

特性和益处

- ☐ 小尺寸，低成本
- ☐ 易集成
- ☐ 出厂校准设置宽温度范围
 - 40 到 85 °C 传感器温度范围
 - 40 到 115 °C 物体温度范围
- ☐ 宽温度范围的高精度，精度为 0.5°C (Ta 和 To 都为 0 到 +50°C)
- ☐ 高 (医用) 精度校准
- ☐ 测量分辨率为 0.02°C
- ☐ SMBus 兼容的数字接口
- ☐ 省电模式
- ☐ 连续读数的客户定制 PWM 输出
- ☐ 嵌入式发射率补偿
- ☐ 3V 电源电压

应用实例

- ☐ 高精度非接触温度测量
- ☐ 手提式温度计
- ☐ 耳温计
- ☐ 家用温度控制
- ☐ 卫生保健
- ☐ 家畜监控
- ☐ 多重区域温度控制 – 可通过公用两线连接 100 传感器

订购信息

零件编号:
MLX90615

温度编码
E (-40°C to 85°C)

封装编码
SG (TO-46)

准确率级别
标准 –BAA
医用 –DAA

举例:
MLX90615ESG-BAA

1 功能图表

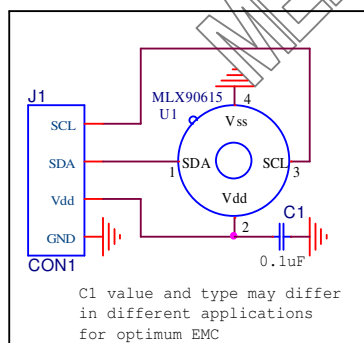


图 1 典型应用电路图–
MLX90615 和 SMBus 的连接

2 大概描述

MLX90615 是用于非接触温度测量的红外温度计。对 IR 灵敏的热电堆探测器芯片和信号处理 ASSP 被集成在同一 TO-46 密封罐封装里。

由于集成了低噪声放大器，16 位 ADC 和强大的 DSP 单元，使得高度集成和高精度的温度计得以实现。温度计具备出厂校准和数字 SMBus 兼容界面。读数精度为 0.02°C。

大概描述 (续)

MLX90615 内部有 2 颗芯片，红外热电堆探测器和信号处理 ASSP MLX90325，尤其是由 Melexis 设计的处理 IR 传感器输出的芯片。

器件有工业标准 TO-46 封装形式。

由于集成了低噪声放大器，16 位 ADC 和强大的 DSP 的 MLX90325 单元，使得高度集成和高精度的温度计得以实现。计算所得的物体温度被存储在 MLX90325 的 RAM 并且分辨率为 0.02 °C。此数值可通过串行两线 SMBus 兼容协议获得或是器件的 10 位 PWM 格式获得。

MLX90615 出厂校准的标准温度范围为：环境温度为 -40 到 85 °C，物体温度为 -40 到 115 °C。

作为标准，MLX90615 出厂校准的物体发射率为 1。发射率可以简单地定制为 0.1 到 1 之间，并且不需要用黑体来做重新校准。

MLX90615 可用电池供电。

封装中集成了可以滤除可见光和近红外辐射通量的光学滤波器 (可通过长波) 以提供日光免疫。

MLX90615 用 5.5 ... 15 μm 的波长范围。

3 目录

1 功能图表	1
2 大概描述	1
大概描述 (续)	2
3 目录	3
4 术语词汇表	4
5 最大额定值	4
6 电学特性	6
7 详细描述	8
7.1 模块图表	8
7.2 信号处理原理	8
7.3 模块描述	8
7.3.1 放大器	8
7.3.2 上电复位 (POR)	8
7.3.3 EEPROM	9
7.3.4 RAM	10
7.4 SMBus 兼容两线协议	10
7.4.1 功能描述	10
7.4.2 与标准 SMBus 规范的区别 (参考资料 [1])	10
7.4.3 详细描述	11
7.4.4 SMBus 的 AC 详细规格书	12
7.4.5 位传送	13
7.4.6 命令	13
7.4.7 睡眠模式	14
7.5 PWM 和 SMBus 之间的切换	15
7.5.1 PWM 使能	15
7.5.2 请求状态	15
7.5.3 PWM 未使能	15
7.6 PWM	16
7.6.1 PWM 格式	16
7.6.2 PWM 输出定制温度范围	16
7.7 工作原理	18
7.7.1 物体温度 T_o	18
8 特点	19
9 性能图表	19
9.1 MLX90615 的温度精度	19
9.2 视场 (FOV)	20
10 应用信息	21
10.1 应用配置为 SMBus 的 MLX90615	21
10.2 应用配置为 SMBus 的多个 MLX90615s	21
10.3 PWM 输出	22
11 迈来芯产品在不同锡焊处理过程的标准信息	24
12 ESD 防范	25
13 FAQ	25
14 封装信息	27
15 参考资料	28
16 不承诺	28
17 修订表格	29

4 术语词汇表

PTAT	与绝对温度传感器成比例 (封装温度)
POR	上电复位
HFO	高频振荡器 (RC)
DSP	数字信号处理
FIR	有限脉冲响应。数字滤波器
IIR	无限脉冲响应。数字滤波器
IR	红外线
DC	直流 (对固定条件规格表)
LPF	低通滤波器
FOV	视场
SDA,SCL	串行数据, 串行时钟 – SMBus 兼容通信引脚
T _a	从芯片中测量的环境温度 – (封装温度)
T _o	从 IR 传感器看到的物体温度
ESD	静电放电
EMC	电磁兼容性
TBD	未定义

5 最大额定值

参数	MLX90615
电源电压, V _{DD} (过压)	5V
电源电压, V _{DD} (工作电压)	3.6 V
反向电压	0.5 V
工作温度范围, T _A	-40...+85°C
存储温度范围, T _S	-40...+125°C
ESD 灵敏度 (AEC Q100 002)	2kV
DC 方向电流, SDA 引脚	25 mA
DC 箝位电流, SDA 引脚	10 mA
DC 箝位电流, SCL 引脚	10 mA

表 1: MLX90615 绝对最大额定值

超过绝对最大额定值会造成永久性损害。在扩展周期里暴露在绝对最大额定值会影响器件的可靠性。

引脚定义和描述

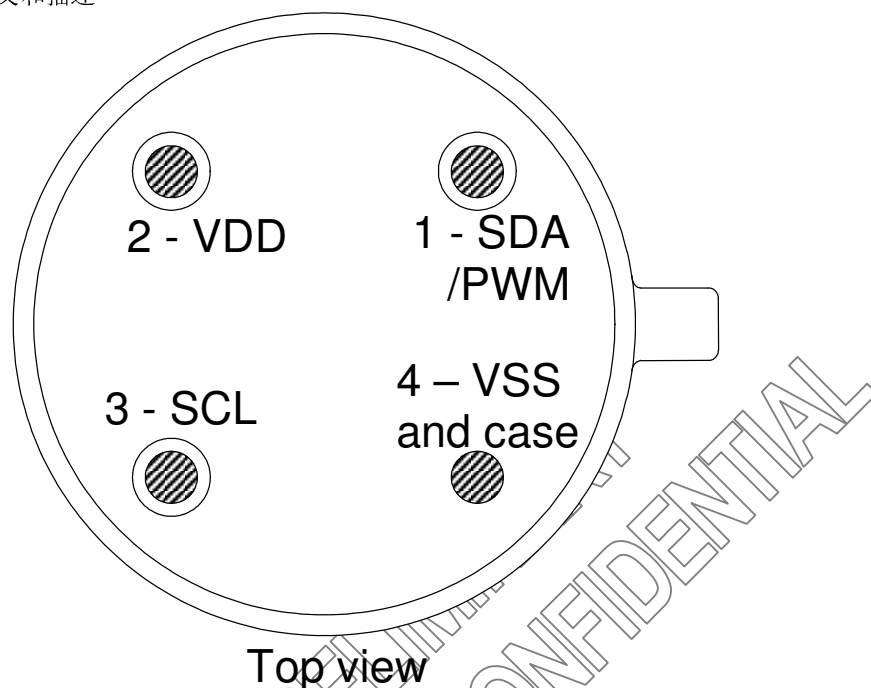


图 2: MLX90615 的引脚描述

引脚名字	功能
VSS	地。金属罐也连接到这个引脚上。
SCL	两线通信协议的连续时钟输入。引脚应用弱上拉电阻 (典型值为 300kΩ)
SDA/PWM	数字输入 / 输出开漏 NMOS。在 SMBus 模式里 (出厂默认) 串行数据 I/O。在 PWM 模式 - PWM 输出。引脚应用弱上拉电阻 (典型值为 300kΩ)
VDD	外接电源电压

表 2: MLX90615 引脚描述

注意:

因为 EMC 和等温条件的原因，强烈建议除 Vss 引脚外不允许其他引脚连接在金属罐。

运行两线接口模式的 SDA 引脚有输入斯密特触发器。

6 电学特性

所有参数是在 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 3\text{V}$ 条件下给出的 (除非另有说明)

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
外部电压	V_{DD}		2.7	3	3.3	V
电源电流	I_{DD}	无负载		1		mA
电源电流 (编程)	I_{DDpr}	无负载, 擦除/写入 EEPROM 操作		1.5		mA
断电电源电流	I_{sleep}	无负载, SCL 和 SDA 为高电平		1.1	3	μA
上电复位						
POR 水平	V_{POR}	上电, 断电和调低	0.8	1.5	1.9	V
V_{DD} 上升时间	T_{POR}	确保 POR 信号			1	ms
有效输出	T_{valid}	在 POR 之后		0.5		s
EEPROM						
数据容纳时间		$T_A = +85^\circ\text{C}$	10			years
擦除/写入 周期		$T_A = +25^\circ\text{C}$	100,000			Times
擦除/写入 周期		$T_A = +85^\circ\text{C}$	40,000			Times
消除时间	T_{erase}			5		ms
写入时间	T_{write}			5		ms
脉宽调制						
PWM 分辨率	PWM_{res}	数据带宽		10		bit
PWM 输出周期	$PWM_{T,H,def}$	出厂默认高频 PWM, HFO 出厂校准		1.024		ms
PWM 输出周期	$PWM_{T,L}$	低频 PWM, HFO 出厂校准		102.4		ms
PWM 周期稳定性	$dPWM_T$	内部出厂校准振荡器, 超过整个工作范围和电源电压	-15		+15	%
输出低电位	PWM_{LO}	$I_{sink} = 2\text{ mA}$			0.2	V
输出反向电流	$I_{sinkPWM}$	$V_{out,L} = 0.5\text{V}$		10		mA

参数	符号	测试条件	最小值	典型	最大	单位
SMBus 兼容两线接口						
输入高电压	V_{IH}		1.6	2	2.4	V
输入高电压	$V_{IH}(Ta, V)$	超过温度和电源电压	1.2	2	2.8	V
输入低电压	V_{IL}		0.7	1.0	1.3	V
输入低电压	$V_{IL}(Ta, V)$	超过温度和电源电压	0.5	1.0	1.5	V
输出低电压	V_{OL}	超过温度和电源电压, $I_{sink} = 2mA$			0.2	V
SCL, SDA 漏电流	I_{leak}	$V_{SCL}=V_{DD}, V_{SDA}=V_{DD}, Ta=+85^{\circ}C$			0.25	μA
SCL 电容	C_{SCL}				10	pF
SDA 电容	C_{SDA}				10	pF
从动器地址	SA	出厂默认		5Bh		hex
SMBus 请求	t_{REQ}	SCL 低	21		39	ms
超时, 低	$T_{imeout,L}$	SCL 低	27	32	39	ms
超时, 高	$T_{imeout,H}$	SCL 高	52	64	78	μs
确认建立时间	$T_{suac}(MD)$	8-th SCL 下降沿, 主动器		TBD		μs
确认保持时间	$T_{hdac}(MD)$	9-th SCL 下降沿, 主动器		TBD		μs
确认建立时间	$T_{suac}(SD)$	8-th SCL 下降沿, 从动器		TBD		μs
确认保持时间	$T_{hdac}(SD)$	9-th SCL 下降沿, 从动器		TBD		μs

注意: 所有通信和刷新率是对给定名义校准 HFO 频率的并且会随频率变化而变化。

*SMBus 兼容接口在 SMBus 详细描述部分给出详细描述。一条总线上 MLX90615 最多数目为 127, 更多的器件需要更大的上拉电流, 更快速的总线数据传送率, 并增加了总线上的无源负载。

MLX90615 始终是总线上的从动器件。MLX90615 可以工作在低功耗和高功耗 SMBus 通信模式下。
如需特殊说明, 所有电压是相对于 V_{SS} (地) 的。

7 详细描述

7.1 模块图表

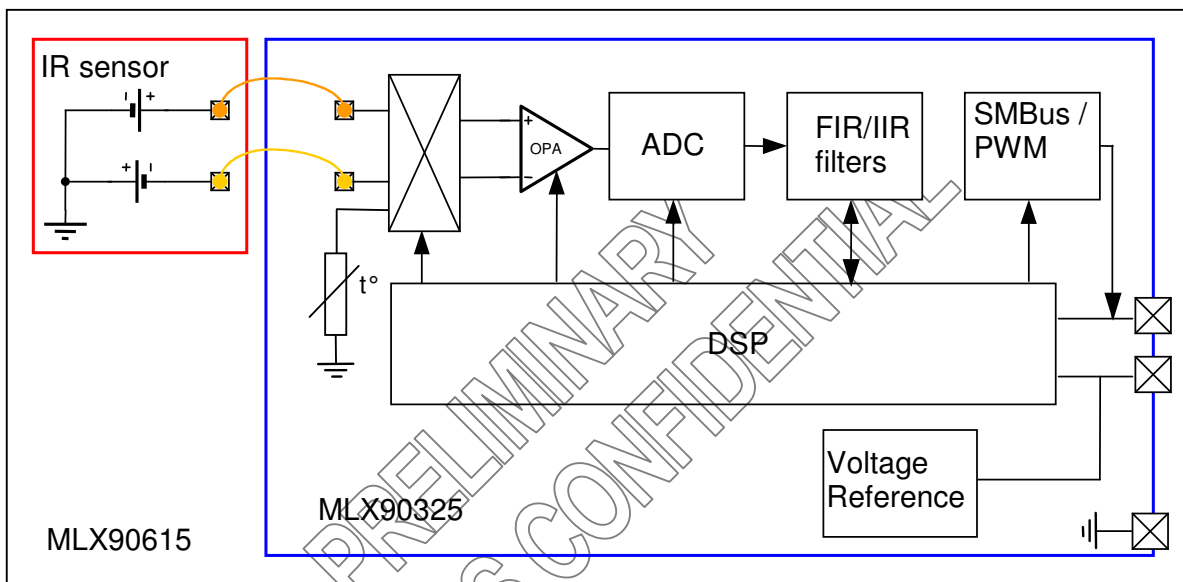


图 3: 模块图表

7.2 信号处理原理

嵌入式 MLX90615 DSP 控制测量量度，计算物体和环境温度并且进行温度的后处理，将它们通过 SMBus 兼容接口或是 PWM 模式输出。(取决于那个是激活状态)

IR 传感器的输出被增益可编程的低噪声低失调电压消除放大器所放大，被 Sigma Delta 调制器转换为单一比特流并反馈给 DSP 做后续的处理。信号通过 FIR 低通滤波器。FIR 滤波器的输出为测量结果并存储于内部的 RAM 中。基于以上的测量结果，对应的环境温度 T_a 和物体温度 T_o 被计算出。两者都有 0.02°C 的分辨率。

EEPROM 的可编程附加 IIR 低通滤波器允许噪声和测量速度之间的折衷。IIR 也可以限制在视场中的假物体的影响。

PWM 输出可以在 EEPROM 里激活，正如 POR 默认的。线性化的温度 (T_o 或 T_a , 在 EEPROM 里选择) 可通过自由运行的 PWM 输出得到。

7.3 模块描述

7.3.1 放大器

可编程增益的低噪声低失调电压放大器被用作放大 IR 传感器电压信号。在谨慎的设计输入调节器和平衡的输入阻抗下，失调电压可低到 $0.5\mu\text{V}$ 。

7.3.2 上电复位 (POR)

上电复位 (POR) 连接到 Vdd 电源电压上。当电源电压上升到高于 0.5V ，片上 POR 电路提供一个主动的 POR 信号并保持 MLX90615 为复位状态直到 Vdd 高于规定的 POR 阈值电压 V_{POR} 。在 POR 激活时间段里，POR

信号在 SDA 引脚处为弱的开漏结构。MLX90615 退出 POR 状态，在 EEPROM 里编写的功能对该引脚执行操作。

7.3.3 EEPROM

EEPROM 里限定数目的地址是客户感兴趣的。整个 EEPROM 可以通过 SMBus 接口读和写。EEPROM 里在地址 4h 和 Dh 之间的数据必须保持不变，否则出厂校准值会丢失。

EEPROM (16X16)		
名字	地址	可写
SMBus 从动器地址 (SA) / PWM 最小温度	0h	Yes
PWM 温度范围	1h	Yes
配置	2h	Yes
发射率	3h	Yes
Melexis 保留 (出厂校准)	4h	Yes
...
Melexis 保留 (出厂校准)	Dh	Yes
ID 编号	Eh	No
ID 编号	Fh	No

SMBus 从动器地址: 7 LSBs (6..0) 包括了 MLX90615 会响应的 SMBus 从动器地址。注意所有 MLX90615 会对 SA 00h 响应因此该数值在网络中是无效的。出厂默认值为 5Bh。

PWM 最小温度: PWM 输出最小温度限制为 15 位字节 – 右对齐 (出厂默认为 355Bh, 对应温度为 +0.03°C)

PWM 温度范围: PWM 输出温度范围为 15 位字节 (Tmax – Tmin) – 右对齐 (出厂默认为 09B5h, 对应的 PWM 范围为 +0.03...+50°C)。

Config 寄存器包括了控制字节以在 POR 时设置温度计:

Bit 名字	出厂默认数值	功能
Bit 0	1	SMBus/ PWM 模式选择
Bit 1	0	PWM 频率(SMBus 模式里无用)
Bit 2	0	PWM 输出温度
Bit [11:3]	器件特定	出厂校准不允许改变
Bits [14:12]	001b	IIR 设置*
Bit [15]	0	必须保持为 0

在 EEPROM 地址 02h 里 设置 IIR [binary]	稳定时间 [samples]	尖峰响应 %
001	1	100
010	10	50
011	18	33.(3)
100	24	25
101	31	20
110	38	16.(6)
111	45	14.286

*注意: 应避免将 IIR 设置为 000b

发射率: 包括发射率的修正数值。MLX90615 会补偿被测物体的发射率。寄存器的公式为:

$$\text{发射率} = \text{dec2hex}[\text{round}(16384 \times \epsilon)]$$

其中 dec2hex[round(X)] 代表十进制转换为十六进制。(包括近似值的舍入, 无切断) 该情况下, 物理发射率数值为 ϵ 0...1。对 IR 测量的发射率因素参考 FAQ 部分。

出厂设置为 3FFFh, 代表发射率为 1.0 (关断发射率修正)

7.3.4 RAM

RAM 可以通过 SMBus 接口读出。RAM 寄存器的有限数目是客户感兴趣的，见下面表格里总结。

RAM (16x16)		
名字	地址	读存取
Melexis reserved	0h	Yes
...
Melexis reserved	5h	Yes
T _A	6h	Yes
T _O	7h	Yes
Melexis reserved	8h	Yes
...
Melexis reserved	Fh	Yes

T_A 是 MLX90615 封装 (环境) 温度，T_O 是物体温度。输出比例为 0.02 °K/LSB。将读出物体温度转换为摄氏温度的公式为：

$$T_o [^{\circ}\text{C}] = \text{RAM}(7h) \cdot 0.02 - 273.15$$

7.4 SMBus 兼容两线协议

芯片支持 2 线串联协议，引脚为 SDA 和 SCL。

- SCL – 数字输入，用作 SMBus 兼容通信的时钟信号。在假定 EEPROM 里 PWM 是选定的情况下，该引脚低电平脉冲持续 t_{REQ} 时间后将器件切换为 SMBus 模式。假定需要 PWM 操作，SCL 引脚应该保持高电平。SMBus 模式是出厂默认的。(通过 EEPROM 设置)
- SDA/PWM – 数字输入/CMOS 开漏输出，被用于 PWM 和 SMBus 的输入和输出。(SMBus 为出厂默认功能)

7.4.1 功能描述

SMBus 接口是 2-线协议的，允许主控制器 (MD) 和一个或一个以上的从动器件 (SD) 通信。在系统给定的时刻里只有一个主控制器是可以利用的[1]。MLX90615 只作为从动器件使用。

一般来说，MD 通过从动地址 (SA) 选择从动器件开始数据的传输。

MD 可以对 RAM 和 EEPROM 里的数据进行读取，并可对 14 EEPROM 单元进行写入操作。(地址为 0..Dh) 如果对 MLX90615 进行读取操作，器件会回馈以 16 位的数据和 8 位 PEC，这是在器件内部 EEPROM 编程的从动地址和主动器件发送的 SA 相同条件下实现的。SA 特征允许在两线上连接多达 127 个器件，除非系统有在参考资料[1]中图 5.2 所描述的一些特殊性能。在器件连接到总线之前，为了访问器件或是给 SD 分配一个地址，通信必须以 0 SA 并跟随低 RWB 位开始。当 MD 发送此命令，MLX90615 总是会反馈并忽视内部芯片编码信息。

注意 EEPROM 地址为 4h...Dh 包含出厂校准数值，最好不要变动。

特别注意不要在同一总线相同 SD 地址放两个 MLX90615 器件，因为 MLX90615 不支持 ARP[1]。

MD 可以使 MLX90615 进入低功耗的“睡眠模式”。

7.4.2 与标准 SMBus 规范的区别 (参考资料 [1])

对于标准 SMBus 接口有十一个命令协议。MLX90615 支持其中两个。不支持的命令有：

- 快速命令
- 字节命令 – 发送字节，接收字节，写入字节和读取字节
- 进程访问
- 模块命令 – 模块写入和写入模块读取进程访问

支持的命令有：

- 读取数据
- 写入数据

7.4.3 详细描述

MLX90615 的 SDA 引脚可以以 PWM 格式输出，取决于 EEPROM 的设置。如果 PWM 使能，在上电复位（POR）之后，SDA 引脚被直接配置为 PWM 输出。可以回避掉 PWM 模式并且引脚可以通过分配 SMBus 请求状态恢复到串行数据功能。如果 SMBus 是 POR 默认的模式，请求是不需要发送的。

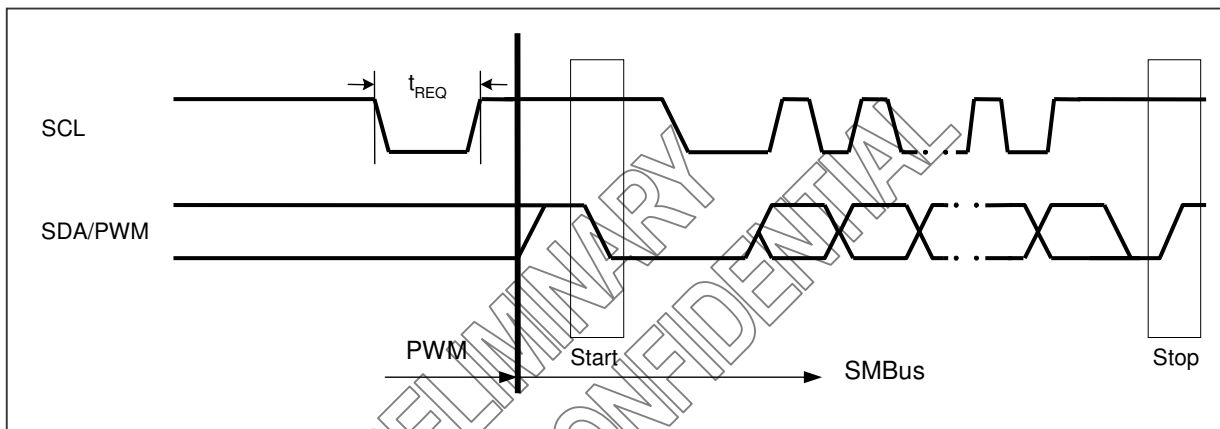


图 4: SMBus 请求，开始和结束状态

重复开始状态是和开始状态相同的。在 SCL 和 SDA/PWM 线上的所有状态在下面详细描述。

7.4.3.1 总线协议

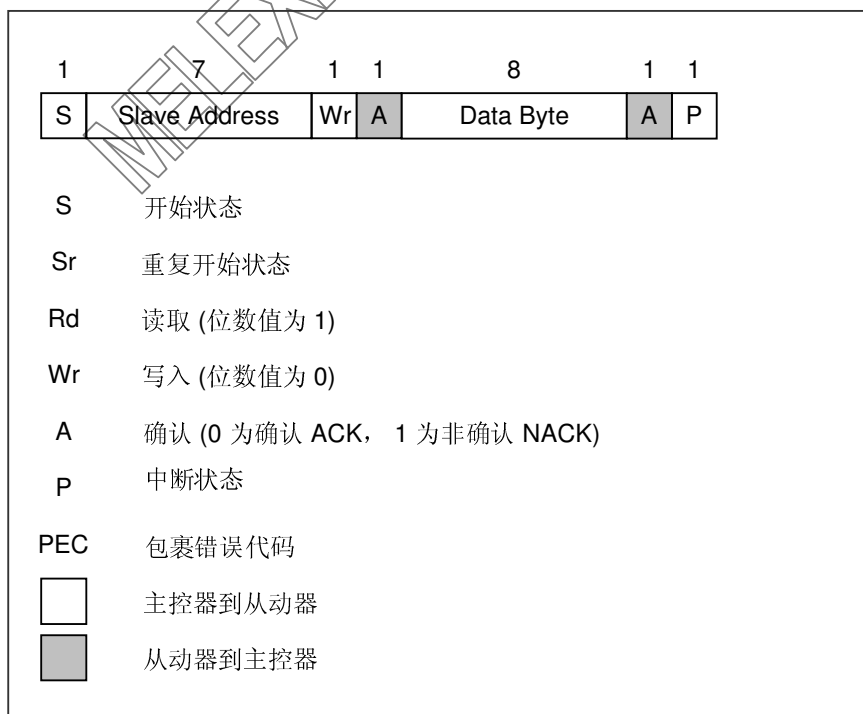


图 5: SMBus 包裹元件

在 SD 接收到每个 8 位数据之后, ACK/NACK 取代之。当 MD 初始化通信, 它首先发送受控地址, 只有认出该地址的 SD 会确认而其它的则保持沉默。如果 SD 未确认其中一个字节, MD 应该停止通信并重新发送信息。NACK 应该在 PEC 之后接收。这意味着在接收信息里有错误并且 MD 应该重新发送信息。PEC 计算结果包括除过 START, REPEATED START, STOP, ACK, 和 NACK 位的所有位。PEC 是多项式为 $X^8+X^2+X^1+1$ 的 CRC-8。每个字节的最高有效位应该首先传送。

7.4.3.1.1 读取数据 (取决于命令- RAM 或 EEPROM)

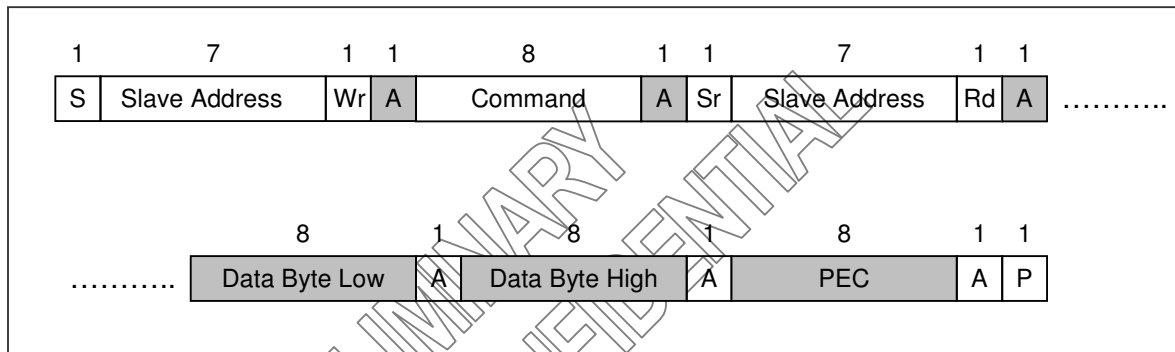


图 6: SMBus 读取数据格式

7.4.3.1.2 写入数据 (只有 EEPROM)

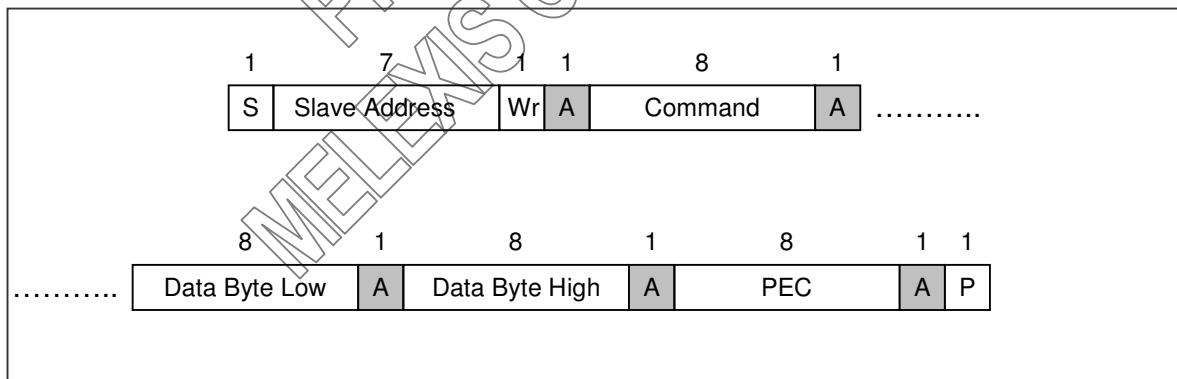


图 7: SMBus 写入数据格式

注意: 在对 EEPROM 写入操作之前, 单元要先清除。清除操作就是简单地在 EEPROM 地址里写入 0000h。注意不要更改出厂校准数值。(EEPROM 地址为 4...Dh)

7.4.4 SMBus 的 AC 详细规格书

7.4.4.1 时序

MLX90615 满足除过电学规范部分给定的数值外的所有 SMBus 时序规范。MLX90615 SMBus 时钟的最大频率为 100kHz, 最小为 10kHz。

MLX90615's SMBus 特定的时序为:

SMBus 请求 (tREQ) 是一段时期, 在这段时间里 SCL 应该为低电平以使 MLX90615 从热动继电器模式转换到 SMBus 模式;

超时 L 是将 SCL 置为低电平的最大时间。在这段时间之后 MLX90615 会重置通信模块并准备开始新的通信;

超时 H 是将 SCL 置为高电平的最大时间。在这段时间之后 MLX90615 会假定总线是空闲的并重置通信模块。
(根据 SMBus 规范)

Tsuac(SD) 是一段时时间, 此时间是在 SCL 的第八个下降沿后, MLX90615 会将 SDA 置为低电平以确认最后接收的字节。

Thdac(SD) 是一段时时间, 此时间是在 SCL 的第九个下降沿后, MLX90615 会释放 SDA。(这样 MD 可以继续通信)

Tsuac(MD) 是一段时时间, 此时间是在 SCL 的第八个下降沿后, MLX90615 会释放 SDA。(这样 MD 可以确认最后接收的字节)

Thdac(MD) 是一段时时间, 此时间是在 SCL 的第九个下降沿后, MLX90615 会控制 SDA。(这样它可以继续传送下一个字节)

MD 和 SD 用到的最新时序的索引– MD 当主控器件正在确认; SD 当从动器件正在确认。其他时序参考 [1]。

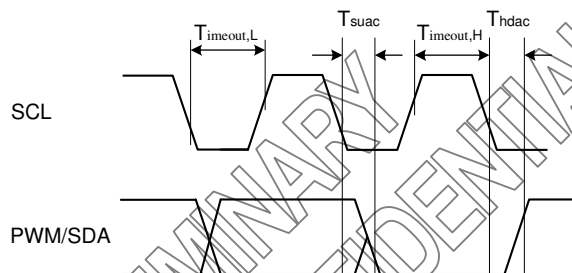


图 8: SMBus 时序

7.4.5 位传送

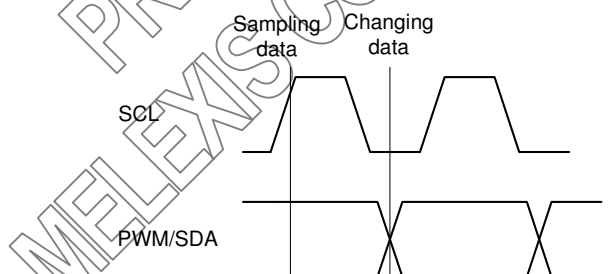


图 9: SMBus 的位传送

当 SCL 为低时, SDA 的数据必须改变。(SCL 下降沿后的最小 300ns) 在 SCL 的上升沿, MD 和 SD 的数据被读取出。

7.4.6 命令

在应用模式里 RAM 和 EEPROM 可以以 16x16 来读取。(例如, T_{OBJ} - RAM 地址为 0x07h 的数值会随着物体温度由 -40°C 到 +115°C 变化而从 0x2D8Ah 到 0x4BD0h 变化) 由 RAM 读取的 MSB 是线性温度(T_{OBJ} 和 T_a)的错误指示。(高有效)

操作码	命令
0001 aaaa*	EEPROM 读取
0010 aaaa*	RAM 读取
1100_0110	进入 SLEEP 模式

注意*: aaaa 是被读取/写入的内存印象图地址的 4 LSB 位。

7.4.7 睡眠模式

睡眠模式只在 SMBus 模式中存在。

MLX90615 可以通过由 SMBus 接口发送的“进入 SLEEP 模式”命令进入到睡眠模式。MLX90615 可通过将 SCL 引脚持续至少 $t_{DDQ} = 50\text{ ms}$ 时间置为低电平来返回上电默认模式。从睡眠模式退出也是在 SMBus 模式。在器件被唤醒之后的 0.3s 有效值是可以用的。

注意: IR 温度计的先前版本, MLX90614 通过 SDA 线上的低脉冲唤醒, 而不是 SCL。

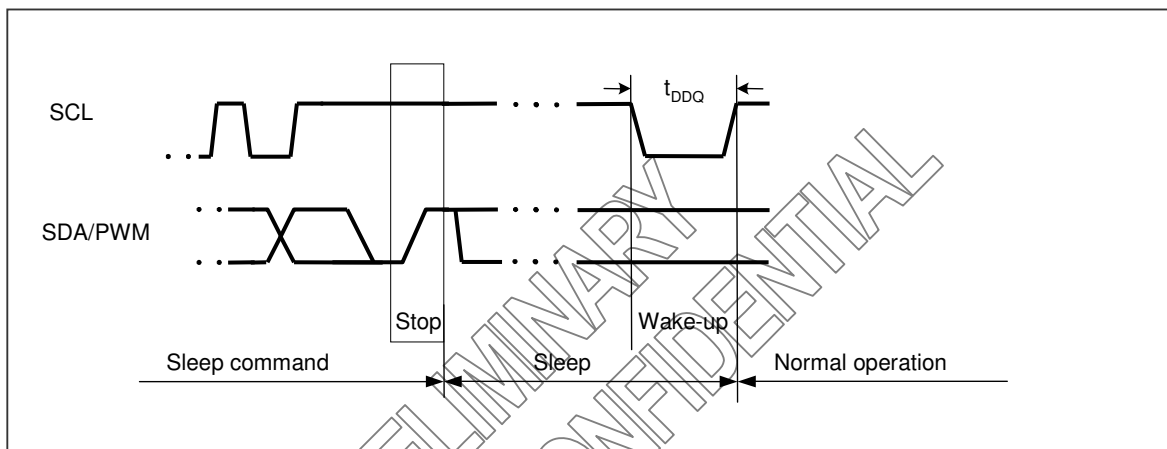


图 10: 进入和退出睡眠模式

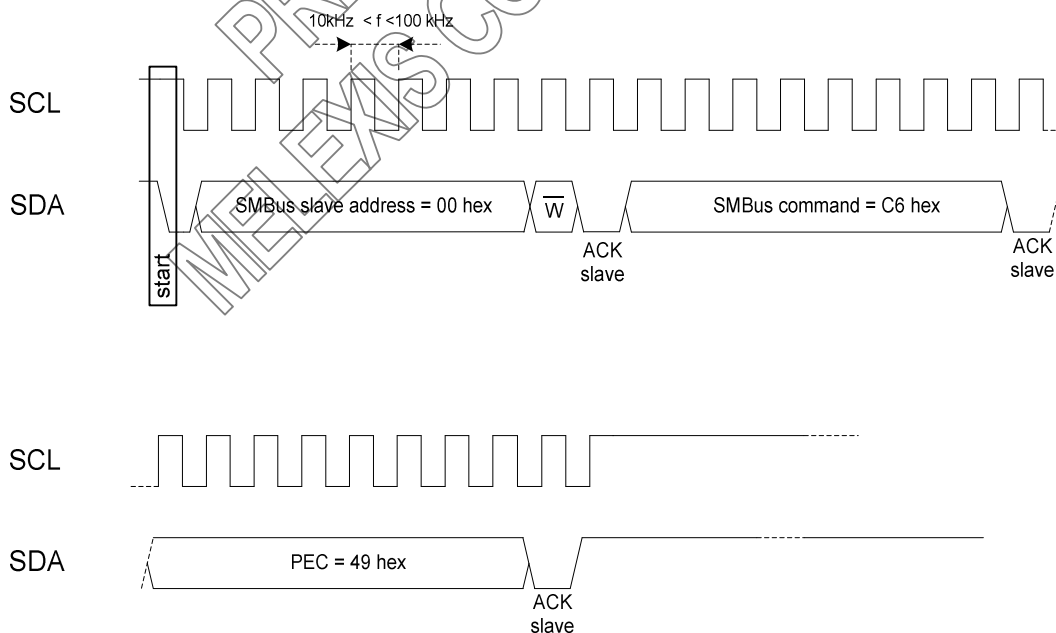


图 11: 详细睡眠命令

SCL 在睡眠模式是为高电平的。SDA 可以同时静止为每个状态, 但是建议为高状态因为上拉是不需附加漏电流。在 SCL 和 SDA 引脚上有弱的上拉动作。

7.5 PWM 和 SMBus 之间的切换

7.5.1 PWM 使能

下面的图表演示了如果 PWM 使能时切换到 SMBus 的方式。注意到 SCL 引脚需要保持高以便使用 PWM 功能。SCL 引脚有片上弱上拉动作。

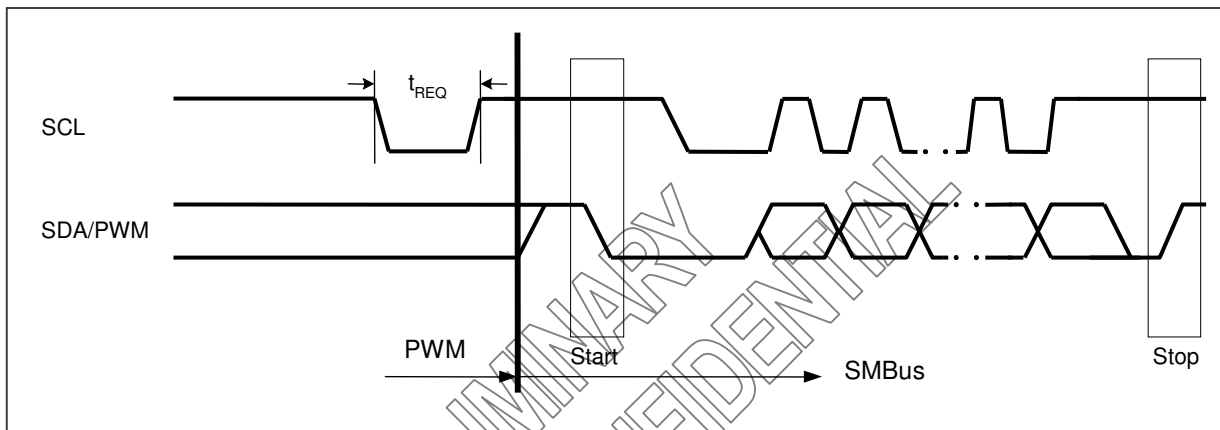


图 12: PWM 模式到 SMBus 的切换

7.5.2 请求状态

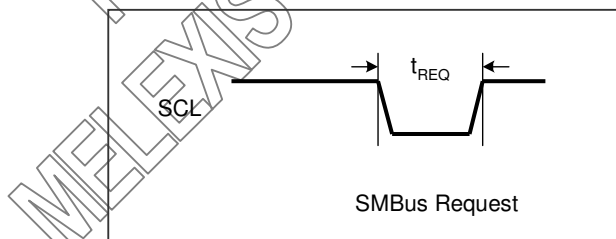


图 13: 请求状态(切换到 SMBus)

如果 PWM 使能，MLX90615 的 SMBus 请求状态需要使 PWM 未使能并在开始 SMBus 通信之前重新配置 SDA/PWM 引脚。一旦 PWM 被未使能，只能通过关断-开通电源来使其使能。MLX90615 的 SMBus 请求状态需要将 SCL 引脚持续多于请求时间 (t_{REQ}) 保持为低电平。此情形下 SDA/PWM 线上的数据是可以忽视的。

7.5.3 PWM 未使能

如果 PWM 通过 EEPROM 方式来使其未使能，在 POR 之后，SDA/PWM 引脚直接用做 SMBus 用途。

7.6 PWM

MLX90615 可以通过 PWM 或是 SMBus 兼容接口读取数据。选择 PWM 输出是在 EEPROM 配置里完成的。(出厂默认为 SMBus) 物体和环境温度可以通过 PWM 格式读取。PWM 周期源自于片上振荡器并可被编程为低或高频率。

配置寄存器[2:0]	PWM 数据	PWM 频率
000	To	High
010	To	Low
100	Ta	High
110	Ta	Low
xx1	SMBus, PWM 未使能	

PWM 输出的温度范围写在 EEPROM 0x0, 0x1 – PWM Tmin 和 PWM Trange (Tmax-Tmin)。注意在 SMBus 模式里 EEPROM 0x0 用做从动器件地址 SA。

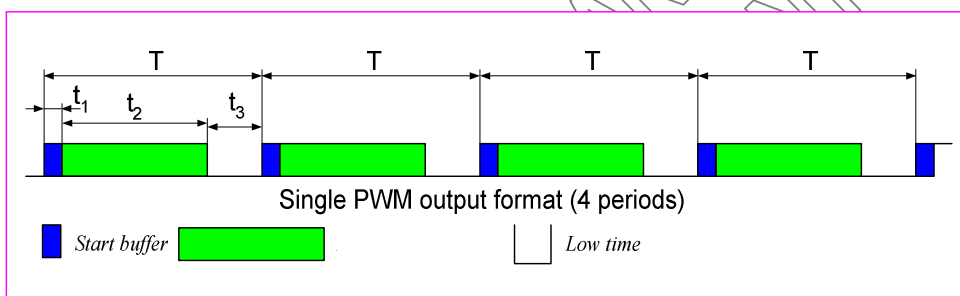


图 14: PWM 格式

7.6.1 PWM 格式

单个时序的温度读数可被计算为:

$$T_{out} = \left[\frac{2t_2}{T} * Trange \right] + Tmin,$$

其中 Tmin 和 Trange 是在 EEPROM 选择温度输出时对应的重新调节系数。T 是 PWM 周期。Tout 是 To 或是 Ta，根据配置寄存器 2 中的位设置。

不同时间间隔 t1-t3 有以下功能:

t1: 开始缓冲。这段时间里信号总是高电平。t1 = 0.125*T。 (T 是 PWM 周期，参考图. 14)

t2: 有效数据输出带，0 到 1/2T。PWM 输出数据分辨率为 10 位。

t3: 低电平时间。最大占空比被限制在 t1 + t2 = 0.625。这意味着 PWM 线不会进入静态，从而允许线上的默认探测。(未连接器件，短路线)

实例:

To => Config Reg.2 = 0

To_min = 0°C

=> PWM Tmin [EEPROM] = 50 * (tomin + 273.15) = 3559h

To_max = To_min + Trange = +50°C

=> PWM Trange [EEPROM] = 50 * (torange) = 09C4h

扑捉到的 PWM 高电平持续时间 0.495*T => t2 = (0.495 - 0.125)*T = 0.370*T =>

测量物体温度 = 2X0.370* (50°C - 0°C) + 0°C = +37.0°C

7.6.2 PWM 输出定制温度范围

计算所得的环境温度和物体温度以分辨率 0.02 °C(15 位)存在 RAM 中。PWM 以 10 位数字运作所以传送的温度需要重新调节以可以适应需求的范围。

为了实现这个目标，EEPROM 的 2 单元存储所需的温度范围，PWM T min 和 PWM T range。
因此输出范围可以编程精度为 0.02 °C。

PWM 数据根据以下公式重新调节：

$$T_{PWM} = \frac{T_{RAM} - T_{MIN_{EEPROM}}}{K_{PWM}}, K_{PWM} = \frac{T_{RANGE_{EEPROM}}}{1023}$$

T_{RAM} 是线性化的温度，15-位 (2D8A...4BD0h, 2D8A 对应为 -40°C，4BD0h 对应为 +115°C) 结果是一个 10 位数据，其中 000h 对应为 PWM T_{MIN}[°C]，3FFh 对应于 PWM T_{MAX}[°C] 并且 1LSB 对应

$$\frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{1023} [^{\circ}\text{C}], (T_{MAX} = T_{MIN} + T_{RANGE})$$

$$T_{MIN_{EEPROM}} = T_{MIN} * 50 \text{ LSB}$$

$$T_{MAX_{EEPROM}} = T_{MAX} * 50 \text{ LSB}$$

PRELIMINARY
MELEXIS CONFIDENTIAL

7.7 工作原理

IR 传感器包括串联的热电偶，冷接头放置在厚的芯片衬底上，热接头放置在薄膜上。薄膜加热（或是冷却）从而吸收并辐射 IR。热电堆的输出信号为：

$$V_{ir}(Ta, To) = A.(To^4 - Ta^4),$$

其中 To 是物体的绝对温度（开尔文）， Ta 是传感器片绝对温度， A 是总体的敏感度。
需要一个附加的传感器来测量芯片的温度。在测量完两个传感器输出后，对应的环境温度和物体温度被计算出。计算是通过内部 DSP 产生数字输出并和测量温度成线性比例。

环境温度 Ta

传感器芯片温度通过 PTAT 元件测量。所有传感器的状态和数据处理都是片上操作的，线性的传感器温度 Ta 存于 RAM 中。

计算所得的 Ta 分辨率为 $0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。传感器出厂校准范围为 -40 到 $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在 RAM 单元地址 6h 中 2D89h 代表 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，45F3h 代表 $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。将 RAM 内容转换为实际的 Ta 比较简单：

$$Ta[^{\circ}\text{K}] = T_{areg} \times 0.02$$

7.7.1 物体温度 To

结果的分辨率为 $0.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，存于 RAM。(地址为 7h) 源自于 RAM 的 To 是：

$$To[^{\circ}\text{K}] = T_{oreg} \times 0.02$$

8 特点

MLX90615 是一款由 Melexis 提供准备就绪的低成本非接触温度计。它的输出数据和物体温度呈线性比例，有高的精度和分辨率。

用户可以对低发射率的物体在内部进行发射率纠正。

MLX90615 位于标准 TO46 封装里。

低功耗和睡眠模式使得温度计适合于手持移动应用。

数字传感器接口可以为 PWM 或是加强的 SMBus 兼容协议。系统可以在两线上连接多达 100 个器件。

9 性能图表

9.1 MLX90615 的温度精度

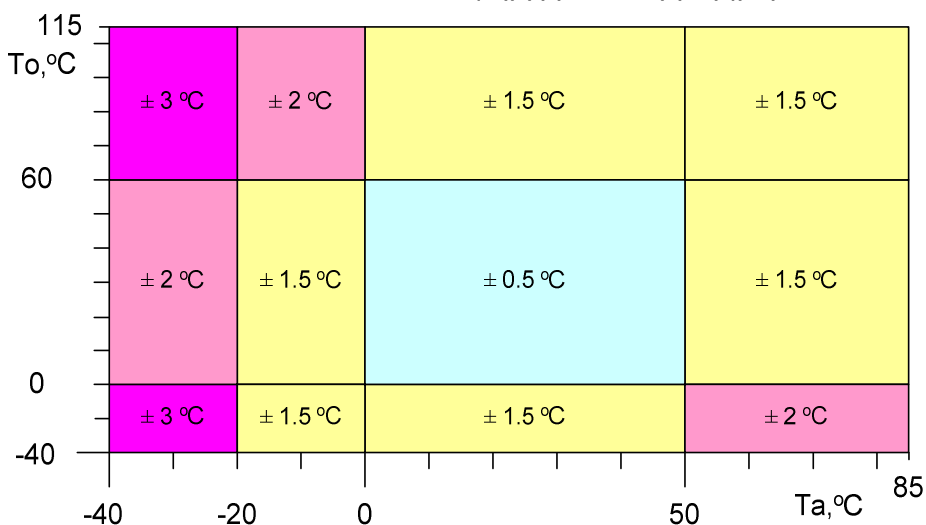


图 15: MLX90615 的基本温度精度 (Ta, To)

所有的精度规范是在等温条件和正常电源电压下达到。

适合于医疗应用的高精度 MLX90615 版本也是被需要的。Ta 温度范围为 10°C - 40°C，To 温度范围为 32°C - 42°C 的精度在以下图表给出。其他范围的精度和以前图表显示的相同。

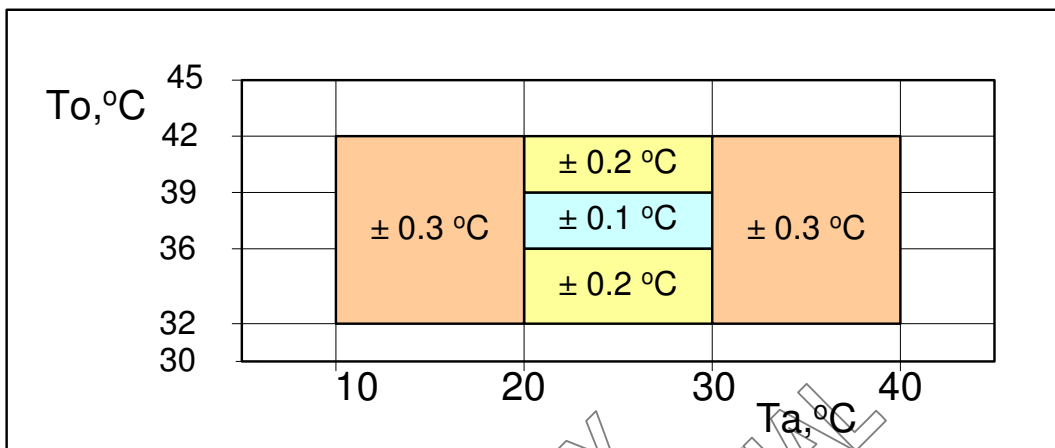


图 16: 医疗应用的 MLX90615ESG-DAA (Ta, To) 的基本精度
医疗校准需要特殊点的请求。价钱请联系 Melexis 销售。

9.2 视场 (FOV)

视场是在 50% 温差电堆信号处决定的并和传感器主要轴线相关。

参数	MLX90615
峰值探测	±0°
FOV 宽度	100°

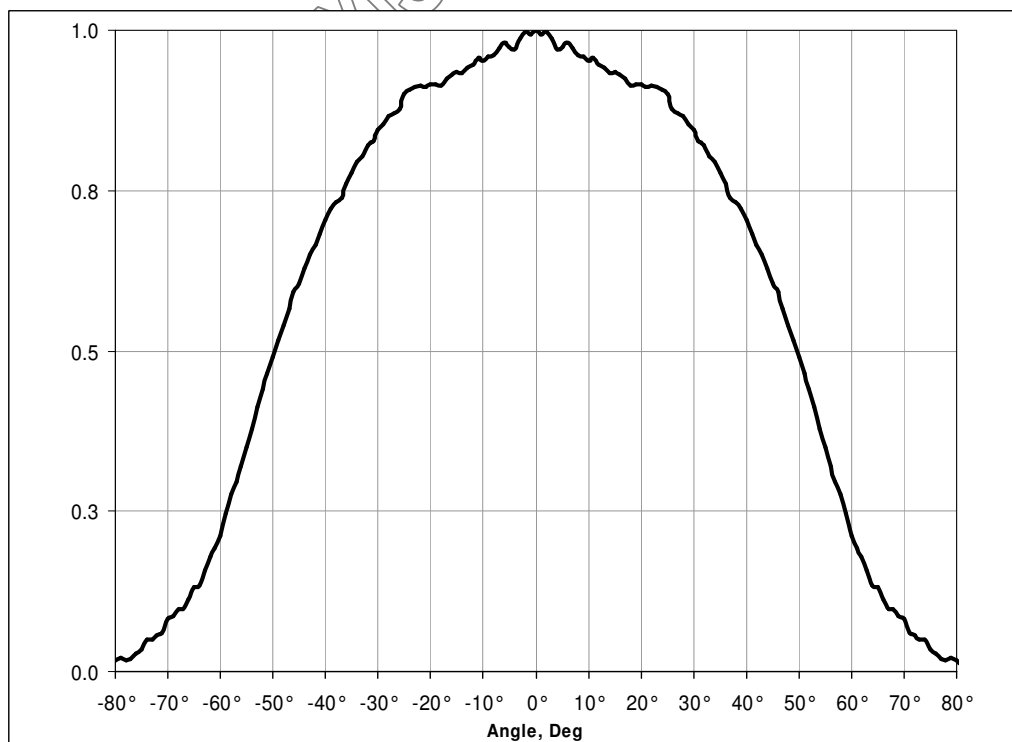


图 17: MLX90615 的 FOV

10 应用信息

10.1 应用配置为 SMBus 的 MLX90615

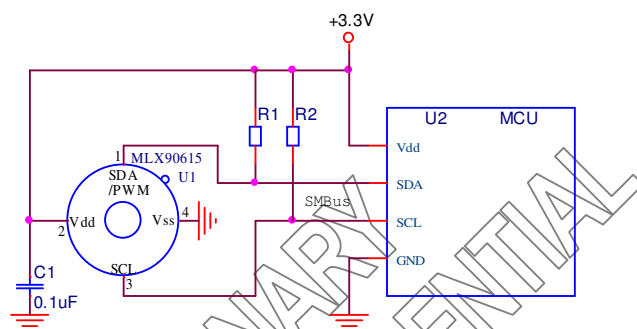


图 18: 连接 MLX90615 到 SMBus。

MLX90615 有箝位二极管连接在 SDA/SCL 和 Vdd 之间。因此需要向 MLX90615 提供电源以使 SMBus 线不成为负载。

10.2 应用配置为 SMBus 的多个 MLX90615s

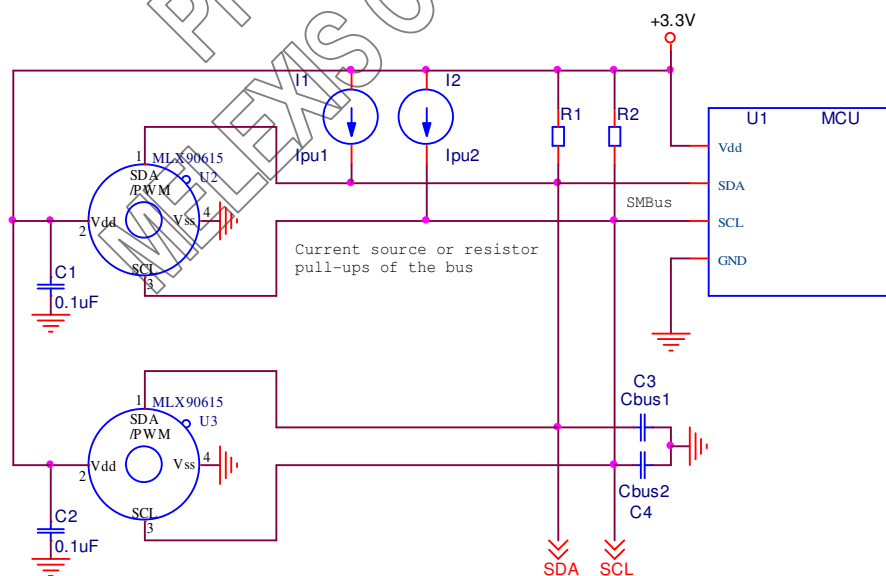


图 19: MLX90615 支持 EEPROM 的 7-位从动器地址。因此允许通过两线读取多达 127 个器件。首选电流源的上拉方式会使总线上有高的电容负载。(C3 和 C4 代表线的寄生电容) 而简单的电阻上拉方式能提供明显的低功耗益处。

10.3 PWM 输出

MLX90615 设置为 PWM 输出时可以通过单线读取。输出是开漏 NMOS 方式。(弱上拉, 典型为 300 k Ω) 因此在长导线保持线的高电平需要内部上拉。用简单的电阻可能实现电平移位。在 SDA 引脚的 ESD 箝位保护包括连到 Vdd 的四个二极管, 因此允许高电平到 5V。

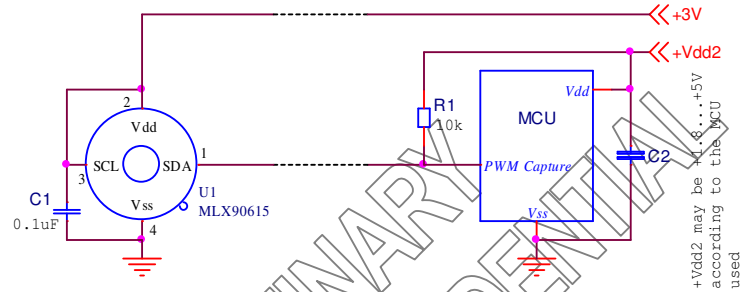


图 20: 应用 MLX90615 PWM 输出

在 EEPROM 两个 PWM 周期可以编程 102.4 或是 1 ms。(典型值)
在远程装置(导线)情况下, PWM 相对于 SMBus 方式的 EMI 更好, 因此长的 PWM 周期是首选的方式。

应用注释

光输入（传感器滤波器）里大的**污染物**可能会造成对光信号的未知滤除和畸变，因此会造成未特别指出的误差。

IR 传感器对**热梯度**造成的误差有着固有的敏感性。对这个现象有物理的原因。虽然 MLX90615 设计精益，但还是强烈建议不要在传热尤其是瞬变的状态下使用器件。

在器件**上电**期间，内部会进行检查和校准。在这段时间里，输出未被定义，所以建议等特定的 POR 之后再读取。太慢的上电过程会造成内嵌的 POR 电路在不合适的电平处触发，导致未定的工作，所以不建议使用。

MLX90615 被设计成在**特定条件**下可以校准工作的一款非接触式温度计。在个别条件下应用会导致未知的结果。

SMBus 上的容性阻抗会使通信降级。应用电流源会相对电阻上拉电路能改善此情况。要想更为改善的话就需要用特定的商业总线加速装置。或者通过增加上拉电流来改善。（减低上拉电阻值）SMBus 兼容模式输入电平的整个偏差会高于 SMBus 规范。但是输出低电平会比较低即使在上拉电流的高电压 SMBus 规范时。另一个选项适合于时钟频率低的情况，因为 MLX90615 的 SMBus 兼容模式的输入执行施密特触发器所以它不会对总线的上升时间敏感。（只要 SMBus 系统是开漏的上拉方式，上升时间会比下降时间更为重要）

ESD 保护 在 Vss 和 Vdd 以及其他引脚之间存在箝位二极管。这意味着在 SCL 和 SDA 是连接的并且 Vdd 小于总线上拉电压时，MLX90615 可能会从总线上抽取电流。

也可以将 MLX90615 直接通过 AC 线供电。（无变压器）在这种情况下，务必不要忘记**传感器的金属封装未被隔离**所以可能导致其连接在供电线上。Melexis 不会对该应用造成的后果负责任并强烈建议不要应用于此情况。

登录 www.melexis.com 网站查找有关 MLX90615 的当先应用指南。

11 迈来芯产品在不同锡焊处理过程的标准信息

参考锡焊技术，可焊性和潮湿灵敏度，Melexis 产品是合格的。正如在此产品规格书里定义的，依照以下的测试方法：

SMD's (表面贴片器件) 回流焊

- IPC/JEDEC J-STD-020
湿度/不密闭的固态表面贴片器件的回流焊灵敏度分类
(参照表 5—2 知回流焊概况分类)
- EIA/JEDEC JESD22-A113
在可靠性测试之前对不密闭表面贴片器件的预处理 (回流概况参照表 2)

SMD's (表面贴片器件) 波峰焊和 THD's (通孔器件)

- EN60749-20
塑料胶囊 SMD's 的电阻与湿度和锡焊发热效应相结合
- EIA/JEDEC JESD22-B106 和 EN60749-15
通过通孔贴片器件的电阻锡焊温度

THD's (通孔器件) 铁锡焊

- EN60749-15
通过通孔贴片器件的电阻锡焊温度

SMD's (表面贴片器件) 可焊性和 THD's (通孔器件)

- EIA/JEDEC JESD22-B102 and EN60749-21
可焊性

对所有背离以上所说标准条件的锡焊技术（有关峰值温度，温度梯度，温度分布）更多的分类和鉴定试验需要经过 Melexis 的同意。

表面贴片器件波峰焊只可以在咨询 Melexis 关于保证期间和线路板之间粘合度后应用。

Melexis 提倡无铅方案以对全球环境保护作贡献。更多关于符合 RoHS 规范的产品 (RoHS = 欧洲关于应用有毒物质的约束指令) 请访问我们的网站 <http://www.melexis.com/quality.asp> 的质量页面。

MLX90615 遵循 RoHS。

12 ESD 防范

电子半导体产品对静电放电 (ESD) 是敏感的。
无论何时处理半导体器件时需要观测静电放电控制过程。

13 FAQ

当我在相同条件下测量铝和塑料部件，铝测量时有很大误差。为什么？

不同物体有不同的**发射率**。铝的典型值为 (大致抛光) 是 0.18，塑料的典型数值为 0.84...0.95。IR 温度计利用传感器里的敏感元件和测量物体之间的辐射来测量，用以下公式给定：

$$q = \varepsilon_1 \cdot \alpha_1 \cdot (T_1^4) \cdot \sigma \cdot A_1 \cdot F_{a-b} - \varepsilon_2 \cdot (T_2^4) \cdot \sigma \cdot A_2,$$

其中

ε_1 和 ε_2 是两个物体的发射率，

α_1 是传感器的吸收率，(该情况下)

σ 是 Stefan-Boltzmann 常数，

A_1 和 A_2 是在辐射热传输区域的物体表面面积，

F_{a-b} 是形状因数，

T_1 和 T_2 分别是传感器的已知温度 (用特殊集成和校准元件测量得到) 和我们需要测量物体的温度。

注意到温度是开尔文为单位的，热交换只是物理现象。

当一个低发射率的物体 (如铝) 在此热传输中，传感器接受到被测物体发出的辐射能量减低了一反射环境的 IR 发射替代之。(对 IR 带有零透明度的所有物体) IR 温度计被校准以保持规定的精度—但是并没有方法可以区分从被测物体或是反射环境里来的 IR 辐射。因此，测量低发射率物体是非常精密的，红外测量此类材料是个专门的领域。

我们需要怎么做去解决该问题？查看涂彩—例如，油彩大概的发射率为 0.85...0.95—但是记住漆发射率的稳定性对测量有着不可避免的影响。

同样记住不是所有看似黑的物体对 IR 就是“黑”的。例如，高度氧化的铝发射率也是低至于 0.30。

多高才是足够的？不是一个简单的问题—但是，在所有情况下，离被测物体越近，发射率就越高。

在实际生活中，环境 IR 的发射率数值是通过物体的反射率起作用的。(对任何物体，发射率，反射率和吸收率的总和为 1) 在给定反射率条件下，物体和环境温度差别越大 (对于 IR 透明的材料的反射率等于 1 减去发射率) 产生的误差就越大。

在我把 MLX90615 放在仪表板上后，尽管它之前工作的很好，但是却得到大于规定的误差，为什么？

在模块视场里的任何物体发射 IR 信号。如果器件附加的仪表板将缺口引入 FOV，在测量时可能会引入误差。这种情况下，仪表板上的缺口引入的 IR 信号会限制有效的 FOV 并使规定的精度减低。注意到基本的 FOV 规范是取 IR 信号的 50% 作为阈值，(为了定义相关测量的区域) 在许多情况下，低阈值的 FOV 会引入旁边的 IR 信号。

当热 (冷) 气流撞击 MLX90615，在温度读数中引入了误差。是什么？

IR 传感器对敏感原件和扰乱敏感原件之间的温差有固有的敏感性。事实上，此原件不是传感器封装，而是传感器内部的芯片。因此，传感器封装上的温度梯度会不可避免地引入附加的 IR。这是个真实的光信号，不但不可从目标 IR 信号中分离出，还会对测量温度引入误差。

热梯度及其效应大概会出现在瞬态条件下。研发的传感器要对这种侧面现象小心谨慎，但是也自然需要谨慎选择放置使用 MLX90615 以便可以忽视这些效应。

我测量人体温度，但是得到的结果却远不同于所期望的+37°C。

IR 测量是真实的表面温度测量。在很多应用下这意味着真实测量的温度是衣服的温度而不是皮肤的温度。当测量衣物时，发射率也是要考虑的一个因素。(解释见此部分最前)
有一种简单的情况被测温度是足够的—例如，在寒冷的冬季人手的温度并不是接近众所周知的+37°C。

我考虑应用 MLX90615 去测量车内间隔的温度，但是却被照耀器件的日光所困扰。这是不是个大问题呢？

在它们到达传感器芯片之前，用特殊的方法去阻碍可见光和近红外光，而且，玻璃对红外是不透明的。(多数情况下) 大多时候玻璃有高温并有高的发射率—对 IR 是“黑”的。总而言之，窗户后的日光会引入相对小的误差。但为什么不是全部消除掉呢？部分可见光被传感器的滤波器吸收，有潜在的热—但是对传感器芯片本身来说是不可能无视于这种热的存在的。

PRELIMINARY
MELEXIS CONFIDENTIAL

14 封装信息

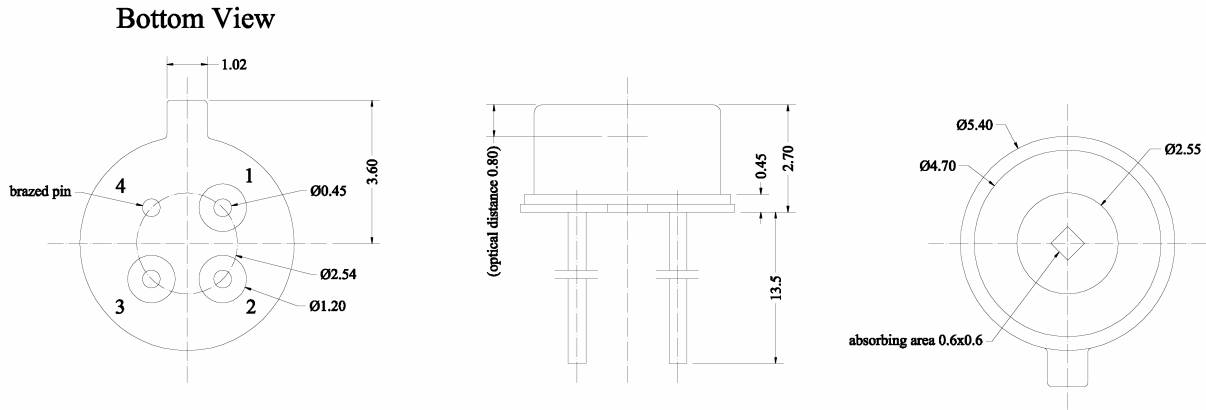


图 21: MLX90615 封装图

15 参考资料

[1] **System Management Bus (SMBus) Specification** Version 2.0 August 3, 2000
SBS Implementers Forum Copyright . 1994, 1995, 1998, 2000
Duracell, Inc., Energizer Power Systems, Inc., Fujitsu, Ltd., Intel Corporation, Linear Technology Inc., Maxim Integrated Products, Mitsubishi Electric Semiconductor Company, PowerSmart, Inc., Toshiba Battery Co. Ltd., Unitrode Corporation, USAR Systems, Inc.

16 不承诺

由 Melexis 售出的器件包括在销售条款里提及的保证书和专利保障条款。Melexis 没有保证，陈述，法定，暗示或是描述相关陈列信息或所描述器件专利侵权的自由。Melexis 在任何时候有权更改文件，规格和价格而不另行通知。因此，在将产品设计成系统之前，和 Melexis 核对信息的正确性是必要的。该产品的目的是用于正常的商业范畴。需要运行在指定的范围里，超出此范围的不寻常环境要求，或高可靠性的应用，如军事，医疗生命支持或维持生命的设备在没有 Melexis 对每个申请额外处理时是不建议使用的。

Melexis 发布的信息都是正确和精确的。然而，Melexis 无须向任何第三方的任何损伤负责，包括但不限于人身伤害，财产损失，利润损失，使用损失，终端的商业或间接，特别的偶然伤害，或任何和设备，性能相关，或有其引起的，及在使用此文档信息中产生的损害。

© 2006 Melexis NV. All rights reserved.

For the latest version of this document, go to our website at
www.melexis.com

Or for additional information contact Melexis Direct:

Europe, Africa, Asia:	America:
Phone: +32 1367 0495	Phone: +1 603 223 2362
E-mail: sales_europe@melexis.com	E-mail: sales_usa@melexis.com

ISO/TS 16949 and ISO14001 Certified

17 修订表格

版本	变动	标注	日期
001		最初发行	
002	更新 – 睡眠模式, 封装, EEPEOM	更新	04-Apr-2008
003	更新 – 封装, PWM T 范围	更新	25-Apr-2008

PRELIMINARY
MELEXIS CONFIDENTIAL