

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(類別：研習)

九十一年度中德技術合作計畫
赴德研習「奈米技術」
出國報告書

服務機關：經濟部技術處

出國人職稱：研究員
姓名：游朝晴

出國地點：德國

出國期間：九十一年九月八日至十月五日

報告日期：九十二年一月四日

I0/
/009104606

摘要

奈米技術係在奈米的尺度下，物質因量子尺寸及表面效應，產生許多異於巨觀世界中物理、化學等性質，而觀察或操作此微細世界的技術；奈米技術為多學科的綜合性技術，將對未來產業造成重大影響，德國與歐盟各國正積極投入相關的研發工作；其中德國為歐洲奈米技術研究網會員最多的國家，聯邦政府由教育科研部與國科會支持，並成立 5 大領域與專業中心群，各州政府的經濟部等部會亦以經費配合，動員全國各級研究機構、大學、研究所、工業界甚至於工商協會、基金會等民間團體共同進行；研發重點並結合其電子、光電、航太、汽車、材料、化工等生技等優勢產業，未來更進一步整合歐盟各國的能量，其發展將無所限量，而其深厚的學術研究基礎和工業化的能量，將可做為我國發展的借鏡與合作的對象。

目 錄

摘要

壹、參訪目的.....	1
貳、參訪過程.....	6
一、考察日程表.....	6
二、奈米技術參訪專題概述.....	6
三、Materials week 2002 研討會心得.....	20
參、心得.....	24
一、國家整體概況敘述.....	24
二、科技研發狀況.....	25
三、德國奈米技術研發現況.....	26
四、材料科技的研發與奈米技術.....	27
五、成功的其他因素.....	29
肆、建議.....	30
伍、附錄	
一、附圖目錄	

附圖目錄

- 圖 1-1 德國國科會(DFG)組織架構(運作架構)
- 圖 1-2 德國國科會(DFG)組織架構(部門職掌)
- 圖 2 德國柏林大學知識轉移所推動架構圖
- 圖 3 德國奈米聯絡網(Nanomat)推動架構圖
- 圖 4 -1 研討會論文：電子半導體材料的未來發展及影響因素(摘錄自 M. Engelhardt, ' ITRS:The Roadmap Materials Challenges' in Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 4 -2 研討會論文：奈米高分子粉體的光學特性(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 4-3 研討會論文：以奈米高分子在陶瓷進行 UV 或 X-Ray 微影蝕刻的技術(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 4-4a 研討會論文：以奈米粉體及高分子發展的耐刮及腐蝕技術(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 4-4b 研討會論文：以奈米粉體及高分子發展的耐刮及腐蝕技術(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 4-5 研討會論文：將奈米金屬粉體固定在具高度方向性蛋白質載體之技術(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)
- 圖 5-1 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)以溶凝膠化學法衍生之核心技術/產品關聯圖(包括奈米)
- 圖 5-2 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)發表之新型奈米高分子 (ORMOCER)主要組成及用途
- 圖 5-3 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)發表之新型奈米高分子 (ORMOCER)製作過程

圖 6-1 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week
2002 發表的奈米複合材料產品

圖 6-2a 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week 2002
發表的奈米技術驗證方法及產品

圖 6-2b 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week 2002
發表的奈米技術驗證方法及產品

圖 6-2c 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)發表奈米技術驗證方法及
產品

圖 7-1 德國 INM(新材料)研究所奈米技術—超硬透明塗層技術

圖 7-2 德國 INM(新材料)研究所發表的奈米技術—磁性奈米粒子

圖 7-3 德國 INM(新材料)研究所發表的奈米技術—可再分散的奈米粉體

圖 8-1 Nano Products 公司於 Materials Weeks 2002 發表的奈米粉體產品

圖 8-1 Nano Products 公司於 Materials Weeks 2002 發表的奈米粉體產品

圖 9(9-1 至 9-15)與參訪單位合影照片(詳細內容請參考訪問行程表)

壹、參訪目的

奈米技術的發展係源自於對於奈米尺度觀測與操控，由於新的特性被發理，若能善加利用，未來將有許多更新穎、更精準、更價廉、更具彈性的產品或技術被開發成功，並加徹底地改變我們未來的生活。

美、歐盟、日本及大陸均已投入大量經費人力；美國方面於 2002 年的編列 5 億美元，歐盟於 2002~2006 年將投入 13 億歐元，而我國亦於今 2002 年成立奈米國家型計畫，結合學術界、研發機構與工業界，預計 6 年內投入約 190 億元，經濟部同時年在工研院成立新竹奈米研發中心，積極投入研發。

基於奈米技術於未來的重要性，因此本研習計畫擬以歐盟之中工業能力最強、奈米科技研究最發達的德國為觀摩對象。本研習計畫擬預計四週，其中以三週參訪德國研發機構、大學、政府機構等，觀摩奈米科技的研發現況；另外並參加在德國慕尼黑舉行的 Materials Week 2002，瞭解材料及奈米技術的研究方向。

貳、參訪過程

一、考察日程表

08.09.-05.10.2002

2002/9/8(Sun)CI061 22:30 Departure 9/9(Mon) 06:50 Arrival Frankfurt

日前	參訪機構	接待對象	備註
Mon 08.09	台北至德國法蘭克福機場		
Mon 09.09	德國法蘭克福機場 (Frank Flughafen) 轉搭火車至 Karlsruhe	Dr. Jen-Wen Chang 0721-913230 0721-9132323 jw@chang.de	住宿： Hotel Augustiner Sophienstr. 73 76133Karlsruhe
Tue 09.09	1. Fachinformationszentrum Karlsruhe 卡斯魯專業諮詢中心 www.fiz-karlsruhe.de Hermann-von-Helmholtz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen 2. Forschungszentrum Karlsruhe Institut fuer Nanotechnologie 卡魯斯研究中心奈米技術研究所 Hermann-von-Helmholtz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen www.int.fzk.de	1. Herr Tittlbach/ Mrs Spitzl 國際合作部經理 Tel. 0049-7247-808510 Fax 0049-7247-808131 gt@fiz-karlsruhe.de 11:00 h Dr. Hedderich/Dr. Harms 經理 Tel. 0049-7247-82-2630 Fax 0049-7247-82-6420 Regine.hedderich@int.fzk.de 14:00 h	住宿： Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 Karlsruhe
Tue 10.09	1. Fachinformationszentrum Karlsruhe 卡斯魯專業諮詢中心 www.fiz-karlsruhe.de Hermann-von-Helmholtz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen 2. Forschungszentrum Karlsruhe Institut fuer Nanotechnologie 卡魯斯研究中心奈米技術研究所 Hermann-von-Helmholtz 1 76344 Eggenstein-Leopoldshafen www.int.fzk.de	1. Herr Tittlbach/ Mrs Spitzl 國際合作部經理 Tel. 0049-7247-808510 Fax 0049-7247-808131 gt@fiz-karlsruhe.de 11:00 h Dr. Hedderich/Dr. Harms 經理 Tel. 0049-7247-82-2630 Fax 0049-7247-82-6420 Regine.hedderich@int.fzk.de 14:00 h	住宿： Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 Karlsruhe
Wed 11.09	Fraunhofer Institut Silicatforschung, ISC 夫勞恩荷弗矽化物研究所 Neunerplatz 2 97082 Wuerzburg www.isc.fhg.de	Dr. Haas 副所長 Tel. 0049-931-4100 Fax 0049-931-4100-199 haas@isc.fhg.de 10:30 h	住宿： Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 Karlsruhe
Thu 12.09.	Wirtschaftsministerium Baden Wuerttemberg Abteilung 4, Technologie-und Energiepolitik 巴登符騰堡州經濟部第4處所科技 與能源) Theoder-Heuss-Str. 4 70174 Stuttgart	Dr. Kunz 處長 Tel. 0049-711-123-2454 Fax 0049-711-123-2145 10:00 h	1. 住宿： Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 Karlsruhe

	www.cfn.uni-karlsruhe.de		
Fri 13. 09.	CFN 奈米結構功能研究中心 Center for Functional Nanostructures Wolfgang-Gaede-Str. 1 76131 Karlsruhe www.cfn.uni-karlsruhe.de	Dr. Roethig 經理 Tel. 0049-721-608-8494 Fax 0049-721-608-8496 Christian.roethig@cfn.uni-karlsruhe.de 10:00 h	1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Sat, Sun 14--- 15. 09			1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Mon 16. 09.	IHK 萊茵中區工商公會，外貿部或科技 媒體部 Lammstr. 13-17 <u>76133 Karlsruhe</u> www.karlsruhe.ihk.de	Dipl. -Vw. Matthias Kruse 經理 Tel. 0049-721-174-120 Fax 0049-721-174-336 Dr. Gluth Tel. 0049-721-174-235 Fax 0049-721-174-283 11:00 h	1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Tues 17. 09.	Dechema, Theodor-Heuss-Allee 25 60486 Frankfurt 德國生化科技協會 www.dechema.de	Dr. Scheuring 經理 Tel. 0049-69-7564-336 Fax 0049-69-7564-180 scheuring@dechema.de 10:00 h	1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Wed 18. 09.	DFG, Abteilung II 德國研究協會 < 第 2 處 (科研獎助) 功能相當我國 > Kennedyallee 40 53175 Bonn www.dfg.de	Dr. Frank-Dieter Kuchta 高分子物理化學 Tel. 0049-228-885-2440 Fax 0049-228-885-2777 Frank.kuchta@dfg.de Dr. Ing. Bernd Giernoth Tel 0049-228-885-2284 Fax 0049-228-885-2777 Bernd.giernoth@dfg.de 11:00 h	1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Thu 19. 09	INM, Institut fuer Neue Materialien 新材料研究所 Im Stadtwald-Gebaeude43 66123 Saarbruecken www.inm-gmbh.de	Dr. Menung 助理 Tel. 0049-681-9300-394 Fax 0049-681-9300-223 14:00 h	1. 住宿：Hotel Augustiner Sophienstr. 7376133 <u>Karlsruhe</u>
Fri 20. 09	Karlsruhe-Berlin(從卡斯楚魯爾 搭火車至柏林) 火車車次： KA-Mannheim IC506 08:59 09.22 Mannhein-Berlin Zoolog. Garten ICE 894 09:33 14:21	Dr. -Ing. Li-Gao Zei	住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, <u>13353 Berlin</u>

Sat, Sun 21- 22. 09			1. 住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, 13353 Berlin
Mon 23. 09	Wirtschaftsministerium Brandenburg 布蘭登堡州經濟部 Steinstrasse 104-106 14480 Potsdam-Barbelsberg www.zab-brandenburg.de	Herr Haeber Tel. 0049-331-6603-228 Fax 0049-331-6603-235 14:00 h	1. 住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, 13353 Berlin
Tue 24. 09.	TU Berlin, Wissenstransfer 柏林工業大學, 知識轉移所 Steinplatz 1 10623 Berlin www.wtb.tu-berlin.de	Dipl.-Ing. Wolfgang Krug Tel. 0049-30-314-21459 Fax 0049-30-314-21718 krug@wtb.tu-berlin.de 10:00 h	1. 住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, 13353 Berlin
Wed 25. 09	1. Investitionsbank Berlin Wirtschaftsfoerderung 柏林投資銀行/經濟促進處 Bundesallee 210 10719 Berlin(Wilmersdorf) www.investitionsbank.de 2. Fraunhofer Institut Fuer Angewandte Polymerforschung, IAP, Postdam 夫勞恩荷弗應用高分子研究所 Geiselbergatr. 69-14476 Golm www.iap.fraunhofer.de	1. Herr Freier Tel. 0049-30-2125-4751 Fax 0049-30-2125-2020 2. Dr. Ulrich Buller 所長 Tel. 0049-331-568-1112 Fax 0049-331-568-3110 Ulrich.buller@iap.fraunhofer.de 14:00 h	1. Regensburger Str. 2. 住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, 13353 Berlin
Thu 26. 09.	Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH 技術創新基金會(有限公司) Fasanenstr. 85 10623 Berlin www.technologiestiftung-berlin.de	Professor Dr. -Ing. Hanns-Juergen Lichtfuß 經理 Tel. 0049-30-4630-2461 Fax 0049-30-4630-2505 10:00 h	1. 住宿： Burgermeister-Reuter-Stiftung Ernst-Rauter-Hein Triftst 67, 13353 Berlin
Fri 27. 09.	Institut fuer Polymerforschung Dresden 德雷斯頓高分子研究所 Hohe Strasse 6 01069 Dresden www.ifpdd.de 從柏林(Berlin)搭火車至慕尼黑 (Muenchen) 火車車次： Berlin Zoo. Garten Muenchen ICE 1613 16:10 23:09	Dr. Eichhom Tel. 0049-351-4658-256 Fax 0049-351-4658.284 ipf@ipfdd.de 10:30 h	住宿：Hotel Erbprinz, Sonnenstr. . 2, 80331 Munich(慕尼黑)

Sat, Sun 28- 29, 09			1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
Mon 30.09	Materials week 國際材料展 Munich Bayerisches Staatsministerium fuer Wirtschaft, Verkehr und Technologie Abteilung VIII, innovation, Forschung und Technologib 巴伐利亞州經濟部第8處(科研) www.stmwft.bayem.de Munich	Klaus Jasper 處長 Tel. 0049-89-2162-2335 14:00 h	1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
TUE 01.10	Materials week2002 國際材料展 Munich		1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
Wed 02.10	Materials week 國際材料展 Munich		1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
Thu 03.10	德國國慶日		1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
Fr 04.10	Deutsches Patentamt and Europaeisches Patentamt, Munich 德國及歐洲專利局 Erhardtstrasse 17 80331 Munich www.european-patent-office.org	Mr. Semmler 主任 Tel. 0049-89-2399-4512 Fax 0049-89-2399-2850 10:00 h	1. 住宿： Hotel Erbprinz, Sonnenstr .2, 80331 Munich(慕尼黑)
Sat 05.10	1. 德國航空 LH5912 10:40Munich Departure 2. 荷蘭 Amsterdam CI 66 14:25 nach Taipei		

二、奈米技術參訪專題概述

〔參訪專題一〕

時間：九十一年九月九日

地點：卡斯魯 (Karlsruhe)

參訪單位：卡斯魯專專業諮詢中心 (Fachinformationszentrum, FIZ)

內容與討論：

本單位原為進行核能方面的研究，如今轉型為進行知識庫的建置，目前是歐洲最大的資料庫，經費來自中央政府和各州政府。

本資料庫和美國化學學會 (American Chemical Society)，化學摘要 (Chemical Abstract)，並和其他國家，例如美國、日本等 2616 個資料庫聯結，有關奈米技術的資料，亦非常齊全。

該單位雖為 STN 的成員之一，而我國的研發機構及大專院校，大多與美國方面的機構連線；因此該單位目前正在拓展新的業務，例如對於奈米技術的相關研發題材，FIZ 的專業同仁可以共同參與的方式，協助進行專利地圖搜尋與製做。

〔參訪專題二〕

時間：九十一年九月九日

地點：卡斯魯 (Karlsruhe)

參訪單位：卡斯魯研究所－奈米技術研究中心 (Netzwerk Nanomaterialien, Head Office at Forschungszentrum)

內容與討論：

Forschungszentrum Karlsruhe 員工約 120 人，重要部門包括材料、分析、物理、生物化學等，重要工作包括合成，鑑定和奈米材料用途、奈米尺度的廣件設計、奈米粉體及表面的研究；其他應用的研究包括奈米材料在磁儲存 (magnetic storage)、感測器 (sensor) 用的功能性奈米材料、氣體儲存材料、用微波的方式生產陶瓷的粉體 (ceramic nanoparticles) 材料技術等，經費約為 2 億 7 仟萬歐元；

核心技術的開發是包括分子電子(molecular electrons)、奈米晶體材料(nano crystalline materials)及分子電子。本研究的是德國奈米七個研究網之中「Nanomat」的管理協調中心。本聯絡網包括 Helmholtz Association 的 3 座研發中心、10 所大學、1 個 Max Planck 所屬的研究所、3 個 Fraunhofer 所屬的研究機構、1 個波蘭的研究機構、4 家公司；研究網於 1998 年成立，目前有兩個大型的工業研究計畫正在進行。

管理協調中心的任務包括研究方向的協調 (coordination)、諮詢和計畫管理 (consulting and project management)、推動研討會 (conference)、培訓課程 (training)、公共關係 (public relations)、國際活動 (international activities)，藉者互相交流，加速奈米研發成果。

〔參訪專題三〕

時間：九十一年九月十一日

地點：玉茲堡(Wuerzburg)

參訪單位：夫勞荷弗思矽酸鹽研究所(Fraunhofer-Institut für silicatiforschung, ISC)

內容與討論：

本單位是 Fraunhofer 所屬 50 多個研究機構之一，1926 年於柏林成立，1952 年由 Max Planck 進行重組 (re-organized)，1997 年自 Wurzburg 建構 2,250 m² 面積的研發中心，預算於 2001 年為 1.07 仟萬歐元，員工 185 人，預算來源為 25% 來自政府捐助，75% 係以計畫的方式補助。

矽酸鹽研究所過去期間最重要的核心技術為玻璃相關工藝技術，及其在各領域的應用；目前較重要的方向包括陶瓷/玻璃 (ceramic/glass)，有機/無機 (organic/inorganic) 混成高分子 (hybrid polymer) 技術，ISC 更利用奈米技術，結合原先玻璃工藝的能量，應用到各個層面；矽酸鹽研究所關於奈米技術係以化學奈米技術 (chemical nano technology) 為研究方向，複合材料、金屬、高分子均

為其研究範疇。

ISC 的研究部門包括材料工程 (material engineering)、溶凝膠 (sol-gel) 製程、材料測試與鑑定 (material testing and characterization)、微系統技術等 (micro system technology)、表面處理 (surface finishing)。

ISC 在塗層技術 (coating technology) 有很深的造詣，尤其是以純熟的塗層工藝與奈米技術結合，可以應用在任何物體表面。

另一方面，ISC 發展一種以溶凝膠 (sol-gel) 方法合成的混成高分子 (hybrid polymer)，這是以有機 (organic) 官能基 (functional group) 修飾的矽氫氧化物 (Si alkoxides) 經縮合 (condensation) 和部份水解 (hydrolysis)；然後經由 UV 或熱處理的方式聚合並固定在 Si 的無機結構上，目前已註冊商品名為 'ORMOCER'，並可用於塗料、微系統技術及，其他在牙醫材料、製藥、電子元件、光學元件、感測器，亦有很大的應用空間。

有關奈米科技方面，矽酸鹽研究所已就其在各種材料的合成技術，例如有機-無機混成材料，表面處理技術等，均已充分結合奈米技術、另外矽酸鹽研究所亦加入 NanoMAT，這個奈米研究網，參與 NanoMAT 最主要的是增加交流，政府並未補助任何預算。

矽酸鹽研究所和我國工研院化工所目前有合作計畫，並協助我方訓練人員，研究方向包括奈米粉體 (nano particle) 的製備、分散及在光通訊材料等的開發。

〔參訪專題四〕

時間：九十一年九月十二日

地點：史圖加特 (Stuttgart)

參訪單位：Baden Wutternberg 州經濟部

內容與討論：

Baden Wutternberg 州面積和台灣省相近，但人口數為台灣的 1/2 左右，首府在 Stuttgart；州經濟部科技處的工作係提供經費補助州內的中小型研究所及廠商，

聯邦政府更有科研部，教育部及國科會（DFG）支持各項研究計畫。

Baden Wuttermberg 州政府支持州內幾個研究所(基金會)，大約占研究所(基金會)經費的 30%，其餘 70%由工業界、大學或政府機構以計畫的方式補助。

有關技術轉移，Baden Wuttermberg 州在 16 個工業學校成立 3 佰多個技術轉移中心，協助學校與工業界的技術轉移；創業育成中心（incubator）方面，聯邦政府負責環境建構(infrastructure)，銀行會進行貸款的業務。

二家業界以上的公司和大學或者研究機構向政府研提計畫，和我國經濟部主導性新產品與業界科專計畫的做法相似。

Baden Wuttermberg 州科技處的預算約 7.5 億歐元，其中補助 Fraunhofer 等機構 4 億，規模較小的中小型研發機構 2.5 億，其餘直接補助中小企業。

〔參訪專題五〕

時間：九十一年九月十三日

地點：卡斯魯（Karlsruhe）

參訪單位：CFN 奈米結構中心

內容與討論：

CFN 奈米結構中心係由 Karlsruhe 大學物理系和國科會（DFG）支持成立，目前人員為 50-60 人，未來將增至 200 人，經費為每年 7.5 百萬歐元。該中心目前約有 53 個計畫正在進行，經費來源源自政府各部門、工業界，甚至於歐盟；政府部門包括經濟部、教育部、國科會及各州政府等，主要包含下列的研究領域(1)Nano 奈米光學(Photonics) (2)奈米電子(Nano Electronics) (3)分子奈米結構(Molecular Nanostructure) (4)奈米結構材料(Nano Structured Materials).

(1)奈米光子未來的電信(telecommunication)技術的發展，光通訊變得越來越重要，同時相關的技術，例如光學纖維(fiber optics)和低折射係數的光波導材料(low index contrast optical guides)已經趨於成熟，因此這些見奈米結構的光波導材料，具光學活性的量子點(quantumn dots)技術，可應用於資訊儲存(store

information)的相關用途，CFN 並以雷射技術進行開發。

(2)奈米電子(Nano-Electronics)未來電子元件的趨勢係由規模將縮小至百分之一至千分之一的尺度，量子力學的效應已經變得非常明顯，因此過去未被發現的現象將開拓新的應用領域，例如未來將發展新的‘single-electron transistor’，並可用於感測器與記憶元件(memory devices)，CFN 將結合物理、化學與電子工程的領域發展奈米電子元件技術。

(3)奈米結構(Nanostructure)：例如 $Ga_{84}R_{20}$ ，利用化學合成奈米尺度規模的巨大分子(large molecules)，例如用於電極(electrode)，並修改其功能；CFN 另外更利用化學合成方式，可以使原子(atoms)或小型分子(small molecules)的先驅物(precursors)合成單一分散的分團(奈米尺度)，然後以這種核心結構(core structure)擴展應用至金屬(metal)、半導體(insulator)等材料方面；CFN 在奈米結構的研究目標為發展具奈米結構分子的鑑定分析與合成，合成的策略係採用回饋(feedback)的方式，反向設計合成步驟。

(4)奈米結構材料(Nanostructured Material)以金屬或者陶瓷為對象，並且將晶體(crystalline)的尺度規模降至奈米(nanometer)尺度使材料產生新的性質，通常有下列二項較明顯的現象(a)較高的介表面積(higher interface to ratio(b)量子效應已經深深影響材料的性質，而CFN對於奈米結構材料的目標包括(i)發展材料的量子效應與熱力學(thermodynamics)和介面性質(interface properties)的理論(ii)發展奈米結構材料的光學、電子學和磁性質的鑑定分析方法(iii)徹底瞭解奈米結構材料之結構(structure)A性質(property)。

總括而言CFN 主要以物理方法合成晶體(例如用於光學通訊)或以物理/化學方法合成分子團(cluster)，並進行奈米電子元件的研究；同時研究奈米結構與性質的理論。

CFN 未來的發展，將協助奈米量測技術的建立，並推動國際標準的工作，最後希望這套標準能廣泛在歐洲各國使用。

另一方面，CFN 認為在全力發展核心技術的同時，應兼顧永續發展，因此未來

技術的開發，將朝向綠色科技節能等方向，以追求永續經營為目的。

〔參訪專題六〕

時間：九十一年九月十四日

地點：卡斯魯 (Karlsruhe)

參訪單位：工商協進會

內容與討論：

工商協進會在 Baden-Wurtemberg 州已經一百五十年，地點設在卡斯魯，本州共分 12 區；依現行法令規定，所有廠商，商家均需加入；工商協進會的功能，係為會員爭取利益，進行職業教育訓練、推動創新、技術轉移等工作；另一方面亦協助本地設立的研究所(例如 Helmholtz 研究所)；另外亦鼓勵業界和研究所機構合作，且可向銀行借錢。

工商協會一般的任務為聯絡會員，舉行各種活動(activities)，因此為境內各研究所、大學、工業界之間的橋樑，奈米技術和燃料電池為該地區重點推動項目。

〔參訪專題七〕

時間：九十一年九月十七日

地點：法蘭克福(Frankfurt)

參訪單位：化工技術學會(Dechema)

內容與討論：

位於法蘭克福(Frankfurt)的化工技術協會成立於 1920 年，屬於民間組織，會員包括公司會員與私人會員；Dechema 舉辦的活動有出版刊物、舉行研討會、大型展覽會，Dechema 並舉辦ACHEMA 等有名的大型化工展覽活動，對於奈米技術的推動，Dechema 是以間接的角度、結合化工、化學、生物等技術，協助發展及推動相關的平台技術。

〔參訪專題八〕

時間：九十一年九月十七日

地點：波昂(Bonn)

參訪單位：國科會(DEG)

內容與討論：

德國的國科會(DFG)和我國不同，並非政府機構，而是民間組織；DFG 本身有一個類似指導委員會的組織，區分為十多個學術專業領域；另外還有預算委員會(Grand Committee)，成員包括政府官員、大學校長、研究機構所長；每年的預算由聯邦政府與州政府的財政單位協助審查(DFG 的組織分工，詳見附錄圖，1-1，1-2)。

DFG 一年的預算為 12 億歐元左右，研究題目研提由各研發單位研提(bottom up)為主，再由專家審查；因此很難精確統計跨領域計畫經費，例如奈米計畫等。

至於奈米技術在學術方面的研發，結合物理、化學、生物特性，在介觀物理化學、奈米結構、奈米材料研究、超分子化學、奈米結構的計算、模擬、多重尺度模型、奈米材料得合成、組織(自我)、奈米尺度探測、採控技術的研究等領域均有不錯的發展。

〔參訪專題九〕

時間：九十一年九月十九日

地點：Saarbruecken

參訪單位：新材料研究所 (INM, Institut fuer Neur Materialien)

內容與討論：

新材料研究所(INM)是由 Saarland 州成立的研究所，股份為州政府 48%，大學 52%；員工為 200 人，經費為每年 1.5 百萬歐元；INM 的預算 60%來自公共基金，40%來自工業界，INM 本身進行基本核心技術的研究，建立平台技術，然後移轉廠商，截至目前為止，已經開發成功 25-30 項產品，並已產生 10 家衍生公司，員工人數 250 人。

INM 主要的研究方向是發展非金屬及非高分子的材料技術，且是以化學方法進行發展材料技術的工藝。

為開發高技術層次的材料，INM 自 1990 年起以奈米（化學）協助無機合成化學技術的研發，INM 以上述技術結合金屬、非金屬無機（玻璃、陶器）和有機高分子；在奈米的尺度下，以物理及化學方法，進行材料複合化等的研究，可以發展出過去傳統材料無法製做出來的新的組合，並使傳統材料產生新的性質。

在無機化學方面，最重要的是溶凝膠製程的發展，不論是無機或者是無機-有機混成材料均可在較低的溫度，例如由液體發展的技術的起始物開始。

化學奈米技術係以溶凝膠方法發展新的化學奈米技術，並進一步發展奈米尺度大小的金屬、陶瓷、玻璃、半導體材料。以奈米尺度為基礎合成的材料，未來將有下列特色(1)由於粒子小，對於光線不會有散射現象，因此有機會發展新的光學材料(2)金屬和半導體材料因量子效應而發現新穎的特性行為(3)大量界面的產生。

INM 在基礎研究方面和奈米科技有關包括以奈米粉體建構新的材料，並且藉著修改粒子的表面性質，粒子之間的分工作用完成；其應用方向包括(1)以奈米複合的塗層技術(nano composite coating)處理高附加價值產品；(2)以簡單的製程(simple processing)產生複雜的材料；(3)光學材料；(4)具奈米結構的陶瓷材料；(5)具奈米結構的生物材料(biomaterial)。

1996 年 INM 發展名為 NANOMERS(奈米粉體分散在高分子形態的介質，結合奈米科技與塗料的技術，發展耐刮的眼鏡材料、光柵材料(optical grating)，各類材料(包括紙張、塑膠等不耐熱處理)的塗層技術。

其他以奈米技術發展的例子包括發展耐熱的防火材料；具奈米粒子大小的金屬顆粒，可以輸送至人體患腫瘤的部位，再加熱摧毀癌細胞；具優良塗裝(coating)技術的牆壁，汽車表面；可以用於奈米過濾(nano filtration)的陶瓷薄膜(ceramic membrane)；INM 目前已和我國經濟部簽約進行合作研究，重點在結合奈米的塗裝技術。

〔參訪專題十〕

時間：九十一年九月二十二日

地點：Brandenburg

參訪單位：Brandenburg 州政府經濟部(Brandenurg Economic Development Board, ZAB)

內容與討論：

ZAB 是 Brandenburg 州政府經濟部所屬的一個投資單位，類似我們的投資業務處；不過單位及預算都要大很多，底下分為三個單位，計有 ZAB INC. (一年預算 6 百萬歐元)，投資銀行 (Invensition Banks) (2001 年經費 6 億歐元)、Brandenburg Capital(每年的投資資本 6 億歐元)。

目前 ZAB 的重大投資在發展資訊、通訊、生命科學、運輸、能源、環保；ZAB 甚至提供市場、財務的服務，其他還有最具發展潛力的是專利市場(Patent Marketing)的服務。

ZAB 過去投資較成功的案例是化學工業，未來有興趣且具潛力的技術是奈米科技、生物科技(Biotech.)。

〔參訪專題十一〕

時間：九十一年九月二十四日

地點：柏林(Berlin)

參訪單位：柏林大學技術移轉中心(Technische Universitat Berlin)

內容與討論：

柏林工業大學是柏林三所大學之一，目前學生約二萬八千人，教授八百多人，助教與其他職員四千餘人、八個學院、六十多個系所，一年經費約三億三千多萬歐元。經費來源來自德國聯邦政府、柏林市政府、國科會 (DFG) 多支持，另外歐盟、工業界亦提供經費支持。

柏林工業大學主要研究領域包括生技、材料、奈米科技、人機系統

(human-machine system)，以及任何可以促進區域繁榮的研究領域。

技術轉移研究所的功能，是擔任大學各研究所、研究中心、創新企業/公司的技術與資訊；他們藉著舉行各種宣導活動將學校教授的研究成果讓工業界瞭解，促進移轉，同時擔任諮詢的工作，另外亦協助業界申請研究計畫，近年來隨著智慧財產權的觀念受重視，亦增加協助專利授權的工作。

〔參訪專題十二〕

時間：九十一年九月二十五日上午

地點：柏林(Berlin)

參訪單位：柏林投資銀行(Investitions bank Berlin)

內容與討論：

本銀行是州屬的銀行於 80 年前成立，在二次世界大戰後，借錢給建築業以建造便宜的房屋，近十五年來協助發展經濟的工作；另一方面銀行也進行顧問諮詢的工作，例如協助指導撰寫營造計畫，成立天使集團幫助新公司的人，另外更成立技術因幫忙這些人。

因為德國政府鼓勵銀行可以借錢予成立新公司(小於 5 仟歐元)做為諮詢之用；另外亦可貸款給成立公司的個人(失業)，個人可以借到 15,000 歐元，多人合開可以借到 50,000 歐元，通過率視計畫創新度而定，通過率只有 50%。

對於奈米技術、生物技術等創新高的科技所成立的創新公司(Start up Compont)，該銀行絕對歡迎。

〔參訪專題十三〕

時間：九十一年九月二十五日下午

地點：波茲坦(Potsdam)

參訪單位：Fraunhofer Institute for Applied Polymer Research (IAP, Fraunhofer 應用高分子研究所)

內容與討論：

Fraunhofer 應用高分子研究所位於柏林附近波茲坦市，該研究所係兩德統一後解散後，由 Fraunhofer 來此成立。

IAP 在研究所領域分為四個方向：自然高分子(natural polymers)、機能性高分子(functional polymer systems)，合成與高分子技術(synthesis and polymer tech.)，親水性高分子(water based polymer)等；我們拜訪的對象是功能性高分子部門的 Dr. Buller。

IAP 各部門功能如例(1)自然高分子部門：主要係以澱粉(starch)、賽路紡(cellulose)、等天然高分子研究為對象，由於天然的高分子在使用後會自然分解，是環境友善的材料，亦是重要的生物材料，因此是非常重要的研發方向。

(2)合成與高分子部門：是研究各種高分子合成與加工過程，研發重點仍以環境友善的高分子為主，例如 PLA(poly lactic acid)的聚合成其奈米粉體(nano particles):P 技術等。

(3)親水性高分子(Water born polymer)：係研究各種親水性的高分子和溶凝膠可廣泛用於工業上的分離過程，並發展的結構及最佳的製程，例如造紙業、鞋業。

(4)機能性高分子(functional polymer system)部門：主要研究方向包括高分子材料的功能化(functionalization)，例如導電高分子、電子激光高分子、螢光高分子等；另外亦開發有機分子元件的雜型，例如二極體、感測器、顯示器的光學元件、光學資訊儲存系統；其次的研發重點為高分子表面的功能化，例如 OLED(ppv derivatives)，以上所述亦是我國奈米計畫之重點，目前投入研究人員為 25 人，員工共計 150 人左右，明年將成立奈米中心，主要用於生命科學的研究。

IAP 的經費一年為 7 百萬歐元，其中 80% 為合約研究，一半來自政府，另一半為工業界；IAP 未來於生物科技及自然高分子的奈米技術發展，將全力投入。

〔參訪專題十四〕

時間：九十一年九月二十六日

地點：柏林(Berlin)

參訪單位：柏林技術創新基金會 (Technologiestiftung Innovationszentrum)

內容與討論：

本基金會是由柏林市政府於1985年資助成立，是立法人機構的方式存在，最初的機關為1.5百萬馬克，同時支持一些小型計畫，1995年約有3百萬歐元支持創新計畫，不過基金會的工作，主要仍以仲介、幫助申請計畫管考評找經費，同時舉行各種活動，推行推廣或顧問諮詢，該基金會目前主要推動的是生技、醫藥、資訊、奈米等創新計畫的支持。

〔參訪專題十五〕

時間：九十一年九月二十七日

地點：德勒斯登(Dresden)

參訪單位：德勒斯登高分子研究所(Institut fuer polymer forschung Dresden)

內容與討論：

本研究所成立於1948年10月，地點位於統一前東德的德雷斯頓，最先是進行纖維的研究，隨後於1950、1984年經過兩次改組與改名，成為Institute fur Technology der polymerforschung；兩德統一後改名德勒斯登高分子研究所(The Institute of Polymer Research Dresden(IPF))。

本研究所至2001年，員工約有110人，經費來源50%來自Saxon州，另外50%來自聯邦政府，2001年為16.2百萬歐元，其中來自工業界有1百萬歐元，員工平均進行較為基礎研發之計畫為41%，進行工業研究為59%，研究部門分為超高分子化學(macromolecular chemistry)，高分子材料(polymer materials)等；德雷斯頓高分子研究所的定位是介於德國的Maxplanck(相當於我國的中研院)和Fraunlofer(相當於我國的工研院)。

IPF(德勒斯登高分子研究所)的研究方向經歸納分為三大類，並進一步分為 6 個主題：

- (1) 特定的高分子結構與高分子合成及其性質 (Defined polymer structures via polymer synthesis and melt modification)。
 - 特殊官能基及功用性高分子合成 (synthesis of specific polymer architectures and functional polymers)。
 - Reactions in melts/blends.
- (2) 介面作用的交互作用機制及控制 (Mechanisms of Interactions at interfaces and their Control)
 - 高分子介面的設計及鑑定 (Characterization and design of polymer interfaces)。
 - 生物可取代材料的介面 (biocompatible interfaces)。
- (3) 高分子材料/表面的功能化及性質 (Dolymeric materials / functionalization and modification of surfaces and interphases)。
 - 纖維在複合材料的介面 (fibre matrix interfaces in composite materias)
 - functionalized surfaces/polyelectrolytes.

如果以研發內容或成果來分區，又可以分為：(1) 特定高分子及功能性高分子合成 (synthesis of defined polymer architectures and functional polymers) (2) 熔融高分子的反應 (reactions in polymer melts) (3) 高分子表面的物理化學性質 (physio-chemical modification of polymer surfaces) (4) 微米/奈米結構及薄膜 (micro-/ nanostructures and thin films) (5) 生物可取代材料 (Biocompatible materials) (6) 高分子的開發 (Development of polymers)。其中 (1) 特定及微米及奈米結構與薄膜功能性高分子的合成的研究包括合成可調整形變的塊 (block), 接枝 (graft) 型高

分子；同時他們也進行活性自由基高分子(radicals polymer)及 metallocene 催化的聚合反應(我國經濟部科技專案正在研發)，不過尚在達實驗室的規模，而且尚未將技術移轉給公司。

有關奈米技術的研發，IPF 屬於德國奈米研究群——超薄層這個群組，簡單的說是在高分子表面(polymer surface)於微米(micrometer)或者次微米(submicrometers)的尺度(dimension)進行化學異構化及改質，或者合成奈米(nano-structured polymer)結構高分子模版(templates)，同時合成奈米線(nanowires)及奈米管(nanotubes)；未來可能進行奈米方面研究為生物可取代材料的研究。

(參訪專題十六)

時間：九十一年九月三十日下午二時~三時

地點：慕尼黑(Muchen)

參訪單位：巴伐利亞(Bayerisches)州經濟部第八處(科技處)

內容與討論：

巴伐利亞州位於德國南部，本州的經濟情況良好，工業發達，主要包括汽車(BMW 總部位於本州)、化學工業等重工業，是全國失業率最小的州。

該州對於研究發展非常支持，法律規定必須達到 GDP 的 3%，甚至於 1984 年賣掉國營企業的股票，協助成立衍生公司；育成中心(位於大學附近)、風險投資基金。一般公司提出研發計畫，州政府補助部份經費，另外借予部份經費(免利息)，這和我國的主導性計畫類似；對於研發／引進新技術亦予獎勵。

該處經費用於研發為 100 百萬歐元(不包括額外的基金)。

巴伐利亞州非常支持奈米技術的研發，但沒有特別整合在一起，該州對於有關生技、醫藥、材料、精密醫療器材、食品的奈米技術發展很有興趣，更委託顧問公司規劃。

(參訪專題十七)

時間：九十一年十月四日

地點：慕尼黑(Muchen)

參訪單位：歐洲專利局

內容與討論：

歐洲專利局(The European Patent Office)成立於1973年，由16個國家在慕尼黑正式簽署成立，目前成員包括歐盟為主等二十多個國家，並和五十多個國家合作，1978年6月接受第一個專利申請，到1979年已有10,000個專利申請；第一個專利通過於1980年至1992年通過200,000個專利，至2000年通過1000,000個專利。

歐洲專利局除執行它的常規業務，例如接受專利申請、審核專利，申訴案件處理，資料維護；另外對於專案性的研究，例如接受委託並和客戶合作進行資料分析或專利地圖分析；尤其是對於生物科技，奈米技術等新興高科技有更高度的興趣，他們更表示有足夠的人材可以協助，不夠費用應該不低。

三、Materials week 2002 研討會心得

(一) 會議名稱：Materials week 2002

(二) 時間：九十一年九月三十日，十月一日，十月二日

(三) 地點：德國慕尼黑(Muchen)市國際會議廳

(四) 主辦單位：德國聯邦政府與 WEAKSTOFFWOCHE(multi joint conference project，成立於1996年)。

(五) 配合活動：MATERIALICA 材料展，由 Messe Muchen Gmbn 舉辦及陶瓷、玻璃與金屬的第六屆國際研討會。

(六) 活動參與情形：投稿論文約600篇(來自39個國家)、250篇口號宣讀(oral presentation)、300篇壁報論文。

(七) 研討會內容與討論

研討會主題共分為自動化技術 (automotive technology)、能源轉換 (energy conversion)、化學工程 (chemical engineering)、模擬計算 (modeling and simulation)、輕金屬材料 (light weight metallic materials)、材料鑑定分析 (materials characterization)、電子 (electronics)、航太 (aerospace)、表面技術 (surface technology)、高分子奈米複合材料、陶瓷、高性能金屬材料、及奈米技術等，底下造就奈米技術部份進行介紹。

1. 有關口頭宣讀論文方面，大約有二十二篇，可分為：

(1) 表面技術：

在材料表面進行奈米結構的處理與性質探討。

(2) 奈米複合材 (Nano composites)：

合成與探討黏土 (clay)、矽酸鹽 (silicate)、二氧化鈦 (Titanium dioxide)、聚丙烯 (polypropylene)、環氧樹脂 (epoxy resin) 進行改質的各項問題。

(3) 奈米碳管 (carbon nano tube)：

另外目前最熱門的奈米微碳管 (carbon nano tube) 用於電子元件 (electronic device) 的材料合成及元件亦被加以探討。

(4) 奈米材料：

探討不同的奈米材料的製備，例如以 building blocks 的奈米技術合成奈米粉末，奈米金屬 (合金) 粉體，見有磁性的 $r\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4$ / CeO_2 粒子等。

(5) 奈米技術其他應用：

合成二氧化錫 (SnO_2) 奈米粒子並希望能用於感測器，製備生化醫學及藥物傳輸等。

2. 壁報論文方面

本次會議，在壁報論文方面和奈米技術有直接相關，且具代表性者如法：

(1) 奈米碳管(carbon nano tube)

由 Max Planck Institute of Micro Structure Physics 所發展的以濕式多孔模板(wetting of porous template)方式合成奈米碳管的製備方法，在模板的材料方面包括規則孔洞的氧化鋁(ordered porous alumina)；碳管方面包括 PTFE, PS 和 PMMA。

卡斯魯研究中心化學研究所於本次研討會發表以類似高度方向性(high oriented)蛋白質所合成的奈米碳管，長度為數毫米的奈米碳管做為模板，貴金屬的奈米粉體，在這些蛋白質分子表面以 Na_2PdCl_4 還原；另外具雙金屬的奈米金屬顆粒可以在碳管上自行合成，這種將奈米顆粒固定在碳管，可以用在許多氧化、還原的反應上。

(2) 奈米元件

Institute Werksofte der electrochnik(INE)發展一種新的 Niobium 的電容器(capacitors)，具有奈米尺度的雙極層(dielectric layers)；本製程是由 Niobium 金屬粉末具有微細結構(microstructure)經過沉積(sintering)製程成為多孔的沉積雙極(sintered diode)，再經陰極氧化(oxidized anode)，最後經陽極催化(cathodic catalyzed)成為 Niobium SMD electrolyte capacitors，可以用在例如 N-type 的半導體(semiconductor)的 anodic niobium oxide；本研究目的是希望取代鈦雙極體，另外法國 Antonoma 大學的研究亦以多孔的矽化合物材料製備具奈米結構的光學元件；而也來以奈米技術合成電子元件成電極，因表面積高於元件，部份性質優於過去的產品，因此取代是可預期的。

(C) 奈米粉體(nano particle)

研究一種複合材料粒子，裡面含具磁性的介質，例如 $\text{r-Fe}_2\text{O}_3$

／Fe₃O₄／CeO₂，目前正在研究的一種應用是在癌症治療，例如先將奈米粒子注入人體，並輸送至癌症的部位，然後啟動磁場，昇高溫度至四十多度，以致死癌細胞。

另外材料研究所將 7~38nm 的陶瓷粒子(ceramic particle)分散在 PMMA 樹脂，以探討其光學性質，研究方式包括使用不同的填充劑(filler)及比例，尋找最佳條件。

(D) 塗層技術(coating technology)

塗層技術是德國最優異的工業技術，甚至表現在日常生活之中，德國各研究機構、大學、工業界皆致於這方面的研發；本篇報導是以親水性(hydrophilic)的奈米金屬粒子(10-50nm)，以矽烷化(silanization)的方式，連結在聚合物上，甚至用 UV-curing 的方法，將這些首先用於塗層技術，並見有耐刮、耐腐蝕等優異性能(Dentscche Amphibolin Werke Von Robert Murjahn GmbH)。

3. 研討會討論

本次研討會除針對材料的基礎研究，例如材料鑑定分析(characterization)，表面技術(surface technology)進行許多學術的討論，論文的篇數約占 20%；另外根據歐洲的產業發展，對於自動化(汽車)、化學工程、能源、輕金屬材料、黃銅金屬(Brass)、電子、太空(aerospace)等材料技術進行學術探討，論文篇是占 70%左右，最後關於奈米技術的探討，其論文篇數約占 10%，包括奈米複材、奈米材料、奈米技術的應用。就奈米技術的研發而言，本次研討會仍以新的奈米複材改質(例如 polypropylene-clay, epoxy layered silica, epoxy resin reinforced by titanium oxide)、奈米材料(奈米金屬粒子、磁性奈米材料、奈米粉體應用於二聚化碳雷射)，奈米材料的應用(感測器、電極、光學元件等)，和我國學術界、研發機構所從事的研發方向，頗有相似之處。

參、心得

本次參訪德國奈米技術及相關材料的行程共計四週(Sep. 08~Oct. 05)，其中訪問Frounhofer等相關的研究機構；另一方面訪問相關推動科技研發及成果落實的單位；例如政府機關、技術轉移中心、協(學)會、投資銀行，以較廣的角度，來探討問題。

(一) 國家整體概況敘述

德國的國土總面積約50萬平方公里，為台灣的16倍；人口約接近一億，人約為台灣的4.2倍；德國目前仍是歐盟各國工業能力最強的國家；德國本身在政治上是自由民主制度，採內閣制，但是在社會福利，甚至於許多制度的設計具有社會主義的精神，和一般的民主國家是略有不同。德國的稅賦和我國相比一般要重很多，幾乎可高達薪資的一半。最近一次的選舉是在9月22日舉行，恰好是參訪行程抵達柏林的時候，選舉結果是執行聯盟(以SPD社會民間黨為主)獲勝(差距不大)，過程尚稱平靜。而在統一之前東德共產黨在這次選舉為過5%的門檻。

一般人民的生活，通常年輕人到十八歲便離開父母獨自住在外面生活，甚至半工半讀完成學業，因此獨立自主性較強；另一方面因為較高的生活品質及較完善的社會福利制度，因此高齡化的人口比例也相對較高。

東西德在1989年因舊蘇聯政權解體而統一已歷十二年，雖然原先屬於東德得部份地區已經改善，但是仍較落後，且原先失業在某些地區高達20%(整個德國為10%左右)；整體而言，德國的經濟情況尚稱良好，惟仍有部份產業外移，因此德國各級政府非常歡迎外國公司來投資。另外德國和中國大陸的關係良好，經這次的訪問發現，例如化工業和中國大陸的關係密切，互動頻繁，每一個單位，均非常重視大陸的市場。

(二) 科技研發狀況

德國對於科技研發非常重視，由於日耳曼民族做事一板一眼的個性，因此各種工藝非常發達，同時工程的能力很強，德國對於科技研發係採多元化的方式，包括聯邦政府、各州政府均有經費支持；聯邦政府方面包括教育部、經濟部，國科會(DFG)；地方政府方面包括州政府的經濟部等單位亦有經費支持科研計畫；另外工業界除本身有研發單位與經費進行研發外，同時亦和研究機構與學校合作；至於推動方面，除政府相關部門、各研究機構(包括大學)在進行以外、各種協(學)會、基金會、甚至於銀行，亦鼓勵創新研究，因此對於科技研究創新研發的鼓勵，可以說是多元化的。

科技研發的經費方面，聯邦政府的 DFG 一年約有 12 億歐元、教育與研究部一年有 20~30 億歐元，另外經濟部亦以特定的領域/題目支持。

研究單位方面德國的 Max Planck Institutes(類似我國的中央研究院)從事於基礎研究的工作，經費完全由各政府補助。Fraunhofer Institutes(類似我國的工研院)人數 5~6 仟人(亦和工研院相似)，惟共計有五十多所研究機構，不過每一機構人數較少年組平均為一百多人，是本次參訪行程之中，主要的拜訪對象 Fraunhofer 和 Max Planck 不同的是政府並未完全補助，部份經費必需使工業界獲得，這和我國的工研院類似，不過工研院所須向工業界爭取合作的經費比例應該較高，至於各州支持的研究機構必須向外界爭取合作的經費比例更高。

德國境內的研究機構眾多，各級政府亦充份支持，並以經費補助，同時各研究機構之間的「城鄉差距」不大，這和我國大、中、小型研發機構的研發能力差距較大的情形不同。德國各研發機構的品質較為整齊。由於仍有部份產業外移的現象，同時失業率達 10% 左右，因此整個國家到處都可以聽到創新(innovation)或者高值化(high value)的產品/技術。另一方面，由於平均研發素質較為整齊，而且許多制度略帶有社會主義的精神(政府制度為民主

制度)，因此政府機關對研究單位(institutes)的補助部份並沒有指定題目/計畫，由研究機構自行規劃(類似工研院的環境結構計畫)自由度很高；部份政府單位及工業界則指定領域/題目，以計畫的型態支持；而研究單位則成立類似科技專案的績效考評會加以自我評鑑；至於對於大型的研究計畫，或是跨國的大型合作計畫，則有計畫考核的機制，一般性的補助經費，政府單位甚少干涉；另外工業界委託的計畫，自然有特定的計畫目標要完成。

德國另一個特色就是許多工業學校(類似我國的技術學院)的教授們，有很強的工業服務能力，全國更成立無數的移轉中心(由教授負責)，協助工業界解決困難或進行應用的研究這點也是我國所沒有。

(三) 德國奈米技術研發現況

德國是奈米技術在歐盟各國中進行研究最多的國家，由於德國的研究體例是屬於多元化的系統，經四週來的訪問行程，目前知道的是 1998 年聯邦教育科研部將在 5 年內提供約 7 仟萬歐元做為科研專款，教育科研部(BMBF)更結合德國工程學令和重點大學、研究所，最低彙整成 5 大領域，全國更成立 6 個研究網(奈米)。這 5 大領域包括超薄功能層、橫向奈米結構、超精細表面加工、奈米結構分析技術、奈米材料和分子結構設計。

本次參訪行程中，我們拜訪的研究機構，大都參加這幾個奈米研究網，雖然表示支持、或者最多支持前幾年，不過參加奈米研究網將可藉由跨單位合作，更易向政府各部門申請計畫補助；因此奈米各個研究網的功能主要在加強交流、溝通、促進跨領域與單位的合作，這對研究發展是很重要的。

至於奈米重點領域的推動，可以發現藉由教育科研部所推動的向大領域進行，並透過六個奈米研究網協助；大抵而言，我國可以發現係以科技為主，兩合德國的科技及產業發展以維持其優勢；例如「超薄功能層」和其精密的塗層(coating)技術有關；「橫向奈米結構」和光電產生有關；「奈米結構分析技術」和精密儀器工業相關；「奈米材料和分子結構設計」和強大的材料及化

工業有關；因此總體而言，奈米技術的推動、未來將應用至德國的材料、化工、航太、機械、車輪、電子、光電、通訊、農業、生技、能源等產業。

相關的產品/技術開發包括：應用奈米材料技術，發展各種奈米粉體、醫藥、顏料、塗料；以奈米結構技術發展製似微探針、光學顯微鏡；以超精細表面加工技術發展精密機械、光學、分析儀器、汽車；以橫向奈米結構技術發展微電子元件、平版印刷、精密儀器、加工奈米結構；以超薄功能層發展於節能反射層、透明防污層。另一方面，德國優異的表面處理技術，包括表面加工、塗層等技術，結合奈米技術後，將廣泛在民生工業，例如奈米後TiO₂用於塗料及化妝品、玻璃代用材料、奈米催化劑、低反射LCD材料；其次卓越的材料科技，結合奈米技術，將在醫療器材或抗癌技術有更大的進步，同時對於資訊儲存等各式光電材料，以至於民生用材料，將有很大的助益。奈米生物科技方面，基於德國的宗教信仰，往生「人是否要扮演上帝」的問題，所以農業生技、食品生技將成為重點；許多研發機構均以奈米生技為未來的重點推動項目。

總體而言，德國在奈米技術的發展，其重點技術可歸納為：(1) 奈米結構材料的合成及組件的開發，包括奈米結構的合金與複合材料，聚合物材料的功能性改質／奈米結構的功能化等技術開發、無機材料（包括陶瓷的奈米結構功能性改質），(2) 研究設備及儀器的開發包括：奈米尺度量測技術、奈米尺度量產的先進技術及生產設備、感測器等，(3) 奈米採納在化學工業、能源、環保的應用技術，包括奈米塗料、奈米纖維、奈米電池材料，以達到永續經營的目標。

(四) 材料科技的研發與奈米技術

我國對於材料科技的研發，過去僅停留在學校及法人機構；不過由於產業結構及環境的急劇改變，已由以前製造為主的工業結構，須轉型進入較高的附加價值，較精緻的產業結構；因此相對應地，對於原先為國內產業核心

的加工業，亦必須逐漸改變原材料目國外進口的情況，建立材料自主研發與製造的能力，因此材料科技的研發，未來在我國將日趨於重要。

德國的材料工業是非常強盛，這可以從日常生活中，舉凡建築物的材料、運輸工具和歐洲其他國家相比，便足以分出高下，尤其是優異的塗層(coating)技術，便隨處可見的各式物體表面，均是非常光亮。未來的發展趨勢，在 Materials Week Munich 2002 所發表的論文可見電子材料的未來仍是以 high K (用於 DRAM, FeRAM, MRAM), lowk (MPUs)、metal (FeFAM)、Ferroelectric (FeRAM)等，發展優越的材料性質，並強調創新，其考量的因素包括機會、成本(價格)及冒險並重；另外平面顯示器材料較少提及，係因為歐洲各國在平面顯示器的發展較我國為弱，基本上印證，材料的開發必須配合產業的發展。車輛產業用材料的發展，目前的趨勢包括輕量化設計、安全與舒適的需求、材料的回收等；而所需要的材料包括輕合金、鋼鐵、陶瓷、塑膠、複合材料、金屬(metal foams)、智慧型材料等。

材料未來的發展，在我們的參訪過程當中發現所謂新材料的開發，並非是全新材料的發展，而是將現有的材料加以改質，改良其特性結構，以符合我們的要求，乃目前發展的趨勢。

至於奈米科技的發展，則直接帶動材料工業的進步，使得人類在材料領域的發展由微米範圍邁入奈米的世界，在奈米尺度中，物質因量子尺度效應及表面效應，因此發現許多異於巨觀世界狀態下的物理、化學性質，預期在光電資訊、生物科技、環境能源；乃至於食衣住行等民生用途將擁有深度的應用潛力，未來將造成另一波產業革命。

奈米材料目前的研發方向包括：(1)奈米結晶材料(nano crystalline materials):由於強度增加,可用於汽車、航太等結構材料、(2)奈米粉體(nano particles):用於複合材料、塗佈、醫學至藥物等，目前我國經濟部科技專案亦積極研發、(3)奈米孔隙材料(nano porous materials):例如沸石(zeolite)等材料，可用於催化劑，薄膜過濾系統、(4)奈米纖維/奈米蠶線

(nanofibers, nanowires)：奈米纖維於科技專業亦開發中，部份技術已轉移廠商；奈米鎢線則部份大學亦在研發中、(5)奈米碳管(carbon nano tubes)：可用於新型複合材料、電子元件、顯示器(FED)等，亦為科技專案重點。

上述奈米材料，在德國各大研究機構、學校均在進行，其學術基礎平均而言，比我國較強很多；但是產業應用上則因我國的優勢產業為電子、光電等，因此這方面的應用較強。

(五) 成功的其他因素

德國採其強大的工業能力，因此對奈米技術的推動，可以結合大學、研究機構、工業界，快速成立歐洲最大的研究網，未來將統合其學術基礎研究及應用研究平行發展，其研究內容，成果將不斷擴大，對其國內電子、光電、機械、化工、材料、生技、車輛等產業，將產生深遠的影響；另外歐盟成立後，除貨幣已統一外，有關奈米科技的推動，歐盟已結合為一體，提供科研經費，對於未來歐洲的科技發展將不容忽視。

其他方面的配合也是促成成果豐碩的助力，例如各州政府、聯邦政府各部門、各地區的協進會、基金會，甚至於銀行，對於創新研究，均全力支持，且對於新興高科技，例如奈米技術、生物科技等，亦配合推動，因此其力量是無限的；至於歐盟結合成一個貿易體系，不僅是貨物的統一，在科學研究與產業科技發展，也是合作無間，例如歐盟在 2001 年已有 54 個奈米研究網以上，研究領域為結構應用（奈米粉粒、碳管、金屬、合金）、資訊處理（奈米電子元件、材料、光學材料／光電子元件、磁性材料、有機（光）電子元件）、奈米生技（專物封裝、定點藥物輸送）、基礎應用（白組出、量子物理、化學、有機／生物分子等）、儀器設備；歐盟更將在 2001-2006 兩年投入 13 億歐元的資金，投入奈米研發，因此德國的奈米科技研發，結合歐盟各國的力量，其成果將無可限量。

肆、建議

本次訪問德國奈米技術相關機構，行程共計四週，茲建議如下：

(1) 以我國的科技發展的途徑，大致均和美國、日本等較為親近，而合作關係亦較多；但是以目前國際環境的劇烈改變，歐洲各國已結合成歐盟，除貨幣統一外，科學研究也以跨國合作的方式進行，依據最近的資料，歐盟推動有關奈米科技的計畫，最少有七項以上，總經費接近二仟佰萬歐元；而德國本身，如前所述，聯邦政府各部會與各州政府、工業界已經大量投入，因此加成的力量是不可限量；而以德國等歐洲國家的學術研究，較我國而言，不僅領域範疇廣，而且更深入，因此若能瞭解其各地方的完際研究情形，則我們可能選擇合作的學術單位及對象，進行應用導向型的學術研究合作；另外由於歐洲和我國距離較遠，在許多產業的競爭，自然不如亞洲的日本、韓國甚至於中國大陸與我國的競爭，因此在學術甚至於應用的研究合作，均是可行的；目前我國經濟部、國科會，甚至於工研院均有人員駐在歐洲各重要地點，未來應可加強這方面的交流。

(2) 德國的產業發展較我國而言，更為廣泛且均衡，不似我國著重在電子相關產業，因此其奈米科技的發展，除基礎研究實力雄厚外，其應用導向型的研究，最近亦歸納至其國內的各優勢產業以及新興產業，由於歐洲各國的民生工業相當發達，因此對於正在強調提昇傳統工業的我國，也是學習與合作的對象，我們可以選擇適當的交流活動。

(3) 計畫管考

對於許多計畫的管考，在我國政府各部會均有管理的機制，關於經濟部科技專案計畫，亦有一套嚴謹的制度。綜觀德國的計畫管理制度，由於社會文化背景，人民的文化素質等不同，因此在計畫的管考方面與專案，自然大不相同，一般而言，傾向於充份授權的觀念甚至提倡以「伙伴」關係；近幾年來，經濟部科技專案亦逐步減少及減化有關查證，季報等次數及內容；另外對於智產權(IP)的管理，亦因科技基本法的通過，目前所有法人機構的智產權均已充分下授。惟對於計畫執行之績

效之考核，自應研擬合理的指標，且偏重於中長期計畫績效的考核；目前國內對於科研計畫的管考，其各項指標，不見得能適用各類型科研計畫，且管理部門眾多，政出多門；因此建議(a)未來應將各類考核指標及制度逐步減化合併，以更有效的指標代替，並儘量避免交叉重覆的管考。(b)同時在大學、工業界開始大量投入應用研究後，自然會和法人機構造成資源上的競爭，比形式上的管考要有意義；因此開放多元化的研發途徑，再加上應用導向型的研究(非前瞻)，若均需有業界合作，自然會提昇研究的品質及其應用的可行性。

附圖

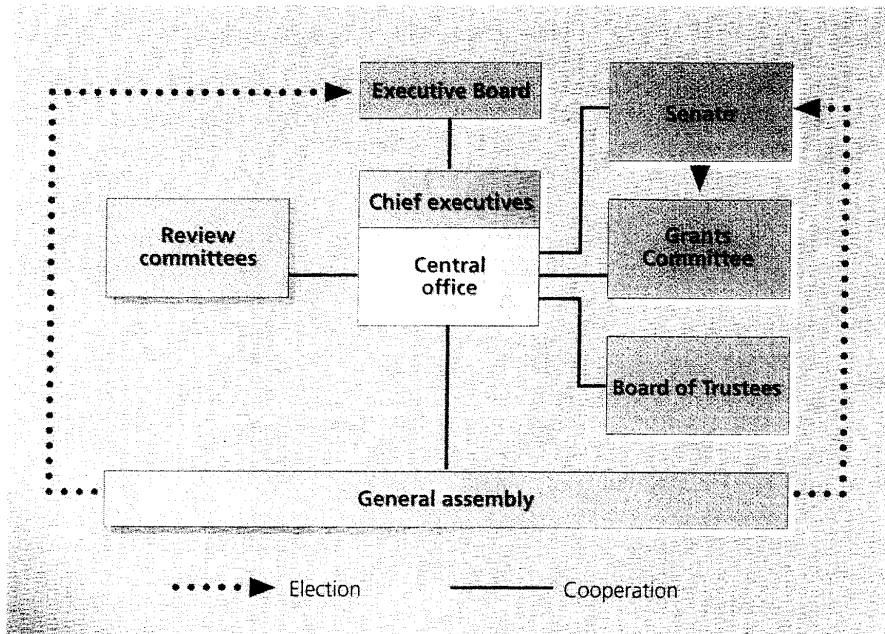


圖 1-1 德國國科會(DFG)組織架構(運作架構)

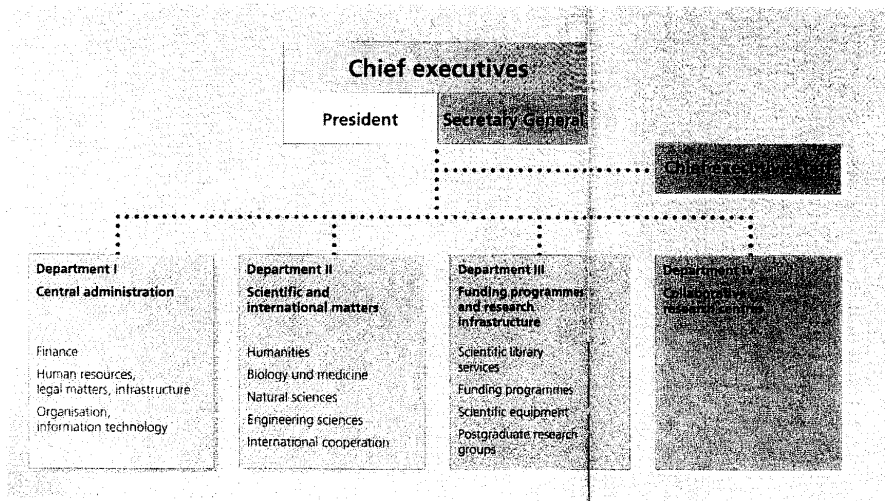


圖 1-2 德國國科會(DFG)組織架構(部門職掌)

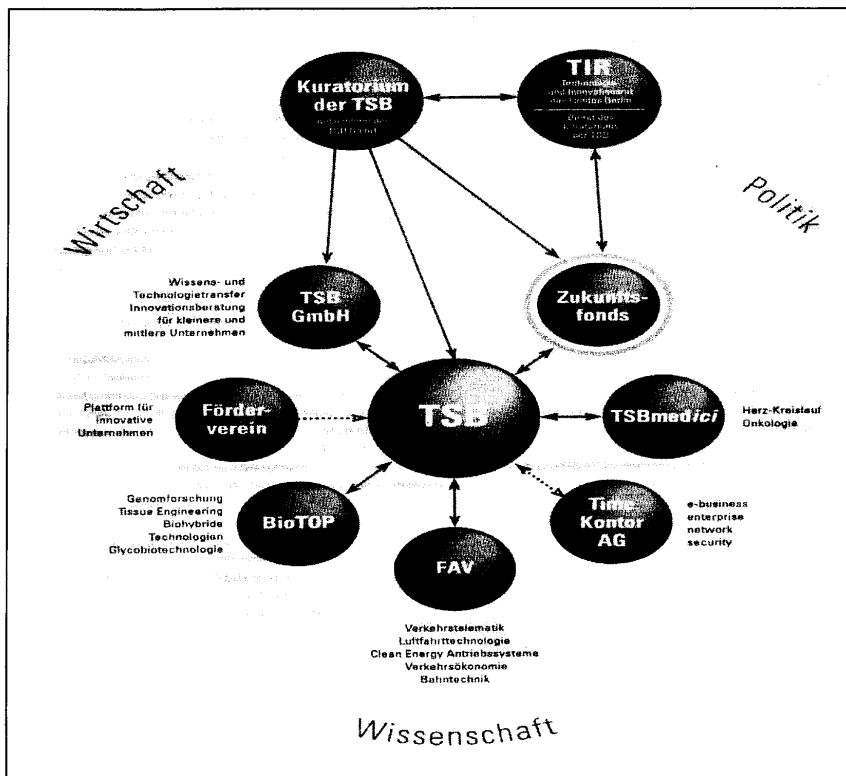


圖 2 德國柏林大學知識轉移所推動架構圖

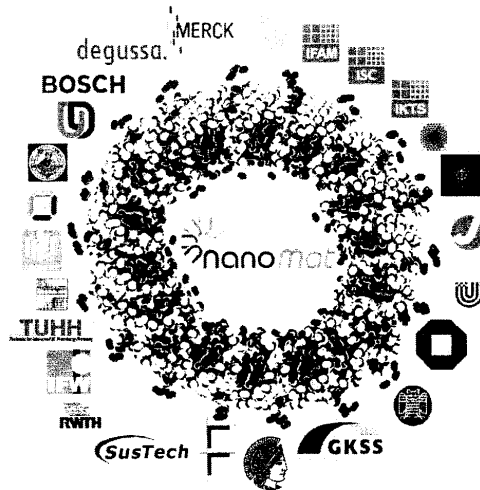


NanoMat schafft Synergie

NanoMat ist ein überregionales Netzwerk für Materialien der Nanotechnologie

Mit NanoMat koordinieren drei Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft, elf Universitäten, ein Max-Planck-Institut, drei Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und vier Unternehmen ihre Forschungsprojekte zum Thema „Synthese und Untersuchung von metallischen, halbleitenden und keramischen nanostrukturierten Materialien und Werkstoffen sowie den Funktionen, die sich aus dieser Nanoskaligkeit ergeben.“

Die in diesem Netzwerk zusammengeschlossenen Partner verfügen über hohe wissenschaftliche Reputation. Dies belegen auch die zahlreichen Preise und wissenschaftlichen Auszeichnungen wie z.B. ein Nobelpreis, fünf Leibniz-Preise und mehr als 40 weitere renommierte wissenschaftliche Auszeichnungen von Akademien und Wissenschaftsverbänden. Darüber hinaus sind die NanoMat-Partner an insgesamt 71 Patenten und 19 Lizenzen sowie 88 laufenden Kooperationsverträgen mit der Industrie im Bereich der Nanotechnologie beteiligt.



NanoMat-Partner als Liganden des supramolekularen Lichtsammler-Komplexes: Natürliche Lichtsammler-Supramoleküle kommen in einigen photosynthetischen Bakterien vor. Die Selbstorganisation von Pigmentmolekülen zu derartigen nanometergroßen Strukturen ist die Grundlage für den effektiven Prozeß der Übertragung von Lichtenergie. Aufbauend auf dieser Erkenntnis des Max-Planck-Instituts für Strahlenchemie in Mülheim an der Ruhr wollen Wissenschaftler des Forschungszentrums Karlsruhe mit selbstorganisierenden synthetischen Farbstoff-Molekülen photoaktive Funktionseinheiten bauen, die dann in der Lage sind, Licht zu sammeln und an eine Energiefalle abzugeben, wo es in verschiedene Arten von Energie umgewandelt werden könnte.



NanoMat gehört zu den vom BMBF ausgewählten Kompetenznetzen.

Netzwerk Nanomaterialien

Geschäftsstelle
F Forschungszentrum
Karlsruhe GmbH

Postfach 36 40
D-76021 KARLSRUHE

Geschäftsführerin
Dr. Regine Hedderich
Telefon (072 47) 82 - 25 30
Telefax (072 47) 82 - 64 20
e-mail: regine.hedderich@kit.zkn.de
www.nanomat.de
www.kompetenznetze.de

Zu NanoMat
gehören folgende Partner:

degussa AG
Forschungszentrum Jülich GmbH
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik
und Angewandte Materialforschung
Fraunhofer-Institut für Kerntechnik
Technologien und Simulationsstoffe
Fraunhofer-Institut für Silikonforschung
GKSS Forschungszentrum Geesthacht
Institut für Festkörper- und
Werkstoffforschung Dresden
Max-Planck-Institut für Metallforschung
Merck KGaA
Rheinisch-Westfälische Technische
Hochschule Aachen
Robert Bosch GmbH
SusTech GmbH & Co. KG
Technische Universität Darmstadt
Technische Universität
Hamburg-Flensburg
Universität Würzburg
Universität Bremen
Universität Duisburg
Universität Gesamthochschule Essen
Universität Karlsruhe (TH)
Universität Konstanz
Universität des Saarlandes
Universität Stuttgart
Universität Ulm

圖 3 德國奈米聯絡網(Nanomat)推動架構圖



圖 4 -1 研討會論文：電子半導體材料的未來發展及影響因素(摘錄自
 M.Engelhardt, 'ITRS: The Roadmap Materials Challenges' in
 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)

Optical Properties of Polymer-Nanopowder Composites

Abstract
 In this work a series of different commercially available nanosized ceramic materials (average primary particle diameter between 7 and 38 nm) have been investigated as inorganic filler material dispersed in a low viscous PMMA-based reactive resin (polymer-monomer-mixture). With respect to micromolding the viscosity as function of filler content and temperature was measured. Due to the large surface to volume ratio of the nanosized particles the viscosity increases significantly with increasing filler amount. After molding using reaction molding with polished mold inserts for improved surface quality the optical properties like transmission and refractive index in the visible and near infrared were measured. Depending on the used filler type an increase as well as a decrease of the refractive index can be achieved.

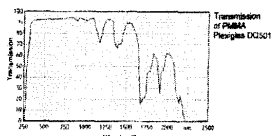
Available Plastics

Material	Density [g/cm ³]	Refractive Index	Transmission [%]
PMMA	1.19	1.49	92
PMMAH	1.21	1.53	90
PC	1.20	1.58	90
COE	1.02	1.55	90
PA (microcrystalline)	1.02	1.52	85

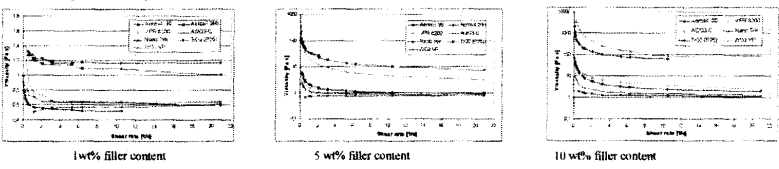
Filler	d ₅₀ [nm]	n	Type and manufacturer	Filler	d ₅₀ [nm]	n	Type & Hersteller
TiO ₂	21	2.71	YOS - Degussa	Aerosol 90	20	1.45	Degussa
Al ₂ O ₃	13	1.76	C-Degussa	AERODIL 200	12	1.45	Degussa
Al ₂ O ₃	38	1.78	Nanocel	AerosolR8200	7.14	1.45	Degussa
ZrO ₂	20	2.35	VP-Degussa				

Reaction resin as a material for the polymer matrix: Plexit 55 (30-35% PMMA, 65-70% MMA)

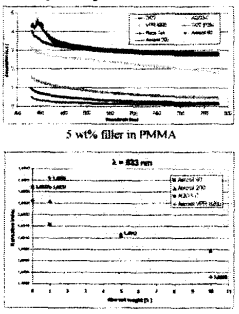
- Experimental**
1. Fabrication of composites consisting of reaction resin and ceramics (variation of content: 1, 5, 10 wt%)
 2. Determination of viscosities of these composites
 3. Molding using light induced reaction molding
 4. Determination of absorption, refractive index



Viscosities of produced composites



Optical properties of produced composites before process optimization



Optimizing of the fabrication process of these composites results in improved transmission data:

- Variation of:
 1. Stirrer with high shear rates
 2. Post processing (ultrasonic)

	PMMA	PMMA 2.5 Gew% Aerosil	PMMA 5 Gew% Aerosil	PMMA 10 Gew% Aerosil
Old method	0.2 dB/mm	4.0 dB/mm	2.9 dB/mm	2.9 dB/mm
Optimized method	0.2 dB/mm	1.1 dB/mm	1.7 dB/mm	1.7 dB/mm

Summary
 - Increasing filler content leads to an increase in viscosity and absorption.
 - It is possible to increase as well as decrease the refractive index in comparison to pure PMMA.
 - The fabrication process of the various dispersions strongly affects the optical properties.

圖 4-2 研討會論文：奈米高分子粉體的光學特性(摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)



UV- and Deep X-Ray Lithography on Preceramic Polymers

Abstract: In microsystem technology (MST) the fabrication of micro components made from ceramic materials becomes more and more evident with respect to the pronounced chemical stability and the outstanding mechanical properties like the reduced thermal expansion coefficient and the high mechanical strength in comparison to plastics. Different replication methods like e.g. low or high pressure ceramic injection molding using microstructured mold inserts as master have been established, but in all cases a time consuming multistep processing scheme (mold insert fabrication, molding, debinding, sintering) has to be used. For the last years in microsystem technology various lithographic methods have been widely used for the direct fabrication of very precise plastic or metal microstructured surfaces down to the nanometer scale.

A direct fabrication of ceramics using preceramic polymers as resist material in combination with UV- or deep X-ray lithography enable a rapid fabrication of either high temperature stable (400 °C) and chemical resistant transparent microstructured plastic components or after pyrolysis amorphous ceramic SiCN or Si₃N₄ parts. In this work new results concerning the fabrication of microstructures with aspect ratio > 20 and structural details < 10 µm using UV- and deep X-ray lithography methods and different preceramic polymers are presented.

Silazane based polymers

ABSIE: isolable solid, UV-Bayreuth

Concept: liquid, KOFI-Corn

cross-link via photopolymerization

Photopolymerization by radical intermediates

$$X \xrightarrow{h\nu} X^{\cdot} + H^{\cdot} \quad X = Si, C, N$$

$$R_2Si-CH_3 \xrightarrow{SR_2^{\cdot}} SR_2 + CH_3^{\cdot}$$

or hydrosilylation

$$R_2Si-H + H-C \equiv C-R \xrightarrow{Pt} R_2Si-CH_2-CH(R)-R$$

convert upon pyrolysis to ceramics.

TGA/DSC curve of Ceraset® and coupled TGA-FT-IR measurement

combining the features:

constant calculation of the polymer films

UV lithography: polymers: NCP-200, ABSIE, ABSIE filled with Si₃N₄ powder, aspect ratio: up to 20

150 µm

used for the microstructuring of polymers.

principle of lithography

negative type

positive type

mask coating

after exposure

after development

after pyrolysis 1 mm

UV lithography: polymers: Ceraset, ABSIE, NCP-200, aspect ratio: approx. 1

	material	solvent	exposure	development	pyrolysis
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	NCP-200	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE	UV	UV	UV	UV
UV lithography	ABSIE filled with Si ₃ N ₄ powder	UV	UV	UV	UV
UV lithography	Ceraset	UV	UV	UV	UV
UV lithography	N				

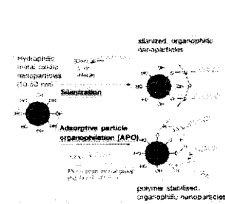


Innovative Scratch and Abrasion Resistant Coatings

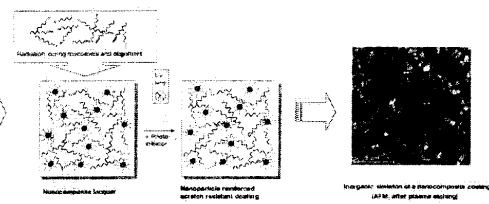
H. Möbus, V. Platschek, P. Denk, E. Bister, H.-J. Gläsel*, E. Hartmann*

Deutsche Amphibolen-Werke von Robert Murgeln GmbH & Co. KG, Rolkortler Straße 50, D-64372 Ober-Furustadt, * Institut für Oberflächenmodifizierung e. V., Palmseestraße 15, D-04103 Leipzig

Organophilization of Inorganic Nanoparticles



Preparation of UV-curing Nanocomposite Lacquers

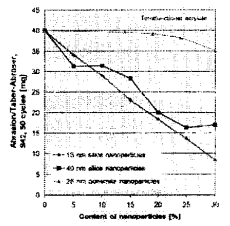


Capacoat® Antiscratch Lacquers

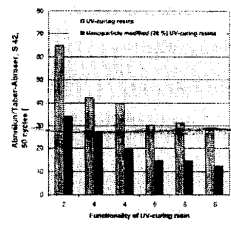
- highly scratch and abrasion resistant coatings are produced by incorporation of inorganic nanomaterials in organic matrices
- the adhesive particle organophilization (APC) allows the preparation of stable nanocomposites in organic media without formation of volatile or harmful by-products
- UVES compatible Capacoat® Antiscratch lacquers with an inorganic filler content of 25-45 % are produced using the adhesive process
- the lacquers show a considerable reinforcement of the organic matrix and can be applied by common techniques (DIP, spraying, etc.)
- the coating of irregular shaped substrates is facilitated by using the 3D-inkjet technology
- Capacoat® Antiscratch lacquers are solvent free and combine excellent coating performance, curing speed and high UVES rating

Results

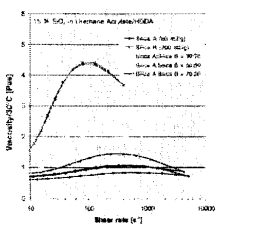
Silica nanoparticles reduce abrasion of UV-curing. Epoxy resin nanoparticles (EPN) with smaller particles show higher abrasion values. The reinforcement of the organic matrix is already depending on nanoparticle concentration



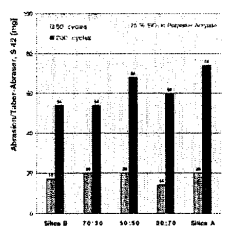
Nanoparticle modified UV-curing resins with high functionality and high cross linking density show best scratch- and abrasion resistance



The homogenous distribution of silica nanoparticles improves the mechanical properties of UV-nanocomposites. Silica nanoparticle network leads to less voids and less stress concentration in nanocomposites



The homogenous distribution of silica nanoparticles leads to higher abrasion resistant UV-coatings



Microspherical particles additionally, reinforce the organic matrix. Best results are obtained with microparticles of high hardness and particle sizes > 10 µm. The scratch resistance is only slightly influenced

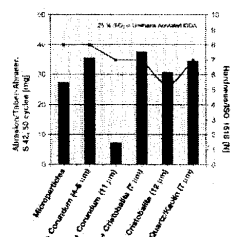
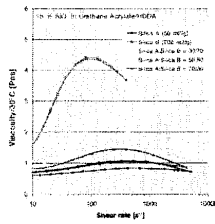


圖 4-4a 研討會論文：以奈米粉體及高分子發展的耐刮及腐蝕技術 (摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)

Capacoat® Antiscratch Lacquers

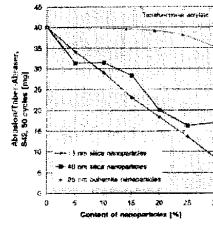
- Highly scratch and abrasion resistant coatings are produced by incorporation of inorganic nanoparticles in organic matrices
- the adreptive particle agglomeration (APO) allows the preparation of stable nanoparticle dispersions in organic media without formation of visible or harmful by-products
- UV/EB curable Capacoat® Antiscratch lacquers with an inorganic filler content of 75-90 % are produced using the adreptive process
- the lacquers show a considerable reinforcement of the organic matrix and can be applied by common techniques (rolling, spraying, etc.)
- the coating of complex shaped components is achieved by using the 3D-Laplant® technology
- Capacoat® Antiscratch lacquers are solvent-free and contain superior coating performance, simple application and rapid UV/EB curing

The optimal distribution of silica nanoparticles improves the mechanical properties of UV-curable lacquers. Silica nanoparticles perform best in bulk viscous and less shear thickening nanocoatings

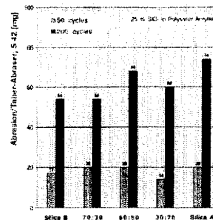


Results

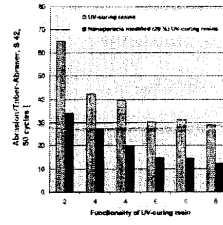
Silica nanoparticles reduce abrasion of UV-curable. Bulk-type nanoparticles (ALOXCH) with smaller hardness show higher abrasion values. The reinforcement of the organic matrix is directly depending on nanoparticle concentration



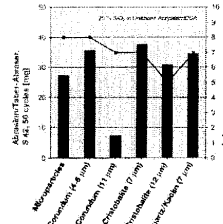
The optimal distribution of silica nanoparticles leads to higher abrasion resistant UV-coatings



Nanoparticle modified UV-curable resins with high functionality and high cross linking density show best scratch and abrasion resistance

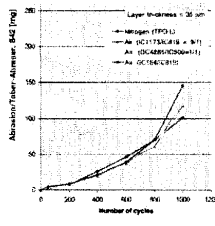


100 nm crystalline particles substantially reinforce the organic matrix. Best results are obtained with nanoparticles of high hardness and particle sizes > 10 nm. The scratch resistance is only slightly influenced

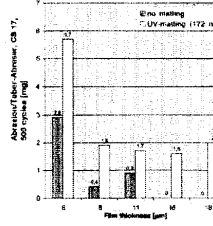


Applications

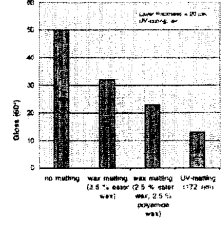
Pre-treatment conditions have a small influence on the abrasion resistance of nanoparticle/nanoparticle reinforced UV-coatings on medium density fiber boards (MDF)



The film thickness and UV-curing influence the abrasion resistance of nanoparticle/nanoparticle reinforced UV-coatings on furniture decor foil. Best results are obtained with films > 10 μm for non-matted coatings and > 10 μm for UV-cured coatings



The gloss levels of UV-coatings on furniture decor foil is adjustable over a broad range with matting agents and photochemical methods



sponsored by BMWFJ under contract no. 03N5115A
 Contact: Phone: +49 0 61 84 11 12 fax: +49 0 61 84 11 12 E-Mail: h.muel@wz.lrz.tu-munich.de

圖 4-4b 研討會論文：以奈米粉體及高分子發展的耐刮及腐蝕技術
 (摘錄自 Materials Week 2002 in Munich 慕尼黑)

PROTEIN SUPPORTED METALLIC NANOSTRUCTURES

S. Behrens*, W. Habicht*, N. Boukis*, E. Dinjus*, M. Baum**, E. Unger**
*Institut für Technische Chemie, Forschungszentrum Karlsruhe, Germany
**Institut für Molekulare Biotechnologie, Jena, Germany

INTRODUCTION

Particles in the nanometer range reveal a great potential for heterogeneous catalysis and material science, e. g., due to new catalytic and electronic properties. With decreasing particle size the ratio of surface to volume increases continuously, so that the particle properties are more influenced by the surface atoms instead of the bulk atoms.

Highly oriented protein assemblies like microtubules (MT) with characteristic nanometer-sized patterns are used as templates for the nucleation, growth and support of metallic nanoparticles. These MTs are hollow cylinders with outer diameters of 25 nm and lengths of several micrometers (figure 1). MTs are built by longitudinally aligned protofilaments composed of connected $\alpha\beta$ tubulin heterodimers of about 8 nm length. Thirteen protofilaments are arranged in parallel and form the

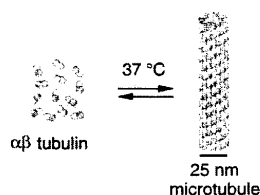


Figure 1: Microtubules are formed by a self assembly process at physiological pH and temperature.

RESULTS

Following a bottom-up approach noble metal particles in the nanometer size range are obtained by the reduction of the corresponding metal salts in the presence of the protein assemblies. By reduction of an aqueous Na_2PdCl_4 solution,

palladium particles (1 - 5 nm) could be nucleated and immobilized on the tubulin lattice of microtubules (figure 2).

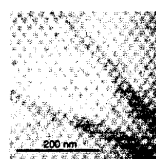


Figure 2: Transmission electron micrograph of small palladium particles immobilized on microtubules.

Layered bimetallic Au/Pd particles in the size range of 3 to 60 nm have been synthesized on microtubules by a seed-growth mechanism: Au seeds of different sizes linked to the proteins by thiol groups were covered with a Pd layer by reduction of Na_2PdCl_4 with sodium citrate at 70°C in 30 min (figure 3).



Figure 3: Transmission electron micrograph of bimetallic Pd/Au particles (mean particle diameter 61.6 nm) immobilized on a microtubule.

The catalytic activity of microtubule-immobilized nanoparticles in the hydrogenation reaction of crotonic acid was examined. In H_2O a high catalytic activity was measured for the palladium protein material as well as for the bimetallic Au/Pd nanoparticles.

Contact: Dr. Silke Behrens, Forschungszentrum Karlsruhe, Bereich Chemisch-Physikalische Verfahren, Institut für Technische Chemie, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
Tel. 07247-826512, e-mail: silke.behrens@itc-cpv.fzk.de

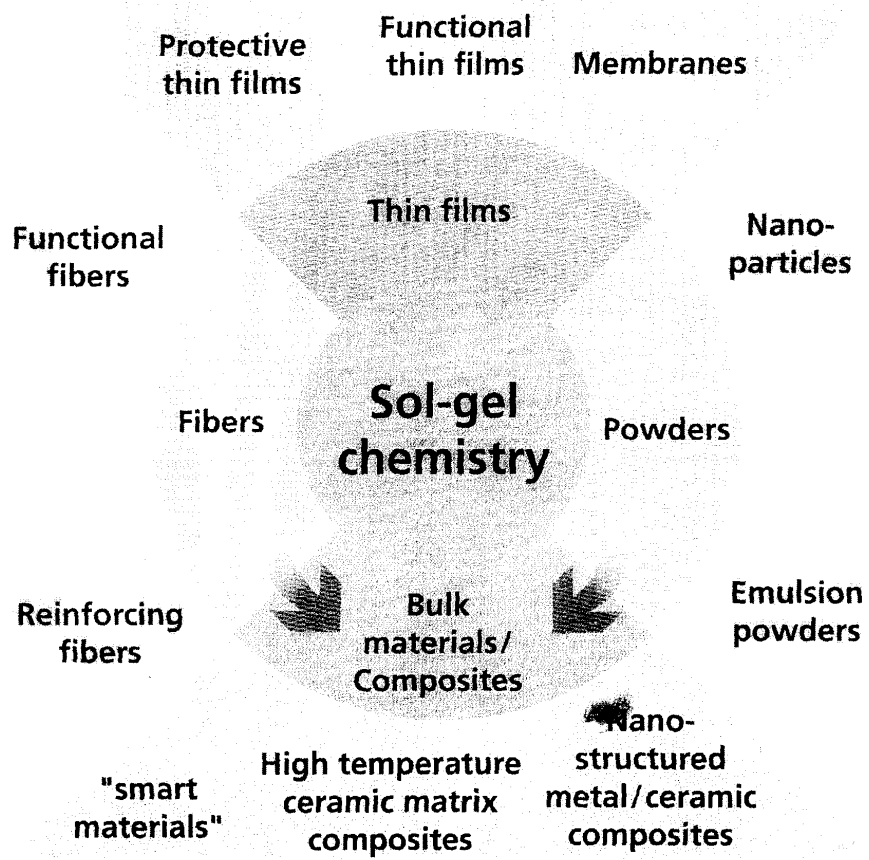
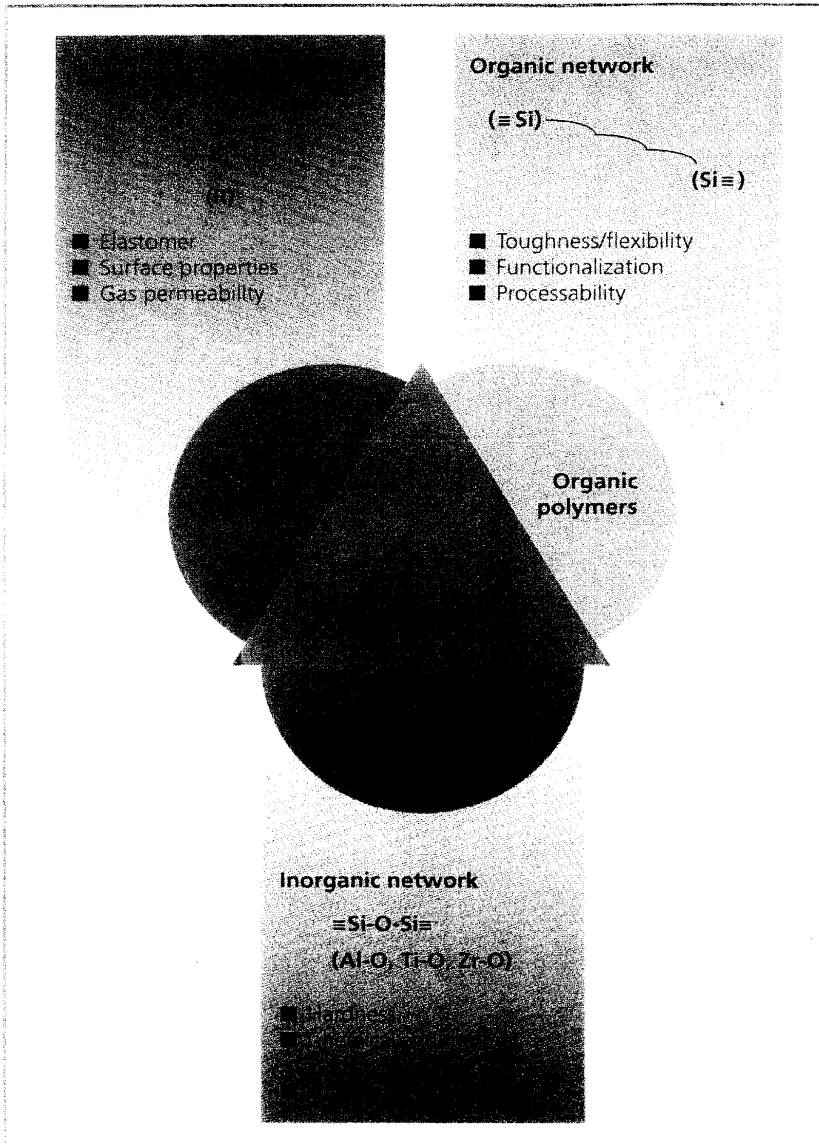
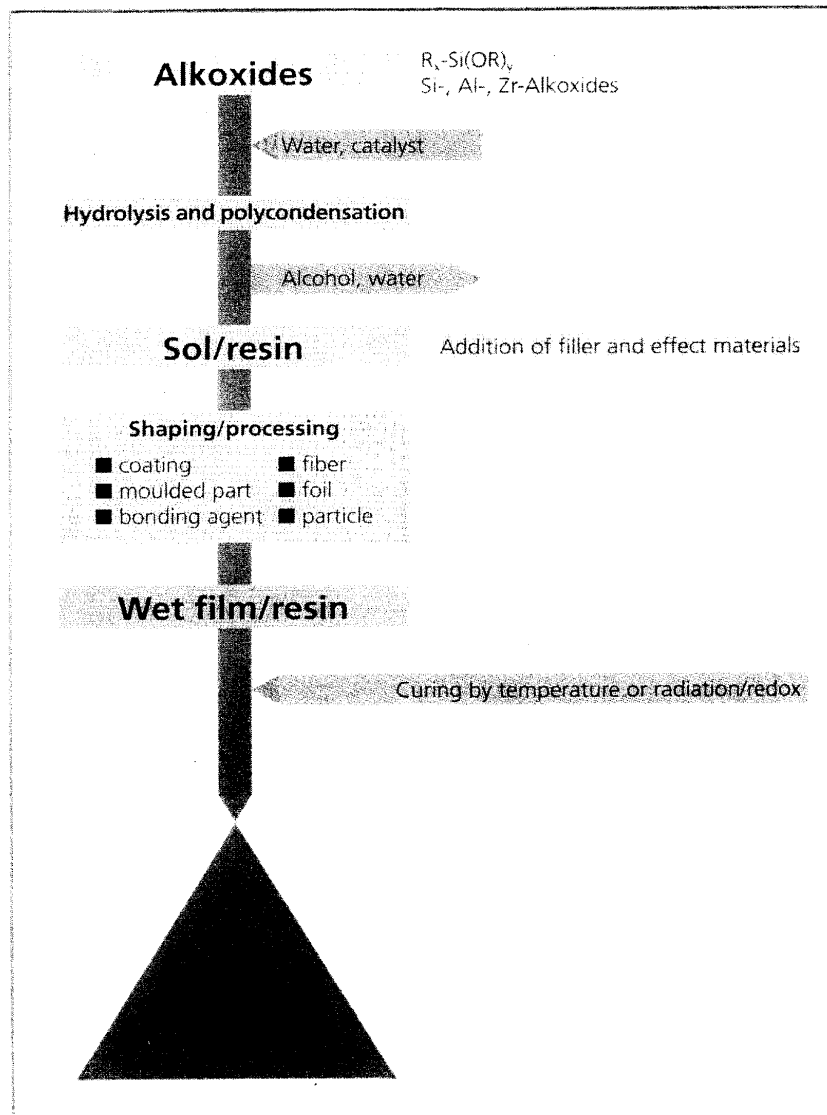


圖 5-1 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)以溶凝膠化學法衍生之核心技術/產品關聯圖(包括奈米)



Structural units of ORMOCER[®]s and relation to other materials

圖 5-2 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)發表之新型奈米高分子 (ORMOCER)主要組成及用途



Schematic representation of the material synthesis steps for ORMOCER[®]s

圖 5-3 德國夫勞荷弗恩(Fraunhofer)矽酸鹽研究所(Institut Silicatforschung)發表之新型奈米高分子 (ORMOCER)製作過程

Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: New Flame Retardant Approach for Polymeric Materials

Clay mineral-polymer nanocomposites exhibit a change in composition and structure over a nanometer scale resulting in interesting macroscopic properties. Enhanced mechanical properties, gas barrier properties, ionic conductivity, thermal stability and fire retardancy, in comparison to the virgin polymer have been observed. In respect to industrial exploration a preparation of polymer layered silicate nanocomposites has to be accomplished by melt blending process. Apart from tactoid microcomposites, two morphologies for polymer layered silicate nanocomposites are commonly accepted to be thermodynamically stable: intercalated nanocomposite, in which a single monomer or extended polymer is sandwiched between the host silicate layers and exfoliated form, where the silicate layers are delaminated and dispersed in the polymer matrix. Which state of mixing is reached – and therefore which properties are observed – strongly depends on the preparation procedure and the materials used. Polymer-layered silicate nanocomposites show a large tendency to decrease the peak of heat release rate in respect to fire retardancy based on a gas diffusion barrier mechanism, whereas other important characteristics such as total heat release or time to ignition are often not significantly improved at all. Polymer-layered silicate nanocomposites are a very promising new approach for fire retardancy of polymeric materials, but most systems demand further optimisation for industrial exploration.

Contact:
Dr. rer. nat. Bernhard Schartel
Division VI.1 Durability of Polymeric Materials
Federal Institute for Materials Research and Testing
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Germany
phone: +49(0)30-81 04-10 21
fax: +49(0)30-81 04-10 37
e-mail: bernhard.schartel@bam.de
internet: <http://www.bam.de>



圖 6-1 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week
2002 發表的奈米複合材料產品



**Bundesanstalt für
Materialforschung
und -prüfung**

12200 Berlin
Telefon: (0 30) 81 04-0
Telefax: (0 30) 8 11 20 29
E-Mail: info@bam.de
Internet: www.bam.de

Quality Assurance in Nanotechnology

The growing industrial application of nanotechnology leads to higher demands on measurement and analysis in the nanometre range. Examples are measurements of surface topography, thickness of layers, chemical composition and physical properties of nano-structured systems.

The integration of these methods into quality systems demands their validation. Suitable reference materials for the validation of methods and the calibration, characterisation and continuous control of the used instruments are required.

Therefore, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) and Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) carry out:

- Validation of methods by inter-laboratory comparisons and method comparisons
- Development of reference materials
- Unification of methods by development of guidelines and standards.

Inter-laboratory comparison for the determination of step heights in the nanometre range by scanning force microscopy (AFM)

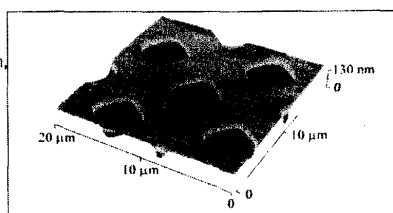
BAM has organised the worldwide most extensive inter-laboratory comparison in the field of scanning probe microscopy in 2000/2001. 40 participants from companies (16), universities (10) and research institutes (14) took part.

Objectives

Determination of statistical parameters for accuracy (trueness and precision) according to ISO 5725. Analysis of error causes.

Samples

Three step height standards with heights of 8 nm, 80 nm and 240 nm, respectively, were measured. The PtIr-Cr coated Si-Chips were developed within the EC project "Transfer Standards for the Calibration of SPM" and fabricated as prototypes by Nanosensors GmbH & Co. KG.



AFM image of a step height standard H80

✕ Sicherheit und Zuverlässigkeit in Chemie- und Materialtechnik



圖 6-2a 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week 2002 發表的奈米技術驗證方法及產品

Results

Strong variation in trueness and precision between the participating laboratories were found. More than 20 % of laboratories had systematic deviations smaller than 2 %, but, 12 % (at 240 nm) to 29 % (at 8 nm) of laboratories had systematic deviations greater than 10 %.

The accuracy of results is determined primarily by type of instrument and mode of contact between probe and surface (at step height 8 nm) and calibration of instruments (step heights 80 und 240 nm).

Conclusions

A significant number of laboratories fail the accuracy requested from the technical point of view.

Guidelines for calibration, measurement and data analysis would be helpful to improve the accuracy of Scanning Force Microscopy.

Reference material for the calibration und testing of instruments with nanometric lateral resolution

Cross section of a $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As-In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ -GaAs-multilayer structure with strip widths from ca. 0,5 nm to 500 nm.

Manufactured by means of MOCVD at the Technische Universität Berlin, Institute for Solid State Physics, AG Bimberg.

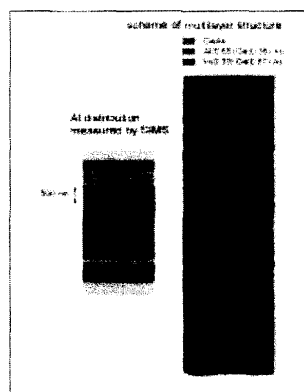
Application

For beam methods (SIMS, REM, AES) and scanning probe methods (AFM, STM, SNOM).

Calibration of length scale in the nanometre range.

Determination of instrument parameters:

- lateral resolution
- smallest detectable structure
- rising edge at a step transition
- diameter and profile of the primary beam.



The reference material is used for the interlaboratory comparison „Measurement of lateral structures in the nanometre range with Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS)“.

A comparison of different beam methods and scanning probe methods is in preparation.

圖 6-2b 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)在 Materials Week 2002 發表的奈米技術驗證方法及產品

Reference material for the calibration of methods for the determination of layer thickness in the nanometre range

Development of a set of thin-film-standards for the nanometre range.

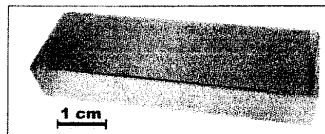
A common project of

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik (IWS)
Institut für Oberflächenmodifizierung (IOM)

Technical data

Four types: 10 nm and 50 nm layers of both Ni and Pt on glass substrate

Dimensions of the substrate
(60 x 20 x 10) mm³



Calibration of the thin-film-standards by

Grazing Incidence X-ray Reflectivity (GIXR)

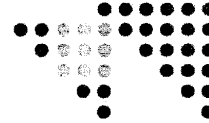
X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF)

Preparation of a prototype at the end of 2002

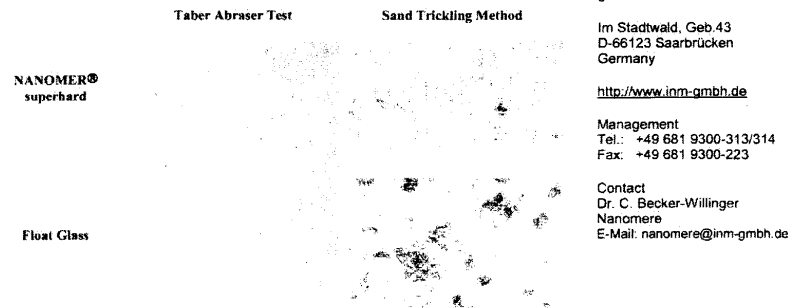
圖 6-2c 德國 Bundesanstalt für Materialforschung(BAM)發表的奈米技術驗證方法及產品

INM Information

● Pilot Technology



Superhard Transparent Coatings



Comparison of NANOMER® superhard on plastic with float glass regarding the surface hardness

Institut für
Neue Materialien
gem. GmbH

Im Stadtwald, Geb.43
D-66123 Saarbrücken
Germany

<http://www.inm-gmbh.de>

Management
Tel.: +49 681 9300-313/314
Fax: +49 681 9300-223

Contact
Dr. C. Becker-Willinger
Nanomere
E-Mail: nanomere@inm-gmbh.de

Objective

- Production of superhard coatings on plastics
- Application by conventional wet-chemical techniques

Methods

- Use of a 2-layer-system based on NANOMER®s (wet coating techniques)

Results

- High transparency
- Extreme high abrasion resistance:
 - ⇒ Taber Abraser Test: Haze $\leq 2\%$
 - ⇒ Sand Tricking Method (3 kg): $\leq 1\%$

- Very good adhesion on plastic substrates
- Application by conventional coating methods (spin-, dip-, flow technique)

Applications

- Substitute for glass in automotive industry
- Architectural glazing (greenhouse, solar collectors, ...)
- Household, optics, electronics, ...

Benefits

- Increase of value of component parts through better surface quality
- Lower weight with regard to glass
- Improvement of the safety of breaking by use of plastic substrates with high impact resistance

Institut für Neue Materialien gem. GmbH
Ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft
Gesellschafter: Land Saarland/Universität des Saarlandes

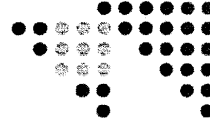
Geschäftsführer/Direktor: Prof. Dr. Helmut Schmitt
Kaufmännischer Geschäftsführer: Dipl.-Volkswirt Werner Bonke
Kuratoriumsvorsitzende: Staatssekretärin Daniela Schlegel-Friedrich

Handelsregister:
Amtsgericht Saarbrücken HRB 8526
USt-IdNr. DE138167776

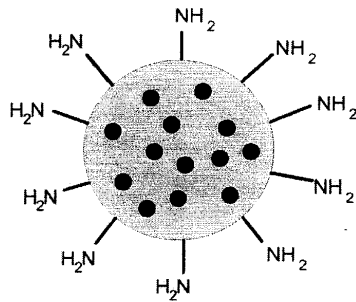
圖 7-1 德國 INM(新材料)研究所奈米技術—超硬透明塗層技術

INM Information

● Labortechnologie



Superparamagnetische Kompositpartikel mit anwendungsspezifischer Oberflächenmodifizierung



Partikelmodell

Ziel

- Funktionalisiertes superparamagnetisches Partikelsystem (keine permanente Magnetisierung) mit hoher Sättigungsmagnetisierung als Träger anwendungsspezifischer Wirkkomponenten

Methode

- Einbettung superparamagnetischer FeO_x-Nanopartikel (d < 30 nm) in eine funktionalisierte Silanmatrix. Als Reaktionsraum dient eine w/o-Emulsion

Ergebnisse

- Superparamagnetisch
- Partikelgrößen variierbar von 200 nm bis 2 µm
- Niedrige Dichte (1,7 g/cm³): langsame Sedimentation im Schwerfeld

Anwendungen

- Adsorption von Schadstoffen (z. B. Schwermetalle) in Abwasser und Abtrennung im Magnetfeld
- Als Träger von Enzymen (katalytische Wirkung), mit der Möglichkeit diese nach dem Einsatz zurückzugewinnen

Vorteile

- keine permanente Magnetisierung und keine irreversible Aggregation infolge magnetischer Kräfte
⇒ Wiederverwertbarkeit nach Separation im Magnetfeld
- Funktionalitäten (NH₂-Gruppen) zur Ankopplung von Komponenten mit anwendungsspezifischen Eigenschaften (z. B. Komplexbildner, Enzyme)

Institut für
Neue Materialien
gem. GmbH

Im Stadtwald, Geb. 43
D-66123 Saarbrücken

<http://www.inm-gmbh.de>

Geschäftsleitung
Tel.: (0681) 9300-313/314
Fax: (0681) 9300-223

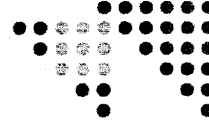
Ansprechpartner
Dr. M. Mennig
Physik und Chemie des Glases
e-mail: glas@inm-gmbh.de

Institut für Neue Materialien gem. GmbH
Ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft
Gesellschafter: Land Saarland/Universität des Saarlandes

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Helmut Schmidt
Kaufmännischer Geschäftsführer: Dipl. Volkswirt Werner Bonke
Kuratoriumsvorsitzende: Staatssekretärin Daniela Schlegel-Friedrich

Handelsregister:
Amtsgericht Saarbrücken HRB 8525
USt-IdNr. DE13616776

圖 7-2 德國 INM(新材料)研究所發表的奈米技術—磁性奈米粒子



Synthesis of nanoscaled redispersable powders

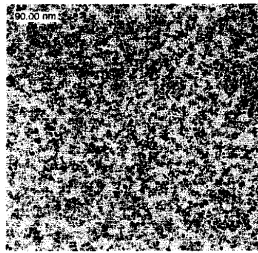
Institut für
 Neue Materialien
 gem. GmbH

Im Stadtwald, Geb.43
 D-66123 Saarbrücken

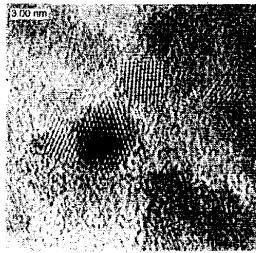
<http://www.inm-gmbh.de>

Management
 Tel.: ++49 681 9300-313/314
 Fax: ++49 681 9300-223

Contact:
 Dr. M. Quilitz
 Ceramics
 E-Mail: keramik@inm-gmbh.de



ZrO₂ powder (180 m²/g)



TiO₂ powder (165 m²/g)

Objective

- Preparation of agglomerate free nano powders with functional properties which may be redispersed to primary particle size

Methods

- Precipitation, sol gel synthesis, microemulsions
- Crystallisation at temperatures ≤ 250°C, with or without pressure
- Surface modification for preventing the agglomeration of the particles

Results

- Primary particle size: 5-50 nm
- Definable crystallinity and phase content
- Easy upscaling to kg charges

Advantages

- The preparation of multi component systems and controlled doping is possible
- High sinter activity of the powders
- Change of properties by change of size (mechanical, electrical, optical, magnetic)
- Transfer of functional properties to other materials (layers, polymers)
- Transparency

Applications

System	Application	System	Application
In ₂ O ₃ , ITO	IR absorption, electrical conductivity	ATO	IR protection, electro magnetic shielding
Fe ₂ O ₃ /Fe ₃ O ₄	tumor therapy, data storage colouring; magnetic separation	Zn ₂ SiO ₄	luminescent pigments
TiO ₂	UV protection; photocatalysis	HAP	bioactive layers
PZT	sensors, actuators	ZnO	varistors
ZrO ₂	membranes, fuel cell	BaTiO ₃	capacitors

Institut für Neue Materialien gem. GmbH
 Ein Institut der Leibniz-Gemeinschaft
 Gesellschafter: Land Saarland/Universität des Saarlandes

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Hermut Schmidt
 Kaufmännischer Geschäftsführer: Dipl.-Volkswirt Werner Boneke
 Kuratoriumsvorsitzende: Staatssekretärin Doreen Schlegel-Friedrich

Handelsregister:
 Amtsgericht Saarbrücken HRB 3525
 USt-IdNr.: DE138157778

圖 7-3 德國 INM(新材料)研究所發表的奈米技術—可再分散的奈米粉體

NanoProducts Corporation

company overview prepared for:



30 Sept. – 2 Oct. Munich, Germany

FAST FACTS:

- Founded in 1994 to develop, manufacture and market nanoscale materials and nanotechnology.
- Over \$25 million invested in R & D
- Full commercial production (90+ tons) of simple and complex nanoscale materials
- 100% commercially financed
- Subsidiary, Nanomaterials Research: nano devices and sensors, nanotubes (www.nrcorp.com)
- Our strategic partners / investors include:
- Strong patent position: 11 issued, 1 allowed, over 30 pending
- Over 250 different simple and complex compositions produced
- Currently selling to and partnering with corporations in every major worldwide industrial market

... a leader in nanoscale and submicron powder technologies

HOSOKAWA

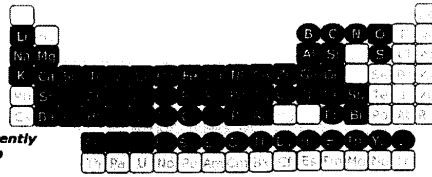
MICRON



OUR CAPABILITIES & PRODUCTS

We produce nanoscale powders (oxides, non-oxides, formulations) and nanopowders in dispersion (aqueous, solvent).

- Element already used to produce single and multi-metal nanoscale powders
- Element may be used; expected availability: first quarter '03
- Element is radioactive, gaseous, or not preferred



Unlike many nanotechnology companies, we are currently engineering and producing nanoscale powders in commercial quantities for sale to customers.

Examples of currently available compositions (in volume) include doped and undoped zirconia, ceria, tin oxide, titanates, zinc oxide, ferrites, and rare earth oxides

Metal and alloy nanopowders: already demonstrated through pilot production; scale up and continued development underway

NanoProducts - your powder nanotechnology partner

PRODUCT CHARACTERISTICS

Mean Particle Size Range	- 8 - 12 to 60 - 85 nm
Average Surface Area Range	- 20 - 30 to 100+(m ² /g)
Purity Range (metals basis)	- 97% to 99.99%
Dispersion Media	- Water and solvent
Dispersion Loadings Range	- 5 - 25 wt.%
Sample Sizes Available	- 500 grams to 100+ Kgs

PRODUCTION PROCESS

Metal Precursors:	Powders, Fluids, Mixtures, Emulsions
Reactant Gases:	Oxygen, Ammonia, Nitrogen, Methane, Hydrogen
Synthesis:	Thermal Quench (from 3000+C)
Quality:	Free-flowing powders, guaranteed to be below specified target size
Selling Price:	\$20 - \$200 per kg in high volume
Process:	Flexible Process, Patented

圖 8-1 Nano Products 公司於 Materials Week 2002 發表的奈米粉體產品



圖 9-1 09/10/2002

圖 9-2 09/10/2002

圖 9-3 09/11/2002



圖 9-4 09/12/2002

圖 9-5 09/13/2002

圖 9-6 09/16/2002



圖 9-7 09/17/2002

圖 9-8 09/17/2002

圖 9-9 09/19/2002



圖 9-10 09/23/2002

圖 9-11 09/24/2002

圖 9-12 09/25/2002



圖 9-13 09/25/2002

圖 9-14 09/27/2002

圖 9-15 09/30/2002