

环境光强度传感器集成电路系列

16 位数字输出型

环境光强度传感器集成电路

BH1750FVI

No.10046ECT01

● 产品介绍

BH1750FVI 是一种用于两线式串行总线接口的数字型光强度传感器集成电路。这种集成电路可以根据收集的光线强度数据来调整液晶或者键盘背景灯的亮度。利用它的高分辨率可以探测较大范围的光强度变化。(1lx-65535lx)

● 产品特点

1. 支持 I²C BUS 接口(f/s Mode Support)。
2. 接近视觉灵敏度的光谱灵敏度特性(峰值灵敏度波长典型值:560nm)。
3. 输出对应亮度的数字值。
4. 对应广泛的输入光范围(相当于 1-65535lx)。
5. 通过降低功率功能,实现低电流化。
6. 通过 50Hz/60Hz 除光噪音功能实现稳定的测定。
7. 支持 1.8V 逻辑输入接口。
8. 无需其他外部件。
9. 光源依赖性弱(白炽灯, 荧光灯, 卤素灯, 白光 LED, 日光灯)。
10. 有两种可选的 I²C slave 地址。
11. 可调的测量结果影响较大的因素为光入口大小。
12. 使用这种功能能计算 1lx 到 100000 lx 马克斯/分钟的范围。
13. 最小误差变动在±20%。
14. 受红外线影响很小。

● 产品应用

移动电话, 液晶电视, 笔记本电脑, 便携式游戏机, 数码相机, 数码摄像机, 汽车定位系统, 液晶显示器。

● 最大额定参数

参数	符号	额定值	单位
电源电压	V _{max}	4.5	V
运行温度	T _{opr}	-40~85	°C
储存温度	T _{stg}	40~100	°C
反向电流	I _{max}	7	mA
功率损耗	P _d	260	mW

※70mm×70mm×1.6mm 玻璃纤维环氧树脂电路板。

● 运行条件

参数	符号	最小值	时间	最大值	单位
VCC 电压	V _{cc}	2.4	3.0	3.6	V
I ² C 参考电压	V _{DVI}	1.65	—	V _{cc}	V

● 电气特性

参数	符号	最小值	时间	最大值	单位	条件
电源电流	I_{CC1}	—	120	190	μA	$E_v=100 \text{ lx}$
电流	I_{CC2}	—	0.01	1.0	μA	无入射光
峰波长	λ_p	—	560	—	nm	
测量精度	S/A	0.96	1.2	1.44	times	传感器输出/实际 lx $E_v=1000 \text{ lx}$
传感器	S_0	0	0	3	count	高分辨率模式
H-Resolution 模式分辨率	r_{HR}	—	1	—	lx	
L-Resolution 模式分辨率	r_{LR}	—	4	—	lx	
H-Resolution 模式测量时间	t_{HR}	—	120	180	ms	
L-Resolution 模式测量时间	t_{LR}	—	16	24	ms	
白炽/荧光传感器出比	r_{IF}	—	1	—	times	$E_v=1000 \text{ lx}$
ADDR 高电平电压输入	V_{AH}	$0.7 * V_{CC}$	—	—	V	
ADDR 低电平电压输入	V_{AL}	—	—	$0.3 * V_{CC}$	V	
DVI 低电平电压输入	V_{DVL}	—	—	0.4	V	
SCL, SDA 高电平电压输入 1	V_{IH1}	$0.7 * DVI$	—	—	V	$DVI \geq 1.8V$
SCL, SDA 高电平电压输入 2	V_{IH2}	1.26	—	—	V	$1.65V \leq DVI < 1.8V$
SCL, SDA 低电平电压输入 1	V_{IL1}	—	—	$0.3 * DVI$	V	$DVI \geq 1.8V$
SCL, SDA 低电平电压输入 2	V_{IL2}	—	—	$DVI - 1.26$	V	$1.65V \leq DVI < 1.8V$
SCL, SDA, ADDR 高电平电电流输入	I_{IH}	—	—	10	μA	
SCL, SDA, ADDR 低电平电电流输入	I_{IL}	—	—	10	μA	
I ² C SCL 时钟频率	f_{SCL}	—	—	400	kHz	
I ² C 总线空闲时间	t_{BUF}	1.3	—	—	μs	
I ² C 维持时间(重复)开始的状态	t_{HDSTA}	0.6	—	—	μs	
I ² C “开始”复位时间	t_{SUSTA}	0.6	—	—	μs	
I ² C “停止”复位时间	t_{SUSTD}	0.6	—	—	μs	
I ² C 数据保持时间	t_{HDDAT}	0	—	0.9	μs	
I ² C 数据设置时间	t_{SUDAT}	100	—	—	ns	
I ² C 高电平 SCL 时钟	t_{LOW}	1.3	—	—	μs	
I ² C 低电平 SCL 时钟	t_{HIGH}	0.6	—	—	μs	
I ² C SDA 输出低电平电压	V_{OL}	0	—	0.4	V	$I_{OL}=3mA$

● 参考数据

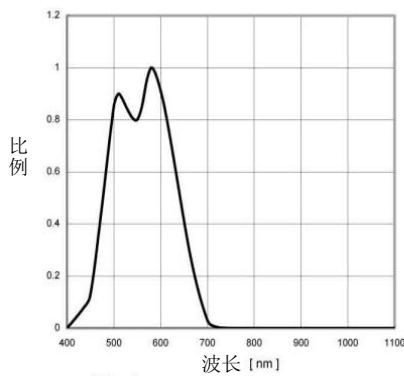


Fig.1 光谱响应

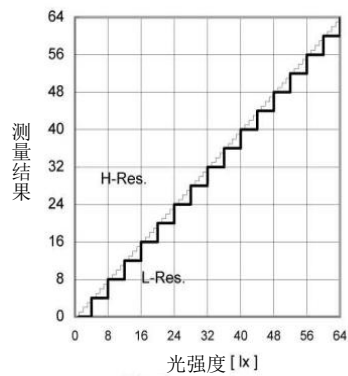


Fig.2 光强度测量结果 1

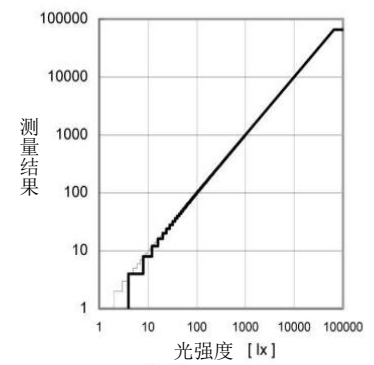


Fig.3 光强度测量结果 2

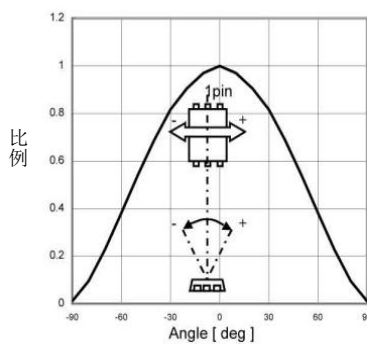


Fig.4 方向特性 1

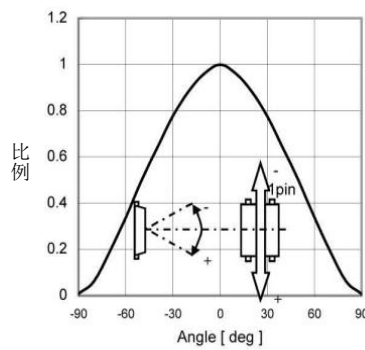


Fig.5 方向特性 2

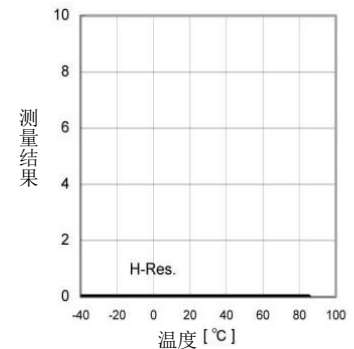


Fig.6 暗反应

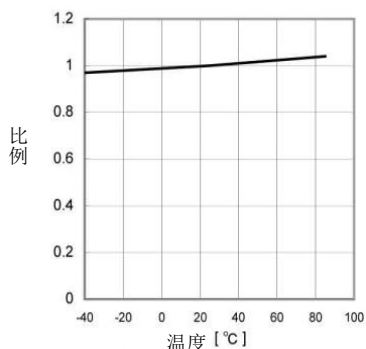
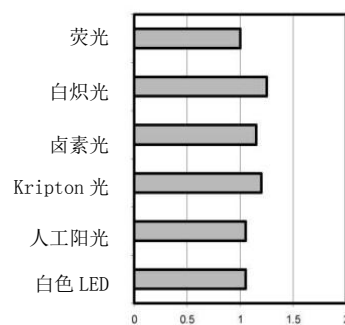
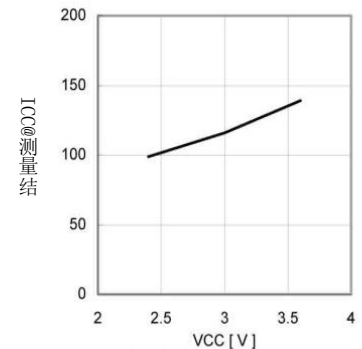
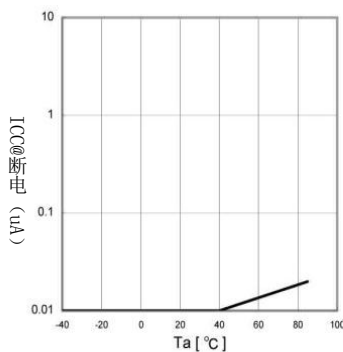
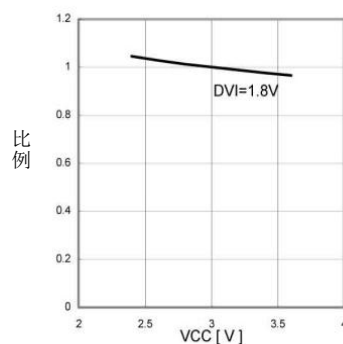
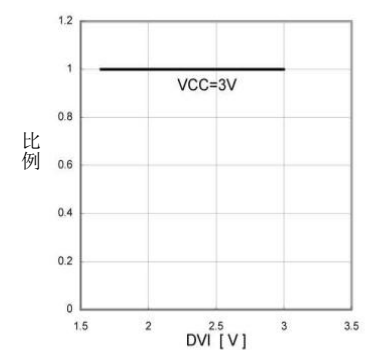
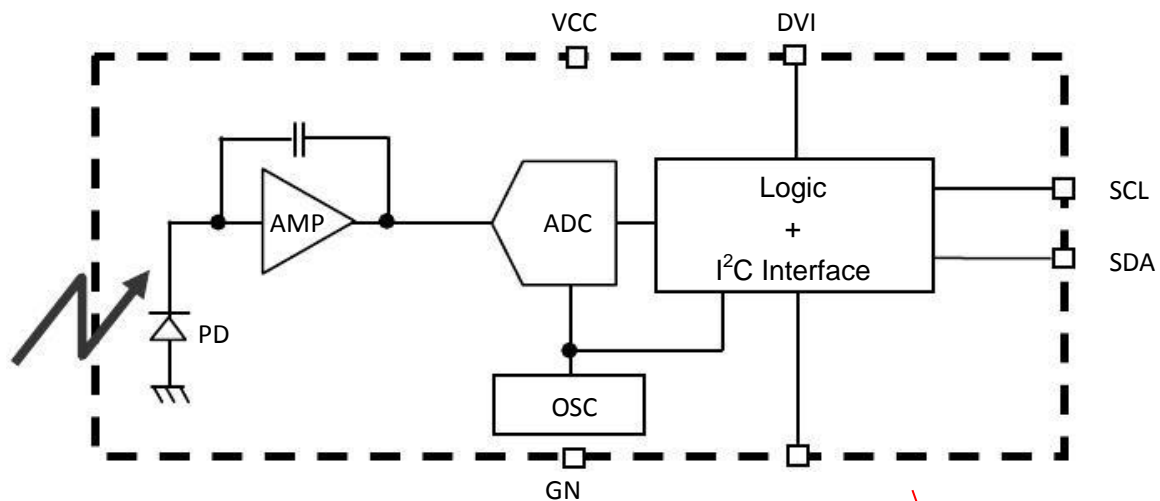
Fig.7 测量精度
温度依赖性Fig.8 光源依赖
荧光灯设置为“1”

Fig.9 VCC - ICC

(测量期间)

Fig.10 VCC - ICC@0 Lx
(断电)Fig.11 测量结果
VCC 依赖Fig.12 测量结果
DVI 依赖

● 框图



● 框图描述

• PD

接近人眼反应的光敏二极管。(Photo diode with approximately human eye response.)

• AMP

集成运算放大器：将 PD 电流转换为 PD 电压。

• ADC

模数转换获取 16 位数字数据。

• Logic + IC Interface (逻辑+ IC 界面)

光强度计算和 I²C 总线接口，包括下列寄存器：

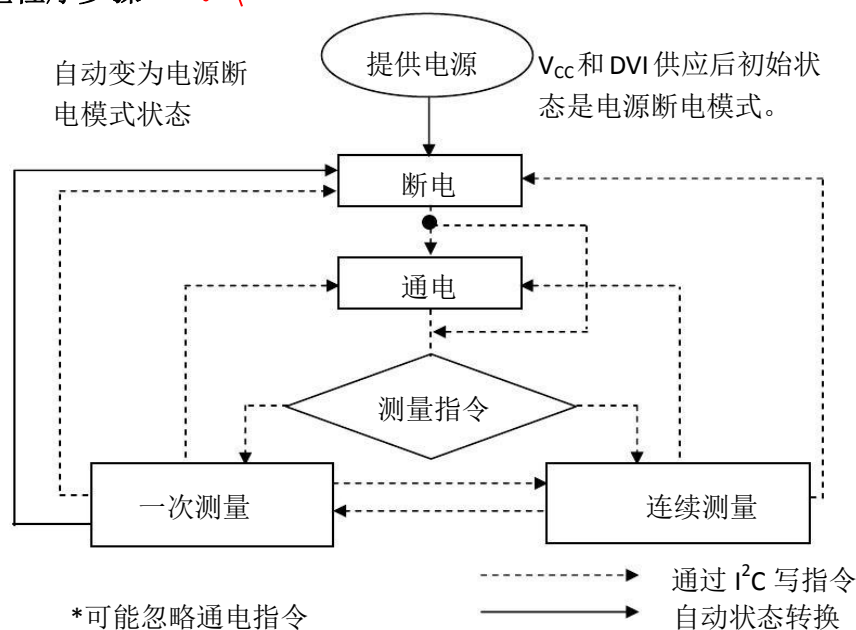
数据寄存器→光强度数据寄存。初始值是：“0000_0000_0000_0000”。

测量时间寄存器→时间测量数据寄存。初始值是：“0100_0101”。

• OSC

内部振荡器（时钟频率典型值：320kHz）。该时钟为内部逻辑时钟。

● 测量程序步骤



● 指令集合结构

指令	功能代码	注释
断电	0000_0000	无激活状态。
通电	0000_0001	等待测量指令。
重置	0000_0111	重置数字寄存器值，重置指令在断电模式下不起作用。
连续 H 分辨率模式	0001_0000	在 11x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 120ms。
连续 H 分辨率模式 2	0001_0001	在 0.51x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 120ms。
连续 L 分辨率模式	0001_0011	在 411x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 16ms。
一次 H 分辨率模式	0010_0000	在 11x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 120ms。 测量后自动设置为断电模式。
一次 H 分辨率模式 2	0010_0001	在 0.51x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 120ms。 测量后自动设置为断电模式。
一次 L 分辨率模式	0010_0011	在 411x 分辨率下开始测量。 测量时间一般为 16ms。 测量后自动设置为断电模式。
改变测量时间（高位）	01000_MT[7, 6, 5]	改变测量时间 ※ 请参考“根据光学扇窗的影响调整测量结果。”
改变测量时间（低位）	011_MT[4, 3, 2, 1, 0]	改变测量时间 ※ 请参考“根据光学扇窗的影响调整测量结果。”

※请勿输入其他功能码。

● 测量模式说明

测量模式	测量时间.	分辨率
H-分辨率模式 2	典型时间: 120ms.	0.5 lx
H-分辨率模式	典型时间: 120ms.	1 lx.
L-分辨率模式	典型时间: 16ms.	4 lx.

我们建议您使用 H 分辨率模式。

H 分辨率模式下足够长的测量时间（积分时间）能够抑制一些噪声（包括 50Hz/60Hz）。同时，H 分辨率模式的分辨率在 1lx 下，适用于黑暗场合下（少于 10 lx）。H 分辨率模式 2 同样适用于黑暗场合下的检测。

● 解释异步复位和重置的命令 "0000_0111"

1. 异步重置

电源供应时序基础上将所有寄存器复位序列。请参考本页的“VCC 和 DVI 电源供应时序图供电序列。在 DVI =“L”时是电源掉电模式。

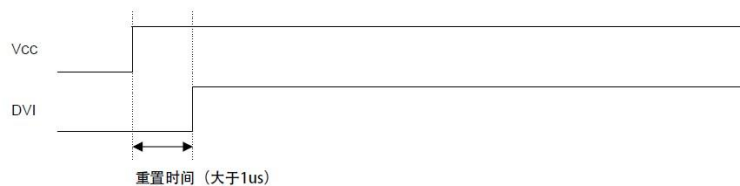
2. 重置命令

重置命令仅对光强度数据寄存器起作用(指令值为“0”)。电源供应时序对其无影响。它的作用是原来清除之前的测量结果。这个命令不能在断电模式,所以在输入该指令前要设置为通电模式。

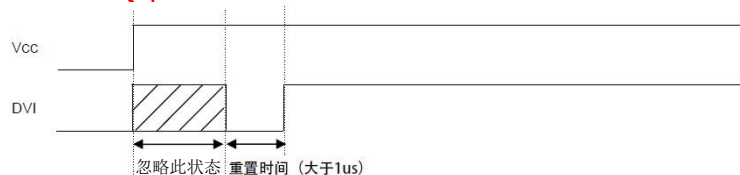
● VCC 和 DVI 电源供应时序图

DVI 是 I2C 总线的参考电压终端,同时也是异步重置终端。在 VCC 供应后必须设置为“L”,在 DVI 设置为“L”期间,内部状态设置为电源掉电模式。

1. VCC 和 DVI 电源供应时序图 1



2. VCC 和 DVI 电源供应时序图 2



在系统未给足 DVI “L” 时间（1us）时，ADDR，SDA，SCL 不稳定。

在这种情况下，在没有直接接电源或接地之前，请把寄存器（接近 1000 Ω）直接连接到 ADDR，因为它是 3 种状态的内部缓冲测试。（because it is 3 state buffer for Internal testing.）

● 从“写指示”到“读出测量结果”的测量时序实例

实例1. (ADDR = 'L')



由主到从



由从到主

1. 发送“连续高分辨率模式”指令

ST	0100011	0	Ack	00010000	Ack	SP
----	---------	---	-----	----------	-----	----

2. 等待完成第一次高分分辨率模式的测量（最大时间180ms）。
3. 读测量结果。

ST	0100011	1	Ack	High Byte [15:8]	Ack
				Low Byte [7:0]	Ack SP

当数据为高字节“10000011”和低字节“10010000”时怎样计算？

$$(2^{15}+2^9+2^8+2^1+2^4)/1.2 \approx 28067 [1x]$$

实例2. 一次低分辨率模式(ADDR = 'H')

1. 发送“1次低分辨率模式”指令

ST	1011100	0	Ack	00100011	Ack	SP
----	---------	---	-----	----------	-----	----

2. 等待完成低分辨率模式的测量（最大时间24ms）。
3. 读测量结果。

ST	1011100	1	Ack	High Byte [15:8]	Ack
				Low Byte [7:0]	Ack SP

当数据为高字节“00000001”和低字节“00010000”时怎样计算。

$$(2^8+2^4)/1.2 \approx 227 [1x]$$

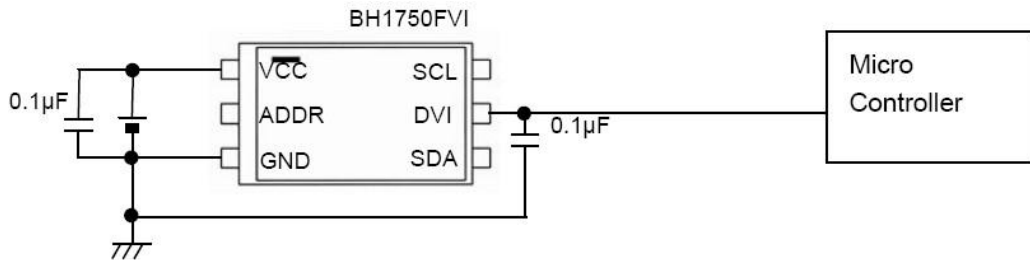
在一次测量中，测量结束状态转换为断电模式，如果需要更新数据，请重新发送测量指令。

● DVI终端应用电路实例

DVI 终端是一个异步重置终端。请注意,如果在启动连接 VCC 完毕后没有设置重置区,可能导致集成电路不正常运行。(请参阅“DVI 和 VCC 电源供应时序图”)

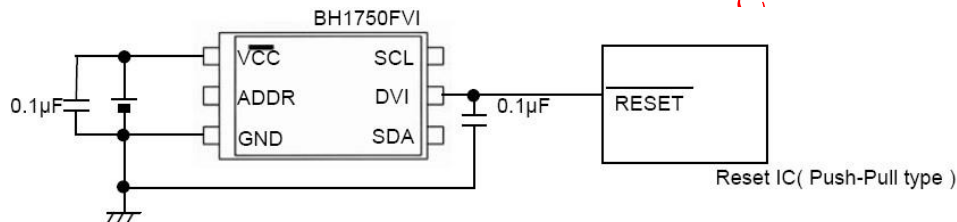
这下面描述中的应用电路实例中,省略了 SDA 和 SCL 和终端。在设计时,请设计满足 I2C 总线标准以便达到理想状态。此外,实例还省略了 ADDR 终端设计因素,在进行 ADDR 终端设计时,请参阅“DVI 和 VCC 电源供应时序图”。

实例 1. 连接控制信号线 (如: CPU)

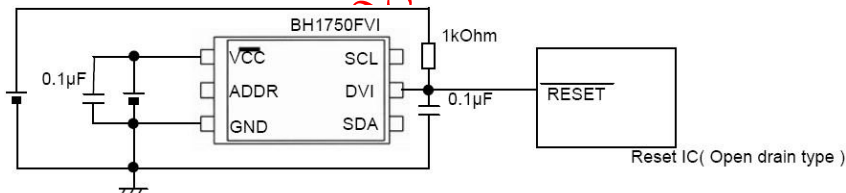


实例 2. 重置集成电路的应用

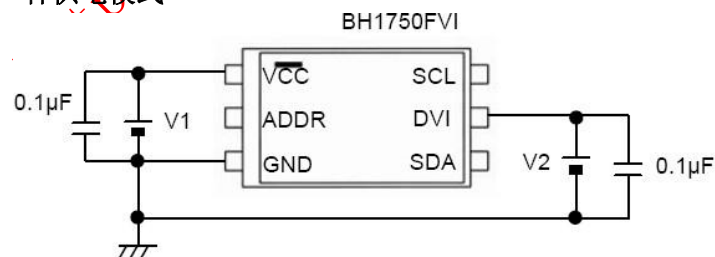
1. “推拉式”重置 IC



2. 打开重置 IC 的漏极输出

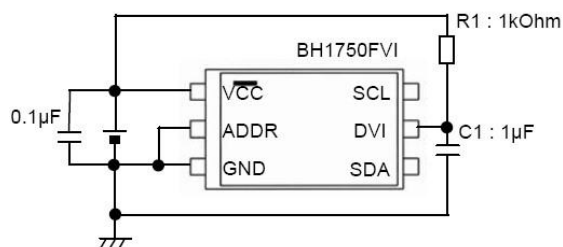


实例 3. 另一种供电模式



※DVI 提供电源标准应低于 VCC 提供电源标准,以保证重置区正常 ($\geq 1\mu s$)。

实例4. 利用CR将LPF插入VCC与DVI之间

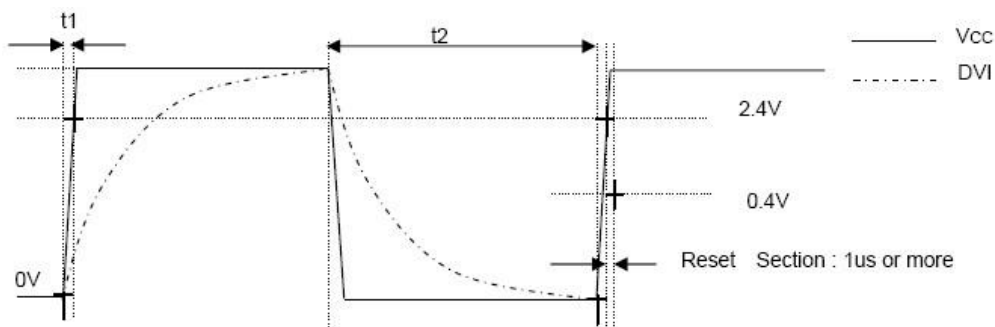


◆ 当CR电路插入到VCC和DVI中应注意的事项

※请注意当 VCC 上升时间太长时打开电源供给，重置区域有可能不能满足。

※当 VCC 关闭时，DVI 电压开始高于 VCC 电压，但是如果使用推荐常数就不会发生 IC 破坏。(R1 = 1kΩ, C1 = 1μF)

※请注意当切断 VCC 后的等待时间不够长，重置区域有可能不能满足。

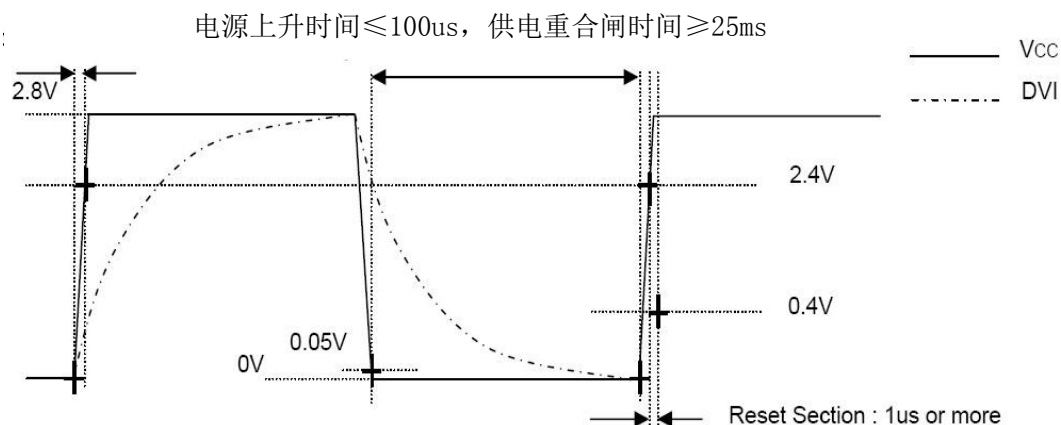


✧ 在设计时，确保重合闸电源供应后，重置区在 1us 以上。

◆ 在VCC=2.8V时，CR电路插入到VCC和DVI中的设备设计实例 (C = 1μF, R = 1kΩ)

① 从0到2.4V的电源上升时间必须采用≤100us的电源

② 当电源关闭后，请等待至少25ms，以此来保证重置区域的时间 (≥1us)

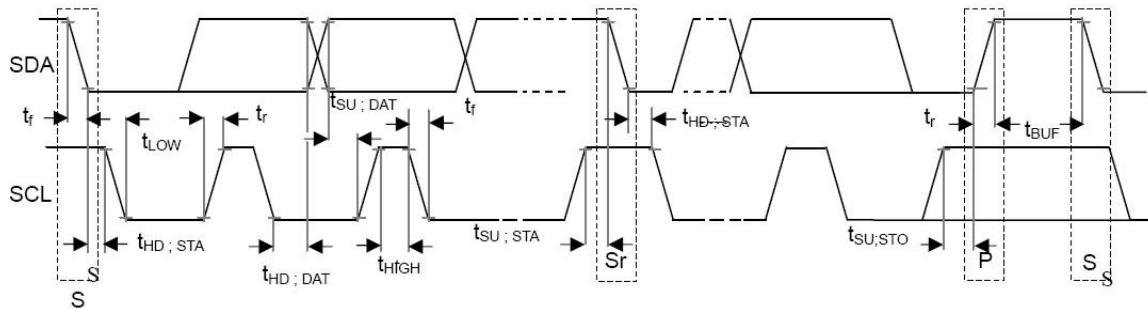


✧ 在设计时，确保重合闸电源供应后，重置区在 1us 以上。

● I²C总线通路

1. I²C总线接口时序图

写测量指令和读测量结果指令都是由 I²C 总线接口完成的。请参考了正规的 I²C 总线接口和时序图。



2. 从属地址

从属地址有 2 中形式，由 ADDR 端口决定。

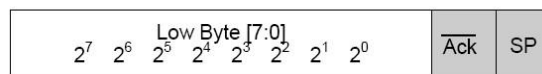
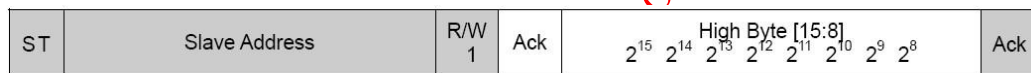
ADDR= "H" (ADDR \geq 0.7VCC) \rightarrow "1011100"

ADDR= "L" (ADDR \leq 0.3VCC) \rightarrow "0100011"

3. 写格式

BH1750FVI 不能再停机状态接收复数指令。请在每一个 Opcode 后插入 SP。

4. 读格式



由主到从



由从到主

例.

High Byte = "1000_0011"

Low Byte = "1001_0000"

$(215 + 29 + 28 + 27 + 24) / 1.2 \approx 28067 [lx]$

✧ I²C 总线是飞利浦半导体产品，请参考正式规格

● 测量方法对光学窗口的影响（传感器灵敏度调节）

BH1750FVI可以改变传感器的灵敏度，通过函数可以消除光学窗口的影响（有无光学窗口的差异）：通过改变测量时间来调整。例如：当光学窗口的传输速率变为50%时（如果设置光学窗口，测量结果可以变为0.5倍）。将传感器灵敏度从默认状态改变为2倍时，光学窗口的影响便可以忽略。

通过改变MG寄存器（时间测量寄存器）的值可以改变传感器的灵敏度。如果希望传感器的灵敏度是原来的2倍，则MG寄存器的值需设置为2倍。当MT寄存器值设置为2倍时，则测量时间需设置为原来的2倍。

例.将传感器灵敏度变为2倍的程序

请把MT寄存器的值从默认状态“0100_0101”变为默认状态2“1000_1010”

- 1) 改变MT寄存器的高字节

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	01000_100	Ack	SP
----	---------------	----------	-----	-----------	-----	----

- 2) 改变MT寄存器的低字节

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	011_01010	Ack	SP
----	---------------	----------	-----	-----------	-----	----

- 3) 输入测量指令

ST	Slave Address	R/W 0	Ack	0001_0000	Ack	SP
----	---------------	----------	-----	-----------	-----	----

*本例为高分辨率模式，但能接收其他测量。

- 4) 240ms后，将测量结果寄存到数据寄存器
（高分辨率模式测量时间为120ms，但是测量时间扩大为2倍）

下表是MT寄存器的变化范围

		最小值	典型值	最大值
MT寄存器 变化范围	二进制	0001_1111 (灵敏度: 0.45默认值)	0100_0101 默认	1111_1110 (灵敏度: 3.68默认值)
	十进制	31 (灵敏度: 0.45默认值)	69 默认	254 (灵敏度: 3.68默认值)

在高分辨率模式下使用这种功能能检测到0.23 lx的光强度，在高分辨率模式2下使用这种功能能检测到0.11 lx的光强度。

下面的故事是用来计算每一点的照度

高分辨率模式1: $\text{Illuminance per 1 count (lx/count)} = 1/1.2 * (69/X)$

高分辨率模式2: $\text{Illuminance per 1 count (lx/count)} = 1/1.2 * (69/X) / 2$

1.2: 测量精度

69: MT寄存器默认值 (十进制)

X: MT寄存器值

下表是分辨率的详细信息

MT寄存器值	lx/count高分辨率模式1	lx/count高分辨率模式2
0001111	1.85	0.93
01000101	0.83	0.42
11111110	0.23	0.11

● 高分辨率模式2

高分辨率模式2是分辨率为0.5lx的模式，适合测量光强度小于10lx时的数据。

这种测量模式符合上述“测量方法对光学窗口的影响”的分析，请参考，利用高分辨率模式2可以测量最小值为0.11lx光强度的环境。

➤ 高分辨率模式2的指令集架构

指令	Opecode	注释
连续高分辨率模式2	0001_0001	在0.5lx分辨率时开始测量 典型的测量时间为120ms
一次高分辨率模式2	0010_0001	在0.5lx分辨率时开始测量 典型的测量时间为120ms 测量结束自动设置为断电模式

➤ 从“写指令”到“读测量结果指令”的测量序列例子

例：连续高分辨率模式2（ADDR=“L”）



① 发送“连续高分辨率模式2”指令

ST	0100011	0	Ack	00010001	Ack	SP
----	---------	---	-----	----------	-----	----

② 等待第一次连续高分辨率模式2测量（最大时间为180ms）

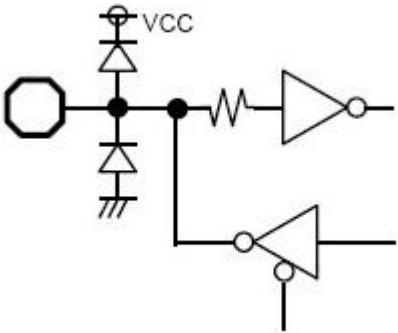
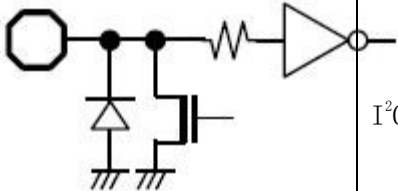
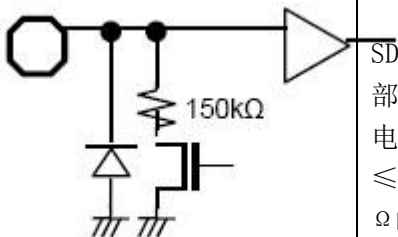
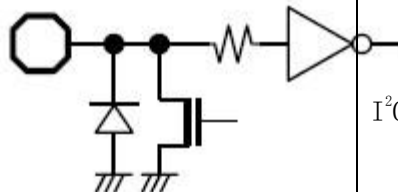
ST	0100011	1	Ack	High Byte [15:8] 2 ¹⁴ 2 ¹³ 2 ¹² 2 ¹¹ 2 ¹⁰ 2 ⁹ 2 ⁸ 2 ⁷	Ack
				Low Byte [7:0] 2 ⁶ 2 ⁵ 2 ⁴ 2 ³ 2 ² 2 ¹ 2 ⁰ 2 ⁻¹	Ack SP

③ 读出测量结果

当数据为高字节“00000000”和低字节“00010010”时怎样计算？

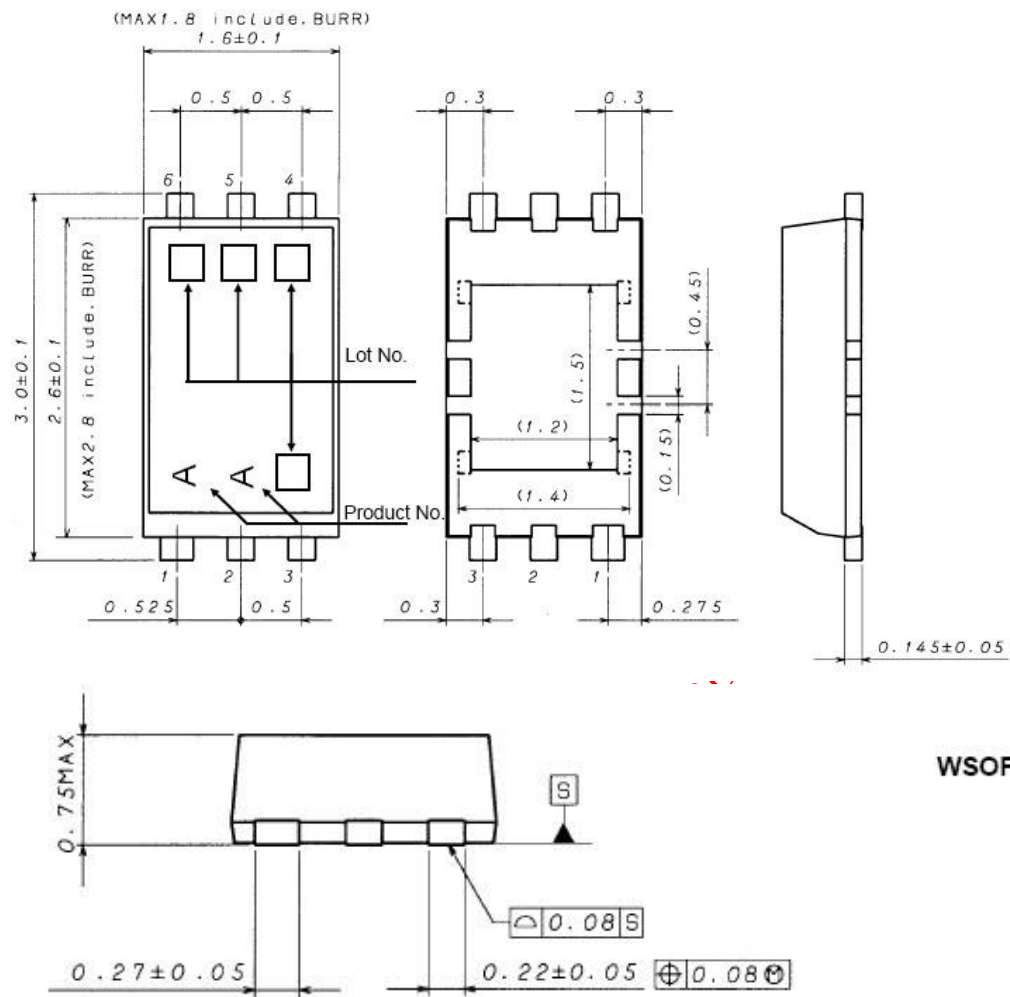
$(2^3 + 2^0) / 1.2 \approx 7.5 [lx]$

● 端口描述

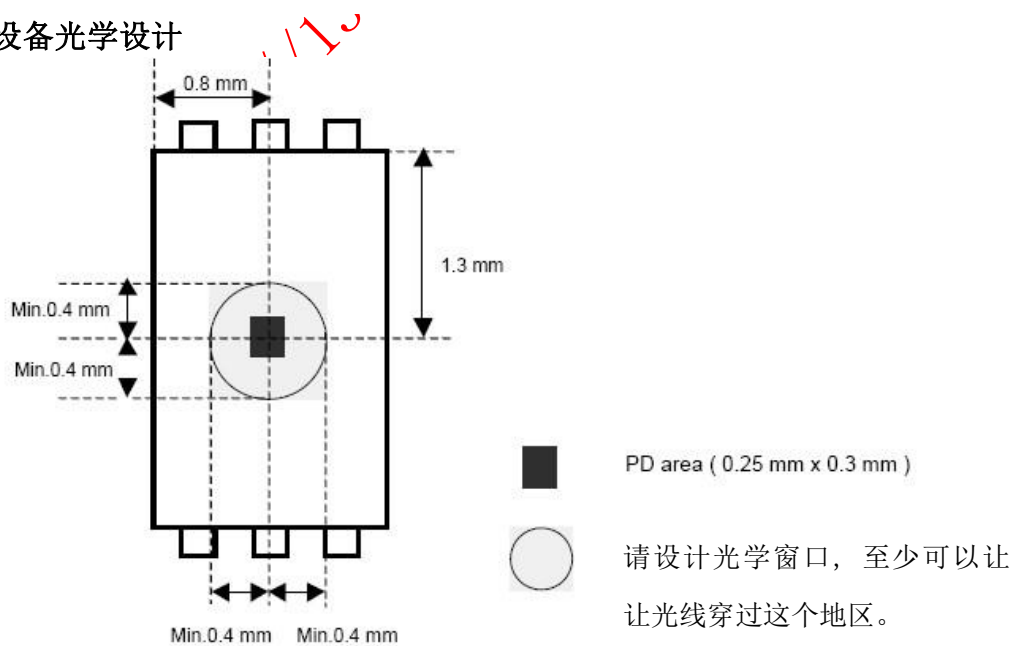
管脚编号	端口名称	等效电路	功能
1	VCC		电源端口
2	ADDR		I ² C地址端口 ADDR= “H” (ADDR \geq 0.7V _{CC}) “1011100” ADDR= “L” (ADDR \leq 0.3V _{CC}) “0100011” ADDR端口是用来缓冲内部测试的3种状态而设计的。所以，注意V _{CC} 和DVI支持程序，参见第6页。
3	GND		接地端口
4	SDA		I ² C接口SDA端口
5	DVI		SDA, SCL端口参考电压，DVI端口为内部寄存器的异步重置端口，所以，在电源供电以后设置“L”（至少1 μ s, DVI \leq 0.4V）。当DVI=“L”时，BH1750被150k Ω 的电阻下拉。
6	SCL		I ² C接口SCL端口

※这些参数都是设计值，并不是实际值。

● 封装描述



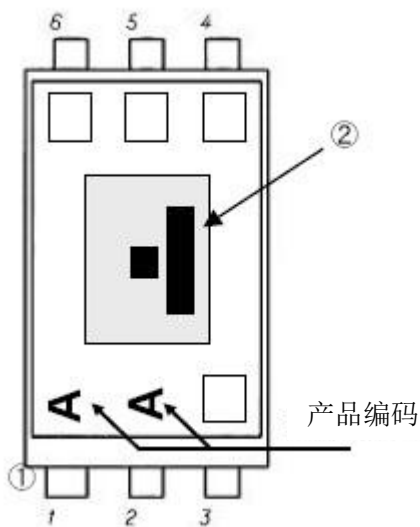
● 设备光学设计



● 引脚区分方法

有许多方法来区分引脚。

- ① 通过1Pin wide-lead 来区分
 - ② 通过die pattern来区分
 - ③ 通过taper part of 1-3pin side来区分
- ② （通过 die pattern 区分）是通过用肉眼来区分的最简单的方法。



<http://13584082319.1>

● 在使用中应注意的问题

1. 极限参数

超过极限参数，例如电源供给最大电压，工作状态下的温度范围（工作温度）等等，可能导致产品损坏，导致无法鉴别故障模式中的断路故障或者开路故障。如果有假定的特殊模式超过额定值，需要采取如：保险丝等的物理安全措施。

2. 接地电压

此外，检查确保任一端的潜在电压不低于接地电压，包括电气瞬态值。

3. 端口短路和错误安装

为了能够在预制的 PCB 电路板上能够与因特网连接共享，注意因特网连接的方向性和撤销，错误安装可能导致因特网连接崩溃。此外，由于端口之间的外界干扰或是端口与电源或接地端口而引发的短路，因特网共享连接也可能崩溃。

4. 强电磁场下运行

注意在电磁场下，因特网互联共享可能发生故障。

5. 印制电路板检验

在检查 PCB 设备时，如果一个电容器连接到一个低阻抗 IC 终端，则该终端会过电压，因此要保证将其从 PCB 设备中卸下。此外，在检验过程中，从夹具上安装或拆卸 PCB 设备，要保证电源关闭然后从夹具上卸下来。为了防止静电，在装配过程中需要加上接地系统，同时注意 PCB 设备的运输和存放。

6. 输入端

就 IC 的构造而言，不可避免的与寄生原件发生联系，寄生元件的工作可能干扰电路的运行，导致发生故障，破坏输入端。因此，要注意不要处理输入端子。例如：单独加入输入端的电压低于接地电压导致任何寄生元件工作。在没有电源电压供应的给 IC 时候，不要给输入端加电压。此外，在加入电源电压后，加入输入端的电压要低于电源电压或者在电气特性的额定范围之内。

7. 散热设计

在散热设计中，应考虑在实际运行状态中功率损耗发出热量，保证散热设计有足够的余度。

8. 包装处理

在光电探测器上的灰尘或刮痕会影响光学特性，请小心拿取。

9. 冲击电流

当第一次向 CMOS 集成电路供电时，其内部逻辑可能不稳定，存在冲击电流，因此，请特殊考虑电力耦合电容，电力布线，接地布线宽度和路由的连接。

10. 暴露在包装背面的中央垫

有一个暴露在包装背面的中央垫。请不要做任何连接(不要焊锡,也不要电气连接), 请根据在 jisso 说明书中对 WSOF6I 描述的信息来增加引脚尺寸。这块板电压级为接地级，有可能导致大规模集成电路故障或大电流故障。

● 订购零件号

B	H	1	7	5	0	F	V	I	-	T	R
Part No.		Part No.				封装 FVI: WSOF6I				包装和形成规格 接收机: 压纹卷带	

WSOF61

