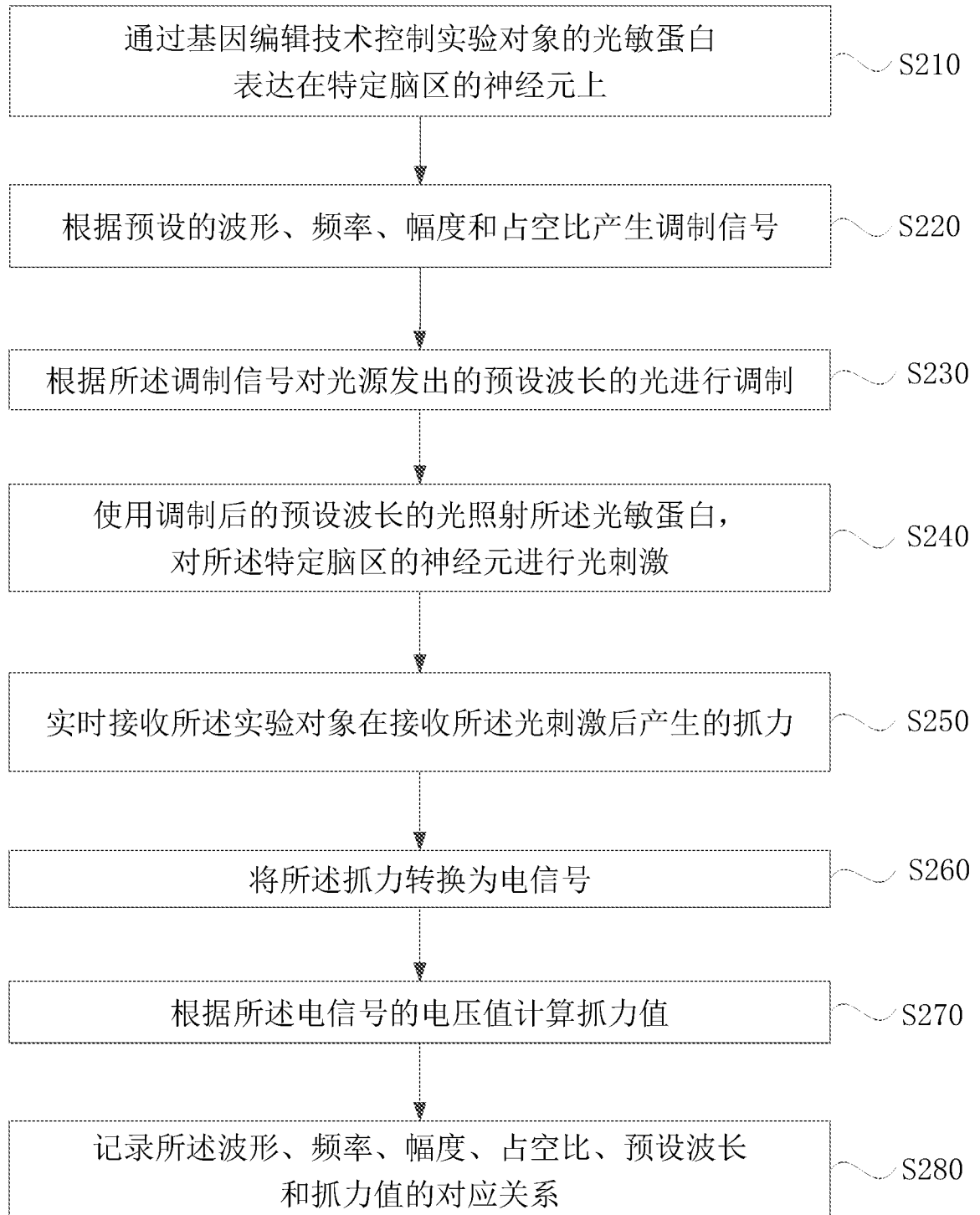


图 2

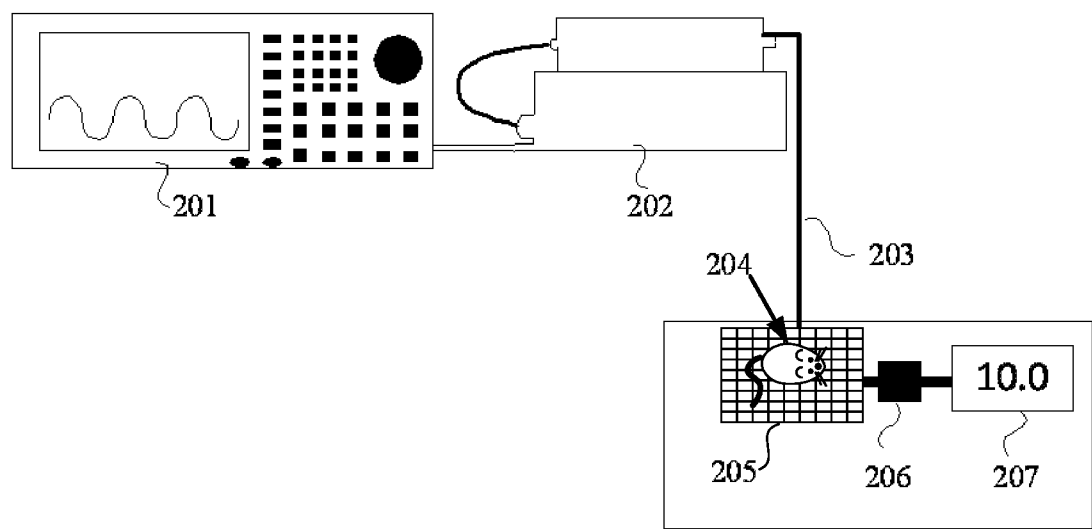


图 3

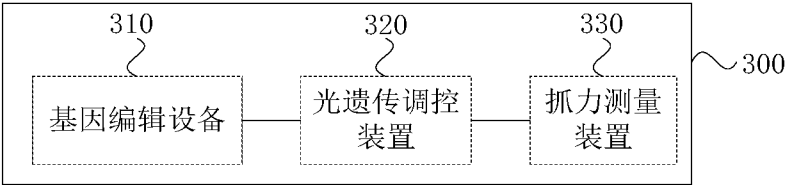


图 4

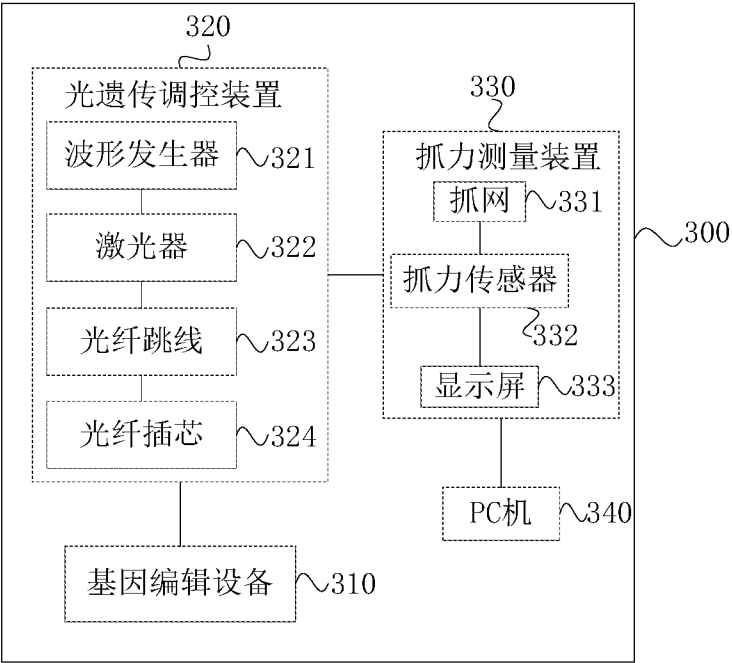


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125631

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/22(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 中国科学院深圳先进技术研究院, 贾香连, 王立平, 动物, 老鼠, 白鼠, 鼠, 抓力, 肢体, 前肢, 光敏, 光, 激光, 光照, 基因编辑, 基因, 刺激, animal, mouse, mice, power, forelimb, light, laser, germ, plasm, stimulat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102283137 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 21 December 2011 (2011-12-21) description, paragraphs [0024]-[0038], and figures 1-2	1-10
Y	唐量等 (TANG, Liang et al.). "融合Th细胞表位序列Myostatin重组基因疫苗的构建及其对免疫动物肌肉力量的影响 (Construction of Gene Vaccine of Myostatin Fusion with T-helper Epitope and Its Effects on Forelimb Grip in Immunized Mice)" <i>中国应用生理学杂志 (Chinese Journal of Applied Physiology)</i> , Vol. 1, No. (29), 31 December 2013 (2013-12-31), sections 1-2	1-10
A	CN 104523232 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 22 April 2015 (2015-04-22) entire document	1-10
A	CN 108577870 A (KUNMING INSTITUTE OF ZOOLOGY, CAS) 28 September 2018 (2018-09-28) entire document	1-10
A	CN 102106722 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 June 2011 (2011-06-29) entire document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 July 2019

Date of mailing of the international search report

29 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125631

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017049249 A1 (CHELDREN'S MEDICAL CENTER CORPORATION et al.) 23 March 2017 (2017-03-23) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/125631

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102283137	A	21 December 2011	CN	102283137	B	17 April 2013
CN	104523232	A	22 April 2015	CN	104523232	B	06 July 2018
CN	108577870	A	28 September 2018	None			
CN	102106722	A	29 June 2011	CN	102106722	B	04 July 2012
WO	2017049249	A1	23 March 2017	US	2019080158	A1	14 March 2019
				EP	3349567	A1	25 July 2018
				CA	2999114	A1	23 March 2017
				IN	201817014523	A	07 September 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/125631

A. 主题的分类 A61B 5/22 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) A61B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 中国科学院深圳先进技术研究院, 贾香连, 王立平, 动物, 老鼠, 白鼠, 鼠, 抓力, 肢体, 前肢, 光敏, 光, 激光, 光照, 基因编辑, 基因, 刺激, animal, mouse, mice, power, forelimb, light, laser, germ, plasm, stimulat+																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102283137 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0024]-[0038]段, 附图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>唐量 等. "融合Th细胞表位序列Myostatin重组基因疫苗的构建及其对免疫动物肌肉力量的影响" 中国应用生理学杂志, 第1卷, 第29期, 2013年 12月 31日 (2013 - 12 - 31), 第1-2节</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104523232 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108577870 A (中国科学院昆明动物研究所) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102106722 A (华中科技大学) 2011年 6月 29日 (2011 - 06 - 29) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2017049249 A1 (CHELDREN'S MEDICAL CENTER CORPORATION 等) 2017年 3月 23日 (2017 - 03 - 23) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 102283137 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0024]-[0038]段, 附图1-2	1-10	Y	唐量 等. "融合Th细胞表位序列Myostatin重组基因疫苗的构建及其对免疫动物肌肉力量的影响" 中国应用生理学杂志, 第1卷, 第29期, 2013年 12月 31日 (2013 - 12 - 31), 第1-2节	1-10	A	CN 104523232 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-10	A	CN 108577870 A (中国科学院昆明动物研究所) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文	1-10	A	CN 102106722 A (华中科技大学) 2011年 6月 29日 (2011 - 06 - 29) 全文	1-10	A	WO 2017049249 A1 (CHELDREN'S MEDICAL CENTER CORPORATION 等) 2017年 3月 23日 (2017 - 03 - 23) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 102283137 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2011年 12月 21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0024]-[0038]段, 附图1-2	1-10																					
Y	唐量 等. "融合Th细胞表位序列Myostatin重组基因疫苗的构建及其对免疫动物肌肉力量的影响" 中国应用生理学杂志, 第1卷, 第29期, 2013年 12月 31日 (2013 - 12 - 31), 第1-2节	1-10																					
A	CN 104523232 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-10																					
A	CN 108577870 A (中国科学院昆明动物研究所) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 全文	1-10																					
A	CN 102106722 A (华中科技大学) 2011年 6月 29日 (2011 - 06 - 29) 全文	1-10																					
A	WO 2017049249 A1 (CHELDREN'S MEDICAL CENTER CORPORATION 等) 2017年 3月 23日 (2017 - 03 - 23) 全文	1-10																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: "A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 "E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 "L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) "O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 "P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 "T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 "X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 "Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 "&" 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2019年 7月 4日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 29日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 郭军宏 电话号码 86-(10)-53962554																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/125631

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	102283137	A	2011年 12月 21日	CN	102283137	B	2013年 4月 17日		
CN	104523232	A	2015年 4月 22日	CN	104523232	B	2018年 7月 6日		
CN	108577870	A	2018年 9月 28日	无					
CN	102106722	A	2011年 6月 29日	CN	102106722	B	2012年 7月 4日		
WO	2017049249	A1	2017年 3月 23日	US	2019080158	A1	2019年 3月 14日		
				EP	3349567	A1	2018年 7月 25日		
				CA	2999114	A1	2017年 3月 23日		
				IN	201817014523	A	2018年 9月 7日		