

## HM4002 应用指导 V1.0

### 一、产品概要

HM4002 是一款低功耗的热释电红外传感信号处理芯片，可与红外传感器单元配合实现对负载的简单感应 ON/OFF 和延定时功能控制；同时芯片内置高精度稳定 LDO 2.6V 输出可提供红给外传感器供电使用；内置一级高增益固定 30dB 放大器，配合外围可调的二阶带通滤波放大器，可实现最高 75dB 低频带通信号放大的一款高可靠性的红外人体感应信号处理芯片。

### 二、芯片特点

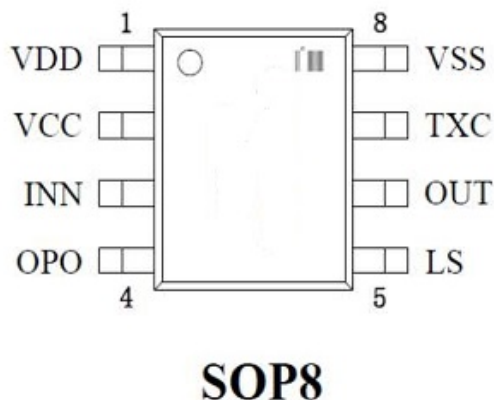
- ◇ 工作电压：2.8-5.5V
- ◇ 低待机功耗：18-22uA（很适合电池类应用）；
- ◇ 内置 LDO 输出电压 2.6V @max 5mA 可直接给 PIR 供电；
- ◇ 固定 2S 内部封锁时间简化外围和抑制干扰；
- ◇ 光控使能功能（光敏电阻）；
- ◇ 延时时间外接单个电容可调；
- ◇ 内置一级放大器，外围元器件最简化可至 8 个以内；
- ◇ 外围简单 PCB layout 可单面板完成，成本低；
- ◇ 连续、非连续两者触发模式芯片分类可选

### 三、实际应用

- ✓ 很适合外围简单的电池类应用 LED 照明感应灯（太阳能锂电池三角壁灯、干电池感应小夜灯、电池感应廊道灯等）；
- ✓ 各类自动照明灯具、自动门、洗水池、烘干机、报警器等自动感应开关应用系统；
- ✓ 人体红外和微波感应开关信号处理相关电路应用；

### 四、IC 封装引脚功能及电气特性

#### (1) 脚位功能



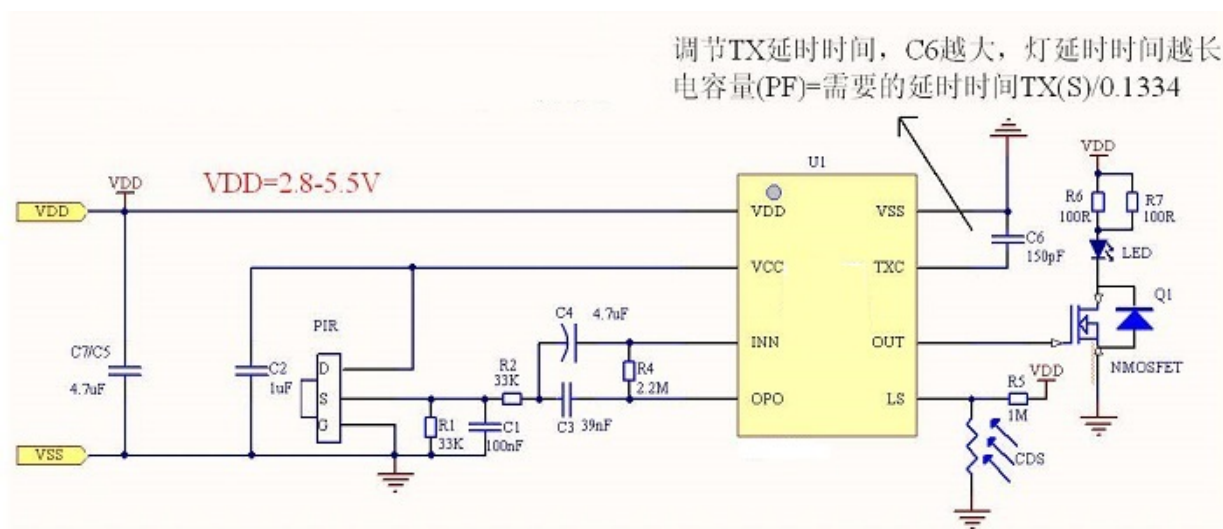
管脚	名称	类型	功能描述
1	VDD	电源正	工作电源输入正端
2	VCC	输出	LDO 输出端 PIR 输入
3	INN	输入	第一级运放输入端
4	OPO	输出	第一级运放输出端
5	LS	输入	光控使能端
6	OUT	输出	控制信号输出端
7	TXC	输入	输出延时 TX 调节端
8	VSS	电源负	工作电源输入负端

## (2) 电气特性

	参数	单位	最小值	典型值	最大值	使用条件
工作电压	VDD	V	2.8	3.3	5.5	—
工作电流	I <sub>DD</sub>	uA	43	52	60	VDD=5V, OUT 端无负载, 外加 PIR 测试
驱动能力	I <sub>OUT</sub>	mA	10	20	25	VDD=5V, V <sub>out</sub> =4V 时
工作温度	T <sub>WORK</sub>	°C	-20	25	80	—
存储温度	T <sub>STORE</sub>	°C	-25	25	120	—

## 五、典型应用电路

### (1) 原理图（电池感应 LED 灯应用）

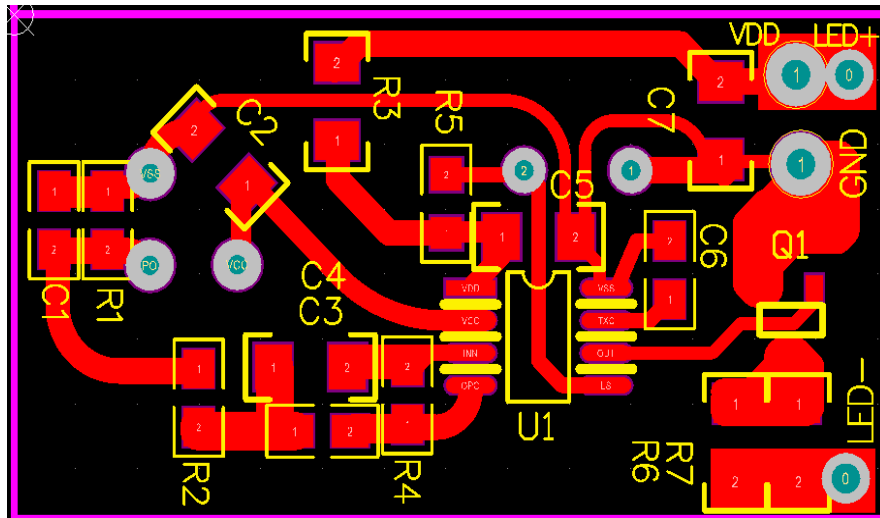


### (2) 物料清单

序号	位置	型号规格	数量	备注
1	C1	100nF/6.3V X7R	1	电容
2	C2	1uF/6.3V X7R	1	电容
3	C3	39nF/6.3V X7R	1	电容
4	C4、C7	4.7uF/6.3V X7R	2	电容
5	C6	150pF/6.3V X7R	1	延时电容
6	R1、R2	33K %5	1	电阻
7	R4	2.2M %5	1	电阻
8	R5（可选）	1M %5	1	电阻
9	Q1（可选）	HM2302 N型MOS管 SOT23-3	1	MOS/三极管
10	U1	HM4002 SOP-8	1	IC
11	R6、R7（可选）	100R 1206 %5	2	输出限流电阻
12	PIR	红外传感器（推荐D203 RE200B）	1	传感器
13	CDS（可选）	光敏电阻/二极管	1	光敏电阻/二极管
14	LED（可选）	单串LED灯珠/灯板	1	负载灯

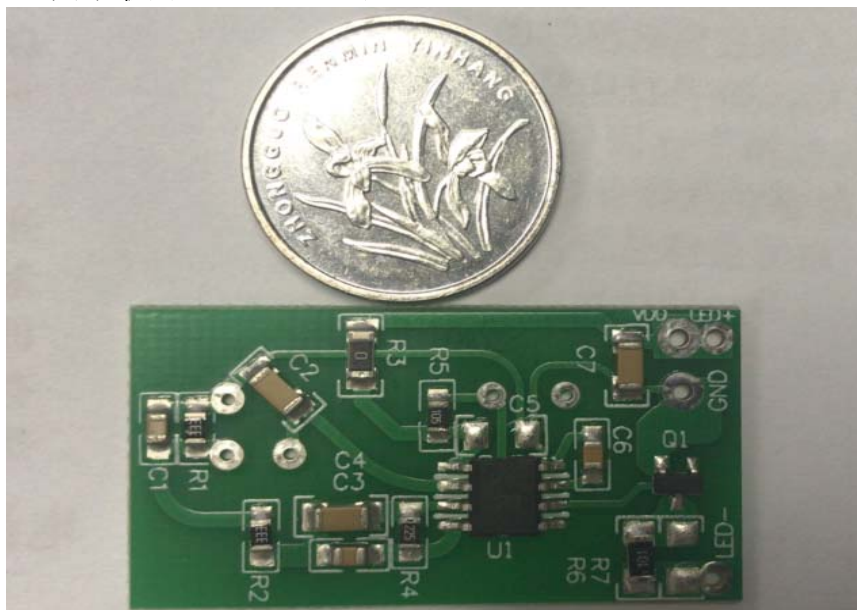
注：物料清单中“可选”项，为根据客户实际应用电路选择需要与否，绿色物料是必要元器件。

(3) HM4002 电路板图 (DEMO Board PCB layout)

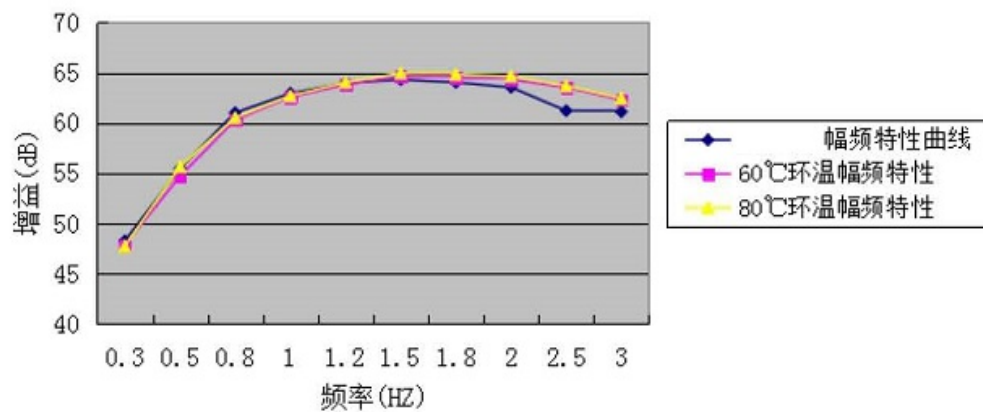


尺寸:19\*36mm

(4) HM4002 演示板 (DEMO Board)



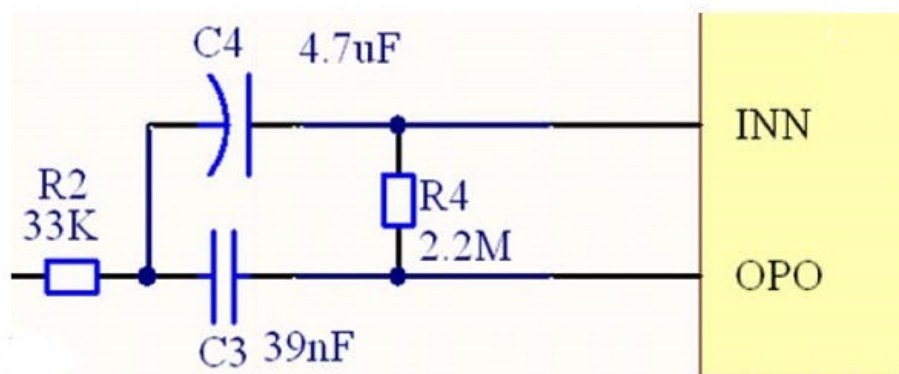
六、HM4002 DEMO Board 幅频特性测试曲线 (2mVpp 正弦交流小信号测试)



## 六、应用指南

### (1) 放大电路参数设定

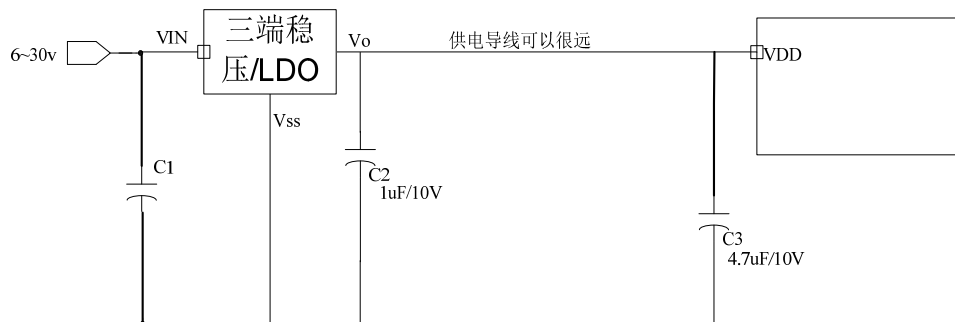
由 HM4002 规格书内部方框图可知，其自身设定内置了一个增益大概 30dB 的宽带增益放大器（第二级放大电路），而由外围元件 R2、R4、C3、C4 组成的第一级带通滤波放大电路，则是提供给用户根据需要可做相应调整的，具体参数的调整方式和方法详细参考我司 HM4002 规格书第 6 页“放大电路”里面的内容和计算公式。我司建议第一级放大器的 FL 和 FH 分别设定控制在 0.1HZ 和 10HZ 之间，**以 1HZ 频率为中心频率的最大增益设置**，同时保持总增益  $G_A$ （第一级放大倍数  $G1=20\lg(R4/R2)+$  第二级放大倍数（30dB））控制在 65-75dB 之间，因为如果  $G_A$  过大会造成外界干扰信号进入放大器造成误触发，根据客户实际应用电路适当调整 R2、R4、C3、C4 组合（C4 取值建议不能太小，建议 4.7-47uF 之间）方案来实现符合频带、增益适合人体正常感应电路模块的正常工作的应用条件。



### (2) VDD 供电应用

HM4002 VDD 脚正常工作电压是 2.8-5.5V，加上静态功耗最低可做到 18uA 的优异特点，适合电池类应用，尤其是 3-4 节镍氢/干电池、磷酸铁锂、锂电池相关应用。当客户使用高于 VDD 供电电压范围应用时，有以下三种方法可供选用：

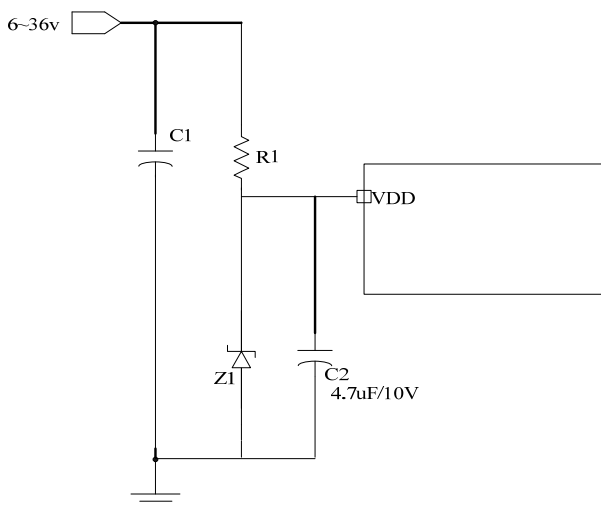
#### 1、外加三端稳压/LDO 模块



以下 LDO 型号和参数列表如下：（封装形式 SOT23-3、89-3 等，Vo 电压 3.3-5.5V 可选）

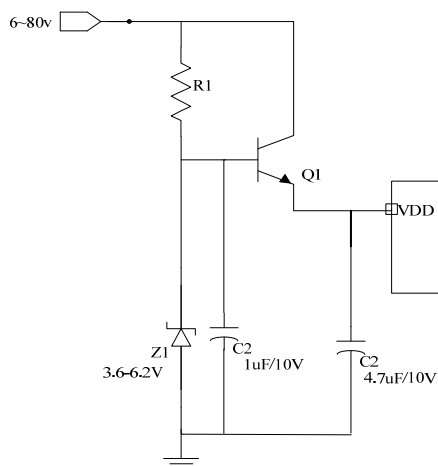
HT7150	0.3V	30V
LM1117	1.25V	18V

## 2、稳压管给 Vdd 供电 如下图电路图所示：



Z1 稳压管可选 3.3-5.6V, R1 取值:  $R1 < (VIN_{min} - VZ1) / 2$  (单位 K $\Omega$ ); 提供 IC 至少 2mA 的工作电流。(需考虑 VINmax 时稳压管的耐功率封装)

## 3、三极管线性稳压电路 Vdd 供电 (适用于宽 Vin 电压) 如下图电路图所示：



选择型号	B $\beta$	耐压值	封装
SS8050	>120	25V	SOT23
MMBT3904	>70	40V	SOT23
MMBT405	>100	60V	SOT23
MMBT406	>100	80V	SOT23
2SD1782	>120	80V	SOT23
FMMT493	>100	100V	SOT23
2SC1654	>90	180V	SOT23
MMBT443	>40	200V	SOT23

R1 取值:  $R1 < (VIN_{min} - VZ1_{max}) * \beta / 2$  (单位 K $\Omega$ )  $\beta$  为三极管放大倍数。(需考虑 VINmax 时稳压管和三极管的耐功率封装)

### (3) VCC 脚功能

1、VCC 是 HM4002 内部 LDO 输出脚, 输出电压固定 2.6V ( $\pm 3\%$ ) 提供 IC 内部和 PIR 供电使用的功能脚位。应用此脚位时建议 VCC 脚外加 1-4.7uF 电容, 此电容好处: 1、稳定 IC 内部参考取样电平, 使得 IC 工作稳定。2、稳定 PIR 单元信号输出。

2、VDD 和 VCC 之间压差最小 300mV, VCC 脚最大可提供 5mA 工作电流 (VDD=5V 时), **VCC 脚不建议给其他 IC 或 MCU 同时供电使用。**

#### (4) LS 脚光控功能

- 1、光控 LS 高电平 ( $V_{LS}$  大于 1.0V) 有效, LS 低电平 ( $V_{LS}$  小于 1.0V) IC 待机状态, OUT 脚无输出, TXC 无震荡。
- 2、正常工作执行 TX 延时, LS 脚瞬间给到低电平, 不能瞬时关闭输出 OUT, 只能待 TX 延时完成(包括多次连续触发)之后, LS 低电平关闭 OUT 功能才有效。
- 3、一般配合光敏电阻(5537 等)使用, 且可通过改变 VDD 至 LS 间 R5 的电阻取值(1M-5.1M)来适当调整 LS 脚电压, 从而调整光感应强弱度。

#### (5) TX 脚延时和内部封锁功能

- 1、HM4002 外部只需一个电容就可以完成定时延时设定, 具体计算公式:

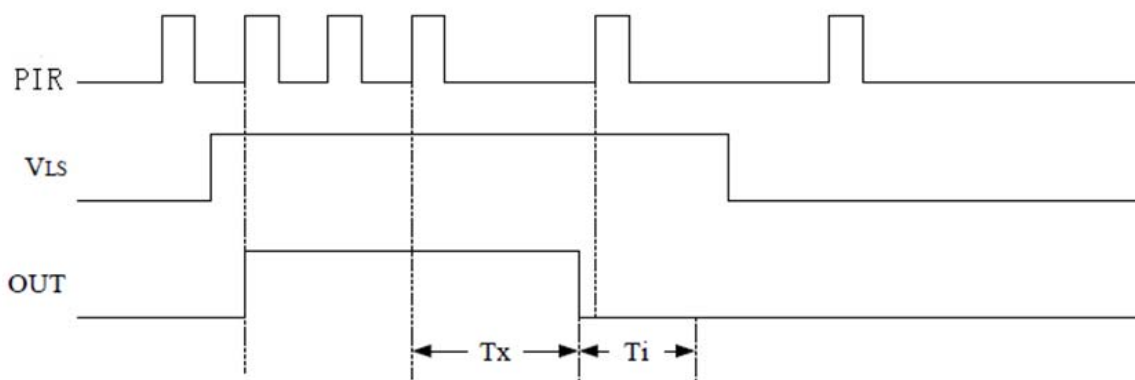
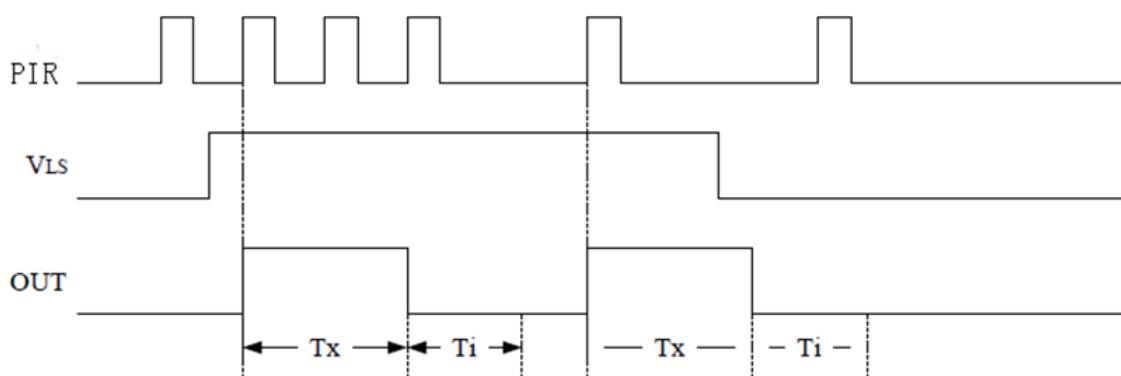
$$C6 \text{ 电容容量(PF)} = \text{用户需要的延时时间 TX(S)} / 0.1334$$

注: HM4002 初次上电需执行 6S 外加一个延时时间之后才正常延时触发工作。

- 2、封锁时间: 内部固定 2S, 不可更改。

#### (6) 触发连续和非连续功能

- 1、连续和非连续功能是指: 客户持续提供触发 PIR 感应信号后, 输出负载是否能保持延续 TX 时间延时的动作。如下图:



- 2、连续和非连续用户可通过 IC 型号选择: **HM4002Y 是连续, HM4002N 非连续。**



## (7) PIR 型号选型及使用

- 1、HM40022 芯片对多种品牌 PIR 传感器，森霸，尼塞拉，传晟等都支持，推荐使用尼塞拉 RE200B，森霸 D203 系列等。详细使用和注意事项参考各品牌 PIR 对应规格书。
- 2、PIR 传感器一定需要配合外围透镜使用，好处是：可增加对 PIR 的物理保护，增强应用测试距离，滤除外界杂讯干扰等，具体详见透镜规格书以及使用说明。

## 七、PCB layout 注意事项

HM4002 是对电压模拟小信号集检测、识别、处理一体的一款芯片，同市场上其他品牌功能相同的 IC 类似，正常客户使用时需要配合其他电路应用单元组成一个系统使用的。用这类型 IC (HM001 BIS001 等) 在对整体电路进行全方面 PCB layout 时，也同样需要注意一些事项。

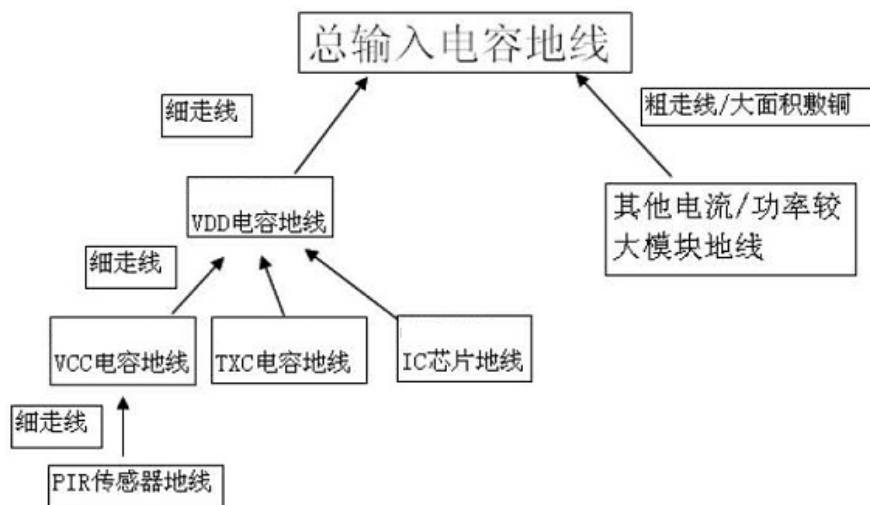
### HM4002 布 PCB 版图需要注意以下细节和事项：

#### (1) 电路器件布局方面：

- 1、发热单元（热源、功率发热、电磁器件等），需做好散热处理同时应该尽量让 HM4002 红外热释整体电路模块与其保持一定远距离，尤其是 PIR 传感器布局。
- 2、HM4002 红外热释整体电路模块，尽量跟实际应用中的功率模块用电路板上“开槽、分割板”等措施分开，如条件允许最好分成两块单独 PCB 完成。
- 3、PIR 传感器尽量不要用电子线将其三脚引出后安装，应贴近电路板安装孔。

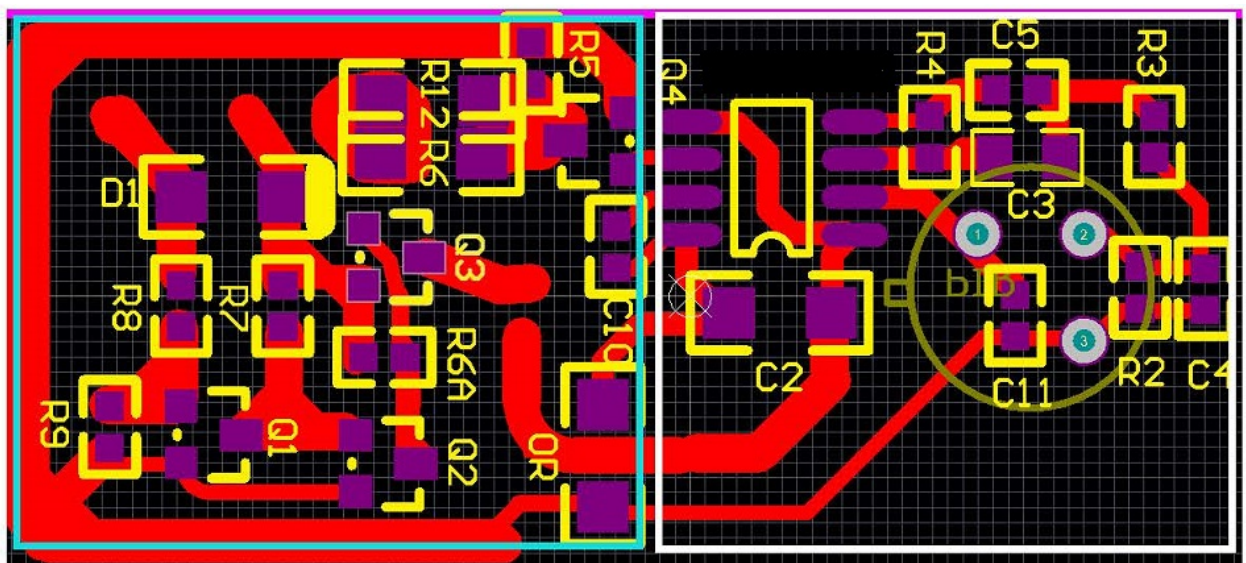
#### (2) 电路器件布线方面：

- 1、HM4002 第 3、4 脚（INI 和 OP0）运放组成的低通滤波器单元，需尽量靠近 IC 第 3、4 脚，且此处布线需短而粗，建议使用 0.8-1mm 线径绘制。
- 2、PIR 三个脚位布线时也应该尽量短，尤其是与低通滤波器单元靠近。
- 3、其他脚位布线，只需 0.5mm 直径细线绘制即可，尽量短和细。（可参考我司 DEMO Board PCB layout）
- 4、地线走线，不需要大面积敷铜（信号小，电流小），如若大面积敷铜，地线会受一定的外界因素干扰时，其他电路或功率地线动态变化引起 HM4002 单元对干扰信号的误判。具体地线布置参考如下：



此地线走法同样适合其他红外感应处理芯片

#### (3) PCB 版图应用参考：



图上蓝色框体内是功率大电流模块，白色框体内是 HM4002 应用模块

## 八、应用问题和疑难解答

- 1、 问题：为什么单个测试每次上电延时时间都会有差异？而且批量测试成品延时时间时同样发现一致性不佳？如何提高一致性？  
解答：因 HM4002 延时时间是通过外部 Txc 电容和内部电阻形成振荡来产生和调节的，电容受材质和温度影响较大，造成测试会出现个体之间差异。成本允许的情况可选用高精度 NPO 材质电容提高延时时间一致性。
- 2、 问题：为什么测试过程中会出现常亮和自亮负载情况？如何调整？  
解答：常亮和自亮情况是很多客户调试过程中遇到的问题，首先客户需了解的是 PIR 传感器是一个极易受周围环境模拟量干扰的单元，其本身发出来的热敏信号电压幅度为 1-2mV VPP 的交流模拟信号，比如人用手去触摸它时同样也会造成误触发信号产生，负载亮灯情况，其次如若环境温度过高，或者附近热源过多，都会造成传感器识别和内部噪声过大，造成 PIR 误判从而导致长期有信号进入到 HM4002 处理模块。所以建议客户测试时应该选用恒温环境(比如楼道，走廊等)不建议在有空调或者风扇的实验室和车间测试，最好是与客户实际应用环境一致情况，测试距离和稳定度等性能。

解决自亮和常亮的方法：

- 1、测试时 PIR 一定要带透镜远离发热源测试；
- 2、电路板参考我司给出的 PCB 布局布线绘制；
- 3、牺牲一定的距离，适当降低外围放大倍数；
- 4、更换稳定度性能更好的 PIR 验证；
- 5、适当增大 VDD 和 VCC 电容(瓷片加电解)，减少输入端纹波对 IC 内部正常工作的影响；

- 3、 问题：上电 6S 过后，测试发现不感应是一般是什么原因？



解答：HM4002 默认正常上电强制 6S 加一个延时时间，若无触发 PIR，则不会存在输出。第一，无光照情况下需检查 LS 是否是连接上大于 1V 电压，LS 悬空或者光照接地，都会造成无感应情况。第二，详细检查电路连接情况，尤其是运放低通滤波单元，以及焊接等问题。

- 4、 问题：在驱动灯的电路中，在延时结束之后，突然断开芯片 VDD 电压，负载输出灯具会现回闪现象？

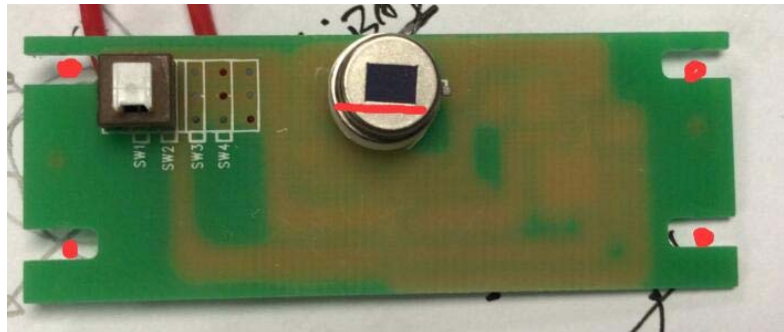
解答：客户实际应用发生此情况原因是，延时结束后 IC 处于待机状态，VDD 端电容内仍然有电量，这是突然切断了 HM4002 的 VDD 电压，通常 LED+ 正端是连接 BAT+ 端未断开的，芯片中电容仍有少部分电量维持了短时间正常工作状态，OUT 端有瞬间电压驱动负载。

简单解决方法是：1、适当减少 VDD 电容量 2、开关需同时断开 LED+ 和 VDD 脚电压去实现。3、如果是 HM4002 驱动 NMOS 的话，可以在驱动端串接驱动电阻和下拉驱动一定容值的电容组成 RC 零状态响应时间，从而去覆盖瞬间闪烁短时间驱动电压信号来完成。

- 5、 问题：感应距离很近，什么原因？如何改善？

解答：客户距离方面，按照第 2 问题点提出要求和环境中测试正常功能过后，如果距离达不到理想值，检查如下参数：

- 1、传感器的窗口方向（窗口长方形长边跟安装方向平行）如下图，（4 红色点是安装孔，窗口方向参考下图红线）



- 2、选择性能品质好传感器替代，同时，选择透镜大小，焦距，第几代等透镜参数更好更优的更换改善距离。
- 3、适当增大第一级的放大倍数  $G1=20\log(R4/R2)$ ，增大  $R4/R2$  比值，同时调整相应的电容，在不长亮和自激情况下，可适当的增大改善距离。