



DESIGN GROUP

08-084

作品名稱

定頻式主動電流感測技術之磁滯電流控制直流 — 直流轉換器

Constant-Frequency Hysteresis-Current-Controlled DC-DC
Converter with Active-Current-Sensing Techniques

隊伍名稱

大力秀隊!!! Excellent Team

隊長

林和正 台北科技大學電腦與通訊研究所

隊員

楊豐誠 台北科技大學電腦與通訊研究所



作品摘要

由於可攜型電子產品的需求與日俱增，在各大廠商的競爭之下，產品體積越做越小，功能越來越強，電池續航力更顯重要。現今應用於電力電子技術的電源轉換理論快速發展，帶動了積體化電源管理電路的研製，不僅能提供功能更強，效率更高的電路，也因為晶片化電源管理電路的實現，使得體積也能夠越來越小。國內積體化電路製程，以低電壓互補式金屬氧化物半導體較為成熟，且對於雙載子電晶體而言，互補式金屬氧化物半導體不論在開關切換速度，功率消耗，以及積體化面積上都比雙載子電晶體還要來的優秀。因此，此電路的設計是以國內標準低電壓互補式金屬氧化物半導體製程來實現，將包含功率元件的直流-直流轉換器整合成單一顆晶片。近年來，功率半導體元件技術之快速發展，在直流-直流轉換器上與精巧型功率積體電路為現今電力電子相關產品應用最廣泛的電路之一，電流感測電路是在精巧型功率積體電路中相當重要的一部份，幾乎所有的直流對直流轉換器與線性轉換器都需要利用它，如直流電源供應器、電池充電器……等等，如圖一所示，均是這類積體電路應用的領域。

本文主要利用電流感測技術，全時感測出電感電流，並將參考電壓與輸出電壓在比較器內做比較，產生的電壓經由電壓轉電流電路，轉換成一電流，並透過磁滯電流控制電路將感測電流與此電流做比較，透過磁滯控制所得到的訊號經由非重疊電路以及驅動電路，即可產生出一組可控制開關切換的數位訊號，進而控制整個降壓轉

換器的動作。但利用磁滯電流控制的方式有一重大缺點，就是假設我們將頻率改變的時候，後端的LC濾波器參數也必須跟著改變，這樣一來，會使得後端的電感與電容值設計與選用更增加其複雜度。

為了克服磁滯電流控制方式沒有固定頻率的問題，我們利用了鎖相迴路的概念，透過相位頻率檢測器(Phase Frequency Detector: PFD)，電荷幫浦(Charge Pump: CP)，以及低通濾波器(Low Pass Filter: LPF)，並將降壓轉換器(Buck)視為一般鎖相迴路當中的壓控震盪器(Voltage Control Oscillator: VCO)，連接而成。

在相位頻率檢測器(PFD)當中給定一組參考頻率，再從降壓轉換器(Buck)上利用切換開關的輸入訊號拉回相位頻率檢測器(PFD)內當回授訊號，產生出來的數位訊號可以控制電荷幫浦(CP)中的輸出電壓，再透過低通濾波器(LPF)作補償，進而控制整個降壓轉換器(Buck)的切換頻率，使整個系統可以鎖定在固定的頻率。此晶片是以台灣積體電路公司零點三五微米兩層多晶矽四層金屬互補式金屬氧化物半導體製程來實現。在正常工作範圍之下所量測的結果為：最大負載電流800mA；輸入電壓範圍2.5V~5V；輸出電壓範圍0.6V~(輸入電壓-0.4)V；頻率範圍100KHz~650KHz；最大效率達88%。

關鍵詞：磁滯電流控制，直流對直流轉換器，電流感測，定頻



指導教授

陳建中 老師 台北科技大學電腦與通訊研究所

- 陳建中 1966年在基隆出生。
- 於1992及1995年在國立台灣大學取得電機碩士與博士。
- 並於1994年到2004年在慶華科技大學任教，而從2004年之後，於國立台北科技大學電子工程系任教，擔任副教授一職。
- 其研究領域為混合電路設計以及電源管理晶片設計。

Abstract

Recently, the technique of power devices such as dc-dc converter has been fast developed. Among them, smart power IC is another widely applied circuits. The current-sensing circuit is integral part in smart power ICs and in almost all of dc-dc converters and linear regulators. As shown in figure 1, DC power supply and battery charger are application fields in these circuits. A constant-frequency hysteresis-current-controlled buck converter with active current-sensing techniques is presented in this paper.



■ Figure 1 the application of dc-dc converter

To overcome the hysteresis-current-controlled buck converter with variable frequency, we use the concept of the phase-locked loop. We treat the hysteresis-current-controlled buck converter as the voltage control oscillator through the phase frequency detector, charge pump, and low-pass filter. Then we combine these blocks into a compact system. Hysteresis-current-controlled buck converter provides the reference frequency and the switching frequency to the phase frequency detector, which then could produce the pulse signal to control the output voltage of the charge pump. Finally, we could control the switching frequency of the hysteresis-current-controlled buck converter and set the switching frequency in a desired frequency.

The proposed circuits have been designed with TSMC 0.35 μ m DPQM CMOS processes. The measurement results show that the buck converter works well with the following features: the maximum load current approximates 800mA; the input voltage range is from 2.5V to 5V; the output voltage range is from 0.6V to $V_{in} - 0.25$; the frequency range is from 100KHz to 650KHz; the maximum power efficiency approximates 88%.

Keywords: Hysteresis-current controlled, dc-dc, current sensing, constant frequency