

请注意赛普拉斯已正式并入英飞凌科技公司。

此封面页之后的文件标注有“赛普拉斯”的文件即该产品为此公司最初开发的。请注意作为英飞凌产品组合的部分,英飞凌将继续为新的及现有客户提供该产品。

文件内容的连续性

事实是英飞凌提供如下产品作为英飞凌产品组合的部分不会带来对于此文件的任何变更。未来的变更将在恰当的时候发生,且任何变更将在历史页面记录。

订购零件编号的连续性

英飞凌继续支持现有零件编号的使用。下单时请继续使用数据表中的订购零件编号。

特性

- 寄存器可配置的 CapSense® 控制器
 - 不要求固件或器件编程
 - 通过 I²C 协议可以配置十个按键解决方案
 - 十个通用输出 (GPO)
 - GPO 链接到 CapSense 按键
 - GPO 支持直接驱动 LED
- SmartSense™ 自动调试
 - 即使在某个噪声环境中, 仍然保持最佳的按键性能
 - CapSense 参数在运行时动态设置
 - 节省调试器件的时间和精力
 - 寄生电容 (C_p) 的工作范围为 5 pF 到 40 pF
- 先进功能
 - 侧翼传感器抑制 (FSS) 功能, 用于在按键很靠近时依然实现稳定的采样
 - 用户可配置的 LED 效果
 - 系统上电
 - 按键触摸
 - 按键释放后的 LED 点亮时间
 - 待机模式下的 LED 亮度
 - 蜂鸣器信号输出
 - 支持模拟电压输出 (需要外部电阻)
 - 通过中断连线提示主机, 用于表示 CapSense 按键的状态更改
 - CapSense 通过 I²C 接口进行传输数据的性能
 - 简化生产线测试和系统调试的流程
- 抗噪能力
 - 消除外部辐射和传导噪声的能力更加优越
 - 消除低辐射噪声
- CapSense 按键的系统诊断 — 在器件上电时报告错误
 - 按键短接
 - 错误的调制电容值 (C_{MOD})
 - 超出范围的寄生电容 (C_p)
- EZ-Click™ 定制工具
 - 简单直观的配置选项
 - 可以动态配置所有功能
 - 可以保存配置以备将来使用
- I²C 接口
 - 无需时钟延展

□ 支持高达 100 kHz 的传输速度

- 工作电压范围

□ 1.71 V 到 5.5 V — 对于稳压和非稳压的电池应用是理想的范围

- 低功耗

□ 运行模式下的供电电流仅为每个按键 23 μA^[1]

□ 深度睡眠电流: 100 μA

- 工业级温度范围: -40 °C 到 +85 °C

- 32 引脚的方形扁平无引脚 (QFN) 封装 (5 mm × 5 mm × 0.6 mm)

概述

使用 CY8CMBR2110 CapSense Express™ 电容式触摸感应控制器, 用户可以节约时间和资金, 又能够快速使能您的设计中电容触摸感应的用户界面。该控制器是一个寄存器可配置的器件, 它不需要固件编码或器件编程。另外, 该器件可使用赛普拉斯的 SmartSense 自动调试算法。使用此算法, 在开发和生产过程中用户便不用再手动调试用户界面。这样不但可以加快量产时间, 节省工程时间以及测试时间, 并且还能够提高优良率。

EZ-Click 定制工具是一个具有简单图形的用户界面的软件, 用于通过 I²C 接口配置器件功能。可以使用同一个配置来配置其他多个样本的电路板。

CY8CMBR2110 CapSense 控制器最多支持十个电容式感应按键和十个 GPO。GPO 是一个低电平有效的输出, 它由 CapSense 输入直接控制, 因此成为众多消费者、工业和医疗应用理想的选择。在 1.71 V 到 5.5 V 的工作电压范围内可以使用非调节的电池, 从而节省组件成本。也可以将类似的器件用在其他应用 (工作电压有所不同) 中。

在运行模式和深度睡眠模式下, 该器件支持选择超低功耗, 从而能够延长电池的寿命。此外, 它还支持许多高级功能, 能够增强终端应用的性能以及提高它的用户体验。重要的高级功能包括抗功能和侧翼传感器抑制 (FSS)。抗噪功能能够提高器件对外部辐射和传导噪声 (如音频和射频 (RF) 噪声) 的抗噪能力。FSS 用于在按键很靠近时依然实现稳定的采样。FSS 是外形较小的应用的关键要求。

系统上电时, 上电的 LED 效果为设计提供了视觉的反馈。触摸按键时, 按键所控制的 LED 效果会提供视觉反馈。这些效果能够提高终端产品的美观。触摸按键时, 蜂鸣器信号输出会提供音频反馈。上电时, 诊断系统将测试检查设计的错误, 然后报告发生的错误 (如果存在)。这会简化生产线测试过程, 以及降低生产的成本。I²C 的 CapSense 数据输出会提供设计的重要信息, 如按键 C_p 和信噪比 (SNR)。这些信息有助于系统调试和生产线测试。

注释:

1. 每个按键上 23 μA (使用四个按键, 每小时有 180 次的按键触摸, 平均按键触摸时间为 1000 毫秒, 禁用蜂鸣器, 禁用按键触摸 LED 效果, 10 pF < (所有按键的 C_p) < 20 pF, 按键扫描速率为 541 毫秒, 最优化功耗, 抗噪级别为“正常”, CSx 的灵敏度为“中等”)。

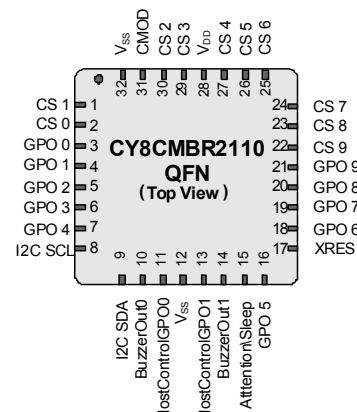
目录

引脚分布	3	器件配置模式	23
典型电路	4	生产线测试模式	23
原理图 1: 10 个按键和 10 个 GPO	4	调试数据模式	23
原理图 2: 8 个按键和模拟电压输出	5	配置 CY8CMBR2110 的各步骤	24
配置 CY8CMBR2110	6	CY8CMBR2110 复位	24
EZ-Click 定制工具	6	布局指南和最佳实践	25
使用主机处理器配置器件	6	CapSense 按键形状	26
第三方编程器	6	按键设计	26
器件功能	7	推荐的过孔放置	26
CapSense 按键	7	带有十个 CapSense 按键和十个 LED 的 PCB 布局设计示 例	27
SmartSense 自动调试	7	电气规范	28
通用输出 (GPO)	7	最大绝对额定值	28
切换 ON/OFF	8	工作温度	28
侧翼传感器抑制 (FSS)	8	直流电气特性	29
抗噪能力	8	交流电气规范	33
自动阈值	8	闪存写入时间规范	33
LED 点亮时间	9	CapSense 规格	34
按键自动复位	10	I ² C 规范	34
上电 LED 效果	10	订购信息	35
触摸按键时的 LED 效果	12	订购代码定义	35
最后按键 LED 效果	13	封装信息	35
待机模式下的 LED 亮度	14	热阻	35
锁存状态读取	14	回流焊规范	35
连接至主机的提醒 / 睡眠线	14	封装图	36
模拟电压支持	15	附录 — 寄存器映射	37
敏感度控制	16	缩略语	69
去抖动控制	16	文档规范	69
蜂鸣器信号输出	16	测量单位	69
主机控制的 GPO	17	数字规范	69
系统诊断	17	文档修订记录页	70
I ² C 通信	18	销售、解决方案和法律信息	71
功耗和工作模式	21	全球销售和 design 支持	71
低功耗睡眠模式	21	产品	71
深度睡眠模式	21	PSoc [®] 解决方案	71
响应时间	22	赛普拉斯开发者社区	71
器件的模式	23	技术支持	71
操作模式	23		
LED 配置模式	23		

引脚分布

表 1. 引脚图及定义 — CY8CMBR2110

引脚	标签	类型 [2]	说明	不使用时的状态
1	CS1	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO1	接地
2	CS0	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO0	接地
3	GPO0	DO	由 CS0 激活的 GPO	保持为开路
4	GPO1	DO	由 CS1 激活的 GPO	保持为开路
5	GPO2	DO	由 CS2 激活的 GPO	保持为开路
6	GPO3	DO	由 CS3 激活的 GPO	保持为开路
7	GPO4	DO	由 CS4 激活的 GPO	保持为开路
8	I2C SCL	DIO	I ² C 时钟线	N/A
9	I2C SDA	DIO	I ² C 数据线	N/A
10	BuzzerOut0	DO	由寄存器设置控制的蜂鸣器输出引脚 0/GPO	保持为开路
11	HostControlGPO0	DO	由寄存器设置控制的 GPO	保持为开路
12	V _{SS}	P	接地	N/A
13	HostControlGPO1	DO	由寄存器设置控制的 GPO	保持为开路
14	BuzzerOut1	DO	由寄存器设置控制的蜂鸣器输出引脚 1/GPO	保持为开路
15	Attention/Sleep	DIO	用于控制 I ² C 通信、器件功耗以及器件工作模式。	V _{DD}
16	GPO5	DO	由 CS5 激活的 GPO	保持为开路
17	XRES	DI	用于复位器件，高电平有效并采用内部下拉电阻	保持为开路
18	GPO6	DO	由 CS6 激活的 GPO	保持为开路
19	GPO7	DO	由 CS7 激活的 GPO	保持为开路
20	GPO8	DO	由 CS8 激活的 GPO	保持为开路
21	GPO9	DO	由 CS9 激活的 GPO	保持为开路
22	CS9	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO9	接地
23	CS8	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO8	接地
24	CS7	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO7	接地
25	CS6	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO6	接地
26	CS5	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO5	接地
27	CS4	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO4	接地
28	V _{DD}	P	电源	N/A
29	CS3	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO3	接地
30	CS2	AI	CapSense 按键输入，用于控制 GPO2	接地
31	C _{MOD}	AI	外部调制电容，推荐的值为 2.2 nF (±10%)	N/A
32	V _{SS}	P	接地	N/A



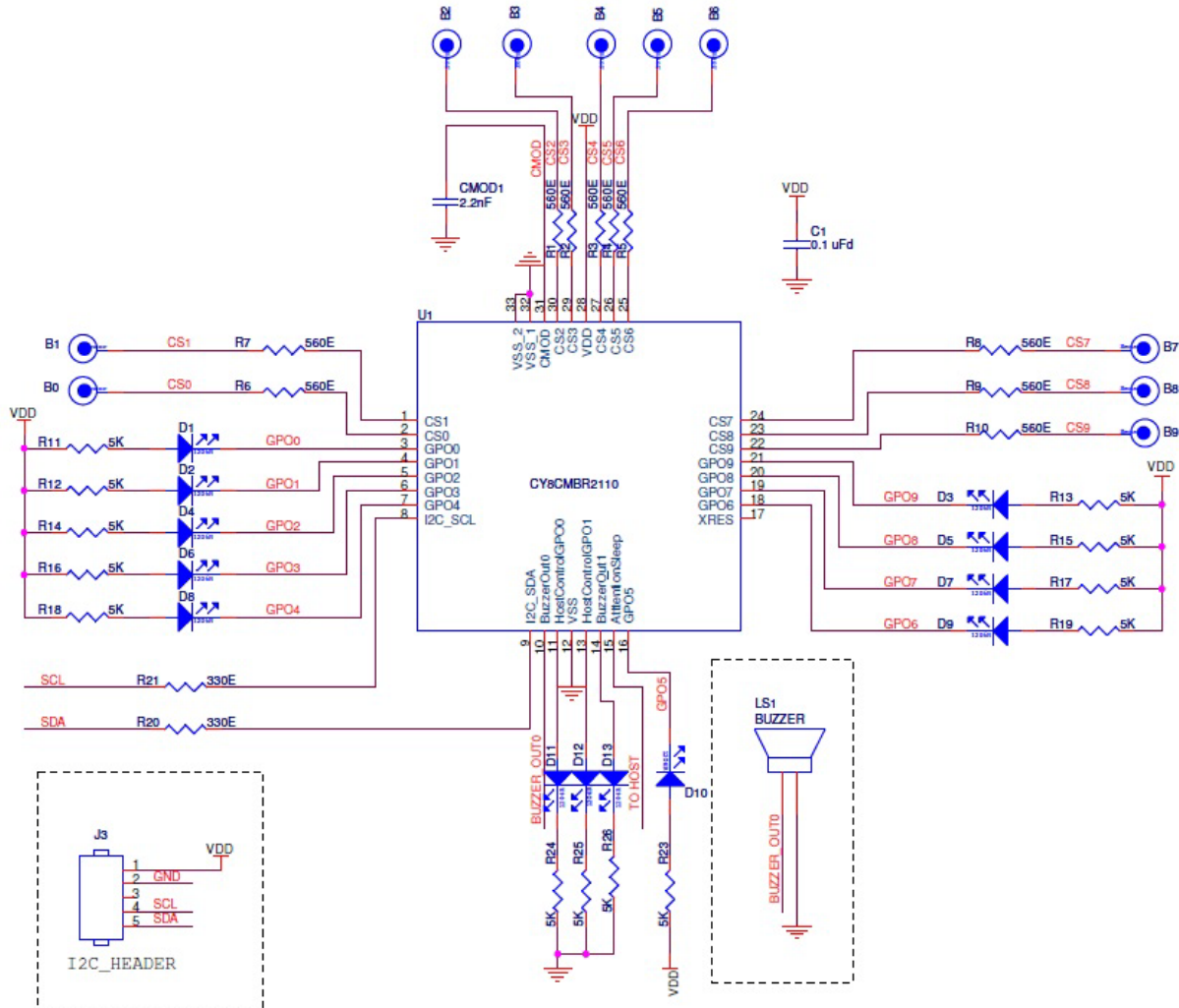
注释:

2. AI — 模拟输入；DI — 数字输入；DO — 数字输出；DIO — 数字输入 / 输出；P — 电压

典型电路

原理图 1：10 个按键和 10 个 GPO

图 1. CY8CMBR2110 原理图 1



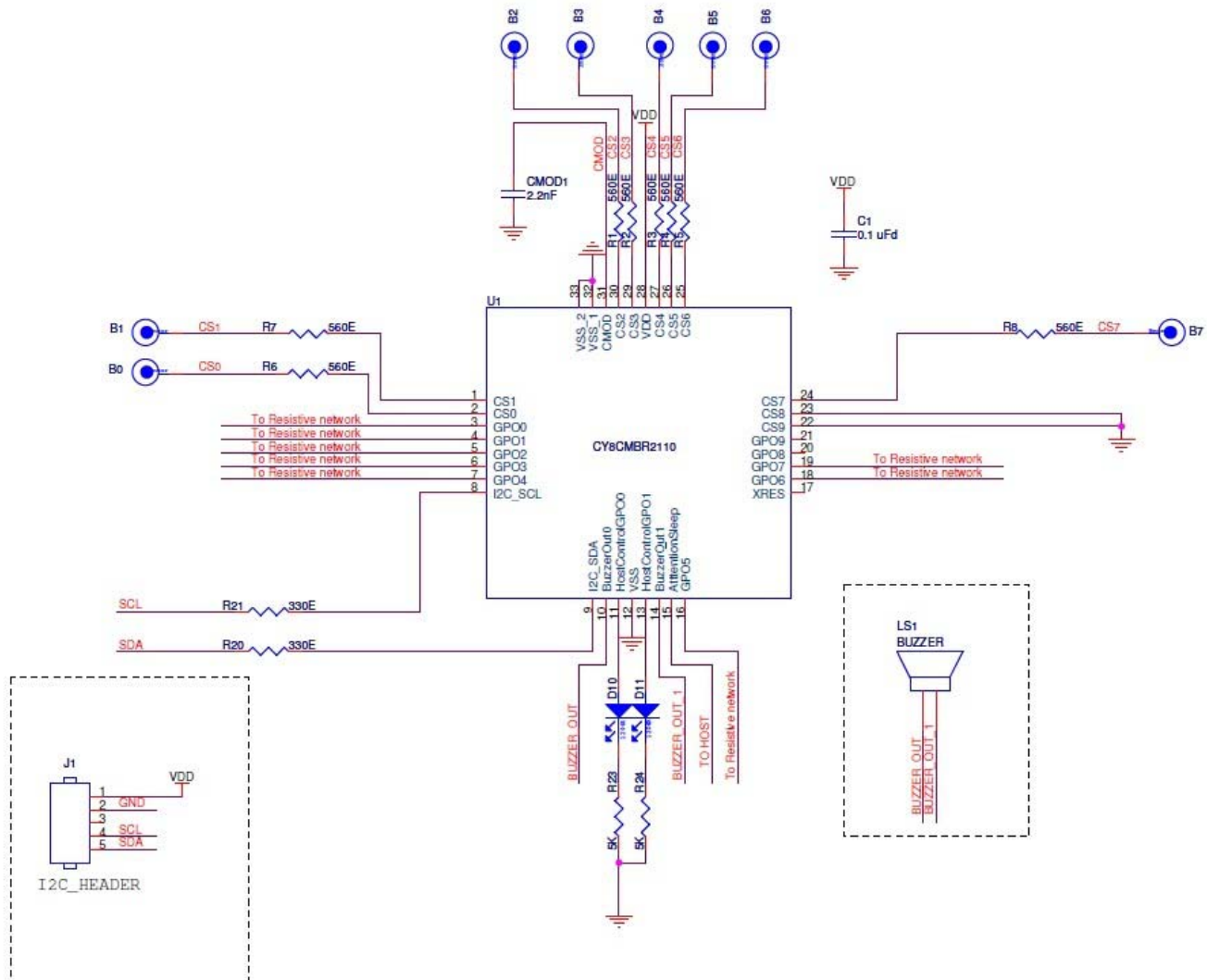
在图 1 中，器件的配置如下：

- CS0 - CS9 引脚：通过 560 Ω 的电阻连接至 CapSense 按键
 - 10 个 CapSense 按键 (CS0 - CS9)
- GPO0 – GPO9 引脚：通过 LED 和 5 kΩ 的电阻连接至 V_{DD}
 - CapSense 按键驱动 10 个 LED (GPO0-GPO9)
- C_{MOD} 引脚：通过 2.2 nF 的电容接地
 - 调制电容
- XRES 引脚：悬空
 - 用于外部复位
- BuzzerOut0 引脚：连接至蜂鸣器
 - AC 蜂鸣器 (单引脚)

- 蜂鸣器第二个引脚接地
- BuzzerOut1 引脚：通过 LED 和 5 kΩ 的电阻接地
 - 作为主机控制的 GPO 使用
- HostControlGPO0、HostControlGPO1：通过 LED 和 5 kΩ 的电阻接地
 - 两个主机控制的 GPO
- HostControlGPO0、HostControlGPO1：悬空
 - 主机控制的 GPO 被禁用
- I2C_SDA, I2C_SCL 引脚：通过 330 Ω 的电阻连接至 I²C 插槽
 - 用于 I²C 通信
- 提醒 / 睡眠引脚：连接至主机
 - 控制 I²C 通信、功耗以及器件工作模式

原理图 2：8 个按键和模拟电压输出

图 2. CY8CMBR2110 原理图 2



在图 2 中，器件的配置如下：

- CS0—CS7 引脚：通过 560 Ω 的电阻连接至 CapSense 按键；CS8、CS9 引脚接地
 - 八个 CapSense 按键 (CS0—CS9)
 - 在设计上不使用 CS8 和 CS9 按键
- GPO0—GPO7：连接至外部电阻网络
 - 八个 GPO (GPO0—GPO7) 用于模拟电压输出
 - 在设计上不使用 GPO8 和 GPO9
- C_{MOD} 引脚：通过 2.2 nF 的电容接地
 - 调制电容
- XRES 引脚：悬空
 - 用于外部复位
- BuzzerOut0 和 BuzzerOut1 引脚：连接至交流蜂鸣器
 - 交流蜂鸣器 (双引脚)
- HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚：通过 LED 和 5 k Ω 的电阻接地
 - 两个主机控制的 GPO
- I2C_SDA、I2C_SCL 引脚：通过 330 Ω 的电阻连接至 I²C 插槽
 - 用于 I²C 通信
- 提醒 / 睡眠引脚：连接至主机
 - 控制 I²C 通信、功耗以及器件工作模式

配置 CY8CMBR2110

EZ-Click 定制工具

EZ-Click 定制工具具有简单和直观的图形用户界面，通过它可以有效地配置器件。它包含了所有需要的参数并通过使用 I²C 接口来配置器件。可将配置文件保存在电脑中，以后会供给工具用于其他设计。该工具还会生成配置文件。此文件通过桥接控制面板 (请参考 [AN2397 - CapSense 数据查看工具](#)) 或主机 (在主机固件中) 进行配置器件。更多详细信息，请参考 [EZ-Click 定制工具用户指南](#)。

使用主机处理器配置器件

可以使用主机处理器来配置 CY8CMBR2110 器件。使用主机处理器配置 CY8CMBR2110 器件的优点如下：

- 系统内的配置 — 不需要从电路板中取出器件 (芯片)

■ 运行时进行配置 — 主机处理器动态修改各功能

使用主机处理器来配置器件时，主机处理器需要根据特定的顺序来调用完整列表中的 API。这些 API 使用 I2C 通信来配置器件功能。您可以从 <http://www.cypress.com/?rID=74590> 网站下载源代码。

更多信息，请参考 [CY8CMBR2110 CapSense® 设计指南](#)。

第三方编程器

要配置大量器件时，赛普拉斯建议使用第三方供应商的工具自动对器件进行编程。换句话说，您必须向希洛 (Hilo) 系统 (即第三方的编程器) 提供所配置的十六进制文件 (该文件由 EZ-Click 定制器工具生成)。

请访问网址 <http://www.hilosystems.com.tw/en/index.aspx> 了解更详细的信息。

器件功能

CapSense 按键

- 支持最多 10 个 CapSense 按键
- 将 CSx 引脚接地可禁用 CapSense 按键输入。
- 为了使 CapSense 正常操作, 应将 2.2 nF (10%) 的电容连接至 C_{MOD} 引脚。
- 为了使 CapSense 正常通过, 需要确保每个按键的 C_P 小于 40 pF。

SmartSense 自动调试

- 支持 CapSense 参数进行自动调试
- 不需要手动调试: 器件会自动对所有参数进行调试
- 缩短了设计周期时间
 - 无需手动调试
- 确保用户界面设计的便携性
- 弥补印刷电路板的差异、器件的工艺变化以及 PCB 供应商的变更。

通用输出 (GPO)

- GPOx 引脚的输出均是强驱动的^[3]
- GPOx 都由对应的 CSx 控制。
- 低电平有效输出 — 支持 LED 的漏极配置 (见图 3)
- 如果 CSx 被禁用 (接地), 那么相应的 GPOx 必须处于悬空
- 给 GPOx 供电后, (如果抗噪级别为“正常”)则在 350 ms 后将发送一个 5 ms 的脉冲; (如果抗噪级别为“高”)在 1000 ms 后将发送一个 5 ms 的脉冲, 但前提是 CSx 没有通过系统诊断测试。

图 3. 由 CS0 驱动的 GPO0 示例

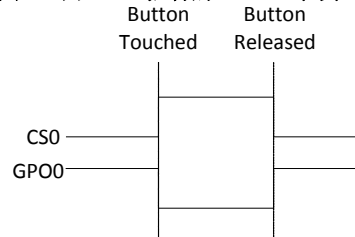


表 2. CY8CMBR2110 的高级功能

功能	优点
切换 ON/OFF	触摸后按键仍保留其状态 (ON/OFF)
侧翼传感器抑制 (FSS)	避免在具有紧密排列按键的设计中出现多个按键触发情况
抗噪能力	提高器件对外部噪声的抗噪能力 (例如 RF 噪声)
自动阈值	不同噪声设置中可配置的手指阈值
LED 点亮时间	在按键释放时提供 LED 效果
按键自动复位	禁用了由接近按键的导电物体造成的错误输出触发。
上电 LED 效果 和 触摸按键时的 LED 效果	上电以及按键触摸时为设计提供视觉效果
待机模式下的 LED 亮度	用于 LED 背光
锁存状态读取	主机不会丢失任何按键触摸
连接至主机的提醒 / 睡眠线	将器件的中断发送给主机主机可以使用该中断来读取器件中的数据。还可以控制器件的操作模式。
模拟电压支持	可以将外部电阻和 GPO 同时使用, 以生成模拟电压输出
敏感度控制	在不同的覆盖层和不同的噪声条件下, 保持最佳的按键性能
去抖动控制	防止错误触发按键
蜂鸣器信号输出	提供按键触摸时的音频反馈。
主机控制的 GPO	是由主机处理器通过 I ² C 来控制的 GPO 引脚
系统诊断	支持测试和调试产品
低功耗睡眠模式 和 深度睡眠模式	低功耗

注释:

3. 某个引脚处于强驱动模式模式中, 如果输出为高电平时, 该引脚被上拉为 V_{DD}; 如果输出为低电平时, 该引脚被下拉为 Ground (接地)。

切换 ON/OFF

- 每次触摸按键时切换 GPO 的状态 (见图 4)。
- 可用来取代机械按键 (例如, 墙壁开关)。
- 可以为每个 CapSense 按键单独使能切换功能。

侧翼传感器抑制 (FSS)

- 每次只允许一个按键处于触摸 (TOUCH) 状态。这样, 您可以区分紧密排列按键的 TOUCH 状态。
- 如果手指触摸多个按键, 则只有第一个感应到“TOUCH”状态的按键会打开。
- 也适用于某个按键产生相反效果的情况。例如, 某个接口带有两个按键用于量度控制 (向上或向下)。
- 可以为每个按键单独使能 FSS。有助于为排列紧密的按键使能 FSS。例如, 如果设计具有十个按键, 其中六个按键是排列紧密的, 那么, 只能为这六个排列紧密按键使能 FSS。
- 可通过下面的示例了解 FSS 的运行方式:

1. 如果仅触摸一个按键, 它将被报告 ON 状态 (见图 5)。
2. 当检测到多个按键处于 ON 状态时, 如果先前某个按键已被触摸, 那么该按键将被报告为 ON 状态 (见图 6)。

抗噪能力

- 提高器件对外部辐射和传导噪声的抗噪能力。
- 可以降低噪声辐射。
- 有两种抗噪级别: “正常”和“高”。
- 由于在高噪声环境下会增大器件的消耗并延长响应时间, 因此请将抗噪级别选为“高”。

自动阈值

- 对于 GPO 输出, 分别对按键信号和手指阈值进行对比。
- 手指阈值是可配置的; 它的有效值范围为 50 到 245 次计数
- 用于确定在不同噪声条件下按键的 ON/OFF 状态
- 可以配置手指阈值, 使之自动设置。
- 欲更多了解手指阈值的信息, 请参考 [CapSense 入门](#) 中的第 2.3 章节。

图 4. GPO0 上的 ON/OFF 切换功能的示例

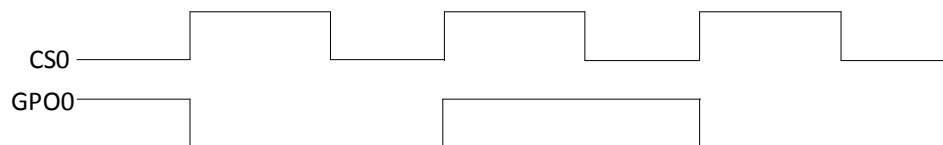


图 5. 只有一个按键被按下时的 FSS



图 6. 有多个按键被按下时的 FSS (其中, 只有第一个按键的状态为 ON)



LED 点亮时间

- 释放一个按键后，将提供一个可调的 LED 点亮时间值（长达 5100 ms）。
- 释放相应的 CSx 按键后，GPOx 在一段指定的间隔内被设置为低电平（请见图 7）。
- 当复位某个按键时（请参考第 10 页上的按键自动复位），LED 点亮时间不再适用于相应的 GPO。
- 而适用于最后释放按键的 GPO

- 在图 8 中，由于释放的是 CS1 按键，因此 GPO0 会过早变为高电平（早于 LED 点亮时间结束）。因此，LED 点亮时间计数器被复位。这时，释放 CS1 按键后，在 LED 点亮时间内 GPO1 仍处于低电平。
- LED 点亮时间为 0 到 5100 ms。
- LED 点亮时间的分辨率为 20 ms。
- 如果切换 ON/OFF 被启用，那么 LED 点亮时间功能被禁止。

图 7. GPO0 上的 LED 点亮时序图示例

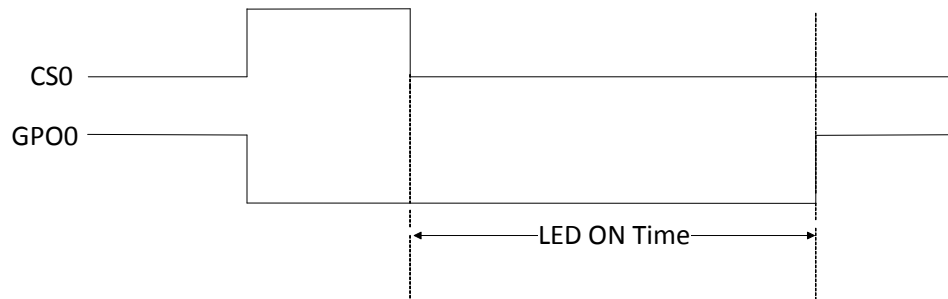
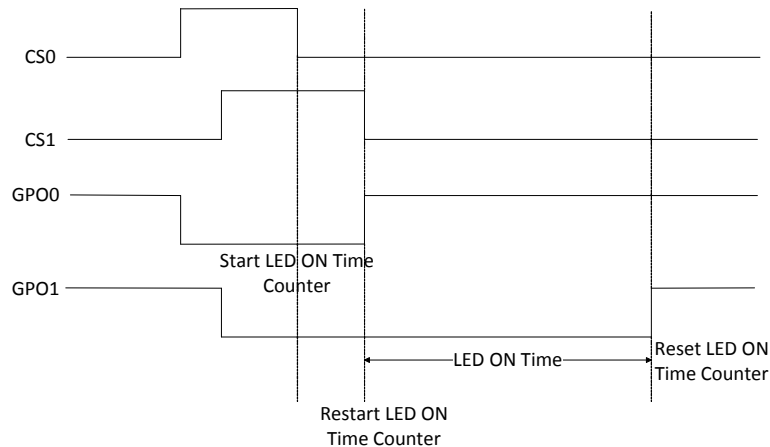


图 8. GPO0 和 GPO1 上的 LED 点亮时序图示例



按键自动复位

- 防止由金属物体放置在某个按键附近而引起的按键被卡住的现象。
- 本功有助于使按键在一个指定的时间内保持为 ON。
- 如果被使能，则按键自动复位周期后，即使仍能继续触摸该按键，但它仍被视为处于 OFF 状态。请参见图 9。
- 可将自动复位周期设置为 5 或 20 秒。

上电 LED 效果

- 给器件上电时会提供视觉效果。
- 上电后，所有 LED 在初始时间内显示调光和逐渐变暗的效果。
- 当 CSx 被使能时，LED 效果显示在 GPOx 上。
- 可以分组配置 GPO，以便得到同样的参数。
- 这些组分别为：
 - GPO1、GPO2、GPO3
 - GPO4、GPO5、GPO6
 - GPO7、GPO8、GPO9
- 可以单独配置 GPO0。在 CS0 按键作为特殊按键（例如电源按键）使用的设计上十分有用。
- 这一过程中，所有 CapSense 按键均被禁用。

- 如果 CapSense 按键 (CSx) 不通过上电自测试，那么这些效果不出现在相应的 GPO 上。
- 欲了解更多上电自测试的信息，请参考第 17 页上的系统诊断。
- 通过设置下列参数实现 LED 效果：
 - 低亮度：最小的 LED 亮度
 - 低亮度时间 — LED 处于低亮度状态的时长
 - 上升时间：LED 从低亮度状态转换到高亮度状态的时长
 - 高亮度：最大的 LED 亮度
 - 高亮度时间 — LED 处于高亮度状态的时长
 - 下降时间 — LED 从高亮度状态转换到低亮度状态所需的时间
 - 重复频率 — 效果重复的次数
- 亮度水平为百分之 0 到百分之 100。
- 时间范围为 0 到 1600 ms。
- 高亮度程度必须亮于低电平亮度。
- 在器件上电的初始化时间过后，便可以观察效果。如果抗噪能力为“正常”，则这个时间小于 350 ms；如果抗噪能力为“高”，则这个时间小于 1000 ms。
- 可以设置效果模型使之在所有 GPO 上顺序或同时发生（请查看图 10 和第 11 页上的图 11）。
- 在上电 LED 效果过程中，器件会确认 (ACK) I²C 通信，但是所有写指令均被忽略。主机只能读取工作模式下的数据。

图 9. GPO 上的按键自动复位示例

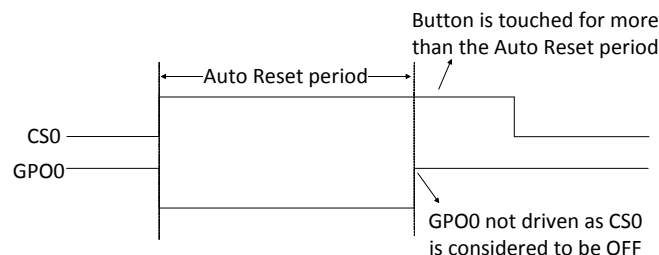


图 10. 重复频率 = 1^[4] 的上电 LED 效果（同时出现在所有 GPO 上）的示例

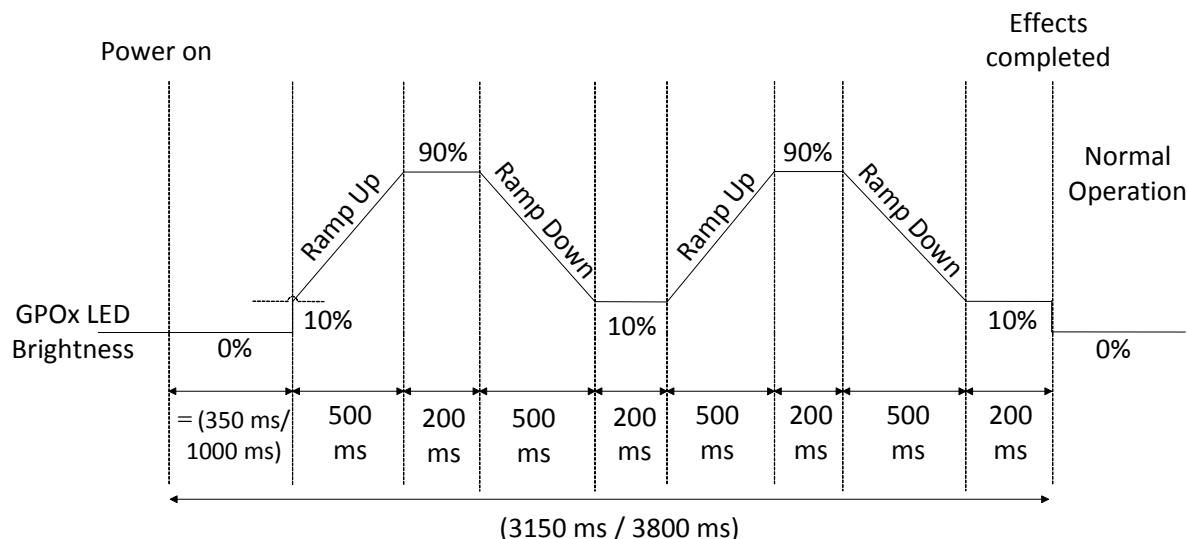
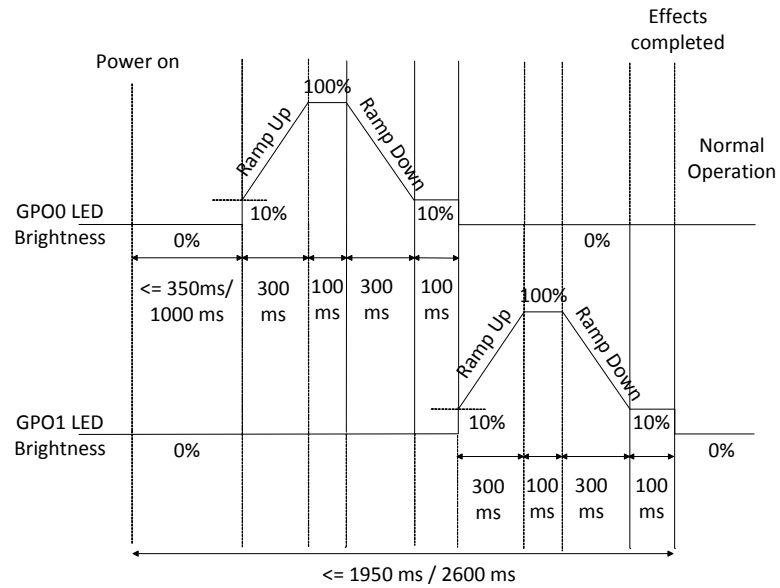


图 11. 2 按键设计中及重复频率 = 0 的上电 LED 效果示例 (顺序) [5]



注释:

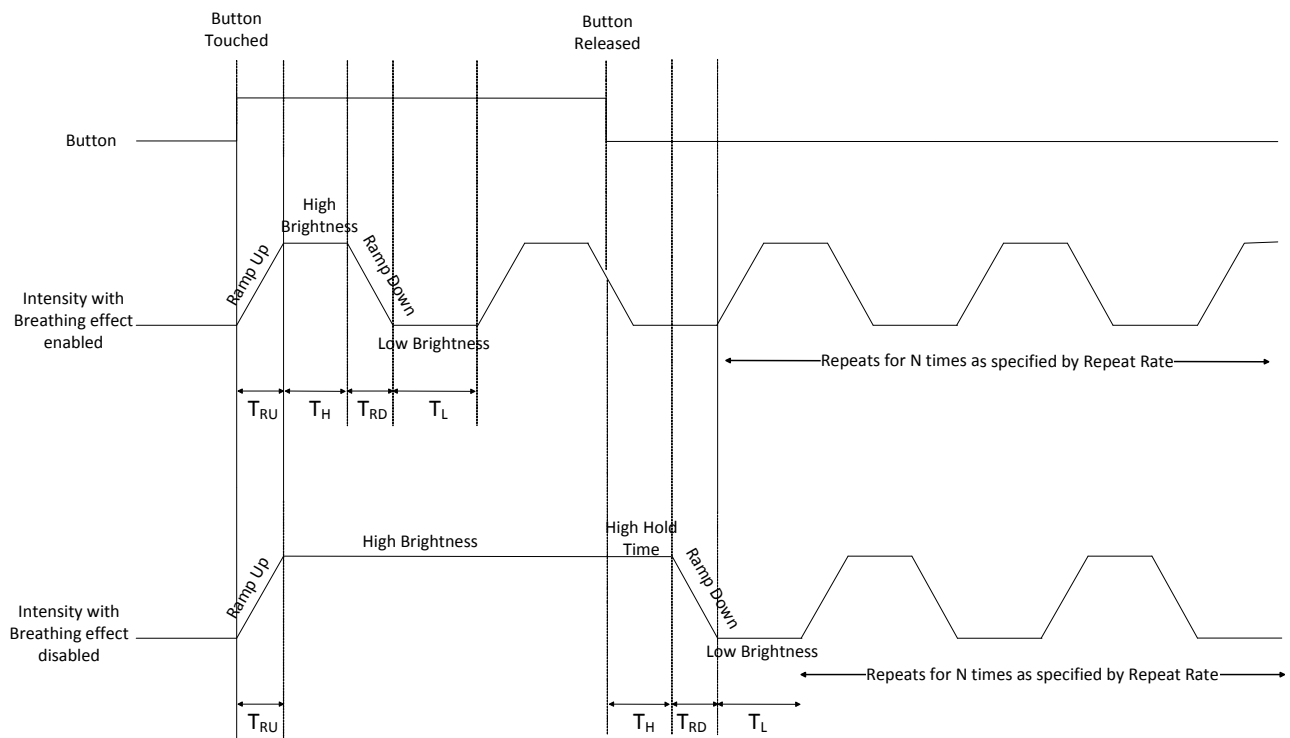
4. 上升时间 = 500 ms ; 高亮度 = 90% ; 高亮度时间 = 200 ms ; 下降时间 = 500 ms ; 低亮度 = 10% ; 低亮度时间 = 200 ms ; 重复频率 = 1
5. 上升时间 = 300 ms ; 高亮度 = 100% ; 高亮度时间 = 100 ms ; 下降时间 = 300 ms ; 低亮度 = 10% ; 低亮度时间 = 100 ms ; 重复频率 = 0

触摸按键时的 LED 效果

- 提供按键触摸时的视觉反馈。提高设计的美观。
- 当 CSx 被触摸时，LED 效果显示在 GPOx 上。
- 可以分组配置 GPO，以便得到同样的参数。这些组分别为：
 - GPO1、GPO2、GPO3
 - GPO4、GPO5、GPO6
 - GPO7、GPO8、GPO9
- 可以单独配置 GPO0。在 CS0 按键作为特殊按键（例如电源按键）使用的设计上十分有用。
- 通过设置下列参数实现效果：
 - 低亮度：最小的 LED 亮度
 - 低亮度时间 — LED 处于低亮度状态的时长
 - 上升时间：LED 从低亮度状态转换到高亮度状态的时长。
 - 高亮度：最大的 LED 亮度
 - 高亮度时间 — LED 处于高亮度状态的时长
 - 下降时间 — LED 从高亮度状态转换到低亮度状态所需的时间。
 - 重复频率 — 效果重复的次数。
- 亮度水平为百分之 0 到百分之 100。
- 时间范围为 0 到 1600 ms。

- 为了得到合适的视觉效果，高亮度等级应高于低亮度等级。
- 共有两种按键触摸 LED 效果（见第 12 页上的图 12）：
 - 呼吸效果：呼吸效果被启用时，如果有一个按键被按下，LED 亮度便立即从待机模式下的 LED 亮度转到低亮度状态。它上升到高亮度，并在高亮度时间内保持该亮度水平。然后，它下降到低亮度，并在低亮度时间内保持此状态。在触摸按键期间，将重复发生这种效果。释放按键后，进行中的 LED 效果继续进行。该周期结束后，LED 效果周期会重复（取决于重复频率）。
 - 无呼吸效果：呼吸效果被禁用时，如果有一个按键被按下，LED 亮度便立即从待机模式下的 LED 亮度转为低亮度状态。然后，它上升到高亮度，并在按键触摸的时间内保存这种状态。按键被释放后，在高亮度时间内 LED 保持这种状态。然后，它下降到低亮度，并在低亮度时间内保持此状态。此效果会重复（取决于重复频率）。
- 如果正在 GPOx 上实现按键触摸 LED 效果，同时相应的 CSx 再次被按下，那么此效果周期将在 GPOx 上重新开始。
- 如果使能了切换 ON/OFF 功能，当有连续的按键触摸时，LED 在待机模式 LED 亮度和高亮度之间进行切换（见第 13 页上的图 13）。
- 如果使能按键触摸 LED 效果，便自动禁用 LED 点亮时间。
- 器件进入深度睡眠模式时，会立即禁用正在执行的按键触摸 LED 效果。

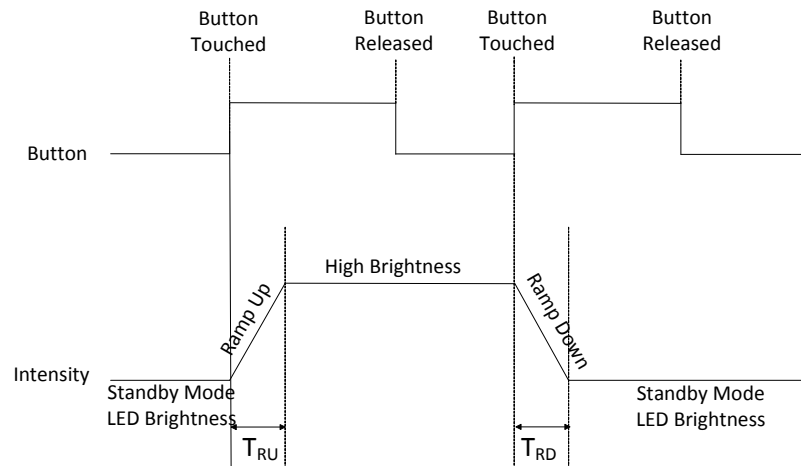
图 12. 按键触摸 LED 效果模型^[6]



注释：

6. T_{RU} — 上升时间； T_{RD} — 下降时间； T_H — 高亮度时间； T_L — 低亮度时间

图 13. 使能切换时的按键触摸 LED 效果

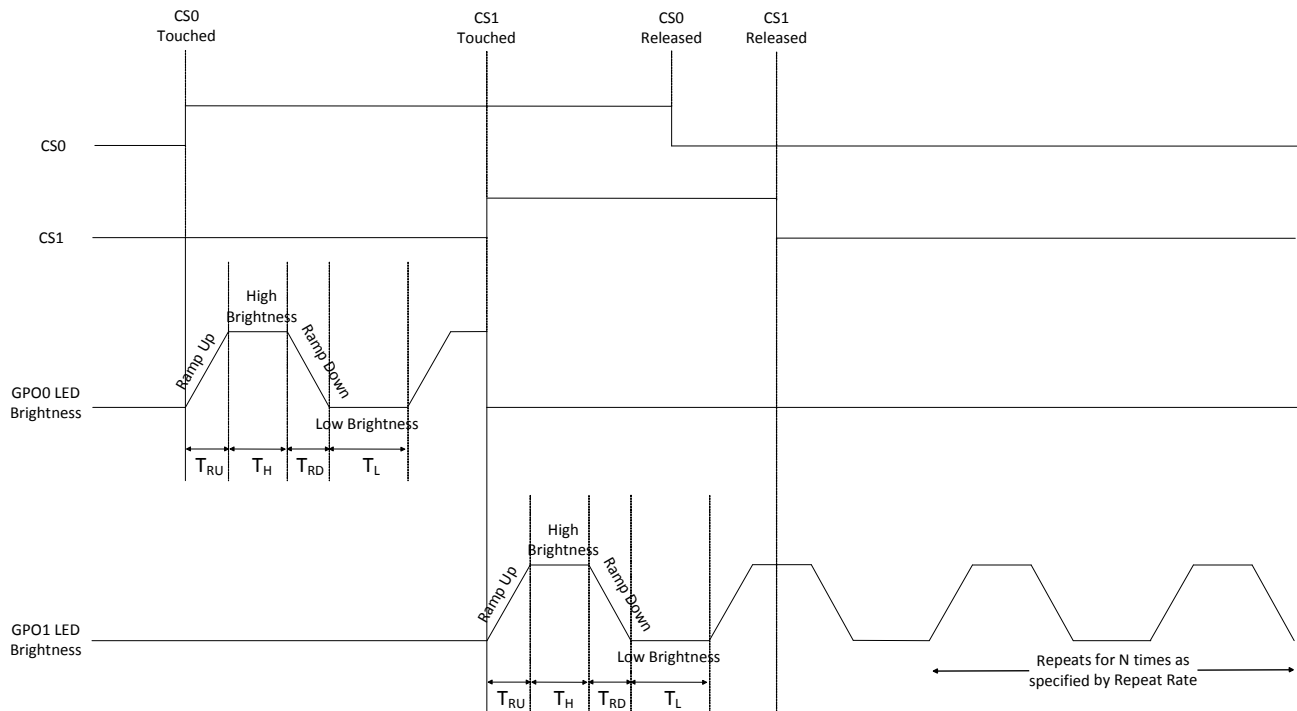


最后按键 LED 效果

- 如果其他按键被触摸，可以在一个 GPO 上中断按键触摸 LED 效果。
- 该效果在第一个 GPO 上复位，并在与最后的触摸按键相关的 GPO 上开始生效 (见 图 14)。

- 默认情况下，该特性被禁用。
- 如果某些按键使能了 ON/OFF 切换功能，那么其最后按键 LED 效果将被禁用。
- 如果使能了侧翼传感器抑制 (FSS)，同时触摸两个按键，将不能使用最后按键 LED 效果，因为触摸的第二个按键不会有效。

图 14. 使能最后按键 LED 效果时的按键触摸 LED 效果 (呼吸效果被使能)



待机模式下的 LED 亮度

- 按键处于 OFF 状态时，将提供更好的视觉反馈。提高了美观。
- 未触摸 CSx 时，在按键触摸 LED 效果结束后，与 GPOx 相关的 LED 将保持待机模式中的 LED 亮度。
- 可以分别将待机模式下的 LED 亮度配置为：0%、20%、30% 或 50%。
- 由于器件未进入低功耗睡眠模式，因此待机模式下的 LED 亮度使该器件的功耗递增。
- 当该器件进入深度睡眠模式时，待机模式下的 LED 亮度将被禁用。

锁存状态读取

- 主机处理器通过 I²C 通信读取寄存器映射，以检查 CapSense 按键的状态。
- 触摸按键时，该器件通过“提醒/睡眠”线将中断发送至主机。然后，主机可以读取 CSx 的状态。
- 如果没有及时处理中断，并且在处理中断前释放按键，那么主机可能会丢失该按键触摸。
- 主机应对当前状态 (CS) 和锁存状态 (LS) 进行读取，以避免丢失按键触摸。
- 在工作模式下，CS 被存储在 Button_Current_Stat0 和 Button_Current_Stat1 寄存器上。
- 在工作模式下，LS 被存储在 Button_Latch_Stat0 和 Button_Latch_Stat1 寄存器上。
- 欲更多了解这些寄存器的信息，请参考工作模式。
- 第 14 页上的表 3 列出了各个按键触摸确认/丢失的可能情况。它们显示在图 15 和图 16 中。

表 3. 锁存状态读取

当前的状态 (CS)	锁存的状态 (LS)	注释
0	0	读取当前的 I ² C 时，不触摸 CSx；主机已经确认了最后 I ² C 读取时的任何前一个 CSx
0	1	读取当前的 I ² C 前，CSx 已被触摸；主机遗漏了该 CSx 触摸
1	0	前一个 I ² C 读取时，CSx 被触摸并被主机确认了。读取当前 I ² C 时，CSx 仍保持触摸的状态。
1	1	在读取当前 I ² C 时，CSx 被触摸。

图 15. 锁存状态读取 1

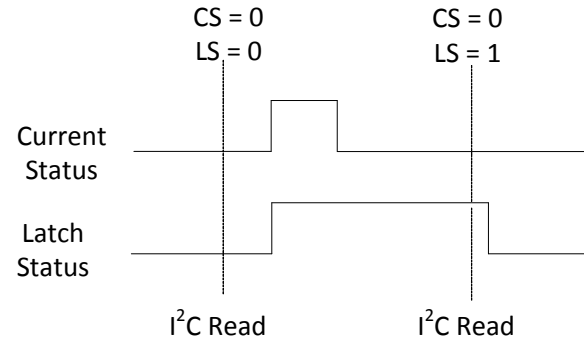
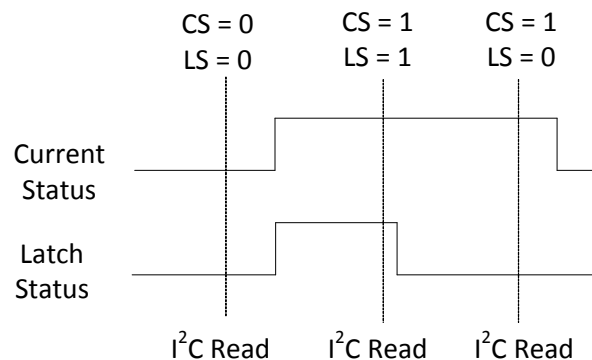


图 16. 锁存状态读取 2



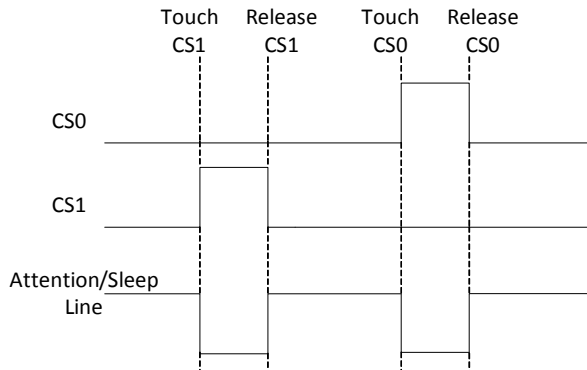
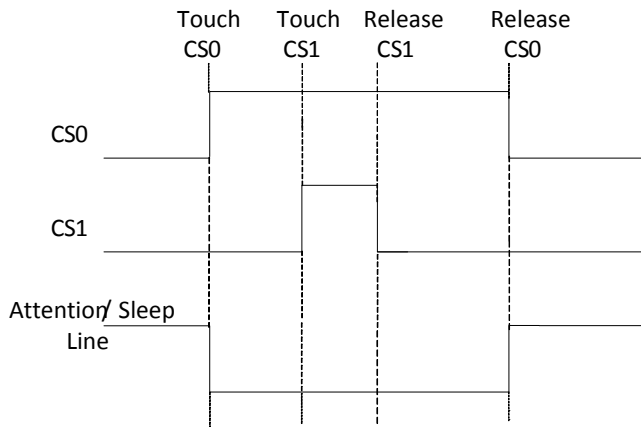
连接至主机的提醒 / 睡眠线

- 该线路是双向低电平有效的，并分别通过器件和主机进行控制。
- 提醒 / 睡眠线处于开漏低电平驱动模式。
- 默认情况下，该器件处于低功耗睡眠模式 (但前提是提醒 / 睡眠线处于高电平状态)。更多信息，请参阅第 21 页上的低功耗睡眠模式部分。
- 如果提醒 / 睡眠线处于低电平，器件不会进入低功耗睡眠模式。
- 仅在需要降低器件的功耗时，才需要将提醒 / 睡眠线置为低电平。

提醒 / 睡眠线具有以下功能：

器件将中断发送至主机：

- 当某个按键被触摸时，该器件将提醒 / 睡眠线置高，以表示将中断发送至主机 (见第 15 页上的图 17)。
- 如果同时触摸多个按键，提醒 / 睡眠线将被拉低一段时间 (见第 15 页上的图 18)。
- 释放按键后，提醒 / 睡眠线将变为高电平。

图 17. 独立触摸各 CSx 按键时的提醒 / 睡眠线

图 18. 同时触摸各 CSx 按键时的提醒 / 睡眠线


I²C 通信

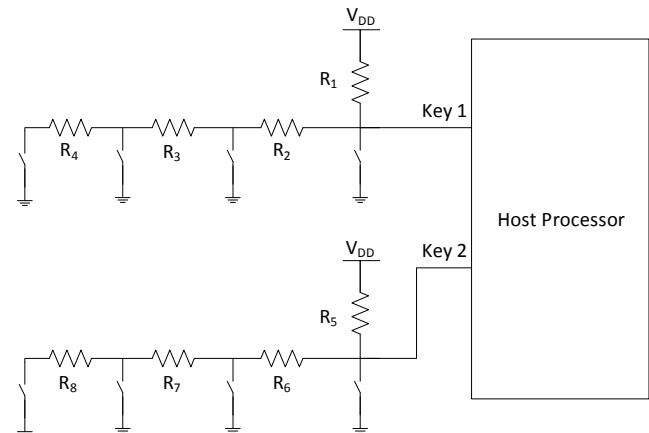
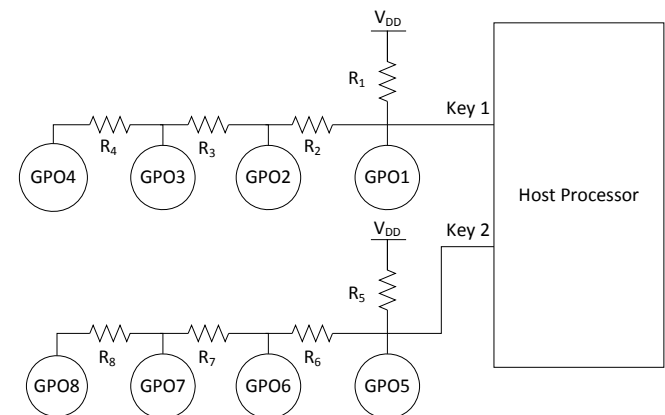
- 启动 I²C 通信前应将提醒 / 睡眠线置为低电平。
- 如果提醒 / 睡眠处于高电平状态，则器件会拒绝 I²C 通信。
- 当提醒 / 睡眠线处于低电平时，器件会否认 I²C 通信，但这种情况很少见。

深度睡眠模式

- 要使能深度睡眠模式，主机需要设置 (工作模式下) Host_Mode 寄存器中的 “Deep Sleep” 位。主机需要等待 50 ms 的时间，然后将提醒 / 睡眠线置低。
- 为使器件从深度睡眠唤醒，主机应下拉提醒 / 睡眠线。
- 更多信息，请参阅第 21 页上的深度睡眠模式部分。

模拟电压支持

- 图 19 显示的是主机处理器以及与其相连的通用外部电阻网络。
- 根据输入引脚的电压电平，可以配置主机执行不同的操作。这个配置操作是由开关控制的。
- 这些开关是由 CapSense 按键控制的。
- 如果使能，则在网络上可以使用 GPO 取代这些开关。
- GPO 处于开漏低电平驱动模式。
- GPO 不能同时使用于电阻网络和 LED 驱动。
- 如果在模拟电压支持模式下仅需要一个按键的状态为 ON，请使能 FSS。
- 对于 CY8CMBR2110，图 20 显示的是一个简单的外部电阻网络。

图 19. 通用的外部电阻网络

图 20. CY8CMBR2110 的模拟电压支持


敏感度控制

- 可以单独设置每个 CapSense 按键的灵敏度。
- 当盖板的厚度较大或按键的直径较小时，应将灵敏度设为较高值。
- 当用户需要降低功耗时，则应将灵敏度设为较低值。
- 灵敏度的水平设置分别为：“高”、“中”、“低”。

去抖动控制

- 避免由系统中的噪声尖峰或任何其他毛刺引起的误触发按键。
- 指定对于输出触发将按键触摸判定为正确触摸的最小时间。去抖动值的范围为 1 到 255。
- 可以独立设置 CS0 的去抖动值，并将 CS1 到 CS9 的去抖动值结合起来。对于其他操作，例如，将系统复位链接到 CS0 去抖动相应的触摸时间，这些非常有用。
- 器件的响应时间取决于按键的去抖动值。请参考第 22 页上的响应时间。

表 4 显示的是具有不同去抖动值的器件的响应时间示例。[7]

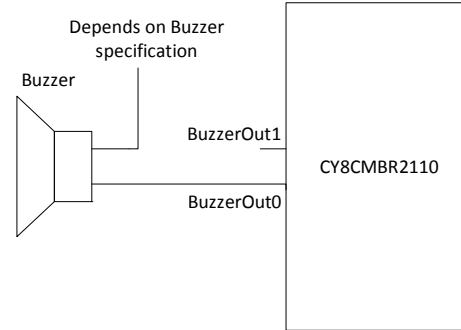
表 4. 去抖动值的响应时间示例

去抖动值	连续按键触摸的响应时间 (单位为 ms)
1	70
4	105
7	140
10	175
100	1225
200	2380
255	3010

蜂鸣器信号输出

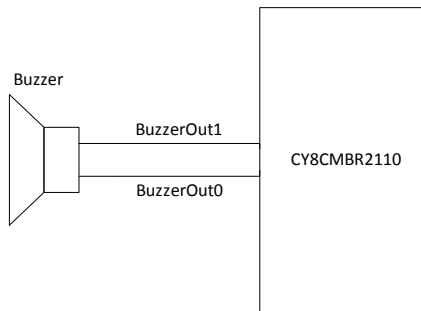
- 提供按键触摸时的音频反馈。更多详细信息，请参考第 22 页上的响应时间。
- 共有两个蜂鸣器信号输出配置：AC 单引脚和 AC 双引脚。
- 在 AC 单引脚蜂鸣器配置中，必须将蜂鸣器连接到 BuzzerOut0 引脚上 (见图 21)。在该引脚上，会驱动一个拥有指定的频率和占空比的方波信号。可以将 BuzzerOut1 引脚悬空，也可以将它作为主机控制的 GPO 使用。

图 21. AC 单引脚蜂鸣器配置



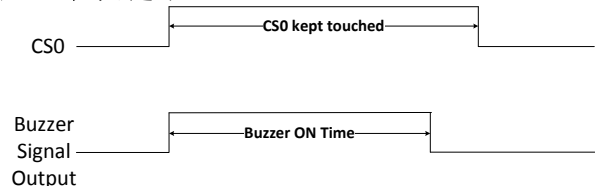
- 在 AC 双引脚蜂鸣器配置中，将蜂鸣器放置在 BuzzerOut0 和 BuzzerOut1 引脚的中间 (见图 22)。在这两个引脚上，会驱动两个拥有指定的频率和占空比的不同相位的方波信号。

图 22. AC 双引脚蜂鸣器配置



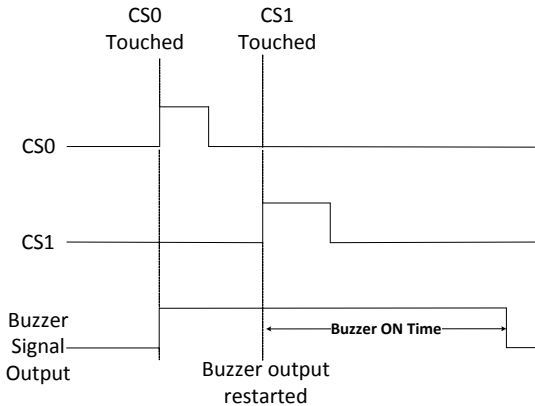
- 如果不需要使用蜂鸣器，那么这两个引脚可作为主机控制的 GPO。表 5 显示的是可能的蜂鸣器设置。
- 可将空闲状态的蜂鸣器引脚配置为 V_{DD} 或接地 (Ground)。
- 如果没有触摸按键，或者蜂鸣器 ON 状态的时间过期，即使按键仍被触摸，蜂鸣器引脚则会进入空闲状态 (见图 23)。
- 蜂鸣器信号频率是可配置的，可将它设置为：1.00、1.14、1.33、1.60、2.00、2.67、4.00 (单位为 kHz)。
- 蜂鸣器输出由所配置的时长驱动，并且它并不取决于按键的触摸时间。
- 蜂鸣器开启的时长范围值为：(1 至 127) x 按键扫描的速率常量。更多有关按键扫描速率常量的信息，请参考第 21 页上的功耗和工作模式。
- 蜂鸣器信号输出是强驱动的。
- 这些输出通常由所有 CSx 按键驱动。
- 如果蜂鸣器 ON 状态的时间结束前触摸了某个按键，将重新启动蜂鸣器输出 (见图 24)。

图 23. 蜂鸣器超时



注释：

7. 带有 8 个按键、抗噪能力为“正常”、响应时间得到优化的设计

图 24. 终止和重启蜂鸣器

表 5. 蜂鸣器设置和主机控制 GPO 的设置

蜂鸣器配置	BuzzerOut0 引脚	BuzzerOut1 引脚	可用的主机控制 GPO 的最大数量
无蜂鸣器	悬空 / 主机控制的 GPO3	悬空 / 主机控制的 GPO2	4
交流单引脚蜂鸣器	蜂鸣器引脚 0	悬空 / 主机控制的 GPO2	3
交流双引脚蜂鸣器	蜂鸣器引脚 0	蜂鸣器引脚 1	2

主机控制的 GPO

- 两个 GPO 引脚 (HostControlGPO0、HostControlGPO1) 均可用，它们的逻辑状态由主机控制的。
- 如果不使用蜂鸣器，则能使用更多的主机控制 GPO (使用 BuzzerOut0 和 BuzzerOut1 引脚)。
- 在操作模式、生产线测试模式和调试数据模式下，主机可以控制这些 GPO 引脚。
- 上电时，主机控制的 GPO 处于低电平状态。
- 不能将主机控制 GPO 的设置保存到闪存内，并且要在复位后配置它们。
- HostControlGPO1 在上电时具有 16 ms 时长的正脉冲。
- 这些输出均为强驱动模式。

- 表 5 根据蜂鸣器配置，显示的是可用的主机控制 GPO 的最大数量。

系统诊断

- 内置的“加电自检”(POST) 机制在加电复位 (POR) 时执行几个测试。该机制在生产测试中十分有用。
- 如果有任何按键不通过这些诊断测试，上电复位后，如果抗噪能力为“正常”，相应的 GPO 会在 350 ms 内发出 5 ms 的脉冲；如果抗噪能力为“高”，相应的 GPO 会在 1000 ms 内发出 5 ms 的脉冲。
- 要获得系统诊断结果，主机可通过 I²C 接口读取生产线测试模式下的器件数据。
- 由于主机可通过 I²C 线读取数据，因此不用将 GPO 连接至主机。

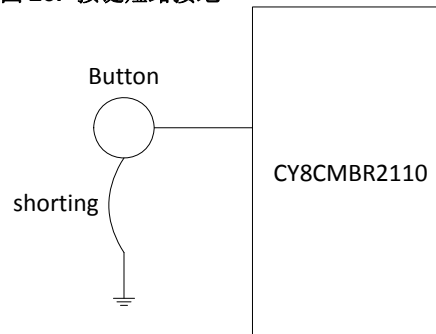
需要对所有按键执行下列测试。

按键短路接地

所有短路接地的按键都被禁用。为了正确检测短接接地的按键，CSx 引脚和接地层之间的电阻应小于表 6 中所规定的限制。

表 6. CSx 和 GND 之间的最大电阻，以便可以进行合适的系统诊断操作

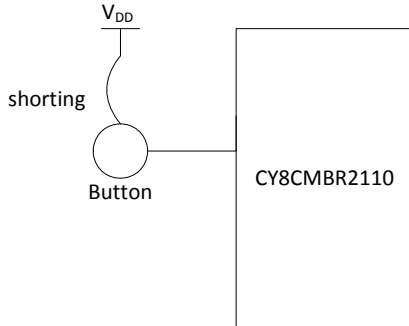
电源 (V _{DD}) (V)	CSx 和 GND 之间的最大电阻 (Ω)
5.5	680
5	760
1.8	1700

图 25. 按键短路接地


按键短接 V_{DD}

所有短接 V_{DD} 的按键都被禁用。

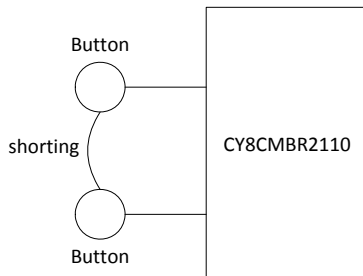
图 26. 按键短接 V_{DD}



按键短接按键

如果有两个或更多的按键被短路连接，则这些按键都被禁用。

图 27. 按键短接按键



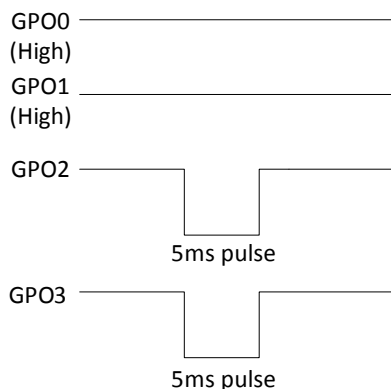
C_{MOD} 的错误值

- C_{MOD} 的推荐值范围为 2 nF 至 2.4 nF。
- 如果发现 C_{MOD} 的值小于 1 nF，或大于 4 nF，那么所有按键都被禁用。

按键 $C_P > 40$ pF

如果发现有任何按键的寄生电容 (C_P) 大于 40 pF，则该按键被禁用。

图 28. CS0、CS1 通过 POST 测试以及 CS2 和 CS3 不通过测试的示例



在图 28 中，CS0 和 CS1 按键被使能；CS2 和 CS3 按键都被禁用（原因是它们不通过 POST）。因此，在 GPO2 和 GPO3 上观察到 5 ms 脉冲。

I²C 通信

I²C 是 CY8CMBR2110 (I²C 从设备) 和主机 (I²C 主设备) 之间的通信接口。它是一个简单的双线同步通信协议。这两条线路分别为：

1. 串行时钟 (SCL) — 该线路用于对从设备和主设备进行同步。
2. 串行数据 (SDA) — 该线路用于在主设备和从设备间发送数据。

CY8CMBR2110 控制器可作为单个从设备或多个从设备环境的一部分。请参见图 29 和图 30。

图 29. 一个主设备和一个从设备间的 I²C 通信

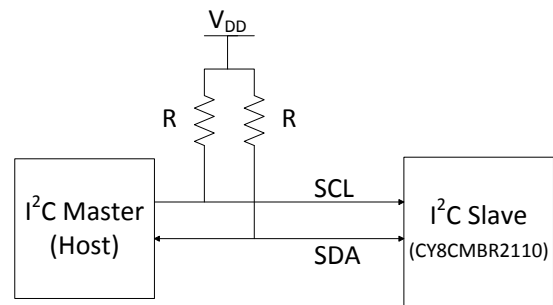
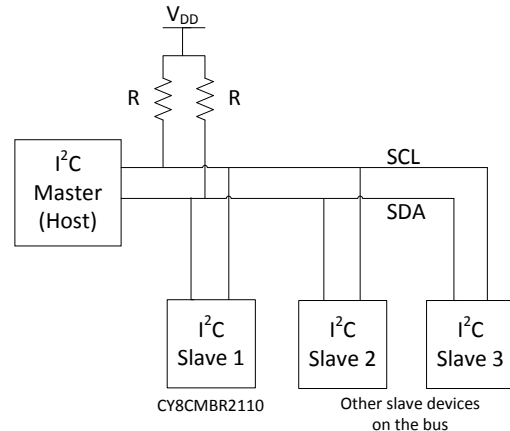


图 30. 一个主设备和一个多从设备之间的 I²C 通信



CY8CMBR2110 I²C 接口具有以下特性：

1. 比特率高达 100 kbps
2. 可配置的 I²C 从设备地址为 0 ~ 127，其中默认从设备地址为 '37h'。
3. 硬件地址比较
4. 无需总线停止和时钟延展
5. I²C 缓冲模式 (32 字节硬件缓冲区)
6. 可对 I²C 主控进行基于寄存器的访问，以执行读和写操作

I²C 从设备地址

要识别多设备状态环境中的每一个器件，请使用 I²C 从设备地址。该地址是一个 7 位的数值，允许 127 个从设备同时在总线上进行传输。当主设备要在总线上与从设备通信时，它将发送一个启动条件，紧跟着一个相关的 I²C 地址。启动条件向总线上所有的跟从设备提示启动新的数据交易的时间。带有指定 I²C 地址的从设备对主设备进行响应。其他所有从设备忽略总线上的后续数据流量，直至检测到下一个启动条件。

启动和停止条件

主设备通过总线发送启动条件，以执行通信操作，并通过发送停止条件来终止通信操作。发生两个条件期间，总线被视为状态‘繁忙’。请参见图 31。

当 SCL 线处于高电平时，更改 SDA 线的电平（从高电平到低电平）以表示启动条件。

当 SCL 线处于高电平时，更改 SDA 线的电平（从低电平到高电平）以表示停止条件。

图 31. I²C 启动和停止条件

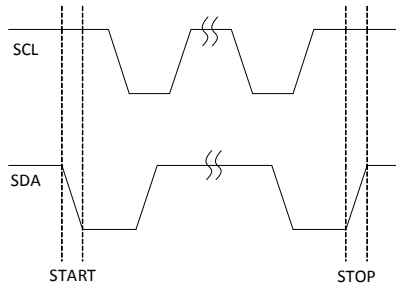


图 32. 主机和器件间的 I²C 接口

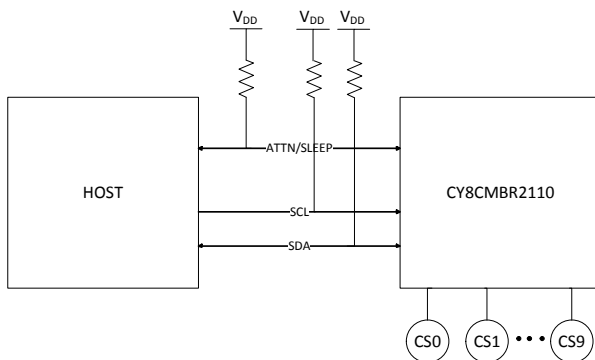
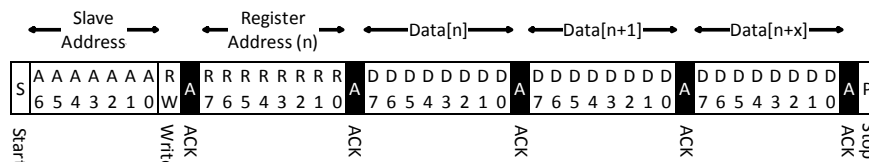


图 33. 主机向器件写入 x 字节



CY8CMBR2110 的 I²C 通信指南

1. 启动任何 I²C 通信前，主机或器件应将提醒 / 睡眠线置为低电平。
2. 在初始化任何 I²C 通信之前，主机需要在器件通电后等待 350 ms (如果抗噪能力为“正常”) 或 1000 ms (如果抗噪能力为“高”)。否则，该器件将否认该通信。
3. 在初始化新的数据操作前，主机应该在任何 I²C 数据操作后至少等待 60 ms。
4. 在初始化任何通信之前，主机需要在发送“保存到闪存内”和“软件复位”指令后等待 350 ms (如果抗噪能力为“正常”) 或 1000 ms (如果抗噪能力为“高”)。
5. 该器件应该在操作模式下运行。
6. 主机初始化器件的新启动条件前，需要初始化 I²C 通信的停止条件 (也称为重复启动条件)。
7. 主机至少要保持任何两个 I²C 数据操作的时间间隔 60 ms
 - a. 如果读取过程中主机不能保持该时长，它将获取与上一个数据操作读取的数据相同的数据。
 - b. 如果在该期间，主机将新数据写入到相同的寄存器内，则旧数据将被丢失。
 - c. 如果在这个时间内，主机将数据写入其他寄存器内 (先写入寄存器 x，然后写入寄存器 y)，则不会丢失旧数据。

写操作

要执行写操作，请执行下列各步骤：

1. 主机通过 SDA 线将启动条件发送至器件。
2. 主机指定后面带有读 / 写位的从设备地址，以确定写操作。器件向主机发送 ACK 信号。
3. 主机指定需要写入的寄存器地址。器件向主机发送 ACK 信号。
4. 主机开始将数据发送到器件，此数据将被写入到主机所指定的寄存器地址。写入操作前，器件先发送 ACK 信号。
5. 如果需要写入多个字节，每个字节将被写入到后续的寄存器地址。写入每个连续字节前，器件先发送 ACK 信号。
6. 完成写入操作后，主机向器件发送停止条件。该操作表示通信结束。请参见第 19 页上的图 33。

注意

1. 主机决不能写入到只读寄存器。
2. 每一个 I²C 数据操作，主机可以最多写入 32 字节。

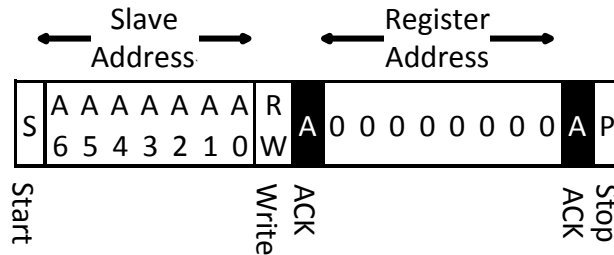
设置器件数据指针

主机对器件数据指针进行设置，以指定将来读取操作的起始点。要设置器件指针，请执行下列各步骤：

1. 主机通过 SDA 线将启动条件发送至器件。
2. 主机指定后面 SDA 线上的带有读 / 写位的从设备地址，以确定写操作。器件向主机发送 ACK 信号。

3. 主机会指定寄存器地址 (该寄存器地址始终为 '00')。后面所有的读操作都会从器件内该地址开始。器件向主机发送 ACK 信号。
4. 主机向器件发送停止条件。该操作表示通信结束。请参见图 34。

图 34. 主机设置器件数据指针



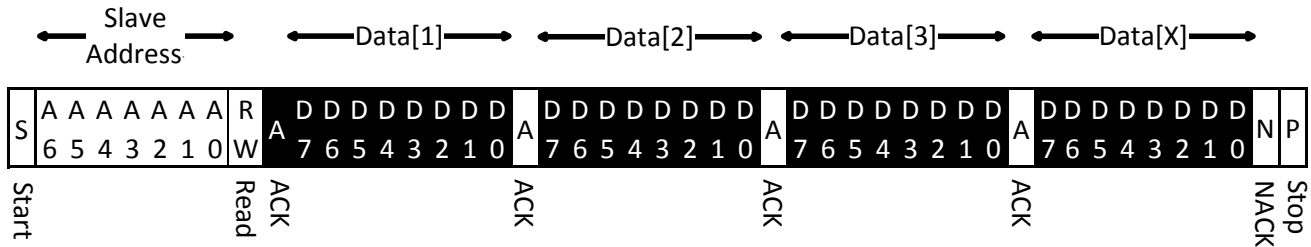
读操作

主机将按照下面各步骤进行读操作：

1. 主机通过 SDA 线将启动条件发送至器件。
2. 主机指定后面带有读 / 写位的从设备地址，以确定写操作。器件向主机发送 ACK 信号。

3. 器件检索来自寄存器地址 00 的字节，并将其发送到主机。主机向器件发送 ACK 信号。
4. 主机发送 ACK 信号后，将检索来自连续寄存器地址的每个连续字节，并将其发送至主机。
5. 主机接收到所需的字节后，它会向器件发送 NACK 信号。
6. 主机向器件发送停止条件。该操作表示通信结束。请参见图 35。

图 35. 主机从器件读取 x 字节



图标

CY8CMBR2110 to Host
HOST to CY8CMBR2110

有关器件的 I²C 电器规范的信息，请参考 I2C 规范。

功耗和工作模式

CY8CMBR2110 可满足电池供电应用的低功耗要求。为尽可能降低工作电流，需要进行下面设计：

- 将所有未使用的 CapSense 输入 (CSx) 接地。
- 使用 [CapSense 入门手册](#) 中第 3.7.1 节的设计指南使 C_P 最小化。
- 降低供电电压 (有效范围：1.71 V 到 5.5 V)
- 降低 CSx 按键的灵敏度
- 通过对设计进行配置来优化功耗。
- 如果需要，请将噪声能力设为‘高’。
- 将按键扫描速率设为更高，或使用深度睡眠工作模式。

欲了解更多有关降低功耗的各步骤，请参考 [CY8CMBR2110 设计指南](#) 中的第 5 节。

低功耗睡眠模式

下面的流程图演示了低功耗睡眠模式。

- 按键扫描速率等于器件扫描和睡眠的时间之和。
- 寄存器设置对按键扫描速率偏移进行了定义。
- 为了获得按键扫描速率，将偏移加上一个常量。
- 该常量被显示在表 7 中。

- 扫描速率范围为 25 到 561 ms。

图 36. 低功耗睡眠模式操作

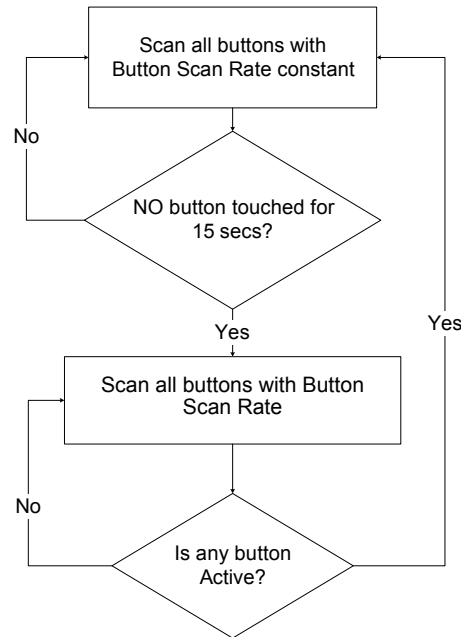


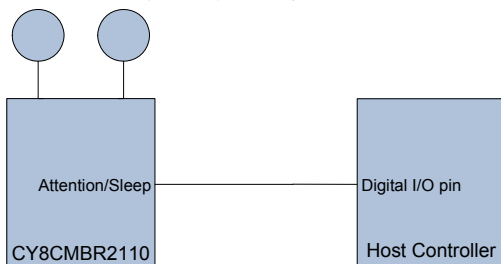
表 7. 按键扫描速率常量

按键数量	按键扫描速率常量			
	响应时间优化的设计		功耗优化的设计	
	抗噪级别为“正常”	抗噪级别为“高”	噪级别为“正常”	抗噪级别为“高”
≤ 5	25 ms	35 ms	35 ms	55 ms
> 5	35 ms	55 ms	35 ms	55 ms

深度睡眠模式

- 要启用深度睡眠模式，请将提醒/睡眠线连接至主机，如图 37 所示；主机应执行下面各步骤：
 - 将提醒 / 睡眠线置低
 - 将 (在操作模式下) Host_Mode 寄存器中“Deep Sleep”(深度睡眠) 位设置为‘1’。
 - 等待 50 ms
 - 将提醒 / 睡眠线置高。

图 37. 用于在使能深度睡眠模式的提醒 / 睡眠引脚连接



- 在深度睡眠模式下，所有模块均将关闭并且该器件功耗仅为 0.1 μ A。
- 在深度睡眠模式下，停止进行任何 CapSense 扫描。
- 器件进入深度睡眠模式后，会自动清除深度睡眠位。
- 为使器件从深度睡眠唤醒，主机应下拉提醒 / 睡眠线。
- 当器件退出深度睡眠模式时，CapSense 系统将重新初始化。重新初始化的时间一般为 20 ms (如果抗噪能力为“正常”) 或 50 ms (如果抗噪能力为“高”)。在这段时间内，不会报告任何按键触摸。
- 深度睡眠不能通过 EZ-Click 定制工具进行设置，必须由器件的外部 I²C 通信设置。

响应时间

响应时间是按下按键 CSx 所需的最短时间。在该时间内，器件能检测到有效的按键触摸。

可以按照以下公式计算该时间：

1. 如果抗噪能力为“正常”：

$$RT_{CBT} = \text{Button Scan Rate constant} + [\text{Button Scan Rate constant} \times \{\text{Round}_{\text{down}}((\text{Debounce} - 1)/3) + 1\}]$$

$$RT_{FBT} = \text{Button Scan Rate} + [\text{Button Scan Rate constant} \times \{\text{Round}_{\text{down}}((\text{Debounce} - 1)/3) + 1\}]$$

2. 如果抗噪能力为“高”：

$$RT_{CBT} = \text{Button Scan Rate constant} + [\text{Button Scan Rate constant} \times \text{Debounce}]$$

$$RT_{FBT} = \text{Button Scan Rate} + [\text{Button Scan Rate constant} \times \text{Debounce}]$$

其中：

RT_{CBT} 是在第一次按键接触后连续的按键接触的响应时间

RT_{FBT} 是第一个按键接触的响应时间

CS1-CS9 的去抖动值范围为 1 ~ 255

CS0 的去抖动值可以为 1 到 255

$\text{Round}_{\text{down}}$ 是一个不超过 $((\text{去抖动值} - 1)/3)$ 的最大整数值

要获取按键扫描速率的常量，请参考第 21 页上的表 7。

例如，假设在一个带有八个按键并且已优化的响应时间、按键扫描速率的偏移为 391 ms 的设计中。抗噪能力为‘正常’。

假设没有将 CS0 使用于该设计中，并且每个按键 (CS1–CS8) 的去抖动值被设置为 3，则这种设计的按键扫描速率常量将为 35 ms (请参考第 17 页上的表 5)，引起按键扫描速率为 (35 + 391 ms) 426 ms。

这时，此设计的响应时间计算如下：

$$RT_{CBT} = 35 + [35 \times \{\text{Round}_{\text{down}}((3 - 1)/3) + 1\}] = 70 \text{ ms}$$

$$RT_{FBT} = 426 + [35 \times \{\text{Round}_{\text{down}}((3 - 1)/3) + 1\}] = 461 \text{ ms}$$

器件的模式

寄存器映射被分为五个模式：

- 操作模式
- LED 配置模式
- 器件配置模式
- 生产线测试模式
- 调试数据模式

下面几部分将介绍各个模式：每个寄存器模式均包含不同的寄存器组。请参考附录 — 寄存器映射部分，了解所有寄存器的详细说明。

操作模式

运行过程中，在完成配置器件后，主机必须使用该模式。在该模式下，可以对下面各选项进行配置：

1. 主机控制 GPO 的逻辑电平
2. 进入深度睡眠模式
3. 软件复位
4. 器件模式更改

在这种模式下，主机可以读取下述器件的信息：

1. CapSense 的当前状态和锁存状态
2. 当前配置（出厂默认配置或者用户配置）
3. 闪存校验和
4. RAM 校验和
5. 器件 ID 和固件版本

LED 配置模式

主机必须使用这种模式来配置器件，并且完成配置后应恢复到操作模式。

在此模式下，主机可以配置下面各项目：

1. 模拟电压输出设置
2. 上电 LED 效果
3. 按键触摸 LED 效果
4. LED 点亮时间
5. 待机模式下的 LED 亮度
6. 器件模式变更

器件配置模式

主机必须使用此模式来配置器件，并且完成配置后恢复到操作模式。在此模式下，主机可以配置下面各项目：

1. I²C 地址
2. FSS 组的按键
3. 切换 ON/OFF 选择

4. 按键的灵敏度、去抖动、手指阈值
5. 蜂鸣器设置
6. 自动阈值设置
7. 按键扫描速率设置（功耗设置）
8. 抗噪设置
9. 按键自动复位时间
10. 设计优化设置
11. 将设置保存到闪存内
12. 加载出厂默认配置
13. 器件模式变更

生产线测试模式

在开发产品的设计验证和产品测试阶段，主机才必须使用这种模式。

在此模式下，主机可以配置下面各项目：

1. 主机控制 GPO 的逻辑电平
2. 更改器件的模式

在这种模式下，主机可以读取以下的器件信息。这样有助于进行生产线测试：

1. 系统诊断数据
 - 按键短路接地
 - 按键短接其他按键
 - 按键短接 V_{DD}
 - 按键寄生电容 > 40 pF
 - 已连接的 C_{MOD} 值的错误值
2. 所有按键 SNR 值
3. 有效的按键计数
4. CapSense 的当前状态

调试数据模式

在产品开发的设计验证阶段中，主机才必须使用此模式。

在此模式下，主机可以配置下面各项目：

1. 主机控制 GPO 的逻辑电平
2. 主机需要进行调试的参数类型和按键编号
3. 更改器件的模式

在此模式下，主机可以读取以下的器件信息。这有助于设计验证：

1. CapSense 原始数据（原始计数、基准线和信号）
2. CapSense 按键 SNR
3. 按键寄生电容
4. CapSense 的当前状态

配置 CY8CMBR2110 的各步骤

如需配置 CY8CMBR21100，请执行以下各步骤：

1. 将器件模式改为 LED 配置模式。
2. 等待 55 ms。
3. 写入 LED 配置模式中的所有配置寄存器。
4. 等待 55 ms。
5. 将器件模式改为器件配置模式。
6. 等待 55 ms。
7. 写入器件配置模式中的所有配置寄存器。
8. 计算校验和，并将该值写入到寄存器内。

校验和 (器件配置模式中的 Checksum_MSB (0x1E) 和 Checksum_LSB (0x1F)): 校验和是 LED 配置模式中的寄存器 (0x01—0x1F) 的值和器件配置模式中的寄存器 (0x01—0x1D) 的值之和。该校验和还包含任何保留寄存器位的值。计算该校验和时，主机不应写入这些位而应当向每一位添加‘0’。

工作模式中的 Checksum_Flash_xxx 寄存器表示存储在闪存内的校验和。工作模式中的 Checksum_RAM_xxx 寄存器表示器件计算并存储在 RAM 内的校验和。

9. 等待 55 ms。
10. 读取 (器件配置模式中的) Host_Mode 寄存器内的“校验和匹配”位，以验证它被置为‘1’。如果该位未被置为‘1’，则从第一步重新操作，然后重新配置该器件。主机应该保留该配置数据的备份 (若需要)。

“校验和匹配”位: CY8CMBR2110 计算该校验和，并将该值与主机输入的校验和寄存器值进行比较。如果这两个值相匹配，(器件配置模式中的) Host_Mode 寄存器内的“校验和匹配”位将被置为‘1’。如果它们不匹配，则表示 I²C 的写操作可能发生了错误，而且该位将被清零。主机可以通过读取处于操作模式的 Checksum_RAM_xxx 寄存器来获知器件计算的校验和。

11. 如果“校验和匹配”位被置为‘1’，则置位 Host_mode 寄存器内的“存储到闪存”位。

存储到闪存内: 在“存储到闪存内”过程中，将执行下列操作：

- 该器件将处于 LED 配置模式和器件配置模式的 64 字节数据复制到闪存内。
- 执行软件复位。
- 软件复位完成后，该器件处于操作模式。

仅在完成‘保存到闪存内’操作后，才适用变更的配置。这对于器件需要为将来的所有操作而配置非常有用。要保证成功执行‘存储到闪存内’操作，要保证器件的电源稳定，而且 V_{DD} 的波动限制为 ±5%。

12. “存储到闪存内”操作后，等待 (T_{SAVE_FLASH} + 器件初始化) 的一段时间。T_{SAVE_FLASH} 在闪存写入时间规范中进行了介绍。如果抗噪能力为“正常”，器件的初始化时间为 350 ms；如果抗噪能力为“高”，则该时间为 1000 ms。

13. 读取工作模式中 Device_Stat 寄存器内的“Factory defaults loaded”位 (加载出厂默认) 位。

Factory Defaults Loaded 位: 执行每次复位时，该器件将闪存内的内容加载到 RAM 内，并使用闪存校验和来验证 RAM 校验和，以确保没有闪存损坏。如果该校验和有差异，则器件指出有闪存损坏，并加载 RAM 中的出厂默认值，然后置位“Factory defaults loaded”位。这样会复位主机以前所修改的任何寄存器值。每个寄存器的出厂默认值被存储在寄存器映射中。

如果加载了出厂默认值，器件的 I²C 地址也从主机设置的当前地址改为默认地址 37h。主机必须检查 I²C 总线上默认的 I²C 地址，用以同 CY8CMBR2110 进行通信。

14. 如果置位了“Factory defaults loaded”位，则会损坏闪存，这时，主机需要从第一步骤重新配置该器件。如果将该位清零，将成功地配置器件。

CY8CMBR2110 复位

可以通过硬件或软件来复位 CY8CMBR2110，具体如下：

- **硬件复位:** 对于此选项，请切换 CY8CMBR2110 引脚上的电源。有两种硬件复位的类型，它们分别为：
 - **电源复位** — 关闭器件的 V_{DD} 线上的外部电源，然后重新打开 (请确保关闭后，进行备份前需要确保 V_{DD} 小于 100 mV)。复位电源时，可在 HostControlGPO1 引脚上看到变为高电平的 16 ms 的脉冲。
 - **XRES 复位** — 将器件的 XRES 引脚置高，然后将其置低。XRES 复位时，在 HostControlGPO1 引脚上看不到脉冲。换句话说，XRES 复位与电源复位相同。

硬件复位时，可从闪存内将 LED 配置模式和器件配置模式的各个寄存器值加载到 RAM 内。初始化所有器件模块，执行了系统诊断，并传送一个最初 5 ms 的脉冲到任何 GPOx (该 GPOx 与诊断失败的 CSx 相应)。如果抗噪能力为“正常”，器件的初始化时间为 350 ms；如果抗噪能力为“高”，则该时间为 1000 ms。如果使能了上电 LED 效果，则可在剩余的所有 GPO 上看到此效果。然后，器件将处于操作模式，并开始执行正常的操作。

- **软件复位** 通过将‘1’写入到 (操作模式中的) Host_Mode 寄存器中的“软件复位”位，可以复位软件。软件复位时，可从闪存内将 LED 配置模式和器件配置模式的各个寄存器值加载到 RAM 内。器件将自动清除“软件复位”位，并且所有器件模块均被初始化。如果抗噪能力为“正常”，器件的初始化时间为 350 ms；如果抗噪能力为“高”，则该时间为 1000 ms。然后，器件将处于操作模式，并开始执行正常的操作。没有执行任何系统诊断操作，且上电 LED 效果也不会发生。如果用户已经将器件配置为上电 LED 效果，并将此设置存储到闪存内，则必须进行硬件复位才能看到上电 LED 效果。

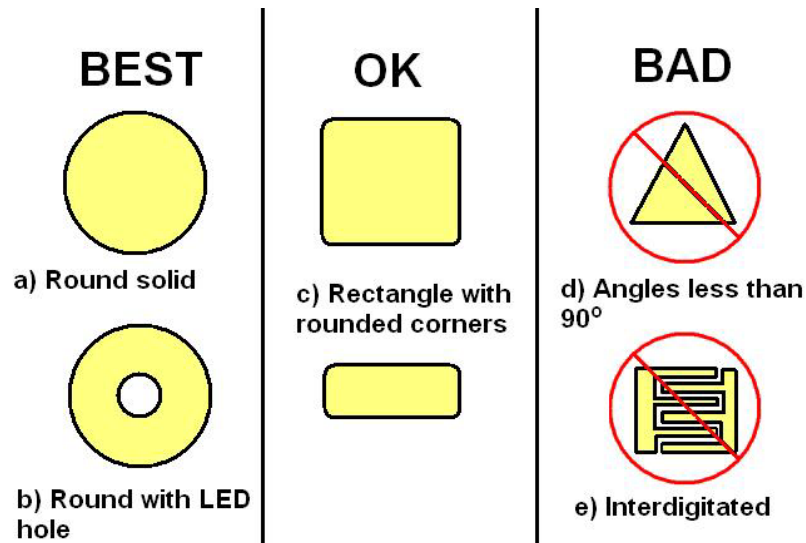
布局指南和最佳实践

表 8. 布局指南和最佳实践

序号	类别	最小值	最大值	建议 / 备注
1	按键形状	—	—	实心圆形模型、带 LED 孔的圆形，圆角的矩形
2	按键尺寸	5 mm	15 mm	请参考 设计工具箱
3	按键间距	等于按键 离地间隙	—	8 mm (第 26 页上的图 39 中的 Y 尺寸)
4	按键离地间隙	0.5 mm	2 mm	请参考 设计工具箱 (第 26 页上的图 39 中的 X 尺寸)
5	接地层 — 顶层	—	—	规划接地 7 mil 走线和 45 mil 栅格
6	接地层 — 底层	—	—	规划接地 7 mil 走线和 45 mil 栅格
7	从按键板到 CapSense 控制器引脚之间的走线长度	—	450 mm	请参考 设计工具箱
8	走线宽度	0.17 mm	0.20 mm	0.17 mm (7 mil)
9	走线布局	—	—	应该将各走线路由到非按键的侧面上。如将非 CapSense 走线穿过 CapSense 走线，则应确保其正交相交。
10	按键的过孔位置	—	—	过孔应接近按键边缘，以降低走线长度并增强灵敏度
11	按键走线的过孔尺寸	—	—	10 mil
12	按键走线上的过孔数	1	2	1
13	CapSense 串联电阻与按键引脚之间的距离	—	10 mm	为实现噪声抑制，应将 CapSense 串联电阻置于靠近 PSoC 的地方。CapSense 电阻具有最高的优先级；因此应先将其放置。
14	任何 CapSense 走线与接地层之间的距离	10 mil	20 mil	20 mil
15	器件放置	—	—	将器件安装在按键的对面层。器件和按键之间的 CapSense 走线长度要为最小 (请查看上面的走线长度内容)
16	将各个组件放置在两层 PCB 上	—	—	顶层 — 按键 底层 — 器件、其他组件以及走线。
17	将各个组件放置在四层 PCB 上	—	—	顶层 — 按键 第二层 — CapSense 走线和 V _{DD} (避免将 V _{DD} 走线布置在按键下方) 第三层 — 网格地 底层 — CapSense 控制器、其他组件以及非 CapSense 走线
18	覆盖层厚度	0 mm	5 mm	请参考 设计工具箱
19	覆盖层材料	—	—	应该为非导电材料。玻璃、ABS 塑料、胶木、木材、等等。PCB 与覆盖层之间不能有气隙。请使用粘合剂来粘贴 PCB 和覆盖层。
20	覆盖层粘合剂	—	—	粘合剂应为非导电材料且介电同质。建议使用 3M 467MP 和 468MP 粘合剂。
21	LED 背光	—	—	在按键板上切一个孔，并使用可背后安装的 LED。有关 PCB 布局信息，请参考以下部分。
22	电路板厚度	—	—	基于 CapSense FR4 设计的标准板厚为 1.6 mm。

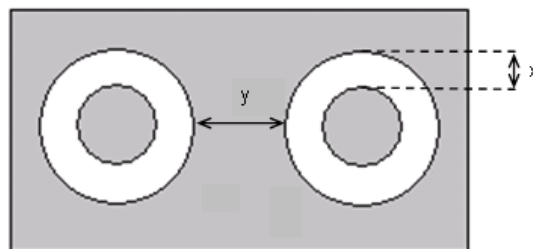
CapSense 按键形状

图 38. CapSense 按键形状



按键设计

图 39. 按键设计

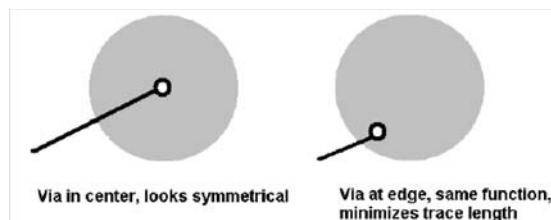


X: 按键离地间隙 (请参考第 25 页上的布局指南和最佳实践)

Y: 按键离地间隙 (请参考第 25 页上的布局指南和最佳实践)

推荐的过孔放置

图 40. 推荐的过孔放置



带有十个 CapSense 按键和十个 LED 的 PCB 布局设计示例

图 41. 顶层

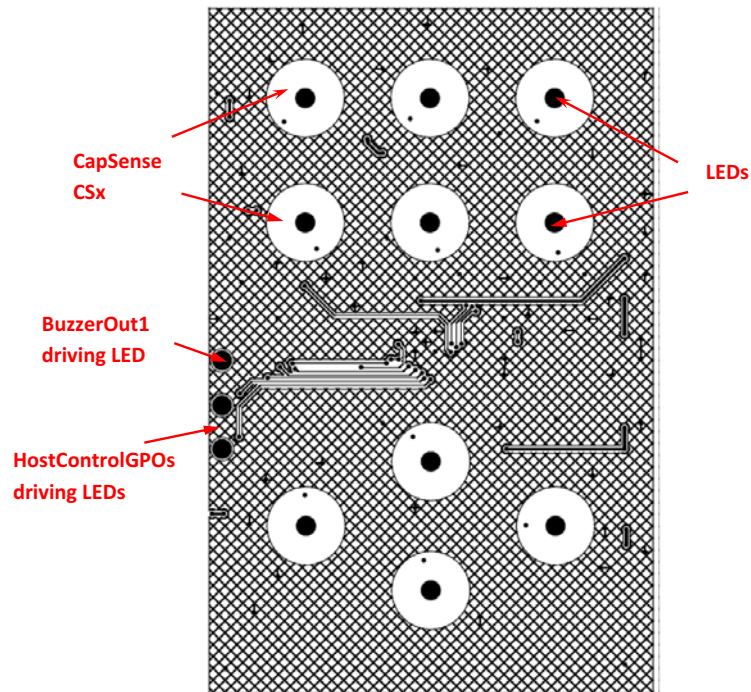
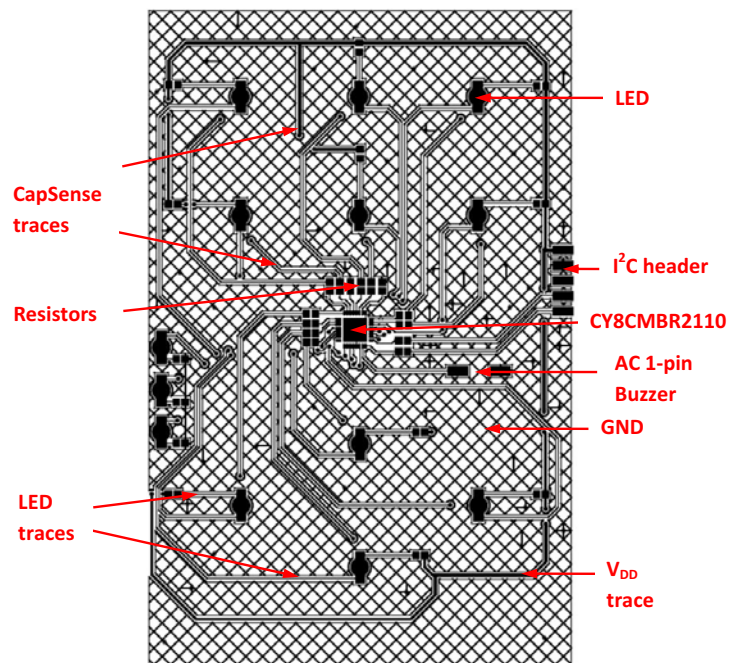


图 42. 底层



电气规范

本节介绍了 CY8CMBR2110 器件的直流和交流电气规范。

最大绝对额定值

超过最大额定值可能会缩短器件的使用寿命。

表 9. 最大绝对额定值

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	条件
T _{STG}	存放温度	-55	+25	+125	°C	存放温度越高，数据保留时间就越短。推荐的存放温度为 +25 °C ± 25 °C。存放温度长期保持在 85°C 以上会降低可靠性。
V _{DD}	与 V _{SS} 相对的供电电压	-0.5	-	+6.0	V	
V _{IO}	CapSense 输入和数字输出引脚的直流电压	V _{SS} - 0.5	-	V _{DD} + 0.5	V	
I _{MIG}	任意 GPO 引脚中的最大电流	-25	-	+50	mA	
ESD	静电放电电压	2000	-	-	V	人体模型 ESD
LU	栓锁电流	-	-	200	mA	符合 JESD78 标准

工作温度

表 10. 工作温度

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
T _A	环境温度	-40	-	+85	°C	
T _C	商业级温度	0	-	+70	°C	
T _J	Die 工作温度	-40	-	+100	°C	从环境温度到结温的升高情况因封装不同而有所变化。请参考第 35 页上的表 21。用户必须限制功耗，以便满足此要求。

直流电气特性

芯片直流电平规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 11. 直流芯片级规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
$V_{DD}^{[1]、[2]、[3]}$	供电电压	1.71	—	5.5	V	
I_{DD}	供电电流	—	3.4	4.0	mA	$V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
I_{DA}	操作电流	—	3.4	4.0	mA	$V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，连续按键扫描
I_{DS}	深度睡眠电流	—	0.1	1.05	μA	$V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
I_{DL}	低功耗睡眠电流	—	9.52	14.20	μA	$V_{DD} = 3.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
I_{AV1}	平均电流	—	90.5	—	μA	使用 4 个按键，每小时有 180 次的按键触摸，平均按键触摸时间为 1000 ms，禁用蜂鸣器，禁用按键触摸 LED 效果， $10\text{ pF} < (\text{所有按键的 } C_P) < 20\text{ pF}$ ，按键扫描速率为 541 ms，最优化功耗，抗噪能力级别为“正常”，CSx 的灵敏度为“中等”。
I_{AV2}	平均电流	—	111.2	—	μA	使用 8 个按键，每小时有 2000 次的按键触摸，平均按键触摸时间为 500 ms，禁用蜂鸣器，平均按键触摸 LED 效果时间为 1000 ms， $10\text{ pF} < (\text{所有按键的 } C_P) < 20\text{ pF}$ ，按键扫描速率为 541 ms，最优化功耗，抗噪能力等级为“正常”，CSx 的灵敏度为“中等”。
I_{AV3}	平均电流	—	148.2	—	μA	使用 10 个按键，每小时有 200 次的按键触摸，平均按键触摸时间为 500 ms，禁用蜂鸣器，平均按键触摸 LED 效果时间为 1000 ms， $10\text{ pF} < (\text{所有按键的 } C_P) < 20\text{ pF}$ ，按键扫描速率为 362 ms，最优化功耗，抗噪能力级别为“正常”，CSx 的灵敏度为“中等”。

注释：

8. 当 V_{DD} 电压保持 1.75 V 到 1.9 V 的时间超过 50 μs 时，从 1.75 V 到 1.9 V 范围移至 2V 以上的转换率必须慢于 1 V/500 μs ，以避免触发 POR。其他任何电压范围内或跃变时压摆率的另外限制是 SRPOWER_UP 参数。
9. 断电后，确保在 V_{DD} 降至 100 mV 以下后才使用备用电源。
10. 为能正常实现 CapSense 模块功能，如果 V_{DD} 的下降电压超过基本 V_{DD} 电压的 5%，则 V_{DD} 的下降的速率不能超过 200 mV/s。 V_{DD} 基本电压可为 1.8 V 到 5.5 V。

直流通用 I/O 规范

这些表格分别列出了以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范: 3.0 V 至 5.5 V 和 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$, 2.4 V 至 3.0 V 和 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$, 或 1.71 V 至 2.4 V 和 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ 。典型参数适用于 25°C 且电压为 5 V 和 3.3 V 的情况, 这些参数仅供设计指导之用。

表 12. 3.0 V 到 5.5 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} \leq 10\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.90$	–	–	V	$I_{OH} = 1\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 20 mA
V_{OH3}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚的高输出电压	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} \leq 10\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	在 GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上可输出高电平电压	$V_{DD} - 0.90$	–	–	V	$I_{OH} = 5\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 20 mA
V_{OL}	输出低电平电压	–	–	0.75	V	$I_{OL} = 25\ \text{mA}$, $V_{DD} > 3.3\ \text{V}$, GPO0、GPO1、GPO2、GPO3、GPO4、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚上的最大灌电流为 60 mA, GPO5、GPO6、GPO7、GPO8、GPO9、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚上的灌电流为 60 mA。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	0.80	V	
V_{IH}	输入高电平电压	2.00	–	–	V	

表 13. 2.4 V 到 3.0 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} \leq 10 \mu A$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.40$	–	–	V	$I_{OH} = 0.2 \text{ mA}$, 所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OH3}	在 GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上可输出高电平电压	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} \leq 10 \mu A$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上的高输出电压	$V_{DD} - 0.50$	–	–	V	$I_{OH} = 2 \text{ mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OL}	输出低电压	–	–	0.75	V	$I_{OL} = 10 \text{ mA}$, GPO0、GPO1、GPO2、GPO3、GPO4、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚上的最大灌电流为 30 mA, GPO5、GPO6、GPO7、GPO8、GPO9、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚上的灌电流为 30 mA。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	0.72	V	
V_{IH}	输入高电平电压	1.40	–	–	V	

表 14. 1.71 V 到 2.4 V 的直流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{OH1}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} = 10 \mu A$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH2}	GPO0–GPO9 上的高输出电压 (GPO5 除外)	$V_{DD} - 0.50$	–	–	V	$I_{OH} = 0.5 \text{ mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH3}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上的高输出电压	$V_{DD} - 0.20$	–	–	V	$I_{OH} = 10 \mu A$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OH4}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上的高输出电压	$V_{DD} - 0.50$	–	–	V	$I_{OH} = 2 \text{ mA}$, 所有 I/O 的最大源电流为 10 mA
V_{OL}	输出低电压	–	–	0.4	V	$I_{OL} = 5 \text{ mA}$, GPO0、GPO1、GPO2、GPO3、GPO4、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚的最大灌电流为 30 mA, GPO5、GPO6、GPO7、GPO8、GPO9、BuzzerOut0、HostControlGPO0 引脚上的灌电流为 20 mA。
V_{IL}	输入低电平电压	–	–	$0.3 \times V_{DD}$	V	
V_{IH}	输入高电平电压	$0.65 \times V_{DD}$	–	–	V	

*P*C 直流规范

下表分别列出了以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范: 3.0 V 至 5.5 V 和 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ 、2.4 V 至 3.0 V 和 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ 或 1.71 V 至 2.4 V 和 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ 。典型参数适用于 25°C 且电压为 5 V 和 3.3 V 的情况, 这些参数仅供设计指导之用。

表 15. 3.0 V 到 5 V 的直流通用 I/O 规范

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
V_{IL12C}	输入低电平	–	–	$0.25 \times V_{DD}$	V	$3.1 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5 \text{ V}$
		–	–	$0.3 \times V_{DD}$	V	$2.5 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 3.0 \text{ V}$
		–	–	$0.3 \times V_{DD}$	V	$1.71 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 2.4 \text{ V}$
V_{IH12C}	输入高电平	$0.65 \times V_{DD}$	–	–	V	$1.71 \text{ V} \leq V_{DD} \leq 5.5 \text{ V}$

交流电气规范

交流芯片级规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 16. 交流芯片级规范

参数	说明	最小值	最大值	单位	注意
SR _{POWER UP}	电源上升速率	—	250	V/ms	上电期间 V _{DD} 的转换速率。
T _{XRST}	上电时的外部复位脉冲宽度	1		ms	器件的电源有效后, 才适用该参数
T _{XRST2}	上电后的外部复位脉冲宽度	10		μs	器件的 V _{DD} 达到最大值后, 才适用该参数

交流通用 I/O 规范

下表列出了在以下电压和温度范围内许可的最大和最小规范。

表 17. 交流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
T _{Rise1}	GPO0–GPO9 (GPO5 除外) 的上升时间、强驱动模式, Cload = 50 pF	15	—	80	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 10% 到 90%
T _{Rise2}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚上的上升时间和强驱动模式, Cload = 50 pF	10	—	50	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 10% 到 90%
T _{Rise3}	GPO0–GPO9 (GPO5 除外) 的上升时间、强驱动模式低电压供电, Cload = 50 pF	15	—	80	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 10% 到 90%
T _{Rise4}	GPO5、BuzzerOut0、BuzzerOut1、HostControlGPO0、HostControlGPO1 引脚的上升时间和强驱动模式低电压供电, Cload = 50 pF	10	—	80	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 10% 到 90%
T _{Fall1}	所有 GPO、BuzzerOut 和 HostControlGPO 引脚的下降时间、强驱动模式, Cload = 50 pF	10	—	50	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 90% 降到 10%
T _{Fall2}	GPO、BuzzerOut 引脚和 HostControlGPO 的下降时间、强驱动模式低电压供电, Cload = 50 pF	10	—	70	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 90% 到 10%

闪存写入时间规范

除非下表中另有指定, 否则所有限制值的适用条件均为: VDD = 5.0 V。

表 18. 闪存写入时间规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
T _{SAVE_FLASH1}	写入到闪存所需时间	—	45	120	ms	T _A = 0 °C - 100 °C
T _{SAVE_FLASH2}	写入到闪存所需时间	—	70	240	ms	T _A = -40 °C - 0 °C

CapSense 规格

表 19. CapSense 规格

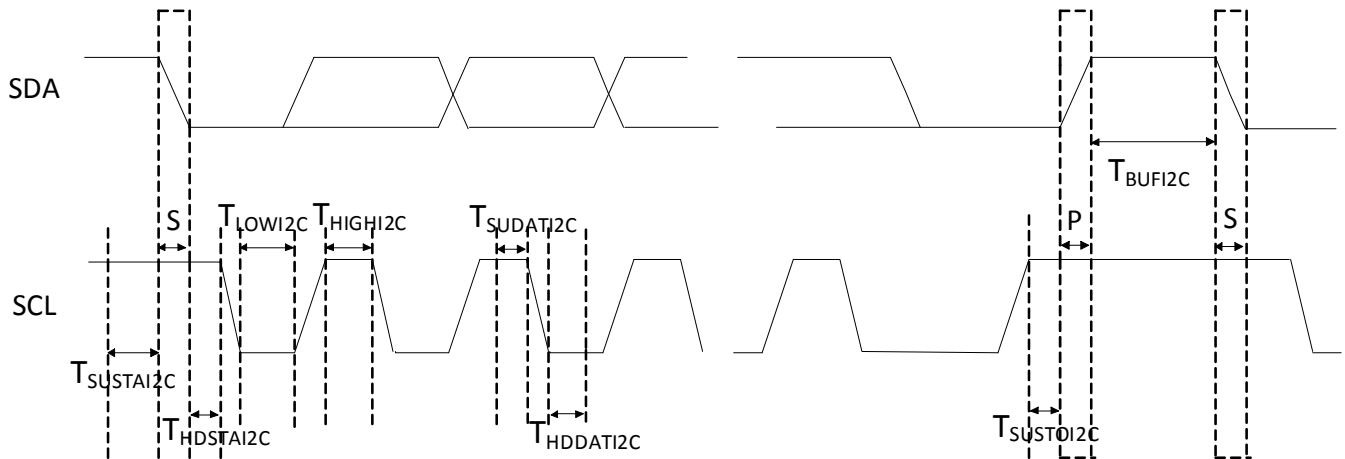
参数	说明	最小值	最大值	单位	注意
C_P	寄生电容	5.0	$(C_P + C_F) < 40^{[1]}$	pF	C_P 是不存在手指触摸时引脚端的总电容。 C_P 是 C_{BUTTON} 、 C_{TRACE} 以及过孔和 C_{PIN} 的电容之和。
C_F	手指电容	0.25	$(C_P + C_F) < 40^{[1]}$	pF	C_F 等于手指触摸所引起的电容。
C_{PIN}	引脚上作为输入的电容负载	0.5	7	pF	
C_{MOD}	外部调制器电容	2	2.4	nF	必须有该电容，CapSense 才能正常工作，
R_S	引脚和按键之间的串联电阻	—	616	Ω	降低 RF 噪声。

I²C 规范

表 20. I²C 规范

参数	说明	最小值	最大值	单位
F_{SCL2C}	SCL 时钟频率	0	100	kHz
$T_{SUSTA2C}$	启动条件的建立时间	4.7	—	μ s
$T_{HDSTA2C}$	启动条件的保持时间经过此时间后，会生成第一个时钟脉冲	4.0	—	μ s
T_{LOWI2C}	SCL 时钟的低电平周期	4.7	—	μ s
$T_{HIGHI2C}$	SCL 时钟的高电平周期	4.0	—	μ s
$T_{HDDAT2C}$	数据保持时间	0	—	μ s
$T_{SUDAT2C}$	数据建立时间	250	—	ns
$T_{SUSTOI2C}$	停止条件的建立时间	4.0	—	μ s
T_{BUFI2C}	停止和启动条件之间的总线空闲时间	4.7	—	μ s

图 43. I²C 总线上的时序定义



S – 启动条件

P – 停止条件

注释:

11. 当温度为 0 °C 以上时，寄生电容的最大值为 40 pF，温度为 -45 °C 时，该值为 38 pF。

订购代码	封装类型	工作温度	CapSense 输入	GPO 的	XRES 引脚
CY8CMBR2110-24LQXI	32 焊盘 (5 × 5 × 0.6 mm) QFN	工业级	10	10	是
CY8CMBR2110-24LQXIT	32 焊盘 (5 × 5 × 0.6 mm) QFN (盘带封装)	工业级	10	10	是

CY 8 C MBR 2110 - 24 LQ X I X

- X = 空白或 T
空白 = 管子; T = 盘带封装
- 温度范围: I = 工业 = -40 °C 至 85 °C
- 无铅
- 封装类型:
LQ = 32 引脚 QFN
- 速度: 24 MHz
- 芯片型号
- 机械按键替换
- 技术代码: C = CMOS
- 销售代码: 8 = PSoC
- 公司 ID: CY = 赛普拉斯

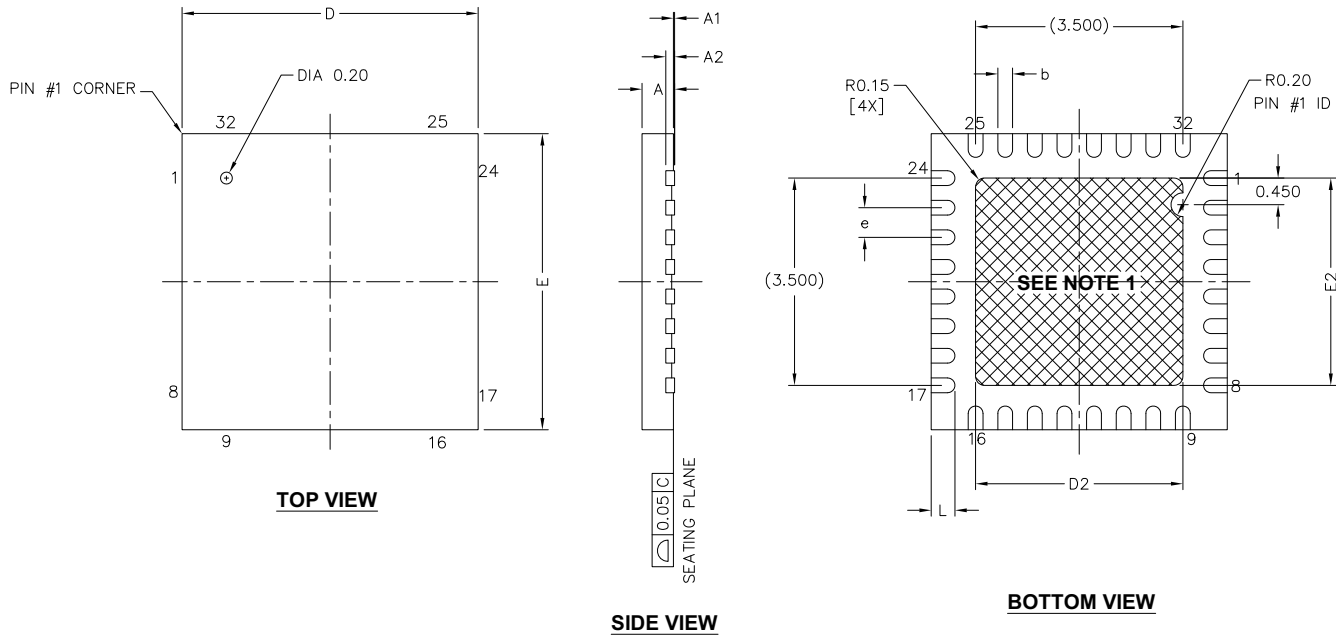
封装	典型 $\theta_{JA}^{[12]}$
32 引脚 QFN ^[13]	20 °C/W

封装	最小峰值温度 (T _C)	最大时间高于 T _C - 5 °C
32 引脚 QFN	260 °C	30 秒

13. 要达到 QFN 封装指定的热阻, 中心热焊盘必须焊接到 PCB 接地层。


封装图

图 44. 32 引脚 QFN (5 × 5 × 0.55 mm) LQ32 3.5 × 3.5 E-Pad (锯型) 封装外形, 001-42168



SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.50	0.55	0.60
A1	-	0.020	0.045
A2	0.15 BSC		
D	4.90	5.00	5.10
D2	3.40	3.50	3.60
E	4.90	5.00	5.10
E2	3.40	3.50	3.60
L	0.30	0.40	0.50
b	0.18	0.25	0.30
e	0.50 TYP		

NOTES:

1.  HATCH AREA IS SOLDERABLE EXPOSED PAD
2. BASED ON REF JEDEC # MO-248
3. PACKAGE WEIGHT: 0.0388g
4. DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

001-42168 *F

附录 — 寄存器映射

1. 工作模式

地址	名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	主机访问 ^[14]	
Op,00h	HOST_MODE					深度睡眠	软件复位	Device_Mode[2:0]			RW:00
Op,01h	HOST_CONTROL_OUTPUT	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0						RW:00
Op,02h	预留										#:??
Op,03h	DEVICE_STAT		加载出厂默认配置								R:00
Op,04h	BUTTON_CURRENT_STAT0	CS7z 状态	CS6z 状态	CS5z 状态	CS4z 状态	CS3z 状态	CS2z 状态	CS1z 状态	CS0z 状态	R:00	
Op,05h	BUTTON_CURRENT_STAT1							CS9z 状态	CS8z 状态	R:00	
Op,06h	预留										#:??
Op,07h	BUTTON_LATCH_STAT0	CS7 被锁存	CS6 被锁存	CS5 被锁存	CS4 被锁存	CS3 被锁存	CS2 被锁存	CS1 被锁存	CS0 被锁存	R:00	
Op,08h	BUTTON_LATCH_STAT1							CS9 被锁存	CS8 被锁存	R:00	
Op,09h	预留										#:??
Op,0Ah	预留										#:??
Op,0Bh	预留										#:??
Op,0Ch	预留										#:??
Op,0Dh	预留										#:??
Op,0Eh	预留										#:??
Op,0Fh	预留										#:??
Op,10h	预留										#:??
Op,11h	预留										#:??
Op,12h	预留										#:??
Op,13h	预留										#:??
Op,14h	预留										#:??
Op,15h	预留										#:??
Op,16h	预留										#:??
Op,17h	预留										#:??
Op,18h	预留										#:??
Op,19h	预留										#:??
Op,1Ah	CS_FLASH_MSB	CheckSum_Flash_MSB[7:0]									R:00
Op,1Bh	CS_FLASH_LSB	CheckSum_Flash_LSB[7:0]									R:3B
Op,1Ch	CS_RAM_MSB	CheckSum_RAM_MSB[7:0]									R:00
Op,1Dh	CS_RAM_LSB	CheckSum_RAM_LSB[7:0]									R:3B
Op,1Eh	DEVICE_ID	Device_ID[7:0]									R:A1
Op,1Fh	FW_REV	Firmware_revision[7:0]									R:01

注释:

14. 主机访问为 AB:XY

其中

AB = 对寄存器进行的读 / 写访问

XY = 器件上电时寄存器的初始值

例如:

RW:00 = 可对寄存器进行读 / 写访问, 初始值为 00h。

R:A1 = 寄存器是只读的, 初始值为 A1h。

#:?? = 寄存器被预留 (无存储的值)

阴影的区域表示预留的寄存器位。

1.1 HOST_MODE

主机模式寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_MODE: Op, 00h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD				WC ^[15] : 0	WC ^[15] : 0	RW: 0		
位名				深度睡眠	软件复位	器件模式 [2:0]		

通过该寄存器可使器件进入深度睡眠模式，执行器件软件复位操作以及设置器件的工作模式等操作。欲更多了解软件复位的信息，请参考第 24 页上的 [CY8CMBR2110 复位](#)。

位	名称	说明
4	深度睡眠	该位用于决定器件进入深度睡眠，器件退出深度睡眠模式后该位将自动被 CapSense 控制器清除。要更多了解深度睡眠的信息，请参考第 21 页上的 功耗和工作模式 。
		0 器件处于正常睡眠状态
		1 启动深度睡眠模式
3	软件复位	通过该位进行复位 CapSense 控制器
		0 不产生影响
		1 复位 CapSense 控制器
2:0	器件模式	这些位用于决定 CapSense 控制器的器件模式
		000 操作模式
		001 LED 配置模式
		010 器件配置模式
		011 生产线测试模式
		100 调试数据模式
		101 无效
		110 无效
		111 无效

注释:

15. 完成所需的操作后，器件会自动清除 Write Clear (WC) 位。

1.2 HOST_CONTROL_OUTPUT

主机控制输出寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_CONTROL_OUTPUT: Op, 01h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0							
位名	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0				

该寄存器用于控制主机控制 GPO 的逻辑电平。更多信息, 请参考第 17 页上的主机控制的 GPO。

位	名称	说明
7	主机控制的 GPO3	该位用于控制主机控制的 GPO3 逻辑电平
		0 主机控制的 GPO3 被置为逻辑低电平
		1 主机控制的 GPO3 被置为逻辑高电平
6	主机控制的 GPO2	该位用于控制主机控制 GPO2 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO2 被置为逻辑低电平
		1 主机控制的 GPO2 被置为逻辑高电平
5	主机控制的 GPO1	该位用于控制主机控制 GPO1 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO1 被置为逻辑低电平
		1 主机控制的 GPO1 被置为逻辑高电平
4	主机控制的 GPO0	该位用于控制主机控制 GPO0 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO0 被置为逻辑低电平
		1 主机控制的 GPO0 被置为逻辑高电平

1.3 DEVICE_STAT

器件状态寄存器

单独寄存器名称和地址:

DEVICE_STAT: Op, 03h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD		R: 0						
位名		加载出厂默认配置						

该寄存器用于读取上电时加载出厂默认配置还是加载用户配置。

位	名称	说明
6	加载出厂默认配置	该寄存器用于确认上电时加载出厂默认配置还是加载用户配置。
		0 在器件上电时加载用户配置
		1 在器件上电时在出厂默认配置

1.4 BUTTON_CURRENT_STATx

CapSense 按键的当前状态寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_CURRENT_STAT0: Op, 04h				BUTTON_CURRENT_STAT1: Op, 05h				
BUTTON_CURRENT_STAT0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

BUTTON_CURRENT_STAT1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

读取这些寄存器可得到按键的 ON/OFF 状态。

位	名称	说明
x	CSx	该位提供了按键的 ON/OFF 状态 0 表示按键为 OFF 状态
		1 表示按键为 ON 状态

1.5 BUTTON_LATCH_STATx

CapSense 按键的锁存状态寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_LATCH_STAT0: Op, 07h				BUTTON_LATCH_STAT1: Op, 08h				
BUTTON_LATCH_STAT0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

BUTTON_LATCH_STAT1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

读取这些寄存器可得到按键的锁存状态。更多按键锁存状态的信息, 请参考第 14 页上的锁存状态读取。

1.6 CHECKSUM_FLASH_xxx

FLASH 设置校验和寄存器

单独寄存器名称和地址:

CHECKSUM_FLASH_MSB: Op, 1Ah				CHECKSUM_FLASH_LSB: Op, 1Bh				
CHECKSUM_FLASH_MSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 00							
位名	CheckSum_Flash_MSB[7:0]							

CHECKSUM_FLASH_LSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 3Bh							
位名	CheckSum_Flash_LSB[7:0]							

读取寄存器 1Ah、1Bh 中的 2 个字节可得到存储在闪存内的设置的校验和。校验和是器件配置模式 (寄存器 0x01-0x1D) 和 LED 配置模式中存储在闪存内的所有寄存器之和。将设置保存到闪存内后, 默认的设置将被改为存储在闪存内的新数值。

1.7 CHECKSUM_RAM_xxx

RAM 设置校验和寄存器

单独寄存器名称和地址:

CHECKSUM_RAM_MSB: Op, 1Ch				CHECKSUM_RAM_LSB: Op, 1Dh				
CHECKSUM_RAM_MSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 00							
位名	CheckSum_RAM_MSB[7:0]							

CHECKSUM_RAM_LSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 3Bh							
位名	CheckSum_RAM_LSB[7:0]							

读取寄存器 1Ch、1Dh 中的 2 个字节可得到存储在闪存内的设置的校验和。校验和是器件配置模式 (寄存器 0x01-0x1D) 和 LED 配置模式中的存储于 RAM 内的所有寄存器之和。

1.8 DEVICE_ID

器件识别寄存器

单独寄存器名称和地址:

DEVICE_ID: Op, 1Eh

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: A1							
位名	Device ID[7:0]							

读取该寄存器的 1 字节可得到唯一的器件 ID，从而帮助识别器件。该器件的器件 ID 为“0xA1”。

1.9 FW_REV

固件版本寄存器

单独寄存器名称和地址:

FW_REV: Op, 1Fh

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 01							
位名	Device ID[7:0]							

读取该寄存器的 1 字节可得到固件版本。

2. LED 配置模式

地址	名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	主机访问 ^[16]
Lc,00h	HOST_MODE						Device_Mode[2:0]			RW:01
Lc,01h	LED_CONFIG	最后按键 LED 效果使能	模拟电压输出使能	待机模式下的 LED 亮度 [5:4]	LED 点亮时间使能	按键触摸 LED 效果使能	上电 LED 效果使能	上电 LED 效果序列使能		RW:00
Lc,02h	LED_FAD_PERIOD1	Period[7:0]								RW:00
Lc,03h	LED_FAD_PERIOD2	Period[7:0]								RW:00
Lc,04h	LED_FAD_PERIOD3	Period[7:0]								RW:00
Lc,05h	LED_FAD_PERIOD4	Period[7:0]								RW:00
Lc,06h	GPO000_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,07h	GPO000_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		Breathing effect	High_Time	Low_Time		RW:00
Lc,08h	GPO123_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,09h	GPO123_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		呼吸效果	High_Time	Low_Time		RW:00
Lc,0Ah	GPO456_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,0Bh	GPO456_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		呼吸效果	High_Time	Low_Time		RW:00
Lc,0Ch	GPO789_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,0Dh	GPO789_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		呼吸效果	High_Time	Low_Time		RW:00
Lc,0Eh	预留									#:??
Lc,0Fh	预留									#:??
Lc,10h	预留									#:??
Lc,11h	预留									#:??
Lc,12h	GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,13h	GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		High_Time[2:1]		Low_Time		RW:00
Lc,14h	GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,15h	GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		High_Time[2:1]		Low_Time		RW:00
Lc,16h	GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,17h	GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		High_Time[2:1]		Low_Time		RW:00
Lc,18h	GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	Ramp_Up_Time[7:6]		High_Brightness[5:3]		LED_Scenario_Repeat[2:0]				RW:00
Lc,19h	GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	Ramp_Down_Time[7:6]		Low_Brightness[5:3]		High_Time[2:1]		Low_Time		RW:00
Lc,1Ah	预留									#:??
Lc,1Bh	预留									#:??
Lc,1Ch	预留									#:??
Lc,1Dh	预留									#:??
Lc,1Eh	预留									#:??
Lc,1Fh	预留									#:??

注释:

16. 主机访问为 AB:XY

其中

AB = 对寄存器进行的读 / 写访问

XY = 器件上电时寄存器的初始值

例如:

RW:00 = 可对寄存器进行读 / 写访问, 初始值为 00h。

R:A1 = 寄存器是只读的, 初始值为 A1h。

#:?? = 寄存器被预留 (无存储的值)

阴影的区域表示预留的寄存器位。

2.1 HOST_MODE

主机模式寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_MODE: Lc, 00h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD						RW: 1		
位名						器件模式 [2:0]		

该寄存器用于设置器件的工作模式。

位	名称	说明
2:0	器件模式	这些位用于决定 CapSense 控制器的器件模式
		000 操作模式
		001 LED 配置模式
		010 器件配置模式
		011 生产线测试模式
		100 调试数据模式
		101 无效
		110 无效
		111 无效

2.2 LED_CONFIG

LED 效果配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

LED_CONFIG: Lc, 01h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0	RW: 0	RW: 0		RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0
位名	最后按键 LED 效果使能	模拟电压输出使能	待机模式下的 LED 亮度 [5:4]		LED 点亮时间使能	按键触摸 LED 效果使能	上电 LED 效果使能	上电 LED 效果序列

该寄存器用于使能 / 禁用触摸按键时的 LED 效果和上电 LED 效果，决定上电 LED 效果序列，LED 点亮时间使能 / 禁用，设置待机模式下的 LED 亮度，使能 / 禁用模拟电压输出，以及使能 / 禁用最后按键 LED 效果。

位	名称	说明										
7	最后按键 LED 效果使能	通过该位可决定 LED 效果是在所有 GPO 上继续出现还是仅在最后按键触摸继续出现。										
		0 根据设置，LED 效果在某个触摸按键上出现										
		1 LED 效果仅在最后触摸按键上出现										
6	模拟电压输出使能	该位决定能否将输出引脚作为开漏开关										
		0 输出引脚不可用作模拟输出电压										
		1 输出引脚可以用作模拟输出电压										
5:4	待机模式下的 LED 亮度	这些位用于设置待机模式下 LED 的亮度										
		<table><tr><th>待机模式下的 LED 亮度位</th><th>LED 亮度</th></tr><tr><td>0b00</td><td>0%</td></tr><tr><td>0b01</td><td>20%</td></tr><tr><td>0b10</td><td>30%</td></tr><tr><td>0b11</td><td>50%</td></tr></table>	待机模式下的 LED 亮度位	LED 亮度	0b00	0%	0b01	20%	0b10	30%	0b11	50%
		待机模式下的 LED 亮度位	LED 亮度									
		0b00	0%									
		0b01	20%									
		0b10	30%									
		0b11	50%									
3	LED 点亮时间使能	在释放按键后，通过该位来使能 LED 点亮时间										
		0 LED 点亮时间被禁用										
		1 LED 点亮时间被使能，并且 LED 点亮时间值来自 LED_FAD_PERIOD1 寄存器。										
2	按键触摸 LED 效果使能	该位用于使能或禁用按键触摸 LED 效果。如果未置位该位，则可以忽略寄存器 0x06 – 0x0D 内的设置。										
		0 禁用按键触摸 LED 效果										
		1 使能按键触摸 LED 效果										
1	上电 LED 效果使能	该位用于使能或禁用上电 LED 效果。如果未置位该位，则可以忽略寄存器 0x12 – 0x19 内的设置。										
		0 禁用上电 LED 效果										
		1 使能上电 LED 效果										
0	上电 LED 效果序列	该位用于决定 GPO 上的上电 LED 效果序列										
		0 表示上电 LED 效果同时出现在所有 GPO 上										
		1 表示上电 LED 效果按顺序依次出现在所有 GPO 上。出现的顺序分别为 GPO0>GPO1>.....GPO9										

2.3 LED_FAD_PERIODx

LED 效果全局时序寄存器

单独寄存器名称和地址:

LED_FAD_PERIOD1: Lc, 02h

LED_FAD_PERIOD2: Lc, 03h

LED_FAD_PERIOD3: Lc, 04h

LED_FAD_PERIOD4: Lc, 05h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00							
位名	PERIOD[7:0]							

该寄存器用于设置 LED 效果的时序。该寄存器中的每一个步骤递增同 LED 效果时序的 20 ms 递增相对应。

2.4 GPOxxx_LED_DIM_CONFIG1

LED 效果配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

GPO000_LED_DIM_CONFIG1:Lc,06h

GPO123_LED_DIM_CONFIG1:Lc,08h

GPO456_LED_DIM_CONFIG1:Lc,0Ah

GPO789_LED_DIM_CONFIG1:Lc,0Ch

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW:00		RW: 00			RW: 00		
位名	T _{RU} [7:6]		HIGH_BRIGHTNESS[5:3]			LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]		

该寄存器用于设置 LED 效果的上升时间、高亮度的强度及 LED 场景重复频率。下表提供了寄存器列表以及所对应的 GPO (LED 效果由寄存器设置控制)。

寄存器名称	寄存器中定义效果的 GPO
GPO000_LED_DIM_CONFIG1	GPO0
GPO123_LED_DIM_CONFIG1	GPO1、GPO2、GPO3
GPO456_LED_DIM_CONFIG1	GPO4、GPO5、GPO6
GPO789_LED_DIM_CONFIG1	GPO7、GPO8、GPO9

位	名称	说明																		
7:6	T _{RU} [7:6]	这些位用于决定用作上升时间的全局设置时间 <table><tr><th>T_{RU}[7:6]</th><th>上升时间</th></tr><tr><td>0b00</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>0b01</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr><tr><td>0b10</td><td>LED_FAD_PERIOD3</td></tr><tr><td>0b11</td><td>LED_FAD_PERIOD4</td></tr></table>	T _{RU} [7:6]	上升时间	0b00	LED_FAD_PERIOD1	0b01	LED_FAD_PERIOD2	0b10	LED_FAD_PERIOD3	0b11	LED_FAD_PERIOD4								
T _{RU} [7:6]	上升时间																			
0b00	LED_FAD_PERIOD1																			
0b01	LED_FAD_PERIOD2																			
0b10	LED_FAD_PERIOD3																			
0b11	LED_FAD_PERIOD4																			
5:3	HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	这些位用于决定高亮度状态的强度。 <table><tr><th>HIGH_BRIGHTNESS[5:3]</th><th>上升目标的强度</th></tr><tr><td>0b000</td><td>100%</td></tr><tr><td>0b001</td><td>90%</td></tr><tr><td>0b010</td><td>80%</td></tr><tr><td>0b011</td><td>65%</td></tr><tr><td>0b100</td><td>50%</td></tr><tr><td>0b101</td><td>40%</td></tr><tr><td>0b110</td><td>20%</td></tr><tr><td>0b111</td><td>0%</td></tr></table>	HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	上升目标的强度	0b000	100%	0b001	90%	0b010	80%	0b011	65%	0b100	50%	0b101	40%	0b110	20%	0b111	0%
HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	上升目标的强度																			
0b000	100%																			
0b001	90%																			
0b010	80%																			
0b011	65%																			
0b100	50%																			
0b101	40%																			
0b110	20%																			
0b111	0%																			
2:0	LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	这些位用于决定释放相应的按键后 LED 效果重复的次数。 <table><tr><th>LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]</th><th>LED 场景重复的速率</th></tr><tr><td>0b000</td><td>0</td></tr><tr><td>0b001</td><td>1</td></tr><tr><td>0b010</td><td>2</td></tr><tr><td>0b011</td><td>4</td></tr><tr><td>0b100</td><td>6</td></tr><tr><td>0b101</td><td>10</td></tr><tr><td>0b110</td><td>15</td></tr><tr><td>0b111</td><td>20</td></tr></table>	LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	LED 场景重复的速率	0b000	0	0b001	1	0b010	2	0b011	4	0b100	6	0b101	10	0b110	15	0b111	20
LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	LED 场景重复的速率																			
0b000	0																			
0b001	1																			
0b010	2																			
0b011	4																			
0b100	6																			
0b101	10																			
0b110	15																			
0b111	20																			

2.5 GPOxxx_LED_DIM_CONFIG2

LED 效果配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

GPO000_LED_DIM_CONFIG2:Lc, 07h GPO123_LED_DIM_CONFIG2:Lc,09h GPO456_LED_DIM_CONFIG2:Lc,0Bh
GPO789_LED_DIM_CONFIG2:Lc,0Dh

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00		RW: 00			RW: 0	RW: 0	RW: 0
位名	T _{RD} [7:6]		LOW_BRIGHTNESS[5:3]			呼吸效果	T _H	T _L

使用这些寄存器来设置 LED 效果的下降时间、低亮度的强度、高亮度的时间以及低亮度的时间。可通过它们进行控制 LED 的呼吸效果。下表提供的信息指出了哪个 GPO 的 LED 效果由哪个寄存器设置控制的。

寄存器名称	寄存器中效果定义的 GPO
GPO000_LED_DIM_CONFIG2	GPO0
GPO123_LED_DIM_CONFIG2	GPO1、GPO2、GPO3
GPO456_LED_DIM_CONFIG2	GPO4、GPO5、GPO6
GPO789_LED_DIM_CONFIG2	GPO7、GPO8、GPO9

位	名称	说明																		
7:6	T _{RD} [7:6]	这些位用于决定用作下降时间的全局设置时间																		
		<table><tr><th>T_{RD}[7:6]</th><th>下降时间</th></tr><tr><td>0b00</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>0b01</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr><tr><td>0b10</td><td>LED_FAD_PERIOD3</td></tr><tr><td>0b11</td><td>LED_FAD_PERIOD4</td></tr></table>	T _{RD} [7:6]	下降时间	0b00	LED_FAD_PERIOD1	0b01	LED_FAD_PERIOD2	0b10	LED_FAD_PERIOD3	0b11	LED_FAD_PERIOD4								
T _{RD} [7:6]	下降时间																			
0b00	LED_FAD_PERIOD1																			
0b01	LED_FAD_PERIOD2																			
0b10	LED_FAD_PERIOD3																			
0b11	LED_FAD_PERIOD4																			
5:3	LOW_BRIGHTNESS[5:3]	这些位用于决定低亮度状态的强度																		
		<table><tr><th>LOW_BRIGHTNESS[5:3]</th><th>下降目标的强度</th></tr><tr><td>0b000</td><td>0%</td></tr><tr><td>0b001</td><td>10%</td></tr><tr><td>0b010</td><td>20%</td></tr><tr><td>0b011</td><td>30%</td></tr><tr><td>0b100</td><td>40%</td></tr><tr><td>0b101</td><td>60%</td></tr><tr><td>0b110</td><td>80%</td></tr><tr><td>0b111</td><td>100%</td></tr></table>	LOW_BRIGHTNESS[5:3]	下降目标的强度	0b000	0%	0b001	10%	0b010	20%	0b011	30%	0b100	40%	0b101	60%	0b110	80%	0b111	100%
LOW_BRIGHTNESS[5:3]	下降目标的强度																			
0b000	0%																			
0b001	10%																			
0b010	20%																			
0b011	30%																			
0b100	40%																			
0b101	60%																			
0b110	80%																			
0b111	100%																			
2	呼吸效果	该位用于决定触摸按键时应不应该重复 LED 效果																		
		0 触摸按键时不重复 LED 效果																		
		1 触摸按键时重复 LED 效果																		
1	T _H	该位用于决定用作高亮度时间的全局设置时间。																		
		<table><tr><th>T_H</th><th>高亮时间</th></tr><tr><td>0</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>1</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr></table>	T _H	高亮时间	0	LED_FAD_PERIOD1	1	LED_FAD_PERIOD2												
T _H	高亮时间																			
0	LED_FAD_PERIOD1																			
1	LED_FAD_PERIOD2																			

位	名称	说明						
0	T _L	该位用于决定用作低亮度时间的全局设置时间。 <table><tr><th>T_L</th><th>低亮度时间</th></tr><tr><td>0</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>1</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr></table>	T _L	低亮度时间	0	LED_FAD_PERIOD1	1	LED_FAD_PERIOD2
T _L	低亮度时间							
0	LED_FAD_PERIOD1							
1	LED_FAD_PERIOD2							

2.6 GPOxxx_PWRON_LED_DIM_CONFIG1

上电 LED 效果配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG1:Lc, 12h GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG1:Lc, 14h
GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG1:Lc, 16h GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG1:Lc, 18h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00		RW: 00			RW: 00		
位名	$T_{RU}[7:6]$		HIGH_BRIGHTNESS[5:3]			LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]		

这些寄存器用于设置上电 LED 效果的上升时间、高亮度的强度及 LED 场景重复频率。下表提供了信息，指出哪个 GPO 的 LED 效果由哪个寄存器设置控制。

寄存器名称	寄存器中效果定义的 GPO
GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	GPO0
GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	GPO1、GPO2、GPO3
GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	GPO4、GPO5、GPO6
GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG1	GPO7、GPO8、GPO9

位	名称	说明																		
7:6	T _{RU} [7:6]	这些位用于决定用作上升时间的全局设置时间 <table><tr><th>T_{RU}[7:6]</th><th>上升时间</th></tr><tr><td>0b00</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>0b01</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr><tr><td>0b10</td><td>LED_FAD_PERIOD3</td></tr><tr><td>0b11</td><td>LED_FAD_PERIOD4</td></tr></table>	T _{RU} [7:6]	上升时间	0b00	LED_FAD_PERIOD1	0b01	LED_FAD_PERIOD2	0b10	LED_FAD_PERIOD3	0b11	LED_FAD_PERIOD4								
T _{RU} [7:6]	上升时间																			
0b00	LED_FAD_PERIOD1																			
0b01	LED_FAD_PERIOD2																			
0b10	LED_FAD_PERIOD3																			
0b11	LED_FAD_PERIOD4																			
5:3	HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	这些位用于决定高亮度状态的强度。 <table><tr><th>HIGH_BRIGHTNESS[5:3]</th><th>上升目标的强度</th></tr><tr><td>0b000</td><td>100%</td></tr><tr><td>0b001</td><td>90%</td></tr><tr><td>0b010</td><td>80%</td></tr><tr><td>0b011</td><td>65%</td></tr><tr><td>0b100</td><td>50%</td></tr><tr><td>0b101</td><td>40%</td></tr><tr><td>0b110</td><td>20%</td></tr><tr><td>0b111</td><td>0%</td></tr></table>	HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	上升目标的强度	0b000	100%	0b001	90%	0b010	80%	0b011	65%	0b100	50%	0b101	40%	0b110	20%	0b111	0%
HIGH_BRIGHTNESS[5:3]	上升目标的强度																			
0b000	100%																			
0b001	90%																			
0b010	80%																			
0b011	65%																			
0b100	50%																			
0b101	40%																			
0b110	20%																			
0b111	0%																			

位	名称	说明																		
2:0	LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	这些位用于决定上电 LED 效果需要重复的次数。 <table><tr><th>LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]</th><th>LED 场景的重复速率</th></tr><tr><td>0b000</td><td>0</td></tr><tr><td>0b001</td><td>1</td></tr><tr><td>0b010</td><td>2</td></tr><tr><td>0b011</td><td>4</td></tr><tr><td>0b100</td><td>6</td></tr><tr><td>0b101</td><td>10</td></tr><tr><td>0b110</td><td>15</td></tr><tr><td>0b111</td><td>20</td></tr></table>	LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	LED 场景的重复速率	0b000	0	0b001	1	0b010	2	0b011	4	0b100	6	0b101	10	0b110	15	0b111	20
LED_SCENARIO_REPEAT[2:0]	LED 场景的重复速率																			
0b000	0																			
0b001	1																			
0b010	2																			
0b011	4																			
0b100	6																			
0b101	10																			
0b110	15																			
0b111	20																			

2.7 GPOxxx_PWRON_LED_DIM_CONFIG2

上电 LED 效果配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG2:Lc, 13h

GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG2:Lc, 15h

GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG2:Lc, 17h

GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG2:Lc, 19h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00		RW: 00			RW: 00		RW: 0
位名	T _{RD} [7:6]		LOW_BRIGHTNESS[5:3]			T _H [2:1]		T _L

使用这些寄存器来设置 LED 效果结构上的下降时间、低亮度的强度、高亮度的时间及低亮度的时间。下表提供了信息, 指出哪个 GPO 的 LED 效果由哪个寄存器设置控制。

寄存器名称	寄存器中效果定义的 GPO
GPO000_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	GPO0
GPO123_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	GPO1、GPO2、GPO3
GPO456_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	GPO4、GPO5、GPO6
GPO789_PWRON_LED_DIM_CONFIG2	GPO7、GPO8、GPO9

位	名称	说明										
7:6	T _{RD} [7:6]	这些位用于决定用作下降时间的全局设置时间 <table><tr><th>T_{RD}[7:6]</th><th>下降时间</th></tr><tr><td>0b00</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>0b01</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr><tr><td>0b10</td><td>LED_FAD_PERIOD3</td></tr><tr><td>0b11</td><td>LED_FAD_PERIOD4</td></tr></table>	T _{RD} [7:6]	下降时间	0b00	LED_FAD_PERIOD1	0b01	LED_FAD_PERIOD2	0b10	LED_FAD_PERIOD3	0b11	LED_FAD_PERIOD4
T _{RD} [7:6]	下降时间											
0b00	LED_FAD_PERIOD1											
0b01	LED_FAD_PERIOD2											
0b10	LED_FAD_PERIOD3											
0b11	LED_FAD_PERIOD4											

位	名称	说明																		
5:3	LOW_BRIGHTNESS[5:3]	这些位用于决定低亮度状态的强度 <table><tr><th>LOW_BRIGHTNESS[5:3]</th><th>下降目标的强度</th></tr><tr><td>0b000</td><td>0%</td></tr><tr><td>0b001</td><td>10%</td></tr><tr><td>0b010</td><td>20%</td></tr><tr><td>0b011</td><td>30%</td></tr><tr><td>0b100</td><td>40%</td></tr><tr><td>0b101</td><td>60%</td></tr><tr><td>0b110</td><td>80%</td></tr><tr><td>0b111</td><td>100%</td></tr></table>	LOW_BRIGHTNESS[5:3]	下降目标的强度	0b000	0%	0b001	10%	0b010	20%	0b011	30%	0b100	40%	0b101	60%	0b110	80%	0b111	100%
LOW_BRIGHTNESS[5:3]	下降目标的强度																			
0b000	0%																			
0b001	10%																			
0b010	20%																			
0b011	30%																			
0b100	40%																			
0b101	60%																			
0b110	80%																			
0b111	100%																			
2:1	T _H [2:1]	这些位用于决定用作高亮度时间的全局设置时间 <table><tr><th>T_H[2:1]</th><th>高亮时间</th></tr><tr><td>0b00</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>0b01</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr><tr><td>0b10</td><td>LED_FAD_PERIOD3</td></tr><tr><td>0b11</td><td>LED_FAD_PERIOD4</td></tr></table>	T _H [2:1]	高亮时间	0b00	LED_FAD_PERIOD1	0b01	LED_FAD_PERIOD2	0b10	LED_FAD_PERIOD3	0b11	LED_FAD_PERIOD4								
T _H [2:1]	高亮时间																			
0b00	LED_FAD_PERIOD1																			
0b01	LED_FAD_PERIOD2																			
0b10	LED_FAD_PERIOD3																			
0b11	LED_FAD_PERIOD4																			
0	T _L	该位用于决定用作低亮度时间的全局设置时间 <table><tr><th>T_L</th><th>低亮度时间</th></tr><tr><td>0</td><td>LED_FAD_PERIOD1</td></tr><tr><td>1</td><td>LED_FAD_PERIOD2</td></tr></table>	T _L	低亮度时间	0	LED_FAD_PERIOD1	1	LED_FAD_PERIOD2												
T _L	低亮度时间																			
0	LED_FAD_PERIOD1																			
1	LED_FAD_PERIOD2																			

3. 器件配置模式

地址	名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	主机访问 ^[17]
Dc,00h	HOST_MODE			加载出厂默认配置	校验和匹配	保存到闪存内	Device_Mode[2:0]			RW:12
Dc,01h	I2C_CFG		I2C_Address[6:0]							RW:37
Dc,02h	DEV_FEATURES					Auto_reset[4:3]		自动阈值	EMC	RW:02
Dc,03h	FSS_GROUP0	CS7_FSS	CS6_FSS	CS5_FSS	CS4_FSS	CS3_FSS	CS2_FSS	CS1_FSS	CS0_FSS	RW:00
Dc,04h	FSS_GROUP1							CS9_FSS	CS8_FSS	RW:00
Dc,05h	预留									#:??
Dc,06h	TOGGLE0	CS7_Toggle	CS6_Toggle	CS5_Toggle	CS4_Toggle	CS3_Toggle	CS2_Togg e	CS1_Toggle	CS0_Toggle	RW:00
Dc,07h	TOGGLE1							CS9_Toggle	CS8_Toggle	RW:00
Dc,08h	预留									#:??
Dc,09h	SENSITIVITY0	CS3_Sensitivity		CS2_Sensitivity		CS1_Sensitivity		CS0_Sensitivity		RW:00
Dc,0Ah	SENSITIVITY1	CS7_Sensitivity		CS6_Sensitivity		CS5_Sensitivity		CS4_Sensitivity		RW:00
Dc,0Bh	SENSITIVITY2					CS9_Sensitivity		CS8_Sensitivity		RW:00
Dc,0Ch	预留									#:??
Dc,0Dh	预留									#:??
Dc,0Eh	CS0_DEB	CS0_Debounce[7:0]								RW:01
Dc,0Fh	CS1-CS9_DEB	CS1-CS9_Debounce[7:0]								RW:01
Dc,10h	预留									#:??
Dc,11h	FINGER_THRESHOLD0	CS1_Finger_Threshold[7:4]				CS0_Finger_Threshold[3:0]				RW:00
Dc,12h	FINGER_THRESHOLD1	CS3_Finger_Threshold[7:4]				CS2_Finger_Threshold[3:0]				RW:00
Dc,13h	FINGER_THRESHOLD2	CS5_Finger_Threshold[7:4]				CS4_Finger_Threshold[3:0]				RW:00
Dc,14h	FINGER_THRESHOLD3	CS7_Finger_Threshold[7:4]				CS6_Finger_Threshold[3:0]				RW:00
Dc,15h	FINGER_THRESHOLD4	CS9_Finger_Threshold[7:4]				CS8_Finger_Threshold[3:0]				RW:00
Dc,16h	预留									#:??
Dc,17h	预留									#:??
Dc,18h	预留									#:??
Dc,19h	预留									#:??
Dc,1Ah	SCANRATE	功耗优化	ScanRate[6:0]							RW:00
Dc,1Bh	BUZZER_CONFIG		Buzzer_Enable	引脚	Pin0 空闲状态		Frequency[2:0]			RW:00
Dc,1Ch	BUZ_OP_DURATION		BuzzerDelay_Value[6:0]							RW:00
Dc,1Dh	CUSTOM_CFG1	Customer_Check_Data[7:0]								RW:00
Dc,1Eh	CHECKSUM_MSB	Checksum_MSB[7:0]								RW:00
Dc,1Fh	CHECKSUM_LSB	Checksum_LSB[7:0]								RW:3B

注释:

17. 主机访问为 AB:XY

其中

AB = 对寄存器进行的读 / 写访问

XY = 器件上电时寄存器的初始值

例如:

RW:00 = 可对寄存器进行读 / 写访问, 初始值为 00h.

R:A1 = 寄存器是只读的, 初始值为 A1h.

#:?? = 寄存器被预留 (无存储的值)

阴影的区域表示预留的寄存器位。

3.1 HOST_MODE

主机模式寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_MODE: Dc, 00h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD			WC ^[18] : 0	R: 1	WC ^[18] : 0			RW: 2
位名			加载出厂默认配置	校验和匹配	保存到闪存内			Device Mode[2:0]

该寄存器用于将配置保存到闪存内、确定工作模式以及加载出厂默认配置。该寄存器还指出了校验和是否匹配；更多校验和匹配的信息，请参考第 24 页上的配置 CY8CMBR2110 的步骤。

位	名称	说明
5	加载出厂默认配置	该位用于将出厂默认设置加载到 RAM 内。但这些设置不会更新用户所配置的 FLASH 区域中的内容
		0 不产生影响
		1 加载出厂默认设置，加载后会自动清除该位
4	校验和匹配	根据器件配置模式和 LED 配置模式中寄存器数据计算的校验和以及主机发送的校验和来设置或清除该位。
		0 主机所发送的校验和与计算的校验和不相匹配
		1 主机发送的校验和与计算的校验和相匹配
3	保存到闪存内	该位用于将当前的配置存储到闪存内
		0 不产生影响
		1 将当前的配置存储到闪存内
2:0	器件模式	这些位用于决定 CapSense 控制器的器件模式
		000 操作模式
		001 LED 配置模式
		010 器件配置模式
		011 生产线测试模式
		100 调试数据模式
		101 无效
		110 无效
		111 无效

注释:

18. 完成所需的操作后，器件自动清除 Write Clear (WC) 位。

3.2 I2C_CFG

I²C 配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

I2C_CFG: Dc, 01h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD								
位名								

通过该寄存器进行设置 I²C 从设备地址。从设备地址的范围为 0x00 ~ 0x7F。

位	名称	说明
6:0	I2C_Address[6:0]	这些位用于设置 7 位的 I ² C 从设备地址

3.3 DEV_FEATURES

器件特性配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

DEV_FEATURES: Dc, 02h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD								
位名								

该寄存器用于使能 / 禁用自动阈值和抗噪能力级别，以及设置按键自动复位的周期。

位	名称	说明
3:2	ARST[3:2]	这些用于决定按键自动复位的周期
1	自动调节阈值	通过该位可决定自动计算所有阈值 (自动阈值已被) 还是用户提供手指阈值输入并且 CapSense 控制器根据手指阈值计算所有其他阈值。
		0 禁用 SmartSense 自动调试的自动阈值计算
		1 使能 SmartSense 自动调试的自动阈值计算
0	EMC	该位用于决定抗噪能力级别
		0 抗噪能力级别为 ‘ 正常 ’
		1 抗噪能力级别为 ‘ 高 ’

3.4 FSS_GROUPx

CapSense FSS 组设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

FSS_GROUP0: Dc, 03h				FSS_GROUP0: Dc, 04h				
FSS_GROUP0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0
位名	CS7_FSS	CS6_FSS	CS5_FSS	CS4_FSS	CS3_FSS	CS2_FSS	CS1_FSS	CS0_FSS

FSS_GROUP1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							RW: 0	RW: 0
位名							CS9_FSS	CS8_FSS

使用这些寄存器进行设置 FSS 适用的按键。

位	名称	说明
x	CSx_FSS	该位用于决定按键是否属于 FSS 组
		0 按键不属于 FSS 组
		1 按键属于 FSS 组

3.5 TOGGLEx

切换设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

TOGGLE0: Dc, 06h				TOGGLE1: Dc, 07h				
TOGGLE0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

TOGGLE1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							RW: 0	RW: 0
位名							CS9	CS8

通过该寄存器来决定 CSx 能否用作切换开关。

位	名称	说明
x	CSx_FSS	该位用于决定是否根据 CSx 进行切换 GPOx
		0 切换被禁用
		1 切换被使能

3.6 SENSITIVITYx

CapSense 按键的灵敏度设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

SENSITIVITY0: Dc, 09h				SENSITIVITY1: Dc, 0Ah				SENSITIVITY2: Dc, 0Bh			
SENSITIVITY0	7	6	5	4	3	2	1	0			
访问: FD	RW: 0			RW: 0			RW: 0			RW: 0	
位名	CS3_Sensitivity			CS2_Sensitivity			CS1_Sensitivity			CS0_Sensitivity	

SENSITIVITY1	7	6	5	4	3	2	1	0			
访问: FD	RW: 0			RW: 0			RW: 0			RW: 0	
位名	CS7_Sensitivity			CS6_Sensitivity			CS5_Sensitivity			CS4_Sensitivity	

SENSITIVITY2	7	6	5	4	3	2	1	0			
访问: FD					RW: 0			RW: 0			
位名					CS9_Sensitivity			CS8_Sensitivity			

这些寄存器用于设置 CapSense 按键的灵敏度。

CSx_Sensitivity bits	按键的灵敏度
0b00	高灵敏度
0b01	高灵敏度
0b10	中灵敏度
0b11	低灵敏度

3.7 CS0_DEB

CS0 的去抖动设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

CS0_DEB: Dc, 0Eh								
	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 01							
位名	Debounce [7:0]							

该寄存器用于设置 CS0 的去抖动。它的范围为 1 ~ 255。

3.8 CS1-CS9_DEB

CS1 到 CS9 的去抖动设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

CS1-CS9_DEB: Dc, 0Fh								
	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 01							
位名	Debounce [7:0]							

该寄存器用于设置 CS1 到 CS9 按键的去抖动。它的范围为 1-255。

3.9 FINGER_THRESHOLDx

CapSense 按键的手指阈值设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

FINGER_THRESHOLD0:Dc,11h		FINGER_THRESHOLD1:Dc,12h		FINGER_THRESHOLD2:Dc,13h				FINGER_THRESHOLD3:Dc,14h		FINGER_THRESHOLD4:Dc,15h	
FINGER_THRESHOLDx	7	6	5	4	3	2	1	0			
访问: FD	RW: 00				RW: 00						
位名	CSy_Finger_Threshold[7:4]				CSx_Finger_Threshold[3:0]						

这些寄存器用于设置 CapSense 按键的手指阈值

按键的手指阈值 'x' = 50 + (13 * CSx_Finger_Threshold[3:0])

3.10 SCANRATE

扫描速率设置寄存器

单独寄存器名称和地址:

SCANRATE: Dc, 1Ah										
	7	6	5	4	3	2	1	0		
访问: FD	RW:00		RW:00							
位名	功耗优化		ScanRate[6:0]							

该寄存器根据功耗优化的位、按键数量以及用户配置的扫描速率来确定按键扫描速率。根据位 6:0 中选择的扫描速率输入，将下列某一个偏移添加到用户配置的扫描速率模式中的扫描速率常量。

0、6、12、20、29、39、49、61、73、86、99、114、128、144、160、176、194、211、229、248、267、287、307、327、348、369、391、413、436、459、482、506

如果将 Bit7 设置为 '1'，那么将使能功耗优化和响应时间优化。

3.11 BUZZER_CONFIG

蜂鸣器输出配置寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUZZER_CONFIG: Dc, 1Bh

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD		RW: 0	RW: 0	RW: 0		RW: 00		
位名		EN	PINS	IDLE0		Frequency[2:0]		

该寄存器用于使能蜂鸣器输出、选择蜂鸣器输出引脚的数量和蜂鸣器输出引脚的空闲状态逻辑电平以及蜂鸣器输出频率。

位	名称	说明																											
6	EN	该位用于使能或禁用蜂鸣器输出																											
		0 禁用蜂鸣器输出																											
		1 使能蜂鸣器输出																											
5	PINS	该位用于选择蜂鸣器输出引脚的数量																											
		0 一个蜂鸣器输出引脚 (交流单引脚蜂鸣器)																											
		1 两个蜂鸣器输出引脚 (交流双引脚蜂鸣器)																											
4	IDLE0	该位用于决定空闲模式下 BuzzerOut0 的逻辑电平																											
		0 BuzzerOut0 在空闲模式下被逻辑置为低电平																											
		1 BuzzerOut0 在空闲模式下被逻辑置为高电平																											
2:0	Frequency[2:0]	这些位用于决定蜂鸣器输出的频率 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency[2:0]</th><th>蜂鸣器输出频率 (KHZ)</th><th>占空比</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0b000</td><td>4.00</td><td>50%</td></tr> <tr><td>0b001</td><td>4.00</td><td>50%</td></tr> <tr><td>0b010</td><td>2.67</td><td>66.7%</td></tr> <tr><td>0b011</td><td>2.00</td><td>50%</td></tr> <tr><td>0b100</td><td>1.60</td><td>60%</td></tr> <tr><td>0b101</td><td>1.33</td><td>50%</td></tr> <tr><td>0b110</td><td>1.14</td><td>57.1%</td></tr> <tr><td>0b111</td><td>1.00</td><td>50%</td></tr> </tbody> </table>	Frequency[2:0]	蜂鸣器输出频率 (KHZ)	占空比	0b000	4.00	50%	0b001	4.00	50%	0b010	2.67	66.7%	0b011	2.00	50%	0b100	1.60	60%	0b101	1.33	50%	0b110	1.14	57.1%	0b111	1.00	50%
Frequency[2:0]	蜂鸣器输出频率 (KHZ)	占空比																											
0b000	4.00	50%																											
0b001	4.00	50%																											
0b010	2.67	66.7%																											
0b011	2.00	50%																											
0b100	1.60	60%																											
0b101	1.33	50%																											
0b110	1.14	57.1%																											
0b111	1.00	50%																											

3.12 BUZ_OP_DURATION

蜂鸣器输出持续时间的寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUZ_OP_DURATION: Dc, 1Ch

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD		RW: 00						
位名		BuzzerDelay_Values[6:0]						

蜂鸣器输出为 BuzzerDelay_Values[6:0] x 按键扫描速率常量而驱动。如果蜂鸣器被使能, 则 BuzzerDelay_Values 的范围可以为 1 ~ 127。更多按键扫描速率常量的信息, 请查看第 21 页上的表 7。

3.13 CUSTOM_CONFIG1

主机自定义数据存储寄存器

单独寄存器名称和地址:

CUSTOM_CONFIG1: Dc, 1Dh

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0							
位名	DATA[7:0]							

用户可以使用该寄存器来写入自己的数据，并将这些数据保存到闪存内。

3.14 CHECKSUM_xxx

器件配置校验和寄存器

单独寄存器名称和地址:

CHECKSUM_MSB: Dc, 1Eh

CHECKSUM_LSB: Dc, 1Fh

CHECKSUM_MSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00							
位名	CheckSum_MSB[7:0]							

CHECKSUM_LSB	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 3Bh							
位名	CheckSum_LSB[7:0]							

校验和是 LED 配置模式中范围为 0x01 ~ 0x1F 的寄存器值和器件配置模式中的范围为 0x01 ~ 0x1D 的寄存器值之和。

4. 生产线测试模式

地址	名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	主机访问 ^[19]
PI,00h	HOST_MODE	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0		Device_Mode[2:0]			RW:03
PI,01h	预留									#:??
PI,02h	预留									#:??
PI,03h	BUTTON_COUNT					检测到的工作按键的数量				R:00
PI,04h	BUTTON_CURRENT_STAT0	CS7z 状态	CS6z 状态	CS5z 状态	CS4z 状态	CS3z 状态	CS2z 状态	CS1z 状态	CS0z 状态	R:00
PI,05h	BUTTON_CURRENT_STAT1							CS9z 状态	CS8z 状态	R:00
PI,06h	预留									#:??
PI,07h	CSx_SHORT_GND0	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0	R:00
PI,08h	CSx_SHORT_GND1							CS9	CS8	R:00
PI,09h	预留									#:??
PI,0Ah	CSx_SHORT_CSy0	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0	R:00
PI,0Bh	CSx_SHORT_CSy1							CS9	CS8	R:00
PI,0Ch	预留									#:??
PI,0Dh	CSx_CP_>40pF_0	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0	R:00
PI,0Eh	CSx_CP_>40pF_0							CS9	CS8	R:00
PI,0Fh	预留									#:??
PI,10h	CSx_SHORT_VDD0	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0	R:00
PI,11h	CSx_SHORT_VDD1							CS9	CS8	R:00
PI,12h	预留									#:??
PI,13h	CMOD_VALUE							C _{MOD} < 1 nF	C _{MOD} > 4 nF	R:00
PI,14h	CS01_SNR	CS1_SNR[3:0]				CS0_SNR[3:0]				R:00
PI,15h	CS23_SNR	CS3_SNR[3:0]				CS2_SNR[3:0]				R:00
PI,16h	CS45_SNR	CS5_SNR[3:0]				CS4_SNR[3:0]				R:00
PI,17h	CS67_SNR	CS7_SNR[3:0]				CS6_SNR[3:0]				R:00
PI,18h	CS89_SNR	CS9_SNR[3:0]				CS8_SNR[3:0]				R:00
PI,19h	预留									#:??
PI,1Ah	预留									#:??
PI,1Bh	预留									#:??
PI,1Ch	预留									#:??
PI,1Dh	预留									#:??
PI,1Eh	预留									#:??
PI,1Fh	预留									#:??

注释:

19. 主机访问为 AB:XY

其中

AB = 对寄存器进行的读 / 写访问

XY = 器件上电时寄存器的初始值

例如:

RW:00 = 可对寄存器进行读 / 写访问, 初始值为 00h.

R:A1 = 寄存器是只读的, 初始值为 A1h.

#:?? = 寄存器被预留 (无存储的值)

阴影的区域表示预留的寄存器位。

4.1 HOST_MODE

主机模式寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_MODE: PI, 00h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0			RW: 3	
位名	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0			器件模式 [2:0]	

该寄存器用于控制主机控制 GPO 的逻辑电平，以及决定器件的工作模式。

位	名称	说明
7	主机控制的 GPO3	该位用于控制主机控制 GPO3 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO3 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO3 被逻辑置为高电平
6	主机控制的 GPO2	该位用于控制主机控制 GPO2 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO2 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO2 被逻辑置为高电平
5	主机控制的 GPO1	该位用于控制主机控制 GPO1 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO1 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO1 被逻辑置为高电平
4	主机控制的 GPO0	该位用于控制主机控制 GPO0 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO0 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO0 被逻辑置为高电平
2:0	器件模式	这些位用于决定 CapSense 控制器的器件模式
		000 操作模式
		001 LED 配置模式
		010 器件配置模式
		011 生产线测试模式
		100 调试数据模式
		101 无效
		110 无效
		111 无效

4.2 BUTTON_COUNT

检测到的按键计数寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_COUNT: PI, 03h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD					R: 0			
位名					Working_Buttons [3:0]			

该寄存器提供检测到的工作按键的数量信息。主机可以读取该寄存器；如果工作按键与主机估计的计数相互匹配，则所有按键已经通过系统诊断测试。如果按键没有通过系统诊断测试，则会禁用这些按键。

位	名称	说明
3:0	工作按键	这些位包含了工作按键的数量，主机可以读取它们，以确定是否通过系统诊断测试。

4.3 BUTTON_CURRENT_STATx

CapSense 按键的当前状态寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_CURRENT_STAT0: PI, 04h

BUTTON_CURRENT_STAT1: PI, 05h

BUTTON_CURRENT_STAT0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

BUTTON_CURRENT_STAT1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

读取这些寄存器会提供按键的 ON/OFF 状态。

位	名称	说明
x	CSx	该位用于提供按键的 ON/OFF 状态 0 表示按键为 OFF 状态 1 表示按键为 ON 状态

4.4 CSx_SHORT_GNDx

CapSense 按键短路接地的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CSx_SHORT_GND0: PI, 07h				CSx_SHORT_GND1: PI, 08h				
CSx_SHORT_GND0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

CSx_SHORT_GND1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

该寄存器提供任何短路接地的按键的信息。如果将寄存器中有任何位被设置为‘1’，那么相应的按键会被接地。当 CapSense 按键接地时，它们不会工作；也就是说，它们均被禁用。

4.5 CSx_SHORT_CSyz

CapSense 按键短接其他 CapSense 按键的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CSx_SHORT_CSy0: PI, 0Ah				CSx_SHORT_CSy1: PI, 0Bh				
CSx_SHORT_CSy0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

CSx_SHORT_CSy1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

该寄存器提供与其他按键短接的按键的信息。如果两个按键相连，那么它们所对应的位均被置为‘1’，并且相对应的按键也被禁用。

4.6 CSx_CP_>40 pF_x

CapSense 按键的寄生电容 >40 pF 的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CSx_CP_>40 pF_0: PI, 0Dh				CSx_CP_>40 pF_1: PI, 0Eh				
CSx_CP_>40 pF_0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

CSx_CP_>40 pF_1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

该寄存器提供寄生电容 (C_p) >40 pF 的按键的信息。如果某个按键 C_p >40 pF，那么将设置寄存器中的位，并且禁用该按键。

4.7 CSx_SHORT_VDDx

CapSense 按键短接 V_{DD} 的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CSx_SHORT_VDD0: PI, 10h				CSx_SHORT_VDD1: PI, 11h				
CSx_SHORT_VDD0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

CSx_SHORT_VDD1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

该寄存器提供短接 V_{DD} 的按键的信息。如果该寄存器中的任意位被置为‘1’。那么相应的按键短接 V_{DD} 。当 CapSense 按键连接至 V_{DD} ，它们不会工作，也就是说，它们均被禁用。

4.8 CMOD_VALUE

错误的 C_{MOD} 值的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CMOD_VALUE: PI, 13h								
	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							$C_{MOD} < 1 \text{ nF}$	$C_{MOD} > 4 \text{ nF}$

该寄存器提供的信息指出了已连接的 C_{MOD} 的错误值。如果连接 C_{MOD} 的数值正确，则位‘0’和‘1’均被置为‘0’。

位	名称	说明
0	$C_{MOD} > 4 \text{ nF}$	如果检测到的 C_{MOD} 的值超过了推荐的范围，则此位会提供信息
		0 $C_{MOD} < 4 \text{ nF}$
		1 $C_{MOD} > 4 \text{ nF}$
1	$C_{MOD} < 1 \text{ nF}$	如果检测到的 C_{MOD} 的值小于推荐的范围值，此位会提供信息
		0 $C_{MOD} > 1 \text{ nF}$
		1 $C_{MOD} < 1 \text{ nF}$

4.9 CSxy_SNR

CapSense 按键 SNR 的信息寄存器

单独寄存器名称和地址:

CS01_SNR: PI, 14h			CS23_SNR: PI, 15h			CS45_SNR: PI, 16h		
CS67_SNR: PI, 17h			CS89_SNR: PI, 18h					
	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 00					RW: 00		
位名	CSy_SNR[7:4]					CSx_SNR[3:0]		

这些寄存器所提供使能的按键的信噪比信息。

5. 调试数据模式

地址	名称	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	主机访问 ^[20]
Dd,00h	HOST_MODE	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0		Device_Mode[2:0]			RW:04
Dd,01h	BUTTON_NUMBER				Sensor[4:0]					RW:00
Dd,02h	PARAMETER				Parameter[4:0]					RW:00
Dd,03h	预留									R:00
Dd,04h	BUTTON_CURRENT_STAT0	CS7z 状态	CS6z 状态	CS5z 状态	CS4z 状态	CS3z 状态	CS2z 状态	CS1z 状态	CS0z 状态	R:00
Dd,05h	BUTTON_CURRENT_STAT1							CS9z 状态	CS8z 状态	R:00
Dd,06h	预留									#:??
Dd,07h	READ0	Data[7:0]								R:??
Dd,08h	READ1	Data[7:0]								R:??
Dd,09h	READ2	Data[7:0]								R:??
Dd,0Ah	READ3	Data[7:0]								R:??
Dd,0Bh	READ4	Data[7:0]								R:??
Dd,0Ch	READ5	Data[7:0]								R:??
Dd,0Dh	READ6	Data[7:0]								R:??
Dd,0Eh	READ7	Data[7:0]								R:??
Dd,0Fh	READ8	Data[7:0]								R:??
Dd,10h	READ9	Data[7:0]								R:??
Dd,11h	READ10	Data[7:0]								R:??
Dd,12h	READ11	Data[7:0]								R:??
Dd,13h	READ12	Data[7:0]								R:??
Dd,14h	READ13	Data[7:0]								R:??
Dd,15h	READ14	Data[7:0]								R:??
Dd,16h	READ15	Data[7:0]								R:??
Dd,17h	READ16	Data[7:0]								R:??
Dd,18h	READ17	Data[7:0]								R:??
Dd,19h	READ18	Data[7:0]								R:??
Dd,1Ah	READ19	Data[7:0]								R:??
Dd,1Bh	READ20	Data[7:0]								R:??
Dd,1Ch	READ21	Data[7:0]								R:??
Dd,1Dh	READ22	Data[7:0]								R:??
Dd,1Eh	READ23	Data[7:0]								R:??
Dd,1Fh	READ24	Data[7:0]								R:??

注释:

20. 主机访问为 AB:XY

其中

AB = 对寄存器进行的读 / 写访问

XY = 器件上电时寄存器的初始值

例如:

RW:00 = 可对寄存器进行读 / 写访问, 初始值为 00h。

R:A1 = 寄存器是只读的, 初始值为 A1h。

#:?? = 寄存器被预留 (无存储的值)

阴影的区域表示预留的寄存器位。

5.1 HOST_MODE

主机模式寄存器

单独寄存器名称和地址:

HOST_MODE: Dd, 00h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	RW: 0	RW: 0	RW: 0	RW: 0			RW: 4	
位名	主机控制的 GPO3	主机控制的 GPO2	主机控制的 GPO1	主机控制的 GPO0			器件模式 [2:0]	

该寄存器用于控制主机控制的 GPO 逻辑电平，以及决定器件的工作模式。

位	名称	说明
7	主机控制的 GPO3	该位用于控制主机控制 GPO3 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO3 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO3 被逻辑置为高电平
6	主机控制的 GPO2	该位用于控制主机控制的 GPO2 逻辑电平
		0 主机控制的 GPO2 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO2 被逻辑置为高电平
5	主机控制的 GPO1	该位用于控制主机控制 GPO1 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO1 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO1 被逻辑置为高电平
4	主机控制的 GPO0	该位用于控制主机控制 GPO0 的逻辑电平
		0 主机控制的 GPO0 被逻辑置为低电平
		1 主机控制的 GPO0 被逻辑置为高电平
2:0	器件模式	这些位用于决定 CapSense 控制器的器件模式
		000 操作模式
		001 LED 配置模式
		010 器件配置模式
		011 生产线测试模式
		100 调试数据模式
		101 无效
		110 无效
		111 无效

5.2 BUTTON_NUMBER

调试数据寄存器的‘开始’按键编号

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_NUMBER: Dd, 01h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD					RW: 00			
位名					Button[4:0]			

该寄存器决定填充寄存器 0x07-0x1F 中的数据‘开始’的按键编号。例如，如果将按键编号选为‘4’，并且将参数 (寄存器 0x02) 选为原始计数，那么将填充按键 CS4、CS5、CS6、CS7、CS8 和 CS9 的寄存器 0x07 原始计数 (假设所有按键均被使能)。

5.3 PARAMETER

调试数据的参数寄存器

单独寄存器名称和地址:

PARAMETER: Dd, 02h

	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD					RW: 00			
位名					Parameter[2:0]			

该寄存器决定从寄存器 0x07 所填充的数据类型。例如，如果将按键编号选为‘4’，并且将参数 (寄存器 0x02) 选为原始计数，那么将按键 CS4、CS5、CS6、CS7、CS8 和 CS9 的原始计数填到寄存器 0x07 内 (假设所有按键均被使能)。

Parameter[2:0]	参数	每个按键占用的字节
0	C _P	1
1	原始计数 (RC)	2
2	差值 (Dif)	2
3	原始计数 (RC)，基准线 (BL)	2 + 2 = 4
4	一个按键的所有参数 (RC、BL、DIF、C _P 、SNR)	2 + 2 + 2 + 1 + 1 = 8

例如，如果选择键编号 (寄存器 0x01) 为‘3’，并且将参数选为 Dif，那么按照顺序将 CS3、CS4、CS5、CS6、CS7、CS8 和 CS9 (假设所有按键均被使能) 填到寄存器 0x07 ~ 0x14 内，其中优先填充 MSB，然后再填充 LSB (由于每个按键的差值数据包含两个字节)。下表介绍的是如何在这种情况下填充寄存器。

寄存器	寄存器名称	写入寄存器内的值
0x07	Read0	DIF3_MSB
0x08	Read1	DIF3_LSB
0x09	Read2	DIF4_MSB
0x0A	Read3	DIF4_LSB
0x0B	Read4	DIF5_MSB
0x0C	Read5	DIF5_LSB
0x0D	Read6	DIF6_MSB
0x0E	Read7	DIF6_LSB
0x0F	Read8	DIF7_MSB
0x10	Read9	DIF7_LSB
0x11	Read10	DIF8_MSB

寄存器	寄存器名称	写入寄存器内的值
0x12	Read11	DIF8_LSB
0x13	Read12	DIF9_MSB
0x14	Read13	DIF9_LSB

共有 25 个调试数据读取寄存器 (0x07-0x1F)。对于单读取操作，则具有 25 字节的空间可用。因此，如果选择参数 3，则最多可以同时读取六个按键的原始计数和基准线数据。如果在设计中使能了十个按键，则此时主机将先读取 CS0 ~ CS5，然后将按键编号 (寄存器 0x01) 改为 '6'，并读取 CS6 ~ CS9 各按键的信息。

如果选择参数 4，将按顺序将所选按键的所有参数 (原始计数、基准线、差值、寄生电容和信噪比) 写入到调试数据寄存器内。

5.4 BUTTON_CURRENT_STATx

CapSense 按键的当前状态寄存器

单独寄存器名称和地址:

BUTTON_CURRENT_STAT0: Dd, 04h				BUTTON_CURRENT_STAT1: Dd, 05h				
BUTTON_CURRENT_STAT0	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0	R: 0
位名	CS7	CS6	CS5	CS4	CS3	CS2	CS1	CS0

BUTTON_CURRENT_STAT1	7	6	5	4	3	2	1	0
访问: FD							R: 0	R: 0
位名							CS9	CS8

读取这些寄存器会提供按键的 ON/OFF 状态。

位	名称	说明
x	CSx	该位提供按键的 ON/OFF 状态
		0 表示按键为 OFF 状态
		1 表示按键为 ON 状态

缩略语

缩略语	说明
AC	交流电
AI	模拟输入
AIO	模拟输入 / 输出
AIDO	模拟输入 / 数字输出
ARST	自动复位
DI	数字输入
DO	数字输出
DIO	数字输入 / 输出
P	电源引脚
C _F	手指电容
C _P	寄生电容
CS	CapSense
FSS	侧翼传感器抑制
GPO	通用输出
I/O	输入 / 输出
LED	发光二极管
LSB	最低有效位
MSB	最高有效位
PCB	印刷电路板
POR	加电复位
POST	上电自测试
QFN	四方扁平无引线
RF	射频
SNR	信噪比

文档规范

测量单位

单位	说明
°C	摄氏度
kΩ	千欧
μA	微安
μs	微秒
mA	毫安
mm	毫米
mil	一个英寸的千分之一 (1 mil = 0.0254 mm)
ms	毫秒
mV	毫伏
nA	纳安
nF	纳法
ns	纳秒
Ω	欧姆
%	百分比
pF	皮法
V	伏特

数字规范

十六进制数字中的所有字母均为大写，结尾带小写的“h”（例如，“14h”或“3Ah”）。十六进制数字还可以通过前缀“0x”来表示（C编码规范）。二进制数字在结尾带小写的“b”（例如，“01010100b”或“01000011b”）。不使用“h”、“b”或“0x”来表示的数字是十进制数字。

文档修订记录页

文档标题: CY8CMBR2110, CapSense® Express™ 10 按键控制器 文档编号: 001-93006				
修订版	ECN	原始变更	提交日期	变更说明
**	4521474	NBWB	10/31/2014	本文档版本号为 Rev**, 译自英文版 001-74494 Rev*B。
*A	6331020	XITO	10/03/2018	本文档版本号为 Rev*A, 译自英文版 001-74494 Rev*D。

销售、解决方案和法律信息

全球销售和 design 支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、原厂代表和经销商组成的全球性网络。如欲查找离您最近的办事处，请访问 [赛普拉斯所在地](#)。

产品

Arm® Cortex® 微控制器	cypress.com/arm
汽车级产品	cypress.com/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/clocks
接口	cypress.com/interface
物联网	cypress.com/iot
存储器	cypress.com/memory
微控制器	cypress.com/mcu
PSoC	cypress.com/psoc
电源管理IC	cypress.com/pmic
触摸感应	cypress.com/touch
USB控制器	cypress.com/usb
无线连接	cypress.com/wireless

PSoC® 解决方案

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6 MCU](#)

赛普拉斯开发者社区

[社区](#) | [项目](#) | [视频](#) | [博客](#) | [培训](#) | [组件](#)

技术支持

cypress.com/support

© 赛普拉斯半导体公司，2016-2018 年。本文件是赛普拉斯半导体公司及其子公司，包括 Spansion LLC（“赛普拉斯”）的财产。本文件，包括其包含或引用的任何软件或固件（“软件”），根据全球范围内的知识产权法律以及美国与其他国家签署条约由赛普拉斯所有。除非在本款中另有明确规定，赛普拉斯保留在该等法律和条约下的所有权利，且未就其专利、版权、商标或其他知识产权授予任何许可。如果软件并不附随有一份许可协议且贵方未以其他方式与赛普拉斯签署关于使用软件的书面协议，赛普拉斯特此授予贵方属人性的、非独家且不可转让的如下许可（无再许可权）（1）在赛普拉斯特软件著作权项下的下列许可权（一）对以源代码形式提供的软件，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的且仅在贵方集团内部修改和复制软件，和（二）仅限于在有关赛普拉斯硬件产品上使用之目的将软件以二进制代码形式的向外部最终用户提供（无论直接提供或通过经销商和分销商间接提供），和（2）在被软件（由赛普拉斯公司提供，且未经修改）侵犯的赛普拉斯专利的权利主张项下，仅出于在赛普拉斯硬件产品上使用之目的制造、使用、提供和进口软件的许可。禁止对软件的任何其他使用、复制、修改、翻译或汇编。

在适用法律允许的限度内，赛普拉斯未对本文件或任何软件作出任何明示或暗示的担保，包括但不限于关于适销性和特定用途的默示保证。没有任何电子设备是绝对安全的。因此，尽管赛普拉斯在其硬件和软件产品中采取了必要的安全措施，但是赛普拉斯并不承担任何由于使用赛普拉斯产品而引起的安全问题及安全漏洞的责任，例如未经授权的访问或使用赛普拉斯产品。此外，本材料中所介绍的赛普拉斯产品有可能存在设计缺陷或设计错误，从而导致产品的性能与公布的规格不一致。（如果发现此类问题，赛普拉斯会提供勘误表）赛普拉斯保留更改本文件的权利，届时将不另行通知。在适用法律允许的限度内，赛普拉斯不对因应用或使用本文件所述任何产品或电路引起的任何后果负责。本文件，包括任何样本设计信息或程序代码信息，仅为供参考之目的提供。文件使用人应负责正确设计、计划和测试信息应用和由此生产的任何产品的功能和安全性。赛普拉斯产品不应被设计为、设定为或授权用作武器操作、武器系统、核设施、生命支持设备或系统、其他医疗设备或系统（包括急救设备和手术植入物）、污染控制或有害物质管理系统中的关键部件，或产品植入之设备或系统故障可能导致人身伤害、死亡或财产损失其他用途（“非预期用途”）。关键部件指，若该部件发生故障，经合理预期会导致设备或系统故障或会影响设备或系统安全性和有效性的部件。针对由赛普拉斯产品非预期用途产生或相关的任何主张、费用、损失和其他责任，赛普拉斯不承担全部或部分责任且贵方不应追究赛普拉斯之责任。贵方应赔偿赛普拉斯因赛普拉斯产品任何非预期用途产生或相关的所有索赔、费用、损失和其他责任，包括因人身伤害或死亡引起的主张，并使之免受损失。

赛普拉斯、赛普拉斯徽标、Spansion、Spansion 徽标，及上述项目的组合，WICED，及 PSoC、CapSense、EZ-USB、F-RAM 和 Traveo 应视为赛普拉斯在美国和其他国家的商标或注册商标。请访问 cypress.com 获取赛普拉斯商标的完整列表。其他名称和品牌可能由其各自所有者主张为该方财产。