

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。

支持四个 CapSense® 按键的控制器

特性

- 电容式按键控制器简单易用
 - 通过硬件短接可以配置四个按键解决方案
 - 无需软件工具或编程
 - 四个通用输出 (GPO)
 - GPIO 链接到 CapSense® 按键
 - GPO 支持直接 LED 驱动功能
- 强大的降噪性能
 - 降低外部辐射和噪声的能力得到加强
 - 低噪声辐射
- SmartSense™ 自动调试
 - 节省调试器件的时间和精力
 - CapSense 参数在运行时动态设置
 - 即使在某个噪声环境中, 仍然保持最佳的按键性能
 - 寄生电容 C_p 的工作范围 (5 pF – 40 pF)
- 对 CapSense 按键进行的系统诊断 — 在器件上电时报告错误
 - 按键短路接地
 - 按键短路连接 V_{DD}
 - 按键与按键短接
 - 调制器电容的错误值 (C_{MOD})
 - 超出范围的寄生电容 (C_p)
- 高级功能
 - GPO 的 ON/OFF 切换性能
 - 侧翼传感器抑制 (FSS) 功能, 能够在间距紧密按键上实现稳定的采样
 - 按键释放后可配置 LED 处于状态 ON 的时间
 - 如果触摸时间过长, 则按键会输出复位
 - 用户控制的按键扫描速率
 - 串行调试数据输出
 - 简化生产线测试和系统调试的流程
- 宽广的工作电压范围
 - 1.71 V 到 5.5 V — 适用于稳压和非稳压的电池应用
- 低功耗
 - 运行模式下的供电电流仅为每个按键 15 μA ^[1]
 - 深度睡眠电流: 100 nA
- 工业级温度范围: -40 °C 到 +85 °C
- 16 焊盘四侧无引脚扁平 (QFN) 封装 (3 mm × 3 mm × 0.6 mm)

功能说明

CY8CMBR2044 提供了一些新的特性, 从而即能节省时间和金钱, 又能快速使您设计中电容式触摸感应的用户界面。该控制器是一个硬件可配置的器件, 它不需要任何软件工具或代码。通过赛普拉斯突破性的 SmartSense™ 自动调试算法可以使能该器件。在开发和大量生产过程中, 如果使用 SmartSense™ 自动调试算法则不再需要手动调试用户接口。这样不但能加快批量生产的时间, 节省工程时间和测试时间, 而且还可以提高成品率。

CY8CMBR2044 CapSense 控制器支持多达四个电容式触摸传感按键和四个通用输出 (GPO)。GPO 是一个低电平有效的输出, 它由 CapSense 输入直接控制, 从而成为众多消费者、工业级和医疗应用的理想选择。在 1.71 V 到 5.5 V 的工作电压范围内可以使用非稳压电池, 从而降低组件成本。也可以将类似的器件使用到其他应用中, 并由不同的电源供电 (包括低功耗电源)。

在运行模式和深度睡眠模式下, 该器件均支持超低功耗操作, 从而可延长电池的使用寿命。此外, 该器件还支持多种高级性能, 从而可以增强最终解决方案的坚固性和用户界面。主要的高级性能包括抗噪能力和 FSS。抗噪能力提高了器件对辐射和传导噪声 (如音频和射频 (RF) 噪声) 的抗噪能力。FSS 能够为距离紧密的按键提供可靠的感应功能。FSS 是小外形应用的关键要求。

串行调试数据输出提供设计的关键信息, 如按键 C_p 和信噪比 (SNR), 这些信息有助于进行线测试。

注释:

1. 在下面条件下计算功耗: 触摸时间为 1.7%, 扫描速率为 500 ms 以及每个传感器的 C_p 值小于 19 pF。

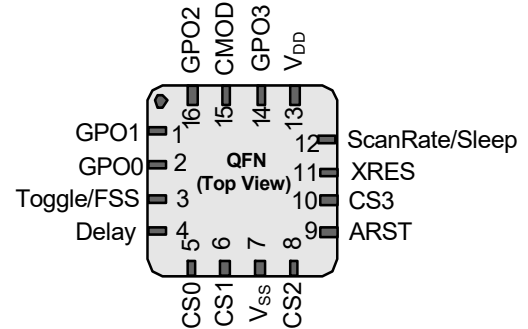
内容

引脚分布	3	带有四个 CapSense 按键和四个 LED 的 PCB 布局设计	
典型电路	4	示例	17
原理图 1: 包含 4 个按键和 4 个 LED 以及已使能的自动		电气规范	18
复位功能	4	最大绝对额定值	18
原理图 2: 包含连接至主设备的 3 个按键、3 个 LED 和		工作温度	18
2 个输出以及已使能的高级功能	5	直流电气特性	19
配置 CY8CMBR2044	6	交流电气规范	21
器件功能	6	CapSense 规范	21
CapSense 按键	6	订购信息	22
SmartSense 自动调试	6	订购代码定义	22
通用输出	6	封装图	23
ON/OFF 切换	7	封装信息	23
侧翼传感器抑制 (FSS)	7	附录	24
LED ON 时间	7	缩略语	26
按键自动复位	8	文档规范	26
系统诊断	9	测量单位	26
串行调试数据	10	文档修订记录页	27
功耗和器件工作模式	12	销售, 解决方案和法律信息	28
用于使能高级功能的额外组件	14	全球销售和 design 支持	28
响应时间	14	产品	28
布局指南和最佳实践	15	PSoC® 解决方案	28
CapSense 按键形状	16	赛普拉斯开发者社区	28
按键布局设计	16	技术支持	28
推荐过孔布置	16		

引脚分布

表 1. 引脚图及定义 — CY8CMBR2044

引脚	标签	类型 [2]	说明	若未使用
1	GPO1	DO	由 CS1 激活的 GPO	保持为开路
2	GPO0	DO	由 CS0 激活的 GPO	保持为开路
3	切换 /FSS	AI	控制 FSS 和 ON/OFF 切换功能	接地
4	延迟	AI	控制 LED ON 时间。有关详细信息，请参考 第 6 页上的表 2	接地
5	CS0	AIO	CapSense 输入，控制着 GPO0 或串行调试数据输出	接地
6	CS1	AIO	CapSense 输入，控制了 GPO1 或串行调试数据输出	接地
7	V _{SS}	P	接地	
8	CS2	AIO	CapSense 输入，控制了 GPO2 或串行调试数据输出	接地
9	ARST	AIDO	控制按键的自动复位	保持为开路
10	CS3	AIO	CapSense 输入，控制了 GPO3 或串行调试数据输出	接地
11	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
12	ScanRate/Sleep	AI	控制扫描速率和深度睡眠	接地
13	V _{DD}	P	电源	
14	GPO3	DO	由 CS3 激活的 GPO	保持为开路
15	C _{MOD}	AI	外部调制电容，通过一个 2.2 nF 的电容 (±10%) 接地	
16	GPO2	DO	由 CS2 激活的 GPO	保持为开路

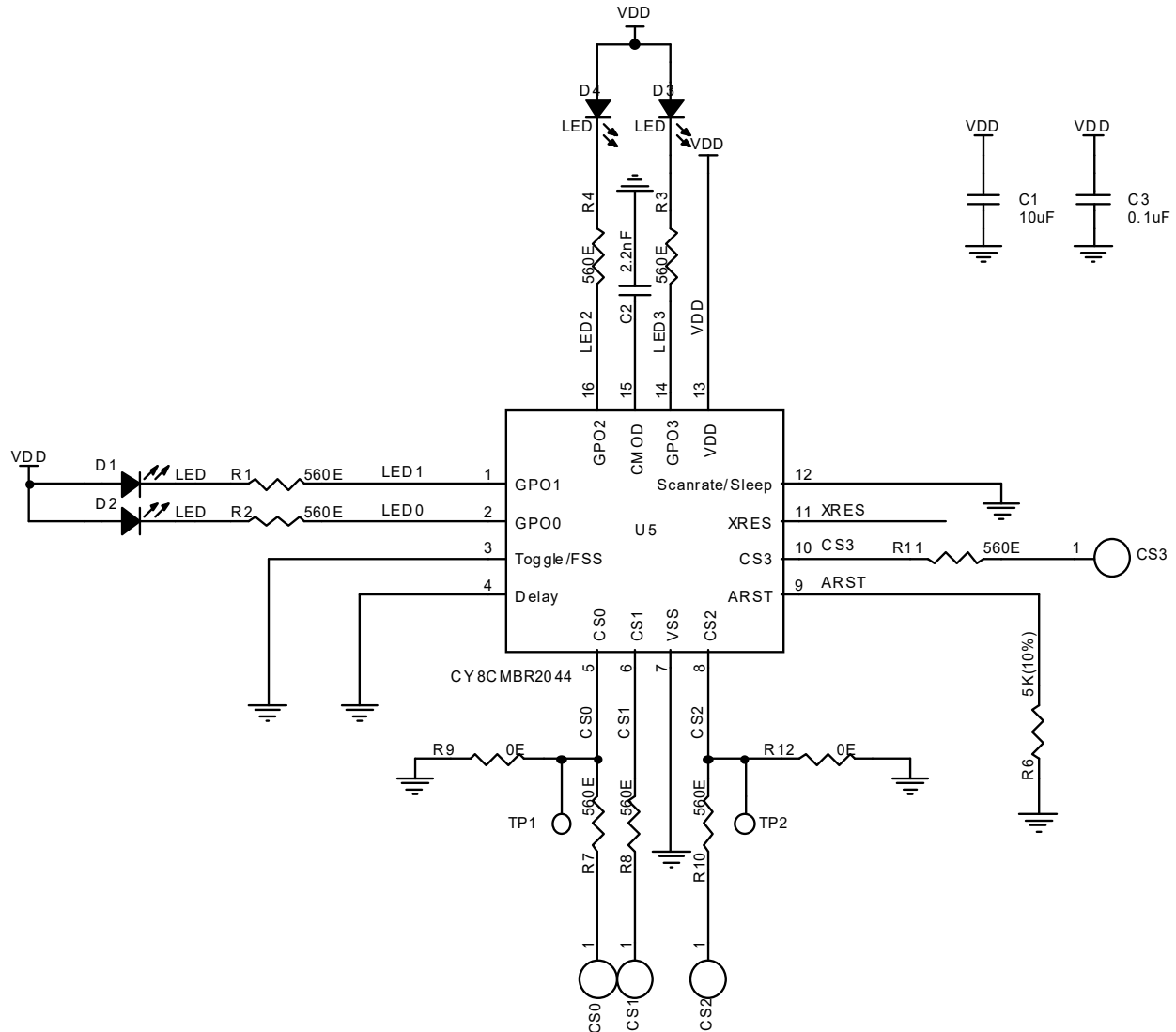


注释:

2. AI — 模拟输入，AIO — 模拟输入 / 输出，AIDO — 模拟输入 / 数字输出，DI — 数字输入，DO — 数字输出，P — 电源

典型电路

原理图 1：包含 4 个按键和 4 个 LED 以及已使能的自动复位功能



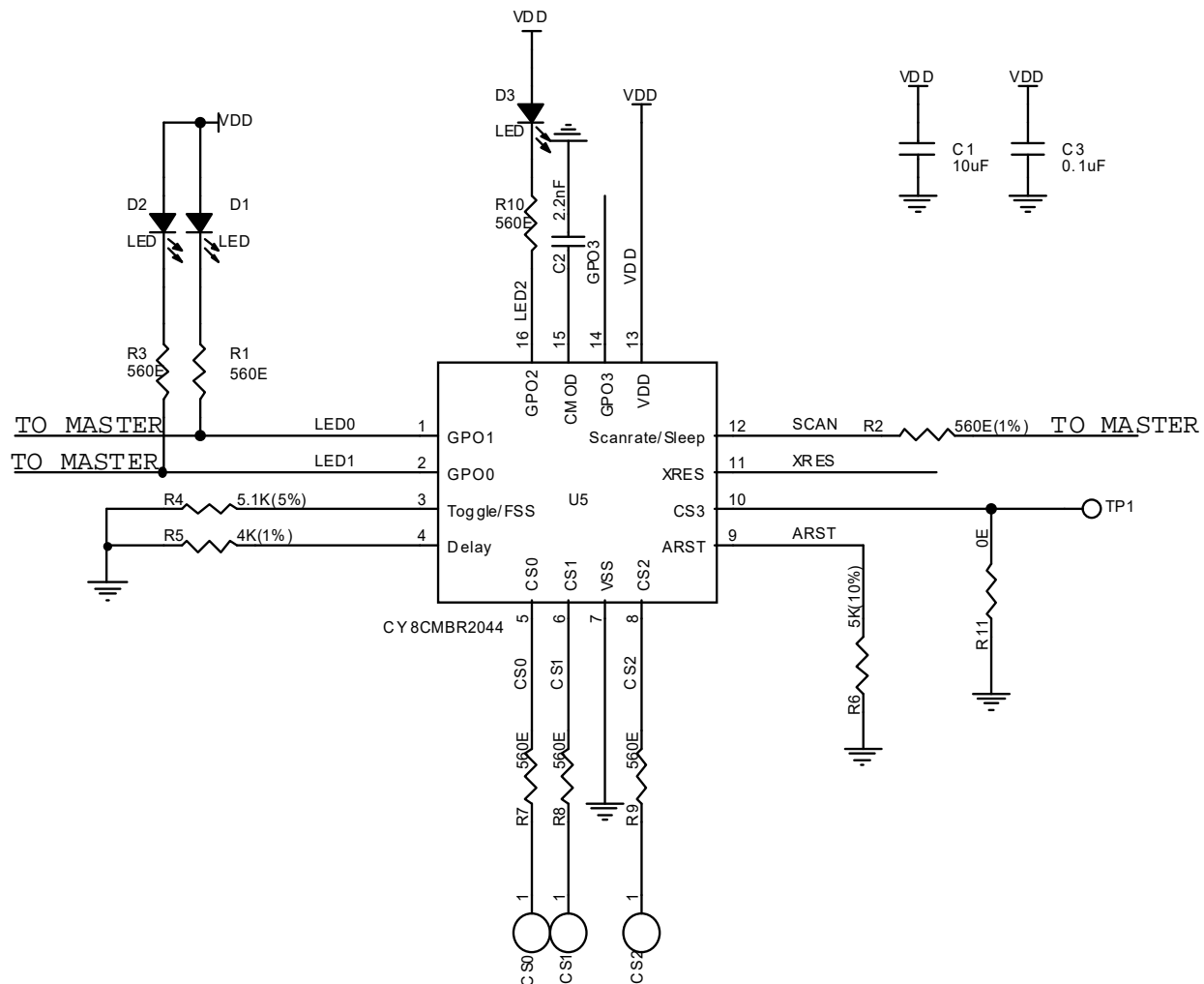
在上述原理图中，配置该器件以支持：

- **CS0 - CS3 引脚：**通过 560 Ω 的电阻连接至 CapSense 按键
 - 四个 CapSense 按键（CS0–CS3）
- **GPO0 – GPO3 引脚：**通过 LED 和 560Ω 的电阻连接至 V_{DD}
 - CapSense 按键驱动四个 LED（GPO0–GPO3）
- **C_{MOD} 引脚：**通过 2.2 nF 的电容接地
 - 调制器电容
- **XRES 引脚：**悬空
 - 用于外部复位

- **切换 /FSS 引脚：**接地
 - 禁用切换 ON/OFF
 - FSS 被禁用
- **ARST 引脚：**通过 5 kΩ 的电阻接地
 - 已使能的按键自动复位，使能时间为 20 秒
- **Delay（延迟）引脚：**接地
 - LED ON 时间被禁用
- **扫描速率 / 睡眠引脚：**接地
 - 用户配置扫描周期为 20 ms

连接 R9 或 R12 上的 5.6 kΩ 电阻便能够使能串行调试数据输出。

原理图 2：包含连接至主设备的 3 个按键、3 个 LED 和 2 个输出以及已使能的高级功能



在上述的原理图中，对该器件进行配置以支持：

- CS0–CS2 引脚：通过 560 Ω 电阻连接至 CapSense 按键；CS3 引脚：接地
 - 三个 CapSense 按键（CS0–CS2）
 - 在设计中没有使用 CS3
- GPO0–GPO2 引脚：通过将 LED 和 560 Ω 电阻连接至 VDD、GPO3 悬空、GPO0–GPO1 引脚连接至主设备
 - CapSense 按键驱动 3 个 LED（GPO0–GPO2）
 - GPO0、GPO1 引脚被连接到主设备，使主设备能够直接读取状态
- C_{MOD} 引脚：通过 2.2 nF 的电容接地
 - 调制器电容
- XRES 引脚：悬空
 - 用于外部复位

- Toggle/FSS 引脚：通过一个 5.1 kΩ 的电阻接地
 - 禁用 Toggle ON/OFF
 - FSS 被使能
 - ARST 引脚：通过 5 kΩ 的电阻接地
 - 使能按键自动复位，自动复位周期 = 20 秒
 - Delay 引脚：通过 4 kΩ 电阻接地
 - LED ON 时间为 1000 ms
 - ScanRate/Sleep 引脚：通过 560 Ω 的电阻将其连接至主设备
 - 用户配置扫描速率 = 30 ms
 - 主设备用于控制器件的工作模式
- 连接 R11 上的 5.6 kΩ 电阻就可以使能串行调试数据输出。

配置 CY8CMBR2044

通过使用外部电阻可以配置 CY8CMBR2044 器件的性能。

上电时，该器件将确定硬件可配置引脚上的电阻大小。

附录使用不同的外部电阻配置提供已使能的性能矩阵。

请参考 [CY8CMBR2044 设计指南](#)，以更加了解您设计所需的设置。

器件功能

CapSense 按键

- 该器件可支持最多四个 CapSense 按键
- 将 CSx 引脚接地，可禁用 CapSense 输入
- 为了使 CapSense 正常操作，应在 C_{MOD} 引脚上连接 2.2 nF ($\pm 10\%$) 电容
- 同时，每个按键的寄生电容 (C_p) 必须小于 40 pF

SmartSense 自动调试

- 该器件支持 CapSense 参数的自动调试
- 无需任何手动调试：该器件可自动调试所有参数
- 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
- 确保用户界面设计的可移植性

通用输出

- GPOx 由相应的 CSx 控制
- GPOx 引脚输出处于强驱动模式^[3]
- 低电平有效输出 — 支持灌电流配置
- 如果 CSx 被禁用（接地），那么相应的 GPOx 必须处于悬空状态
- 器件上电 175 ms 后，会在 GPOx 上发送一个 5 ms 时长的低电平有效脉冲，然后如果 CSx 执行诊断系统失败，会将该脉冲设置为逻辑高电平。
- 在深度睡眠功耗模式下，GPOx 引脚输出处于强驱动模式且为逻辑高电平。
- GPOx 引脚输出处于强驱动模式，并且会根据功能（如切换等等）保持进入低功耗睡眠模式前的逻辑电平。
- 在复位（如 XRES、POR）期间，所有 GPO 引脚均处于高阻抗状态。

表 2. CY8CMBR2044 支持的高级功能

功能	优点
ON/OFF 切换	触摸时，按键仍保持其状态 (ON/OFF)
侧翼传感器抑制 (FSS)	有助于辨别间隔紧密的按键
LED ON 时间	释放按键时得到 LED 效果
按键自动复位	禁用了由靠近按键的导电物体而引起的错误输出触发。
系统诊断	支持生产测试和调试
串行调试数据	支持生产测试和验证设计
低功耗睡眠模式和深度睡眠模式	低功耗

注释：

3. 引脚在强驱动模式时，如果输出为高电平，该引脚被上拉为 V_{DD}；如果输出为低电平，该引脚被下拉到地端。不能将该输出置于悬空状态。

ON/OFF 切换

- 每次触摸按键时切换 GPO 状态。
- 用于机械按键替换。例如，墙壁开关。

侧翼传感器抑制 (FSS)

- 有助于辨别间隔紧密的按键。
- 使用于某个按键产生相反效果的情况。例如，某个接口具有两个用于亮度控制（向上或向下）的按键。
- FSS 的运行可说明下面不同的情况：
 - 如果仅触摸一个按键，将报告 ON 状态。
 - 当检测到多个处于 ON 状态的按键时，如果先前各按键的其中某个按键已被触摸，那么，该按键将被报告为 ON 状态。

LED ON 时间

- 在按键释放时提供更好的视觉反馈并提高设计的美观价值。
- 相应的 CSx 按键被释放后，GPOx 在一个指定的间隔内被置于低电平。
- 当一个按键被复位时，LED ON 时间将不适用于相应的 GPO。
- 在第 7 页上的图 3 中，由于 CS1 按键被释放，因此 GPO0 过早进入高电平状态（在 LED ON 保持时间前）。因此，在 LED ON 时间内计数器被复位。这时，释放 CS1 按键后，在 LED ON 时间内 GPO1 保持低电平状态。
- LED ON 时间的范围为 0 到 2000 ms。
- LED ON 时间的分辨率为 20 ms。

图 1. GP0 上的切换功能的示例

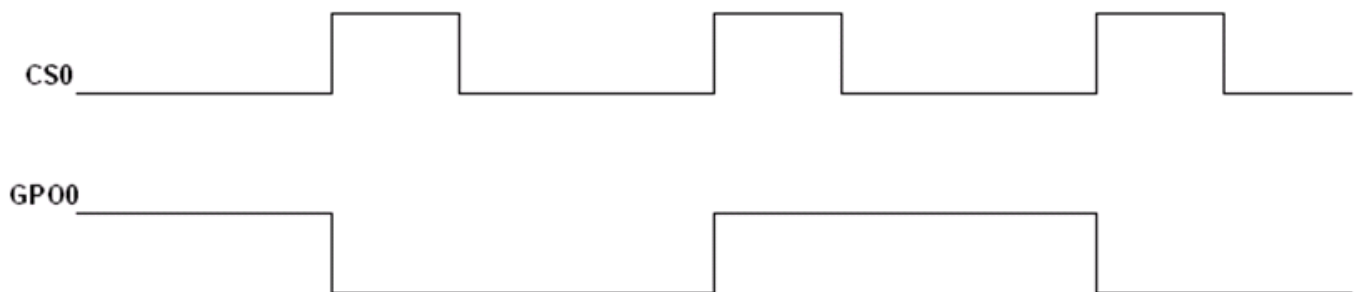


图 2. FSS 被使能时，与手指触摸相关的按键状态

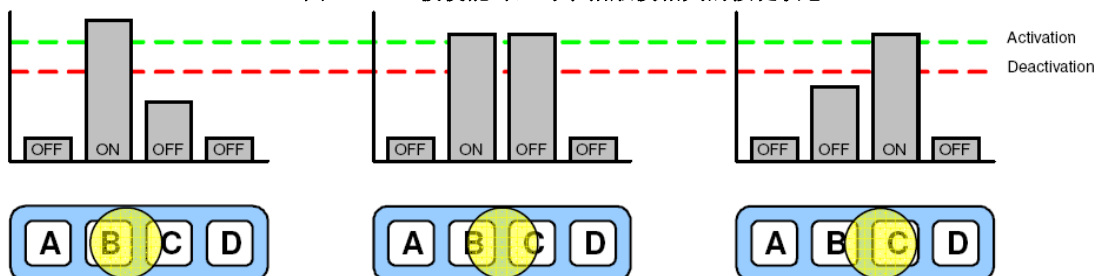


图 3. GP0 上的 LED ON 时序图示例

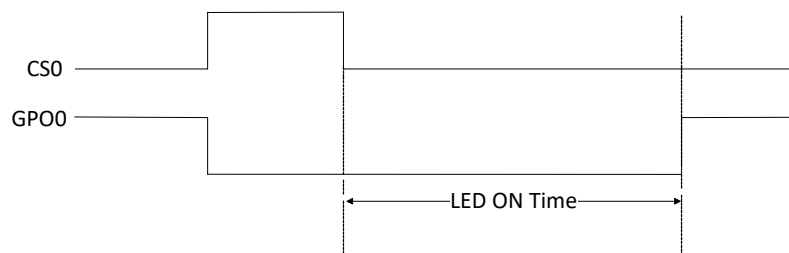
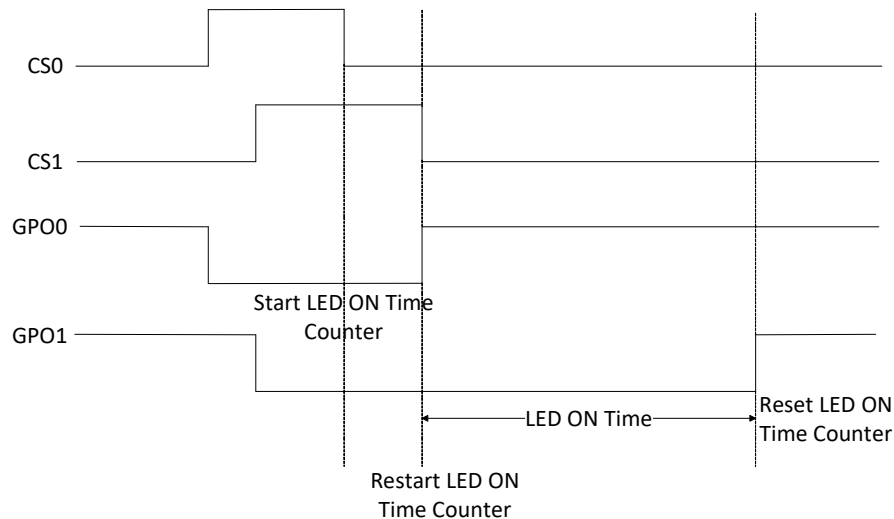


图 4. 多功能 GPO0 和 GPO1 上的 LED ON 时序图示例



按键自动复位

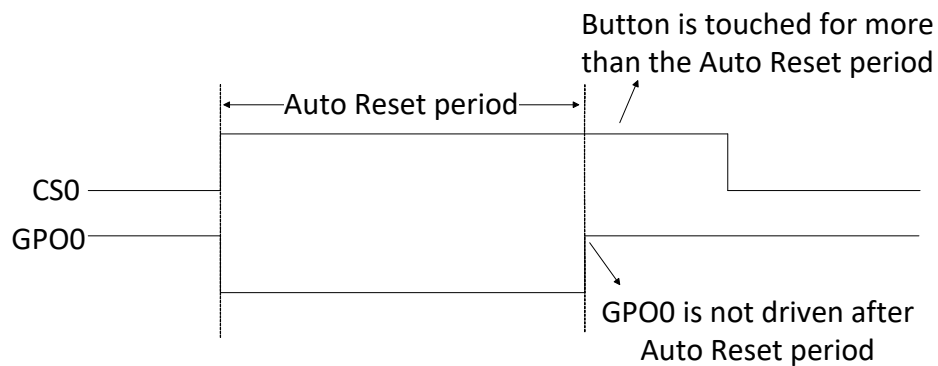
- 防止由金属物体放置在某个按键附近而引起的按键被卡住的现象。
- 当需要在特定时间内保持 GPO 输出为 ON 状态时，该功能将会有用。

- 如果 GPOx 已经使能，那么当 CSx 被连续触摸时，在最大的按键自动复位周期内它被驱动。请参见第 8 页上的图 5。
- 按键自动复位周期可被设置为 5 秒或 20 秒。
- 触发按键自动复位时，释放按键后 CSx 保持时间显示在表 3 中。附录中的表 18 显示硬件配置。

表 3. 自动复位后按键保持时间

自动复位后按下按键的时间	按键维持时间 (ms)
< 2 秒	220
> 2 秒	扫描速率 + 200

图 5. GP0 上的按键自动复位示例



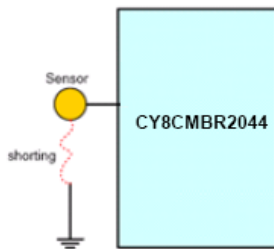
系统诊断

- 内置的“上电自检”（POST）机制在上电复位（POR）时执行一些测试。该机制在生产测试中十分有用。
- 如果有任意按键测试失败，则上电复位后在 175 ms 的时间内将在相应的 GPO 上发送 5 ms 的脉冲。
- 需要对所有按键执行下面的测试 —

按键短路接地

所有短路接地的按键都被禁用。请参见图 6。

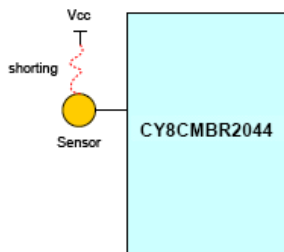
图 6. 按键短路接地



按键短接至 V_{DD}

任何短接 V_{DD} 的按键都被禁用。请参见图 7。

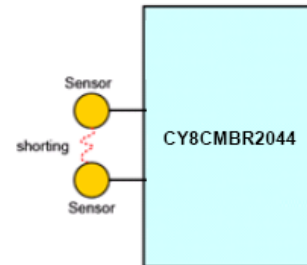
图 7. 按键短接至 VDD



按键与按键短接

如果两个或更多的按键被相互短接，则这些按键都被禁用。请参见图 8。

图 8. 按键与按键短路



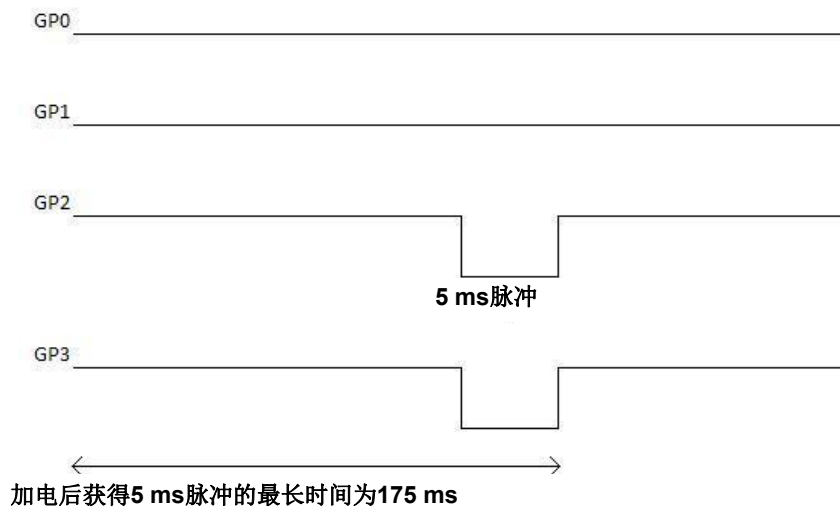
C_{MOD} 的错误值

- C_{MOD} 推荐值的范围为 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

如果发现任何按键的寄生电容 (C_P) 大于 40 pF，则禁用该按键。

图 9. CS0、CS1 通过 POST 测试以及 CS2 和 CS3 测试失败的示例



在图 9 中，CS0 和 CS1 按键被使能；CS2 和 CS3 按键因上电自测试失败被禁用。可以在 GPO2 和 GPO3 上观察到 5 ms 的脉冲。

串行调试数据

- 用于查看用于测试的 CapSense 数据
- 如果使能了调试数据，可以使用 UART 通信协议发送该数据。
- 要想使能该功能，请使用 5.6kΩ 的下拉电阻将任意一个 CapSense 引脚接地。数据会在同一个 CapSense 引脚上发送
- 如果将多个 CapSense 引脚的电平下拉，则只会在一个 CapSense 引脚上发送调试数据，并且它们的优先级为 CS0 > CS1 > CS2 > CS3
- 赛普拉斯的 MultiChart 工具可以用于查看数据。

■ 串行数据以 ~115,200 波特率发送出去（参见 AN2397、第 6 章。使用 CY3240-I2USB 桥接器启用 UART 转 USB 桥接器，以便从该器件读取调试数据）。

- 系统发送了固件修订版本以及所有传感器的 CapSense 状态、GPO 状态、原始信号、基线、差值计数和寄生电容
- 对于具有最多三个 CapSense 按键的设计，赛普拉斯建议您采用的调试数据来自设计中未被使用的 CapSense 按键
- 对于带有四个 CapSense 按键的设计，赛普拉斯建议使用两个 CapSense 按键上的调试数据。例如，使用 5.6 kΩ 电阻下拉 CS0，并读取 CS1、CS2 和 CS3 的数据。接下来，使用 5.6 kΩ 电阻下拉 CS1，并读取 CS0、CS2 和 CS3 的数据

更多有关原始计数、基线、差值计数和寄生电容的信息，请查阅 [CapSense 入门手册](#) 中的第 2 章节。更多有关 MultiChart 工具的信息，请参阅 [AN2397 CapSense 数据查看工具](#) 中的第 2 个方法。

- MultiChart 工具按照表 4 中所示的格式排列数据。
- 器件按照表 5 所描述的顺序发送串行调试数据。

表 4. MultiChart（多图表工具）中的串行调试数据

序号	原始计数阵列		基线阵列		信号阵列	
	MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB
0	0x00	FW_Revision	CS_Status	GPO_Status	0x00	CS2_Cp
1	0x00	CS0_Cp	0x00	CS1_Cp	0x00	CS3_Cp
2	CS0_RawCount		CS0_Baseline		CS0_DiffCount	
3	CS1_RawCount		CS1_Baseline		CS1_DiffCount	
4	CS2_RawCount		CS2_Baseline		CS2_DiffCount	
5	CS3_RawCount		CS3_Baseline		CS3_DiffCount	

表 5. 由 CY8CMBR2044 发送的串行数据输出

字节	数据	注释
0	0x0D	Multi-Chart（多图）工具的虚拟数据
1	0x0A	
2	0x00	
3	FW_Revision	–
4	0x00	–
5	CS0_Cp	十六进制格式的 CS0 寄生电容值
6	CS0_RawCount_MSB	16 位无符号整数
7	CS0_RawCount_LSB	–
8	CS1_RawCount_MSB	16 位无符号整数
9	CS1_RawCount_LSB	–
10	CS2_RawCount_MSB	16 位无符号整数
11	CS2_RawCount_LSB	–
12	CS3_RawCount_MSB	16 位无符号整数
13	CS3_RawCount_LSB	–
14	CS_Status	提供 CapSense 按键的状态，最低有效位（LSB）包含了 CS0 状态
15	GPO_Status	提供 GPO 的状态，LSB 包含了 GPO0 状态
16	0x00	–
17	CS1_Cp	十六进制格式的 CS1 寄生电容值
18	CS0_Baseline_MSB	16 位无符号整数
19	CS0_Baseline_LSB	–
20	CS1_Baseline_MSB	16 位无符号整数
21	CS1_Baseline_LSB	–
22	CS2_Baseline_MSB	16 位无符号整数
23	CS2_Baseline_LSB	–
24	CS3_Baseline_MSB	16 位无符号整数
25	CS3_Baseline_LSB	–
26	0x00	–
27	CS2_Cp	十六进制格式的 CS2 寄生电容值
28	0x00	–
29	CS3_Cp	十六进制格式的 CS3 寄生电容值
30	CS0_DiffCount_MSB	16 位无符号整数
31	CS0_DiffCount_LSB	–
32	CS1_DiffCount_MSB	16 位无符号整数
33	CS1_DiffCount_LSB	–
34	CS2_DiffCount_MSB	16 位无符号整数
35	CS2_DiffCount_LSB	–
36	CS3_DiffCount_MSB	16 位无符号整数
37	CS3_DiffCount_LSB	–
38	0x00	多图工具的虚拟数据
39	0xFF	
40	0xFF	

功耗和器件工作模式

CY8CMBR2044 的设计可满足电池供电应用中的低功耗要求。为尽可能降低工作电流，要进行下面设计 —

- 将所有未使用的 CapSense 输入接地
- 按照 [CapSense 入门手册中 3.7.1 节](#) 的设计指南使 C_P 最小化。
- 降低电源电压。
- 使用更高的按键扫描率或深度睡眠工作模式。

欲了解更多有关降低功耗的流程，请参考 [CY8CMBR2044 设计指南](#) 中的第 5 章。

存在两种器件工作模式：

- 低功耗睡眠模式
- 深度睡眠模式

低功耗睡眠模式

以下流程图描述的是低功耗睡眠模式。

图 10. 低功耗睡眠模式操作

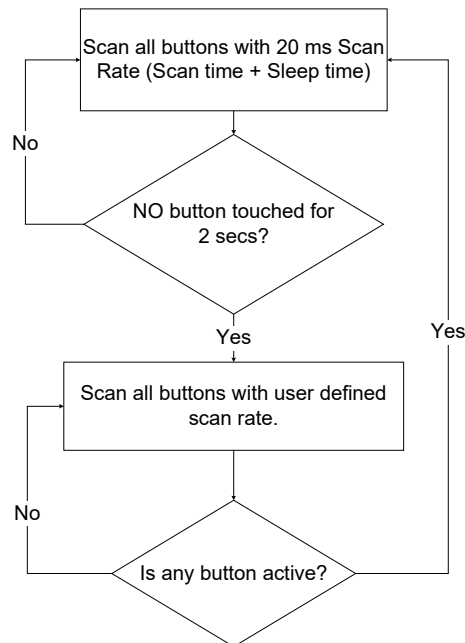
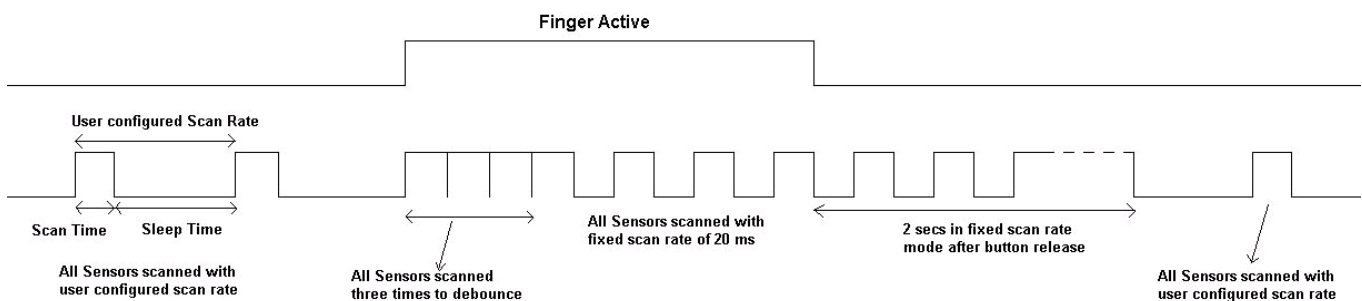
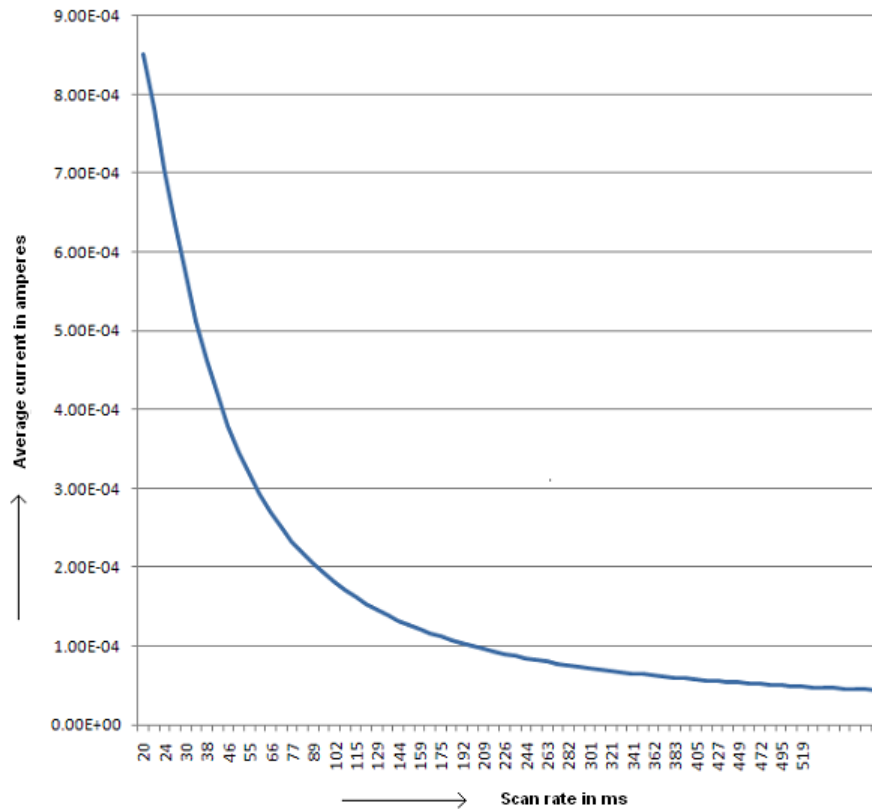


图 11. 低功耗睡眠模式实现



- 要想使能低功耗睡眠模式，请使用电阻 ‘R’（1%）将硬件可配置引脚 **ScanRate/Sleep** 的电平下拉到地端电压。附录的表 18 中显示了不同电阻时的扫描速率值。
- 如果没有使用任何电阻将 **ScanRate/Sleep** 引脚的电平下拉到地端电压，则将按键扫描速率设置为 20 ms。除非存在某个按键触摸，否则该器件会运行于低功耗睡眠模式。
- 扫描速率范围为 20 ms 到 530 ms。

图 12. 平均电流和扫描速率^[4]

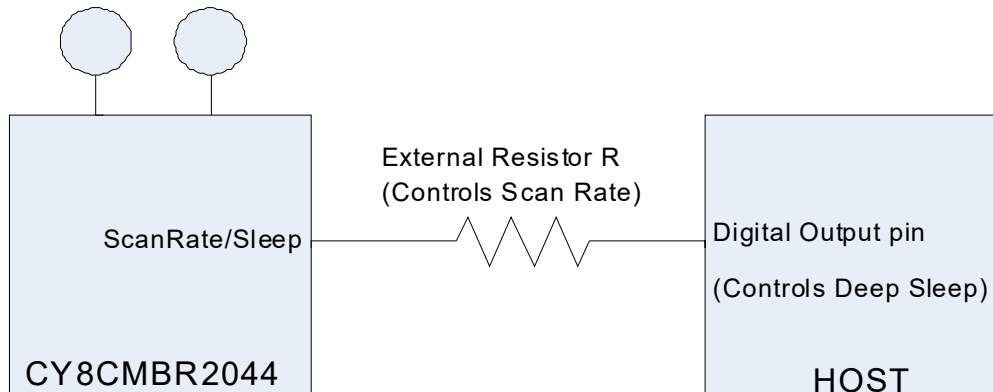


注释：

4. 传感器的数量 = 3，C_p 值 < 19 pF，触摸时间为 0%，V_{DD} = 3 V

深度睡眠模式

图 13. 用于使能深度睡眠模式的 ScanRate/Sleep 引脚连接



- 要使能深度睡眠模式，应将硬件配置引脚 **ScanRate/Sleep** 连接至主设备，如图 13 中所示。
- 为使该器件进入深度睡眠模式，主机控制器应将该引脚上拉到 V_{DD} 。
- 主机控制器输出引脚应处于强驱动模式，从而避免 **ScanRate/Sleep** 引脚进入悬浮状态。
- 在深度睡眠模式下，所有模块均关闭并且该器件的电流消耗大概为 $0.1 \mu A$ 。
- 在深度睡眠模式下，停止所有 **CapSense** 扫描操作。
- 为使该器件从深度睡眠模式唤醒，应下拉 **ScanRate/Sleep** 引脚到低电平。
- 当该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 $8 ms$ 。在这段时间内，不会报告任何按键触摸。
- 在退出深度睡眠后，该器件将在低功耗睡眠模式下进行操作。
- 如果上电时 **ScanRate/Sleep** 引脚被置于高电平，那么器件不会立即进入深度睡眠模式。进入深度睡眠模式前，该器件先初始化所有的内部模块，并扫描所有按键一次。
- 如果上电时 **ScanRate/Sleep** 引脚被置于高电平，那么，主设备使器件从深度睡眠模式中唤醒时，按键扫描速率将被计算。

用于使能高级功能的额外组件

序号	特性	所需电阻	注释
1	低功耗睡眠模式和深度睡眠模式	1	深度睡眠模式由主设备控制。该主设备退出深度睡眠模式时，它会根据设置情况进入低功耗睡眠模式。如果未使用这两项功能，则无需电阻。
2	切换 /FSS	1	只要使用一个电阻便可以使能这些功能。如果未使用这两项功能，则无需电阻。
3	LED ON 时间	1	如果未使用该功能，则无需电阻。
4	传感器自动复位	1	如果未使用该功能，则无需电阻。

响应时间

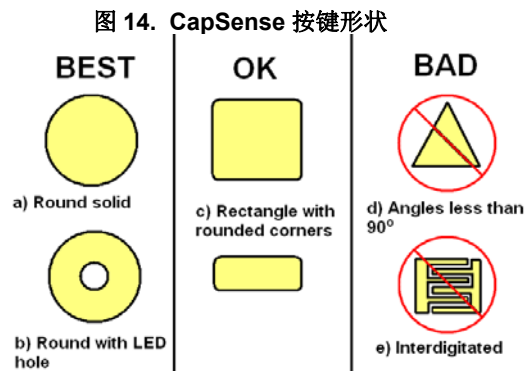
响应时间是按下某个按键并且被器件视为按下有效按键的最短时间。

条件	响应时间（单位为 ms）
按下第一个按键	按键扫描周期值 + $20 ms$ 。有关按键扫描周期值的详细信息，请参考附录中的表 18。
按下第一个按键后，再连续按下按键	80

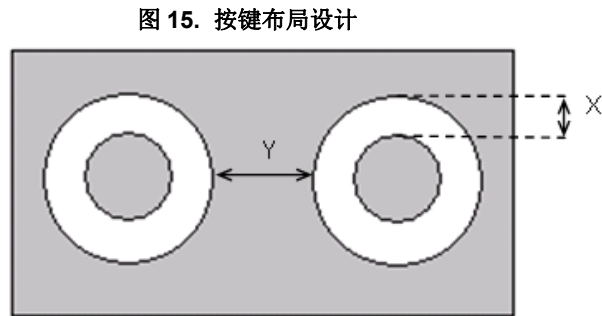
布局指南和最佳实践

序号	类别	最小值	最大值	推荐 / 备注
1	按键形状	—	—	实心圆形模型，带 LED 孔的圆形，圆角矩形
2	按键尺寸	5 mm	15 mm	请参考 设计工具箱 的内容
3	按键间距	等于按键离地间隙	—	8 mm (第 16 页上的按键布局设计中的 Y 尺寸)
4	按键离地间隙	0.5 mm	2 mm	请参考 设计工具箱 (第 16 页上的按键布局设计中的 X 尺寸)
5	接地层 — 顶层	—	—	网格地 7 mil 走线和 45 mil 栅格 (15% 填充)
6	接地层 — 底层	—	—	网格地 7 mil 走线和 70 mil 栅格 (10% 填充)
7	从按键触控板到 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	—	—	应该将各走线放到非按键的侧面上。如将非 CapSense 走线穿过 CapSense 走线，则应确保其垂直相交
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间的距离	—	10 mm	为了实现噪声抑制，应将 CapSense 串联电阻置于靠近器件的地方。CapSense 电阻具有最高的优先级；因此应先放置它们
14	任何 CapSense 走线到接地层的距离	10 mil	20 mil	20 mil
15	器件放置	—	—	将器件安装在按键的对面层上。器件和按键间的 CapSense 走线长度要为最小 (请查看上面的走线长度内容)
16	两层 PCB 上各组件的放置	—	—	顶层 — 按键 底层 — 器件，其他组件以及走线
17	四层 PCB 上各组件的放置	—	—	顶层 — 各按键， 第二层 — CapSense 走线和 V _{DD} (避免在按键下面放置 V _{DD} 走线)， 第三层 — 网格接地， 底层 — CapSense IC 或器件、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	—	—	应当为非导电材料。玻璃、ABS 塑料、胶木、木材等。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	—	—	粘合剂应是非导电且介电同质材料。建议使用由 3M 生产的 467MP 和 468MP 粘合剂
21	LED 背光	—	—	在按键板上钻一个孔，并使用可背后安装的 LED。请参考第 17 页上的带有四个 CapSense 按键和四个 LED 的 PCB 布局设计示例
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



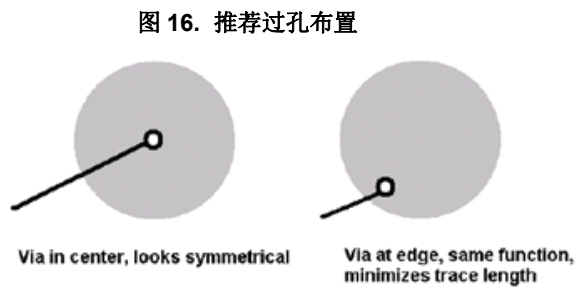
按键布局设计



X: 按键离地间隙 (请参考第 15 页上的布局指南和最佳实践)

Y: 各按键之间的间隙 (请参考第 15 页上的布局指南和最佳实践)

推荐过孔布置



带有四个 CapSense 按键和四个 LED 的 PCB 布局设计示例

图 17. 顶层

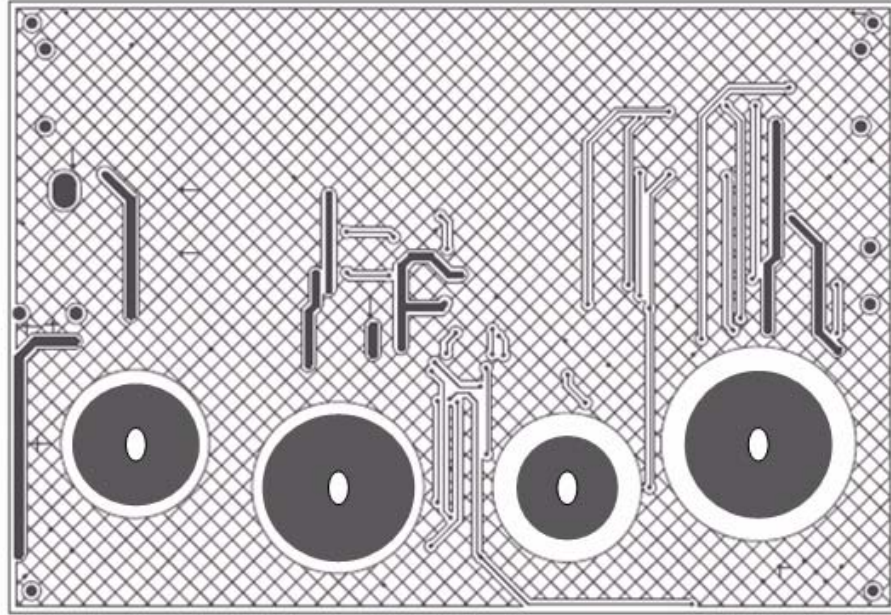
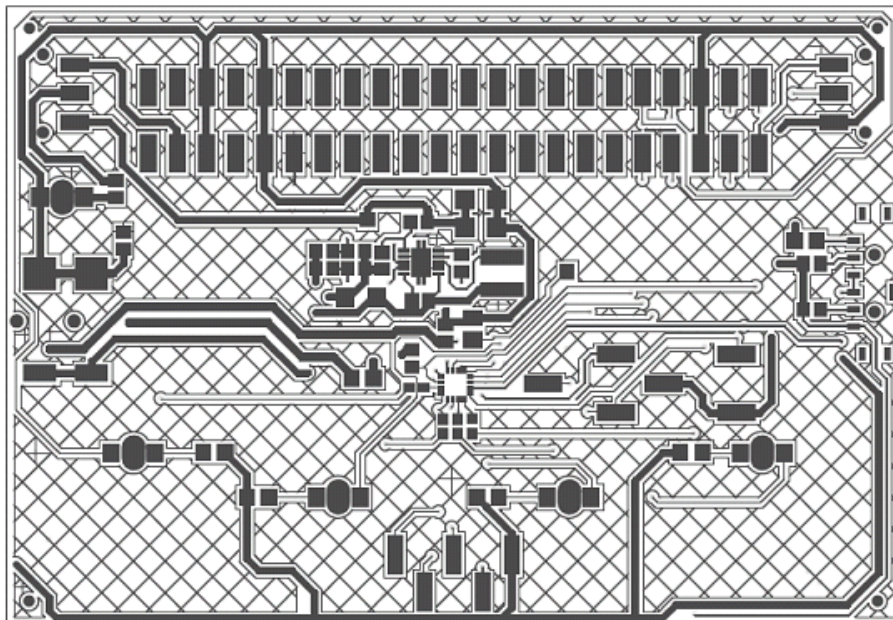


图 18. 底层



电气规范

本节介绍了 CY8CMBR2044 器件的直流和交流电气规范。

最大绝对额定值

表 6. 最大绝对额定值

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
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 $+25\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ 。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 输出引脚中的最大电流	-25	—	+50	mA	
ESD	静电放电电压	2000	—	—	V	人体模型 ESD
LU	门锁电流	—	—	200	mA	符合 JESD78 标准

工作温度

表 7. 工作温度

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
T_A	环境温度	-40	—	+85	°C	
T_J	裸片的工作温度	-40	—	+100	°C	

直流电气特性

直流芯片级规范

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 8. 直流芯片级规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
V_{DD} [5、6、7]	供电电压	1.71	—	5.5	V	
I_{DD}	供电电流	—	2.88	4.0	mA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
I_{DA}	工作电流	—	2.88	4.0	mA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 连续传感器扫描
I_{DS}	深度睡眠电流	—	0.1	0.5	μA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
I_{AV1}	平均电流	—	40	—	μA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 共使用 4 个按键, 触摸时间为 0%, 所有传感器的 C_P 值 < 19 pF, 扫描速率 = 530 ms
I_{AV2}	平均电流	—	63	—	μA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 共使用 4 个按键, 触摸时间为 0%, 所有传感器的 C_P 值 > 19 pF, 扫描速率 = 530 ms
I_{AV3}	平均电流	—	1	—	mA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 共使用 4 个按键, 触摸时间为 100%, 所有传感器的 C_P 值 < 19 pF, 扫描速率 = 20 ms
I_{AV4}	平均电流	—	1.6	—	mA	条件为: $V_{DD} = 3.0\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 共使用 4 个按键, 触摸时间为 100%, 所有传感器的 C_P 值 > 19 pF 并 < 40 pF, 扫描速率 = 20 ms

注释:

- 当 V_{DD} 电压保持在 1.75 V - 1.9 V 范围内的时间超过 50 μs 时, 从 1.75 V-1.9 V 范围移至 2 V 以上的转换率必须慢于 1 V/500 μs , 这样可以避免触发 POR。任何其它电压范围内或跃变时转换率的另外限制是 SR_{POWER_UP} 参数。
- 断电后, 确保在 V_{DD} 降至 100 mV 以下后才使用备用电源。
- 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。基本 V_{DD} 电压的范围可为 1.8 V ~ 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 的条件, 仅供设计指导之用。

表 9. 3.0 V 到 5 V 的直流通用 I/O 规范

参数 ^[8]	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
V_{OH1}	GP0、GP1、GP2、GP3 上的高输出电压	$V_{DD} - 0.2$	—	—	V	$I_{OH} < 10\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 引脚上的最大拉电流为 40 μA
V_{OH2}	GP0、GP1 上的高输出电压	$V_{DD} - 0.9$	—	—	V	$I_{OH} = 1\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 2 mA
V_{OH3}	GP2、GP3 上的高输出电压	$V_{DD} - 0.9$	—	—	V	$I_{OH} = 5\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 10 mA
V_{OL}	输出低电平电压	—	—	0.75	V	$I_{OL} = 25\ \text{mA/ 引脚}$, $V_{DD} > 3.30$, GP00、GP01、GP02、GP03 上的最大灌电流均为 60 mA
R_{PD}	XRES 内部下拉	3.7	4.8	6.2	k Ω	—

表 10. 2.4 V 到 3.0 V 的直流通用 I/O 规范

参数 ^[8]	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
V_{OH1}	GP0、GP1、GP2、GP3 上的输出高电平电压	$V_{DD} - 0.2$	—	—	V	$I_{OH} < 10\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 40 μA
V_{OH2}	GP0、GP1 上的输出高电平电压	$V_{DD} - 0.4$	—	—	V	$I_{OH} = 0.2\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 0.4 mA
V_{OH3}	GP2、GP3 上的输出高电平电压	$V_{DD} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = 2\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 4 mA
V_{OL}	输出低电平电压	—	—	0.72	V	$I_{OL} = 10\ \text{mA/ 引脚}$, GP00、GP01、GP02、GP03 上的最大灌电流为 30 mA

表 11. 1.71 V 到 2.4 V 的直流通用 I/O 规范

参数 ^[8]	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
V_{OH1}	GP0、GP1 上的高输出电压	$V_{DD} - 0.2$	—	—	V	$I_{OH} = 10\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 引脚上的最大拉电流为 20 μA
V_{OH2}	GP0、GP1 上的高输出电压	$V_{DD} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = 0.5\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 1 mA
V_{OH3}	GP2、GP3 上的输出高电平电压	$V_{DD} - 0.2$	—	—	V	$I_{OH} = 100\ \mu\text{A}$, 所有 I/O 引脚上的最大拉电流为 200 μA
V_{OH4}	GP2、GP3 上的输出高电平电压	$V_{DD} - 0.5$	—	—	V	$I_{OH} = 2\ \text{mA}$, 所有 I/O 的最大拉电流为 4 mA
V_{OL}	输出低电平电压	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 5\ \text{mA/ 引脚}$, GP00、GP01、GP02、GP03 上的最大灌电流为 20 mA

注释:

8. 在不同的直流规范 (VDD) 中, XRES 引脚输入电压范围如下:
 VDD 的范围为 3.0 V 至 5.5 V 时, 进行复位需要输入的最小电压为 2 V。
 VDD 的范围为 2.4 V 至 3.0 V 时, 进行复位需要输入的最小电压为 1.4 V。
 VDD 的范围为 1.71 V 至 2.4 V 时, 进行复位需要输入的最小电压为 $0.65 \times VDD$ 。

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 12. 交流芯片级规范

参数	说明	最小值	最大值	单位	注释
SR _{POWER_UP}	电源转换速率	—	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	供电电压有效之后
T _{XRST2}	上电后外部复位的脉宽	10	—	μs	在器件启动后使用

交流通用 I/O 规范

表 13. 交流通用 I/O 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
TRise1	GPO0 和 GPO1 的上升时间, Cload = 50 pF	15	—	80	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 10%–90%
TRise2	GPO2 和 GPO3 的上升时间, Cload = 50 pF	10	—	50	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 10%–90%
TRise3	GPO0 和 GPO1 的上升时间, Cload = 50 pF	15	—	80	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 10%–90%
TRise2	GPO2 和 GPO3 的上升时间, Cload = 50 pF	10	—	80	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 10%–90%
TRise4	下降时间, 所有 GPIO 输出的电容 Cload = 50 pF	10	—	50	ns	V _{DD} = 3.0 到 3.6 V, 90%–10%
TFall2	下降时间, 所有 GPIO 输出的电容 Cload = 50 pF	10	—	70	ns	V _{DD} = 1.71 到 3.0 V, 90%–10%

CapSense 规范

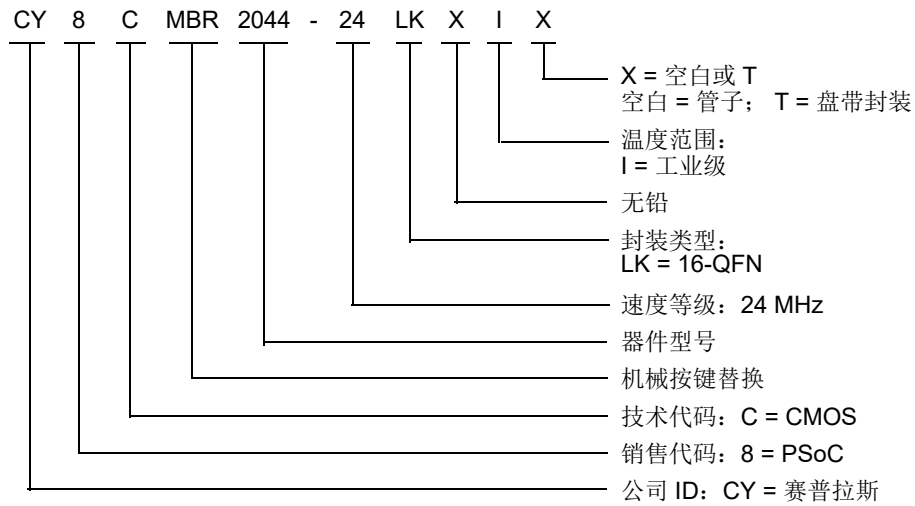
表 14. CapSense 规范

参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注释
C _P	寄生电容	5.0	—	(C _P +C _F) < 40	pF	C _P 是指不存在手指触摸时引脚能检测到的总电容。C _P 等于 C _{BUTTON} 、C _{TRACE} 以及过孔电容和 C _{PIN} 之和
C _F	手指电容	0.25	—	(C _P +C _F) < 40	pF	C _F 是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	1.7	7	pF	
C _{MOD}	外部调制电容	2	2.2	2.4	nF	如果想要 CapSense 正常工作, 必须使用该电容
R _s	引脚和传感器之间的串联电阻	—	560	616	Ω	降低 RF 噪声
T _{SCAN}	从器件上电到开始扫描所需的时间	—	180	—	ms	

订购信息

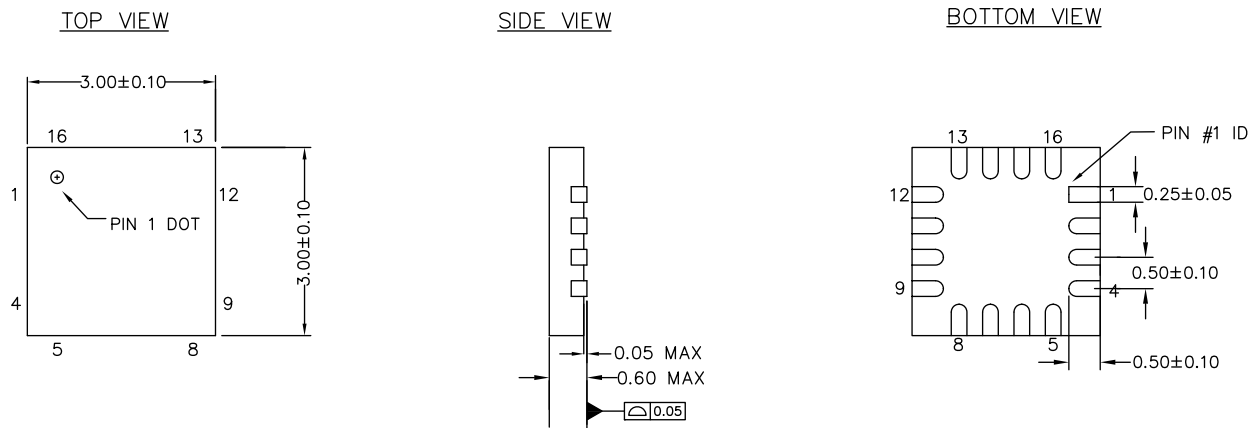
订购代码	封装类型	工作温度	CapSense 输入	GPO	XRES 引脚
CY8CMBR2044-24LKXI	16-QFN (3 × 3 × 0.6 mm)	工业级	4	4	有
CY8CMBR2044-24LKXIT	16-QFN (3 × 3 × 0.6 mm) (盘带封装)	工业级	4	4	有

订购代码定义



封装图

图 19. 16 引脚 Chip On Lead (3 × 3 × 0.6 mm) LG16A/LD16A (Sawn) 封装外形, 001-09116



NOTES

1. REFERENCE JEDEC # MO-220
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS

001-09116 *J

封装信息

表 15. 每个封装的热阻

封装	典型 θ_{JA} [9]
16-QFN	32.7 °C/W

表 16. 回流焊峰值温度

封装	最小峰值温度 [10]	最高峰值温度
16-QFN	240 °C	260 °C

注释:

9. $T_J = T_A + \text{功耗} \times \theta_{JA}$

10. 根据焊料熔点的不同, 可能需要更高的温度。典型焊接温度为 220 ± 5 °C (使用 Sn-Pb 焊膏) 或 245 ± 5 °C (使用 Sn-Ag-Cu 焊膏)。请参见焊料制造商提供的规范。

附录

表 17. 器件特性和电阻配置矩阵

特性	注释		引脚配置	器件引脚名称
按键自动复位	使能, 自动复位周期 = 5 s		接地 / 悬空	ARST
	使能, 自动复位周期 = 20 s		5.1 k Ω ($\pm 5\%$) 电阻接地	
	禁用		VDD	
LED ON 时间	0 ms		接地	延迟
	20 ms		120 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	40 ms		200 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	60 ms		280 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	
	1980 ms		7060 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	2000 ms		8040 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	2000 ms		大于 8040 Ω ($\pm 1\%$) 电阻接地	
	2000 ms		VDD/ 悬空	
ON/OFF 切换 / 侧翼传感器抑制 (FSS)	ON/OFF 切换	FSS		切换 /FSS
	禁用	禁用	接地 / 悬空	
	使能	禁用	1.5 k Ω ($\pm 5\%$) 电阻接地	
	禁用	使能	5.1 k Ω ($\pm 5\%$) 电阻接地	
	使能	使能	VDD	

表 18. ScanRate/Sleep 引脚硬件配置

电阻 R (1%) (单位为欧姆)	近似扫描速率 (单位为毫秒)	电阻 R (1%) (单位为欧姆)	近似扫描速率 (单位为毫秒)
60	20	4060	209
185	22	4185	217
310	24	4310	226
435	27	4435	235
560	30	4560	244
685	34	4685	253
810	38	4810	263
935	42	4935	272
1060	46	5060	282
1185	51	5185	291
1310	55	5310	301
1435	61	5435	311
1560	66	5560	321
1685	71	5685	331
1810	77	5810	341
1935	83	5935	352
2060	89	6060	362
2185	96	6185	373
2310	102	6310	383
2435	107	6435	394
2560	115	6560	405
2685	122	6685	416
2810	129	6810	427
2935	137	6935	438
3060	144	7060	449
3185	152	7185	461
3310	159	7310	472
3435	167	7435	484
3560	175	7560	495
3685	183	7685	507
3810	192	7810	519
3935	200	7935	531

缩略语

缩略语	说明
AC	交流
AI	模拟输入
AIO	模拟输入 / 输出
AIDO	模拟输入 / 数字输出
DO	数字输出
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
LSB	最低有效位
MSB	最高有效位
PCB	印刷电路板
POR	上电复位
POST	上电自测试
RF	射频

文档规范

测量单位

符号	测量单位
°C	摄氏度
kΩ	千欧
μA	微安
μs	微秒
mA	毫安
ms	毫秒
mV	毫伏
nA	纳安
Ω	欧姆
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: CY8CMBR2044 、支持四个 CapSense® 按键的控制器 文档编号: 001-93002			
版本	ECN 编号	提交日期	变更说明
**	4521470	12/18/2014	本文档版本号为 Rev**, 译自英文版 001-57451 Rev*G。
*A	6320399	09/26/2018	本文档版本号为 Rev*A, 译自英文版 001-57451 Rev*I。
*B	6651863	04/06/2020	本文档版本号为 Rev*B, 译自英文版 001-57451 Rev*J。

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、厂商代表和经销商组成的全球性网络。要想找到最靠近您的办事处, 请访问 [赛普拉斯所在地](#)。

产品

Arm® Cortex® 微控制器	cypress.com/arm
汽车级	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](#) | [代码示例](#) | [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, 2009-2020 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质的、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、设定为或授权使用武器操作、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。