

MAX9599

低功耗可编程Gamma缓冲器

概述

MAX9599提供多路可编程基准电压，用于TFT LCD的gamma校准。每路gamma输出均具有10位数/模转换器(DAC)和大电流缓冲器，缩短了显示关键电平和图形时输出电压的恢复时间。可精确编程的内部基准能够设置DAC的满量程电压。

该IC包含可多次编程(MTP)非易失存储器，用于存储基准数据和所有gamma输出码。

Gamma输出电压、可编程基准和非易失存储器均可通过1MHz (快速模式) I²C接口数字编程。

应用

笔记本电脑和平板TFT LCD
监视器

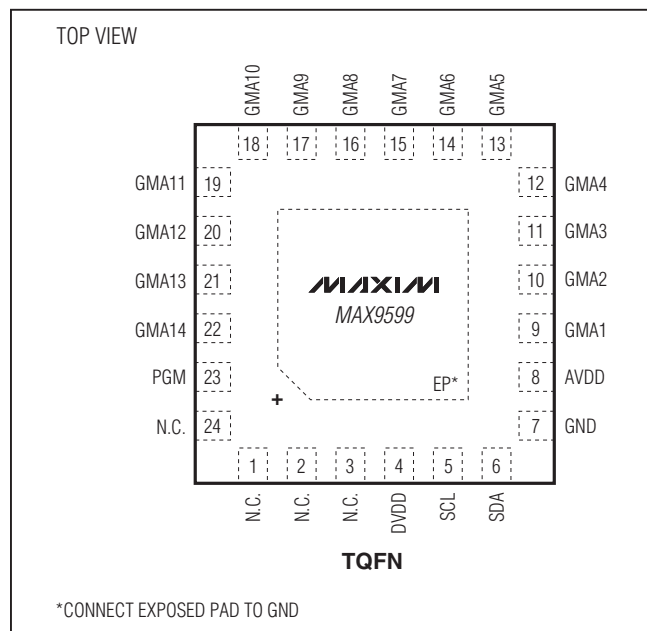
特性

- ◆ 28mW静态功耗
- ◆ 4mm x 4mm封装
- ◆ 14通道、10位可编程gamma输出
- ◆ 非易失MTP存储器(300次重复写操作)

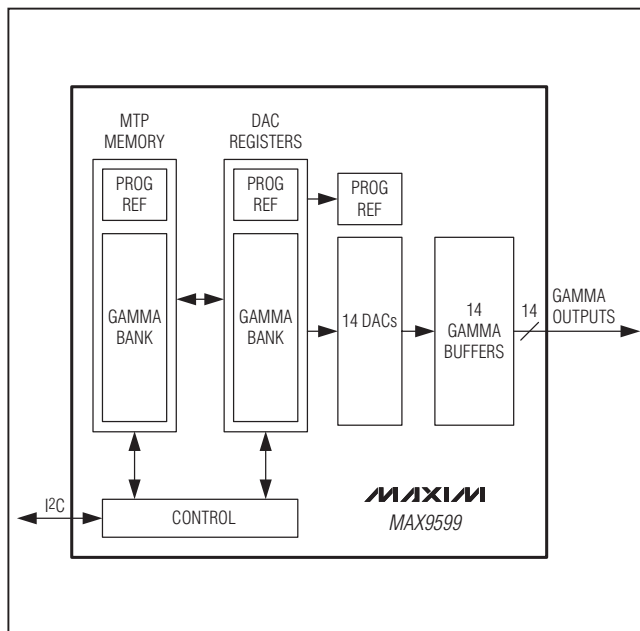
订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maxim-ic.com/MAX9599.related

引脚配置



简化框图



注：该器件的一些版本可能与发布的数据资料有偏差，请参考勘误表。通过不同销售渠道，可能同时获取多个版本的器件。关于器件勘误的更多信息，请参考：china.maxim-ic.com/errata。

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。

有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

低功耗可编程Gamma缓冲器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(All voltages are with respect to GND.)

Supply Voltages

AVDD	-0.3V to +12V
DVDD	-0.3V to +6V
PGM	-0.3V to +36V

Outputs

GMA1–GMA14	-0.3V to (V _{AVDD} + 0.3V)
------------------	-------------------------------------

Inputs

SDA, SCL	-0.3V to +6V
----------------	--------------

Continuous Current

SDA, SCL	±20mA
GMA1–GMA14	±50mA

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)

24-Pin TQFN Multilayer Board

(derate 27.8mW/°C above +70°C) 2222.2mW

Junction Temperature +125°C

Operating Temperature Range -40°C to +85°C

Storage Temperature Range -65°C to +150°C

Lead Temperature (soldering, 10s) +300°C

Soldering Temperature (reflow) +260°C

PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

TQFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) 36°C/WJunction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) 3°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

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_{AVDD} = 8V, V_{DVDD} = 2.5V, V_{PGM} = 24V, V_{GND} = 0V, programmable reference code = 800, no load, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUPPLIES						
AVDD Analog Supply Voltage Range	V _{AVDD1}	Guaranteed by PSRR	7		11	V
Digital Supply Voltage	V _{DVDD}		2.25		5.5	V
AVDD Analog Quiescent Current	I _{AVDD}			3	4	mA
Digital Quiescent Current	I _{DVDD}	No SCL or SDA transitions		1.5	2.1	mA
PGM Program Supply Voltage Range	V _{PGM}	Required when programming MTP memory only	18		33	V
PGM Supply Current	I _{PGM}	When programming MTP memory		5		mA
		Normal operation		5	16	μA
Thermal Shutdown				160		°C
Thermal Shutdown Hysteresis				15		°C
DVDD Undervoltage Lockout Threshold	UVLO_D			1.8		V

低功耗可编程Gamma缓冲器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{AVDD} = 8V$, $V_{DVDD} = 2.5V$, $V_{PGM} = 24V$, $V_{GND} = 0V$, programmable reference code = 800, no load, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PROGRAMMABLE REFERENCE (V_{PREF})						
Full-Scale Voltage		Referred to output, $T_A = +25^{\circ}C$	9.99	10	10.01	V
		$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	9.98	10	10.02	
Resolution			10			Bits
Integral Nonlinearity Error		$T_A = +25^{\circ}C$, $16 \leq \text{reference code} \leq 1008$		0.7	1.5	LSB
Differential Nonlinearity Error		$T_A = +25^{\circ}C$, $16 \leq \text{reference code} \leq 1008$		0.5	1	LSB
DAC						
Resolution			10			Bits
Integral Nonlinearity Error		$T_A = +25^{\circ}C$, $16 \leq \text{code} \leq 1008$		0.5	1	LSB
Differential Nonlinearity Error		$T_A = +25^{\circ}C$, $16 \leq \text{code} \leq 1008$		0.5	1	LSB
GAMMA OUTPUTS						
Short-Circuit Current		Output connected to either supply rail		50		mA
Total Output Error		$T_A = +25^{\circ}C$, code = 768		2		mV
Load Regulation		$-5mA \leq I_{LOAD} \leq +5mA$, code = 768		0.5		mV/mA
Low Output Voltage		Sinking 2mA, referred to lower supply rail		0.15	0.2	V
High Output Voltage		Sourcing 2mA, referred to upper supply rail	-0.25	-0.15		V
Power-Supply Rejection Ratio		Code = 768, $V_{AVDD} = 7V$ to $11V$	60	90		dB
		Code = 768, frequency = 120kHz		34		
Output Resistance		Buffer is disabled		154		k Ω
Maximum Capacitive Load		Placed directly at output		100		pF
Settling Time		Settling to 0.5 LSB, $C_{LOAD} = 50pF$, 0 to 15mA load step		2		μs
Noise		RMS noise (10MHz bandwidth)		375		μV
MTP MEMORY						
Maximum Writes to Each Register				300		Times
MTP Write Time		Per 10-bit register programmed		35		ms
MTP Transfer Time		Time to transfer all data to DAC registers		400		μs

Note 2: 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Specifications over temperature limits are guaranteed by design.

低功耗可编程Gamma缓冲器

DIGITAL I/O CHARACTERISTICS

(V_{DVDD} = 2.5V, V_{GND} = 0V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input High Voltage	V _{IH}		0.7 × V _{DVDD}			V
Input Low Voltage	V _{IL}				0.3 × V _{DVDD}	V
Hysteresis of Schmitt Trigger Inputs	V _{HYS}		0.05 × V _{DVDD}			V
Low-Level Output Voltage	V _{OL}	Open drain, I _{SINK} = 3mA	0		0.4	V
Low-Level Output Current	I _{OL}	V _{OL} = 0.4V	20			mA
Input Leakage Current	I _{IH} , I _{IL}	V _{IN} = 0V or DVDD	-10	+0.01	10	μA
Input Capacitance				5		pF
Power-Down Input Current	I _{IN}	V _{DVDD} = 0V, V _{IN} = 1.98V	-10		+10	μA

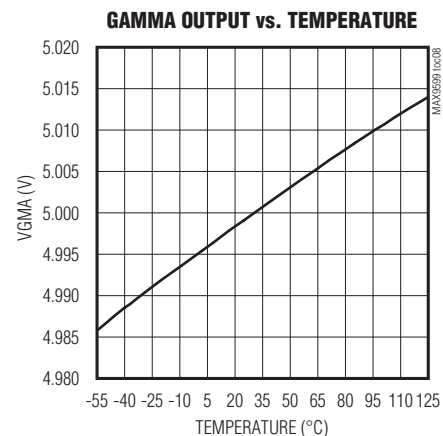
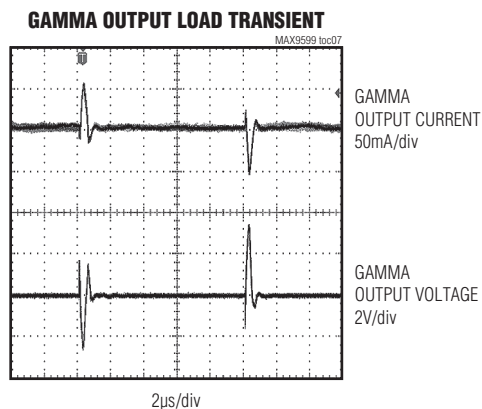
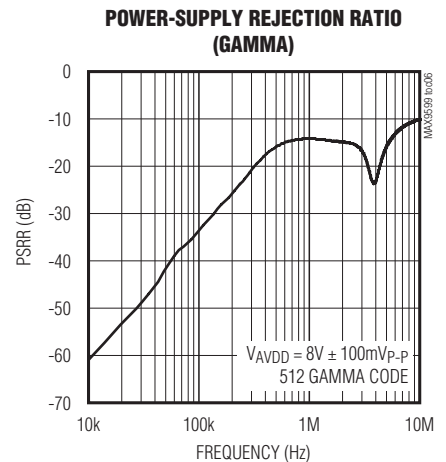
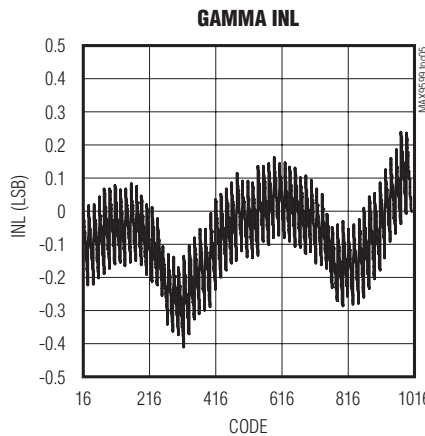
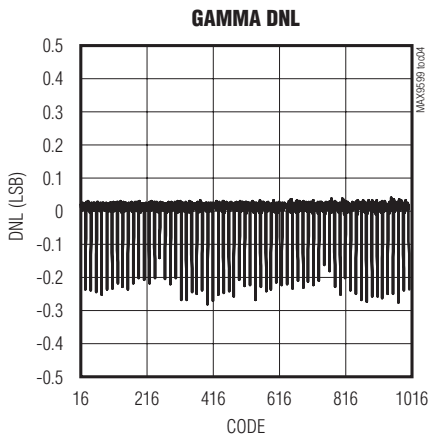
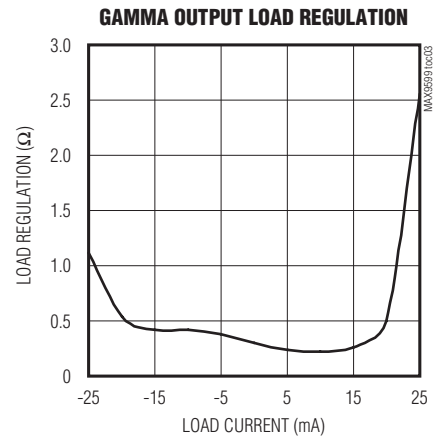
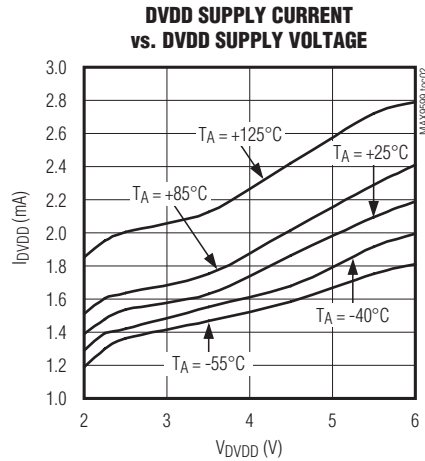
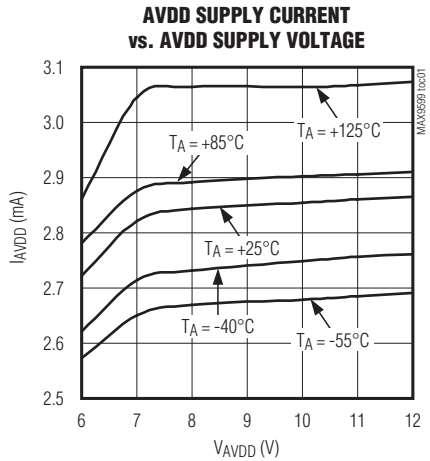
I²C TIMING CHARACTERISTICS(V_{DVDD} = 2.5V, V_{GND} = 0V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Serial-Clock Frequency	f _{SCL}		0		1000	kHz
Hold Time (REPEATED) START Condition	t _{HD,STA}	After this period, the first clock pulse is generated	0.26			μs
SCL Pulse-Width Low	t _{LOW}		0.5			μs
SCL Pulse-Width High	t _{HIGH}		0.26			μs
Setup Time for a REPEATED START Condition	t _{SU,STA}		0.26			μs
Data Hold Time	t _{HD,DAT}	I ² C bus devices	0			ns
Data Setup Time	t _{SU,DAT}		50			ns
SDA and SCL Receiving Rise Time	t _R				120	ns
SDA and SCL Receiving Fall Time	t _F				120	ns
SDA Transmitting Fall Time	t _F				140	ns
Setup Time for STOP Condition	t _{SU,STO}		0.26			μs
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}		0.5			μs
Bus Capacitance	C _B				550	pF
Data Valid Time	t _{VD,DAT}				0.45	μs
Data Valid Acknowledge Time	t _{VD,ACK}				0.45	μs
Pulse Width of Suppressed Spike	t _{SP}		0		50	ns

低功耗可编程Gamma缓冲器

典型工作特性

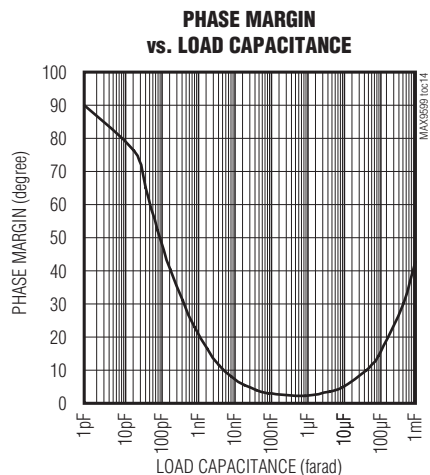
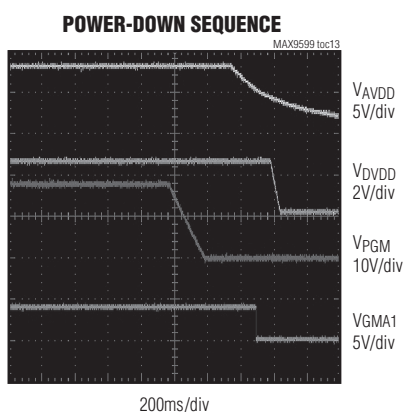
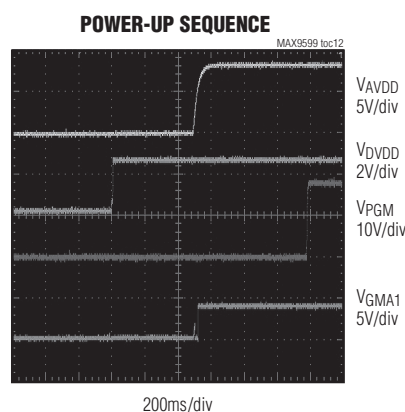
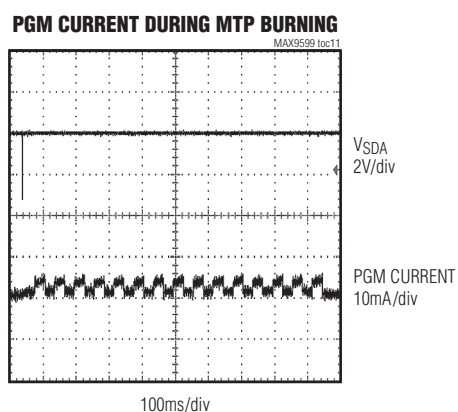
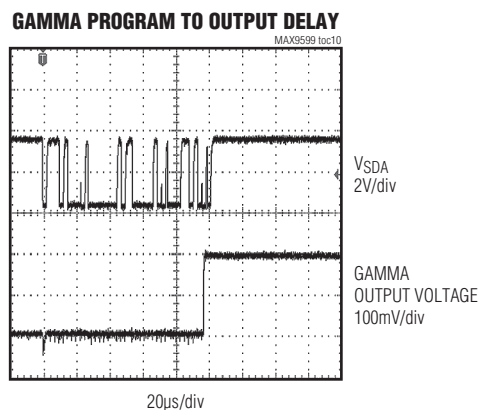
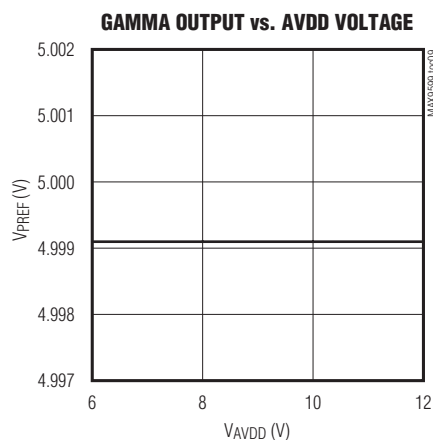
($V_{AVDD} = 8V$, $V_{DVDD} = 2.5V$, $V_{GND} = 0V$, Programmable Reference Code = 800, no load, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.)



低功耗可编程Gamma缓冲器

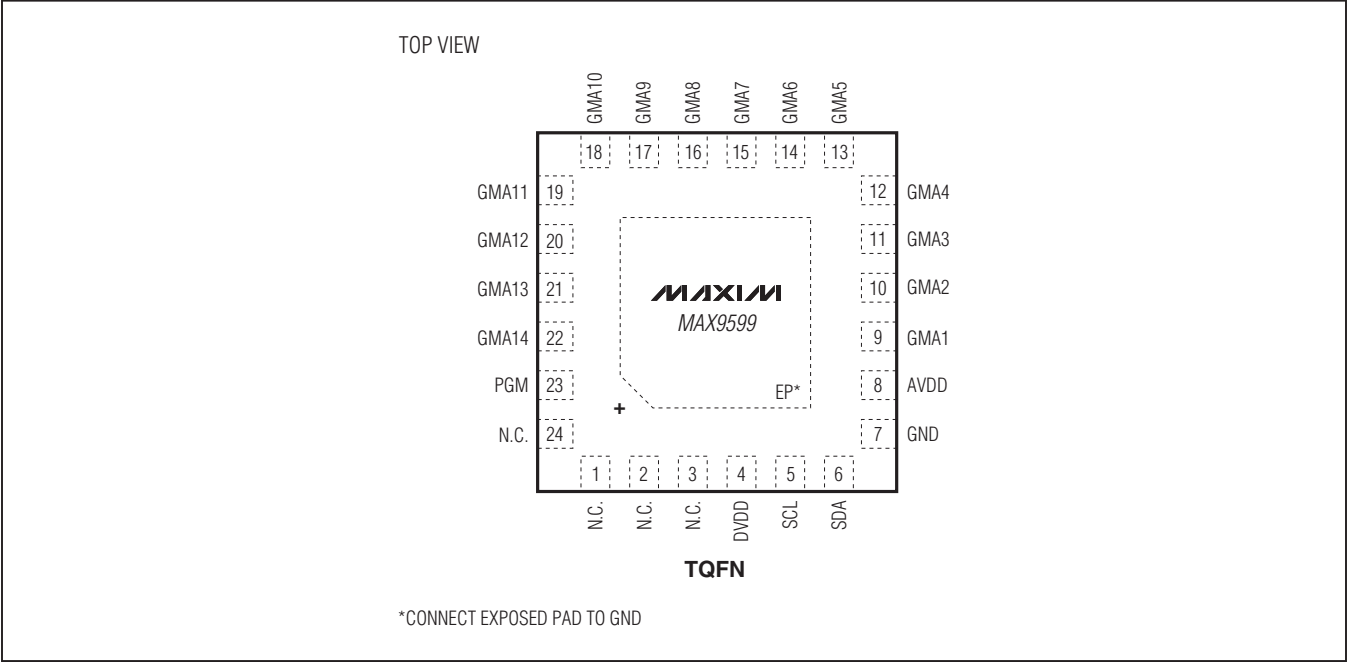
典型工作特性(续)

($V_{AVDD} = 8V$, $V_{DVDD} = 2.5V$, $V_{GND} = 0V$, Programmable Reference Code = 800, no load, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)



低功耗可编程Gamma缓冲器

引脚配置



引脚说明

引脚	名称	功能
1, 2, 3, 24	N.C.	无内部连接。
4	DVDD	数字电源。利用0.1μF电容将DVDD旁路至GND。
5	SCL	I ² C兼容串行时钟输入。
6	SDA	I ² C兼容串行数据输入/输出。
7	GND	接地引脚。必须连接至电路板GND。
8	AVDD	模拟电源。利用0.1μF电容将AVDD旁路至GND。
9	GMA1	Gamma DAC模拟输出1。
10	GMA2	Gamma DAC模拟输出2。
11	GMA3	Gamma DAC模拟输出3。
12	GMA4	Gamma DAC模拟输出4。
13	GMA5	Gamma DAC模拟输出5。
14	GMA6	Gamma DAC模拟输出6。
15	GMA7	Gamma DAC模拟输出7。
16	GMA8	Gamma DAC模拟输出8。
17	GMA9	Gamma DAC模拟输出9。

低功耗可编程Gamma缓冲器

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
18	GMA10	Gamma DAC模拟输出10。
19	GMA11	Gamma DAC模拟输出11。
20	GMA12	Gamma DAC模拟输出12。
21	GMA13	Gamma DAC模拟输出13。
22	GMA14	Gamma DAC模拟输出14。
23	PGM	编程电源引脚。仅编程MTP存储器时需要。编程MTP存储器时，通常需要5mA电流。
—	EP	裸焊盘。EP必须连接至电路板GND。

详细说明

MAX9599包含14路10位完全可编程gamma DAC及缓冲器。Gamma输出缓冲器提供快速瞬态响应，避免由于源出驱动器电荷注入和其它瞬态引起的显示问题。此外，gamma输出缓冲器能够驱动较大的容性负载。

MAX9599集成了用于DAC的可编程基准电压(VPREF)，无需外部基准。满幅可编程基准电压精度为±0.1%，分辨率为10位。可编程基准电压具有非常高的直流和交流电源抑制。

可编程基准

MAX9599具有内部可编程基准，以输出为参考时，满幅电压为10V (±0.1%)。基准电压按下式计算：

$$VPREF = (10V \times CODE)/1024$$

式中，CODE为内部寄存器(0至1023)储存的数值。注意，由于CODE的最大值为1023，而非1024，所以VPREF不会达到10V。

由于内部PREF电路为低压，PREF数值与AVDD电源电压无关，不需要提供电压裕量。例如，AVDD电源为8V时，PREF可设置在高达10V；由于gamma缓冲器将AVDD作为正电源，实际gamma输出电压将受限於AVDD。

10位数/模转换器

VPREF设置DAC的满幅输出。采用下式确定输出电压：

$$VGMA_ = (VPREF \times CODE)/1024$$

式中，CODE为DAC二进制输入编码的数值(0至1023)。

注意，由于CODE的最大值总比基准小一个LSB，所以DAC永远不会输出VPREF。

Gamma缓冲器

在行变化或极性切换时，源极驱动器会在缓冲器输出产生较大的反冲电流。DAC输出缓冲器可源出/吸入50mA的峰值瞬态电流，能够在显示临界电平和图案时缩短输出电压的恢复时间。

多次编程(MTP)非易失存储器

IC具有非易失存储器，用于片内储存gamma和基准值。每个寄存器可重复写入最多300次。写MTP存储器要求三个电源(AVDD、DVDD和PGM)的电压均高于其最小电压；否则将忽略MTP写命令。

读MTP仅要求DVDD供电，上电时，一旦DVDD高于最小电压，MTP存储器值可自动送至DAC寄存器。

低功耗可编程Gamma缓冲器

编程引脚(PGM)

IC具有编程引脚，在MTP存储器编程时要求高压供电。编程MTP存储器时，PGM引脚在整个编程期间必须高于其最小电压，电源应能够源出高达20mA的电流。没有编程MTP存储器时，PGM引脚吸入电流非常小，引脚电压的幅度也无关紧要。

上电复位(POR)/上电

IC包含POR电路，确保所有寄存器在上电时复位到确定状态。一旦DVDD上升至UVLO门限以上，POR电路将释放寄存器，正常工作。如果内部电源降至门限以下，IC寄存器数值不确定。上电或POR事件后，MTP存储器的gamma数据传送到DAC寄存器之前，输出(GMA1至GMA14)为高阻态。

列驱动器保护

上电以及在有效数据写入寄存器之前，IC工作在安全模式，以保护列驱动器。该模式下，14路gamma输出保持为高阻。一旦来自MTP存储器的有效数据写入所有I²C寄存器，则使能输出缓冲器。

SMBus是Intel Corp.的商标。

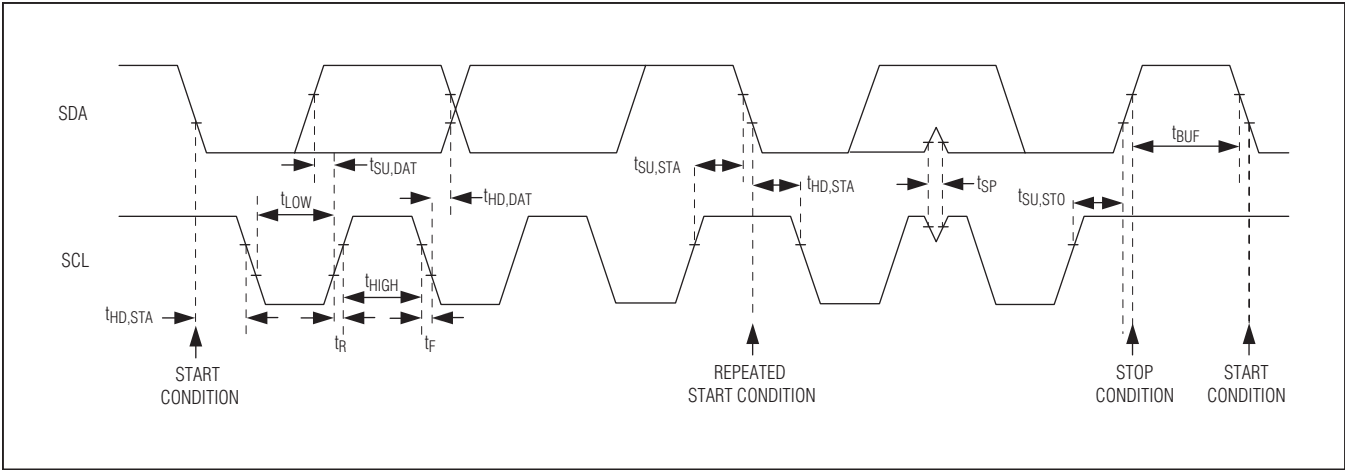


图1. I²C接口时序图

热关断

IC具有温度滞回热关断保护。管芯温度达到+165°C时，禁止gamma输出(高阻)。管芯温度下降15°C后，重新使能输出。

I²C串行接口

IC采用I²C/SMBus™兼容的2线串行接口，包括一根串行数据线(SDA)和一根串行时钟线(SCL)。图1所示为2线接口时序图。

上拉电阻和输入保护

SDA和DVDD之间需要大于500Ω的上拉电阻。SCL仅作为输入工作。如果总线上有多个主控制器，或者单控制器具有开漏SCL输出，SCL上则需要一个大于500Ω的上拉电阻。SDA和SCL线上的串联电阻是可选的。串联电阻保护器件的数字输入免受总线上高压毛刺的损坏，并最大程度降低总线信号的串扰和下冲。

低功耗可编程Gamma缓冲器

位传输

每个SCL周期传输一个数据位。在SCL脉冲高电平期间，SDA上的数据必须保持稳定。SCL为高电平时，SDA上的变化为控制信号，参见START和STOP条件部分。I²C总线空闲时，SDA和SCL为空闲高电平状态。

START和STOP条件

主控制器通过发送START (S)条件来启动通信，START条件是SCL为高电平时，SDA由高到低的跳变。STOP (P)条件是SCL为高时，SDA由低到高的跳变。来自于主控制器的START条件通知IC开始传输。主控制器通过发送STOP条件终止传输并释放总线。如果产生的是REPEATED START (Sr)条件而不是STOP条件，则总线保持有效。

提前STOP条件

IC在数据传输期间可随时识别STOP条件，除非STOP条件与START条件出现在同一高电平脉冲。为了正常工作，请勿在与START条件相同的SCL高电平脉冲期间发送STOP条件。

应答

在写入模式时，应答位(ACK)是第9个时钟位，是IC对其接收的每个数据字节的握手信号(图3)。如果成功地接收了之前的字节，那么IC在主控制器产生的第9个时钟脉冲期间

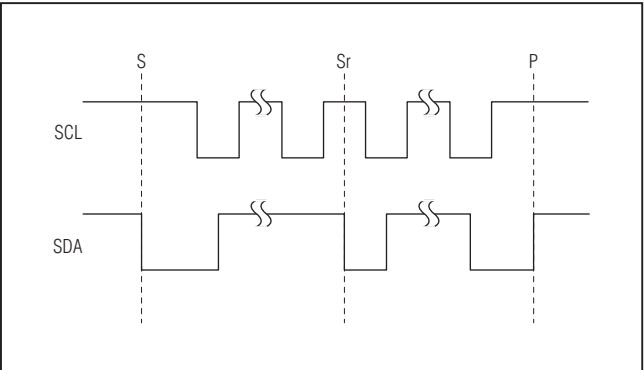


图2. START、STOP和REPEATED START条件

内拉低SDA。监测ACK可以检测失败的数据传输。如果接收器件忙或者系统发生故障，则会出现失败的数据传输。若数据传输失败，总线主控制器会重试通信。

当IC处于读模式时，在第9个时钟脉冲期间，主控制器拉低SDA来应答数据的接收。每次读取字节后，主控制器均发送应答信号，使数据继续传输。当主控制器从IC读取数据的最后字节时，发送非应答(NACK)，随后是STOP条件。

从地址

从地址定义为7个最高有效位(MSB)，后边跟读/写(R/W)控制位。R/W位置1将IC配置为读模式。R/W位置0将IC配置为写模式。该地址是在START条件后发送到IC的信息的第一个字节。IC从地址由内部设置。表1所示为可能的IC地址。

表1. IC的从地址

READ ADDRESS	WRITE ADDRESS
E9h (11101001)	E8h (11101000)

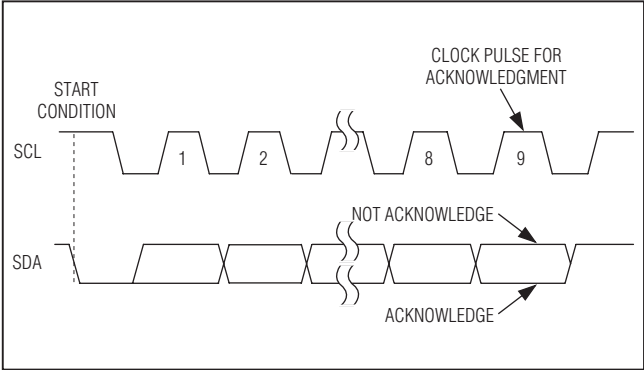


图3. 应答

低功耗可编程Gamma缓冲器

10位寄存器结构

IC具有10位寄存器，每次传输都需要读或写两个数据字节(16位)。只有10个最低有效位(LSB)写入寄存器(表2)。写操作期间，从输入数据流中剥离出写控制位(两个MSB)，并用于确定是否更新MTP或DAC寄存器(表3)。

向IC写入数据

写控制位

接收到写控制位时对其进行使用，所以只应在写操作发送的最后数据字中对其进行设置。在控制位被设置为01或10的字之后接收到的数据被忽略，如果需要写更多数据，必须采用一次新的I²C传输。

写命令格式

IC的写操作包括发送START条件、从地址(R/W位置0)、用来配置内部寄存器地址指针的1个数据字节、1个或多个数据字(2字节)和STOP条件。图4所示为向IC写入1个数据字时的正确帧格式，图5所示为向IC写入多个数据字时的帧格式。

表2. 数据寄存器结构

B15	B14	B13	B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
W1	W0	X	X	X	X	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0

注：10个LSB为10位数据，2个MSB为写控制位，决定是否更新DAC寄存器或MTP寄存器。

表3. 写控制位

W1	W0	ACTION
0	0	No update.
0	1	MTP register(s) are updated when the current 16-bit data word is received. See the <i>Multiple-Time Programmable (MTP) Nonvolatile Memory</i> section for more details.
1	0	DAC register(s) are updated when the current 16-bit data word is received.
1	1	No update.

注：每个10位写命令中都有这两位。只要接收到的16位数据字中的这两位被设置为0b01或0b10，将更新MTP寄存器或DAC寄存器。

低功耗可编程Gamma缓冲器

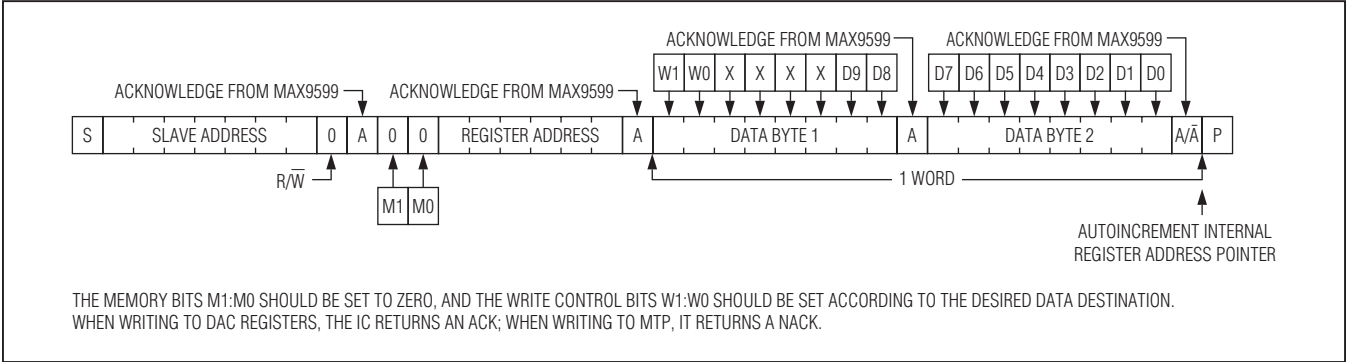


图4. 写一个数据字到IC的DAC或MTP寄存器

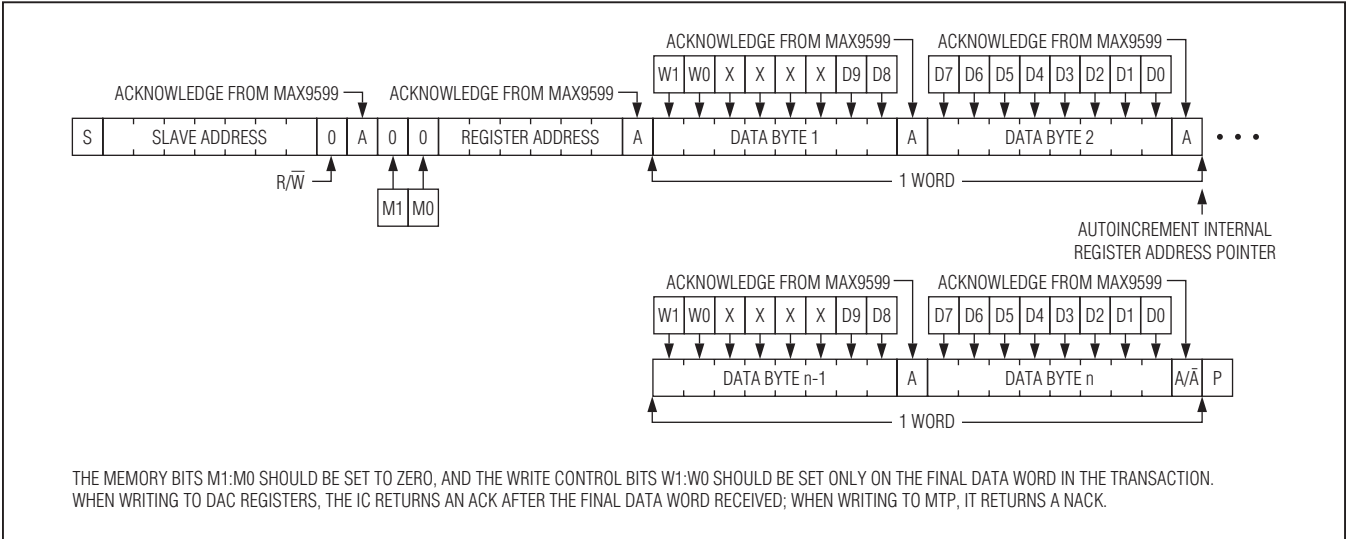


图5. 写多个数据字到IC的DAC或MTP寄存器

写MTP存储器

编程MTP寄存器时，将以相同的编码自动更新DAC寄存器和输出电压。可同时设置、更新全部输出。然而，根据MTP寄存器的数量，将数值储存在MTP存储器时需要长达430ms的时间。在此期间，禁止使用IC的I²C总线，来自主控制器的所有通信被延迟，直到MTP完成编程。I²C主控制器与IC之间的任何通信都不进行应答。

从IC读数据

读数据格式

从IC读数据需要主控制器通过发写命令(从地址，R/W位置0)预设地址指针，后边跟相应的寄存器地址。然后发送一个REPEATED START条件，后边跟读命令(从地址，R/W位置1)。然后IC发送数据，从指定的寄存器内容开始。发

低功耗可编程Gamma缓冲器

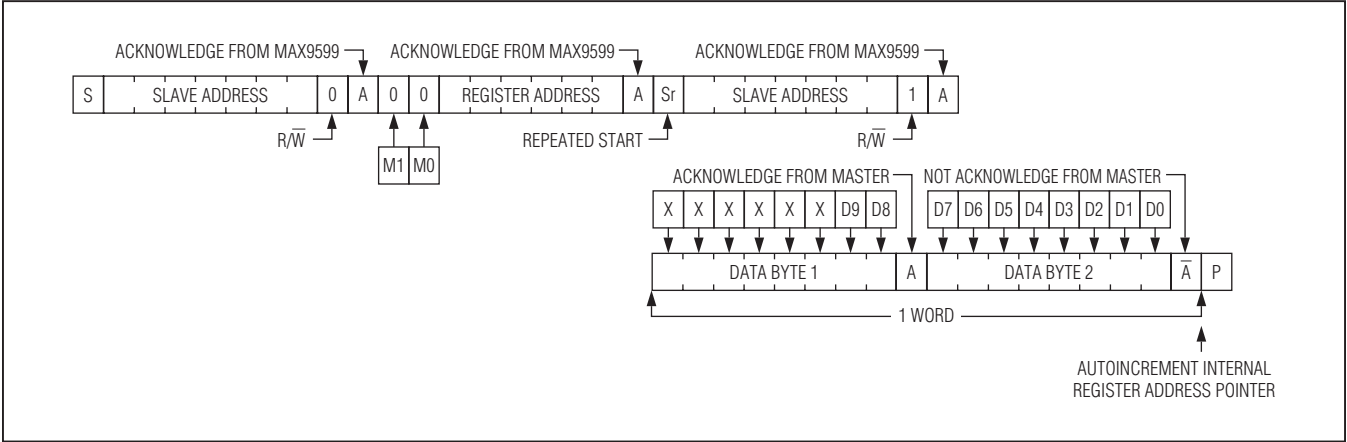


图6. 从IC读取1个字的数据

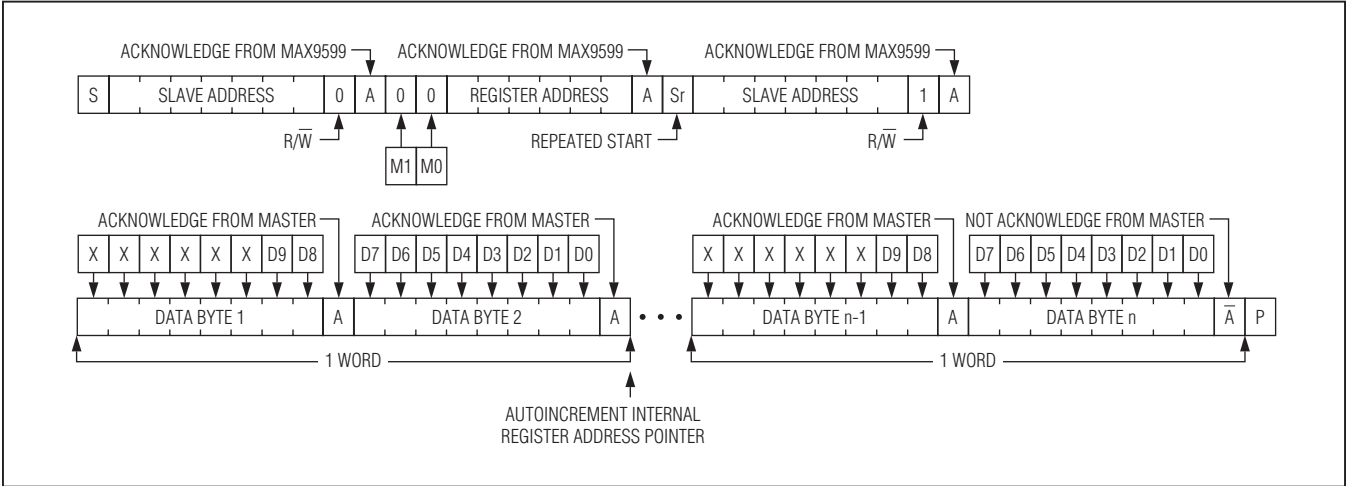


图7. 从IC读取多个字的数据

送每个数据字(2字节)之后，地址指针自动递增。这种自动递增功能使得在一个连续帧内即可连续读取全部的寄存器。

读数据字节的任意过程中，可发送STOP条件。STOP条件不复位地址指针，所以随后的读操作从之前停止的位置开始读取。

I²C主控制器必须应答除最后一个字节之外所有接收到的数据字节。最后一个字节后边必须跟来自于主控制器的非

应答，然后是STOP条件。[图6](#)和[图7](#)所示为从IC读数数据的帧格式。

从MTP存储器读数据

为了读取MTP存储器中的数据，需要首先将存储器数据传输至DAC寄存器，然后根据本节说明读取DAC寄存器。更多信息请参见[用MTP存储器更新DAC输出](#)部分。

低功耗可编程Gamma缓冲器

用MTP存储器更新DAC输出

能够从对应的MTP寄存器将编码传送到单个DAC寄存器，或一次更新所有DAC寄存器。该过程涉及到设置存储器传输位、随I²C寄存器地址发送的两个MSB。图8和图9为存储器捕获命令的图示说明。

存储器传输位

表4所示的存储器传输位用于设置该功能。这两位作为标准读或写命令的一部分，随I²C寄存器地址字节发送。

寄存器和位说明

表5所示为IC寄存器映射图，MTP存储器中为出厂默认编程值。每个寄存器地址指向一个10位数据寄存器，必须通过I²C接口采用两个完整字节进行读和写。最低有效字节(LSB)为10位数据的低8位，最高有效字节(MSB)为高2位，如表2所示。

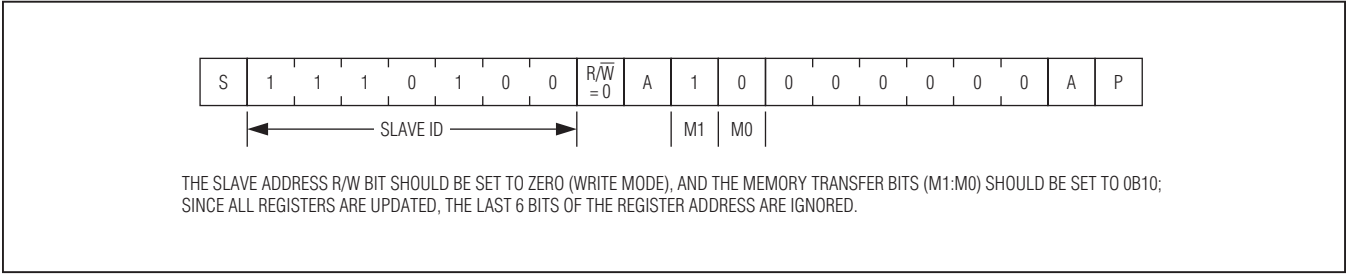


图8. 用MTP存储器数据更新全部DAC寄存器(通用采集命令)

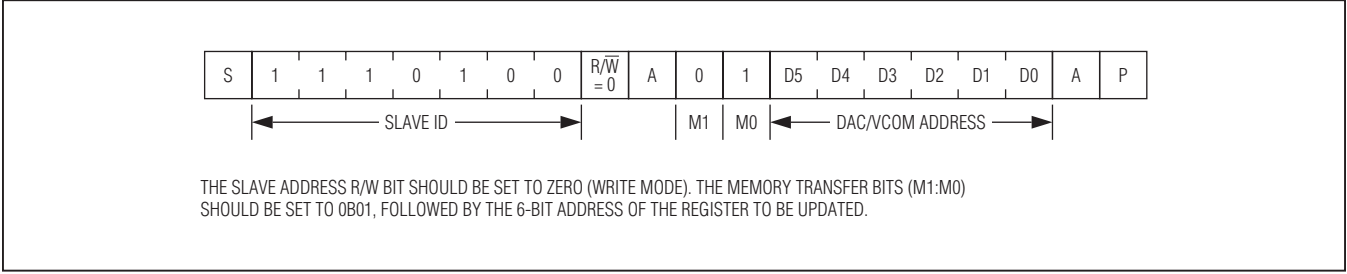


图9. 用MTP存储器数据更新单个DAC寄存器(单采集命令)

表4. MTP存储器传输位

M1	M0	ACTION
0	0	No MTP transfer.
0	1	Only the addressed DAC register is set to the corresponding MTP value.
1	0	All I ² C registers and DAC registers are set to their corresponding MTP values.
1	1	No MTP transfer.

低功耗可编程Gamma缓冲器

表5. IC的10位DAC和MTP存储寄存器详细说明

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	REGISTER DESCRIPTION	READ/WRITE?	MTP MEMORY DEFAULT VALUE
0x00	PREF	Programmable voltage reference	Read and write	0x0333
0x01	GMA1	Gamma 1	Read and write	0x03BC
0x02	GMA2	Gamma 2	Read and write	0x0377
0x03	GMA3	Gamma 3	Read and write	0x0333
0x04	GMA4	Gamma 4	Read and write	0x02EF
0x05	GMA5	Gamma 5	Read and write	0x02AB
0x06	GMA6	Gamma 6	Read and write	0x0266
0x07	GMA7	Gamma 7	Read and write	0x0222
0x08	GMA8	Gamma 8	Read and write	0x01DE
0x09	GMA9	Gamma 9	Read and write	0x019A
0x0A	GMA10	Gamma 10	Read and write	0x0155
0x0B	GMA11	Gamma 11	Read and write	0x0111
0x0C	GMA12	Gamma 12	Read and write	0x00CD
0x0D	GMA13	Gamma 13	Read and write	0x0089
0x0E	GMA14	Gamma 14	Read and write	0x0044

应用信息

电源排序

AVDD和DVDD电源引脚相互独立，能够以任意顺序上电和断电，而不会损坏IC。建议采用图10所示顺序，确保模拟输出始终处于确定状态。

上电时，只要AVDD和DVDD均高于其欠压锁定(UVLO)电压，MTP存储数据将传输到DAC寄存器。PGM输出升高后，即可编程MTP存储器。

PCB布局和接地

如果IC采用回流焊或波峰焊安装，裸焊盘的接地过孔尺寸最少应为14 mil，以确保在裸焊盘上具有足够焊料。如果IC采用阻焊层安装，过孔要求则不适用。无论哪种情况，

TQFN封装上的裸焊盘均通过低热阻通路电气连接到数字地和模拟地，以确保足够散热。不要在这些封装下方布线。裸焊盘的布局应采用多个小尺寸过孔，而不是单个大过孔，如图11所示。利用多个小过孔，可将顶层和接地层之间的热阻最小化，建议采用直径为15 mil的电镀过孔。过孔应覆以焊料，以实现良好的热性能。

电源旁路

IC采用独立的模拟电源(AVDD)和数字电源(DVDD)供电。用并联的0.1μF和10μF电容将AVDD旁路至GND。采用大面积接地，确保最优性能。用0.1μF电容将DVDD和PGM旁路至GND。0.1μF旁路电容应尽量靠近IC，并且其额定值应与电压相适应。MAX9599评估板提供了经过验证的PCB布局。

低功耗可编程Gamma缓冲器

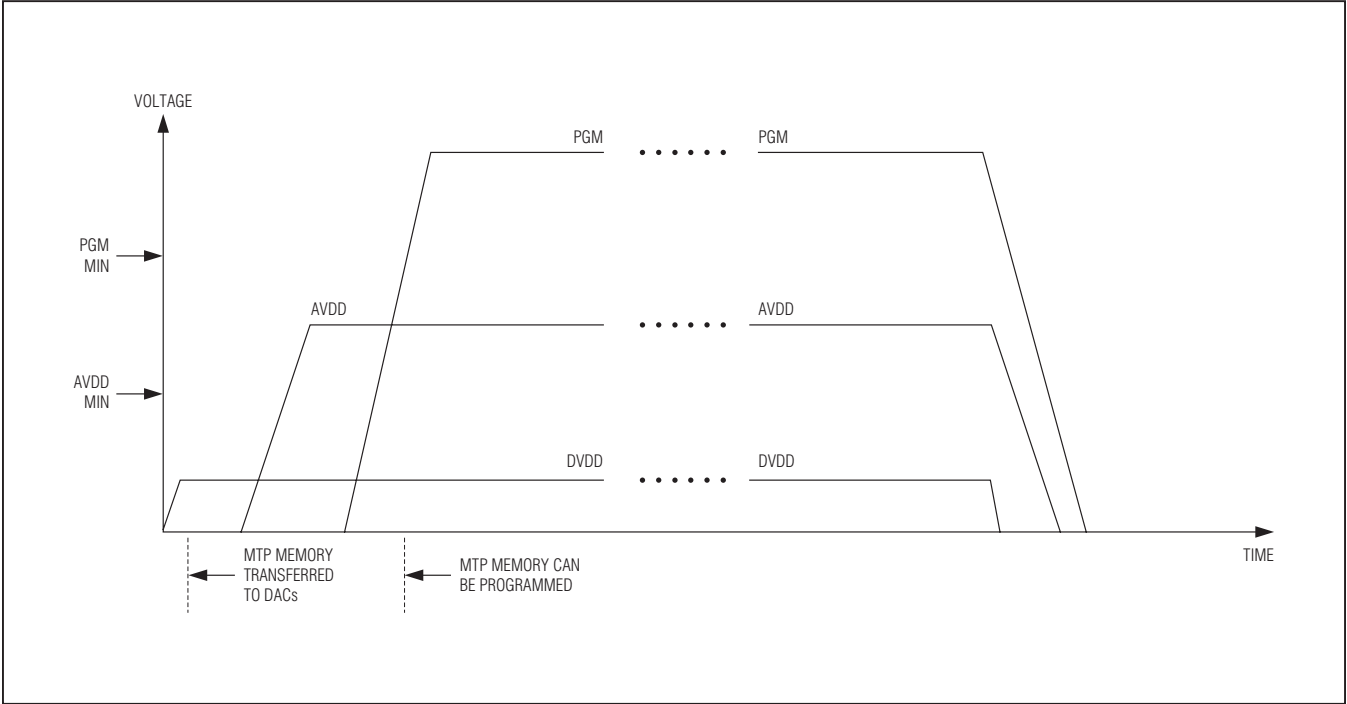


图10. 传统的上电和断电顺序

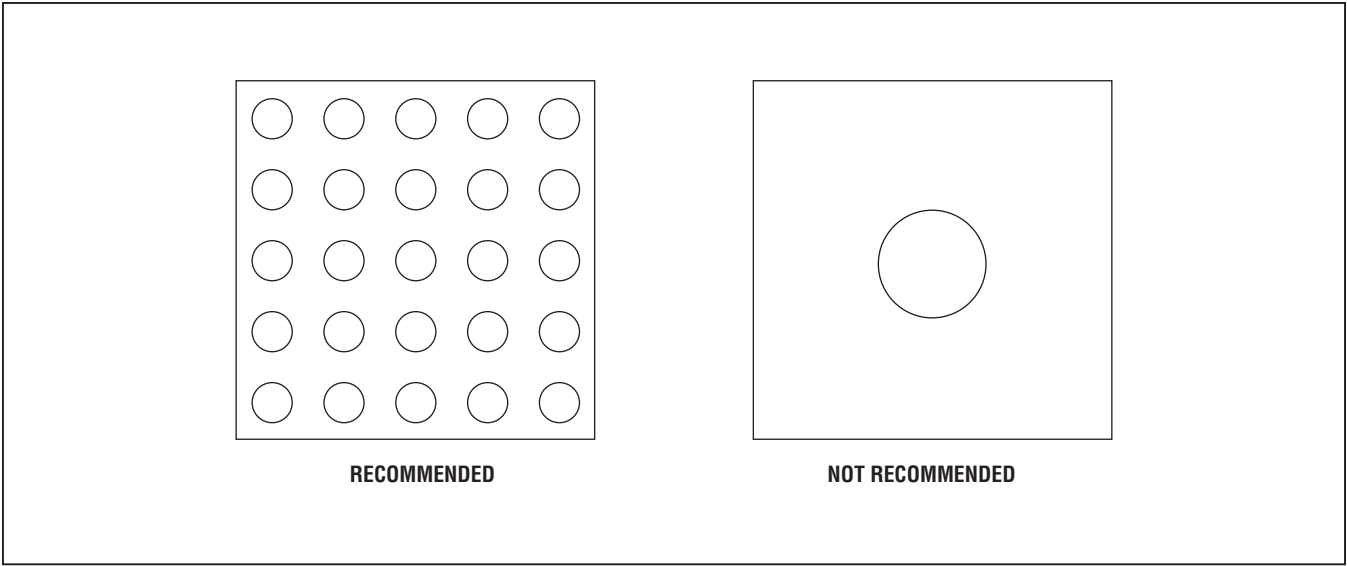
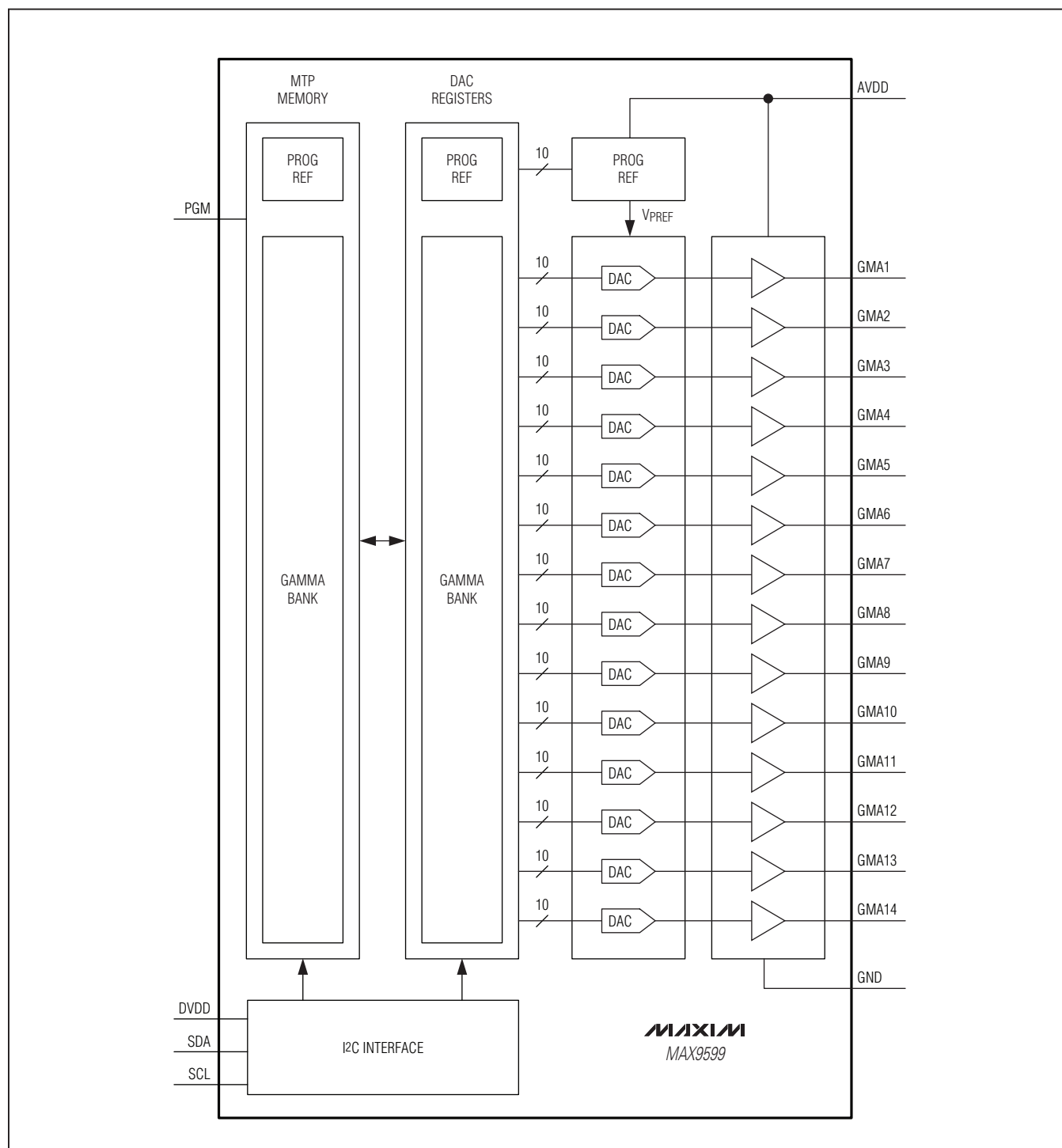


图11. 在PCB布局中，建议采用多个小尺寸过孔，而不是单个大过孔

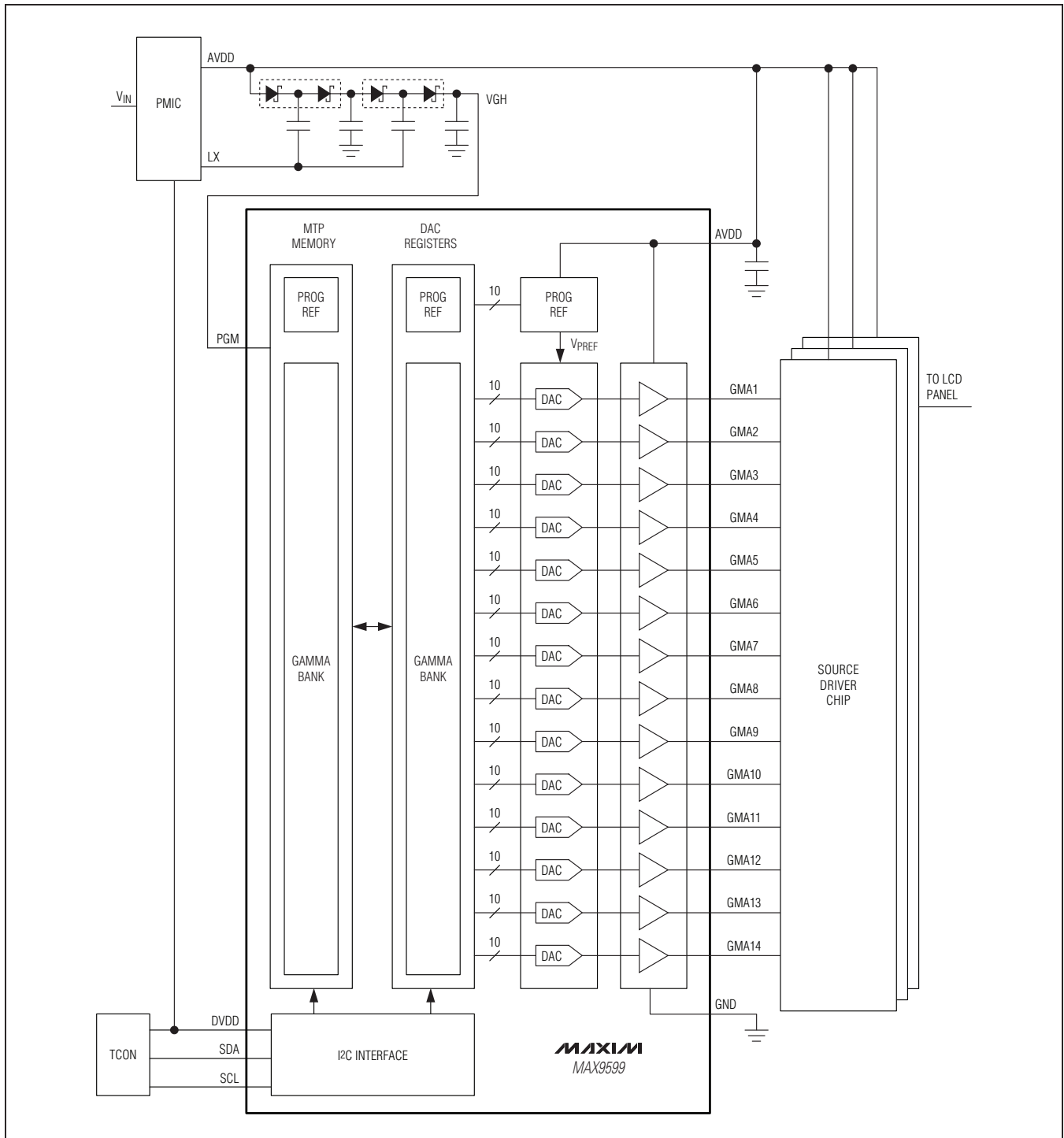
低功耗可编程Gamma缓冲器

功能框图



低功耗可编程Gamma缓冲器

典型应用电路



MAX9599

低功耗可编程Gamma缓冲器

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX9599ETG+	-40°C to +85°C	24 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

芯片信息

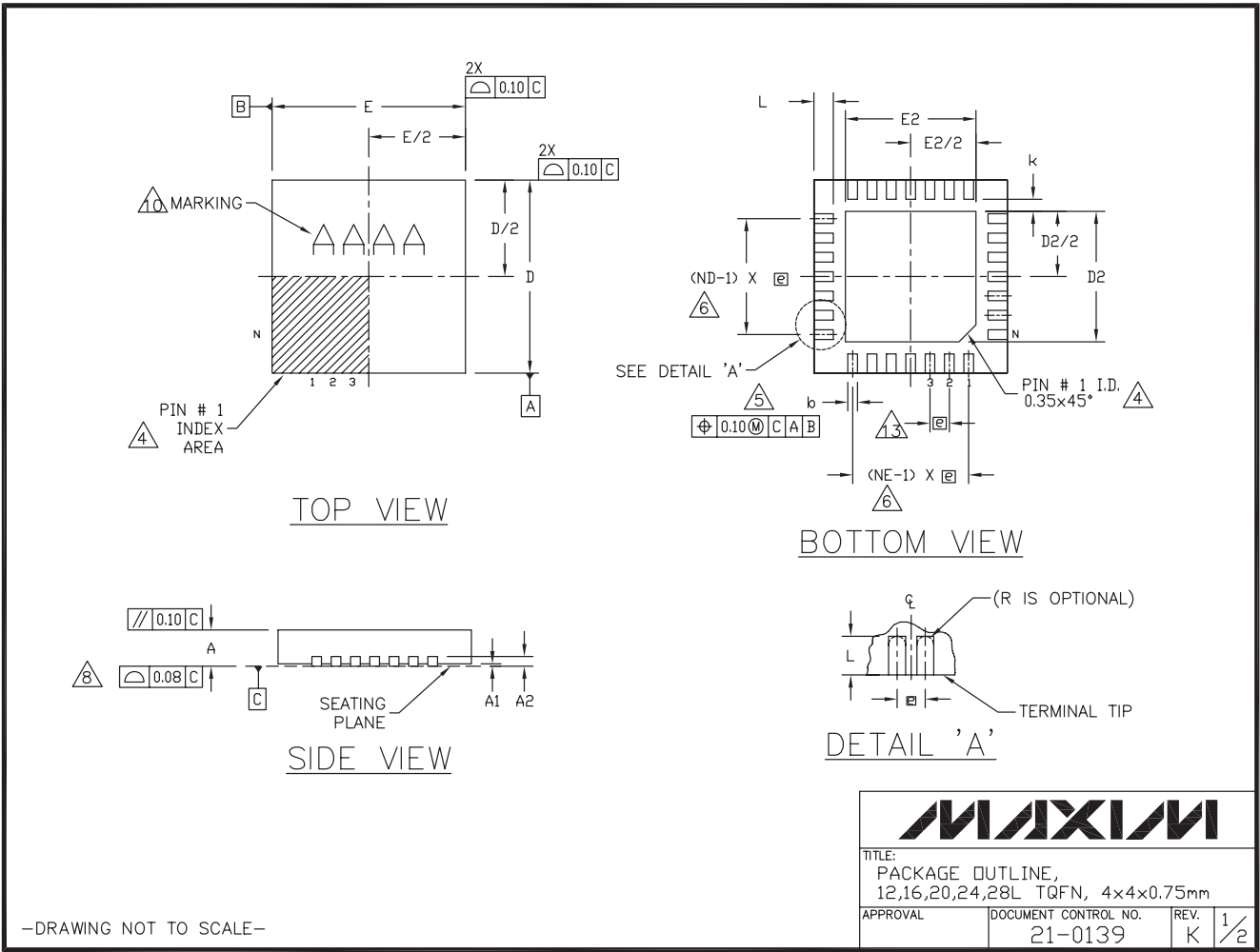
PROCESS: BiCMOS

低功耗可编程Gamma缓冲器

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意, 封装编码中的“+”、“#” 或“-” 仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
24 TQFN-EP	T2444+4	21-0139	90-0067



低功耗可编程Gamma缓冲器

封装信息(续)

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

COMMON DIMENSIONS															
PKG	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4		
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	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	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
A2	0.20 REF			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	0.20	0.25	0.30	0.18	0.23	0.30	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50
N	12			16			20			24			28		
ND	3			4			5			6			7		
NE	3			4			5			6			7		
JeDEC Var.	WGGB			WGGC			WGGD-1			WGGD-2			WGGE		

EXPOSED PAD VARIATIONS						
PKG. CODES	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1644-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T1644-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2444-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25
T2444-3	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2444-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2444N-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2444M-1	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63
T2844-1	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60	2.70
T2844N-1	2.65	2.70	2.75	2.65	2.70	2.75

DIMENSION VARIATIONS								
PKG. CODE	D2			E2			L	
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	MAX.
T2044-4	2.85	2.90	2.95	2.85	2.90	2.95	0.25	0.35

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.
4. 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.
5. DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25mm AND 0.30mm FROM TERMINAL TIP.
6. ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
7. DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
8. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
9. DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
10. MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
11. COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
12. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
13. LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ± 0.05 .
14. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
15. MATERIAL MUST COMPLY WITH BANNED AND RESTRICTED SUBSTANCES SPEC # 10-0131.
16. ALL DIMENSIONS ARE THE SAME FOR LEADED (-) & PbFREE (+) PACKAGE CODES.

-DRAWING NOT TO SCALE-

MAXIM			
TITLE: PACKAGE OUTLINE, 12,16,20,24,28L TQFN, 4x4x0.75mm			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO. 21-0139	REV. K	2/2

低功耗可编程Gamma缓冲器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	5/11	最初版本。	—

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083
免费电话：800 810 0310
电话：010-6211 5199
传真：010-6211 5299