

109學年度電子工程系 專題製作成果發表

運算放大器之佈局與應用

明志科技大學電子工程系 葉安俊 陳昱均 呂承昕 指導老師 陳華彬

摘要：

類比電路設計佈局與應用能廣泛應用在量測、自動控制、電子電路與通訊系統中。在類比電路設計的領域中，最常以運算放大器為主動元件來設計類比電路。本專題製作完成運算放大器內部 CMOS 電路架構的元件長寬比值尺寸調整、模擬驗證、晶片佈局、晶片下線與量測。同時，利用基於運算放大器所實現的下線晶片，驗證電壓模式多功能濾波器應用電路的可行性。最後，運用商用 IC uA741與實際下線晶片做功能與特性的比較，驗證下線晶片的實用性。

關鍵字：電流傳輸器、運算放大器、晶片佈局與量測、模擬與驗證

一、前言

運算放大器(Operational Amplifier, OPA)，是一種具有雙端輸入、單端输出的電壓式主動元件，並具有極高的輸入阻抗、極低的輸出阻抗、電壓增益非常大、共模拒斥比也非常大。

OPA 應用於負回授時，可實現緩衝器、反相與非反相放大器、加減法器、積分器、微分器等，也能應用於濾波器電路以實現低通濾波器(Low-pass Filter)、高通濾波器(High-pass Filter)、帶通濾波器(Band-pass Filter)、帶拒濾波器(Notch Filter)與全通濾波器(All-pass Filter)。OPA 應用於正回授時，可實現振盪器、比較器、施密特觸發器等。本專題研究實現運算放大器與應用的晶片模擬、佈局與下線製作。最後運用商用 IC uA741與實際下線晶片做功能與特性的比較，以驗證下線晶片的實用性。

二、OPA 晶片佈局與應用

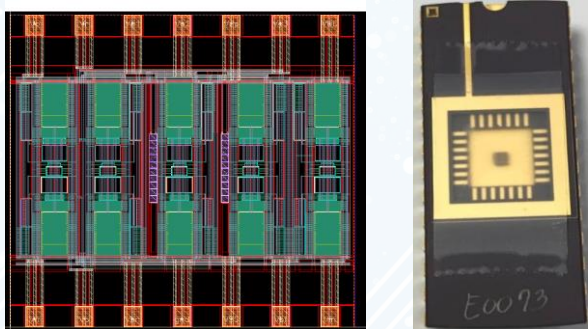


圖1 OPA 晶片佈局及濾波器應用實務晶片

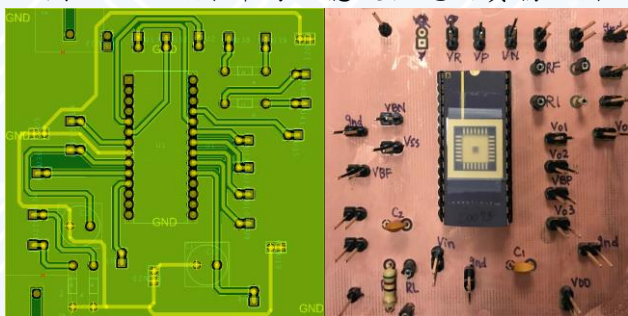
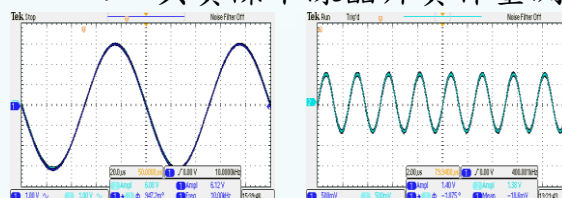


圖2 PCB 電路佈局與OPA應用晶片實作成品

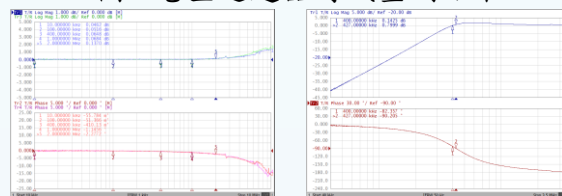
三、uA741與實際下線晶片實作量測



(a) uA741

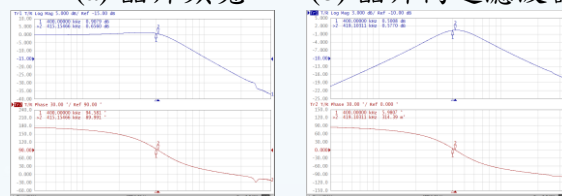
(b) OPA 晶片

圖3 電壓追隨器時域量測結果



(a) 晶片頻寬

(b) 晶片高通濾波器



(c) 晶片低通濾波器 (d) 晶片帶通濾波器

圖4 OPA 晶片頻寬特性與濾波器應用頻域量測

四、結論

OPA Buffer 的商用 IC 與實務晶片比較表

	供應電壓	輸出信號擺幅	輸出信號擺幅工作效率
商用 IC UA741	$\pm 5V$	6.1 Vpp(不失真)	61%
OPA 下線晶片	$\pm 0.9V$	1.4 Vpp(不失真)	77.78 %

商用 uA 741 IC 與實務晶片實現濾波器比較表

	應用頻寬	R與C值	中心頻率	功能
商用 IC UA741	$\pm 5V$	$R = 4k\Omega$, $C = 1nF$	$f_0 = 400 \text{ kHz}$	無法實現
商用 IC UA741	$\pm 5V$	$R = 31.8k\Omega$, $C = 500pF$	$f_0 = 10kHz$	低通、帶通、 高通濾波器
OPA 下線晶片	$\pm 0.9V$	$R = 79.58k\Omega$, $C = 5pF$	$f_0 = 400 \text{ kHz}$	低通、帶通、 高通濾波器

由表中可知，OPA 下線晶片可操作在較高的頻率與較低的功率損耗。同時，下線晶片的輸出擺幅效率也優於商用 IC uA 741。