

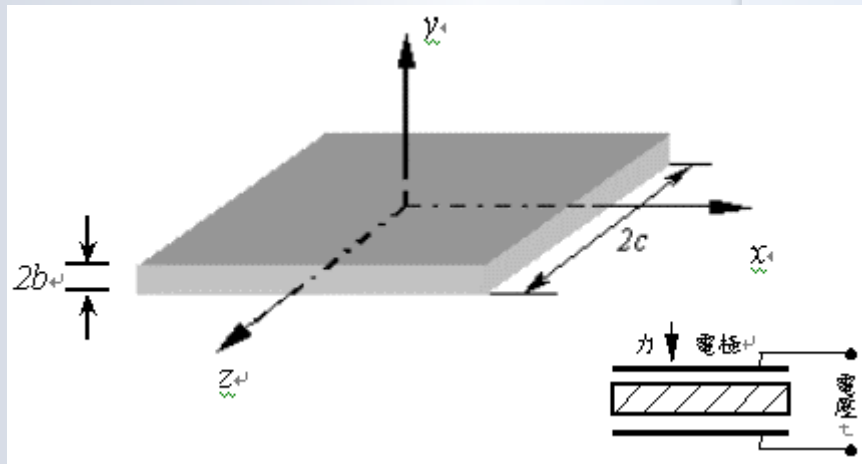
石英振盪器簡介:

石英振盪器研究主題主要在探討石英平板相關振盪模態及電性的分析；以石英為基礎之壓電平板振盪器為 3C 產業中不可或缺之被動元件，其應用十分廣泛，如個人電腦主機板上、儀器電路板上、石英錶及最近幾年來行動電話通訊元件之廣泛使用等。影響石英平板振盪器振盪行為之因素很多，欲掌握產品之品質，薄板振動理論與數值分析極為重要。

本研究主題整理相關 Mindlin 提出之石英平板近似理論並藉以探討石英薄板高頻振動模態特性。首先使用變分法原理，對位移場以冪級數展開，針對 AT 切面石英薄板之振盪模式進行數值模擬，以理論分析的方式，說明厚度剪向振動模態與彎曲振盪之諧振頻率。其次以有限元素法進行石英振盪器之基頻及三倍頻分析，探討振盪器之振盪頻率與振動變形之關係，並與理論分析結果做比較驗證。文中亦以有限元素法針對石英振盪器之各種不同邊界條件形式進行模擬，進一步探討複雜邊界之振盪形式，以瞭解各不同邊界條件形式對模態頻率值變化之效應。綜合本研究結果，可提出一石英振盪器分析與設計之基本流程。

基本原理

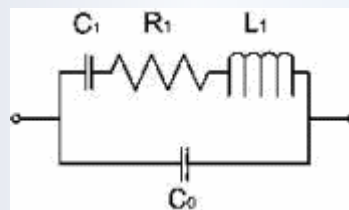
當外部給一試體撞擊時，撞擊後立即產生短暫的振盪，不久之後，又回復原有之靜止狀態，此項自由振盪的頻率，即稱之為諧振頻率。在一具有兩個平行表面之薄板中，當有與板面平行之平面波存在時，則該波即在兩端面處來回反射。板之厚度若為來回反射波之半波長的整數倍時，則來回之平面波相位一致，形成駐波而使板面振幅增大。當板厚度為平面波的半波長時，即是厚度剪切模態的基頻 (fundamental thickness-shear mode)。石英晶片本身為一壓電材料 (piezoelectric material)，利用外電壓加於晶片的兩側產生電場，由於壓電材料本身之機械與電性耦合作用，使晶體本身產生機械變形，由晶體的切割面受到機械應力的作用，晶體的兩相對面又會產生一電位差。當在壓電晶體上下兩面加上交流電壓，如下圖所示，在 y 切面石英平板之 x-z 平面上蒸鍍電極，即可產生循環不已之晶片振盪。振盪之頻率會依晶體之厚度不同而異，石英晶體切割片愈薄，切割技術愈困難，但諧振頻率愈高。



y 切面石英平板配置圖(長度為 $2a$)(極化方向為 y 軸方向)

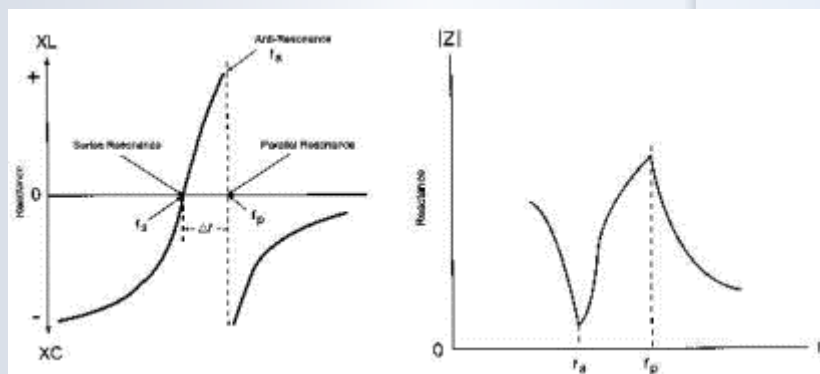
等效電路模擬

通常振盪器可以利用電容(C)、電感(L)及電阻(R)之等效電路來模擬，利用阻抗之匹配得到其頻率關係圖。藉此電路之模擬可看出振盪的效果。其等效電路之示意圖如下，



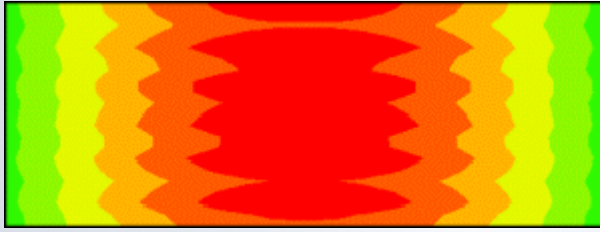
在真實的晶體振盪中，有許多的操作狀態會造成頻率的改變，包括：操作溫度、電容的負載 (Load Capacitance)、驅動標準 (Drive Level)。通常頻率的穩定性和石英基板的切向、角度、操作模態及石英之尺寸有關。

在上圖的電路模擬中有兩個共振頻率。石英晶體展現了串聯和並聯的共振(如左下圖所示)。石英晶體的阻抗和操作頻率又有如右下圖之關係。

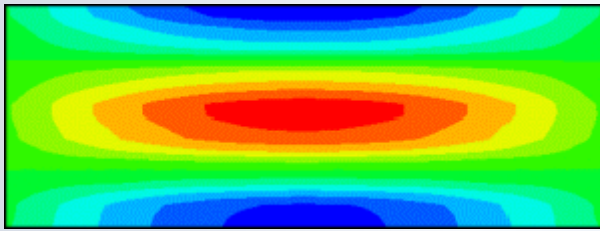


等效電路模擬

厚度剪切基頻 (TSf) (28.96KB)



厚度扭轉模態



三倍頻模態 (TS3)

