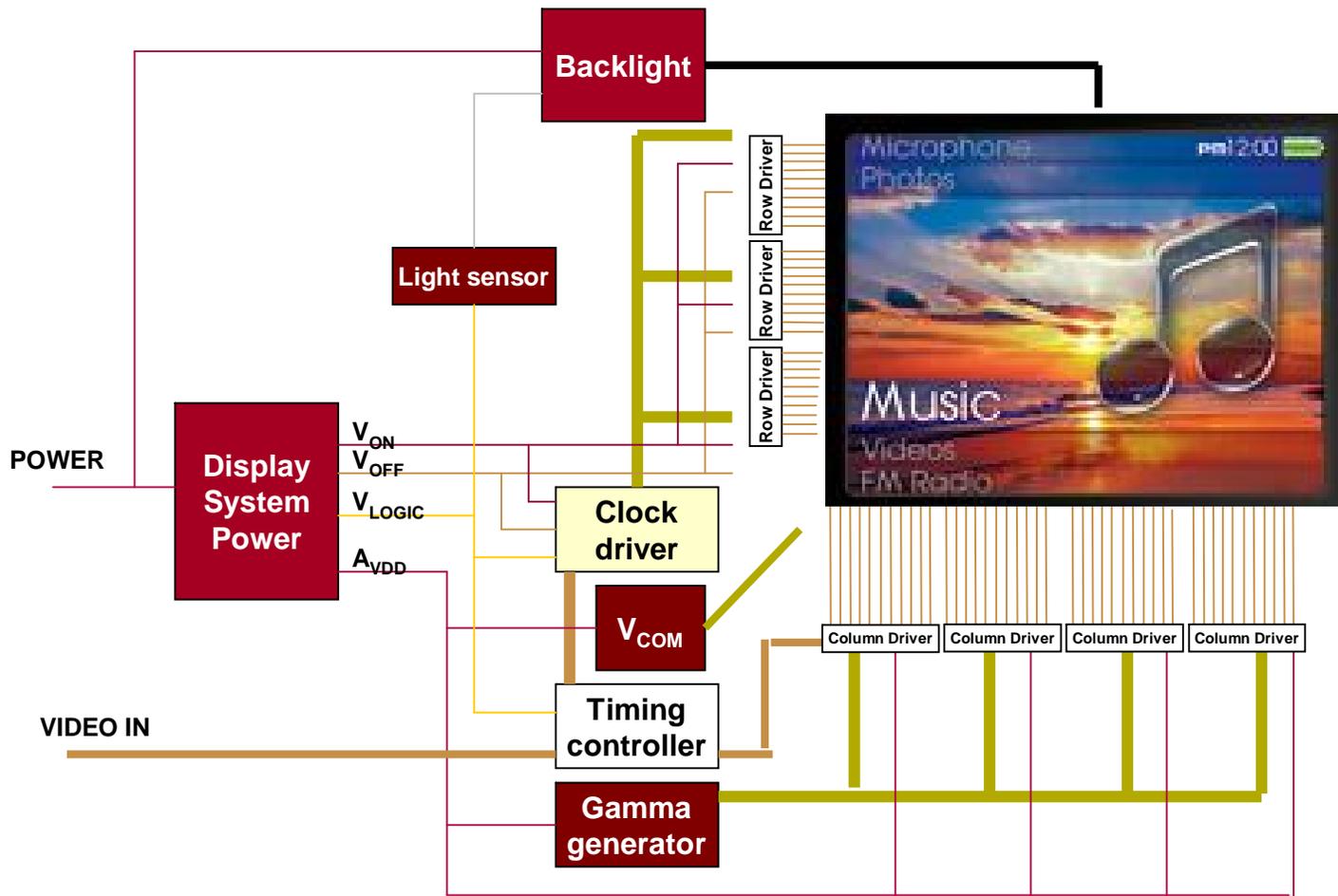


Display Power Management

Huang Jiong (黄炯)
中国应用试验室经理

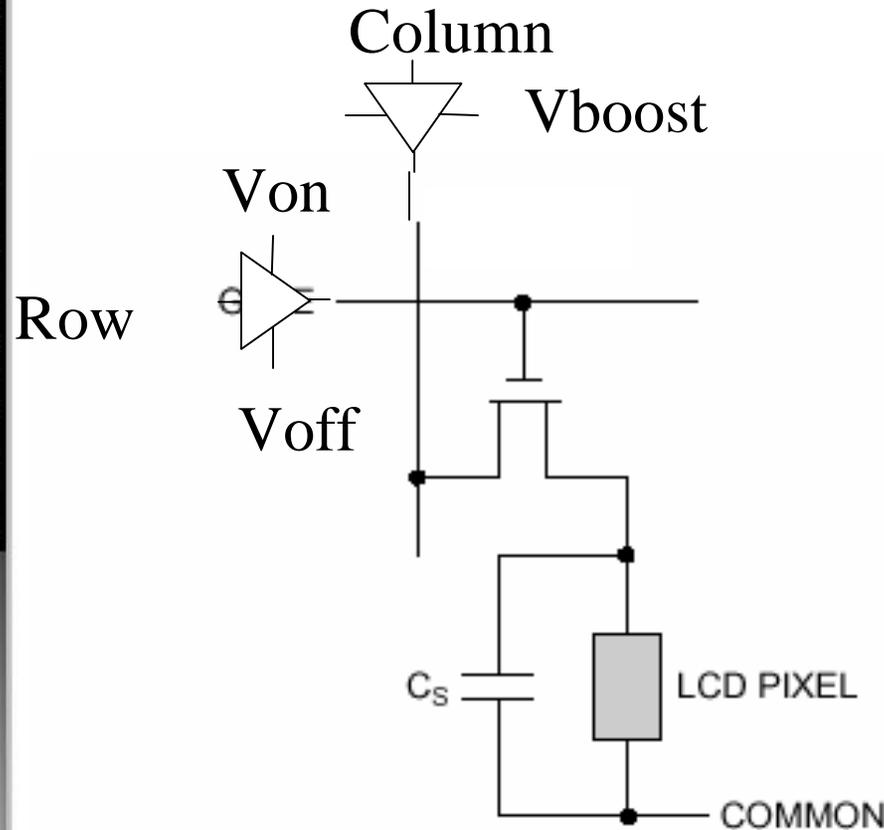
液晶显示器结构示意图



THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG

Power IC 07

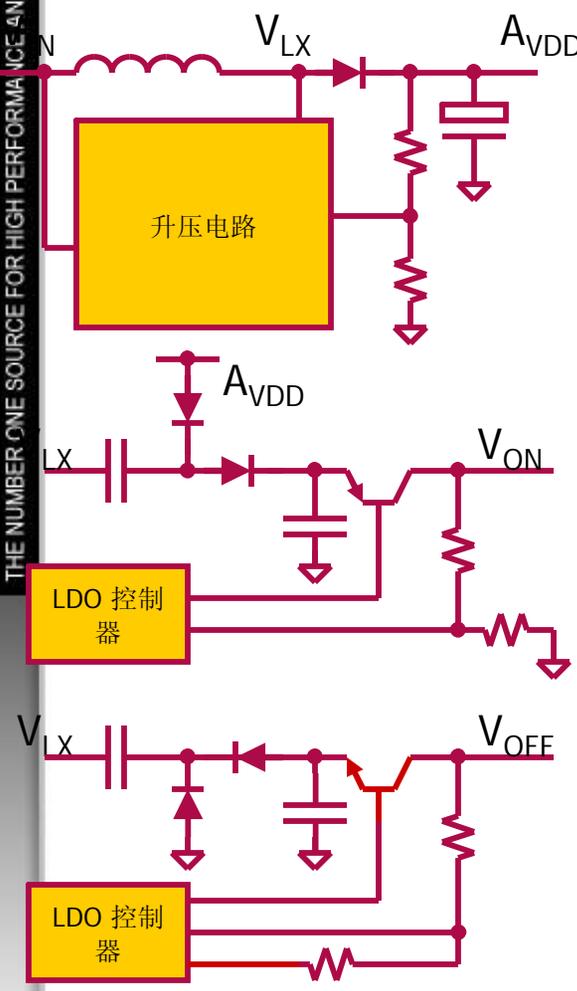
液晶屏薄膜晶体管等效电路（一个像素）



- The Vboost(AVDD) is used to power the positive supply of the column driver.
- The Von power supply is used to power the positive supply of the row driver in the LCD panel.
- The Voff power supply is used to power the negative supply of the row driver in the LCD panel.

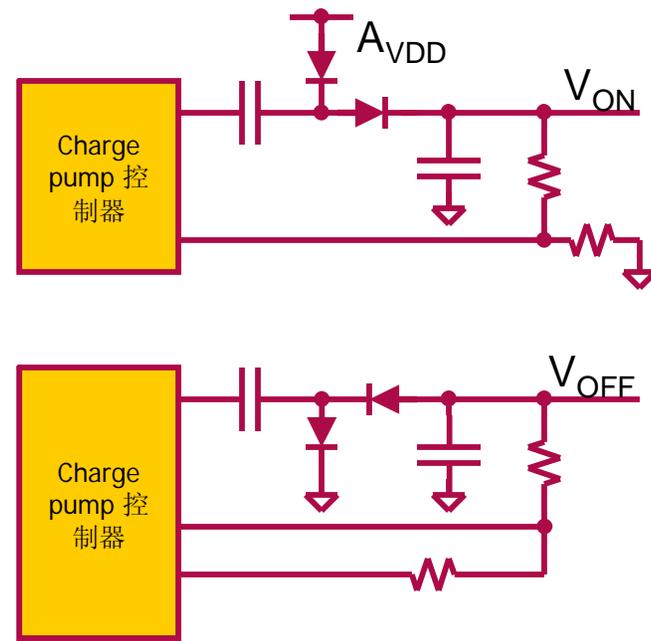
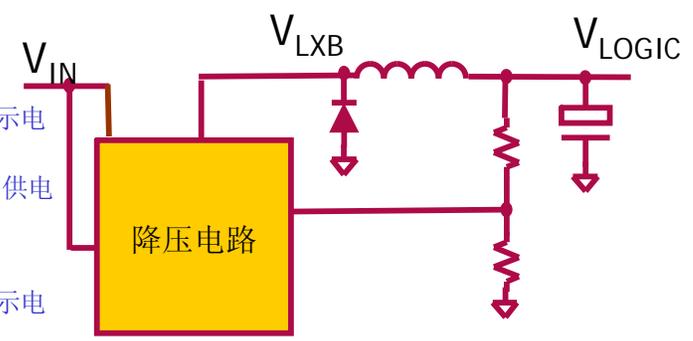
液晶显示器内电源的产生

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG
 A_{VDD}
 V_{ON}
 V_{OFF}



EL7586, EL7640/1/2
Power IC 07

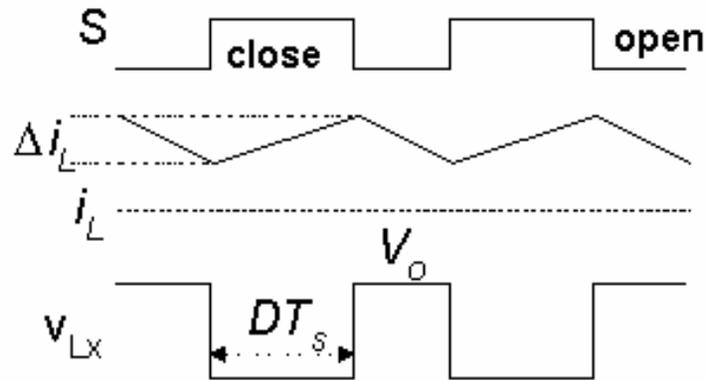
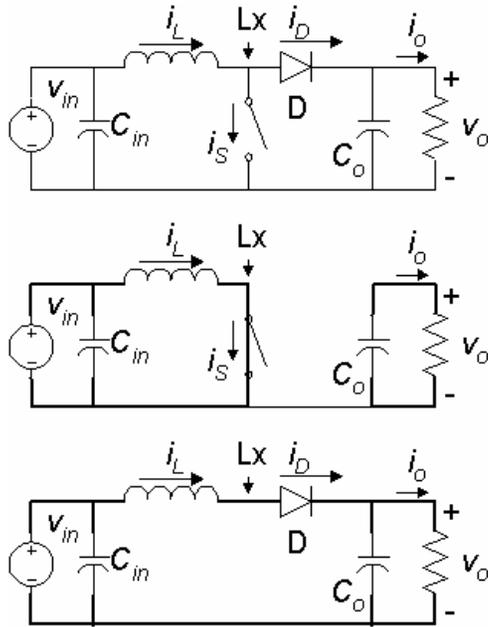
- A_{VDD} 用来给液晶显示器内的列驱动器和 V_{COM} /伽玛发生器供电。
- A_{VDD} 在一般应用中设定为 7V到 15V
- 输出电流范围从50mA 到 500mA
- 一般用升压电路实现, 所有Intersil的显示电源管理芯片均采用电流模式的升压电路
- V_{logic} 用来给液晶显示器内的逻辑电路供电
- V_{logic} 在一般应用中设定为1.8V到 3.3V
- 输出电流范围从 100mA到 1A
- 一般用降压电路实现, 所有Intersil的显示电源管理芯片均采用电流模式的降压电路



ISL97650/1/2/3

- V_{ON} 用来给行驱动器提供正电压
- V_{ON} 在一般应用中设定为15V到30V
- 输出电流范围从1mA到20mA
- 可以用受控charge pump, 或者非受控charge pump加上LDO来实现
- 在某些应用中输出电压可不受控
- V_{OFF} 用来给行驱动器提供正电压
- V_{OFF} 在一般应用中设定为-10V到 -5V
- 输出电流范围从1mA到20mA
- 可以用受控charge pump, 或者非受控charge pump加上LDO来实现
- 在某些应用中输出电压可不受控

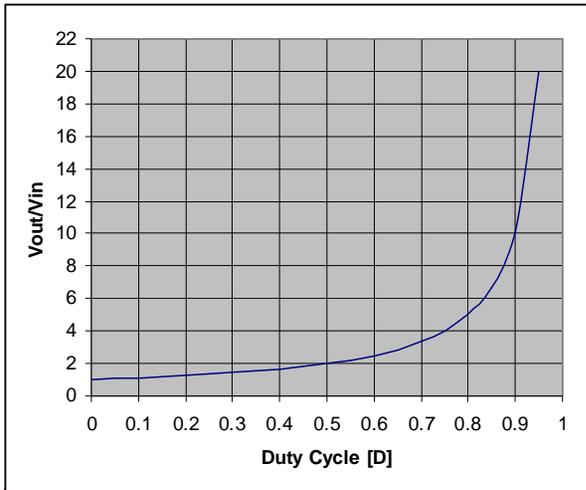
升压电路基础 (电感电流连续模式)



$$\frac{V_{in}}{L} \cdot DTs = \frac{V_o - V_{in}}{L} \cdot (1 - D) \cdot Ts$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{1}{1 - D}$$

$$D = \frac{V_o - V_{in}}{V_o}$$



升压电路最大输出电流计算

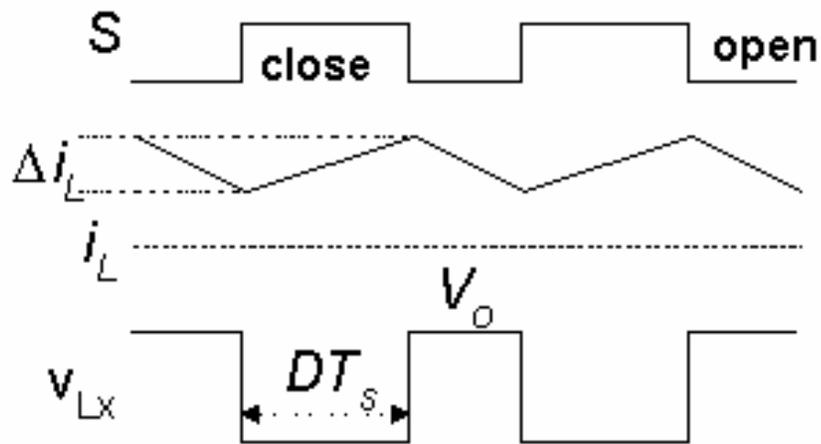
Vin =	3.3	V		
Vo =	12	V		
IL pk=	3500	mA		
L =	22	uH		
Vdiode	0.6	V		
Frequency=	1.2	Mhz		
Duty cycle = $1-V_{in}/(V_o+V_{diode})$		=	0.738	
delta IL =	$V_{in}((V_o+V_{diode})-V_{in})$	=	92.262	mA
	$L.(V_o+V_{diode}).F_s$			
ILAVG =	$IL\ pk-1/2\ \text{delta}\ IL$	=	3453.869	mA
Io_max=	$ILAVG (1-Duty\ cycle)$	=	904.585	mA

元器件的选取

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG

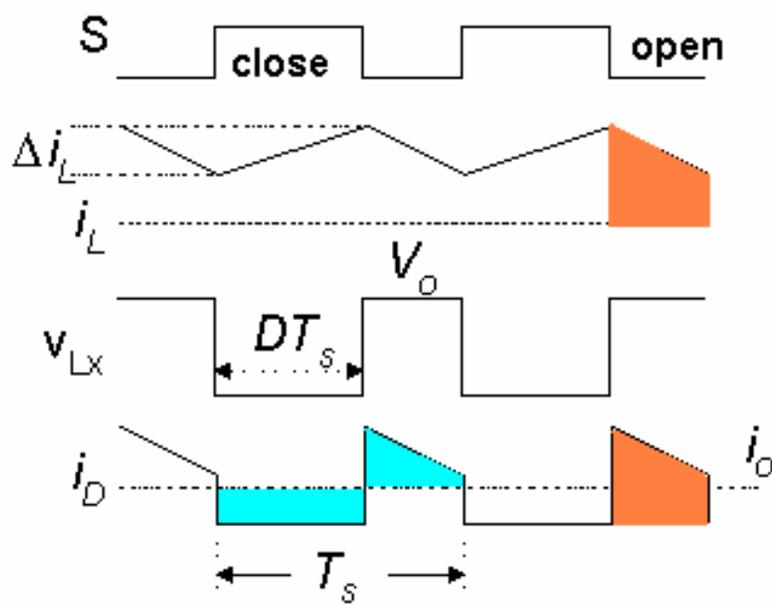
	Importance	Component	Stability	Efficiency	Output Ripple Voltage	Input Ripple Current	Transient response	Sets Current Rating	Dimming response	System Accuracy	Noise Contribution
1		Inductor	X	X	X	X	X				X
2		Output Cap	X	X		X		X			X
3		Schottky Diode		X							
4		Input Cap	X		X	X					X
5		Setting Resistors							X		

输入电容的选取



输入电容用于减小反射噪声以及注入芯片的噪声。在大多数应用中推荐使用10uF的电容，在大电流和对噪声敏感的应用中可使用22uF到47uF的电容。

升压电感的选取



$$\Delta I_L = \frac{V_{out} - V_{in}}{L} \cdot (1 - D) \cdot T_s$$

$$\Delta I_L = \frac{V_o - V_{in}}{L} \cdot \frac{V_{in}}{V_o} \cdot T_s$$

$$I_{L(peak)} = \frac{I_{out} \cdot V_{out}}{V_{in}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{in} \cdot (V_{out} - V_{in})}{L \cdot V_{out} \cdot F_{sw}}$$

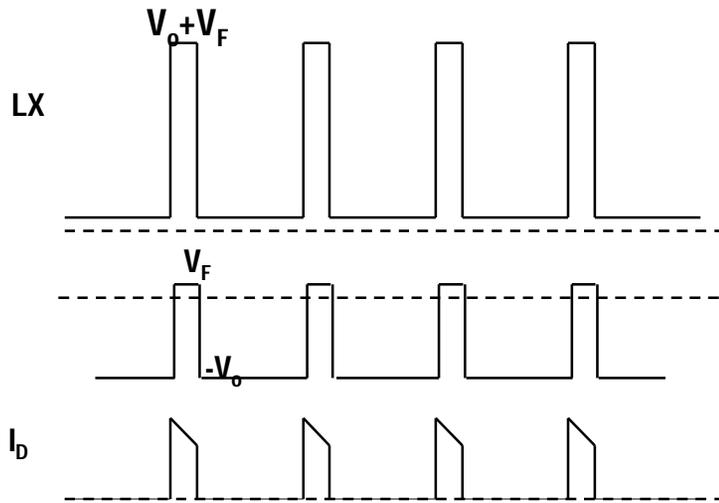
$$I_{L(rms)} = I_{in} \sqrt{1 + \frac{1}{3} \left(\frac{\Delta I}{2I_{in}} \right)^2}$$

- 推荐选用3.3 μ H 到 10 μ H 的电感以适应内部的斜率补偿以及稳定性的要求。
- 电感的选用影响到输出电压纹波，最大输出电流，整体效率以及动态反应。



肖特基二极管的选取

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG



LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_R	continuous reverse voltage		-	20	V
I_F	continuous forward current	$T_{sp} \leq 55^\circ\text{C}$	-	2	A
I_{FRM}	repetitive peak forward current	$t_p \leq 1\text{ ms}; \delta \leq 0.25$	-	7	A
I_{FSM}	non-repetitive peak forward current	$t = 8\text{ ms square wave}$	-	9	A
T_{stg}	storage temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$
T_j	junction temperature		-	150	$^\circ\text{C}$
T_{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	$^\circ\text{C}$

$$I_{avg} = I_o$$

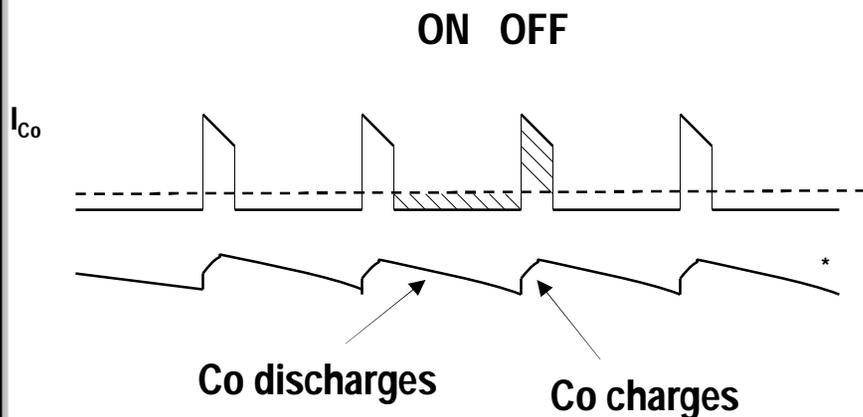
$$I_{peak} = \frac{I_{out} \cdot V_{out}}{V_{in}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{V_{in} \cdot (V_{out} - V_{in})}{L \cdot V_{out} \cdot F_{sw}}$$

$$V_R = V_{o_max}$$

为取得更高的效率，推荐使用具有较低导通压降的二极管。具有较低的反相电流的二极管也有助于电磁兼容。

Power IC 07

输出电容的选取



$$V_{ripple} = \Delta V_{Co}$$

$$I_{Co_ripple} = I_o \cdot \sqrt{\frac{D}{1-D}}$$

$$\Delta V_{Co} = \left(\frac{1}{C_o} \cdot \int_0^{D \cdot T_s} I_o \cdot dt \right) + (I_{LPEAK} \cdot ESR)$$

$$\Delta V_{Co} = \left(\frac{I_o}{C_o} \cdot \frac{D}{fs} \right) + (I_{LPEAK} \cdot ESR)$$

输出纹波包含两个成分:

1. 电容充放电引起的纹波。
2. 纹波电流流过电容ESR引起的纹波。

■ 电容具有电压系数，这使得当加在电容两端电压增加时，有效容值会降低。在等式中的 C_{out} 应该为有效容值，而不是标称值。

补偿网络设计

电流控制型升压电路功率级传递函数

$$F(w, I_{load}, L) := \frac{-K_v}{K_i} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{(1-D)}{2} \cdot \frac{R_o(I_{load})}{R_{sense}} \cdot \frac{\left(1 - \frac{s(w)}{wz(I_{load}, L)}\right) \cdot \left(1 + \frac{s(w)}{wesr}\right)}{\left(1 + \frac{s(w)}{2wc(I_{load})}\right)}$$

Type II 补偿网络传递函数

$$H_{pi}(w) := \frac{gm \cdot R_{oc} \cdot \left(1 + \frac{s(w)}{wz_c}\right)}{\left(1 + \frac{s(w)}{wpc}\right)}$$

$$2wc = P_{RL} = \frac{2}{2\pi \cdot R_L \cdot C_{OUT}}$$

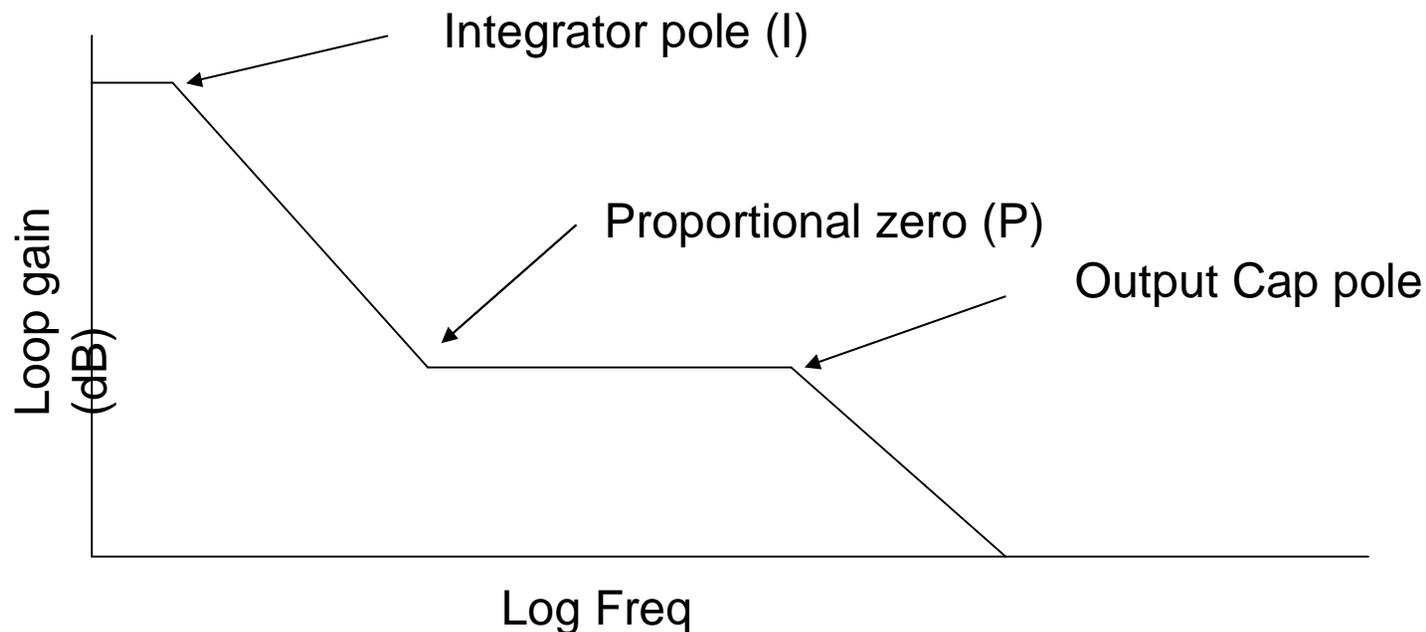
$$wpc = P_{GMA} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_o \cdot C_c}$$

$$wz_c = Z_{GMA} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot C_c}$$

$$wz = Z_{RHP} = \frac{V_{in}^2 \cdot R_L}{2 \cdot \pi \cdot V_{OUT}^2 \cdot L}$$

$$wesr = Z_{ESR} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot ESR \cdot C_c}$$

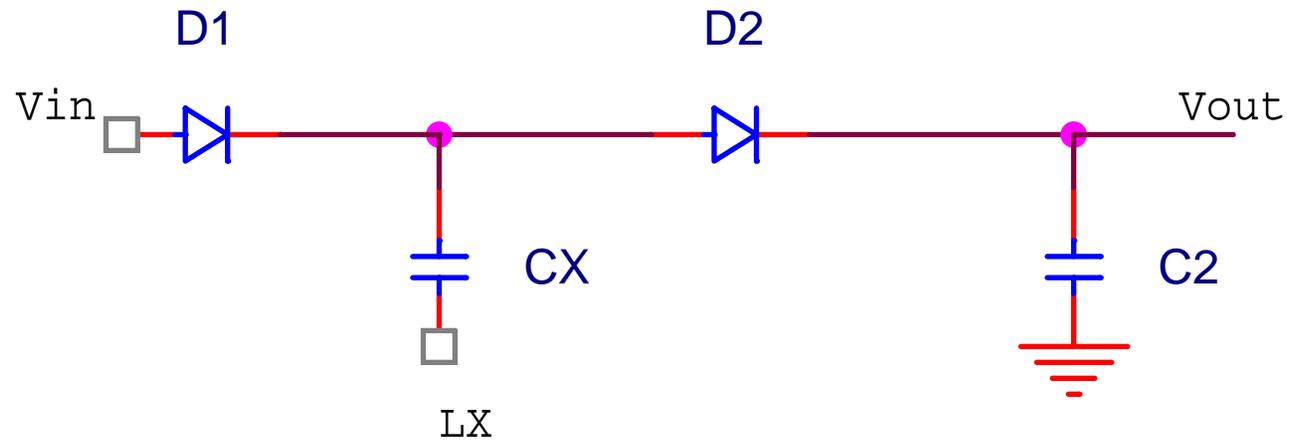
RC 补偿网络



理想PI环路函数

- 通常RC补偿网络连接在Cint 或者 Comp管脚用来补偿主回路。
- 对于升压电路来说，整个回路的带宽必须低于有半平面零点频率，相角裕度 应该大于45度。
- 较宽的带宽有助于减小动态响应中的电压变化 ΔV ，较小的相角裕度有助于缩小恢复时间 Δt ，但可能引起系统不稳定。
- 较大的补偿电阻能取得更宽的带宽，较小的补偿电容能取得较小的相角裕度。

正电荷泵

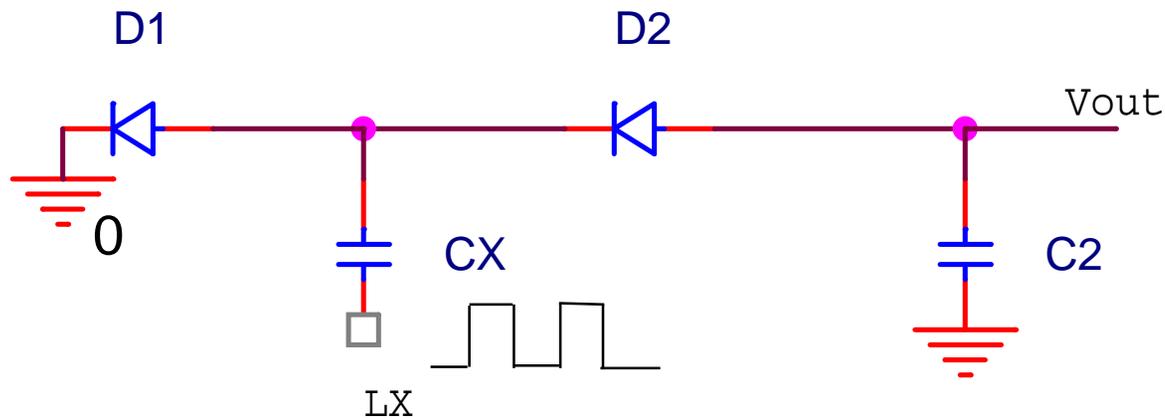


$$V_{out} = V_{in} + V_{pk}(LX) - 2V_{diode_drop}$$

对于多级的正电荷泵，输出电压为：

$$V_{out} = V_{in} + nV_{pk}(LX) - 2nV_{diode_drop}$$

负电荷泵

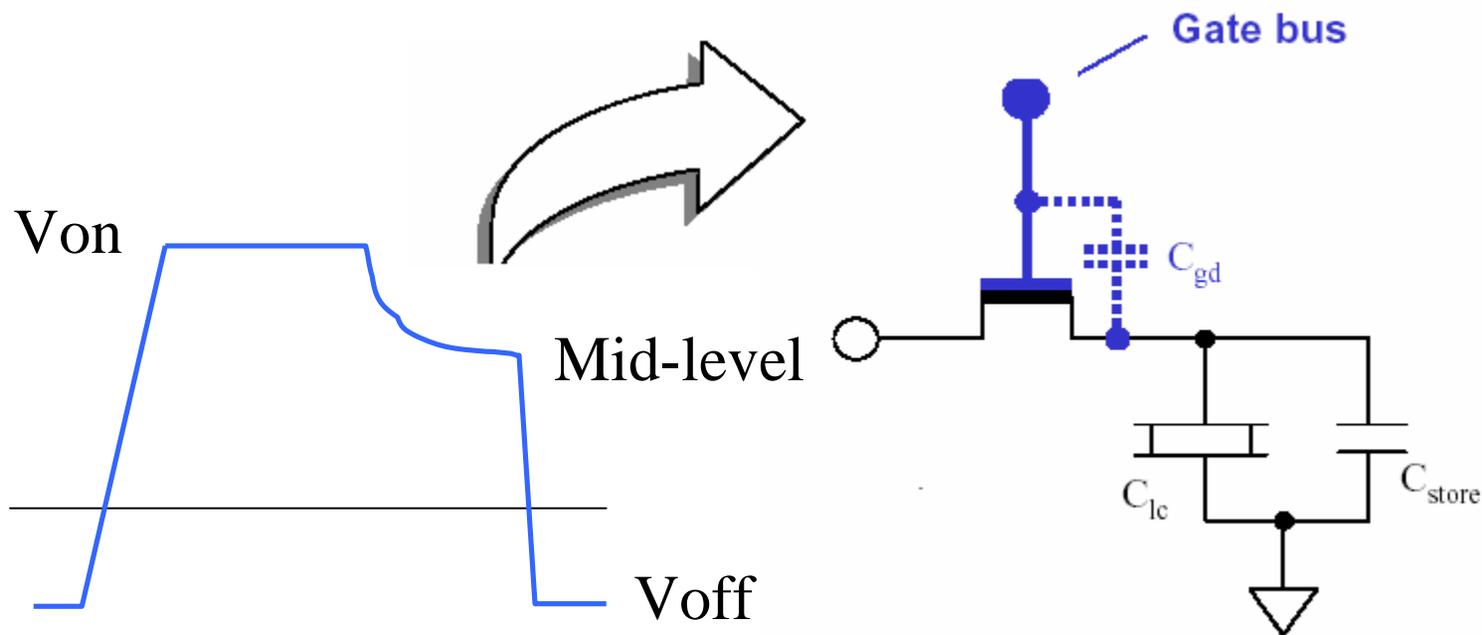


$$V_{out} = -V_{pk}(LX) + 2V_{diode_drop}$$

对于多级的负电荷泵，输出电压为

$$V_{out} = -nV_{pk}(LX) + 2nV_{diode_drop}$$

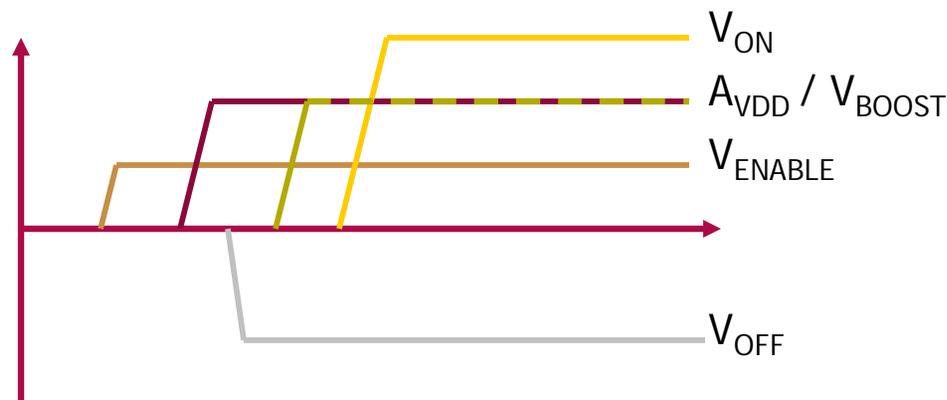
Von削減(Von-slice)电路



Von消減电路用于降低在每条线末端的切换电流，采用Von削減(Von-slice)电路在每条线末端释放Von电压，以減少注入到VCOM线的切换电荷。

电源排序功能以及故障保护功能

- ? A_{VDD} , V_{OFF} 和 V_{ON} 开启时的排序非常重要
- .. 一般的顺序是 $A_{VDD} \rightarrow V_{OFF} \rightarrow V_{ON}$ 或者 $V_{OFF} \rightarrow A_{VDD} \rightarrow V_{ON}$



- ? 如果任一输出失效，液晶显示器可能被损坏。
- ? 所以 **Intersil** 的显示电源管理芯片都包括全面的故障保护功能，包括过流，欠压，过温等保护功能。

V_{COM} 和伽玛缓冲器

- **VCOM**缓冲器为显示器中所有像素提供一个非常稳定的参考电压
 - “ 通常由高性能的运算放大器生成。
 - “ 这个电压通常约为AVDD值的一半，每个像素的亮度由列驱动器提供的电压与VCOM电压之差决定。
- 伽玛输出是灰阶参考电压
 - “ 通常采用电阻串和运算放大器生成。
- **EL764x, ISL97642, ISL97652**包括了一个或者几个 V_{COM} 和伽玛缓冲器。

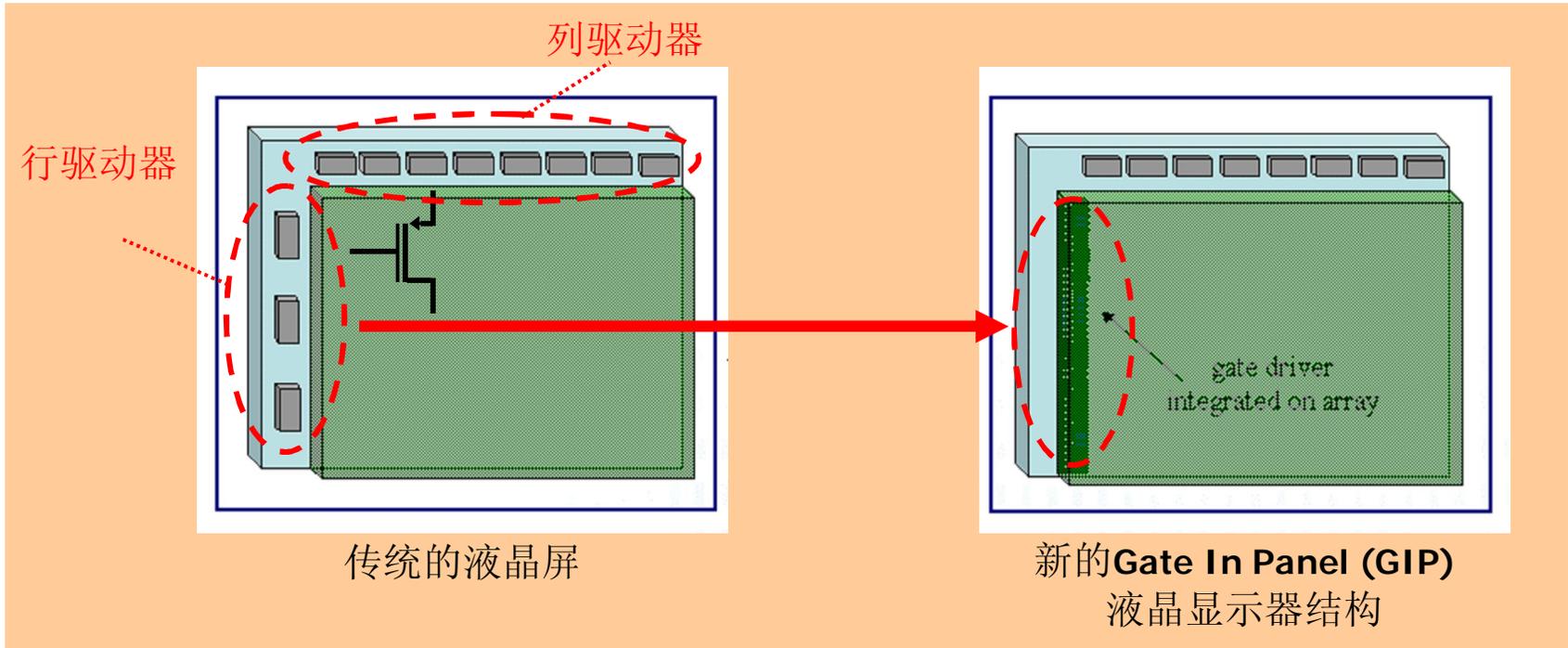
Intersil液晶显示电源管理芯片一览

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG

集成直流变换器												
芯片编码	应用	输入电压 (V)	Avdd	IFET (A)	Von	Voff	Vlogic	VCOM放大器数	排序	Von-slice	电平转换器	
ISL97516	NB/ monitor	2.3 to 5.5	Boost	2	-	-	-	-				新
EL7585(A)	NB/ monitor	3 to 5.5	Boost	3.5	LDO	LDO	LDO	-	✓			
EL7586(A)	NB/ monitor	3 to 5.5	Boost	2	LDO	LDO	LDO	-	✓		✓	
EL7640	Montior	2.7 to 5.5	Boost	2	LDO	LDO	-	1	✓	✓		
EL7641	Monitor	2.7 to 5.5	Boost	2	LDO	LDO	-	3	✓	✓		
EL7642	Monitor	2.7 to 5.5	Boost	2	LDO	LDO	-	5	✓	✓		
ISL97642	Monitor/NB	2.6 to 5.5	Boost	2.4	LDO	LDO	-	3	✓	✓		新
ISL97644	NB/ monitor	3 to 5.5	Boost	2.6	-	-	LDO	1		✓		
ISL97645	NB/ monitor	3 to 5.5	Boost	2.6	-	-	-	1		✓		
ISL97645A	NB/ monitor	3 to 5.5	Boost	2.6	-	-	-			✓		新
ISL97650	TV	4 to 14	Boost	2.8	CP	CP	Buck	-	✓	✓		
ISL97651	TV/monitor	4 to 5.5	Boost	4.4	CP	CP	Buck	-	✓	✓		
ISL97652	TV	8 to 15	Boost	2.8	CP	CP	Buck	2	✓	✓		新
ISL97653	TV	5 to 14	Boost	2.8	CP	CP	Buck		✓	✓		已有样品
ISL97648	Monitor/NB	2.2 to 5.5	Boost	2.3	-	-	-	4	-	✓	✓	已有样品
ISL97657	Monitor/NB	2.5 to 6	Boost	3	-	-	LDO	-	-	✓	✓	已有样品

Power IC 07

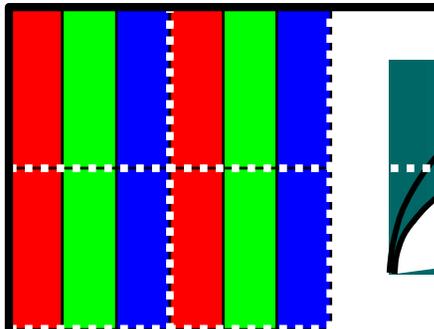
GIP 技术



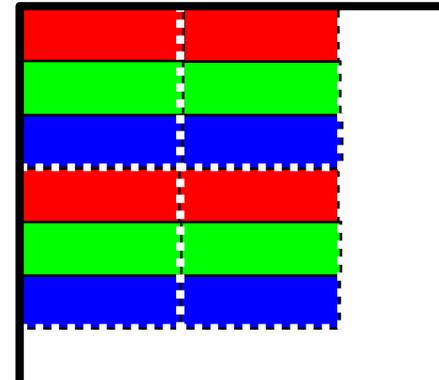
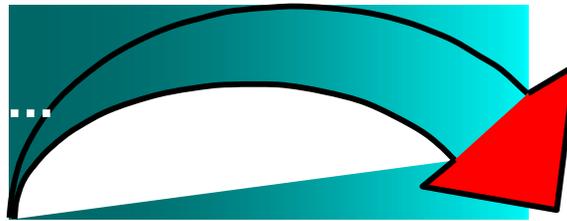
- 传统的行驱动器集成到液晶显示器的玻璃屏上。 |
- 改变的驱动力来自于成本的降低。一般来说对每一个笔记本和显示器能降低**1.6**美元。
- 液晶显示器的薄膜晶体管性能很差，需要较高的驱动电压来保证正常的工作。

Power IC 07

第二代 GIP 技术

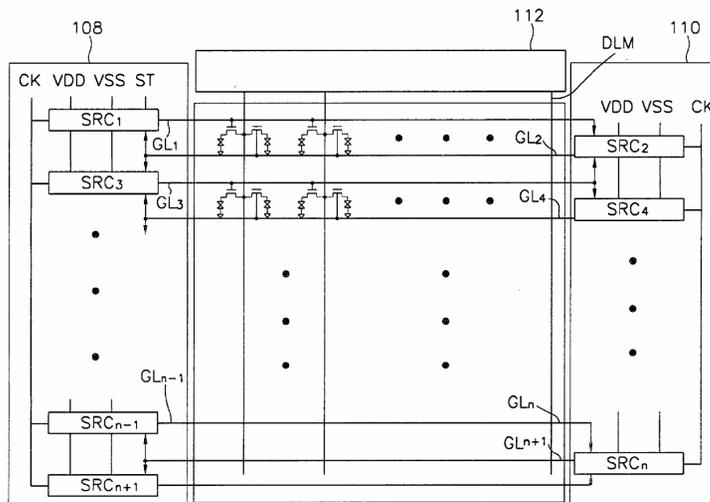


栅极线: 2
列线: 6



栅极线: 6
列线: 2

FIG. 4



Power

和传统液晶显示器相比只需要1/3的列驱动器。



THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG

第二代GIP技术带来的成本优势

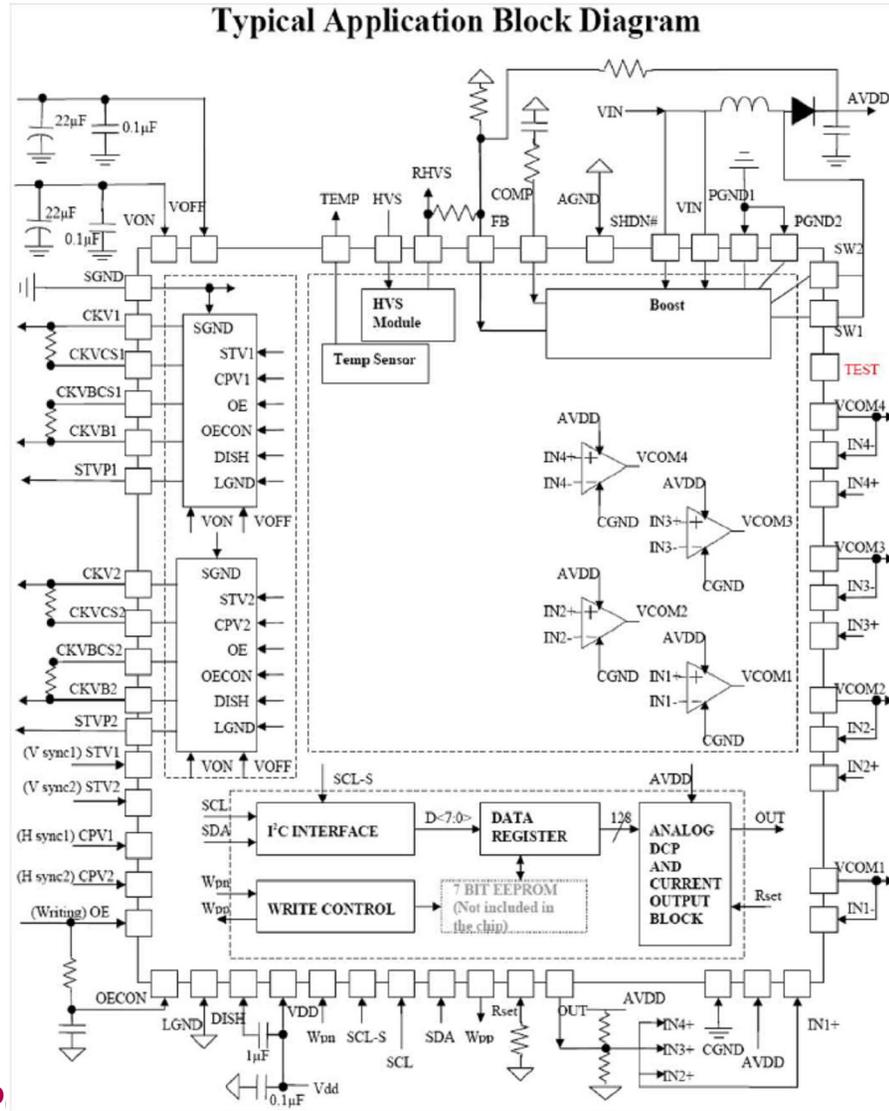
行驱动芯片	$0.7 \times 3 =$	2.10
列驱动芯片	$1 \times 6 =$	6.00
扁平线	$0.5 \times 3 =$	1.50
电源管理芯片	$0.65 \times 1 =$	0.65
额外 电平转换器	$1 \times 1 =$	1.00

- 9.25 (USD)

全部材料成本节省= **-9.25 美元/屏**

液晶电源管理和电平转换器芯片 (ISL97648)

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG



已有样品

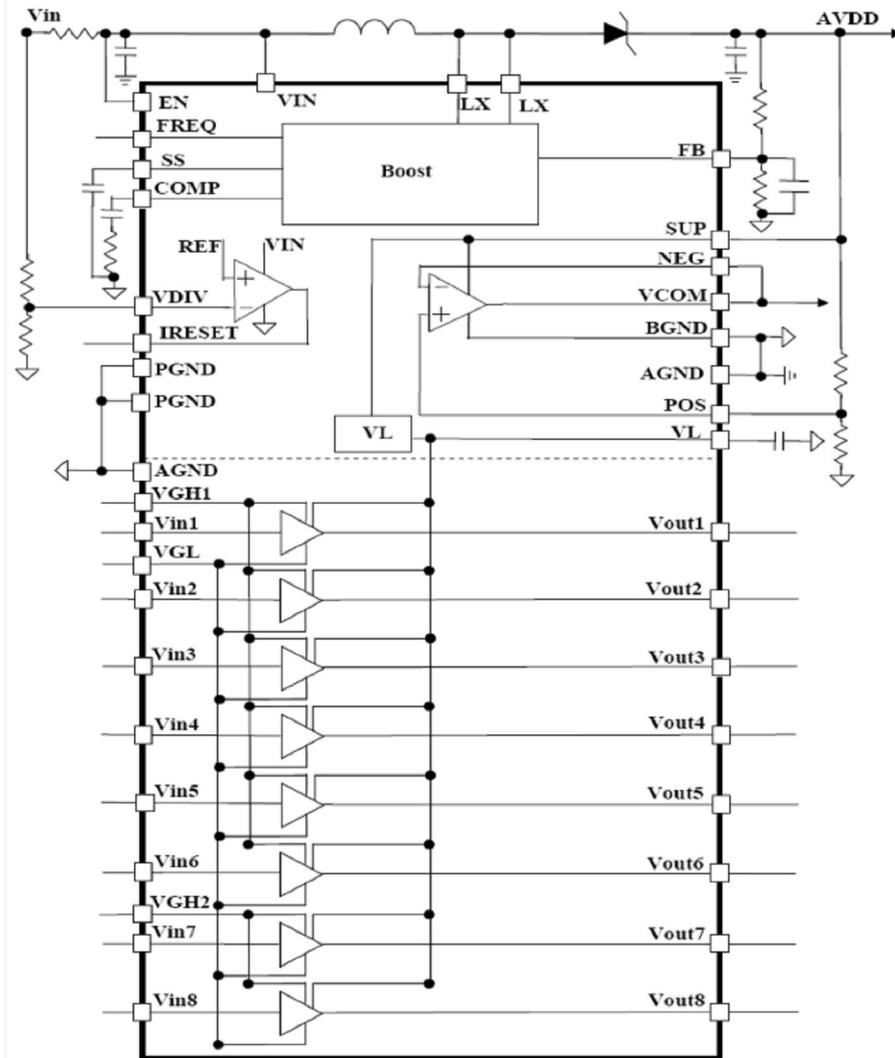
特点:

- 2.6V到5.5V输入电压范围
- 集成1.8A峰值电流升压电路
- 1.4MHz开关频率
- 电平转换器
 - 最高至166KHz逻辑频率
 - +40V到-25V输出范围
 - 100mA输出峰值电流
 - TTL兼容逻辑电平
- 集成4个高速Vcom放大器
- 工作范围从-40°C到+150°C的±5°C精度的温度传感器。
- I2C校正器
- 56管脚TQFN封装
- 应用
 - 液晶显示器, 笔记本, 电视
 - 工业用液晶显示器

液晶电源管理和电平转换器芯片 (ISL97657)

Sampling

Typical Application Block Diagram

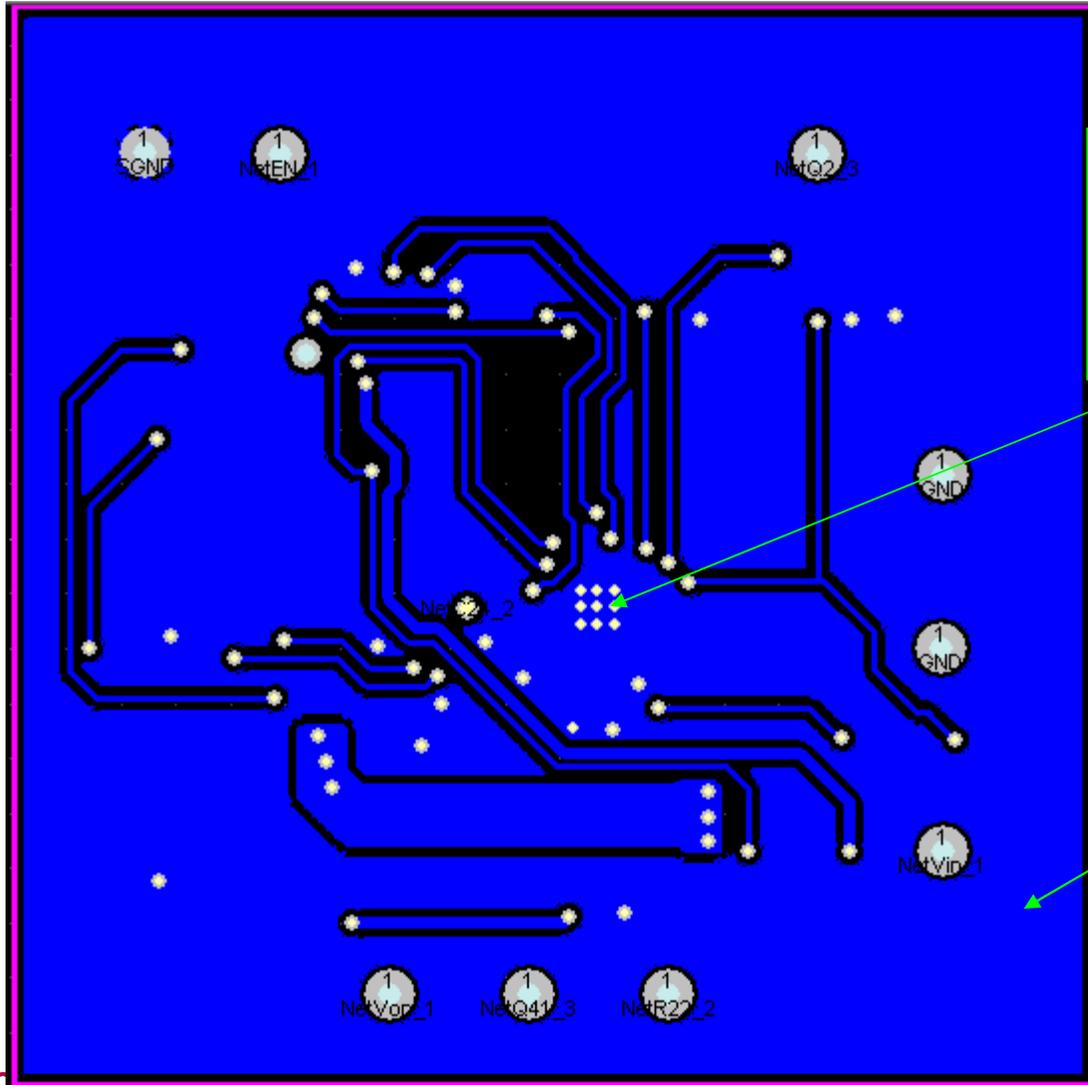


特点:

- 2.6V到5.5V输入电压范围
- 集成2A峰值电流升压电路
- 640KHz/1.2MHz开关频率
- 电平转换器
 - 最高至166KHz逻辑频率
 - +40V到-25V输出范围
 - 100mA输出峰值电流
 - TTL兼容逻辑电平
- 高速Vcom放大器
 - 30MHz带宽
 - 50V/us摆率
 - 400mA峰值电流输出
- 40管脚TQFN5x5封装
- 应用
 - 液晶显示器, 笔记本
 - 工业用液晶显示器

Demo Board Layout- Bottom layer

THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG



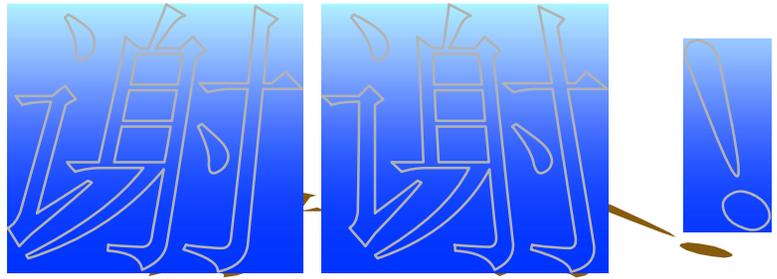
信号地通过过孔与上层的主回路地连在一起，信号地应该布得尽可能大以便于散热。

非元件层应布信号地

Power IC 07



THE NUMBER ONE SOURCE FOR HIGH PERFORMANCE ANALOG



Power IC 07