

BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

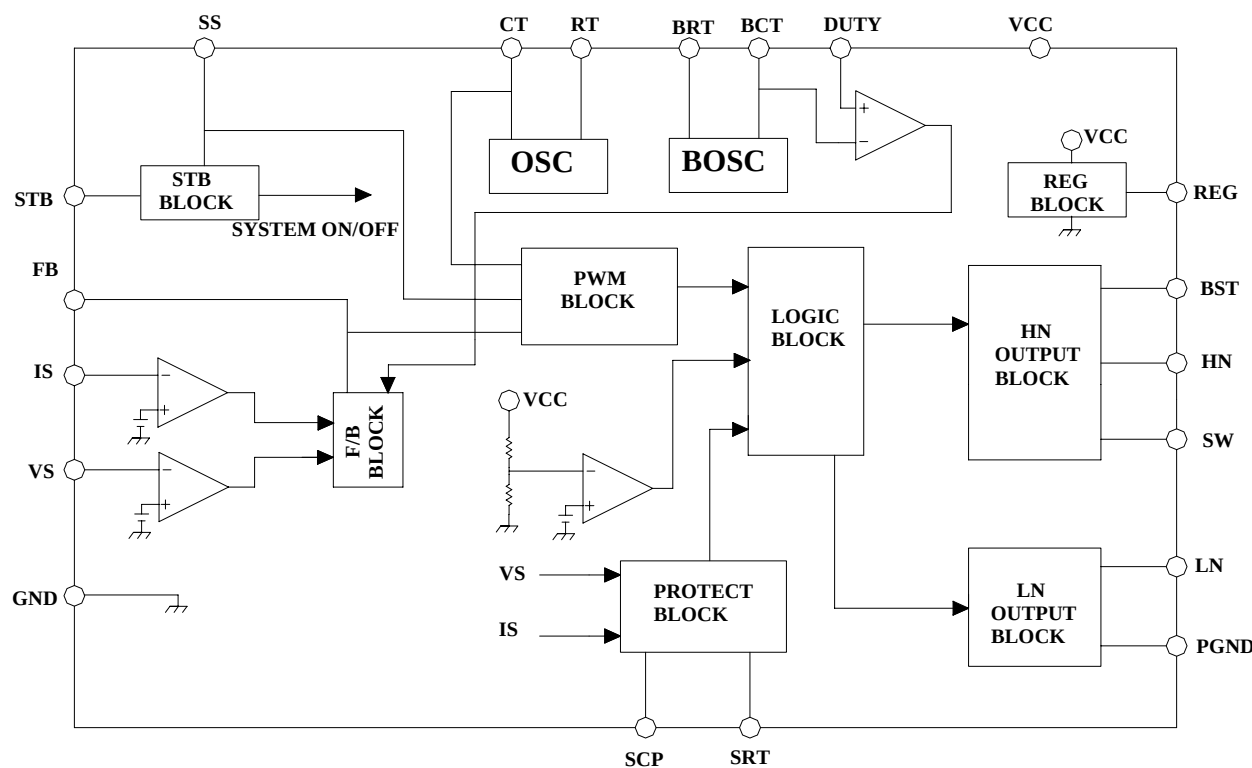
一、概述

BD9883FV/AF 是使用 ZVS 技术，PWM 方式的单通道 DC-AC INVERTER 控制器。集灯管电流，灯管电压监测功能，输出短路保护，输入欠压保护，模拟调光，PWM 调光和待机工作等功能为一体，直接驱动半桥拓扑，推挽拓扑结构 INVERTER。

集成电路 BD9883FV/AF 采用 SSOP-B20 和 SOP-20 封装，具体的参数指标，可参考 BD9883FV/AF 产品规格书或产品样本
本文仅就 BD9883FV/AF 的工作原理和具体应用，拟文进行介绍。

为方便叙述，现将 BD9883FV/AF 产品规格书中的“功能框图”、“引出脚说明”和“时序曲线”摘录如下：

功能框图（具体参考规格书）：（图 1）



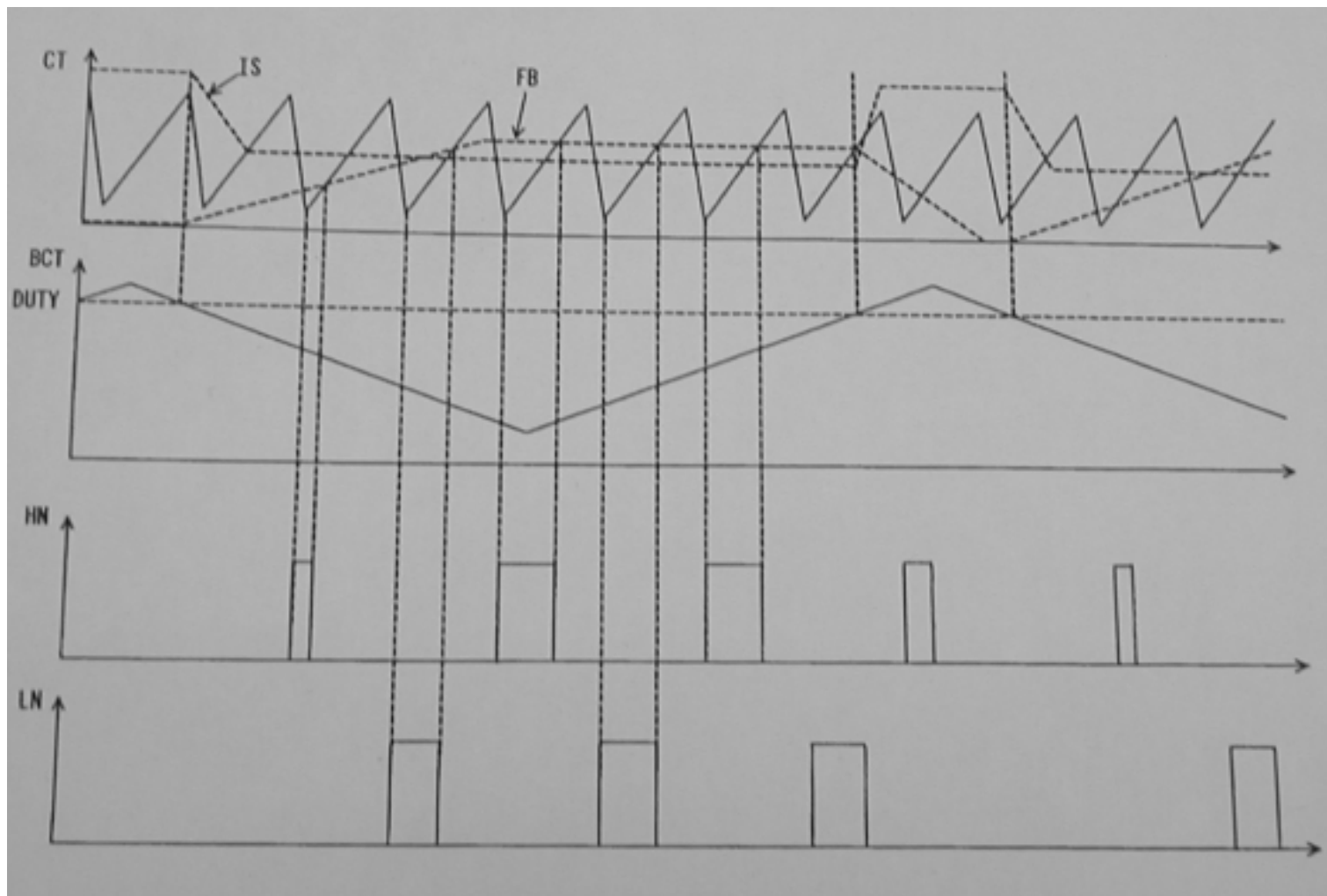
BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

引脚说明（表 1）

Pin No.	Pin Name	Definition 定义
1	Duty	Control PWM mode or BURST mode PWM 调光、DC 调光输入
2	BCT	External capacitor from BCT to GND for adjusting the BURST triangle oscillator 外置调光震荡器电容
3	BRT	External resistor from BRT to GND for adjusting the BURST triangle oscillator 外置调光震荡器电阻
4	CT	External capacitor from CT to GND for adjusting the triangle oscillator 外置（灯管工作频率）三角波震荡电容
5	RT	External resistor from RT to GND for adjusting the triangle oscillator 外置（灯管工作频率）三角波震荡电阻
6	SRT	External resistor from SRT to RT for adjusting the triangle oscillator（灯管开路时）开路频率设定电阻
7	GND	Ground（IC 内部）地
8	FB	Error amplifier output（灯管电流检测，电压检测）误差放大器输出
9	IS	Lamp Current detect（灯管）电流检测输入端子
10	VS	Lamp Voltage detect（灯管）电压检测输入端子
11	STB	Stand-by switch 待机控制端子
12	SCP	External capacitor from SCP to GND for Timer Latch 定时锁存器设定电容
13	SS	External Capacitor from SS to GND for soft start control 软启动控制电容
14	PGND	Ground for FET drivers 输出（HN，LN）驱动部分的 GND（功率地）
15	LN	N-CH MOSFET DRIVERS（LOW 侧）N-MOS FET 栅极驱动器
16	HN	N-CH MOSFET DRIVERS（HIGH 侧）N-MOS FET 栅极驱动器
17	SW	Low Voltage for HN output HN 输出参考低压端子
18	BST	Boost-Strap input for HN output HN 输出的升压输入端子
19	REG	Internal Regulator output IC 内部输出电压基准（5.5V）
20	VCC	Supply Voltage input IC 电源输入端子

BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

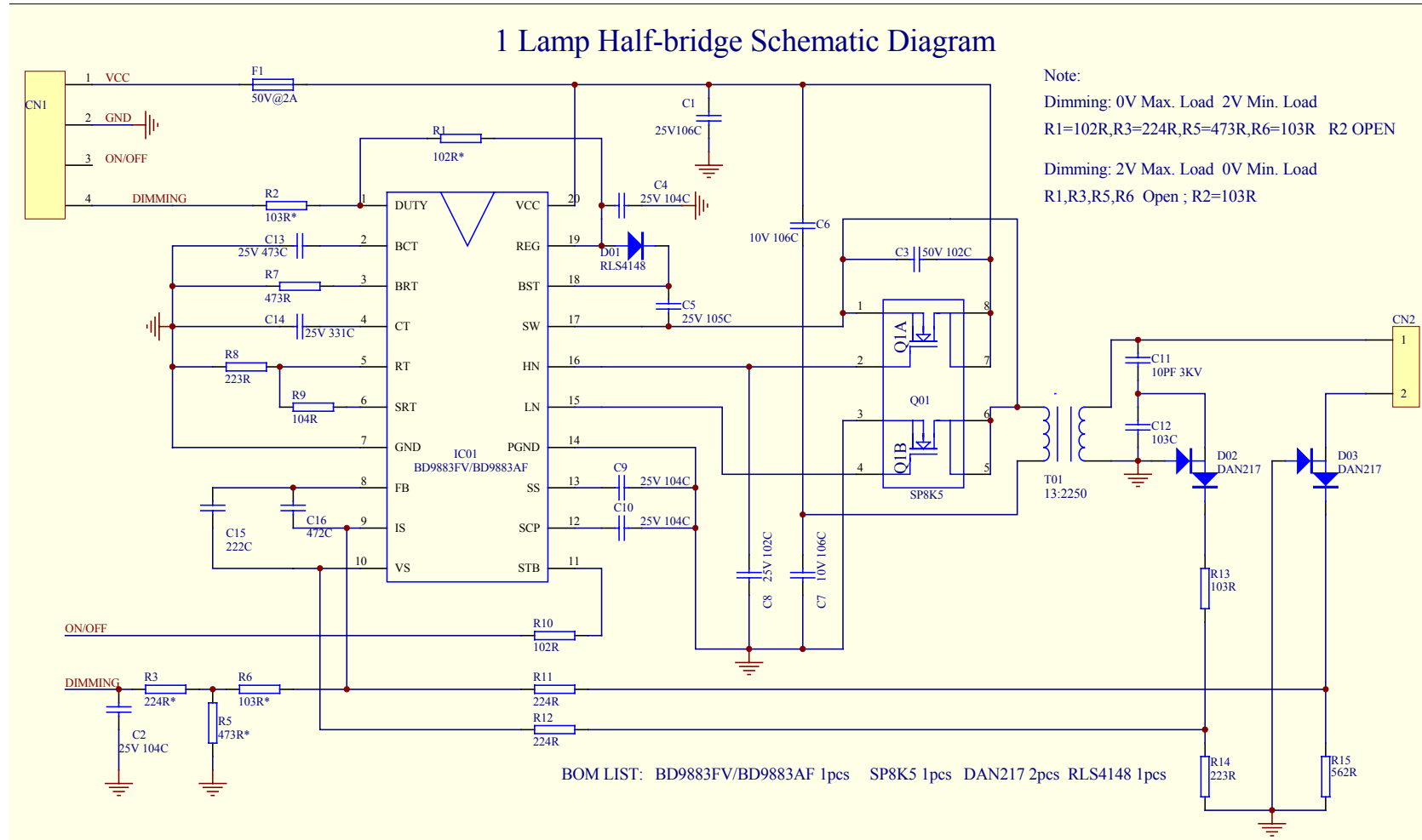
时序曲线图（图2）



BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

二、BD9883FV/AF 组成半桥拓扑结构 INVERTER 应用电路

1 LAMP Half Bridge Schematic Diagram (Figure 3)



BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

Figure 3 示出了采用 BD9883FV/AF 控制芯片设计,半桥拓扑结构 Inverter 电路图. 在图中, 电容器 C6,C7; 双 N-CH MOS-FET Q1(Q1A,Q1B)组成桥,桥的对角线接变压器 T01 的原边绕组, 共同组成对称结构的半桥 Inverter. 控制芯片 BD9883FV/AF 作用是驱动电路中两个 MOS-FET, 并通过检测 Inverter 输出电压信号,电流信号来保证整个 Inverter 的稳态工作. 在这里主要介绍如何调节 BD9883FV/AF 之外围电路以及半桥电路中的一些简单计算.

- Inverter 工作频率的确定和相应的相位补偿:

Inverter 的工作频率由 BD9883FV/AF 三角波振荡器的 F_{osc} 决定、取决于外界定时电容 CT (C14)和定时电阻 RT(R8)的数值. 在一般应用中, 可取 CT (C14)=330P, RT (R8)=22K.相应的 Inverter 输出频率为 50Khz 左右.注意: 定时电容上面三角波的频率为 Inverter 工作频率的两倍.

BD9883FV/AF 内部集成两个独立的误差放大器,可以检测 Inverter 输出的电流,电压信号,通过采样电阻将检测到的灯管电压信号, 灯管电流信号输入到 BD9883FV/AF 的 IS 端子,VS 端子, 并通过 IS 端子, VS 端子相关的放大器输出 FB 来实现调节 PWM 占空比. 为了形成闭合回路, 在 IS 端子 与 FB 端子, VS 端子与 FB 端子之间加入了误差放大器的相位补偿电路(电容 C15,C16). 在不同的工作频率下,相位补偿参数 C15,C16 可以适当调整, 具体参数参考如下: IS 端子—FB 端子之间接电容 1500pF~0.01uF, VS 端子—FB 端子之间接电容: 1000~4700pF.

- Inverter 输出电压,输出电流检测,控制回路

Inverter 输出电压控制回路

通过高压电容 C11(在电路中同时起谐振作用)和取样电容 C12 对 Inverter 输出电压进行采用,二极管 D02 整流之后得到一个脉动的高频的直流电压, 经过分压电阻 R13,R14 进行电压分配, 通过反馈电阻 R12 反馈到 BD9883FV/AF 的 VS, 与 IC 内部的参考电压 1.25V 进行比较,控制 PWM 输出占空比. 当 VS 端子检测到的电压低于 1.25V 时,电路正常工作, 若 VS 电压高于 1.25V 时, BD9883FV/AF 的 FB 端子输出电压降低,当 FB 的电压降低到一定时, IC 保护电路动作,过了 SCP 计时器设定时间后就关断 PWM 输出, 利用它可以实现 Inverter 的输出过压保护和输出开路保护.

Inverter 输出电流控制回路

灯管电流取样电阻 R15 在电路中控制着 CCFL 灯管的电流大小, 通过改变 R15 的大小可以调节灯管的工作电流 (在调光信号不变的情况下), 具体关系为灯管电流:

$$I_o = 1.25V / R15$$

取样电阻上面的电压通过电阻 R11 直接反馈到 BD9883FV/AF 的 IS 端子, 然后与参考电压进行比较, 通过 IS—FB 之间相位补偿电容 C16 进行相位补偿, 直接有 FB 端子控制着 BD9883FV 的占空比输出. 注意: 当 IS 端子的电压低于 0.4V 时, IC 保护电路动作, IC 将会自动关闭! 利用它可以做 Inverter 的输出开路保护, 短路保护等.

- 点灯频率设定

BD9883FV/AF 内置点灯频率端子, 设计是可以利用这个端子进行点灯频率与工作频率的设定, 具体方法如下:

在 BD9883FV/AF 的 SRT 端子与 RT 端子直接连接电阻 (R9), 通过调节 R9 的阻值大小改变点灯频率, 它的参考值为 30K-500K 之间. 具体关

BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

系为：在工作频率不变的情况下，点灯频率设定电阻越小，点灯频率越高，比如在图 3 中，Inverter 的工作频率为 50 KHz，点灯频率设定电阻 R9 为 100K 的情况下，点灯频率约为 58 KHz，在 R9 为 47K 的时候，点灯频率将升高到 65KHz。

- 功率 MOS-FET 的选择

我们选择 MOS-FET 时，主要是关心 MOS-FET 的漏-源电压（Vds），导通电阻 Rds(on)，驱动电压 Vgs，导通电流 Id 以及 MOS-FET 的最大功耗 Pd 等。

MOS-FET 漏-源电压（Vds）选择：不能低于 Inverter 最大输入工作电压的 125%（参考）

导通电流 Id：估计初级最大工作电流，参考公式： $I_{PEAK_PI} = 1.414 * P_{OUT_MAX} / (V_{IN_MIN} \times \eta)$ Id > IPEAK_PI

功耗 PD：MOS-FET 的损耗包括两部分，即直流损耗和开关损耗，下面将列举出影响直流损耗和开关损耗的因数和参考公式

$$\text{直流损耗：} PD_{CONDUCT} = (I_{PRI})^2 \times R_{DS(ON)}, I_{PRI} = P_{OUT_MAX} / (V_{IN} \times \eta)$$

$$\text{开关损耗：} PD_{SWITCH} = 1.414 \times C_{RSS} \times (V_{IN})^2 \times F_{SW} \times I_{PRI} / I_{GATE}$$

$$PD = PD_{CONDUCT} + PD_{SWITCH}$$

设计时，请保持 PD 小于 MOS-FET 允许的最大功耗

- Inverter 中磁性元件的设计

在功率变换电路的设计中，变压器的设计非常重要，Inverter 的设计也不例外，如何设计好高性能，便于批量生产的变压器呢？这一直是非常难的课题，在这里，我将简单的介绍几点关于半桥变压器的设计参考，希望给各位带来实用之处。

参考设计流程如下：

- 1 了解 Inverter 的输入输出参数：

输入电气性能：输入电压范围

输出部分,主要是 TFT-PANEL 背光要求,内容包括:

- 2 确定变压器初级的卷数： N_{PRI}

根据法拉第定律，决定变压器初级的最少卷数因数有：

最小输入电压和最大导通时间，磁芯的截面积，磁芯的截面积

TFT-PANEL 型号:	
点灯电压(或灯管击穿电压):	
灯管工作电压:	
灯管工作电流:	
灯管工作频率:	
(灯管)额定输出功率:	
效率:	

BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

关系是与输入电压成正比，与导通时间成正比，与磁芯的截面积成反比，与变化的磁通密度成反比，具体用公式表示为：

$$N_{PRIN} = V_{IN_MIN} \times T_{ON_MAX} / (B \times Ae)$$

3 确定变压器的匝数比

在输入电压一定的情况下，通过不同的（次级与初级的）匝数比可以获得不同的输出电压，为了获得有足够的输出电压来点亮 CCFL，而不至于在输入电压比较低的情况下无法使 Inverter 正常工作，因此，适当的匝数比对 Inverter 的工作起到非常重要的作用。具体参考下面的公式：

$$N \geq V_{LAMP (RMS)} / [0.45 * V_{IN (MIN)}]$$

$V_{lamp (RMS)}$ 代表正常工作的时候，灯管最大工作电压的有效值

$V_{IN(MIN)}$: 最小的直流工作电压

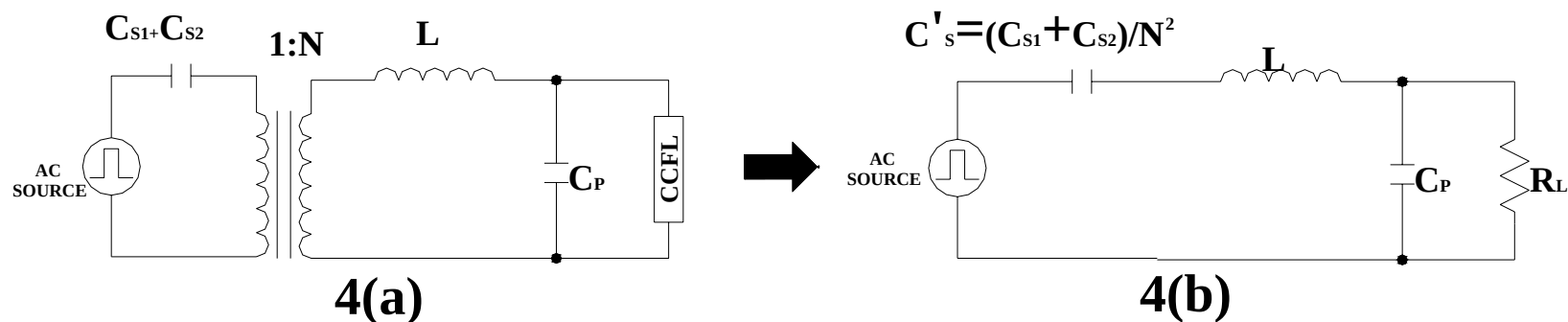
4 谐振回路的计算

确定谐振回路的震荡频率：谐振回路的震荡频率越接近 BD9883FV/AF 控制 MOS-FET 的开关频率，灯管输出的电流波形就越接近正弦波。

而谐振回路的频率受以下因数影响：初级电容 C_6, C_7 ；次级并联电容 C_{11} （当 $C_{12} > C_{11}$ ），次级的漏电感 L 以及 CCFL 灯管。

为了方便叙述，下面将列举出 CCFV Inverter 的简化原理图，图 4a，在图中，半桥功率输入部分简化为方波信号源。

图 4b 通过折算后的次级谐振回路图，



BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

根据图 (4), 可以得到两个谐振频率点: 串联谐振点 F_s 和并联谐振点 F_p

$$F_s = 1/(2\pi)(\sqrt{LC'_s})$$

$$F_p = 1/(2\pi)(\sqrt{L(C'_s C_p)/(C'_s + C_p)})$$

谐振电路工作原理简述如下:

当 CCFL 处于熄灭的时候, 灯管的阻抗无穷大, 相当于负载 (CCFL) 并联在谐振回路中, 工作频率接近 F_p , 整个 Inverter 相当于一个电压源。从理论上分析, 这个电压源将以足够的电压来点亮灯管, 直到灯管完全点亮为止, 或者是达到控制 IC 所设定的最大输出电压。

一旦灯管被点亮, CCFL 的等效阻抗迅速下降, 工作点进入串联谐振状态, 工作频率开始下降, 直到工作进入稳定状态, 此时的 Inverter 相当于一个电流源, 为灯管提供源源不断的, 稳定的工作电流。

综上所述, Inverter 在点灯过程中是以一个电压源形式存在, 而在工作过程中却是一个电流源的形式工作的。

5 变压器的漏电感

在变压器次级的漏电感为 180~350mH 的时候, BD9883FV/AF 都可以处在比较好的工作状态中。而变压器次级的漏电感是 Inverter 变压器的一个非常重要的参数, 他直接影响 Inverter 输出谐振回路的工作。变压器的漏电感在每次生产中的数值都会有比较大的差异, 因此, 在使用变压器的时候, 建议 Inverter 的设计者在设计和购买变压器的时候, 直接要求变压器生产厂家按照变压器的漏电感的数值进行设计和生产。

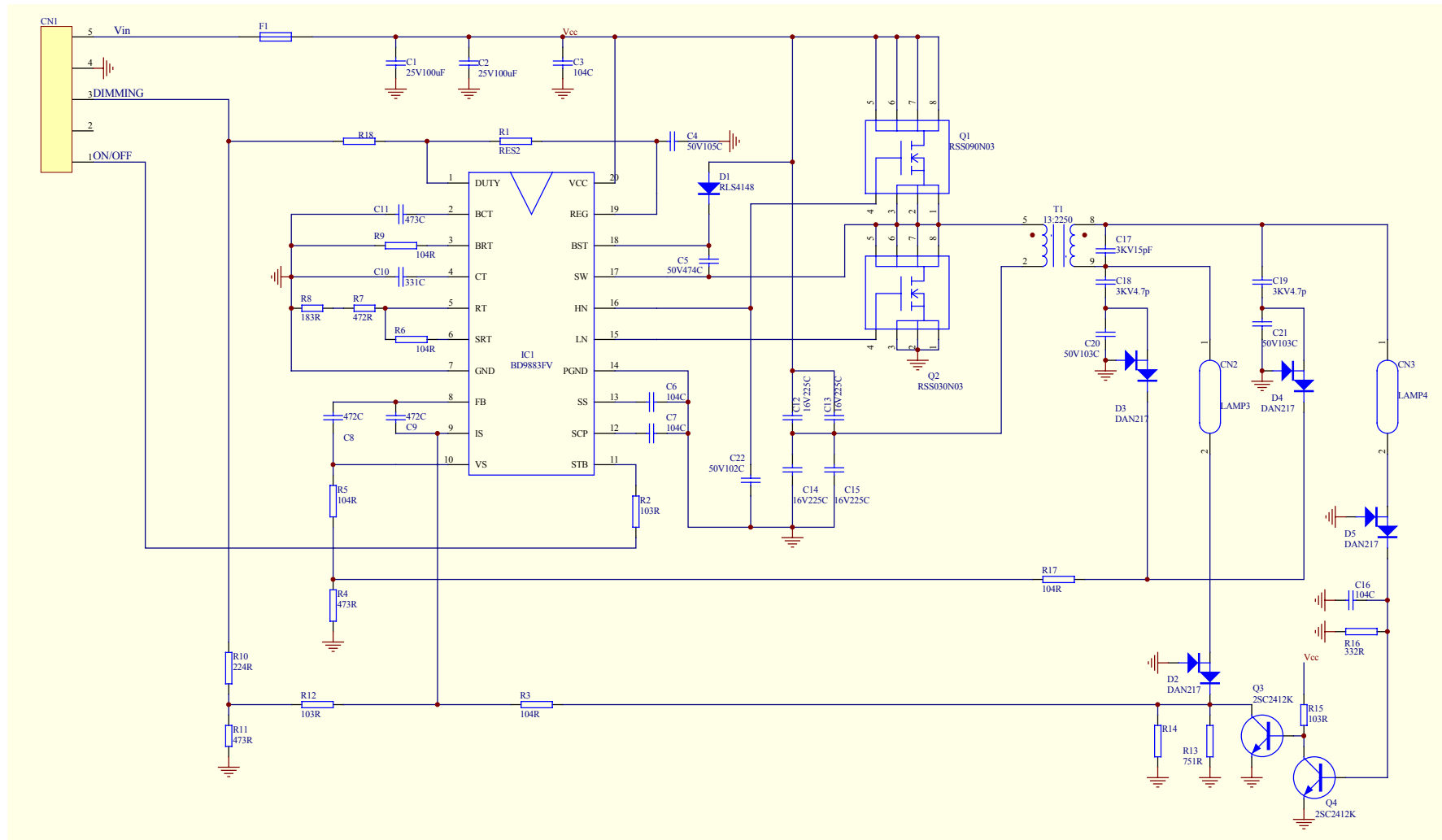
6 PCB Layout

良好的 PC Board (PCB 板) 的设计是 Inverter 可靠工作的保证, 尤其是高压输出部分和功率开关部分需要特别注意。在具体 Layout 中, 高压部分的 layout 要与控制部分独立分离出来, 尽量保证更多的绝缘空间, 以免工作的时候产生火花。具体参考如下:

- a 工作电流比较大的部分尽量保证 PCB 上面的线宽而短, 特别是接地部分, 他将影响 Inverter 工作可靠性和效率
- b 一点接地—电路中模拟部分与功率部分走线要独立分开, 最后一点接地。

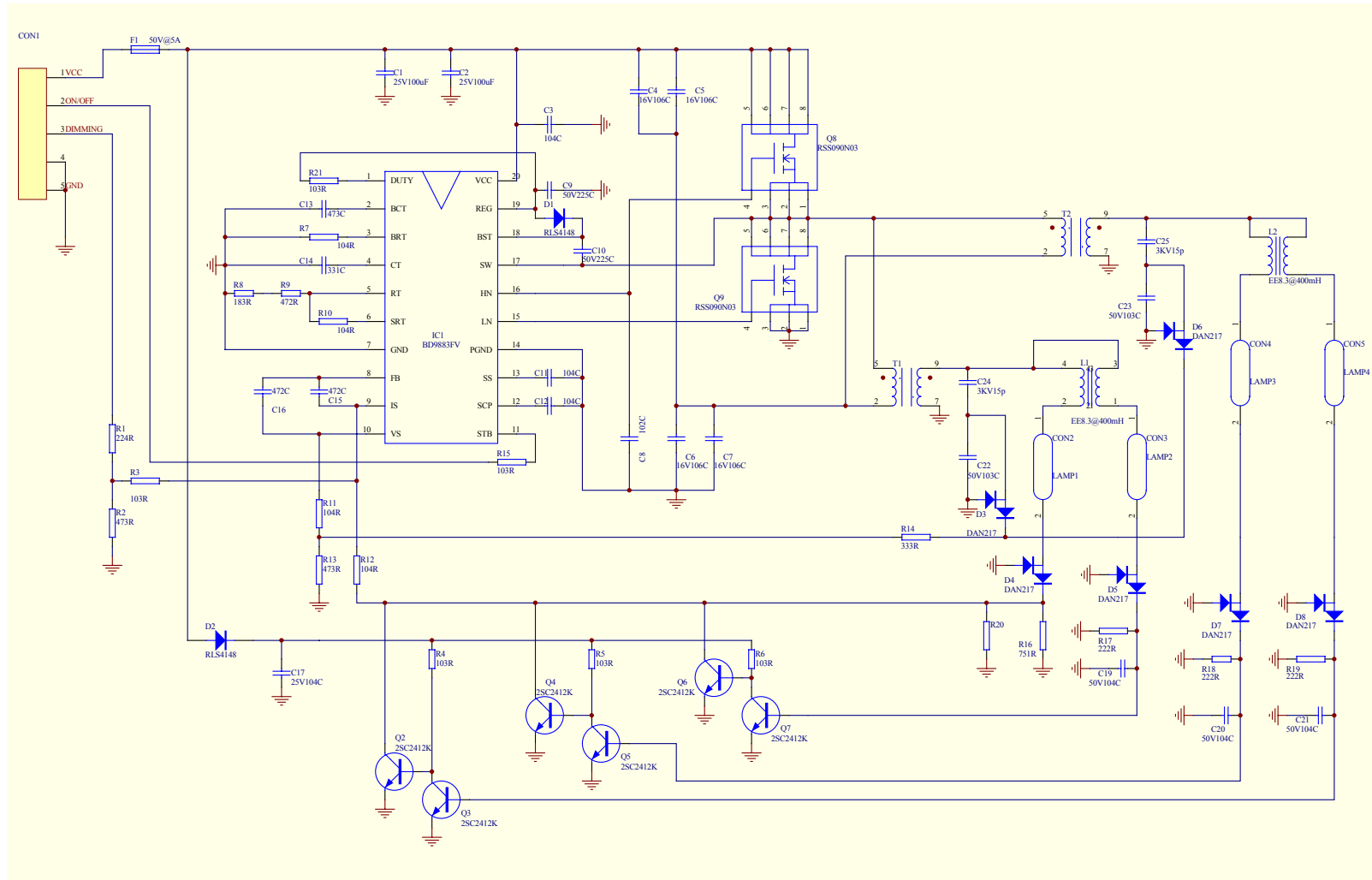
BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

三、BD9883FV/AF 参考应用 (2): 应用于 2 Lamp Half-Bridge Topology Inverter



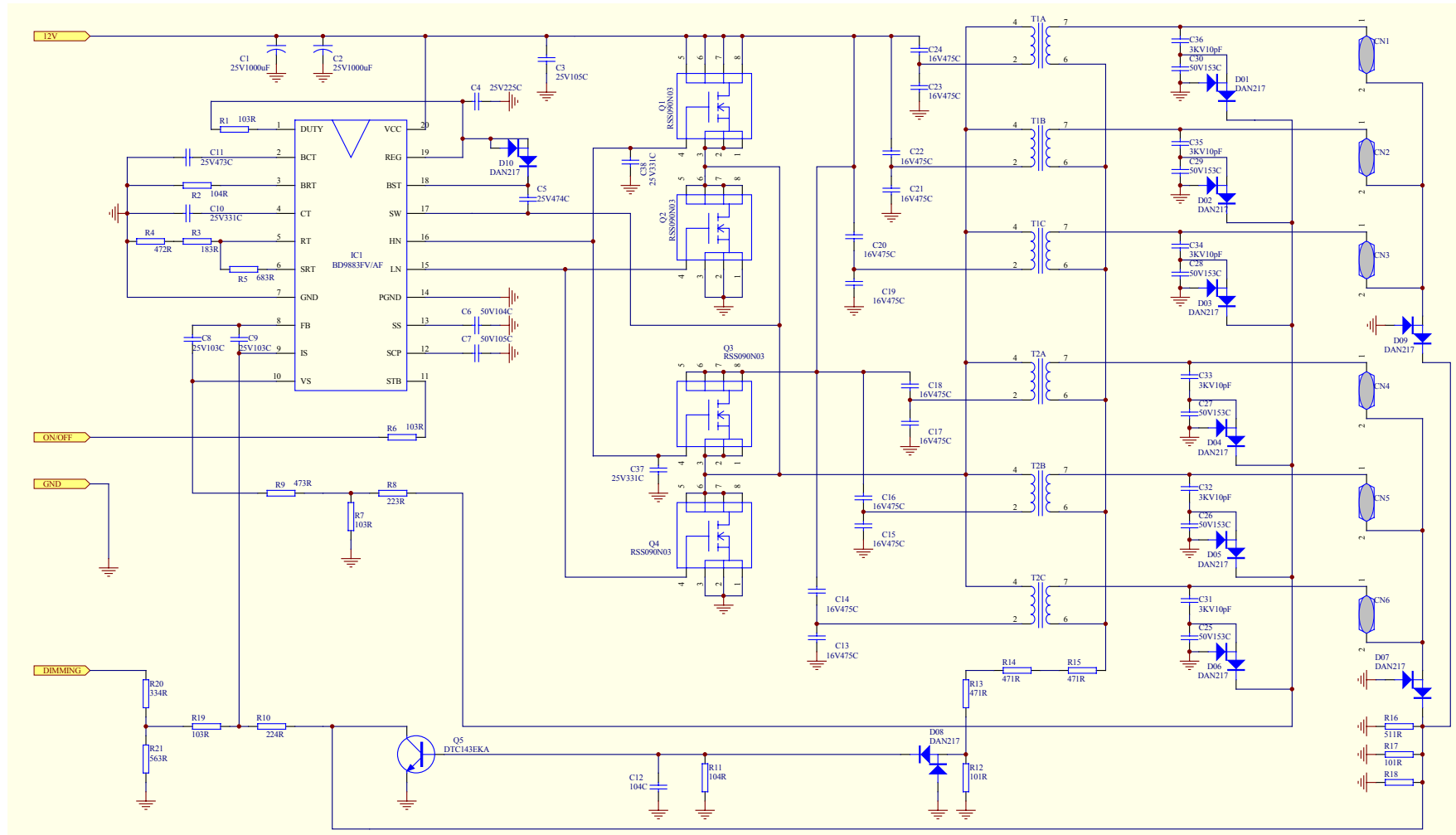
BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

四、BD9883FV/AF 参考应用 (3) : 应用于 4 Lamp Half-Bridge Topology Inverter



BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

五、BD9883FV/AF 参考应用 (4) : 应用于 6 Lamp Half-Bridge Topology Inverter



BD9883FV/AF INVERTER 集成电路测试方法和应用介绍

备注：

上述原理的工作电压均为 $12V \pm 10\%$ ，开灯电压一般都设置在 $1450V_{RMS}$ 以上。

应用电路总是千差万别的，根据以上介绍的电路基本应用原理电路，用户可以举一反三，设计出符合自己需要的使用电路。

比如用户可以根据自己的需要将 BD9883FV/AF 设计成推挽拓扑结构的 1-6 灯管 inverter。在变压器使用上面也可以采用一个变压器推动一个灯管，一个变压器推动二个灯管，灯管串联，并联等形式进行组合。

本资料所有信息来源于 ROHM 公司的官方资料，作者的实践积累等。如有人用做商业用途，请注明出处。

限于本人的水平，难免在介绍中有不足之处，欢各位好友提出宝贵意见。

欢迎各位共同探讨有关 Inverter 技术，如各位有对 BD9883FV/AF 感兴趣，需要申请免费的样品的时候，请直接给我发个邮件或者是电话。

Prepared By: Colin Wang/ 王卫

2006 年 4 月 19 日，星期三为设计 demo 电路而整理

联系方式：BD9883FV@163.COM

TEL: 021-64403295

FAX:021-64403212