

# 开关电源用飞兆功率开关

## FPS<sup>TM</sup> 与 GreenFPS<sup>TM</sup> 的特点及应用

FSD 200

鲁殿元

**摘要:** 飞兆半导体公司生产的 FPS<sup>TM</sup>, 是将高功能度的 PWM 电路和坚固的功率 SenseFET 置于同一封装内或集成在同一芯片上的组合功率开关调节器。文中简要介绍了 FPS<sup>TM</sup> 的特点, 重点介绍了其新系列 GreenFPS<sup>TM</sup> 的特性及应用实例。

**关键词:** 开关电源; 功率开关; 调整器; FPS<sup>TM</sup>; GreenFPS<sup>TM</sup>

### 1. 引言

在 250W 以下的离线 (off-line) 电源变换器中, 选用集传统 PWM 控制电路和功率 MOSFET 于一体的功率开关调节器 IC 或模块, 可以减少系统元件数量, 节省印制电路板 (PCB) 空间, 提高功率密度和可靠性, 简化设计, 降低成本。近十年来, 世界著名的半导体制造商大多都生产这种二合一器件, 代表性产品有功率集成 (Power Integrations) 公司的 TOPSwitch 系列和飞兆半导体 (Fairchild Semiconductor) 公司的功率开关 FPS (为 Fairchild Power Switch 英文缩写, 商标是 FPS<sup>TM</sup>) 系列等。

FPS<sup>TM</sup> 早期产品由韩国三星公司生产, 当时称为三星功率开关 (SPS)。后来三星公司功率半导体部并入飞兆公司, 此类器件改称为 FPS<sup>TM</sup>, 并且发展了一些新的系列。飞兆公司原为仙童公司, 后称为快捷公司, 近年来根据英文发音又称为飞兆。该公司是世界半导体巨商之一。

把坚固先进的功率 SenseFET 芯片和体现现代工艺规范 (State-of-the-art) 的 PWM 电路芯片并排置入同一封装内, 另一种是采用 BCD (双极-CMOS-DMOS) 工艺将 SenseFET 和 PWM 电路集成在同一芯片上。

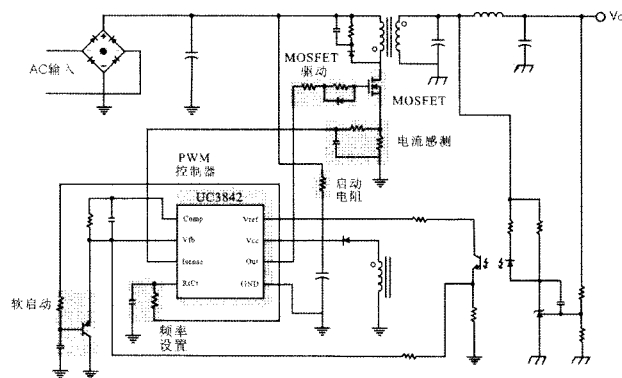
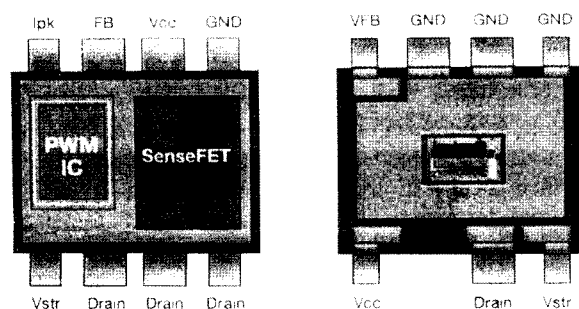


图1 传统开关电源代表性电路

### 2. 关于 FPS<sup>TM</sup> 的一般介绍

图 1 为基本标准型 PWM 控制器 UC3842 的离线开关电源 (SMPS) 代表性电路。FPS<sup>TM</sup> 不仅在同一封装内集成了 PWM 控制器和功率 MOSFET, 而且集成了 PWM 控制器外围元件和电路, 具体包括软启动电路、振荡器定时元件 ( $R_T$  与  $C_T$ )、启动电阻、电流感测电阻与 RC 低通滤波器及栅极驱动电路。FPS<sup>TM</sup> 中带电流感测功能的功率 MOSFET, 被称为 SenseFET。

图 2 示出了两种设计方案的内部结构: 一种是

图2 FPS<sup>TM</sup> 内部结构

FPS<sup>TM</sup> 根据输出功率和应用领域采用不同的封装（在型号后缀字母中标识），这些封装型式具体包括 DIP-8L、DIP-7L、DIPH-8L、SOP-7L、SOP-8L、TO-3PF-5L、TO-3PF-7L、TO-220-5L、TO-220-4L、TO-220F-5L 和 TO-220F-6L 等。

FPS<sup>TM</sup> 适用 85~265V 的 AC 通用供电线路输入，内部 SenseFET 的峰值限制电流从 0.3A 到 12A，最高漏极电压分 650V、700V 和 800V 等几种，输出功率从 1W 直达 220W。FPS<sup>TM</sup> 的固定开关频率有 50KHz、67KHz、70KHz、100KHz 和 134KHz 等，还有些器件（如 KA5P0680C）频率可调，有些器件（如 FS8S0965RCB）开关频率可与 CRT 监视器同步，其余一些器件（如 FSCQ0765RT）应用于彩电（C-TV）工作于准谐振（QR）模式。

FPS<sup>TM</sup> 对变换器中的过热、能损坏功率 MOSFET 的过电流、DC 输出过电压和 DC 输出过载等提供保护。这些保护特征还与先进的控制特性相结合，如为获得低待机功率采用突发模式操作及

带频率调制的精密振荡器有最低化的 EMI 等，使采用 PWM 单片 IC 驱动分立功率 MOSFET 的 SMPS 传统设计方案无法与其相媲美。

FPS<sup>TM</sup> 的输出功率不同，应用的领域也不一样。输出功率范围低于 10W 的 FPS<sup>TM</sup>，典型应用是充电器和 PC 辅助电源；10~50W 的器件主要用于 PC、DVD 播放机（DVDP）、机顶盒（STB）、视频磁带录像机（VCR）和 LCD 监视器；50~100W 的 FPS<sup>TM</sup> 应用主要瞄准 LCD 监视器、PC 和等离子显示；输出功率为 60~160W 的器件应用目标是 CRT 监视器；50~220W 的 FPS<sup>TM</sup> 重点在彩色电视机（C-TV）SMPS 中应用。

图 3 示出的 180~200W 的彩电 SMPS 电路使用了飞兆功率开关（FPS<sup>TM</sup>）KA5Q1265RF 型器件。这个电路由基于控制器 FAN7527B 的功率因数校正（PFC）预调节器电路和围绕 KA5Q1265RF 的准谐振反激式 PWM 级电路组成，AC 输入电压范围是 195~265V。

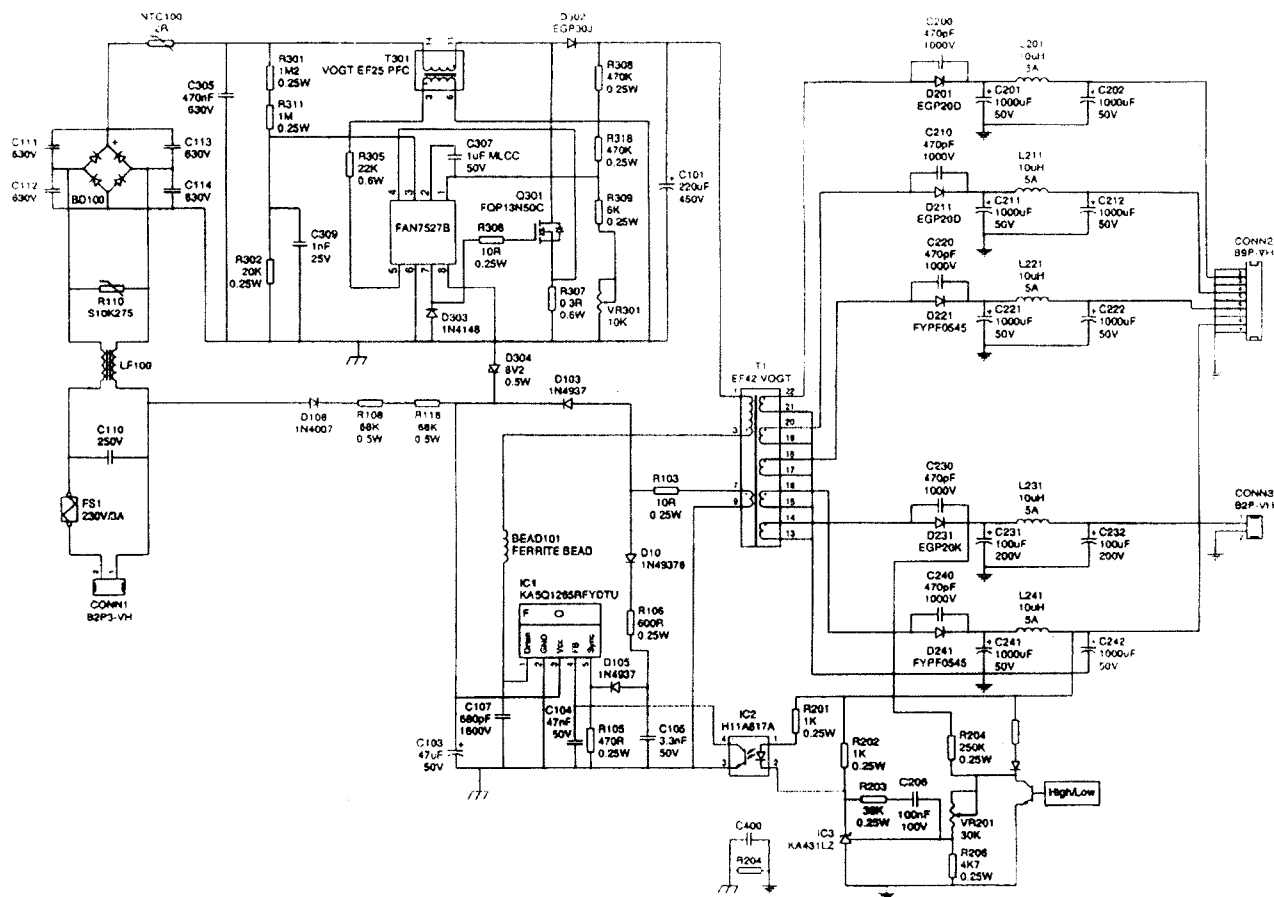


图 3 180~200W 彩色电视机电源电路

表 1 代表性产品控制与保护功能比较

型 号	控制特性			保护模式		
	频率调制	偏制绕组	反馈模式	过电流保护	过电压保护	欠电压锁定
FSD200	是	不需要	电压	无	无	无
FSD210	是	需要	电压	无	无	有
FSDM311	不是	需要	电压	无	有, 带自动再启动	有
FSD1000	不是	需要	电流/电压	无	有, 锁定	有
FSDL0165RN	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDL312	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDM0265RN	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDH0265RN	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDL0365RN	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDM0365RN	是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDM0565R	不是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有
FSDM07652R	不是	需要	电流	有, 带自动再启动	有, 带自动再启动	有

工作于过渡(或临界)模式(TM)的PFC前置级产生400V的DC总线电压,在桥式整流器输入端产生正弦AC电流,谐波成份符合EN61000-3-2标准要求,线路功率因数接近于1。

KA5Q1265RF的最大峰值电流是8A,内置650V的SenseFET,采用TO-3PF-5L封装。KA5Q1265RF利用多路输出反激式配置产生C-TV所需要的电压。KA5Q1265RF有一个突发工作模式。在常态下,图3右下部NPN晶体管基极上的“High/Low”信号处于高电平。当利用微控制器(MCU)使这个信号变为低电平时,通过光耦合器(IC2)的电流增加,反馈电压接近地,器件(IC1)进入突发模式。在此情况下,输出电压降低,直到通过辅助绕组施加到IC1上的电压降到12V左右。

IC1脚VCC上电压降低,使PFC芯片FAN7527B脚8上的电压降至8V以下,PFC芯片不能激活,保持在低功率待机状态。

由于FPS™器件的准谐振模式在较低的电压上进行开/关转换,使系统效率在满载下达90%,并且低dv/dt产生很小的内部辐射。

### 3. FPS™的新系列—GreenFPS™

GreenFPS™是飞兆公司近期开发的新系列器件,带有“绿色”特征。

#### 3.1 GreenFPS™的主要特点和性能

与先前FPS™系列器件比较,GreenFPS™的主要特点如下:

(1) 满足小于1W的“能源之星”标准要求

GreenFPS™ 系列产品全部带有突发模式。图 4 示出了 GreenFPS™ 在反激式变换器应用中突发模式操作相关波形。其中,  $V_{BURSTH}$  是突发模式高门限电平,  $V_{BURSTL}$  是低门限电平。在输出电平增加时, 光耦晶体管电流增大, 反馈电压 ( $V_{fb}$ ) 降低。当反馈电压降至  $V_{BURSTH}$  以下时, 开关停止, 没有电流产生。输出电压依赖于负载电流而降低, 导致反馈电压增加。一旦反馈电压升高到  $V_{BURSTH}$  以上, 进入突发模式, 开关重新开始。随输出电压升高, 反馈电压再次降低。只要反馈电压低于  $V_{BURSTL}$ , 开关又一次停止, 于是电流波形出现周期跳跃。

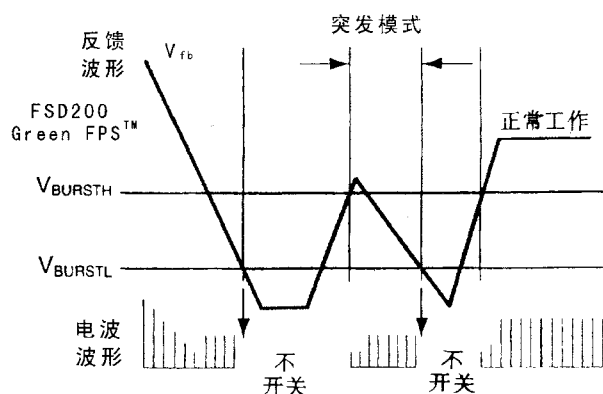


图 4 突发模式操作相关波形

FSD210 型 GreenFPS™ 在 265V 的 AC 线路电压下, 其 5V 的输出无载时仅消耗 92mW 的功率。

## (2) 频率调制使 EMI 最小化

普通 FPS™ 固定频率振荡器在很窄的频带内产生电磁干扰 (EMI), 而大多数 GreenFPS™ 器件在  $\pm 4\text{KHz}$  的范围上调制它的频率, 使 EMI 在一个较宽的频率范围上展开, 仅需要使用简单的 EMI 滤波器即可满足相关标准要求。图 5 示出了 GreenFPS™ 频率调制示图。像 FSD200 的开关频率是 134KHz, 频率调制范围为  $(134) \pm 4\text{KHz}$ , 从而使 EMI 得到有效抑制。

GreenFPS™ 系列器件的控制特性和保护模式共同点有: (a) 突发模式; (b) 内部软启动; (c) 过载保护 (自动重新启动); (d) 过热关闭 (自动重新启动)。表 1 列出了代表性产品的不同点。

GreenFPS™ 代表性器件的主要参数和封装见表 2。

## 3.2 GreenFPS™ 应用简介

GreenFPS™ 系列器件以中、低功率为主, 大功率器件即将投放市场。其代表性产品的应用范围如表 3 所列。

表 2 GreenFPS™ 代表性器件参数与封装

型号	输出功率 (85 ~ 265Vac) (W)	输出功率 (230Vac $\pm$ 15%) (W)	峰值电 流限制 (A)	漏极电压 (MAX) (V)	静态漏源 导通电阻 (MAX) ( $\Omega$ )	开关 频率 (KHz)	封装
FSD200	4.8	7.2	0.3	700	32	134	DIP-7L
FSD210	4.8	7.2	0.3	700	32	134	DIP-7L
FSDM311	7.2	7.2	0.6	650	19	67	DIP-8L
FSD1000	12.0	13.6	可调	700	9	70	DIPH-12L
FSDL0165RN	12.0	13.6	1.2	650	10	50	DIP-8L
FSDL312	12.0	13.6	1.2	650	10	50	DIP-8L
FSDM0265RN	16.0	18.4	1.5	650	6	67	DIP-8L
FSDH0265RN	16.0	18.4	1.5	650	6	100	DIP-8L
FSDL0365RN	24.0	28.0	2.2	650	4.5	50	DIP-8L
FSDM0365RN	24.0	28.0	2.2	650	4.5	67	DIP-8L
FSDM0565R	48.0	56.0	2.3	650	2.2	67	TO-220F-6L
FSDM07652R	60.0	68.0	2.5	650	1.6	67	TO-220F-6L

表3 代表性产品应用范围

输出功率电平	低 功 率	中 功 率	大 功 率
型号	FSD200 FSD210 FSDM311 FSDL312	FSD1000 FSDL0165RN FSDH0265RN FSDM0265RN FSDL0365RN FSDM0365RN FSDM0565R FSDM07652R	FSCQ0765RT  FSCQ15658RT
应用范围	充电器 辅助电源（如小显示器）	PC 主电源和辅助电源 DVD 播放机（DVDP）及辅助电源 数字静止相机（DSC） 机顶盒 LCD 监视器 笔记本电脑适配器	彩色电视机（C-TV） DVD 接收机 等离子显示屏

下面仅介绍几款 GreenFPS™ 的实际应用电路

(1) 利用 FSD210M 的待机功率低于 100mW 的 1W 电源。

图 6 示出的是使用 FSD210M 的小型非隔离反激式 1W 电源电路，待机功率小于 100mW。这种电源主要用于小家电产品和工厂自动操作系统。在 AC 输入端，R100 是 470V 的过电压保护元件，L100、L101 和 C100、C101 组成输入滤波器，瞬态电压抑制器（TVS）D103 和 1A/1000V 的快速恢复二极管 D102 组成阻尼电路，变压器辅助绕组，D105、R105 和 C104 组成 IC1（FSD210M）VCC 供电电路，9V 的齐纳二极管 D202 和 R201、R202、Q1、C103 组成反馈电路。输出整流二极管 D201，是 1A/200V 的快速恢复器件。FSD210M 的过载保护模式能识别是暂时过载还是持久性过载。在负载浪涌期间，FSD210M 不会关闭。FSD210M 带增强的短路保护，频率调制特征减小了 EMI。

(2) 利用 FSDL0165RN 的 5W Buck 变换器

采用 FSDL0165RN 的 5W 降压（Buck）变换器电路如图 7 所示。变换器的 DC 输入电压  $V_{in}$  为 120~385V<sub>ac</sub>，输出是 15V/300mA。其应用范围是工业自动化、家电和仪器仪表。这种非隔离单输出 Buck 变换器，在整个输入范围内和在 15V、100~

300mA 的输出电平上，效率高于 77%。在 15V/10mA 的输出负载上，功率消耗小于 350mW。FSDL0165RN 的电流模式控制有最大的工作灵活性，减化了反馈电路，支持不连续和连续导通模式（DCM/CCM）操作。器件（IC1）的频率调制控制特性帮助减小 EMI。

(3) 采用 FSDM0265RN 的 16W 多路输出隔离反激式变换器

使用 FSDM0265RN 的 16W 多路输出隔离反激式变换器电路如图 8 所示。这种变换器的典型应用有 STB、译码器、小型 DVDP 及利用现场可编程门阵列（FPGA）与复杂逻辑芯片的工业和通信等方面，可满足 5V、3.3V、2.5V 与 1.2V 的逻辑电源电压要求。反激式拓扑结构易于扩展，在图 8 中提供了 12V 或 6.6V 的两个附加输出，FSDM0265RN 的工作频率为 70KHz，电流容量是 1.5A。如果改变变压器和 GreenFPS™ 的参数，则可以输出高功率电平。FSDM0265RN 利用电流模式控制，提供优良的线路和负载瞬变响应。FSDM0265RN 的过载保护电路能区别是暂时过载还是持久性过载，在负载浪涌条件下器件不会关闭。当变压器次级上的二极管短路时，器件将关断。

#### 4. 结束语

飞兆功率开关 FPS<sup>TM</sup> 和绿色开关 GreenFPS<sup>TM</sup> 都是集先进的 PWM 控制电路和坚固的 SenseFET 于同一芯片上或同一封装内的器件。GreenFPS<sup>TM</sup> 除具有逐周脉冲电流限制和过压、过流、过载、过热保护及欠压锁定和软启动等特点外, 与普通 FPS<sup>TM</sup>

比较, 还增加了低待机功率突发模式及频率调制低 EMI 等“绿色”特征。用 FPS<sup>TM</sup> 和 GreenFPS<sup>TM</sup> 设计 SMPS, 不仅减少了元件数量和减小了 PCB 尺寸, 降低了成本, 简化了设计, 而且能提高系统的可靠性。◆

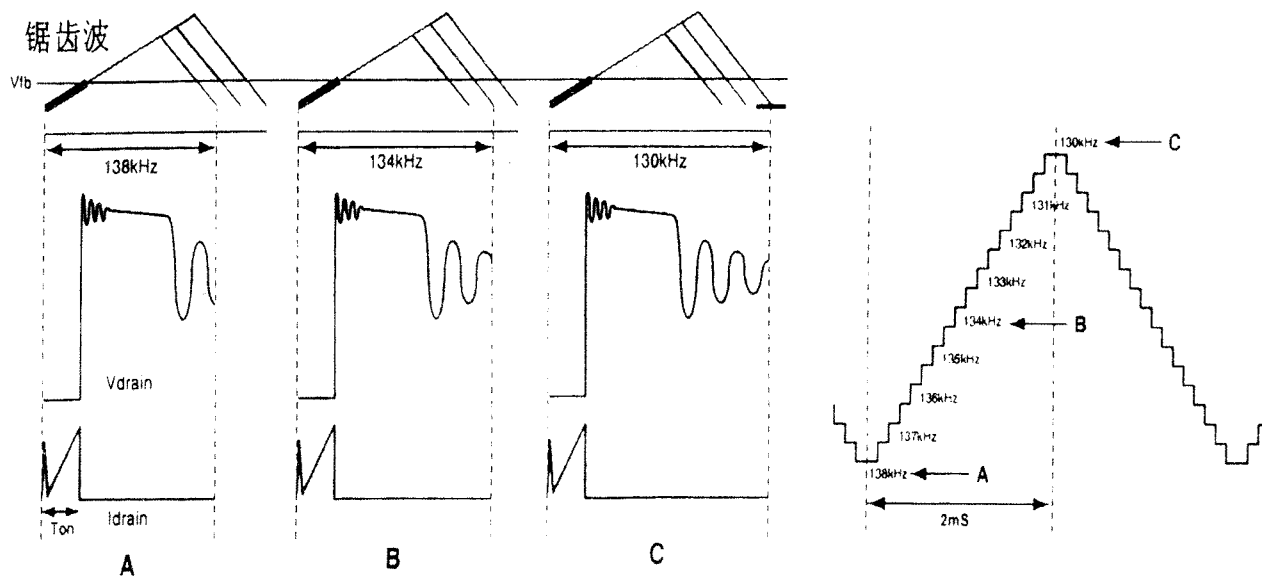


图5 GreenFPS<sup>TM</sup> 频率调制示图

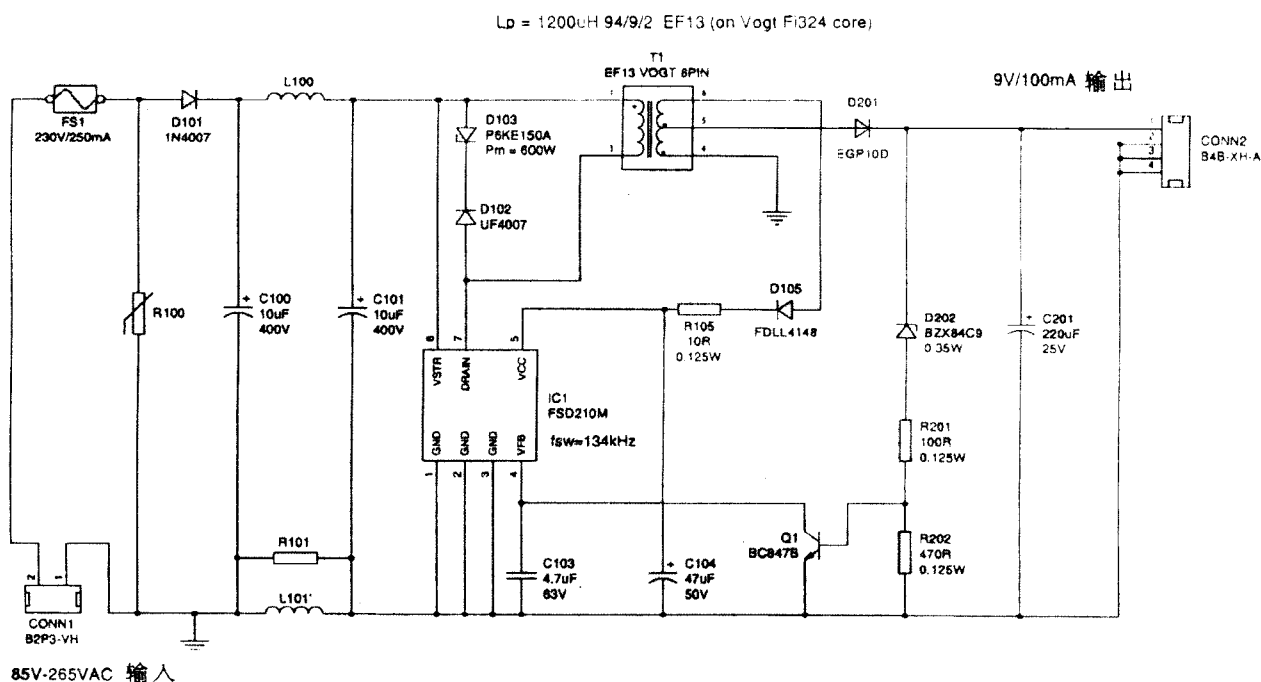


图6 待机功率小于 100mW 的 1W 电源电路

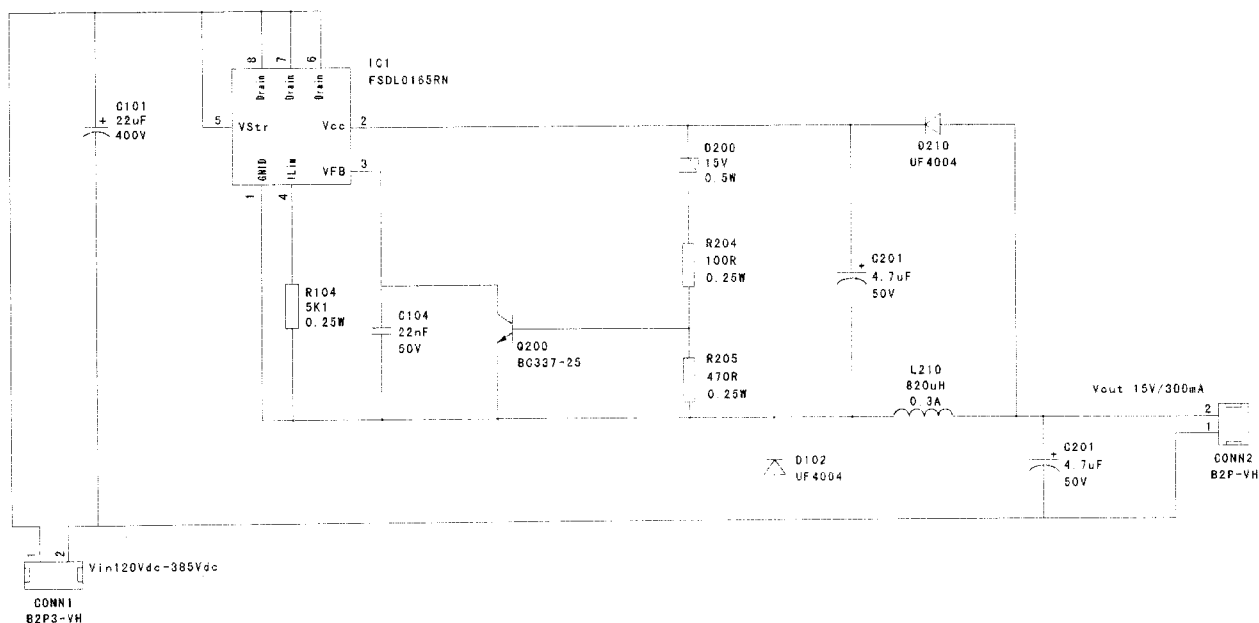


图 7 利用 FSDL0165RN 的 5W Buck 变换器电路

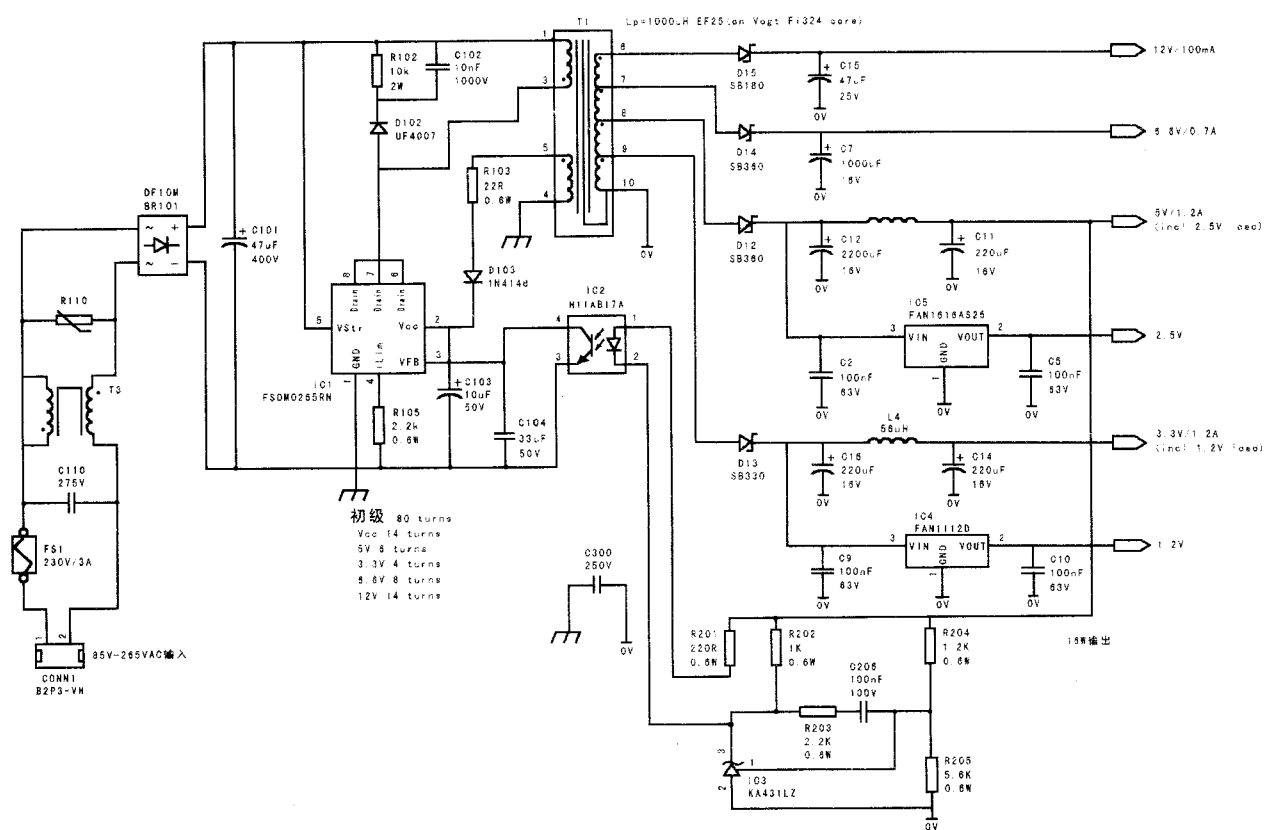


图 8 16W 多路输出隔离反激式变换器电路