

## 利用衰減補償技術設計之 0.1-23-GHz 矽鍺 BiCMOS 類比乘法器/混波器

### A 0.1-23-GHz SiGe BiCMOS Analog Multiplier and Mixer Based on Attenuation-Compensation Technique

研究生 蔡明達

指導教授 王暉 博士

混波器(Mixer)，為無線通訊系統中接收端(Receiver)必備元件之一。一般的通訊系統多為窄頻系統，但是對於系統為寬頻需求時就必須使得各電路具有寬頻特性。因此相關發表的論文大多是使用 III-V 製程（如：砷化鎵、磷化銦），而對於具有低成本特性的矽製程目前論文發表相當少。本次設計係採用台積電 0.35- $\mu\text{m}$  SiGe BiCMOS 製程來實現寬頻混波電路的設計。

本次設計的 0.1~23 GHz 射頻乘法器/混波器是為 AMiBA (Array for Microwave Background Anisotropy) 系統所設計，這個系統是與國內的中央研究院天文所，以及國外澳洲天文台、美國天文台與 JPL(噴氣推進實驗室)共同合作的計畫。設計天文望遠鏡的接收端系統，”2~18 GHz 射頻乘法器/混頻器”在系統中所扮演的角色為將 Correlator(相關器)的輸入訊號做成乘法的動作，如圖一所示。本電路架構採用吉伯特單元為基礎的混頻電路，在射頻與本地振盪輸入端採用電感電容階梯式的匹配方法，而在轉導單元部分採用衰減補償的技術將元件中的基極電阻作抵消並提供負電阻補償因匹配電路所造成的損耗。圖二為此矽鍺 BiCMOS 乘法/混頻電路價構圖，相對應的晶片照片圖於圖三，晶片大小為 1.5 mm  $\times$  1 mm。其量測結果繪於圖四至圖六，圖四顯示出此電路經由本地振盪源的功率驅動使得此混波電路大約在 0 dBm 的功率可達到最佳的轉換增益，因此圖五則顯示當本地振盪源以 0 dBm 輸入時，中頻對射頻的轉換增益表現，從 0.1 至 23 GHz 的頻率範圍此電路可達到 19 dB 的轉換增益，符合 2 至 18 GHz 的設計規格。圖六則顯示當兩輸入端皆輸入 -20 dBm 的功率，在輸出端所得到的電壓訊號，經由轉換可以得到靈敏度在設計的頻率內皆超過 3000V/W。本晶片的量測在射頻與本地振盪端是採用高頻探針在裸晶狀態進行下針測試，輸出端則是經由鎢線至 FR4 板子作測試，射頻與本地振盪是採用安捷倫(Agilent) 83650 訊號產生器作為輸入訊號，輸出端則經由 FR4 板與 SMA 接頭透過高頻同軸線接至安捷倫 8565EC 頻譜分析儀作測試。

由模擬與測試結果可顯示此電路為一個以矽鍺 BiCMOS 技術成功的高頻電路，操作頻率可達到 23 GHz，轉換增益可達 19 dB，顯示出矽鍺技術為微波與毫米波單晶積體電路應用的另一重要的選擇。本成果將於 2004 年六月 IEEE 射頻積體電路會議(2004 IEEE RFIC Symposium)中發表。

