

# 新型半导体制热材料研发及产业化

R&D and industrialization of MOSH semiconductor heating materials

中熵科技（北京）有限公司

01

## 核心技术

Core technology

02

## 团队介绍

Team information

03

## 企业概况

Enterprise overview

04

## 发展规划

Development Vision



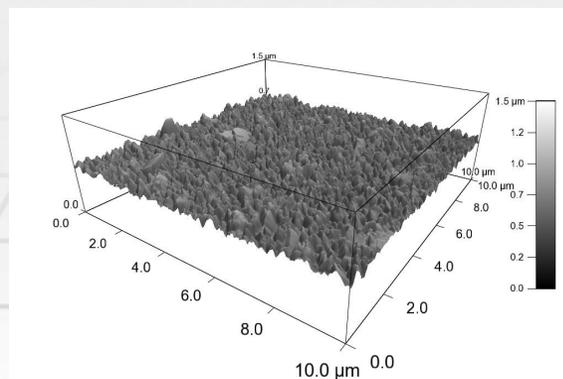
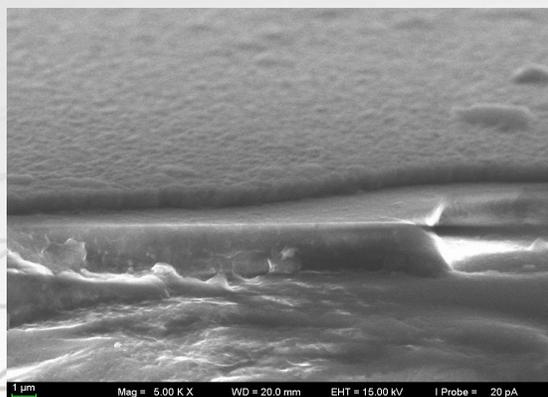
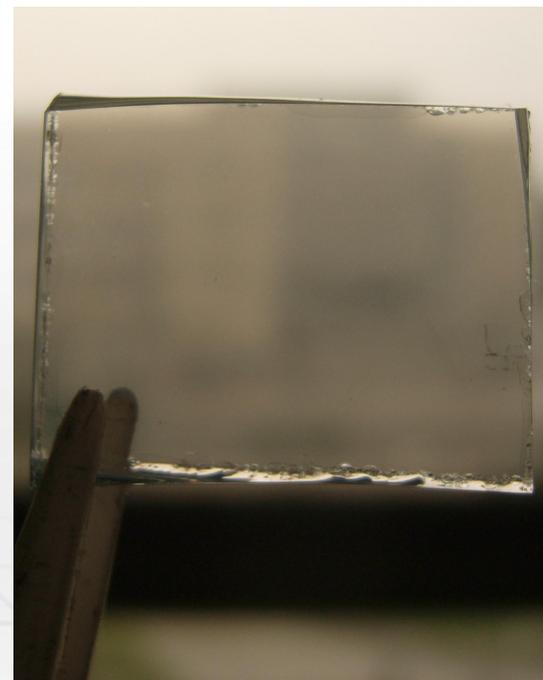
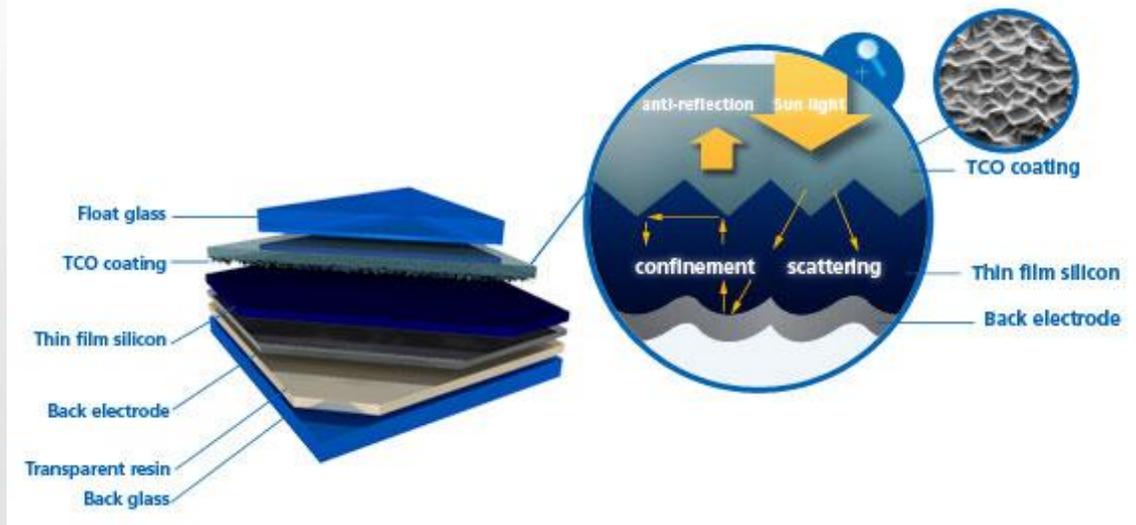
**01**

PART 01

**第一部分**

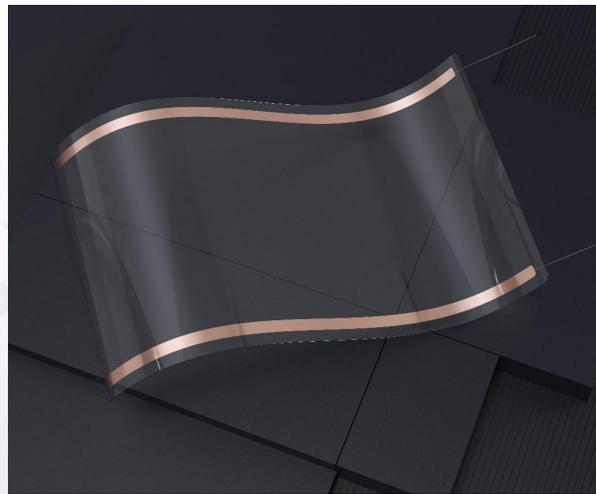
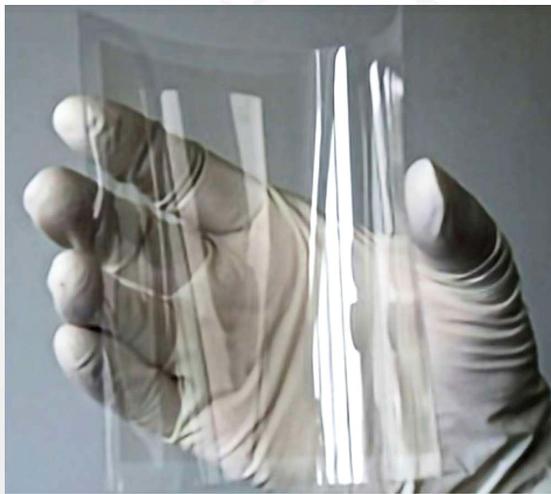
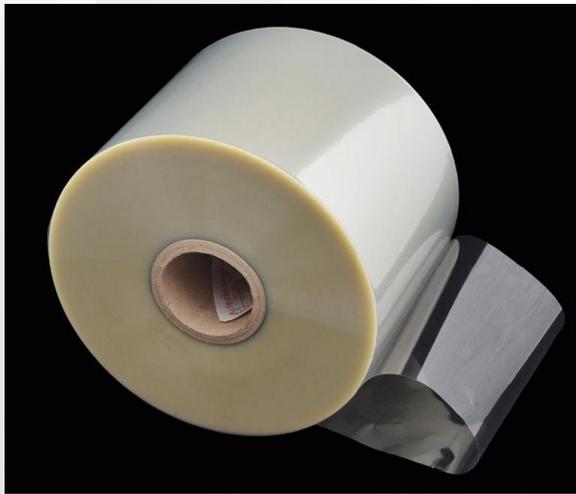
**核心技术**

在制备CIGS薄膜太阳能电池镀膜工艺中，偶然发现TCO层的瞬态电热效应，进而对其展开电热性能的深入研究。



# ENTROPY 制备方法

**首次实现高稳定、低成本的柔性透明半导体制热薄膜的制备，填补国内外空白。**



**新型半导体材料通过真空镀膜制作为厚度仅微纳米级的透明镀层或薄膜，进而通过丝网印刷等工艺制备为高效稳定的面热源，可应用于各个领域，通电即热，清洁高效，并通过智能化系统可对温度与能耗进行精确控制。**

本技术已通过专业机构进行全球范围内的检索证实是**世界首创**  
并已获得30余项国际、国内专利

报告编号: 2022XB2501796



## 科技查新报告

项目名称: 新型半导体制热材料关键功能膜层设计及研发

委托人: 中熵科技(徐州)有限公司

委托日期: 2022年02月22日

查新机构: 江苏省科技查新咨询中心  
(国家一级科技查新咨询单位)

完成日期: 2022年02月25日

中华人民共和国科学技术部  
二〇〇〇年制

### 六、查新结论

本委托项目“新型半导体制热材料关键功能膜层设计及研发”,主要科学技术特征如下:  
1、实现高稳定性柔性透明半导体制热薄膜的制备; 2、大尺寸高功率密度半导体制热薄膜规模化生产; 3、通过磁控溅射和激光耦合形成不同功能的制热薄膜。

国内相关数据库及网络检索结果显示,中国专利201910553877.6公开了一种可生物降解的柔性透明导电薄膜的制备方法,属于半导体技术领域,将粗纳米线溶液倒入纳米纤维素溶液中,磁力搅拌,得到共混溶液,旋涂于衬底,再在80-100℃下进行热处理,制得柔性透明导电薄膜。中国专利201710735705.1公开了一种制膜方法,用于在晶圆上溅射形成薄膜,通过向靶材施加脉冲直流溅射方式,实现在高功率下,增加溅射能量但并不增加薄膜的沉积速率,增加薄膜的致密性和生产稳定性。中国专利201410097876.2公开了一种石墨薄膜器件,具有优良的散热效果,能够满足大功率散热需求,满足高密度封装,通过将液相剥离法与半导体制备工艺有机结合,在目标器件表面制得石墨薄膜,便于生产大尺寸薄膜,适合量产。中国科学院大学开展了ITO/P1柔性透明导电薄膜的制备方法研究,以无色高透明性聚酰亚胺薄膜为基底,利用射频磁控溅射技术,在高基底温度下进行ITO透明导电层的制备。浙江大学采用直流反应磁控溅射法In-N共掺技术实现ZnMgO薄膜的p型转变,采用脉冲激光沉积法在玻璃衬底上生长了Al掺杂ZnO薄膜。中国科学院大学利用高频射频耦合直流溅射,产生高密度的等离子体,从而降低AZO靶上的溅射电压到最低值,对比磁控溅射和脉冲激光制备的AZO薄膜,发现磁控溅射沉积的样品的载流子浓度普遍偏低。

综合分析国内所检文献,并与本委托项目的查新点对比,结论如下:已见可生物降解的柔性透明导电薄膜的制备方法,在80-100℃下进行热处理,制得柔性透明导电薄膜的报道,但本委托项目所述高稳定性柔性透明半导体薄膜,兼具制热的功能,在所检文献中未见述及已见石墨薄膜器件,具有优良的散热效果,能够满足大功率散热需求,满足高密度封装,通过将液相剥离法与半导体制备工艺有机结合,便于生产大尺寸薄膜,适合量产的报道,但本委托项目所述半导体制热材料功能膜层,实现了制热薄膜的规模化生产,在所检文献中未见述及已见薄膜制备方法,采用直流反应磁控溅射法In-N共掺技术实现ZnMgO薄膜的p型转变,采用脉冲激光沉积法在玻璃衬底上生长了Al掺杂ZnO薄膜。

查新员(签字): 孙沐华

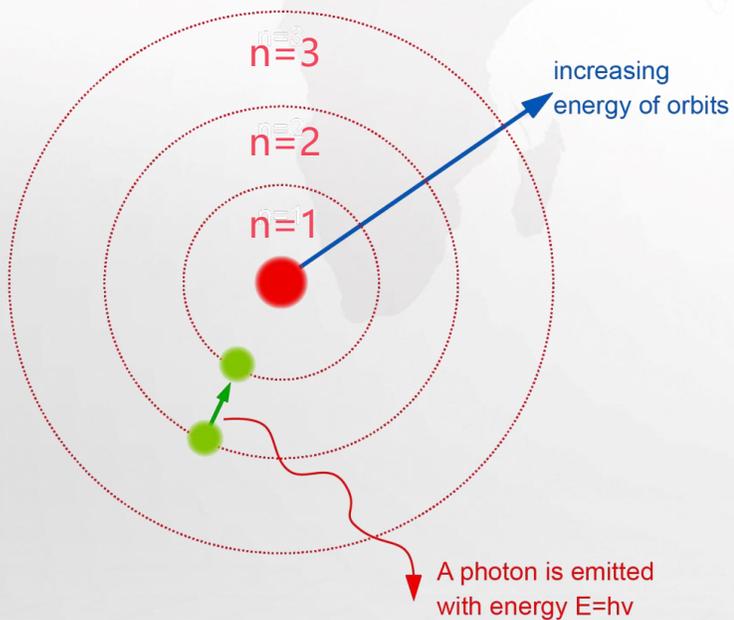
查新员职称: 工程师

审核员(签字): 顾峰

审核员职称: 研究员

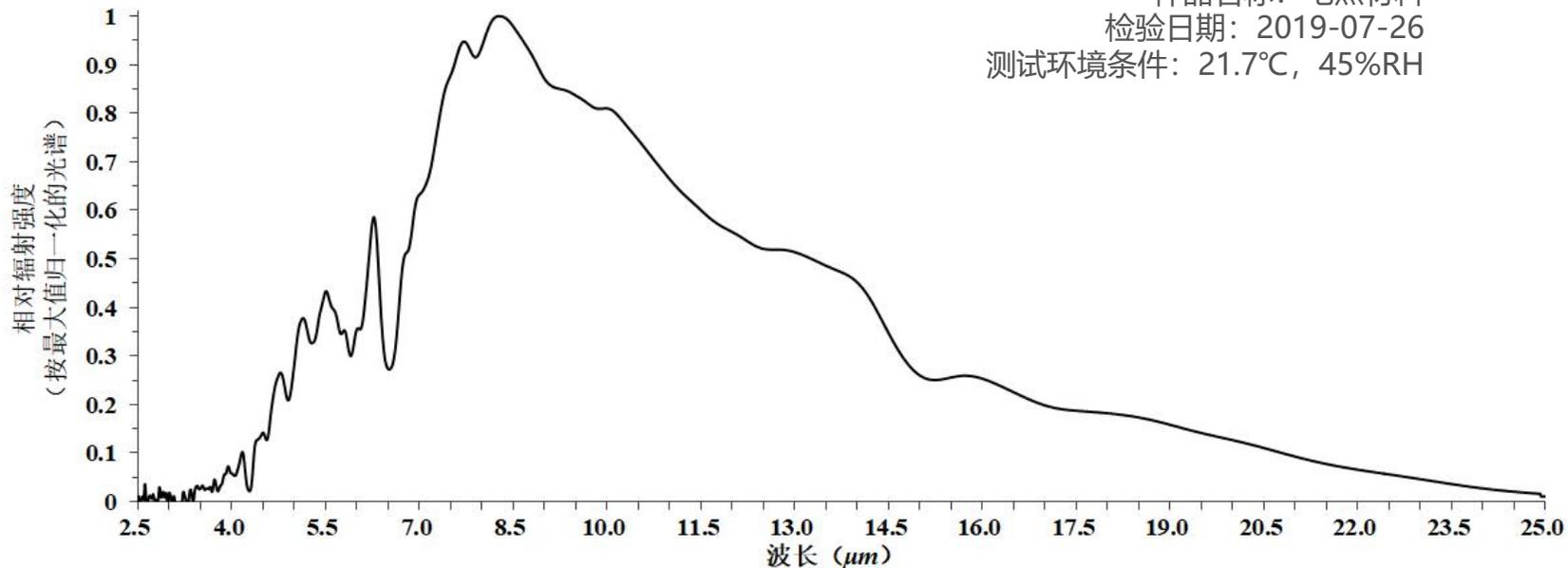


扫码查看查新报告结果



## 相对辐射能谱曲线

样品名称: 电热材料  
检验日期: 2019-07-26  
测试环境条件: 21.7°C, 45%RH



其基本原理是利用半导体的带内激发和带内退激发获得具有最佳热效应的远红外辐射热。半导体制热技术是一项基础性的材料和技术创新，原则上可以替代世界上所有的导电制热热源，技术优势十分明显。

核心技术

- 01 溅射靶材配方
- 02 膜层结构设计
- 03 溅射工艺窗口

现有技术关键问题

解决面热源闪络、高温点问题

解决电热辐射转效率过低问题

解决电极处打火、功率衰减问题

新型复合半导体制热薄膜及薄膜制备方法  
ZL202110531857.6

一种增强型远红外辐射半导体制热暖垫结构  
ZL202121092305.1

半导体发热芯片  
ZL202121055673.9

# ENTROPY 技术对比

性能指标/技术种类	发热电缆 (合金电阻丝、碳纤维等)	电热膜 (碳晶、石墨烯等)	新型半导体制热材料
市场	千亿级	千亿级	万亿级
工作寿命	10-20年	约10年	50年以上
安全性 (泄露电流/感应电压/防水等级)	-	0.25mA, 30-40V (裸膜), IPX7	0.01mA, 0.8-5V, IPX7
电磁辐射	0.1%	2%	0
温度均匀性	≤10°C 线热源	≤7°C面热源	≤0.1°C面热源
应用场景	伴热、防冻等	电采暖、保温	汽车玻璃除霜除雾、现代农业、航空航天等
缺点	受热不均匀, 容易热变形	不规范, 热损失较大	门槛高、制备难度大

## 建筑供暖



新型半导体制热材料是一项新型的社会性基础技术，应用范围涵盖众多领域。

## 新能源汽车

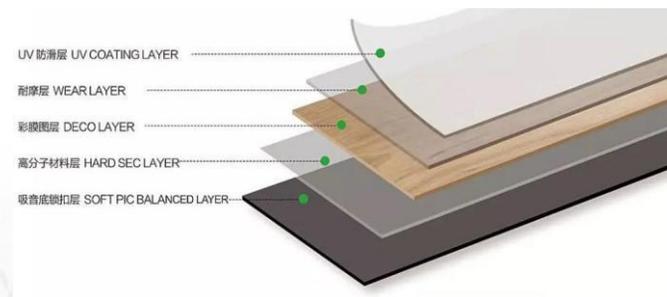


目前我们在建筑供暖、电动汽车制热、终端消费品等多个领域展开了研发探索及应用实践。

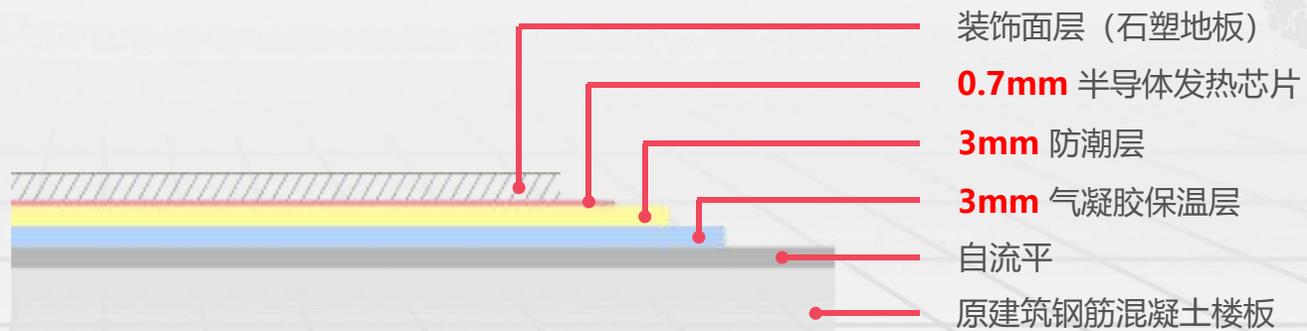
## 终端消费品



未来，新型半导体制热技术都将以清洁、高效、稳定、低成本的优势对传统的制热技术及产品进行升级替代。



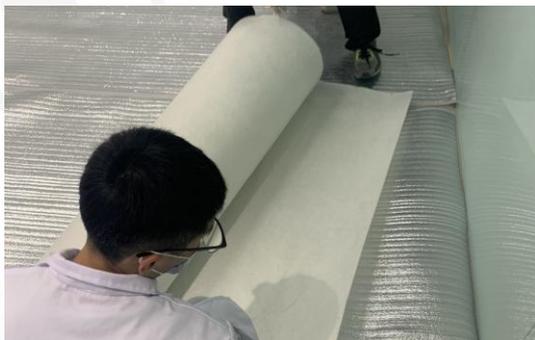
SPC (Stone Plastic Composites) 石塑锁扣地板



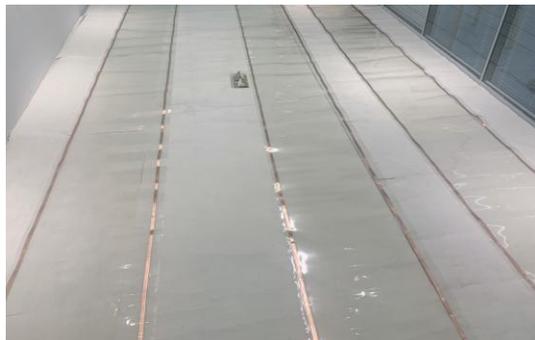
基层处理



防潮层铺装



保温层铺装



半导体发热芯片铺设

1

2

3

4

线缆连接

5



9

8

安装温控器

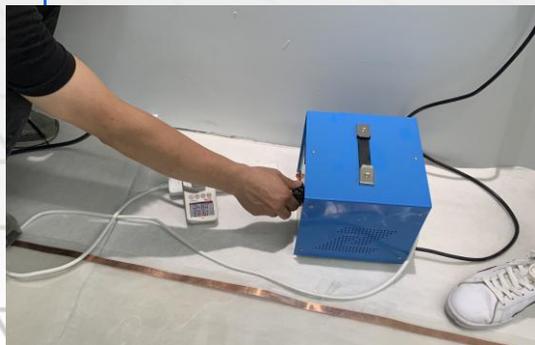
7

面层铺设

6

半导体发热芯片检测

工程验收





# 建筑领域应用案例：国家电网

## 国网北京电力科学研究院仿真实验



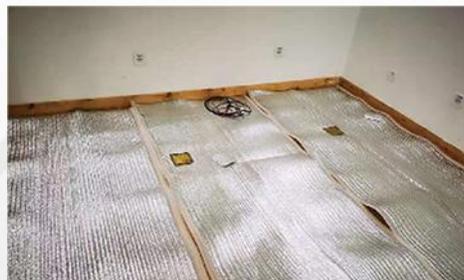
国家电网  
STATE GRID

## 碳中和愿景下的智慧供热

在于国网的技术交流与研讨中，新型半导体制热材料被给予了高度评价，有幸与北京电科院在国网仿真实验室对新型半导体材料进行了进一步的试验和论证，计划将选择示范工程进行实际验证，也可以选择学校等载体实现校园电气化。



于国网仿真实验室成立项目小组推进测试工作  
2021年7月7日



于国网仿真实验室样板间铺设施工  
2021年7月20日



碳中和愿景下智慧供热MOSH半导体制热技术交流会  
2021年7月2日



样板间实测数据记录与分析  
2021年7月底至8月初



# 建筑领域应用案例：智建美住

广联达智建美住江阴项目

Glodon 广联达



BOCSpace 智建美住

## 装配式高效能“工业级”绿色建造

新型半导体制热材料应用于智建美住位于江苏江阴的“智美云工厂”，是建设智慧移动建筑生产运营的总部基地，该项目具有节能降耗、低碳环保、安全抗震、可循环使用等特点，可满足当前建筑绿色化、节能化、智能化的发展趋势。



江阴智建美住智能建筑科技有限公司VIP室施工  
加热地暖安装完毕最终测试  
拍摄时间: 2021.09.10 11:02  
天气: 多云 31℃  
地点: 江阴市·延陵东路



工程记录  
施工内容: 江阴项目施工现场-清理现场  
拍摄时间: 2021.09.09 14:20  
天气: 多云 30℃  
地点: 江阴市·延陵东路



工程记录  
施工内容: 江阴项目施工现场-竣工验收  
拍摄时间: 2021.09.09 22:09  
天气: 多云 26℃  
地点: 江阴市·延陵东路



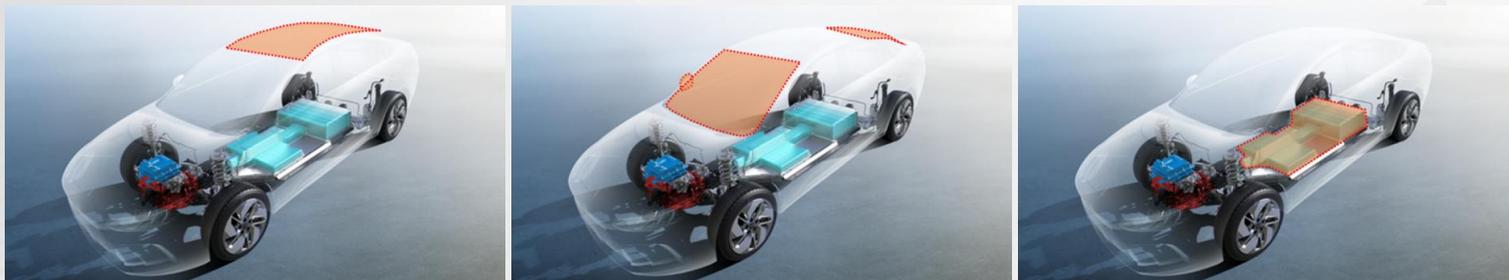
工程记录  
施工内容: 江阴项目施工现场-竣工验收, 纪念一下  
拍摄时间: 2021.09.09 22:13  
天气: 多云 26℃  
地点: 江阴市·延陵东路

北京汽车研究总院委托项目开发

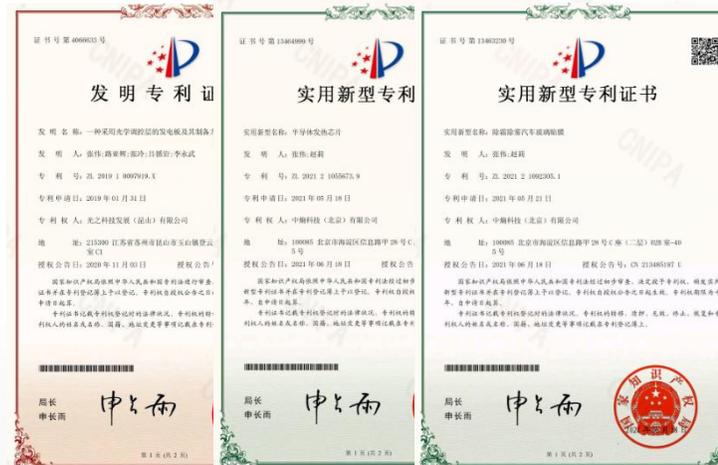


## 新型半导体制热材料在汽车领域中的应用研究

长期来看，中国正在实现能源转型，以非化石能源为主的电能将成为一次能源主体，一次能源消费中电气化率达到100%，在此大背景下，采用更清洁的电采暖方式无疑更符合当今发展趋势，也是未来化石能源采暖方式的最佳替代技术。



- (1) 前挡风玻璃除霜除雾
- (2) 泛越野多功能旅行车内恒温保温
- (3) 新能源汽车电池的温度控制（热管理）



至本建筑科技合作 自在博物农场



## 民宿分布式+辅助式供热解决方案

自在博物农场 If Garden 位于北京市顺义区马坡镇石家营村，是由自在博物出品，至本建筑科技联合设计的生态民宿。采用分布式采暖与辅助供暖产品结合，是此类应用场景最适宜的供热解决方案。

房间面积	建议配置	产品功率
7-12m <sup>2</sup>	120*75cm	900W
12-15m <sup>2</sup>	120*90 / 180*60cm	1100W
14-17m <sup>2</sup>	120*100 / 150*80 / 200*60cm	1200W
15-20m <sup>2</sup>	120*60cm (2联)	1400W
19-25m <sup>2</sup>	120*75cm (2联)	1800W
24-30m <sup>2</sup>	120*90cm*2幅	1100W*2



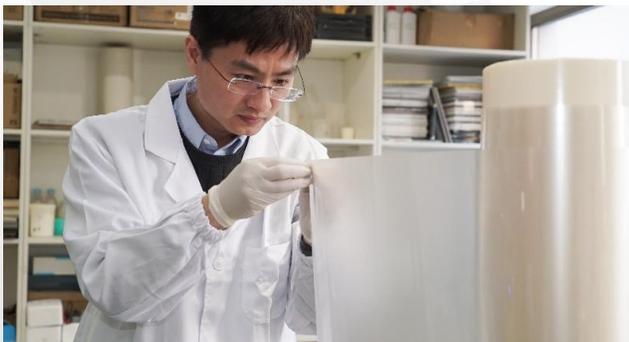


**02**

PART 02

**第二部分**

**团队介绍**



**张伟**

创始人兼首席科学家

清华大学能动系博士后

中国微米纳米技术学会高级会员

中国光伏行业协会会员

美国光学学会会员

韩国科学技术院Jung-Hyung KIM课题组合作研究员

发表论文17篇，其中SCI收录7篇，他引28次，EI收录9篇，他引25次。国内核心期刊1篇，已授权8项国家发明专利，申报发明和实用新型专利52项。

参与国家级科研项目3项、省部级科研项目2项、主持江苏省科技厅博士创新计划1项

江苏省重大成果转化基金项目1项，北京市科技计划专项课题1项

曾创造柔性CIGS薄膜太阳能电池单点光电转换效率19.23%的中国记录（中科院第三方检测），为柔性CIGS不锈钢衬底薄膜电池中国最高水平（世界纪录为20.4%），组件效率达15.6%，超“国家领跑者计划”13%的技术指标。

核心团队由清华大学博士后、博士及海归所组成，公司员工共60余人，**博士占公司员工总数22%，硕士占公司员工总数近60%。**



**袁可芳**

副总经理

泰国宣素那他皇家大学教育管理硕士中国防伪行业协会特聘专家、中国国家标准化管理委员会委员\北京未来包装研究院院长，曾任北京兆信信息技术股份有限公司副总经理。负责公司市场销售渠道拓展工作。



**王刚**

邳州工厂厂长

先后在顶新国际集团，天津津能，北京四方工作，从事非晶硅薄膜、铜铟镓硒CIGS、砷化镓光伏组件的工艺开发和生产管理，有20多年的半导体薄膜光伏电池工艺和管理经验。获得实用新型和外观专利共4件。



**熊好**

总经理助理

北京林业大学艺术设计本科，多年团队管理及企业品牌打造工作经验，先后担任清华同方、乐视影业品牌公关负责人，目前主要负责公司办公室管理等工作。



**朱小明**

邳州工厂副厂长

江苏大学材料学院无机非金属材料专业学士。深耕建筑施工行业多年，熟悉项目实施与管理工作，参与多个总承包项目的落地。



**王安生**

日本国立鸟取大学博士



**王永真**

清华大学电机系博士后

研发成员来自于国内外著名高校与机构，具有优秀的知识和科技背景，年轻、富有理想和创新精神，是目前新材料领域的“梦之队”。



**马冠香**

清华大学材料学院博士后



**侯雨晨**

清华大建筑学院博士



**白楠**

英国曼切斯特大学硕士



**张冷**

清华大学材料学院博士



**曾红丽**

芬兰Aalto大学博士



**王浩强**

清华大学电子系博士



**缪雨含**

柏林工业大学硕士



**张森旺**

新加坡南洋理工大学博士后



**多胜男**

辽宁科技大学硕士



熊澄宇

清华大学教授，博士生导师  
国家战略性新兴产业专家委委员  
欧洲科学院外籍院士



陈炜

清华大学教授、博士生导师  
清华大学集成电路学院微纳器件与系统研究室主任  
清华大学“百人计划”特聘教授、长江学者



付华栋

北京科技大学教授，博士生导师  
北京科技大学新材料技术研究院副院长  
国家优秀青年科学基金项目



何继江

清华大学科技与社会研究所博士  
清华大学能源环境经济研究所博士后  
清华大学能源转型研究中心常务副主任

团队已布局42项国际国内专利。已授权中国专利28项，其中：发明专利8项，实用新型11项，外观专利10项。

<p>证书号第 7451285 号</p> <p><b>外观设计专利</b></p> <p>外观设计名称：半导体 设计人：张伟;多 专利号：ZL 2022 专利申请日：2022年 专利权人：中瀚科技 地址：100190 授权公告日：2022年 国家知识产权局依据设计专利证书并在专利登记簿上予以登记，自申请日起算。 专利证书记载专利权人的姓名或名称、国</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 5025821 号</p> <p><b>发明专利</b></p> <p>发明名称：一种 发明人：张伟 专利号：ZL 2021 专利申请日：2021 专利权人：中瀚 地址：100190 授权公告日：2022 国家知识产权局依据发明专利证书并在专利登记簿上予以登记，自申请日起算。 专利证书记载专利权人的姓名或名称、国</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 4820531 号</p> <p><b>发明专利</b></p> <p>发明名称：一种定向传热的半 发明人：张伟;赵莉 专利号：ZL 2021 1 103064 专利申请日：2021年09月03日 专利权人：中瀚科技(北京) 地址：100085 北京市海淀区 授权公告日：2021年11月30日 国家知识产权局依据中华人民共和国专利法授予发明专利权，发明专利证书并在专利登记簿上予以登记，自申请日起算。 专利证书记载专利权登记时的专利权人的姓名或名称、国籍、地</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 5025821 号</p> <p><b>发明专利</b></p> <p>发明名称：一种光伏智慧伊 发明人：张伟;白楠;何维 专利号：ZL 2021 1 1601 专利申请日：2021年12月20日 专利权人：中瀚科技(北京) 地址：100190 北京市 授权公告日：2022年03月20日 国家知识产权局依据中华人民共和国专利法授予发明专利权，发明专利证书并在专利登记簿上予以登记，自申请日起算。 专利证书记载专利权登记时的专利权人的姓名或名称、国籍、地</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 5151966 号</p> <p><b>发明专利证书</b></p> <p>发明名称：新型复合半导体热薄膜及薄膜制备方法 发明人：张伟;赵莉 专利号：ZL 2021 1 0531857.6 专利申请日：2021年05月17日 专利权人：中瀚科技(北京)有限公司 地址：100190 北京市海淀区中关村北二条13号39幢平房104房间 授权公告日：2022年05月13日 授权公告号：CN 113038641 B 国家知识产权局依据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、恢复和专利权的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 7209533 U</p> <p><b>实用新型专利</b></p> <p>决定授予专利权，颁发实用新型专利证书，发明专利期限为十年，自申请日起算。 专利证书记载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。</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 842150 S</p> <p><b>实用新型专利</b></p> <p>授予专利权，颁发外观设计专利证书，发明专利期限为十年，自申请日起算。 专利证书记载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。</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 1582 S</p> <p><b>实用新型专利</b></p> <p>授予专利权，颁发外观设计专利证书，发明专利期限为十年，自申请日起算。 专利证书记载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。</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 674 S</p> <p><b>实用新型专利</b></p> <p>授予专利权，颁发外观设计专利证书，发明专利期限为十年，自申请日起算。 专利证书记载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。</p> <p>局长 申长雨</p>	<p>证书号第 7209533 U</p> <p><b>实用新型专利</b></p> <p>授予专利权，颁发实用新型专利证书，发明专利期限为十年，自申请日起算。 专利证书记载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。</p> <p>局长 申长雨</p>
--	---	--	---	---	--	---	---	--	--



**03**

PART 03

## 第三部分

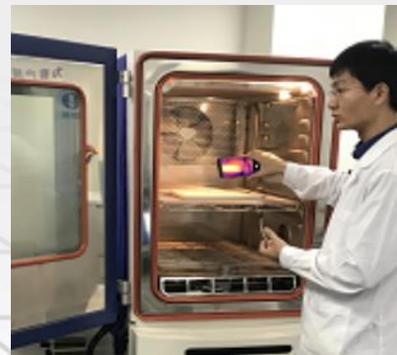
# 企业概况

# ENTROPY 创办企业基本情况

生产厂房-江苏邳州市



总部与研发中心-北京



- 成立清华大学能源转型研究中心零碳热力与共享储能研究室
- 获得2大类“暖泰”商标
- 申报45大类“中熵”全品商标
- 申报中熵“S”美术版权
  
- 已完成建信信托、启迪之星千万级Pre-A投资
- 已进行员工股权激励计划
- A轮融资预计年底启动



清华大学

社会科学学院

能源转型与社会发展研究中心

零碳热力与共享储能研究室



**04**

PART 04

## 第四部分

# 发展规划



# ENTROPY 保定落地规划 - 中国首条全自动发热板生产线



产线名称：全自动发热板生产线

生产产品：发热板画

投资金额：6000万（3条产线）

产 值：3600万/条，合计年产值1亿元

**成为全球新型制热技术方案及产品提供商**

**敬请各位专家批评指正**