



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105034371 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201510408846. 3

(22) 申请日 2015. 07. 13

(71) 申请人 苏州大学

地址 215123 江苏省苏州市工业园区仁爱路
199 号

(72) 发明人 王宜怀 张勇 柏祥 王磊
王小宁

(74) 专利代理机构 南京利丰知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 32256

代理人 王锋

(51) Int. Cl.

B29C 67/00(2006. 01)

B33Y 30/00(2015. 01)

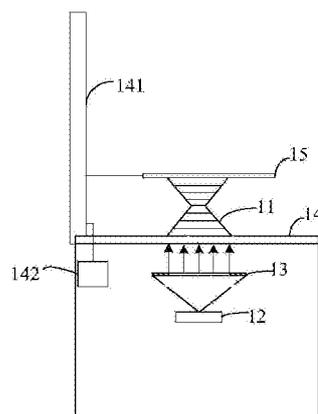
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于掩膜固化的快速成型系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于掩膜固化的快速成型系统,所述系统包括工作台、位于工作台下方的树脂液槽、以及位于树脂液槽下方的光源,所述光源和树脂液槽之间安装有掩膜版,所述工作台包括用于固定树脂液槽和光源的第一工作台、以及位于第一工作台上方且沿着竖直方向往复运动进行掩膜固化成型的第二工作台。本发明的成本较低、工作稳定,成型精度高,在完成初步成型功能的同时有效降低了该系统二次开发的复杂度。



1. 一种基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述系统包括工作台、位于工作台下方的树脂液槽、以及位于树脂液槽下方的光源,所述光源和树脂液槽之间安装有掩膜版,所述工作台包括用于固定树脂液槽和光源的第一工作台、以及位于第一工作台上且沿着竖直方向往复运动进行掩膜固化成型的第二工作台。

2. 根据权利要求1所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述第一工作台上垂直安装有竖直导轨,所述第二工作台可移动安装于垂直导轨上。

3. 根据权利要求2所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述竖直导轨上安装有滚珠丝杠及与步进电机,所述步进电机与滚珠丝杠相连,第二工作台安装于滚珠丝杠上。

4. 根据权利要求2所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述竖直导轨上固定安装有压力传感器。

5. 根据权利要求2所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述竖直导轨上固定安装有位置传感器。

6. 根据权利要求5所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述位置传感器为磁簧开关,包括密封的玻璃管和位于玻璃管内的两片金属簧片,所述工作台上设置有磁铁,当工作台接近所述磁簧开关时两片金属簧片由于磁场作用相互导通。

7. 根据权利要求1所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述光源为UV-LED、或紫外激光器、或紫外线高压汞灯。

8. 根据权利要求1所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述树脂液槽中包括光敏树脂,所述光敏树脂包括光引发剂、单体、预聚物及少量添加剂。

9. 根据权利要求1所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述系统还包括微控制器,该控制器为K60微控制器,步进电机还包括步进电机驱动器,所述步进电机驱动器采用共阳极的接线方式,脉冲信号由K60的FTM模块产生,方向信号由K60的GPIO口输出,当输出低电平时步进电机正转,输出高电平时步进电机反转,使能信号为高电平有效。

10. 根据权利要求9所述的基于掩膜固化的快速成型系统,其特征在于,所述微控制器与步进电机驱动器之间设有光电隔离器件,所述光电隔离器件为高速光耦6N138。

基于掩膜固化的快速成型系统

技术领域

[0001] 本发明涉及掩膜固化技术领域,特别是涉及一种基于掩膜固化的快速成型系统。

背景技术

[0002] 现代科技的迅速发展使得产品周期正在变得越来越短,制造行业中的竞争促进了快速成型(Rapid Prototyping, RP)技术的迅速发展以满足新产品开发中遇到的挑战。快速成型又称3D打印,是一系列使用三维计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)数据快速制造部分或者整个模型的技术的总称。快速成型过程中采用材料精确堆积的方式,即由点堆积成面,由面堆积成三维,最终生成立体模型。作为一种综合性应用技术,快速成型集成了计算机科学、机械工程,自动化技术、光学以及材料化学等诸多学科的前沿技术知识,具有较高的技术含量。

[0003] 快速成型技术的概念提出于20世纪70年代,经过十几年的发展逐步出现了较为成熟的制造设备。日本名古屋市工业研究所的小玉秀男、美国3M公司的Alan J. Herbert、日本大阪工业技术研究所的丸谷洋二以及美国UVP公司的Charles W. Hull四人于1980年至1984年期间各自独立地提出了快速成型的技术理念,虽然在成型材料以及方式上有所不同,但是基本思路都是以材料叠加进行成型[6]。在1986年,Charles W. Hull在美国获得了光固化立体造型设备的专利[7],1988年美国3D Systems公司根据该专利制作并商业化了世界上第一台快速成型机SLA-250。

[0004] 国外比较著名的快速成型公司有美国的3D Systems公司、Zcorp公司(2012年被3D Systems收购)以及德国的EOS公司等。目前,3D Systems公司的光固化立体造型设备在国际市场上占有比例较大,其应用较为广泛的设备主要有ZPrinter系列,支持从简单的单色三维模型打印到彩色大型模型的打印;EOS公司主要从事SLS技术方面的研究,其EOSINT P系列快速成型设备在SLS成型领域处于领先地位。

[0005] 我国RP技术的研究始于1991年。近几年来得到飞速发展,已研制出与国外SLA、LOM、FDM等工艺方法相似的设备,并逐步实现了小范围商品化。清华大学最先引进了美国3D Systems公司的SLA-250设备与技术并进行研究与开发,现已开发出M-RPMS-II型多功能快速成型制造系统,该系统具有LOM和FDM两种快速成型功能;华中科技大学研发的基于LOM的HRP系统以纸作为成型材料实现快速成型的目的;西安交通大学开发了基于SLA的LPS和CPS系统。但总的说来,与美国、德国和日本等国家相比我国快速成型技术的研究和应用尚存在一定的差距。

[0006] 因此,针对上述技术问题,有必要提供一种基于掩膜固化的快速成型系统。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于掩膜固化的快速成型系统。

[0008] 为了实现上述目的,本发明实施例提供的技术方案如下:

[0009] 一种基于掩膜固化的快速成型系统,所述系统包括工作台、位于工作台下方的树

脂液槽、以及位于树脂液槽下方的光源,所述光源和树脂液槽之间安装有掩膜版,所述工作台包括用于固定树脂液槽和光源的第一工作台、以及位于第一工作台上且沿着竖直方向往复运动进行掩膜固化成型的第二工作台。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述第一工作台上垂直安装有竖直导轨,所述第二工作台可移动安装于竖直导轨上。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述竖直导轨上安装有滚珠丝杠及与步进电机,所述步进电机与滚珠丝杠相连,第二工作台安装于滚珠丝杠上。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述竖直导轨上固定安装有压力传感器。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述竖直导轨上固定安装有位置传感器。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述位置传感器为磁簧开关,包括密封的玻璃管和位于玻璃管内的两片金属簧片,所述工作台上设置有磁铁,当工作台接近所述磁簧开关时两片金属簧片由于磁场作用相互导通。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述光源为 UV-LED、或紫外激光器、或紫外线高压汞灯。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述树脂液槽中包括光敏树脂,所述光敏树脂包括光引发剂、单体、预聚物及少量添加剂。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述系统还包括微控制器,该控制器为 K60 微控制器,步进电机还包括步进电机驱动器,所述步进电机驱动器采用共阳极的接线方式,脉冲信号由 K60 的 FTM 模块产生,方向信号由 K60 的 GPIO 口输出,当输出低电平时步进电机正转,输出高电平时步进电机反转,使能信号为高电平有效。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述微控制器与步进电机驱动器之间设有光电隔离器件,所述光电隔离器件为高速光耦 6N138。

[0019] 本发明的有益效果是:

[0020] 本发明的成本较低、工作稳定,成型精度高,在完成初步成型功能的同时有效降低了该系统二次开发的复杂度。

附图说明

[0021] 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,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,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。

[0022] 图 1 为本发明一具体实施方式中基于掩膜固化的快速成型系统的结构示意图。

[0023] 图 2a、2b 为自顶向下和自底向上的成型方式两种成型方式的原理图。

[0024] 图 3 为本发明一具体实施方式中磁簧开关的工作原理图。

[0025] 图 4 为本发明一具体实施方式中 FSR402 电阻 - 作用力变化曲线图。

[0026] 图 5 为本发明一具体实施方式中光电隔离电路的电路图。

具体实施方式

[0027] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0028] 参图 1 所示,本发明的第一实施方式中,一种基于掩膜固化的快速成型系统,包括工作台、位于工作台下方的树脂液槽 11、以及位于树脂液槽下方的光源 12,光源 11 和树脂液槽 12 之间安装有掩膜版 13。

[0029] 其中,工作台包括用于固定树脂液槽和光源的第一工作台 14、以及位于第一工作台上且沿着竖直方向往复运动进行掩膜固化成型的第二工作台 15,第一工作台 14 上垂直安装有竖直导轨 141,第二工作台 15 可移动安装于垂直导轨 141 上。竖直导轨 141 上安装有滚珠丝杠(未图示)及与步进电机 142,步进电机与滚珠丝杠相连,第二工作台安装于滚珠丝杠上。

[0030] 本发明的快速成型系统由滚珠丝杠、树脂导轨、步进电机、树脂液槽、光源以及工作台等机械部件的搭建。滚珠丝杠由螺杆和螺母组成,它的作用是将步进电机的旋转运动转化成直线运动,竖直导轨用来支撑和引导工作台使之按照给定的方向做往复直线运动。

[0031] 树脂液槽用于存放光敏树脂,液槽的底部采用具有较高透光率的高硼硅玻璃作为透光材料。此外还需要在高硼硅玻璃跟树脂接触的表面镀上一层硅胶方便成型截面的脱模,因为在树脂固化时与高硼硅玻璃的接触面往往是真空环境,工作台向上抬起时如果不采用硅胶镀膜就会使得成型截面容易断裂从而影响最终成型的效果。UV-LED 光源发出的紫外光经过液槽底部的高硼硅玻璃与光敏树脂发生聚合反应,在工作台的下表面进行固化成型。

[0032] 本发明采用光固化立体造型方法中的掩膜固化法作为成型方法,掩膜固化法根据模型的成型方向可以分为自顶向下和自底向上的成型方式,两者的成型方式对比如图 2a、2b 所示。自顶向下的成型方式是将光源放置在树脂槽的上方对树脂进行照射,开始成型之前工作台位于树脂液面处,当成型一个截面之后,将工作台下移一层的厚度,如此往复直至整个模型完成。

[0033] 采用自顶向下的成型方式意味着需要成型的模型的高度小于树脂液槽的深度,而且不管所需成型的模型的尺寸如何,都需要用树脂将树脂液槽填充,并且至少达到模型的高度。自底向上的成型方式与自顶向下相反,光源位于树脂槽的下方,树脂液槽的底部采用透明介质以透过光源发射出的光线,开始成型之前工作台位于树脂液槽的底部,每次成型一个截面工作台上移一层的厚度,如此往复直至整个模型完成。采用自底向上的成型方式的好处在于在成型之前不需要将树脂全部填充至树脂液槽,因为成型时工作台将模型从树脂液面中提出,由于树脂的流动性使得周围的树脂迅速将固化部分的空隙进行填充便于进行下一个液面的成型。考虑到树脂的价格并不便宜,为了尽量降低成本,本发明采用自底向上的成型方式。

[0034] 光源的选择需要考虑波长、功耗、寿命等一系列的因素,与激光或者紫外线高压汞灯相比,UV-LED 具有发光能效高、单色性高、响应快、功耗小等优势,波长与所用光敏树脂的吸收波峰吻合,所以大部分的能量都会被树脂吸收发生聚合反应。紫外激光器具有更高的单色性和聚焦性,但是它的能耗大大高于 UV-LED,紫外线高压汞灯的光谱具有连续性,

只有其中一小部分与树脂的吸收光谱重叠可以被树脂吸收,所以导致能量的利用率不高。UV-LED 与 Awave-355-8W-25K 紫外激光器以及 GGZ500 紫外线高压汞灯相比具有较多的优势,价格和功率相比于激光和普通紫外灯都大大降低了,也减少了快速成型设备的成本。

[0035] 由于单个 UV-LED 灯珠的功率约为 1W,对于固化树脂来说能量不够,因此本实施方式采用 10*10 的 UV-LED 灯珠阵列,总功率约为 100W。

[0036] 光敏树脂通常由光引发剂、单体、预聚物以及少量添加剂组成。

[0037] (1) 光引发剂

[0038] 光引发剂是光敏树脂的重要组成部分,是光敏树脂发生聚合反应的前提条件。在选择光引发剂时应特别注意其吸收光谱和采用光源的发射光谱相匹配,光引发剂主要影响着树脂的固化程度和固化速度,常用的光引发剂主要有苯偶姻及其衍生物、芳基重氮盐以及二芳基碘鎓盐等等。

[0039] (2) 单体

[0040] 单体又称活性稀释剂,单体的主要作用在于调节光敏树脂的黏度并同时参加聚合反应,一般要求气味较小、刺激性以及挥发性较低。单体分子在发生反应时,参加反应的官能团数目称作官能度,根据单体官能度的多少可分为单官能度、双官能度、三官能度和多官能度,光敏树脂的固化速度与官能度成正比,单官能度的单体固化时生成线型聚合物,可以提高固化后树脂的弹性,双官能度和多官能度的单体在固化时还会产生交联作用,影响着固化后树脂的强度和硬度,因此在选择单体时需要根据实际需求选择合适的单体。

[0041] (3) 预聚物

[0042] 预聚物是一种低分子聚合物,通常是光敏树脂中比例最大的组成部分,决定了固化之后材料的基本性能,它的分子量、官能度和官能团的种类也影响固化的速度,目前使用较多的主要包括丙烯酸酯体系和环氧体系等。

[0043] 目前光敏树脂的成型原理主要有两种,一种是自由基型聚合反应,另外一种为阳离子型聚合反应。当光敏树脂中的光引发剂受到光源照射时,吸收光源的能量从基态转变为激发态,产生自由基或者阳离子,使单体和预聚物发生反应从而达到固化的目的。

[0044] 本实施方式采用的光敏树脂主要由环氧树脂、环氧树脂单体、硫鎓盐光引发剂等组成,属于阳离子型聚合反应,树脂由光敏树脂厂商根据树脂固化实验的结果调制得到。

[0045] 步进电机在构造上有三种主要类型:反应式、永磁式和混合式。其中混合式步进电机综合了反应式和永磁式的优点,但成本相对较高。按定子上绕组的数目可以分为二相、三相和五相等系列,选型时采用两相还是三相并没有什么具体的要求,只要步距角能满足使用要求即可。步距角是步进电机的重要参数之一,它代表步进电机接收到单个脉冲时所旋转的角度,若电机步距角为 0.9° ,也就意味着控制系统发送 400 个脉冲步进电机旋转一周。电机实际工作时的真正步距角还与步进电机驱动器的细分参数有关,细分是步进电机驱动器的参数之一,细分影响到步进电机运行的分辨率,若电机步距角为 0.9° ,驱动器设置细分数为 4,也就意味着控制系统发送 1600 个脉冲步进电机才旋转一周,实际选型中应根据需求选择合适细分数,不应盲目追求较大细分数,因为细分的大小和步进电机的精度并不存在联系。因为本发明中电机只需要带动工作台运行,负载较小,因此对于静力矩要求不高,中小力矩即可(20N.m 以下)。驱动电流应与步进电机驱动器适应,防止驱动器输出电流大于步进电机驱动电流造成工作时电机发热。

[0046] 根据以上分析,综合考虑性能以及成本等诸多因素,本实施方式中步进电机选用 42BYG2100-48 型两相四线混合式步进电机;步进电机驱动器采用的是 FD-2404 型驱动器,最大细分高达 256,输出电流 1A-4.2A,输入脉冲频率最大 300KHz,运动分辨率可达 50000 步/转,具有静止时自动半流的特点。

[0047] 优选地,本实施方式中竖直导轨 141 上固定安装有压力传感器 144 和位置传感器 145。

[0048] 位置传感器用于判断步进电机 Z 轴运动的极限位置,成型之前需要确定步进电机在 Z 轴运行的极限位置,成型过程工作台运行不能超出极限位置,否则会导致成型失败。位置传感器在选型时需要考虑体积、使用寿命以及成本。较小的体积使得传感器易于安装且不显眼。因为位置传感器的作用是决定工作台的运行范围,因此它的使用寿命应当尽可能长才能避免在运行过程中由于损坏导致成型失败。

[0049] 经过对比各个因素选择磁簧开关作为位置传感器,磁簧开关也称干簧管,它的工作原理比较简单,在磁簧开关的玻璃管内部密封有两片金属簧片,在簧片的末端镀有铍或者钨等硬金属,两簧片之间存在几个微米的缝隙,玻璃管中被稀有气体所填充,使得灰尘难以进入造成损坏,同时也延长了磁簧开关的使用寿命。

[0050] 磁簧开关的工作原理如图 3 所示。在磁铁未接近磁簧开关时,两个簧片是分开的,此时电路断路。当磁铁靠近时簧片在磁场中被磁化为相反的极性,两个磁极之间的吸引力大于簧片尾部的弹力时两个簧片便会吸合在一起使得电路导通。

[0051] 工作台成型开始之前需要找到起始位置,也就是工作台恰好处于液槽底部,这里采用压力传感器检测工作台是否压到液槽底部,因为树脂液槽下方是 LCD 掩膜,所以在轻微压到液槽底部时就需要停止向下运动。经测试选取 0.2kg 为压力阈值,超过 0.2kg 压力时步进电机停止工作。压力传感器的选型主要考虑工作电压、压力范围以及有效面积等参数。由于电路中输入电压为 5V,所以传感器的工作电压不能高于 5V;压力范围至少大于 0.2kg,同时考虑到有可能当电机运行速度较快时瞬间压力较大,为了防止压力超过量程,尽量选择量程较大的传感器;传感器区域直径表示压力传感器感受压力部分的大小,根据实际机械结构考虑。

[0052] 根据以上分析,本发明中压力传感器采用的是 Interlink Electronics 公司生产的一款电阻式压力传感器 FSR402,可支持 5V 工作电压,传感器区域直径 12.7mm,厚度 0.55mm,它将施加在传感器薄膜区域的压力转换成电阻值的变化,从而获得压力信息。其电阻值与压力成反比,受力范围为 100g 至 10kg,它的电阻随作用力变化曲线如图 4 所示。

[0053] 进一步地,本发明的系统还包括微控制器,该控制器为 K60 微控制器,本实施方式中使用飞思卡尔公司基于 ARM Cortex-M4 内核的 Kinetis 系列微控制器 K60,步进电机还包括步进电机驱动器。

[0054] 步进电机驱动器的接线有共阳极接线和共阴极接线两种,共阳极接法是驱动器所需要的驱动电流由外部 5V 的电源供电,这样能保证打开光耦电流足够大;共阴极接法是需要主控芯片的输出引脚提供驱动光耦打开的电流,当芯片输出引脚的电流很弱的时候可能会存在丢步,所以在接线时采用共阳极的接线方式。脉冲信号由 K60 的 FTM 模块产生,方向信号由 K60 的 GPIO 口输出,当输出低电平时步进电机正转,输出高电平时步进电机反转,使能信号为高电平有效,即高电平时步进电机工作,低电平时步进电机停止工作。

[0055] 在输出脉冲信号至步进电机驱动器时需要进行光电隔离,光电隔离其实就是一种保护电路,它使得信号单向传输,输入端与输出端完全实现了电气隔离,提高控制系统的抗干扰能力,当步进电机发生短路等故障时不至于造成更大的损失,本发明中 K60 与步进电机驱动器之间使用高速光耦 6N138 进行光电隔离,其速度最高可以达到 100Kbps,本发明中步进电机的工作频率在 1KHz 左右,因此 6N138 的速度完全可以满足本发明的要求。K60 脉冲输出引脚对应的光电隔离电路如图 5 所示,方向和使能信号的光电隔离电路与此类似。

[0056] 由以上技术方案可以看出,本发明基于掩膜固化的快速成型系统的成本较低、工作稳定,成型精度高,在完成初步成型功能的同时有效降低了该系统二次开发的复杂度。

[0057] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0058] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

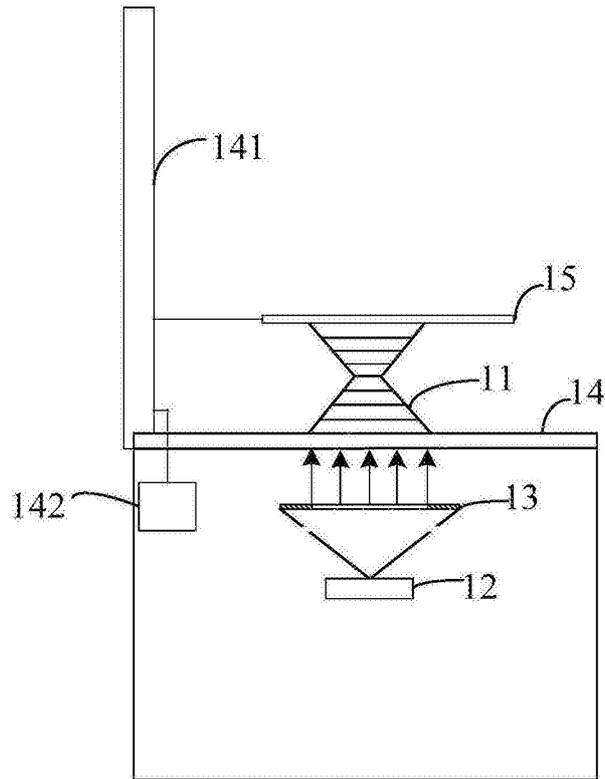


图 1

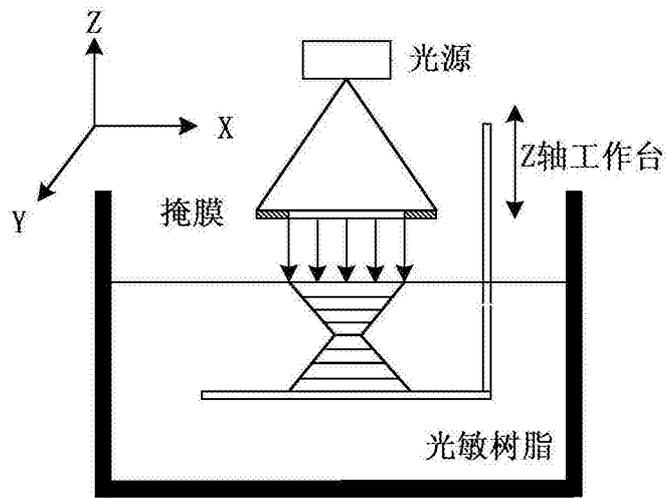


图 2a

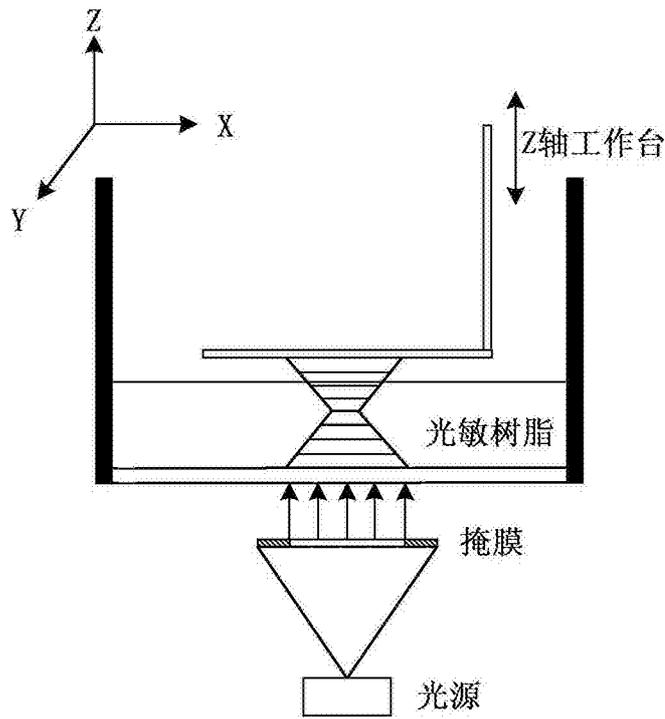


图 2b

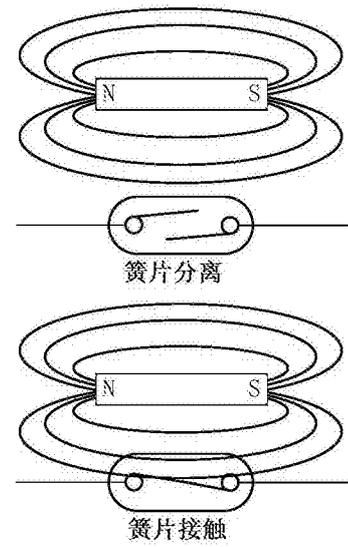


图 3

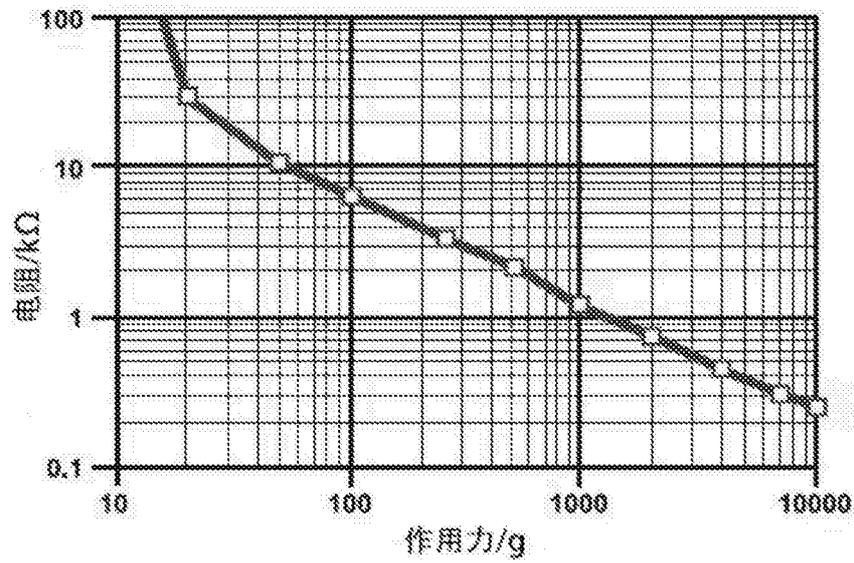


图 4

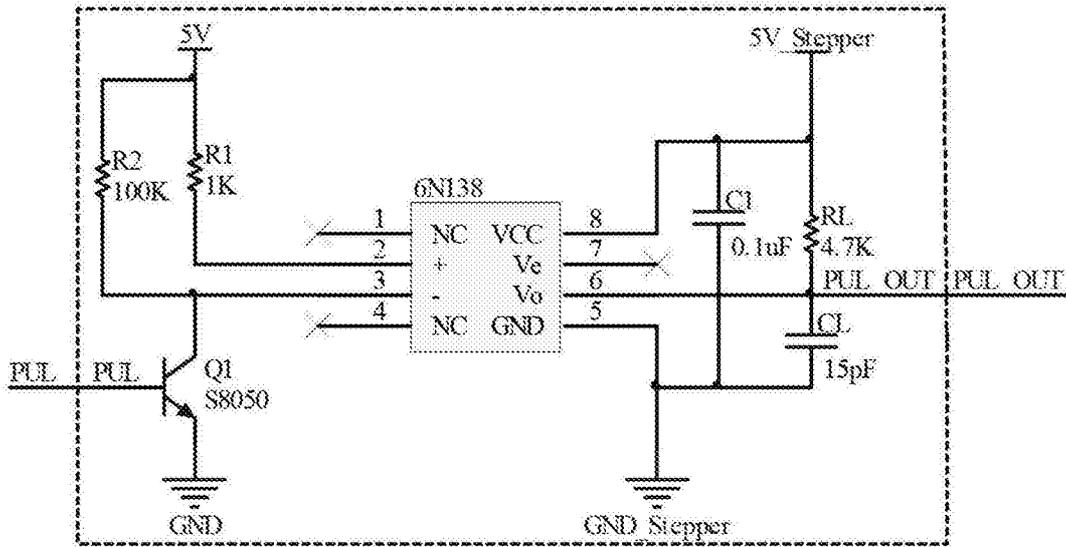


图 5