



BA45F56xx 无线收发应用

文件编号: AN0571SC

简介

传统感烟探测器结合射频应用上,除了主控 MCU 外还需另外搭配 RF IC,Holtek 推出 BA45F56xx 系列 MCU,内建感烟探测器 AFE 及 Sub-1GHz RF Transceiver,供用户可以在外 围元件最小化的情形下开发相关产品,本文介绍 BA45F56xx 系列 MCU Sub-1GHz RF Transceiver 控制流程及范例程序,感烟探测器 AFE 的使用说明可参考 Holtek 应用笔记 AN0540SC<BA45F5xxx 内建模拟前端于感烟探测器应用须知>。

功能说明





- ISINK0/1 提供红外线发射定电流, A0PI、A0NI 处理红外线接收信号
- ISINK0/1 定电流大小可调



- 有两组 ISINK 提供给需要侦测不同的烟时(白/黑烟)做使用
- RF 电路包含: 天线、输出/输入匹配电路
- 需以分时双工(TDD)方式来达成 RF 信号传送与接收(同一时间只能做传送或接收)
- RF 发射

数字封包调整器→高斯滤波器→ Σ △ Modulator→频率合成→高功率放大器→天线

● RF 接收

通信引脚说明

天线→低噪音放大器→混频器(IF)→中频复合带通滤波器→信号强度侦测器→数字封包 解调器

工作原理



图 2. BA45F5640 引脚图

 Sub-1GHz RF Transceiver 支持 3-wire 及 4-wire SPI 接口。3-wire 只需 CSN、SCK 及 SDIO, 4-wire 则需要 CSN、SCK、SDIO、SDO, Pin-shared function 设定如下表 1 所示;而 RF Transceiver 通信引脚上拉控制如下表 2 所示



- 在使用 3-wire 或 4-wire 与 RF Transceiver 通信时,只需将 PB2 设为 SCK,即可与 RF Transceiver SCK 沟通(其他 IO 的 SCK 不具备此功能)。PB2 已于 MCU 内部与 RF Transceiver 连接,不需外部线路连接
- 图 2 中红色框为 RF Transceiver 的 SCK 与 GIO2,因与其他引脚共用须注意;其他如 GIO1、GIO4 等为 RF Transceiver 专用引脚
- 寄存器详细信息请参考 Datasheet

	3-wire	4-wire		
CSN	CSN	CSN		
SCK	SCK(PBS0[5:4]=10)	SCK(PBS0[5:4]=10)		
SDIO	SDIO	SDIO		
SDO		使用 GIO2: PB3(PBS0[7:6]=00 或 11), GIO2S[2:0]=001 使用 GIO1: GIO1S[2:0]=001 使用 GIO4: GIO4S[3:0]=0001		

表 1. 通信引脚设定

寄存器名称	说明
SPIPU	3-wire SPI 上拉控制: 0 为除能(输出), 1 为使能(输入)
GIOPU[4:1]	GIO 引脚功能上拉控制: 各别控制 GIO4~1; 0 为除能(输出), 1 为使能(输入)

表 2. 通信引脚上拉控制

无线传输模式

有两种主要无线传输模式:一是直接模式(Direct Mode),把要传送和接收到的数据,直接由 GIO1/GIO2 来作数据设置/数据读取;另一为寄存器模式(FIFO Mode),在这模式下数据存取 需通过内部 FIFO 寄存器来操作。

Direct Mode

RF 在上电后,会自动加载默认值,接下来便会进入睡眠模式(Deep Sleep Mode),若要使用 Direct Mode 传送/接收数据请按以下流程。

- 1. 设定参数:使用 SPI 接口填入内部控制寄存器。例如频率(D_N、D_K)、调变参数(FSCALE)、数据速率分频器(DTR)等,设定参数说明请参考 Datasheet。
- 2. 设定同步用字符:填入寄存器 TXPMLEN/RXPMLEN 以决定准备要发送/接收前导码 (Preamble)信号长度,使用 SPI 指令 Write SYNCWORD command(0x10)设定同步码。
- 设定 GIO 引脚:使用 SPI 接口对内部寄存器 GIOxS 作设定,设定值请参考 Datasheet,一 般情况下我们会设定 GIO1 为 TX/RX 数据输出/输入,GIO2 为中断输出,GIO3 为发射时 数据位频率,GIO4 为接收时数据位频率(GIO1S=0b010、GIO2S=0b101、GIO3S=0b1000、 GIO4S=0b1001)。
- 4. 唤醒 RF: 使用 SPI 指令 Light Sleep Command(0x0C), 使 RF 进入 Light Sleep Mode。
- 5. 等待晶振稳定:判断 XCLK_RDY 是否已置起(=1)。
- 6. 设定 Direct Mode: 将 DIR_EN 设定为 1。
- 启动发射或接收模式:先设定 RTX_SEL(0:接收、1:发射),并启动频率合成器(SX_EN=1) 及自动更正功能(ACAL_EN),待自动更正程序结束(约 300 μs),接下来才能正式启动 发射接收功能(RTX_EN=1)。



8. 输出/读取数据:最后便可由 GIOx(由设定值决定)来传送/接收数据了;这里需要注意, 在传送/接收数据时,会先传送/接收前导码信号、同步码和连接码(Trailer)后,再根据输 出数据位频率(TBCLK/RBCLK)才能决定正确数据,TX 及 RX 的相关时序图请参考 Datasheet。

Direct Mode 状态切换流程如下图 3, 其中 Idle Mode 可使用 RF 内部低频振荡器, 可有效缩小 唤醒时间, 以下各个模式都必须在此状态切换图的流程顺序下执行, 例如进入 Idle 后需回 到 Light Sleep, 再跳到 Standby, 之后再执行 TX 或 RX 程序。



图 3. Direct Mode State Diagram

FIFO Mode

在上电后,会自动加载默认值,接下来便会进入睡眠模式(Deep Sleep Mode),若要使用 FIFO Mode 传送/接收数据请按以下流程。

- 1. 设定参数:使用 SPI 接口填入内部控制寄存器。例如频率(D_N、D_K)、调变参数(FSCALE)、数据资料率(DTR)等,设定参数请参考 Datasheet。
- 2. 设定同步用字符:填入寄存器 TXPMLEN、RXPMLEN 以决定准备要发送/接收前导码 (Preamble)信号长度,还有使用 SPI 指令 Write SYNCWORD Command(0x10)同步码。
- 3. 设定要发送数据格式:设定寄存器 PKT1~PKT9。
- 4. 设定 FIFO Mode:将 DIR_EN 设定为 0。
- 5. FIFO 指标归零: 使用 SPI 指令 TX/RX FIFO Address Pointer Reset Command(0x09/0x89), 再 将 TXFFSA 设定为 0。



- 将要传送数据写入 FIFO:使用 SPI 指令 TX FIFO Write Command(0x11),将要传送数据写入 FIFO,若是接收数据不用作这个步骤。
- 7. 启动传送/接收模式:使用 SPI 指令 TX/RX Mode(0x0E/0x8E)来启动该模式。
- 8. 等待数据传送/接收完毕:判断 T/RXCMPIF 是否为 1。
- 9. 读取 FIFO 数据:使用 SPI 指令 RX FIFO Read Command(0x91),将接收到数据从 FIFO 中读出,若是发射数据不用作这个步骤,TX 及 RX 的相关时序图,请参考 Datasheet。

在启动传送/接收(Step7)后状态切换完整流程如下图 4,其中 Idle Mode 可使用内部低频振荡器,可有效缩小唤醒时间,以下各个模式都必须在此状态切换图的流程顺序下执行,例如 进入 Idle 后需回到 Light Sleep,再跳到 Standby,之后自动执行 TX 或 RX 程序。



FIFO Mode 还分为 Block FIFO Mode、Extern FIFO Mode 和 Infinite FIFO Mode,其他模式操作

方式,可参考 Datasheet。



范例程序说明

此程序范例为通过函式库的运用来实现 TX/RX 的互传功能,传输模式的选择为 FIFO MODE,操作流程图如下图 7 所示。在 TEST_SNIFF_RX 为连续 RX 模式,此模式与一般 RX 模式的差异在于一般 RX 模式当接收完成后,下次使用需须重新启用 RX,而连续 RX 模式则会自动接收后续的数据包,直到软件传送 Light Sleep 命令才会停止接收。

RF_MODE 的选择用户可在程序的项目设定中的定义符号去定义 TEST_ITEM=TX 或 RX 或 SNIFF,设定方法如下图 5 及图 6 所示。



图 5

334	Helse		
335	<pre>Test_Tx_Carrier();</pre>	//TX carrier	
336	#endif		
337	>		
338	else //RX BER test		
339 🗆	K.		
340	HIF FIFO1		
341	<pre>lest_kx(0);</pre>	9 4 2 1 4 1 4 1 4 1 4 1 4 1 4 1 4 1 4 1 4	~
342	Toot Du Dou() -	等集設止	× .
343	Hondif	· ★ ● 約 〒 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
944		安架成化 防調灌填 日旅 備築 匯加土庫	
346	ttelse	PA45FE240	
347		微控制器(C) → → → → → → → → → → → → → → → → → → →	
348	#if TEST ITEM ==CARRIER		
349	Test Tx Carrier();	据主工具.	
350	Hendif		
351		Holtek C Compiler V3/Assembler V	
352	#if _TEST_ITEM_==BER	→ 垣/垣理避T百	
353	<pre>Test_Rx_Ber();</pre>	與酒/酒神道·供	
354	Hendif	定義符號(Y) ARRIER=4.WK TX=5.SNIFF= TEST ITEM =TX TEST SEL =1.	
355	Inter TEAT ATEN TH		
350	Toot Tu(0)	☑ 生成列表描(I) ☑ 生成工程列表描(list)	
357	Test_Tx(0),		
350	activity and a second sec	連接邏項	
369	HIF TEST ITEM ==RX		
361	Test Bx(58):	庫(L) 瀏覽(B)	
362	Henger -		
363		段地址(S)	
364	#if _TEST_ITEM_==WK_TX	☑ 生成映射樯(M)	
365	<pre>Test_Wakeup_Tx(1);</pre>		
366	#endif		
367			
368	Toct Spice Dudth		
369	105(_SHI++_RX(1);		
370	flendi E	Text Text	
372		備定取消	
072			

图 6



操作流程图



图 7. 范例程序操作流程图

函数说明

函数名	RF_Init			
功能	RF 初始化, FSK 速率 50kbps, 功率 10dBm, 完成后 RF 将进入 Sleep Mode			
输入	无			
输出	无			

函数名	RF_EntryRxMode
功能	执行后 RF 进入到 RX Mode
输入	无
输出	无



函数名	RF_EntrySniffMode		
功能	程序执行后, RF 将进入 WOR Mode, 自动每4s 唤醒后进入 RX 接收 9.5ms, 期间如果 侦测到前导码信号,则 RX 接收时间延长至封包接收完毕(最长 250ms),数据接收完毕 后进入 Light Sleep;如果期间没有侦测到前导码,则回到 IDLE Mode 等待下一次唤醒		
输入	无		
输出	无		
函数名	RF_SendData		
功能	程序执行后, RF 进入 TX Mode 并将 mRFBuf 中的数据进行发送,发送完毕后进入 Lig Sleep		
输入	RF data = mRFBuf[0:18]		
输出	无		
函数名	RF_ReadRxData		
功能	程序执行后, RF 数据从 FIFO 中被读取,并存放于 mRFBuf 变量中		
输入	RF data = mRFBuf[0:18]		
输出	无		
函数名	RFGetClrRFIrq		
功能	程序执行后,将 IRQ Flag 读取至 mRFRdDta 中,并清除 IRQ		
输入	无		
输出	IRQ Flag = mRFRdDta		
函数名	RF_GetOpMode		
功能	程序执行后,当前 RF 的模式状态数据将被传送至 ACC,可以此判断 RF 当前所处模式		
输入	无		
输出	Option Mode = ACC		
函数名	RFSleepMode		
功能	程序执行后, RF 将进入 Deep Sleep Mode		
输入	无		
输出	无		
函数名	RFIdleMode		
功能	程序执行后, RF 将进入 Idle Mode		
输入	无		
输出	无		
函数名	RFLightSleepMode		
功能	程序执行后,RF 将进入 Light Sleep Mode		
输入	无		
输出	无		
函数名	RFXtalReady		
功能	程序执行后,将一直等待 RF crystal 起振,直至 crystal 稳定后才跳出函数		
输入	无		
输出	无		
函数名	RFCalibration		
功能	程序执行后,RF将启动自动校准功能,直至校准完毕后才跳出函数		
输入	无		
榆山	无		



函数名	RFSetPower			
功能	程序执行后,将 ACC 内的值设定为 RF TX 发射功率的大小			
输入	TX Power = ACC			
输出	无			
函数名	RFWriteSyncword			
功能	程序执行后,将 mSync 内的数据设定为 RF 通信前导码数据			
输入	SYNC = mSync[0:3]			
输出	无			
函数名	RFReadRegCmd			
功能	程序执行后,以mRFAddr内数据作为RF寄存器地址进行读取,读取数据存入mRFRdDta中			
输入	Register Address = mRFAddr			
输出	Register Data = mRFRdDta			
函数名	RFWriteRegCmd			
功能	程序执行后,以 mRFAddr 内数据作为 RF 寄存器地址,将 mRFRdDta 数据写入 RF 寄存器中。			
输入	Register Address = mRFAddr, Register Data = mRFWrDta			
输出	无			

RF 输出/输入匹配电路指南

接收高频信号时,除了需要天线,在天线接收后输入 IC 接脚前,还需要加上阻抗匹配电路,如图 8。良好阻抗匹配可减少噪声量,进而提升接收灵敏度。调整阻抗匹配时需使用网络分析 仪配合量测,而用于阻抗匹配用这些原件请挑选高 Q 值电容及电感,可有效提升接收灵敏度。



	315MHz	433MHz	470MHz	868MHz	Unit	
C4	1.5	1	1	N.C.	pF	
C5	100	100	100	100	pF	
C6	12	10	8	N.C.	pF	
C7	24	22	15	3.3	pF	
C8	15	12	8	5.6	pF	
С9	100	68	68	68	pF	
C10	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	—	
L1	18	15	15	0R	nH	
L2	18	15	15	8.2	nH	
L3	18	8.2	5.6	3.3	nH	
L4	82	68	47	18	nH	
L5	100	82	82	82	nH	

图 8. 输出/输入匹配电路

表 3. 射频阻抗匹配建议值



天线选型指南

您可选择市售 50Ω SMA 接头 Dipole、Patch 天线如图 9。



图 9. Dipole 天线

或是使用 \/4 长度铜线、单芯线、绞线如图 10。

(AAA			F	
III	THEFT	THREET		

图 10. 弹簧天线

PCB Layout Note

零件放置原则

- 零件摆放时优先考虑 RF 信号路径,其零件相关位置摆放方式,尽可能靠近 MCU,组件 与组件 PAD 也尽量靠近 MCU,使其拉线距离愈短愈好。
- 零件摆放时须预留 VCC、GND 走线宽度。

走线(Routing)

- 由于走线若为直角会造成阻抗不连续,且容易造成累积电荷,会有尖端放电效应,容易 影响 PCB 稳定度,因此尽量以 45 度斜角或弧角方式进行绕线
- 线与线距离不得少于6 mils
- 线与贯穿孔距离不得少于6 mils
- 相邻两贯穿孔距离不得少于6 mils
- VCC 及 GND 主干线线宽不得小于 12 mils
- 各种电源信号线要进入 MCU 时,必须先经过 Bypass 电容器后才进入 MCU Power Pin
- MCU 背面铺地尽量保持完整,尤其是在 MCU 及 RF 匹配电路,走线下方不可有任意走线,否则会有可能因任意走线影响到 RF 特性,请参考下图 11

若您是要直接将天线画在电路板上,请参考下一章节注意事项。





图 11. 铺地建议参考图

● VSS 请在 Layout 时直接与 MCU 背面地相接, 如果空间足够, 建议能一路与外部地(GND) 相接会较佳, 如下图 12



图 12. 地(GND)脚建议参考图

 晶振与 MCU 间走线尽量简短,为了避免对电源影响,走线下方必须完整铺地,且不可 有电源路径或信号路径穿过,与电源间最好有段距离或者铺地隔开,请参考下图 13



图 13. 晶振走线建议参考图

天线(Antenna)

- 在天线组件下层不可铺地(GND), 避免影响 RF Performance
- 给天线用匹配电路部分,下层需铺地(GND),否则会影响 RF Performance
- 在天线处,除了匹配零件外,尽量避免摆放零件,以避免影响 RF 特性



结论

本文介绍 BA45F56xx 架构与应用说明,并提供范例程序让用户在实际应用时,能快速上手, 以增加产品稳定性。

参考资料

参考文件 BA45F56xx Datasheet。

如需进一步了解, 敬请浏览 Holtek 官方网站 www.holtek.com.cn。

版本及修改信息

日期	作者	发行	
2020.08.05	陈柏霖	V1.00	

免责声明

本网页所载的所有数据、商标、图片、链接及其他数据等(以下简称「数据」),只供参考之 用,合泰半导体(中国)有限公司及其关联企业(以下简称「本公司」)将会随时更改数据, 并由本公司决定而不作另行通知。虽然本公司已尽力确保本网页的数据准确性,但本公司 并不保证该等数据均为准确无误。本公司不会对任何错误或遗漏承担责任。

本公司不会对任何人士使用本网页而引致任何损害 (包括但不限于计算机病毒、系统故障、 数据损失)承担任何赔偿。本网页可能会连结至其他机构所提供的网页,但这些网页并不是 由本公司所控制。本公司不对这些网页所显示的内容作出任何保证或承担任何责任。

责任限制

在任何情况下,本公司并不须就任何人由于直接或间接进入或使用本网站,并就此内容上 或任何产品、信息或服务,而招致的任何损失或损害负任何责任。

管辖法律

以本公司所在地法律为准据法,并以本公司所在地法院为第一审管辖法院。

免责声明更新

本公司保留随时更新本免责声明的权利,任何更改于本网站发布时,立即生效。