

极敏传感 新型石墨烯磁场传感器

商业计划书

周博文

教育工作背景

周博文 博士

创始人、
技术负责人

北京大学 物理学院
中国2名, 世界14名

科研助理

十多年深耕于传感器、二维材料和微电子集成电路研究

圣路易斯华盛顿大学
美国20名, 世界31名

博士 (全奖直博)

独立开发极敏传感技术
包括样品制备、电路设计、工艺加工、测量和仿真等

科尔盖特大学
美国文理学院22名

博后/讲师

在国际期刊发表传感器技术相关论文 **5 篇** ,
以第一/通讯作者在 *ACS Nano*、*Physical Review Applied*
等发表论文 **4 篇**

丹麦科技大学
丹麦3名, 世界107名

博后

2026北大汇丰-剑桥嘉治全球创新创业大赛
中山赛区选拔赛 **第一名 晋级半决赛**

顾问团队

Erik Henriksen 教授

哥伦比亚大学 -- 物理博士
加州理工大学 -- 博士后

我的博士生导师

华盛顿大学物理系 教授
华盛顿大学材料科学与工程研究所 副主任

师从诺奖得主 Horst L. Störmer
和沃尔夫物理学奖 James P. Eisenstein

Stuart Solin 教授

普渡大学 -- 物理博士

我的合作教授

华盛顿大学物理系 Charles M.
Hohenberg 教授
曾在芝加哥大学、密西根州立大学、
NEC 研究院等机构做教职和管理等工作

首次发现：
Extraordinary Magnetoresistance
(EMR)
异常/非凡磁阻效应

极敏传感器基于此效应开发

项目背景

磁场传感器是 **将磁场变化转化为电信号** 的检测装置, 全球市场约 **55亿美元** (2032 : **92亿美元**)



汽车工业



工业自动化



医疗设备



导航定位

典型技术

霍尔传感器: 成本低、体积小、市场占比高 (约 64%) , 但 **磁场灵敏度不够高**
\$117.5亿 **汽车位置检测, ABS传感器, 手机位置感知**

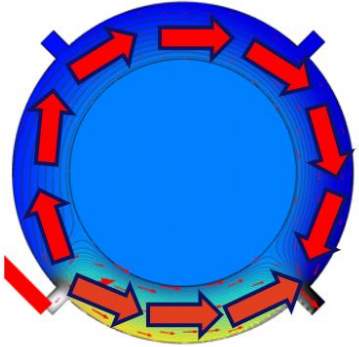
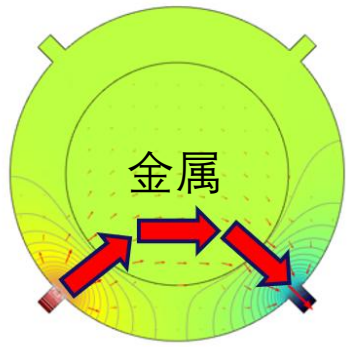
超导量子干涉器件: 灵敏度高、中国市场规模大 (约 15亿) , 但需低温 **运行成本昂贵**
脑磁图, 矿藏探测

技术基础：异常/非凡磁阻效应 (EMR)

室温 (300K)

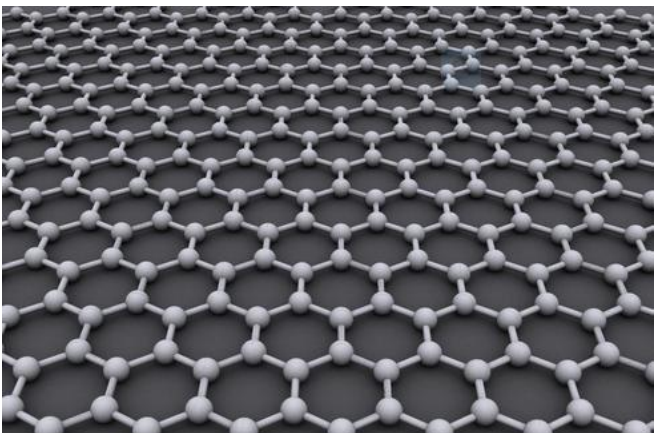
Zero magnetic field
零磁场

High magnetic field
高磁场



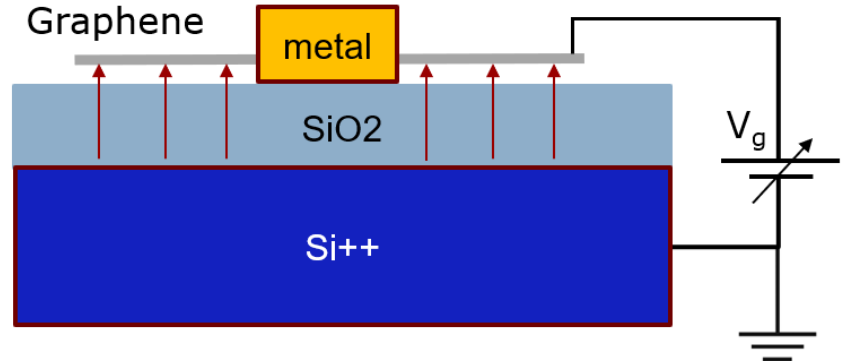
异常磁阻效应工作原理

不需要低温、不涉及磁性材料或者自旋、磁阻MR极高



石墨烯

超高迁移率
可调载流子密度和电导率

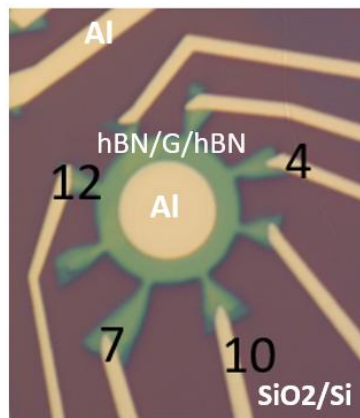
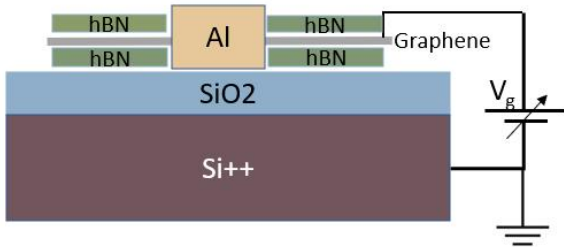


石墨烯基极敏磁场传感器

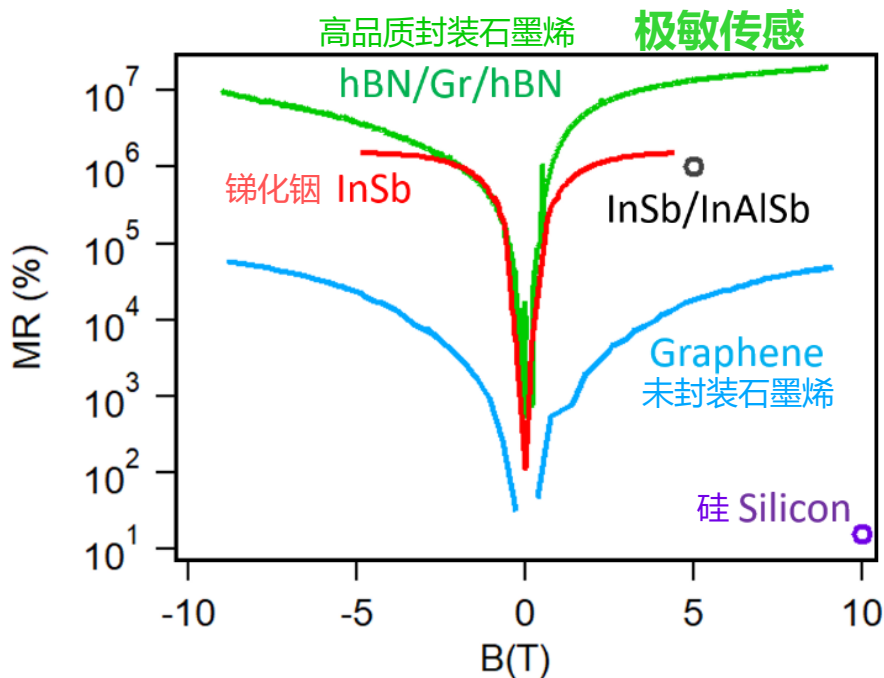
新型硬盘等

Appl. Phys. Lett. 2020, 116 (5), 053102. (第一作者) ; *Appl. Mater. Today* 2024, 38, 102219. (第三作者)

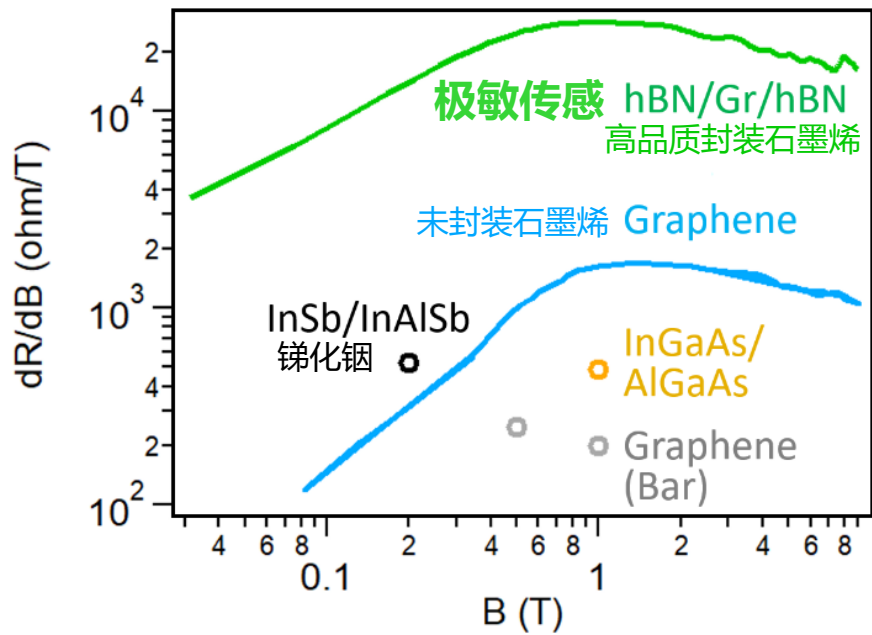
技术优势



直径: ~10 微米
厚度: 纳米级别



最高磁阻记录

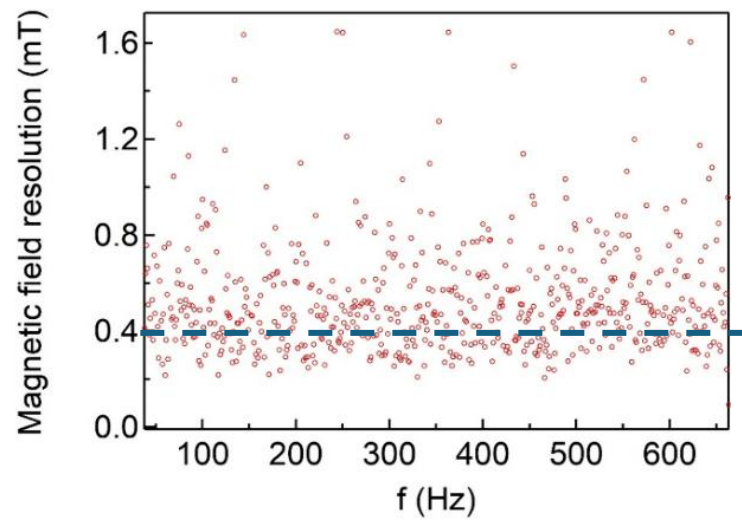
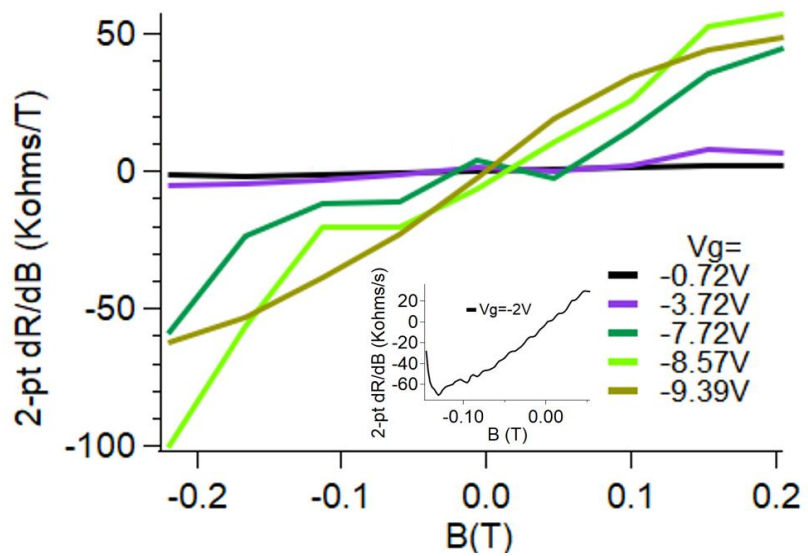


最高磁场灵敏度记录

极敏传感器的 **磁阻** 和 **磁场灵敏度** 都是所有材料制作的EMR传感器中 **最大的**

Appl. Phys. Lett. 2020, 116 (5), 053102. (第一作者) ; *Appl. Mater. Today* 2024, 38, 102219. (第三作者)

技术优势：消耗更小电流，探测更微弱磁场



室温磁场灵敏度与最先进霍尔传感极低温 (-270°C) 记录接近

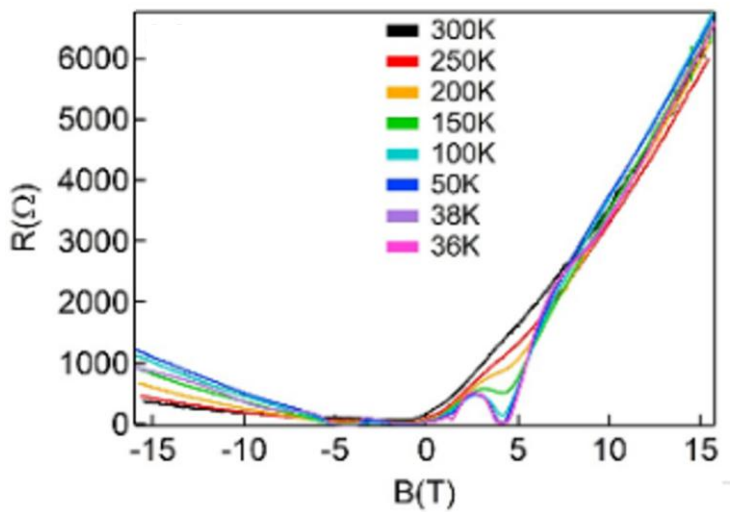
20 nA → 400 μT
 20 μA → 400 nT (待优化)

计算磁场探测极限: nT/\sqrt{Hz} , 世界领先!

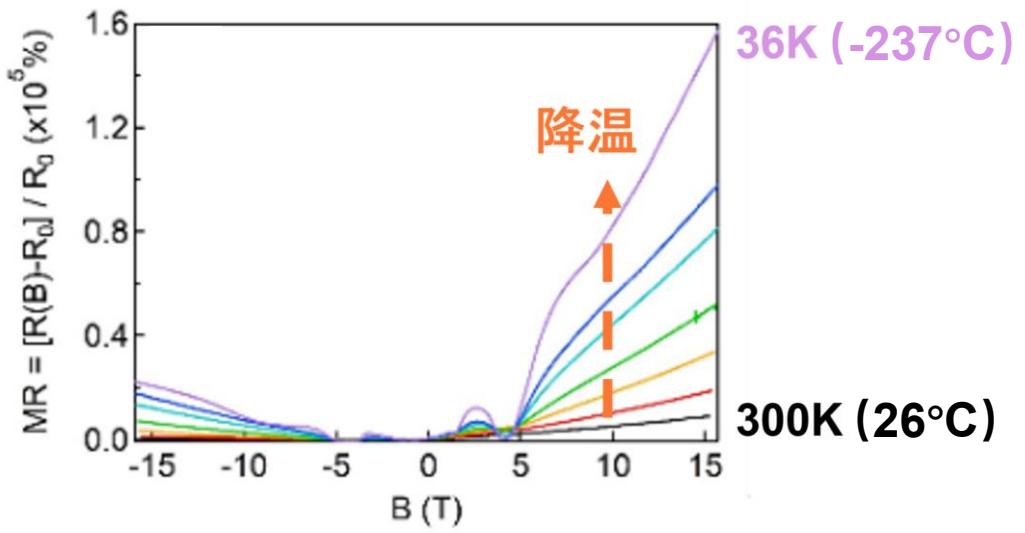
Phys. Rev. Applied 2024, 22, 064046. (第一作者)

	德州仪器霍尔传感器 (主流商用)	极敏传感 (目前)	极敏传感降低了	极敏传感的优势
电流	600 nA	20 nA	30倍	功耗更低
磁场探测极限	1000 μT	400 μT	2倍	精度更高

技术优势



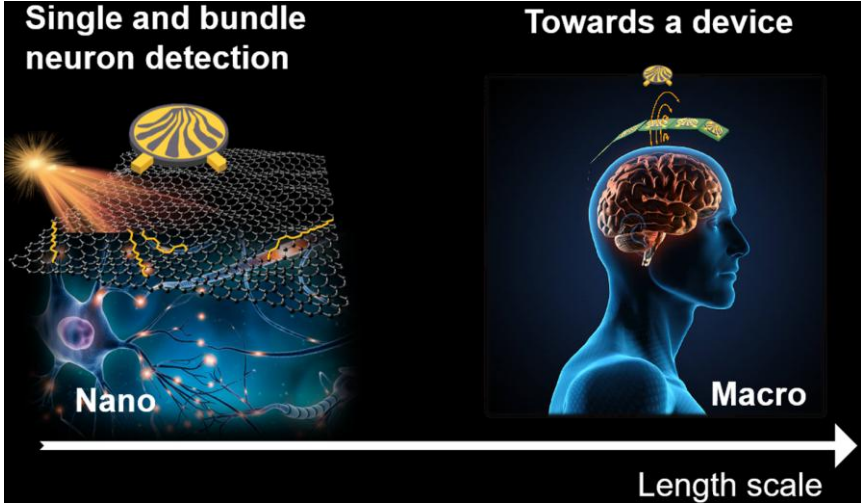
极宽的磁场强度探测范围
0-16T或更高



极宽的工作温度区间
-270°C 到 100°C
更低更高温度未测试

最佳应用场景

EMR新型硬盘



弱磁场探测
生物医疗
脑机接口

高精度触觉传感



电磁脉冲武器

中国科技产业重点发展领域



各技术、材料路线比较

	极敏传感 (EMR)	霍尔传感器	超导量子干涉仪
温度区间	室温 (低温也行)	室温 (低温也行)	要求低温
灵敏度	高	低	极高
体积	微米	微米	极大
成本	低	低	很高
市场	待开发	全球23亿美元	中国15亿元

传感技术

传感器材料

	石墨烯	半导体	其他二维材料
技术	成熟	成熟	待研发
灵敏度	高	较高	待研发
尺寸	微米	毫米-微米 (较大)	微米
成本	较高	低	待开发
产业链	发展中	成熟	待发展
使用产品	高灵敏度中高端	较高灵敏度中低端	待开发

主要的核心技术及壁垒

- **目前市场还没有相应产业 → 机遇**
- **全球唯一的高品质石墨烯EMR传感器**
- **技术已达到世界最前沿，国内相关研究几乎空白**
- **超高的器件工艺加工水平**
- **掌握核心技术，以及材料和结构的核心参数**
- **对底层物理原理的深刻把握**
- **十年的相关专业研究成果和经验积累**

机遇与挑战

两大核心产品方向

1. 磁场传感器

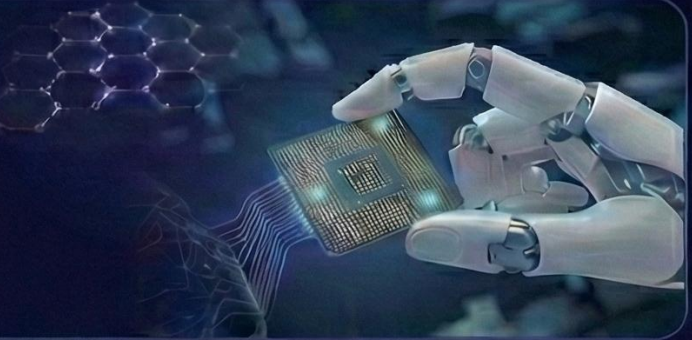
技术核心: 材料: 石墨烯 / 二维材料 / 半导体
性能: 室温下超高灵敏度

竞品替代: VS 传统霍尔: 解决灵敏度不足痛点
VS SQUID (超导量子): 替代SQUID、无需液氦低温、设备小型化、低成本



2. 触觉传感器

应用场景: 机器人灵巧手
技术优势: 超越霍尔阵列 (如帕西尼)
精度突破: 0.01N 高精度感知



市场逻辑与增长引擎

霍尔市场

中国: 65.5亿元 (+17.2%)
全球: \$117.5亿 (2024)

SQUID市场

中国2030年破: 50亿元
CAGR: ~20%

机器人触觉市场

全球: \$164亿 (+19.4%)

脑机接口市场

全球: \$24亿 → \$124亿 (2034)



市场逻辑与增长引擎

存量替代

降量打击: 凭借 "超高灵敏度" 核心优势
双向渗进: 取代霍尔传感器 (磁场/触觉通用市场)
& 取代SQUID (高端微弱磁场探测市场)

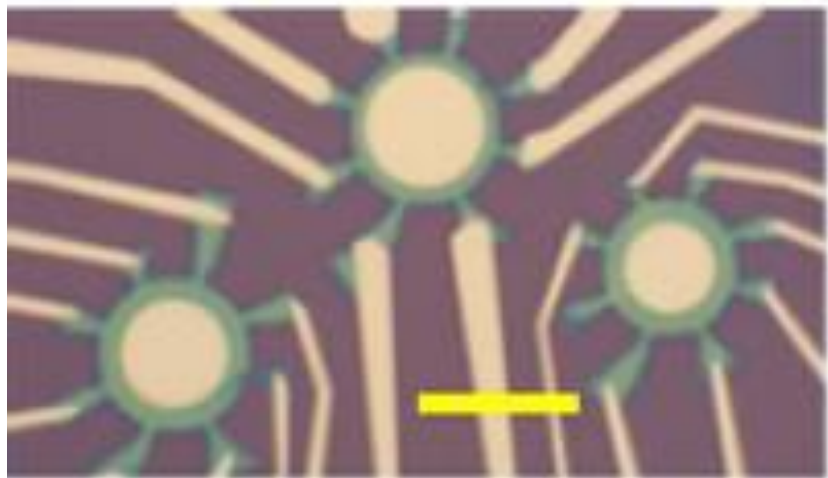
核心技术驱动产业升级

增量驱动

脑科学: 脑磁探测设备便携化
具身智能: 机器人灵巧手触觉交互升级

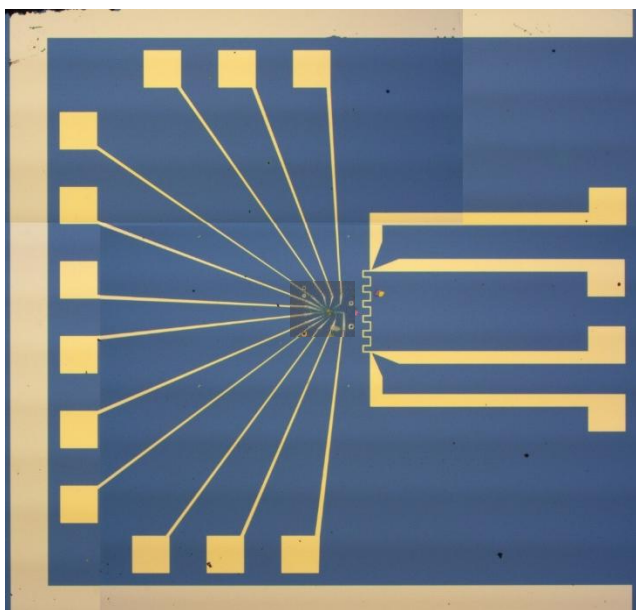


产品推广模式一



石墨烯 - 高端高灵敏度传感器

半导体 - 中端较高灵敏度传感器



短期：

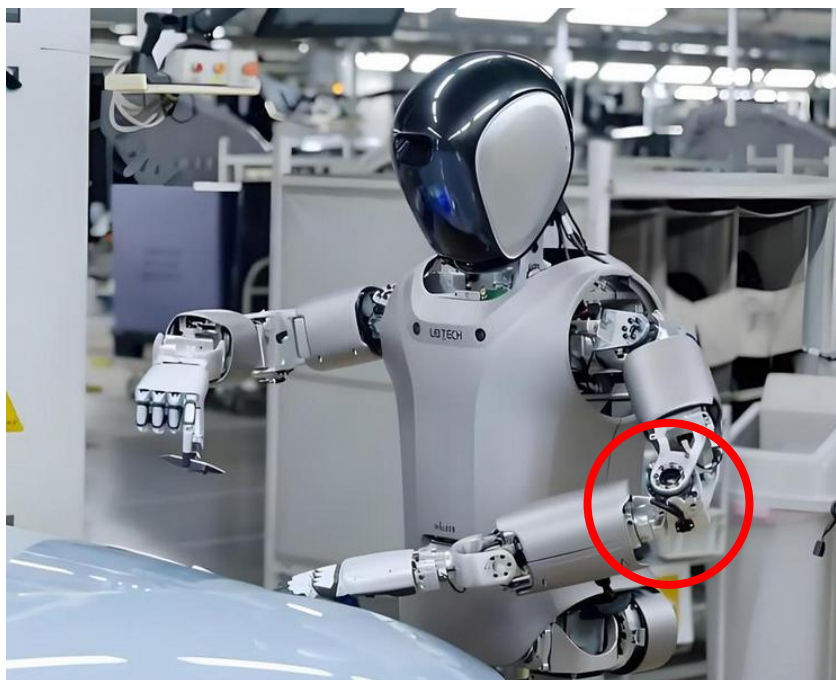
**传感器元器件 → To B：比亚迪等车企、
手机厂商、
机器人厂商、
和发动机厂商等**

在机器人中的具体应用

德州仪器主流商用霍尔传感器 (600 nA → 1 mT)

极敏传感 ↓ x30

↓ x2

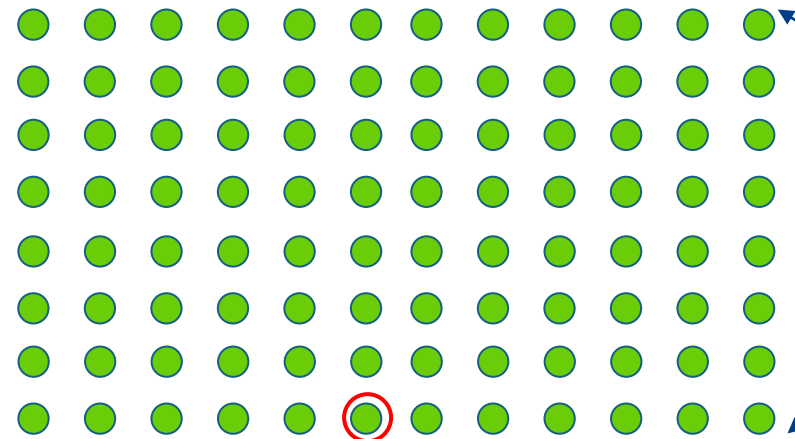


应用场景	霍尔传感案例	高精度极敏传感优势: 在能耗更低情况下
关节位置与运动控制	监测机器人关节角度和位置变化。如工业机器人精确控制焊接头按预定路径移动，确保焊接质量。	更精准控制关节，做更精细和复杂的焊接任务
电机控制与监测	检测电机转子位置实现换向控制，确保电机稳定运转，监测电机转速和电流，预防过载故障。	更精准控制，转向更迅速敏捷
导航与定位	与磁性标记配合实现导航和定位，如AGV智能搬运小车通过检测道路磁条确定行驶路径。	导航定位更精准，智能小车可以更高速度行驶而不发生碰撞
障碍物检测与安全保护	安装在机器人周围，检测磁场变化判断是否靠近障碍物，使机器人及时反应避免碰撞。	机器人动作更敏捷，反应时间更短，机器人可以运动更快而不发生碰撞

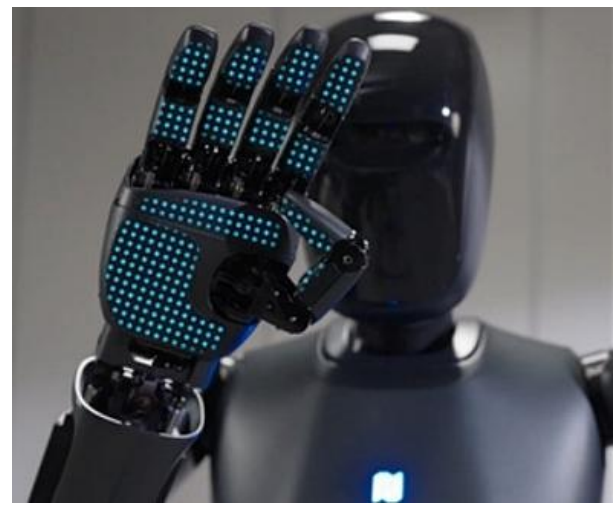
产品推广模式二

主流技术路线

压阻	电容	霍尔	视触觉	EMR传感
低成本	接近感知	高灵敏	超高分辨率, 3D重建	待开发, 更高灵敏度?



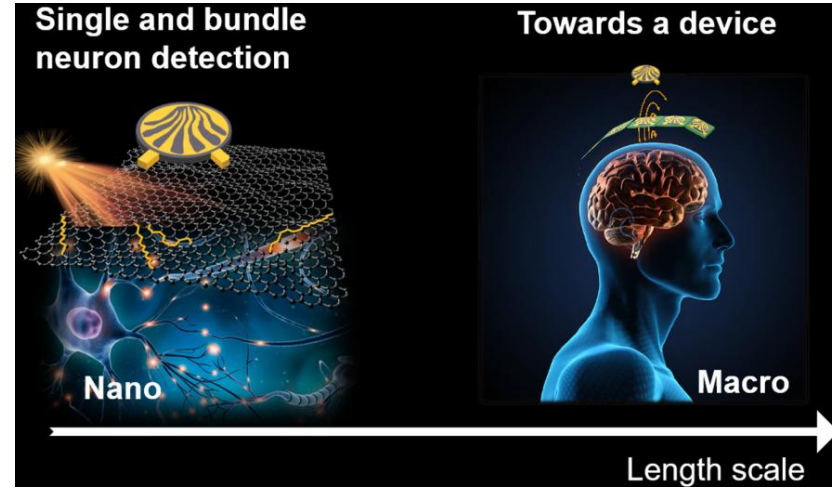
单个极敏传感器



中长期：
传感器阵列 → 机器人触觉传感

超越霍尔阵列 (如帕西尼)
精度突破: 0.01N 高精度感知

产品推广模式三



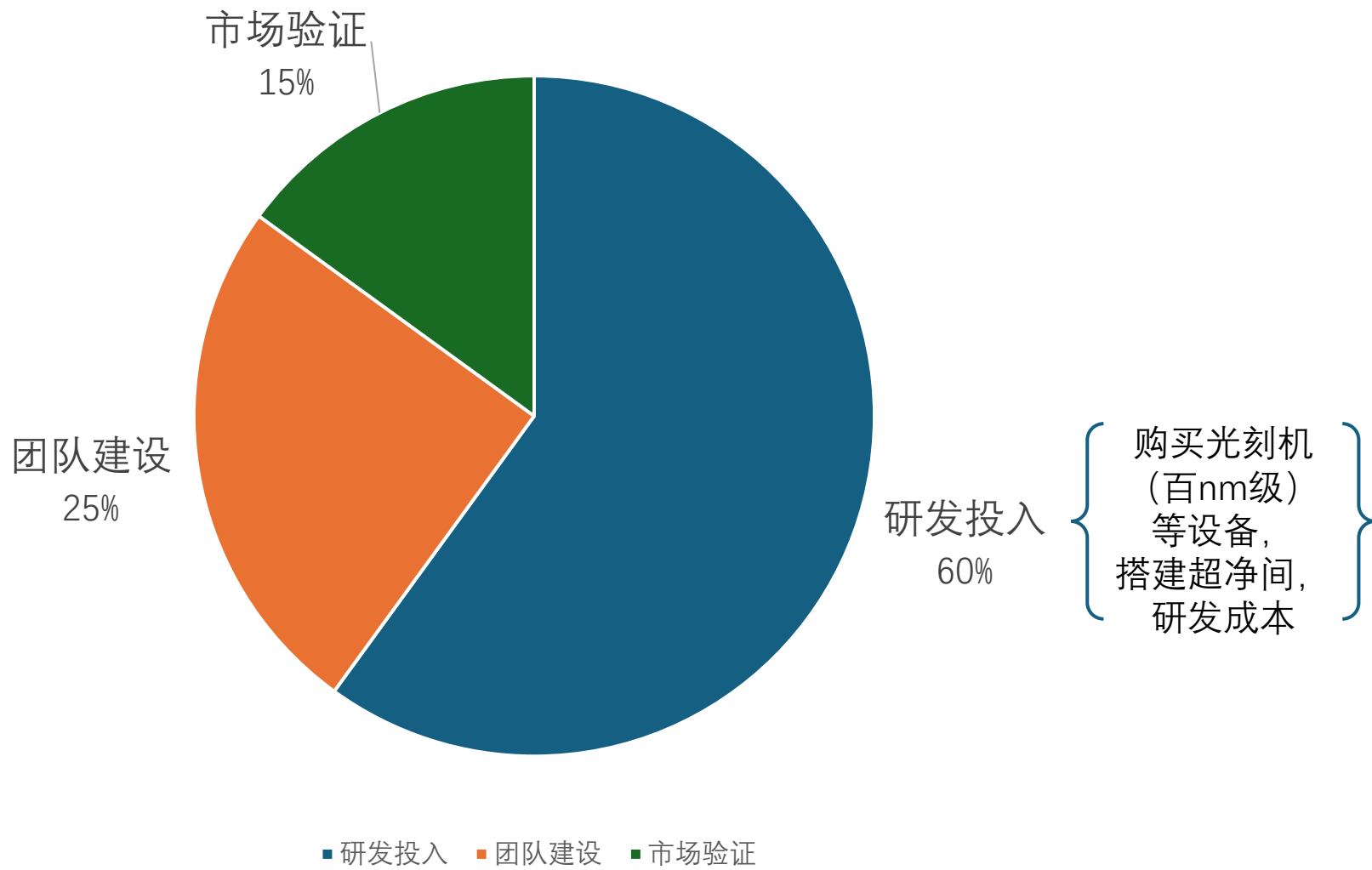
长期：

脑磁探测 → 脑部疾病

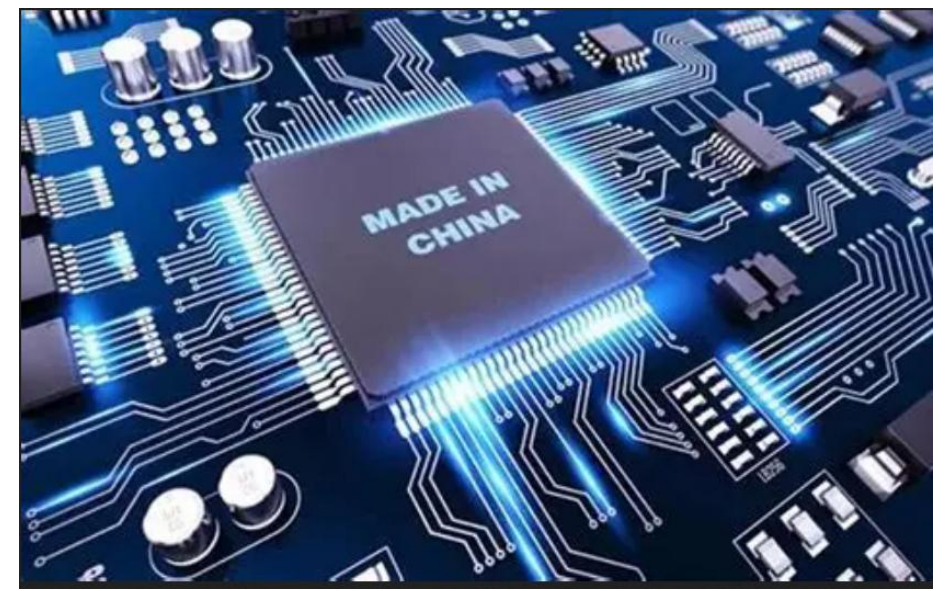
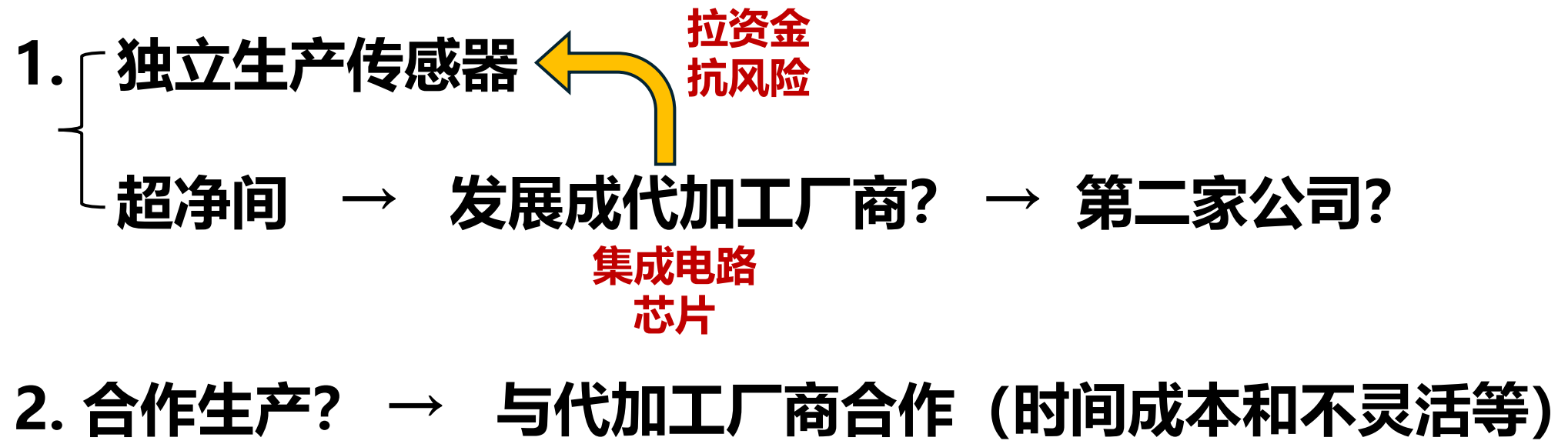
非侵入式脑机接口

计划融资 2000万元

资金用途



计划融资 2000万元



未来三年生产与销售规划

年度	产量 (颗)	销售额 (万元)
第1年	1,000	购买设备 搭建实验室 研发测试
第2年	50,000	500
第3年	200,000	2,000