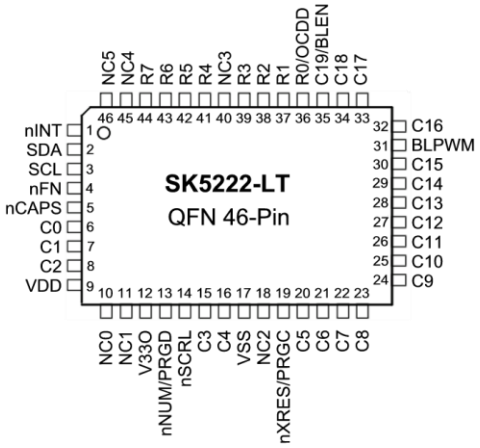
SK5222 FlexMatrix™键盘控制器

超低功耗，用户可编程 HID-over-I2C 键盘编码器
带 8x20 扫描、PWM 背光、键锁、可升级引导加载程序

特性

- HID over I2C v1.0 接口
- 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 键盘 LEDs
- Fn, FnLock 和 NumLock 影响键支持
- 不拆卸可洗设计的键锁
- 支持“Ctrl+Alt+Del”等宏键
- 350 多个预定义键和无限客户自定义键
- 用户可编程键盘矩阵
- 支持所有 HID over I2 命令:
  - RESET
  - GET_REPORT
  - SET_REPORT
  - GET_IDLE
  - SET_IDLE
  - GET_PROTOCOL
  - SET_PROTOCOL
  - SET_POWER
- 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

引脚分配



描述

SK5222 是超低功耗（(0.1uA@3V) HID over I2C 接口的键盘编码器 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 SK5222 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。它是电池供电的平板电脑/笔记本电脑/扩展底座/仪器定制键盘设计的最佳选择。

SK5222 扫描并编码一个 8 行 20 列的矩阵；把按键事件转换为键盘编码报告给主机。编码器从芯片内置矩阵表中获取编码信息。

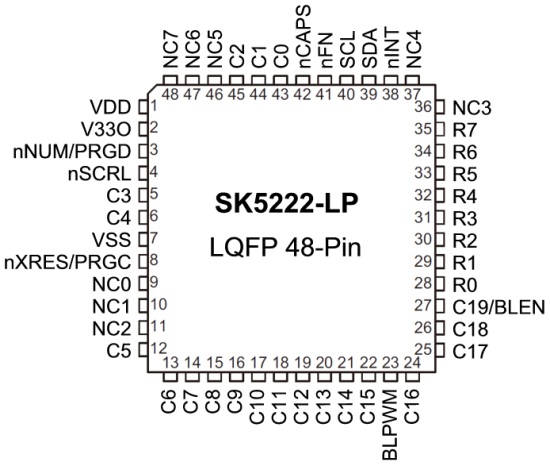
SK5222 为背光 LED PWM 亮度控制提供一键控制和命令控制 PWM。一个 IO 引脚 BLEN 可以用来完全关闭背光电路。当使用 BLEN 时，键盘扫描将是 8x19 的矩阵。

应用

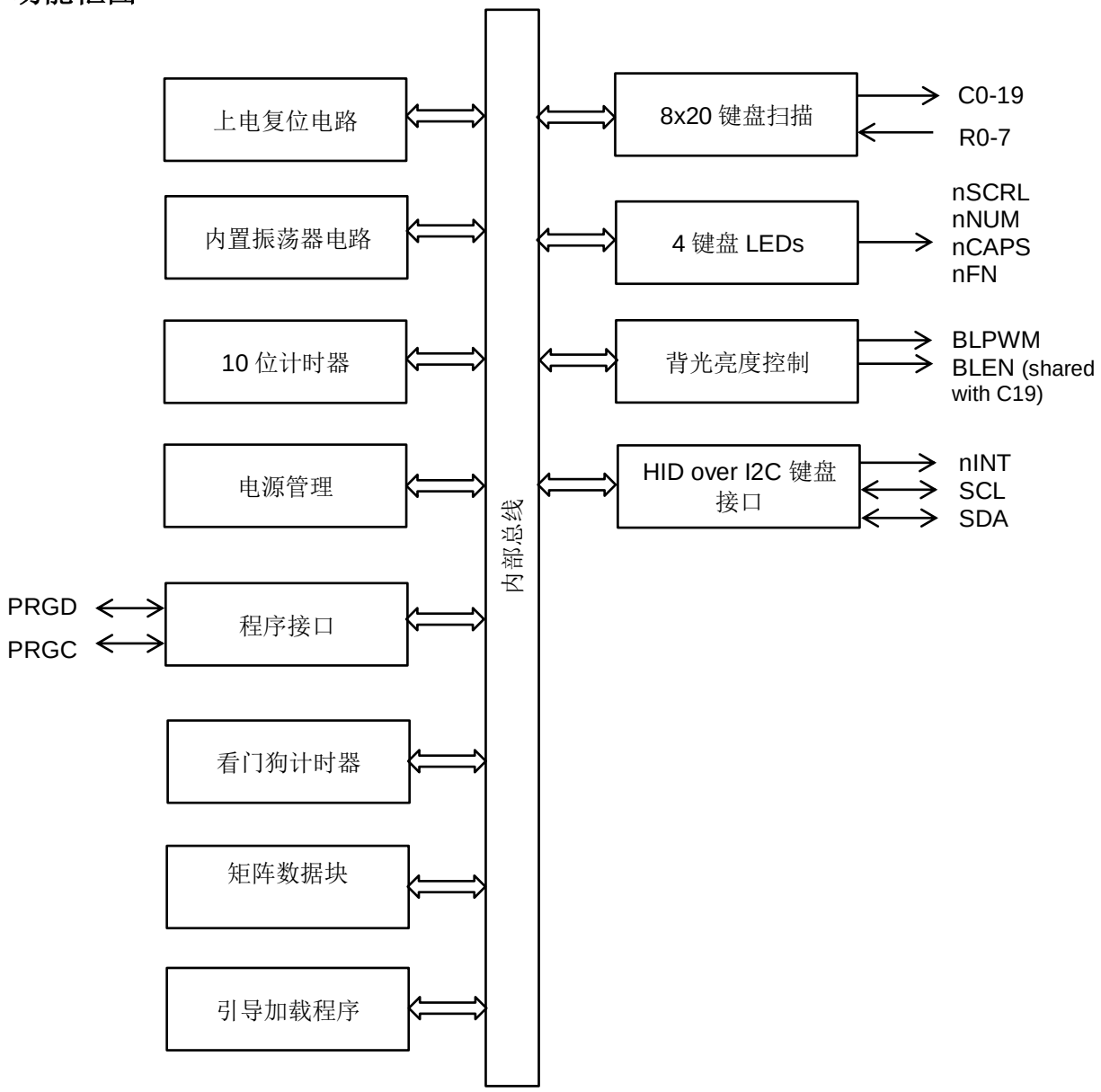
- 笔记本/上网本
- 平板电脑
- 平板电脑/手机坞站
- 仪器

订购信息

SK5222-LT 46 引脚 QFN，0.4mm间距，（6.5x4.5x0.9mm），无铅，符合RoHS要求
SK5222-LP 48 引脚 LQFP，0.5mm间距，（7x7 x1.6mm），无铅，符合RoHS要求



功能框图


上电复位电路
内置振荡器电路
10 位计时器
电源管理
PRGD
PRGC
程序接口
看门狗计时器
矩阵数据块
引导加载程序
内部总线
8x20 键盘扫描
C0-19
R0-7
4 键盘 LEDs
nSCRL
nNUM
nCAPS
nFN
背光亮度控制
BLPWM
BLEN (shared with C19)
HID over I2C 键盘接口
nINT
SCL
SDA

引脚定义

SK5222-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	nFN	Fn lock LED 驱动线
5	O	nCAPS	Caps lock LED 驱动线
6 – 8	IO	C0 – C2	扫描矩阵的第 0 列至第 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	nNUM/PRGD	Num lock LED 驱动线 / 编程数据线
14	O	nSCRL	Scroll lock LED 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 / 程序时钟线
20 – 30	IO	C5 – C15	扫描矩阵的第 5 列至第 15 列
31	O	BLPWM	背光控制 PWM
32 – 34	IO	C16 – C18	扫描矩阵的第 16 列至第 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 行至第 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

SK5222-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	nNUM/PRGD	Num lock LED 驱动线 / 编程数据线
4	O	nSCRL	Scroll lock LED 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	nFN	Fn lock LED 驱动线
42	O	nCAPS	Caps lock LED 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

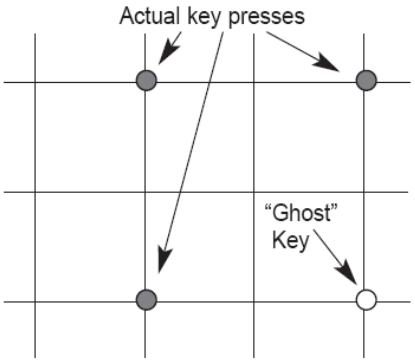
SK5222 在功能上由几个主要部分组成（见上一页的方框图）。这些包括上电复位、振荡器电路、10 位定时器、电源管理、编程接口、看门狗定时器、键盘扫描、键盘 LED、背光亮度控制、矩阵数据块、引导加载程序、HID over I2C 键盘接口。所有部分相互通信并同时运行。

键盘扫描

SK5222 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。SK5222 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）。SK5222 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

SK5222 提供 4 个引脚直接驱动 CapsLock、NumLock、ScrollLock、Fn 功能的 LED。Fn LED 由 SK5222 自动控制。

HID over I2C 接口

SK5222 遵循微软的《HID Over I2C 协议规范-设备端版本 1.00》（HID Over I2C Protocol Specification – Device Side Version 1.00）设计 HID Over I2C 键盘设备。SK5222 支持所有 HID over I2C 命令：

RESET
GET_REPORT
SET_REPORT
GET_IDLE
SET_IDLE
GET_PROTOCOL
SET_PROTOCOL
SET_POWER

nINT 引脚可以配置为低断言。当 SK5222 请求发送报告时，它会驱动 nINT 低并在报告完成之前释放 nINT。

电源管理

SK5222 在工作条件下自动进入低功率模式。SK5222 还支持 SET_POWER 命令来禁用/启用高电流外围设备，如键盘 LED 和背光灯。

在 3V 工作模式下，无按键时，SK5222 进入低功耗模式，仅消耗 0.1uA；按一个键时，SK5222 只消耗 110uA；按两个或两个以上按键时，SK5222 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

SK5222 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

SK5222 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 引脚连接到原理图中的 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。

看门狗计时器

SK5222 采用 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

SK5222 提供片上数据块来存储键盘矩阵、扫描码映射表等。矩阵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

SK5222 部署了一个引导加载程序，通过 HID over I2C 接口更新新版本的固件。故障安全设计使 SK5222 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。

I2C 命令协议

I2C 从设备地址

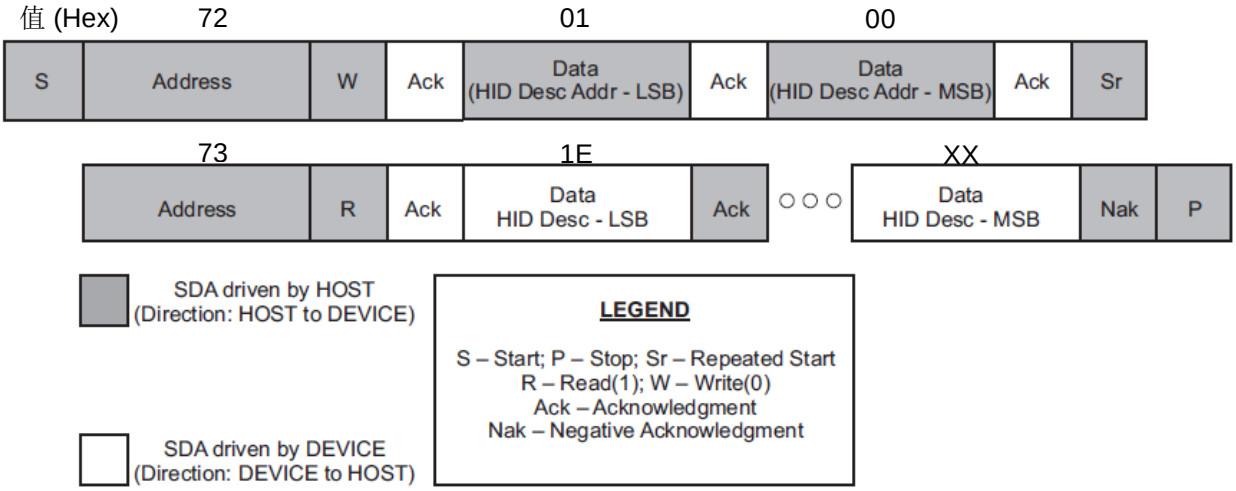
设备的 7 位地址如下所示 0x39。结合 R/W 位后，I2C 写入操作的 8 位地址为 0x72，I2C 读取操作为 0x73。

命令列表

下图说明了寄存器地址定义。

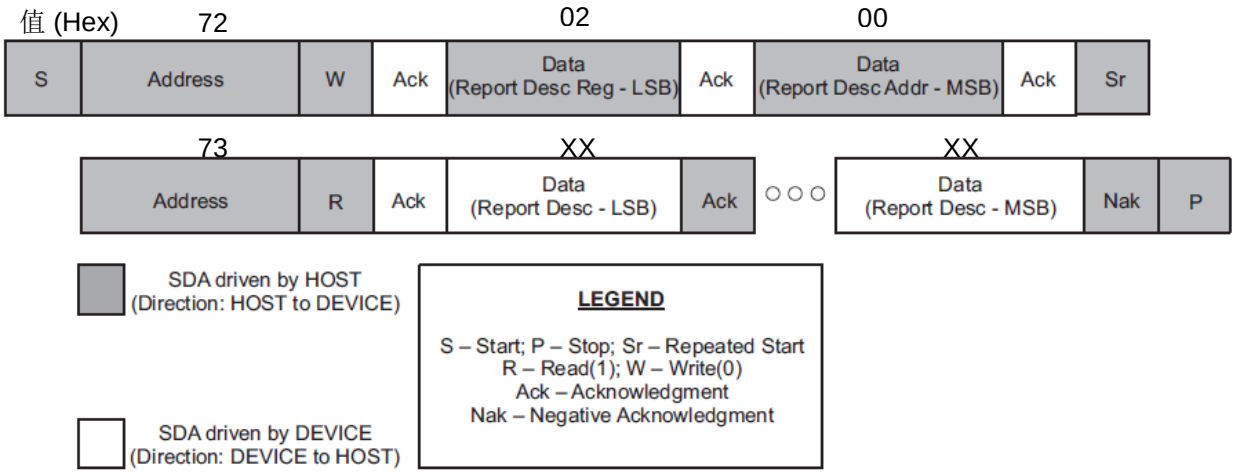
寄存器地址 Register Address	寄存器定义	读 / 写	数据长度	注意
0x0001	HID 描述符 （HID Descriptor）	读	30	
0x0002	报告描述符 （Report Descriptor）	读	变化	
0x0003	输入报告 （Input Report）	读		
0x0004	输出报告 （Output Report）	写		
0x0005	命令寄存器 （Command Register）	写		支持的命令： RESET GET_REPORT SET_REPORT GET_IDLE SET_IDLE GET_PROTOCOL SET_PROTOCOL SET_POWER
0x0006	数据寄存器 （Data Register）	读/写		

读取 HID 描述符



读取 HID 描述符

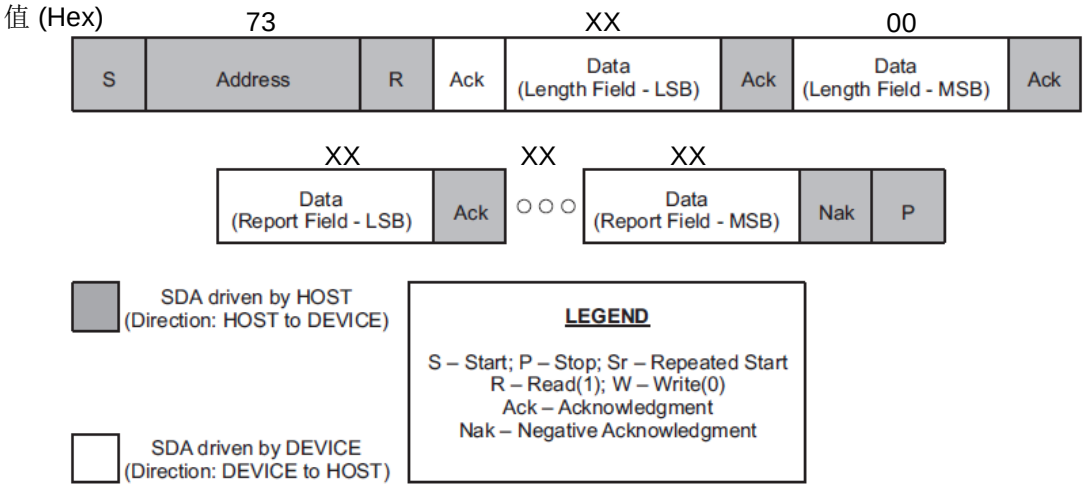
报表描述符检索



读取报告描述符

报表描述符的长度存储在 HID 描述符中。

输入报告



输入报告长度字段的低字节取决于输入报告的类型。输入报告由 nINT 断言指示。

重置报告

在 SK5222 接收到加电复位或 SK5222 接收到复位命令后发送复位报告。

字节#	定义	值
0	数据长度低字节	00
1	数据长度高字节	00

键盘输入报告(HID Page 7)

字节#	定义	值
0	数据长度低字节	0B
1	数据长度高字节	00

2	报告 ID	01
3	Modifier Keys **Bit7** RightGUI, **Bit6** RightAlt, **Bit5** RightShift, **Bit4** RightCtrl, **Bit3** LeftGUI, **Bit2** LeftAlt, **Bit1** LeftShift, **Bit0** LeftCtrl	XX
4	Reserved	00
5	Key1 UsageID	XX
6	Key2 UsageID	XX
7	Key3 UsageID	XX
8	Key4 UsageID	XX
9	Key5 UsageID	XX
10	Key6 UsageID	XX

系统 ACPI 输入报告 (HID Page 1)

字节#	定义	值
0	数据长度低字节	04
1	数据长度高字节	00
2	报告 ID	02
3	系统 ACPI 键位定义 **Bit7** 0, **Bit6** 0, **Bit5** 0, **Bit4** 0, **Bit3** 0, **Bit2** Wake Up, **Bit1** Sleep, **Bit0** Power Down	XX

消费类设备键输入报告(HID Page C)

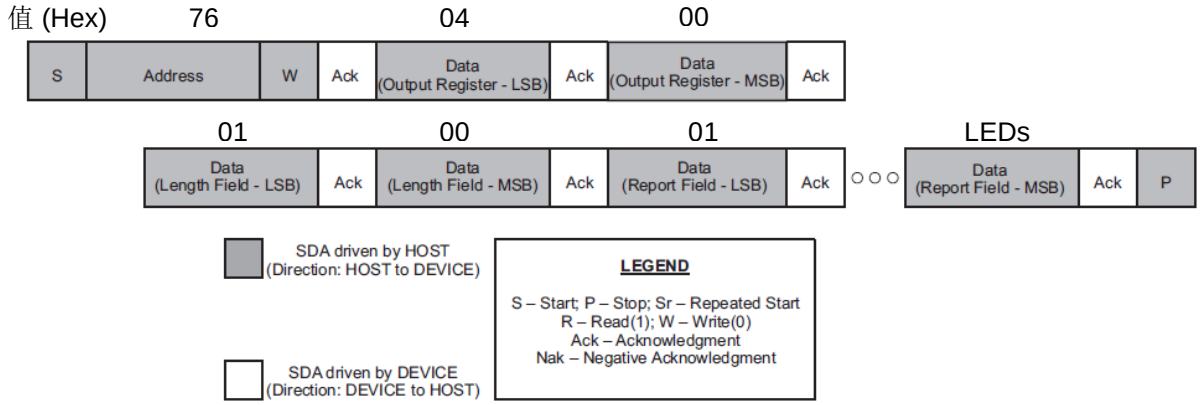
字节#	定义	值
0	数据长度低字节	07
1	数据长度高字节	00
2	报告 ID	03
3	消费类设备键位定义字节 0 **Bit7**, **Bit6**, **Bit5**, **Bit4**, **Bit3**, **Bit2**, **Bit1**, **Bit0**	XX
4	消费类设备键位定义字节 1 **Bit7**, **Bit6**, **Bit5**, **Bit4**, **Bit3**, **Bit2**, **Bit1**, **Bit0**	XX
5	消费类设备键位定义字节 2 **Bit7**, **Bit6**, **Bit5**, **Bit4**, **Bit3**, **Bit2**, **Bit1**, **Bit0**	XX
6	消费类设备键位定义字节 3 **Bit7**, **Bit6**, **Bit5**, **Bit4**, **Bit3**, **Bit2**, **Bit1**, **Bit0**	XX

注意：键定义在 HID 报告描述符中描述。

供应商自定义键输入报告 (HID Page FF00)

字节#	定义	值
0	数据长度低字节	05
1	数据长度高字节	00
2	报告 ID	04
3	供应商自定义键 位定义字节 0 **Bit7** User7, **Bit6** User6, **Bit5** User5, **Bit4** User4, **Bit3** User3, **Bit2** User2, **Bit1** User1, **Bit0** User0	XX
4	供应商自定义键 位定义字节 1 **Bit7** UserF, **Bit6** UserE, **Bit5** UserD, **Bit4** UserC, **Bit3** UserB, **Bit2** UserA, **Bit1** User9, **Bit0** User8	XX

输出报告



设置键盘 LEDs

字节#	定义	值
0	数据长度低字节	04
1	数据长度高字节	00
2	报告 ID	01
3	LED 位定义	XX

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
0	0	0	0	0	Scroll Lock - LED2	Caps Lock - LED1	Num Lock - LED0

Fn LED 由 SK5222 自动控制。

命令和数据寄存器

HID over I2C 规范要求所有设备对某些命令做出响应。命令被发送到命令寄存器。下面是 SK5222 支持的命令列表。

Op Code	Command Name	Effective on Device
0001b	RESET	设备复位，所有寄存器返回默认值。此命令对设备的影响与开机复位相同。
0010b	GET_REPORT	获取由报告 ID 指定的当前键盘状态
0011b	SET_REPORT	数据寄存器内容用于打开/关闭 LED。
0100b	GET_IDLE	默认情况下，以 500 毫秒为单位获取键重复率。
0101b	SET_IDLE	设置按键重复率（毫秒）。
0110b	GET_PROTOCOL	获取当前协议。0=引导协议；1=报告协议（默认）。
0111b	SET_PROTOCOL	将协议设置为 boot 或 report。
1000b	SET_POWER	当电源模式处于休眠状态（值 1）时，所有 LED 都将关闭，设备处于最低电流模式（仍将检测到按键）。

键盘矩阵设计

键盘矩阵

SK5222 支持 8X20 键盘矩阵表。它支持 Fn、FnLock、NumLock 受影响的键定义、宏键定义和函数键定义。客户可以将任何键映射到任何键盘矩阵位置。提供 350 多个预定义键，并支持用户自定义键。

设计键盘矩阵

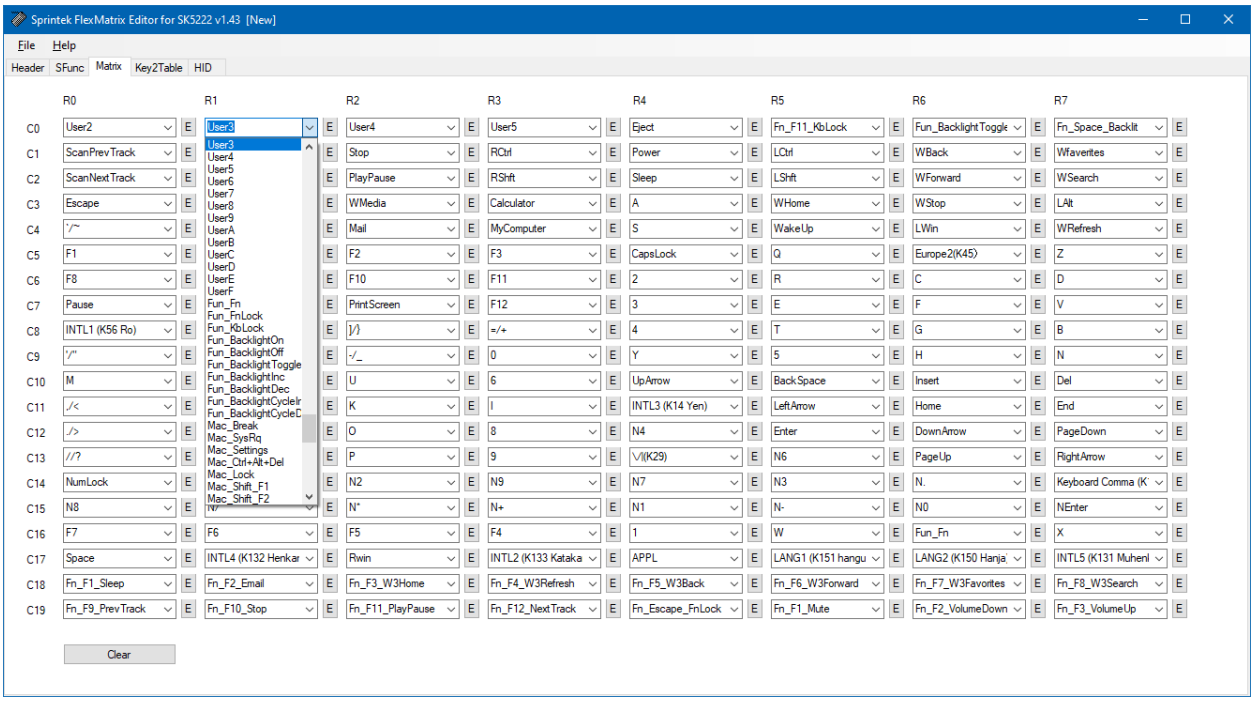
有关详细信息，请参阅微软 Windows 平台设计说明文档“Keyboard Scan Code Specification”。

生成键盘矩阵

FlexMatrix 编辑器程序允许用户创建键盘矩阵，包括宏键定义和功能键定义，然后以二进制格式保存。

编辑器程序允许用户为 8x20 矩阵中的任何位置分配一个逻辑键。一旦创建了矩阵，它就保存在二进制文件中。该文件可通过 FlexMatrix 编程器软件下载到 SK5222 闪存数据块。

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

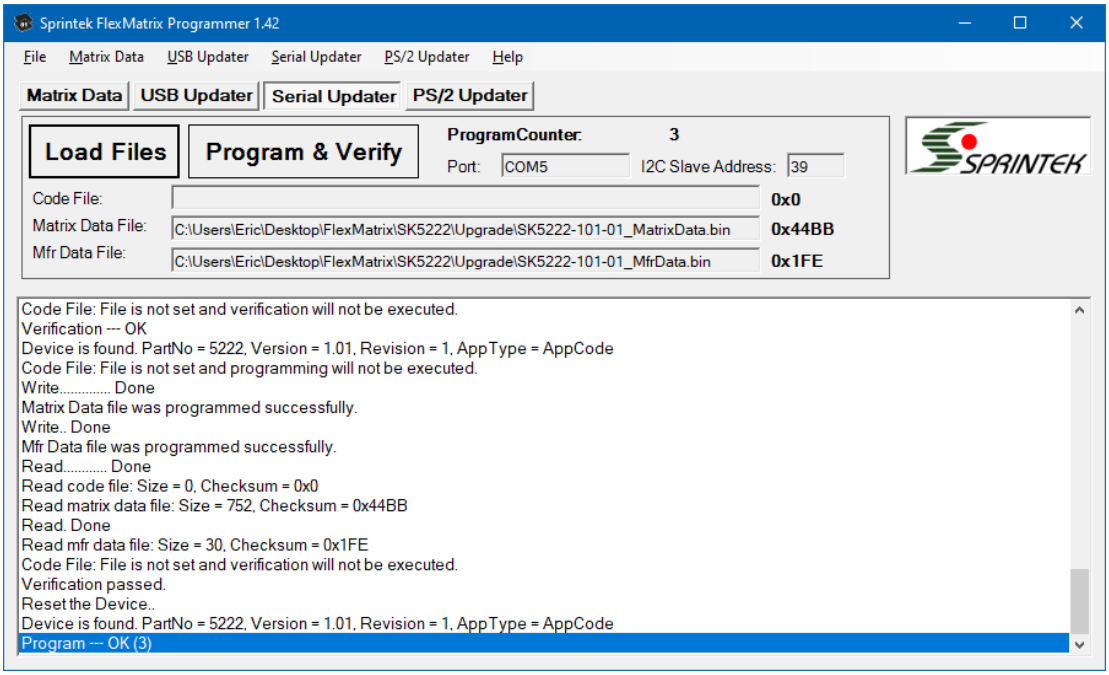


FlexMatrix™编辑器软件屏幕快照

下载键盘矩阵

FlexMatrix 烧录器软件允许用户将矩阵二进制文件下载到 SK5222，和将矩阵数据从 SK5222 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

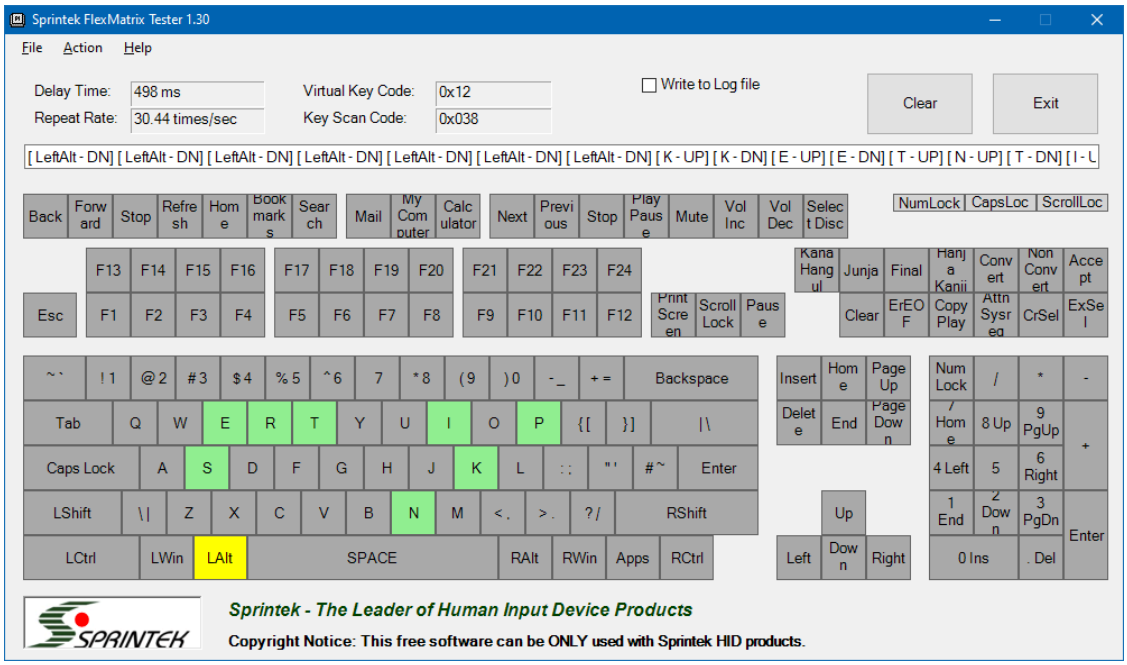


FlexMatrix 烧录器软件 - 矩阵数据升级

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。

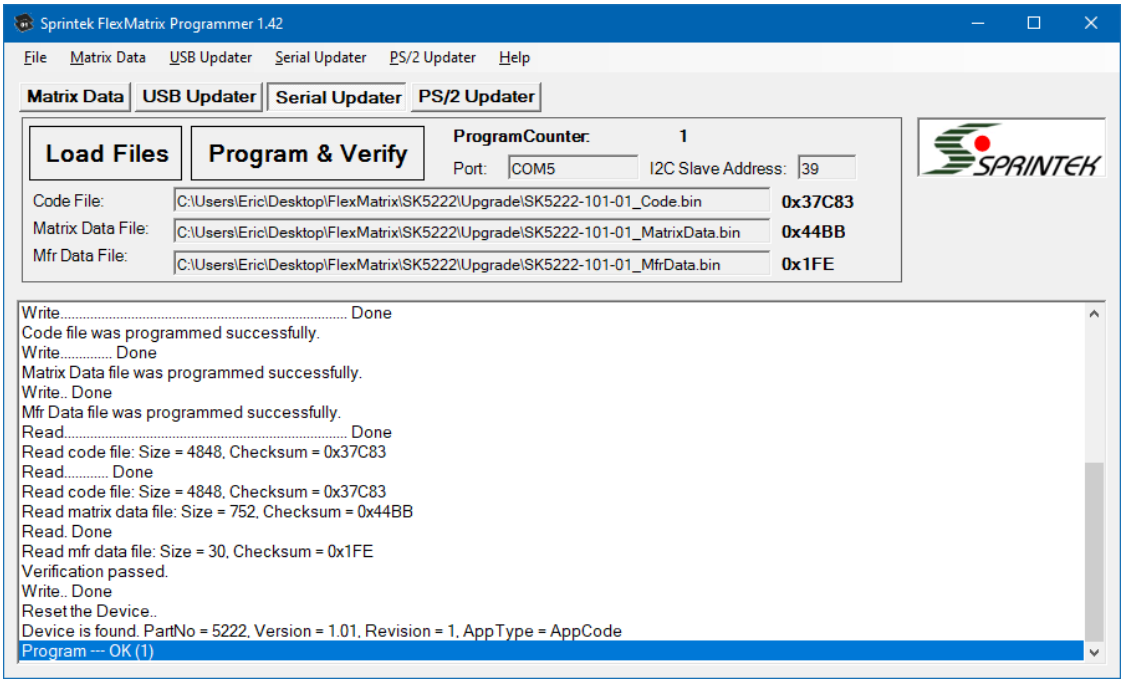


FlexMatrix 键盘测试器软件屏幕快照

代码升级

SK5222 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，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

下表显示了默认的片上键盘矩阵。请填写此表并发送给实普科技 Sprintek 进行定制设计。

	R0	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**R7**
C0	User2	User3	User4	User5	Eject	F11_ KbLock	Backlit Toggle	Space_Bac klitToggle
C1	PrevTrack	VolUp	Stop	**Ctrl-R**	Power	**Ctrl-L**	WBack	WFavorites
C2	NextTrack	VolDn	Play/Pause	**Shift-R**	Sleep	**Shift-L**	WForward	WSearch
C3	Esc	**Alt-R**	Media	Calculator	A	WHome	WStop	**Alt-L**
C4	~`	Mute	Email	MyComp	S	Wake Up	**Win-L**	WRefresh
C5	F1	Tab	F2	F3	Caps Lock	Q	K45 UK|	Z
C6	F8	F9	F10	F11	@2	R	C	D
C7	Pause	Scroll Lock	PrtSc	F12	#3	E	F	V
C8	K56 JP-Ro	K42 UK#~	}]	+=	$4	T	G	B
C9	“’	{[	_-	)0 /	Y	%5	H	N
C10	M	J	U	^6	↑	Back	Insert	Delete

						Space		
C11	<,	&7	K	I	K14 JP-Yen	←	Home	End
C12	>.	L	O	*8	N4	Enter	↓	PgDn
C13	?/	:; —	P	(9	K29 |	N6	PgUp	→
C14	Num Lock	N5	N2	N9	N7	N3	N.	K107 BR
C15	N8	N/	N*	N+	N1	N-	N0	NEnter
C16	F7	F6	F5	F4	!1	W	**Fn**	X
C17	Space	K132 JP-M	**Win-R**	K133 JP-R	Apps	K151 KR-R	K150 KR-L	K131 JP-L
C18	F1_Sleep	F2_Email	F3_WHome	F4_WRefresh	F5_WBack	F6_WForward	F7_WFavorites	F8_W3Search
C19	F9_PrevTrack	F10_Stop	F11_Play/Pause	F12_NextTrack	Escape_FnLock	F1_Mute	F2_VolDn	F3_VolUp

HID 编码表

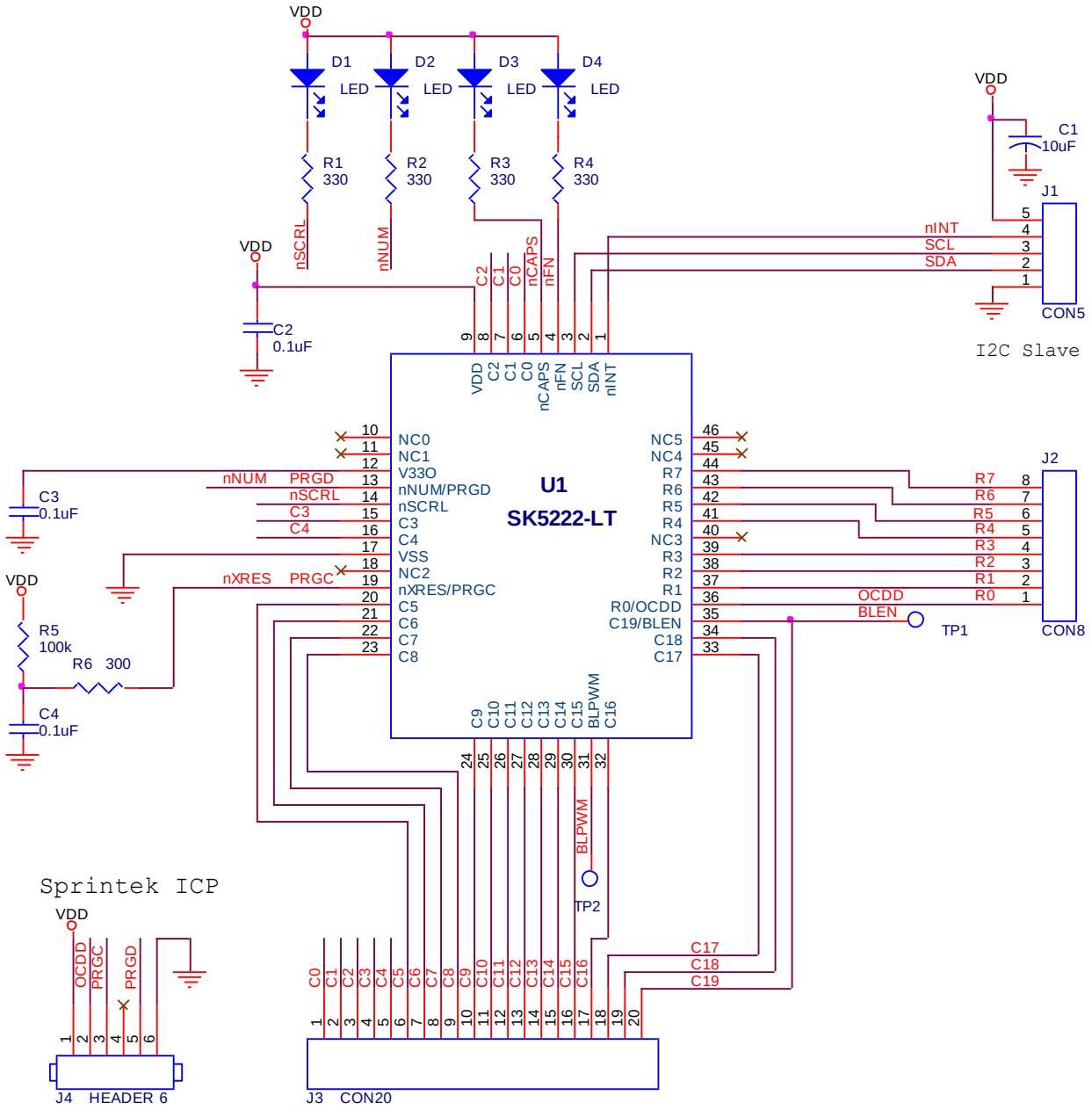
这里列出了特殊键的 HID 编码。所有其他键都是在文档“HID usage Tables 1.2”的 usage page 7 中列出的普通键。请参照 https://usb.org/。

Key	Usage Page	Usage
Power	01	81
Sleep	01	82
Wake Up	01	83
NextTrack	0C	B5
PrevTrack	0C	B6
Stop	0C	B7
Eject	0C	B8
Play/Pause	0C	CD
Mute	0C	E2
VolUp	0C	E9
VolDn	0C	EA
Media	0C	183
Email	0C	18A
Calculator	0C	192
My Computer	0C	194
WSearch	0C	221
WHome	0C	223
WBack	0C	224
WForward	0C	225
WStop	0C	226
WRefresh	0C	227
WFavorites	0C	22A
K14	07	89
K29	07	31
K42	07	32
K45	07	64
K56	07	87
K107	07	85

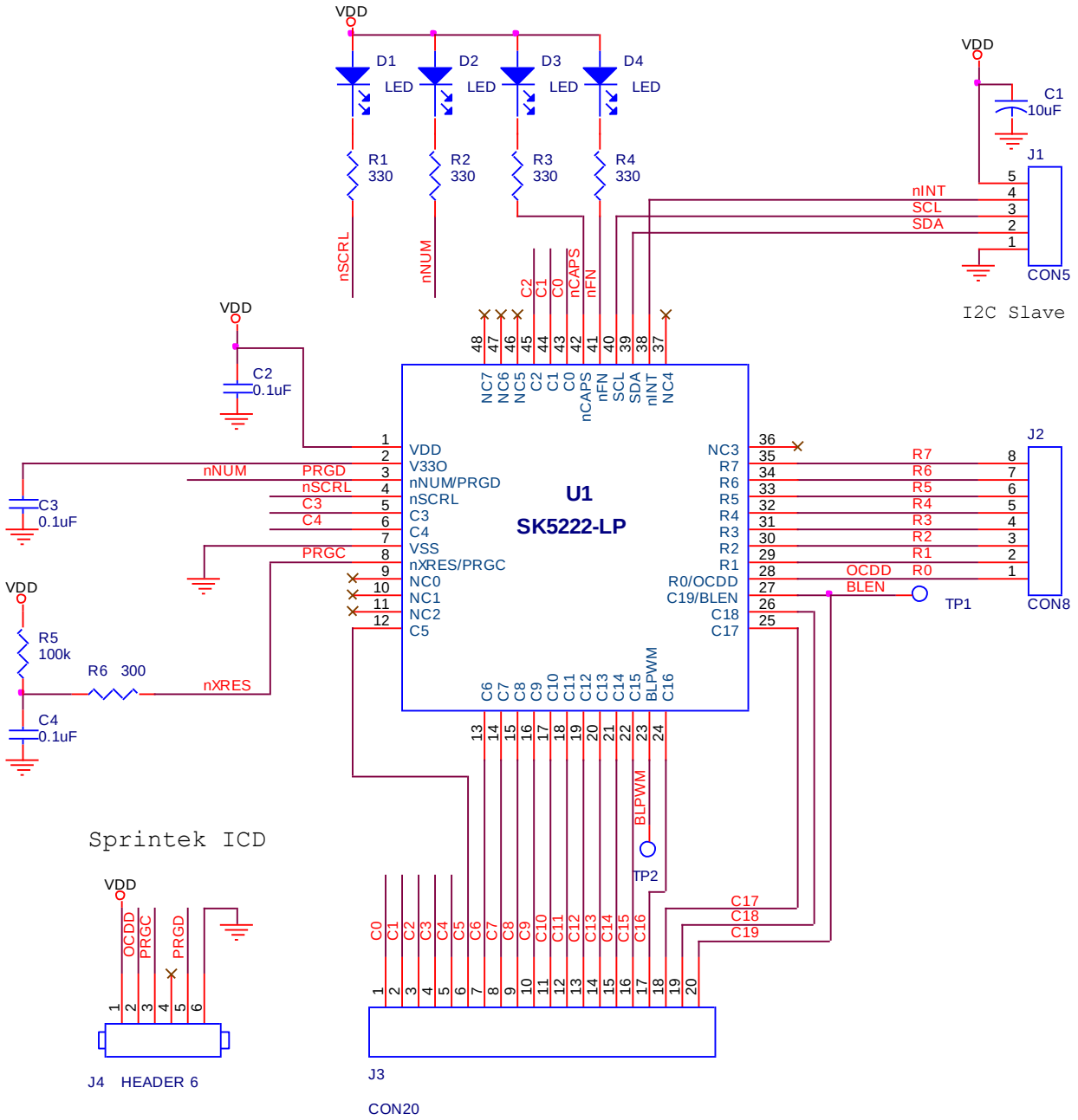
Key	Usage Page	Usage
K131	07	8B
K132	07	8A
K133	07	88
K150	07	91
K151	07	90
User0	FF00	EF
User1	FF00	F0
User2	FF00	F1
User3	FF00	F2
User4	FF00	F3
User5	FF00	F4
User6	FF00	F5
User7	FF00	F6
User8	FF00	F7
User9	FF00	F8
UserA	FF00	F9
UserB	FF00	FA
UserC	FF00	FB
UserD	FF00	FC
UserE	FF00	FD
UserF	FF00	FE

参考设计电路图

SK5222-LT 参考设计电路图



SK5222-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	ºC	
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	ºC	

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

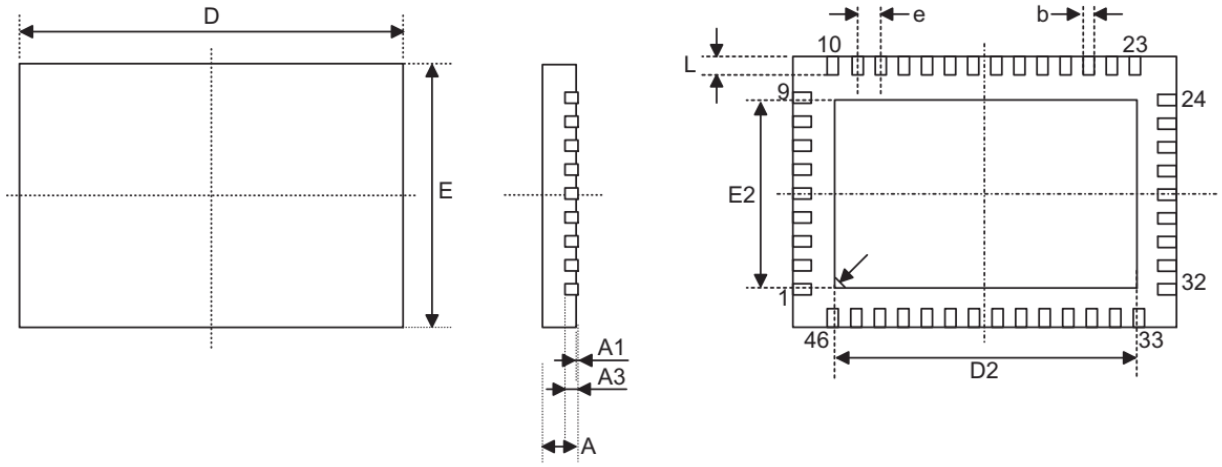
符号	说明	最小值	典型值	最大值	单位	注意
VIL	输出低电压	-	-	0.2VDD	V	
VIH	输出高电压	0.8VDD	-	-	V	
BLFPWM	背光 PWM 频率	91.5	366	46,875	Hz	缺省设置 366Hz

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

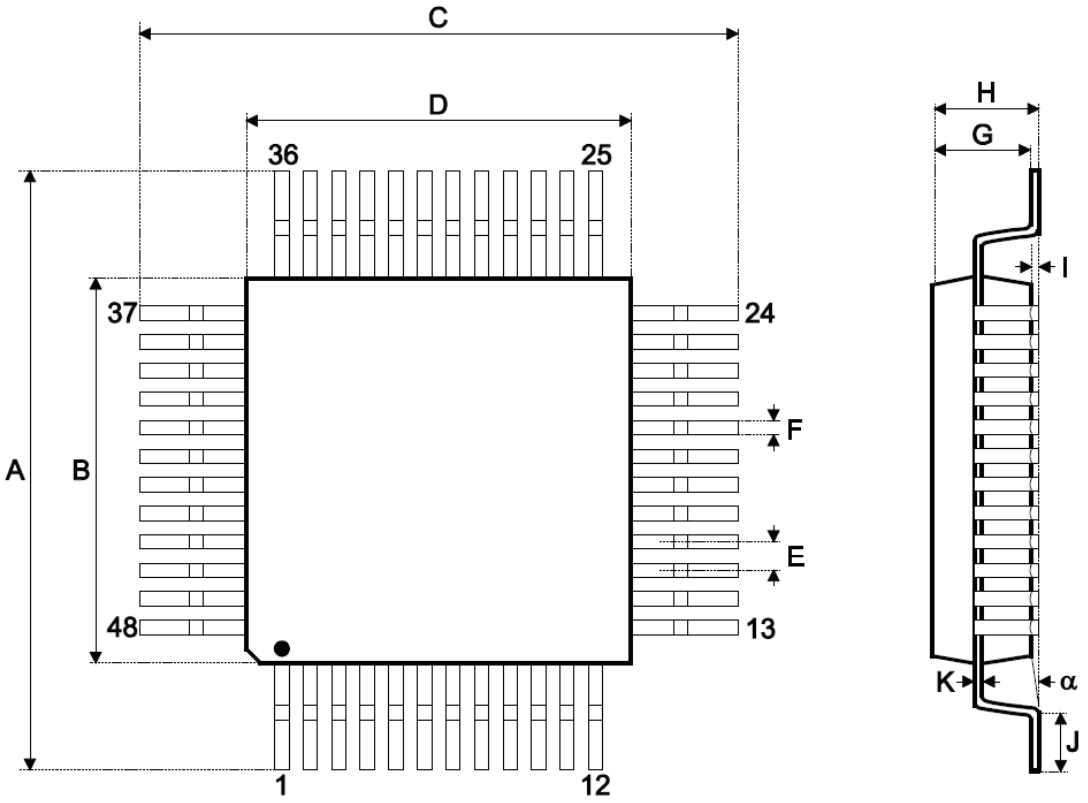
SK5222-LT 封装外形图



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

SK5222-LT 46 引脚 (6.5x4.5mm 0.9 最大) SAW 类型 QFN

SK5222-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 °

SK5222-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

修订历史

修订	发行日期	描述
1.00	2020/8/12	初次发行