



HX3313 光学生物和心电传感器设计指南

HX3313 是南京天易合芯电子有限公司设计和生产的一款包括 PPG 心率传感器 (Heart Rate Sensor) 以及接近传感器 (Proximity Sensor) 功能的光学传感器。HX3313 可以采集 PPG 的光学心率信号 (一般采用绿光 LED 作为 PPG 的激发光), 并通过 ADC 量化为光强的数值, 并可通过 I2C 接口供 CPU/MCU 等设备读取, 并通过算法得到心率值。HX3313 也可以通过红外 LED, 探测传感器上方是否有物体靠近, 用于手环等可穿戴设备的脱腕检测。传感器拥有丰富的可配置寄存器, 可以针对不同的工作环境进行调整和校准, 并根据用户需求实现高性能、低功耗的传感。

HX3313 采用图 1 所示的封装形式并有着图中标注示的光学活跃区域。HRS3313 采用了集成发光二极管 LED、Photodiode、TIA 前端及 ADC、数字接口电路等元器件和电路架构的光学模组的封装方式, 并做了优化的光学对准和隔离, 设计中充分考虑到光学和结构因素, 能够适应更多的环境, 简化结构和转配要求, 为用户提供了可靠易用的高性价比光学生物传感解决方案。

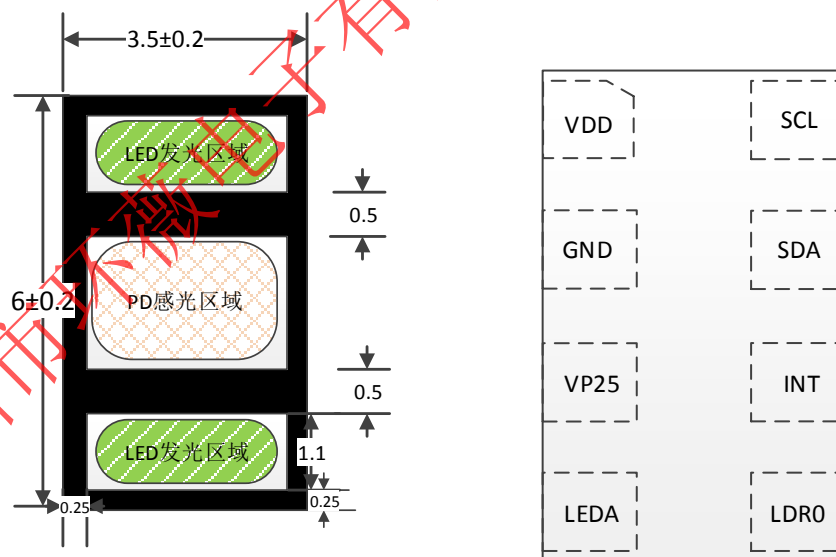


图 1 HX3313 封装及光学区域示意图

为了保证 HX3313 光学心率传感器正常工作, 并达到优化的性能指标, 我们提供如下的设计指南, 供客户参考。

一、光学安装结构指南

对于 HX3313 光学生物传感器, 我们推荐使用的安装结构示意图如图 2 所示, 图中



只绘制了其中一侧 LED 和中央接受光学窗口部分的示意图，另一侧的光学结构由于对称性可同样得到：

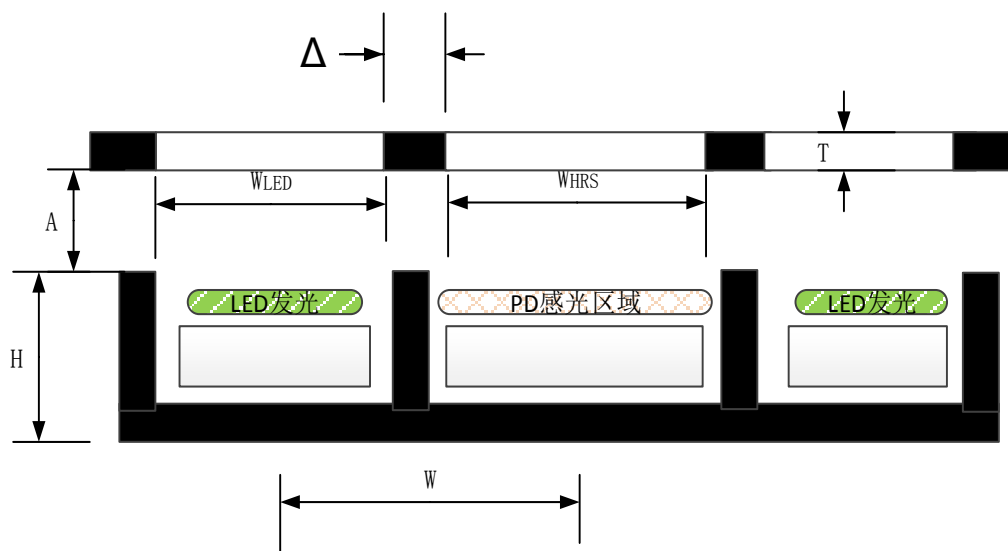


图 2: HX3313 光学部分推荐安装结构图

其中，

W: 传感器 LED 发射孔与接收孔中心距离，对于 HX3313, $D=2.2\text{mm}$.

Whrs: 盖板上接收孔孔径.

W_{LED} : 盖板上发射孔孔径.

T: 盖板厚度.

A: 空气间隔 (air gap).

Δ : 盖板上发射孔和接收孔之间的隔离距离, $\Delta = W - (Whrs + W_{LED}) / 2$.

设计时需要注意以下几点：

1. 对于 HX3313 光学生物传感器，用户可直接贴片在 PCB 或 FPC 上，然后与盖板相接触，这样可以减少不经过人体血管，对 PPG 或者 PS 信号无帮助的盖板下表面的反射光。建议空气间隔 (air gap) 距离 A 小于 0.1mm，如果存在结构限制无法达到，可放宽到 0.15mm 以内，并配合算法调整保证数据质量。
2. 对于其上覆盖的光学盖板，较薄的盖板性能较好，材质可以为玻璃、有机玻璃、树脂等透明材质，或者保证 525nm 绿光可以通过的材质。建议的光学盖板厚度为



0.8mm 左右，厚度太小不容易保证机械强度相接触，厚度太大 PPG 或者 PS 信号会削弱，如果存在结构限制，厚度可放宽到 1mm 以内，并配合算法调整保证数据质量，如果需要更厚的光学盖板，可与应用工程师联系提供解决方案。

3. 对于智能手环和智能手表来讲，一般光学盖板是在手腕上和皮肤接触，我们建议接触处可以相对凸出，这样扣上腕带后，光学盖板可以和皮肤紧密接触，避免环境光的影响以及盖板和皮肤相对位移对 PPG 或者 PS 信号的干扰。

4. 覆盖的光学盖板上，与 HX3313 光学生物传感器相接近的一侧，建议加上隔离带，可以用丝印等办法，隔离带需要对 525nm 绿光/940nm 近红外有较好的吸收和隔离效果。隔离带的目的在于抑制直接从盖板下表面反射的光，并对入射皮肤以及皮肤反射回的光做空间滤波，提高 PPG 信号信噪比。建议的隔离带宽度为 0.5mm 左右，与下方 HX3313 的光学腔体隔离带相近（A 较小的情况下），宽度太小对信噪比提高不大，宽度太大对正常信号有一定削弱。如果存在结构限制无法使用隔离带，也可配合算法调整优化数据质量。图 3 是一个参考的丝印图案及尺寸。

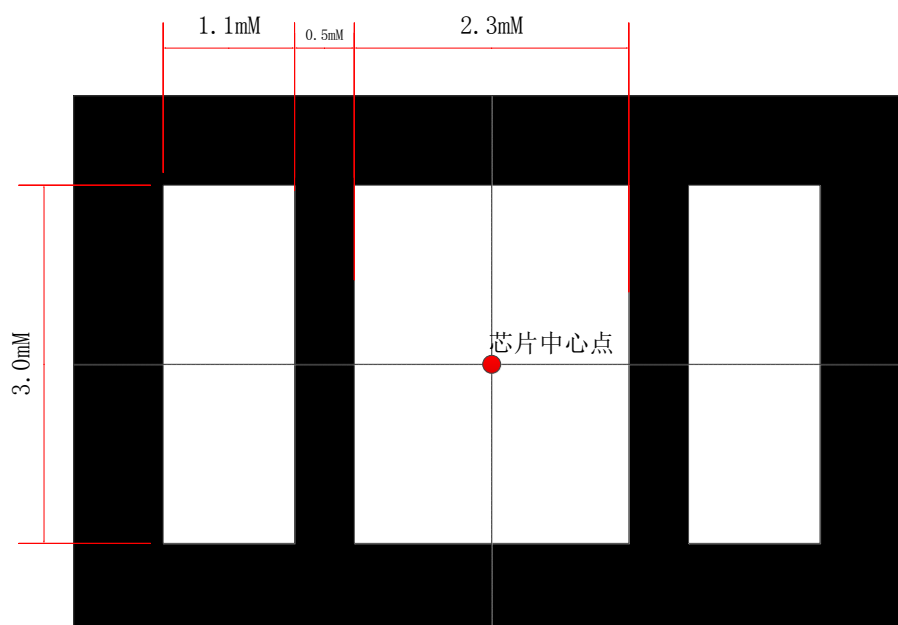


图 3. 隔离带及盖板开孔参考图

5. 一些推荐使用的尺寸：

W_{hrs}	W_{LED}	A	T	Δ
-----------	-----------	---	---	----------



2.3mm	1.1mm	<0.1mm	0.8mm	0.5mm
-------	-------	--------	-------	-------

二、PPG 和 PS 应用建议：

1. PPG 信号的原始数据区间

PPG 信号由于人体特征的不同（肤色、探测部位、血管分布等），会有一个较大的变化区间，总体来说是一个缓慢变化的基线（DC 部分）叠加上一个随脉搏变化的交流部分（AC），其中 DC 基线的大小以及 AC/DC 的幅度都因人而异，可以简单地认为基线是通过骨骼、肌肉以及外界环境进入的光信号，交流部分是血管的收缩扩张带来的光信号变化。

HX3313 采用了高质量的光学前端、直流消除电路和自适应的算法，可以在较广范围内适应绝大部分皮肤的 PPG 信号范围，在缺省的配置下，原始的 PPG 光强信号（通过 SPI 读出）在常见情况下都能够测到良好的 PPG 曲线并通过算法得到准确的心率读数。如果客户数据出现较大偏差，我们的技术团队可以配合调整配置和算法达到优化的效果。

2. 指尖信号和手腕信号

常用的 PPG 信号采集点有手腕和指尖，手腕的信号主要配合智能手表、智能手环采样，指尖信号主要配合部分智能手机、家庭医疗设备采样。一般说来，由于指尖的血管丰富，指尖信号的信号和信噪比要高于手腕信号，但信号容易饱和。HX3313 由于较高动态范围的设计，在指尖和手腕上都可以获得良好的 PPG 信号。

3. PPG 信号和运动的关系

PPG 由于测量反射光的变化，受运动的影响较大，主要由于皮肤与 LED、传感器之间在运动时存在相对位移，并在 PPG 信号和频谱中会有运动的部分干扰进入。我们建议佩戴的时候光学盖板与皮肤接触紧密，减少相对位移，帮助 PPG 信号的抗干扰。如果系统有 G-sensor，可以通过 G-sensor 采集运动数据，通过动态算法对 PPG 信号做优化处理。

4. 功耗和性能的平衡

PPG 方式测定心率简便易用，但需要光学信号的产生和接受，需要消耗一定的功耗。



一般说来，在其它条件一定的情况下，光学信号强对应的 PPG 信号也较好（不饱和的情况下），但对应的功耗会升高。为了达到功耗和性能的平衡，一般采用脉冲的方式驱动 LED，需要配置好对应的 LED 开启和关闭时间。HX3313 采用高效率的光源、配合高精度低功耗的接受和放大电路，配置和算法兼顾了优良性能和低功耗的需求，提供了高性价比的解决方案。

5. PS 信号采集

HX3313 可采用红外 940nm 的 LED 配合接受电路，实现接近传感器的功能。接近传感器采用红外波段的原因在于人眼不可见，不会对使用者造成影响。接近检测可以用来探测智能手环等设备是否脱腕，可以及时使传感器降低功耗，等待用户再次测量时唤醒。由于采用了优化的设计，HX3313 可以维持极低的检测电流，延长设备电池的使用时间。



Nanjing TianYiHeXin
Electronics Co.,Ltd.

**HX3313光学心率和
接近传感器设计指南**

REVISION HISTORY

Version	Date	Comment
1.0	July 15, 2018	Initial version