



HRS3301 光学心率传感器设计指南

HRS3301 是南京天易合芯电子有限公司的一款光学心率传感器。传感器通过采集 PPG 信号（photoplethysmogram, 光电血管容积图）的方法，从人体的皮肤读取脉率信号，并配合可配置的自适应算法实现心率的测量。

HRS3301 采用了集成发光二极管 LED、传感器、数字接口电路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心率解决方案。

为了保证 HRS3301 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、安装结构指南

对于 HRS3301 光学心率传感器，我们推荐使用的安装结构如图 1 所示：

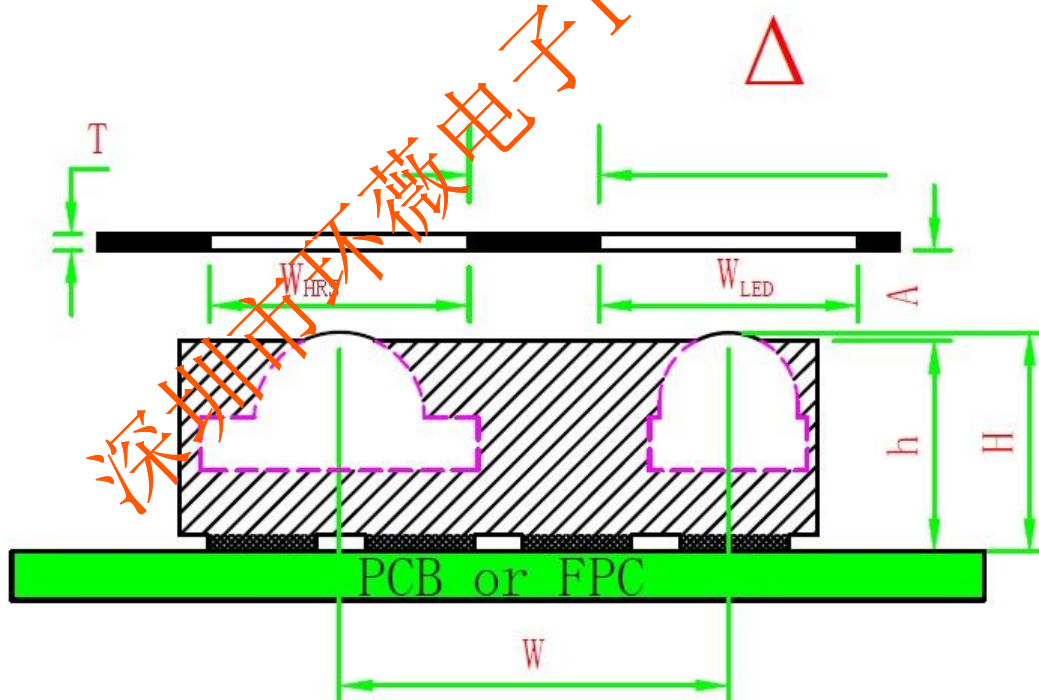


图 1: HRS3301 推荐安装结构图

其中，

W: 传感器 LED 发射孔与接收孔中心距离，对于 HRS3301，W=2.4mm.



Whrs: 盖板上接收孔孔径.

WLED: 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, $\Delta = W - (Whrs + WLED) / 2$.

设计时需要注意以下几点:

1. 对于 HRS3301 光学心率传感器, 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 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.
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不超过 0.8mm, 透光率为%92 以上, 厚度太大 PPG 信号会削弱, 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 信号的干扰。
4. 覆盖的光学盖板上, 与 HRS3301 光学心率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 0.4mm 左右, 与下方 HRS3301 的光腔隔离带相近 (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 PPG 信号较弱(比如电压低)的设计, 或者 A 不能满足设计约束 (<0.1mm), 建议不用隔离带, 采用跑道形大孔。

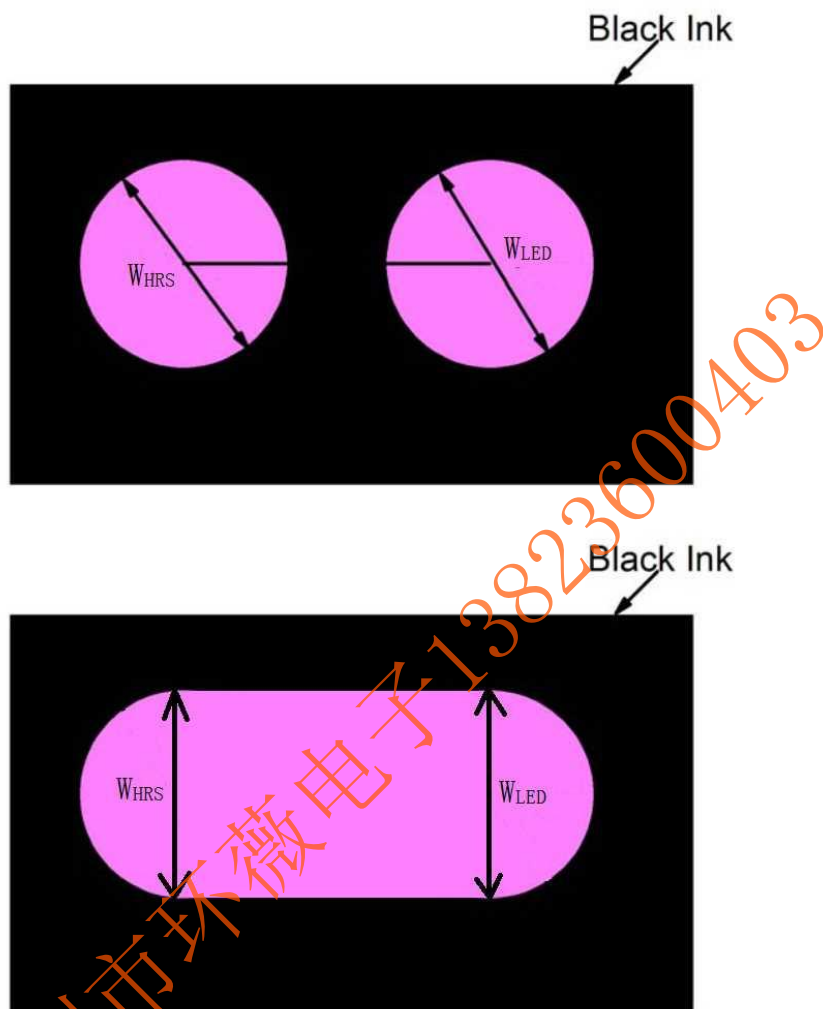


图 2. 隔离带及盖板开孔参考图

5. 一些推荐使用的尺寸:

W_{hrs}	W_{LED}	A	T	Δ
1.80mm	1.80mm	<0.1mm	<0.8mm	0.6mm



二、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。

HRS3301 采用了高质量的光学前端和自适应的算法，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 I2C 读出）在 5000-14000 中间都能够测到良好的 PPG 曲线并通过算法得到准确的心率读数。如果客户数据在这个范围之外，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。HRS3301 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. 原理图设计及 PCB 板图的注意事项

HRS3301 的典型应用原理图如下：

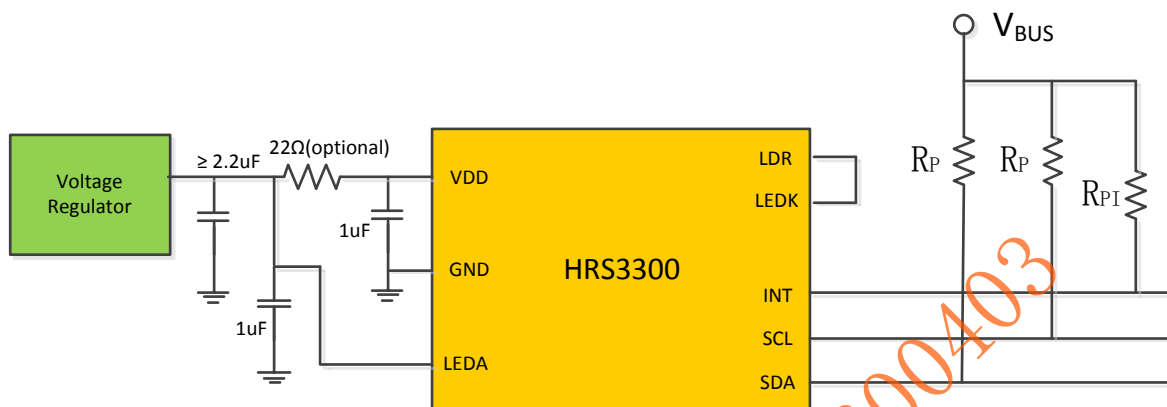


图 2. HRS3301 典型电路原理图

关于上面的原理图，有如下几点需要注意：

1) VDD 与 VLEDA 的去耦电容，需要放在靠近 VDD 和 VLEDA 的地方，我们建议离开 VDD 和 VLEDA 的焊盘距离不要超过 0.5 厘米。

2) 电源 (VDD 和 VLEDA) 和地 (GND) 的走线电流较大，尽量走线粗一些来减少寄生电感和电阻的影响。建议走线宽度大于 30mil，如果有条件地线可以铺铜。另外两条线之间最好并行走，间距越小越好，中间不要插入其它走线。

3) 图中 VDD 上串联的电阻为可选，可用于降低 VDD 的电压波动，在有良好去耦电容的情况下，可以省略。

4) 由于绿光 LED 的正向导通电压较高（一般在 2.65V 以上），VLEDA 不能太小，建议在 3.3V 以上，太低的 VLEDA 容易导致 LED 发光波动大，引入额外噪声。可以采用 VDD 和 VLEDA 分别供电的方式，以兼顾个别系统的低电压工作模式和 VLEDA 的工作电压。

5) I2C 上拉电阻可以采用 MCU 内部的电阻

6) INT 引脚可以悬空，并省略对应的 I2C 上拉电阻。

5. 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。HRS3301 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。

深圳市环微电子 13823600403



REVISION HISTORY

Version	Date	Comment
1.0	Nov. 10, 2016	Initial version
1.1	Nov. 20, 2016	Add more application notes
1.2	Jun. 8, 2017	Change Whrs(Wled) from 1.6mm to 1.8mm; change Δ from 0.8mm to 0.6mm; A max 0.5mm
1.3	July. 4, 2017	Add routing recommends for POWER and GND; Change Figure 1 and Figure 2