

手機射頻/基頻元件市場與發展趨勢

王英裕
工研院產業經濟與資訊服務中心
產業分析師

摘要

2003年受惠於多媒體機種刺激換機市場與新興市場需求浮現等利多，全球手機出貨量一舉突破5億支，2003年全球手機出貨量不僅較2002年成長20%，更達到5.11億支的歷史新高，手機不僅已是全球市場量最大的電子產品，更成為帶動無線通訊IC產業成長的重要產品之一。

在射頻元件發展方面，為了減少元件使用量以降低成本，並縮小射頻次系統所佔空間，省略中頻降頻程序與整合VCOs、PLL、Filters等元件的直接轉換架構(Direct Conversion Rx/TxR)已逐漸取代超外插架構(Superhet Tx/Rx/TXR)，成為射頻收發器的主流設計架構。而整合化需求同樣發生在功率放大器部分，例如功率放大器領導廠商RFMD或Skyworks等近來所推出的功率放大器產品，皆強調其具有整合度高的模組型態。

在基頻元件發展方面，隨著多媒體功能的增加與作業平台的複雜度提高，未來的應用處理器使用量將大幅上升。另外，從最具代表性的基頻晶片廠商的發展可以看出，手機基頻市場的競爭已由過去的數位基頻晶片延伸至應用處理器，亦由單一晶片擴大到系統解決方案的競爭。

最後，我國射/基頻元件廠商若要投入手機用射/基頻元件市場，必須透過與不同廠商(例如主動+被動、射頻+基頻、硬體+軟體)的合作，以提出便於製造且價格具競爭力的產品，才有機會在低階產品市場與國際廠商抗衡。此外，從市場策略的角度來看，現階段的重點仍在開發主流的整合型產品，並掌握與手機製造廠共同開發設計的機會，以獲得客戶的信賴，進而成為客戶「第二貨源」的首選。如此，才有機會跨入門檻最高的手機市場之中。

關鍵詞

手機(Handset)、基頻(Baseband)、應用處理器(Application Processor)、射頻(RF)、功率放大器(Power Amplifier)

前言

2003年受惠於多媒體機種刺激換機市場與新興市場需求浮現等利多，全球手機出貨量一舉突破5億支，2003年全球手機出貨量不僅較2002年成長20%，更達到5.11億支的歷史新高，預估2007年將可達到7.1億支的出貨量。由此可看出，手機不僅已是全球市場量最大的電子產品，更成為帶動無線通訊IC產業成長的重要產品之一，因此，本文將針對手機系統最關鍵的射頻與基頻元件進行探討。

射頻市場與產業發展趨勢

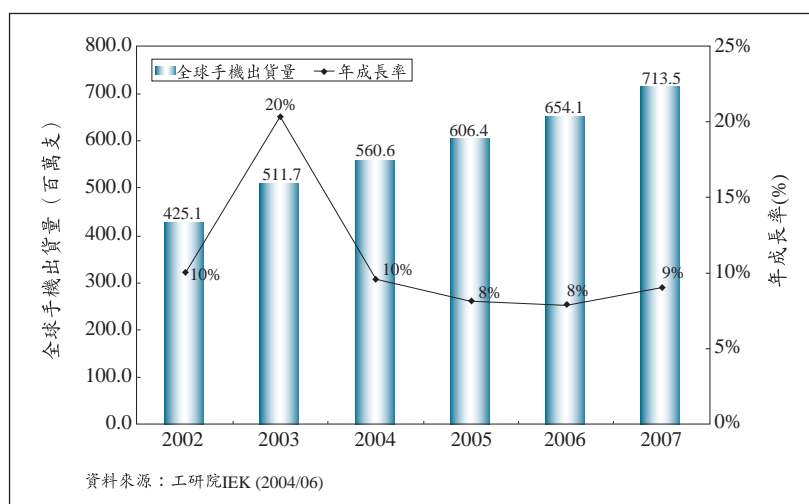
一、射頻市場現況

根據國際研究機構IDC的統計，全球手機用射頻IC的市場產值（不含

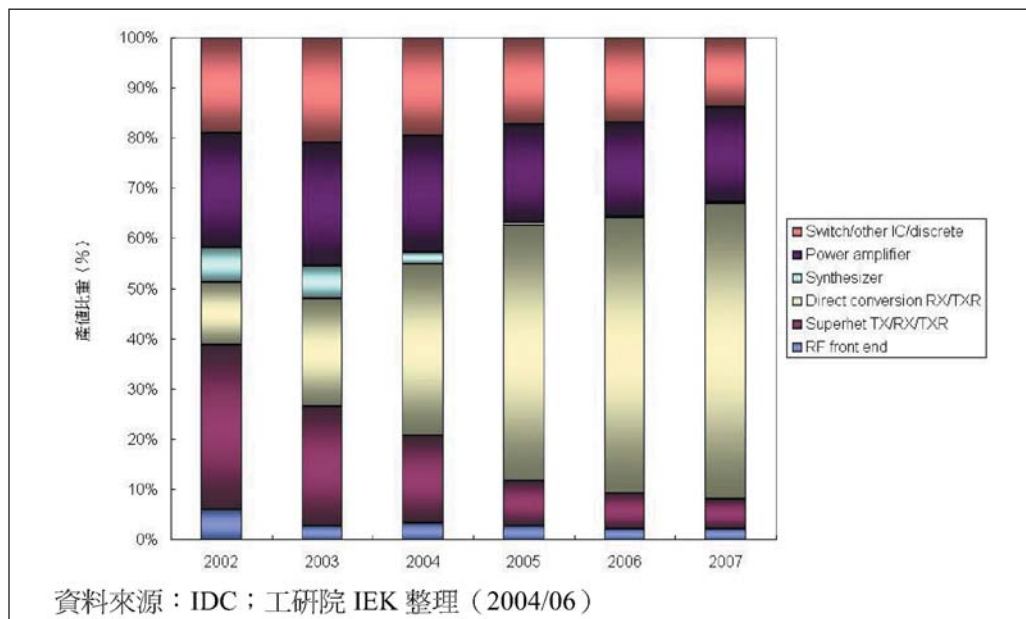
藍芽射頻晶片），將伴隨著手機市場規模的成長呈現穩定的成長趨勢，總產值由2002年的45.8億美元成長至2007年的70.6億美元。若針對個別射頻元件來看，收發器(Tx/Rx)為產值最高的射頻IC，2002年便佔射頻IC產值的45.2%，預估到2007年將達66.4%；其次為功率放大器(PA)，2002年佔有22.8%的比重，預估到2007年則下滑至18.1%。除了這兩項核心IC之外，其他如RF Frond End、Synthesizer、Switch等元件，皆受到射頻元件整合化發展的影響，產值與比重皆呈現下滑的趨勢。

由圖二各類射頻IC的產值變化可以看出，為了減少元件使用量以降低成本，並縮小射頻次系統所佔空間，省略中頻降頻程序與整合VCOs、PLL、Filters等，元件的直接轉換架構(Direct Conversion Rx/TxR)已逐漸取代超外插架構(Superhet Tx/Rx/TXR)，成為射頻收發器的主流設計架構。而整合

化需求同樣發生在功率放大器部分，截至目前為止，由於多數廠商所推出的功率放大器仍以III-V族半導體的GaAs HBT或InGaP HBT等製程為主，無法如收發器可用SiGe或Si BiCMOS等矽製程整合成射頻單晶



▲圖一 2002-2007年全球手機出貨量與年成長率



▲圖二 2002-2007年全球手機用各類射頻IC產值比重

片，但是整合化的需求亦已帶動功率放大器朝向整合Controller的功率放大器模組發展，例如功率放大器領導廠商RFMD或Skyworks等近來所推出的功率放大器產品，皆強調其具有高整合度的模組型態。

二、射頻產業現況

近年來，在射頻IC市場中表現最為突出的當屬兩家射頻IC專業廠商：RFMD與Skyworks。此二廠皆以功率放大器與射頻收發器為主要營收來源，以2002年為例，光是在功率放大器的市場營收上，此二廠便佔了全球手機PA市場的62%；由於功率放大器因製程與電性的特殊性而得以獨立於

其他射頻元件之外，因此也使得這兩家廠商可以憑藉此項產品在無線通訊半導體市場中脫穎而出。

為了進一步拓展產品市場空間，此二廠近年來開始在手機用功率放大器領域之外，發展相關的產品市場。如RFMD，自2002年起便開始積極投入WLAN與GPS等新興無線通訊應用產品領域，在2004年4月，RFMD更進一步併購藍芽晶片廠商Silicon Wave，朝向開發整合多種無線通訊射頻解決方案的方向發展。另外在手機產品領域中，RFMD也從2003年起推出該公司第一個完整的射頻次系統解決方案，期望能將其手機製造客戶由原先的手機大廠，延伸至手機代工製造廠。

而Skyworks雖然亦具有WLAN、GPS、DBS等不同無線通訊產品用射頻解決方案，但自成立以來一直是以手機射頻解決方案為該公司的主要營收來源，亦是該公司的主力產品。相較於RFMD多應用產品線的發展策略，Skyworks顯然較專注於手機射頻解決方案的開發，除了原有的功率放大器外，還推出射頻次系統與手機完整解決方案(Total Solution)，以期能由手機射頻領域延伸至全系統領域。

除了上述兩家公司外，另一家射頻專業廠商Silicon Laboratories亦逐漸在射頻產業中佔有一席之地。在率先推出以CMOS製程製作的射頻收發器IC而引起市場重視後，該公司預計在2004年下半年可望正式量產第一顆用CMOS製程製作的GSM手機功率放大器產品「Si4300」。雖然Silicon Laboratories目前仍不像RFMD與Skyworks一樣擁有手機大廠客戶，但該公司的產品已逐漸為部分亞洲手機廠所採用，對於同樣企圖開發亞洲手機廠客戶的兩大射頻廠商而言，Silicon Laboratories將是一個不可忽視的競爭對手。

三、射頻產品趨勢

(一)射頻整合元件的需求提高

隨著手機功能增加，但尺寸卻必須更輕薄短小的設計考量愈趨重要之際，手機內部的機板已成了「寸土寸

金」之地。因此，為了提高射頻IC的整合度與產品競爭力，射頻IC整合與模組化技術的發展已成為目前射頻廠商的發展重點之一，特別是直接轉換架構(Direct Conversion Radio)的採用與功率放大器模組化的發展。前者將原本獨立分散的接收端與發送端的元件(如Mixers、Filters)，乃至於鎖相迴路(PLL)整合為以矽製程為主的收發器IC；後者則將同樣採用砷化鎵製程的T/R Switches、Duplexers以及PA等元件整合為一個功率放大器模組，或是完整的射頻前端模組(RF Frond End)。

另一方面，為了促成手機射頻元件達到更高度的整合，製程技術的發展亦成為半導體廠商積極尋求技術突破的焦點，包括矽鍺(SiGe)與CMOS製程技術，都成為亟欲跨入射頻元件製造領域的重要製程技術。但截至目前為止，除了發射功率較低，且規格定義較寬的無線區域網路與藍芽系統產品，已出現採用上述兩種製程製造的單一射頻晶片，或是少數廠商以CMOS製程來製造低中頻架構(Low-IF)的射頻收發器外，絕大部分的射頻元件廠商所推出的產品仍以射頻收發器、功率放大器分離型態為主要的射頻解決方案。

(二)手機產品朝向多頻段、多系統方向發展

不論所採之系統標準或是支援的功能，自2003年起手機產品的型態已較之前更趨多樣化，而內部結構與製

造技術也更加複雜。在與射頻元件直接相關的系統標準採用方面，現階段仍以GSM/GPRS或CDMA2000 1X EV-DO等系統為主；EDGE、W-CDMA以及CDMA2000 1X EV-DV等系統則由於推出服務的系統業者侷限於部分地區，且可搭配手機仍極為有限，預估必須等到2005年以後才能逐漸打開市場。

另外，值得一提的是，雖然當初3G系統規劃的全球單一標準理想仍無法實現，且下一代的Beyond 3G系統距離標準制定與落實更有將近10年的時間，但是在擴展市場或是普及行動通訊應用的目標導引下，發展跨系統的整合產品已成為許多業者或國家發展的重要方向，並將使手機的使用範圍得以超脫過去單一系統標準的時代，更進一步影響著相關射頻元件的設計與技術發展。

基頻市場與產業發展趨勢

一、無線寬頻與多媒體應用帶動基頻成長

早在以語音通訊為主的2G手機時代，基頻IC就是手機內部結構成本最高的元件之一，也是手機用IC市場中產值最高的產品。而隨著無線通訊系統由低傳輸速率的2G演變至高傳輸速率的3G，並且在照相、音樂、影音功

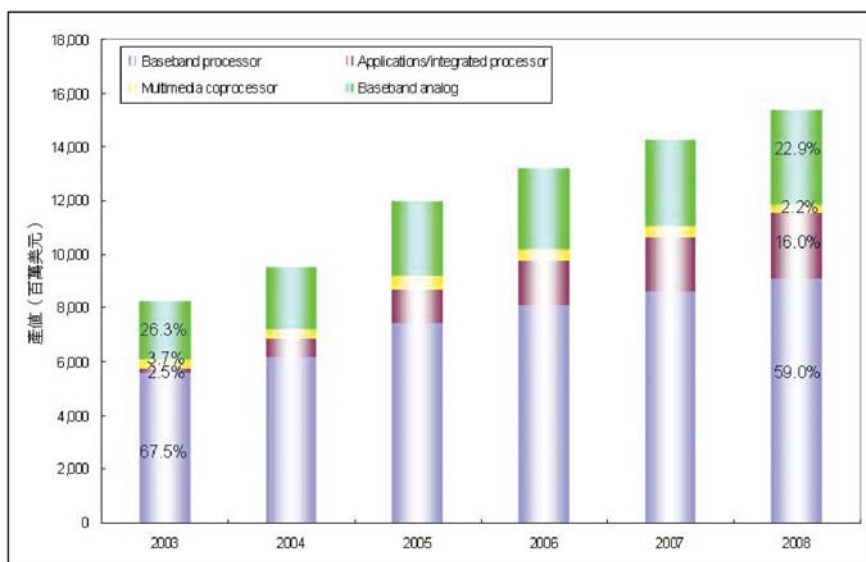
能等手機多媒體化的應用逐漸增多的情形下，市場對於基頻IC的需求，不但不像射頻IC受技術成熟影響出現產值成長趨緩的情形，反而隨著應用功能的增多，讓基頻與相關處理器的用量及產值不斷上升。

根據IDC的統計，手機用基頻IC的產值將由2003年的82億美元大幅成長至2008年的153億美元。值得注意的是，應用處理器雖然在2003年僅佔基頻市場的2.5%，但是隨著多媒體功能的增加與作業平台的複雜度提高，未來的使用量將大幅上升，預估到2008年可望達16%的基頻市場佔有率。至於多媒體處理器雖然在2003年微幅領先應用處理器，不過，多媒體處理器大多應用在圖形或影像等處理工作上，其功能已逐漸被數位基頻或應用處理器取代，因此預估到2008年，其在基頻市場的比重將下滑至2.2%（圖三）。

二、掌握基頻即掌握手機IC市場

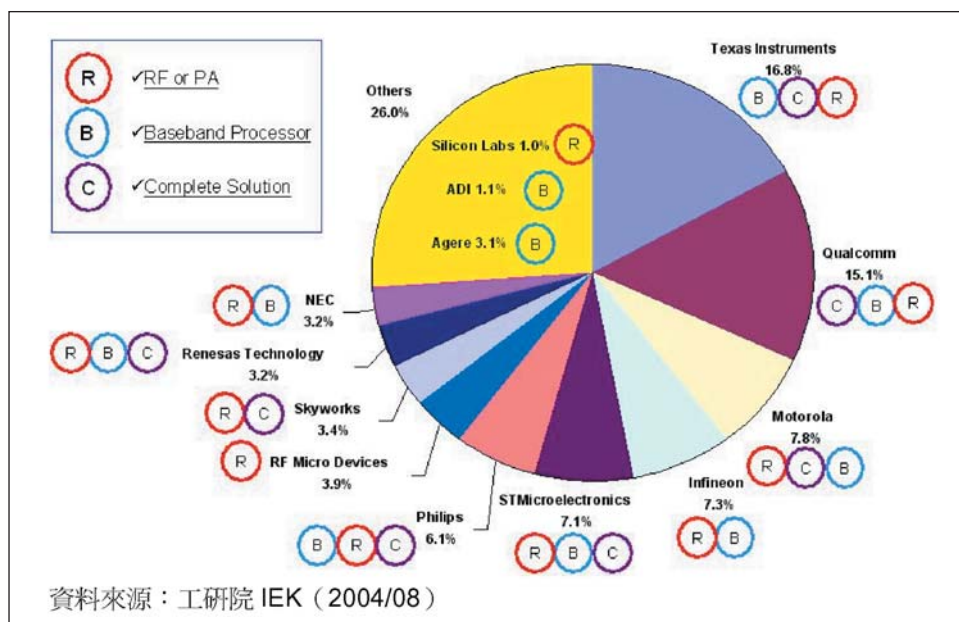
以2003年全球無線通訊半導體廠商市佔率來看（圖四），在前十大廠商中，除了RF MD專攻射頻收發器(RF Transceiver IC)與功率放大器(PA)，並且有Nokia這個手機龍頭為後盾而得以進入前十大之外，其他廠商皆擁有射頻到基頻，甚至系統解決方案的產品線。其中，位居前兩大的TI與Qualcomm更分別掌握了GSM系統與

CDMA系統手機基頻晶片絕大部分的市場。以下便進一步說明市佔率的前三大廠商TI、Qualcomm、Motorola/Freescale的發展現況與策略。



資料來源：IDC；工研院 IEK 整理（2004/08）

▲圖三 2003-2008年各類處理器產值與市場比重



資料來源：工研院 IEK（2004/08）

▲圖四 2003年無線通訊半導體廠商市佔率及其重點產品

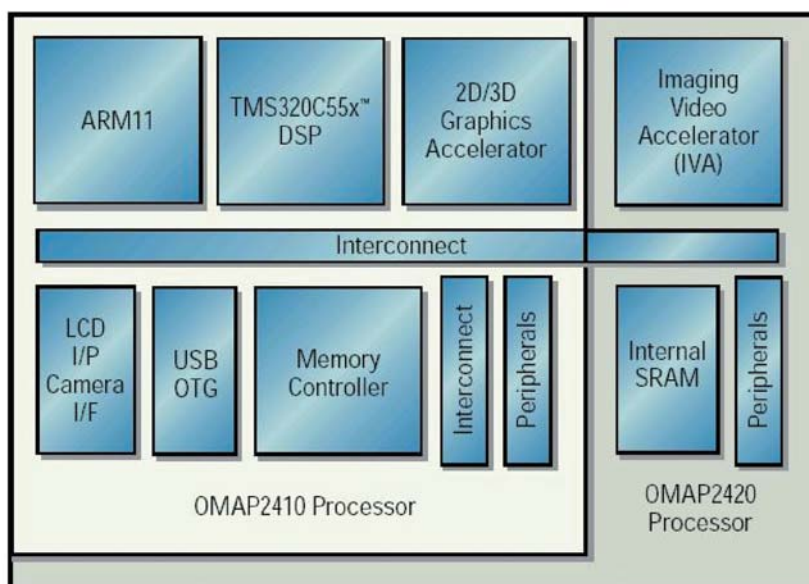
(一)德州儀器(TI)

儘管TI過去幾年來憑藉著該公司在基頻IC產品技術與廣大的客戶來源等領先優勢，而維繫無線通訊半導體市場領導者的地位於不墜，但自2003年全球半導體龍頭廠商Intel正式推出基頻晶片組加入無線通訊半導體市場的戰局後，TI也在此波壓力下開始進行一連串的產品開發與企業間合作策略。

在新產品策略方面，TI自2003年以OMAP為基礎推出了整合數位基頻與應用處理器的新產品OMAP73X系列後，於2004年3月再推出OMAP2的新應用處理器。根據TI所發佈的OMAP2資料，這款以90奈米CMOS製程製作的應用處理器，採用ARM11微處理器（運算時脈為330MHz）與

TMS320C55x™DSP（運算時脈為220MHz）雙核心架構，除了可大幅提昇視訊與3D處理效能外，並可支援六百萬像素的相機、DVD畫質的視訊、互動遊戲控制台功能、高傳真度音樂和3D音效、類比和數位電視廣播接收、高速無線連結、VGA解析度以上的彩色液晶顯示器等功能（圖五）。

其次，在CDMA系統晶片的發展部分，自2003年與ST、Nokia合作開發CDMA 1X/ EV-DO系統手機晶片組後，雖然其間曾引起Qualcomm提出侵權告訴，不過在雙方以相互授權的方式解決專利權爭議後，TI已順利在2004年推出第一款CDMA2000 1x晶片組。而為了拓展TI在手機代工市場的佔有率，早在2002年時TI便宣佈，將推出整合射/基頻IC的手機系統單晶片



資料來源：TI

◀ 圖五 TI的「OMAP2」架構

原型產品，以朝向手機完整系統解決方案的領導地位邁進。

在策略結盟方面，TI除了與意法半導體(ST)合作開發CDMA晶片外，兩家公司亦合組了「開放行動應用介面聯盟」(OMAPI)，推動手機標準應用平台與多媒體介面，而今年(2004)兩家公司更進一步結合ARM與Nokia成立了以制定處理器介面標準為目標的MIPI(The Mobile Industry Processor Interface)聯盟，以期主導未來應用處理器與多媒體周邊介面的規格標準。

(二)高通(Qualcomm)

繼2001年逆勢成長躍居無線通訊半導體市場第三名後，2002年Qualcomm憑藉其在CDMA系統技術的獨佔地位，市場營收由2001年成長39%達19億美元，更進一步超越Motorola成為無線通訊半導體市場第二名的廠商。主要的原因在於，自2002年起CDMA2000系統陸續在日本、韓國與美國地區正式商用化階段，且印度與中國大陸等新興市場也開始導入CDMA系統，就連Motorola也宣佈將採用該公司的晶片組生產CDMA系統手機，環顧全球CDMA晶片組供應商中，除了今年正式採用自行開發CDMA晶片的Nokia外，Qualcomm可說囊括了所有的CDMA IP與晶片組市場。

相對於CDMA市場的強勢地位，Qualcomm在全球使用人口最多的GSM系統市場上遠遜於其他半導體廠商。

有鑑於此，Qualcomm近年來開始投入GPRS、甚至是WCDMA系統手機晶片組的設計製造，包括：MSM6280、MSM6275、MSM6259以及MSM6200等晶片組解決方案，都可適用於GSM/GPRS/WCDMA系統。而在2003年5月，Qualcomm更進一步宣佈將於2004年推出雙處理器核心的MSM7xxx系列，企圖以更快的處理效能與適用CDMA 1X/1X EV-DO與WCDMA雙系統的特性，吸引下一代手機製造廠的青睞。時值今日，Qualcomm表示NEC、Toshiba、Samsung等亞洲地區手機製造廠皆已採用了該公司的WCDMA晶片。

(三)摩托羅拉/飛思卡爾(Motorola/Freescale)

相較於TI與Qualcomm的大幅成長，Motorola在2002年僅較2001年成長7%，無線通訊半導體產品營收為16億美元，由原來的市場第二位落居至第三位。自2002年起，Motorola無線通訊半導體部門除了提供給該公司手機部門使用之外，也提供完整的手機晶片組平台給其他手機製造商，特別是針對以手機代工為主的亞洲地區OEM或ODM廠商。不過，為了徹底解決該公司半導體部門的虧損，Motorola於2003年將其半導體部門獨立成為Freescale公司。

目前該公司主推的產品包括：完整的手機系統平台，以及多媒體手機解決方案Mobile Extreme Convergence

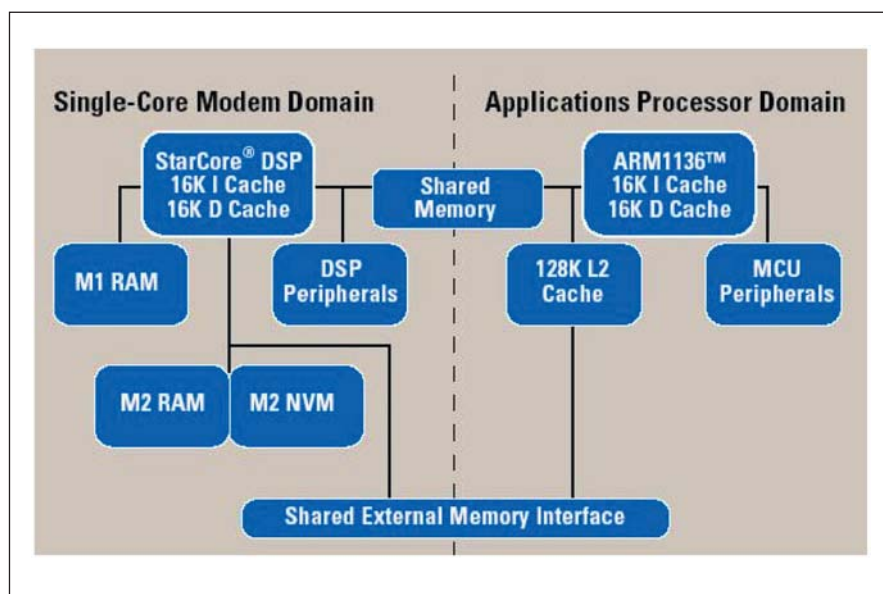
(MXC)架構，如圖六所示。前者包括「i.200」、「i.250」、「i.300」等三種適用不同系統的手機平台；後者則以MXC275應用處理器平台再搭配手機平台為主。這款新推出的多媒體手機解決方案亦採取ARM11微處理器（運算時脈可達500MHz）與Freescale的StarCore DSP（運算時脈可達208MHz）雙核心架構，分別用來處理多媒體應用與無線通訊協定。

另外，該公司亦針對智慧型手機的開發推出了「i.Smart」參考設計。這款完整的智慧型手機解決方案，除了具有完整的射基頻晶片組外，還外加應用處理器－「i.MX」，並提供完整的參考設計與軟體，預料隨著手機產品生命週期的縮短、產品多樣化等趨勢影響下，Motorola推出的完整解決方

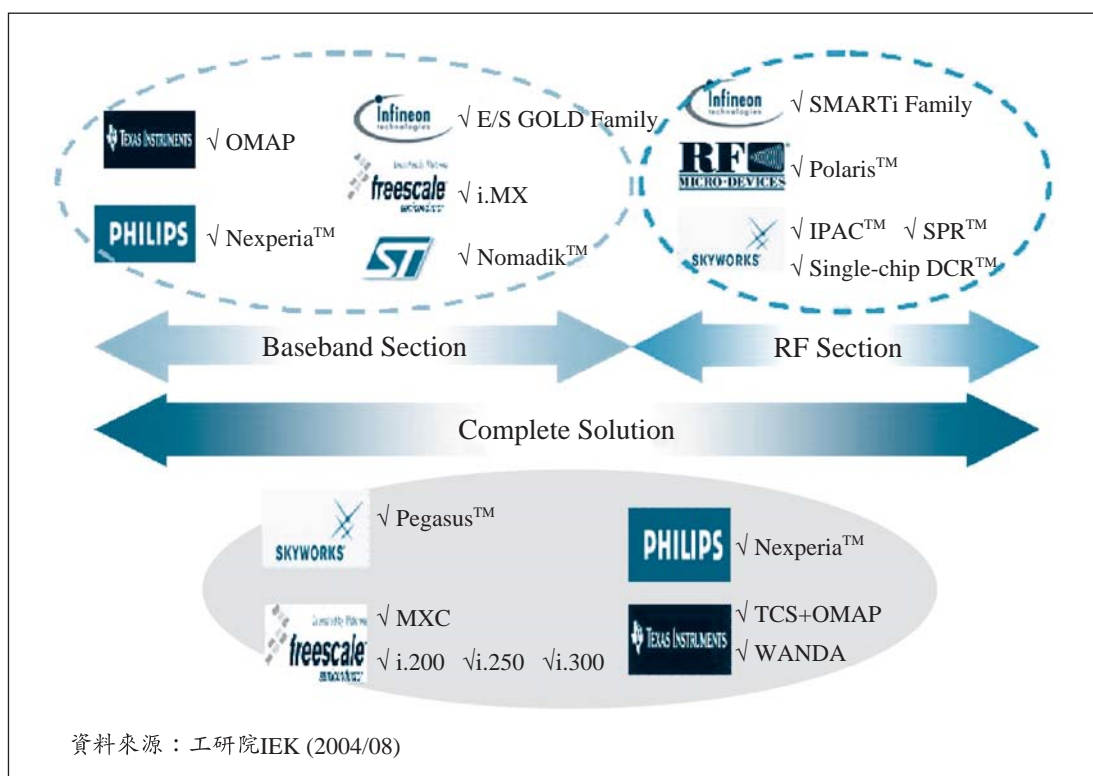
案將有助於該公司拓展亞洲地區手機代工廠商的市場。

三、從基頻次系統到完整系統 解決方案的競爭

從上述三家最具代表性的基頻晶片廠商的發展可以看出，手機基頻市場的競爭已由過去的數位基頻晶片延伸至應用處理器，亦由單一晶片擴大到系統解決方案的競爭，除了前三大廠商之外，其他包括ST、Infineon、Philips等半導體大廠亦已推出類似的產品參與需求日益增加的應用處理器與系統解決方案市場，例如ST的「Nomadik」、Philips的「Nexperia」等，都屬於高階多媒體應用處理器，甚至可搭配專屬的手機晶片平台，以



▲圖六 Freescale的「MXC」架構



▲圖七 系統解決方案成大廠競爭焦點

組成完整的解決方案（圖七）。由此發展態勢不難看出，基頻市場的競爭不單僅是產品技術的競爭，還包括完整的參考設計與後端的製造協助，也為原本就極難跨入的基頻市場構築了更高的進入障礙。

台灣射頻/基頻廠商現況與挑戰

由於過去我國在通訊領域裡的技術研發不足，以及產業著重代工忽視研發等環境的限制，使得目前我國通訊產業的重心仍以系統產品的ODM或OEM業務為主，我國廠商在高技術門

檻的關鍵零組件領域裡，不論是技術水準或是產業規模等各方面，皆落後國際大廠甚多。

不過，在我國手機製造產業逐漸成熟之後，由於技術自主性提高，且在產業競爭日趨激烈、生產利潤逐年降低等壓力下，對於上游關鍵元件的需求日益增加，也因此吸引了許多相關元件廠商的投入。目前國內已宣佈投入RF Transceiver晶片開發的IC設計公司相當多，包括聯發科、絡達、義隆、威盛、嘉砂等；PA方面則有源通、加達士、朗弗等。

在上述廠商中，已有部分廠商

(如絡達的射頻收發器、源通與朗弗的功率放大器等)已開出樣本產品,並通過認證,正積極爭取下游手機客戶Design In的機會。不過,由於在面臨大廠的競爭以及手機客戶對於新產品採用態度較為謹慎等限制,使得目前我國射頻廠商仍以WLAN或GPS用射頻產品為主,以部分射頻廠商的發展現況來看,預估到2004年下半年將可望達到量產規模。

在基頻發展方面,雖然我國已有聯發科、威盛等廠商投入研發,並已開始生產少量的低階GSM機種用基頻產品,但整體而言,由於基頻IC為手機系統運作的核心,且其所需之高階運算處理器技術難度與系統整合複雜度皆遠高於其他手機用IC,因此,不論是手機原廠或代工廠,皆較少更換其研發人員熟悉的基頻處理平台,也使得我國廠商在此領域之技術與市場發展仍遠落後國際大廠。

不過,隨著多媒體應用的增加,許多中小型廠商也企圖從多媒體處理器或應用處理器切入市場,例如已被繪圖晶片大廠Nvidia收購的MediaQ,以及專攻應用處理器的NeoMagic等都屬於此類專攻利基市場的廠商,或許,我國廠商可以這兩家公司的發展為借鏡。由於數位端的應用向來是我國IC廠商比較擅長的項目,因此,與多媒體周邊裝置廠商合作共同開發完

整的多媒體裝置解決方案,或是與2nd Tier的基頻晶片廠商合作提供多媒體手機平台,是現階段我國IC設計公司可參考的市場切入點。

透過上述對於射/基頻元件廠商的產品與市場機會之分析,筆者認為,由於手機製造時程與產品生命週期的縮短,如何滿足手機製造廠降低生產成本與縮短製造時間等需求,已成為各元件廠發展的重要課題。而更大的挑戰則來自於半導體大廠推出系統解決方案的競爭壓力,因此,我國射/基頻元件廠商若要投入適用於低階手機的元件市場,還必須透過與不同廠商(例如主動+被動、射頻+基頻、硬體+軟體)的合作,提出便於製造且價格具競爭力的產品,才有機會在低階產品市場與國際廠商抗衡。

從市場策略的角度來看,對以小型專業設計公司型態為主的台灣射/基頻廠商而言,因市場地位仍屬弱勢,多半屬於「追隨者」的角色,尚不致成為其他廠商追隨的對象,或是出現專利技術與設計外流的疑慮。因此現階段的重點,仍在開發主流的整合型產品,並掌握與手機製造廠共同開發設計的機遇,以獲得客戶的信賴,進而成為客戶「第二貨源」的首選。如此,才有機會跨入門檻最高的手機市場之中。