

双通道、推挽式CCFL控制器

DS3992

概述

DS3992是一款低成本、双通道冷阴极荧光灯(CCFL)控制器，用于为液晶显示器(LCD)提供背光。DS3992控制器每通道可驱动多个CCFL，非常适合用于4灯和6灯的LCD PC显示器以及LCD电视。

DS3992控制器采用推挽式驱动架构，可将直流电压(5V至24V)转换为驱动CCFL所需的交流高压(300V_{RMS}至1400V_{RMS})波形。推挽式驱动架构只需最少的外部元件，降低了元件和安装成本，并简化了PCB设计。此外，推挽式驱动架构还能实现直流到交流的高效转换，获得近似正弦的波形。

应用

LCD PC显示器

LCD电视

特性

- ◆ 双通道CCFL控制器，用于PC显示器以及LCD电视中LCD面板的背光
- ◆ 最少的BOM，提供低成本逆变器解决方案
- ◆ 监视每通道的灯管故障，包括灯管开路、过流、启辉失败以及过压等故障状态
- ◆ 精确的(±10%)板上振荡器产生40kHz至80kHz的灯管频率
- ◆ 精确的(±10%)板上振荡器产生90Hz至220Hz或180Hz至440Hz的DPWM突发亮度调节频率
- ◆ 器件电源欠压锁定
- ◆ 逆变器电源欠压锁定
- ◆ 突发亮度调节软启动，减小变压器的音频噪声
- ◆ 启辉频率提升
- ◆ 亮度调节范围从100%到低于10%
- ◆ 4.5V至5.5V单电源工作
- ◆ 温度范围：-40°C至+85°C
- ◆ 16引脚SO封装(150mil)

订购信息

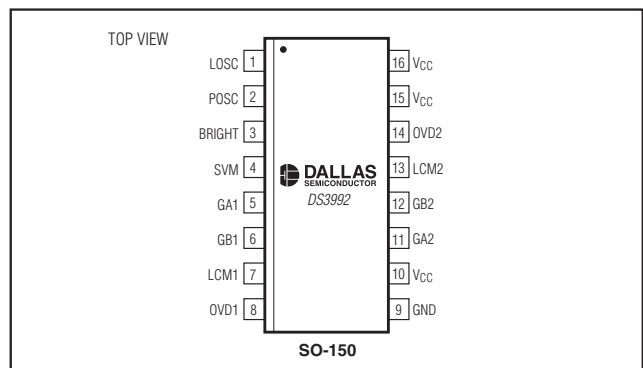
PART	TEMP RANGE	DIMMING FREQUENCY RANGE	BRIGHT POLARITY	PIN-PACKAGE
DS3992Z-09P+	-40°C to +85°C	90Hz to 220Hz	Positive	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-09N+	-40°C to +85°C	90Hz to 220Hz	Negative	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-18P+	-40°C to +85°C	180Hz to 440Hz	Positive	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-18N+	-40°C to +85°C	180Hz to 440Hz	Negative	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-09P+T&R	-40°C to +85°C	90Hz to 220Hz	Positive	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-09N+T&R	-40°C to +85°C	90Hz to 220Hz	Negative	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-18P+T&R	-40°C to +85°C	180Hz to 440Hz	Positive	16 SO-16 (150 mils)
DS3992Z-18N+T&R	-40°C to +85°C	180Hz to 440Hz	Negative	16 SO-16 (150 mils)

+表示无铅封装。

T&R表示卷带包装。

典型工作电路在数据资料的最后给出。

引脚配置



双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage on V_{CC} Relative to Ground.....-0.5V to +6.0V
 Voltage on Any Leads Other Than V_{CC}0.5V to (V_{CC} + 0.5V), not to exceed +6.0V

Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Storage Temperature Range-55°C to +125°C
 Soldering Temperature.....See J-STD-020 Specification

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.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}	(Note 1)	4.5		5.5	V
SVM Voltage Range	V _{SVM}		-0.3		V _{CC} + 0.3	V
BRIGHT Voltage Range	V _{BRIGHT}		-0.3		V _{CC} + 0.3	V
LCM Voltage Range	V _{LCM}	(Note 2)	-0.3		V _{CC} + 0.3	V
OVD Voltage Range	V _{OVD}	(Note 2)	-0.3		V _{CC} + 0.3	V
Gate-Driver Output Charge Loading	Q _G				20	nC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +4.5V to +5.5V, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Current	I _{CC}	G _A , G _B loaded with 600pF, 2 channels active		8	16	mA
Low-Level Output Voltage (G _A , G _B)	V _{OL}	I _{OL} = 4mA			0.4	V
High-Level Output Voltage (G _A , G _B)	V _{OH1}	I _{OH1} = -1mA	V _{CC} - 0.4			V
UVLO Threshold: V _{CC} Rising	V _{UVLOR}				4.3	V
UVLO Threshold: V _{CC} Falling	V _{UVLOF}		3.7			V
UVLO Hysteresis	V _{UVLOH}			100		mV
SVM Falling-Edge Threshold	V _{SVM}		1.9	2.0	2.1	V
SVM Hysteresis	V _{SVMH}			150		mV
LCM and OVD DC Bias Voltage	V _{DCB}			1.35		V
LCM and OVD Input Resistance	R _{DCB}			50		kΩ
Lamp-Off Threshold	V _{LOT}	(Note 3)	1.65	1.75	1.85	V
Lamp Over Current	V _{LOC}	(Note 3)	3.15	3.35	3.55	V
Lamp Regulation Threshold	V _{LRT}	(Note 3)	2.25	2.35	2.45	V
OVD Threshold	V _{OVDT}	(Note 3)	2.25	2.35	2.45	V
Lamp Frequency Range	f _{LFS:OSC}		40		80	kHz

双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +4.5V$ to $+5.5V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Lamp Frequency Tolerance	$f_{LFS:TOL}$	LOSC resistor $\pm 2\%$ over temperature	-10		+10	%
DPWM Frequency Range	$f_{DSR:OSC}$	DS3992Z-09P/N	90		220	Hz
		DS3992Z-18P/N	180		440	
DPWM Frequency Tolerance	$f_{DSR:TOL}$	POSC resistor $\pm 2\%$ over temperature	-10		+10	%
BRIGHT Voltage: Minimum Brightness	V_{BMIN}	DS3992Z-09P / DS3992Z-18P			0.5	V
		DS3992Z-09N / DS3992Z-18N	2.0			
BRIGHT Voltage: Maximum Brightness	V_{BMAX}	DS3992Z-09P / DS3992Z-18P	2.0			V
		DS3992Z-09N / DS3992Z-18N			0.5	
Gate-Driver Output Rise/Fall Time	t_R / t_F	$C_L = 600pF$		50	100	ns
GAn and GBn Duty Cycle					44	%
Strike Time	t_{STRIKE}		500			ms

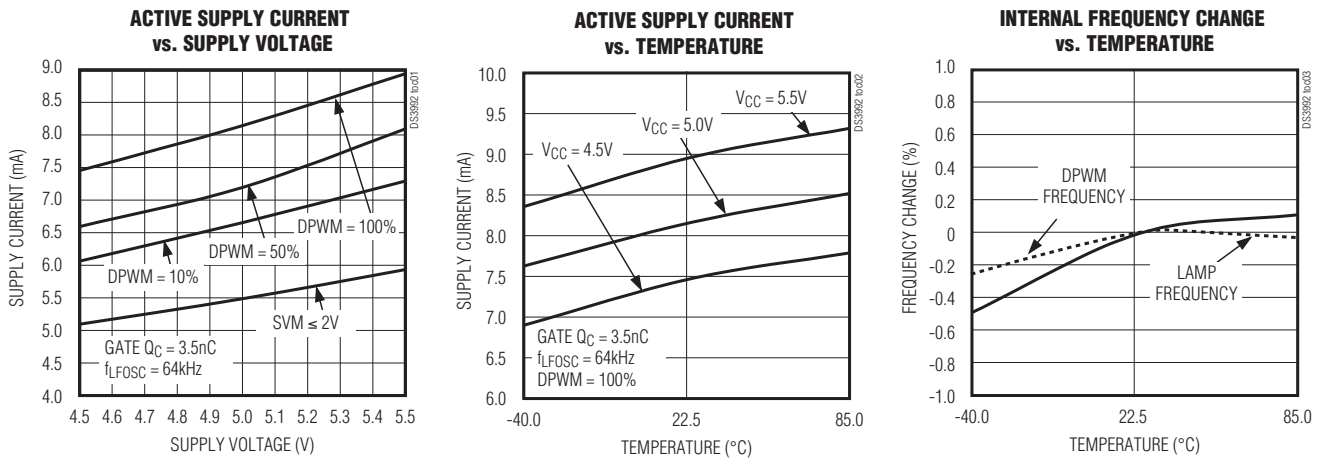
Note 1: All voltages are referenced to ground unless otherwise noted. Currents into the I.C. are positive, out of the I.C. negative.

Note 2: During fault conditions, the AC-coupled feedback values are allowed to be below the Absolute Maximum Rating of the LCM or OVD pin for up to 1s.

Note 3: Voltage with respect to V_{DCB} .

典型工作特性

($V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



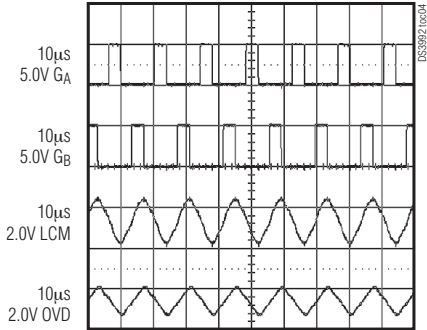
双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

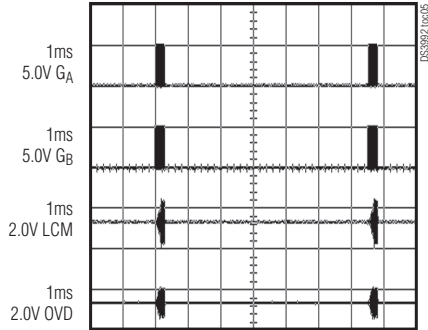
典型工作特性(续)

($V_{CC} = 5.0V$, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

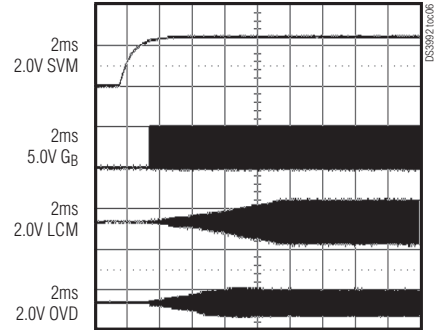
TYPICAL OPERATION AT 16V



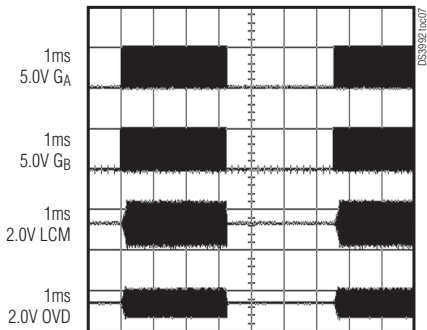
BURST DIMMING AT 150Hz AND 10%



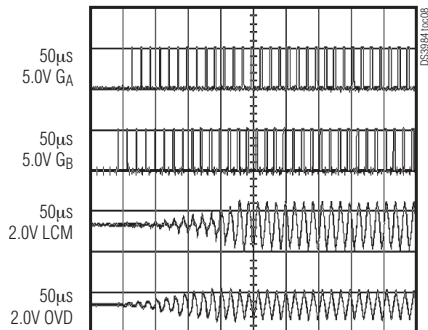
TYPICAL STARTUP WITH SVM



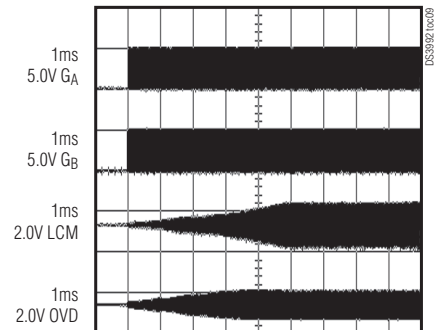
BURST DIMMING AT 150Hz AND 50%



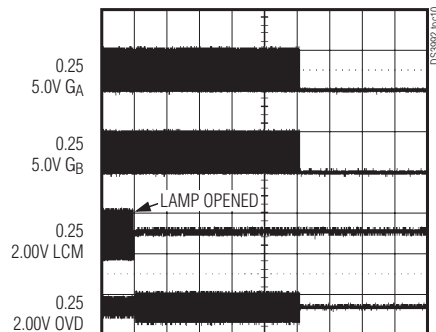
SOFT-START AT $V_{INV} = 16V$



LAMP STRIKE—EXPANDED VIEW



LAMP OUT (LAMP OPENED),
AUTORETRY DISABLED



双通道、推挽式CCFL控制器

引脚说明

DS3992

引脚	名称	I/O	功能
1	LOSC	—	灯管振荡器电阻调节, 该引脚连接一个电阻(R_{LOSC})到地, 用于设置灯管振荡器的频率($f_{LFS:OSC}$)。 [$R_{LOSC} \times f_{LFS:OSC} = 1.6E9$]。
2	POSC	—	突发亮度调节DPWM振荡器电阻调节, 该引脚连接一个电阻(R_{POSC})到地, 用于设置突发亮度调节DPWM振荡器的频率($f_{DSR:OSC}$)。 [对于DS3992Z-09P和DS3992Z-09N, $R_{POSC} \times f_{DSR:OSC} = 4.0E6$; 而对于DS3992Z-18P和DS3992Z-18N, $R_{POSC} \times f_{DSR:OSC} = 8.0E6$]。
3	BRIGHT	I	灯管亮度控制, 该引脚连接一个模拟电压, 用于控制灯管的亮度。 详细信息见表1。
4	SVM	I	电源电压监视, DC逆变器电源电压通过外部电阻分压器进行监视。设置电阻分压器, 使DC逆变器电源电压为最小允许电压时, 该引脚的电压为2V。该引脚电压低于2V时, 将关断灯管并复位控制器。不用时, 与 V_{CC} 连接。
5	GA1	O	通道1的MOSFET栅极驱动A, 与逻辑电平驱动的n沟道MOSFET栅极直接连接。
6	GB1	O	通道1的MOSFET栅极驱动B, 与逻辑电平驱动的n沟道MOSFET栅极直接连接。
7	LCM1	I	通道1的灯管电流监视输入, 通过串联在灯管低压侧的电阻监视灯管电流。
8	OVD1	I	通道1的过压检测, 通过连接在灯管高压侧的电容分压器监视灯管电压。
9	GND	—	信号地。
10	V_{CC}	—	电源, 4.5V至5.5V。
11	GA2	O	通道2的MOSFET栅极驱动A, 与逻辑电平驱动的n沟道MOSFET栅极直接连接。
12	GB2	O	通道2的MOSFET栅极驱动B, 与逻辑电平驱动的n沟道MOSFET栅极直接连接。
13	LCM2	I	通道2的灯管电流监视输入, 通过串联在灯管低压侧的电阻监视灯管电流。
14	OVD2	I	通道2的过压检测, 通过连接在灯管高压侧的电容分压器监视灯管电压。
15	V_{CC}	—	电源, 4.5V至5.5V。
16	V_{CC}	—	电源, 4.5V至5.5V。

双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

功能框图

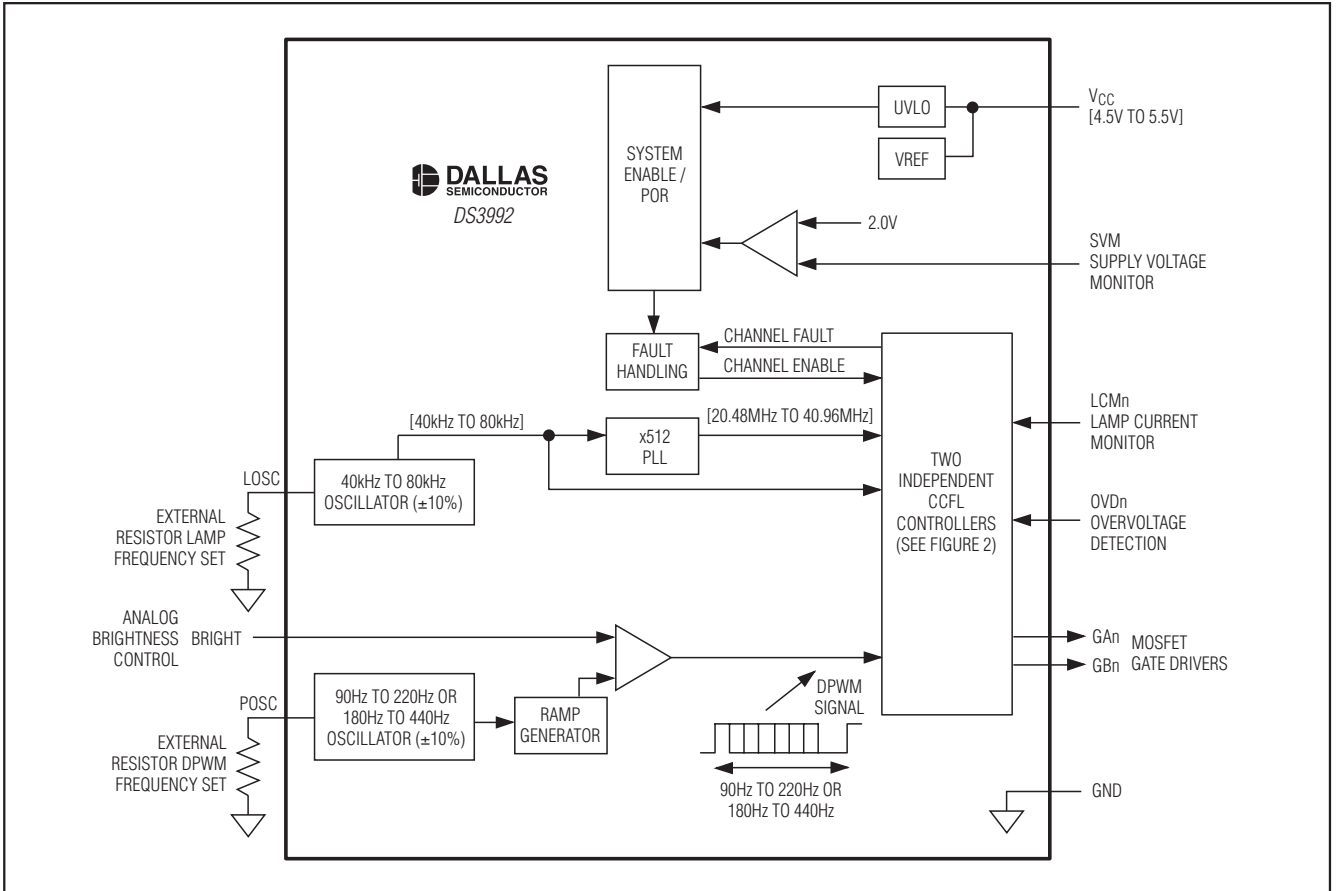


图1. DS3992功能框图

双通道、推挽式CCFL控制器

功能框图(续)

DS3992

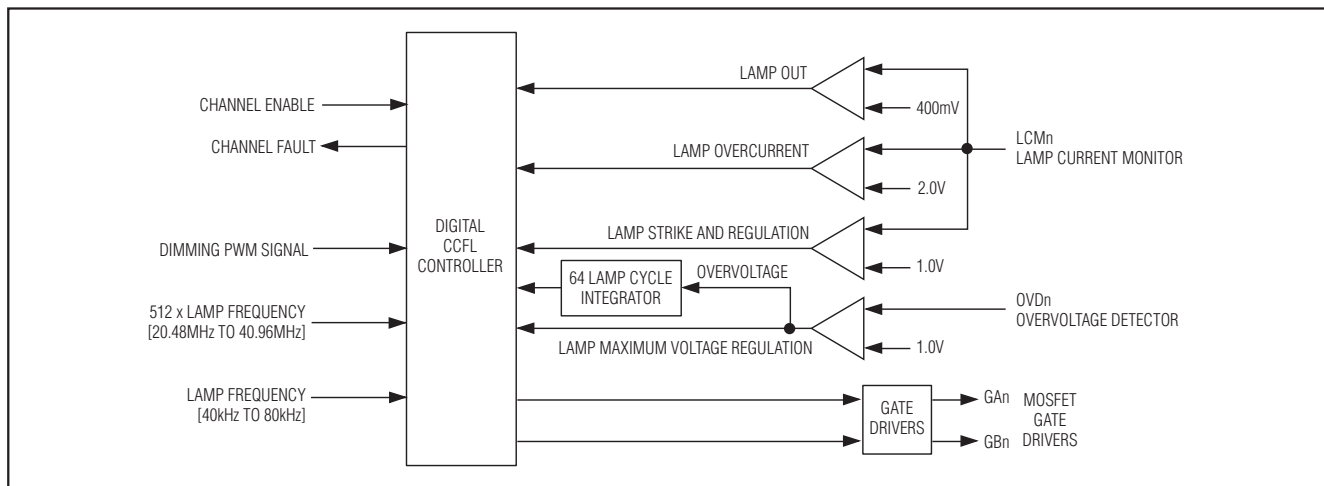


图2. DS3992每个通道的逻辑框图

详细说明

DS3992的每个通道驱动输出连接在升压变压器两端和地之间的两个逻辑电平控制的n沟道MOSFET(参见典型工作电路)。变压器初级有一中心抽头与DC逆变器的电源相连。DS3992交替导通这两个MOSFET,从而在变压器次级上产生高压AC波形。通过改变MOSFET的导通时间,DS3992能够准确地控制CCFL的电流。

与CCFL灯管接地端串联的电阻用于监视灯管电流。该电阻上的电压被反馈到灯管电流监视(LCM)输入端,与内部基准电压比较,从而决定MOSFET栅极的占空比。

DS3992只需要最少的外部元件,即可支持每通道一个灯管的配置,实现完全独立的灯管控制。采用线-或反馈电

路,DS3992每通道也能控制一个以上的灯管。更多信息,请参见典型工作电路部分。

图1和图2给出了DS3992的框图,更多使用细节,将在后面的数据资料中进行详细描述。

亮度调节控制

DS3992采用“突发”亮度调节控制灯管的亮度。BRIGHT输入引脚上的模拟电压决定了数字脉冲宽度调制(DPWM)信号(对于DS3992Z-09P/DS3992Z-09N来说,为90Hz至220Hz;而对于DS3992Z-18P/DS3992Z-18N来说,则为180Hz至440Hz)的占空比。在DPWM周期的高电平阶段,以选定的灯管频率(40kHz至80kHz)驱动灯管,如图3所示。因为这段时间内灯管频率突现,所以这个阶段也被称作

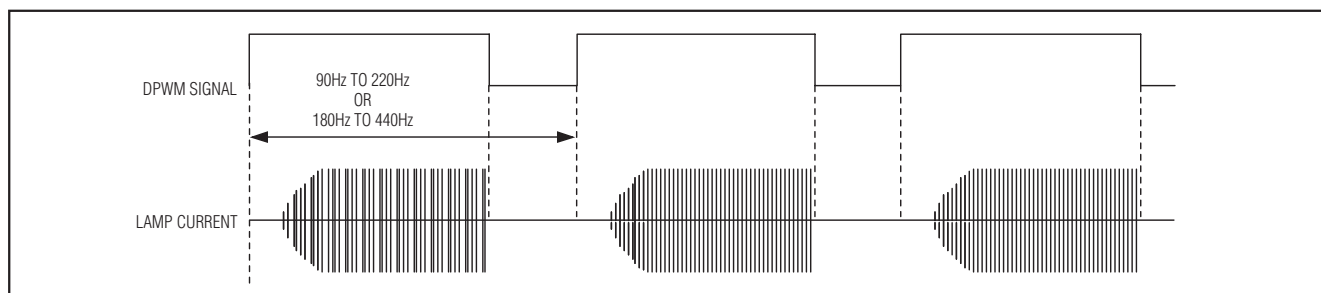


图3. 数字PWM亮度调节和软启动

双通道、推挽式CCFL控制器

表 1. 亮度调节模拟输入

DEVICE	SLOPE	MINIMUM BRIGHTNESS	MAXIMUM BRIGHTNESS
DS3992Z-09P and DS3992Z-18P	Positive	BRIGHT < 0.5V	BRIGHT > 2.0V
DS3992Z-09N and DS3992Z-18N	Negative	BRIGHT > 2.0V	BRIGHT < 0.5V

“突发”阶段。在DPWM周期的低电平阶段，控制器禁止MOSFET的栅极驱动，所以灯管没有被驱动。这时电流将不再流经灯管，但是低电平时间很短，不会使灯管消除电离。通过调节(即调制)突发阶段的占空比，可以使灯管变亮或变暗。在每次突发亮度调节周期的开始阶段，软启动使得灯管电流缓慢增加，从而减小可能产生的变压器音频噪音。

BRIGHT亮度调节输入的斜率可正可负，见表1。当电压在0.5V至2.0V之间变化时，占空比将在最小值和100%之间线性变化。

灯管启辉

在灯管启辉时，DS3992把正常工作灯频提高了33%。这是为了提高电压以保证灯管启辉。此外，加到灯管上的最大启辉电压将超过500ms。一旦控制器检测到灯管已完成启辉过程，灯频将恢复正常。

用外部电阻设置灯管频率和DPWM频率

灯管频率和DPWM频率都由外部电阻设置。根据下列等式可以计算设置这两个频率所需的电阻：

$$R_{OSC} = \frac{K}{f_{OSC}}$$

其中，计算灯管频率所对应的电阻时，取 $K = 1600k\Omega \times kHz$ 。计算DPWM频率所对应的电阻时，K的取值与所使用的DS3992版本有关。若使用-09N/P版本(90Hz至220Hz)，则取 $K = 4k\Omega \times kHz$ ；使用-18N/P版本(180Hz至440Hz)时，取 $K = 8k\Omega \times kHz$ 。

例：选取电阻值配置-09P版本，使灯管频率为50kHz，DPWM频率为160Hz：计算DPWM电阻时，取 $K = 4k\Omega \times kHz$ ；而计算灯管频率电阻(R_{LOSC})时， $K = 1600k\Omega \times kHz$ ，此时K值与灯管频率无关。

利用上述公式可计算出 R_{LOSC} 和 R_{POSC} 的阻值：

$$R_{LOSC} = \frac{1600k\Omega \times kHz}{50kHz} = 32k\Omega$$

$$R_{POSC} = \frac{4k\Omega \times kHz}{0.160kHz} = 25k\Omega$$

电源监测

DS3992具有电源电压监测功能，能够监视逆变器的直流电源(V_{INV})和自身的 V_{CC} 电源，以保证系统正常运行时具有足够的电压。SVM引脚将监视逆变器电源的欠压状态。逆变器的电源电压通过SVM输入端的外部电阻分压器反馈到电压比较器(见图1)的输入端，该比较器具有2V的门限。利用下列公式计算电阻值，可以设定逆变器电源电压的门限(V_{TRIP})，当逆变器电源电压下降到低于设定值时关闭逆变器。

逆变器电压过高时，可能会造成逆变器元件的损坏。正确使用SVM可以避免这些问题的产生。必要时，也可以将SVM引脚接到GND，禁止SVM功能。

$$V_{TRIP} = 2.0 \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$$

V_{CC} 监视器具有5V电源电压欠压锁定(UVLO)，当DS3992没有足够的电压供给其模拟电路或驱动外部MOSFET时，器件将停止工作。 V_{CC} 监视器带有滞回电路，能防止 V_{CC} 接近门限时由于噪声引起误操作。任何情况下，该监视器都处于有效工作状态。

故障监视

DS3992为每个通道提供多重故障监视功能。它能够检测灯管开路、过流、启辉失败和过压等故障。DS3992控制、监测每个通道的流程如图4所示。步骤如下：

只有当DS3992的电源电压高于4.5V并且电源电压监视输入端(SVM)的电压高于2V时，灯管才能点亮。

双通道、推挽式CCFL控制器

DS3992

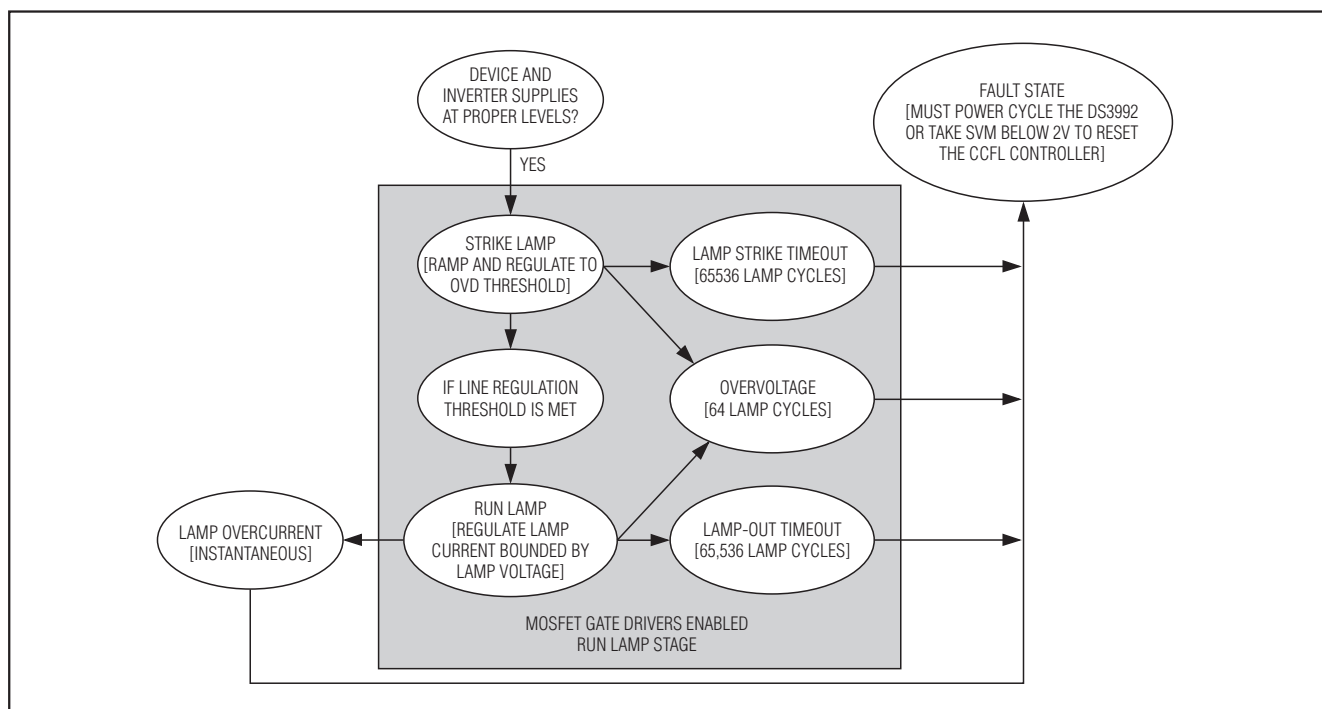


图4. 故障处理流程图

当DS3992和直流逆变器的电源电压都大于允许的电压时，DS3992将开始尝试启辉灯管。DS3992缓慢增大MOSFET栅极的占空比直到灯管启辉。控制器通过检测流入灯管的电流来判断灯管是否已经启辉。如果在灯管启辉阶段就达到了最大允许电压，控制器将停止增大MOSFET栅极的占空比，避免出现系统过载。如果在65,536个灯管周期之后灯管仍不能启辉，DS3992将转入故障处理状态。如果在尝试启辉的过程中检测到过压状态，DS3992将使MOSFET栅极驱动器停止工作，并进入故障处理状态。

一旦灯管被启辉之后，DS3992就进入灯管运行阶段。在该阶段，DS3992通过调节MOSFET栅极驱动的占空比，优化灯管电流。控制器始终保持对栅极占空比的控制，防止系统超过允许的最大灯管电压。如果灯电流下降到低于灯管输出电流参考点的时间超过65,536个灯管周期，那么就认为灯管已经熄灭。这种情况下，DS3992将使MOSFET栅极驱动器停止工作，并随后进入故障处理状态。出现灯管过流时，DS3992将立即进入故障状态。如果DS3992的某个通道进入了故障状态，那么只有该故障通

道被关断。一旦控制器进入故障状态，只有出现下列两种情况的任意一种时，器件才能跳出故障状态：

- V_{CC} 下降到低于UVLO门限。
- SVM输入电压下降到低于2.0V。

应用信息

元件选择

外围元件的选择对系统整体性能和成本有很大的影响。两个最重要的外围元件是变压器和n沟道MOSFET。

变压器应能够在DS3992要求的40kHz至80kHz频率范围内工作，其匝数比的选择应保证稳定工作时MOSFET驱动器的占空比介于28%至35%。变压器还必须能够承受灯管启辉时的高开路电压。此外，还必须考虑变压器初级/次级的电阻和电感特性，因为它们对系统的效率和瞬态响应有较大的影响。在12V逆变器、438mm x 2.2mm灯管设计中采用表2提供的变压器规格。

双通道、推挽式 CCFL 控制器

n沟道MOSFET必须具有足够低的门限电压，以配合逻辑电平信号工作；导通电阻也应保证足够低，以提高效率并限制n沟道MOSFET的功耗；另外，击穿电压也应足够高，以保证能够承受瞬态电压。击穿电压至少应该为逆

变器电源电压的3倍。此外，总的栅级电荷必须小于 Q_G ， Q_G 在 *Recommended Operating Conditions* 表中有详细说明。目前市面上有很多SO-8封装的双n沟道MOSFET都能满足这些技术要求。

表2. 变压器规格(与典型工作电路中使用的类似)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Turns Ratio (Secondary/Primary)	(Notes 1, 2, 3)		40		
Frequency		40		80	kHz
Output Power				6	W
Output Current			5	8	mA
Primary DCR	Center tap to one end		200		m Ω
Secondary DCR			500		Ω
Primary Leakage			12		μ H
Secondary Leakage			185		mH
Primary Inductance			70		μ H
Secondary Inductance			500		mH
Secondary Output Voltage	1000ms minimum	2000			V _{RMS}
	Continuous	1000			

注1：变压器初级应该是双线绕制，连接中心抽头。

注2：匝数比定义为次级线圈除以两个初级线圈的和。

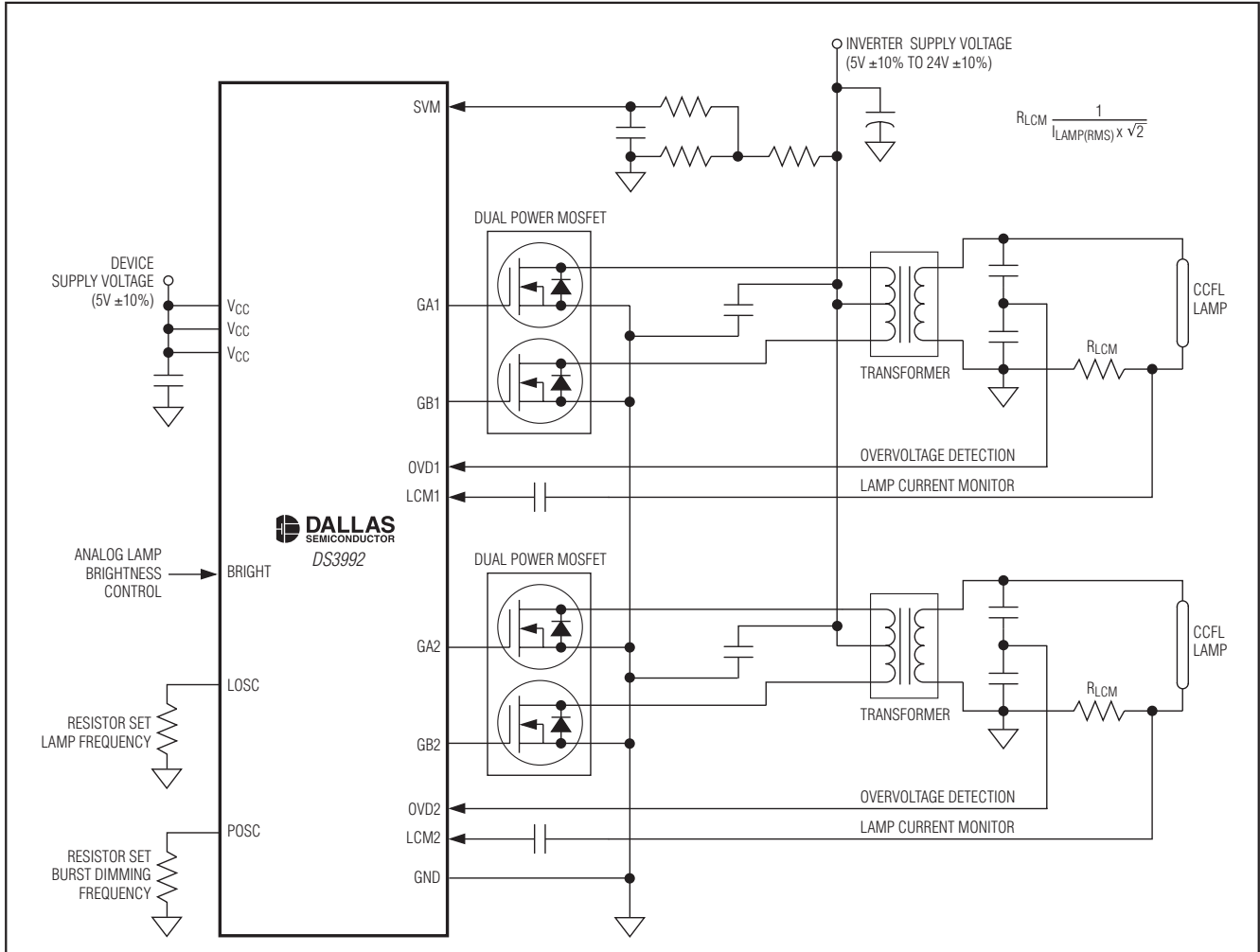
注3：驱动438mm x 2.2mm灯管、12V电源供电时，标称匝数比为40:1。更多信息，请参考AN3375。

双通道、推挽式 CCFL 控制器

典型工作电路

每通道驱动一个灯管的工作电路

DS3992

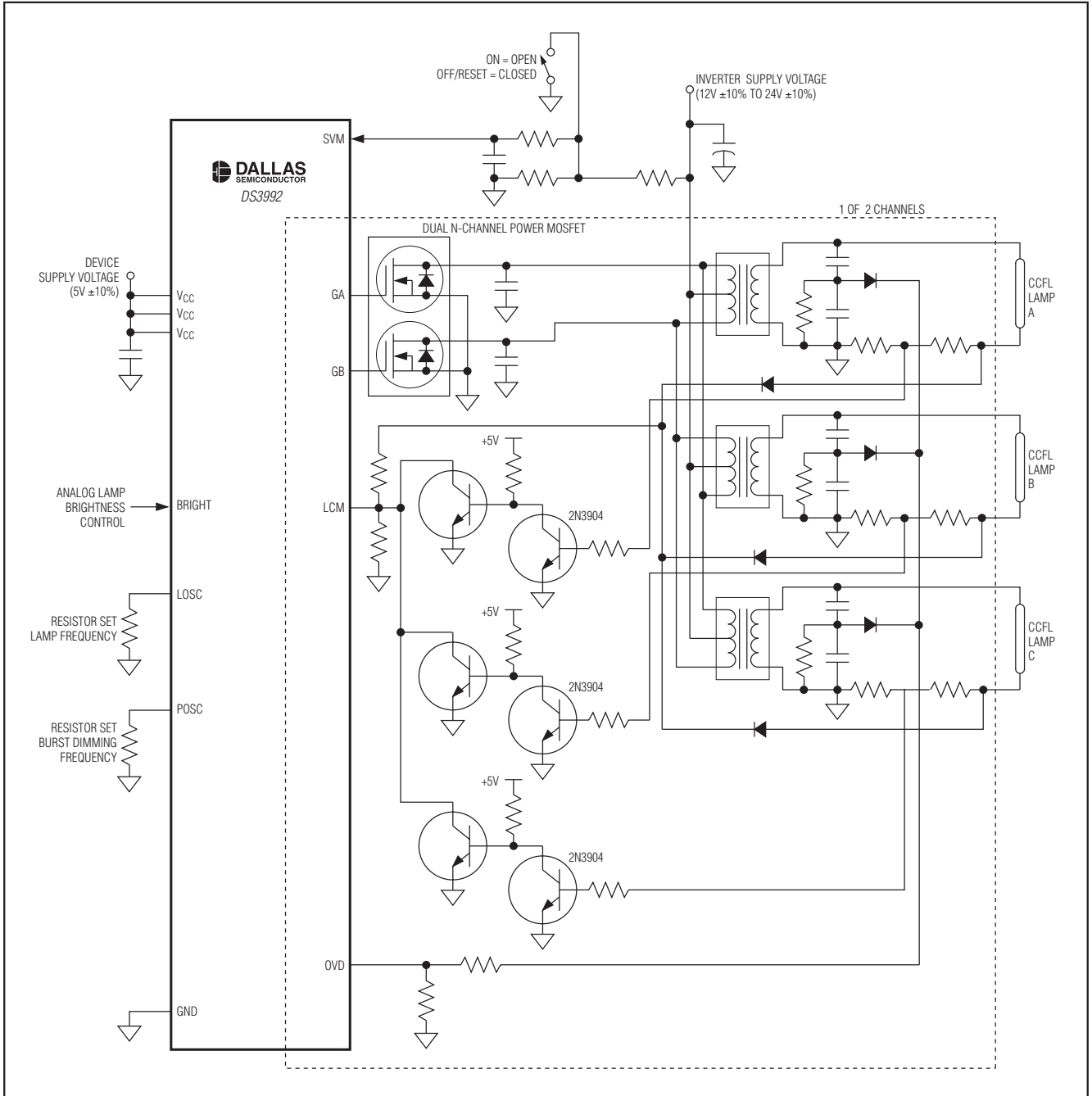


双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

典型工作电路(续)

每通道驱动多个灯管的工作电路



双通道、推挽式 CCFL 控制器

DS3992

电源去耦

为了达到最佳效果，建议在引脚10 (IC的电源引脚)连接一个去耦电容。引脚15和16 (V_{CC} 电源引脚)需要与电源电压连接，但不需要连接额外的去耦电容。去耦电容的典型值为 $0.01\mu\text{F}$ 或 $0.1\mu\text{F}$ 。选用高质量的陶瓷表贴电容，并尽可能靠近IC的 V_{CC} 和GND引脚放置，以降低引线电感。

芯片拓扑

TRANSISTOR COUNT: 53,000
SUBSTRATE CONNECTED TO GROUND

封装信息

如需最近的封装外形信息，请查询
www.maxim-ic.com.cn/DallasPackInfo。

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

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 13

© 2006 Maxim Integrated Products

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。

 **DALLAS** SEMICONDUCTOR 是 Dallas Semiconductor Corporation 的注册商标。