



蘋果電容式觸控技術 分析與研究

■ 作者 李祥宇

觀察 整個電容式觸控技術發展，就由20幾年前的MicroTouch談起，最早電容式觸控原理，是人經過手指可以隔著玻璃從下層的導體中將交流訊號的電流吸收，這個現象就如同電容接地一般，所以稱之為電容式觸控，由於被吸收的電流量非常微小，量測電流在技術上受到電路干擾的情況就較為嚴重，以當時IC設計與製作

的技術尚不足以支持微量電流的測量，形成技術的障礙使得量產停滯了10年，最後MicroTouch也被併入了3M。

當時的觸控面板可以想像成一片玻璃，背面塗上透明導體，由4角落或4個邊拉出導線到控制電路。之後到了2002年3M提出將整片的透明導電面改成一條一條平行的導電條，由每一導電條兩端的電流變化計算位置，位置

的準確度上升，但電路的複雜性也相對增加，多工選擇器的概念開始導入，量測的訊號依然以微小電流為主，新思科技的技術與早期禾瑞亞的技術也類似於此，同年3M也提出互電容的水平與垂直的平行導電條，菱形跨橋結構，為目前互電容觸控最多廠商使用的結構，當然也包括蘋果（Apple）在內，並於2005年取得美國專利。此外早期開

發觸控開關的廠商，也改良技術升級後給觸控面板使用，由最早的RC充放電，如華矽、盛群，進步到定電流充放電，如Cypress (CapSense)、義隆、Silicon Labs，同時期也有廠商使用電荷移轉技術，如Atmel、MicroChip、Cypress (True Touch)，最後讓觸控大放異彩，造成大流行的當屬蘋果與宸鴻合作開發的技術，依其使用的方法姑且命名為“阻抗串聯分壓法”，2007~2009使用差動法的技術被多家廠商提出，如N-Trig、瑞鼎、聯陽、禾瑞亞、Pixcir等。

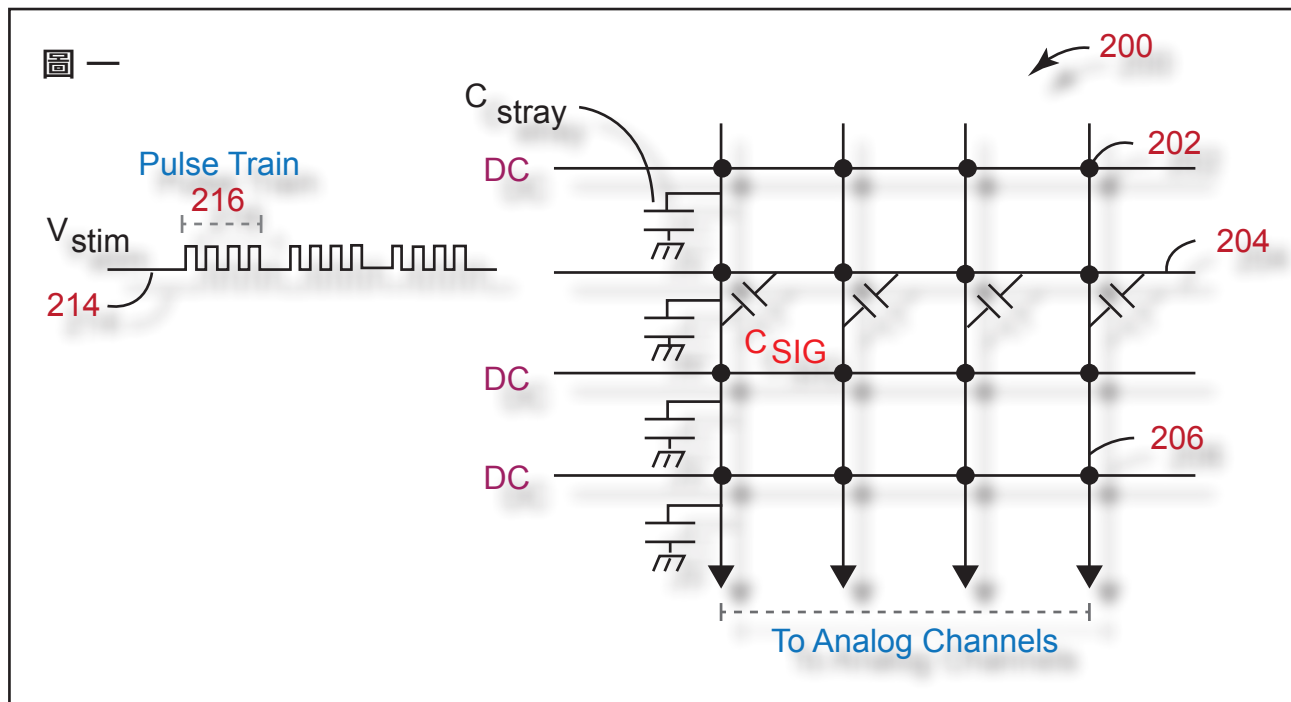
基本上不論使用何種方法，電容式觸控要考量的問題不外乎，變動量，靈敏度，雜訊問題，AC電源訊號干擾，射頻訊號干擾，以及人體所引入的訊號與靜電，大地電場的變化等各種因素，以下將針對蘋果的方法來為大家做分析與研究。

蘋果串聯阻抗分壓法

請參考圖一，蘋果使用的方法 X 軸為驅動線送出訊號，Y 軸為接收線用來接收 X 軸送出的訊號，圖一中的 C_{Sig} 為驅動線與接收線交錯區域所形成的互電容，數量約為幾個 pF，

C_{stray} 為接收線所產生的自電容，為其他的驅動線與接收線的交錯點並聯而成，所以自電容的值約相當於互電容的值乘上水平的驅動線總數，數量約為數十 pF，接收線測量到的訊號相當於互電容與自電容的串聯分壓，其約略的等效電路請參考圖二。

由於互電容的數值小於自電容的數值，就手機的尺寸而言約在 10 倍左右，依據 Cover Lens 的厚度與 Sensor 玻璃的厚度不同而有差別，Cover lens 的厚度關係著接收線接觸時自電容與互電容的變化量大小，基本上希望愈薄愈好，Cover Lens 玻璃



■ 蘋果使用的方法 X 軸為驅動線送出訊號，Y 軸為接收線用來接收 X 軸送出的訊號。