



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118024239 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 14

(21) 申请号 202410055959.9

(22) 申请日 2024.01.15

(71) 申请人 吉林大学

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

(72) 发明人 徐超 邓亦轩 韩雨蒙 张璐
刘庆萍 任露泉

(74) 专利代理机构 北京同辉知识产权代理事务所(普通合伙) 11357
专利代理师 杨威

(51) Int. Cl.

B25J 9/16 (2006.01)

B60F 3/00 (2006.01)

B25J 19/02 (2006.01)

B25J 9/08 (2006.01)

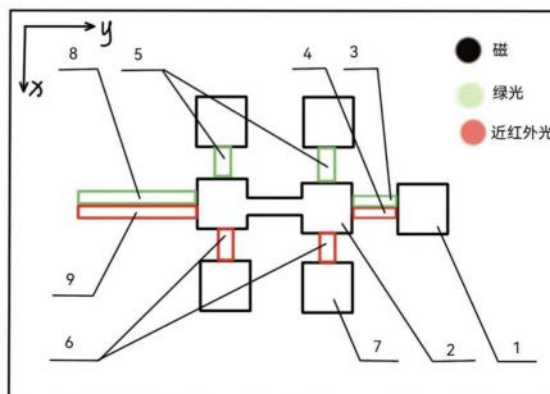
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人及控制方法

(57) 摘要

本发明公开基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人及控制方法,属于仿生软体机器人技术领域;基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人包括:内填充磁场响应颗粒的头部、躯干和四足,内填充绿光响应颗粒的左侧颈部、左侧四肢和左侧尾部,以及内填充近红外光响应颗粒的右侧颈部、右侧四肢和右侧尾部;绿光能够驱动控制软体机器人左转、近红外光能够驱动控制软体机器人右转、交变磁场能够驱动控制前后及辅助运动,选择性施加光磁驱动,配合完成对仿蝶螈软体机器人精准地多模块控制与多模态运动。



1. 基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,其特征在於,包括内填充磁场响应颗粒(10)的头部(1)、躯干(2)和四足(7),内填充绿光响应颗粒的左侧颈部(3)、左侧四肢(5)和左侧尾部(8),以及内填充近红外光响应颗粒的右侧颈部(4)、右侧四肢(6)和右侧尾部(9)。

2. 根据权利要求1所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,其特征在於,所述磁响应颗粒(10)为油墨掺入NdFeB颗粒,利用掺入NdFeB的油墨4D打印形成磁响应液晶弹性体模块。

3. 根据权利要求1所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,其特征在於,所述左侧颈部(3)、左侧四肢(5)以及左侧尾部(8)为吸收峰位于544nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜。

4. 根据权利要求1或3所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,其特征在於,所述右侧颈部(4)、右侧四肢(6)以及右侧尾部(9),为吸收峰位于836nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜。

5. 根据权利要求1所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,其特征在於,所述头部(1)中的磁响应颗粒(10)磁畴向前,躯干(2)中的磁响应颗粒(10)磁畴向后,四足(7)中的左侧两足磁响应颗粒(10)磁畴方向向左,四足(7)中的右侧两足磁响应颗粒(10)磁畴方向向右。

6. 权利要求1-4任一项所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人包裹物体运动的控制方法,其特征在於,包括步骤为:

头部(1)磁畴方向向前,躯干(2)划分成三部分磁畴方向分别为向下、向前、向上,四足(7)中的左侧两足磁畴分别为向左和斜45°向左,四足(7)中的右侧两足磁畴分别为向右和斜45°向右,对各个模块施加相应旋转磁场、光场控制,软体机器人可包裹物体。

7. 权利要求1-4任一项所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人攀越台阶或障碍物的控制方法,其特征在於,包括步骤为:

对左侧颈部(3)施加绿光、对右侧颈部(4)施加近红外光,颈部获得向上弯曲动力,完成抬颈伸头动作,水平面内施加正负z向磁场,软体机器人非对称上下交替弯曲获得向前的动力,配合光驱动的抬头动作,实现攀越台阶或障碍物。

8. 权利要求1-4任一项所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人水中运动的控制方法,其特征在於,包括步骤为:

对左侧颈部(3)、左侧四肢(5)以及左侧尾部(8)施加绿光,对右侧颈部(4)、右侧四肢(6)以及右侧尾部(9)施加近红外光,水平面内施加正负z向磁场,模仿蝶螈左侧四肢(5)和右侧四肢(6)及四足(7)向后划水,与身体主体配合实现水中向前或转弯游泳动作。

9. 一种管道检测设备,包括权利要求1-5任一项所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人。

10. 权利要求1-5任一项所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人在体内病点探测中的应用。

基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人及控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于仿生软体机器人技术领域,具体涉及基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人及控制方法。

背景技术

[0002] 软体机器人是柔性机器人的一种,能够适应各种非结构化环境,与人类的交互也更安全。制作材料方面,机器人本体利用柔性软材料制作,一般有介电弹性体(DE)、离子聚合物金属复合材料(IPMC)、形状记忆合金(SMA)、形状记忆聚合物(SMP)等等,可直接采用4D打印,非常节约时间和成本,相较于加工中可能损伤产品的传统刚性机器人更加安全;功能应用方面,软体机器人凭借其较高的鲁棒性,能更好适应各种环境,遭受意外压力或撞击后,通常可以重新恢复形状,即使在空间狭小、非结构下的环境,例如军事侦察、医疗抓持、人机交互、野外探测任务时逐渐发挥着不可替代的作用;在驱动方式上,传统机械性质机器人需要马达等动力装置进行驱动,而软体机器人可以根据自由度人体工程学等进行设计。

[0003] 光、磁、热、电等无缆化驱动方式是软体机器人发展的必然趋势,然而绝大多数驱动单元往往为单一形式,难以发挥智能材料的系统性驱动优势。

[0004] 同时现有的软体机器人多采用仿生设计方法,来模仿自然进化遴选出的结构与运动特性,其效果很大程度上取决于本体结构的设计,目前最常见的多为无脊椎单一模块动物,如蛇、尺蠖、蚯蚓等,然而它们难以完成更复杂的模态变换、适应更复杂的路况环境。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人及控制方法,解决了现有技术中的问题。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0007] 基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,包括内填充磁场响应颗粒的头部、躯干和四足,内填充绿光响应颗粒的左侧颈部、左侧四肢和左侧尾部,以及内填充近红外光响应颗粒的右侧颈部、右侧四肢和右侧尾部。

[0008] 进一步地,多模块软体机器人其特征在于,所述磁响应颗粒为油墨掺入NdFeB颗粒,利用掺入NdFeB的油墨4D打印形成磁响应液晶弹性体模块。

[0009] 进一步地,所述左侧颈部、左侧四肢以及左侧尾部为吸收峰位于544nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜。

[0010] 进一步地,所述右侧颈部、右侧四肢以及右侧尾部,为吸收峰位于836nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜。

[0011] 进一步地,所述头部中的磁响应颗粒磁畴向前,躯干中的磁响应颗粒磁畴向后,四足中的左侧两足磁响应颗粒磁畴方向向左,四足中的右侧两足磁响应颗粒磁畴方向向右。

[0012] 上述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人包裹物体运动的控制方法,包括步骤为:

[0013] 头部磁畴方向向前,躯干划分成三部分磁畴方向分别为向下、向前、向上,四足中的左侧两足磁畴分别为向左和斜45°向左,四足中的右侧两足磁畴分别为向右和斜45°向右,对各个模块施加相应旋转磁场、光场控制,软体机器人可包裹物体。

[0014] 上述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人攀越台阶或障碍物的控制方法,包括步骤为:

[0015] 对左侧颈部施加绿光、对右侧颈部施加近红外光,颈部获得向上弯曲动力,完成抬颈伸头动作,水平面内施加正负z向磁场,软体机器人非对称上下交替弯曲获得向前的动力,配合光驱动的抬头动作,实现攀越台阶或障碍物。

[0016] 上述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人水中运动的控制方法,包括步骤为:

[0017] 对左侧颈部、左侧四肢以及左侧尾部施加绿光,对右侧颈部、右侧四肢以及右侧尾部施加近红外光,水平面内施加正负z向磁场,模仿蝶螈左侧四肢和右侧四肢及四足向后划水,与身体主体配合实现水中向前或转弯游泳动作。

[0018] 一种管道检测设备,其中设置有上述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人。

[0019] 上述基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人在体内病点探测中的应用。

[0020] 本发明的有益效果:

[0021] 1、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,分成绿光响应区、磁响应区和近红外光响应区三部分,在光场、磁场下复合式、无缆化控制,操作更加方便、运动效果更加多样。

[0022] 2、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,基于有脊椎动物蝶螈的身体结构设计仿生蝶螈软体机器人,利用其特征将机器人本体分成六大模块,不同区域由各自驱动源控制,协同整体运动,具有更加灵活的适应不同任务和环境的能力。

[0023] 3、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,采用独立源分别控制三主运动方向,绿光驱动控制软体机器人左转、近红外光驱动控制软体机器人右转、磁场驱动控制前后及辅助运动,三独立源互相独立,又相互配合,最大程度展现复合驱动的作用,保证各个方向运动的精准性。

[0024] 4、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,独特的四肢四足结构设计,可以辅助其不同坡度的壁面或不平整的区域上进行移动作业,适应性强、稳定性高,通过特定的磁畴排列与磁场控制甚至可能实现倒挂运动等。

[0025] 5、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,利用光磁复合作用可以完成全向爬行、左右摆头转弯、包裹物体滚动、攀越台阶或障碍物、水中运动等自由多变的运动。

[0026] 6、本发明所述的基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人,突破传统三维技术,采用4D打印技术使响应颗粒在液晶弹性体内均匀稳定分布的同时,增加了时间维度以实现更多功能。

附图说明

[0027] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现

有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0028] 图1为本发明的软体机器人结构示意图;

[0029] 图2为本发明的软体机器人中磁畴排列方向示意图;

[0030] 图3为本发明驱动交变磁场大小方向示意图;

[0031] 图4为本发明的软体机器人磁场控制下形变示意图;

[0032] 图5为本发明的软体机器人分别在绿光场近红外光场控制下左右摆头、转弯运动示意图;

[0033] 图6为本发明的软体机器人在磁场、绿光场和近红外光场,三场复合作用示意图;

[0034] 图7为本发明的软体机器人包裹物体滚动示意图;

[0035] 图8为本发明的软体机器人攀越台阶或障碍物示意图;

[0036] 图9为本发明的软体机器人水中运动示意图;

[0037] 图中:1-头部;2-躯干;3-左侧颈部;4-右侧颈部;5-左侧四肢;6-右侧四肢;7-四足;8-左侧尾部;9-右侧尾部;10磁响应颗粒;11-被携带包裹物体。

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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 实施例1

[0040] 如图1所示,基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人包括:由磁场驱动头部1、躯干2和四足7,以及光驱动的左侧颈部3、右侧颈部4、左侧四肢5、右侧四肢6、左侧尾部8和右侧尾部9;

[0041] 其中,头部1、躯干2和四足7内填充磁响应颗粒10;左侧颈部3、左侧四肢5以及左侧尾部8内填充绿光响应颗粒;右侧颈部4、右侧四肢6以及右侧尾部9内填充近红外光响应颗粒;

[0042] 如图2至图4所示,所述磁响应颗粒10为油墨掺入NdFeB颗粒,利用掺入NdFeB的油墨4D打印形成磁响应液晶弹性体模块;

[0043] 图2为软体机器人的一种磁畴排列方式,头部1中的磁响应颗粒10磁畴向前,躯干2中的磁响应颗粒10磁畴向后,四足7中的左侧两足磁响应颗粒10磁畴方向向左,四足7中的右侧两足磁响应颗粒10磁畴方向向右;

[0044] 图3为本发明所述周期性变化的驱动交变磁场,施加垂直软体机器人平面z向的驱动磁场;图4为本发明所述软体机器人在上述磁场控制下的形变,磁场向下时,其中头部1和躯干2分别向下弯曲,呈非对称对折趋势,这种非对称设计能够得到向前的摩擦力合力,四足7中的左侧两足和右侧两足分别向从左右两侧向下弯曲,支撑起身体,配合头部1和躯干2的前向合力,辅助软体机器人运动,磁场反向同理。

[0045] 如图5中的(a)-(b)所示,左侧颈部3、左侧四肢5以及左侧尾部8,为吸收峰位于544nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜,能够响应520nm绿光,如图5中的(a)

所示,当对上述位置施加绿光驱动,绿光薄膜弯曲,产生向左的力,软体机器人就会向左摆头、移动;所述右侧颈部4、右侧四肢6以及右侧尾部9,为吸收峰位于836nm的纳米单体与LCN原位交联的MiniGNRs-LCN薄膜,能够响应808nm的近红外光,如图5中的(b)所示,当对上述位置施加近红外光驱动,近红外薄膜弯曲,产生向右的力,软体机器人就会向右摆头、移动。通过选择性施加不同波长的光照,使其波长相匹配的模块发生弯曲形变,实现选择性、多方向运动的光响应驱动控制。

[0046] 如图6所示,本发明基于光磁驱动的仿蝶螈、多模块软体机器人在磁场、绿光、近红外光三独立源驱动示意图,分别控制三主运动方向,绿光驱动控制软体机器人左转、近红外光驱动控制软体机器人右转、交变磁场驱动控制前后及辅助运动。选择性施加光磁驱动,配合完成对仿蝶螈软体机器人精准地多模块控制与多模态运动。

[0047] 实施例2

[0048] 如图7中的(a)-(b)所示,在本实施例中,提供一种实施例1所述的软体机器人包裹物体运动的控制方法,包括步骤如下:

[0049] 如图7中的(a)所示,其中头部1磁畴方向向前,躯干2划分成三部分磁畴方向分别为向下、向前、向上,四足7中的左侧两足磁畴分别为向左和斜45°向左,四足7中的右侧两足磁畴分别为向右和斜45°向右,斜45°的设计可以使两后足在磁场下更好地向前翻转包裹物体;如图7中的(b)所示,对各个模块施加相应旋转磁场、光场控制,软体机器人呈现类似由正方体展开图向正方体结构的模态转换过程,而“正方体”内部可以携带物体11,完成携带包裹物体滚动运动。

[0050] 实施例3

[0051] 如图8中的(a)-(d)所示,在本实施例中,提供一种实施例1所述的软体机器人攀越台阶或障碍物的控制方法,包括步骤如下:

[0052] 选择性的只对左侧颈部3施加绿光、对右侧颈部4施加近红外光,颈部获得向上弯曲动力,完成抬颈伸头动作,水平面内施加正负z向磁场,软体机器人非对称上下交替弯曲获得向前的动力,配合光驱动的抬头动作,巧妙实现攀越台阶或障碍物运动。

[0053] 实施例4

[0054] 如图9所示,在本实施例中,提供一种实施例1所述的软体机器人水中运动的控制方法,包括步骤如下:

[0055] 选择性地对左侧颈部3、左侧四肢5以及左侧尾部8施加绿光,对右侧颈部4、右侧四肢6以及右侧尾部9施加近红外光,水平面内施加正负z向磁场,模仿蝶螈左侧四肢5和右侧四肢6及四足7向后划水,与身体主体配合实现水中向前或转弯游泳动作。

[0056] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“示例”、“具体示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0057] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变

化和改进都落入要求保护的本发明范围内。

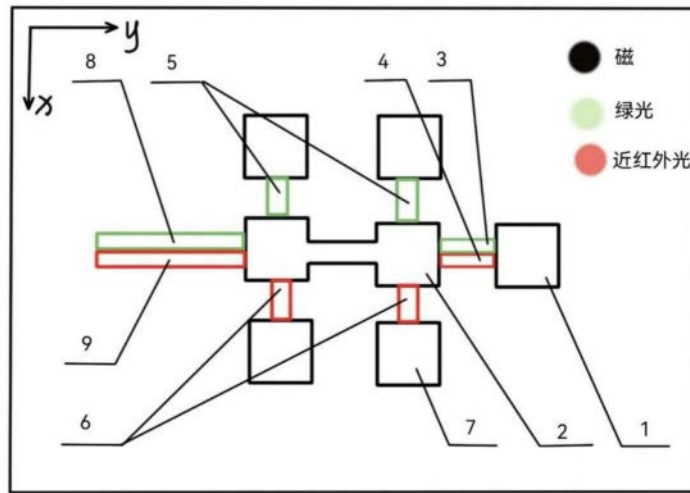


图1

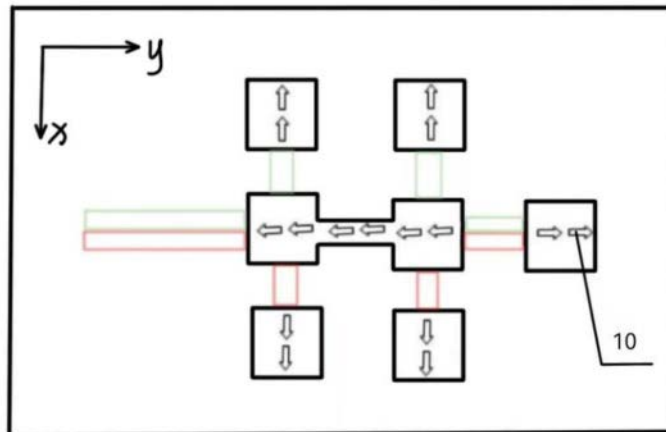


图2

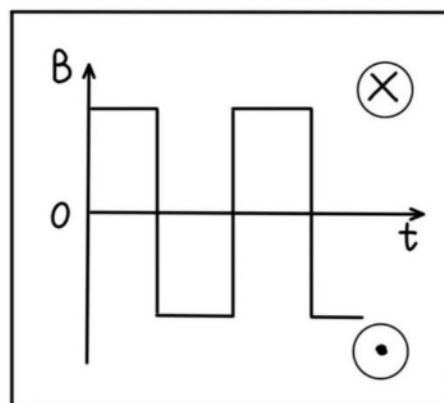


图3

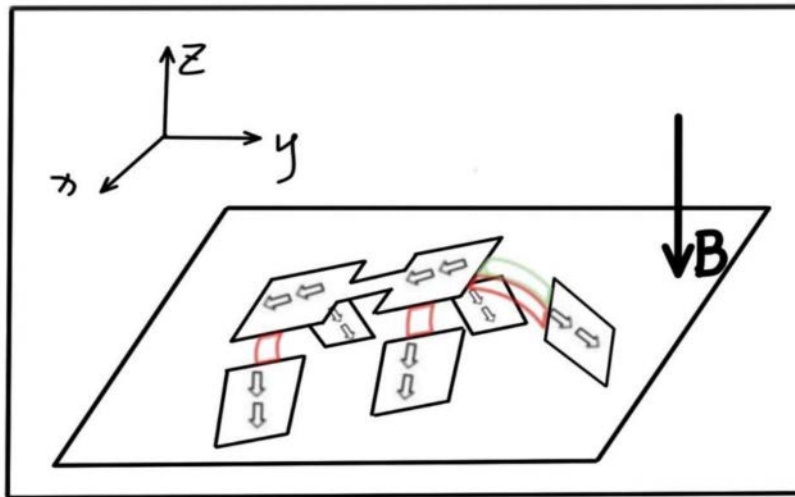
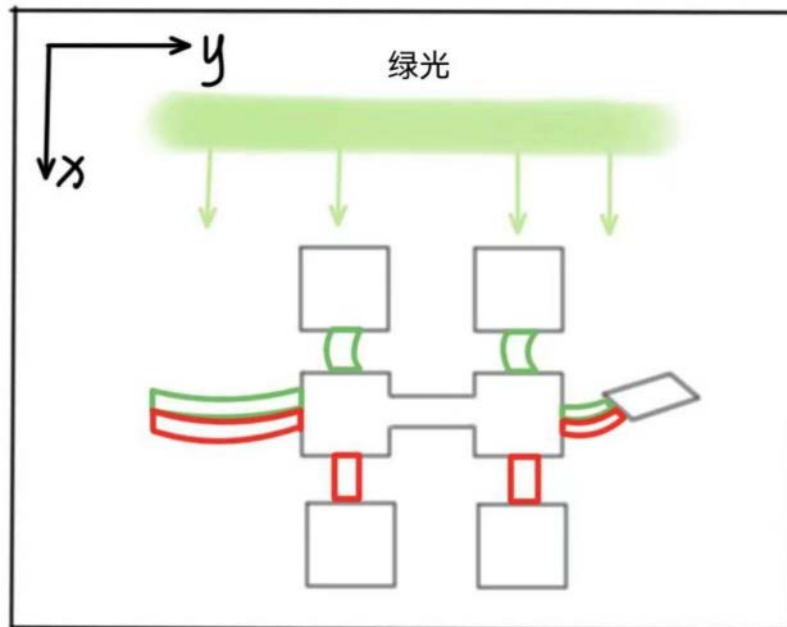
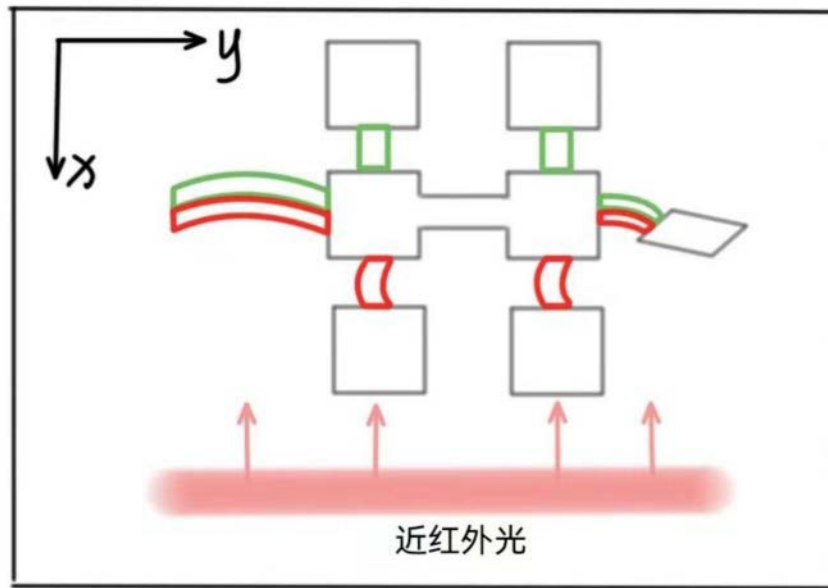


图4



(a)



(b)

图5

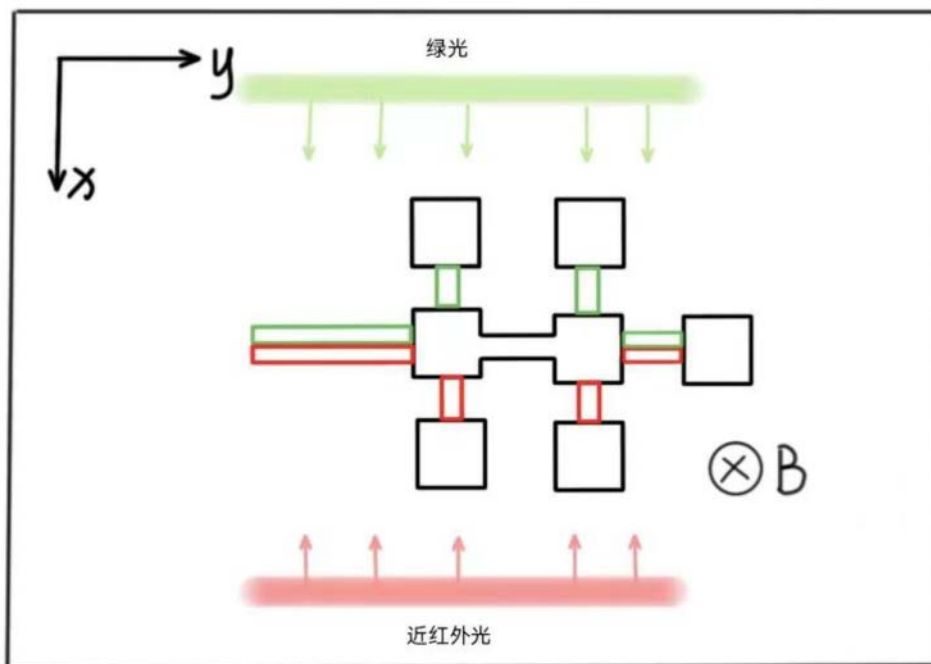
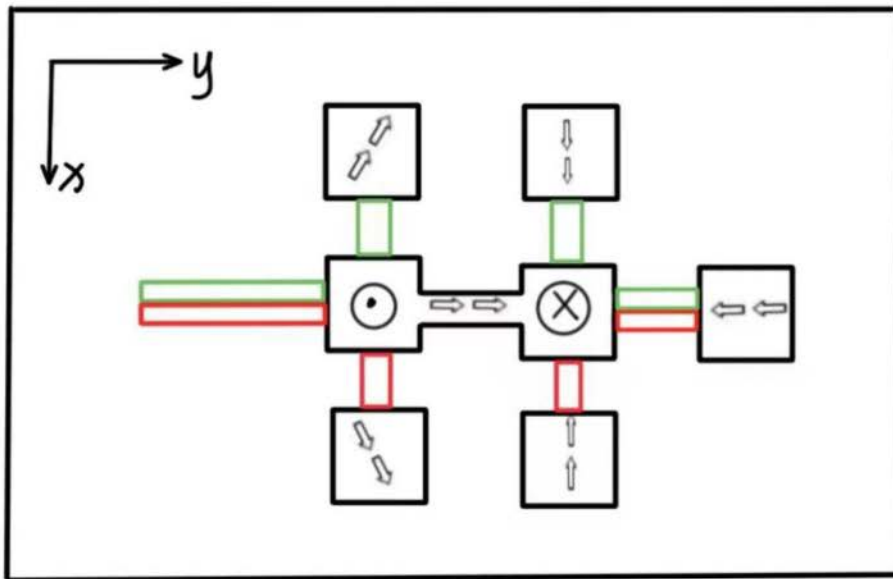
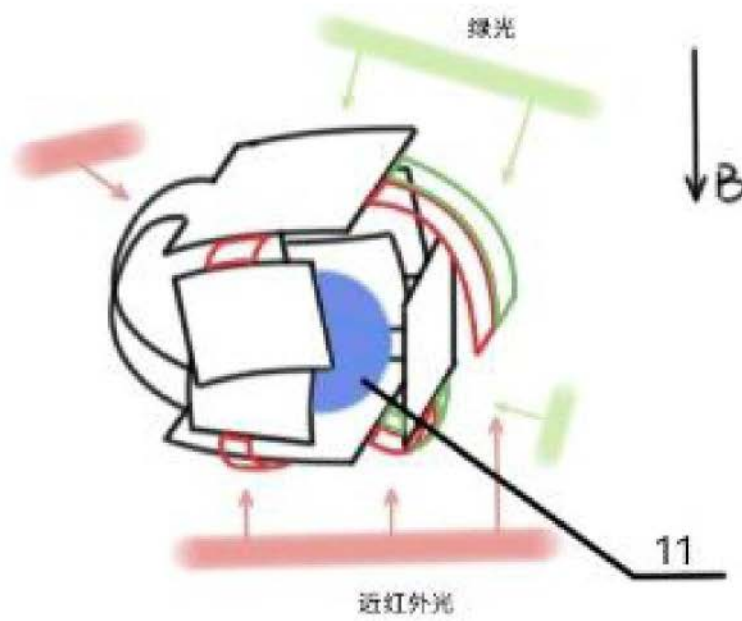


图6

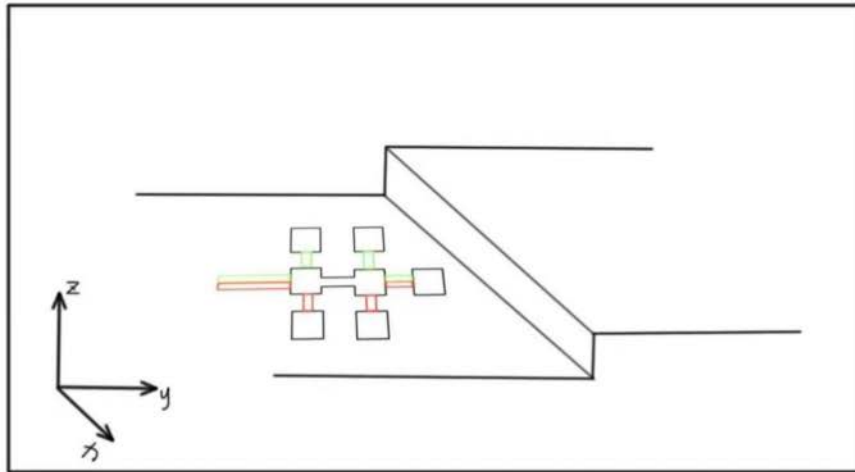


(a)

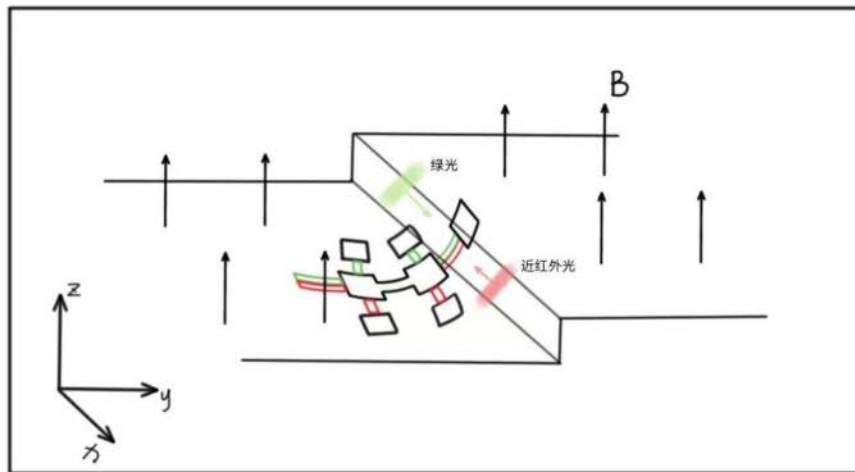


(b)

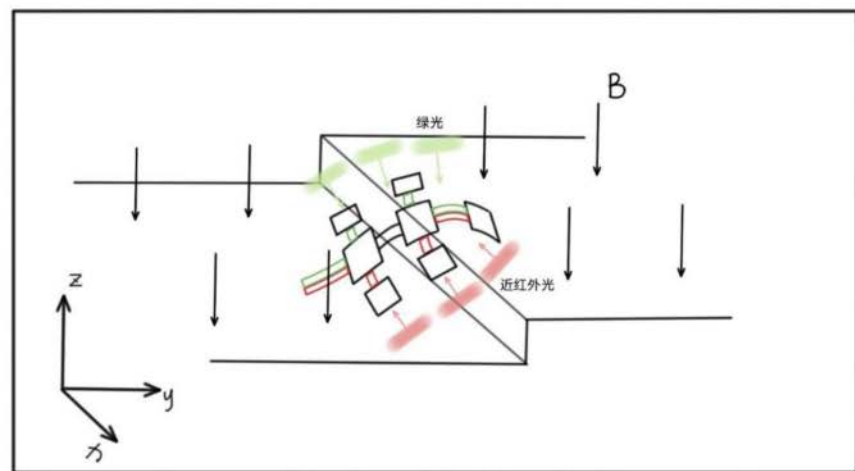
图7



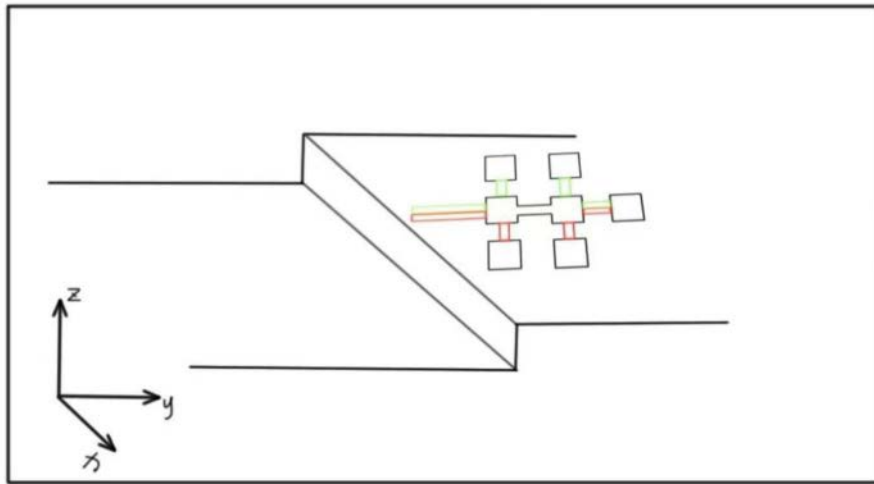
(a)



(b)



(c)



(d)

图8

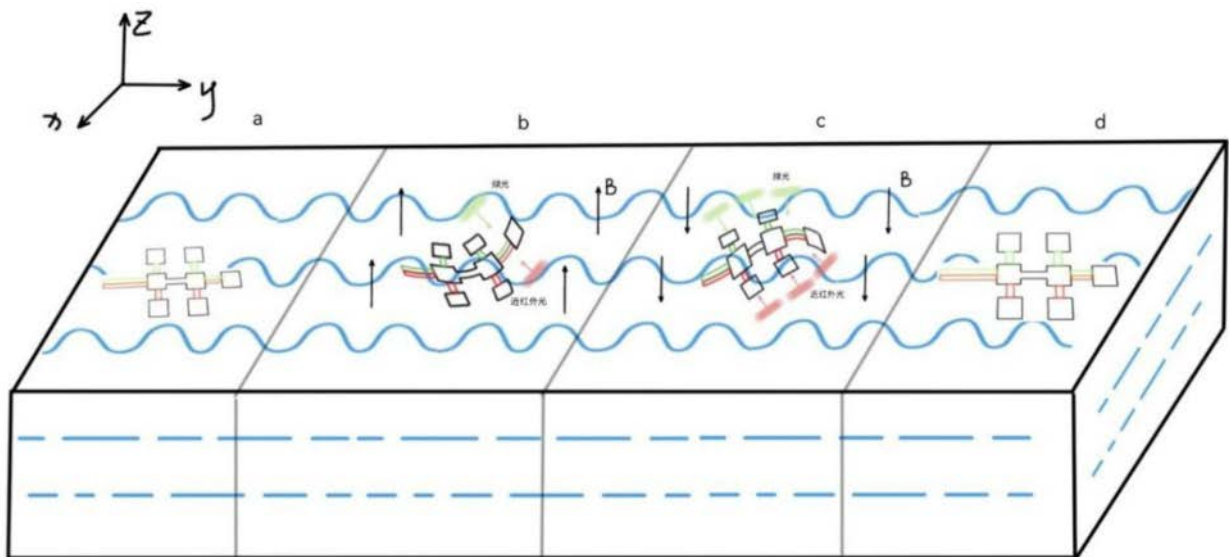


图9