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

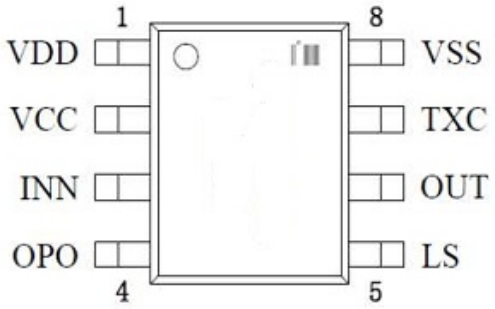
- ✧ 工作电压：2.8-5.5V
- ✧ 低待机功耗：18-22uA（很适合电池类应用）；
- ✧ 内置 LDO 输出电压 2.6V @max 5mA 可直接给 PIR 供电；
- ✧ 固定 2S 内部封锁时间简化外围和抑制干扰；
- ✧ 光控使能功能（光敏电阻）；
- ✧ 延时时间外接单个电容可调；
- ✧ 内置一级放大器，外围元器件最简化可至 8 个以内；
- ✧ 外围简单 PCB layout 可单面板完成，成本低；
- ✧ 连续、非连续两者触发模式芯片分类可选

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



SOP8

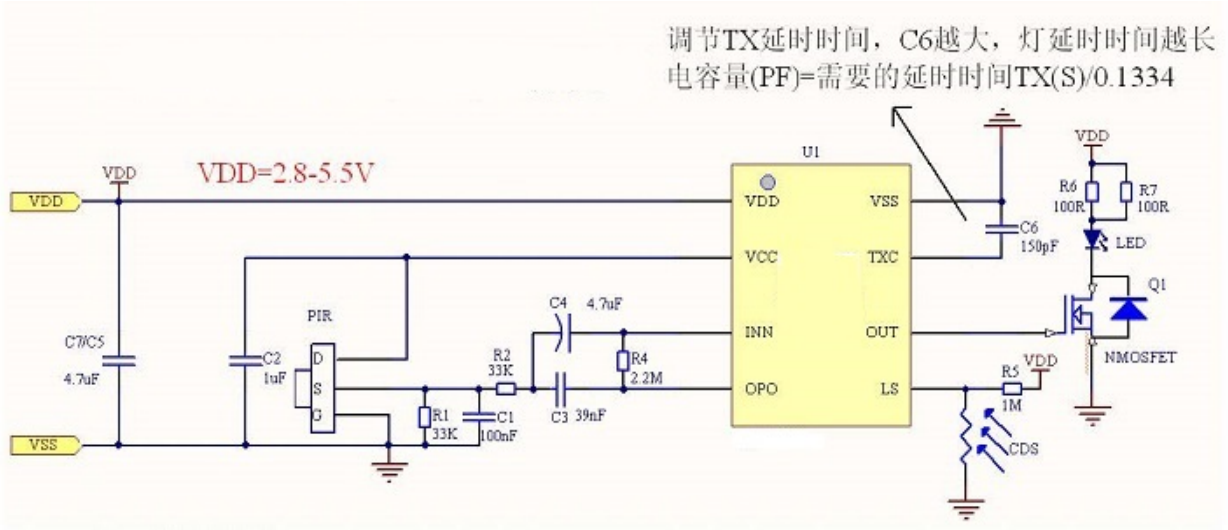
管脚	名称	类型	功能描述
1	VDD	电源正	工作电源输入正端
2	VCC	输出	LDO输出端PIR输入
3	INN	输入	第一级运放输入端
4	OPO	输出	第一级运放输出端
5	LS	输入	光控使能端
6	OUT	输出	控制信号输出端
7	TXC	输入	输出延时 TX 调节端
8	VSS	电源负	工作电源输入负端

（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	IDD	uA	43	52	60	VDD=5V,OUT 端无负载，外加 PIR 测试
驱动能力	IOUT	mA	10	20	25	VDD=5V ,Vout=4V 时
工作温度	TWORK	℃	-20	25	80	-
存储温度	TSTORE	℃	-25	25	120	-

五、典型应用电路

(1)原理图（电池感应 LED 灯应用）

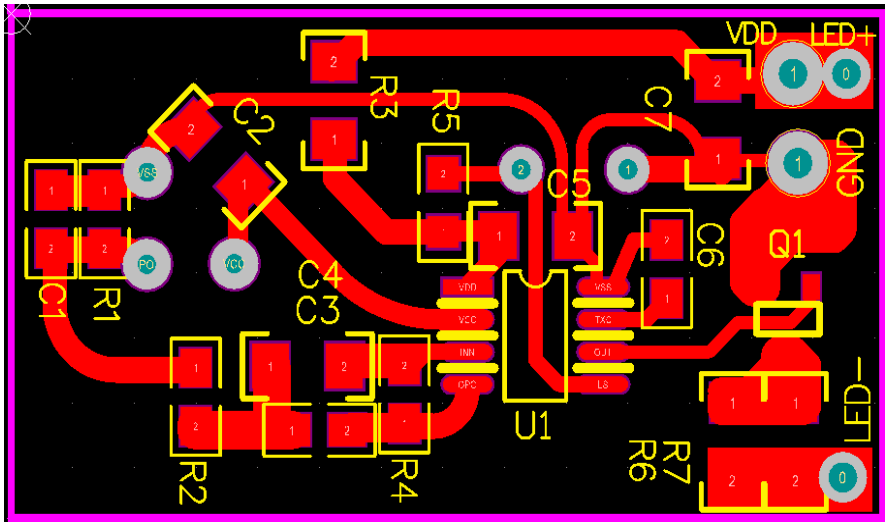


(2) 物料清单

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

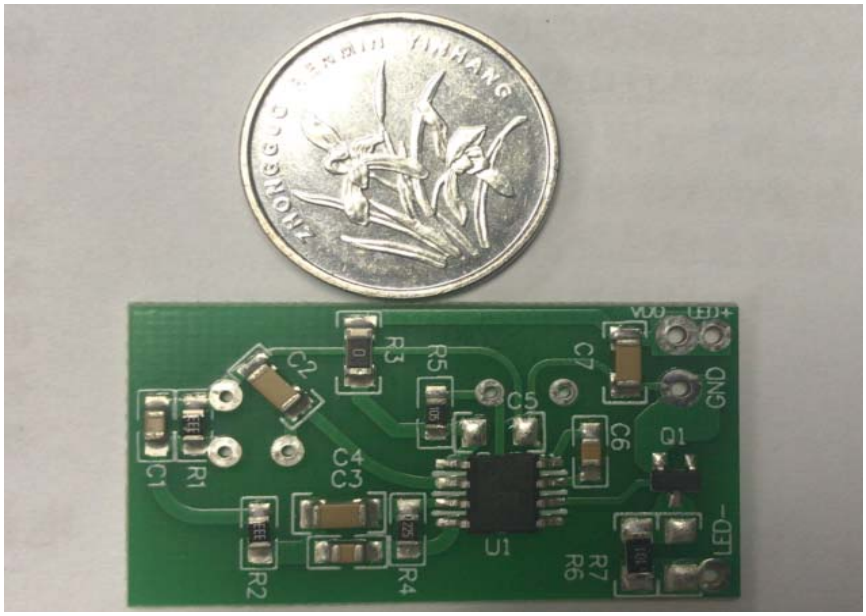
注：物料清单中“可选”项，为根据客户实际应用电路选择需要与否，绿色物料是必要元器件。

（3）HM4002 电路板图（DEMO Board PCB layout）

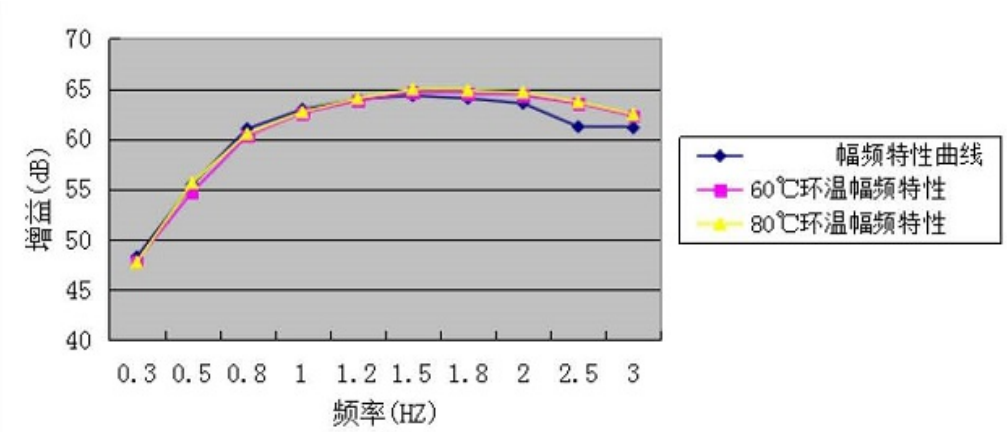


尺寸:19*36mm

（4）HM4002 演示板(DEMO Board)



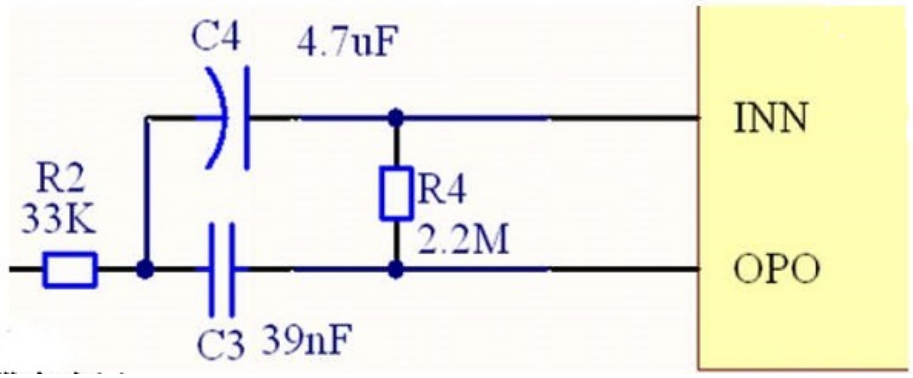
六、HM4002 DEMO Board 幅频特性测试曲线（2mVpp 正弦交流小信号测试）



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 GA（第一级放大倍数 G1=20LOG(R4/R2)+第二级放大倍数（30dB））控制在 65-75dB 之间，因为如果 GA 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。

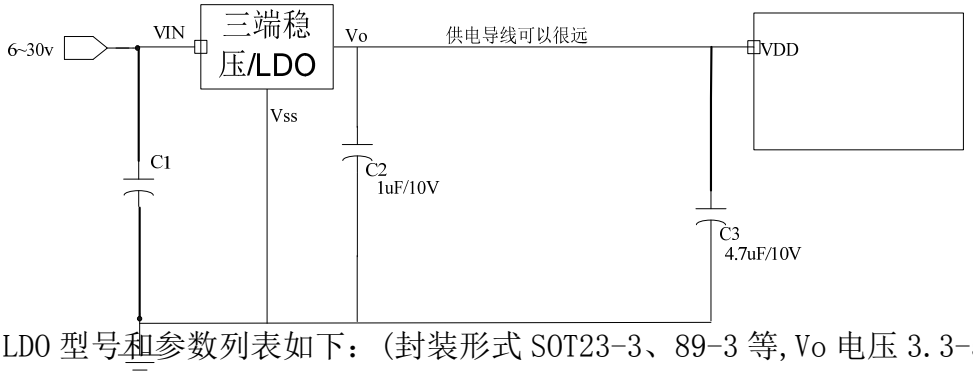


（2）VDD 供电应用

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

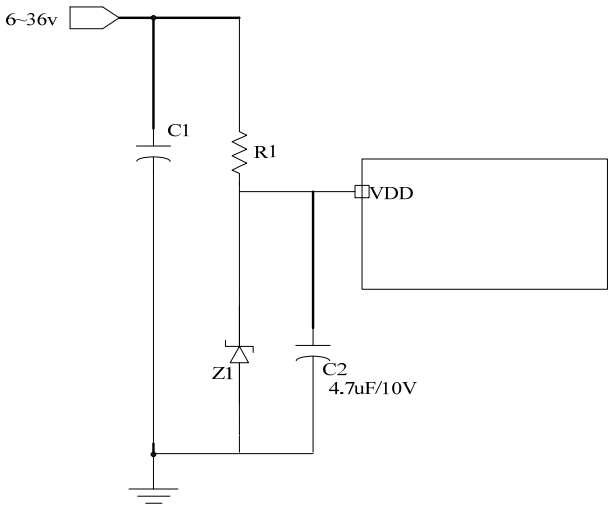


以下 LDO 型号和参数列表如下：(封装形式 SOT23-3、89-3 等,Vo 电压 3.3-5.5V 可选)

HT7150	0.3V	30V
LM1117	1.25V	18V

2、稳压管给 Vdd 供电

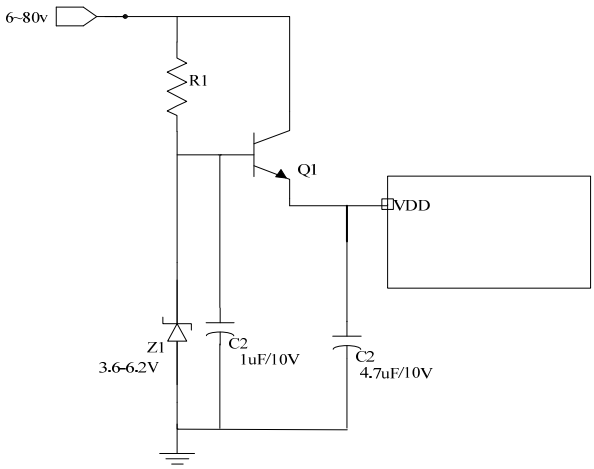
如下图电路图所示：



Z1 稳压管可选 3.3-5.6V, R1 取值：R1＜（VINmin-VZ1）/2(单位 KΩ);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值	耐压值	封装
SS8050	>120	25V	SOT23
MMBT3904	>70	40V	SOT23
MMBTA05	>100	60V	SOT23
MMBTA06	>100	80V	SOT23
2SD1782	>120	80V	SOT23
FMMT493	>100	100V	SOT23
2SC1654	>90	180V	SOT23
MMBTA43	>40	200V	SOT23

R1 取值：R1＜(VINmin-VZ1max)＊β/2(单位 KΩ) β 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(±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（VLS 大于 1.0V）有效，LS 低电平(VLS 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：

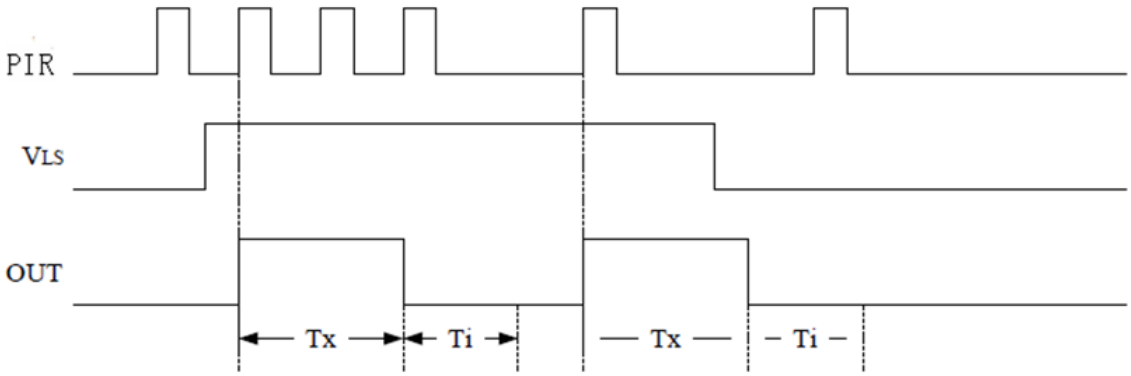
C6 电容量(PF)=用户需要的延时时间 TX(S)/0.1334

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。

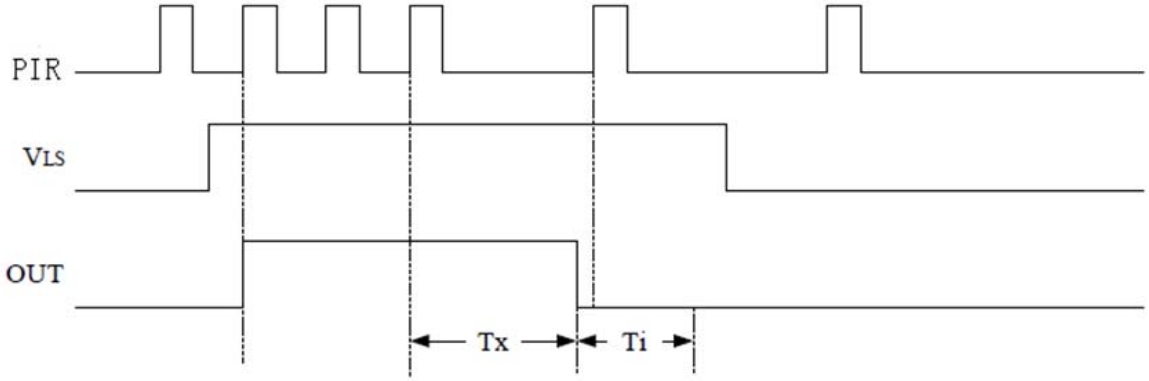
2、封锁时间：内部固定 2S，不可更改。

（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：



不可重复触发工作模式



可重复触发工作模式

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 板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。

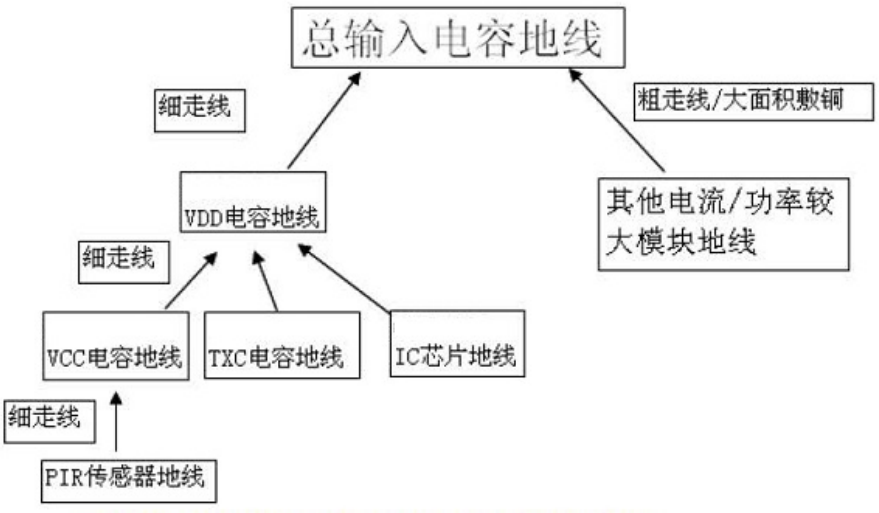
（2）电路器件布线方面：

1、HM4002 第 3、4 脚（INI 和 OPO）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。

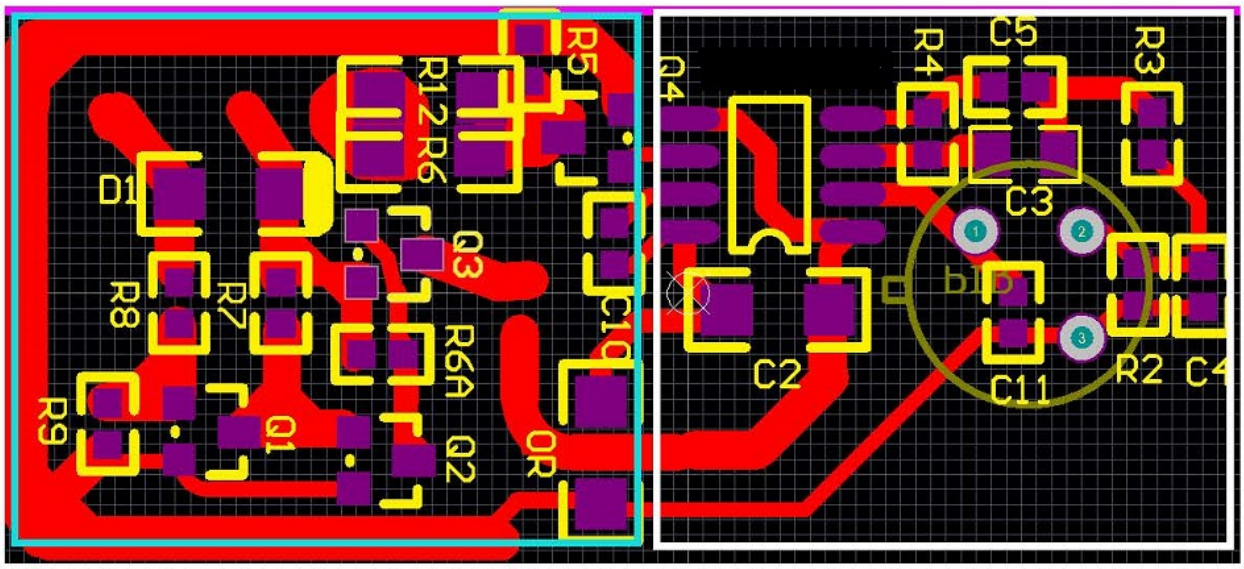
3、其他脚位布线，只需 0.5mm 直径细线绘制即可，尽量短和细。(可参考我司 DEMO Board PCB layout)

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？

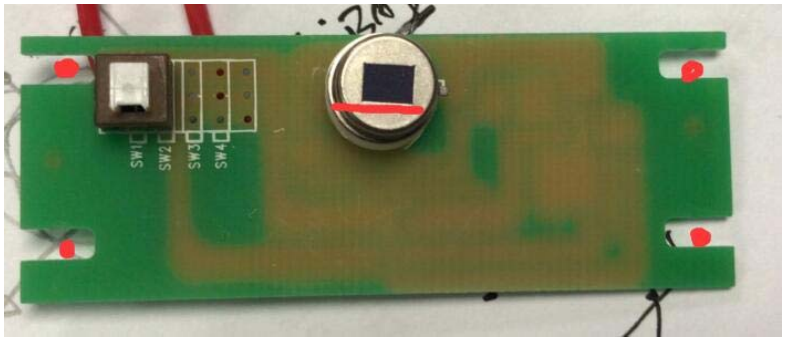
解答：客户实际应用发生此情况原因是，延时结束后 IC 处于待机状态，VDD 端电容内仍然有电量，这是突然切断了 HM4002 的 VDD 电压，通常 LED+正端是连接 BAT+端未断开的，芯片中电容仍有少部分电量维持了短时间正常工作状态，OUT 端有瞬间电压驱动负载。

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=20LOG(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。