

2线接口、低EMI  
按键开关控制器/GPO

## 概述

MAX7359 I<sup>2</sup>C接口外设可为微处理器管理多达64个按键开关。每次按下和释放按键都会生成一个键值，很容易实现多键输入。采用静态监测按键输入，而非动态扫描，可确保低EMI工作。可以使用金属开关或阻值高达5kΩ的阻性(碳)开关。

MAX7359具有自动休眠和自动唤醒功能，进一步降低了器件功耗。自动休眠功能在经过一个休眠周期后将器件置于低功耗状态(典型值1μA)。出现按键操作时，自动唤醒功能设置MAX7359返回到正常工作模式。

键控制器对按键动作进行去抖，并将按键按下和弹起事件保存在FIFO中(如果使能的话，还将包括自动重复按键事件)。中断输出(INT)可配置为对按键按下操作或以最大速率按下按键的报警。

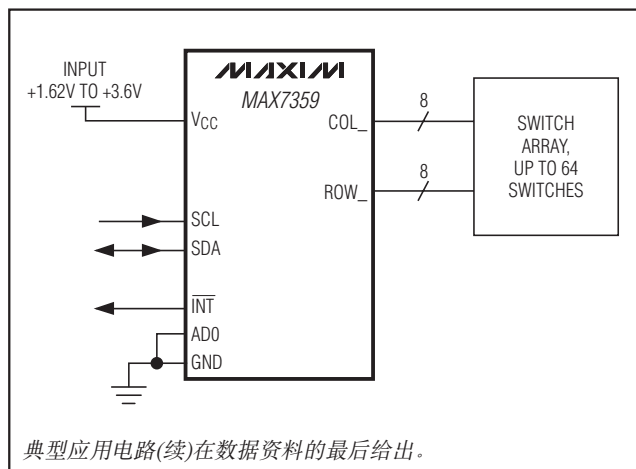
对于没有使用的任意列驱动器(COL2/PORT2–COL7/PORT7)或INT，可以作为通用输出(GPO)。

MAX7359提供小尺寸、24引脚TQFN (3.5mm x 3.5mm)和25焊球WLP (2.31mm x 2.31mm)封装，非常适合蜂窝电话、掌上电脑和其它便携式消费类电子应用。MAX7359工作于-40°C至+85°C温度范围。

## 应用

蜂窝电话  
PDA  
手持式游戏机  
便携式消费类电子

## 典型应用电路



## 特性

- ◆ 所有按键具有可选择的按键弹起检测功能
- ◆ 最多可监测64个按键
- ◆ 工作在+1.62V至+3.6V
- ◆ 自动休眠和自动唤醒功能，使电流消耗最低
- ◆ 休眠电流低于1μA
- ◆ FIFO队列能够保存多达16个去抖后的按键事件
- ◆ 用户可配置9ms至40ms按键去抖时间
- ◆ 采用低EMI的静态矩阵监测设计
- ◆ FIFO级中断或在预设时间周期结束时产生硬件中断
- ◆ 多达7个漏极开路逻辑输出，可驱动LED
- ◆ 400kbps、耐压5.5V的2线串行接口
- ◆ 可选择2线串行总线超时周期
- ◆ 4个I<sup>2</sup>C地址选择
- ◆ 小尺寸、24引脚TQFN封装(3.5mm x 3.5mm)或25焊球WLP封装(2.31mm x 2.31mm)

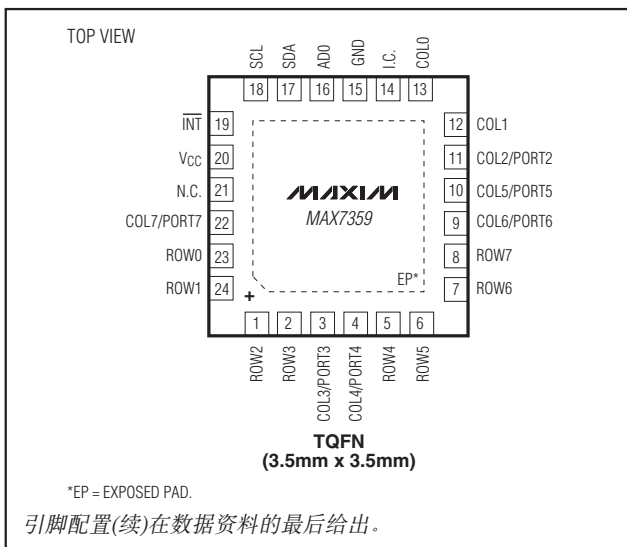
## 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX7359ETG+	-40°C to +85°C	24 TQFN-EP*
MAX7359EWA+	-40°C to +85°C	25 WLP

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

\*EP = 裸焊盘。

## 引脚配置



# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(All voltages referenced to GND.)

V <sub>CC</sub>	-0.3V to +4V
COL2/PORT2–COL7/PORT7	-0.3V to +4V
SDA, SCL, AD0, INT	-0.3V to +6V
All Other Pins	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)
DC Current on COL2/PORT2–COL7/PORT7	.25mA
GND Current	.80mA
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
24-Pin TQFN (derate 15.4mW/°C above +70°C)	1229mW
25-Bump WLP (derate 19.2mW/°C above +70°C)	1194mW

Junction-to-Case Thermal Resistance (θ<sub>JC</sub>) (Note 1)

24-Pin TQFN	5.4°C/W
25-Bump WLP	17°C/W
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ <sub>JA</sub> ) (Note 1)	
24-Pin TQFN	65.1°C/W
25-Bump WLP	53°C/W
Operating Temperature Range (T <sub>MIN</sub> to T <sub>MAX</sub> )	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (TQFN only, soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

**Note 1:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to [china.maxim-ic.com/thermal-tutorial](http://china.maxim-ic.com/thermal-tutorial).

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +1.62V to +3.6V, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at V<sub>CC</sub> = +2.5V, T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V <sub>CC</sub>		1.62		3.60	V
Operating Supply Current	I <sub>CC</sub>	All key switches open, oscillator running, COL2–COL7 configured as key switches		25	60	μA
		N keys pressed		(25 + 20 × N)		
Sleep-Mode Supply Current	I <sub>SL</sub>			0.6	5	μA
POR			1.0		1.6	V
POR Hysteresis	PORHYST	V <sub>CC</sub> rising		42		mV
Key-Switch Source Current	I <sub>KEY</sub>			20	35	μA
Key-Switch Source Voltage	V <sub>KEY</sub>	Operating mode		0.42	0.55	V
Key-Switch Resistance	R <sub>KEY</sub>	(Note 4)			5	kΩ
Startup Time from Shutdown	t <sub>START</sub>			2	2.4	ms
Output Low Voltage COL2/PORT2 to COL7/PORT7	V <sub>OLPORT</sub>	I <sub>SINK</sub> = 10mA			0.2	V
INT Output	V <sub>OLINT</sub>	I <sub>SINK</sub> = 10mA			0.5	V
Oscillator Frequency	F <sub>OSC</sub>			64		kHz

### SERIAL-INTERFACE SPECIFICATIONS

Serial Bus Timeout	t <sub>OUT</sub>	With bus timeout enabled	10		40	ms
Input High Voltage SDA, SCL, AD0	V <sub>IH</sub>		0.7 × V <sub>CC</sub>			V
Input Low Voltage SDA, SCL, AD0	V <sub>IL</sub>				0.3 × V <sub>CC</sub>	V
Output Low Voltage SDA	V <sub>OLPORT</sub>	I <sub>SINK</sub> = 10mA			0.4	V
Input Leakage Current		V <sub>CC</sub> = 0V to +6V	-1		+1	μA

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

## I<sup>2</sup>C TIMING CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +1.62V to +3.6V, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at V<sub>CC</sub> = +2.5V, T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 2, 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Capacitance (SCL, SDA, AD0)	C <sub>IN</sub>	(Notes 4, 5)			10	pF
SCL Serial-Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>	Bus timeout disabled	0		400	kHz
Bus Free Time Between a STOP and a START Condition	t <sub>BUF</sub>		1.3			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t <sub>HD, STA</sub>		0.6			μs
Repeated START Condition Setup Time	t <sub>SU, STA</sub>		0.6			μs
STOP Condition Setup Time	t <sub>SU, STO</sub>		0.6			μs
Data Hold Time	t <sub>HD, DAT</sub>	(Note 6)			0.9	μs
Data Setup Time	t <sub>SU, DAT</sub>		100			ns
SCL Clock Low Period	t <sub>LOW</sub>		1.3			μs
SCL Clock High Period	t <sub>HIGH</sub>		0.7			μs
Rise Time of Both SDA and SCL Signals, Receiving	t <sub>R</sub>	(Notes 4, 5)		20 + 0.1C <sub>b</sub>	300	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals, Receiving	t <sub>F</sub>	(Notes 4, 5)		20 + 0.1C <sub>b</sub>	300	ns
Fall Time of SDA Transmitting	t <sub>F, TX</sub>	(Notes 4, 7)		20 + 0.1C <sub>b</sub>	250	ns
Pulse Width of Spike Suppressed	t <sub>SP</sub>	(Notes 4, 8)			50	ns
Capacitive Load for Each Bus Line	C <sub>b</sub>	(Note 4)			400	pF

**Note 2:** All parameters are tested at T<sub>A</sub> = +25°C. Specifications over temperature are guaranteed by design.

**Note 3:** All digital inputs at V<sub>CC</sub> or GND.

**Note 4:** Guaranteed by design.

**Note 5:** C<sub>b</sub> = total capacitance of one bus line in pF. t<sub>R</sub> and t<sub>F</sub> measured between +0.3V<sub>CC</sub> and +0.7V<sub>CC</sub>.

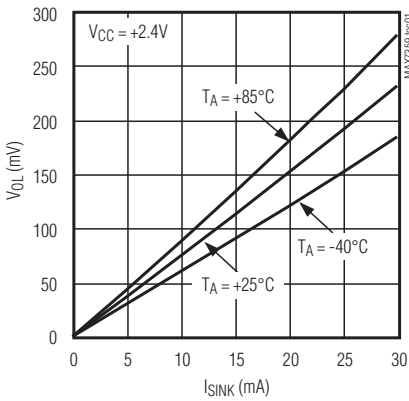
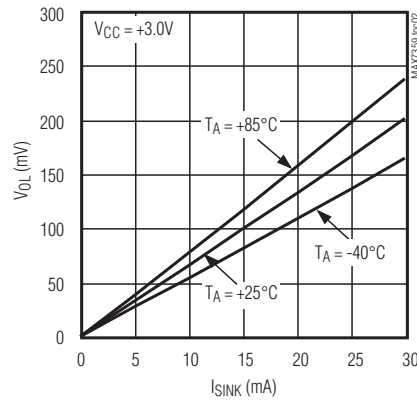
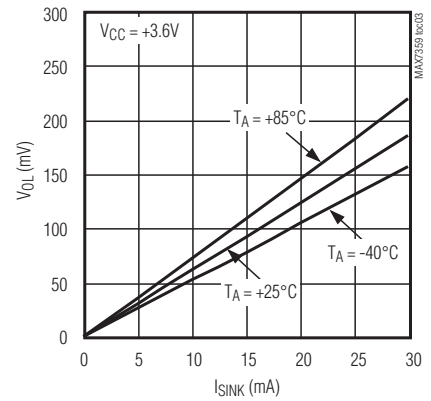
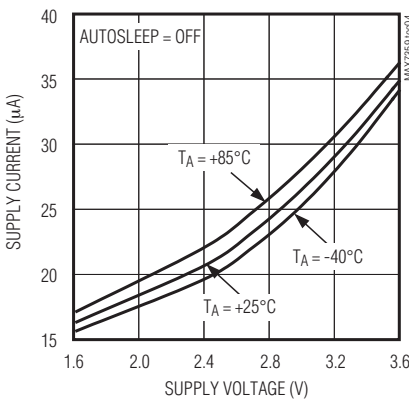
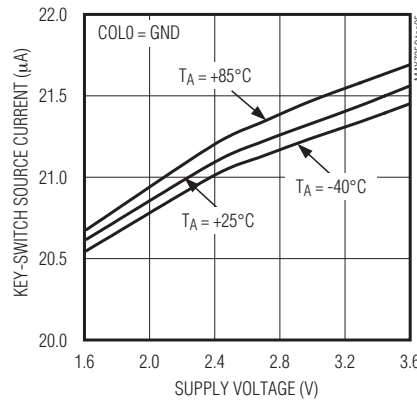
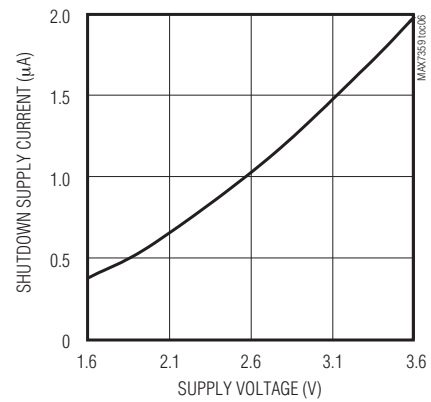
**Note 6:** A master device must provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to V<sub>IL</sub> of the SCL signal) to bridge the undefined region of SCL's falling edge.

**Note 7:** I<sub>SINK</sub> ≤ 6mA.

**Note 8:** Input filters on the SDA, SCL, and AD0 inputs suppress noise spikes less than 50ns.

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

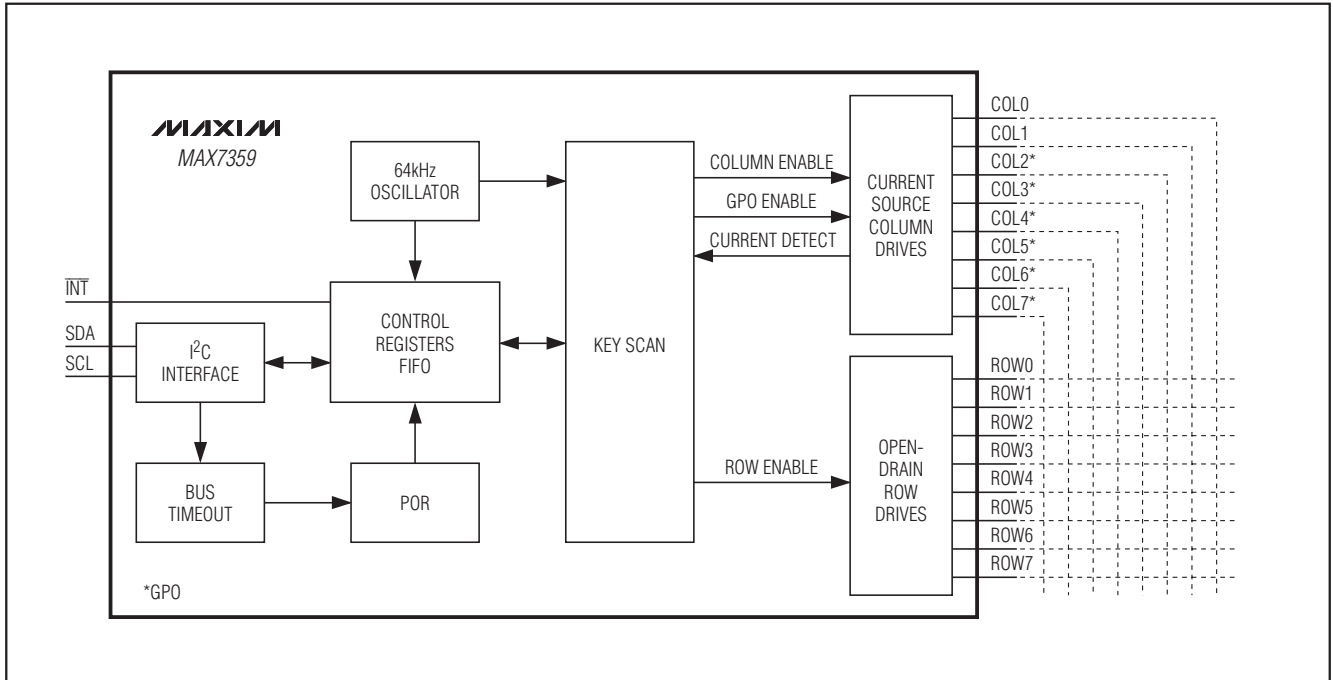
典型工作特性

(V<sub>CC</sub> = +2.5V, T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)
**GPO PORT OUTPUT LOW VOLTAGE  
vs. SINK CURRENT**

**GPO PORT OUTPUT LOW VOLTAGE  
vs. SINK CURRENT**

**GPO PORT OUTPUT LOW VOLTAGE  
vs. SINK CURRENT**

**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**

**KEY-SWITCH SOURCE CURRENT  
vs. SUPPLY VOLTAGE**

**SLEEP MODE SUPPLY CURRENT  
vs. SUPPLY VOLTAGE**


# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

功能框图

MAX7359



## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

引脚		名称	功能
TQFN	WLP		
1	A1	ROW2	按键矩阵的行输入，不用时将ROW2浮空或连接至GND。
2	A2	ROW3	按键矩阵的行输入，不用时将ROW3浮空或连接至GND。
3	A3	COL3/PORT3	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL3/PORT3浮空。
4	B3	COL4/PORT4	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL4/PORT4浮空。
5	A4	ROW4	按键矩阵的行输入，不用时将ROW4浮空或连接至GND。
6	A5	ROW5	按键矩阵的行输入，不用时将ROW5浮空或连接至GND。
7	B5	ROW6	按键矩阵的行输入，不用时将ROW6浮空或连接至GND。
8	B4	ROW7	按键矩阵的行输入，不用时将ROW7浮空或连接至GND。
9	C5	COL6/PORT6	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL6/PORT6浮空。
10	C4	COL5/PORT5	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL5/PORT5浮空。
11	D5	COL2/PORT2	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL2/PORT2浮空。
12	E5	COL1	按键矩阵的列输出，不用时将COL1浮空。
13	E4	COL0	按键矩阵的列输出，不用时将COL0浮空。
14	D4	I.C.	内部连接，正常工作时连接至GND。
15	D3	GND	地。
16	E3	AD0	地址输入，AD0可以选择4个器件从地址(表10)。
17	E2	SDA	I <sup>2</sup> C兼容，串行数据I/O。
18	D2	SCL	I <sup>2</sup> C兼容，串行时钟输入。
19	E1	$\overline{\text{INT}}$	低电平有效中断输出， $\overline{\text{INT}}$ 为漏极开路输出。
20	D1	V <sub>CC</sub>	电源正极，用一个大于等于0.047 $\mu$ F的陶瓷电容将V <sub>CC</sub> 旁路至GND。
21	C2, C3	N.C.	不连接，内部没有连接。
22	C1	COL7/PORT7	按键矩阵的列输出或GPO，不用时将COL7/PORT7浮空。
23	B2	ROW0	按键矩阵的行输入，不用时将ROW0浮空或连接至GND。
24	B1	ROW1	按键矩阵的行输入，不用时将ROW1浮空或连接至GND。
—	—	EP	裸焊盘(TQFN封装)，EP在内部连接至GND。将EP连接到地层，以改善散热条件。

### 详细说明

MAX7359微处理器外设是一款低噪声按键开关控制器，能够监测多达64个按键开关，具有自动重复功能，按键事件记录在16字节FIFO中。也可以替换按键开关功能，提供最多6路的漏极开路逻辑输出。

MAX7359具有自动休眠模式和自动唤醒功能，进一步降低了电源电流损耗。MAX7359可以配置成在一次按键操作后，经过可编程的时间后进入休眠模式。休眠模式下，保持FIFO内容，并可以读取该内容。MAX7359在按键按下并保持的情况时，不会进入自动休眠模式。MAX7359的自动唤醒功能在检测到按键按下后自动退出休眠模式，自动休眠和自动唤醒功能可以禁止。

可以配置在经过一定次数(可编程)的FIFO访问后产生中断请求，也可以设置经过一个时间周期后产生中断请求，以避免过多的中断请求使微处理器发生过载。可随时通过读取按键开关FIFO检查按键开关的状态。每次1个字节的读操作可依次返回FIFO中的下一个按键事件(如果存在的话)和FIFO状态，所以很容易通过轮询方式操作MAX7359。如果不需要 $\overline{\text{INT}}$ 引脚功能，可将其配置成通用的漏极开路输出(GPO)，用来驱动LED。

如果应用中需要扫描的按键较少，最多可将6个按键开关输出配置为漏极开路GPO，用来驱动LED。每个用作GPO的按键开关输出相应地将能够扫描的按键开关数量减少8个。

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

### 按键扫描控制器

按键输入采用静态扫描，而非动态扫描，可确保工作在低EMI状态。由于输入信号只有在开关变化时发生跳变，因此按键矩阵的布线可靠近敏感的电路节点。

按键控制器可对按键操作进行去抖，并将按键按下和弹起事件保存在FIFO中(如果启用自动重复机制，也包括自动重复按键操作)，按键排列顺序如表1所示。

### 上电初始化

上电时，所有控制寄存器设置在上电初始值，MAX7359进入休眠模式(表2)。

### 寄存器说明

#### 按键FIFO寄存器(0x00)

按键FIFO寄存器包含与按键FIFO状态相关的信息以及经过去抖的按键事件(表3)。D0至D5位表示64个按键中的哪些按键被按下，按键编号如表1所示。

D7表示当D5:D0不代表第63号键或62号键时，FIFO中是否还有更多的数据。当D5:D0表示第63号键或62号键时，主机需要多读一次，以确认FIFO中是否还有更多数据。最好不使用62号键和63号键。D6表示当D5:D0不代表63号键或62号键时，是否有按键按下或弹起动作。

根据配置寄存器(0x01) D5位的设置决定是否读取按键扫描FIFO清除 $\overline{\text{INT}}$ 中断。

#### 配置寄存器(0x01)

配置寄存器控制I<sup>2</sup>C总线超时、使能按键弹起检测、使能自动唤醒功能并决定如何清除 $\overline{\text{INT}}$ 。写D7位，可以设置MAX7359进入休眠模式或工作模式。如果自动休眠和自动唤醒使能，也会改变这一位的状态(表4)。

表1. 按键开关映射

PIN	COL0	COL1	COL2/PORT2	COL3/PORT3	COL4/PORT4	COL5/PORT5	COL6/PORT6	COL7/PORT7
ROW0	KEY 0	KEY 8	KEY 16	KEY 24	KEY 32	KEY 40	KEY 48	KEY 56
ROW1	KEY 1	KEY 9	KEY 17	KEY 25	KEY 33	KEY 41	KEY 49	KEY 57
ROW2	KEY 2	KEY 10	KEY 18	KEY 26	KEY 34	KEY 42	KEY 50	KEY 58
ROW3	KEY 3	KEY 11	KEY 19	KEY 27	KEY 35	KEY 43	KEY 51	KEY 59
ROW4	KEY 4	KEY 12	KEY 20	KEY 28	KEY 36	KEY 44	KEY 52	KEY 60
ROW5	KEY 5	KEY 13	KEY 21	KEY 29	KEY 37	KEY 45	KEY 53	KEY 61
ROW6	KEY 6	KEY 14	KEY 22	KEY 30	KEY 38	KEY 46	KEY 54	KEY 62
ROW7	KEY 7	KEY 15	KEY 23	KEY 31	KEY 39	KEY 47	KEY 55	KEY 63

表2. 寄存器地址映射和上电状态

ADDRESS CODE (hex)	READ/WRITE	POWER-UP VALUE (hex)	REGISTER FUNCTION	DESCRIPTION
0x00	Read only	0x3F	Keys FIFO	Read FIFO key scan data out
0x01	R $\overline{\text{W}}$	0x0A	Configuration	Power down, key release enable, autowakeup, and I <sup>2</sup> C timeout enable
0x02	R $\overline{\text{W}}$	0xFF	Debounce	Key debounce time setting and GPO enable
0x03	R $\overline{\text{W}}$	0x00	Interrupt	$\overline{\text{INT}}$ frequency setting
0x04	R $\overline{\text{W}}$	0xFE	Ports	Ports 2–7 and $\overline{\text{INT}}$ GPO control
0x05	R $\overline{\text{W}}$	0x00	Key repeat	Delay and frequency for key repeat
0x06	R $\overline{\text{W}}$	0x07	Sleep	Idle time to autosleep

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

表3. 按键FIFO寄存器格式(0x00)

SPECIAL FUNCTION	KEYS FIFO REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
The key number indicated by D5:D0 is a key event. D7 is always for a key press of key 62 and key 63. When D7 is 0, the key read is the last data in the FIFO. When D7 is 1, there is more data in the FIFO. When D6 is 1, key data read from FIFO is a key release. When D6 is 0, key data read from FIFO is a key press.	FIFO empty flag	Key release flag	X	X	X	X	X	X
FIFO is empty.	0	0	1	1	1	1	1	1
FIFO is overflow. Continue to read data in FIFO.	0	1	1	1	1	1	1	1
Key 63 is pressed. Read one more time to determine whether there is more data in FIFO.	1	0	1	1	1	1	1	1
Key 63 is released. Read one more time to determine whether there is more data in FIFO.	1	1	1	1	1	1	1	1
Key repeat. Indicates the last data in FIFO.	0	0	1	1	1	1	1	0
Key repeat. Indicates more data in FIFO.	0	1	1	1	1	1	1	0
Key 62 is pressed. Read one more time to determine whether there is more data in FIFO.	1	0	1	1	1	1	1	0
Key 62 is released. Read one more time to determine whether there is more data in FIFO.	1	1	1	1	1	1	1	0



## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

表4. 配置寄存器格式(0x01)

REGISTER BIT	DESCRIPTION	VALUE	FUNCTION		DEFAULT VALUE
D7	Sleep	0	Sleep mode	I <sup>2</sup> C write, autosleep and autowakeup all can change this bit. This bit can be read back by I <sup>2</sup> C any time for current status.	0
		1	Operating mode		
D6	Reserved	0	This bit must always be 0. Improper operation may result by writing a 1 to this location.		0
D5	INTERRUPT	0	INT cleared when FIFO empty		0
		1	INT cleared after host read. In this mode, I <sup>2</sup> C should read FIFO until interrupt condition removed, or further INT may be lost.		
D4	Reserved	0	This bit must always be 0. Improper operation may result by writing a 1 to this location.		0
D3	Key release enable	0	Disable		1
		1	Enable		
D2	Reserved	0	This bit must always be 0. Improper operation results by writing a 1 to this location.		0
D1	Wakeup	0	Disable		1
		1	Key press wakeup enable		
D0	Timeout enable	0	I <sup>2</sup> C timeout enabled		0
		1	I <sup>2</sup> C timeout disabled		

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

### 去抖寄存器(0x02)

去抖寄存器用来设置每个去抖周期的时间以及使能或禁用GPO端口。其中D0至D4位用来将去抖时间设置在9ms

至40ms范围(表5)，步长为1ms；D5至D7位设置使能哪个GPO。注意，GPO口只能按照表5所示的组合方式使能，从全部禁用到全部使能。

表5. 去抖寄存器格式(0x02)

REGISTER DESCRIPTION	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	PORTS ENABLE			DEBOUNCE TIME				
Debounce time is 9ms	X	X	X	0	0	0	0	0
Debounce time is 10ms	X	X	X	0	0	0	0	1
Debounce time is 11ms	X	X	X	0	0	0	1	0
Debounce time is 12ms	X	X	X	0	0	0	1	1
...								
Debounce time is 37ms	X	X	X	1	1	1	0	0
Debounce time is 38ms	X	X	X	1	1	1	0	1
Debounce time is 39ms	X	X	X	1	1	1	1	0
Debounce time is 40ms	X	X	X	1	1	1	1	1
GPO ports disabled (full key-scan functionality)	0	0	0	X	X	X	X	X
GPO port 7 enabled	0	0	1	X	X	X	X	X
GPO ports 7 and 6 enabled	0	1	0	X	X	X	X	X
GPO ports 7, 6, and 5 enabled	0	1	1	X	X	X	X	X
GPO ports 7, 6, 5, and 4 enabled	1	0	0	X	X	X	X	X
GPO ports 7, 6, 5, 4, and 3 enabled	1	0	1	X	X	X	X	X
GPO ports 7, 6, 5, 4, 3, and 2 enabled	1	1	X	X	X	X	X	X
<b>Power-up default setting</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

### 中断寄存器(0x03)

中断寄存器包含与中断请求功能设置有关的信息以及 $\overline{\text{INT}}$ 输出的状态， $\overline{\text{INT}}$ 输出也可配置为GPO。如果D0至D7位设置为0x00，则 $\overline{\text{INT}}$ 输出配置为GPO，通过端口寄存器的D1位控制。有两种类型的中断：基于FIFO的中断和基于时间的中断。基于时间的中断可以配置为经过一定数量

的去抖周期后产生 $\overline{\text{INT}}$ 。将D0至D4位设置在适当的值，可以在按键动作后经过所选择的去抖周期数后产生中断(表6)。触发中断的时间范围可以设置为1至31个去抖周期。基于FIFO的中断可以配置成当FIFO中存入4至16个按键动作时产生 $\overline{\text{INT}}$ 。两种中断可同时配置，产生 $\overline{\text{INT}}$ 的条件取决于哪种情况首先发生。根据配置寄存器D5位的状态清除 $\overline{\text{INT}}$ 。

表6. 中断寄存器格式(0x03)

REGISTER DESCRIPTION	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	FIFO-BASED $\overline{\text{INT}}$			TIME-BASED $\overline{\text{INT}}$				
$\overline{\text{INT}}$ used as GPO	0	0	0	0	0	0	0	0
FIFO based $\overline{\text{INT}}$ disabled	0	0	0	Not all zero				
$\overline{\text{INT}}$ asserts every debounce cycles	0	0	0	0	0	0	0	1
$\overline{\text{INT}}$ asserts every 2 debounce cycles	0	0	0	0	0	0	1	0
.	.	.	.	.	.	.	.	.
$\overline{\text{INT}}$ asserts every 29 debounce	0	0	0	1	1	1	0	1
$\overline{\text{INT}}$ asserts every 30 debounce	0	0	0	1	1	1	1	0
$\overline{\text{INT}}$ asserts every 31 debounce	0	0	0	1	1	1	1	1
Time based $\overline{\text{INT}}$ disabled	Not all zero			0	0	0	0	0
$\overline{\text{INT}}$ asserts when FIFO has 2 key events	0	0	1	0	0	0	0	0
$\overline{\text{INT}}$ asserts when FIFO has 4 key events	0	1	0	0	0	0	0	0
$\overline{\text{INT}}$ asserts when FIFO has 6 key events	0	1	1	0	0	0	0	0
.	.	.	.	.	.	.	.	.
$\overline{\text{INT}}$ asserts when FIFO has 16 key events	1	1	1	0	0	0	0	0
Both time base and FIFO based interrupts active	Not all zero			Not all zero				
<b>Power-up default setting</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 端口寄存器(0x04)

当端口2至端口7以及 $\overline{\text{INT}}$ 端口配置成漏极开路GPO时，端口寄存器用来设置这些端口的数值。对于没有配置成GPO的端口，该寄存器相应的设定值无效，读寄存器时返回寄存器储存的数值(表7)。

### 自动重复寄存器(0x05)

MAX7359的自动重复功能可以向主机报告至少有一个按键将持续按下一段时间。自动重复寄存器用来使能或禁

止该功能，设置在按键重复码(0x7E)写入FIFO之前最后一次按键操作后的延迟时间，并设置按键重复码写入FIFO的频率。D7位设置是否使能自动重复功能，0表示禁止自动重复功能，1表示使能自动重复功能。D0至D3位以去抖周期的形式规定了自动重复延时，设置范围为8至128个去抖周期(表8)。D4至D6位设置自动重复速率或频率，范围为4至32个去抖周期。

自动重复使能时，保持按键按下将产生按键重复动作，以0x7E表示。被按下的键值不再重新写入FIFO。

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

表7. 端口寄存器格式(0x04)

REGISTER BIT	DESCRIPTION	VALUE	FUNCTION	DEFAULT VALUE
D7	PORT 7 Control	0	Clear port 7 low	1
		1	Set port 7 high (high impedance)	
D6	PORT 6 Control	0	Clear port 6 low	1
		1	Set port 6 high (high impedance)	
D5	PORT 5 Control	0	Clear port 5 low	1
		1	Set port 5 high (high impedance)	
D4	PORT 4 Control	0	Clear port 4 low	1
		1	Set port 4 high (high impedance)	
D3	PORT 3 Control	0	Clear port 3 low	1
		1	Set port 3 high (high impedance)	
D2	PORT 2 Control	0	Clear port 2 low	1
		1	Set port 2 high (high impedance)	
D1	$\overline{\text{INT}}$ Port Control	0	Clear port $\overline{\text{INT}}$ low	1
		1	Set port $\overline{\text{INT}}$ high (high impedance)	
D0	Reserved	0	—	0

表8. 自动重复寄存器格式(0x05)

REGISTER DESCRIPTION	REGISTER DATA							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
	ENABLE	AUTOREPEAT RATE			AUTOREPEAT DELAY			
Autorepeat is disabled	0	X	X	X	X	X	X	X
Autorepeat is enabled	1	AUTOREPEAT RATE			AUTOREPEAT DELAY			
Key-switch autorepeat delay is 8 debounce cycles	1	X	X	X	0	0	0	0
Key-switch autorepeat delay is 16 debounce cycles	1	X	X	X	0	0	0	1
Key-switch autorepeat delay is 24 debounce cycles	1	X	X	X	0	0	1	0
...								
Key-switch autorepeat delay is 112 debounce cycles	1	X	X	X	1	1	0	1
Key-switch autorepeat delay is 120 debounce cycles	1	X	X	X	1	1	1	0
Key-switch autorepeat delay is 128 debounce cycles	1	X	X	X	1	1	1	1
Key-switch autorepeat frequency is 4 debounce cycles	1	0	0	0	X	X	X	X
Key-switch autorepeat frequency is 8 debounce cycles	1	0	0	1	X	X	X	X
Key-switch autorepeat frequency is 12 debounce cycles	1	0	1	0	X	X	X	X
...								
Key switch autorepeat frequency is 32 debounce cycles	1	1	1	1	X	X	X	X
<b>Power-up default setting</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

## 串口寻址

无论按下多少个按键，只有一个自动重复码写入FIFO。在发生其它按键动作之前，自动重复码按照D4-D1位设定的频率连续写入FIFO。按键弹起后，如果仍然还有按钮按下，MAX7359将重新开始自动重复过程。

### 自动休眠寄存器(0x06)

自动休眠功能能够使MAX7359进入休眠模式，消耗极小的电流。使能该功能后，MAX7359在没有按键按下的自动休眠时间内(表9)将进入休眠模式。

### 休眠模式

休眠模式下，MAX7359消耗电流最低。开关矩阵的电流源被关断，上拉至V<sub>CC</sub>。向配置寄存器(0x01)的D7位写0，使器件进入休眠模式。当器件配置为自动唤醒模式时，向D7写1或按键按下，可以使MAX7359退出休眠状态。配置寄存器的D7位表示休眠状态，任何时候均可读出。休眠模式下，保持FIFO数据。

### 自动唤醒

按键按下时自动唤醒器件，MAX7359进入工作模式。唤醒MAX7359的按键操作不会丢失。MAX7359休眠时按下按键后，所有模拟电路，包括开关矩阵电流源，将在2ms内开启。最初的按键操作需要持续2ms以及去抖时间后，才能存入FIFO。可以向配置寄存器(0x01)的D1位写0关闭自动唤醒功能。

### 串行接口

图1显示了2线串行接口的时序。

MAX7359作为从器件，通过I<sup>2</sup>C兼容的2线接口发送和接收数据。接口使用一条串行数据线(SDA)和一条串行时钟线(SCL)完成主机与从机之间的双向通信。主机(通常是微处理器)初始化所有写入或读取MAX7359的数据传输，并产生同步数据传输的SCL时钟。

MAX7359的SDA既作为输入又作为漏极开路输出，SDA需要一个典型值为4.7kΩ的上拉电阻。MAX7359的SCL仅作为输入，如果2线接口上存在多个主设备，或在单个主设备系统中的主器件具有漏极开路SCL输出，则SCL引脚需要外接上拉电阻。

每次传输由主机发出START (S)条件(图2)，然后发送MAX7359的7位从地址和R/W位，一个寄存器地址字节，1个或多个数据字节，最后是STOP (P)条件。

### START和STOP条件

当接口空闲时，SCL和SDA均保持高电平。主机在SCL为高电平时将SDA由高电平跳变到低电平，产生一个START条件，启动一次数据传输。完成与从机的通信后，主机通过在SCL为高电平时将SDA由低电平跳变到高电平，产生一个STOP条件。然后释放总线，等待下一次传输。

### 位传输

每个时钟脉冲传输一个数据位(图3)，SCL为高电平期间SDA必须保持数据稳定。

表9. 自动休眠寄存器格式(0x06)

REGISTER	REGISTER DATA							
	RESERVED					AUTOSHUTDOWN TIME		
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
No Autosleep	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Autosleep for (ms)</b>								
8192	0	0	0	0	0	0	0	1
4096	0	0	0	0	0	0	1	0
2048	0	0	0	0	0	0	1	1
1024	0	0	0	0	0	1	0	0
512	0	0	0	0	0	1	0	1
256	0	0	0	0	0	1	1	0
256	0	0	0	0	0	1	1	1
Power-up default settings	0	0	0	0	0	1	1	1

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

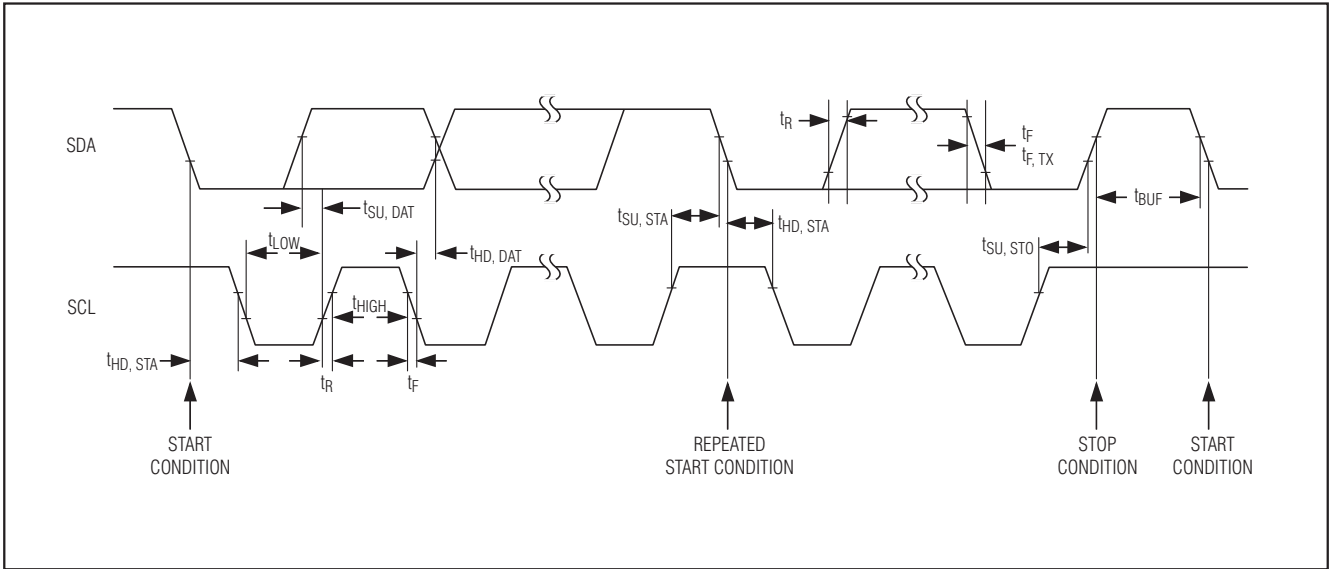


图1. 2线串行接口时序

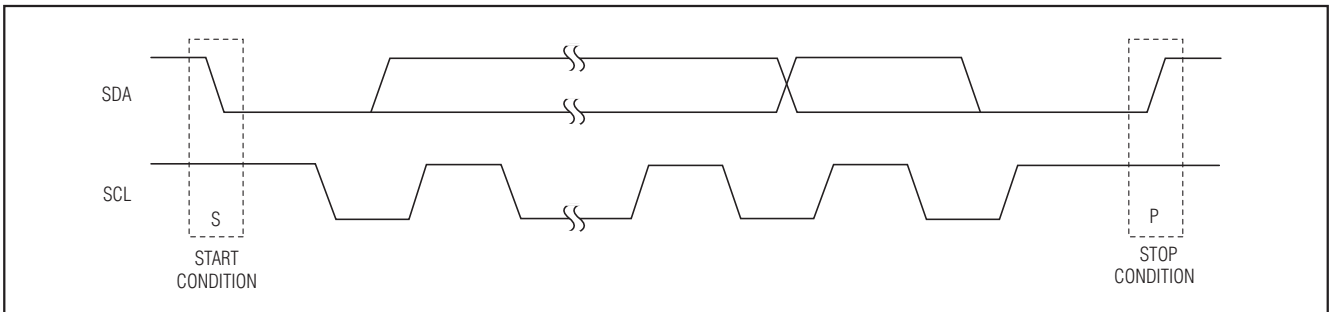


图2. START和STOP条件

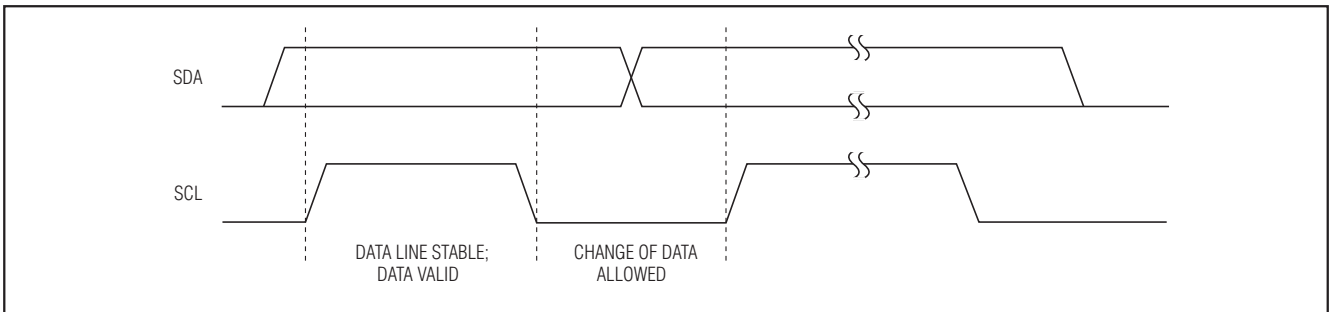


图3. 位传输

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

### 应答

应答位对应于第九个时钟脉冲(图4)，它是接收设备收到每个数据字节后发出的握手信号。这样，每个字节的有效传输需要9位。主机产生第9个时钟脉冲，接收设备在应答脉冲期间将SDA拉低，在时钟为高电平期间SDA稳定在低电平。当主机向MAX7359发送数据时，MAX7359作为接收器件产生应答；当MAX7359向主机发送数据时，主机作为接收器件产生应答。

### 从地址

MAX7359具有7位从地址(图5)，紧随7位从地址的是R/W位，该位置低表示写操作，置高表示读操作。

MAX7359从地址的高四位(MSB)始终为0111。从地址A3、A2和A1的值与器件地址输入AD0的状态对应，A0对应于R/W位，如表10所示。AD0输入可以连接至GND、V<sub>CC</sub>、SDA或SCL四个信号中的任意一个，提供四种可能的从地址，最多允许四片MAX7359共享总线。由于SDA和SCL为动态信号，必须保证AD0的瞬变不能快于SDA和SCL引脚的信号。

MAX7359连续监测总线，等待START条件以及随后的从地址。如果MAX7359识别到自己的从地址，它们将发送应答信号并准备好继续通信。

### 总线超时

MAX7359的2线串口具有最小20ms的总线超时，在串行通信结束之前，如果SCL由于某种原因挂起，该超时功能能够在最大程度上防止MAX7359在读操作过程中将SDA I/O始终拉为低电平，如果SCL保持低电平的时间超过20ms，总线超时将使MAX7359从内部中止串行通信，无论是读操作还是写操作。总线超时结束后，MAX7359等待一个有效的START条件，以响应后续的数据传输。用户可以通过写配置寄存器来使能或禁止该功能(表4)。

表10. 2线接口地址映射

PIN AD0	DEVICE ADDRESS							
	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
GND	0	1	1	1	0	0	0	R/W
V <sub>CC</sub>	0	1	1	1	0	1	0	R/W
SDA	0	1	1	1	1	0	0	R/W
SCL	0	1	1	1	1	1	0	R/W

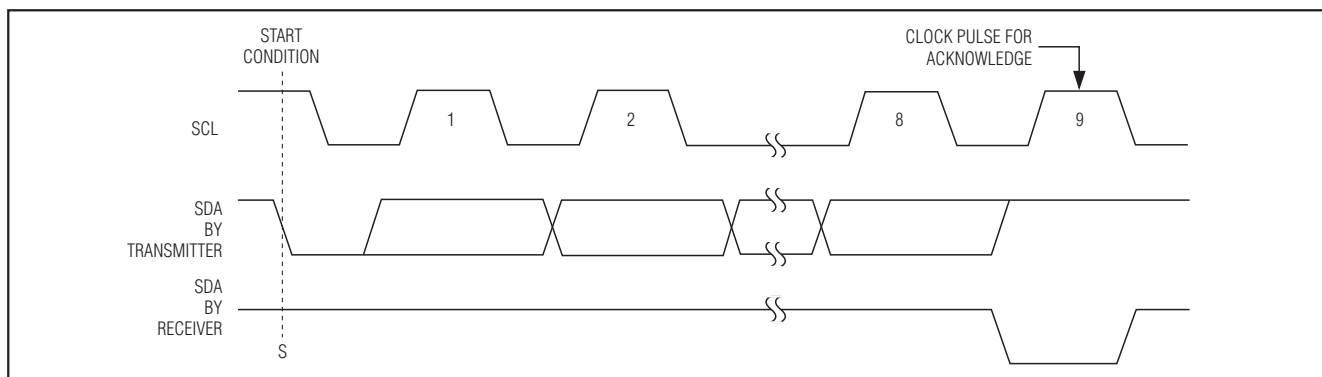


图4. 应答

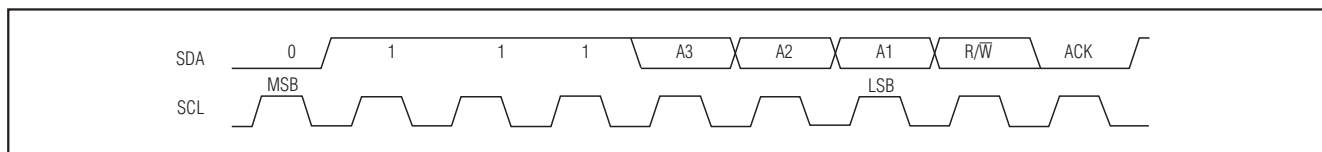


图5. 从地址

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

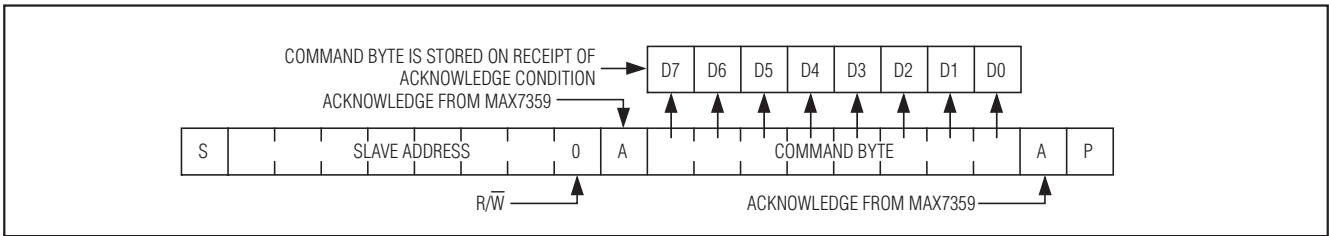


图6. 接收命令字节

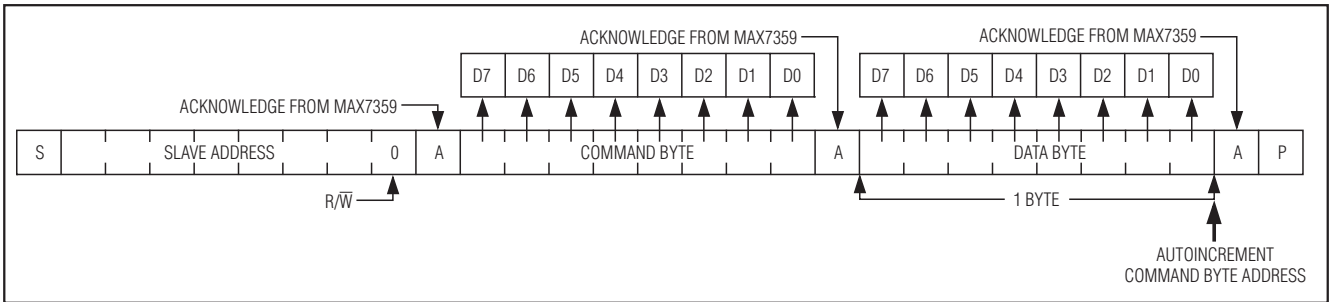


图7. 接收命令字节和单个数据字节

### 写按键扫描控制器的信息格式

向MAX7359按键控制器写数据时，首先发送MAX7359的按键扫描地址并将R/W位置零，然后发送至少1个字节的信息。信息的第一个字节是命令字节。如果收到后续字节的话，命令字节决定下一字节需要写入MAX7359的哪个寄存器。如果收到命令字节后检测到STOP条件，那么MAX7359除了存储命令字节外将不进行任何操作(图6)。

命令字节之后收到的任何字节都是数据字节。第一个数据字节写入由命令字节选择的MAX7359内部寄存器(图7)。

如果在检测到STOP条件之前传输了多个数据字节，由于命令字节地址的自动递增特性(表11)，这些字节通常存入MAX7359的后续寄存器(表7)。

### 读取按键扫描控制器的信息格式

MAX7359利用MAX7359内部存储的命令字节作为地址指针读取数据，与写操作使用存储的命令字节作为地址指针的方式相同。每读取一个数据字节后地址指针将自动递增，与写操作相同(表11)。这样，可首先通过写操作设置MAX7359的命令字节，然后启动读操作(图6)。按照初

表11. 自动递增规则

REGISTER FUNCTION	ADDRESS CODE (hex)	AUTOINCREMENT ADDRESS (hex)
Keys FIFO	0x00	0x00
Autoshutdown	0x06	0x00
All other	0x01 thru 0x05	Addr + 0x01

始化命令字节确定的地址读取寄存器第一个数据字节后，主机可以从MAX7359连续读取n个字节。写操作后执行读操作确认时，需要复位命令字节的地址，因为写操作之后存储的命令字节地址通常是自动递增的(见图8和表11)。

### 多主机工作

如果MAX7359的2线接口上挂接了多个主机，当一个主机从MAX7359读取数据时，应在设置MAX7359地址指针的写操作与从指定位置读取数据的读操作之间使用一个重复开始条件。这是因为主机1设置MAX7359地址指针后，但还没有读取数据之前，主机2可能接管总线。如果主机2随后复位MAX7359的地址指针，那么主机1可能从一个并非所要求的地址中读取数据。



# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

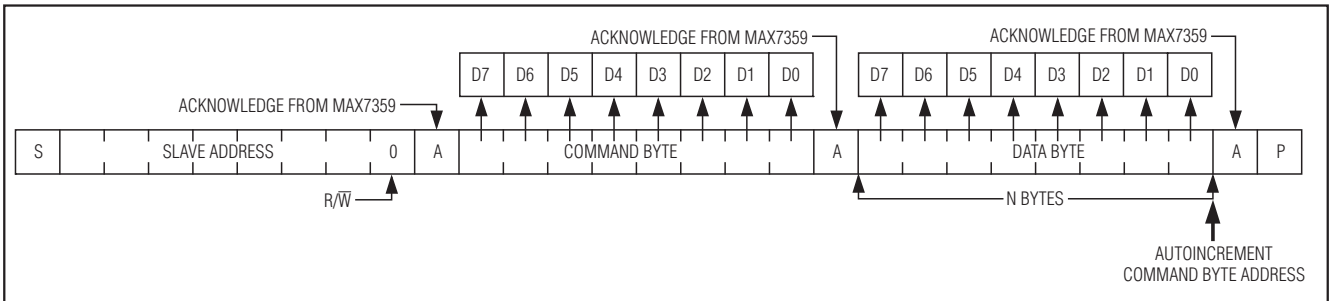


图8. 接收n个数据字节

## 命令地址自动递增

地址自动递增功能可以使命令地址的传输次数最少，以较少的数据传输对MAX7359进行设置。在写入或读取每个数据字节后，存储在MAX7359中的命令地址通常会自动递增(表11)，自动递增仅在多个地址的读、写操作时使用。

## 应用信息

### 消除伪按键操作

伪按键操作是按键开关矩阵的固有现象。如果同时按下—一个矩形角上的三个开关，那么矩形角上剩余的那个开关(伪按键)也呈现为按下状态。这是因为其它三个按键的连接导致伪键开关两端的电位相同—其它三个按键组合造成该按键电短路(图9)。由于从电特性看该按键为按下状态，所以不可能检测出四个按键中的哪一个是伪按键。

MAX7359采用独特的设计方案，可以检测出导致第四个伪按键操作的三键组合方式，且不报告导致伪按键操作三键动作，这意味着实际应用中并没有检测出伪按键，而是忽略三键同时按下的多种组合方式。对于需要使用三键组合的应用(如<Ctrl><Alt><Del>)，应确保3个按键不要处于某个矩形的顶点位置(图10)。只要按键不产生伪按键操作，并且FIFO没有满，对同时按下的按键数量没有限制。

### 低EMI工作

MAX7359通过两种技术将按键开关连线的EMI辐射降至最低。首先，无论电源电压 $V_{CC}$ 为何值，没有处于休眠模式时开关矩阵的电压永远不会超过0.55V。这样，当开关按下时，任一节点的电压摆幅最大不超过0.55V。其次，没

有采用按键的动态扫描，从而避免按键开关连线的连续辐射干扰，仅监测按键的吸电流(监测按下的按键)，且只有当一个或多个按键实际按下时才会启动去抖电路工作。

### 供电考虑

MAX7359工作在+1.62V至+3.6V电源电压，用大于等于0.047 $\mu$ F的陶瓷电容将电源旁路至GND，该电容应尽可能靠近器件放置。

### 开关导通电阻

MAX7359对电阻不敏感，无论是按键开关电阻，还是切换至适当的COLx和ROWx的开关电阻(可高达5k $\Omega$ )，因此这些控制器适合于低成本的薄膜开关和导电碳开关。

### 端口电容

按键扫描期间，开关的闭合端会发生放电和充电过程。为使充电时间低于每个按键检测要求的时间值，在两个键同时按下的应用中，每个端口的电容(包括ESD保护二极管的电容)应小于100pF。该数值仅适用于按下的两个键共用同一个列端口的情况。如果同时被按下的键不共用同一个列端口，则允许的外部电容值可以放宽至160pF。

### 软件复位

用于按键检测控制的序列控制机制可以采用软件通过I<sup>2</sup>C命令复位。正常工作模式下，配置寄存器0x01的D7位为1。发送两个I<sup>2</sup>C命令，分别将D7位置为0，然后再置为1，可以对MAX7359的按键检测序列控制机制进行软件复位。

# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

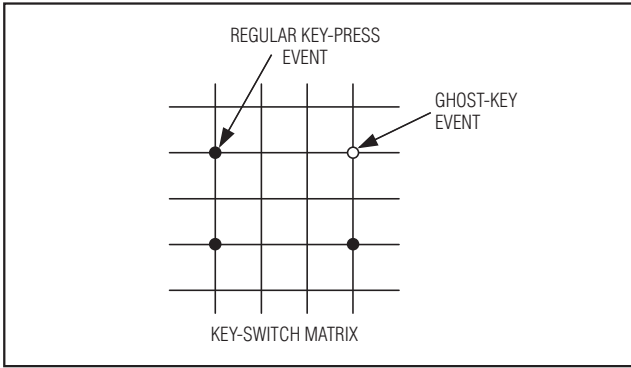


图9. 伪按键操作

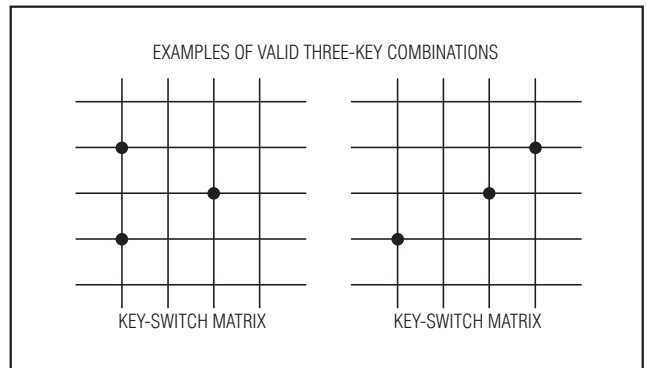
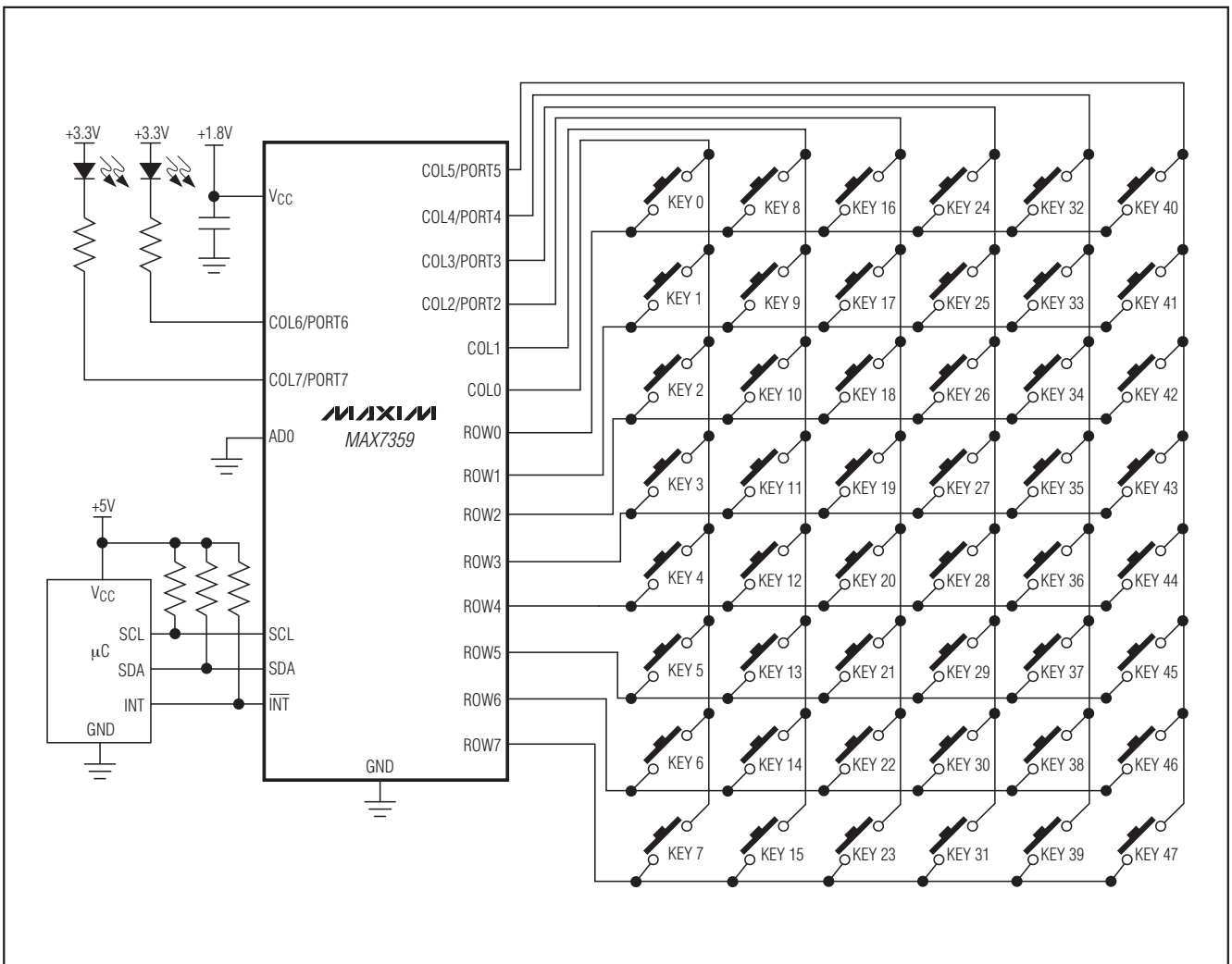


图10. 有效的三键组合形式

## 典型应用电路(续)



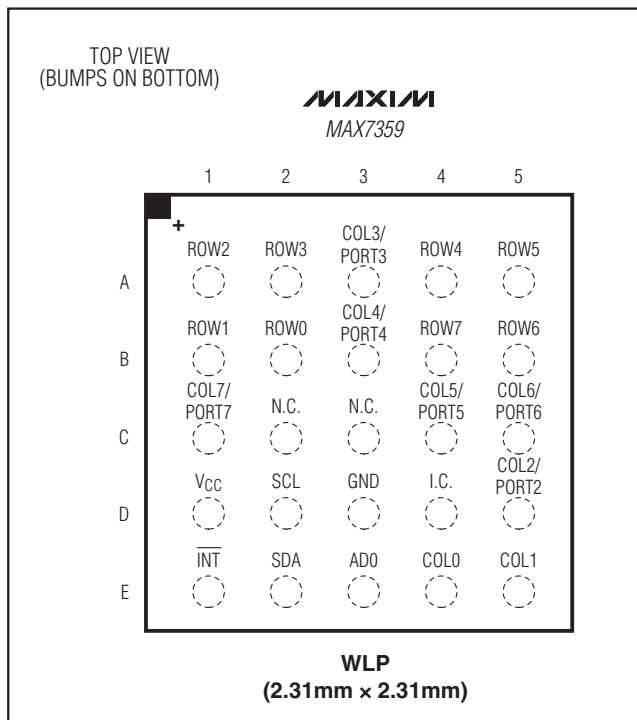
# 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

MAX7359

## 引脚配置(续)

## 芯片信息

PROCESS: BiCMOS



## 封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局, 请查询  
[china.maxim-ic.com/packages](http://china.maxim-ic.com/packages).

封装类型	封装编码	文档编号
24 TQFN-EP	T243A3+1	<a href="#">21-0188</a>
25 WLP	W252F2+1	<a href="#">21-0453</a>

## 2线接口、低EMI 按键开关控制器/GPO

### 修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	7/07	最初版本。	—
1	4/08	更改了表10中A1的SCL器件地址。	15
2	2/09	在应用信息中增加了端口电容和软件复位部分。	17
3	8/09	增加了WLP封装相关的信息。	1, 2, 3, 19
4	6/10	更新了 <i>Absolute Maximum Ratings</i> 以及 <i>Electrical Characteristics</i> 中的注释6和注释8 (现为注释5和注释7)。	2, 3

## Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

20 \_\_\_\_\_ **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**