

基于 LM5032 的单端反激式宽范围开关电源设计 Design of Single-ended Fly-back Wide-range Switching Power on the Basis of LM5032

郭顺吉, 孙寅虎, 程伟
Guo Shunji, Sun Yanhu, Cheng Wei
天水 749 电子有限公司
Tianshui 749 Electric Co.Ltd

摘要: 本文介绍一种基于 LM5032 的宽范围输入、多路输出隔离型 DC/DC 变换器设计方案, 提高了变换器的功率密度、电源模块的可靠性和稳定性。

关键词: 单端反激式 宽范围 DC/DC 变换器

Abstract: The paper introduces a designing scheme about wide-range input, multi-way output seclusive DC/DC converter on a basis of LM5032, which can improve the watt density of converter, the reliability and stability of power module.

Key Words: Single-ended fly-back, Wide-range, DC/DC Converter

[中图分类号] TN86 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2015) 05-0021-03

1 引言

LM5032 是美国国家半导体公司推出的、业内首个适用于传统及有源箝位复位电路结构的 100V 双通道交错输出脉冲宽度调制控制器。本文介绍了一种采用 LM5032 控制器设计的宽范围输入 (9V ~ 36V)、多路输出 (+5V, ±12V) 隔离型 DC/DC 变换器, 大大提高了 DC/DC 变换器的功率密度, 提高了电源模块的可靠性和稳定性。

2 电路方案设计原理

众所周知, 隔离型 DC/DC 变换器的典型拓扑结构, 主要有全桥式、半桥式、推挽式、正激式、以及反激式等。其中, 全桥式和半桥式电路拓扑结构相对复杂, 所需元器件较多, 主要用于大功率开关电源。由于本电源模块输出功率为 10W, 所以全桥式、半桥式和推挽式电路不在本次电路设计方案考虑之中。单端反激式电路结构简单, 变压器可作为输出电感, 与单端正激式相比, 可有效减小产品体积, 提高 DC/DC 模块的功率密度。因此, 根据产品的具体技术指标和外形尺寸综合考虑, 在本电路设计中, 采用了单端反激式电路拓扑结构, 电路原理图如图 1 所示。

3 主要技术指标与变压器参数设计

3.1 主要技术指标

输入电压: 9V ~ 36V;

输出电压及电流: +5V/100mA, ±12V/200mA。

3.2 变压器参数设计

变压器选用 TDK 公司的罐形变压器 (直径 $\Phi=9\text{mm}$), 磁芯有效截面积 $A_c=0.101\text{cm}^2$,

磁感应强度 $\Delta B=1500\text{GS}$, 占空比 $D_{\max}=0.5$, 开关频率 $f=200\text{kHz}$ 。

3.2.1 原边绕组的峰值电流 I_p

$$I_p = \frac{2P_o}{V_{s(\min)} D_{\max}} = \frac{2 \times 5}{9 \times 0.5} = 2.22(\text{A})$$

3.2.2 原边绕组的电感值 L_p

$$L_p = \frac{V_{s(\min)} D_{\max} T_s}{I_p} = \frac{9 \times 0.5}{2.22 \times 200 \times 10^3} = 0.01 \times 10^{-3}(\text{H})$$

3.2.3 最小占空比 D_{\min} 计算

$$D_{\min} = \frac{D_{\max}}{(1-D)k + D_{\max}}$$

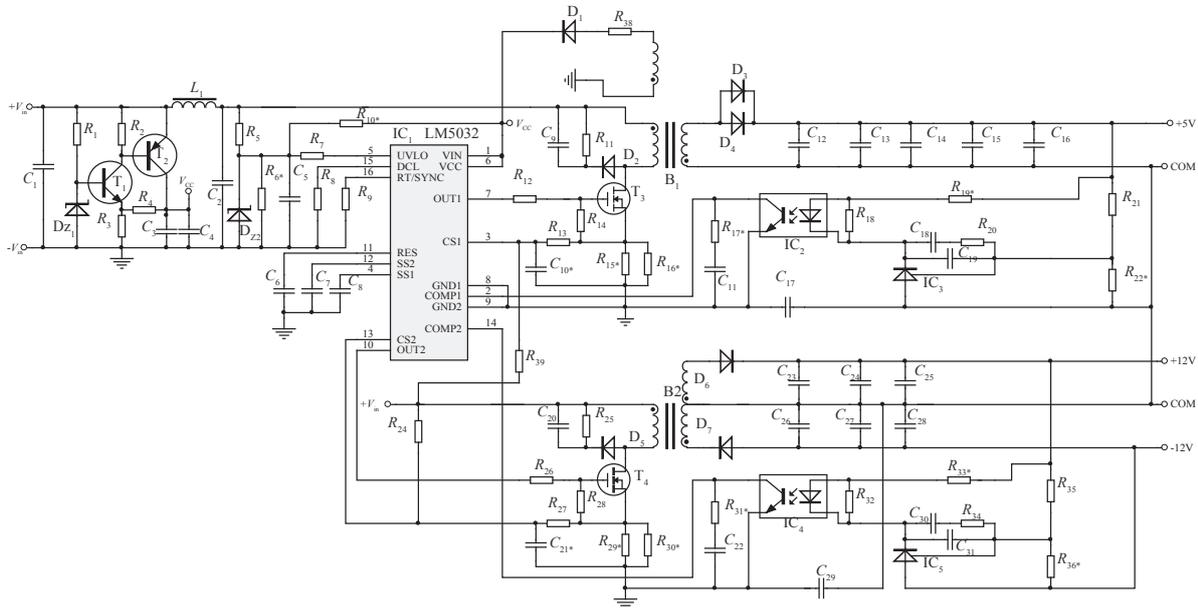


图 1 本电路采用的原理图

式中 k 为电压 V_s 的波动范围系数, $k = \frac{V_{(max)}}{V_{(min)}} = \frac{36}{9} = 4$

$$D_{min} = \frac{0.5}{(1-0.5) \times 4 + 0.5} = 0.2$$

$$0.2 \leq D \leq 0.4$$

3.2.4 气隙长度 l_g 计算

$$l_g = \frac{0.4\pi \times I_p^2}{A_e \Delta B^2} \times 10^8 = \frac{0.4 \times 3.14 \times 0.01 \times 10^{-3} \times 2.22^2}{0.101 \times 1500^2} \times 10^8 = 0.027(\text{cm})$$

3.2.5 初级绕组匝数 N_p 计算

$$N_p = \frac{\Delta B \times I_g}{0.4\pi I_p} = \frac{1500 \times 0.027}{0.4 \times 3.14 \times 2.22} = 14.5$$

取 $N_p=14$ 匝

3.2.6 次级绕组匝数 N_s 计算

$$N_s(\pm 12V) = \frac{(V_o + V_D)(1 - D_{max}) \times N_p}{V_{s(min)} D_{max}} = \frac{(12 + 0.5)(1 - 0.5) \times 14}{9 \times 0.5} = 19.44$$

取 $N_s(\pm 12V)=19$ 匝

$$N_s(5V) = \frac{(V_o + V_D)(1 - D_{max}) \times N_p}{V_{s(min)} D_{max}} = \frac{(5 + 0.25)(1 - 0.5) \times 14}{9 \times 0.5} = 8.16$$

取 $N_s(5V)=8$ 匝

3.2.7 反馈绕组匝数 N_f 计算

$$N_f = \frac{N_s}{V_{out}} \times 9 = \frac{8}{5} \times 9 = 14.4$$

取 $N_f=14$ 匝

4 DC/DC 电源变换器结构设计

DC/DC 电源变换器要求高度低 (高度不超过 8mm), 多路输出 (+5V, ±12V), 对器件的结构、元器件的装配、输出纹波、效率都有严格的要求, 合理设计结构非常重要。

为解决较低的输出纹波及提高电源的功率密度, 本产品采用单层 PCB 板设计, 开关管选用 PowerPAK SO-8 封装形式, 电阻、电容大部分选用 0603 封装的。

通过热设计, 将发热元件尽可能地均匀分布整个组件中, 并将其紧贴在金属壳体上, 产品最终采用导热性能好的硅胶实体灌封, 六面体金属封装, 实现良好的散热, 提高了产品的可靠性。

5 产品性能指标

该型宽输入范围、多路输出 DC/DC 变换器实测技术指标, 如表 1 所示。

表 1 产品实测技术指标

| 指标名称 | 实测指标 |
|--------|-------------------------|
| 输入电压范围 | 9V ~ 36V |
| 输出电压 | +5V, ±12V |
| 输出电流 | +5V: 100mA; ±12V: 200mA |
| 输出纹波 | ≤ 60mV |
| 电压调整率 | ≤ 0.5% |
| 电流调整率 | ≤ 0.5% |
| 效率 | ≥ 80% |
| 绝缘电阻 | ≥ 100MΩ |
| 工作温度范围 | -55℃ ~ +85℃ |
| 外形尺寸 | 40mm × 26mm × 8mm |

(下转第 34 页)