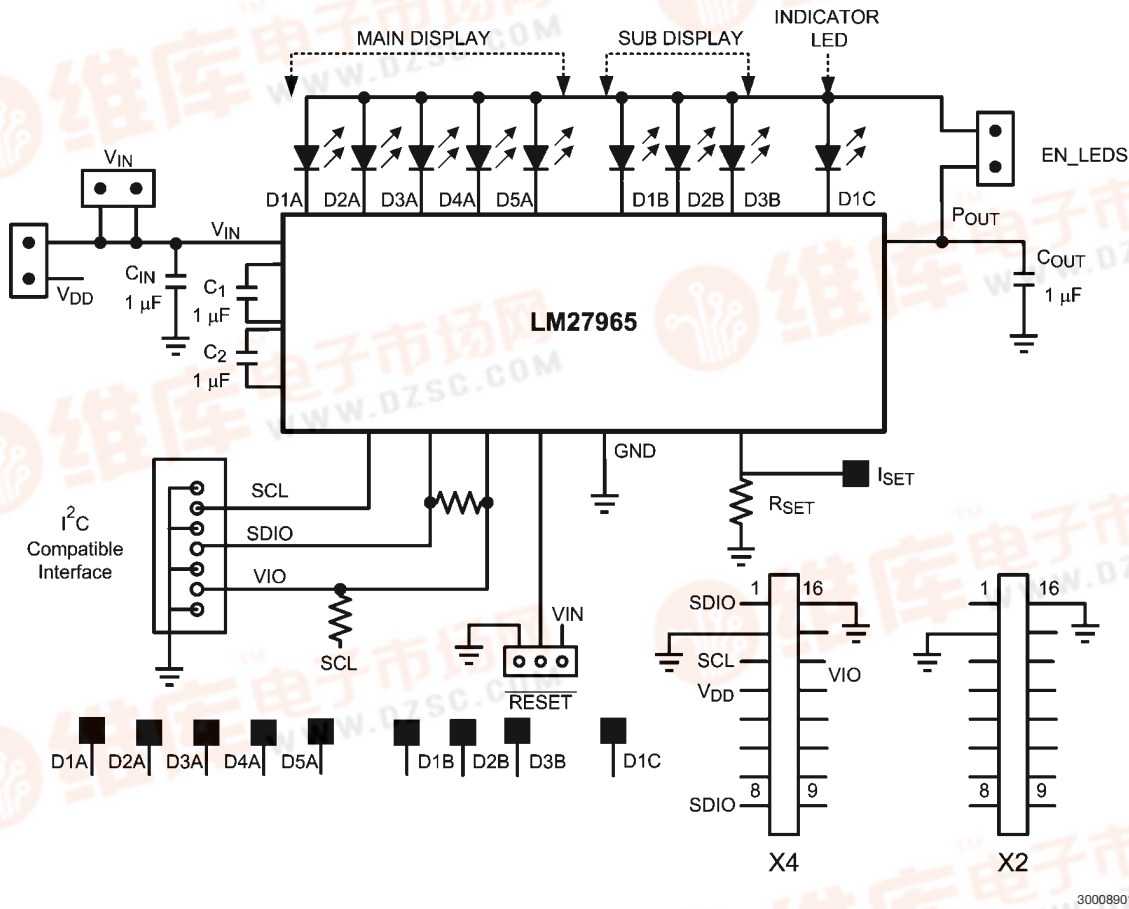


带I²C兼容亮度控制的 LM27965双通道显示 白光LED驱动器

美国国家半导体公司
应用注释1582
2007年2月



电路



元件清单

元件符号	数值	封装	制造商	型号
LM27965	--	SQA24 LLP24	National	LM27965SDX
LM27965 评估电路板	--	--	--	551012878-001 RevA
D1A-D5A, D1B- D3B	White LED	--	Nichia	LM_M67C
D1c	Blue LED	--	Nichia	LB_M573
C _{IN}	1µF, 10V	0603	TDK	C1608X5R1A105K
C _{OUT}	1µF, 10V	0603	TDK	C1608X5R1A105K
C ₁ , C ₂	1µF, 10V	0603	TDK	C1608X5R1A105K
R _{SET}	16.9k	0603	Vishay Dale	CRCW060316K9FKEA

带I²C兼容亮度控制的LM27965双通道显示白光LED驱动器

AN-1582



压)。SCL（接口时钟线路）和SDIO（接口数据线路）的引脚，每个都用接地引脚相互隔开。评估电路板具有两个外置上拉电阻，将SCL和SDIO都连到VIO，从而实现LM27965上的开路漏极输入。本应用注释中的工作描述部分详细地说明了内置寄存器和I²C兼容接口。

工作描述

I²C兼容接口

数据有效性

SDIO线路上的数据必须在时钟信号（SCL）的高电平期间保持稳定。换句话说，数据线路的状态仅当CLK为低电平时才会发生变化。

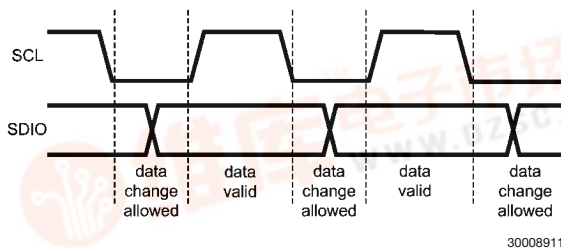


图3. 数据有效性的波形图

在VIO和SDIO之间的上拉电阻必须大于 $[(VIO - VOL) / 3mA]$ ，可以满足SDIO上VOL的需求。采用更大的上拉电阻会导致边沿变化较慢的较小开关电流，而采用更小的上拉电阻会导致边沿变化较快的较大开关电流。

开始和停止条件

开始和停止条件可以区分I²C的开始和结束阶段。定义开始条件为SDIO信号从高电平转变为低电平，同时

SCL线路为高电平。定义停止条件为SDIO信号从低电平转换为高电平，同时SCL为高电平。

I²C主控器总是产生开始和停止条件。在开始条件之后I²C总线处于忙碌状态，在遇到停止条件后恢复为空闲状态。在数据传送期间，I²C主控设备可产生重复的开始条件。首个开始和重复开始条件都是等价且智能运作的。

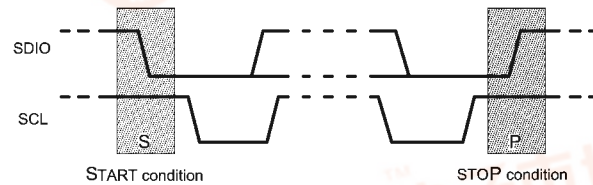


图4. 开始和停止条件

传送数据

在SDIO线路上的每个字节必须满足8位长度，首先传送最高有效位。数据的每个字节必须后随一个应答位。与应答相关的时钟脉冲由主控设备产生。在应答时钟脉冲期间主控设备释放SDIO线路（高电平）。LM27965在第九个时钟脉冲期间下拉SDIO线路，意味着一个应答功能。LM27965在接受到每个字节后就会产生一个应答位。

在开始条件之后，I²C主控设备传送一个芯片地址。这个地址为七位长度，后随一个第八位的数据方向位（读/写）。LM27965地址为36h。对于第八位，“0”指示为一个写操作而“1”指示为一个读操作。第二字节选择将要写入数据的寄存器。第三字节包含了欲写入被选寄存器的数据。

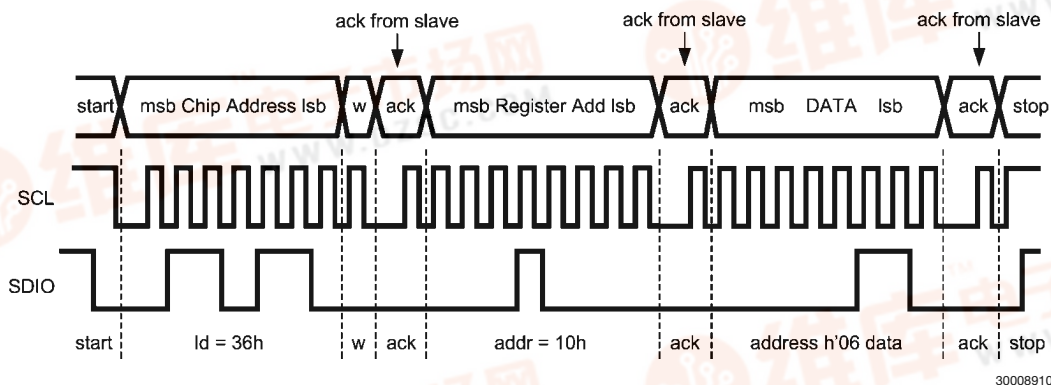


图5. 写周期

w = 写操作 (SDIO = "0")

r = 读操作 (SDIO = "1")

ack = 应答操作 (由其它主控设备或从设备进行SDIO下拉)

id = 芯片地址, 对于LM27965为36h

I²C兼容的芯片地址

LM27965的芯片地址为0110110或者36h。

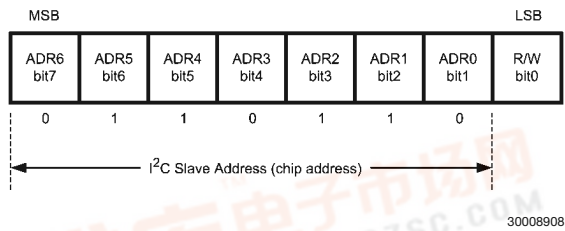


图6. 芯片地址

LM27965的内置寄存器

寄存器	内置十六进制寄存器	上电初始值
通用寄存器	10h	0010 0000
Bank A亮度控制寄存器	A0h	1110 0000
Bank B亮度控制寄存器	B0h	1110 0000
Bank C亮度控制寄存器	C0h	1111 1100

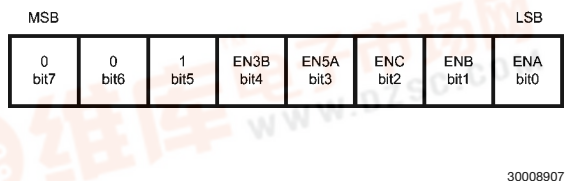


图7. 通用寄存器描述

内置十六进制地址: 10h

注释: ENA: 使能DxA LED驱动器 (主显示)
 ENB: 使能DxB LED驱动器 (辅助照明)
 ENC: 使能D1C LED驱动器 (指示照明)
 EN5A: 使能D5A LED电压感测
 EN3B: 使能D3B LED驱动器和电压感测

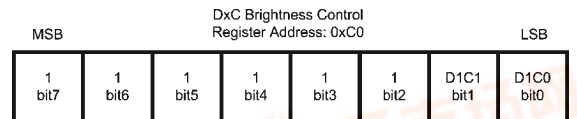
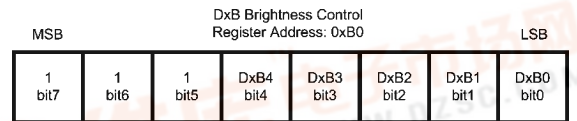
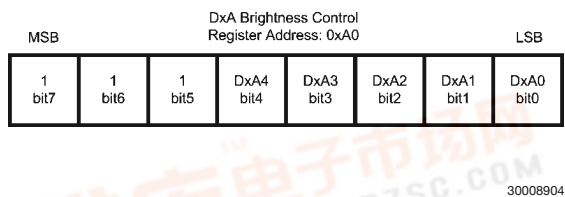


图8. 亮度控制寄存器说明
 内置十六进制地址: 0xA0 (BankA), 0xB0 (BankB), 0xC0 (BankC)

注释: DxA4-DxA0: 为DxA引脚设定亮度 (BankA). 11111 = 满幅
 DxB4-DxB0: Sets Brightness for DxB pins (BankB). 11111 = 满幅
 Bit7 至 Bit 5: 空闲
 DxC1-DxC0: Sets Brightness for DxC pin. 11 = 满幅
 Bit7 至 Bit2: 空闲

设定LED电流

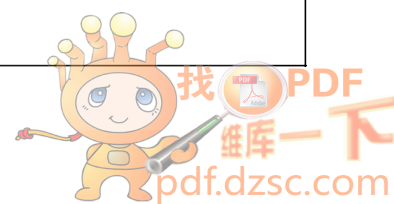
简单地在LM27965的I_{SET}引脚和GND之间连接合适尺寸的电阻 (R_{SET}), 可将连到DxA和DxB的LED电流设定为所需的水平。DxA和DxB LED的电流与从I_{SET}引脚流出的电流成比例, 而且比I_{SET}电流高两百倍。内置放大器的反馈环路设定I_{SET}引脚电压为1.25V (典型值)。以上表述可简化为下列等式:

$$I_{DxA/B/C} (A) = 200 \times (V_{ISET} / R_{SET})$$

$$R_{SET} (\Omega) = 200 \times (1.25V / I_{DxA/B/C})$$

一旦选好所需的RSET电阻, LM27965兼用脉冲宽度调制 (PWM) 和模拟电流缩放技术可在内部调节LED的亮度。可通过I²C兼容接口来设定PWM的占空比。连到BankA和BankB电流吸收端 (DxA和DxB) 的LED可调节为32种不同的亮度/占空比。其中BankA和BankB的内置PWM频率固定在20kHz。Bank C (D1C) 具有4种模拟电流水平。

将LM27965评估板的二极管电流设定为每个输出通道15mA (R_{SET} = 16.9kΩ)。



亮度等级控制列表 (BankA和BankB)

亮度代码 (十六进制)	模拟电流 (满幅的百分比)	占空比 (%)	感觉的亮度等级(%)
00	20	1/16	1.25
01	20	2/16	2.5
02	20	3/16	3.75
03	20	4/16	5
04	20	5/16	6.25
05	20	6/16	7.5
06	20	7/16	8.75
07	20	8/16	10
08	20	9/16	11.25
09	20	10/16	12.5
0A	20	11/16	13.75
0B	20	12/16	15
0C	20	13/16	16.25
0D	20	14/16	17.5
0E	20	15/16	18.75
0F	20	16/16	20
10	40	10/16	25
11	40	11/16	27.5
12	40	12/16	30
13	40	13/16	32.5
14	40	14/16	35
15	40	15/16	37.5
16	40	16/16	40
17	70	11/16	48.125
18	70	12/16	52.5
19	70	13/16	56.875
1A	70	14/16	61.25
1B	70	15/16	65.625
1C	70	16/16	70
1D	100	13/16	81.25
1E	100	15/16	93.75
1F	100	16/16	100

Bank C 亮度等级 (满幅的百分比) = 20%, 40%, 70%和100%。

LED正向电压的监测

LM27965能根据LED负载的正向压降来切换转换器的增益(1倍或3/2倍)。这种切换增益的能力可将给定负载情况下的效率提升到最大值。正向电压监测在Bank A和Bank B内部的所有二极管引脚上。当输入电压升高时, LM27965将工作在通过模式, 使Pout电压可跟踪输入电压。随着输入电压下降, Dxx引脚电压也会随之下降 ($V_{DXX} = V_{POUT} - V_{LEDX}$)。一旦任何活动的Dxx引脚电压达到约175mV时, 电荷泵将切换增益为3/2。这种转变确保LED的电流不会由于电流吸收缺乏裕量而受到削减。

仅监测活动的Dxx引脚。例如, 只有BankA使能时, 则Bank B中的LED不会影响增益转变点。如果两个Bank都被使能, 所有的二极管都被监测, 增益转变点将由正向电压最高的二极管来决定。如果未使用驱动器, 二极管引脚D5A和D3B由通用寄存器来将二极管感测电路止能。

Bank C (D1C) 的LED电流吸收端不受监测。

附加信息

关于LM27965的更多工作信息, 请参考LM27965的数据表。如果需要美国国家半导体公司的USB对接板来创建I²C接口, 请联系本地的美国国家半导体公司销售代表处。

注释

对于上述任何电路的使用，美国国家半导体公司不承担任何责任且不默示任何电路专利许可。美国国家半导体公司保留随时更改上述电路和规格的权利，恕不另行通知。
想了解最新的产品信息，请访问我们的网址：www.national.com。

生命支持策略

未经美国国家半导体公司的总裁和首席律师的明确书面审批，不得将美国国家半导体公司的产品作为生命支持设备或系统中的关键部件使用。特此说明：

1. 生命支持设备/系统指：(a) 打算通过外科手术移植到体内的生命支持设备或系统；(b) 支持或维持生命，依照使用说明书正确使用时，有理由认为其失效会造成用户严重伤害。
2. 关键部件是在生命支持设备或系统中，有理由认为其失效会造成生命支持设备/系统失效，或影响生命支持设备/系统的安全性或效力的任何部件。

禁用物质合规

美国国家半导体公司制造的产品和使用的包装材料符合《消费产品管理规范 (CSP-9-111C2)》以及《相关禁用物质和材料规范 (CSP-9-111S2)》的条款，不包含CSP-9-111S2限定的任何“禁用物质”。
无铅产品符合RoHS指令。



National Semiconductor
Americas Customer
Support Center
Email: new.feedback@nsc.com
Tel: 1-800-272-9959

National Semiconductor
Europe Customer Support Center
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europa.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor
Asia Pacific Customer
Support Center
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor
Japan Customer Support Center
Fax: 81-3-5639-7507
Email: jpn.feedback@nsc.com
Tel: 81-3-5639-7560

