

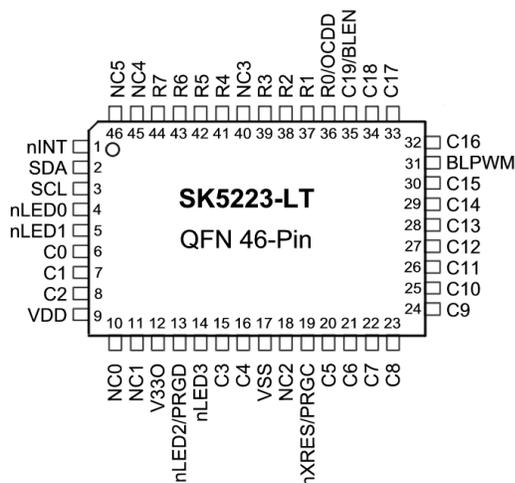
特性

- 带 Get UDID 的 SMBus v1.1 (或 I2C) 接口
- PEC CRC 启用通信
- 故障安全的用于固件升级的引导加载程序
- 8 x 20 矩阵键盘扫描
- 1 个 PWM 背光亮度控制
- 4 个键盘 LEDs
- 先进的鬼键检测算法，在不增加二极管的情况下最大化键组合
- 内置振荡器和数字电路，不需要外部晶体
- 46-QFN 封装: 6.5x4.5x0.9mm (长 x 宽 x 高) 或
- 48-LQFP 封装: 7x7x1.6mm (长 x 宽 x 高)
- 低功耗: @ 3V: 0.1uA (无按键) 110uA (1 键) 50uA (每增加 1 键)
- 工作电压范围: 2.2 to 5.5V
- 工业温度范围: -40°C to +85°C
- 可提供小批量和大批量定制版本

应用

- 笔记本/上网本
- 平板电脑
- 平板电脑/手机坞站
- 仪器
- I/O 扩展器
- 无线键盘

引脚分配



描述

SK5223 是超低功耗 (0.3V 时为 1uA) SMBus v1.1 (或 I2C) 接口键盘编码器 ASIC，带 1 个 PWM 背光和 4 个 LED 控制。

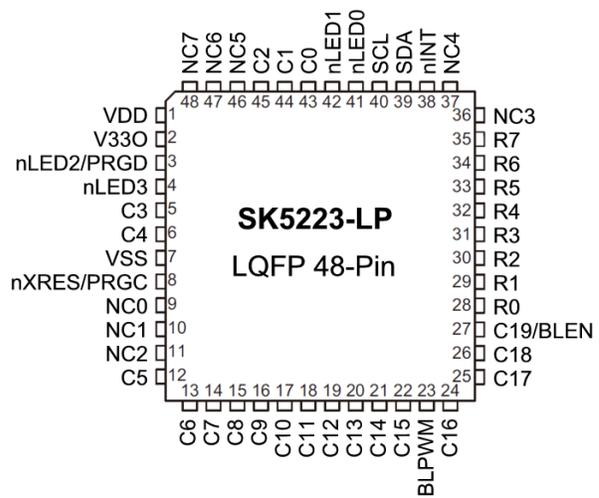
故障安全引导加载程序设计允许 SK5223 即使在固件更新期间发生任何中断故障，仍然具有完整的键盘功能。它是电池驱动的笔记本电脑/上网本/平板电脑/扩展底座/仪器/I/O 扩展器定制键盘设计的最佳选择。SK5223 部署了实普科技 FlexMatrix™ 用户在现场升级固件的技术。

SK5223 扫描并编码一个 8 行 20 列的矩阵，把按键事件被转换为键盘编码报告给主机。

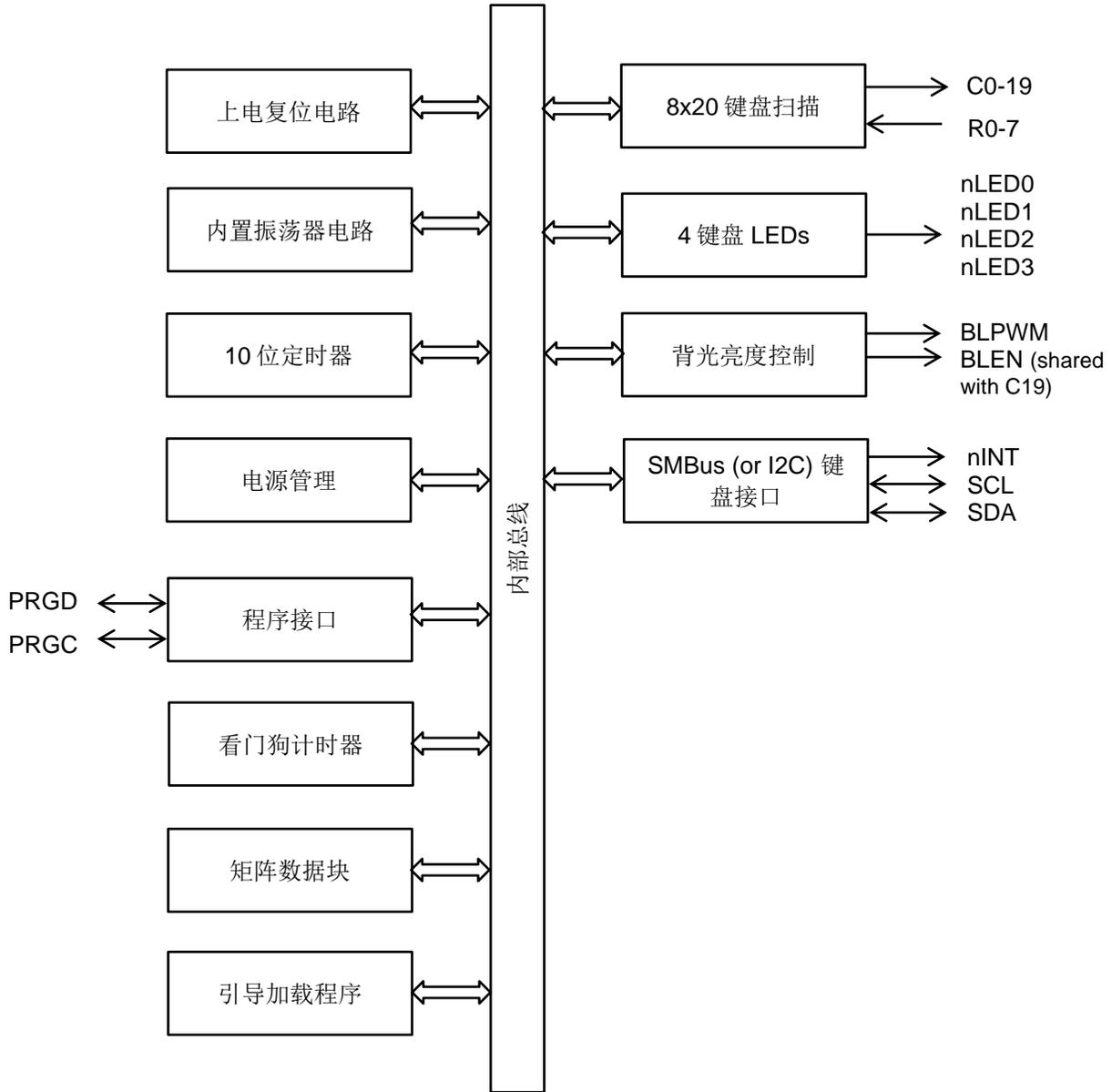
SK5223 为背光 LED PWM 亮度控制提供命令控制 PWM。一个 IO 引脚 BLEN 可以用来完全关闭背光电路。当使用 BLEN 时，键盘扫描将是 8x19 的矩阵。

订购信息

- SK5223-LT 46 引脚 QFN, 0.4mm 间距, (6.5x4.5x0.9mm), 无铅, 符合 RoHS 要求
- SK5223-LP 48 引脚 LQFP, 0.5mm 间距, (7x7x1.6mm), 无铅, 符合 RoHS 要求



功能框图



引脚定义

SK5223-LT 引脚定义

引脚号	类型	名字	描述
1	O	nINT	I2C 从设备中断线
2	IO	SDA	I2C 从设备数据线
3	IO	SCL	I2C 从设备时钟线
4	O	nLED0	LED0 驱动线
5	O	nLED1	LED1 驱动线
6 – 8	IO	C0 – C2	扫描矩阵的第 0 列到第 2 列
9	P	VDD	电源
10	NA	NC0	NC 引脚
11	NA	NC1	NC 引脚
12	P	V33O	保留
13	IO	nLED2/PRGD	LED2 驱动线 / 编程数据线
14	O	nLED3	LED3 驱动线
15 – 16	IO	C3 – C4	扫描矩阵的第 3、4 列
17	P	VSS	接地连接
18	NA	NC2	NC 引脚
19	I	nXRES / PRGC	外部复位：低激活 / 编程时钟线
20 – 30	IO	C5 – C15	扫描矩阵的第 5 列到第 15 列
31	O	BLPWM	背光控制 PWM
32 – 34	IO	C16 – C18	扫描矩阵的第 16 至 18 列
35	IO	C19 / BLEN	扫描矩阵的第 19 列 / 背光控制 LDO 启用
36 – 39	I	R0 – R3	带内部上拉电阻器的扫描矩阵的第 0 行到第 3 行
40	NA	NC3	NC 引脚
41 – 44	I	R4 – R7	带内部上拉电阻器的扫描矩阵第 4 行至第 7 行
45 – 46	NA	NC4 - NC5	NC 引脚

图标 I = 输入, O = 输出, IO = 输入/输出, P = 电源, NA = 未使用

SK5223-LP 引脚定义

引脚号	类型	名字	描述
1	P	VDD	电源
2	P	V33O	保留
3	IO	nLED2/PRGD	LED2 驱动线 / 编程数据线
4	O	nLED3	LED3 驱动线
5 – 6	IO	C3 – C4	扫描矩阵的第 3、4 列
7	P	VSS	接地连接
8	I	nXRES/PRGC	外部复位：低激活 / 编程时钟线
9-11	NA	NC0-NC2	NC 引脚
12 – 22	IO	C5 – C15	扫描矩阵的第 5 列至第 15 列
23	O	BLPWM	背光控制 PWM
24 – 26	IO	C16 – C18	扫描矩阵的第 16 列至第 18 列
27	IO	C19 / BLEN	扫描矩阵的第 19 列 / 背光控制 LDO 启用
28 – 35	I	R0 – R7	带内部上拉电阻器的扫描矩阵的第 0 行至第 7 行
36 – 37	NA	NC3-NC4	NC 引脚
38	O	nINT	I2C 从设备中断线
39	IO	SDA	I2C 从设备数据线
40	IO	SCL	I2C 从设备时钟线
41	O	nLED0	LED0 驱动线
42	O	nLED1	LED1 驱动线
43 – 45	IO	C0 – C2	扫描矩阵的第 0 列至第 2 列
46 – 48	NA	NC5-NC7	NC 引脚

图标 I = 输入, O = 输出, IO = 输入/输出, P = 电源, NA = 未使用

功能块描述

SK5223 在功能上由几个主要部分组成（见上一頁的方框图）。这些包括上电复位、振荡器电路、10 位定时器、电源管理、编程接口、看门狗定时器、键盘扫描、键盘 LED、背光亮度控制、矩阵数据块、引导加载程序、SMBus I2C 键盘接口。所有部分相互通信并同时运行。

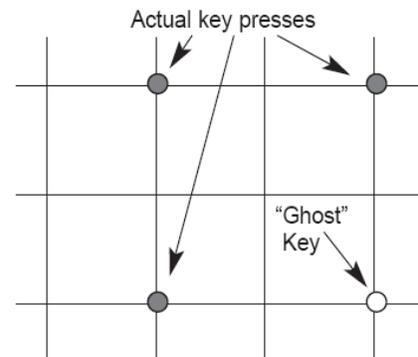
键盘扫描

SK5223 扫描一个 8 行 20 列矩阵的键盘，最多可扫描 160 个键。较小尺寸的矩阵可以通过把不使用引脚留空来实现。SK5223 为列输入引脚提供内部上拉。编码器选择一行（R0-R7）激活；对于选定的每行，它读取列（C0-C19）。在矩阵的相应位置，一个键的按下被检测为零。

每一个被按下的按键都会反跳 24 毫秒。一旦按键被验证，相应的按键代码就会被加载到传输缓冲器中。

在扫描的接触开关矩阵中，每当同时按下在开关矩阵上定义矩形的三个键时，位于矩形的第四个角上的第四个键被感知为被按下。这就是所谓的“鬼”或“幽灵”键问题。

虽然不使用外部硬件无法完全消除此问题，但在大多数实际应用中，有一些方法可以消除其负面影响。如果可能，用于组合的键应放在矩阵的同一行或列中。Shift 键（Shift、Alt、Ctrl、Window、Fn）不应与任何其他键位于同一行（或列）。SK5223 内置了检测和拒绝“鬼”键的机制。



C19 和 BLEN 是共享的。默认选择 BLEN（背光 LDO 启用）。因此，键矩阵扫描默认为 8x19。

键盘 LEDs

SK5223 提供 4 个引脚直接驱动通用 LED 指示灯，可通过命令进行控制。

SMBus I2C 接口

SK5223 遵循 SMBus v1.1 规范，具有固定的从设备地址和 PEC。它实现了专用的 SMBus 协议来报告键盘事件和一个命令（0x03）来获取 UDID。详见文件“Sprintek SMBus 键盘控制器通信协议”。

nINT 引脚是低断言，表示 SK5223 有事件要报告。

电源管理

SK5223 在工作条件下自动进入低功率模式。在 3V 工作模式下，无按键时，SK5223 进入低功耗模式，仅消耗 0.1uA；按一个键时，SK5223 仅消耗 110uA；当按下两个或两个以上按键时，SK5223 每个额外按键仅消耗 50uA。超低功耗使其非常适合电池供电的设备。

背光亮度控制

10 位 PWM 输出控制背光电路的亮度。PWM 时钟源于 6MHz 时钟，频率、脉宽、自动关断时间等参数可编程。

当脉宽调制占空比为 0% 时，一个额外的信号 BLEN 被自动驱动到低电平以关闭整个电路，从而使功耗最小化；而当 PWM 占空比不为 0% 时，BLEN 会自动高电平驱动。

上电复位电路

SK5223 有内置的上电复位电路，只需简单的外部 RC 元件。

振荡器电路

SK5223 内置振荡器电路，无需外部晶体或谐振器。

10 位计时器

10 位定时器提供 I2C 通信、键盘扫描等的定时控制。

编程接口

编程接口为 Sprintek 保留，用于编程新固件。建议将 PRGC 和 PRGD 引脚连接至示意图中的 6 针头。头不需要在最终装配中填充。如果由于空间原因不允许使用 6 针头，则可以加相应的测试点。

看门狗定时器

SK5223 采用了 500 毫秒的看门狗定时器，以确保可靠的固件设计。

矩阵数据块

SK5223 提供片上数据块来存储配置数据。数据块可以在使用中更改；也可以通过 Sprintek 定制固件或定制服务来完成。

引导加载程序

SK5223 部署了一个引导加载程序，通过 SMBus 总线更新新版本的固件。故障安全设计使 SK5223 即使在固件更新期间发生任何中断故障，仍然具有完整的键盘功能。

SMBus 命令协议

SMBus 从设备地址

设备的 7 位地址如下所示 0x39。结合 R/W 位后，I2C 写入操作的 8 位地址为 0x72，I2C 读取操作为 0x73。

SMBus 低层通讯

控制器遵循 SMBus 协议并始终启用 PEC。

表 – 主设备到 SMBus 键盘控制器 I2C 数据包格式

SMBus 协议	
Write Byte 单字节写	S Address W {A} Command {A} Data Byte {A} PEC {A} P
Read Byte 单字节读	S Address W {A} Command {A} S Address R {A} {Data Byte} A {PEC} nA P
Write Word 双字节写	S Address W {A} Command {A} Data Low {A} Data High {A} PEC {A} P
Read Word 双字节读	S Address W {A} Command {A} S Address R {A} {Data Low} A {Data High} A {PEC} nA P
Block Read 块读	S Address W {A} Command {A} S Address R {A} {Byte Count} A {Byte 0} A {Byte 1} A ... {Byte N} A {PEC} nA P
Block Write 块写	S Address W {A} Command {A} Byte Count {A} Byte 0 {A} Byte 1 {A} ... Byte N {A} PEC {A} P

图标: S = Start, P = Stop, A = Ack, nA = NAck, W= Write 写 (0), R= Read 读 (1)
Address – 从设备地址, Command – 命令, Byte Count – 字节数

{ } 中数据项是从从设备(键盘编码器)到主设备 (主控制器)

事件

事件格式

当某些事件发生时，从设备可以通知主设备。设备将首先断言 nINT 线；然后等待主设备发送“Read Events”命令来查询发生了什么事件。每个事件由一个事件标识字节引导，然后后跟零个或多个数据字节。

事件表

事件名	事件代码	描述
EVENT_KEYSTROKE	0x00	键盘事件。后面是一个字节的键盘状态。请参见键盘事件表。
EVENT_KEYSTROKE1	0x17	键盘事件。后面是一个字节的键盘状态。请参见键盘事件表。
EVENT_RESET_COMPLETE	0x04	当 POR 发送
EVENT_FWU_STATUS	0x06	SMBus 引导加载程序生成的事件。详见 FWU 状态表。
EVENT_BACKLIT_OFF	0x07	当背光超时关闭背光事件。
EVENT_PROD_INFO_STATUS	0x08	不支持
EVENT_CHECKSUM	0x15	下面是三字节数据 单字节 0: 验证状态 单字节 1: 校验和低字节 单字节 2: 校验和高字节 单字节 3: 区域
EVENT_BUFFER_EMPTY	0xFF	当事件缓冲区中没有事件时，它被发送

键盘事件格式 (事件 ID 0x00 and 事件 ID 0x17)

键盘事件以单字节表示，表示更改状态的键的行和列。

事件 ID 0x00	键盘事件格式
Bits	描述
7	键压下/松开 1=键压下, 0=键松开
4:6	键盘矩阵行号 键扫描行编号 (0-7)
3:0	键盘矩阵列 键扫描列编号 (0-15, 取决于使用的列数)

事件 ID 0x17	键盘事件格式
Bits	描述
7	键压下/松开 1=键压下, 0=键松开
4:6	键盘矩阵行 键扫描行编号 (0-7)
3:0	键盘矩阵列 键扫描列编号 (16-31, 取决于使用的列数)

命令列表

- 命令 0x03 – 获取 UDID (Get UDID)
- 命令 0x82 – 读事件 (Read Events)
- 命令 0xC0 – 设备重置 (Reset Device)
- 命令 0xC1 – 获取设备信息 (Get Device Information)
- 命令 0xC2 – 计算校正码 (Calculate Checksum)
- 命令 0x90 – 开启固件更新 (FWU Init)
- 命令 0x83 – 设置 LEDs (Set LEDs)
- 命令 0x8C – 重置背光时钟 (Reset Backlit Timer)
- 命令 0x94 – 设置背光关闭时间 (Set Backlit Timeout)
- 命令 0x95 – Toggle Backlit AutoOn
- 命令 0xC5 – 设置背光 PWM 周期和宽度 Set Backlit PWM Period and Duty

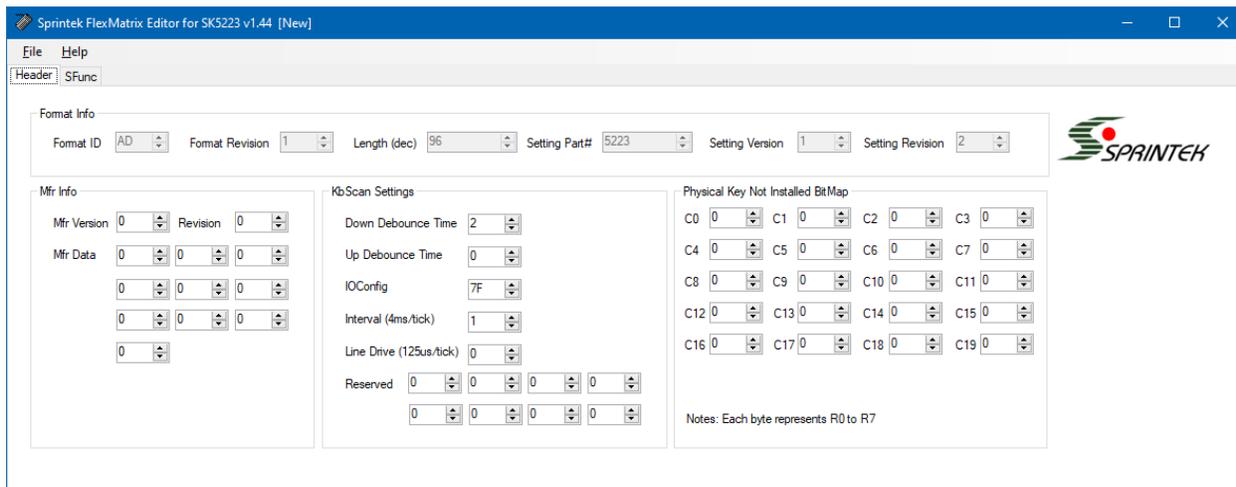
键盘矩阵设计

设计键盘矩阵

SK5223 向主设备报告键盘位置（行、列），因此不需要矩阵扫描码映射表，表格应在主设备处定义。扫描编码表可以查 www.usb.org 的文档“HID Usage Tables 1.2”。有关详细信息，请参阅微软 Microsoft Windows 平台设计说明文档“Keyboard Scan Code Specification”。

键盘扫描和背光控制设置可以通过 FlexMatrix 编辑器软件（FlexMatrix Editor）进行配置。可以从以下网址下载 FlexMatrix 编辑器软件。下面是 FlexMatrix 编辑器软件的屏幕快照。

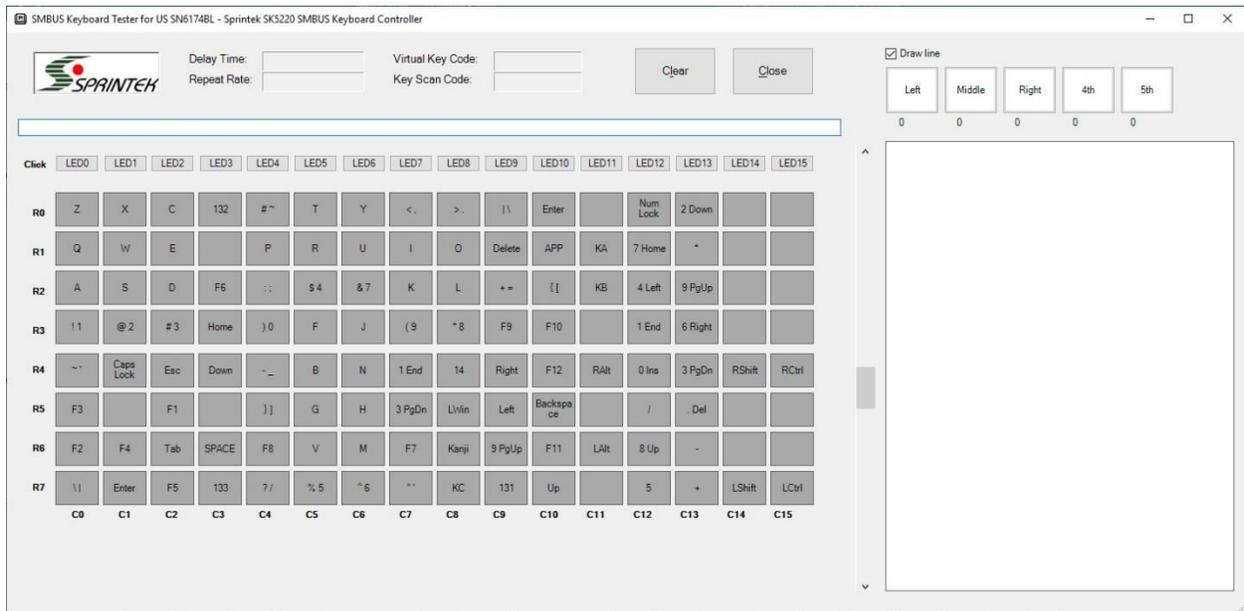
<http://sprintek.com/support/Downloads.aspx>



FlexMatrix 编辑器软件屏幕快照

测试键盘矩阵

Sprintek 提供了一个键盘测试器软件来验证您的键盘设计。可以从以下网址下载 FlexMatrix 键盘测试器软件。下面是 FlexMatrix 键盘测试器软件的屏幕快照。<http://sprintek.com/support/Downloads.aspx>



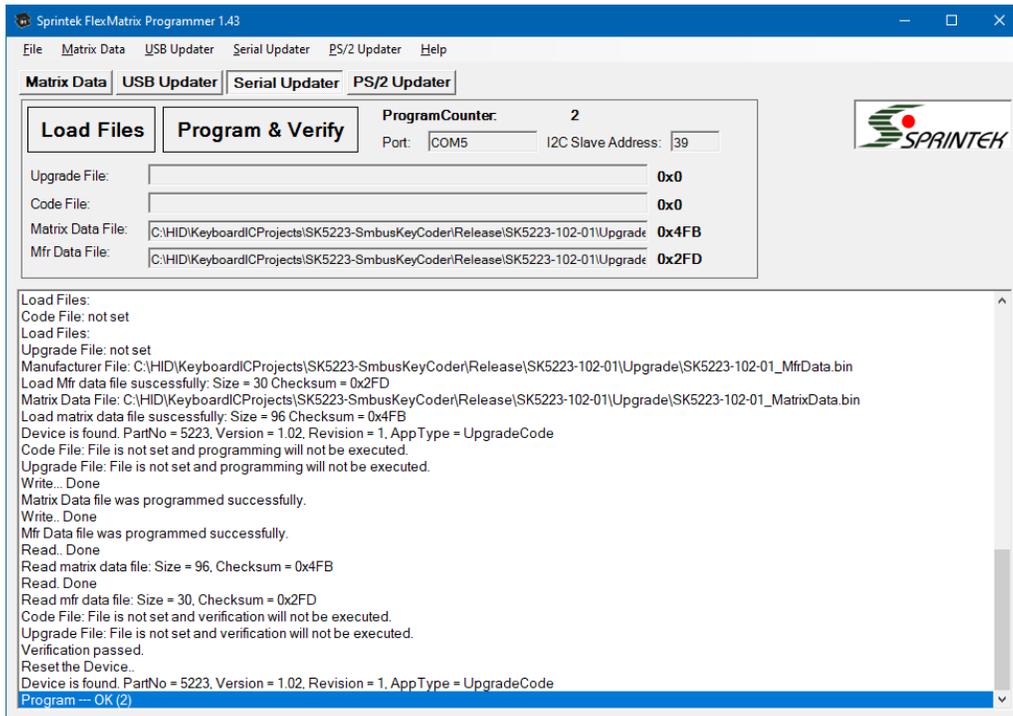
FlexMatrix 键盘测试器软件屏幕快照

下载键盘矩阵

FlexMatrix 烧录器软件允许用户将矩阵数据二进制文件下载到 SK5223，并将矩阵数据从 SK5223 的闪存数据块上载到二进制文件。

可以从以下网址下载 FlexMatrix 烧录器软件。下面是 FlexMatrix 烧录器软件的屏幕快照。

<http://sprintek.com/support/Downloads.aspx>



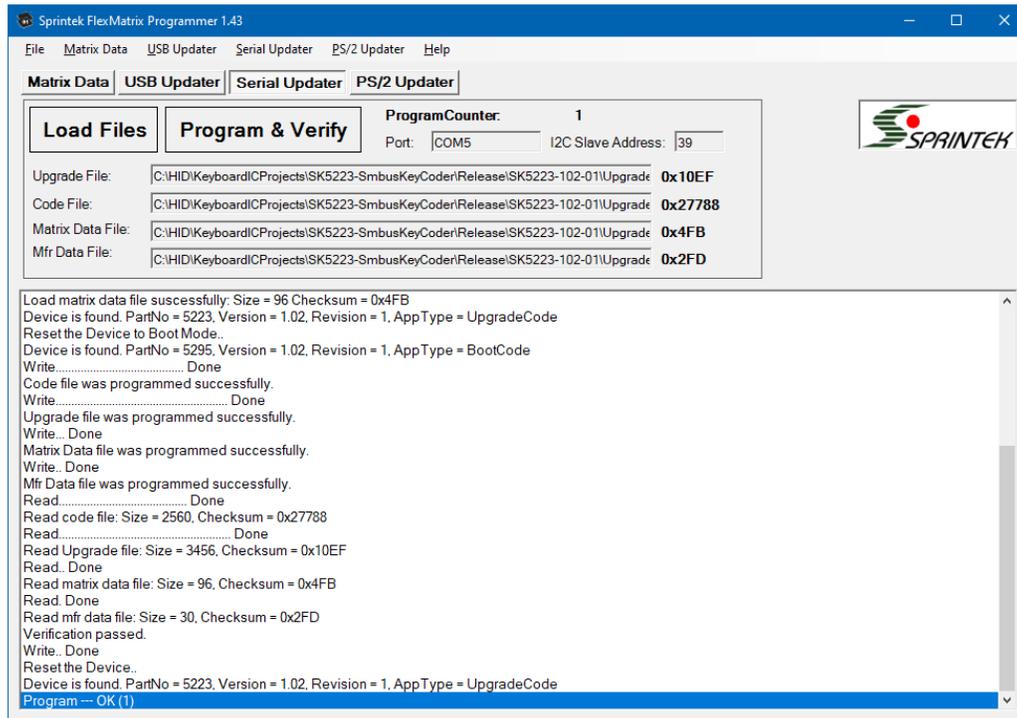
FlexMatrix 烧录器软件 - 矩阵数据升级

代码升级

SK5223 的引导加载程序 **bootloader** 支持代码升级。此功能使用户能够享受最新的功能设计。3 个文件可以通过 **FlexMatrix** 烧录器软件升级：代码文件，矩阵数据文件，和制造商数据文件。

可以从以下网址下载 **FlexMatrix** 烧录器软件。下面是 **FlexMatrix** 烧录器软件的屏幕快照。

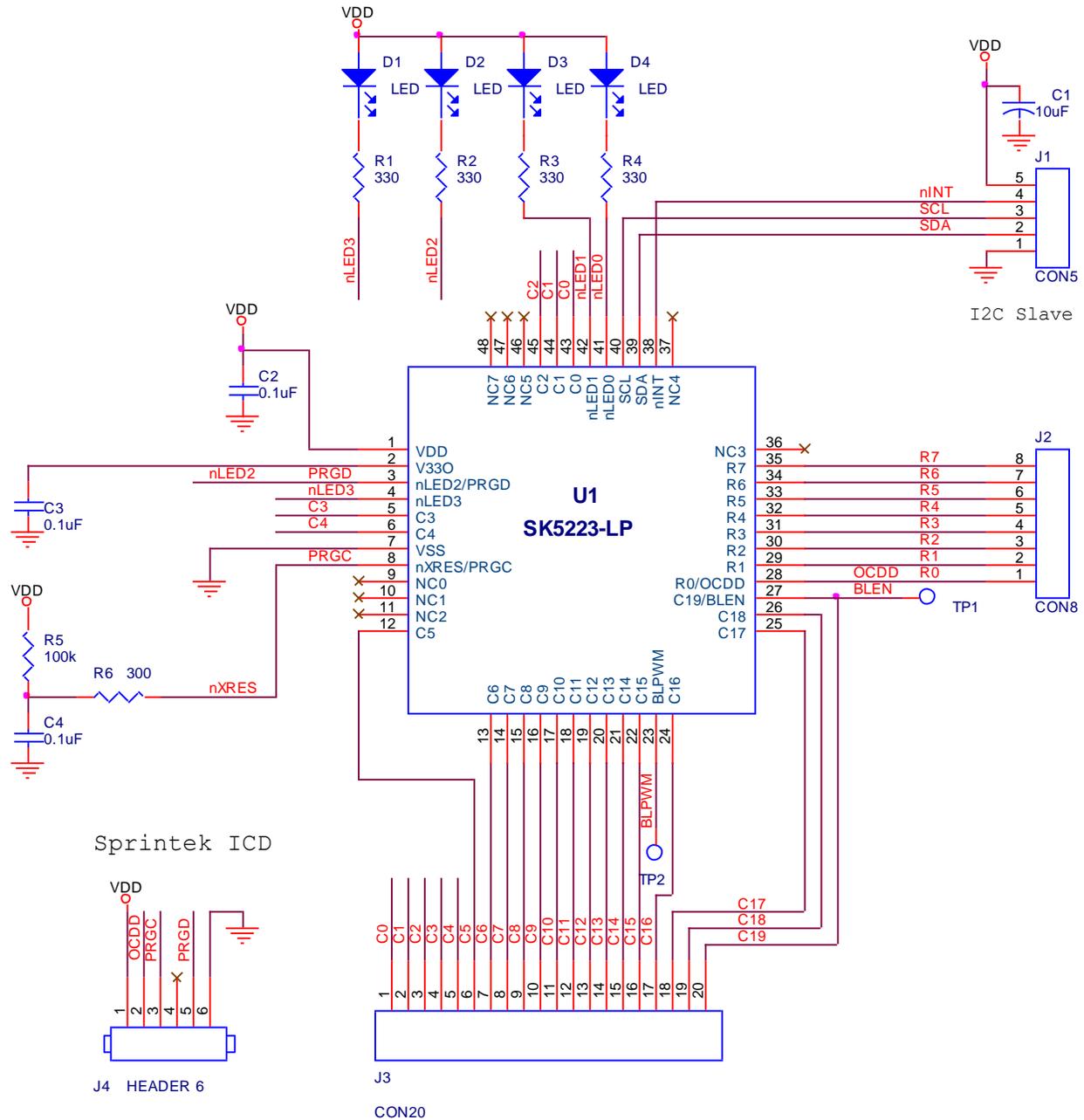
<http://sprintek.com/support/Downloads.aspx>



FlexMatrix 烧录器软件 - 代码升级

默认键盘矩阵

SK5223 向主机报告键盘位置（行、列），因此不需要矩阵扫描码映射表，表格应在主设备处定义。扫描编码表可以查 www.usb.org 的文档“**HID Usage Tables 1.2**”。

SK5223-LP 参考设计电路图


电气规范

最大绝对额定值

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
TSTG	存储温度	-50	25	+125	°C	
VDD	相对于 VSS 的 VDD 供电电压	-0.3	-	+6.0	V	
VIO	直流输入电压	VSS-0.3	-	VDD+0.3	V	
IMTO	端口引脚的总输入电流	-100	-	+150	mA	

工作温度

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
TOP	工作温度	-40	-	+85	°C	

直流电气特性

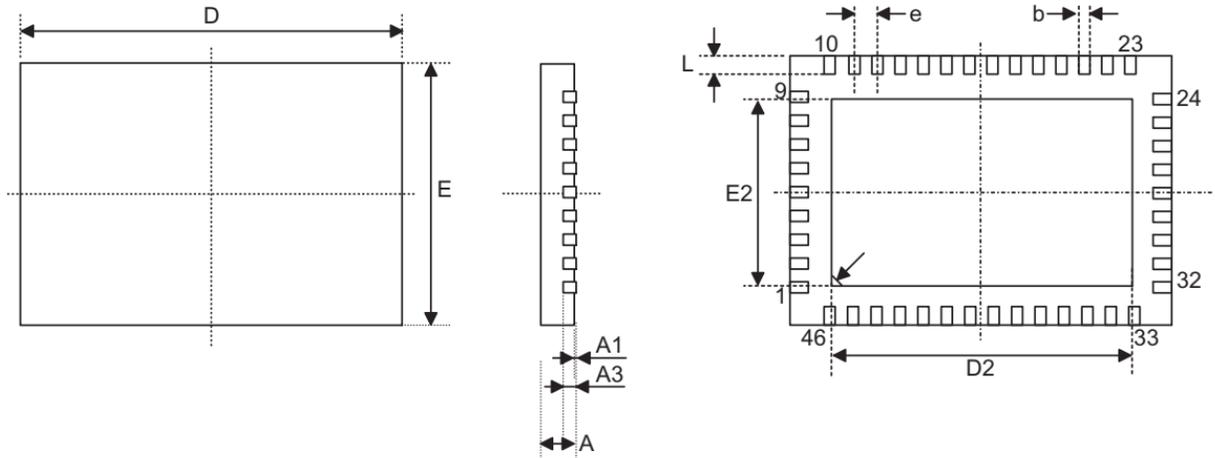
符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
VDD	供电电压	2.2	-	5.5	V	
IDD	无键按下时功耗		0.3	2	uA	5V
			0.1	1	uA	3V
IDDK	单键按下时功耗		260		uA	5V
			110		uA	3V
IDDE	额外每增加一键功耗		115		uA	5V
			50		uA	3V
LVR	重置电压	1.995	2.1	2.205	V	
RPU	上拉电阻	10	30	50	kΩ	5V
		20	60	100	kΩ	3V

GPIO 电气特性

符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
VIL	输出低电压	-	-	0.2VDD	V	
VIH	输出高电平	0.8VDD	-	-	V	
BLFPWM	背光 PWM 频率	91.5	366	46,875	Hz	缺省设置 366Hz

I2C 从设备电气特性

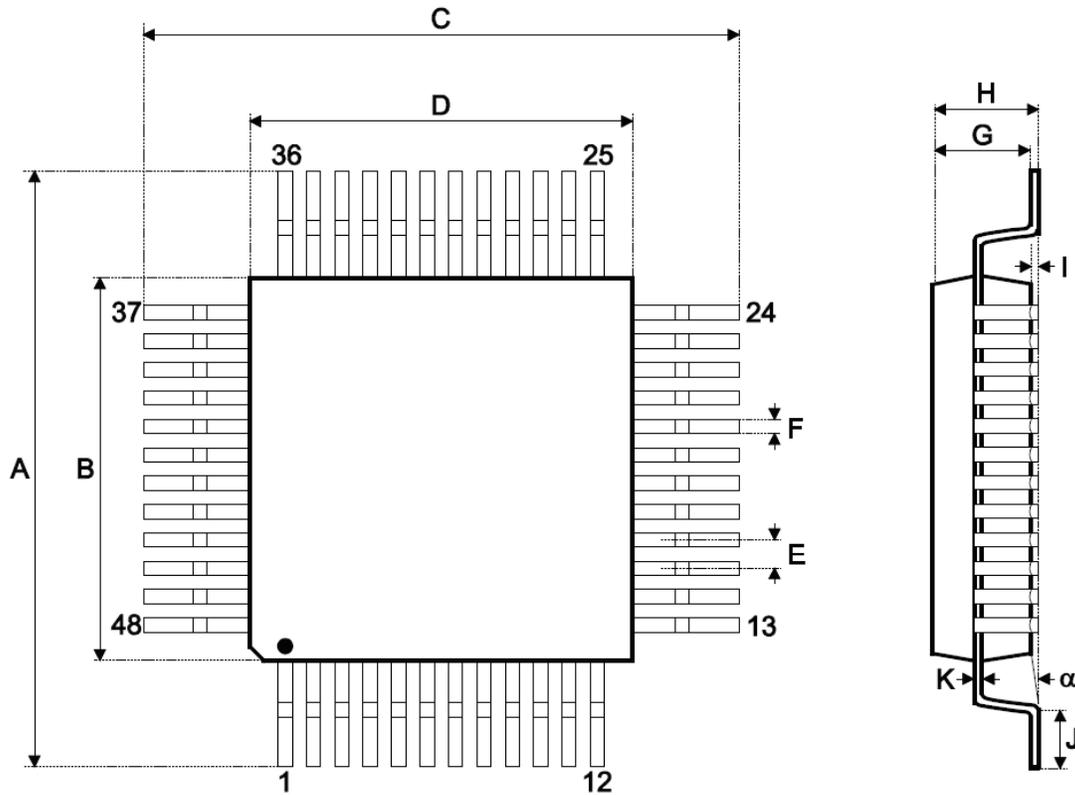
符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
BI2C	I2C SCL 时钟频率	-	-	400k	Hz	

封装外形图信息
SK5223-LT 封装外形图


符号	尺寸单位: mm		
	最小.	正常.	最大.
A	0.8	0.85	0.9
A1	0	0.02	0.04
A3	-	0.2 ref	-
b	0.15	0.2	0.25
D	6.45	6.5	6.55
E	4.45	4.5	4.55
e	-	0.4 BSC.	-
D2	5	5.1	5.2
E2	3	3.1	3.2
L	0.3	0.4	0.5

SK5223-LT 46 引脚 (6.5x4.5mm 0.9 最大) SAW 类型 QFN

SK5223-LP 封装外形图



符号	尺寸单位: mm		
	最小.	正常.	最大.
A	-	9.00BSC	-
B	-	7.00BSC	-
C	-	9.00BSC	-
D	-	7.00BSC	-
E	-	0.50BSC	-
F	0.17	0.22	0.27
G	1.35	1.40	1.45
H	-	-	1.60
I	0.05	-	0.15
J	0.45	0.60	0.75
K	0.09	-	0.20
α	0°	-	7°

SK5223-LP 48 引脚 (7x7mm 1.6 最大) LQFP

销售和服务信息

要获取有关 实普科技 Sprintek Corporation 或 FlexMatrix 键盘控制器系列产品的销售和技术支持信息，请参考以下信息。

实普科技 Sprintek Corporation
4969 Corral St.
Simi Valley, CA 93063, USA
网站: <http://www.sprintek.com>

修订记录

修订	发行日期	描述
1.00	2020/8/12	初次发行