

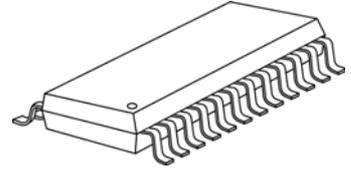


专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

特色

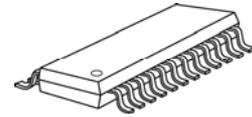
- 操作电压：3~5.5 伏特
- 16 个恒流输出通道
- 恒流输出范围值：
 - 在5伏特操作电压：1~20mA
 - 在3.3伏特操作电压：1~10mA
- 极为精确的电流输出值：
 - 通道间最大差异值：$\leq \pm 2.5\%$
 - 芯片间最大差异值：$\leq \pm 3\%$
- 内建4K位SRAM内存支持1~8扫分时多任务扫描
- 16/14位PWM灰阶控制提升视觉更新率
- 6位电流增益调整，12.5%~200%
- LED开路侦测
- 内建消隐
- GCLK倍频技术
- 高达 30MHz时钟频率
- 输出通道间的交错时间迟减少EMI产生

Small Outline Package



GF: SOP24L-236-1.00

Shrink SOP



GP: SSOP24L-150-0.64

产品说明

MBI5151是专为LED全彩显示屏应用设计的驱动芯片，使用者可选择16位或14位的脉波宽度调变功能来达成灰阶控制。MBI5151内建16位位移寄存器可以将串行的输入资料转换成每个输出通道的灰阶像数。MBI5151的16个恒流输出通道所输出的电流值不受输出端负载电压影响，提供一致并且恒定的输出电流。MBI5151的使用者可以经由选用不同阻值的外接电阻来调整MBI5151各输出级的电流大小。除此之外，MBI5151的使用者还可以藉由可程序化的电流增益调整来调整64阶的整体LED的驱动电流。

MBI5151内建SRAM的创新架构，可支持最高8扫LED扫描屏。使用者仅需送一次完整的帧数据(frame data)，并储存在LED驱动芯片内的SRAM。此方式不但可节省数据频带，也可在非常低的数据时钟频率下达到高灰阶的效果。藉由Scrambled-PWM (S-PWM) 的技术，MBI5151可加强脉波宽度调变的功能，并将导通的时间分散成数个较短的导通时间，因而增加了扫描屏的视觉更新率。此外，MBI5151使用GCLK的倍频技术，不需提高GCLK频率即可让视觉更新率提升一倍。

在建立16位灰阶应用的全彩显示屏时，可藉由S-PWM来减少画面的闪烁。同时，控制器只需提供数据给MBI5151。MBI5151可以藉由输入的影像数据来调整相对应LED的亮度。而且，MBI5151可以使每个输出通道表现出16位(65,536灰阶)的颜色变化。

透过实时错误侦测功能，MBI5151不需增加额外的外部原件即可独立侦测每个LED是否为开路状态。此外，MBI5151内建的消隐电路大幅减轻了鬼隐现象。为了抑制EMI，每个恒流输出通道间都加入了交错延迟效果以减少电磁辐射干扰的产生。

功能方块图

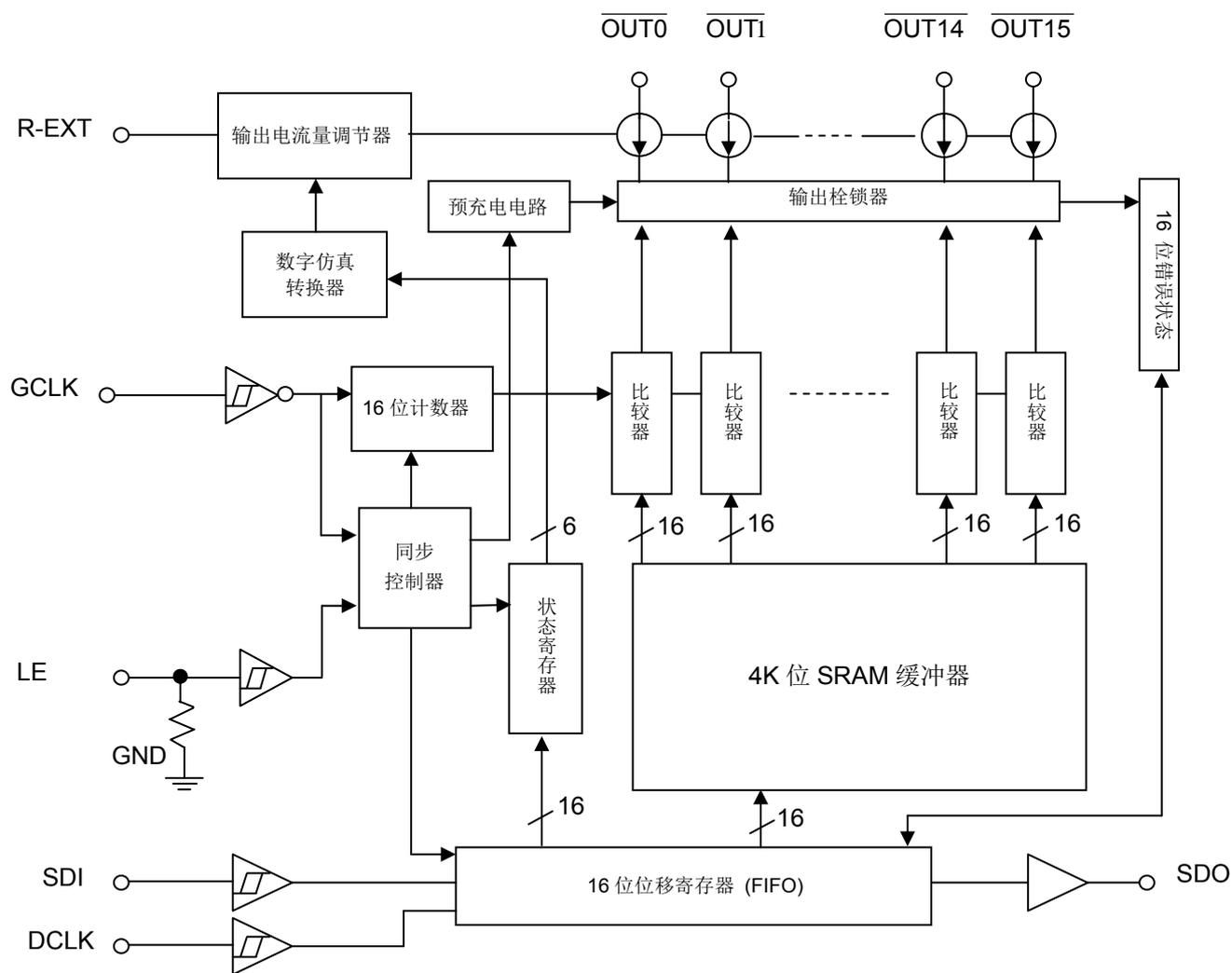


图 1

脚位图

GND	1	24	VDD
SDI	2	23	R-EXT
DCLK	3	22	SDO
LE	4	21	GCLK
$\overline{\text{OUT0}}$	5	20	$\overline{\text{OUT15}}$
$\overline{\text{OUT1}}$	6	19	$\overline{\text{OUT14}}$
$\overline{\text{OUT2}}$	7	18	$\overline{\text{OUT13}}$
$\overline{\text{OUT3}}$	8	17	$\overline{\text{OUT12}}$
$\overline{\text{OUT4}}$	9	16	$\overline{\text{OUT11}}$
$\overline{\text{OUT5}}$	10	15	$\overline{\text{OUT10}}$
$\overline{\text{OUT6}}$	11	14	$\overline{\text{OUT9}}$
$\overline{\text{OUT7}}$	12	13	$\overline{\text{OUT8}}$

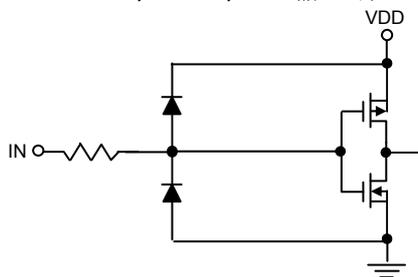
MBI5151GF/GP

脚位说明

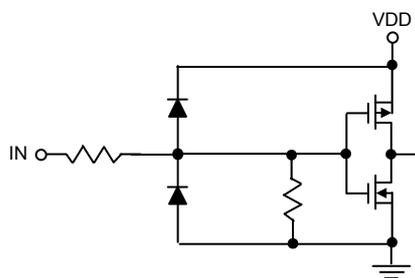
Pin 脚名称	功能
GND	控制逻辑及驱动电流之接地端。
SDI	输入至位移缓存器之串行数据输入端。
DCLK	数据时钟讯号之输入端；资料位移会发生在时钟上升缘；LE 启动时，可输入控制指令。
LE	数据闪控(data strobe)输入端；配合 DCLK 可下达控制指令。
$\overline{\text{OUT0}} \sim \overline{\text{OUT15}}$	恒流输出端。
GCLK	灰阶时钟讯号输入端； 灰阶显示是藉由灰阶时钟与输入数据的比较来达到波宽调变的功能。
SDO	串行数据输出端；可接至下一个驱动器之 SDI 端。
R-EXT	连接外接电阻之输入端；此外接电阻可设定所有输出通道之输出电流。
VDD	3.3V/5V 电源供应端。

输出输入等效电路

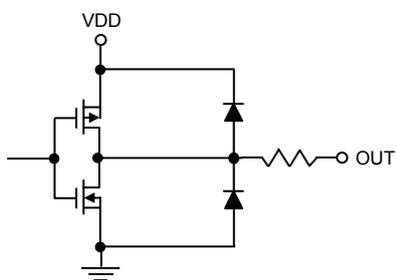
GCLK, DCLK, SDI 输入端



LE 输入端



SDO 输出端



MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

最大限定范围

特性		代表符号	最大工作范围	单位
电源电压		V_{DD}	0~7	V
输入端电压(SDI)		V_{IN}	-0.4~ $V_{DD}+0.4$	V
输出端耐受电压		V_{DS}	-0.5~17	V
输出端电流		I_{OUT}	+25	mA
接地端电流		I_{GND}	400	mA
消耗功率 (在四层印刷电路板上, 25°C时)*	GF 包装	P_D	1.87	W
	GP 包装		1.79	
热阻值 (在四层印刷电路板上, 25°C时)*	GF 包装	$R_{th(j-a)}$	66.69	°C/W
	GP 包装		69.5	
接合点温度		$T_{j,max}$	150**	°C
芯片工作时的环境温度		T_{opr}	-40~+85	°C
芯片储存时的环境温度		T_{stg}	-55~+150	°C
ESD静电量测	HBM (MIL-STD-883G Method 3015.7, 人体静电模式)	HBM	Class 3B (8000V)	-
	MM (JEDEC EIA/JESD22-A115, 机器静电模式)	MM	Class C ($\geq 400V$)	-

*模拟时, PCB 尺寸为 76.2mm*114.3mm。请参考 JEDEC JESD51 规范。

**越接近此最大范围值操作, 芯片的寿命越短、可靠度越低; 超过此最大限定范围工作时, 将会影响芯片运作并造成毁损, 因此建议的芯片工作时的接合点温度在 125°C 以内。

注: 散热表现与散热片尺寸、PCB 厚度与层数息息相关。实测的热阻值会与模拟值不相同, 使用者可选择适当的封装与 PCB 布局, 以达到理想的散热表现。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

直流特性 ($V_{DD}=5.0V$, $T_a=25^{\circ}C$)

所有测试条件皆为电流增益调整设置为默认值

特性		代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
电源电压		V_{DD}	-	4.5	5.0	5.5	V
输出端耐受电压		V_{DS}	$\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$	-	-	17.0	V
输出端电流		I_{OUT}	参考直流特性的测试电路	1	-	20	mA
		I_{OH}	SDO	-	-	-1.0	mA
		I_{OL}	SDO	-	-	1.0	mA
输入端电压	高电位位准	V_{IH}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	$0.7 \times V_{DD}$	-	V_{DD}	V
	低电位位准	V_{IL}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	GND	-	$0.3 \times V_{DD}$	V
输出端漏电流		I_{OH}	$V_{DS}=17.0V$	-	-	0.5	μA
输出端电压	SDO	V_{OH}	$I_{OH}=-1.0mA$	$V_{DD}-0.4$	-	-	V
		V_{OL}	$I_{OL}=+1.0mA$	-	-	0.4	V
电流偏移量(通道间)		dI_{OUT1}	$I_{OUT}=1mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=14k\Omega$	-	± 1.5	± 2.5	%
电流偏移量(芯片间)		dI_{OUT2}	$I_{OUT}=1mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=14k\Omega$	-	± 1.5	± 3.0	%
电流偏移量 vs. 输出电压*		$\%/dV_{DS}$	V_{DS} 介于 1.0V 与 3.0V 之间, $R_{ext}=1.4K\Omega@10mA$	-	± 0.1	± 0.3	% / V
电流偏移量 vs. 电源电压*		$\%/dV_{DD}$	V_{DD} 介于 4.5V 与 5.5V 之间 $R_{ext}=1.4K\Omega@10mA$	-	± 1.0	± 2.0	% / V
LED 开路错误侦测电压值		$V_{OD,TH}$	-	-	0.3 0.4 0.5 0.6	-	V
下拉电阻		$R_{IN(down)}$	LE	250	450	800	K Ω
电压源输出电流	“关” (SDI=DCLK=GCLK=0Hz)	$I_{DD(off) 1}$	$R_{ext}=Open, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=Off$	-	4.5	5.5	mA
		$I_{DD(off) 3}$	$R_{ext}=14K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=Off$	-	5	6	
		$I_{DD(off) 4}$	$R_{ext}=1.4K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=Off$	-	6.5	8	
	“开” (SDI=DCLK=5MHZ GCLK=20MHZ)	$I_{DD(on) 9}$	$R_{ext}=14K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=On$	-	6.5	8	
		$I_{DD(on) 10}$	$R_{ext}=1.4K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=On$	-	8.5	10	

*一个通道开启时。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

直流特性 ($V_{DD}=3.3V, T_a=25^{\circ}C$)

所有测试条件皆为电流增益调整设置为默认值

特性		代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
电源电压		V_{DD}	-	3.0	3.3	3.6	V
输出端耐受电压		V_{DS}	$\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$	-	-	17.0	V
输出端电流		I_{OUT}	参考直流特性的测试电路	1	-	10	mA
		I_{OH}	SDO	-	-	-1.0	mA
		I_{OL}	SDO	-	-	1.0	mA
输入端电压	高电位位准	V_{IH}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	$0.7 \times V_{DD}$	-	V_{DD}	V
	低电位位准	V_{IL}	$T_a=-40\sim 85^{\circ}C$	GND	-	$0.3 \times V_{DD}$	V
输出端漏电流		I_{OH}	$V_{DS}=17.0V$	-	-	0.5	μA
输出端电压	SDO	V_{OH}	$I_{OH}=-1.0mA$	$V_{DD}-0.4$	-	-	V
		V_{OL}	$I_{OL}=+1.0mA$	-	-	0.4	V
电流偏移量(通道间)		dI_{OUT1}	$I_{OUT}=1mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=14k\Omega$	-	± 1.5	± 2.5	%
电流偏移量(芯片间)		dI_{OUT2}	$I_{OUT}=1mA$ $V_{DS}=1.0V$ $R_{ext}=14k\Omega$	-	± 1.5	± 3.0	%
电流偏移量 vs. 输出电压*		$\%/dV_{DS}$	V_{DS} 介于 1.0V 与 3.0V 之间, $R_{ext}=1.4K\Omega @ 10mA$	-	± 0.1	± 0.3	% / V
电流偏移量 vs. 电源电压*		$\%/dV_{DD}$	V_{DD} 介于 3.0V 与 3.6V 之间 $R_{ext}=1.4K\Omega @ 10mA$	-	± 1.0	± 2.0	% / V
LED开路错误侦测电压值		$V_{OD,TH}$	-	-	0.3 0.4 0.5 0.6	-	V
下拉电阻		$R_{IN(down)}$	LE	250	450	800	K Ω
电压源输出电流	“关” (SDI=DCLK=GCLK=0Hz)	$I_{DD(off) 1}$	$R_{ext}=\text{Open}, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=\text{Off}$	-	4.5	5	mA
	“关” (SDI=DCLK=GCLK=0Hz)	$I_{DD(off) 3}$	$R_{ext}=14K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=\text{Off}$	-	4.5	5.5	
		$I_{DD(off) 4}$	$R_{ext}=1.4K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=\text{Off}$	-	6.0	7.5	
	“开” (SDI=DCLK=5MHZ GCLK=20MHZ)	$I_{DD(on) 9}$	$R_{ext}=14K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=\text{On}$	-	6.0	7.5	
$I_{DD(on) 10}$		$R_{ext}=1.4K\Omega, \overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}=\text{On}$	-	8	9.5		

*一个通道开启时。

直流特性的测试电路

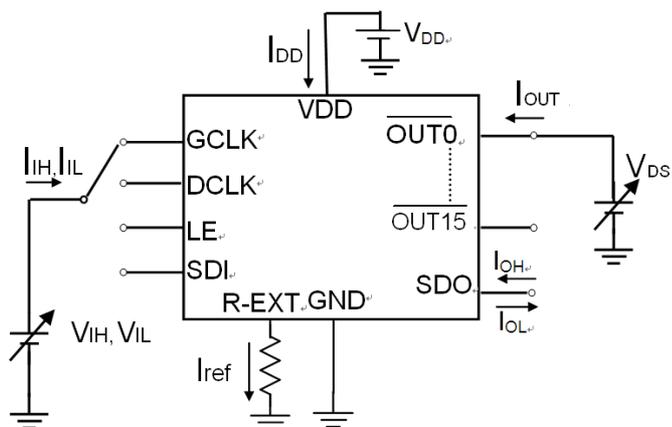


图 2

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

动态特性($V_{DD}=5.0V, T_a=25^{\circ}C$)

特性		代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
设定时间	SDI - DCLK ↑	t_{SU0}	$V_{DD}=5.0V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.4k\Omega$ $V_{DS}=1V$ $R_L=300\Omega$ $C_L=10pF$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_{SDO}=10pF$ $V_{LED}=4.0V$	5	-	-	ns
	LE ↑ - DCLK ↑	t_{SU1}		8	-	-	ns
	LE ↓ (VSYNC) - GCLK	t_{SU2}		100	-	-	ns
	LE ↓ - DCLK ↑	t_{SU3}		50	-	-	ns
保持时间	DCLK ↑ - SDI	t_{H0}		6	-	-	ns
	DCLK ↑ - LE	t_{H1}		8	-	-	ns
	GCLK - LE ↓ (VSYNC)	t_{H2}		7	-	-	ns
延迟时间	DCLK - SDO	t_{PD0}		-	20	23	ns
	GCLK - $\overline{OUT2n}$ *	t_{PD1}		-	35	-	ns
	LE - SDO	t_{PD2}^{***}		-	30	40	ns
输出通道间的交错迟滞时间	$\overline{OUT2n} + 1^{**}$	t_{DL1}		-	5	-	ns
脉波宽度	LE	$t_{w(LE)}$		15	-	-	ns
指令到指令		tcc		50	-	-	ns
时钟频率		F_{DCLK}		-	-	30	MHz
灰阶时钟频率		F_{GCLK}		-	-	33	MHz
倍频灰阶时钟频率		$F_{GCLK,2X}$		-	-	16.6	MHz
最短脉波时钟(GCLK or DCLK)****		$t_{w(CLK)}$		12	-	-	ns
(GCLK freq)/(DCLK freq)比例		$R_{(GCLK/DCLK)}$		20	-	-	%
强制错误侦测时间*****		t_{ERR-C}		700	-	-	ns
电流输出埠的电位爬升时间		t_{OR}		-	15	25	ns
电流输出埠的电位下降时间		t_{OF}	-	15	25	ns	
换行时间(消隐时间)		-	100	-	-	ns	

*通道间的输出波形具有良好的一致性。

**可参考时序波形图，此处n=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。

***执行“读取状态缓存器”命令时，下一个GCLK的上升缘应在LE的下降缘 t_{PD2} 之后。

****若启用GCLK倍频，时钟占空比必须为50%。

*****执行错误侦测时，须保留超过最大错误侦测时间。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

动态特性 ($V_{DD}=3.3V$, $T_a=25^\circ C$)

特性		代表符号	量测条件	最小值	一般值	最大值	单位
设定时间	SDI - DCLK ↑	t_{SU0}	$V_{DD}=3.3V$ $V_{IH}=V_{DD}$ $V_{IL}=GND$ $R_{ext}=1.4K\Omega$ $V_{DS}=1V$ $R_L=300\Omega$ $C_L=10pF$ $C_1=100nF$ $C_2=10\mu F$ $C_{SDO}=10pF$ $V_{LED}=4.0V$	7	-	-	ns
	LE ↑ - DCLK ↑	t_{SU1}		10	-	-	ns
	LE ↓ (VSYNC) - GCLK	t_{SU2}		110	-	-	ns
	LE ↓ - DCLK ↑	t_{SU3}		52	-	-	ns
保持时间	DCLK ↑ - SDI	t_{H0}		8	-	-	ns
	DCLK ↑ - LE	t_{H1}		10	-	-	ns
	GCLK - LE ↓ (VSYNC)	t_{H2}		10	-	-	ns
延迟时间	DCLK - SDO	t_{PD0}		-	23	28	ns
	GCLK - $\overline{OUT2n}$ *	t_{PD1}		-	45	-	ns
	LE-SDO	t_{PD2}^{***}		-	40	50	
输出通道间的交错迟滞时间	$\overline{OUT2n + 1}^{**}$	t_{DL1}		-	8	-	ns
脉波宽度	LE	$t_{w(LE)}$		16	-	-	ns
指令到指令		tcc		52	-	-	ns
时钟频率		F_{DCLK}		-	-	25	MHz
灰阶时钟频率		F_{GCLK}		-	-	20	MHz
倍频灰阶时钟频率		$F_{GCLK,2X}$		-	-	10	MHz
最短脉波时钟(GCLK or DCLK)****		$t_{w(CLK)}$		13	-	-	ns
(GCLK freq)/(DCLK freq)比例		$R_{(GCLK/DCLK)}$		20	-	-	%
强制错误侦测时间*****		t_{ERR-C}		700	-	-	ns
电流输出埠的电位爬升时间		t_{OR}		-	25	35	ns
电流输出埠的电位下降时间		t_{OF}	-	25	35	ns	
换行时间(消隐时间)		-	110	-	-	ns	

*通道间的输出波形具有良好的一致性。

**可参考时序波形图，此处n=0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。

***执行“读取状态缓存器”命令时，下一个GCLK的上升缘应在LE的下降缘 t_{PD2} 之后。

****若启用GCLK倍频，时钟占空比必须为50%。

*****执行错误侦测时，须保留超过最大错误侦测时间。

动态特性的测试电路

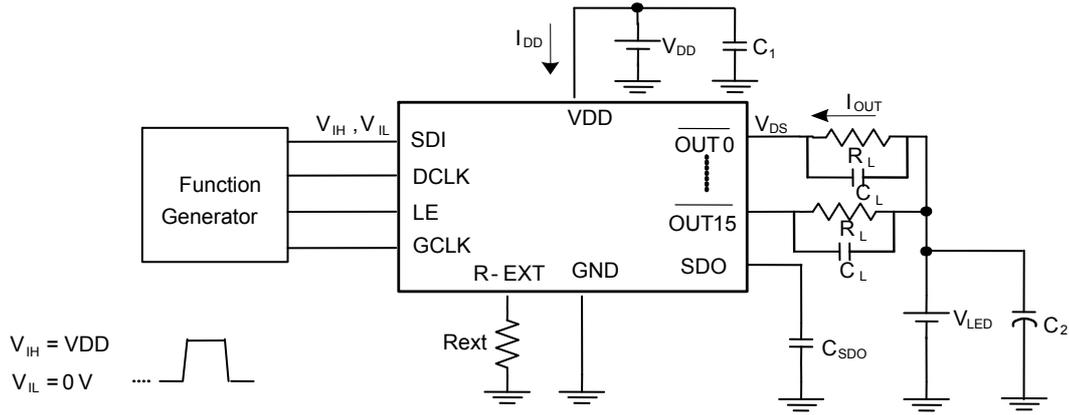
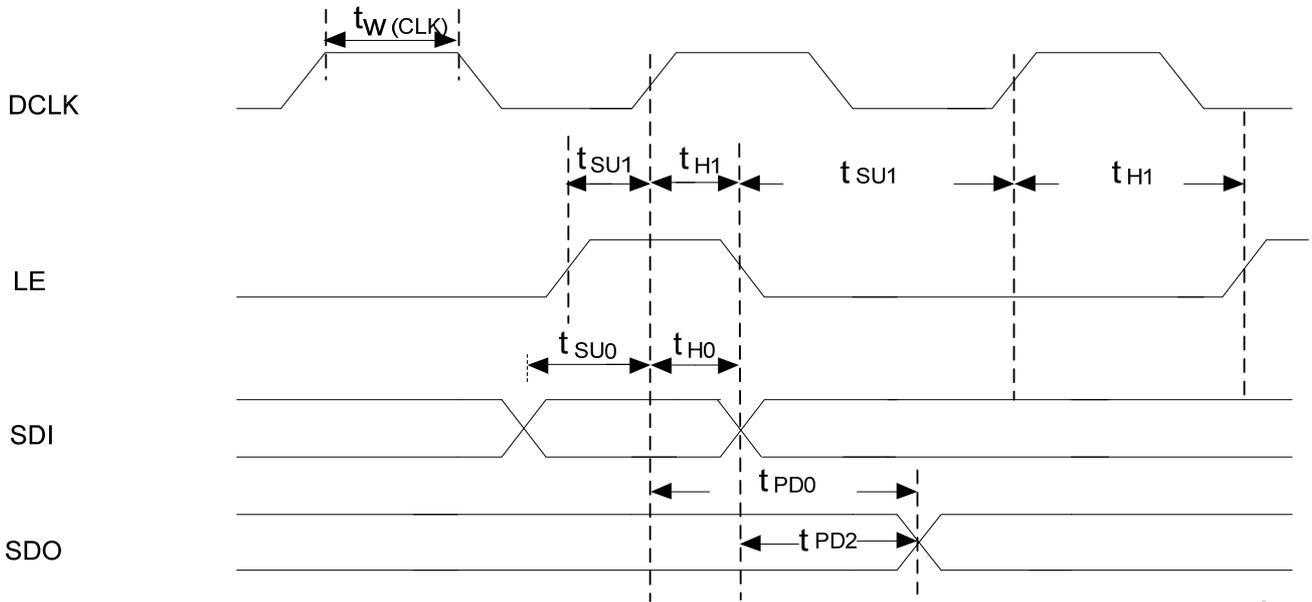


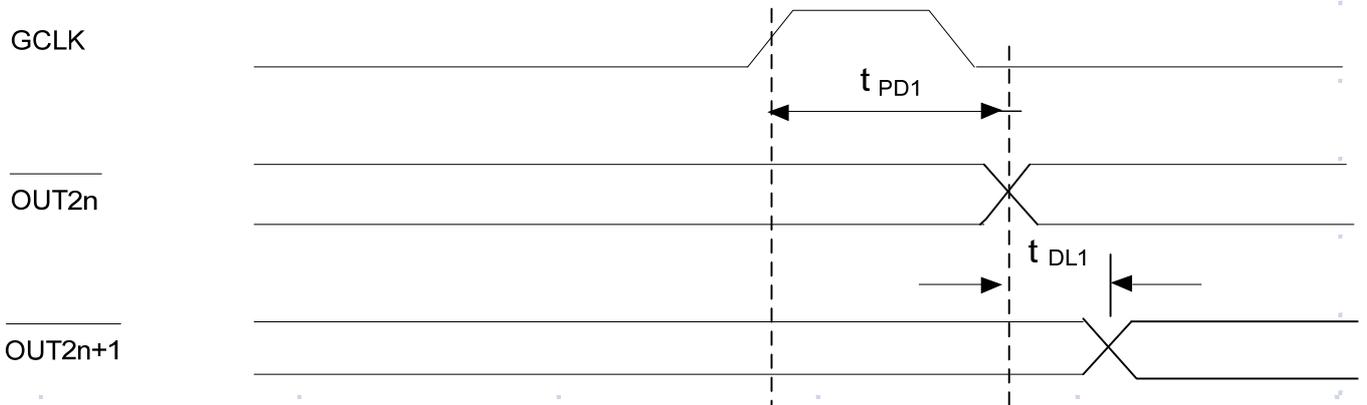
图 3

时序的波形图

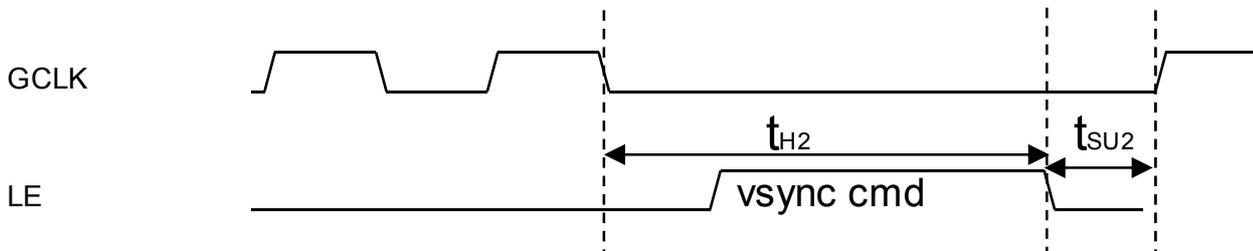
(1)



(2)

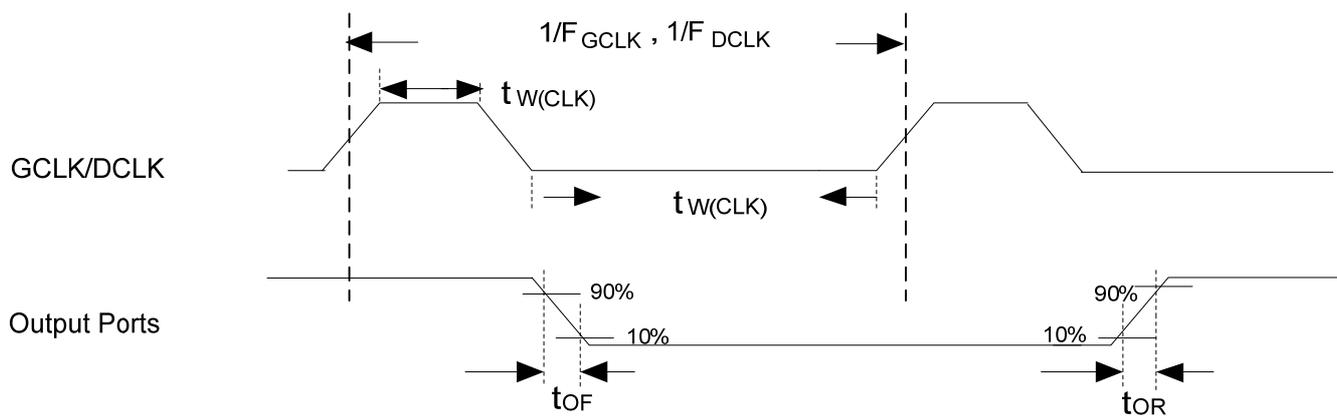


(3)

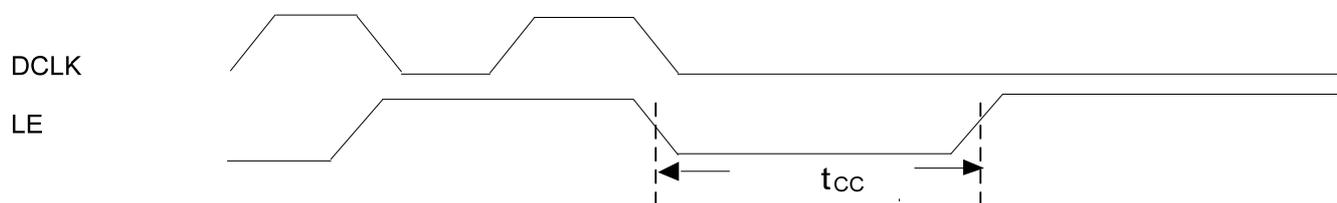


MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

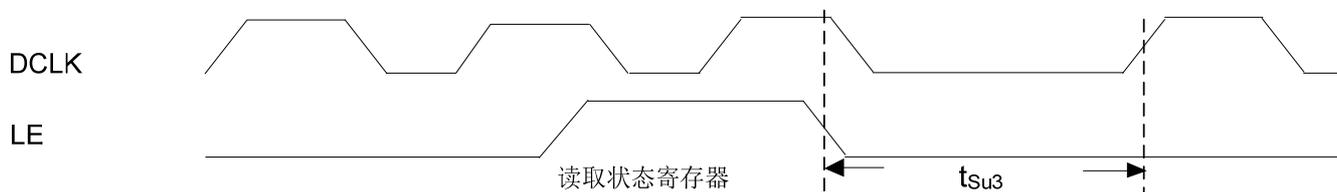
(4)



(5)



(6)



操作原理

控制指令

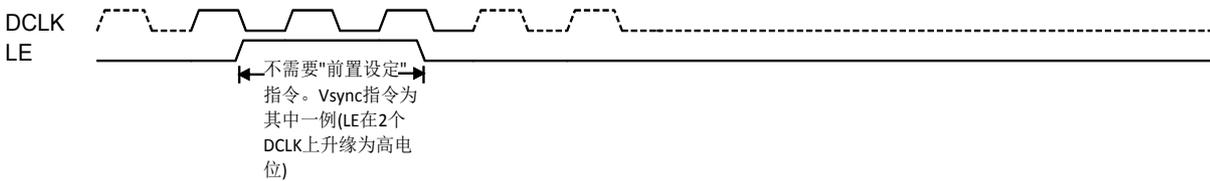
指令名称	讯号组合		叙述
	LE	LE 包含多少个 DCLK 上升缘	
停止错误侦测	High	1	停止 LED 开路强制侦测
数据栓锁	High	1	将序列数据传入缓冲存储器
VSYNC	High	2	垂直同步信号。垂直同步则会命令芯片 置换新的帧数据
写入状态缓存器 1*	High	4	将序列数据传入状态缓存器 1
读取状态缓存器 1	High	5	将状态缓存器 1 的数据传入位移寄存器
执行错误侦测	High	7	执行 LED 开路强制侦测
写入状态缓存器 2*	High	8	将序列数据传入状态缓存器 2
读取状态缓存器 2	High	9	将状态缓存器 2 的数据传入位移寄存器
软件重置	High	10	热启动, 软复位
前置设定(Pre-Active)	High	14	前置设定指令必须在“写入状态缓存器”指令之前传送

上述“*”符号表示这些指令必须在前置设定指令之后才会启动, 否则皆无效。

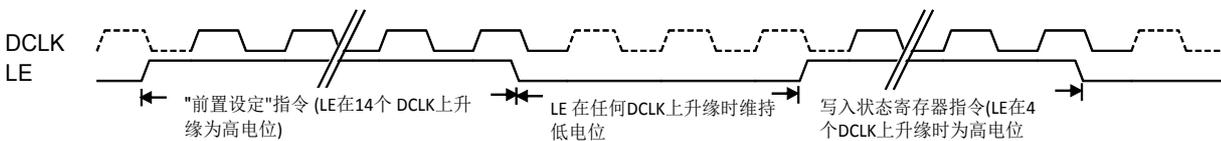
备注: 当电源开启后, 须先传送 16 次的数据栓锁指令, 垂直同步指令 “VSYNC”才会有效。

“下图显示需要或不需 “前置设定”指令波形图的例子:

不需要“前置设定”指令



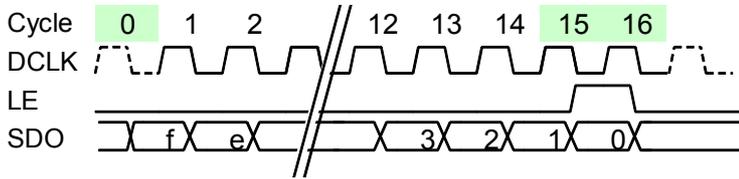
需要“前置设定”指令



指令波形图

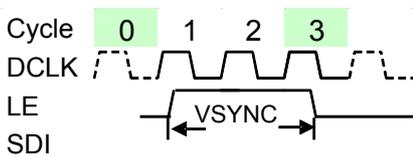
以下图片说明每个指令的波形。

数据锁锁



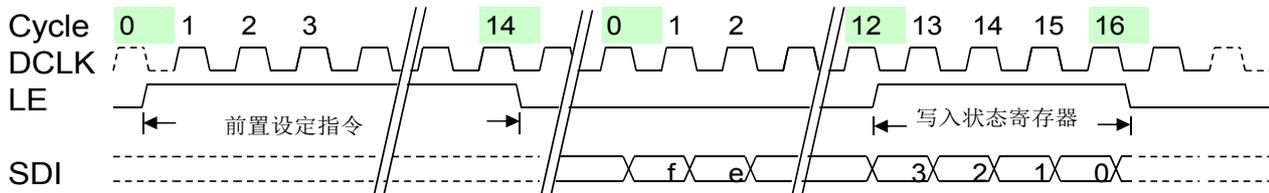
“数据锁锁”指令用于将资料由 SDI 脚位传送到 16 位位移寄存器。当此指令传递后，LE 下降缘之前的 16 位数据会锁至内存(SRAM)中，且最重要位（MSB）会优先送出。

垂直同步信号(VSYNC)



“VSYNC”指令用于更新帧数据至 $\overline{OUT0} \sim \overline{OUT15}$ 输出通道。但 LE 与 GCLK 之间有时间设定限制，如要了解更多信息请参考“垂直同步指令操作原则”单元。

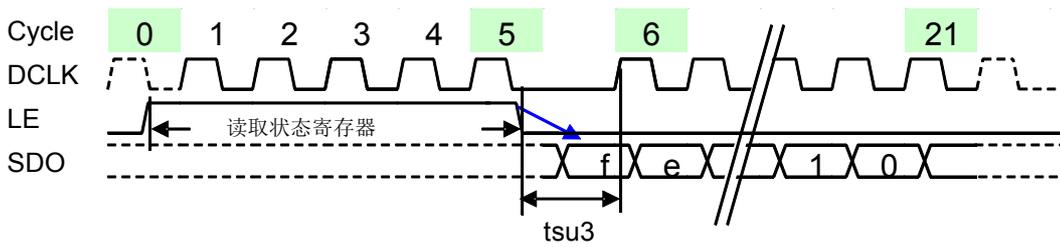
写入状态缓存器



“写入状态缓存器”指令主要作为设定 MBI5151 将序列数据传入状态缓存器，因此需要先送出“前置设定”。此指令启动后，在 LE 下缘之前所设定的 16 位 DCLK 数据将会锁至状态缓存器中，且最重要位（MSB）会优先送出。

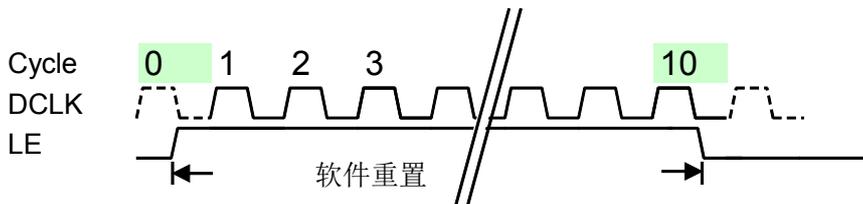
MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

读取状态缓存器



“读取状态缓存器”指令主要将 MBI5151 状态缓存器的数据传入位移缓存器。此指令启动后，16 位状态缓存器数据会由 SDO 脚位送出，且最重要位（MSB）会优先送出。

软件重置



“软件重置”可将 MBI5151 重新设定到初始状态，但状态缓存器除外。当此指令收到后，所有的输出通道将会关闭，但在新的“VSYNC”指令收到后，会再次显示前一笔灰阶数据。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

状态缓存器 1 的定义

最重要位

最不重要位

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

“默认值”范例

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	101011					

控制状态缓存器的默认值为 16'h132B

位	属性	定义	值	功能说明
F	读/写	下鬼隐消除	0 (默认)	0: 关闭 1: 开启
E~B	保留	保留	保留	保留
A~8	读/写	扫描行数	000 001 010 011 (默认) ~ 111	000: 1 行扫描 001: 2 行扫描 010: 3 行扫描 011: 4 行扫描 110: 7 行扫描 111: 8 行扫描
7	读/写	灰阶模式选择	0(默认)	0: 16 位灰阶模式。65,536 GCLKs 的 16 位 PWM 工作周期可被分割为 64 个较小的 PWM 工作周期，每一周期有 1,024 GCLKs 1: 14 位灰阶模式。16,384 GCLKs 的 14 位 PWM 工作周期可被分割为 32 个较小的 PWM 工作周期，每一周期有 512 GCLKs 使用者应传递 16 位数据，该数据在最不重要位(LSB)须有 2 位 0
6	读/写	GCLK 倍频	0(默认)	0: 关闭 1: 开启
5~0	读/写	电流增益调整	000000~ 111111	6'b101011 (默认) 64阶微调的电流增益功能 (增益范围: 12.5%~200%) , 可适当调整输出电流。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

状态缓存器 2 的定义

最重要位

最不重要位

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

“默认值”范例

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

控制状态缓存器的默认值为 16'h1400

位	属性	定义	值	功能说明
F~A	保留	保留	保留	保留
9~8	读/写	LED 开路侦测位准	00 (默认)	00: 0.3V 01: 0.4V 10: 0.5V 11: 0.6V
7~4	保留	保留	保留	保留
3~1	读/写	解决第一行扫偏暗	000(默认)	000: 0 ns, 100: 18ns 001: 6 ns, 101: 21ns 010: 9 ns, 110: 27ns 011: 15 ns, 111: 33ns
0	保留	保留	保留	保留

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

扫描行数

MBI5151 支持 1 扫至 8 行扫描屏。根据应用请设状态缓存器 1 的位 [A:8]，默认值‘011’为四行扫。

灰阶模式与扫描式 S-PWM

藉由状态缓存器 1 的位[7]，MBI5151 提供可选择的 16 位或 14 位灰阶模式，16 位灰阶默认值设为 ‘0’；而在 14 位灰阶模式，用户应仍传送 16 位数据，该数据在 LSB 具有 2 位 ‘0’。例如，{14’h1234, 2’h0}。

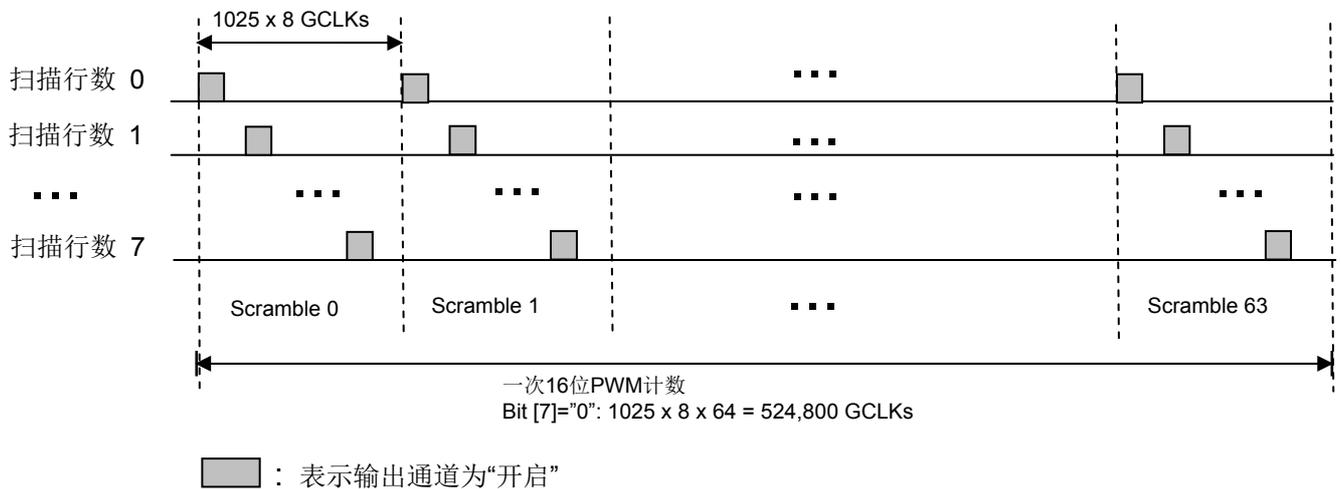
MBI5151 具有优异的 S-PWM 技术，状态缓存器 1 的位[7]，可决定扫描屏使用的 S-PWM 模式。藉由 S-PWM，全部的 PWM 周期将可分解成 MSB(最重要位)与 LSB(最不重要位)的灰阶周期，因此可以将 MSB 的信息打散为很多较小的灰阶周期且可达到跟未分解成 MSB 与 LSB 的 PWM 一样的高位分辨率。

GCLK 倍频

MBI5151 藉由设定状态缓存器 1 的位[6]，提供 GCLK 倍频功能。GCLK 倍频默认值为‘0’。

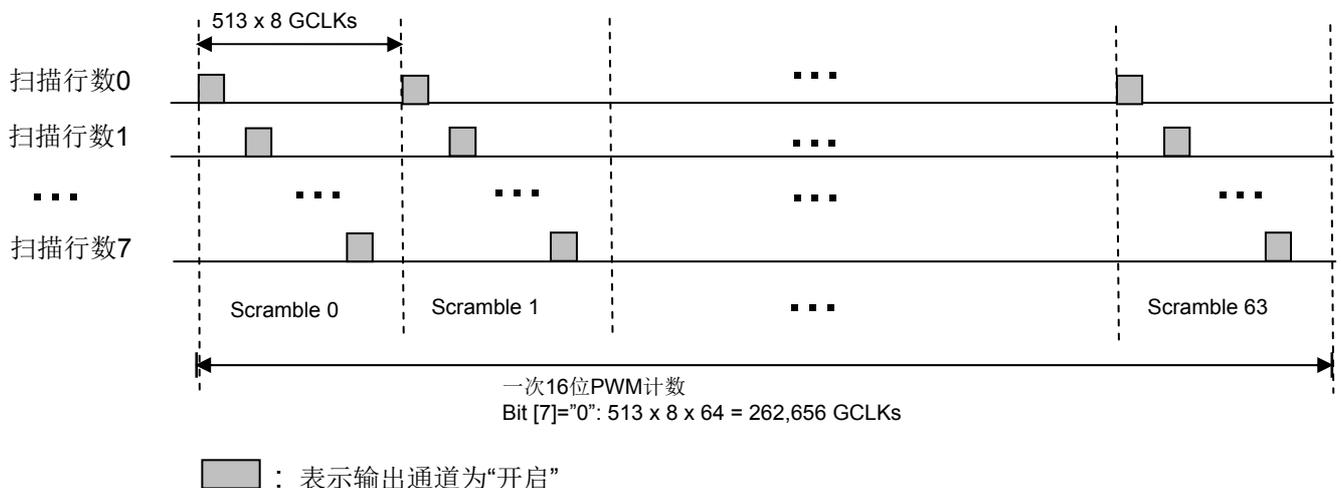
关闭 GCLK 倍频(状态缓存器 1[6]=0)

分割为64个周期的显示顺序



开启 GCLK 倍频(状态缓存器 1 的位[6]=1)

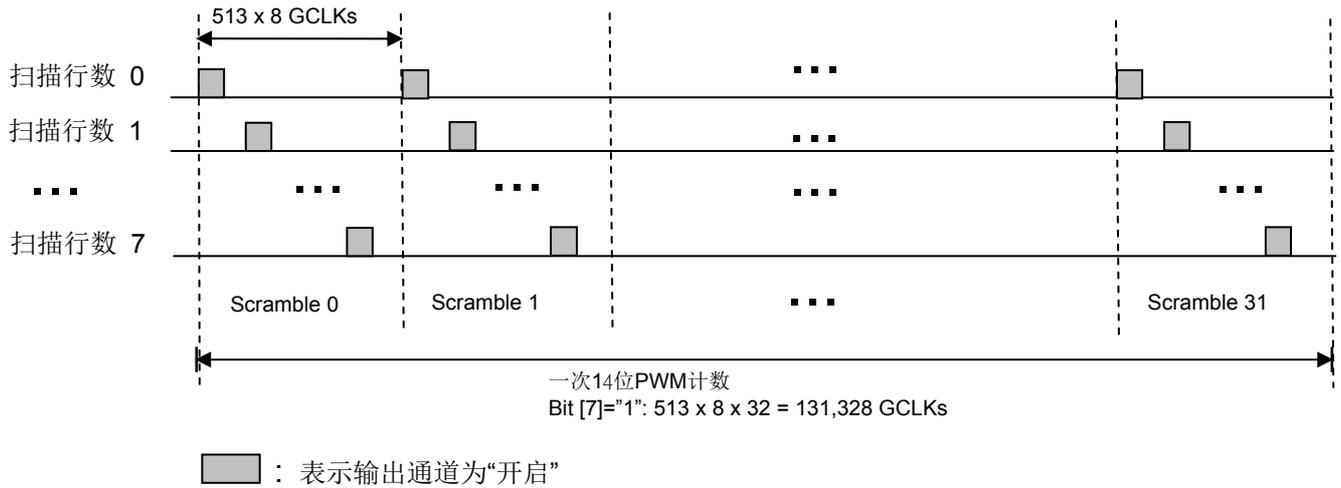
分割为64个周期的显示顺序



关闭 GCLK 倍频(状态缓存器 1 的位[6]=0)

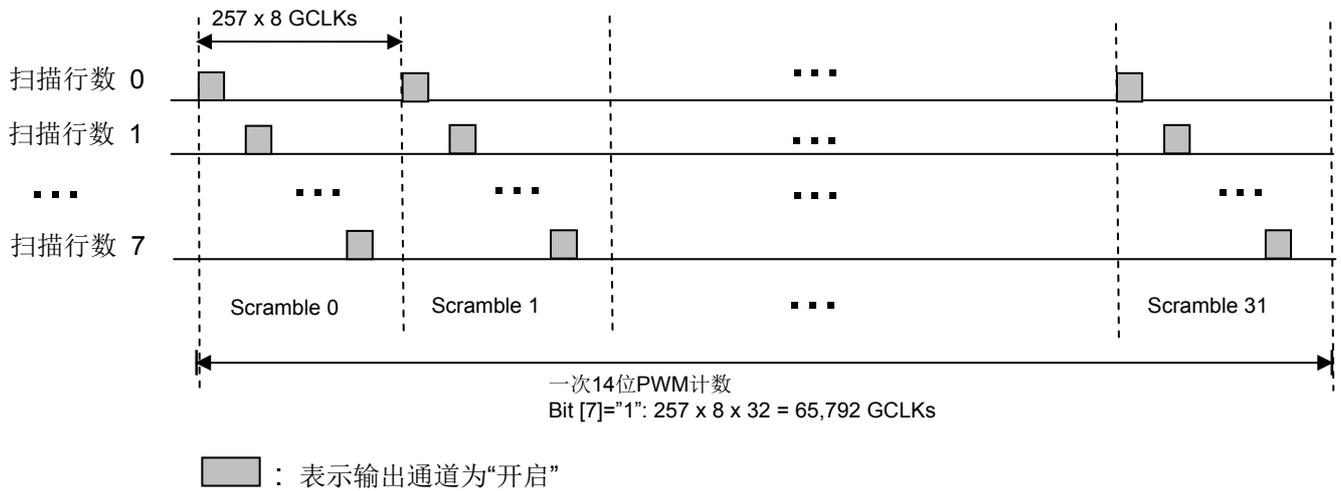
MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器

分割为32个周期的显示顺序



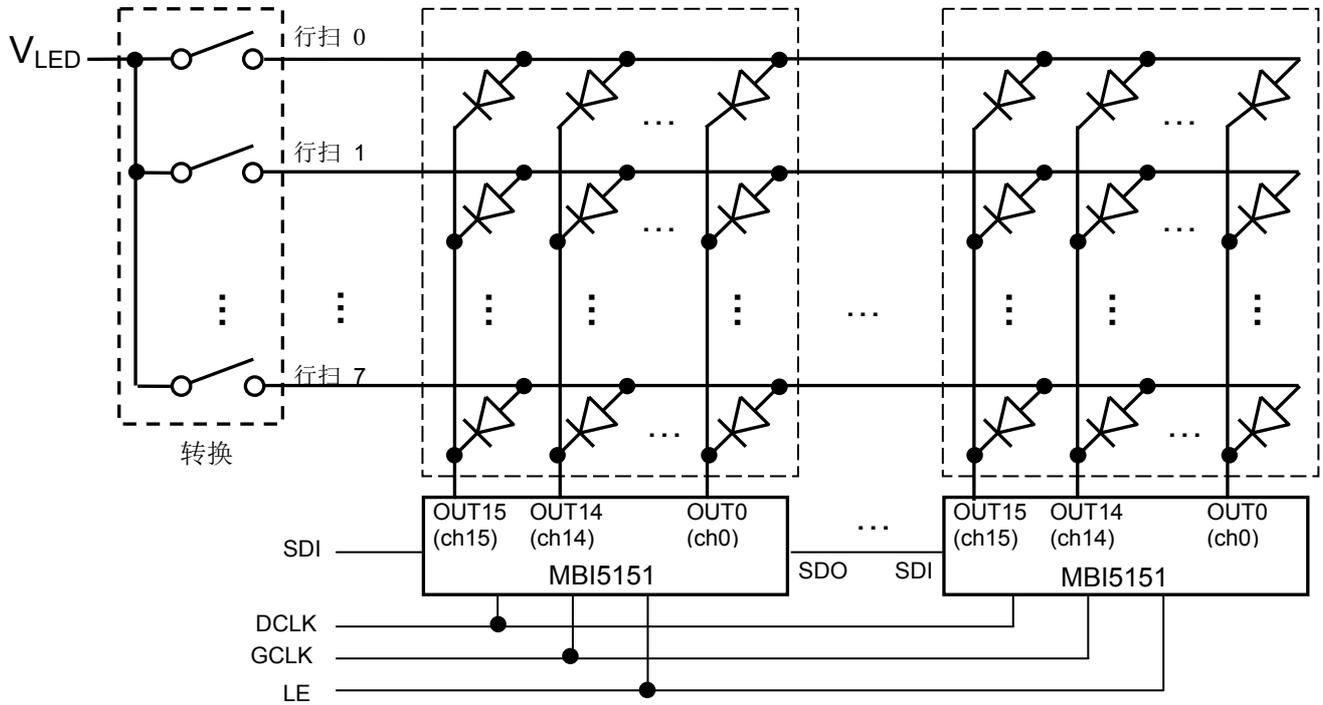
开启 GCLK 倍频(状态缓存器的位[6]=1)

分割为32个周期的显示顺序



操作原理

扫描屏应用架构



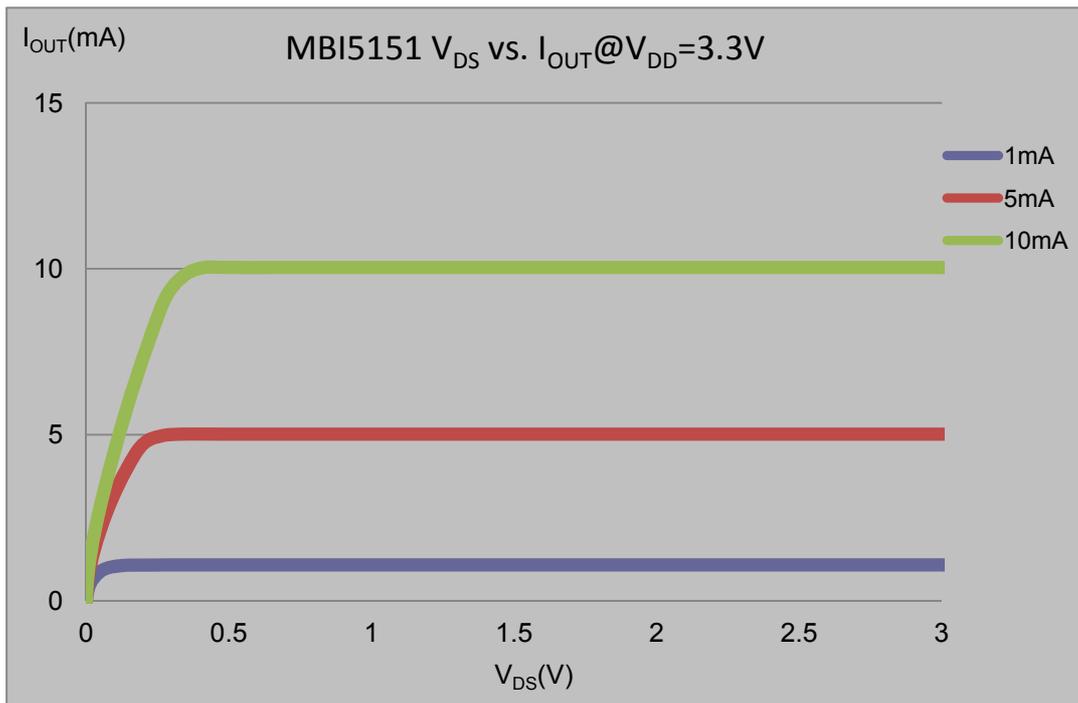
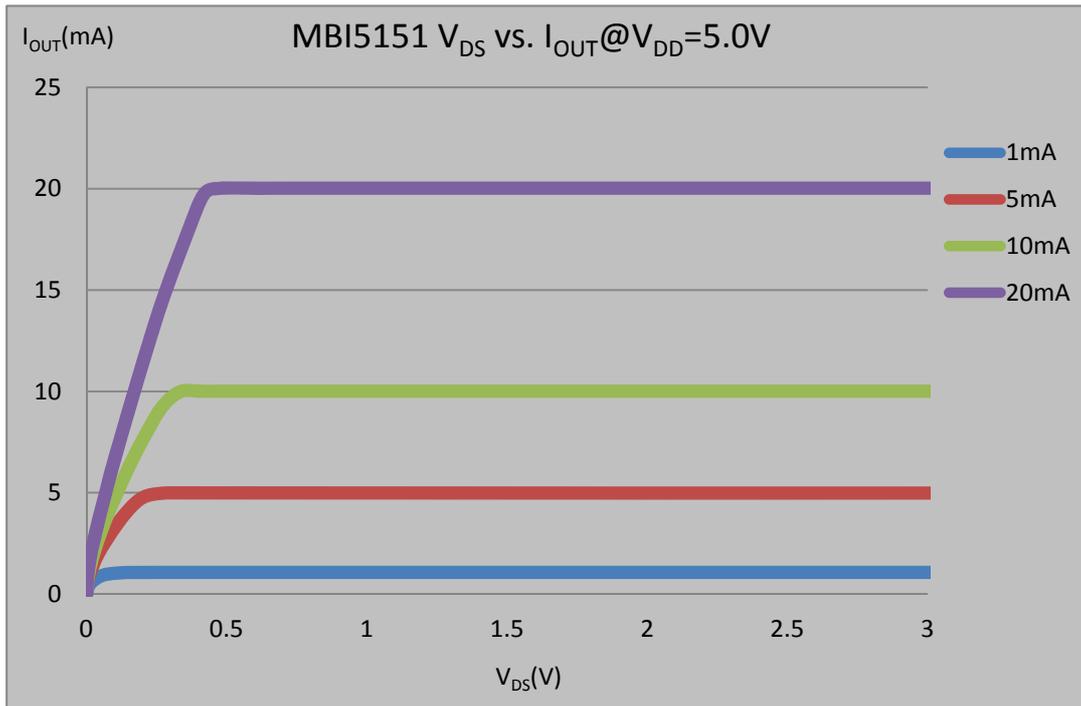
上图显示扫描行数为 8 行扫描屏所建议的应用架构图。由 LE 与 DCLK 组成的指令，可透过 SDI 与 SDO 脚位来传送灰阶数据。16 个输出通道(OUT0~OUT15)会在不同时间点传递 PWM 数据给每个扫描行数，因此必须具备时间多任务操作的开关给每行之扫描。开关切换顺序与操作方式将在下个单元中描述。

恒流

当使用者将 MBI5151 应用于 LED 面板设计上时，信道间与信道间，甚至芯片与芯片间的电流，差异极小。

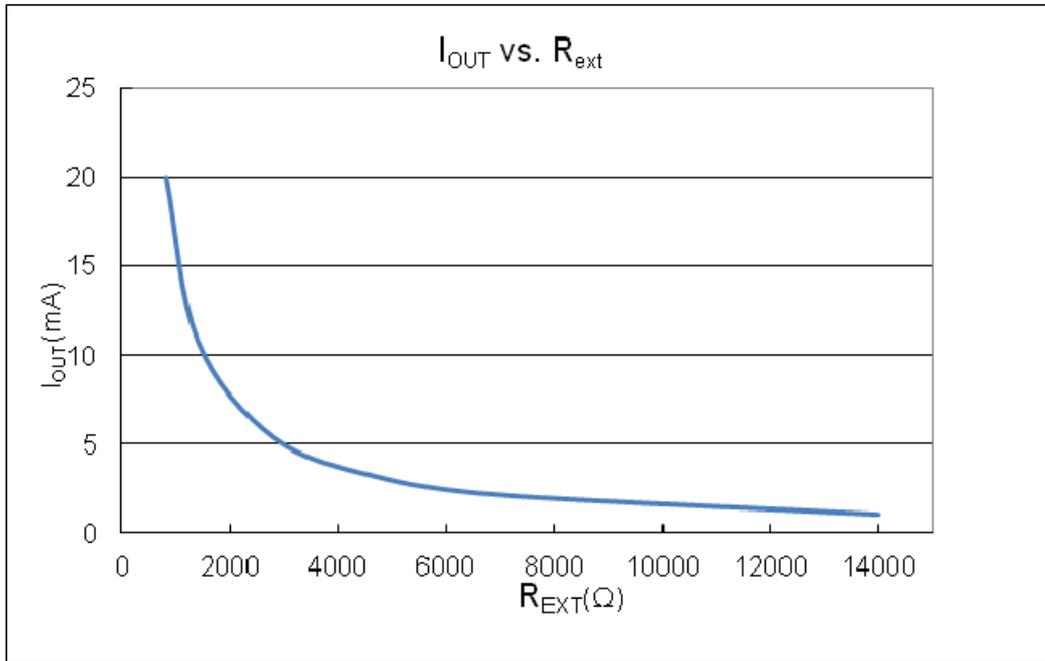
此源自于 MBI5151 的优异特性：

- 1、 通道间的最大电流差异小于 $\pm 2.5\%$ ，而芯片间的最大电流差异小于 $\pm 3\%$ 。
- 2、 具有不受负载端电压影响的电流输出特性，如下图所示。输出电流的稳定性将不受 LED 顺向电压 (V_F) 变化而受影响。



调整输出电流

如下图所示，藉由外接一个电阻 R_{ext} 调整输出电流 (I_{OUT})。

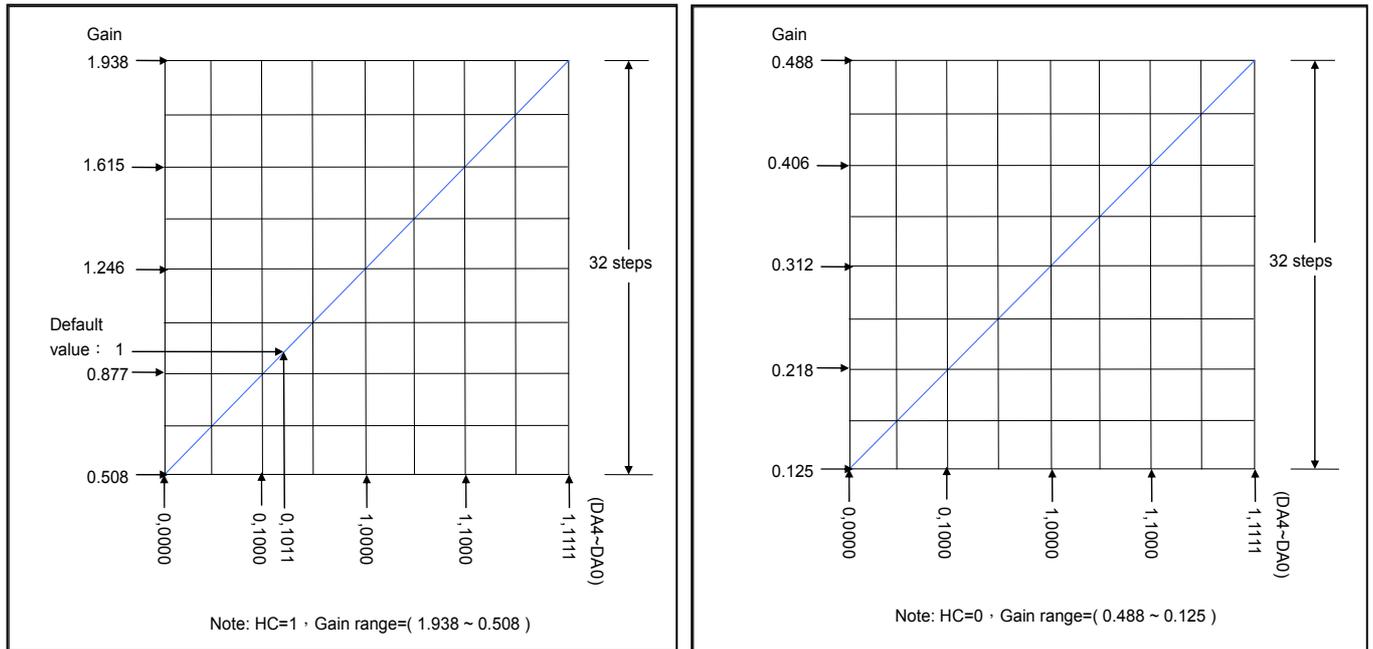


套用下列公式可计算出输出电流值，

$$V_{R-EXT}=0.61\text{Volt} \times G; I_{OUT}= (V_{R-EXT}/R_{ext}) \times 24.0$$

公式中的 V_{R-EXT} 是指 R-EXT 端的电压值， R_{ext} 是指外接至 R-EXT 端的电阻值。 G 值是数字调整电流的增益，可以藉由控制状态寄存器的第 5 到第 0 位来设定。预设的 G 值设定值为 1。 G 的公式与设定将在下一个段落说明。

电流增益调整



状态缓存器的第 5 到第 0 位是用来设定输出端的电流增益，总共有六位可以用来设定 G 值，范围从 6'b000000 到 6'b111111，使用者可以设定 64 阶的电流增益。这些位可以更进一步再状态缓存器中定义：

F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HC	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0

1. 第 5 位是 HC 位。当 HC=0 时，设定电流往下调整;当 HC=1，将设定电流往上调整。
2. 第 4 位到第 0 位是 DA4 ~ DA0。

电流增益 G 跟这些位的公式如下：

$$HC=1, D=(65 \times G - 33) / 3$$

$$HC=0, D=(256 \times G - 32) / 3$$

上述十进制的 D 可利用下列等式转换成二进制表示法：

$$D = DA4 \times 2^4 + DA3 \times 2^3 + DA2 \times 2^2 + DA1 \times 2^1 + DA0 \times 2^0$$

换句话说，这些位可以被当作 1 位的指数 - HC 再加上五位的尾数 - DA4 ~ DA0。

举例来说，

$$HC=1, G=1.246, D=(65 \times 1.246 - 33) / 3 = 16$$

D 用二进制表示法，则得到：

$$D=16 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

第 5 位到第 0 位被设定为 6'b110000。

输出端的交错延迟时间

MBI5151 内建延迟电路机制。这 16 组电流输出端被区分成 $\overline{OUT2n}$ 与 $\overline{OUT2n+1}$ ，每个通道依照 5ns 的延迟时间依序输出电流。

封装体散热功率(P_D)

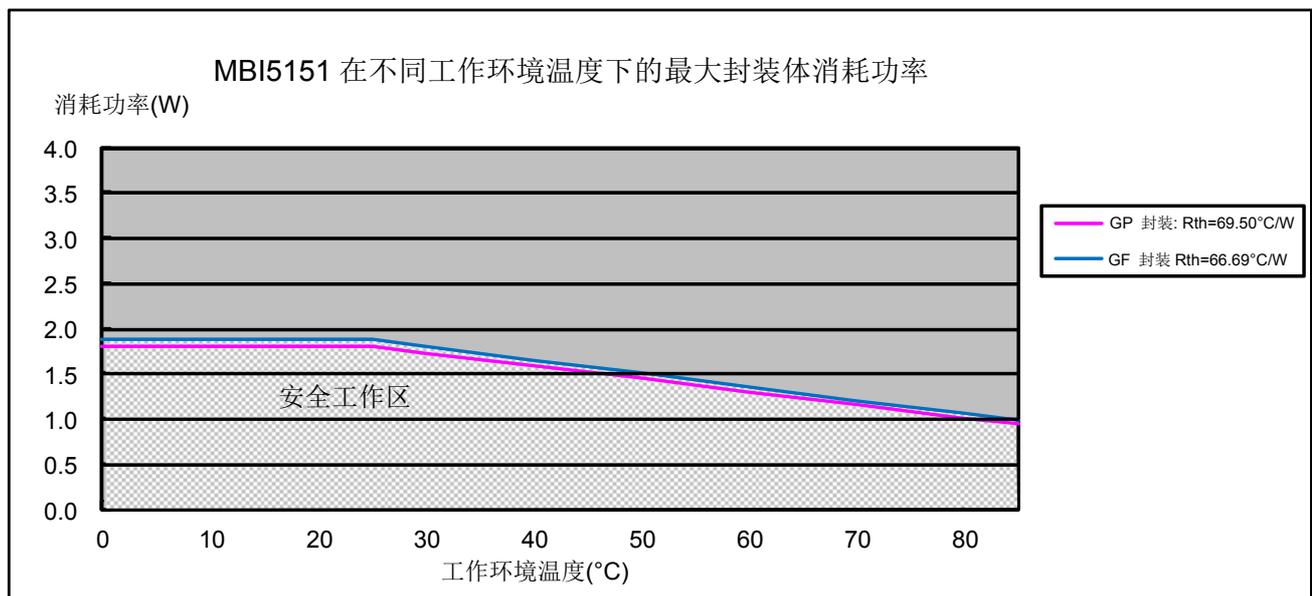
封装体的最大散热功率，是由公式 $P_D(\max) = (T_j - T_a) / R_{th(j-a)}$ 来决定。16 个通道同时打开时，真正的功率为 $P_D(\text{act}) = (I_{DD} \times V_{DD}) + (I_{OUT} \times \text{Duty} \times V_{DS} \times 16)$ 。

为保持 $P_D(\text{act}) \leq P_D(\max)$ ，可输出的最大电流与 duty cycle 间的关系为：

$I_{OUT} = \{ [(T_j - T_a) / R_{th(j-a)}) - (I_{DD} \times V_{DD}) \} / V_{DS} / \text{Duty} / 16$ ，其中 $T_j = 150^\circ\text{C}$

封装类型	$R_{th(j-a)} (^{\circ}\text{C}/\text{W})$	$P_D (\text{W})$
GF	66.69	1.87
GP	69.5	1.79

依据 $P_D(\max) = (T_j - T_a) / R_{th(j-a)}$ ，被允许的最大散热功率会随环境温度增加而降低。



负载端供应电压 (V_{LED})

为使封装体散热能力达到优化，建议输出端电压 (V_{DS}) 的最佳操作范围是 $0.4V \sim 1.0V$ (此时 $I_{OUT} = 1 \sim 20mA$)。如果 $V_{DS} = V_{LED} - V_F$ 且 $V_{LED} = 5V$ 时，此时过高的输出端电压 (V_{DS}) 可能会导致 $P_D(Act) > P_D(Max)$ ；在此状况，建议尽可能使用较低的 V_{LED} 电压供应，也可用外串电阻或齐纳二极管当做 V_{DROP} 。此可导致 $V_{DS} = (V_{LED} - V_F) - V_{DROP}$ ，达到降低输出端电压 (V_{DS}) 之效果。外串电阻或齐纳二极管的应用图可参阅下图。

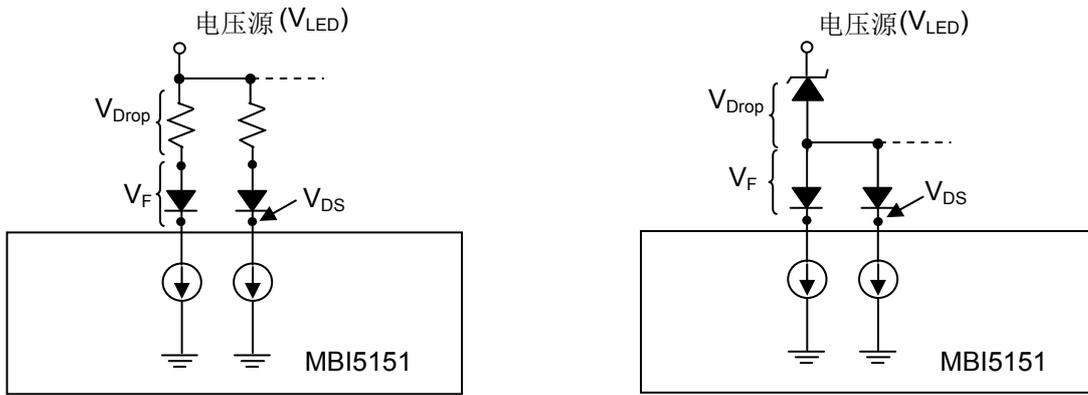


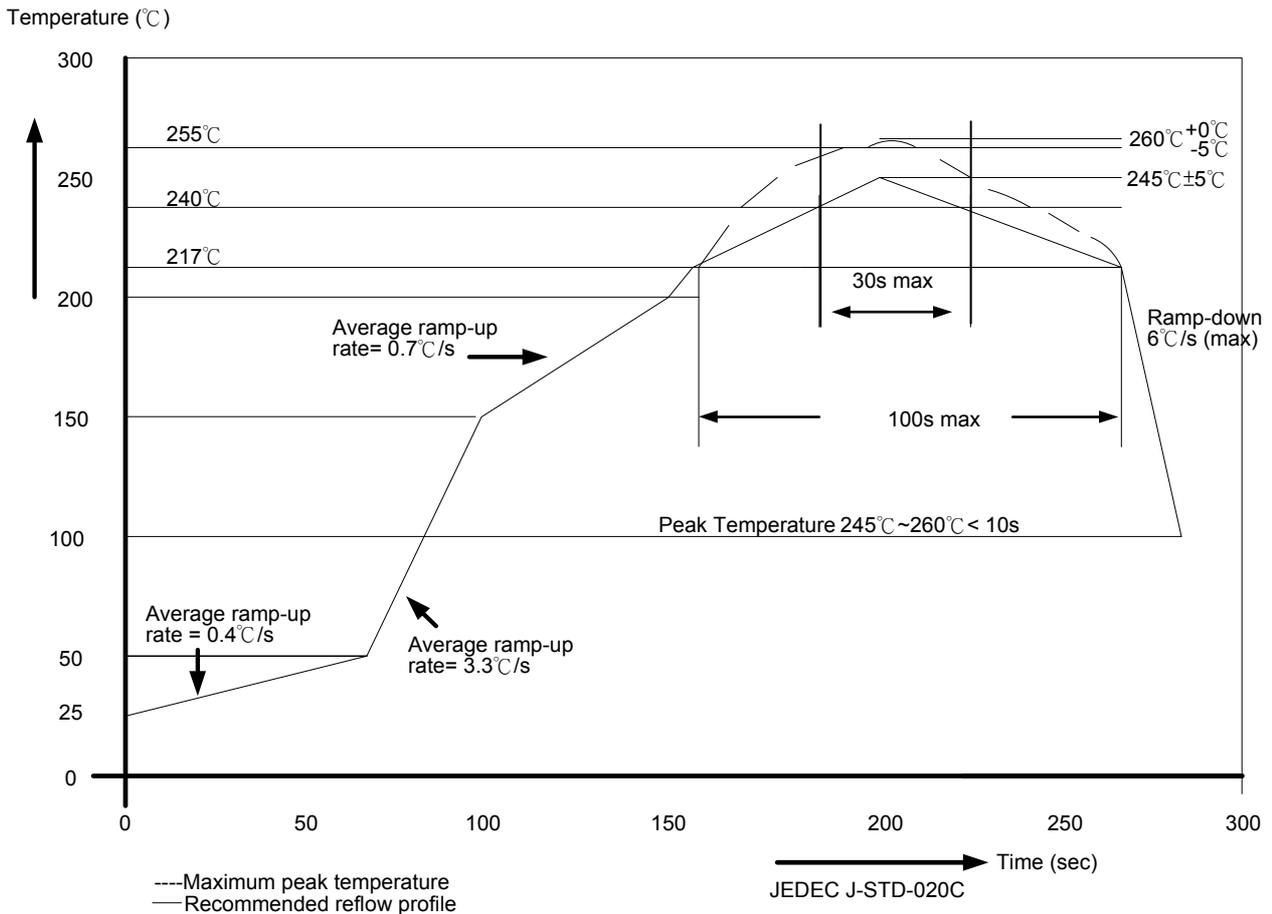
图 4

减低动态噪声

LED 驱动器常被使用在动态模式的运用，并且动态噪声的是来自于印刷电路板上的寄生电感。消除动态噪声的方法请参考应用说明书“8 位与 16 位 LED 驱动芯片应用说明书-对电压突波解决方案”。

“Pb-free & Green”之封装焊接制程*

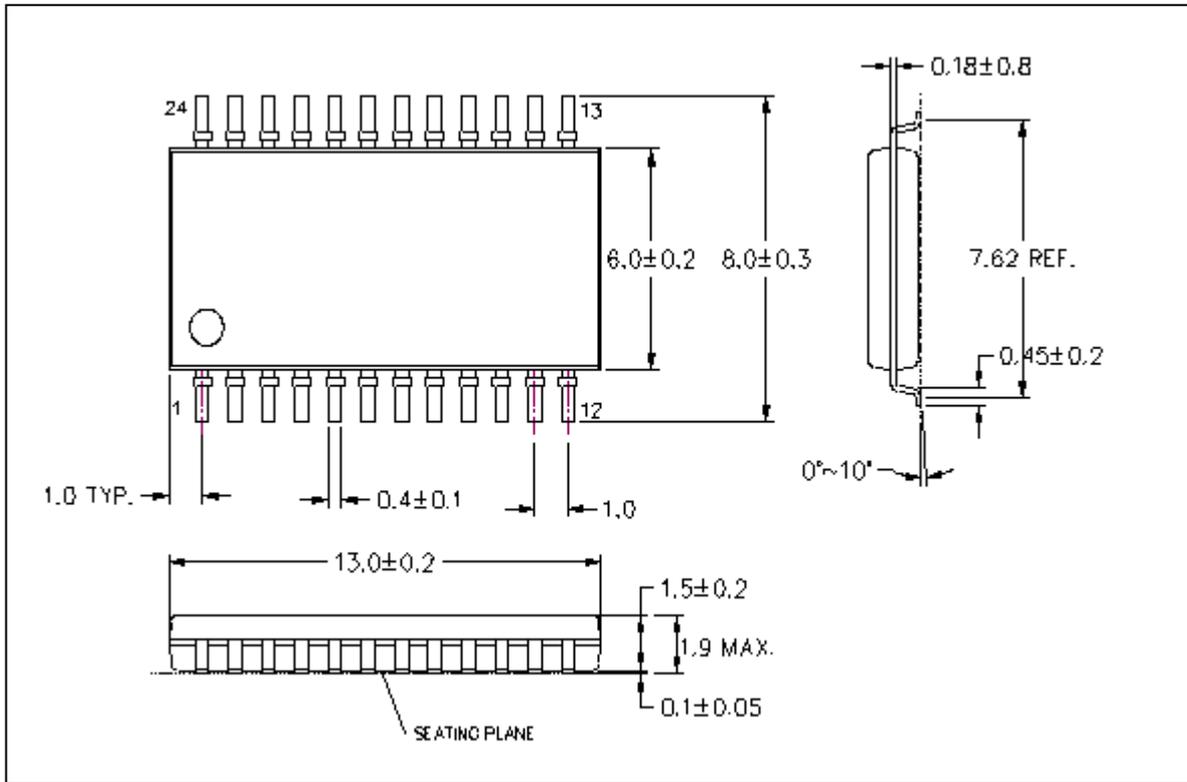
聚积科技所生产的“Pb-Free & Green”的半导体产品遵循欧洲 RoHS 标准，封装选用 100%之纯锡以兼容于目前锡铅 (SnPb)焊接制程，且支持需较高温之无铅制程。纯锡目前已被欧美及亚洲区的电子产品客户与供货商广泛采用，成为取代含锡铅材料的最佳替代品。100%纯锡可生产于含锡铅(SnPb)锡炉制程，锡炉温度请参考 JEDEC J-STD-020C 标准规定。但若客户使用完全无铅锡膏和材料，则锡炉温度须达 JEDEC J-STD-020C 标准之 245°C 至 260°C (参阅下图)。



Package Thickness	Volume mm ³ <350	Volume mm ³ 350-2000	Volume mm ³ ≥ 2000
<1.6mm	260 +0 °C	260 +0 °C	260 +0 °C
1.6mm – 2.5mm	260 +0 °C	250 +0 °C	245 +0 °C
≥ 2.5mm	250 +0 °C	245 +0 °C	245 +0 °C

*详情请参阅聚积科技之“Pb-free & Green Package”政策。

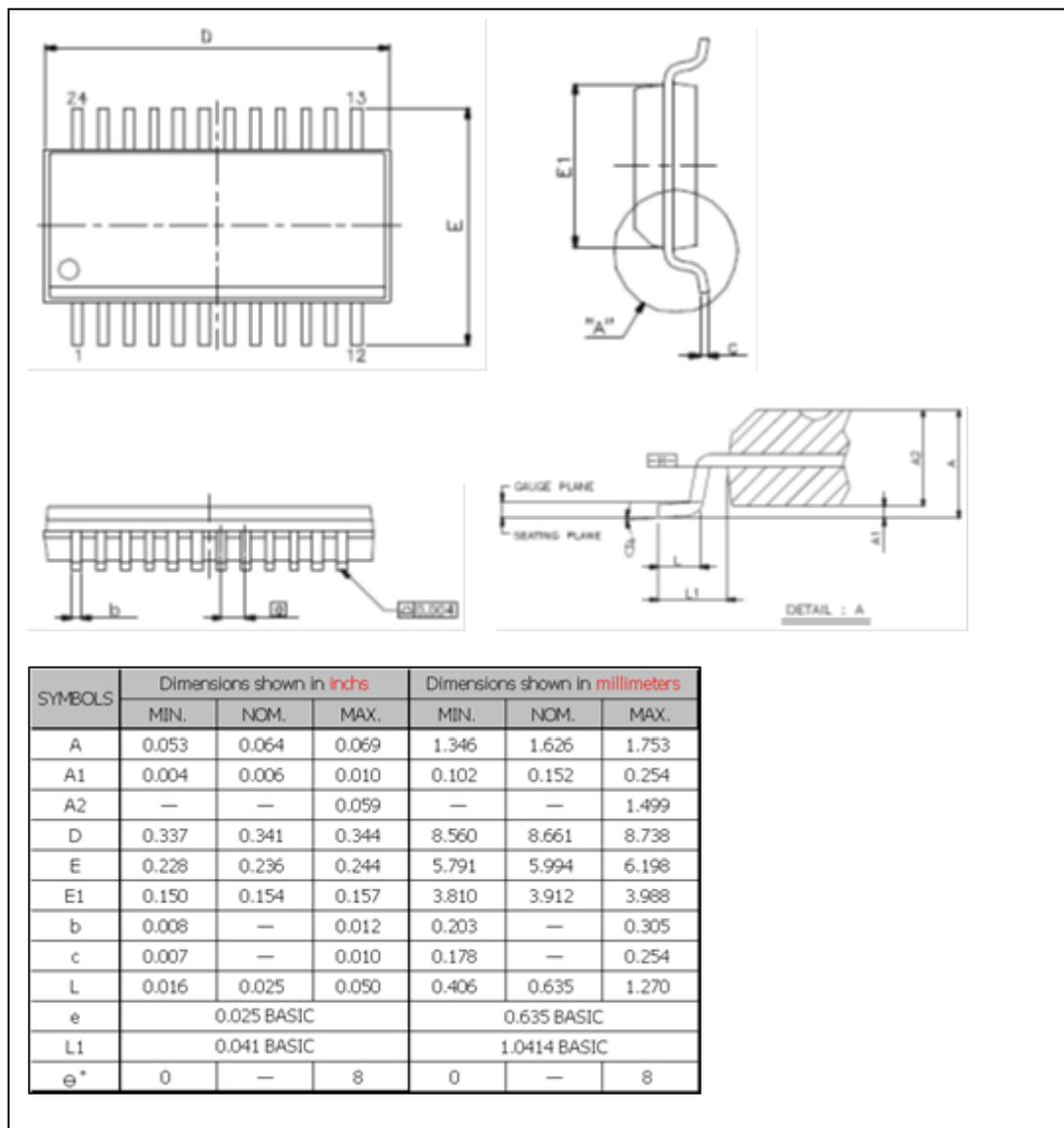
外观轮廓图示



MBI5151GF外观轮廓图

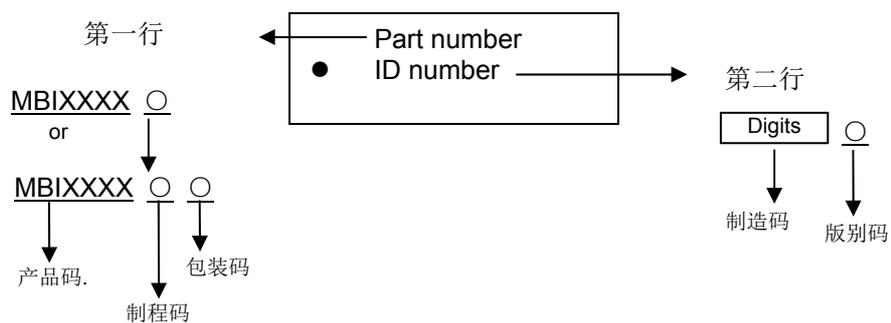
注：轮廓图标的单位是 mm。

MBI5151 专为 1/8 扫以下扫描屏设计之内建 16 位灰阶 PWM 恒流 LED 驱动器



MBI5151GP外观轮廓图

芯片正印信息



产品更新记录

文件版次	芯片版别码
V1.00	A

产品订购信息

产品订购编号*	环保包装	重量(g)
MBI5151GF-A	SOP24L-236-1.00	0.28
MBI5151GP-A	SSOP24L-150-0.64	0.11

*请在您的订购单(PO)上，务必标示您的“产品订购编号”信息。

使用权声明

聚积科技对于产品、文件以及服务保有一切变更、修正、修改、改善、以及终止的权利。针对上述的权利，客户在进行产品购买前，建议与聚积科技业务代表联络以取得最新的产品信息。

聚积科技的产品，除非经过聚积合法授权，否则不应使用于医疗或军事行为上，若使用者因此导致任何身体伤害或生命威胁甚至死亡，聚积科技将不负任何损害赔偿赔偿责任。

此份文件上所有的文字内容、图片、及商标为聚积科技所属之智慧财产。除非是先经过聚积合法授权，任何人不得径自使用、修改、重制、公开、改作、散布、发行、公开发表。如有违反，您应对聚积科技股份有限公司负责损害赔偿赔偿责任及其它法律责任。