

題目：具有可變電感的 CMOS MEMS 加速度計 姓名：林佳暉

微機電(MEMS)系統的感測器對人類的影響與日俱增，許多物理現象都可被偵測經由電子儀器顯示出來，為人類提供許多便利。在各類感測器之中，又以加速度計最為普及，已知的應用包括有汽車安全氣囊系統、GPS 導航系統等，顯示加速度計已經與日常生活緊密的結合。此外，現今的電子產品使用數位訊號做資料處理及傳遞，若加速度計本身的輸出即數位訊號，必定更受到青睞。再者，積體電路的製造流程已成熟，具備大量製造且良率高的特性，不僅大幅降低單一元件的成本也提高了效能。而積體電路的製造流程與微機電有許多相似之處，若將微機電結構整合於積體電路的製程中，可使微機電結構大幅縮小，也可以免去感測器與感測電路之間連接焊線而降低雜訊干擾。然而，常見的電容式加速度計會有電容結構翹曲的問題，而感測電路若使用傳統 ADC 在設計上會很複雜，且也同時必須考慮匹配及寄生效應所造成的影響。因此，本設計使用彈簧當作感測電感，並改用共振電路作為感測電路，除了可以解決電容結構翹曲問題、降低電路複雜度以及增加可靠度外，還可以直接產生數位訊號輸出。

本設計以 LC 振盪器為基礎，加速度會造成彈簧形變，形變的彈簧會改變振盪器的電感值 L 進而改變振盪頻率 $\omega = \sqrt{1/LC}$ 。此加速度計方塊圖如圖 1 所示。MEMS 結構上有兩個差動的感測電感，因此加速度會造成兩個差動振盪器的頻率發生相反的變化。把兩個振盪器的輸出接到混頻器後，可得到正比於輸入加速度值的頻率變化量，之後再將混頻後的輸出接到計數器就可以轉成數位輸出。本設計以 TSMC 0.18um 製程製作，經測試後，感測器一的機械共振頻率約 2.4KHz，而感測器二的 LC 振盪器的振盪頻率約 2.7GHz，混頻後的中心頻率約 34MHz。

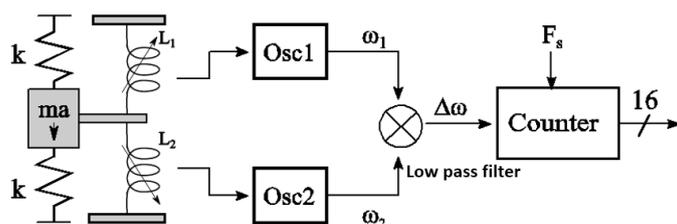


圖 1 加速度計方塊圖

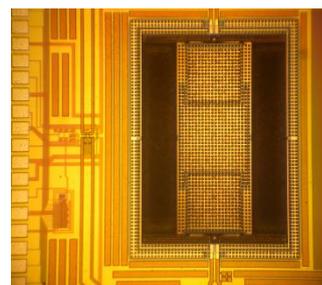


圖 2 晶片照片

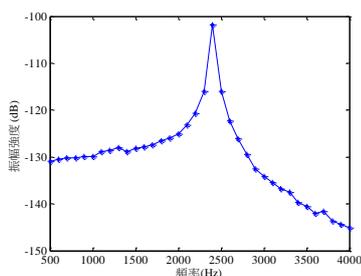


圖 3 機械共振頻率

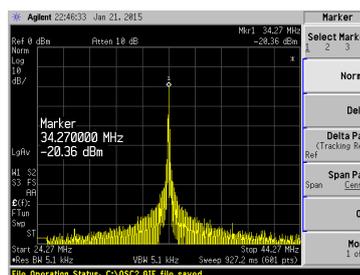


圖 4 振盪器輸出頻譜