



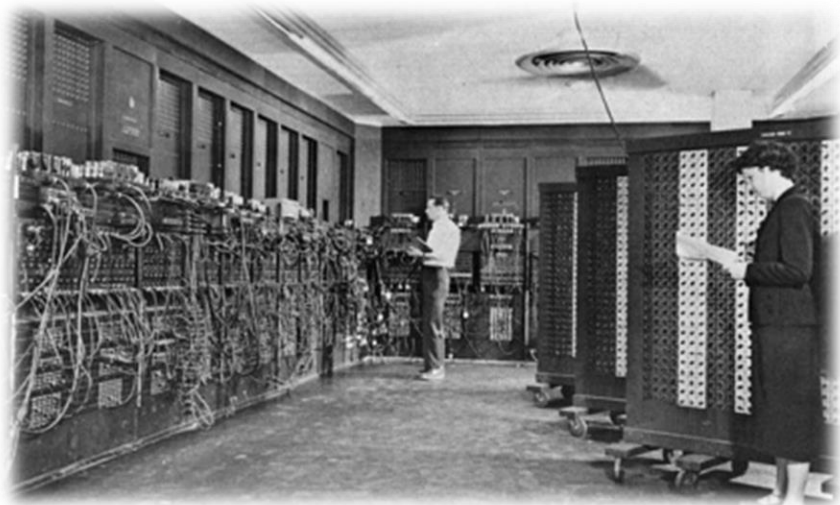
中国科学院微电子研究所

基于微纳电子技术的生物传感器 与健康电子学

黄成军、刘昱、杨浩、王云峰、罗军、张海英、赵超

2015. 1. 20, 上海

摩尔定律



1950

\$6,000,000

cm-sized switches

5,000 operations/sec

10⁹



2014

\$600

20nm-sized switches

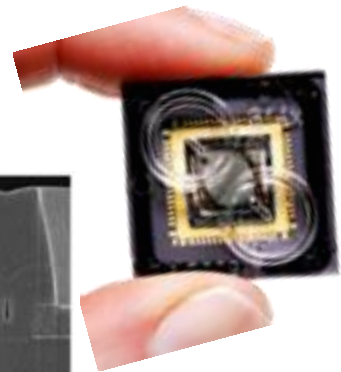
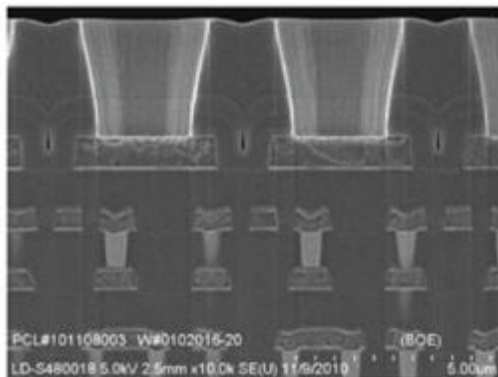
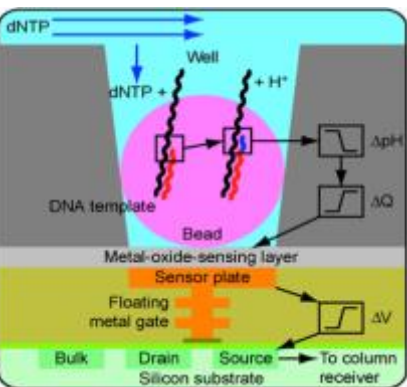
> 1,000,000,000 operations/sec

微纳电子技术如何助力生命科学 研究，为医疗健康服务？

案例

✓ **2003:** 人类基因组计划完成
- 耗时13年, 30亿美金, 6个国家共同参与

✓ **2012:** 人基因组计划完成
- 约1天时间, 1000美金



Nature, 2011, 475, 384

Copyright reserved by IMECAS

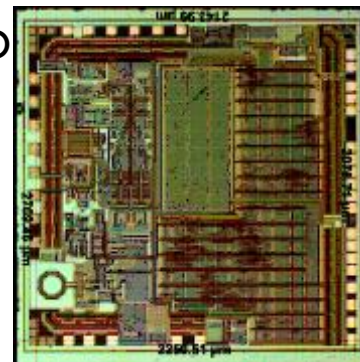
超越摩尔定律

微纳电子

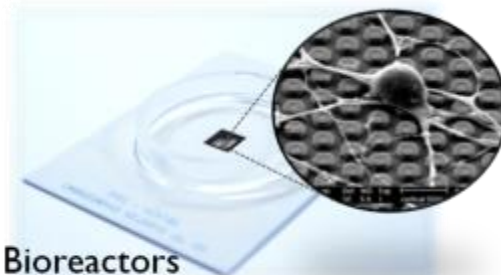
生物、医疗

超越
摩尔定律

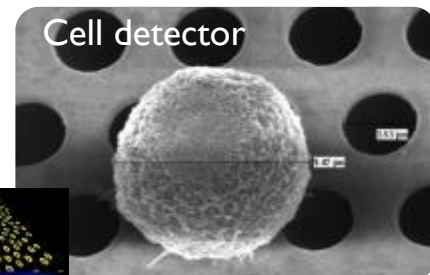
RFID



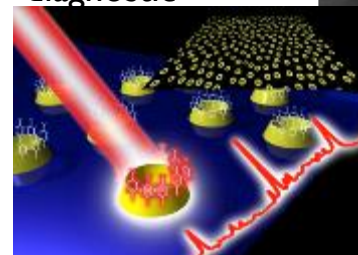
Bioreactors



Cell detector

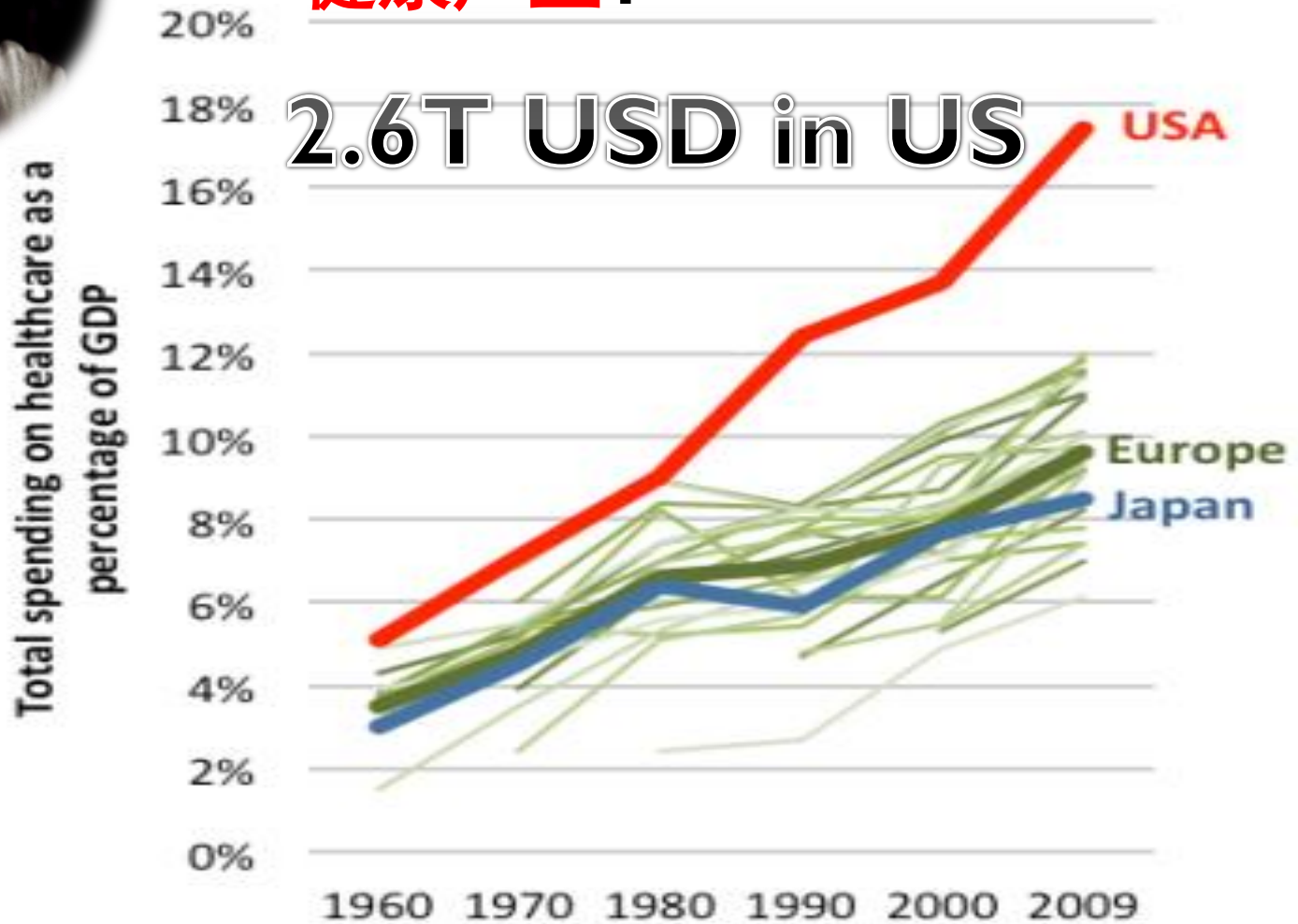


Molecular
diagnostic



飞速增长的健康产业

下一个能超过我的人，一定出现在
健康产业！



集成电路设计

- 射频、微波及毫米波集成电路设计和模块研制，同时致力于射频新技术、新产品的研发和产业化推广。
- 射频芯片和模块主要应用领域包括新一代移动通信、短距离无线通信、医疗信息化系统。

微电子所集成电路先导工艺研发中心

- 国家科技重大专项22纳米先导工艺项目的主要承担单位
- 完整的8英寸研发线，采用工业级设备，并在多个关键模块上拥有特色工艺能力
- 中心除承担国家科技重大专项，863和973等项目之外，还致力于工业界急需的生产技术的开发和小批量高附加值产品的研制。

集成电路工艺和器件

产业界及器件：芯国际，南车时代电气等

科研机构：北大，清华，复旦，南大，微系统所

KINGSEMI 芯通 涂胶显影机

AMEC 中微

NMC 北方微电子

Venstar 清洗

ACM 单片清洗机

北京中科微电子设备有限公司 低能注入机

面向全国的产学研基地

先导工艺平台成为国产设备和材料的工艺开发和机台验证的重要基地

微电子所射频集成电路研究室

微电子所集成电路先导工艺研发中心

中国物联网研究发展中心



健康电子研发中心

生物传感器应用领域

竞争完全，已有成熟的解决方案



类型

大型设备

便携设备

微型设备

应用场景

大型医院、
检验中心

中小型医院、
社区卫生所

家庭、社区卫生所

特点

准确度高；
技术复杂、昂贵

准确度中等
费用较高

高集成度，准确度
中等
费用低

设备成本

\$10-100k

\$1-5k

~\$0

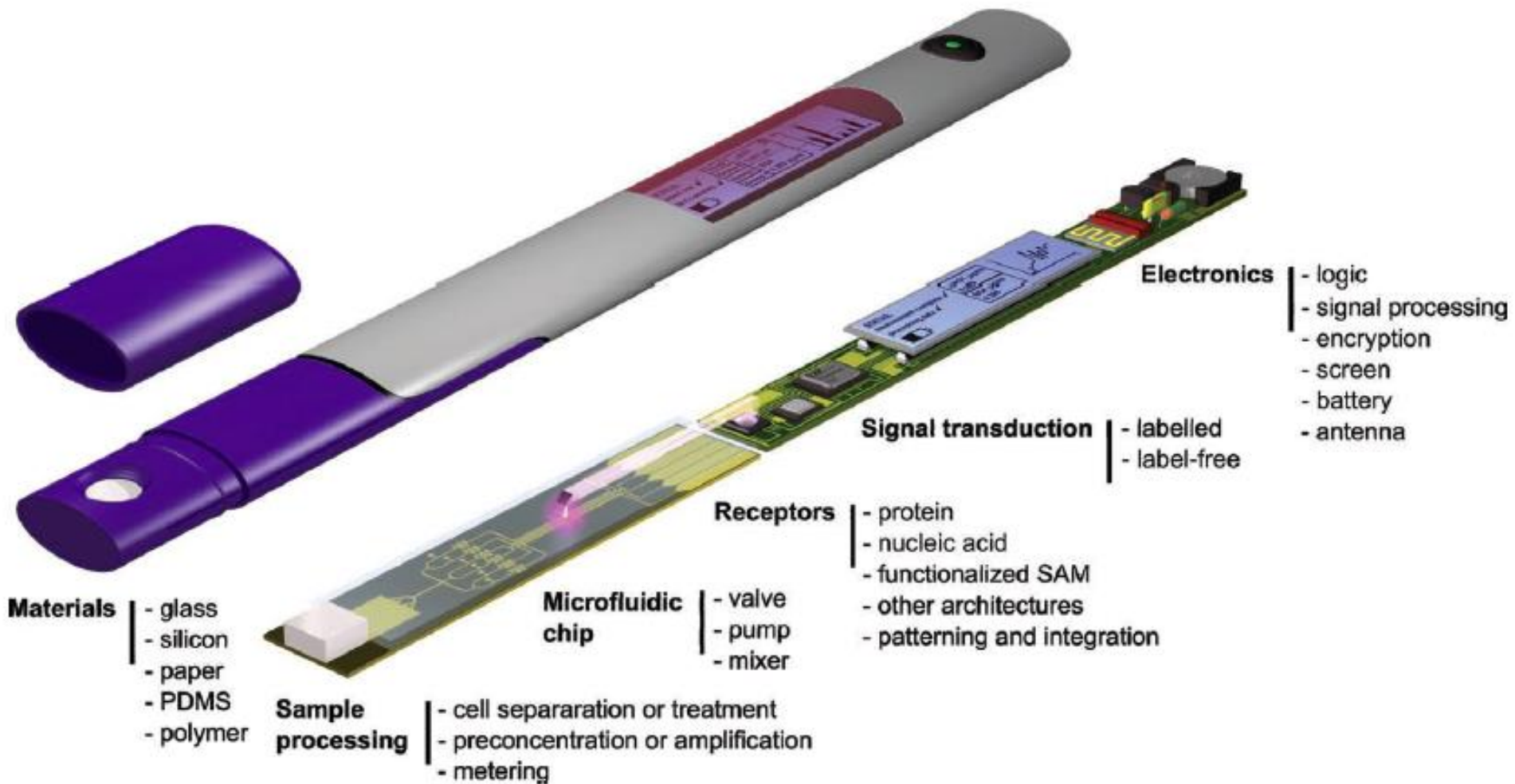
耗材成本

\$10-20

\$10-20

\$0.5-10

理想的生物传感器



Delamarche E. et al., Advanced Materials 23, H151-H176, 2011

Copyright reserved by IMECAS

健康电子研发中心

关键技术

终端

平台

服务



健康电子研发中心

- **新型智能终端与核心芯片实验室：** 核心技术研发；新产品原型
- **医疗信息技术实验室研究：** 健康数据平台；蛮兵管理解决方案；个性化健康管理方案
- **系统集成与应用实验室：** 新产品原型；行业解决方案

微芯片式细胞、细菌筛技术

关键技术

终端

平台

服务

生物芯片及传感器

超高频RFID芯片

低功耗无线通信芯片

.....

健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

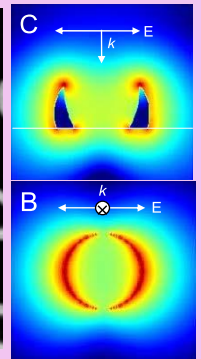
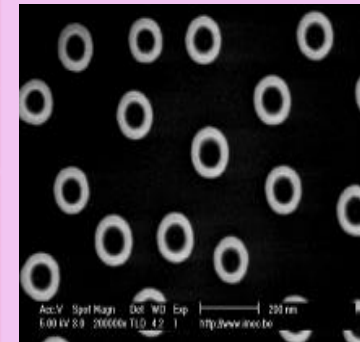
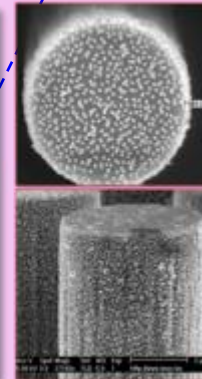
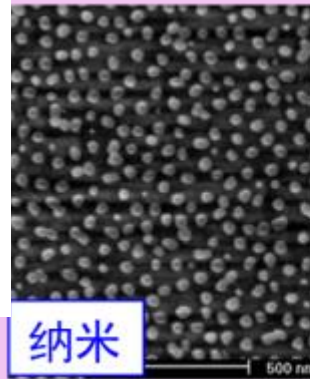
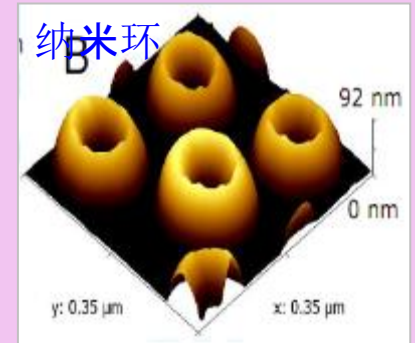
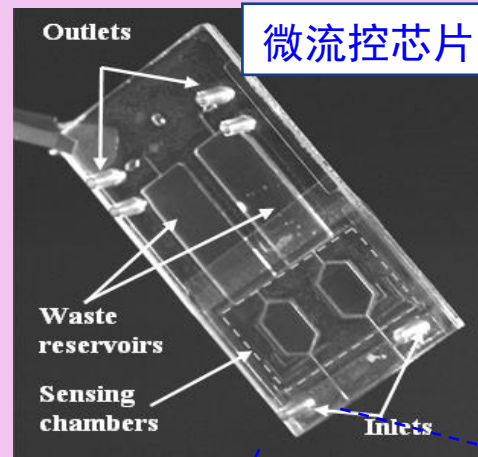
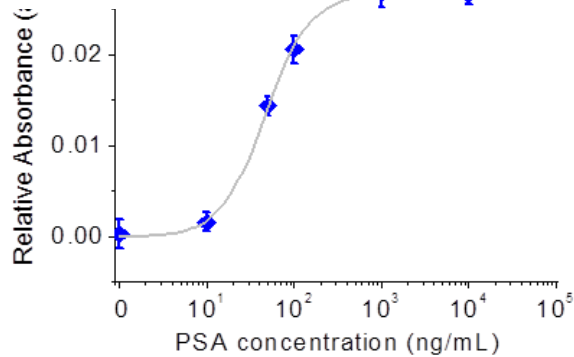
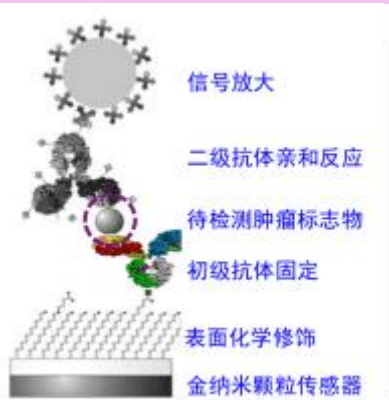
微纳加工与传感器

关键技术

终端

平台

服务



健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

微芯片式细胞、细菌筛技术

关键技术

终端

平台

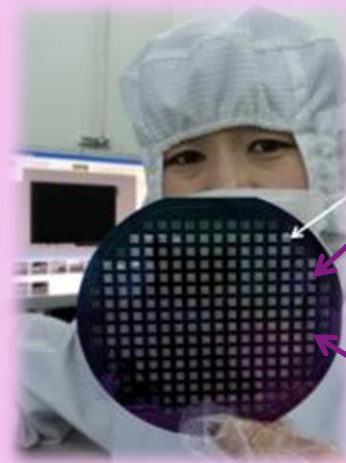
服务

生物芯片及传感器

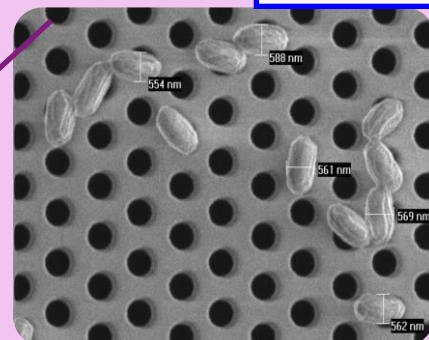
超高频RFID芯片

低功耗无线通信芯片

.....



细菌筛



应用方向：

- 癌症患者外周血中循环肿瘤细胞（CTC）的检测与分离
- 快速、高通量病毒、细菌检测分离，达单个细菌检测的灵敏度

健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

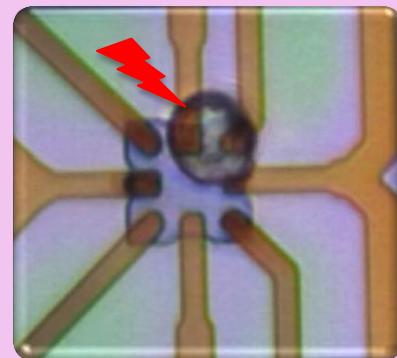
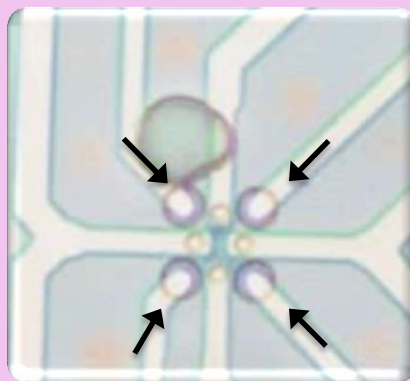
单细胞电操控、检测技术

关键技术

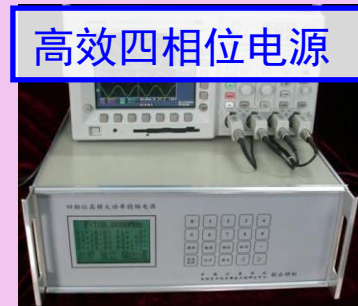
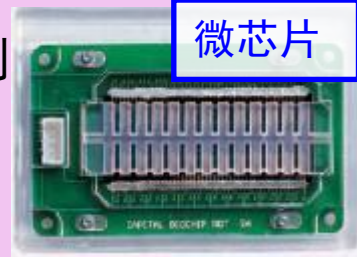
终端

平台

服务



- 微电极对单细胞的精确操控
- 可用于细胞操控、分选、裂解等应用；
- 片上实验室用于稀有生物样品的检测



健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

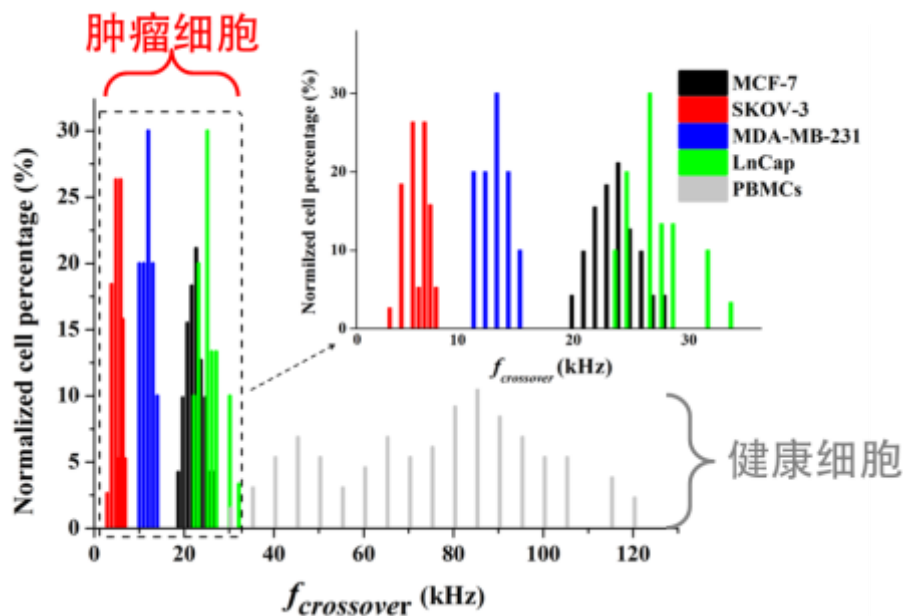
不同肿瘤细胞电学检测、甄别

关键技术

终端

平台

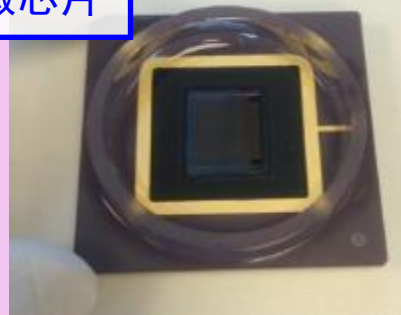
服务



CTC



微芯片



MCF-7: 早期乳腺癌细胞

SKOV-3: 宫颈癌细胞

MDA-MB-231: 晚期乳腺癌细胞

LnCap: 前列腺癌细胞

PBMCs: 人外周血单核细胞

- ✓ 每种肿瘤细胞，都具有比较固定的临界介电频率
- ✓ 肿瘤细胞比正常细胞具有更高的临界介电频率；
- ✓ 应用：外周血循环肿瘤细胞 (CTC) 检测

健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

毛细驱动的微流控器件

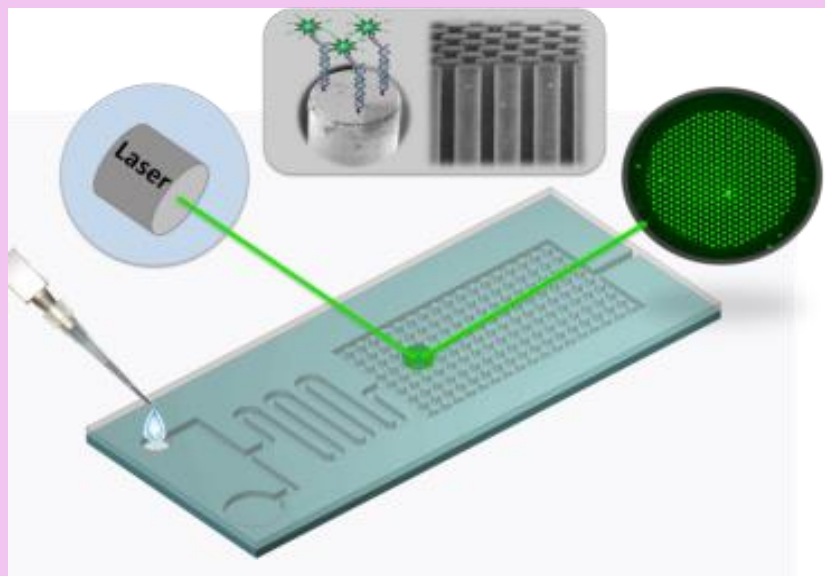
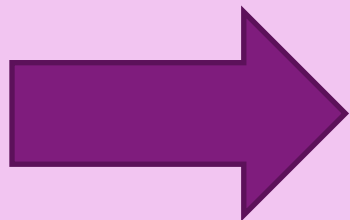
关键技术

终端

平台

服务

从试纸条到基于BIOMEMS的集成器件



健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

Sub-GHz无线通信收发芯片

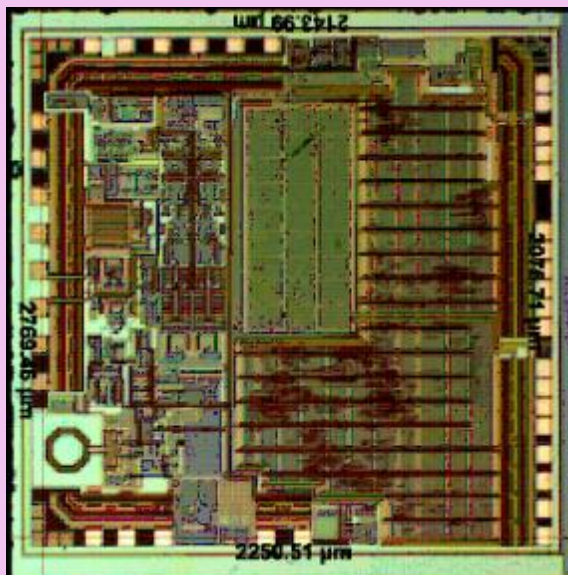
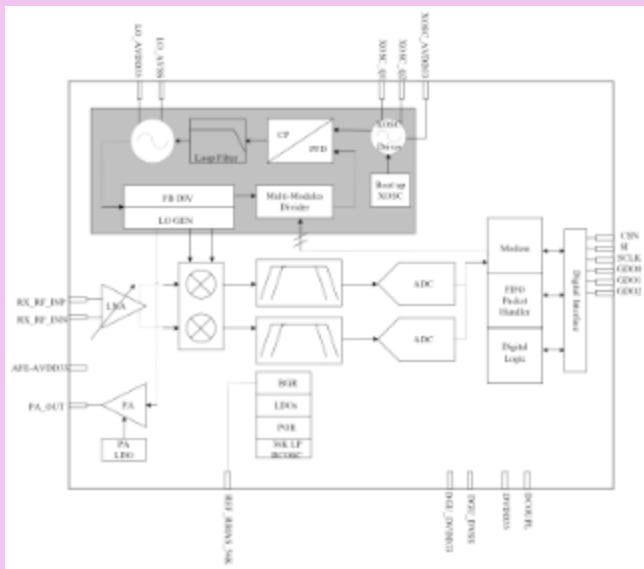
关键技术

终端

平台

服务

面向物联网应用，构建低成本、高灵敏度、远传输距离、低功耗的无线网络应用



- 频率覆盖140~1050MHz;
- 支持FSK、GFSK、MSK调制;
- -116dBm的高接收灵敏度;
- 数据率0.6kbps~500kps;
- 最大输出功率+20dBm

健康电子研发中心：关键技术

Copyright reserved by IMECAS

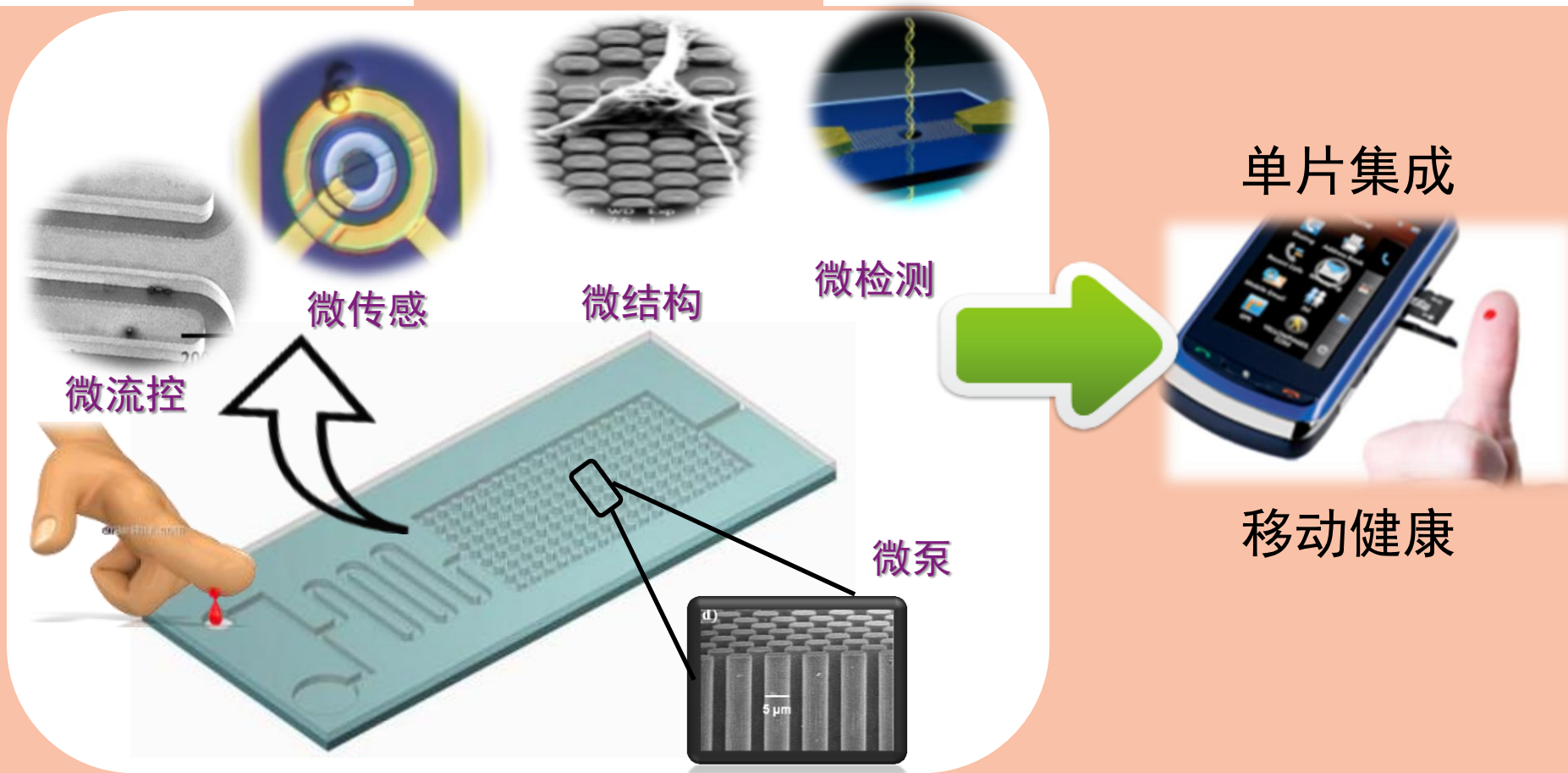
集成式、智能型传感器

关键技术

终端

平台

服务



健康电子研发中心：终端

健康电子学研发中心



- 智能传感器
- 多参数健康检测仪
- 电子听诊器
- 卡片式、非接触体征检测仪

多参数健康检测仪

关键技术

终端

平台

服务

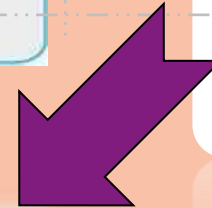
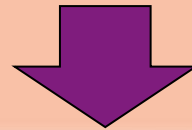
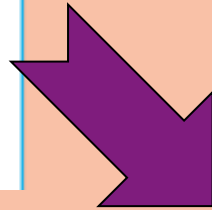
电子血压计



多通道心电图机



慢病管理云平台



- 心电图：8通道，7导联/12导联可切换；
- 血压，压力传感器精度 $\pm 3\text{mmHg}$ ；
- 支持外部可穿戴蓝牙设备

- 移动平台、双核A20处理器、7寸高清屏；支持3G、WIFI
- 慢病管理云平台、心电图分析；慢病管理；

健康电子研发中心：终端

Copyright reserved by IMECAS

电子听诊器

关键技术

终端

平台

服务

24Bit的声音信号专用处理器



- 16Kbps高清听诊音；
- 高达75%以上的环境噪声抑制能力；
- 24x的声音放大；
- App波形实时播放，多模式可视化显示和丰富的临床应用

健康电子研发中心：终端

Copyright reserved by IMECAS

卡片式、非接触式体征监测仪

关键技术

终端

平台

服务



技术特点

- 实现对呼吸、心跳信号等的非接触式监测；
- 具有穿透能力，可穿透衣服被褥，甚至墙壁；
- 发射功率低，对人体和环境无害

应用领域

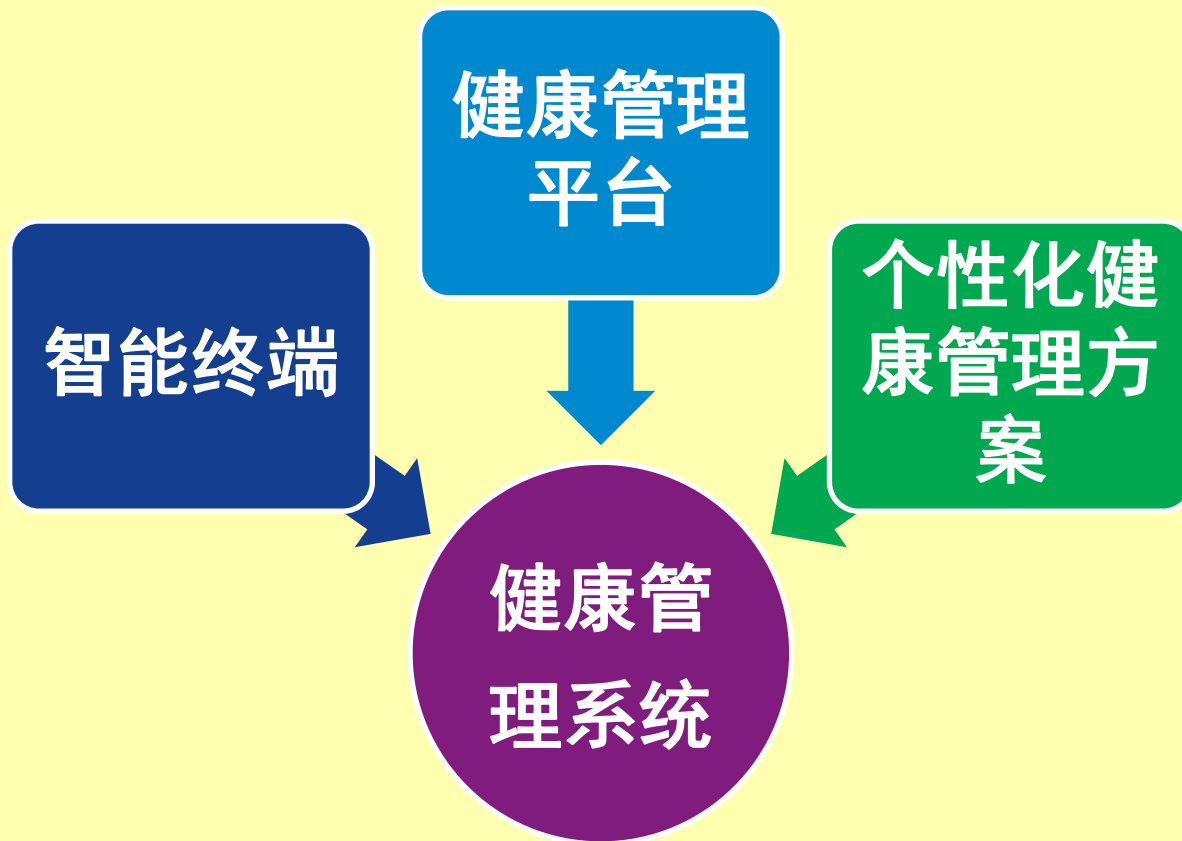
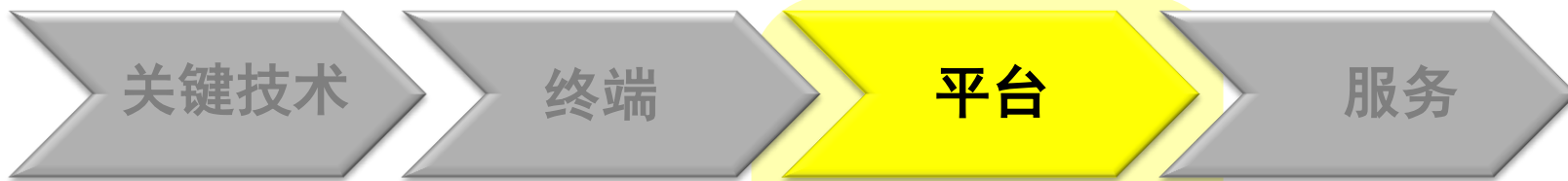
- 在医院对重度烧伤创伤，传染病、精神病人等进行生命体特征信息监测
- 在家庭对婴儿和老人的健康监护及成人睡眠障碍类疾病监测；



健康电子研发中心：终端

Copyright reserved by IMECAS

平台建设



慢病管理系统

关键技术

终端

平台

服务

定位：

- 个性化健康管理云平台
- 个性化健康数据挖掘

- 高血压管理和干预
- 糖尿病管理和干预
- 脑卒中康复
- 冠心病预防与康复



.....

中国慢性病和养老健康服务核心解决方案供应商

以慢性病专家智库系统（决策支持和服务）为核心，向医疗和养老领域巨大的医疗器械、药物和服务市场提供服务

健康电子研发中心：平台

Copyright reserved by IMECAS

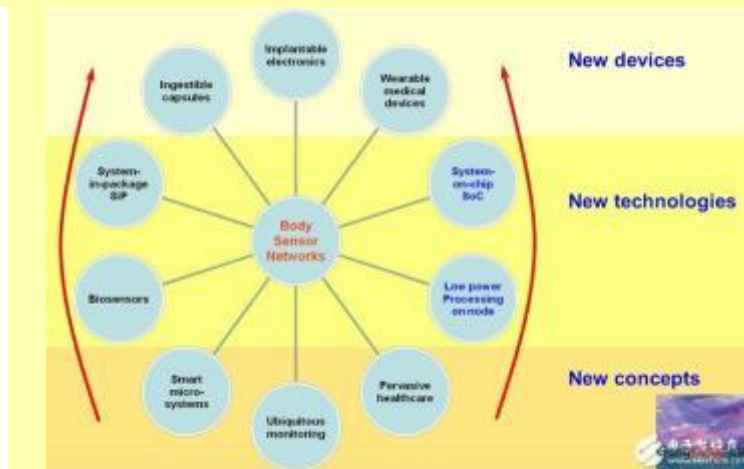
无线体域网 (WBAN) 的构建

关键技术

终端

平台

服务

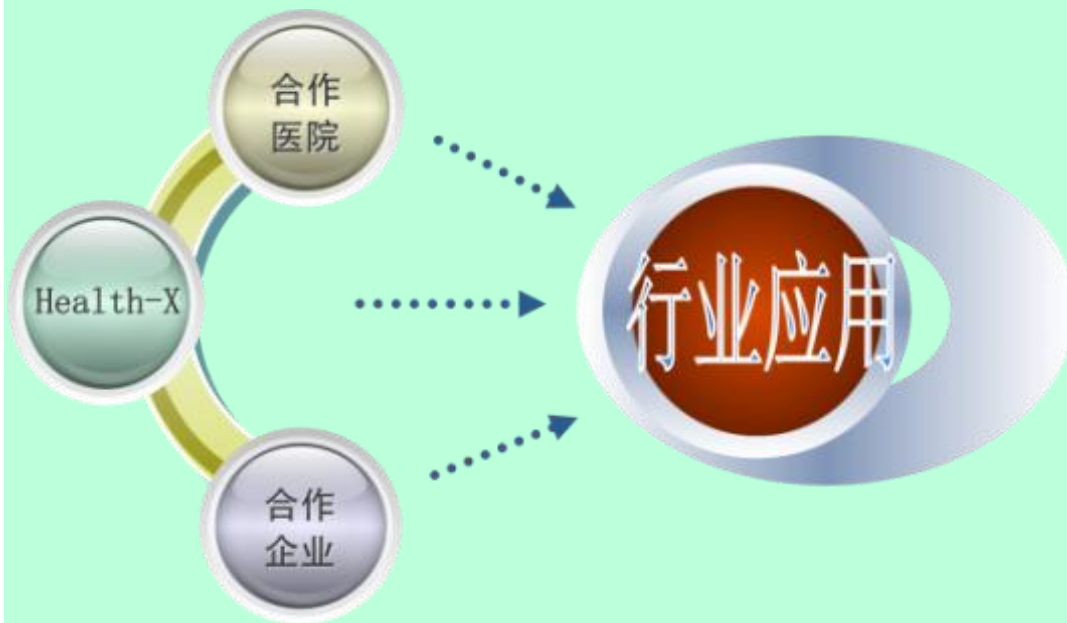


- 以身体为中心，集成生物传感器、智能终端、数据分析、人工智能、无线通信等多学科知识。
- 充分发挥网络化、信息化优势，实现健康全过程的跟踪与服务，是低成本健康的发展方向之一。WBAN主要特色是采集与互联互通。

健康电子研发中心：平台

Copyright reserved by IMECAS

构建技术平台、促进行业发展



- 北京卫计委科研所，“生物医学研发中心”
- 北京301医院：“健康电子联合实验室”
- 中科芯电远程医疗数据运行中心
- 无锡海军总医院：慢病中心
- 苏州雨来智能科技有限公司成立“智慧健康联合实验室”

.....

健康电子研发中心：**服务**



中国科学院微电子研究所

健康电子学研发中心

热忱希望与各界专家、朋友合作！