

一种应用于微型传感器的直流升压电路

郭航, 武敬

(厦门大学萨本栋微机电研究中心, 福建厦门 361005)

摘要: 在分析了升压型开关稳压电源工作原理的基础上, 详细介绍了以 Max8715 芯片为核心搭建用于微型传感器的直流升压电路的过程, 并解决了搭建过程中所遇到的电路带载能力差、效率与稳定度低、纹波大等问题, 最后给出了电路性能的相关测试结果, 结果表明该电路满足微传感器的应用要求。

关键词: 直流升压电路; 开关电源; Max8715 芯片;

中图分类号: TP212 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002 - 1641 (2009) 增 - 0363 - 02

DC Boost Circuit Used in Micro-sensor

GOU Hang, WU Jing

(Pen Tung Sah MEMS Research Center, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: This paper analyzed the working principle of DC boost-up switching power supply, then introduced the process of building up the boost circuit for the application of micro - sensor by using Max8715 chip in detail, and resolved the problems of poor load capacity, efficiency, stability and high ripple voltage. At last, it gives the test results of the performance of this circuit, which shows that it fit for the requirements of the application of micro-sensor.

Key words: DC-DC boost-up circuit; switching power supply; Maxim8715 IC

0 引言

随着 MEMS 技术的迅速发展, 各种各样的微型传感器被开发出来。实际应用中, 要求微传感器的电源也微型化以适应微系统的求。当前所开发的各种微能源技术都还不能达到微传感器对电源的高标准, 所以一种切实可行的方法就是研发直流升压电路。其中, 开关电源以其体积小、效率高、响应快、稳定性好等优点^[1], 成为应用于各类微系统的直流升压电源的首选。文中根据微传感器的应用需要, 介绍了一种可将 3 V 输入变为 12 V 输出的直流升压电路的实现过程, 并提出了针对搭建过程中所遇到的效率低、带载差、不稳定等问题的解决方法, 最后对电路性能进行了测试, 测试结果达到了微传感器电源的要求。

1 开关稳压电源概述

开关稳压电源是一种周期性工作, 利用反馈电路控制开关元件的时间占空比来调整输出电压, 以实现交流 - 直流或直流 - 直流的电能量变换装置。与其它传统电源相比, 开关电源有转换效率高、体积小、重量轻等显著优点。

典型的直流升压型开关电源整体结构如图 1 所示, 它由升压回路和反馈控制回路 2 部分组成^[2]:

1.1 升压回路工作原理^[3]

开关管 Q 导通时, 电源电压 V_{IN} 加在电感 L 的两端, 二极管 D 反偏截止而使输入与输出隔离, L 中电流上升并存储磁能, 此时输出电容 C 向负载供电; 当 Q 受控截止时, D 转为正偏, L 两端电压极性反转, 与电源串联后共同向负载供电, 实现了升压变换, 并向 C 充电。Q 的周期性通断会产生交流纹波, 此时 L 与 C 又构成低通滤波器对其滤波。

收稿日期: 2009 - 06 - 24

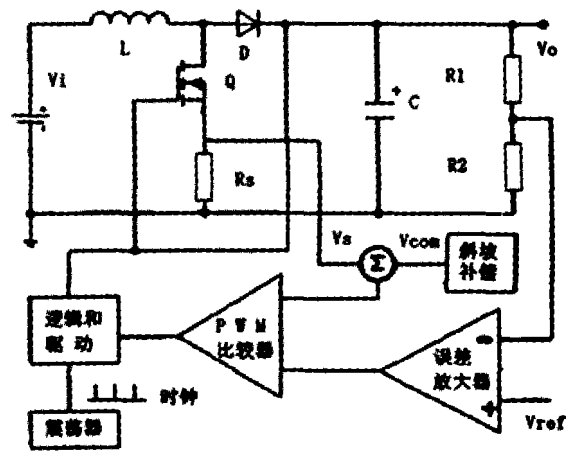


图1 DC-DC升压型开关稳压电源的整体结构

1.2 反馈控制回路工作原理^[4-5]

开关电源通过控制开关管的时间占空比来调整输出电压, 其实现的方式有多种, 在此仅讨论在开关电源中应用较广泛、具有瞬态响应快、抗扰性强、过流保护、稳定性高等优点的峰值电流模式 PWM 控制方法。

PWM (脉宽调制) 是固定开关管的切换频率不变, 而调整导通区间长度的控制方式。在峰值电流模式的 PWM 控制中, 分压器采样输出电压送后至误差放大器产生误差信号, 误差信号再与采样电感的电流检测信号一同送入 PWM 比较器, 最后产生控制开关管导通与关闭的控制信号, 如图 2 所示。

2 实际电路的搭建

在实际应用中, 许多传感器需要 12 V 的直流供电, 例如许多气体传感器和温度传感器, 然而, 若采取多个电池串联提供 12 V 的直流电压显然会给微系统带来体积和重量方面的问

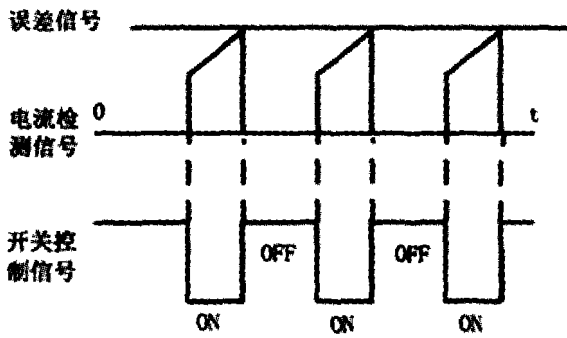


图2 峰值电流模式控制原理

题, 因此, 可采用 Max8715 芯片将微型电池所提供的 3 V 直流电压升压变换至 12 V 来对传感器供电。在 Max8715 的芯片说明手册中, 仅提供了如图 3 所示的典型电路和一些外部元件大小的计算参考公式, 然而实际搭建过程中, 发现这些元件的类型和布局对电路的正常工作与否和性能指标也有巨大影响。因此, 文中将在一定理论分析的基础上, 结合实验对该电路的元件选择与布局进行讨论。

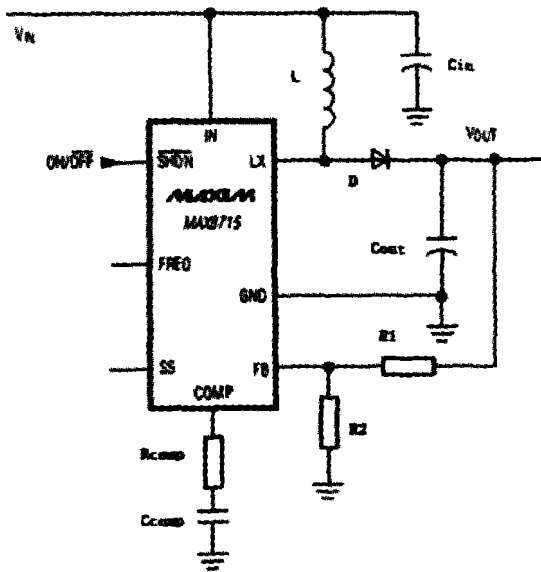


图3 基于 Max8715 的升压电路结构图

2.1 电感

电感是决定该电路性能的最关键部件, 其他元件需要基于其大小来选择。电感值的大小与输出纹波电流、功率通道上的损耗成反比, 与其尺寸、内部损耗、最大输出电流成正比^[6]。同时电感的品质因数对电路的效率与带载能力有很大影响。在电感参数选择方面, 应选择电感的额定饱和电流值大于计算所得的电感峰值电流值、电感的额定 DC 电流值大于计算所得的电路的最大输入电流, 同时, 选择电感的等效串联电阻小于 0.1 Ω, 可以明显提高升压电路的效率; 在电感类型的选择方面, 经实验验证, 普通的电感无法满足升压电路的正常工作需要, 而选用比计算参考值略大的功率电感, 可以很好的解决升压电路带载后电压下降严重的普遍问题。

2.2 电容

输入电容 C_{in} 可以来降低从输入电源吸收的电流尖峰, 减

小注入 IC 的噪声, 因此应选用足够的 C_{in} 以保证 IN 引脚电源有足够低的噪声。也可以在输入引脚上采用 FC 低通滤波器对输入噪声进行去耦; 由于从电感输出的电压为三角电压波, 因此需要放入输出电容来储能和滤波。可见, 对于该电路, 不论是输入电容还是输出电容, 滤波能力都是关键。电容的滤波能力于其 ESR 值密切相关, 因此可采用 ESR 较小铝电容作为输入、输出电容, 降低电路的输入噪声与输出纹波^[7]。对于同种电容, 其电容值与 ESR 值成反比, 并且升压电路也需要足够大的输出电容进行储能, 所以应选用较大容量的输出电容, 然而电容值太大, 又会在瞬态响应与体积方面造成问题。对此, 设计采用 3 个铝电容并联作为输出电容的方法进行折中, 即保证输出电容值的大小, 又提升了瞬态响应能力, 还最大限度地降低了 ESR 值。

2.3 电阻

由反馈电路的原理可知, 采样电阻网络中两电阻值之比直接决定了输出电压大小, 因此电阻的误差对输出电压就有直接的影响。经实验证明, 采用精密电阻来配置采样网络, 并使 R_2 的取值在 15 kΩ 以上时, 电阻误差对输出带来的影响便可忽略。

2.4 印刷板布局与布线

经实验证实, 在设计印刷电路板时, 使电感、采样电阻及输入、输出电容都尽量靠近 IC, 同时尽量减小连接电感与输出二极管的迹线长度和采样电阻间的迹线长度, 可以进一步提升电路的效率、带载能力、瞬态响应速度, 并减小电路的输出纹波与噪声。

3 电路性能测试

电路的成品如图 4 所示, 其中: $C_{in} = 10 \mu F$, $C_{out} = 3 \times 3.3 \mu F$, $L = 6.2 \mu H$, $R_1 = 220 k\Omega$, $R_2 = 25 k\Omega$, $C_{SS} = 0.1 \mu F$, $C_{COM} = 820 pF$, $R_{COM} = 260 k\Omega$, $C_{COMP2} = 20 pF$ 。

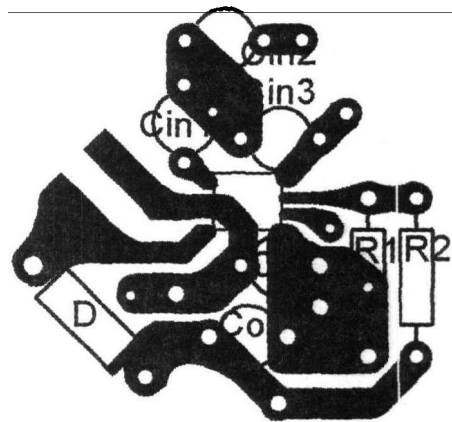


图4 印刷电路板图

经测试得, 该电路的输出电阻 $R_0 = 3.3 \Omega$, 负载调整率为 21.8%, 最大负载电流为 0.2 A, 电压稳定度 < 0.08 , 纹波系数 $\epsilon = 1.9\%$, 充分满足了微型传感器的应用需要。其相关测试曲线如图所示。

4 结束语

针对微系统的供电问题, 提出了采用直流升压电路的应对

(下转第 375 页)

[4] RYU J J, CARAZO A V, UCHINO K, et al. Magnetolectric properties in piezoelectric and magnetostrictive laminate composites. *Japanese Journal of Applied Physics*, 2001, 40 (8): 4948 - 4951.

[5] DONG S X, LI J F, VIEHLAND D. Longitudinal and transverse magnetolectric voltage coefficients of magnetostrictive/piezoelectric laminate composite; theory. *Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 2003, 50 (10): 1253 - 1261.

[6] HUANG J K, O'HANDLEY R C, BONO D. New, high-sensitivity, hybrid magnetostrictive/electroactive magnetic field Sensors. *Smart Structures and Materials: Smart Sensor Technology and Measurement Systems*, 2003, 5050: 229 - 237.

[7] BAYRASHEV A, ROBBINS W P, ZIAIE B. Low frequency wireless

powering of microsystems using piezoelectric-magnetostrictive laminate composites. *Sensors and Actuators A, Physical*, 2004, 114 (2 - 3): 244 - 249.

[8] ZHENG X J, SUN L. A nonlinear constitutive model of magneto-thermo-mechanical coupling for giant magnetostrictive materials. *Journal of Applied Physics*, 2006, 100 (6): 1 - 6.

[9] 王树萱, 贾义侠. 磁场计算中的等效磁荷法. *太原重型机械学院学报*, 1990, 11 (3): 84 - 91.

[10] 刘延柱, 陈文良, 陈立群. *振动力学*. 北京: 高等教育出版社, 1998.

作者简介: 文玉梅 (1964—), 教授, 博士生导师, 主要研究领域为传感器技术、信号处理. E-mail: ymwen@cqu.edu.cn

(上接第 364 页)

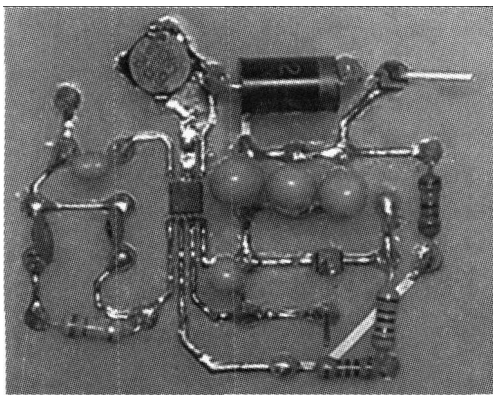


图 5 电路成品

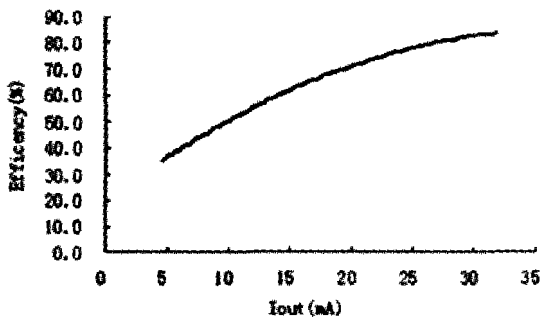


图 6 负载电流与电源效率的关系

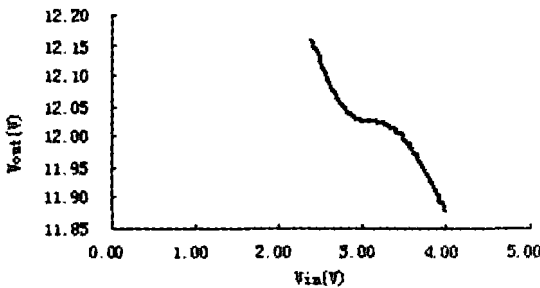


图 7 输出电压随输入电压的变动

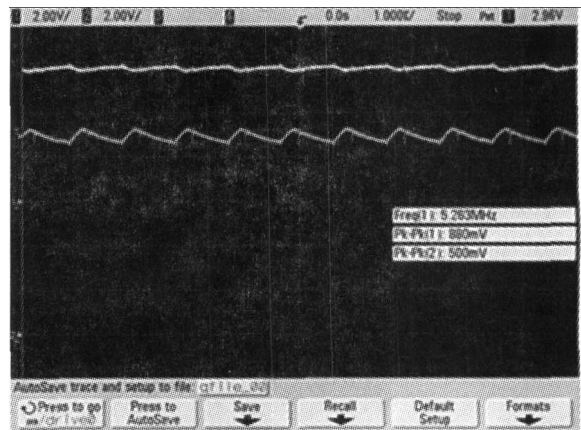


图 8 输出纹波测试

方法, 并在理论分析的基础上以 Max8715 芯片为核心实现了满足一类微型传感器供电需要的直流升压电路。对于实际搭建过程中所遇到的电源效率差、带载弱、稳定度低、纹波大等问题, 也通过了采用功率电感、精密电阻网络、钽电容并联输出、优化电路迹于布局的方法给予了很好的解决。经过测试验证, 电路的性能指标满足微型传感器的应用要求。

参考文献:

[1] 张波. 开关电源的优点及应用. *电气开关*, 2007 (1): 39 - 43.

[2] 高艳丽. 一种 DC - DC 升压转换器的设计. 西北工业大学, 2007.

[3] 杨旭, 裴云庆. *开关电源技术*. 机械工业出版社, 2004.

[4] 林敬新. 一种升压电流模式控制 PWM 开关电源控制器的研究. 电子科技大学, 2006.

[5] 李明. 峰值电流模式 PWM 芯片的研究与设计. 电子科技大学, 2007.

[6] MAXIM 官方网站. Maxim8715 芯片说明手册. [http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX1790 - MAX8715 .pdf](http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX1790-MAX8715.pdf), 2005 - 09 - 03.

[7] 国际电工网. 关于旁路电容和耦合电容. [EB/OL]. [2007 - 12 - 01]. <http://www.tede.cn/plus/view.php?aid=49168>.