

可提供评估板



具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

MAX8739

概述

MAX8739包含一个高性能升压调节器、两个大电流运算放大器，适用于有源矩阵薄膜晶体管(TFT)液晶显示器(LCD)。MAX8739的输入电源范围为1.8V至5.5V，器件还包括逻辑控制、延时可调的高电压开关。

升压型DC-DC转换器可为显示屏的源极驱动IC供电。转换器为高频(600kHz/1.2MHz)电流模式调节器，内部集成了14V n沟道MOSFET，允许使用超小尺寸的电感和陶瓷电容。MAX8739能够快速响应脉冲负载，效率高于85%。

两个高性能运算放大器专为LCD背板(VCOM)和/或伽马修正分压器设计。放大器提供大电流驱动($\pm 150\text{mA}$)、高压摆率($7.5\text{V}/\mu\text{s}$)、宽带(12MHz)和满摆幅输入/输出特性。

MAX8739采用20引脚、5mm x 5mm、薄型QFN封装，高度仅为0.8mm，适合超薄LCD面板设计。

应用

笔记本电脑显示器

LCD监视器

汽车显示器

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX8739ETP+	-40°C to +85°C	20 Thin QFN-EP* (5mm x 5mm)	T2055-2

+表示无铅封装。

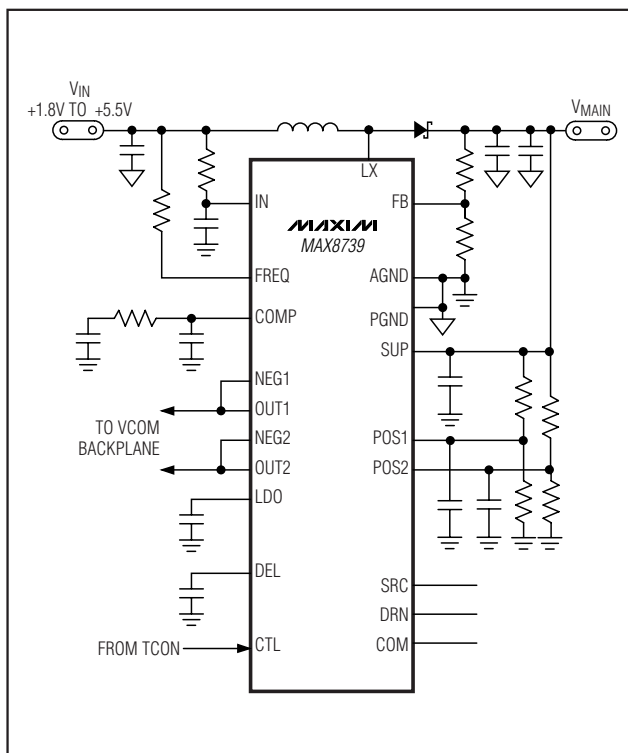
*EP = 裸焊盘。

引脚配置在数据资料的最后给出。

特性

- ◆ 1.8V至5.5V输入电压范围
- ◆ 600kHz/1.2MHz电流模式升压型调节器
 - 快速瞬态响应
 - 高精度输出电压(1.5%)
 - 内置14V、1.9A、0.2 Ω 、n沟道MOSFET
 - 高效率(> 85%)
 - 数字软启动
- ◆ 两个高性能运算放大器
 - $\pm 150\text{mA}$ 输出短路电流
 - 7.5V/ μs 摆率
 - 12MHz -3dB带宽
 - 满摆幅输入/输出
- ◆ 逻辑控制、延时可调的高压开关
- ◆ 内部上电排序
- ◆ 输入欠压锁定
- ◆ 调节器输出具有故障闭锁定时器
- ◆ 热过载保护

简化工作电路



具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, CTL, FREQ, LDO to AGND-0.3V to +6V
 COMP, FB, DEL to AGND-0.3V to ($V_{LDO} + 0.3V$)
 PGND to AGND±0.3V
 LX to PGND-0.3V to +14V
 SUP to AGND-0.3V to +14V
 POS1, POS2, NEG1, NEG2, OUT1,
 OUT2 to AGND-0.3V to ($V_{SUP} + 0.3V$)
 SRC to AGND-0.3V to +30V
 COM, DRN to AGND-0.3V to ($V_{SRC} + 0.3V$)
 COM RMS Output Current.....±50mA

OUT1, OUT2 Maximum Continuous Output Current±75mA
 LX Switch Maximum Continuous RMS Output Current.....1.6A
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 20-Pin, 5mm × 5mm, Thin QFN (derate 20.8mW/°C
 above $+70^\circ\text{C}$).....1667mW
 Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Junction Temperature+150°C
 Storage Temperature Range-65°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s)+300°C

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

($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, FREQ = CTL = IN, PGND = AGND = 0, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Supply Range			1.8		5.5	V
IN Quiescent Current	V _{IN} = 2.5V, V _{FB} = 1.5V			15	30	μA
IN Undervoltage Lockout Threshold	IN rising, 200mV hysteresis			1.30	1.75	V
LDO Output Voltage	6V ≤ V _{SUP} ≤ 13V, I _{LDO} = 12.5mA		4.6	5	5.4	V
LDO Undervoltage Lockout Threshold	LDO rising, 200mV hysteresis		2.4	2.7	3.0	V
LDO Output Current			15			mA
SUP Supply Voltage Range			4.5		13.0	V
SUP Undervoltage Fault Threshold					1.4	V
SUP Supply Current	V _{POS_} = 4V, no load	LX not switching		1.8	3.0	mA
		LX switching		16	30	
Thermal Shutdown	Rising edge, 15°C hysteresis			+160		°C
STEP-UP REGULATOR						
Operating Frequency	FREQ = AGND		512	600	768	kHz
	FREQ = IN		1020	1200	1380	
Maximum Duty Cycle	FREQ = AGND		91	95	99	%
	FREQ = IN		88	92	96	
FREQ Input Low Voltage	V _{IN} = 1.8V to 5.5V				0.6	V
FREQ Input High Voltage	V _{IN} = 1.8V to 2.4V		1.4			V
	V _{IN} = 2.4V to 5.5V		2.0			
FREQ Pulldown Current	V _{FREQ} = 1.0V		3.5	5.0	6.0	μA
FB Regulation Voltage	I _{SWITCH} = 200mA		1.225	1.240	1.255	V
FB Fault Trip Level	Falling edge		0.96	1.00	1.04	V
Duration to Trigger Fault Condition	FREQ = AGND		43	51	64	ms
	FREQ = IN		47	55	65	

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

MAX8739

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, $FREQ = CTL = IN$, $PGND = AGND = 0$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FB Load Regulation	$0 < I_{LOAD} < 200mA$, transient only		-1		%
FB Line Regulation	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$	-0.15	-0.08	+0.15	%/V
FB Input Bias Current	$V_{FB} = 1.3V$		125	200	nA
FB Transconductance	$\Delta I_{COMP} = 5\mu A$	75	160	280	μS
FB Voltage Gain	FB to COMP		700		V/V
LX On-Resistance	$I_{LX} = 200mA$		200	400	$m\Omega$
LX Leakage Current	$V_{LX} = V_{SUP} = 13V$		0.01	20	μA
LX Current Limit	$V_{FB} = 1.1V$, duty cycle = 65%	1.5	1.9	2.3	A
Current-Sense Transresistance		0.22	0.36	0.50	V/A
Soft-Start Period	$FREQ = AGND$		13		ms
	$FREQ = IN$		14		
Soft-Start Step Size			0.24		A
OPERATIONAL AMPLIFIERS					
Input Offset Voltage	$V_{CM} = V_{SUP}/2$, $T_A = +25^{\circ}C$		0	12	mV
Input Bias Current	NEG1, POS1, NEG2, POS2	-50	+1	+50	nA
Input Common-Mode Voltage Range	NEG1, POS1, NEG2, POS2	0		V_{SUP}	V
Common-Mode Rejection Ratio	$0 \leq V_{NEG_}, V_{POS_} \leq V_{SUP}$	50	90		dB
Open-Loop Gain			125		dB
Output Voltage Swing High	$I_{OUT_} = 100\mu A$	$V_{SUP} - 15$	$V_{SUP} - 2$		mV
	$I_{OUT_} = 5mA$	$V_{SUP} - 150$	$V_{SUP} - 80$		
Output Voltage Swing Low	$I_{OUT_} = -100\mu A$		2	15	mV
	$I_{OUT_} = -5mA$		80	150	
Short-Circuit Current	To $V_{SUP}/2$	Source	50	150	mA
		Sink	50	140	
Output Source-and-Sink Current	Buffer configuration, $V_{POS_} = 4V$, $ \Delta V_{OS} < 10mV$	40			mA
Power-Supply Rejection Ratio	DC, $6V \leq V_{SUP} \leq 13V$, $V_{POS_}$, $V_{NEG_} = V_{SUP}/2$	60	100		dB
Slew Rate			7.5		V/ μs
-3dB Bandwidth	$R_L = 10k\Omega$, $C_L = 10pF$, buffer configuration		12		MHz
Gain-Bandwidth Product	Buffer configuration		8		MHz
POSITIVE GATE-DRIVER TIMING AND CONTROL SWITCHES					
DEL Capacitor Charge Current	During startup, $V_{DEL} = 1V$	4	5	6	μA
DEL Turn-On Threshold		1.178	1.24	1.302	V
DEL Pin Discharge Switch On-Resistance	During UVLO, $V_{IN} = 1.3V$		20		Ω
CTL Input-Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$			0.6	V

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, $FREQ = CTL = IN$, $PGND = AGND = 0$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CTL Input-High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $5.5V$	2.0			
CTL Input-Leakage Current	CTL = AGND or IN	-1		+1	μA
CTL-to-SRC Propagation Delay	COM falling, no load on COM		100		ns
	COM rising, no load on COM		100		
SRC Input-Voltage Range				28	V
SRC Input Current	$V_{DRN} = 8V$, CTL = AGND, $V_{DEL} = 1.5V$		15	30	μA
	$V_{DRN} = 8V$, CTL = IN, $V_{DEL} = 1.5V$		100	180	
DRN Input Current	$V_{DRN} = 8V$, CTL = AGND, $V_{DEL} = 1.5V$		90	150	μA
SRC-to-COM Switch On-Resistance	$V_{DEL} = 1.5V$, CTL = IN		15	30	Ω
DRN-to-COM Switch On-Resistance	$V_{DEL} = 1.5V$, CTL = AGND		30	60	Ω

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, $FREQ = CTL = IN$, $PGND = AGND = 0$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Supply Range			1.8		5.5	V
IN Quiescent Current	$V_{IN} = 2.5V$, $V_{FB} = 1.5V$				30	μA
IN Undervoltage Lockout Threshold	IN rising, 200mV hysteresis				1.75	V
LDO Output Voltage	$6V \leq V_{SUP} \leq 13V$, $I_{LDO} = 12.5mA$		4.6		5.4	V
LDO Undervoltage Lockout Threshold	LDO rising, 200mV hysteresis		2.4		3.0	V
LDO Output Current			15			mA
SUP Supply Voltage Range			4.5		13.0	V
SUP Undervoltage Fault Threshold					1.4	V
SUP Supply Current	$V_{POS_} = 4V$, no load	LX not switching			3.0	mA
		LX switching			30	
STEP-UP REGULATOR						
Operating Frequency	FREQ = AGND		512		768	kHz
	FREQ = IN		1020		1380	
Maximum Duty Cycle	FREQ = AGND		91		99	%
	FREQ = IN		88		96	
FREQ Input Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to 5.5V				0.6	V

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

MAX8739

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, $FREQ = CTL = IN$, $PGND = AGND = 0$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FREQ Input-High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $5.5V$	2.0			
FREQ Pulldown Current	$V_{FREQ} = 1.0V$	3.5		6.0	μA
FB Regulation Voltage	$I_{SWITCH} = 200mA$	1.220		1.260	V
FB Fault-Trip Level	Falling edge	0.96		1.04	V
Duration to Trigger-Fault Condition	$FREQ = AGND$	41		64	ms
	$FREQ = IN$	47		65	
FB Line Regulation	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$	-0.15		+0.15	%/V
FB Input Bias Current	$V_{FB} = 1.3V$			200	nA
FB Transconductance	$\Delta I_{COMP} = 5\mu A$	75		280	μS
LX On-Resistance	$I_{LX} = 200mA$			400	$m\Omega$
LX Current Limit	$V_{FB} = IV$, duty cycle = 65%	1.5		2.3	A
Current-Sense Transresistance		0.22		0.50	V/A
OPERATIONAL AMPLIFIERS					
Input Offset Voltage	$V_{CM} = V_{SUP}/2$, $T_A = +25^{\circ}C$			12	mV
Input Common-Mode Voltage Range	NEG1, POS1, NEG2, POS2	0		V_{SUP}	V
Common-Mode Rejection Ratio	$0 \leq V_{NEG_}, V_{POS_} \leq V_{SUP}$	50			dB
Output Voltage Swing High	$I_{OUT_} = 100\mu A$	$V_{SUP} - 15$			mV
	$I_{OUT_} = 5mA$	$V_{SUP} - 150$			
Output Voltage Swing Low	$I_{OUT_} = -100\mu A$			15	mV
	$I_{OUT_} = -5mA$			150	
Short-Circuit Current	To $V_{SUP}/2$	Source		50	mA
		Sink		50	
Output Source-and-Sink Current	Buffer configuration, $V_{POS_} = 4V$, $ \Delta V_{OS} < 10mV$	40			mA
Power-Supply Rejection Ratio	DC, $6V \leq V_{SUP} \leq 13V$, $V_{POS_}, V_{NEG_} = V_{SUP}/2$	60			dB

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

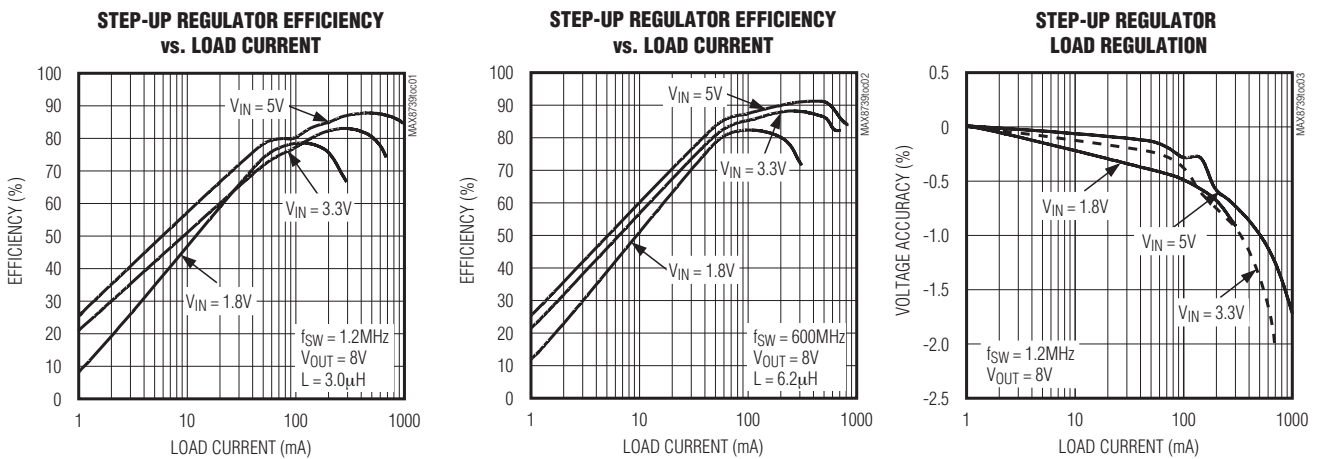
($V_{IN} = 2.5V$, $V_{SUP} = 10V$, $V_{SRC} = 28V$, $FREQ = CTL = IN$, $PGND = AGND = 0$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POSITIVE GATE-DRIVER TIMING AND CONTROL SWITCHES					
DEL Capacitor Charge Current	During startup, $V_{DEL} = 1V$	4		6	μA
DEL Turn-On Threshold		1.178		1.302	V
CTL Input-Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$			0.6	V
CTL Input-High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $5.5V$	2.0			
SRC Input-Voltage Range				28	V
SRC Input Current	$V_{DRN} = 8V$, $CTL = AGND$, $V_{DEL} = 1.5V$			30	μA
	$V_{DRN} = 8V$, $CTL = IN$, $V_{DEL} = 1.5V$			180	
DRN Input Current	$V_{DRN} = 8V$, $CTL = AGND$, $V_{DEL} = 1.5V$			150	μA
SRC-to-COM Switch On-Resistance	$V_{DEL} = 1.5V$, $CTL = IN$			30	Ω
DRN-to-COM Switch On-Resistance	$V_{DEL} = 1.5V$, $CTL = AGND$			60	Ω

Note 1: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

典型工作特性

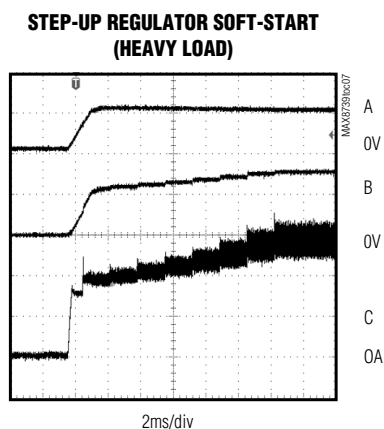
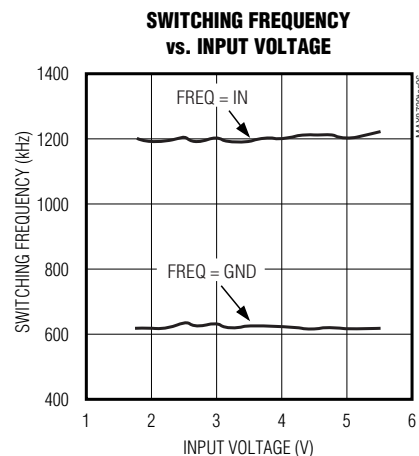
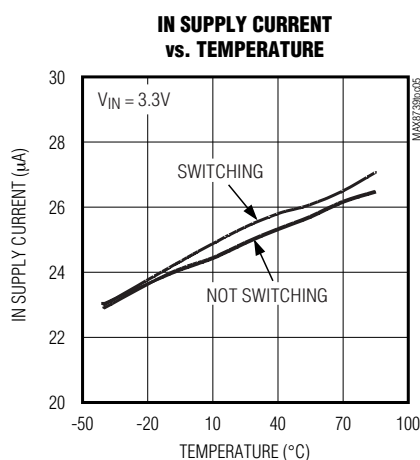
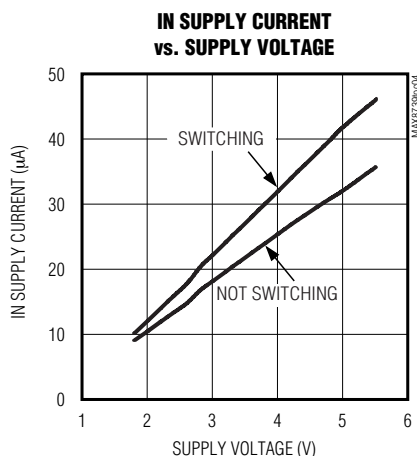
(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = 2.5V$, $V_{MAIN} = 8V$, $FREQ = IN$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



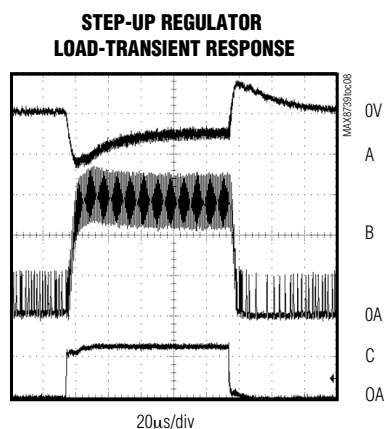
具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

典型工作特性(续)

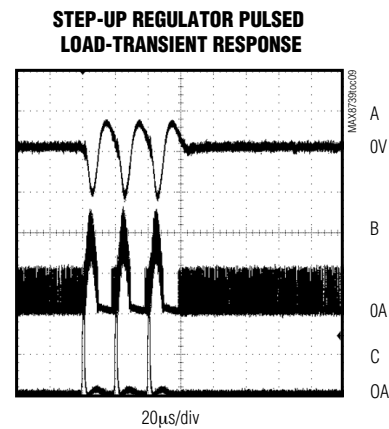
(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = 2.5V$, $V_{MAIN} = 8V$, $FREQ = IN$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



A: V_{IN} , 2V/div
B: V_{MAIN} , 5V/div
C: INDUCTOR CURRENT, 1A/div



A: V_{MAIN} , AC-COUPLED, 200mV/div
B: INDUCTOR CURRENT, 500mA/div
C: LOAD CURRENT, 500mA/div



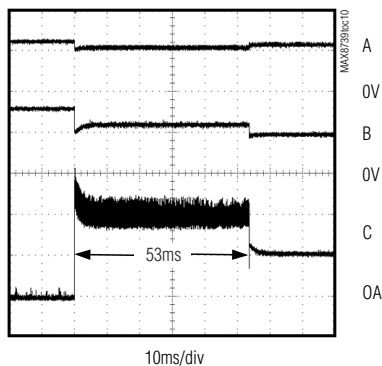
A: V_{MAIN} , AC-COUPLED, 200mV/div
B: INDUCTOR CURRENT, 500mA/div
C: LOAD CURRENT, 500mA/div

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

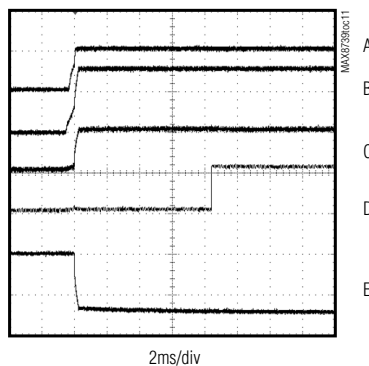
典型工作特性(续)

(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = 2.5V$, $V_{MAIN} = 8V$, $FREQ = 1N$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

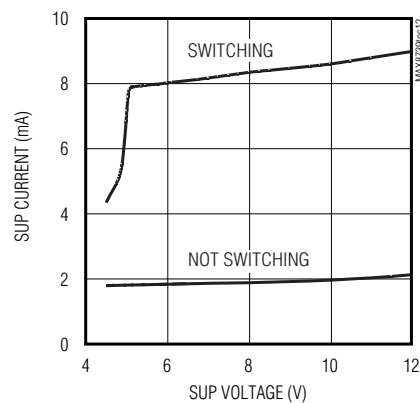
**TIMER DELAY LATCH
RESPONSE TO OVERLOAD**



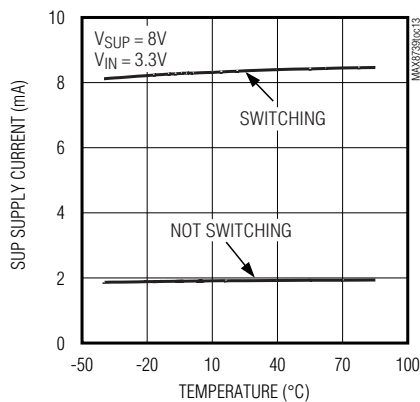
POWER-UP SEQUENCE



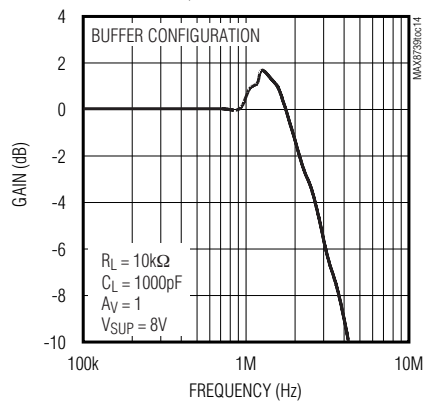
**SUP SUPPLY CURRENT
vs. SUP VOLTAGE**



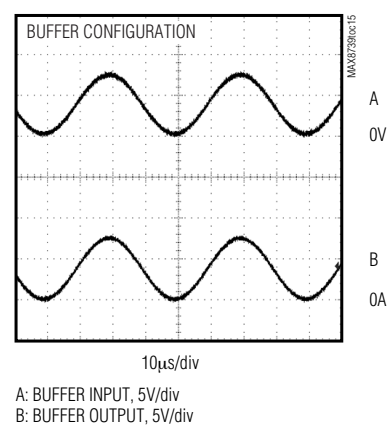
**SUP SUPPLY CURRENT
vs. TEMPERATURE**



**OPERATIONAL-AMPLIFIER
FREQUENCY RESPONSE**



**OPERATIONAL-AMPLIFIER RAIL-TO-RAIL
INPUT/OUTPUT**



具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

典型工作特性(续)

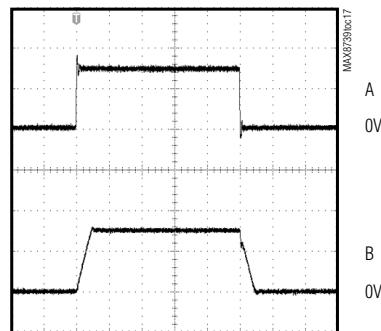
(Circuit of Figure 1, $V_{IN} = 2.5V$, $V_{MAIN} = 8V$, $FREQ = 1N$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

**OPERATIONAL-AMPLIFIER
LOAD TRANSIENT RESPONSE**



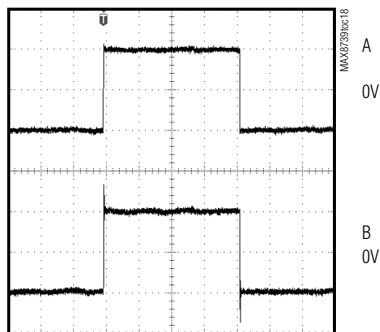
1 μ s/div
A: OUTPUT VOLTAGE, AC-COUPLED, 2V/div
B: OUTPUT CURRENT, 50mA/div

**OPERATIONAL-AMPLIFIER
LARGE-SIGNAL STEP RESPONSE**



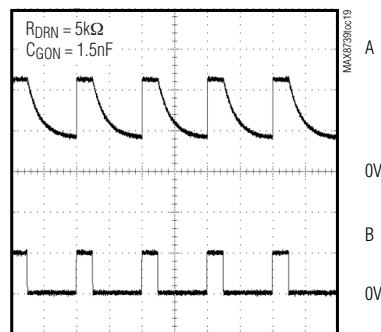
1 μ s/div
A: INPUT VOLTAGE, 5V/div
B: OUTPUT VOLTAGE, 5V/div

**OPERATIONAL-AMPLIFIER
SMALL-SIGNAL STEP RESPONSE**



4 μ s/div
A: INPUT VOLTAGE, AC-COUPLED 50mV/div
B: OUTPUT VOLTAGE, AC-COUPLED 50mV/div

SWITCH CONTROL FUNCTION



20 μ s/div
A: V_{GON} , 10V/div
B: V_{CTL} , 2V/div

具有运算放大器的
DC-DC转换器，用于TFT LCD

引脚说明

引脚	名称	功能
1	COM	内部高压MOSFET开关公共端。
2	SRC	开关输入，内部高压p沟道MOSFET的源极。采用最小0.1 μ F的电容器将SRC旁路至PGND。
3	LDO	5V内部线性稳压器输出，该稳压器可为运算放大器OUT1和OUT2以外的所有内部电路供电。采用一个0.22 μ F或更大的陶瓷电容将LDO旁路至AGND。
4	PGND	功率地，PGND是升压调节器n沟道功率MOSFET的源极。PGND通过一个短而宽的PCB引线连接到输入电容的地端。将PGND与IC下方的模拟地(AGND)相连。
5	AGND	模拟地，将AGND与IC下方的功率地(PGND)相连。
6	POS1	运算放大器1同相输入。
7	NEG1	运算放大器1反相输入。
8	OUT1	运算放大器1输出。
9	OUT2	运算放大器2输出。
10	NEG2	运算放大器2反相输入。
11	POS2	运算放大器2同相输入。
12	SUP	运算放大器电源输入，SUP是OUT1和OUT2放大器的正电源输入。SUP同时也是内置5V线性稳压器的电源输入。将SUP与主升压调节器的输出相连，采用0.1 μ F陶瓷电容将SUP旁路到AGND。
13	LX	LX是内部功率MOSFET的漏极和开关节点。采用尽量短的引线连接LX与电感、肖特基二极管的阳极，以降低EMI。
14	IN	输入电压，IN范围为1.8V至5.5V。
15	FREQ	频率选择输入。FREQ为低电平或浮空时，振荡频率设置为600kHz；FREQ接IN时，频率为1.2MHz。输入具有5 μ A下拉电流。
16	FB	升压调节器反馈输入，调整电压为1.24V(标称值)。调节器输出(V _{MAIN})与FB、模拟地(AGND)之间接分压网络。分压电阻与FB引脚的距离不要超过5mm。
17	COMP	升压调节器的误差放大器补偿引脚。COMP和AGND之间接一个串联的电阻和电容。有关元件的选择，请参考环路补偿一节。
18	DEL	高压开关延时输入。DEL与AGND之间接一个电容，设置高压开关的启动延时。以5 μ A电流源给C _{DEL} 充电。在延迟时间内禁止SRC、COM和DRN之间的开关操作。
19	CTL	高压开关控制输入。当CTL处于高电平时，COM与SRC之间的高压开关导通，COM与DRN之间的高压开关断开。当CTL处于低电平时，COM与SRC之间的高压开关断开，COM与DRN之间的高压开关导通。当V _{DEL} 小于1.24V时，CTL由欠压锁存电路禁止。
20	DRN	开关输入。内部与COM端连接的高压、背向p沟道MOSFET的漏极。
—	EP	裸焊盘。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

典型应用电路

MAX8739的典型应用电路(图1)是专为TFT显示器设计的电源方案，该电路可产生+8V源极驱动电源，以及+22V、-7V的栅极驱动电源。输入电压范围为+1.8V至+5.5V，但图1

电路是针对1.8V至2.7V输入电压设计的。表1为所选元件的列表，表2给出了元件供应商的联系信息。

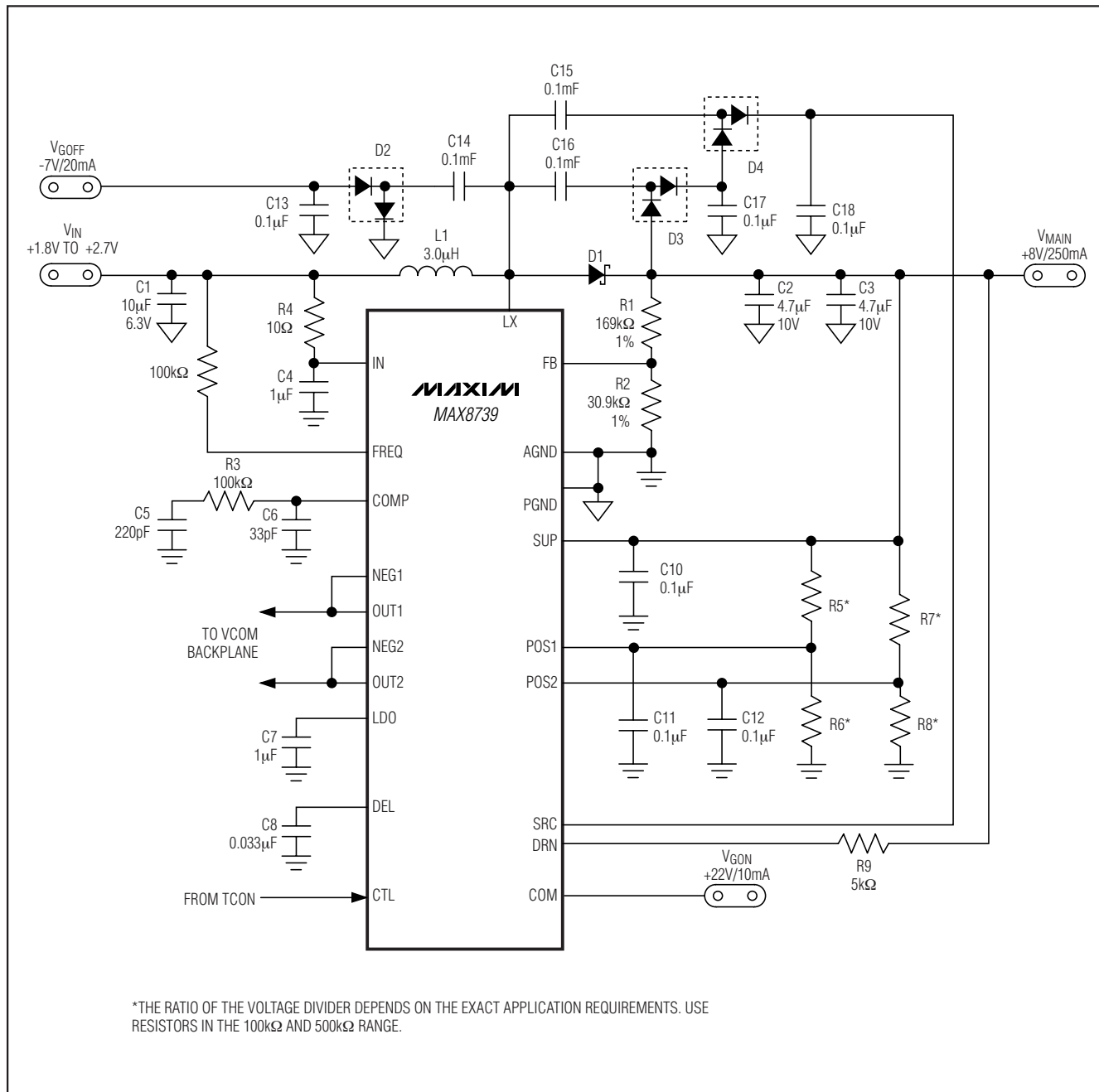


图1. 典型应用电路

具有运算放大器的
DC-DC转换器，用于TFT LCD

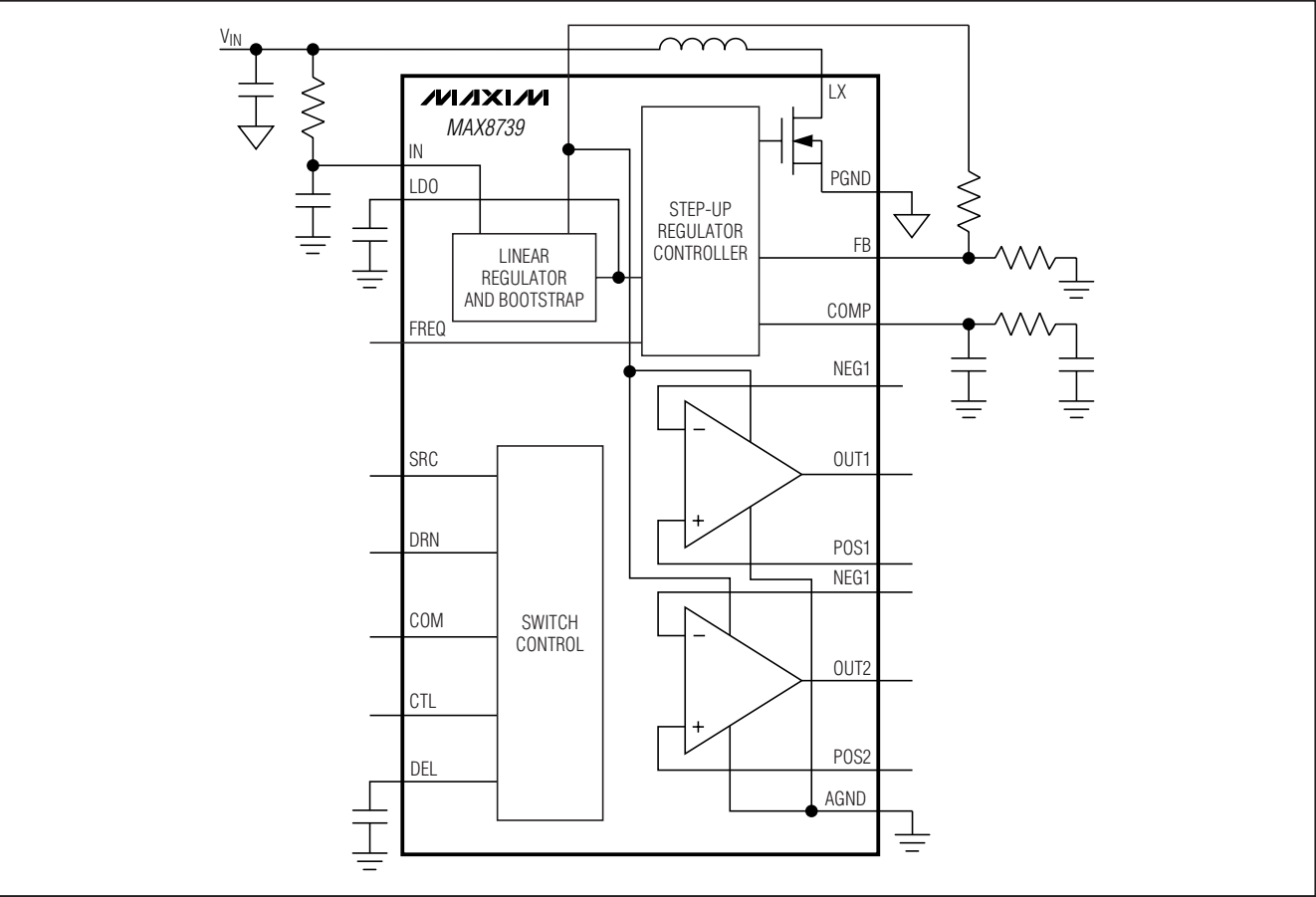


图2. 功能框图

表 1. 关键元件列表

DESIGNATION	DESCRIPTION
C1	10μF, 6.3V X5R ceramic capacitor (1206) TDK C3216X5R0J106M
C2, C3	4.7μF, 10V X5R ceramic capacitors (1206) TDK C3216X5R1A475M
D1	3A, 30V Schottky diode (M-flat) Toshiba CMS02
D2, D3, D4	200mA, 100V, dual, ultra-fast diodes (SOT23) Fairchild MMBD4148SE
L1	3.0μH, 2.3A inductor Sumida CDRH6D12-3R0

详细说明

MAX8739 包含一个高性能升压开关调节器、两个大电流运算放大器，以及启动定时和电平转换功能，用于有源矩阵 TFT LCD。图 2 为 MAX8739 功能框图。

主升压调节器

主升压调节器采用电流模式、固定频率 PWM 架构，可最大限度地增大环路带宽，快速响应 TFT LCD 屏源极驱动器的脉冲负载。高开关频率 (600kHz/1.2MHz) 允许使用超小尺寸的电感和陶瓷电容，有助于设计超薄型 LCD 面板。内置高效 MOSFET 和数字软启动功能大大减少了外部元件的数量，并可有效抑制浪涌电流。通过外部分压电阻可以设置输出电压，调节范围为 V_{IN} 至 13V。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

表2. 元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Fairchild	408-822-2000	408-822-2102	www.fairchildsemi.com
Sumida	847-545-6700	847-545-6720	www.sumida.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Toshiba	949-455-2000	949-859-3963	www.toshiba.com/taec

在每个开关周期内，调节器通过调整内部功率MOSFET的占空比(D)，控制输出电压以及传送到输出端的功率。MOSFET的占空比近似为：

$$D \approx \frac{V_{MAIN} - V_{IN}}{V_{MAIN}}$$

图3是升压调节器的功能框图。误差放大器对FB电压和1.24V (典型值)基准电压进行比较，改变COMP输出。COMP电压决定每一次内置MOSFET导通时的电流触发门限。当负载变化时，误差放大器根据所要产生的电感峰值电流，在COMP输出端源出或吸入电流，满足负载功率的要求。为了在较高占空比下保持稳定，电流检测信号中加入了斜坡补偿信号。

在内部振荡器时钟的上升沿，控制器将触发器置位，n沟道MOSFET导通，将输入电压加在电感两端。电感电流线性上升，将能量储存在磁场中。一旦电流反馈信号与斜坡补偿信号之和大于COMP电压，则控制器复位触发器并关闭MOSFET。由于电感电流是连续的，电感两端电势的升高，使得肖特基二极管(D1)导通。此时，电感两端的电压等于输出电压和输入电压之差。这一放电条件强制流过电感的电流下降，将磁场中存储的能量传送给输出电容和负载。在时钟周期的其余时间内，MOSFET保持关闭状态。

运算放大器

MAX8739具有两个运算放大器，用于LCD背板(VCOM)和/或伽马修正分压器。放大器可提供±150mA的输出短路电流、7.5V/μs的高压摆率以及12MHz的带宽，并具有满摆幅输入/输出特性，大大提高了系统设计的灵活性。

短路电流限制

当输出直接与SUP或AGND短路时，运算放大器的输出电流限制在±150mA左右。如果短路条件持续发生，IC结温

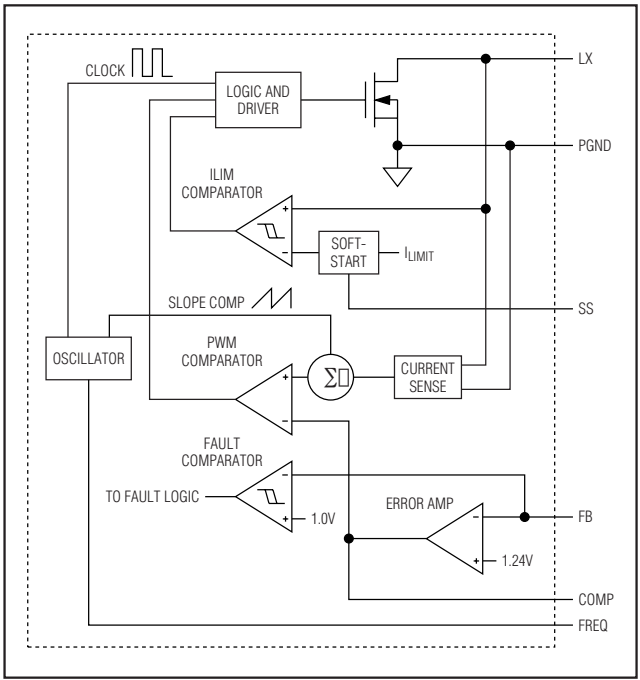


图3. 升压调节器功能框图

可能上升到热关断阈值(典型值+160°C)。当结温达到热关断门限时，内部温度传感器立即建立高温故障锁存，关断电路的所有输出。在输入电压重新上电之前，器件将一直保持禁止状态。

驱动纯容性负载

运算放大器可用于驱动LCD背板(VCOM)或伽马修正分压器。LCD背板由分布式串联电容、电阻组成，这种负载很容易由运算放大器驱动。然而，如果运算放大器用来驱动纯容性负载时，则需采取一些措施，以确保工作的稳定性。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

随着运算放大器容性负载的增大，放大器的带宽减小，增益峰值升高。在OUT_和容性负载之间接一个5Ω至50Ω的小电阻可以降低峰值，但同时也降低了增益。另一可选方案是在容性负载上并联一个RC串联网路(缓冲器)。RC网络不会给输出造成连续负载或降低增益。电阻的典型值为100Ω至200Ω，电容的典型值为10pF。

开关控制和延迟

连接在DEL与AGND之间的电容C_{DEL}(图1中C8)，用来选择开关控制模块的电源启动延时。当LDO电压大于它的欠压锁定门限(典型值2.7V)，每路调节器的软启动过程完成后，以5μA电流给C_{DEL}充电。一旦电容电压超过V_{REF}(典型值1.25V)，COM通过内部p沟道开关与SRC或DRN连接，具体由CTL的状态确定。启动之前，如果IN小于

V_{UVLO}，DEL连接到内部AGND，C_{DEL}放电。利用下式选择C_{DEL}设置延迟时间：

$$C_{DEL} = \text{DELAY_TIME} \times \frac{5\mu\text{A}}{1.25\text{V}}$$

开关控制输入(CTL)在满足下列所有条件之前禁止操作：LDO电压超过它的低压锁定电压；所有调节器的软启动过程全部完成；V_{DEL}超过它的导通电压。一旦CTL有效，当CTL为逻辑高电平时，COM与SRC之间的内部15Ω p沟道开关(Q1)导通，DRN与COM之间的内部30Ω p沟道开关(Q2)断开。如果CTL为逻辑低电平，则Q1断开，Q2导通。

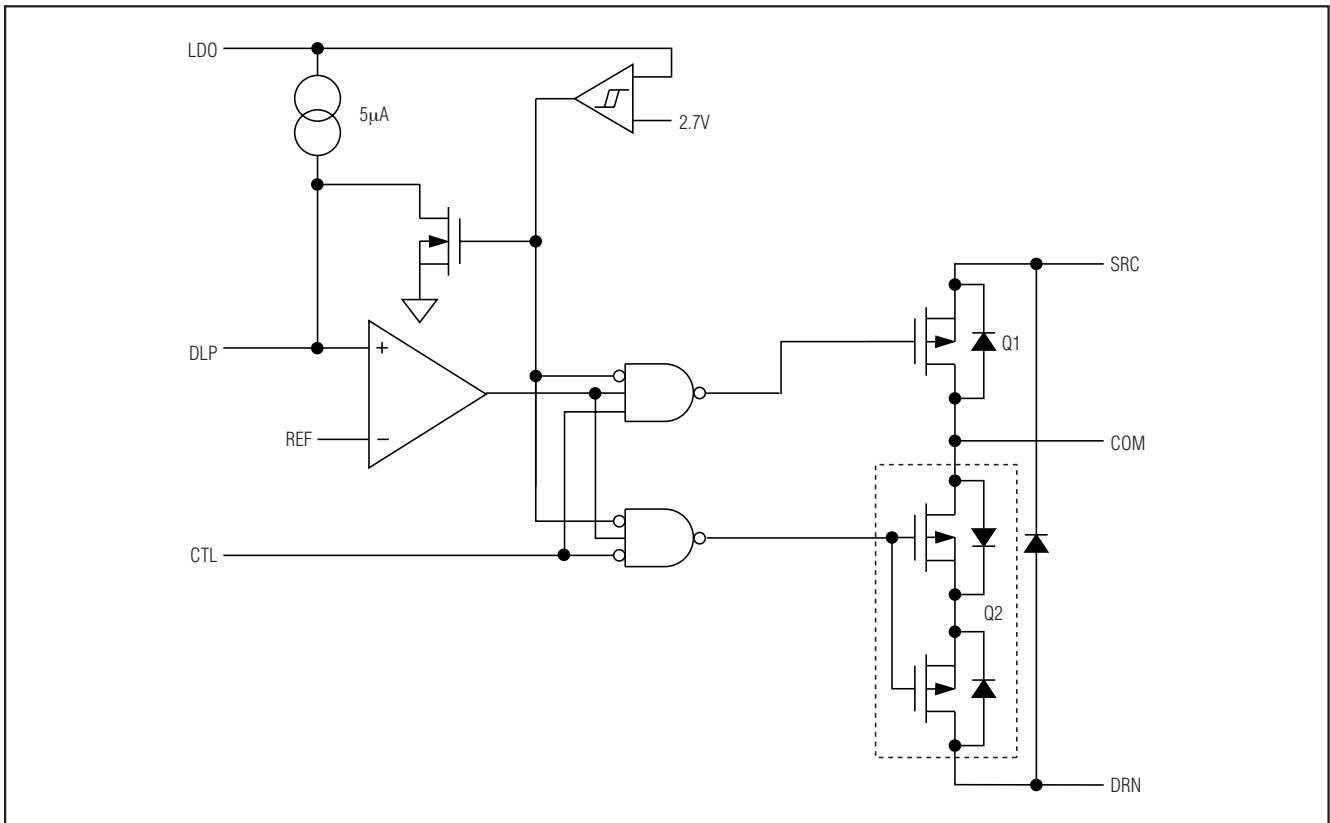


图4. 开关控制

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

欠压锁定(UVLO)

欠压锁定(UVLO)电路将输入电压IN与UVLO阈值(1.26V上升电压, 1.1V电压降)比较, 以确保输入电压足够高, 保证电路可靠工作。200mV (典型值)的滞回电压可防止电源瞬变引起的器件重启。一旦输入电压超过UVLO上升阈值, 器件开始启动。当输入电压低于UVLO的下降阈值时, 控制器关断主升压调节器和线性调节器输出, 同时禁止开关控制电路工作, 并将运算放大器的输出置为高阻状态。

线性稳压器(LDO)

MAX8739内含一个5V线性稳压器。SUP是线性稳压器的输入端, 输入电压范围为4.5V至13V, 线性稳压器的输出设置为5V (典型值)。稳压器为包括栅极驱动器在内的所有内部电路供电。采用0.22 μ F或更大的陶瓷电容将LDO旁路至AGND。SUP直接与升压调节器的输出连接。该功能大大提高了低输入电压下的效率。

自举和软启动

MAX8739具有自举功能。正常工作时, 内部线性稳压器为内部电路供电。线性稳压器的输入端(IN)应直接与升压调节器的输出端连接。当SUP输入电压大于1.3V、且故障锁存器没有闭锁时, MAX8739开始工作。使能后, 升压调节器启动开环开关操作, 为线性稳压器供电。LDO电压大于2.7V (典型值)时, 内部基准模块开启。当基准电压达到稳定时, PWM控制器和限流电路使能, 升压调节器进入软启动状态。软启动期间, 主升压调节器直接限制峰值电流, 按照八个相同的电流等级(ILIM/8), 从零开始线性上升到最大电流限。输出电压达到规定值(终止软启动)后, 或在软启动计时达到大约13ms后, 可以获得最大负载电流。软启动大大降低了浪涌电流和电压过冲, 确保完善的启动过程。

故障保护

在稳定工作状态下, MAX8739监视FB电压。当FB电压低于1V (典型值)时, MAX8739触发内部故障定时器。如果在

故障定时器超时周期内连续出现故障状态, MAX8739闭锁故障锁存器, 关断所有输出。解除故障条件后, 通过再次上电可清除故障锁存状态, 重新开启器件。软启动过程中, 故障检测电路不工作。

MAX8739通过监视SUP电压判断欠压和过压状态。如果SUP电压低于1.4V (典型值)或高于13.7V (典型值), 则MAX8739禁止升压调节器的栅极驱动器工作, 并关闭内部MOSFET的开关动作。SUP欠压或过压状态不会闭锁故障锁存器。

热过载保护

热过载保护功能可防止器件过热而导致的功耗过大。结温超过 $T_J = +160^{\circ}\text{C}$ 时, 温度传感器立即触发故障保护, 关断除基准之外的所有输出, 使器件冷却。当器件结温降低约 15°C 后, 重新上电(从UVLO门限以下)可清除故障锁存, 使器件重新有效工作。

热过载保护功能可在故障状态下保护控制器。连续工作时, 结温不能超过 $T_J = +150^{\circ}\text{C}$ 的最大绝对值。

设计步骤

主升压调节器

电感选择

选择升压电感时需要考虑电感值、额定峰值电流以及串联电阻等诸多因素。这些因素影响到转换器的效率、最大输出负载能力、瞬态响应时间以及输出电压纹波。此外, 还需要考虑物理尺寸和成本等因素。

最大输出电流、输入电压、输出电压和开关频率决定了电感值的大小, 大电感值可减小电流纹波, 从而降低峰值电流, 这可以减小电感内的磁芯损耗以及整个电源通路的 I^2R 损耗。然而, 大电感值意味着需要更多的电感储能和更多的线圈匝数, 相应增大物理尺寸并增加电感内的 I^2R 损耗。小电感值可减小物理尺寸, 但会增大电流纹波和峰值电流。因此需要在电路效率、电感尺寸和成本之间权衡考虑, 选取最佳的电感值。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

此处给出的公式中含有一个常量LIR，它是满负荷时电感峰值纹波电流与平均直流电感电流的比值。通常，LIR取0.3至0.5时升压调节器电感尺寸和电路效率可以取得最佳平衡。当然，还要根据电感磁芯材料的交流特性以及电感电阻与功率通路其它电阻的比值，调节LIR值，以获得最佳特性。如果电感电阻较高，可适当增大纹波，以减少所需的线圈匝数或增大线圈直径。如果电感电阻较小，则可增大电感，以减小峰值电流，降低整个功率通路的损耗。如果选择的是LCD屏中使用的非常薄的高阻值电感，最佳LIR可能增大到0.5至1.0。

电感物理特性确定后，应求出较高和较低的电感值，以便在典型工作区域内获得更高的效率。

利用典型输入电压(V_{IN})、最大输出电流($I_{MAIN(MAX)}$)、预期效率(η_{TYP} ，取自典型工作特性中的相应曲线)，结合上述讨论确定的LIR，可近似计算电感值：

$$L = \left(\frac{V_{IN}}{V_{MAIN}} \right)^2 \times \left(\frac{V_{MAIN} - V_{IN}}{I_{MAIN(MAX)} \times f_{OSC}} \right) \times \left(\frac{\eta_{TYP}}{LIR} \right)$$

在适当的电感系列中选择一个有效的电感值。根据能量守恒定律以及典型工作特性中有关曲线提供的特定工作点下的期望效率(η_{MIN})，计算最小输入电压 $V_{IN(MIN)}$ 下的最大输入直流电流：

$$I_{IN(DC,MAX)} = \frac{I_{MAIN(MAX)} \times V_{MAIN}}{V_{IN(MIN)} \times \eta_{MIN}}$$

计算该工作点的纹波电流和电感峰值电流：

$$I_{RIPPLE} = \frac{V_{IN(MIN)} \times (V_{MAIN} - V_{IN(MIN)})}{L \times V_{MAIN} \times f_{OSC}}$$

$$I_{PEAK} = I_{IN(DC,MAX)} + \frac{I_{RIPPLE}}{2}$$

电感的额定饱和电流和MAX8739的LX限流(I_{LIM})应大于 I_{PEAK} ，电感的额定直流电流应大于 $I_{IN(DC,MAX)}$ 。为了达到较高效率，应选择串联电阻小于 0.1Ω 的电感。

针对图1所示的典型工作电路，最大负载电流($I_{MAIN(MAX)}$)为300mA，输出电压为8V，输入电压的典型值为2.5V。LIR取0.4，该工作点的效率约为85%。

$$L = \left(\frac{2.5V}{8V} \right)^2 \times \left(\frac{8V - 2.5V}{0.3A \times 1.2MHz} \right) \times \left(\frac{0.85}{0.4} \right) \approx 3.0\mu H$$

电路的输入电压取最小值(2.2V)，该工作点的效率为80%，可得：

$$I_{IN(DC,MAX)} = \frac{0.3A \times 8V}{2.2V \times 0.8} \approx 1.36A$$

纹波电流和峰值电流为：

$$I_{RIPPLE} = \frac{2.2V \times (8V - 2.2V)}{3.0\mu H \times 8V \times 1.2MHz} \approx 0.44A$$

$$I_{PEAK} = 1.36A + \frac{0.44A}{2} \approx 1.58A$$

输出电容器选择

总输出电压纹波由两部分组成：输出电容充电、放电引起的容性纹波，以及电容的ESR引起的阻性纹波：

$$V_{RIPPLE} = V_{RIPPLE(C)} + V_{RIPPLE(ESR)}$$

$$V_{RIPPLE(C)} \approx \frac{I_{MAIN}}{C_{OUT}} \times \left(\frac{V_{MAIN} - V_{IN}}{V_{MAIN} \times f_{SW}} \right)$$

和：

$$V_{RIPPLE(ESR)} \approx I_{PEAK} \times RESR$$

其中 I_{PEAK} 是峰值电感电流(参见电感选择部分)。对于陶瓷电容，其输出电压纹波通常取决于 $V_{RIPPLE(C)}$ 。同时还应考虑输出电容的额定电压和温度特性。

输入电容器选择

输入电容(C_{IN})可降低吸收输入电源的电流尖峰，并降低注入IC的噪声。由于在一般实验室装置的源阻抗较大，因此在典型工作电路(图1)中采用两个 $10\mu F$ 的陶瓷电容。而升压调节器通常直接与另一个稳压电源输出连接，因此在实际应用中的源阻抗要小得多。通常， C_{IN} 可以低于典型工作电路的电容值。选择适当的 C_{IN} ，确保在IN端得到低噪声电源。如果IN端的 C_{IN} 采用RC低通滤波器去耦，则容许输入电压有较大的变化范围(见图1)。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

MAX8739

整流二极管

MAX8739的高开关频率需要高速整流器。由于肖特基二极管具有较快的恢复时间以及较低的正向电压，因此在大多数应用中，推荐使用肖特基二极管。通常，3A的肖特基二极管可以很好地配合内部MOSFET工作。

输出电压调节

升压调节器的输出电压通过输出端(V_{MAIN})和AGND之间的电阻分压网络调节，其电阻分压网络的中心抽头接FB (参见图1)。R2在10k Ω 和50k Ω 之间选择。采用下列公式计算R1：

$$R1 = R2 \times \left(\frac{V_{MAIN}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

其中， V_{FB} (升压调节器的反馈设置点)为1.236V。R1和R2应靠近IC放置。

环路补偿

选择 R_{COMP} 设置高频积分增益，以提供快速瞬态响应。选择 C_{COMP} (图1中的C13)设置积分器零点，以保持环路的稳定性。

对于较低ESR的输出电容，可采用以下公式获得稳定的性能和较好的瞬态响应：

$$R_{COMP} \approx \frac{315 \times V_{IN} \times V_{OUT} \times C_{OUT}}{L \times I_{MAIN(MAX)}}$$

$$C_{COMP} \approx \frac{V_{OUT} \times C_{OUT}}{10 \times I_{MAIN(MAX)} \times R_{COMP}}$$

若想获得更好的瞬态响应，可以20%的步长改变 R_{COMP} ，以50%的步长改变 C_{COMP} ，同时观察瞬态响应波形。

应用信息

功耗

IC的最大耗散功率取决于管芯到周围环境的热阻和环境温度，热阻与IC封装、PCB的覆铜面积以及散热条件、空气流通状况有关。

MAX8739底部的裸焊盘焊接到PCB面积为1in²的覆铜区，在+70°C、静止空气中，能够耗散大约1.7W的功率。更大的PCB覆铜面积、更低的环境温度或良好的空气流通环境可提高散热能力；更小的覆铜区或更高的环境温度则会降低IC的散热能力。功耗主要来自升压调节器以及运算放大器所消耗的功率。

升压调节器

升压调节器的最大功耗由内部MOSFET、电感和输出二极管产生。如果升压调节器的效率为90%，则有大概3%到5%的功耗由有内部MOSFET产生，3%到4%的损耗由电感产生，大约1%的损耗由输出二极管产生，剩下的1%到3%的损耗由输入、输出电容和PCB引线产生。如果输入功率为5W，那么内置MOSFET的功耗大概为150mW到250mW之间。

运算放大器

运算放大器上的功耗与其输出电流、输出电压和电源电压相关：

$$PDSOURCE = I_{OUT_SOURCE} \times (V_{SUP} - V_{OUT_})$$

$$PDSINK = I_{OUT_}(SINK) \times V_{OUT_}$$

其中， I_{OUT_SOURCE} 是运算放大器的源出电流， $I_{OUT_}(SINK)$ 是运算放大器的吸入电流。

典型应用中，电源电压为10V，输出电压为5V，源出电流为30mA，功耗为150mW。

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

PCB布局与接地考虑

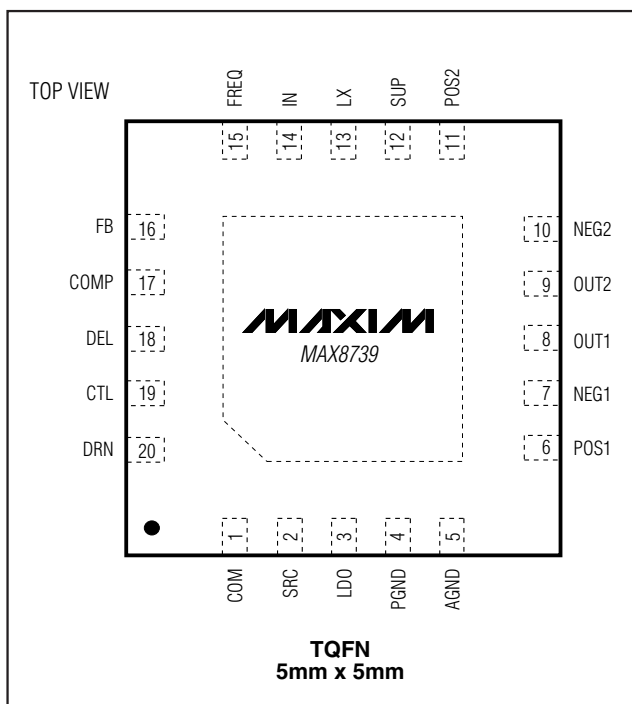
仔细的PCB布局对保证电路正确工作非常重要。按照以下准则可实现良好的PCB布局：

- 1) 尽可能减小大电流环路的面积。将升压调节器的电感、二极管以及输出电容紧靠其输入电容、LX和GND引脚放置。输入大电流环路从输入电容正极开始，经过电感、到达IC的LX引脚，流出PGND，最后回到输入电容负极。输出大电流环路从输入电容正极开始，经过电感、输出二极管(D1)、输出电容正极，最后通过输出电容和输入电容接地端返回。采用短且宽的布线连接这些环路的元件，在大电流环路中应避免使用过孔。如果不能避免的话，应采用多个并行过孔，以降低电阻和电感。
- 2) 采用一个功率地岛(PGND)，包括输入、输出电容接地端和PGND引脚及其它电荷泵元件。采用短而宽、尽可能小的接地平面将它们连接起来。采用尽可能宽的功率地引线，以提高效率、降低输出电压纹波和噪声尖峰。用一个模拟地层(AGND)连接AGND引脚、反馈分压网络的接地端、COMP和DEL电容的接地端、SUP和LDO旁路电容的接地端以及器件底部的裸露焊盘。将两个接地引脚直接连接至裸露焊盘，实现AGND和PGND岛的连接。除此之外，这些分离的地层之间不要进行其它连接。
- 3) 反馈分压电阻应尽可能靠近反馈引脚放置。分压网络中心抽头引线应尽量短。如果电阻放置较远，较长的FB引线会成为拾取开关噪声的天线。需要注意：应避免将反馈线靠近LX或电荷泵的开关节点。
- 4) IN和LDO引脚旁路电容应尽可能靠近器件。IN和LDO旁路电容的地应采用宽引线直接接AGND引脚。
- 5) 为获得最佳瞬态响应，输出电容与负载之间的引线要尽量短、尽可能宽。

- 6) 尽可能减小LX节点的尺寸，使用短且宽的布线。LX节点应远离反馈节点和模拟地，必要时，可以用电源线作为屏蔽。

MAX8739评估板给出了一个正确的电路板布局实例，可作为设计参考。

引脚配置



芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 4396

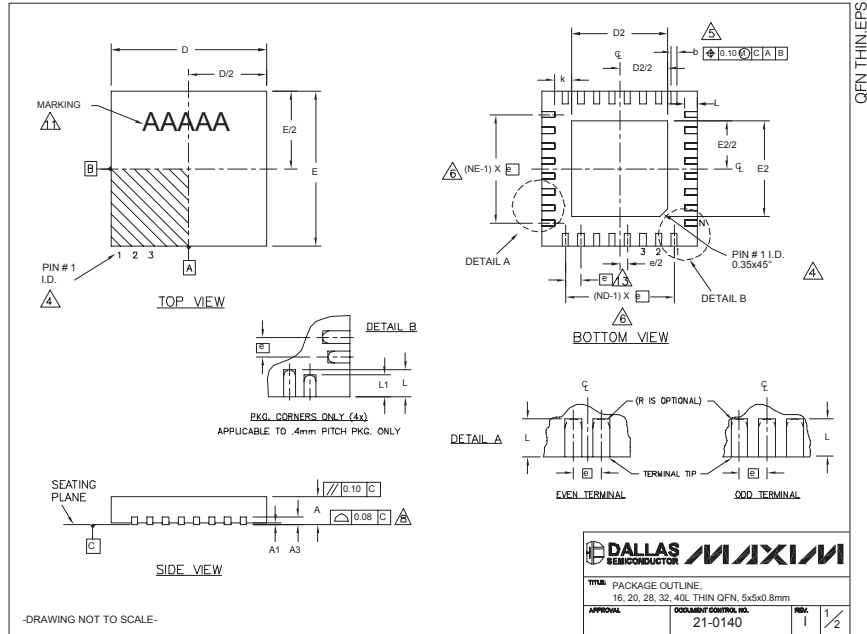
PROCESS: BiCMOS

具有运算放大器的 DC-DC转换器，用于TFT LCD

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-integrated.com/cn/packages.)

MAX8739



COMMON DIMENSIONS												
PKG.	16L 5x5			20L 5x5			28L 5x5			32L 5x5		
SYMBOL	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A3	0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35
D	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.30	0.40	0.50	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50
L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.40
N	16	20	28	32	40							
ND	4	5	7	8	10							
NE	4	5	7	8	10							
JEDEC	WHHB	WHHC	WHHD-1	WHHD-2								

EXPOSED PAD VARIATIONS												
PKG. CODES	D2			E2			L			DOWN BONDS ALLOWED		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.			
T1655-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	**	**	YES		
T1655-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	**	**	NO		
T1655N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	**	**	NO		
T2055-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	**	**	YES		
T2055-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	**	**	NO		
T2055-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	YES				
T2855-3	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	YES				
T2855-4	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES				
T2855-5	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	NO				
T2855-6	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO				
T2855-7	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES				
T2855-8	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	YES				
T2855N-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO				
T3255-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES				
T3255-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T3255-5	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES				
T3255N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T4055-1	3.20	3.30	3.40	3.20	3.30	3.40	**	YES				

NOTES:

1. DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
3. N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.

THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.

DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.

ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.

DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.

COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.

DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT EXPOSED PAD DIMENSION FOR T2855-3 AND T2855-6.

WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.

MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.

NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.

LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION "e", ± 0.05 .

-DRAWING NOT TO SCALE-

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

TITLE: PACKAGE OUTLINE.
16, 20, 28, 32, 40L THIN QFN, 5x5x0.8mm

APPROVAL

DOCUMENT CONTROL NO.
21-0140

REV. 1 2/2

**SEE COMMON DIMENSIONS TABLE

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600 19