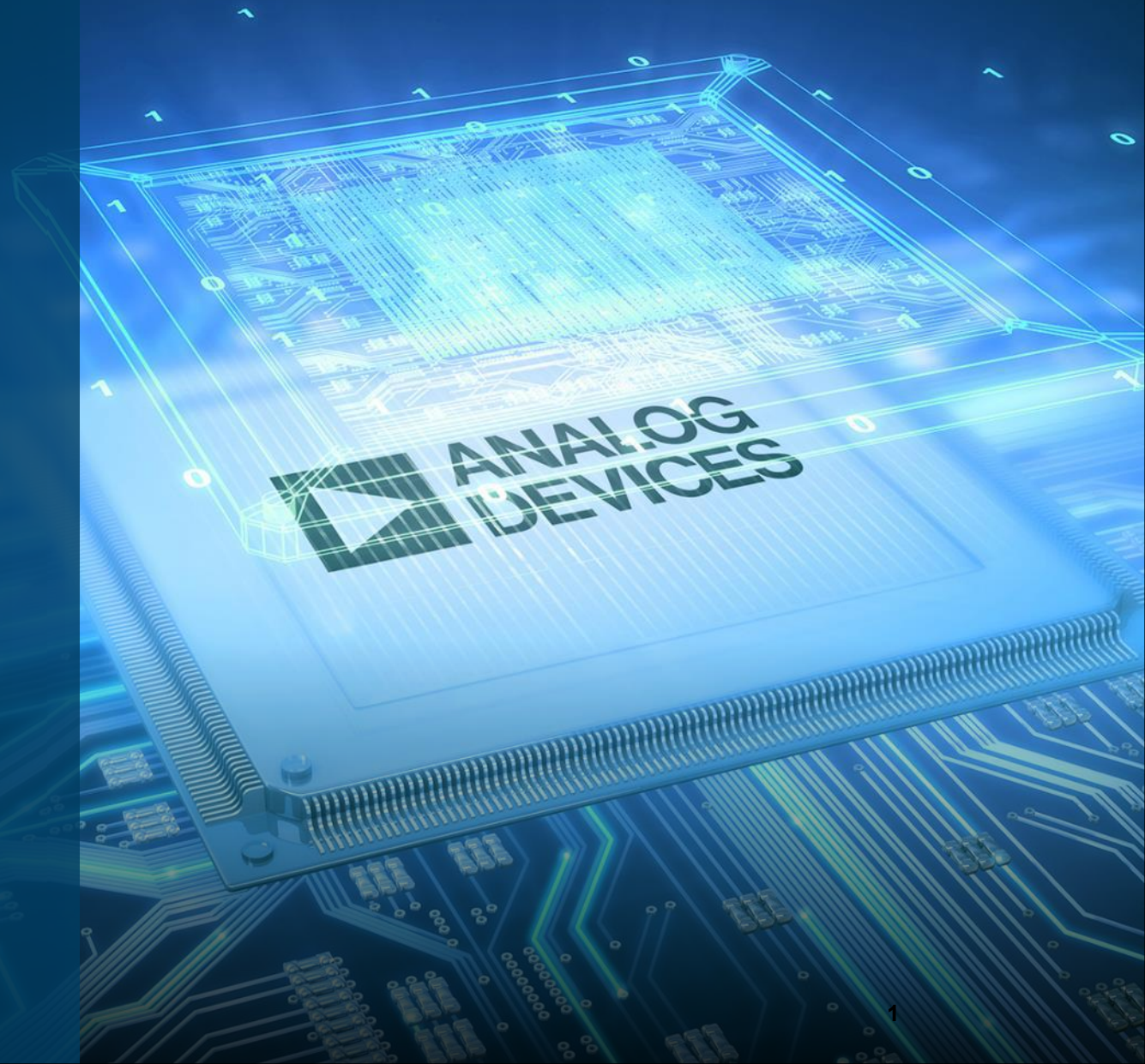




AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

可穿戴和临床生命体征监测技术



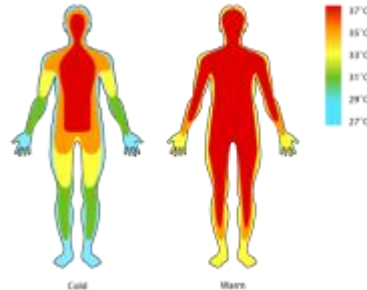
议题

- ▶ 生命体征监测简介
- ▶ 可穿戴式生命体征监测技术
- ▶ 生命体征监测应用案例
 - 生物电信号测量
 - ECG和心率监测
 - PPG/光学测量
 - 光学信号链
 - 分立式与集成式模块
 - HRM/HRV与SpO2
 - 生物阻抗测量
 - 皮肤电活动(EDA)
 - 人体阻抗分析(BIA)
 - 运动检测
- ▶ 总结

为什么要测量生命体征？

▶ 生命体征主要有

- 心率[50-80BPM]
- 血压[120/80]
- 体温[37-38C]
- 呼吸率[12-20次/m]



- ▶ 测量生命体征是为了观察人的状态
- ▶ 数值需要在某个范围以内（范围与年龄有关）
- ▶ 生命体征有助于医生得出正确的诊断结论
- ▶ 在用药和治疗期间测量生命体征是为了监测（所需）效果
- ▶ 增加对个人健康状况的认识

生命体征参数测量趋势

临床生命体征监测



高性能
FDA/CE认证
以病人为中心
在医院实施

ECG
SpO2
CO2
呼吸率
体温
血压

遥测



高性能
FDA/CE认证
以病人为中心
在医院/家里实施

ECG
SpO2

运动健身



低性能
无监管
个人兴趣

心率监测
计步
运动分析
皮肤温度
EDA



医院里

医院外

可穿戴式生命体征监测

专业/半专业市场

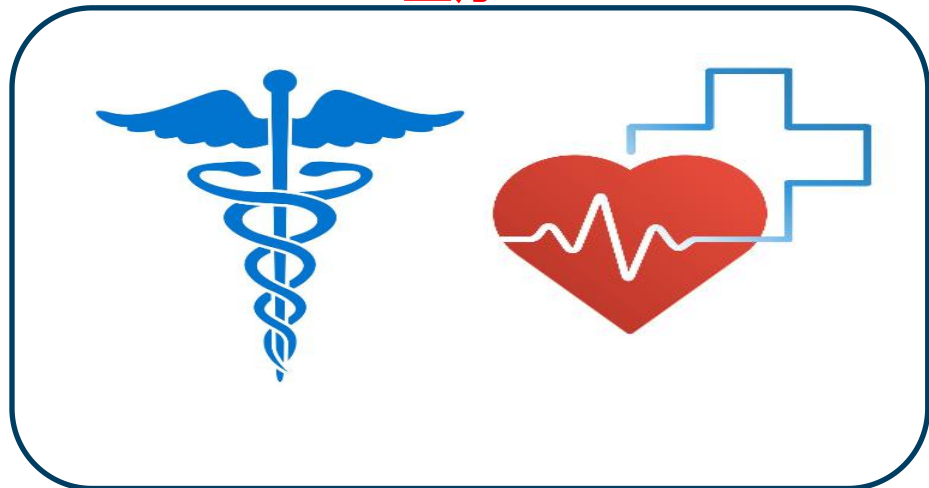
远程监测
有监管

ECG、心率、呼吸率、SpO2、
EDA、运动、体温

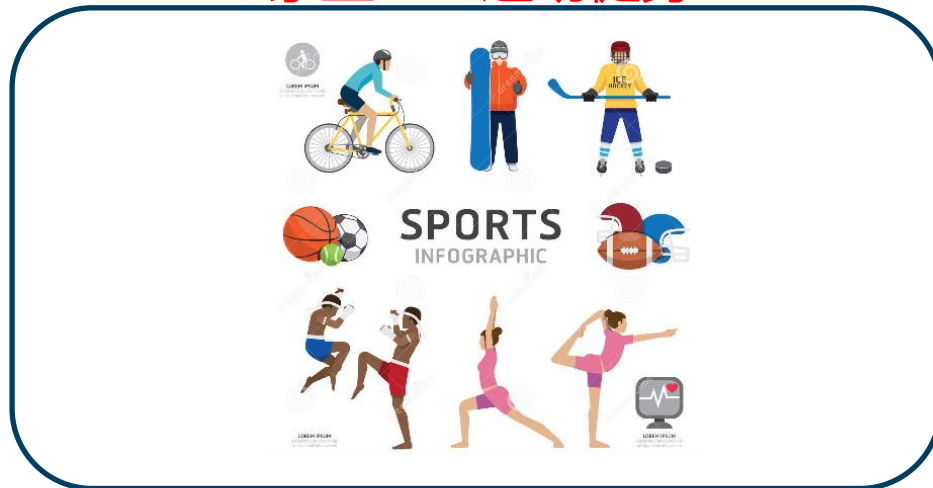


生命体征监测机会无处不在

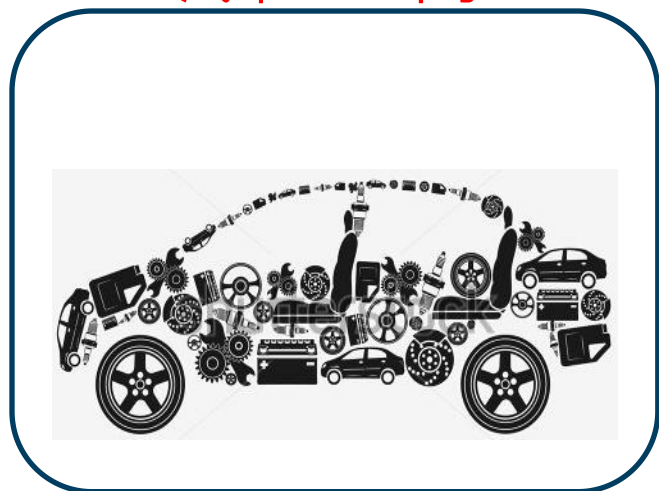
医疗



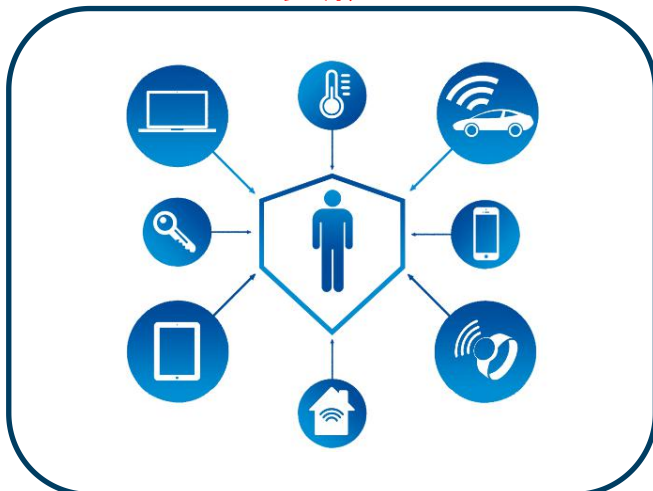
家里——运动健身



汽车——军事



安防



生活辅助



可穿戴式生命体征监测的必要技术

活动水平



MEM
运动检测

人体成分



阻抗测量

压力水平



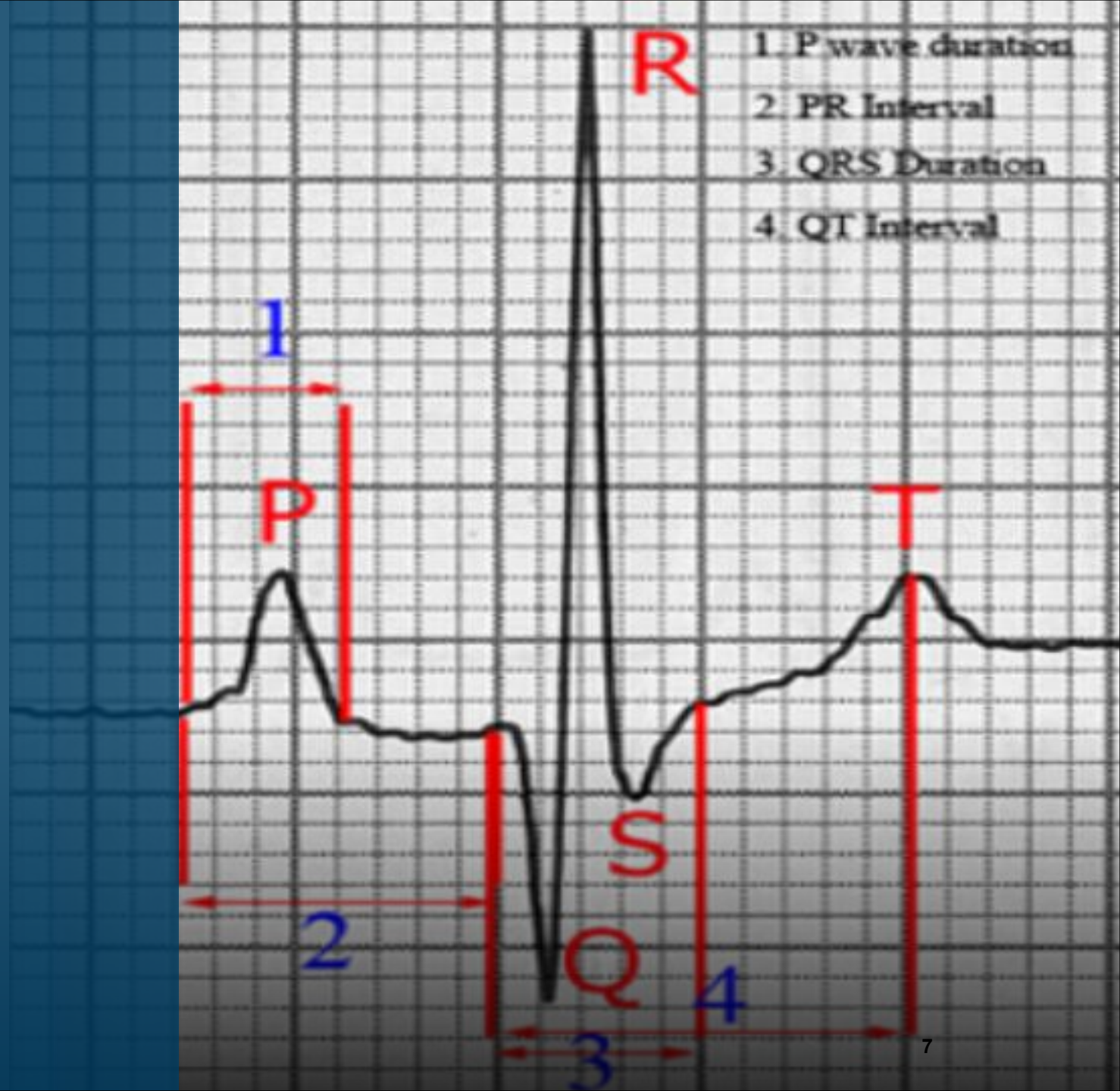
阻抗/
光学测量

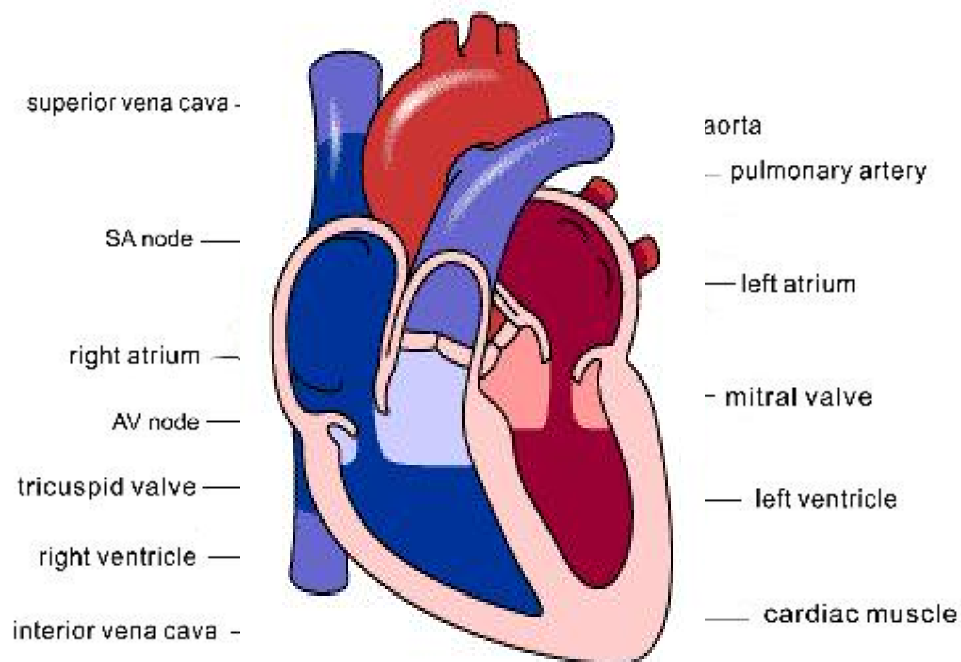
生命体征



光学/生物阻抗/
生物电信号

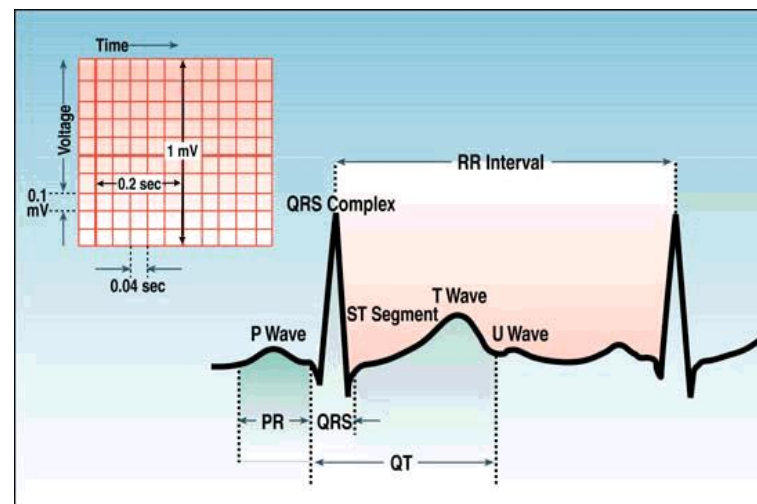
生物电测量



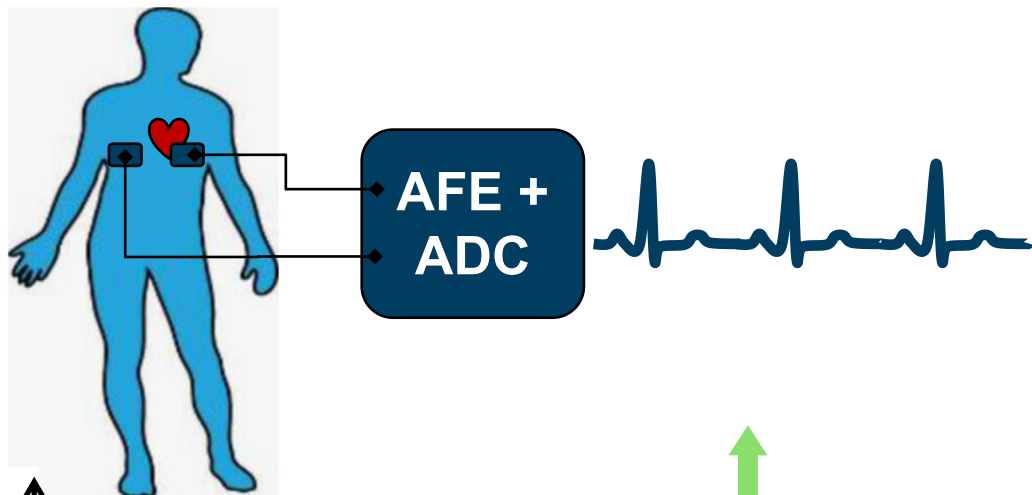


一个心跳周期

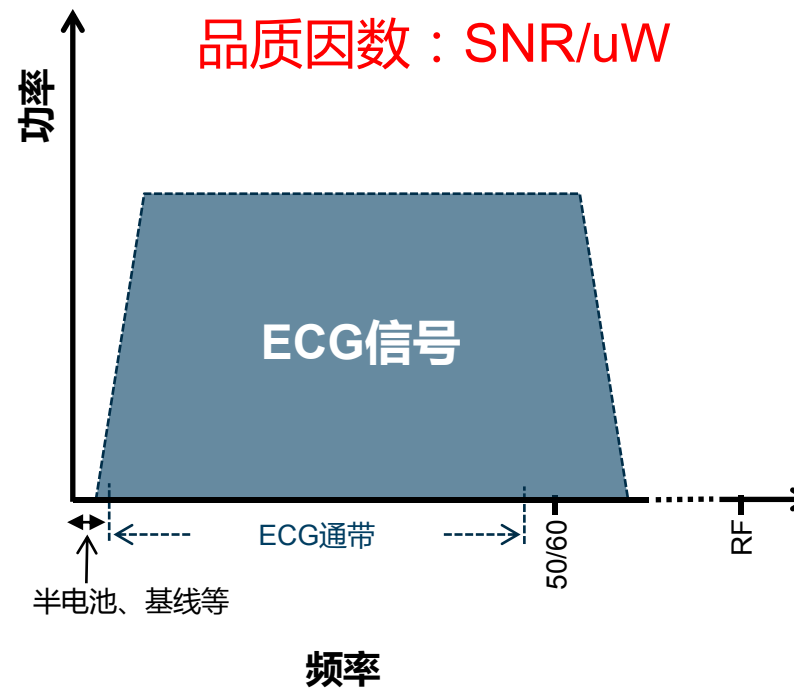
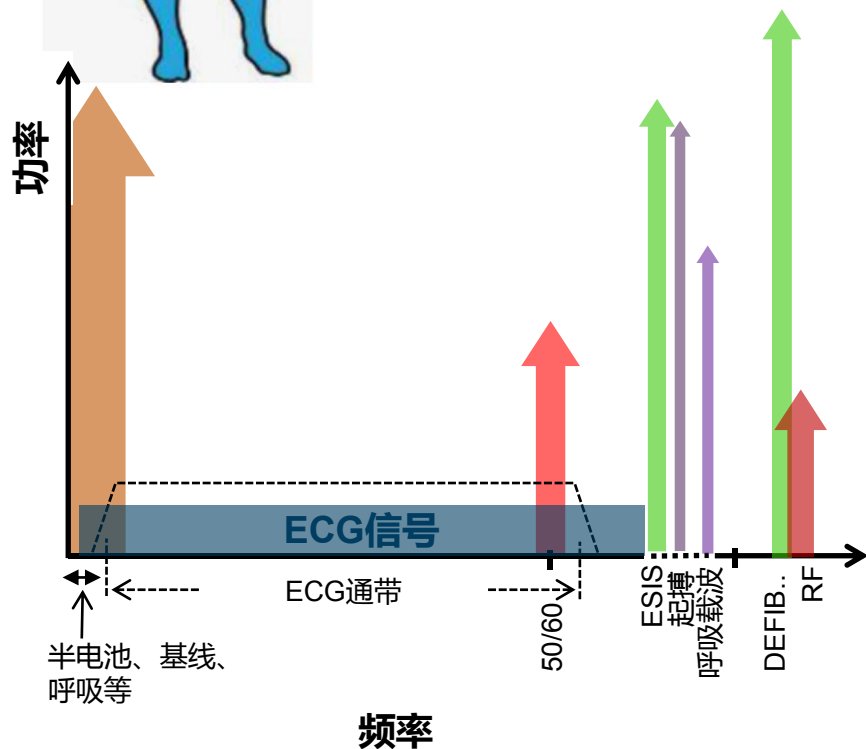
- ◆ P-波： 心房收缩
- ◆ QRS： 心室兴奋
- ◆ T-波： 心室激动后的复原活动



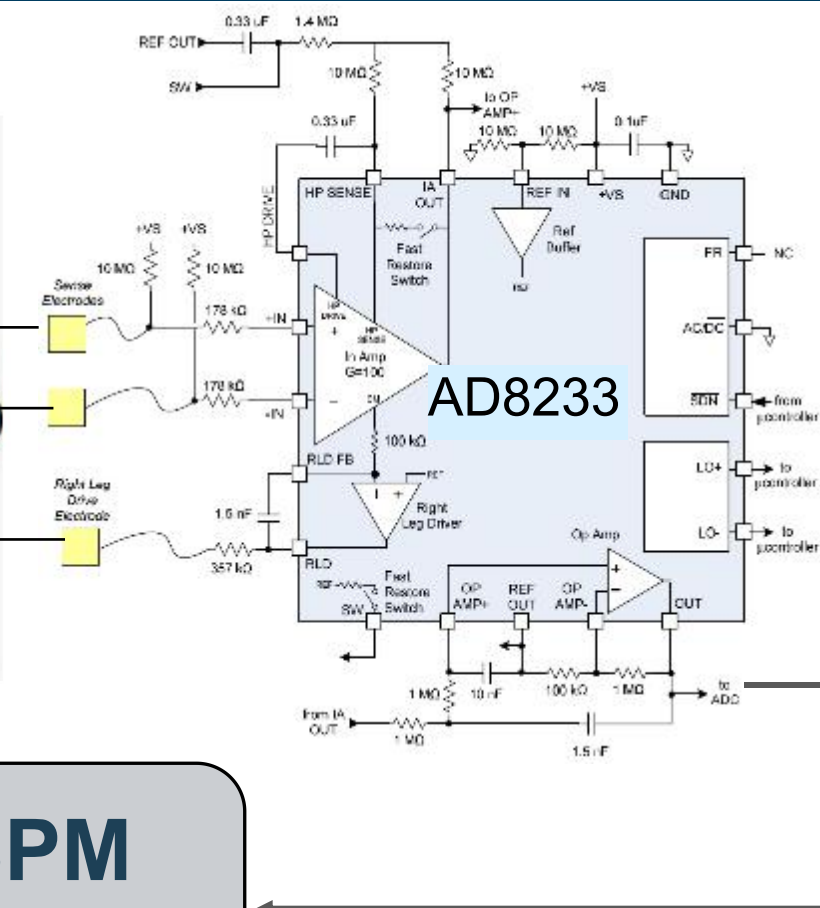
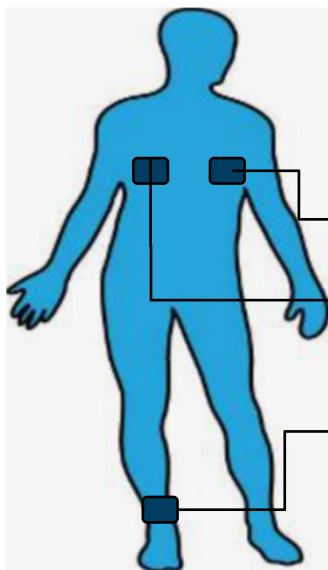
信号与干扰因素



主要电气要求	
带宽	0.05-150 Hz
幅度	1-10mV _{pkpk}
噪声RTI	10μV _{pkpk}
差分输入电压范围	±1V



AD8233——超低功耗单引脚ECG前端



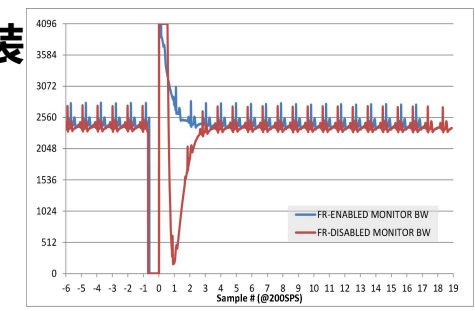
64 BPM
ADUCM3029

◆ 目标应用

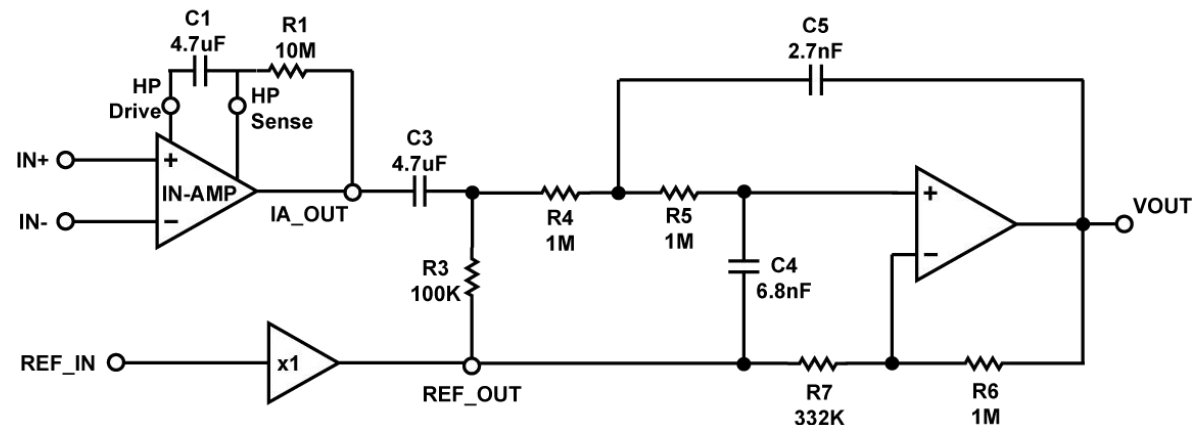
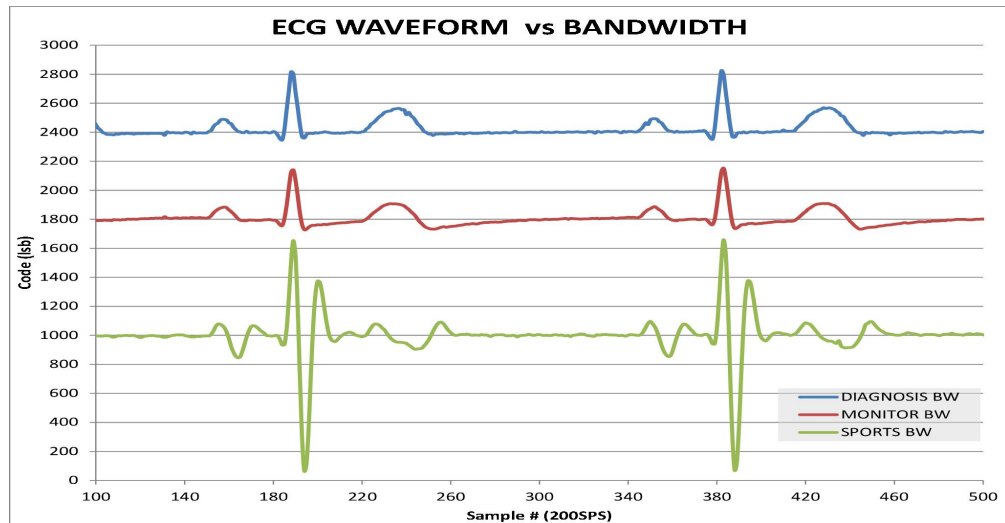
- ◆ 健身及运动心率监测
- ◆ 便携式远程家用ECG测量系统
- ◆ 任何低端心脏系统

▶ 特性

- 双极点高通滤波器
 - 消除电极直流失调
 - 可选截止频率(0.05至10Hz)
- 三阶低通滤波器
- 集成快速恢复电路(FR)
- 交流和直流导联脱落检测
- 集成右腿驱动(RLD)
- 工作电压：1.7-3.5V (由电池直接供电，无需稳压器)
 - 正常模式：50μA
 - 关断模式：<1uA
- 微型2mm x 1.7 mm WLCSP封装



通过带宽与时间响应

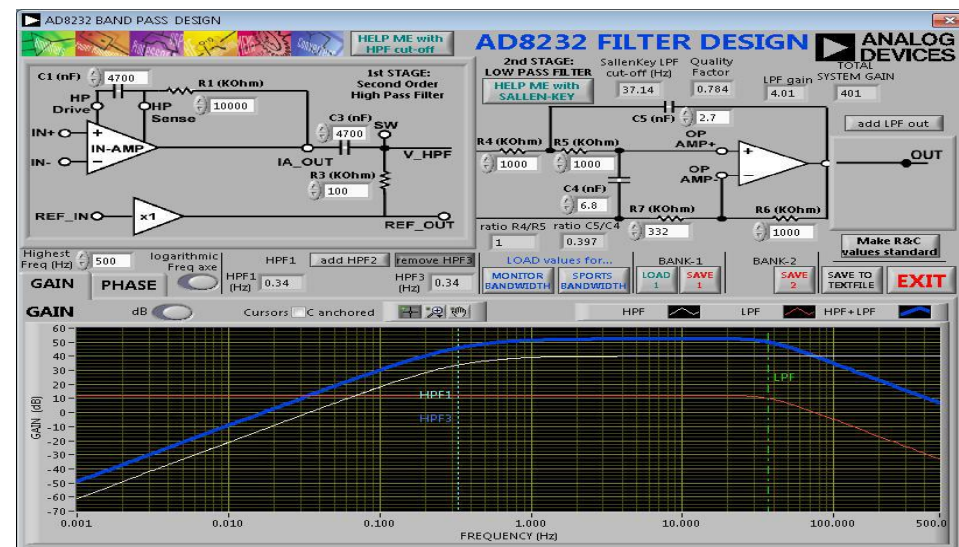


▶ 目标频段因应用案例而异：

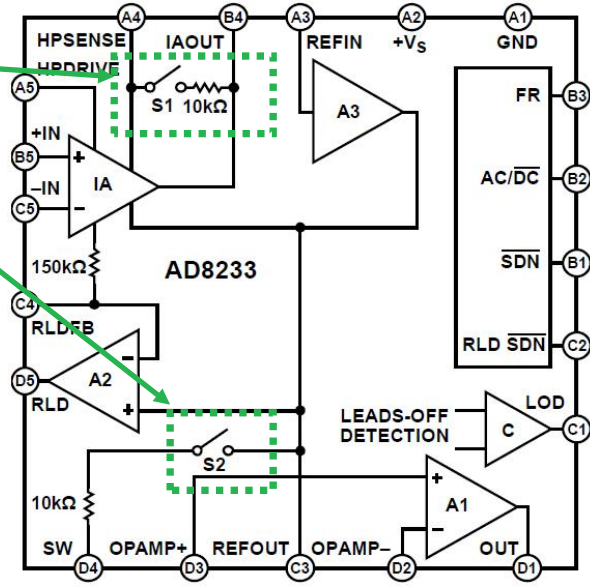
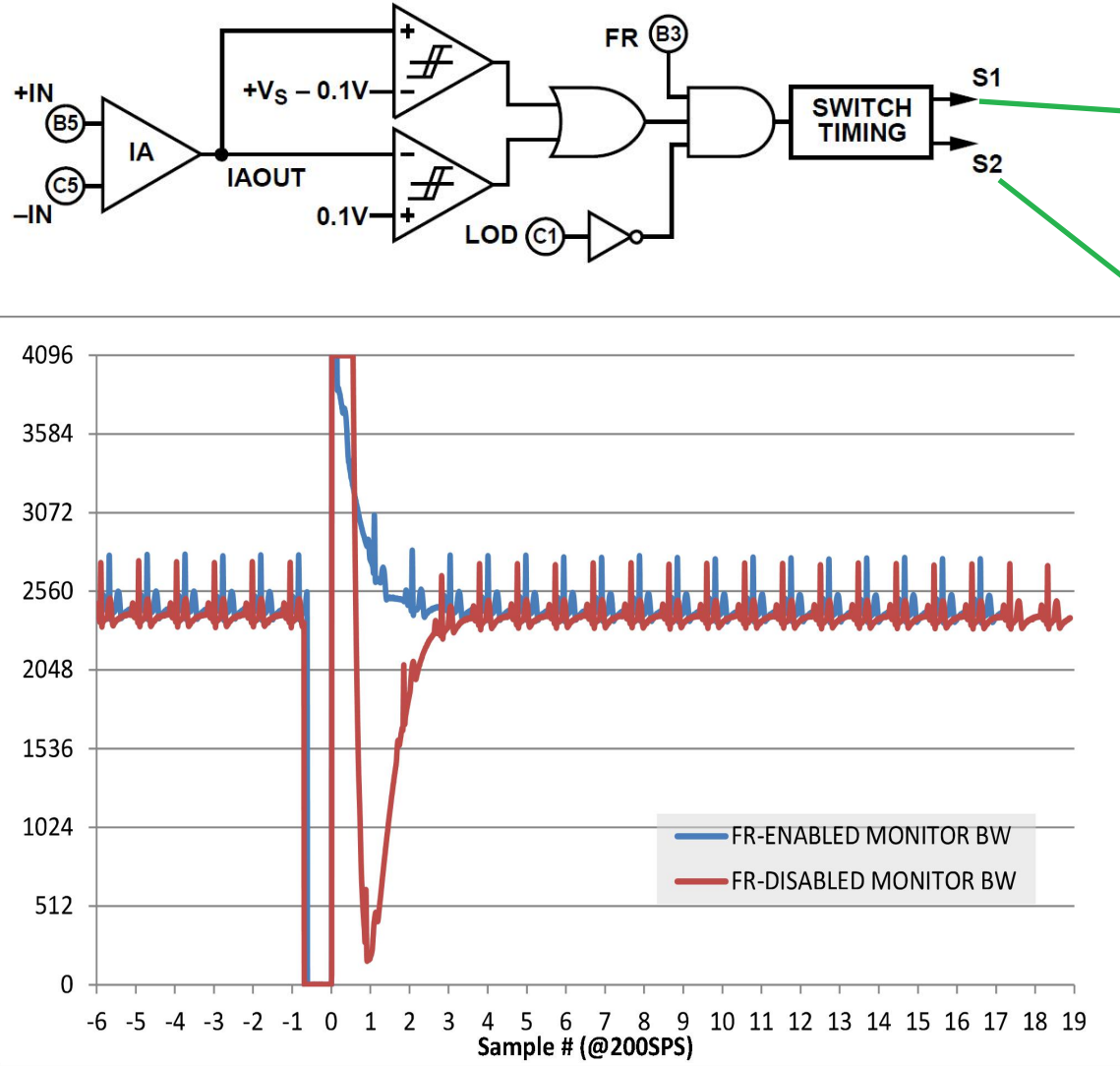
运动(7-25Hz)

监测(0.5-40Hz)

诊断(0.05-150Hz)



快速恢复功能





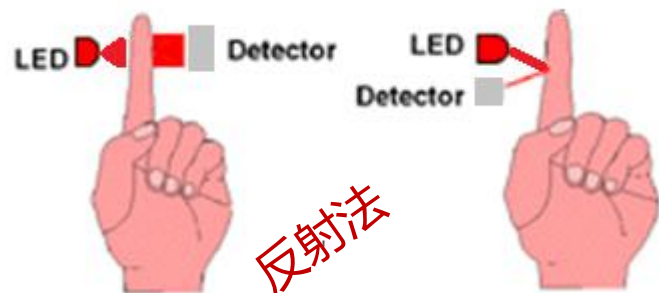
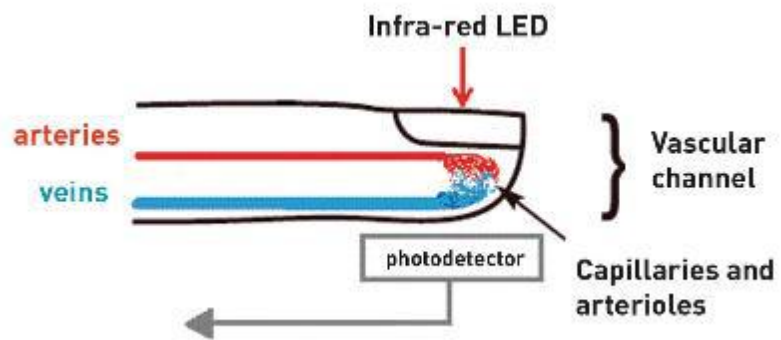
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

光学测量



用于测量HRM和HRV的PPG检测技术

- ▶ **PPG** : 光学容积描述术 = 用于监测心血管体系**压力和容积**的方法
- ▶ **透射法** : 在被检测部分两侧相对放置发射器和接收器。光沿肌肉传播, 然后在传感器另一侧予以捕捉。
- ▶ **反射法** : 在被检测部分同一侧放置发射器和接收器。光穿过皮肤, 其中一部分被反射到传感器上。

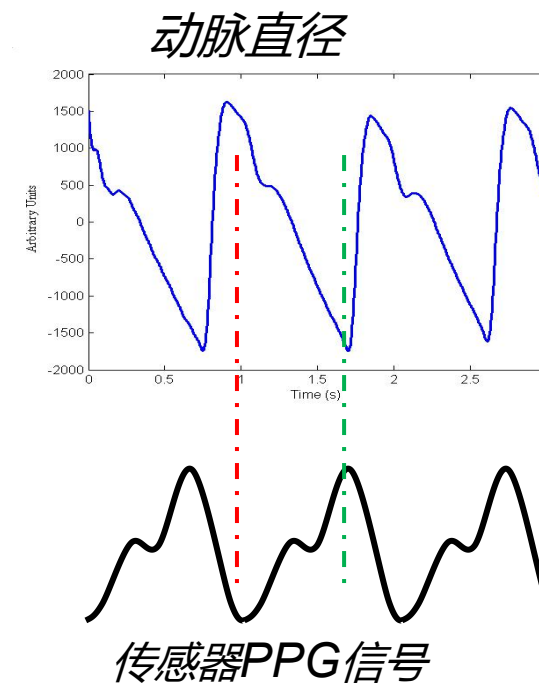
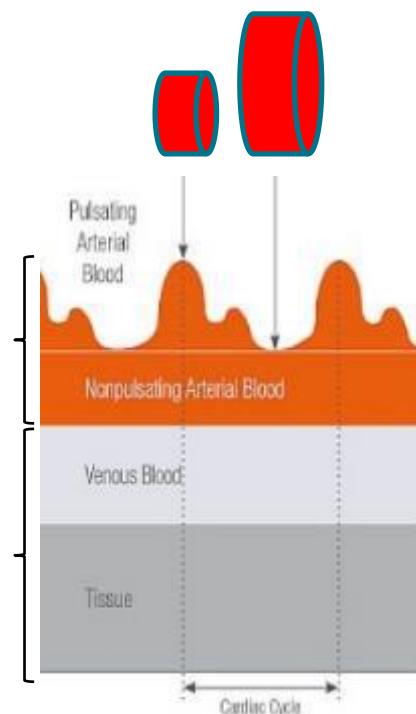


透射法

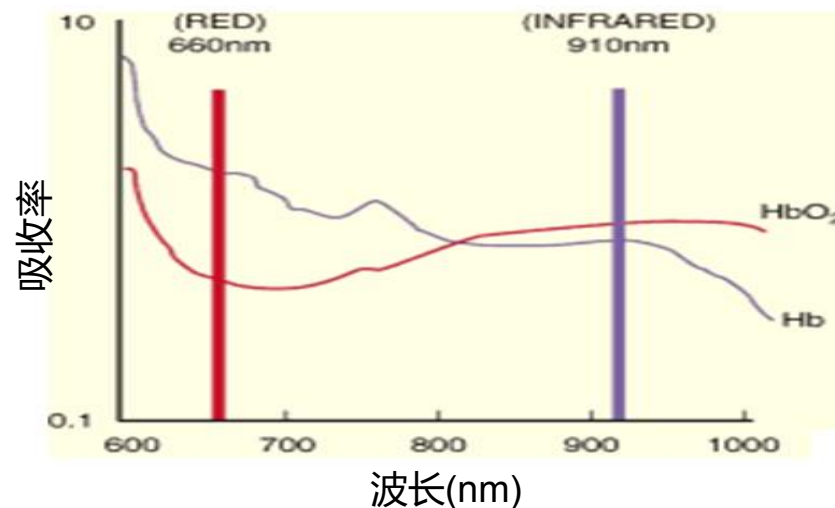
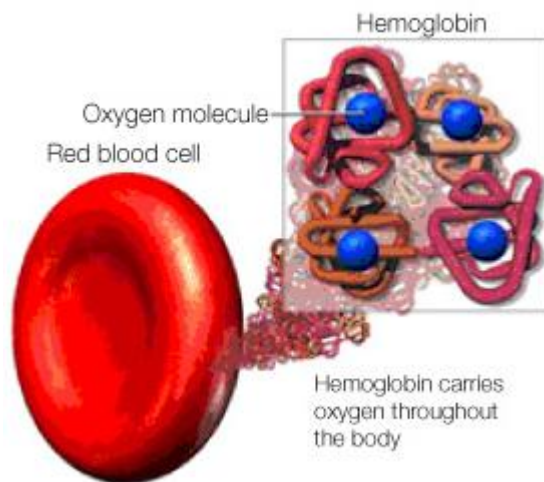
反射法

交流分量

直流分量

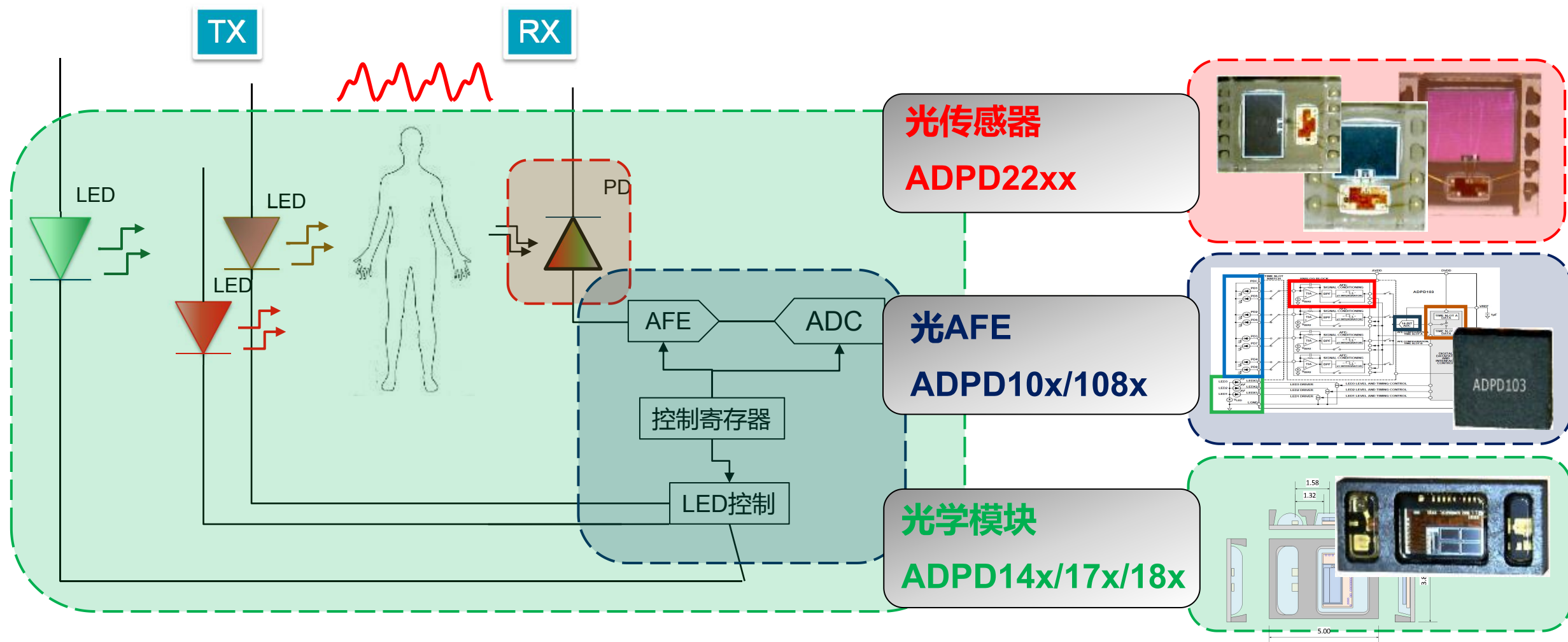


用PPG测量血氧饱和度(SPO2)



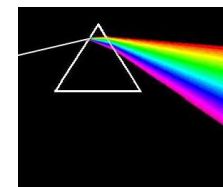
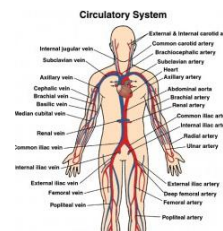
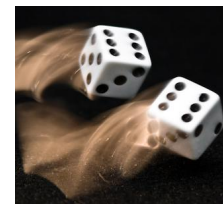
- ◆ SpO₂为完全饱和的氧合血红蛋白(HbO₂)与总血红蛋白(HbO₂ + Hb)的比例，表示为百分比
 - 典型读数范围为70%-100%
- ◆ SpO₂根据人的呼吸状况以及血液循环状况上下波动

光接收信号链与ADPDxxxx系列



光学系统设计挑战

- ▶ 环境光的干扰
 - 外部光源干扰接收信号
 - 通过机械设计予以抵消
 - 采用智能环境光抑制技术
- ▶ 运动伪影
 - 集成补偿运动传感器(ADxL362)
 - 通过机械设计减少运动伪影
- ▶ 人体生理机能
 - 人体部位决定应用案例
 - 部位和应用案例决定光学设计
- ▶ 机械设计和光信号路径
 - 决定最佳光电二极管尺寸及LED波长
 - 最佳PD/LED间距
 - 限制光学串扰限制 (ILP=内部光污染)



光学模拟前端和路线图

ADPD105/106/107



- ▶ 4个光学RX通道
- ▶ 3个LED电流源 (最高250mA)
- ▶ 模拟环境光抑制
- ▶ I2C和SPI选项
- ▶ EDA功能
- ▶ SNR/瓦特比提升2.7倍
- ▶ 电池寿命更长
- ▶ 更多的触发选项

已量产

ADPD1080/ADPD1081



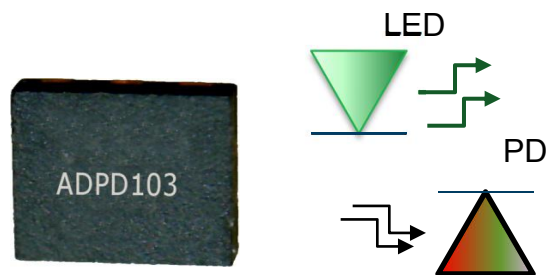
- ▶ 噪声和功耗均有改善
- ▶ PSRR性能更强
- ▶ 具备低压绿色LED运行能力
- ▶ 增强了ECG等高灵敏度电压测量功能
- ▶ 引脚和寄存器兼容ADPD10X系列零件。

刚发布

设计光学信号链：使用分立式模块还是集成式模块？

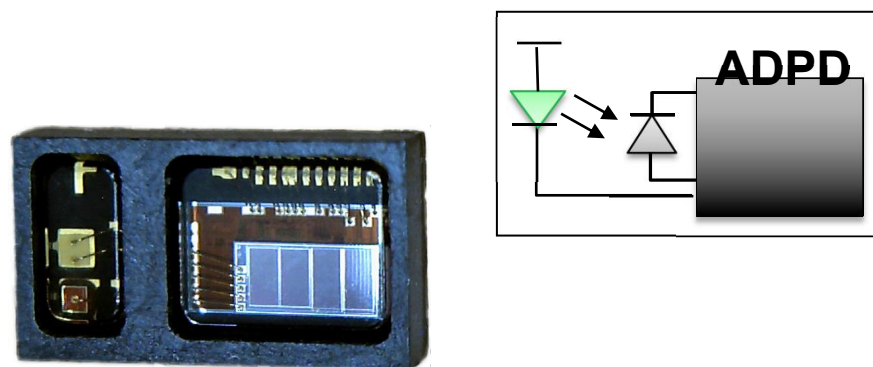
分立式解决方案

- ▶ 灵活选择光电二极管/尺寸和LED波长
- ▶ 可优化RX/TX传感器位置
- ▶ 需要光学/机械和电子设计资源
- ▶ 可能需要镜头和塑料
- ▶ 通常需要多次迭代设计



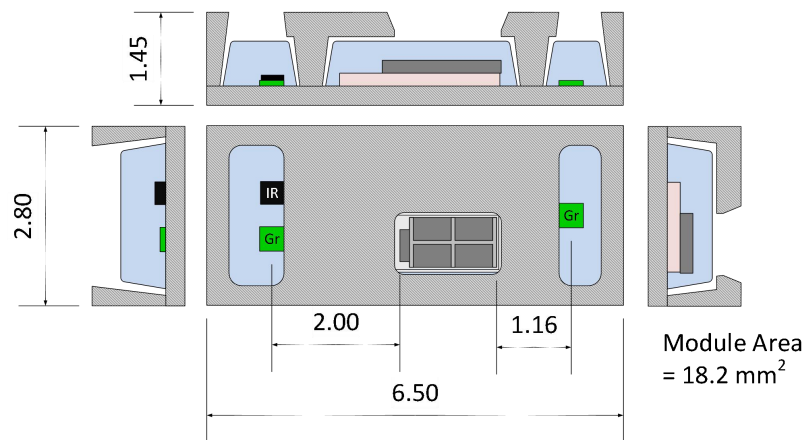
集成式模块

- ▶ 传感器尺寸固定
- ▶ 配置选项与PD和LED的位置受限
- ▶ 设计速度快，上市时间短
- ▶ 需要的设计知识较少
- ▶ 玻璃窗后的优秀解决方案
- ▶ 小尺寸

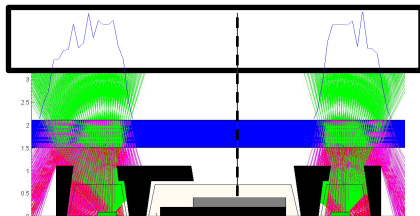


ADPD174GGI光学模块及其后续产品

ADPD174GGI : 已发布

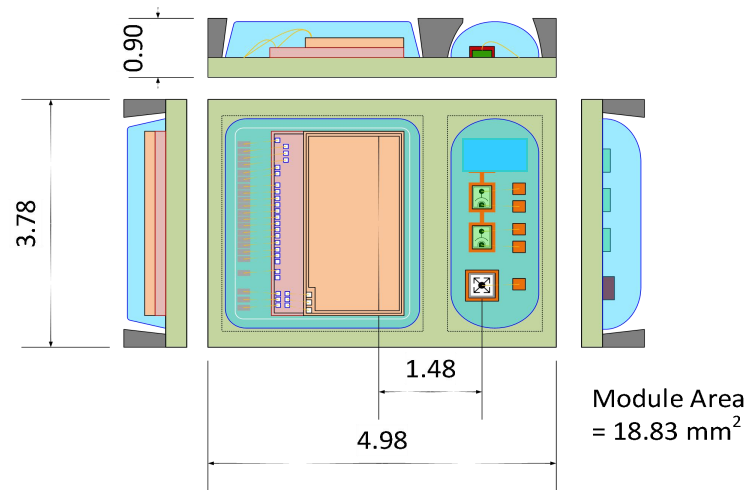


- ▶ 面向腕部PPG的全集成式模块
- ▶ 近距IR LED
- ▶ 低ILP（光学串扰），在透明容器后实现出色性能



玻璃窗下性能最佳的模块！！

ADPD188GG : 已发布



- ▶ 相同功率下，交流SNR性能提升3至6倍（深色皮肤）
- ▶ 超薄设计
- ▶ 更强的“在皮”检测能力
- ▶ 支持PD内环境抑制，实现超低噪声
- ▶ PSRR性能更强
- ▶ 分离ECG输入，精度更高
- ▶ 具备低压绿色LED运行能力（消除升压转换器）

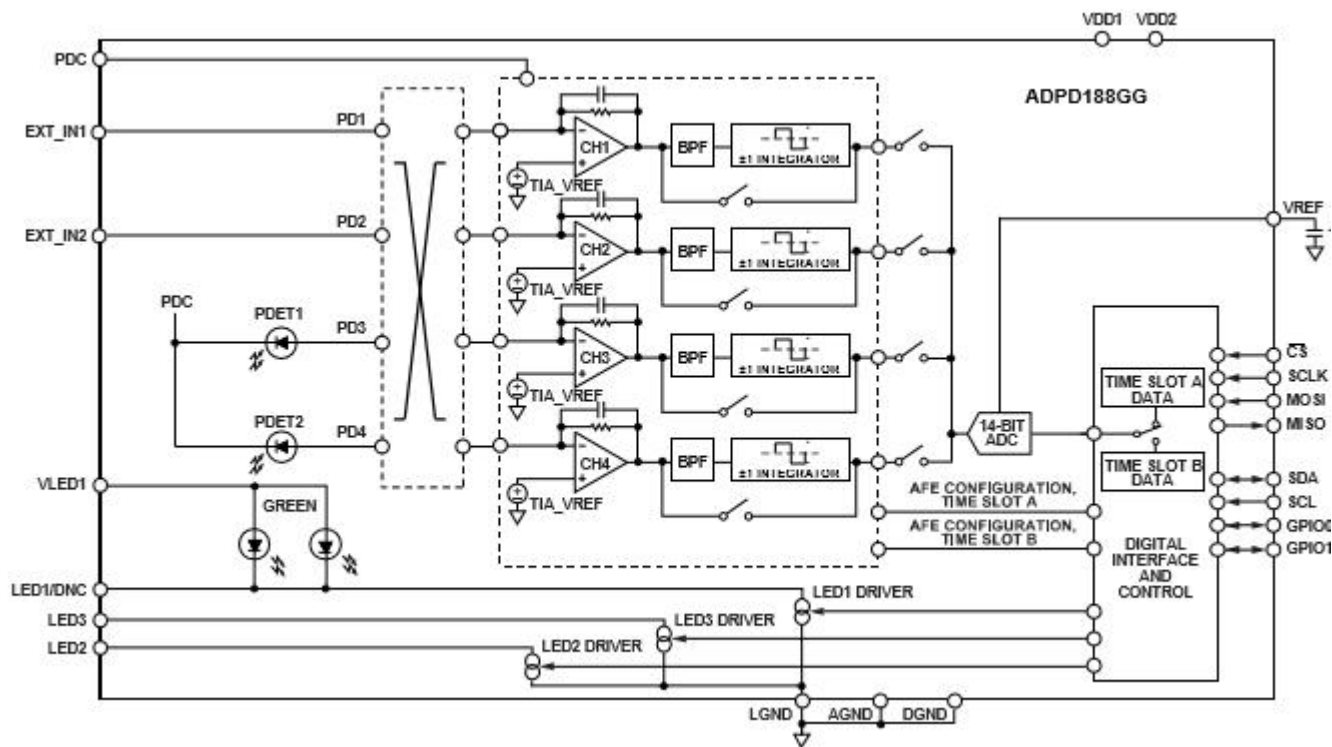
ADPD188GGZ : 面向光学HRM/HRV的光学模块

特性

- ▶ 完整的光学模块，基于ADD108x + 分立式光学器件
- ▶ 模块尺寸：3.8mmx 5.0mm x 0.9mm
- ▶ 2个绿色LED，2倍PD + IR截止滤波器
- ▶ 2个辅助输入
- ▶ 优化的SNR性能
- ▶ 3个LED电流源（各370mA）

目标应用

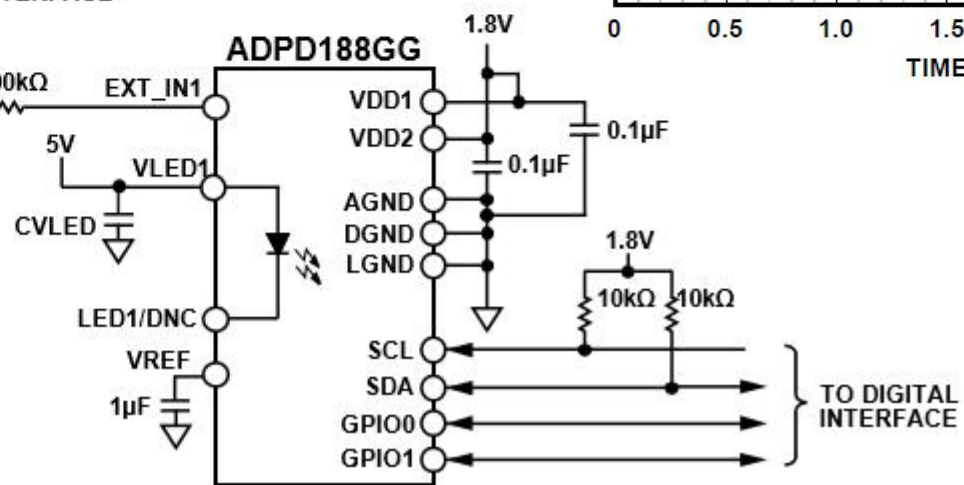
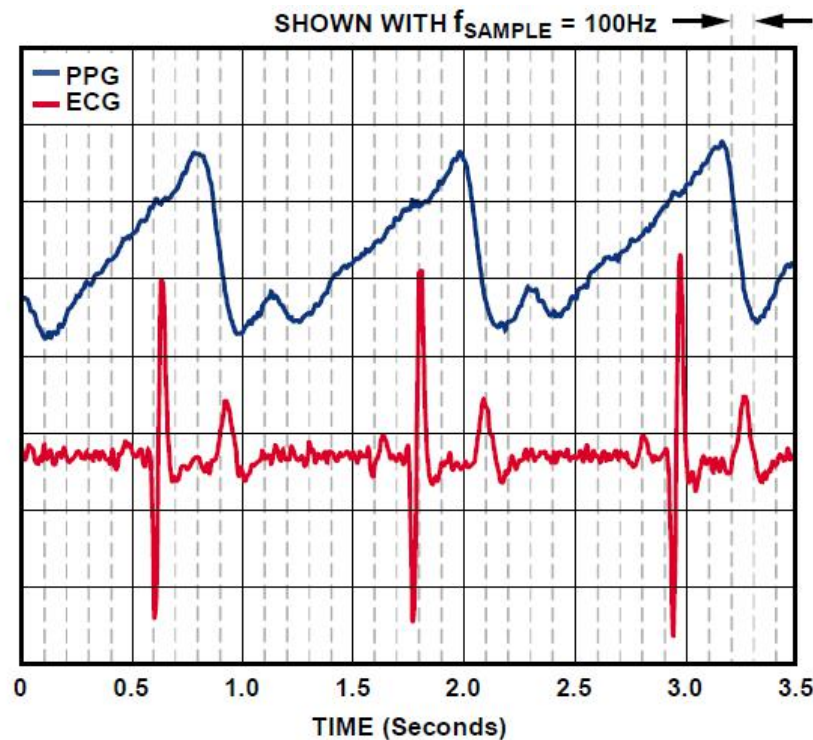
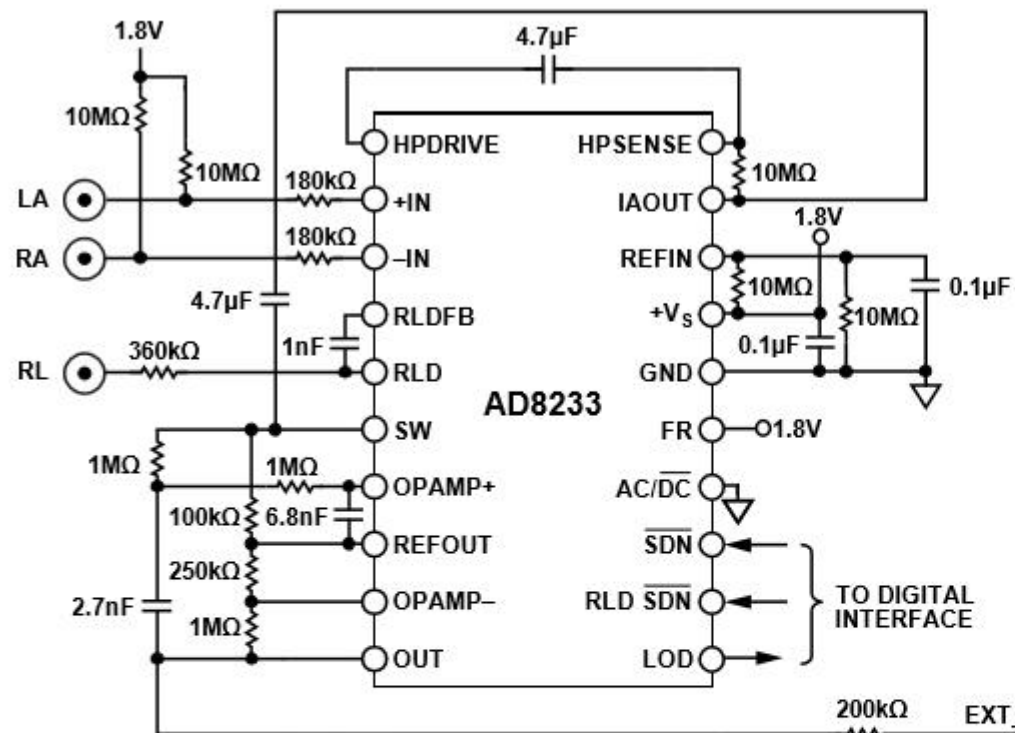
- ▶ 光学HRM / HRV
- ▶ 反射式SpO2测量
- ▶ 连续血压(CNiBP)测量



ADPD系列成员概述

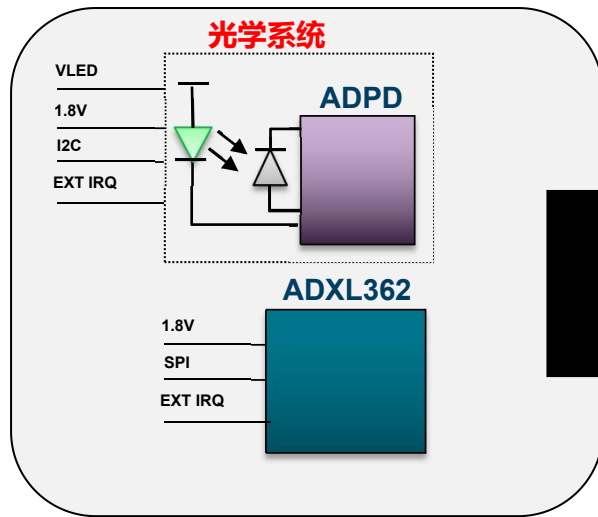
产品型号	目标应用	光电二极管输入	集成光电二极管	LED/通道	注释
ADPD103BCPZ ADPD103BCBZ	通用光学AFE	4 (x2)通道 1 (x2)通道	否	3个电流源	4mmx4mm LFCSP 2.5x1.4mm WLCSP
ADPD105/6/7	第二代光学AFE	4 (x2)通道 1 (x2)通道	否	3个电流源	I2C / SPI接口 增强的SNR性能
ADPD1080/81	第三代光学AFE	4 (x2)通道	否	3个电流源	增强的SNR-功率 /PSRR性能
ADPD142RG ADPD142RI	心率监测 SPO2	4x0.3mm ²	是	1x红, 1x绿 1x红, 1x IR	
ADPD144RI	SPO2	4x0.3mm ²	是	1x红, 1x IR	增强的ILP性能
ADPD153GGRIZ	心率监测	1x0.9mm ² 1x0.3mm ²	是	1x红, 1x IR 2x绿	分拆窗
ADPD173GGIZ	心率监测	1x0.9mm ² 1x0.3mm ²	是	1x IR / 2x绿	增强的ILP性能
ADPD174GGIZ	心率监测	1x1.2mm ²	是	1x IR / 2x绿	增强的ILP性能
ADPD18xGGZ	心率监测/ 近程检测	1x0.4mm ² 1x0.8mm ²	是	2x绿	增强的光学性能/辅助输入

同步ECG和PPG，适用于无创式血压监测

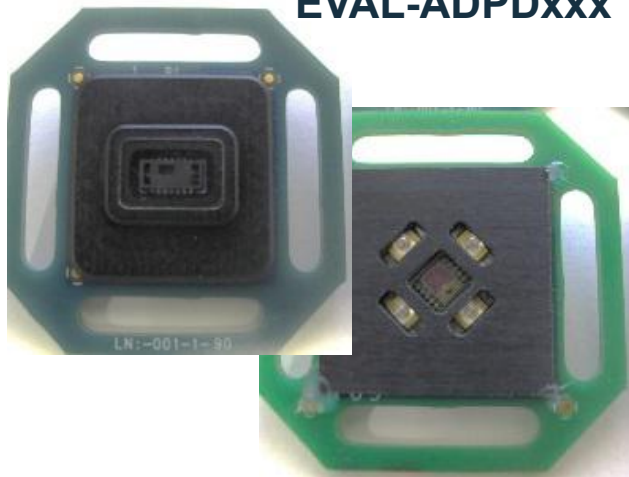


光学评估板

器件板



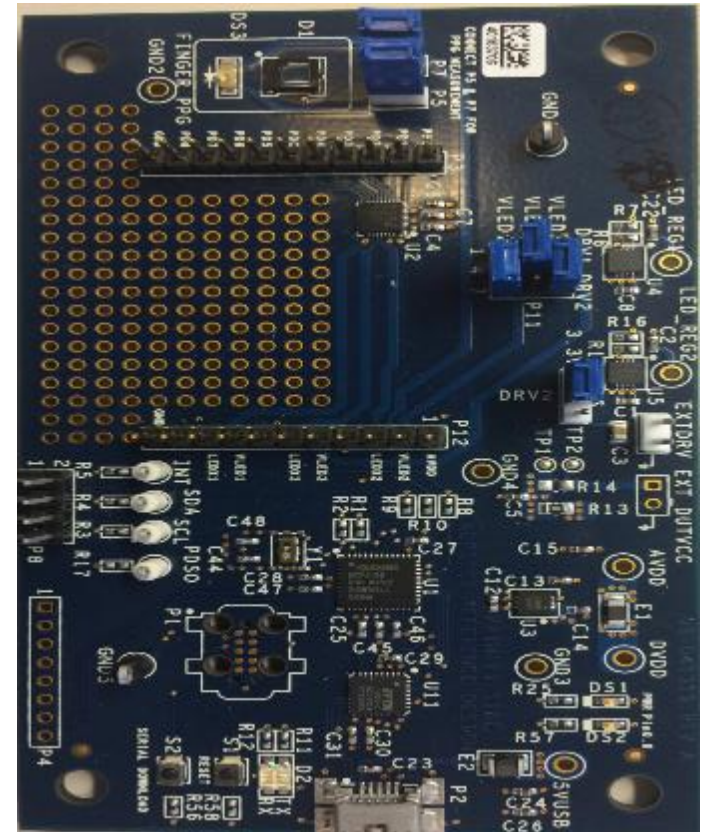
EVAL-ADPDxxx



接口板

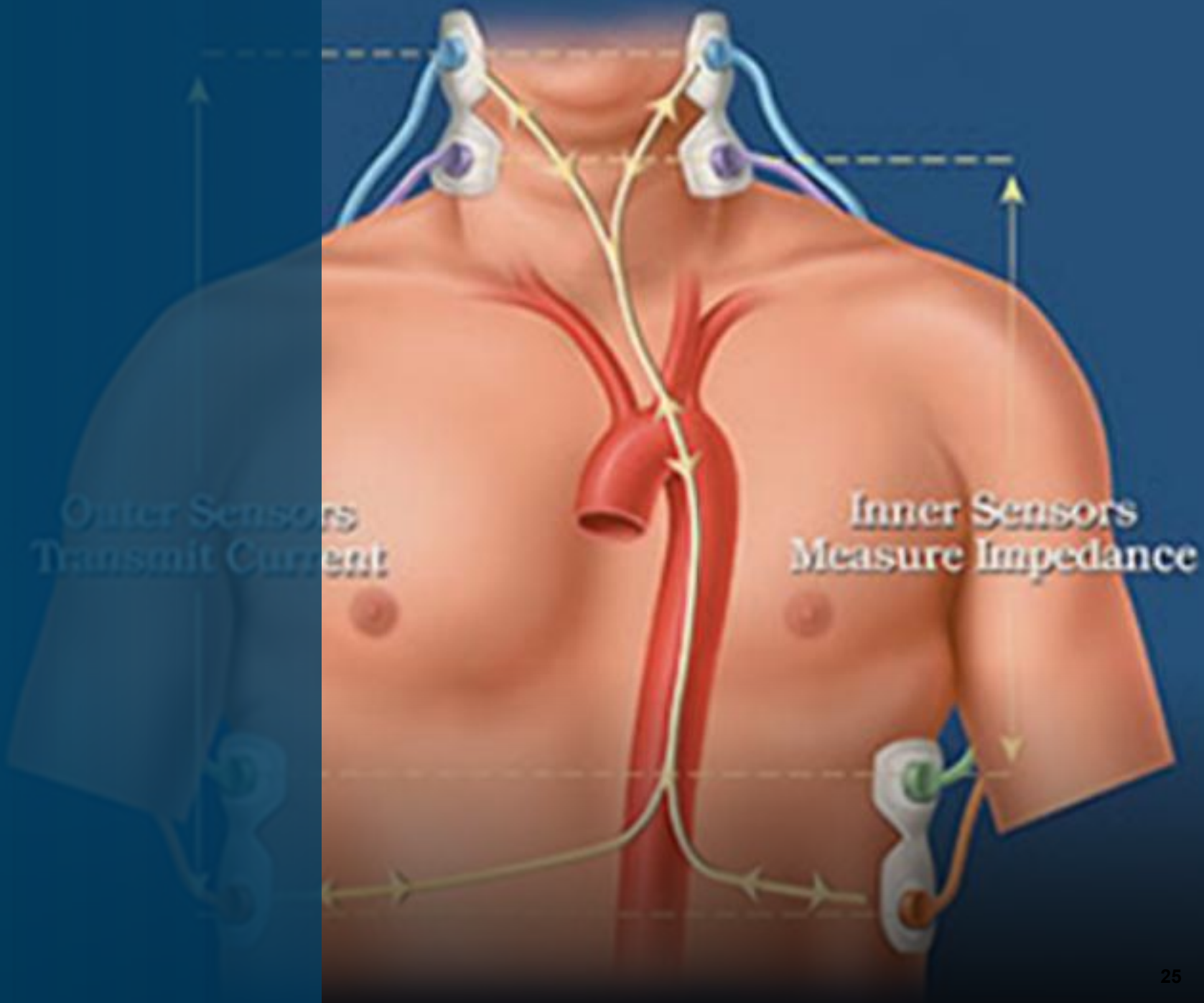


EVAL-ADPDUCZ



EVAL-ADPD105Z-GEN

生物阻抗测量



各种生物阻抗测量应用案例

应用与要求

▶ EDA/GSR (皮肤电活动/皮肤电反应)

- 皮肤(表面)信息
- DC至200Hz激励信号
- 始终在线型应用——连续。
- 压力和睡眠监测



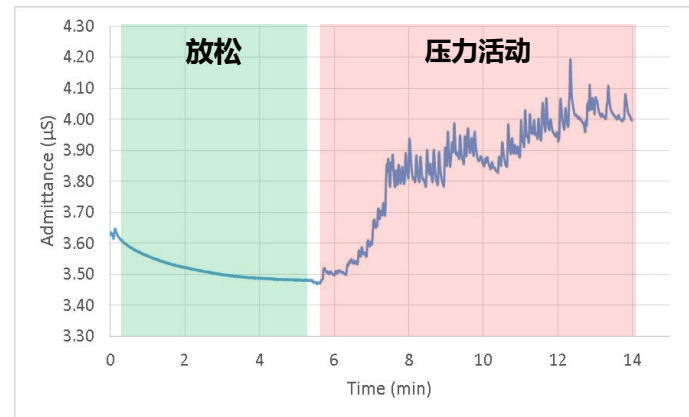
▶ BCM/BIA (身体成分测量/生物阻抗分析)

- 细胞应用
- 不同组织类型: 脂肪型、肌肉型、水型、骨型等
- 50kHz激励信号
- 一天两次——非连续



▶ 水合

- 细胞应用
- 不同的体液房室: ICF、ECF、ISF、等离子等。
- 频率(50kHz、100kHz、150kHz、200kHz)
- 连续检测和现场检测应用。



高阻态



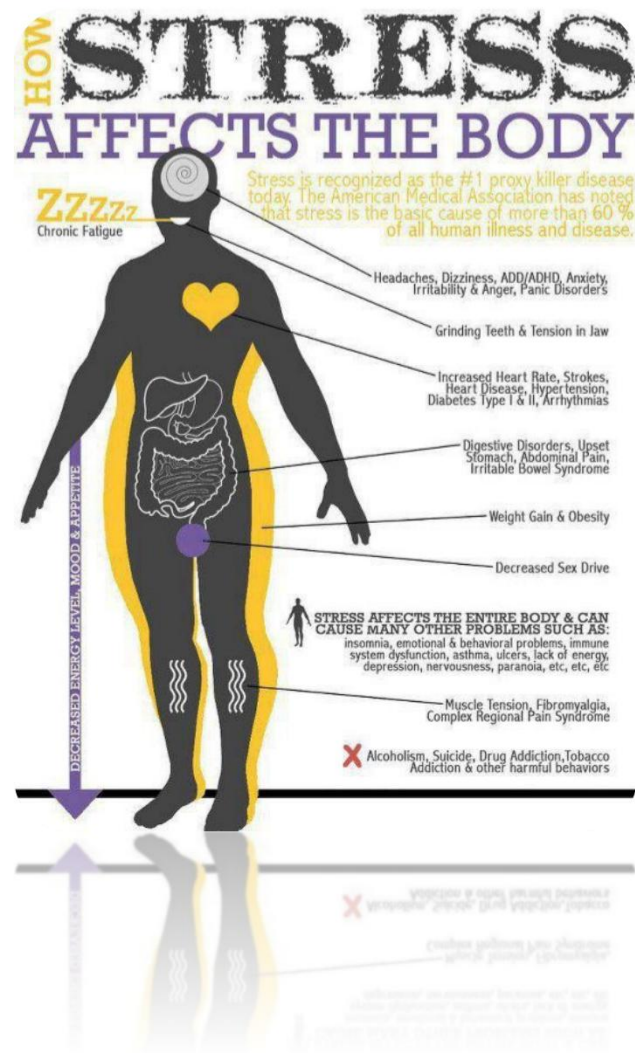
低阻态

用于测量压力水平的皮肤电活动

为什么压力很重要？

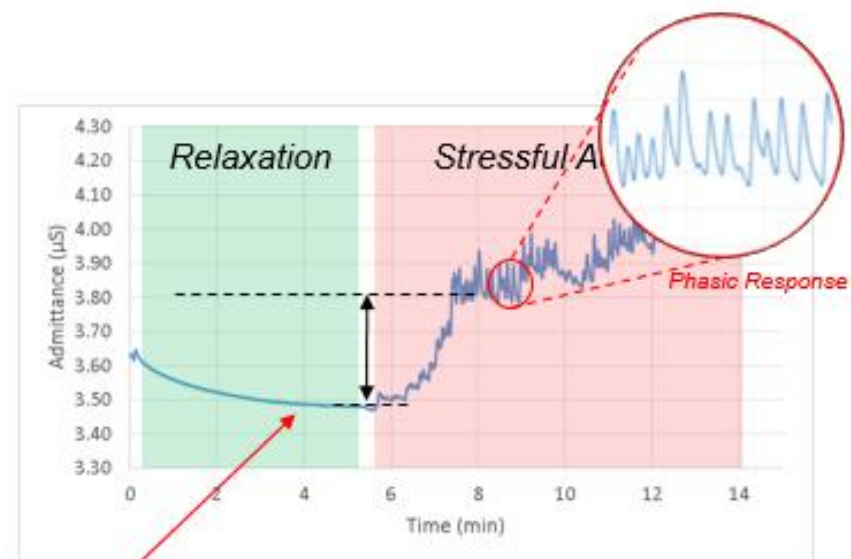
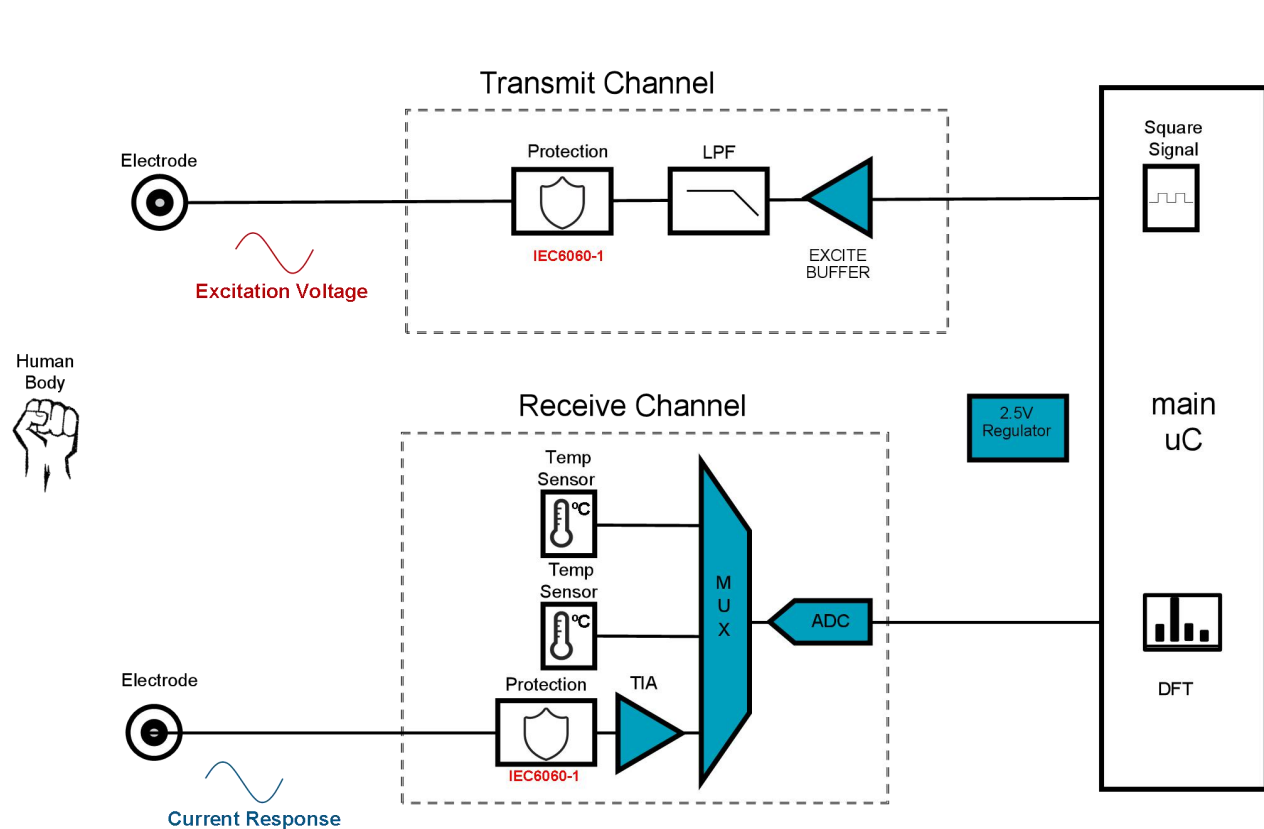
- 失眠
- 饮食紊乱
- 抑郁
- 焦虑和恐慌发作
- 感冒和病毒
- 循环系统疾病
- 全身或局部感染
- 糖尿病
- 心脏病
- 癌症

[http://www.lifescrpt.com/well-being/articles/i/illnesses caused by stress.aspx](http://www.lifescrpt.com/well-being/articles/i/illnesses%20caused%20by%20stress.aspx)



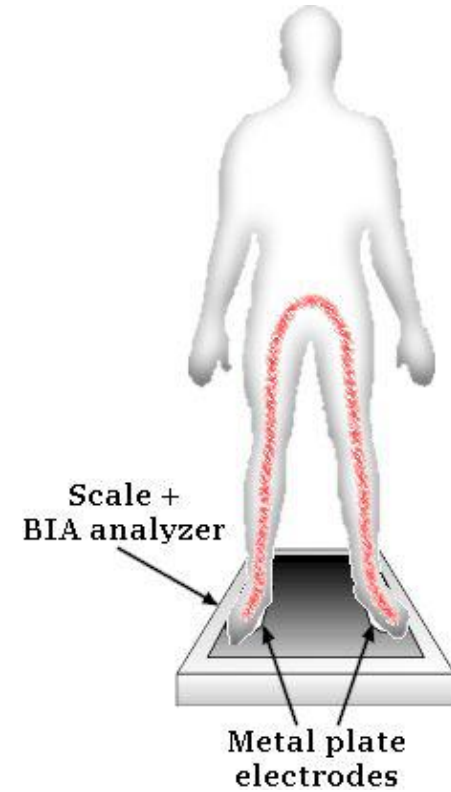
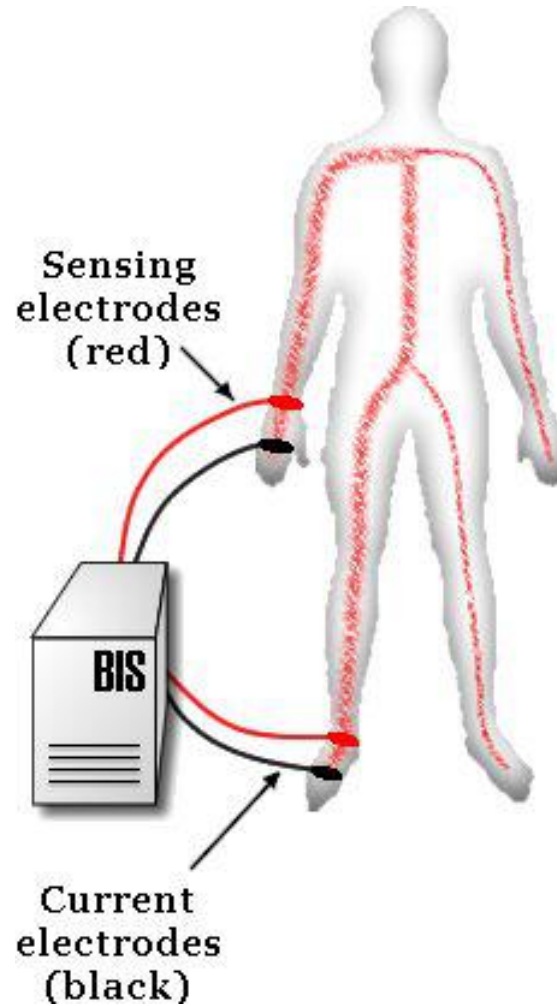
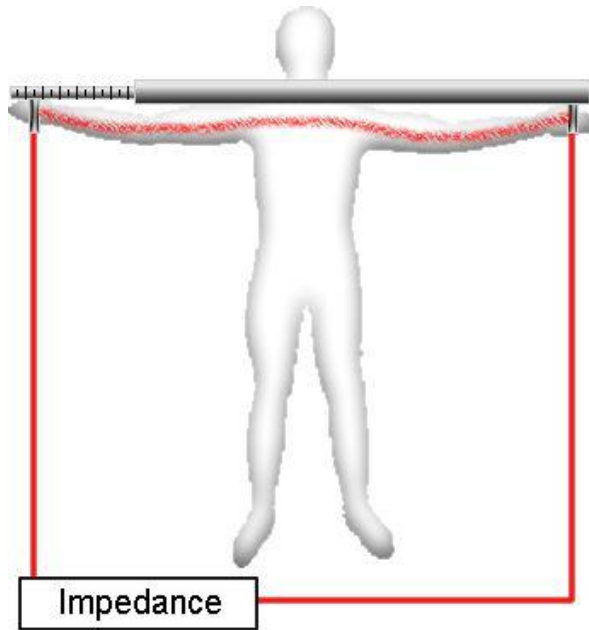
皮肤电活动

面向EDA测量的分立式解决方案



This shift in the DC level corresponds to the tonic response to the stressor

人体阻抗 生物电阻抗分析(BIA)

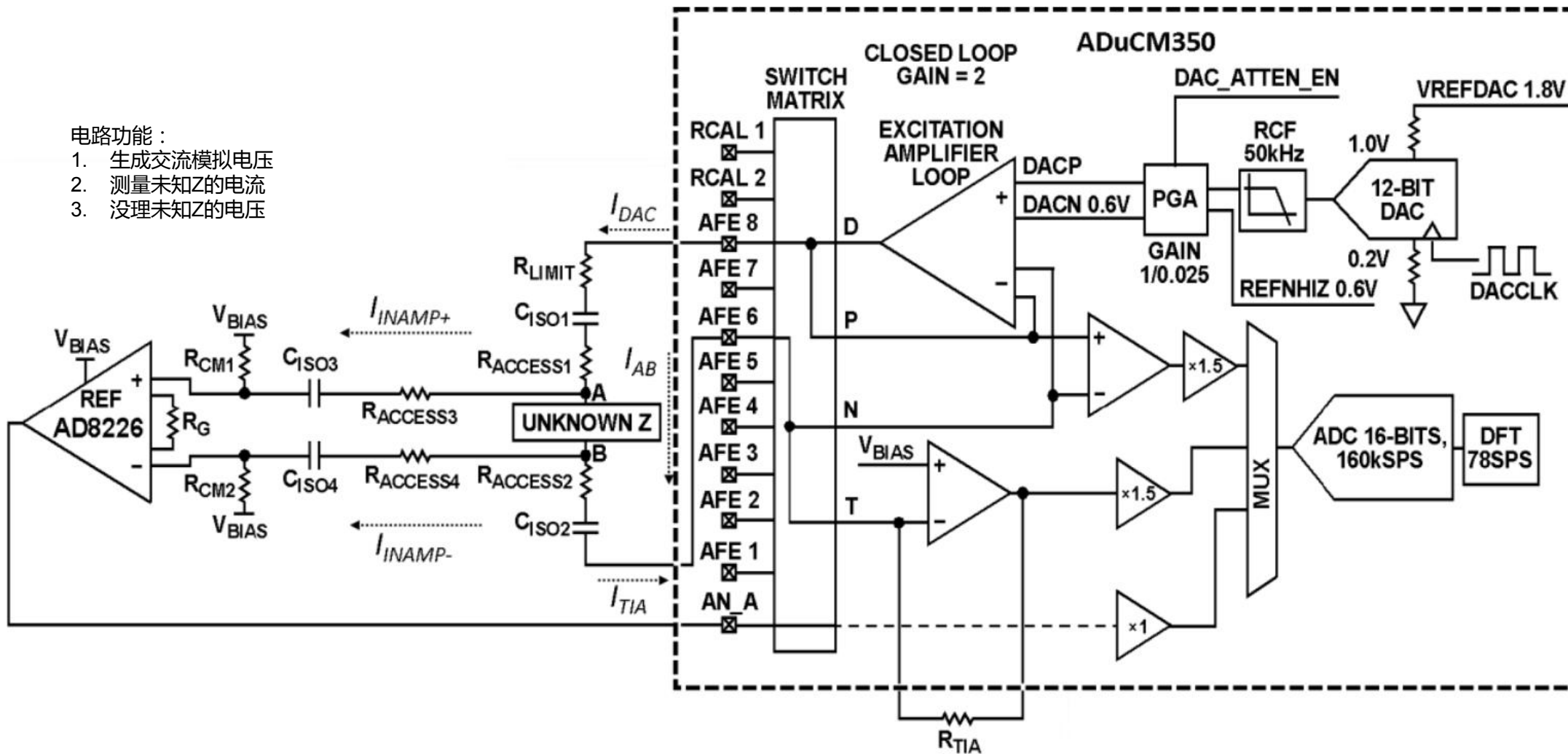


人体阻抗

4线ADuCM350电路——IEC60601

电路功能：

1. 生成交流模拟电压
2. 测量未知Z的电流
3. 测量未知Z的电压





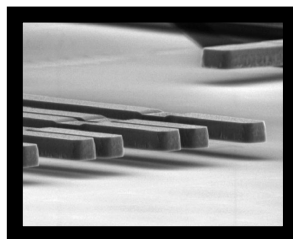
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

运动检测

用MEMS超低功耗器件进行运动检测

转向价值更高的医疗健康模式

经典HCR应用案例

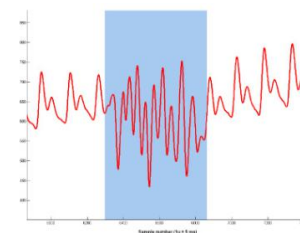


可穿戴式设备中的MEMs

(24/7)



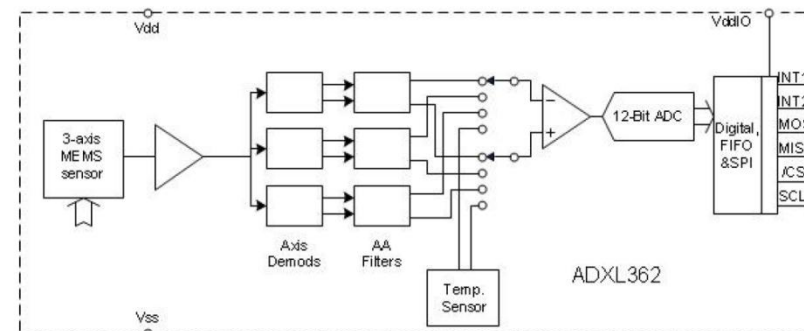
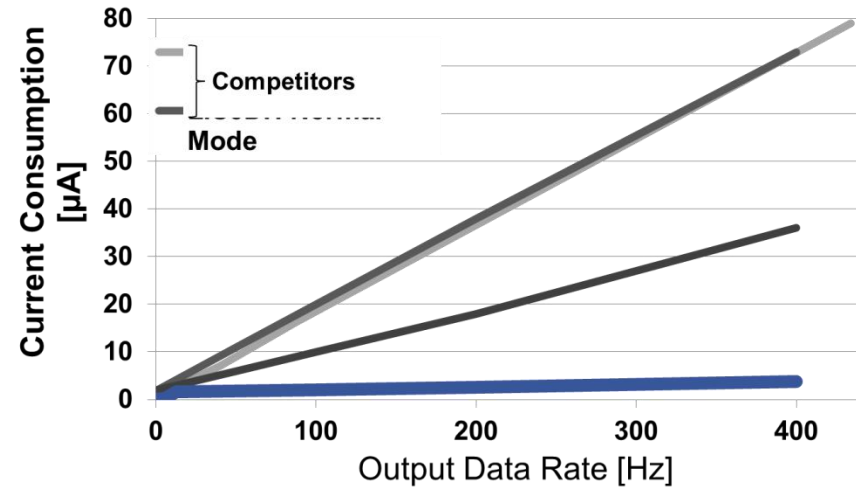
- ▶ 运动跟踪/曲线绘制
- ▶ 运动伪影抑制
- ▶ 计步
- ▶ 燃烧卡路里
- ▶ 跌倒检测



ADXL362微功率三轴，±2g/4g/8g数字加速度传感器

业内功耗最低的MEMS加速度计

- ▶ **超低功耗**
 - **300 nA**运动激活唤醒模式
 - **3.0 μA**，可覆盖高达400Hz的完整ODR（12位分辨率）
 - 10nA待机电流
- ▶ **内置多种系统级节能功能，包括：**
 - 用于运动激活的可调阈值休眠/唤醒模式
 - 多采样活动检测，消除“误检”运动
 - 深度嵌入式FIFO最大程度地减轻主机处理器负荷
- ▶ **连续采样，ODR最高达400Hz，无欠采样或混叠！**
- ▶ **12位分辨率：1 mg/LSB @ ±2g范围**
- ▶ **噪声低至175 μg/√Hz**
- ▶ **宽电源和I/O电压范围：1.6 V至3.6 V**
- ▶ **通过外部触发器进行加速度采样同步**
- ▶ **小尺寸、薄型(3 mm x 3.25 mm x 1.06 mm)封装**



一站式服务满足可穿戴式生命体征监测需求

运动：ADxL36x系列



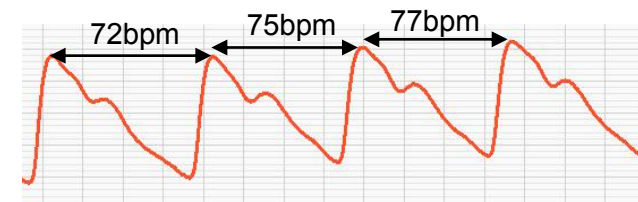
模块化设计



ADI健康平台



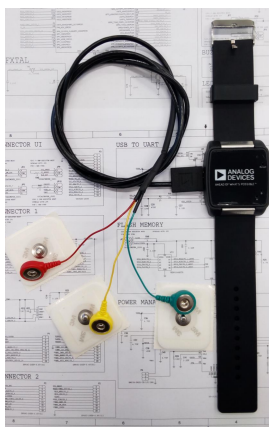
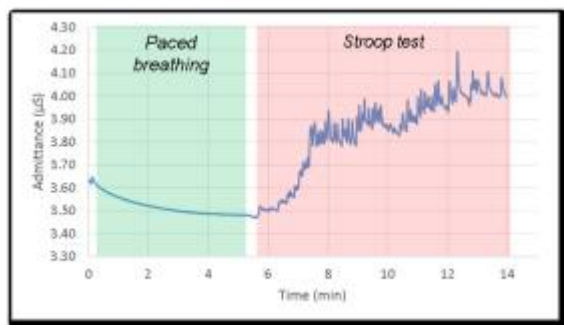
PPG：ADPD1xx系列



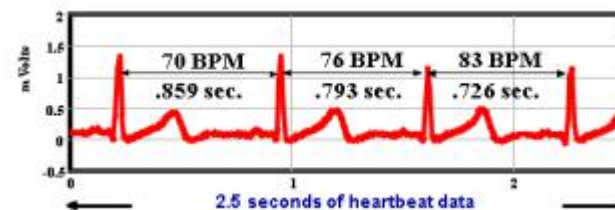
皮肤温度：ADT7xxx



EDA/GSR：AD59xx / M350



ECG：AD823x / ADAS1k



谢谢观看！

- ▶ **ADI中国地区技术支持热线：4006 100 006**
- ▶ **ADI中国地区技术支持信箱：**
china.support@analog.com
- ▶ **ADI样片申请网址：**
<http://www.analog.com/zh/sample>