

教育成果奖申报

面向智能制造领域的多学科交叉研究生团队校企协同培养机制探索及
实践

(吴立群, 王洪成, 张俐楠, 杨国伟, 包立平)

佐
证
材
料

杭州电子科技大学

2019年5月

佐证材料目录

- 1 智能派件机器人媒体报道情况汇总
- 2 参与学科竞赛获得奖励汇总
- 3 研究生获得个人荣誉及奖学金汇总
- 4 申请国家发明专利汇总
- 5 发表学术论文汇总
- 6 团队研究生就业情况汇总
- 7 校十佳导学团队证明

智能派件机器人媒体报道情况汇总

视频媒体报道（一）：浙江卫视《中国蓝新闻》



视频媒体报道（二）：杭州移动电视《潮视频》



视频媒体报道（三）：浙江新闻客户端《浙视频》

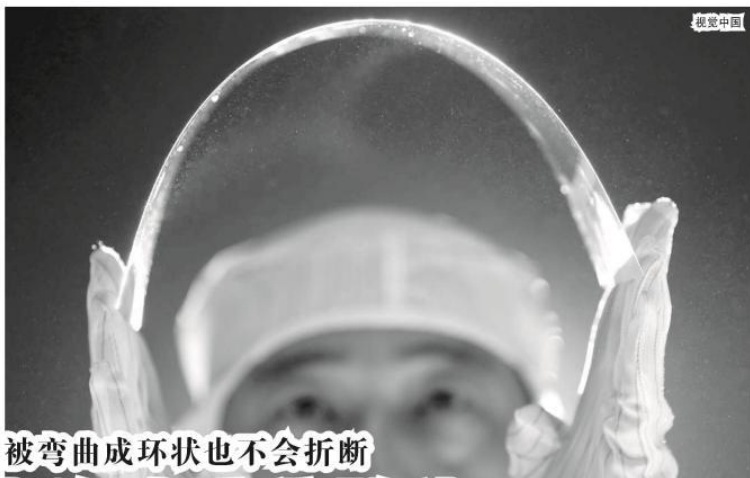


视频媒体报道（四）：杭州电视台《新闻 60 分》



视频媒体报道（五）：搜狐视频





视觉中国

玻璃,几乎随处可见的建筑材料。在你的印象里它很薄,但它究竟可以做得有多薄?0.12毫米的答案是不是有点出乎意料。

近日,蚌埠中建材信息显示材料有限公司(以下简称蚌埠中显)0.12毫米超薄电子触控玻璃日前成功下线,继0.15毫米之后,又一次创造了浮法技术工业化生产最薄玻璃的世界纪录。

厚度仅0.12毫米,被弯成环状也不会折断 薄如纸片的玻璃这样造

本报记者 吴长锋

超薄玻璃凸显产业之殇

超薄玻璃又叫超薄电子触控玻璃,是电子信息显示产业的核心材料,用来做手机、电脑、电视显示屏基础材料。玻璃越薄,透光性能就会越好,柔性越好,重量也会随之减轻。但是玻璃太薄易碎,让玻璃不但薄,还有足够的强度和韧性是个世界难题。

研发过程需要多学科、多领域的高度复合集成,工艺技术复杂,生产难度大,核心技术长期被美国、日本等少数几家公司垄断,造成我国光电显示产业链关键环节“断链”,产业发展长期受制于人,产品价格居高不下。

厚度降低0.1毫米难度超乎想象

从2013年开始,蚌埠中显依托蚌埠玻璃设计研究院的技术支撑,全力攻关超薄玻璃,短短10个月内便完成了0.3毫米至1.1毫米超薄浮法电子玻璃全系列的成功生产,创造了国内外同类超薄浮法电子玻璃生产线系列产品下线速度的新纪录。

的0.12毫米,拿到手时感觉像一张纸一样轻薄。“要把玻璃做薄,我们至少要面临几个难题。一是如何解决玻璃拉弯的问题;二是解决做玻璃冷弯的切割、输送以及缺陷的在线检测等一系列难题。我们上述难题一一攻破,才取得了今天的成果。”彭寿感叹道。

“每次下降0.1毫米,看似微小,但是增加的制作难度却超乎想象。”彭寿说,玻璃在液体状

态每拉薄0.01毫米,都是巨大的挑战,这个过程需要加入一种特殊的金属氧化物,究竟应该添加多少,研发人员只能不断去测试。

“通常一天,也只能做一到两组这样的尝试,通过一年左右的时间,我们才能拿到比较可靠的数据。”蚌埠中显生产管理部副部长袁涛表示,从0.15到0.12毫米,为了这肉眼几乎无法分辨的0.03毫米,他们团队攻关了2年时间。

为了做出0.12毫米的超薄玻璃,蚌埠玻璃设计研究院的攻关团队并没有将原有0.15毫米钙铝玻璃优化做薄,而是转而研发更柔软、更有市场前景的中铝超薄玻璃。

“虽然是一块薄薄的玻璃,几年前却完全依赖进口。”蚌埠玻璃设计研究院党委书记李志浩表示,多年前,手机、电脑、电视都很贵,现在价格却便宜了很多,很大一部分原因就是显示屏玻璃不再依赖进口,成本降低了。一块显示屏的玻璃可以占整个产品成本的40%,所以玻璃的技术创新,使得整个产品成本下降,消费者现在花较少的钱就能买到优质的电子产品。”李志浩说。

世界最薄0.12毫米超薄触控玻璃、1.5毫米超薄高透光光伏玻璃、国内首片0.2毫米超薄TFT液晶玻璃……蚌埠玻璃设计研究院攻克并解决了微波纹和栅极控制等诸多难题,彻底改变国内触控显示所需0.5毫米及以下超薄玻璃依赖进口的局面。并打通了完整产业链,形成了完整自主知识产权。

如今,蚌埠玻璃设计研究院先后建成了20余条超薄信息显示玻璃生产线,产品已在国内20余家主流面板企业批量应用,为下游产业降低成本约860亿元,保障了国家电子信息显示产业的安全。

“原来,京东方科技集团股份有限公司的设备和设备都需要进口,现在这两项都可以由我们来提供。”彭寿表示,正是因为中国技术的突破和创新,超薄玻璃的国际市场价格降低了三分之二。我国近年来引进的显示面板生产线有上百条,以前全部要从美国、日本进口超薄玻璃基板进行加工,如果进口途径被卡死,我们的上百条生产线就有全部瘫痪的危险。

“不过我们现在不怕,因为我们不光超薄玻璃技术国际领先,制造能力国际领先,而且生产成本、单位产能均低于国际同类产品,有很强的竞争力。”李志浩兴奋地向记者说,蚌埠玻璃设计研究院已经推出了信息显示玻璃、盖板玻璃、触控玻璃和TFT玻璃,未来还将围绕材料研发显示玻璃产业链的延伸,以推动中国玻璃行业科技创新和产业化能力迈上新台阶、并领跑国际。

“作为国家‘十三五’重要专项之一,蚌埠玻璃设计研究院正在牵头高世代线的玻璃基板技术和装备的研发,预计在2018年底和2019年初将产生拥有自主知识产权的8.5代TFT玻璃基板,这将彻底打破国外垄断。”彭寿表示,目前他们已经开始着手研发0.1毫米超薄玻璃。

“这非常难的。在整个成型过程中需要各区域点加热控制的特性参数,然后再逐步对各个区域点加热来控制温度。”袁涛涛表示,整个过程的工艺化、成型工艺、切割工艺、检验包装和装备技术,都需要这样的连续攻关,在突破1000多项技术瓶颈后,世界最薄的0.12毫米浮法玻璃终于在科研人员手中诞生。

“这非常难的。在整个成型过程中需要各区域点加热控制的特性参数,然后再逐步对各个区域点加热来控制温度。”袁涛涛表示,整个过程的工艺化、成型工艺、切割工艺、检验包装和装备技术,都需要这样的连续攻关,在突破1000多项技术瓶颈后,世界最薄的0.12毫米浮法玻璃终于在科研人员手中诞生。

“绿色环保”也是建设七星数据中心的一大理念。在建设时,腾讯就坚持边开发边修复的理念,尽最大可能保护数据中心周边的自然生态环境。

科技汇

地下空间够小轿车双向行驶 国内最大预制三箱管廊建成

丁浩 本报记者 盛利



预制三箱管廊内足供小轿车双向行驶 丁浩摄

近日,在已完工的四川成都龙泉驿区玉虹路配套市政工程建设中,首次采用的宽10.5米、高3.6米地下三箱整体式综合管廊,为目前国内最大尺寸的预制式三箱管廊。其3个管室不仅完全独立,且是足够家用小轿车双向行驶。

传统的单箱管廊,往往在不能满足污水、燃气、电力、通讯等不同市政管线的独立使用要求。用于成都玉虹路配套市政工程三箱整体式综合管廊,由综合舱、燃气舱、污水舱3个独立管室组成,集给排水、燃气、电力、通讯等功能于一体。在建设施工中,其由数节每节长约2米的预制管廊,在地下“接龙”而成。

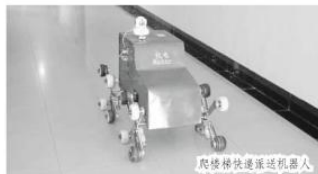
“所谓预制,是建筑生产企业在工厂将管廊的组件生产完成后,运抵施工现场直接拼装的方式。”施工单位中铁八局桥梁公司科技部部长王江说,与现场施工相比,综合管廊预制技术在有地下水的条件下也能施工,管廊主体结构现场装配速度快、精度高,甚至不需要混凝土浇筑基础,“前面安装管廊,后面就可以还土,恢复路旁交通,效率高”。作为国内目前最大的预制式三箱管廊,玉虹路配套市政工程所用的预制管廊每一节的单体重量就达60吨。在组件制造中,中铁八局桥梁公司采用了独特的三箱重叠结构,并利用直径28毫米的双层钢筋加固周边各腔。

“1米宽的管廊放在中部,两侧分别为综合舱、污水舱。由于管廊安装在地下10米左右,针对地下水渗透等特殊情况需密封要求高,其管壁厚度达到300毫米。”中铁八局桥梁公司总工程师刘志明说,由于更大尺寸的“四箱管廊”往往由两个独立“双箱管廊”并排组成,目前这种预制式三箱管廊已达到国内单体管廊的最大尺寸。

那么每节预制管廊如何拼装?中铁八局桥梁公司相关技术人员介绍说,每节管廊的拼装前部和后部分别为凸、凹状结构,安装时施工单位可以在拼装处预埋橡胶条、楔形胶圈,拼装就位后,还需要在每节管廊之间连接孔内插入预置力钢索,最后进行类似“上螺丝”的预应力张拉,并浇筑及防水处理,整个管廊拼装完成,“玉虹路三箱整体式综合管廊的成功制造、安装,为我国大型地下管廊工程的工业化生产,拼装提供了有益的尝试与探索。”中铁八局副总工程师、总工程师郭阳说。

下楼取件?不存在的! 爬楼机器人快递给你送到家

叶璟 程振伟 本报记者 江耘



爬楼梯快速派送机器人

相信很多人都有这样郁闷的经历,由于楼层低、没电梯,快递员打电话让客户自己下楼取件。为了解决这个问题,一群来自杭州电子科技大学的学霸近日研发出了一款“爬楼梯快速派送机器人”。

“爬楼梯快速派送机器人”可以先快速到达买家住处,得到“在家”确认后告知对方多长时间,然后发出送件指令,可以在楼宇间穿行,进入楼层,遇到楼梯可以通过“扭动轮子”自动爬行,签收人员可以在机器携带的智能收件箱上输入密码取件。

业内专家在观看了“爬楼梯快速派送机器人”演示后认为,相比外界所知道的京东派送快递员,这款机器人的区别在于“可以在楼宇间穿行”,而且“爬楼梯如平地”。

“爬楼梯快速派送机器人”的研发带头人杭州电子科技大学(以下简称“杭电”)机械工程学院研二学生陈让说,据他介绍,“爬楼梯快速派送机器人”的研发创意来自他的导师——杭电机械工程学院执行院长吴立群教授和王玉洪教授上。

陈让让在全校学生中招募技术攻关团队,完成了“爬楼梯快速派送机器人”一代、二代、三代的研究。项目开展过程中学生自主创办了杭州慧士佳电子科技有限公司,并得到杭州大学东大产业集团基金专项和杭州市未来产业计划项目的资助。陈让让表示,研发中遇到的最大问题是“室内导航”问题,“因为国内尚无成型楼宇室内导航技术,研发团队也没解决好这个问题。我们是用WiFi、蓝牙等技术实现楼宇内导航的,在这方面我们还有很大提升空间”。

目前,陈让让团队正在加紧研发该产品第四代,“我们想把机器人目前的0.4吨升级到两个吨子,这样可以实现机器人在小空间内灵活穿梭,爬楼梯和快递员也可以更快。还有一个就是,我们要让机器人可以像正常人一样自己充电。这些技术目前已经攻克,大家就等着看更加灵活聪明的快速派送机器人出现吧。”陈让让说。

(本版图片除标注外来源于网络)

除了“藏”在洞里,这个数据中心有啥特别

第二看点

通讯员 陆红 本报记者 何星辉

隐身于群山之间,日常运行无人值守,在不远的将来,洞内却藏着最核心的数据。近日,腾讯史上最安全的数据中心在贵州省贵安新区投入试运行。这个号称可防核武器攻击的数据中心究竟长啥样?科技日报记者深入贵州进行了探访揭秘。

最大化利用当地自然条件

这个数据中心,全名叫腾讯贵安七星数据中心,坐落在贵州省贵安新区,总占地面积约为700多亩,总洞洞面积超过3万平方米。

腾讯数据中心技术总监朱华说,“这是中国第一个特高等级的数据中心,之所以选址贵安新区,除了贵州良好的大数据产业生态外,一个很重要的原因是,贵安身处祖国西南腹地,在地缘上保证

了足够的安全,且贵安多山,气候凉爽,为打造绿色节能的数据中心提供了有利条件。”

目前,七星数据中心主体的5个山洞已经完成全面打通,项目工程达到试运行条件。数据中心全面建成后,核心设备将全部置于山洞中,用于存储腾讯最核心的数据。

据介绍,七星数据中心使用新一代间接蒸发制冷设备,最大化利用了贵州当地年均温度15摄氏度左右的自然条件,建成后预期PUE(能源使用率,越接近1能效水平越好)将达1.1左右,远低于国内新建数据中心的平均PUE1.75,处于国内领先水平。

“三高”基础上实现绿色环保

七星数据中心隐于群山,建成之后外景无影无踪,所有核心设备均位于洞内,日常运行无人值守,实现了无人值守。更为重要的是,七星数据中心参照我国最高级人防标准建设,具备战时防护能力,可防核武器和高能武器的攻击。

整个数据中心实现了网络、主机、业务3级云安全防护,应用安防机器人、人脸识别等人工智能技术,并计划部署无人机入侵监控系统,具有多重安全保障。

在现场,记者发现一台绿色的安保机器人正在“巡逻”地工作。据工作人员介绍,这台机器人具有视觉智能识别、红外夜视功能,在能见度低的情况下仍可捕捉异常动向。除此之外,人脸识别技术则用于精准检测入场人员。

“绿色环保”也是建设七星数据中心的一大理念。在建设时,腾讯就坚持边开发边修复的理念,尽最大可能保护数据中心周边的自然生态环境。

“绿色环保”也是建设七星数据中心的一大理念。在建设时,腾讯就坚持边开发边修复的理念,尽最大可能保护数据中心周边的自然生态环境。

“绿色环保”也是建设七星数据中心的一大理念。在建设时,腾讯就坚持边开发边修复的理念,尽最大可能保护数据中心周边的自然生态环境。

“绿色环保”也是建设七星数据中心的一大理念。在建设时,腾讯就坚持边开发边修复的理念,尽最大可能保护数据中心周边的自然生态环境。

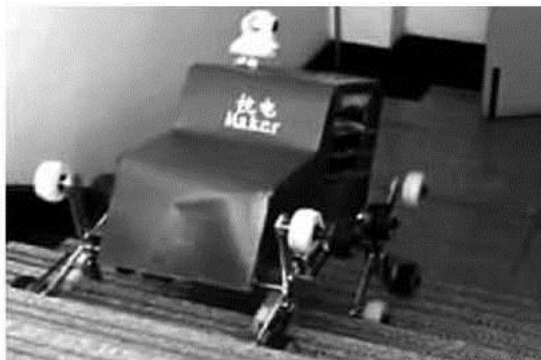


图为七星数据中心主体,其由山洞数据中心、洞外扩展中心和开发生活配套区构成。视觉中国



扫一扫 欢迎关注 核心技术 微信公众号

发短信、在楼宇间穿行、爬楼梯,将来还会乘电梯…… 杭电学生研发快递派送机器人 欲解决“快递派送最后一厘米问题”



机器人正在爬楼梯。

最近,有一个令人哭笑不得的“梗”在网络流传——快递员把快递塞进门放消防栓的柜子里,随后收件人收到短信“您的快递已由消防栓代签”。近日,杭州电子科技大学的学生研发了一款智能快递派送机器人,能解决“快递派送最后一厘米问题”,想让“消防栓代收快递”的尴尬成为历史。

□主任记者 张晶 通讯员 叶璐 程振伟

“履楼梯如平地”

这个快递派送解决工具,叫“爬楼梯快递派送机器人”。

它可以先给快递买家发短信,得到“在家”确认后告知对方多长时间到,然后出发送件,它可以在楼宇间穿行,进入楼层,遇到楼梯可以通过“扭动轮子”自动爬行,签收人员可以在机器人携带的智能派件箱上输入密码取件。

有专家在观看了杭电版“爬楼梯快递派送机器人”演示后认为,相比目前市场上的派送快递机器人,这款机器人“可在楼宇间穿行,而且履楼梯如平地”。

杭州下沙一吴姓快递员看了杭



研发团队和“爬楼梯快递派送机器人”。

电版“爬楼梯快递派送机器人”演示后说,如果小区单元楼1楼大门是开着的,一个小区配上一个这样的机器人,就可以代替快递员了。”

由学生主导完成

“爬楼梯快递派送机器人”研发带头人,是杭电机械工程学院研二学生陈让让。

他说“爬楼梯快递派送机器人”的研发创意来自他的导师杭电机械工程学院执行院长吴立群教授和王洪成博士后。早在快递行业兴起之时,吴立群就有研发高度智能快递派送机器人的想法,但因工作太忙一直没有付诸实施。2016年,陈让让拜师吴立群门下,知道导师的点子后,他在全校学生中招募技术攻关团

正研发更灵巧的第四代产品

陈让让说,研发中遇到的最大困难是“室内导航”问题,因为国内尚无成型楼宇内导航技术,我们是用WiFi、蓝牙等技术实现楼宇内导航,在这块我们还有很大提升空间。”

据了解,陈让让团队的“爬楼梯快递派送机器人”获得过“挑战杯”省级二等奖和中国研究生电子设计竞赛二等奖。目前,该团队正在加紧研发该产品第四代,我们想把

机器人目前的4个轮子升级为2个轮子,这样可以实现机器人在小空间里闪转腾挪,爬楼梯和过沟壑也可以更快。另外,我们要让机器人像正常人一样自己乘电梯,目前这些技术已攻克。”陈让让说。

吴立群说,现在经常有风投公司给他打电话想投资,最高投资已经出到了500万元,到第四代机器人出来后,我们才会好好思考引入投资规模生产的可能性。”

285件蕾丝作品 300多年来首次走出瑞士来杭 江干区布料图书馆有场蕾丝展 从源头开始将蕾丝的故事讲清楚

□时报记者 李睿
通讯员 俞亮 代晶 文/攝

近日,在杭州江干区的新玺大厦里,有一场名为“Lace to meet you”蕾丝主题跨界艺术展,285件蕾丝作品,300多年来首次走出瑞士来杭。

说是图书馆,但布料图书馆没有书,只有布。面积2000多平方米的它藏在新玺大厦8楼,2016年11月开放。

为什么会有这样一间图书馆?创立者马黛露有18年面料行业经验,以一个材料人角度,为设计师寻找合适的基材,让他们能够参与到材料的研发中来,打破批量生产的限制。因此创立了这间非营利性的布料图书馆。

作为布料图书馆的“心脏”陈列厅,原创的活页式布料陈列架,能容纳近1800卷布料。根据色彩排列的布料,编以独特的二维码,包含成分、规格、后处理方式等信息,便于来访者查询与使用。

这次的蕾丝展将圣加仑蕾丝100多年来的经典材质,以当代视角

重新演绎与再创作,呈现出不同于传统认知的蕾丝。

很多人对蕾丝存在误解,可能很多人觉得是女性的专属,但其实蕾丝最早应用在男性穿着上……我想从源头开始,将蕾丝的故事讲清楚。”马黛露说,蕾丝展从手工时代讲起,展品大多是柔雅的白色。到“多元灵感”区,展柜颜色绚丽了起来,花型也更丰富。

展区里还有一本二战后期的蕾丝服装牛皮书,里面展示了20世纪五六十年代,Dior、Givenchy等大牌曾运用过的蕾丝面料,从50年代的优雅,到60年代的青春气息,放到如今也依然时髦。展览中还设置了两个手作体验区,一个体验编织蕾丝,另一个体验拆解蕾丝。在“织”体验区内准备了针线和用于编织的卡片。在“拆”体验区内,则有多条从天花板垂挂下的蕾丝带,仿佛一个白色的“蕾丝瀑布”,你可以随意挑选一根循着蕾丝的脉络进行拆解。

此外,还有要拿上放大镜才能观察到花纹的蕾丝邮票,3D打印蕾丝,项链、扇子、雨伞等蕾丝衍生品……



要拿放大镜才能观察到花纹的蕾丝邮票。

●小贴士

开放时间:4月22日至6月22日10:00—18:00
地址:杭州市江干区俞章路88号新玺大厦8楼
注:周一闭馆。

浙江大学一科研成果 为航空发动机材料强度加码

□主任记者 张晶
通讯员 柯溢能 吴雅兰

时讯 高温合金是航空发动机的重要结构材料,也是我国研发新一代航空发动机的瓶颈所在。

近日,在浙江大学张泽院士的指导下,其团队的李吉学教授、余倩教授、丁青青博士与美国宾夕法尼亚州立大学的陈龙庆教授合作,发现高温合金中贵金属“棘”的最佳添加位置是界面位错网的位错核心。在这个关键的位置,棘能发挥

一种特殊的作用,通过强化界面强度使材料不易断裂,进而促进材料性能优化。科研人员表示,通过对棘的研究及调节,能够在更高温下保护飞机发动机的安全。

这项研究成果发表在5月23日上线的金属领域顶级期刊《Acta Materialia》。这是电镜中心首次通过材料结构和性能的同时研究,将科研工作延伸到发动机材料研究领域,这篇论文也成为高温合金研究领域最高水平的科研论文之一。

快递小哥可能要失业！杭电学霸研发的快递派送机器人来了

发稿时间：2018-05-25 17:35:00 作者：武亚姮 来源：中国青年网

中国青年网杭州 5月25日电(记者 武亚姮 通讯员 叶璟 程振伟) 不久前，“消防栓代收快递”的梗在网上发酵。因为不在家，快递员把快递塞进门口消防栓的柜子里，随后发来短信“您的快递已由消防栓代签”，这样的事情让人哭笑不得。



研发团队合影 顾聪聪 摄

近日，在杭电机械工程学院研二学生陈让让带领下的全学生研发团队推出的一款能解决“快递派送最后一厘米问题”的高度智能快递派送机器人，这很可能让“消防栓代收快递”成为历史。

这个快递派送解决工具，叫“爬楼梯快递派送机器人”。它可以先给快递买家发短信，得到“在家”确认后告知对方多长时间到，然后出发送件，它可以在楼宇间穿行，进入楼层，遇到楼梯可以通过“扭动轮子”自动爬行，签收人员可以在机器人携带的智能派件箱上输入密码取件。



爬楼梯快递派送机器人上坡 陈让让 摄

有专家在观看了杭电版“爬楼梯快递派送机器人”演示后认为，相比外界所知道的京东派送快递机器人，这款机器人的区别在于“可以在楼宇间穿行”，而且“履楼梯如平地”。

“爬楼梯快递派送机器人”研发带头人，是杭电机械工程学院研二学生陈让让。据他介绍，“爬楼梯快递派送机器人”的研发创意来自他的导师——杭电机械工程学院执行院长吴立群教授（第一导师）和王洪成博士后（第二导师）。吴教授在快递行业兴起之时，就有研发高度智能快递派送机器人的想法，但他一直太忙没有付诸实施。2016年拜入吴教授门下成为其门下研究生的陈让让，是一个执行力很强的学生，知道导师的点子后，他在全校学生中招募技术攻关团队，机械工程学院、电子学院、通信学院的20多名研究生、本科生经过将近半年的奋战，完成了“爬楼梯快递派送机器人”一代、二代、三代的研发。项目开展过程中学生自主创办了杭州慧士佳电子科技有限公司，并得到杭州大江东产业聚集区经济发展局专项和杭州市雏鹰计划项目的资助。



爬楼梯快递派送机器人运输 陈让让 摄

王洪成老师作为“爬楼梯快递派送机器人”的技术总监，平常除了在关键时刻给予研发团队以指导，还负责研发氛围和文化的营建。“这款机器人有两项专

利，一个是复合轮式行走结构，一个是机器人携带式智能派件箱，考虑到是学生主导完成，实在是非常难得。”两位老师对学生们经过努力研发的作品很欣慰。

陈让让告诉记者，研发中遇到的最大问题是“室内导航”问题，“因为国内尚无成型楼宇内导航技术，京东研发团队也没解决好这个问题，我们是用wifi、蓝牙等技术实现楼宇内导航的，在这块我们还有很大提升空间。”

杭州下沙吴姓快递小哥在看了杭电版“爬楼梯快递派送机器人”演示后说，“如果小区住宿楼一楼大门是开着的，一个小区配上一个这样的机器人，就可以代替快递员了。当然了，如果一个快递员配上一个这样的机器人，自己可以免受爬楼梯之苦，可以有效提升送快递效率。”“当然，这可能也意味着人工快递员要失业了。”他不忘揶揄了一把。

记者了解到，陈让让团队的“爬楼梯快递派送机器人”，获得过挑战杯省级二等奖和中国研究生电子设计竞赛二等奖。目前，该团队正在加紧研发该产品第四代，“我们想把机器人目前的四个轮子升级为两个轮子，这样可以实现机器人在小空间里闪转腾挪，爬楼梯和过沟壑也可以更快。还有一个就是，我们要让机器人可以像正常人一样自己乘电梯。这些技术目前已经攻克，大家就等着看更加灵活聪明的快递派送机器人出现吧。”陈让让对团队作品的前景很有信心。

有一天，你收到短信让你到门口拿快递，你看到的是一个刚爬上楼梯一点也没气喘的机器人，或者你乘坐电梯时在你旁边的是一个肚子很大的送快递机器人，你可不要惊讶哦。

责任编辑：张博

参加学科竞赛获得奖励汇总



荣誉证书

项目 “末端配送”服务机器人（杭州电子科技大学）

在“建行杯”第四届浙江省“互联网+”大学生创新创业大赛暨第四届中国“互联网+”大学生创新创业大赛选拔赛中荣获

银 奖

特发此证，以资鼓励。

项目组成员：孙飞龙、陈让让、张特、朱尔亮、马君旺、齐圣、葛雅维、莫绍欢

指导教师：王洪成、吴立群

浙江省大学生科技竞赛委员会 浙江省大学生创新创业大赛组委会

二〇一八年七月

荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：智能派件机器人

指导教师：王洪成、吴立群

参赛队员：陈让让、顾晓帆、郭亚杰、汤晓峰

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛中，荣获 华东 分赛区团队 一 等奖，特此表彰！

教育硕士学位研究生教育发展中心

全国工程硕士专业学位研究生教育指导委员会

二〇一七年 七月

荣誉证书

参赛单位：杭州电子科技大学

参赛作品：智能派件机器人

指导教师：王洪成、吴立群

参赛队员：陈让让、顾晓帆、郭亚杰、汤晓峰

在“华为杯”第十二届中国研究生电子设计竞赛中，荣获全国总决赛团队 二 等奖，特此表彰！

教育硕士学位研究生教育发展中心

全国工程硕士专业学位研究生教育指导委员会

二〇一七年八月

荣誉证书

项目 智能派件机器人

在“建行杯”第三届浙江省“互联网+”大学生创新创业大赛暨第三届中国“互联网+”大学生创新创业大赛选拔赛中荣获

铜 奖

特发此证，以资鼓励。

项目组成员：郭亚杰、陈让让、汤晓峰、顾聪聪、张莹

指导教师：王洪成、吴立群

浙江省大学生科技竞赛委员会 浙江省大学生创新创业大赛组委会
二〇一七年七月



获奖证书

杭州电子科技大学

陈让让、汤晓峰、郭亚杰、鲍佳鑫、梁腾、李俊涛、李正凯、任翔、王伟 同学

你（们）的作品：《智能派件机器人》

在浙江省第十五届挑战杯·富阳大学生课外学术科技作品竞赛中荣获

二 等 奖

指导教师：王洪成、吴立群、张俐楠

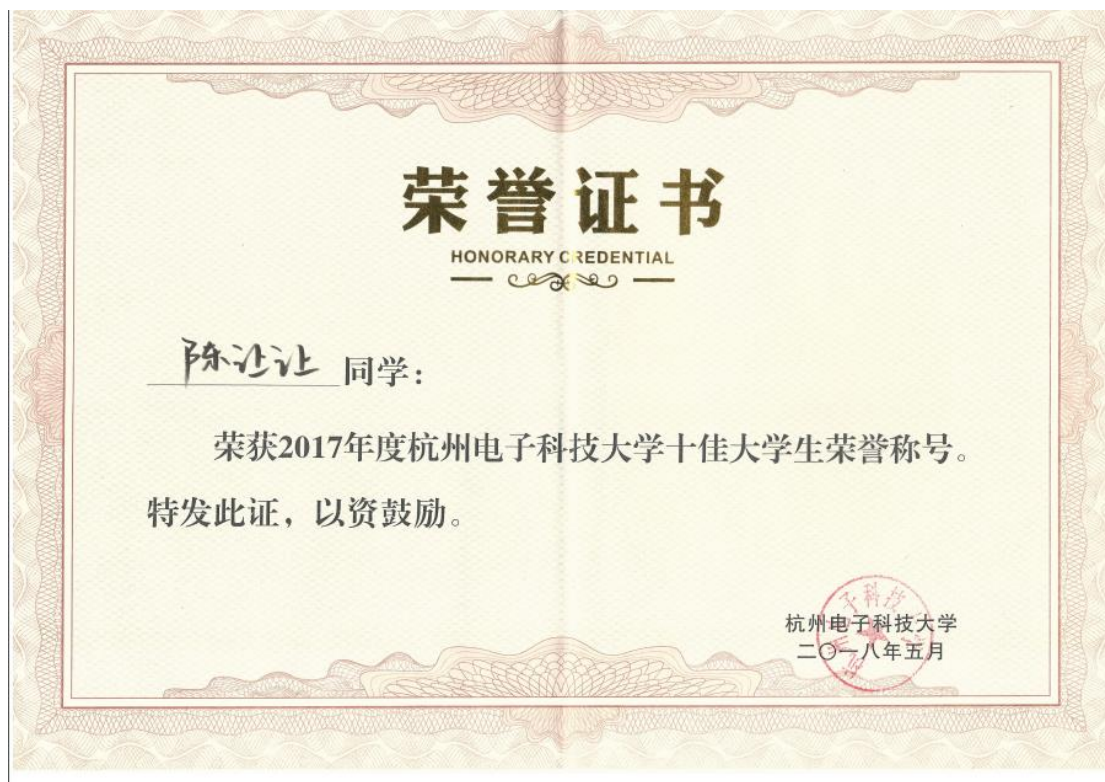
特发此证，以资鼓励。



二〇一七年五月

研究生获得个人荣誉及奖学金汇总

陈让让（2019 届毕业生）个人荣誉及奖学金



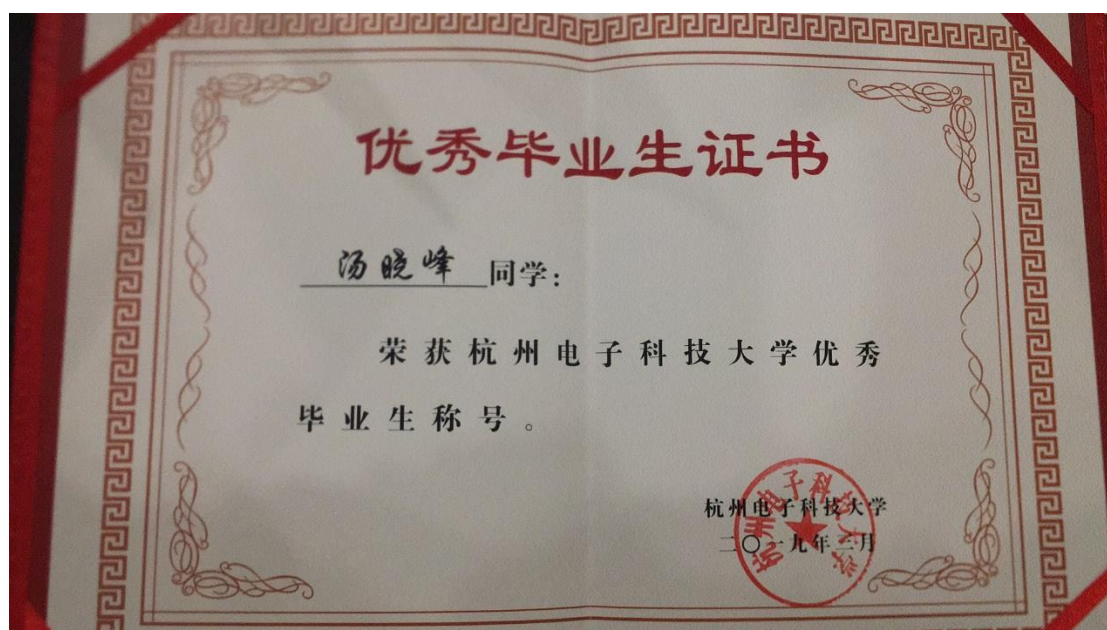
程从秀（2019 届毕业生）个人荣誉及奖学金



程从秀（2019届毕业生）个人荣誉及奖学金



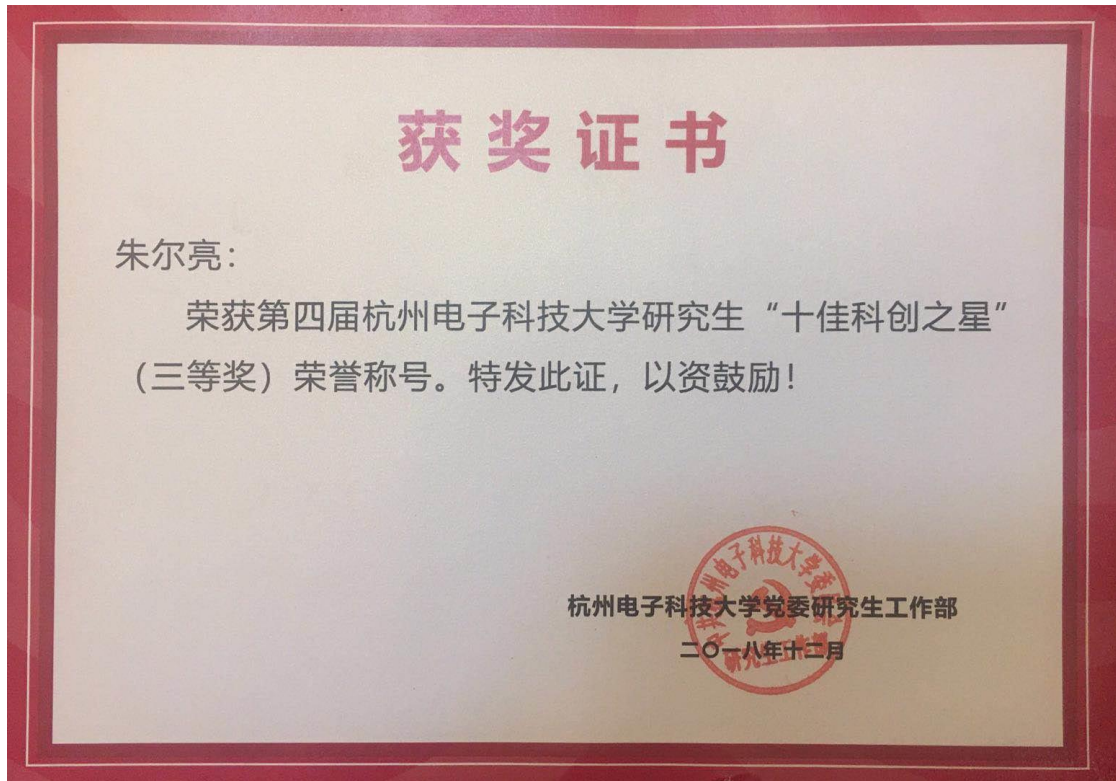
汤晓峰（2019届毕业生）个人荣誉及奖学金



张婷（2020 届在读）个人荣誉及奖学金



朱尔亮（2020 届在读）个人荣誉及奖学金



赵苗苗（2018届毕业生）个人荣誉及奖学金



焦晓东（2016届毕业生）个人荣誉及奖学金



团队荣誉——学院先进竞赛团队



申请国家发明专利汇总



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2019年04月08日



申请号或专利号: 201910276909.2

发文序号: 2019040801613490

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201910276909.2
申请日: 2019年04月08日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 轮足变形式机器人行走机构

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:6页 文件份数:1份
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:6页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:3页 文件份数:1份 权利要求项数: 10项
说明书 每份页数:10页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
- 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
- 3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部



200101 2018.10 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质文件形式提交的文件视为未提交。



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2018年11月29日



申请号或专利号: 201811439642.6

发文序号: 2018112901172220

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201811439642.6
申请日: 2018年11月29日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 一种基于超声加工的人工骨骼制造方法及装置

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:3页 文件份数:1份 权利要求项数: 10项
说明书附图 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书 每份页数:8页 文件份数:1份
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
- 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
- 3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部



200101 2018.10 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质文件形式提交的文件视为未提交。



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2018年11月



申请号或专利号: 201811394872.5

发文序号: 2018112200573630

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201811394872.5
申请日: 2018年11月22日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 一种测试超声波对熔融金属晶粒细化作用的方法及其装置

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:1页 文件份数:1份 权利要求项数: 10项
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书 每份页数:4页 文件份数:1份
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:2页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
- 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
- 3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部



200101 2018.10 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质文件形式提交的文件视为未提交。



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2018年10月18日



申请号或专利号: 201811216076.2

发文序号: 2018101801484200

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201811216076.2
申请日: 2018年10月18日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 一种液态金属加工系统

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 每份页数:2页 文件份数:1份 权利要求项数: 7项
说明书 每份页数:6页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:2页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
- 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
- 3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部



200101 2018.4 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质文件形式提交的文件视为未提交。



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2018年09月14日



申请号或专利号: 201811073594.3

发文序号: 2018091401667700

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201811073594.3
申请日: 2018年09月14日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 一种超声悬浮点蚀加工及废料运输方法

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:
发明专利请求书 每份页数:4页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:1页 文件份数:1份 权利要求项数: 7项
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书 每份页数:5页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:2页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利初审及流程管理部



200101 纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区中关村东路8号 国家知识产权局受理处收。
2010.4 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109039458 A
(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810882761.2

H04W 64/00(2009.01)

(22)申请日 2018.08.06

(71)申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1158号

(72)发明人 汤晓峰 杨国伟 樊冰 吴立群 毕美华 陈少钦 吴浩

(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 周希良 王日精

(51)Int. Cl.

H04B 10/116(2013.01)

H04W 4/021(2018.01)

H04W 4/33(2018.01)

H04W 4/80(2018.01)

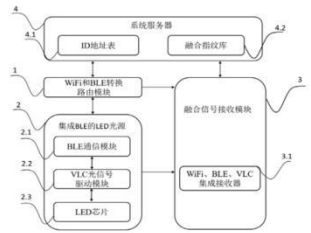
权利要求书1页 说明书56页 附图3页

(54)发明名称

一种室内定位系统及方法

(57)摘要

本发明属于室内定位技术领域, 具体涉及一种室内定位系统及方法; 其中, 室内定位系统, 包括: 集成BLE的LED光源, 用于发射BLE信号和VLC信号; WiFi和BLE转换路由模块, 与集成BLE的LED光源连接, 用于发射WiFi信号及转发所述BLE信号; 融合信号接收模块, 设于一待测目标上, 与集成BLE的LED光源、WiFi和BLE转换路由模块连接, 用于接收待测目标对应的WiFi信号、BLE信号和VLC信号; 系统服务器, 与融合信号接收模块连接, 用于将待测目标对应的WiFi信号、BLE信号和VLC信号与系统服务器内的融合指纹库进行匹配以定位待测目标的位置坐标。本发明的室内定位系统, 提高了室内定位的精度。



CN 109039458 A



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108983147
(43)申请公布日 2018.12.11

(21)申请号 201810882924.7

(22)申请日 2018.08.06

(71)申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1158号

(72)发明人 汤晓峰 樊冰 杨国伟 吴立群 毕美华 陈少钦 吴浩

(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246

代理人 周希良 王日精

(51)Int. Cl.

G01S 5/16(2006.01)

H04W 64/00(2009.01)

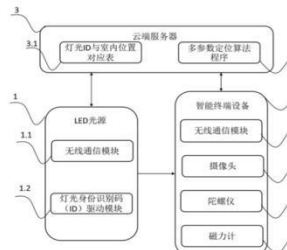
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于移动终端的室内定位系统及方法

(57)摘要

本发明属于室内定位技术领域, 具体涉及一种基于移动终端的室内定位系统及方法。其中, 基于移动终端的室内定位系统, 包括: 光源, 布设于室内, 用于发射具有ID编码的灯光; 移动终端, 用于接收光源发射的灯光以获取相应的ID编码, 还用于获取移动终端的位置信息; 云服务器, 用于根据移动终端获取的ID编码以及移动终端的位置信息确定移动终端的位置坐标。本发明的基于移动终端的室内定位系统, 通过移动终端自身的功能获取多种定位参数, 结合云服务器的数据处理分析技术, 提高了室内定位精度, 降低室内定位系统复杂度。



310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530), 李欣玮(0571-85063530)

发文日:

2018年07月03日



申请号或专利号: 201810714586.6

发文序号: 2018070301824030

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201810714586.6
申请日: 2018年07月03日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 一种基于相场和温度场研究硅基内部微结构的建模方法

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
说明书 每份页数:7页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:3页 文件份数:1份 权利要求项数: 5项
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:2页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利初审及流程管理部



200101 纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区中关村东路8号 国家知识产权局受理处收。
2010.4 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

CN 108983147 A



(12)发明专利申请

(10)申
(43)申

(21)申请号 201711019028.X
(22)申请日 2017.10.27
(66)本国优先权数据
201710137096.X 2017.03.09 CN
(71)申请人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市经济技术开发区
白杨街道2号大街1号
(72)发明人 吴立群 李文斌 郭亚杰
(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246
代理人 周希良
(51)Int. Cl.
G01N 29/11(2006.01)
G01N 29/032(2006.01)

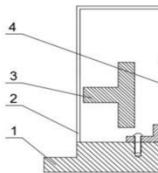
权利要求书1页

(54)发明名称

不同温度下检测超声波穿透物体后强度变化的装置

(57)摘要

本发明公开了一种不同温度下检测超声波穿透物体后强度变化的装置,包括恒温加热器、保护罩、多频超声发射端、超声强度检测端、两端夹紧装置、垂直超声发射端和球凹面超声反射端,保护罩固定在恒温加热器上,球凹面超声反射端通过固定螺母,固定在恒温加热器的中心,多频超声发射端设于恒温加热器的左上方,垂直方向在球凹面超声反射端的上方,超声强度检测端设于恒温加热器的右上方,水平方向上与多频超声发射端同轴,垂直超声发射端设于球凹面超声反射端的正上方,在垂直方向上同轴,在水平方向上高于多频超声发射端和超声强度检测端。本发明可获得在其他条件相同的情况下超声波在穿透不同状态的合金后强弱的对比。



108132302 A

108161334 A



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108161334 A
(43)申请公布日 2018.06.15

(21)申请号 201711001393.8
(22)申请日 2017.10.24
(71)申请人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1158号
(72)发明人 吴立群 李文斌 郭亚杰
(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246
代理人 周希良
(51)Int. Cl.
B23P 13/00(2006.01)

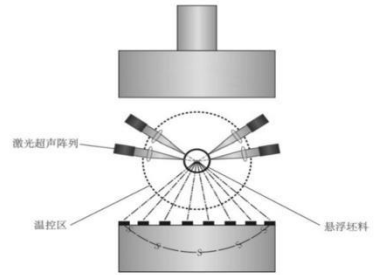
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

激光超声加工非透明材料内部的方法

(57)摘要

本发明公开了一种激光超声加工非透明材料内部的方法,将非透明材料置于超声阵列悬浮装置和激光阵列中,调整激光阵列入射的角度和超声相控阵的相位,控制聚焦位置,使其在非透明材料内部移动,形成非透明材料内部孤立子运动轨迹,实现动态加工非透明材料的内部结构。本发明可以加工非透明固体材料,与激光加工相比,本发明适用范围更广,加工材料种类更多。本发明可以直接加工材料内部,可以极大的提高材料利用率和成形能力。



国家知识产权局

301903373

310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷20号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530),王日精
(0571-85063530)

发日:

2019年03月18日



申请号或专利号: 201910203517.3 发文件号: 2019031801781750

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201910203517.3
申请日: 2019年03月18日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 三维光子晶体内部球形缺陷定量成型的研究方法

经核实,国家知识产权局确认收到文件如下:
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:3页 文件份数:10项
说明书附图 每份页数:3页 文件份数:1份
说明书 每份页数:7页 文件份数:1份

提示:

- 1. 申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。
- 2. 申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。
- 3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后,依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利审查及业务管理部



200101 纸质申请, 汉语语种: 100088 北京市海澱区门内大街19号 国家知识产权局
2018.10 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108508407 A
(43)申请公布日 2018.09.07

(21)申请号 201810122964.1
(22)申请日 2018.02.07
(71)申请人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1158号
(72)发明人 吴立群 汤晓峰 杨国伟 樊冰
毕美华 李志鹏 吴浩
(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246
代理人 周希良
(51)Int. Cl.
G01S 5/16(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种可见光通信的室内定位系统

(57)摘要

本发明提供了一种可见光通信的室内定位系统,包括光信号发射模块、光信号接收模块、定位模块、光信号发射模块用于发射光信号至光信号接收模块;光信号接收模块用于接收光信号并将光信号转换为电信号;定位模块用于接收并处理电信号以获取光信号接收模块的定位坐标。其中,光信号发射模块包括LED灯组、通信模块,LED灯组包括一个或多个LED灯,LED灯用于发射光信号;通信模块与LED灯组电连接,通信模块用于控制LED灯光信号的频率及LED灯光信号的光强。本发明很好的利用现有大规模推广的LED灯完成室内通信网络的构建,实现高精度的室内定位服务,可以有效的推动智能家居系统的发展和室内服务行业的进步,有巨大的市场前景。



CN 108508407 A



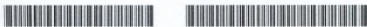
20170207

310000

浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530)

发文日:

2017年02月24日



申请号或专利号: 201710103449.4

发文序号: 2017022401407490

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201710103449.4
申请日: 2017年02月24日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 复合轮式机器人行走机构

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:
权利要求书 每份页数:2页 文件份数:1份 权利要求项数: 10项
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:6页 文件份数:1份
说明书 每份页数:7页 文件份数:1份
说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份

- 提示:
1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到外国申请专利保护审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利受理及流程管理部



200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处
2010.4 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

1 / 1



证书号第 3281421 号



发明专利证书

发明名称: 基于相场模型利用激光控制硅表面形态的研究方法

发明人: 张俐楠;程从秀;吴立群;郑伟;王洪成

专利号: ZL 2017 1 0015449.9

专利申请日: 2017年01月10日

专利权人: 杭州电子科技大学

地址: 310018 浙江省杭州市经济技术开发区白杨街道2号大街1号

授权公告日: 2019年03月08日 授权公告号: CN 106771373 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查, 决定授予专利权, 颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年, 自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况, 专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见背面

证书号第 3181315 号



发明专利证书

发明名称: 履带式爬楼搬运小车稳定行走机构

发明人: 王洪成;吴立群;张俐楠;程驰;郭亚杰;刘先欢;郭佳伟
赵苗苗;郑伟

专利号: ZL 2016 1 0654420.0

专利申请日: 2016年08月10日

专利权人: 杭州电子科技大学

地址: 310018 浙江省杭州市经济技术开发区白杨街道2号大街1号

授权公告日: 2018年12月14日 授权公告号: CN 106114596 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查, 决定授予专利权, 颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年, 自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况, 专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 2 页)

其他事项参见背面

证书号第 3129541 号



发明专利证书

发明名称: 一种 PDMS 微流控芯片结构及其制备方法

发明人: 王洪成;赵苗苗;吴立群

专利号: ZL 2016 1 0656171.9

专利申请日: 2016年08月10日

专利权人: 杭州电子科技大学

地址: 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1号

授权公告日: 2018年10月30日 授权公告号: CN 106215986 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查, 决定授予专利权, 颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年, 自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费, 本专利的年费应当在每年08月10日前缴纳。未按照规定缴纳年费的, 专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况, 专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

证书号第3004491号



发明专利证书

发明名称：一种微粒悬浮动态聚焦加热系统及其加热方法

发明人：樊冰;庄龙;张俐楠;王洪成;翟壮;郭亚杰;郑伟;郭佳伟
吴立群

专利号：ZL 2016 1 0391971.2

专利申请日：2016年06月03日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1号

授权公告日：2018年07月20日 授权公告号：CN 106076450 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月03日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

(19)中华人民共和国国家知识产权局



(12)发明专利申请



(10)申请公布号 CN 105932096 A
(43)申请公布日 2016.09.07

(21)申请号 201610321459.0

(22)申请日 2016.05.16

(71)申请人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1号

(72)发明人 吴立群 郭亚杰

(74)专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246

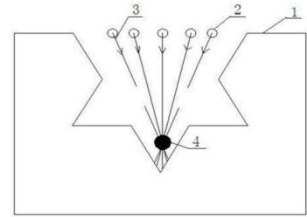
代理人 周希良

(51)Int. Cl.
H01L 31/18(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称
一种多晶硅表面陷光微结构的加工方法

(57)摘要
本发明属于多晶硅表面加工技术领域，具体涉及一种多晶硅表面陷光微结构的加工方法。该加工方法具体步骤如下：步骤一、配制腐蚀溶液，然后将多晶硅置于腐蚀溶液中进行化学腐蚀加工多晶硅表面；步骤二、启动超声相控阵列设备，超声相控阵列产生的超声波在腐蚀溶液中传播并产生声辐射力，所述声辐射力控制腐蚀溶液中的腐蚀粒子朝着聚焦区域集中，所述聚焦区域能偏转，所述聚焦区域的偏转采用相控阵超声波束的时空控制实现，能定向加工多晶硅表面，得到多晶硅表面陷光微结构。本发明的加工方法简单，将化学腐蚀与超声相控阵列进行复合，并通过超声相控阵列声束的偏转和聚焦对多晶硅表面定位加工，适应性好。



CN 105932096 A

证书号第3315524号



发明专利证书

发明名称：高温下基于相场模型的硅基微结构形变机理研究方法

发明人：张俐楠;郑伟;吴立群

专利号：ZL 2016 1 0265296.9

专利申请日：2016年04月25日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

授权公告日：2019年04月02日 授权公告号：CN 105956249 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见背面

证书号第3118543号



发明专利证书

发明名称：一种阵列式换能器超声波电源装置

发明人：吴立群;翟壮;张俐楠;王洪成;郭亚杰

专利号：ZL 2015 1 1002617.8

专利申请日：2015年12月28日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

授权公告日：2018年10月23日 授权公告号：CN 105413999 B

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年12月28日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共1页)

证书号第 2949011 号

发明专利证书

发明名称：一种超声微气泡带电性测量的装置

发明人：姚安琦;吴立群;巢炎;翟壮;庄龙;夏梦清

专利号：ZL 2015 1 0788377.2

专利申请日：2015 年 11 月 17 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 06 月 05 日 授权公告号：CN 105301407 B

本发经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 11 月 17 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权应当自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105286250 A
(43) 申请公布日 2016.02.03

(21) 申请号 201510590567.3

(22) 申请日 2015.09.16

(71) 申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

(72) 发明人 吴立群 焦晓东 林志朋 叶妙宏 翟壮 庄龙 姚安琦

(74) 专利代理机构 杭州金道专利代理有限公司 33246

代理人 周希良

(51) Int. Cl.

A45C 5/14(2006.01)

A45C 13/38(2006.01)

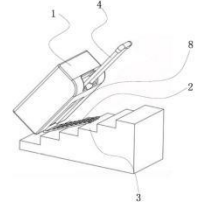
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54) 发明名称

一种便携式爬楼梯拉杆箱

(57) 摘要

本发明涉及一种便携式爬楼梯的拉杆箱，包括拉杆箱体(1)、所述拉杆箱体(1)沿长度方向的一侧设置有可伸缩的拉杆(4)，所述拉杆(4)包括两根可伸缩的拉杆(4-1)以及连接两根拉杆(4-1)的连接杆(5)，还包括设置在拉杆箱体(1)的背面与拉杆(4)底端以轮杆机构转动连接的平轮板(2)；所述平轮板(2)上布设有滚轮(14)；采用上述结构，具有结构简单合理，通过平轮板增加了拉杆箱与楼梯接触的面积，将拉杆箱轮子与楼梯的相对运动转变为平板与楼梯的滑动，因此使拉杆箱在上下楼梯时，平稳省力，保护了箱内的物品。上楼梯结束后收起平轮板到箱体凹陷处，平轮板被卡在箱体凹陷处，拉杆箱整体外观无明显变化，不会破坏箱包原有设计的美观。



CN 105286250 A

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104883074 A
(43) 申请公布日 2015.09.02

(21) 申请号 201510318878.4

(22) 申请日 2015.06.11

(71) 申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

(72) 发明人 吴立群 翟壮 庄龙 林志朋 叶妙宏 姚安琦

(74) 专利代理机构 杭州金道专利代理有限公司 33246

代理人 周希良

(51) Int. Cl.

H02M 5/45B(2006.01)

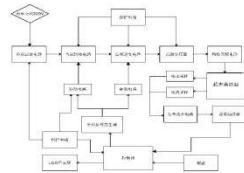
权利要求书4页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种分形超声波电源装置

(57) 摘要

本发明公开了一种分形超声波电源装置，包括控制器、控制器与 LCD 显示屏、键盘、分信号发生器相联，控制器通过第一保护电路与整流滤波电路、第一驱动电路相联，整流滤波电路接入市电，分形信号发生器分别通过第一驱动电路、第二驱动电路与直流斩波电路、高频逆变电路相联，整流滤波电路依次通过直流斩波电路、高频逆变电路、高频变压器、网络匹配电路后与超声换能器相联，第二保护电路与直流斩波电路、高频逆变电路、高频变压器都相联，超声换能器分别通过电压采样、电流采样与信号放大电路相联，信号放大电路通过带通滤波器与控制器相联。



证书号第 3012202 号



发明专利证书

发明名称：一种基于外加电场制备硅纳米结构材料的方法

发明人：巢炎;焦晓东;郑武永;姚安琦;吴立群

专利号：ZL 2015 1 0173473.6

专利申请日：2015 年 04 月 14 日

专利权人：杭州电子科技大学

地址：310018 浙江省杭州市下沙高教园区 2 号大街

授权公告日：2018 年 07 月 27 日 授权公告号：CN 104818532 B

本发经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年 04 月 14 日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权应当自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长
申长雨

申长雨



第 1 页 (共 1 页)

CN 104883074 A



国家知识产权局

310000
浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司
周希良(13989818269)

发文日:
2019年04月01日

申请号或专利号: 201610361529.5 发文字号: 2019032100475320

申请人或专利权人: 杭州电子科技大学

发明创造名称: 基于相场模型下控制Ag₂Ga纳米针径比的研究方法

授予发明专利权通知书

1. 根据专利法第39条及实施细则第54条的规定, 上述发明专利申请经实质审查, 没有发现驳回理由, 现作出授予专利权的决定。

2. 申请人收到本通知书后, 还应当依照办理登记手续通知书的内容办理登记手续。

3. 授予专利权的上述发明专利申请名称:

4. 申请人于 年 月 日提交专利号为 的“放弃专利权声明”, 经审查:

5. 在本通知书发出后收到的申请人主动修改的申请文件, 不予考虑。

审查员: 李柯 审查部门: 专利审查协作湖北中心电学发明审查部

联系电话: 027-59371807

210413 2018.10 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区中关村东路9号 国家知识产权局专利受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件, 除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

(19) 中华人民共和国国家知识产权局

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106021938 A
(43) 申请公布日 2016.10.12

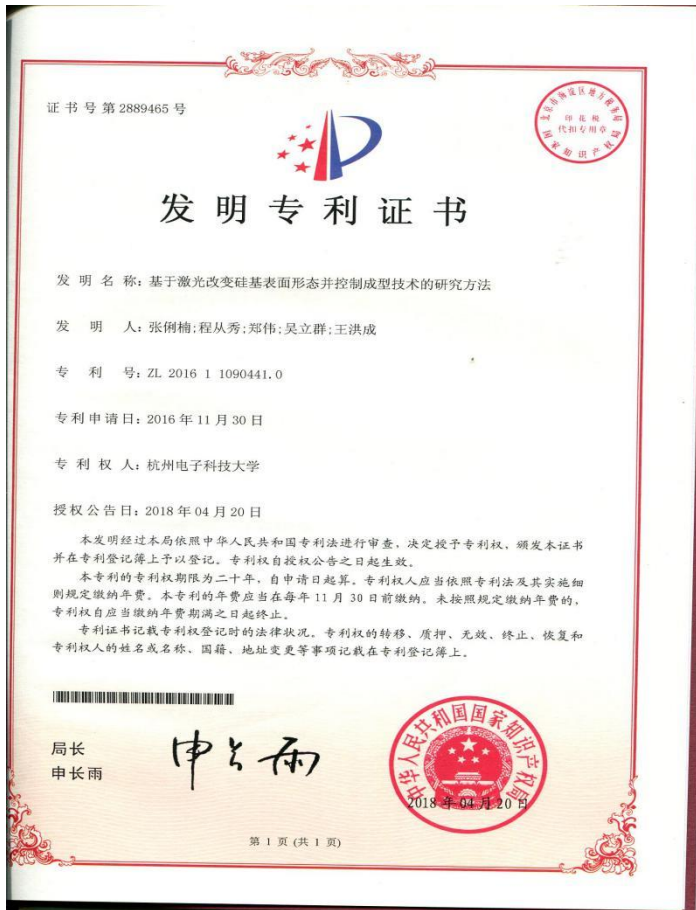
(21) 申请号 201610355855.5
(22) 申请日 2016.05.26
(71) 申请人 杭州电子科技大学
地址 310018 浙江省杭州市杭州经济技术开发区白杨街道2号大街1号
(72) 发明人 张俐楠 郑伟 陈超 吴立群 王洪成
(74) 专利代理机构 杭州千克知识产权代理有限公司 33246
代理人 周希良
(51) Int. Cl.
G06F 19/00(2011.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称
一种Ag₂Ga纳米针成型机理及尖端形貌控制研究方法

(57) 摘要
本发明公开了一种Ag₂Ga纳米针成型机理及尖端形貌控制研究方法, 按如下步骤: 一、计算模型建立Ag微粒与Ga微粒发生化学反应生成Ag₂Ga, 用方程2Ag+Ga=Ag₂Ga表示, 在整个计算模型中存在着三个密度场变量, 定义Ag微粒为c₁(x, y, z, t), Ag₂Ga纳米针为c₂(x, y, z, t), Ga微粒为c₃(x, y, z, t), c₁为Ag微粒的浓度占总的微粒浓度的百分比, c₂为Ag₂Ga微粒的浓度占总的微粒浓度的百分比, c₃为Ga微粒的浓度占总的微粒浓度的百分比; 该计算模型自由能主要由化学能和梯度能组成, 用如下方程表示: $G = \int_V [f_c + f_{grad}] dV$ (1) 其中, f_c表示化学能变化, f_{grad}表示梯度能量变化; 二、通过改变材料的表面能来探究纳米针尖端形貌变化的作用规律, 控制不同材料纳米针尖端形貌变化。

CN 106021938 A



310000
浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司
周希良(0571-85063530)

发文日:
2018年08月01日

申请号或专利号: 201711339146.9 发文序号: 2018072500401390

申请人或专利权人: 杭州电子科技大学

发明创造名称: 基于激光照射不同材料对表面微结构成型影响的研究方法

发明专利申请公布及进入实质审查阶段通知书

上述专利申请, 经初步审查, 符合专利法实施细则第44条的规定。根据专利法第34条的规定, 该申请在34卷3001期2018年07月24日专利公报上予以公布。

根据申请人提出的实质审查请求, 经审查, 符合专利法第35条及实施细则第96条的规定, 该专利申请进入实质审查阶段。

提示:

- 根据专利法实施细则第51条第1款的规定, 发明专利申请人自收到本通知书之日起3个月内, 可以对发明专利申请主动提出修改。
- 申请人可以访问国家知识产权局政府网站(www.sipo.gov.cn), 在专利检索栏目中查询公布文本。如果申请人需要纸质申请公布单本行的纸质, 可向国家知识产权局请求获取。
- 申请文件修改格式要求:
 - 对权利要求修改的应当提交相应的权利要求替换项, 涉及权利要求引用关系时, 则需要将相应权利要求一起替换补正。如果申请人需要删除部分权利要求, 申请人应该提交整理后连续编号的部分权利要求书。
 - 对说明书修改的应当提交相应的说明书替换项, 不得增加和删除段落, 仅能对有修改部分进行整体替换。如果要增加内容, 则只能增加在某一段中; 如果需要删除一个整段内容, 应该保留该段号, 并在此段号后注明: “此段删除” 字样。段号以国家知识产权局回传的公布/授权公告的说明书段号为准。
 - 对说明书附图、摘要、摘要附图修改的应当提交相应的说明书附图、摘要、摘要附图替换项。

同时, 申请人应当在补正书或意见陈述书中标明修改涉及的权利要求、段号、页。

审查员: 路景涛 审查部门: 专利局初审及流程管理部

联系电话: 010-62356655

210308 2017.9 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

310000
浙江省杭州市萧山区宁围街道泰宏巷28号联合中心南区2幢1201室
杭州千克知识产权代理有限公司 周希良(0571-85063530), 李欣玮(0571-85063530)

发文日:
2018年05月21日

申请号或专利号: 201810485537.X 发文序号: 2018052100631890

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201810485537.X
申请日: 2018年05月21日
申请人: 杭州电子科技大学
发明创造名称: 基于激光超声技术的硅基内部微结构成型的控制方法

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份
权利要求书 每份页数:2页 文件份数:1份 权利要求项数: 8项
专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份
说明书 每份页数:6页 文件份数:1份
实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份
说明书附图 每份页数:2页 文件份数:1份
发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份

提示:

- 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
- 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
- 国家知识产权局收到向外申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 自动受理 审查部门: 专利局初审及流程管理部

201001 2010.4 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105286250 A

(43) 申请公布日 2016.02.03

21) 申请号 201510590567.3

22) 申请日 2015.09.16

71) 申请人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

72) 发明人 吴立群 焦晓东 林志朋 叶妙竑
翟壮 庄龙 姚安琦74) 专利代理机构 杭州金道专利代理有限公司
33246

代理人 周希良

51) Int. Cl.

A45C 5/14(2006.01)

A45C 13/38(2006.01)

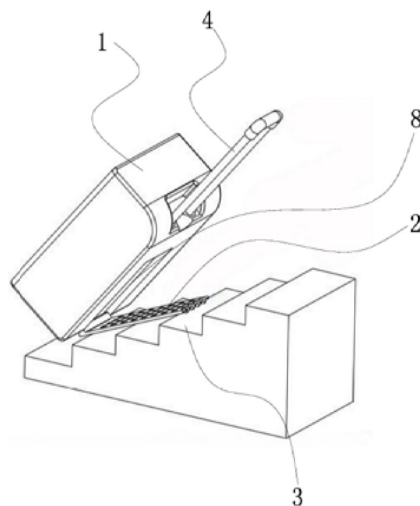
权利要求书1页 说明书3页 附图5页

54) 发明名称

一种便携式爬楼梯拉杆箱

57) 摘要

本发明涉及一种便携式可爬楼梯的拉杆箱，包括拉杆箱本体(1)、所述拉杆箱本体(1)沿长度方向的一侧设置有可伸缩的拉杆(4)，所述拉杆(4)包括两根可伸缩的拉伸杆(4-1)以及连接两根拉伸杆(4-1)的连接杆(5)，还包括设置在拉杆箱本体(1)的背面与拉杆(4)底端以轮杆机构转动连接的平轮板(2)；所述平轮板(2)上布设有滚轮(14)；采用上述结构，具有结构简单合理，通过平轮板增加了拉杆箱与楼梯接触的面积，将拉杆箱轮子与楼梯的相对运动转变为平板与楼梯的滑动，因此使拉杆箱在上下楼梯时，平稳省力，保护了箱内的物品。上楼梯结束后收起平轮板到箱体凹陷处，平轮板被卡在箱体凹陷处，拉杆箱整体外观无明显变化，不会破坏箱包原有设计的美观。



发表学术论文汇总

Fabrication of sandwich-like microfluidic chip with circular cross-section micro-channels

Hong Cheng Wang*, Miao Miao Zhao[†] and Li Qun Wu[‡]

*School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University,
Hangzhou 310018, P. R. China*

*wanghc@hdu.edu.cn

[†]152010075@hdu.edu.cn

[‡]wuliqun@hdu.edu.cn

Received 16 January 2018

Accepted 28 August 2018

Published 26 September 2018

In microfluidic chips, most micro-channel cross-section shapes are rectangular or triangular in existing chip fabricating technologies, including hot embossing, lithography, etching, injection molding, etc. However, compared with the above micro-channel shapes, a circular shape has advantages in aspects of fluid flow, droplet generation, heat transfer and blood vessel replication. This paper presents a sandwich-like microfluidic chip with circular cross-section micro-channels. The sandwich-like structure includes three layers. The top and bottom layers are PDMS material while the middle layer is composed of micron glass capillaries (used as micro-channels) with circular cross-sections. The glass capillaries are made of borosilicate tube by a glass heating process. Sphere shaped paraffin wax is used as a sacrificial material to form micro-channel junctions. To test the functions of the fabricated micro sandwich-like microfluidic chip, a droplet generating experiment was conducted in the T-junction chip. The droplet size can be controlled in the range of 20–400 μm by varying the water and oil flow rates. This proposed microfluidic chip structure has the advantages of short processing cycle, low cost and small flow resistance.

Keywords: Microfluidic chip; micro-droplets; capillary; T-junction; chip fabrication.

PACS numbers: 47.55.D-, 47.60.+i, 45.05.+x

1. Introduction

In recent decades, microfluidics in biological applications has experienced significant growth due to its advantages of small volume, low cost, short reaction time and high throughput.¹ Microfluidic technology has been integrated in a few square centimeters of glass or polymer in a platform in the field of microfluidic chips, which resulted in basic operation or partial integration. Many microfluidic chip

*Corresponding author.

DOI <https://doi.org/10.1007/s11595-018-1899-4>

Temperature Induces Self-assembly of Silicon Nano/ Micro-structure based on Multi-physics Approach

ZHANG Li'nan¹, CHENG Congxiu¹, SONG Jihwan², WU Liquin¹, KIM Dongchoul^{2*}

(1. School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; 2. Department of Mechanical Engineering, Sogang University, Seoul, 121-742, Republic of Korea))

Abstract: A three-dimensional dynamic model for nano/micro-fabrications of silicon was presented. With the developed model, the fabrication process of silicon on nothing (SON) structure was quantitatively investigated. We employ a diffuse interface model that incorporates the mechanism of surface diffusion. The mechanism of the fabrication is systematically integrated for high reliability of computational analysis. A semi-implicit Fourier spectral scheme is applied for high efficiency and numerical stability. Moreover, the theoretical analysis provides the guidance that is ordered by the fundamental geometrical design parameters to guide different fabrications of SON structures. The performed simulations suggest a substantial potential of the presented model for a reliable design technology of nano/micro-fabrications.

Key words: nano/micro-structure; phase field model; silicon on nothing; self-assembly

1 Introduction

The fabrication of silicon on nothing (SON) structure with precise structure has attracted significant interest in recent years^[1-6]. In the work of Sudoh, thermal induced shape transformation without any chemical reaction at the interface between the solid and the ambient gas has been described^[1, 2]. They demonstrated that the numerical model including only surface diffusion produces the shape changes by the annealing. It is difficult to explain and control the detailed features such as the formation of the fabricated holes by using their models, so that surface migration strategy is hard to be indicated in the morphological evolution. It is important to develop a model to study the different fabrications in detail. Meanwhile, many experimental studies and modeling of SON structure have been expounded^[7-9]. But they did not indicate the details on the mechanism of the fabrication, it was hard for us to understand the whole process of the fabrication. Other models on

representing various morphological changes of SON related with temperature have been introduced^[10-12]. The performed works could not provide any guidance on nano/micro-fabrications which are induced by temperature. Our work presents a comprehensive study of the fabrication of SON structure in generalized case instead of the special case, the special case is designed only depending on its own initial structures. We consider that the mechanism for causing microstructure evolution in the silicon substrate is surface diffusion driven by the minimization of their surface energy. Once the annealing is performed, the initial substrate starts to have morphological shape changes. If time is long enough, all the substrates tend to the final stable structure which has no empty space in the inner of the substrate, and the top surface also goes to be flatly. The driving force comes from the minimization of their surface energy to ensure that the final structure has the stable shape.

Here, we proposed a three-dimensional dynamic model for nano/micro-fabrications of SON structure in silicon substrate. We consider that surface diffusion as mass transport mechanisms causes microstructure evolution when the annealing is performed. The evolving morphologies of nano/micro-structures cause computational challenge, which is addressed by employing a diffuse interface model, and the reliability and effectiveness of the model is demonstrated. Detailed process and modeling on the formation of SON structure in silicon were clarified as follows.

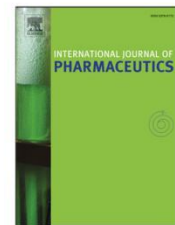
© Wuhan University of Technology and Springer-Verlag GmbH Germany, Part of Springer Nature 2018

(Received: Mar. 18, 2017; Accepted: June 25, 2017)

ZHANG Li'nan(张俐楠): Assoc. Prof.; E-mail:zln@hdu.edu.cn

* Corresponding author: KIM Dongchoul: Prof.; E-mail: dckim@sogang.ac.kr

Funded by the National Natural Science Foundation of China(No.51775154) and the ZheJiang Provincial Natural Science Foundation of China(No. LZ15E050004)



Continuous micro-feeding of fine cohesive powders actuated by pulse inertia force and acoustic radiation force in ultrasonic standing wave field

Hongcheng Wang, Liqun Wu*, Ting Zhang, Rangrang Chen, Linan Zhang

School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

ARTICLE INFO

Keywords:

Lactose
Cohesive powders
Micro-feeding
Ultrasonic standing wave
Inertia force

ABSTRACT

Stable continuous micro-feeding of fine cohesive powders has recently gained importance in many fields. However, it remains a great challenge in practice because of the powder aggregate caused by interparticle cohesive forces in small capillaries. This paper describes a novel method of feeding fine cohesive powder actuated by a pulse inertia force and acoustic radiation force simultaneously in an ultrasonic standing wave field using a tapered glass nozzle. Nozzles with different outlet diameters are fabricated using glass via a heating process. A pulse inertia force is excited to drive powder movement to the outlet section of the nozzle in a consolidated columnar rod mode. An acoustic radiation force is generated to suspend the particles and make the rod break into large quantities of small agglomerates which impact each other randomly. So the aggregation phenomenon in the fluidization of cohesive powders can be eliminated. The suspended powder is discharged continuously from the nozzle orifice owing to the self-gravities and collisions between the inner particles. The micro-feeding rates can be controlled accurately and the minimum values for RespitoseSV003 and Granulac230 are 0.4 mg/s and 0.5 mg/s respectively. The relative standard deviations of all data points are below 0.12, which is considerably smaller than those of existing vibration feeders with small capillaries.

1. Introduction

Continuous micro-feeding of powders has recently gained importance owing to the rapidly increasing interest in many industrial operations, and is a topic of intense research. Such operations include the micro-feeding of powder in pharmaceutical research, development, and production, in particular for high-potency active pharmaceutical ingredients (HPAPI) (Mehrotra, 2010) with only a few mg (or less) of an active pharmaceutical ingredient (API) in a drug product. In such cases, feed rates below 10 g/h might be needed. However, most of the API and its excipient powders (e.g., α -lactose monohydrate powder) are cohesive materials and made of very fine or sticky particles (Hertel et al., 2018). In these powders, the size of individual particles is reduced below several microns, the interparticle cohesive forces begin to play a major role in the bulk powder behavior. Van der Waals forces are the main cohesive forces between fine powders (Li et al., 2004). The strong interparticle attraction forces determine the formation of aggregates (Barletta and Poletto, 2012), which influence powder flowability and may cause the micro-feeding process to be unstable and inaccurate. Because of this, the operations to fill capsules or blisters with such small powder quantities are generally very difficult, especially in a commercial-scale manufacturing process.

In recent years, many continuous mass powder feeding techniques, such as pneumatic (Kaur et al., 2017; Graham et al., 2013), volumetric, screw/auger, and electrostatic methods, have been emerging in the research field of solid freeforming (Yang and Evans, 2007) and pharmaceuticals. The pipeline gas pressure is the driving force in the pneumatic conveying of fine powders and it is suitable for feeding massive amounts of powder in several industries, such as coal fired thermal power plants (Mittal et al., 2014). Corona/tribo charging guns are widely used in electrostatic methods to spray fine powders. The powder is actuated in an electric field generated by the ionization of air by imposing a high voltage on a sharp, pointed needle-like electrode. However, its complexity makes their use impractical (Yang et al., 2017). Thus, continuous powder feeding at mass flow rates above 300 mg/s is possible on a routine basis with some restrictions for strongly compressible or cohesive materials.

The accurate continuous micro-feeding of fine powders appears to remain a critical step in practice, and has recently gained importance in many fields, especially in pharmaceutical development. In cohesive fine powder micro-feeders (feed rate below 100 mg/s), the most commonly used are vibration methods, the most common of which are the acoustic vibration feeder (Yang and Evans, 2005; Chen et al., 2012a,b) and ultrasonic vibration feeder (Lu et al., 2008) according to the vibration

* Corresponding author.

E-mail address: wuliquan@hdu.edu.cn (L. Wu).

文章编号 1004-924X(2018)06-1398-09

声辐射力驱动角形金属粉末微输送特性

王洪成, 张 婷, 吴立群*, 陈让让, 张俐楠
(杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:为解决载气式、超声振动和惯性力等现有微输送方法在较宽输送速率范围内难以克服的角形金属粉体堵塞难题, 本文研究以超声驻波场声辐射力为驱动力, 通过悬浮分散微喷嘴内密集态粉末颗粒, 实现金属粉末的稳定微输送。以激光熔覆技术中常用且易堵塞的 100 目、200 目和 300 目角形铬粉和 200 目角形钛合金粉为对象, 进行脉冲式和连续式两种模式的微输送精度和稳定性实验研究。实验显示, 300 目角形铬粉单脉冲输送质量可控范围为 0.4~16 mg 且连续输送速率可控范围为 6.0~65 mg/s; 脉冲微输送质量的变异系数随微喷嘴内径的增大而大幅降低(小于 2%)、连续输送速率的变异系数均低于 6%。实验结果表明, 声辐射力驱动微米级角形金属粉末具有较大的输送速率可控范围、输送精度、稳定性和多种角形金属粉末的普适性, 可从根本上解决角形粉末喷嘴微输送的堵塞问题。本文研究结果也可为其它尺度金属粉末和非金属粉末的微输送提供参考。

关键词:激光熔覆; 金属粉末; 微输送; 超声驻波; 声辐射力

中图分类号: TG156.99; TP271.3 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/OPE.20182606.1398

Micro-feeding characteristics of chromium powder with irregular micron-size particles actuated by acoustic radiation force

WANG Hong-cheng, ZHANG Ting, WU Li-qun*, CHEN Rang-rang, ZHANG Li-nan

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

* Corresponding author, E-mail: wuliquan@hdu.edu.cn

Abstract: Stable micro-feeding of micron-size metal powder is one of the core issues in advanced metal parts manufacturing technology, including laser cladding deposition and 3D micro-printing. This study solves the difficult problem associated with the aggregation of irregular shape metal powder, which is unavoidable in existing methods when the feeding mass has a broad range. Such methods are based on the use of a gas-powder feeding system, ultrasonic vibration, pulse inertia force and etc. This study uses acoustic radiation force in an ultrasonic standing wave field as the driving force, so that the aggregating powder is suspended in a nozzle to realize a stable pulse dose in a continuous feed mode. The commonly used irregular shape chromium and titanium alloy powder, which can block the nozzle easily during laser cladding deposition, is adopted as the research object to conduct experiments on micro-feeding accuracy and stability. The particle sizes are 100-mesh, 200-mesh, and 300-mesh. The experimental results show that the pulse dose mass for the 300-mesh irregular shape chromium powder is in

收稿日期: 2017-10-17; **修订日期:** 2017-12-08.

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目 (No. LQ17E050012, No. LZ15E050004); 国家自然科学基金资助项目 (No. 51775154); 江苏省三维打印装备与制造重点实验室开放基金项目 (No. BM2013006); 浙江省公益性技术应用研究计划资助项目 (No. 2016C31045)

圆截面微通道内液滴生成模拟研究

赵苗苗, 王洪成*, 吴立群
(杭州电子科技大学, 杭州 310018)

摘要: 本文对微纳米级 T 型圆截面微通道内液滴的形成机制进行仿真模拟研究, 并得到连续相流速与液滴直径大小关系。通过改变连续相流速, 分别对选用的三种不同物性流体进行液滴生成仿真模拟, 验证了圆截面微通道内液滴生成的可行性, 并得到了当其余参数保持不变改变连续相流速时, 液滴直径随流速的增加呈指数型函数变化趋势减小的结论。

关键词: 连续相流速; 微液滴尺寸; T 型微通道

DOI: 10.16640/j.cnki.37-1222/t.2018.04.186

0 前言

微流控技术^[1]是在微纳米下对液、气体进行操控的技术, 有耗时短、用量少等^[2]优点, 近年来该技术在化学、生物和医学等领域^[3,4]得到广泛应用, 比如蛋白质结晶^[5]、纤维素液滴^[6]、药物筛选^[7]等。尤其是结构简单的 T 型通道内液滴制备成为了研究重点^[8]。目前受加工工艺限制制备的通道形状以矩形为主, 对圆截面微通道研究较少, 且更多采用实验方法, 很难方便精确的改变流体的单一参数且研究成本高。而仿真模拟研究不仅能克服实验带来的缺点, 并且设置便捷、计算精确, 近几年吸引了更多学者的关注^[9]。

1 模型设计及边界条件的确定

通过 SolidWorks 软件对 T 型微通道建立模型, 设定连续相为主通道中方向, 分散相为垂直主通道方向, 分散相通道直径为 200 μm , 连续相通道直径为 500 μm 。选用 Fluent 软件进行仿真分析, 选择四边形网格作为网格类型, 将通道划分为 9600 个矩形单元网格, 主要是将其作为两相流体的体积追踪控制单元。

在仿真模拟的边界条件的设置中, 选用水相为分散相, 硅油为连续相, 两相入口定义为速度入口, 左端入口定义为 inlet1, 上端入口定义为 inlet2; 右端出口定义自由出口 outflow。另外, 定义通道的内壁为静止壁面类型。

2 液滴生成的仿真模拟

为了研究圆截面微通道内连续相流速与液滴直径的关系, 对微通道内连续相流速进行研究和分析。选用三组不同物性流体分别进行液滴生成仿真分析。Group1: $\mu_1 = 0.0048\text{kg/m}\cdot\text{s}$, $\sigma_1 = 0.07\text{N/m}$; Group2: $\mu_2 = 0.0018\text{kg/m}\cdot\text{s}$, $\sigma_2 = 0.07\text{N/m}$; Group3: $\mu_3 = 0.0048\text{kg/m}\cdot\text{s}$, $\sigma_3 = 0.09\text{N/m}$ 。当连续相流速 U_c 分别为 0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.4、0.5 m/s 时, 对不同物性流体进行仿真, 并得到不同直径尺寸的微液滴, 其中, 液滴尺寸的大小按三种物性流体的不同分为三组, 分别为 D1、D2 和 D3。

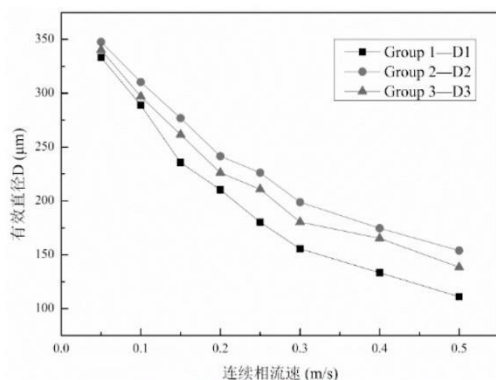


图1 连续相流速与液滴直径的关系

3 结果与分析

为了增加数值分析结果的可靠性, 对三组不同物性流体数值仿真, 所得仿真数据导出后经过 MATLAB 处理获得液滴直径尺寸, 并对不同直径进行绘制得到对应的直径数据直观图如图 1 所示。

根据数据分析直观图可得, 排除个别数据误差和系统误差带来的影响, 得出以下结论: 在圆截面微通道条件下, 其余各项参数保持不变时, 当改变连续相流速这一单一变量的大小, D1、D2 和 D3 三组数据分析结果也随之变化, 并随流速的增加呈指数型函数变化趋势减小, 更加证实了在圆截面通道内对液滴生成操控的可行性与可控性。

参考文献:

- [1] 林炳承. 微流控芯片的研究及产业化 [J]. 分析化学, 2016, 44 (04): 491-499.
- [2] 穆莉莉, 荣莉, 黄友锐等. 基于 PMMA 的微流控芯片的微液滴制备与控制 [J]. 微纳电子技术, 2016, 53 (02): 108-113.
- [3] Jia M L, Meng Z, Yeong W Y. Characterization and evaluation of 3D printed microfluidic chip for cell processing [J]. Microfluidics & Nanofluidics, 2016, 20 (01): 1-15.
- [4] Zhuang Q C, Ning R Z, Yuan M A, et al. Recent development in microfluidic chips for in vitro cell-based research [J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2016, 44 (04): 522-532.
- [5] Li L, Ismagilov R F. Protein crystallization using microfluidic technologies based on valves, droplets, and SlipChip [J]. Annual Review of Biophysics, 2010, 39 (39): 139.
- [6] 童芳丽. 纤维素微球和纤维素复合晶胶微球的制备新方法研究 [D]. 浙江大学, 2014.
- [7] 郑振, 陈阳, 李武宏等. 液滴微流控芯片技术及其在药物筛选中的应用 [J]. 药学服务与研究, 2016, 16 (03): 163-169.
- [8] 吴纪周. T 型微通道内微液滴形成机制的 CFD 模拟 [D]. 重庆大学, 2011.
- [9] Afkhami S, Leshansky A M, Renardy Y. Numerical investigation of elongated drops in a microfluidic T-junction [J]. Physics of Fluids, 2011, 23 (02): 23303-23342.

作者简介: 赵苗苗 (1992-), 女, 硕士, 研究方向: 微流控系统设计。

* 为通讯作者



Article

Micro-Dosing of Fine Cohesive Powders Actuated by Pulse Inertia Force

Hongcheng Wang *, Ting Zhang, Miaomiao Zhao, Rangrang Chen and Liqun Wu

School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; 172010042@hdu.edu.cn (T.Z.); 152010075@hdu.edu.cn (M.Z.); 162010046@hdu.edu.cn (R.C.); wuliqun@hdu.edu.cn (L.W.)

* Correspondence: wanghc@hdu.edu.cn; Tel.: +86-0571-8691-9052

Received: 6 January 2018; Accepted: 3 February 2018; Published: 7 February 2018

Abstract: Micro-dosing of fine cohesive powders is the key technology in additive manufacturing and especially in high-potency active pharmaceutical ingredients (HPAPI). However, high accuracy micro-dosing (<5 mg) of fine cohesive powder is less trivial and still remains a challenge because it is difficult to eliminate the aggregation phenomena caused by the strong interparticle cohesive forces (in small capillaries). This paper presents a novel micro-dose method of fine cohesive powders via a pulse inertia force system. A piezoelectric actuator is used to provide a high enough pulse inertia force for a tapered glass nozzle and drive powder particles in the nozzle to be discharged from the nozzle orifice with the help of particle self-gravity. The nozzles with outlet diameters in the range of 100–2000 μm were fabricated via a glass heating process. The α -lactose monohydrate powder is used as the micro-dosing powder. The influences of the tapered nozzle outlet diameter, amplitude of the applied pulse voltage, and angle of the nozzle axis on micro-dosing mass are researched. The minimum mean dose mass is 0.6 mg for a single pulse inertia force. The coefficient of variation of dose mass, which represents the micro-dosing stability, can be controlled below 5% when the dose mass is relatively small.

Keywords: fine powder; micro-dosing; piezoelectric actuator; nozzle; pulse inertia force

1. Introduction

Micro-dosing of fine powders can be applied in additive manufacturing [1] and in the pharmaceutical industries, typically, in selective laser sintering (SLS) [2], three-dimensional printing (3DP) [3], and high-potency active pharmaceutical ingredients (HPAPI). For example, in HPAPI [4], the dosing of only a few mg (or less) of active pharmaceutical ingredient (API) powders in a drug product is needed. However, these API powders (e.g., α -lactose monohydrate powder) are made of very fine and sticky particles [5]. The size of individual particles is reduced below several microns. The interparticle cohesive forces begin to play a major role in the bulk powder behavior. Van der Waals forces are the main cohesive forces between fine particles. The strong interparticle adhesion forces cause the formation of aggregates [6,7], which may cause micro-dosing process instability and inaccuracy. So, accurate micro-dosing of these fine cohesive powders appears to be an extremely critical step in practice.

In recent years, many powder dosing techniques, such as pneumatic methods [8,9] and vibratory methods, have been emerging in the above research fields. In a pneumatic powder dosing system, the compressed gas is used to form gas-powder streams and the powder will be discharged out of a multi-channel nozzle. However, the powder is easy to form dense-phase [10] and aggregates in the nozzle. Another drawback of the pneumatic method is that the powder convergence is low when the powder is ejecting out of the nozzle, and as a result, it is difficult to control the powder dosing location. The vibration methods mainly include an acoustic vibration feeder [11] and ultrasonic vibration feeders,

A study of morphological evolution of silicon microstructure based on phase field model

Linan Zhang, Wei Zheng, Jungchul Lee, Liqun Wu, and Dongchoul Kim

QUERY SHEET

This page lists questions we have about your paper. The numbers displayed at left can be found in the text of the paper for reference. In addition, please review your paper as a whole for correctness.

There are no Editor Queries in this paper.

TABLE OF CONTENTS LISTING

The table of contents for the journal will list your paper exactly as it appears below:

A study of morphological evolution of silicon microstructure based on phase field model
Linan Zhang, Wei Zheng, Jungchul Lee, Liqun Wu, and Dongchoul Kim

Laser Controlled Dynamic Self-Assembly of Nanostructure

Linan Zhang^{1,a}, Wei Zheng^{1,b}, Congxiu Cheng^{1,c} and Liqun Wu^{1,d*}

¹School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University,
Hangzhou, 310018, P.R. of China.

^azln@hdu.edu.cn, ^b2272908389@qq.com, ^c475412342@qq.com, ^dwuliquan@hdu.edu.cn,

* Corresponding author

Keywords: Self-assembly; Nanostructure; Silicon; Laser

Abstract. This paper presents a three-dimensional dynamic model of laser controlled dynamic self-assembly of nanostructure. A phase field model is employed to study the surface fabrication of silicon which is induced by the laser. The mechanism of the surface fabrication is that the heating effect enhances surface diffusion mobility results in atoms outward flow. The computational model systematically integrate for high reliability of the whole analysis, the experimental and simulated measurements have been quantitatively investigated. A semi-implicit Fourier spectral scheme is applied for high efficiency and numerical stability. The performed simulations suggest a substantial potential of the presented model, which provides a reliable technology of nanostructure fabrications on the surface of silicon.

Introduction

Self-assembly of nano-structural surface modification have received more attentions in recent years [1-7]. The experiments made the effort to observe morphological surface modification which is induced by cumulated laser pulses, especially to the appearance of periodical microstructures [3, 6]. The periodic surface structure is similar to the classical ripples, which are characterized by long and nearly parallel lines extending over the entire irradiated area. Meanwhile, the fact of various morphologies of surface modification has been introduced by some experimental observations [2, 7]. These researches provided a new perspective to study the modification on nano structural surface, but it was hard for us to understand the mechanism of the fabrication, and how to design various structures on the surface.

Such numerical models for simulating the heat transfer through the material have been utilized to investigate the nanofabrication on the surface [8, 9]. They corroborated that variety of surface modifications of silicon is related with the different laser energy, which is achieved by incorporating the one- or two-dimensional temperature field in the numerical models. The mechanism is the laser energy converting into thermal energy to generate a series of surface modifications.

In this work, self-assembly of surface modification with precise structure has been expounded. We propose a three-dimensional dynamic model for surface modification design. This is addressed by employing a phase field model. The main contribution of our work is providing a new and effective approach to simulate and predict morphology and size of spot. Our work promises to guide the next industrial revolution and replace our entire manufacturing based with a new, radically precise, less expensive, and more flexible way to make innumerable products.

Sample Preparation

Before the experiment, the cantilever must be fixed on experimental stage, in order to ensure that the free end of cantilever keeps at room temperature before laser irradiation. The whole experimental process is carried out in the air condition without using any ambient gas and vacuum. In the process of experiment, the basic parameters of laser are listed as follows: The pulse duration of femtosecond is 120fs. The wavelength of femtosecond λ is 532nm, which approximately is

构件内微粒声悬浮操控方法研究

王亚星 吴立群 林志朋 叶妙宏 庄 龙

杭州电子科技大学,杭州,310018

摘要:为了实现构件内部微小结构的直接加工,提出了利用超声悬浮技术建立内部微粒运动的声悬浮操控加工方法。建立了超声悬浮操控微粒运动模型,设计了试验系统并进行了构件内通道悬浮微粒的运动操控试验,建立了悬浮力与微粒直径、内部通道尺寸、透射厚度的关系。结果表明,提出的方法可以在三维空间内实现悬浮微粒较高速度的跟随移动和较高的运动精度控制,微粒能在构件内部可靠悬浮且连续运动形成运动轨迹。研究结果为直接加工内部结构提供了可行的运动操控方案。

关键词:内加工;超声悬浮;微粒;运动操控

中图分类号:O426.9

DOI:10.3969/j.issn.1004-132X.2015.22.003

Study on Motion Control Way for Acoustic Suspended Particles Inside a Component

Wang Yaxing Wu Liqun Lin Zhipeng Ye Miaohong Zhuang Long
Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, 310018

Abstract: In order to machine the structure inside a component directly, a new processing method was put forward with the ultrasonic suspension technology. Firstly, a controlled particle motion model was established through theoretical study of ultrasonic suspension, and then a new test system was designed. After some suspended particles' control movement tests, relationship among the suspension forces and particle diameters, channel sizes, transmission thicknesses was obtained. Results show that the proposed method can drive the particles in 3D space moving to any position freely with higher accuracy. The control scheme is feasible and inspiring.

Key words: inner machining; ultrasound suspension; micro particle; motion control

0 引言

2003年,老一辈机械工程专家师汉民教授^[1]将各种机械加工制造方法统称为“外加工”,并郑重设问:为什么不能将加工“工具”和加工能量送到坯料内部去,让其直接加工制造零件的新表面(即“内加工”)呢?当前,内加工技术的理论基础研究大多仍停留在透明材料的激光化学物理加工上,相关理论和技术的成果还难以满足非透明固体材料的操控与内部加工^[2]。本课题组研究提出了一种任意材料的构件内部结构直接加工方法,即基于超声悬浮的构件内部结构直接加工技术。该方法与激光内加工技术相比具有加工装置成本低、加工工具和加工能量可根据实际需要柔性设计、加工材料可以任意选择等诸多优点。根据超声驻波场形成的原理^[3],在驻波场中悬浮的微粒球体直径须小于半波长,此情况也适用于构件内部的微粒悬浮^[4]。超声驻波场中可悬浮的材料有很多,微粒既可以是固体也可以是液体,既可以是金属也可以是非金属^[5],这就为利用各种性能微

粒加工坯料内部结构提供了很多可供选择的途径,例如,声化学腐蚀加工方法、液滴超声空化微爆加工方法、HIFU超声聚焦热加工方法等,这些方法可实施的前提是微粒悬浮和内部运动可操控。但在坯料内部微粒声悬浮操控方法和运动控制技术目前还没有相关研究报道,本文旨在研究基于超声的微粒声悬浮运动操控方法和建立操控性能试验分析装置,为在非透明固体材料内实施内部直接加工提供技术支持与硬件支撑,提供基于声悬浮的内加工系统平台初步设计方案,以期初步应用于坯料简单内通道加工试验。

1 微粒的声悬浮力理论分析及波传导模型研究

图1为单轴声悬浮装置示意图,超声波通过发射端传导到加工材料,再经过加工材料传导到内通道中,通过内通道腔内空间的发射与反射形成腔内驻波场来悬浮并操控微粒,超声传播腔内驻波场模型如图2所示,图中, h 为通道高度。

1.1 微粒的声悬浮力及运动模型

设微粒材料特性为各向同性,受力产生的形变各向均匀,所处环境是连续理想介质,受力过程绝热,同时超声波为小振幅,环境温度室温。依

收稿日期:2015-02-11

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51175134);浙江省自然科学基金资助重点项目(LZ15E050004);浙江省自然科学基金资助项目(LY15E050024)

Modeling and controlling of particles' motion based on dimensionally orthogonal ultrasonic standing waves^{*}

Wu Liqun, Ye Miaohong, Wang Yaxing, Lin Zhipeng, Yang Xianlong

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to obtain the uniform inverted pyramid micro-structures on the surface of multi-crystalline silicon, this paper presents a new way of using two orthogonal ultrasonic standing waves exerted dimensionally to assist wet chemical erosion and improve the performance of light trapping. A 2D geometrical mode of grid-like arrangements is established firstly after some comparison. Then the theory of particles' aggregation motion formatting the grid-like model under the field of ultrasonic standing waves is studied and verified with simulation tool. Experiments are carried out to test the effects of particles' controlled motion. The multi-crystalline silicon erosion results illustrate that the idea of application of ultrasonic standing waves on grid micromachining is feasible and excellent.

Key words: grid micromachining; ultrasonic standing waves; particle control; multi-crystalline silicon

PACS: 81.16.-c; 81.16.Nd; 81.65.-b

CLC number: TB559 **Document code:** A **doi:**10.11884/HPLPB201527.024111

The particles in the sound field will be affected by an acoustic radiation force, which is generated by the nonlinear effect of sound field. This phenomenon was first described in the late 1800s by Kundt and Lehman^[1], and its details were studied^[2]. In 1934 King^[3] firstly calculated the acoustic radiation force generated on rigid spheres in standing wave field through rigorous derivation. In 1955, Yosioka and Kawasima^[4] extended King's theory to apply to compressible spheres. In 1962 an alternative formulation for acoustic radiation force dependent on the spatial gradients of the time-averaged kinetic and potential energies was derived by Gor'kov^[5].

Acoustic radiation force acting on the particles demonstrates broad application prospects, such as acoustic levitation^[6], particle manipulation techniques^[7] and biomedical techniques^[8]. Ultrasonic manipulation of the particles in the micro system has a more in-depth development. For example, microfluidic system is a result of the development of particle manipulation using ultrasonic in a microchip system, and it has a variety of particle control action mainly in the particle capture, arrangement and sorting^[9-10]. Ultrasonic control also has developed in spatial dimension, from one-dimension to two-dimension and three-dimension^[11-12].

Among the ways of processing silicon surface micro-structures, the chemical etching method has been widely used for mono-crystalline silicon. However, this method has shown some disadvantages for mc-silicon. To ensure better machining quality and solar energy conversion efficiency of mc-silicon as well, a new kind of method about the action of silicon corrosion is introduced, which is under the ultrasonic standing waves. The reaction of the particle's motion control is achieved through the establishment of ultrasonic standing waves, which makes the corrosion area arranged orderly. This article applies orthogonal ultrasonic standing waves on particle's control to micromachining of polycrystalline silicon for light trapping structure. This article establishes one-dimensional and two-dimensional equations of particle's motion in ul-

* Received date: 2014-09-18; Revised date: 2014-11-04

Foundation item: supported by National Natural Science Foundation of China (51175134)

Biography: Wu Liqun(1965—), male, Ph. D, professor, is engaged in the micro-nano machining, ultrasonic levitation research; hduymh@163.com

文章编号:1672-6413(2014)03-0003-02

解析法设计阶梯型变幅杆可靠性研究*

蔡耀中, 吴立群, 杨贤龙

(杭州电子科技大学 机电工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 通过有限元法验证了阶梯型变幅杆解析法设计的可靠性。首先利用传统解析法设计了一种常用阶梯型变幅杆, 然后通过有限元分析软件 ANSYS Workbench 12.1 进行了模态分析和谐响应分析, 把仿真得到的变幅杆固有频率、小端面的振动位移以及变幅杆的应力值和解析法设计值进行比较, 验证了解析法的可靠性。

关键词: 阶梯型变幅杆; 解析法; 模态分析; 谐响应分析; 可靠性

中图分类号: TP391.77 文献标识码: A

0 引言

超声变幅杆是连接换能器和工具的过渡元件, 在不考虑工具负载的情况下, 变幅杆的振动问题实际上是在换能器输出端机械信号谐响应下的受迫振动问题。根据振动理论, 要得到工具端面最大的振动幅值, 应使得设计的变幅杆固有频率和工作频率相同, 也使得变幅杆在工作中达到谐振状态^[1]。目前, 超声变幅杆的设计主要采用解析法, 这种方法虽然物理意义明确, 但是这种方法设计出来的变幅杆往往需要修正, 以往确定变幅杆的固有频率通常采用试验的方法, 比较费时费力。有限元法是把具有无限多自由度的弹性连续体离散为只有有限个自由度的单元几何体, 使问题简化为适合于数值解法的结构型问题, 这样只需要通过有限元分析就能发现设计是否合理, 同样也可以验证解析法设计的是否可靠。本文利用 ANSYS Workbench 12.1 对某一应用的阶梯型超声变幅杆进行了模态分析, 提取了变幅杆的固有频率, 并比较了其与设计频率的差值, 利用谐响应分析对变幅杆的输出位移和应变情况进行了分析, 以进一步验证其可靠性。

1 阶梯型变幅杆解析法设计

本文主要研究的是来源于某课题中的一种阶梯型变幅杆, 变幅杆的材料为 40Cr 钢, 主要参数为: 弹性模量 $E=200$ GPa, 泊松比 $\gamma=0.3$, 密度 $\rho=7\ 800$ kg/m³, 疲劳极限 $[\sigma]=300$ MPa。变幅杆工作频率为 $f=30$ kHz, 放大系数为 $M_p=3.24$, 大、小端半径分别为 $R_1=20$ mm、 $R_2=11$ mm。选择变幅杆中点处为节点, 考虑固定需要, 在节点附近设计了厚为 2 mm 的法兰盘, 变幅杆中部的 $\phi 3$ mm 小孔是为了课题需要。经解析法^[2]计算得到的变幅杆尺寸如图 1 所示。

2 用 Workbench12.1 对变幅杆进行模态分析

2.1 模态分析

在 Workbench12.1 模型树中选择 Model 分析模块^[3], 导入用 SolidWorks 建立的变幅杆模型, 新建变幅杆的材料为 40Cr, 并添加给模型。网格划分尺寸采用默认设置, 得到的模型网格划分结果如图 2 所示。在分析求解设置过程中, 设置求解频率区间为 15 kHz~35 kHz^[4], 求解的阶数为 10 阶, 考虑具体情况在法兰盘处施加完全约束, 进行模态分析, 共得到 8 阶频率, 如图 3 所示。

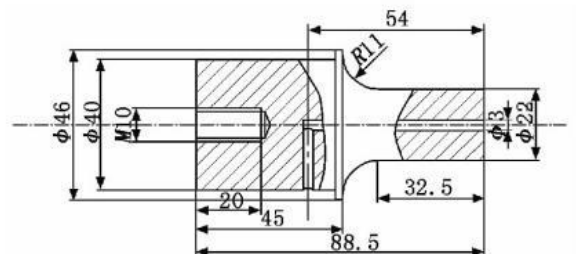
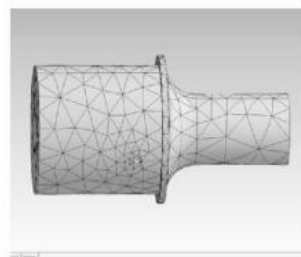


图 1 解析法设计的变幅杆结构尺寸



Tabular Data		
	Mode	Frequency [Hz]
1	1.	10201
2	2.	14761
3	3.	19531
4	4.	22957
5	5.	22971
6	6.	29550
7	7.	31523
8	8.	31577

图 2 模型网格划分结果 图 3 模态分析得到的各阶频率

选择与设计频率相接近的 5, 6, 7 阶进行分析, 得到如图 4 所示的对应阶数的振型图。从图 4 可以看出: 与谐振频率最接近的固有频率为 29 550 Hz, 在此

* 国家自然科学基金资助项目 (51175134)

收稿日期: 2013-09-25; 修回日期: 2013-12-15

作者简介: 蔡耀中 (1988-), 男, 安徽怀宁人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 多晶硅表面微加工。

· 研究报告 ·

超声驻波场粒子二维运动控制机理与模型研究*

杨贤龙[†] 吴立群 巢炎

(杭州电子科技大学 机械工程学院 杭州 310018)

摘要 为了将正交超声驻波技术用于多晶硅陷光结构网格化微加工,以达到均匀加工的目的,本文从理论、模拟和实验等方面研究了粒子由无规则排列到超声作用后形成二维网格状排列的运动过程,网格化控制机理,并建立了二维运动方程。计算机仿真结果与实验结果一致,表明应用超声驻波进行网格化微纳加工设想是可行的。

关键词 正交超声驻波,粒子控制,多晶硅,网格化微加工

中图分类号: TB559 文献标识码: A 文章编号: 1000-310X(2014)03-0258-06

DOI:10.11684/j.issn.1000-310X.2014.03.010

Particles motion controlling and modeling in two-dimensional ultrasonic standing waves

YANG Xianlong[†] WU Liqun CHAO Yan

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract In order to achieve the uniform processing on the surface of multi-crystalline silicon (mc-Si) solar cell, this paper presents orthogonal ultrasonic standing wave to manufacture regular morphology on the surface of mc-Si to improve the light trapping. The theory of particle motion formatting the grid-like arrangement in the field of ultrasonic standing wave was studied, and a two-dimensional model of motion was established. The process of particle motion was programmed and simulated. A experiment has been designed to test the efficiency of particle motion controlling and modeling, and the result illustrates that the application of ultrasonic standing wave grid micromachining is feasible to control particle motion.

Key words Orthogonal ultrasonic standing wave, Particle control, Multicrystalline silicon, Grid micromachining

1 引言

处于声场中的粒子会受到声辐射力的作用,这

种力是由声场的非线性现象而产生。这种现象在19世纪末期首先由 Kundt 和 Lehman^[1] 所描述,然后由 Rayleigh^[2] 进行了一些细节上的研究。1934年 King^[3] 经过严密推导,首次计算了驻波场中刚性

2013-06-05 收稿;2013-07-19 定稿

* 国家自然科学基金项目(51175134);浙江省自然科学基金项目(Y1100335);浙江省科技厅公益性项目(2010c31058);杭州电子科技大学机械工程学院优硕论文基金项目(JX13LW06)

作者简介:杨贤龙(1988-),男,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向:硅表面微结构设计及加工。

吴立群(1965-),男,教授。巢炎(1971-),男,副教授。

[†] 通讯作者:杨贤龙, E-mail: yangxl1412@163.com

Article

A Novel Fabricating Process of Catalytic Gas Sensor Based on Droplet Generating Technology

Liqun Wu ¹, Ting Zhang ¹, Hongcheng Wang ^{1,*}, Chengxin Tang ² and Linan Zhang ¹

¹ School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; wuliqun@hdu.edu.cn (L.W.); 172010042@hdu.edu.cn (T.Z.); zhanglinan@hdu.edu.cn (L.Z.)

² School of Media and Design, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China; tcx@hdu.edu.cn

* Correspondence: wanghc@hdu.edu.cn; Tel: +86-571-8691-9052

Received: 25 November 2018; Accepted: 15 January 2019; Published: 20 January 2019



Abstract: Catalytic gas sensors are widely used for measuring concentrations of combustible gases to prevent explosive accidents in industrial and domestic environments. The typical structure of the sensitive element of the sensor consists of carrier and catalyst materials, which are in and around a platinum coil. However, the size of the platinum coil is micron-grade and typically has a cylindrical shape. It is extremely difficult to control the amount of carrier and catalyst materials and to fulfill the inner cavity of the coil, which adds to the irreproducibility and uncertainty of the sensor performance. To solve this problem, this paper presents a new method which uses a drop-on-demand droplet generator to add the carrier and catalytic materials into the platinum coil and fabricate the micropellistor. The materials in this article include finely dispersed Al₂O₃ suspension and platinum palladium (Pd-Pt) catalyst. The size of the micropellistor with carrier material can be controlled by the number of the suspension droplets, while the amount of Pd-Pt catalyst can be controlled by the number of catalyst droplets. A bridge circuit is used to obtain the output signal of the gas sensors. The original signals of the micropellistor at 140 mV and 80 mV remain after aging treatment. The sensitivity and power consumption of the pellistor are 32 mV/% CH₄ and 120 mW, respectively.

Keywords: gas sensor; micropellistor; microdroplet; pulse inertia force; methane

1. Introduction

Catalytic combustion type gas detectors that operate on catalytic oxidation of combustible gases are widely used for detecting gas concentration and maintaining it at below the lower explosion limit (LEL) [1]. It is an effective means to prevent explosive accidents in industrial and domestic environments [2,3]. The combustible gases include hydrogen (H₂), methane (CH₄), carbon monoxide (CO), organic vapors, etc. As is shown in Figure 1, the widely applicable structure of the sensitive element (called a pellistor) in the catalytic combustion type gas detectors consists of a porous structure and a platinum coil [4,5]. Therefore, the pellistor is a kind of solid phase gas sensor [6] and has a much higher sensitivity, though much effort has been put into developing a silicon microheater potentially with a high-temperature and low-power consumption [7,8]. The porous structure, constructed around the platinum coil, is called a carrier. On the inner surface is catalyst which has a catalytic effect during the detecting process. The platinum coil can heat the catalyst to a sufficiently high temperature, at which any flammable gas molecules present can produce flameless combustion [9,10] and release combustion heat. Besides that, the Pt coil serves not only as a catalyst heater, but also as a resistance thermometer.

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2019.07.018

本文引用格式: 张婷, 王洪成, 陈让让, 等. 阀笼式调节阀套筒窗口形状设计与流量特性分析 [J]. 机床与液压, 2019, 47(7): 80-84.
ZHANG Ting, WANG Hongcheng, CHEN Rangrang, et al. Window Shape Design and Flow Characteristic Analysis of Caged Regulating Valve Sleeve [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2019, 47(7): 80-84.

阀笼式调节阀套筒窗口形状设计与流量特性分析

张婷, 王洪成, 陈让让, 吴立群

(杭州电子科技大学机械工程学院, 浙江杭州 310018)

摘要: 我国的阀笼式调节阀技术起步晚, 传统的设计过程常常依赖经验公式, 产品的实验结果与设计要求存在较大误差。因此, 以阀笼式调节阀套筒为设计对象, 基于阀笼式调节阀的孔板流量计原理, 推导得到套筒横截面积的通用公式和4种流量特性(直线型流量特性、等百分比型流量特性、抛物线型流量特性和快开型流量特性)不同开度下套筒的横截面积, 建立模型并用FLUENT软件进行仿真模拟, 将调节阀在不同开度下相对流量的实验值与理想设计值进行对比。结果表明: 此设计方法在调节阀开度为30%~80%时具有可靠性, 不仅有效满足设计要求, 而且该方法设计周期短、成本低、精度高。此外, 通过推导的阀笼式调节阀套筒的通用面积公式, 可改变套筒进口处和出口处的压力值和不同固有流量特性要求, 得到符合特定要求的套筒, 故具有一定的工程应用价值。

关键词: 阀笼式调节阀; 流体仿真; 套筒窗口设计; 固有流量特性

中图分类号: TH137.52+2

Window Shape Design and Flow Characteristic Analysis of Caged Regulating Valve Sleeve

ZHANG Ting, WANG Hongcheng, CHEN Rangrang, WU Liquan

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang 310018, China)

Abstract: Caged regulating valve technology development is started late in our country. The traditional design process often depends on empirical formula. There is a great error between the experimental results and the design requirements of the product. Therefore, taking the sleeve of caged regulating valve as the design object, based on the theorem of orifice-plate flowmeter, general formulae for the cross section of sleeve and cross section area under different opening of sleeve of four kinds of flow characteristics (linear flow characteristics, equal percentage flow characteristics, parabolic flow characteristics and fast open flow characteristics) were obtained. The model was built and simulation was made with FLUENT software. The experimental values of the relative flow of the regulating valve under different open degrees were compared with the design values. The simulation results show that the design method is reliable when the control valve opening is 30%~80%, which not only meets the design requirements effectively, but also has short design cycle, low cost and high accuracy. In addition, through the general area formula of the caged regulating valve's sleeve, sleeve with specific requirement can be gotten through change the pressure value of the inlet and outlet of the sleeve and different inherent flow characteristics, so it has certain engineering application value.

Keywords: Caged regulating valve; Fluid simulation; Sleeve window design; Inherent flow characteristics

0 前言

阀笼式调节阀在自动化控制过程中起着关键的作用, 它是工业生产控制中的重要部件, 由一系列的运动元件构成, 调节阀的运动元件按照职能的不同分为执行部件和阀门部件两部分^[1]。

调节阀工作时, 阀瓣沿着套筒安装轴线上运动遮挡窗口面积, 从而改变流通窗口面积。流体从下管道流入, 经过套筒窗口, 从上管道流出^[2]。由于阀瓣的行程和流出体积之间不同的函数关系, 因此形成了

各种流量特性。因此, 调节阀工作过程中为实现特定流量特性要求和流体进出口压力调节功能, 需要设计符合要求精度的阀笼式调节阀套筒结构^[3]。

国内的调节阀技术发展起步较晚, 技术人员用于设计的经验公式与实验结果有较大的误差^[4]。传统的调节阀设计过程中缺少新技术的应用, 也缺少在实际工况下的模拟仿真过程, 故本文作者从阀笼式调节阀流量特性的孔板流量计原理和流体力学的连续性方程推导调节阀横截面积的设计公式。为满足在不同开度

收稿日期: 2017-12-06

基金项目: 浙江省自然科学基金资助项目(LQ17E050012); 国家自然科学基金项目面上项目(51775154); 杭州电子科技大学研究生科研创新基金项目(CXJJ2018021)

作者简介: 张婷(1995—), 女, 硕士研究生, 主要从事微流控方向的研究及其应用。E-mail: 172010042@hdu.edu.cn。

通信作者: 王洪成(1985—), 男, 博士, 讲师, 主要研究流体驱动控制技术及其应用。E-mail: wanghc@hdu.edu.cn。

基于超声复合场的空间 悬浮微粒任意点输运方法

庄 龙 吴立群 杜锡标 张俐楠

杭州电子科技大学, 杭州, 310018

摘要:提出了基于超声复合场驱动微粒悬浮输运方法。首先从超声相控阵列的延时聚焦原理出发,建立了空间任意点聚焦模型和作用力公式,然后利用超声驻波场辐射力计算方法,建立了微粒在超声复合场下的运动控制模型和驱动力公式。通过 MATLAB 模拟复合声场,分析了影响聚焦性能和控制性能的因素,给出了初步实验验证结果。最后提出了任意控制微粒运动的超声复合场驱动方案。

关键词:内加工;超声悬浮;复合场;微粒输运

中图分类号:O426.9

DOI:10.3969/j.issn.1004-132X.2015.22.010

Approach to Arbitrary Transportation of Suspended Particles Based on Ultrasonic Composite Field

Zhuang Long Wu Liqun Du Xibiao Zhang Linan

Hangzhou Dianzi University, Hangzhou, 310018

Abstract: A particle suspension transport method was proposed based on ultrasonic composite field. Firstly, the array focusing model and accumulated force equation were established based on phased array ultrasonic cells delay, then integrated with the standing wave ultrasonic field radiation force calculation method, the particle motion control model and driving force formula under the combined ultrasound field were introduced. Through the MATLAB simulation of complex ultrasound field, the factors that affected the focusing performance and control performance were analysed, and the preliminary test results were given and discussed. Finally, arbitrary control scheme of particle motion was put forward by compound ultrasonic driving field.

Key words: inner machining; ultrasonic suspension; composite field; particle transportation

0 引言

随着激光内加工技术的兴起,超声内加工技术应运而生。内加工技术要求将加工能量和加工工具(以下简称微粒)直接送到加工对象内部去,直接加工制造内部结构^[1]。本课题组曾提出了一种非透明材料内部结构直接加工方法,即基于超声悬浮的内部直接加工技术。该方法与激光内加工技术相比具有加工成本低、可面向非透明材料和利用多种能量效应等优点,但与激光内加工技术相比,超声驻波悬浮加工只能将加工能量或加工微粒设置在驻波节点半波长以内的空间范围内移动,且受构件形状条件制约,不能全空间内任意运动;同时,在超声波传递过程中,能量损失较大

且存在较大的阻抗不匹配引起的加工噪声和运动不稳定性。超声内加工技术要求超声悬浮微粒在空间内任意点运动,类似激光聚焦一样可任意操纵、动态控制。本课题旨在研究超声驻波与超声阵列聚焦复合场驱动微粒悬浮输运数学模型和任意点运动控制方案。

1 超声相控原理及聚焦声场研究

参考激光内加工技术,引入超声阵列聚焦方法,基于超声驻波技术,驱动微粒任意点运动。

1.1 超声相控阵列的聚焦原理

图 1 所示为超声相控阵列聚焦模型。对于有 n 个阵元的阵列来说,如果所有的阵元都同时发射超声波,设第 i 个阵元在 Q 点的声压为 p_i ,可得点 Q 的总声压:

$$p = \sum_{i=1}^n p_i$$

收稿日期:2015-05-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51175134);浙江省自然科学基金资助项目(LZ15E050004;LY15E050024)

Metal-assisted chemical etching of silicon 3D nanostructure using direct-alternating electric field

Xiaodong Jiao¹ · Yan Chao¹ · Liqun Wu¹ · Anqi Yao¹

Received: 2 August 2015 / Accepted: 25 October 2015 / Published online: 5 November 2015
© Springer Science+Business Media New York 2015

Abstract Metal-assisted chemical etching (MaCE) of silicon (Si) is a well-used method for the fabrication of Si nanostructures. To simplify the control etching for the fabrication of Si 3D nanostructures, we developed a new method using direct-alternating electric field to control the etching direction. We examined the MaCE process in the electric field, and evaluated the effect of different electric field frequencies and ultrasonic ion bubbles on the production of Si nanostructures. The results demonstrate that electric fields can effectively control etching direction and can be used to fabricate Si 3D nanostructures. Optimization of the electric current density and electric field frequency range has been performed.

1 Introduction

Silicon nanostructures exhibit promising application potentials in the fields of opto-electronics [1], biochemical sensors [2], Micro and Nanoelectromechanical Systems [3], energy conversion, and energy storage [4]. Controllable fabrication of Si nanostructures is a prerequisite for their application. Various methods can be used to fabricate Si nanostructures, including vapor–liquid–solid (VLS), reactive ion etching (RIE), electron beam lithography (EBL) [5] and metal-assisted chemical etching (MaCE). Fabricating complex 2D and 3D geometry is challenging for all of these techniques, however, and can be cost-prohibitive [6]. Metal-assisted chemical etching has attracted

increasing attention in recent years because it allows cost-efficient fabrication of Si nanostructures with high feature fidelity and high aspect ratio.

In MaCE, a metal catalyst is used to locally increase the silicon dissolution rate in a solution containing hydrofluoric acid and an oxidizing agent by creating a localized galvanic cell around the metal catalyst particle. The etching process starts as H_2O_2 is catalytically reduced on the metal catalyst to form a local cathode which consumes the electrons from silicon atoms. Silicon atoms are oxidized to Si^{4+} or Si^{2+} with the reaction continuing as the metal catalyst travels into substrate as the silicon around and beneath the metal catalyst is dissolved. Obviously, the movement track of the metal catalyst determines the structure in MaCE, and H_2O_2 affects the etching rate, direction, and feature fidelity. In addition, the etchant composition, crystallographic orientation, metal catalyst material and etching temperature can also affect the etching direction [7–9]. The ability of controlling the etching direction is critical for fabricating complex 2D and 3D nanostructures and fabricating real-world devices for scientific and industrial uses. Numerous articles report strategies for control of the etching direction by limiting the motion of the metal catalyst [9–13]. Owen et al. [12] report a new method of fabricating complex 3D nanostructures with high feature fidelity using a shaped metal catalyst in MaCE. Others have reported that an etchant with different molarity ratio of H_2O_2 to HF can affect the movement direction of metal catalyst as well as etching direction [7, 9, 14, 15]. In an etchant with a high [HF]/[H_2O_2] ratio, a Si (111) wafer is etched along $\langle 100 \rangle$ direction. When the ratio is sufficiently low, etching direction proceeds along the $\langle 111 \rangle$ direction [7]. The back bond strength and the surface oxidation state of Si contribute to the etching direction, among other factors [16], but $\langle 100 \rangle$ direction is the preferential etching direction of Si. Much research has been dedicated to control of the etching

✉ Xiaodong Jiao
jxdear@163.com

¹ School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China

团队研究生就业情况汇总

序号	学号	姓名	性别	籍贯	专业	类别	导师	毕业/实习去向	单位性质	岗位
1	1420100083	翟壮	男	河南南阳	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群	单位：中国工商银行股份有限公司南阳分行	国企	金融业务人员
2	141010022	庄龙	男	江西鹰潭	机械工程	全日制学术型硕士	吴立群	单位：浙江零跑科技有限公司	私企	工程技术人员
3	151010013	郭亚杰	男	河南许昌	机械工程	全日制学术型硕士	吴立群	单位：杭州市富特科技股份有限公司	其他企业	结构工程师
4	152010064	郭佳伟	男	浙江金华	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群	单位：浙江大华系统工程有限公司	其他企业	技术支持工程师
5	152010075	赵苗苗	女	山东济南	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群, 王洪成	单位：宁波舜宇光电信息有限公司	三资企业	工装结构设计
6	151010025	郑伟	男	浙江湖州	机械工程	全日制学术型硕士	吴立群, 张俐楠	单位：浙江天能能源科技股份有限公司	其他企业	结构工程师
7	161010028	程从秀	男	安徽安庆	机械工程	全日制学术型硕士	吴立群, 张俐楠	单位：杭州华为通讯有限公司	其他企业	工程技术人员
8	162010046	陈让让	男	安徽亳州	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群, 王洪成	单位：杭州海康威视数字技术股份有限公司	其他企业	工程技术人员
9	162010049	李文斌	男	湖南邵阳	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群	单位：威亨国际科技股份有限公司	事业单位	其他人员
10	162010076	汤晓峰	男	安徽六安	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群, 杨国伟	单位：杭州华为通讯有限公司	其他企业	工程技术人员
11	172010046	朱尔亮	男	浙江金华	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群	单位：杭州海康威视数字技术股份有限公司	其他企业	工程技术人员
12	172010042	张婷	女	浙江湖州	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群, 王洪成	单位：杭州海康威视数字技术股份有限公司	其他企业	工程技术人员
13	172010025	孙飞龙	男	安徽阜阳	机械工程	全日制专业学位硕士	吴立群	单位：杭州海康威视数字技术股份有限公司	其他企业	工程技术人员
14	172010013	郭子望	男	内蒙古包头	机械工程	全日制专业学位硕士	张俐楠	单位：杭州海康威视数字技术股份有限公司	其他企业	工程技术人员

实习证明

兹证明，杭州电子科技大学 学校 机械工程 专业 郭子望 同学于 2019年03月01日 至 2019年5月15日 在我司 产品研发中心 进行实习，任职岗位为 新产品导入工程师，特此证明！



杭州海康威视数字技术股份有限公司

地址：浙江省杭州市滨江区阡陌路 555 号（二期）

2019 年 5 月 15 日

实习证明

兹证明，杭州电子科技大学 学校 机电工程 专业 孙飞龙 同学于 2019年05月06日 至 2019年5月15日 在我司 产品研发中心 进行实习，任职岗位为 嵌入式软件开发工程师，特此证明！



杭州海康威视数字技术股份有限公司

地址：浙江省杭州市滨江区阡陌路 555 号（二期）

2019 年 5 月 15 日

实习证明

兹证明，杭州电子科技大学 学校 机械工程 专业 张婷 同学于 2019 年 03 月 28 日至 2019 年 5 月 10 日在
我司 产品研发中心 进行实习，任职岗位为 结构设计工
程师，特此证明！



杭州海康威视数字技术股份有限公司

地址：浙江省杭州市滨江区阡陌路 555 号（二期）

2019 年 5 月 10 日

« 返回 | 回复 回复全部 转发 删除 彻底删除 举报 拒收 标记为... 移动到... »

朱尔亮同学，欢迎加入海康威视！ ☆

发件人：顾晓丽 <guxiaoli@hikvision.com>
时间：2019年5月10日(星期五) 上午10:14
收件人：zhuerliang@yeah.net <zhuerliang@yeah.net>
抄送：于洋15 <yuyang15@hikvision.com>; 朱徐立 <zhuexuli@hikvision.com>
附件：1 个 (附件：在证明模板.docx)

纯文本

朱尔亮 同学：
您好！

诚挚邀请您到我司实习，具体报道信息如下：

报道时间：2019.5.16（周四）

具体的时间点清查收入职前一天的短信及邮件通知

职位：嵌入式软件开发工程师（实习）

工资：**150元/天，全勤奖200元/月**

报道所需材料：

1. 身份证原件及复印件**1份**
2. 学生证原件及复印件**1份**
3. 彩色一寸照**2张**
4. 预先办理工商银行卡**1张**（不限开户地区）

[清空]

@ye...

校十佳导学团队证明



杭电要闻

important

2019 ▾ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

- 我校教师在第六届全国高校电工电... 05-15
- 点赞杭电人 | 姚英彪：学生心目中... 05-15
- 我校学子在“LSCAT”杯浙江省口... 05-14
- 我校获批国家级、省级专业技术人... 05-13
- 校首届问鼎讲坛文化节启动仪式暨... 05-13
- 第十四届中国研究生电子设计竞赛... 05-11
- 我校材料科学学科首次进入ESI全... 05-10
- 奥地利驻华公使访问我校 05-10
- 校首届科创竞赛文化节启幕 05-09
- 福建省科技厅副厅长林浩然率相关... 05-09
- 杭州副市长、钱塘新区党工委书记... 05-08
- 点赞杭电人 | 徐小良：打造“高校... 05-08
- 校领导慰问“浙江省劳动模范”严... 05-06

1 2 3 4 5 6 下页



杭州电子科技大学官
方微信



杭州电子科技大学官
方微博

校第二届研究生“我心目中的好导师”暨“十佳导学团队”评选产生

作者：admin 来源：研工部 时间：2018-11-29 点击量：14066

11月28日下午，校第二届研究生“我心目中的好导师”暨“十佳导学团队”评选会在下沙校区科技馆二楼报告厅举行。省教育厅宣教处副处长级调研员丁晓，我校副校长徐江荣，研究生院、校工会以及各研究生培养学院负责人，各学院辅导员、学生代表和啦啦队参加。



徐江荣在致辞中指出，研究生导师是研究生思想政治教育的首要责任人，是研究生培养的重要学术引路人、思想引导者、生活指导者。希望通过本次活动，树立一批师德高尚、业务精湛、深受学生喜爱的优秀研究生导师典型，挖掘我校优秀研究生导学团队，传播正能量，营造和谐先进的导学文化氛围。

评选会上，来自15个研究生培养学院的17位主推荐人及导学团队进行了现场展示。同学们通过PPT演讲、演唱、舞蹈、话剧等丰富多彩的形式，讲述了感人至深的导学故事，向评委和观众展示了自己导师的风采。

经过专家评审团和学生大众评审团现场投票，电子信息学院程知群、机械工程学院吴立群、管理学院高海霞、会计学院辛金国、外国语学院谭惠娟、理学院邓重阳、经济学院李晓钟、通信工程学院姚英彪、计算机学院张建辉、生仪学院吴开华等10位导师及其所在团队被评为第二届研究生“我心目中的好导师”暨“十佳导学团队”。

据悉，学校将在12月中旬举行的研究生创翼文化节闭幕式暨表彰大会上对“我心目中的好导师”和“十佳导学团队”进行表彰。（研工部/文 焦点摄影/摄）