

掃描探針顯微儀的產業現況

A Quick View of Current SPM Industry

林明彥

Ming Yen Lin

奈米科技為一嶄新之科技，被公認為下一波工業革命的主角。1980 年代所發明的 STM 及 SPM，不僅提供了量測及操控奈米結構的能力，也開啟了奈米科技研發的浪潮。本文僅參考引用日本官方之報告，簡要介紹 SPM 的技術與應用，同時也針對全球及台灣，對於 SPM 相關的專利、市場、競爭者做一剖析，以說明 SPM 產業的現況。

Nanotechnology has been expected as one of the new technology that may lead to the next industrial revolution in the first decade of the 21th century. The invention of STM and other SPM in 1980s have provided the capabilities required for the measurement and manipulation of nanostructure and also sparked excitement throughout the scientific and industrial communities. In this article, an official marketing research provided by the Japanese government that describes the SPM related technologies, applications, worldwide market size, patents and competitors are briefly introduced. Also, the current profile of local SPM industry is described.

一、前言

奈米與生技被視為本世紀初最具前景的兩大明星產業，奈米科技更被公認為下一波 (第五波) 工業革命的主角。原有的材料、電子、光電、機械、機電、生醫、物理、化學等領域，將結合奈米技術，展開全新的應用，並樹立新世代的產業結構。

自從 2000 年，繼美國以國家之力投入、啟動全國性的奈米研發之後，這股追求嶄新技術的熱潮，迅速延燒至全世界。尤其是以整合產官學見長的日本，除了人力、資金的大量投入研發之外，更迅速地將奈米技術大量應用於日常生活中 (如燃料電池、光觸媒等)。相較於美國政府 NNI⁽¹⁾ 的精采

報告，日本政府總務部技術調查課，也曾於 2002 年提出日本官方的評估⁽²⁾。對於奈米產業的技術與應用 (圖 1)，日本將其區分成新材料、能源、通信電子、奈米生技與環保健康等五大領域；對於技術面，則將其切分為材料、製造、加工與計測等四個層面。於眾多的奈米技術與應用中，日本對於奈米碳管、光半導體元件 (量子點、奈米發光材)、掃描探針顯微儀 (scanning probe microscope, SPM) 等三項技術與應用情有獨鍾，並且把屬於計測 (量測) 技術的 SPM 放在整個技術與應用的最底層，將其視為奈米產業的基磐技術 (重點科技)。在本文中，筆者僅參考引用日本官方之報告，簡要介紹 SPM 的技術與應用，同時也針對全球及台灣，對於

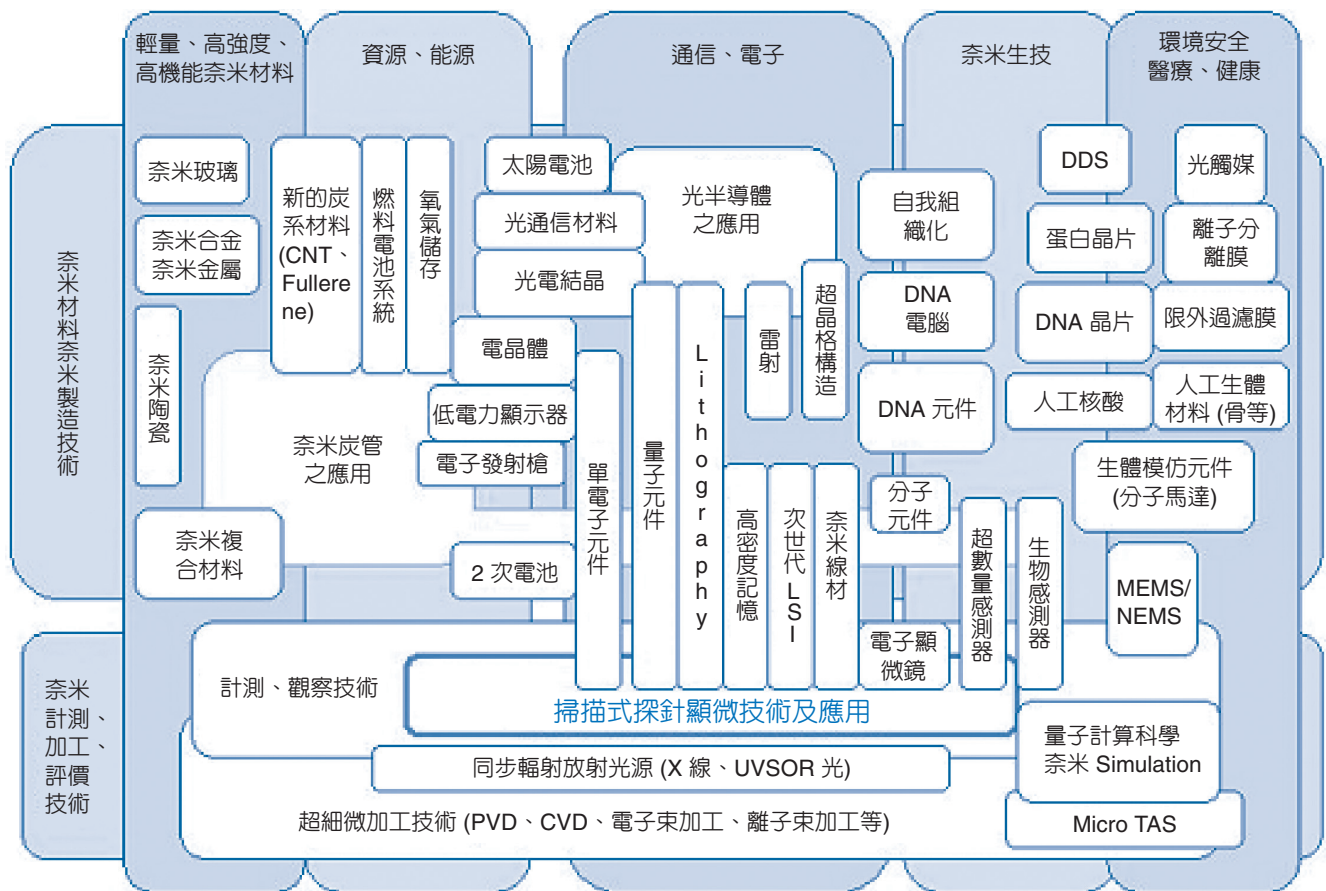


圖 1. 奈米產業的技術與應用。

SPM 相關的專利、市場、競爭者作一剖析，以說明 SPM 產業的現況。

二、SPM 的技術與應用

掃描探針顯微儀之技術的主要特徵是透過一可微動掃描之探針，利用探針尖與待測物表面所發生之物理交互作用，可取得待測物表面的形貌、摩擦力、黏滯力、靜電磁力、熱力、電容等之分布⁽³⁾。目前一般商用的 SPM 的探針，其針尖的曲率半徑已達 10 nm 的尺度，所量測之物理量，具有極高的縱橫向解析度，是 SPM 與傳統光學顯微儀及其他傳統量測技術最大不同之處。除了奈米材料表面的觀測與量測，SPM 是一不可或缺的技术之外，對於原子與分子的操控、奈米尺度的細微加工、奈米層級的超高密度記憶等應用，SPM 也是必要的基磐技術(表 1)。

三、全球 SPM 相關專利申請之概況

根據日本政府之報告⁽²⁾，從 1991 至 1999 年，歷年全球 SPM 專利申請案件中，平均每年出現約 350 件，其中日本約佔 300 件。以件數論，各國的排名依序為日本、美國、德國、蘇聯、英國、韓國、法國。以專利申請內容論，則以 AFM、MFM、SCM、SThM 及 STM/AFM/SNOM 的整合型居多。以業種論，日本國內以企業提出佔絕大多數(89%)，公家(5%)、學界(5%)佔少數。

四、台灣 SPM 相關專利申請之概況

根據智慧財產局所提供之專利公報資料庫檢索服務系統，以「原子力」、「穿隧電流」、「掃描探針」、「近場光學」、「電力顯微」及「磁力顯微」等關鍵字，搜尋所有已公開公告之相關專利，

表 1. 掃描探針顯微儀之原理與應用領域。

	個別顯微儀名稱	英文簡稱	利用原理	應用領域				
				形貌觀測	物理量測定	操作	加工	蝕刻
掃描探針顯微儀	掃描穿隧顯微儀	STM	穿隧電流	√	√	√	√	√
	原子力顯微儀	AFM	原子、分子間之作用力	√	√	√	√	√
	近場光學顯微儀	SNOM	近場光	√	√			
	摩擦力顯微儀	LFM	摩擦力	√	√			
	電力顯微儀	EFM	靜電力	√	√			
	磁力顯微儀	MFM	靜磁力	√	√			
	電容顯微儀	SCM	電容	√	√			
	熱分布顯微儀	SThM	熱	√	√			

得到下列表 2 之結果。結果顯示，台灣在 SPM 的智慧財中與世界水準呈現嚴重的落差。

五、全球市場規模與佔有率

根據日本政府之報告⁽²⁾，1997 年，全球市場的規模約為 240 億日幣 (約 70 億台幣)，日本國內市場約為 100 億日幣。依廠商市場佔有率排名論，依序為 Digital Instruments (25%)、Park (7%)、Topometrix (5%) (注：2001 年 Veeco 將上述三家併入旗下，成為全球最大供應商)。日本國內市場，1993-2000 年的年平均市場銷售金額約為 80 億日幣。2000 年日本國內市場佔有率，廠商排名依序為 Digital Instruments (30%)、Seiko Instruments

(26%)、NEC (10%)、Unisoku (8%)、島津製作所 (7%)、Omicron (7%)、Topometrix (6%)、Olympus (4%)。日本國內市場的佔有率，是由日製與國外製各分春秋。

六、台灣市場規模與佔有率

根據政府電子採購網 (<http://web.pcc.gov.tw/>) 所提供之資料庫，以「原子力 / AFM」、「穿隧電流 / STM」、「掃描探針 / SPM」、「近場光學 / SNOM」、「電力顯微 / EFM」、「磁力顯微 / MFM」等關鍵字，並且以國外各知名廠牌之代理商公司名，搜尋 2002 年至 2004 年之成交案，得到如表 3、4、5 及圖 2 與 3 所示之結果。

表 2. 根據智慧財產局所提供之專利公報資料庫檢索服務系統，以「原子力」、「穿隧電流」、「掃描探針」、「近場光學」、「電力顯微」及「磁力顯微」等關鍵字，搜尋所有已公開公告之相關專利之結果。

關鍵字	總件數	國外申請件數	國內申請總件數	國內提出單位	前述單位提出件數
原子力顯微	7	5	2	安冠 ^{註1}	1
				中央研究院 ^{註1}	1
穿隧電流	0	0	0	無	
掃描探針	9	6	3	ITRI	3
近場光學	15	7	8	ITRI	6
				中央研究院	1
電力顯微	0	0	0	無	
磁力顯微	0	0	0	無	
其他相關應用	9	3	6	中央研究院 ^{註1}	2
				均豪	1
小計	40	21	19		

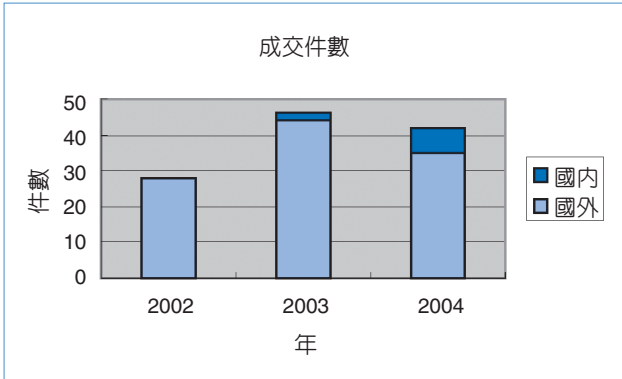


圖 2. 台灣學術市場佔有率 (以件數計)⁽²⁾。

雖然本文中無法詳細分析市場，但可看出低單價的掃描探針顯微儀，是本地市場的需求趨向，且國內供應商的佔有率也逐年提高。

七、技術的領航者—IBM

發明掃描式穿隧電流顯微儀 (STM) 的 IBM，不僅於活躍於學術界，在 STM 相關專利的申請、技術的實用化等皆著力甚深，對於新的原子力顯微儀，也提出了不少的專利和論文。除了於掃描式探

表 3. 台灣學術市場的應用需求。

	2002 年	2003 年	2004 年
AFM	9	18	14
LAFM	0	3	4
SPM	14	15	13
變溫-SPM	2	0	0
UHV-SPM	0	2	2
EFM	0	1	1
SNOM	1	1	3
STM	1	1	4
UHV-STM	0	4	1
變溫-STM	1	0	0
EC-STM	0	1	1
擴充	1	5	9
維修	0	0	3
租賃	1	0	0
探針	0	0	3
成交件數	30	51	58
總金額 (元)	99,494,108	201,392,149	133,569,125

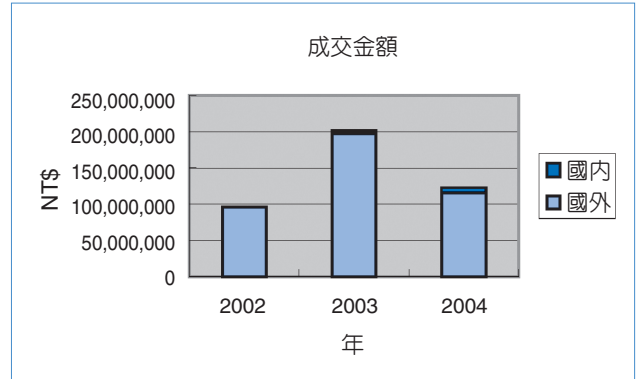


圖 3. 台灣學術市場佔有率 (以金額計)⁽²⁾。

針顯微儀 (SPM) 的領域中，不斷地創新開發新的基礎技術之外，也持續致力於應用技術的開發，如以 SPM 的技術，利用 32×32 陣列探針存取的高密度記憶裝置 (注：目前已發展至 64×64 陣列)。總而言之，於基礎研究領域上，IBM 持續保有領先之地位，並先行取得了多數 SPM 相關之專利。IBM 表面上並無加入 SPM 的市場競爭，是否專利授權予他家業者，目前情況不明。將來各種 SPM 的各種應用，勢必逃不掉 IBM 的專利範圍，IBM 採用只授權、不產品化的市場戰略。

八、產品、市場的領航者

SPM 的市場尚不具可觀的產業規模，除了市場佔有率大的知名廠商之外，也有不少不具名的小公司加入競爭。在開發技術、產品的模式上，日

表 4. 台灣學術市場佔有率 (以件數計)⁽²⁾。

	2002	2003	2004
國外	28	44 (95.6%)	35 (83.3%)
國內	0	2 (4.4%)	7 (16.7%)
計	28	46	42

表 5. 台灣學術市場佔有率 (以金額計)⁽²⁾。

	2002	2003	2004
國外	95,916,710	197,632,081 (98%)	115,601,433 (94.7%)
國內	0	3,810,000 (2%)	6,530,000 (5.3%)
計	95,916,710	201,442,081	122,131,433

本、歐美的大廠皆然，都是透過與大學、或公家機構的合作，以取得 SPM 初期的技術。上面所述知名的廠商如下：

美國：Digital Instruments、Park Science Instruments、Topometrix 等八家

日本：Seiko Instruments、NEC、Joel、島津製作所、Olympus、日立等十三家

歐洲：Omicron、Nanosensor 等五家

台灣：安冠奈米、均豪精密、總督電子等三家

2001 年 7 月 Veeco Instruments 將 Digital Instruments、Park Science Instruments、Topometrix 等併入旗下，成為 SPM 市場上最大的供應商。另外，於 SPM 應用產品上，日立製作所則是以 SPM 的技術為基礎，於 2001 年 9 月，開始供應產業用的 Lithography 裝置，首先開啟 SPM 應用的市場。在探針領域上，2000 年的全球市場規模約為 20 億日幣，市場佔有率以 Nanosensor 領先、Olympus 為第二。Seiko、島津製作所、Piezomax 等廠商則相繼投入奈米碳管探針的開發。

九、日本政府的建議

SPM 的相關基本專利已被 IBM 捷足先登。但是，SPM 除了在各種奈米材料的觀察分析的用途之外，日本政府建議：日本業者善用學界的資源，於 SPM 的基磐技術上，加強對原子分子的操控、次世代 lithography 細微加工、奈米尺度的高密度記憶裝置等應用技術的開發。當然，符合各種 SPM 需求的探針製作技術也必須被強化。

誌謝

特別感謝中央研究院物理研究所黃英碩先生、楊志文先生、安冠奈米科技股份有限公司洪紹剛先生的校稿、安冠奈米科技股份有限公司陳彥妙小姐的資料收集。

附註

註 1. 尚未公開公告。

註 2. 不計「擴充」、「維修」、「租賃」、「探針」等項。

參考文獻

1. *National Nanotechnology Initiative: Leading to the Next Industrial Revolution*, Committee on Technology, National Science and Technology Council, February 2000, Washington, D.C., The White House, February 7, 2000.
2. ナノテクノロジーの應用—カーボンナノチューブ、光半導体、走査型プローブ顯微鏡—に関する特許出願技術動向調査, 總務部技術調査課, 平成 14 年 5 月 10 日。
3. 黃英碩, 科儀新知, 26 (4), 7 (2005).

-
- 林明彥為日本東京大學物理碩士，現任安冠奈米科技股份有限公司總經理。
 - MingYen Lin received his M.S. in physics from Tokyo University, Japan. He is currently the general manager of Angsnanotek Co., Ltd.