

Mục lục	Trang
Lời giới thiệu	2
Báo cáo tổng kết về công nghệ nano và những ứng dụng tiềm tàng trong xây dựng.....	3
- Lời cảm ơn	3
- Tóm tắt quá trình thực hiện	4
1. Phần giới thiệu	6
2. Sự đổi mới công nghệ nano: Các hoạt động của quốc gia và các hãng công nghiệp	13
3. Công nghệ nano trong xây dựng và các khu đã xây dựng	39
4. Các vấn đề chính sách và kiến nghị	47

LỜI GIỚI THIỆU

Trong Tổng luận này, chúng tôi đăng toàn văn “Báo cáo tổng kết về công nghệ nano và những ứng dụng tiềm tàng trong xây dựng” ngày 28/10/2002 của Đại học Sussex, Vương quốc Anh.

Mục đích của báo cáo này là đem lại những tri thức hiện nay về công nghệ nano có thể ứng dụng trong xây dựng.

Theo báo cáo, bản chất của công nghệ nano là liên quan đến nhiều môn, ngành khoa học. Phần lớn các hoạt động trong các ngành công nghiệp về công nghệ nano có liên quan đến nghiên cứu và triển khai. Các ngành này lại có những mối quan hệ và những phân công lên nhau. Đó là nguồn phong phú về sản phẩm công nghệ nano ứng dụng cho xây dựng, đặc biệt là các khu đã xây dựng, ví dụ gắn các sản phẩm công nghệ nano vào các ngôi nhà và kết cấu để đánh giá sự xuống cấp, phản ứng với những thay đổi của vật liệu và môi trường.

Nhưng ngành xây dựng không chỉ tiếp nhận thụ động các kết quả nghiên cứu về công nghệ nano của các ngành khác mà đã bắt đầu tự nghiên cứu để phát triển ứng dụng công nghệ này và làm như vậy cũng để tạo ra năng lực hấp thu tốt hơn cho mình.

Đây là tài liệu tốt giúp làm hiểu rõ tình hình phát triển công nghệ nano và việc ứng dụng trong ngành xây dựng hiện nay trên thế giới.

TRUNG TÂM TIN HỌC – BỘ XÂY DỰNG

BÁO CÁO TỔNG KẾT VỀ CÔNG NGHỆ NANO VÀ NHỮNG ỨNG DỤNG TIỀM TÀNG TRONG XÂY DỰNG

Lời cảm ơn

Báo cáo này và phân tài liệu kèm theo ngắn gọn hơn là do Andrew Davies và David Gann biên soạn.

Dựa trên công trình nghiên cứu được tiến hành cho luận văn tiến sĩ của mình, Martin Meyer cung cấp các dẫn chứng và phân tích các chỉ số về sáng chế và thư mục. Roger Courtney đã thực hiện các cuộc phỏng vấn ở Nhật và Mỹ, ông đã cung cấp để đưa vào báo cáo này những nhận định khái quát về sự phát triển ở từng vùng. Phân kiểm tra chất lượng và nhận định về các soạn thảo ban đầu do Nick Von Tunzelmann thực hiện.

Dự án này có nguồn gốc từ công trình nghiên cứu do CRISP và Chương trình kết hợp xây dựng của Ban dự báo về các khu đã xây dựng và giao thông vận tải thuộc Vụ KHCN thực hiện trước đây. Chúng tôi cảm ơn sự hướng dẫn và giúp đỡ của những người đã tham gia vào công trình này lúc đầu. Chúng tôi cũng xin cảm ơn nhóm chuyên gia tư vấn CRISP về những ý kiến tư vấn và góp ý của họ trong suốt quá trình thực hiện dự án này, bao gồm các ông: Roger Blundell, Tim Broyd, John Burdett, Grahann Davies, Mary Lawrence, Jim Meikle và Giles Oliver. Chúng tôi vô cùng biết ơn Jennifer Campbell của DLC, Fiona Bird của SPRU và Nikiki Glew của Trường Đại học Hoàng gia đã giúp đỡ tổ chức các hội thảo, khảo sát và hoàn thành các báo cáo này.

Như đã biết, các tác giả chính chịu trách nhiệm về mặt sai sót của bản báo cáo này.

Andrew Davies và Davies Gann

Tóm tắt quá trình thực hiện

Nghiên cứu này giải thích sự đổi mới trong công nghệ nano đang chuyển như thế nào từ nghiên cứu cơ bản sang những ứng dụng trong một lĩnh vực cụ thể là xây dựng trong các khu đã xây dựng. Mục tiêu cụ thể của bản báo cáo này là nhằm đưa ra:

- Sự đánh giá trên phạm vi quốc tế và hoạt động đổi mới trong công nghệ nano và trong các khoa học liên quan thông qua các ngành công nghiệp khác nhau.

- Sự phân tích các “chương trình” và mạng lưới phát triển những ứng dụng công nghệ nano cho xây dựng và cho các khu đã xây dựng ở Vương quốc Anh và ở các nước khác.

Xây dựng là một ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống, chịu trách nhiệm thiết kế, tổ hợp và lắp ráp các vật liệu, các cấu kiện và các hệ thống phụ khác nhau thành các sản phẩm cuối cùng. Do đóng vai trò là một ngành tổ hợp, ngành xây dựng là một kênh hướng ra thị trường cho các sản phẩm mới của công nghệ nano phát triển từ các ngành công nghiệp “ở đầu dòng chảy” như vật liệu mới, khí cụ đo đạc và cảm biến điện tử. Trên cơ sở nghiên cứu, chúng tôi cho rằng: để có thể thu hoạch được những lợi ích từ công nghệ nano, ngành xây dựng nên thực hiện hai vai trò trong sự phát triển ứng dụng công nghệ này:

- Ngành triển khai các ứng dụng công nghệ nano. Ngành xây dựng không nên tự coi mình chỉ là người tiếp nhận thụ động kết quả nghiên cứu về công nghệ nano do nơi khác thực hiện. Các doanh nghiệp xây dựng, các trường đại học và cơ quan chính phủ cũng đang trực tiếp đảm trách những kế hoạch nghiên cứu để phát triển và sử dụng các ứng dụng mới được dành riêng cho các khu đã xây dựng.

- Ngành sử dụng các ứng dụng của công nghệ nano. Ngành xây dựng hoạt động như là Ngành “chuyển tải” cho việc phát triển công nghệ nano “ở đầu dòng chảy” trong các lĩnh vực như vật liệu “được chế tạo để đánh giá” dùng cho các tòa nhà. Thực hiện vai trò là một ngành công nghiệp “chuyển tải”, ngành xây dựng cần xác định rõ những đòi hỏi của mình về ứng dụng nhằm đáp ứng các yêu cầu đặc biệt của các quy trình và sản phẩm xây dựng.

Kết quả khảo sát của chúng tôi ở Vương quốc Anh cho thấy rằng các hoạt động nghiên cứu về công nghệ nano do ngành xây dựng thực hiện đã tập trung vào 2 lĩnh vực chính:

- Vật liệu mới – bao gồm phát triển vật liệu mới cho bê tông, sợi và khối xây bằng vữa lỏng, các quy trình mới về trộn bê tông, các chất phủ bề mặt trên kính và trên các vật liệu khác, các chất kết dính mới, vật liệu chống cháy và các vật liệu có độ nhậy cao.

- Công nghệ cảm biến, đo lường và điều khiển – bao gồm các thiết bị cảm biến và các bộ kích thích, các thiết bị quang điện tích hợp, các hệ thống lọc và làm sạch, các thiết bị giám sát thay đổi môi trường, các thiết bị điều khiển từ xa và các công cụ mô phỏng.

Ngành xây dựng có thể đi đầu trong việc phát triển và sử dụng các ứng dụng công nghệ nano bằng cách phát triển “năng lực hấp thu” của ngành, tức là cải thiện khả năng quan sát theo dõi và thu nhận các kỹ thuật mới từ bên ngoài được đưa vào doanh nghiệp hoặc ngành. Năng lực này sẽ tạo điều kiện để các doanh nghiệp xây dựng, ngành xây dựng và các cơ quan nghiên cứu của ngành phát hiện các chỗ tiềm tàng về ứng dụng công nghệ nano và áp dụng chúng vào các quy trình và sản phẩm xây dựng. Hiện nay, nhiều ứng dụng công nghệ nano tiềm tàng đó còn nằm ngoài tầm nhìn của ngành xây dựng.

1. Phân giới thiệu

Trên thị trường hiện nay đã có một số ứng dụng công nghệ nano, nhưng đa số các dự báo đều cho rằng sẽ phải mất từ 5- 15 năm nữa, các ứng dụng thương mại của nó mới xuất hiện và tác động sâu rộng đến nhiều ngành sử dụng. Phần lớn các hoạt động công nghiệp trong công nghệ nano đều liên quan đến nghiên cứu và triển khai, việc phát triển và sử dụng các ứng dụng đang diễn ra không đồng đều ở các ngành công nghiệp. Một số ngành nhanh chóng tiếp nhận hơn các ngành khác. Các hãng sản xuất khí cụ đo đạc và các nhà chế tạo vật liệu đang ở trong số các ngành dẫn đầu về nghiên cứu và triển khai công nghệ nano.

Qua nghiên cứu, chúng tôi đề xuất rằng ngành xây dựng có thể đảm nhiệm hai vai trò trong việc phát triển các ứng dụng công nghệ nano:

- Ngành xây dựng cần phải tự coi mình là người triển khai ứng dụng công nghệ nano chứ không nên coi mình là người tiếp nhận thụ động kết quả nghiên cứu về công nghệ nano do nơi khác thực hiện. Các doanh nghiệp xây dựng, các trường đại học và các cơ quan chính phủ cũng đang trực tiếp đảm trách các kế hoạch nghiên cứu để phát triển và sử dụng các ứng dụng mới được dành riêng cho các khu đã xây dựng.

- Ngành xây dựng hoạt động như là ngành sử dụng hoặc “chuyển tải” cho việc phát triển công nghệ nano “ở đầu dòng chảy” trong các lĩnh vực như vật liệu “được chế tạo để đánh giá” dùng cho các tòa nhà. Thực hiện vai trò là một ngành công nghiệp “chuyển tải”, ngành xây dựng cần xác định rõ những đòi hỏi của mình về ứng dụng nhằm đáp ứng các yêu cầu đặc biệt của quy trình và sản phẩm xây dựng.

Với tư cách là một ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống, một ngành tập hợp đủ các loại khác nhau của quy trình, cấu kiện, hệ thống và vật liệu vào trong sản phẩm cuối cùng, ngành xây dựng theo đánh giá của nhiều nghiên cứu dự báo quốc gia, được coi là một ngành “chuyển tải” hoặc sử dụng “ở cuối dòng chảy” quan trọng của các ứng dụng công nghệ nano, đặc biệt là trong các lĩnh vực về thiết bị cảm biến điện tử và vật liệu mới. Có nhiều trong số các ứng dụng này sẽ được phát triển ở ngoài ngành xây dựng, dưới dạng vật liệu, tổ hợp và hệ thống cấu kiện để sử dụng “ở cuối dòng chảy”. Tuy nhiên, các doanh nghiệp xây dựng, các trường đại học và các cơ quan chính phủ cũng đang trực tiếp đảm nhận các kế hoạch để phát triển các ứng dụng được dành riêng cho các khu đã xây dựng. Ở thời kỳ đầu như vậy của sự phát triển, khó mà có thể đoán trước được rằng những loại ứng dụng nào rốt cục sẽ nổi bật lên từ các lĩnh vực đột phá về công nghệ “ở đầu nguồn dòng chảy” tới các lĩnh vực ứng dụng “ở cuối dòng chảy”. Các ngành sử dụng có một vai trò quyết định trong việc khắc phục khó khăn cho các đổi mới công nghệ và làm cho chúng thích nghi với các hoàn cảnh thương mại và công nghiệp riêng biệt. Trong khi các ngành sử dụng và các tổ chức tiềm tàng khác (như môi trường, y tế và

việc làm) thường xuyên được đánh giá tốt trong việc phát triển các công nghệ đã thành thực hơn (như công nghệ thông tin) hoặc đang gây nhiều tranh cãi (như công nghệ sinh học) thì các cơ sở sử dụng tiềm tàng trong ngành xây dựng lúc này chỉ mới bắt đầu các định rõ các yêu cầu của họ và tham gia vào các kế hoạch phát triển các ứng dụng công nghệ nano.

Bằng cách phát triển “năng lực hấp thu” của mình, ngành xây dựng sẽ hoàn thiện khả năng quan sát theo dõi và thu nhận các công nghệ mới ngoài ngành vào trong ngành hoặc vào các doanh nghiệp xây dựng. Năng lực này sẽ cho phép các doanh nghiệp xây dựng, ngành xây dựng và các cơ quan nghiên cứu phát triển và phát hiện những chỗ tiềm tàng về ứng dụng công nghệ nano và áp dụng chúng vào các quy trình và sản phẩm xây dựng. Hiện nay, nhiều ứng dụng công nghệ nano tiềm tàng đó còn nằm ngoài tầm nhìn của ngành xây dựng.

1.1. Thông tin cơ bản

Suốt 20 năm trở lại đây, một thay đổi lớn đã diễn ra trong cách thức thiết kế và chế tạo vật liệu mới. Đó là sự di chuyển từ phát hiện sang thiết kế vật liệu mới cho các ứng dụng đặc biệt. Richard Feynman, trong bài thuyết trình nổi tiếng của ông năm 1959 nhan đề “Vẫn còn rất nhiều khoảng trống ở dưới đây” đã thách thức các nhà khoa học về việc điều khiển và kiểm soát vật chất ở kích thước rất nhỏ, sắp xếp từng nguyên tử để tạo nên bất cứ điều gì cần thiết (Feynman 1960;1999). Trong những năm 1980, việc phát minh ra kính hiển vi soi quét đường hầm (scanning tunnelling microscope), một hệ thống vẽ bằng máy tính có đầu dò bề mặt, đã tạo ra khả năng điều khiển được các nguyên tử và phân tử. Khả năng điều khiển được vật chất ở các mức phân tử và nguyên tử – kích thước nano đó đã dẫn đến một sự thay đổi quan trọng nhất.

Thuật ngữ “công nghệ nano” là để chỉ một nhóm các kỹ thuật có liên quan tới việc sử dụng các hạt nhỏ bé có kích thước phân tử cùng với các nguyên tử được sắp xếp để thực hiện các công năng đặc biệt. Ví dụ như ống nano cacbon – là những ống cacbon có độ dày chỉ bằng một nguyên tử - đã và đang được sử dụng trong công nghiệp làm phụ gia tăng độ bền cho polyme. “Những vật liệu làm việc thiết kế” như vậy có thể được “chế tạo chính xác để đánh giá” nhằm thoả mãn các “điều kiện” kỹ thuật làm việc cụ thể (Ball 1997). Một giả định làm cơ sở cho nghiên cứu công nghệ nano là “ít hơn mà lại nhiều hơn”: các thiết bị nhỏ hơn, rẻ hơn, nhanh hơn và nhẹ hơn tạo ra được công năng lớn hơn trong khi sử dụng năng lượng và nguyên liệu ít hơn.

Trong nhiều năm, công nghệ nano chỉ là một tầm nhìn của tương lai. Đã phải mất nhiều thập kỷ chuyên tâm nghiên cứu triển khai ở các doanh nghiệp, ở các trường đại học và ở các phòng thí nghiệm của chính phủ, người ta mới nhận ra tiềm năng của nó. Một số dự đoán cho rằng sẽ phải mất đến 15 năm nữa thì các ứng dụng dạng thương mại của công nghệ nano mới nổi rõ và bắt đầu phát huy tác dụng của

nó trên phạm vi rộng của nhiều ngành công nghiệp. Giờ đây, có những dấu hiệu cho thấy rằng quy trình khuếch tán đó đang vận động. Những ứng dụng ban đầu đã có mặt trên thị trường và nhiều ứng dụng nữa đang đi vào hoạt động. Việc nghiên cứu công nghệ nano đang dẫn tới 3 loại ứng dụng chủ yếu trong công nghiệp.

<http://www.apectf.nstda.or.th/html/bodynano.html>)

- Kỹ thuật nguyên tử dựa trên sinh học

Các cơ thể sống dưới dạng đơn vị sinh học như các enzym đang được kết hợp với các cấu trúc nano để tạo nên các công năng đặc biệt. Chẳng hạn, những cảm biến sinh học có thể được tạo nên bằng cách kết hợp các enzym với các con chip silicon. Chúng có thể được cấy vào cơ thể con người để theo dõi sức khoẻ và phân phát đúng liều lượng thuốc. Những ứng dụng khác của cảm biến sinh học là các ứng dụng y sinh thay thế – như da nhân tạo, băng thông minh, máy điều hoà nhịp tim và thiết bị giám sát môi trường sản xuất lương thực và cấp nước.

- Công nghệ điện tử dựa trên bán dẫn

Việc nghiên cứu đang tập trung vào chế tạo các kết cấu điện tử có kích thước nanomet. Có tiềm năng để tăng dung lượng thông tin của các vi chip (microchip) lên tới khoảng 1 tỷ bit mỗi chip. Các thiết bị đang được triển khai bao gồm các lade quang điện tử, các bộ chuyển mạch cực nhanh và các bộ nhớ của máy tính, có tiềm năng làm thay đổi căn bản các ngành công nghệ thông tin và truyền thông.

- Thiết bị và quy trình dựa trên vật liệu mới

Vật liệu mới là một lĩnh vực quan trọng trong nghiên cứu công nghệ nano. Vật liệu có kích thước nano được dùng để tăng tốc các phản ứng xúc tác hoặc các phân tách sinh hoá và dược. Sự biến đổi bề mặt với độ sâu 1 – 100 nanomet có thể gây ra các thay đổi về tính chất lý học và hoá học, như độ ăn mòn, ma sát và độ phản ứng, có thể có nhiều ứng dụng công nghiệp quan trọng như các loại vật liệu phủ bề mặt có tính năng cao (chống xước, chống dính và chống cháy) và các thiết bị tiết kiệm năng lượng (những vật liệu quang điện mới, các bộ ắc quy mới)

1.2. Mục đích và phạm vi nghiên cứu

Đang được xây dựng trên cơ sở các tài liệu còn chưa hoàn chỉnh của CRISP trước đây và các báo cáo tóm tắt, bản báo cáo này nhằm điểm lại những tri thức hiện nay về công nghệ nano có thể ứng dụng trong lĩnh vực xây dựng. Bản báo cáo cũng đưa ra đánh giá các khả năng trong tương lai và các đề xuất để khai thác các khả năng đó.

Bốn phần chính của bản báo cáo này đề cập tới hàng loạt vấn đề khác nhau:

1. Giới thiệu:

Đưa ra giới thiệu tóm tắt về công nghệ nano và cách phát triển tự nhiên của công nghệ này theo những động lực phát triển do các mô hình đổi mới và truyền bá gợi ra.

2. Đổi mới trong công nghệ nano – các hoạt động trong nước và quốc tế

Xem xét diễn biến và quá trình truyền bá công nghệ nano, bao gồm cả nghiên cứu cơ bản, triển khai, khai thác ban đầu và các hoạt động thương mại hoá trong các khu vực tư nhân và công cộng.

3. Công nghệ nano trong xây dựng và các khu đã xây dựng

Xem xét các hoạt động sáng tạo về công nghệ nano trong bản thân ngành xây dựng, tập trung vào các điểm then chốt của các “chương trình” nhằm phát triển các ứng dụng riêng cho ngành.

4. Các vấn đề chính sách và kiến nghị:

Đưa ra các yêu cầu chủ yếu đối với ngành công nghiệp xây dựng và đối với sự hỗ trợ của chính phủ, đánh giá những trở ngại của sự phát triển trong tương lai và của việc khai thác các ứng dụng công nghệ nano trong xây dựng.

Mặc dù trọng tâm nghiên cứu của chúng tôi chủ yếu là ngành xây dựng ở Vương quốc Anh, nhưng chúng tôi cũng xem xét những phát triển công nghệ nano trên thế giới, bởi vì nhiều hoạt động nghiên cứu và triển khai đã được thực hiện ở các nước khác, nhất là ở Mỹ, đặc biệt là trong lĩnh vực viễn thông và quân sự. Vương quốc Anh đã xúc tiến nghiên cứu về lĩnh vực này, cụ thể là thông qua sự làm việc của các nhóm nhà khoa học và kỹ sư của nhiều ngành dưới sự bảo trợ của tổ chức EPSRC.

Phạm vi nghiên cứu chỉ giới hạn vào việc phân tích trong phòng đối với các hồ sơ, các trang web và các tài liệu đã công bố. Nội dung nghiên cứu cũng bao gồm những thảo luận qua điện thoại với những người giữ vai trò chủ chốt trong hệ thống khoa học của Vương quốc Anh và khi có thể cả với những người ở Mỹ, Châu Âu và Nhật Bản.

Chúng tôi đã chỉ đạo làm một điều tra, thăm dò nhỏ bằng cách gửi e-mail tới các chuyên gia công nghệ và nghiên cứu xây dựng khu vực tư nhân và công cộng ở Vương quốc Anh và trên thế giới để xác định ý kiến và quan điểm trên cơ sở những hiểu biết của họ về những cơ hội rất có khả năng xảy ra trong tương lai đối với ngành xây dựng. Bằng cách tìm hiểu những người hiện đang tham gia sản xuất, phát triển công nghệ nano, bản nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng hiện thực về khoa học cũng như về kinh tế trong tương lai của công nghệ nano.

1.3 Công nghệ nano là gì?

Mặc dù đã có nhiều cố gắng để đưa ra những định nghĩa chính xác, nhưng công nghệ nano vẫn là một lĩnh vực nghiên cứu rộng và không tập trung, được tiến hành trong nhiều môn ngành khác nhau như khoa học vật liệu, vật lý, hoá học, sinh học, y học, kỹ thuật chính xác, các hệ thống cơ điện và điện tử. Một nghiên cứu mới đây cho thấy rằng hãy còn ít ý kiến nhất trí về định nghĩa chính xác công nghệ nano (Malsch 1997). Hai mươi bốn chuyên gia Châu Âu thuộc lĩnh vực khoa học và công nghệ khác nhau, không đồng ý với nhau về hơn 4 trong số 15 lĩnh vực là có liên qua tới công nghệ nano. Ý kiến khác nhau này phản ánh tình trạng phân tán và không xác định của việc nghiên cứu liên quan đến nhiều ngành về lĩnh vực này với nhiệm vụ nghiên cứu là tập hợp các ngành riêng rẽ, hoạt động độc lập và thường chẳng có quan hệ gì với nhau. Mặc dù có những ý kiến khác nhau, nhưng quan niệm rằng công nghệ nano có tầm quan trọng như một bộ phận cho sự tăng trưởng của cả nền kinh tế thì được thừa nhận rộng rãi. Một số nghiên cứu dự báo công nghệ đã nhận định công nghệ nano như là một công nghệ then chốt của thế kỷ 21, nó sẽ cách mạng hoá công nghệ thông tin, vật liệu và y học.

Một số ngành công nghiệp bình thường không gắn với công nghệ nano, nhưng trong thực tế lại liên quan sâu sắc đến việc tiến hành các quy trình với kích thước nano – ví dụ như ngành công nghiệp chế tạo ổ đĩa máy tính trị giá nhiều tỷ đô la đang dựa vào việc kiểm soát độ dày có kích thước nanomet của nhiều lớp vật liệu khác nhau. Vì thế, để tránh bỏ sót những lĩnh vực hoạt động quan trọng, điểm khởi đầu then chốt trong nghiên cứu của chúng tôi là xác định xem nghiên cứu về “công nghệ nano” bao gồm những gì trước khi xem xét tới những ứng dụng tiềm tàng của nó trong ngành xây dựng.

Ý tưởng về công nghệ nano có trước cả bản thân thuật ngữ này. Khả năng điều khiển phân tử phục vụ cho các mục đích công nghiệp đã có từ khoảng chừng hơn một thế kỷ nay, như ở các ngành thuộc công nghiệp hoá chất. Trong bản thuyết trình kinh điển của mình nhan đề “Vẫn còn rất nhiều khoảng trống ở dưới đây” trình bày trước Hội Vật lý Mỹ năm 1959, Richard Feynman đã đưa ra một ý tưởng về việc thu nhỏ “từ trên xuống” đến cả dưới tầm kích thước micro. Ông tuyên bố rằng các máy lớn có thể làm thành các máy nhỏ hơn, rồi lại có thể làm thành các máy ngày càng nhỏ hơn nữa và cứ tiếp tục như vậy. Tầm nhìn xa của Feynman đã gợi hứng cho nhiều nhà nghiên cứu thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau.

Thuật ngữ “công nghệ nano” – Nano là một từ gốc Hylạp và có nghĩa là “người tí hon”. Chỉ đến năm 1974 mới được đưa vào sử dụng khi Taniguchi dùng để mô tả việc gia công siêu tinh, hay cụ thể hơn là chế tạo chính xác các chi tiết cơ khí với độ gia công tinh và dung sai tới nanomet (nm) - 10^{-9} m. Giáo sư Albert Franks, người ủng hộ rất sớm việc nghiên cứu công nghệ nano ở Vương quốc Anh, định nghĩa công nghệ nano là một lĩnh vực của khoa học và công nghệ mà tại đó các

kích thước và dung sai nằm trong khoảng từ 0,1nm – 100nm có vai trò rất quan trọng (Franks 1987). Để minh họa các kích thước này, một bàn tay thông thường có chiều rộng 0,1m; một mạch tích hợp khoảng 10nm; 1 hạt cát 1mm; một transistor trên 1 chip điện tử vài micron, một phân tử AND 2nm và một nguyên tử 0,1nm. Trong thực tế, phần lớn các công trình hiện đang tiến hành có kích thước không đòi hỏi nhỏ hơn mức như vậy, chỉ trong phạm vi micromet từ 100 – 2.000nm.

Định nghĩa này mở ra 2 đường phát triển phân biệt để ứng dụng công nghệ nano. Phương pháp “từ dưới lên” – còn gọi là công nghệ nano phân tử - áp dụng để tạo ra các cấu trúc hữu cơ và vô cơ - cấu trúc gắn nguyên tử với nguyên tử hay phân tử với phân tử. Phương pháp “từ trên xuống” là nói về việc chế tạo các cấu trúc có kích thước nano bằng các kỹ thuật phối hợp và khắc ăn mòn. Sử dụng các kỹ thuật nghiền cơ khí hay cắt nano, các vật liệu rời có thể bị phá nhỏ thành các hạt nano. Nghiên cứu trong lĩnh vực công nghệ nano, chủ yếu chỉ hạn chế trong phương pháp “từ trên xuống”.

Phần lớn các thảo luận về công nghệ nano hãy còn chịu ảnh hưởng sự nhìn nhận của khoa học viễn tưởng về các máy nano sẽ được làm theo cách “từ dưới lên” do từng nguyên tử kết hợp lại. Chẳng hạn như trong những năm 1980, Drexler bắt đầu phổ biến một ý tưởng về công nghệ nano mà ông đã định nghĩa là “điều khiển vật chất dựa trên sự điều khiển của từng phân tử của các sản phẩm và sản phẩm phụ thông qua các hệ thống chính xác cao cũng như “các sản phẩm và các quy trình chế tạo phân tử, bao gồm cả máy phân tử”. Một số nhà khoa học còn tỏ ra hoài nghi hơn về tiềm năng của công nghệ nano. Don Eigler thuộc trung tâm nghiên cứu Almaden của IBM ở Sanjose tuyên bố rằng công nghệ nano vẫn còn là một viễn cảnh công nghệ còn phải được nhận thức rõ.

Suốt thập kỷ qua, trọng tâm nghiên cứu của công nghệ nano đã mở rộng vượt ra khỏi phạm vi vật lý và kỹ thuật chính xác để bao gồm “hầu hết mọi vật liệu và thiết bị được cấu trúc ở kích thước nanomet, nhằm thực hiện những công năng hay để có được các đặc tính mà không thể đạt được bằng cách khác”. Định nghĩa mở rộng này bao gồm các kỹ thuật chế tạo vật liệu hay thiết bị, những kỹ thuật bao hàm cả “những đề tài rất đa dạng như quy trình công nghệ đối với các thiết bị bán dẫn, nhằm tạo ra những thiết bị có chiều rộng 100nm... , như thông qua việc chế tạo và xử lý loại bột siêu mịn để chế tạo những gốm điện tử có tính năng cao, như tìm cách điều khiển các cấu trúc phân tử trên bề mặt để thực hiện các công năng mới, ví dụ như trong ngành quang điện tử”.

1.4. Những mô hình đổi mới công nghệ

Dự báo về việc trong tương lai công nghệ sẽ tiến triển như thế nào, thật có nhiều khó khăn như đọc bất kỳ dự báo nào về năm 2000 từ năm 1950 đều chứng tỏ điều đó. Như một tài liệu phổ biến thông tin của CRISP - Dự báo đã nêu “tương lai thường được đề cao quá mức và không được hình dung đúng”. Đồng thời đối với

mọi công nghệ mới có tiềm năng đầy ấn tượng, điều chủ yếu là phải chăm chú nhìn vào “quả cầu thủy tinh” (Việc làm của người đoán số mệnh). Điều mấu chốt để làm tốt hơn là dựa trên sự nhìn nhận của chúng ta về những điều tương tự với những mô hình đổi mới công nghệ đã diễn ra trong quá khứ. Tuy thế, người ta vẫn phải thừa nhận rằng có thể những điều hoàn toàn bất ngờ sẽ xảy ra ngay cả sau khi đã hết sức thận trọng đưa ra các dự đoán chính xác.

Công nghệ nano không phải là ngoại lệ. Nó đã là chủ đề được khuếch trương lớn về tiềm năng tương lai và được so sánh với máy vi tính về mặt tác động sâu xa đến nền kinh tế. Nhưng mặc dù đã có đầu tư lớn vào nghiên cứu và triển khai, hiện mới chỉ có ít ứng dụng thương mại trong lĩnh vực này. Trước khi phân tích xem hoạt động khoa học đang được tiến hành ở đâu và những phát triển công nghệ mới nào đang đưa đến việc ứng dụng trong xây dựng, việc điểm lại một số mô hình đổi mới công nghệ chủ chốt là điều đáng làm. Chúng sẽ giúp làm rõ phương thức chuyển bước của công nghệ nano từ hàng loạt những đột phá công nghệ “ở đầu dòng” tới những ứng dụng “ở cuối dòng” thông qua một số ngành công nghiệp.

Những nghiên cứu về đổi mới công nghệ đã chứng tỏ rằng một số thay đổi trong công nghệ như sự nổi lên của công nghệ thông tin, đã có tác động sâu xa đến mức chúng có ảnh hưởng lớn tới hoạt động của nhiều ngành và đôi khi tới toàn bộ nền kinh tế (Jreeman và Perez 1988). Người ta thường nhận định công nghệ nano là một công nghệ như vậy. Trong khi hiện nay mới chỉ có một số ít ứng dụng thương mại, nhưng một số nghiên cứu quan trọng đưa ra ý kiến rằng công nghệ nano đang tạo ra những sản phẩm, quy trình và ngành công nghiệp mới cũng như đang tác động tới những ngành kinh tế hiện có khác nhau như các nhà máy nước và hàng không vũ trụ.

Công nghệ nano có thể theo mô hình đổi mới công nghệ hai giai đoạn như đã diễn ra đối với công nghệ lade, bắt đầu là những phát triển khoa học “ở đầu dòng” vào những năm 1960 rồi tiếp đến là các ứng dụng thương mại “ở cuối dòng” phục vụ cho điện tử tiêu dùng vào những năm 1980. Với tư cách là một ngành sử dụng “ở cuối dòng”, hay còn gọi là “ngành chuyển tải”, ngành xây dựng có thể đóng vai trò then chốt trong quá trình thương mại hoá công nghệ nano. Bản thân các ngành công nghiệp “chuyển tải” không nhất thiết phải là kỹ thuật cao, như những nghiên cứu của lịch sử về ngành công nghiệp máy công cụ đã chứng minh (Rosenberg 1976), nhưng những ngành đó có thể góp phần giữ vững những quá trình đổi mới “ở đầu dòng” trong công nghệ nano thông qua các mức đáng kể của nhu cầu về sản phẩm và tính đa dạng của đầu vào công nghệ của họ. Các ngành công nghiệp “chuyển tải” thực hiện chức năng thương mại hoá những đột phá công nghệ mới bằng cách biến chúng thành “các công nghệ phục vụ mục tiêu chung” (Helpman 1998). Giai đoạn then chốt của quá trình này là lúc công nghệ thoát ra khỏi vị trí ban đầu của nghiên cứu và triển khai, được tiếp nhận và ứng dụng rộng rãi trong các ngành khác.

Chúng tôi cho rằng công nghệ nano hiện nay mới ở thời điểm trước hay ở điểm khởi đầu giai đoạn thương mại hoá này của chu trình sáng tạo, giai đoạn mà những sáng tạo tiềm tàng cần phải được tiếp nối với những nhu cầu của thị trường đã được biết đến, nhưng phần lớn còn chưa được hiểu rõ. Quá trình thương mại hoá kéo dài như thế nào là tùy thuộc vào lĩnh vực và sẽ được thảo luận ở phần sau. Ở giai đoạn đầu của quá trình như vậy, sẽ có tình trạng rất không chắc chắn về tính năng kỹ thuật, về phản ứng của thị trường để có những thay đổi cần thiết. Giai đoạn tiếp theo là thu nhận những thông tin phản hồi từ thị trường về việc sử dụng các ứng dụng công nghệ nano.

Sự thành công của đổi mới thương mại công nghệ nano phụ thuộc vào việc phát triển được các thiết kế phù hợp với nhu cầu và thị hiếu của người sử dụng cuối cùng, việc tạo ra được sự kết hợp đúng đắn giữa các mức chi phí và tính năng, và việc nhận định đúng thời điểm đưa sản phẩm ra thị trường. Tính năng cao hơn thường gắn với giá cao hơn. Ví dụ: Những nỗ lực làm tăng dung lượng của các vi chip (lên tới một tỷ bit thông tin mỗi chip) dẫn tới chi phí sản xuất tăng lên khủng khiếp. Có thể đạt đến giới hạn khi chi phí tăng quá cao không thể tiếp tục thu nhỏ kích thước và giảm độ phức tạp của các vi chip được nữa.

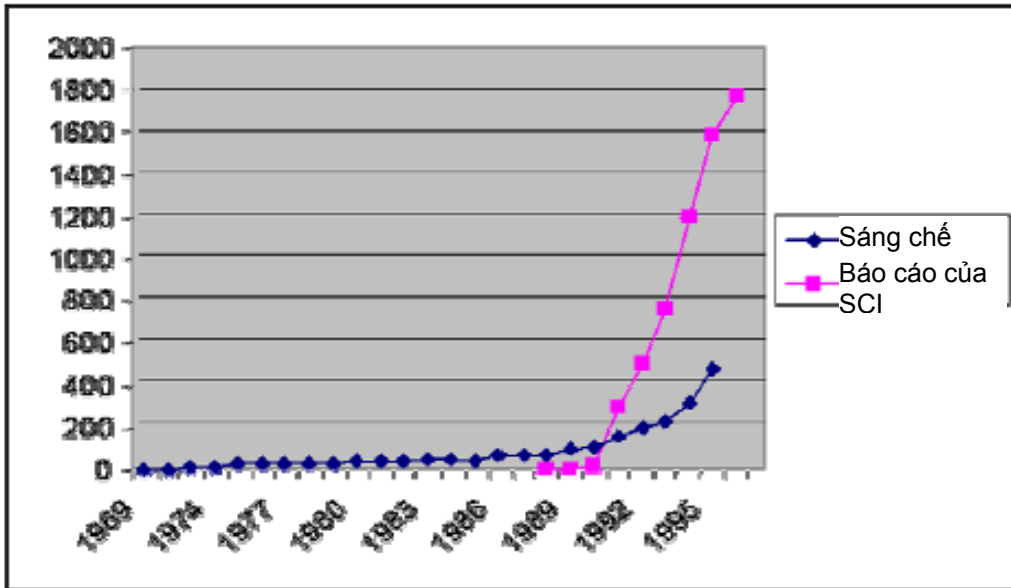
2. Sự đổi mới công nghệ nano: các hoạt động của quốc gia và các hãng công nghiệp

Phần này đưa ra một cái nhìn tổng quát về các hoạt động đổi mới chủ yếu trong nghiên cứu công nghệ nano ở các nước dẫn đầu (Mỹ, Nhật Bản, Đức và Vương quốc Anh) và các hãng công nghiệp. Phần 2 này là cơ sở cho việc phân tích ở phần 3 về những tác động của công nghệ nano đối với ngành xây dựng và các khu đã xây dựng.

2.1. Các sáng chế và tài liệu công bố

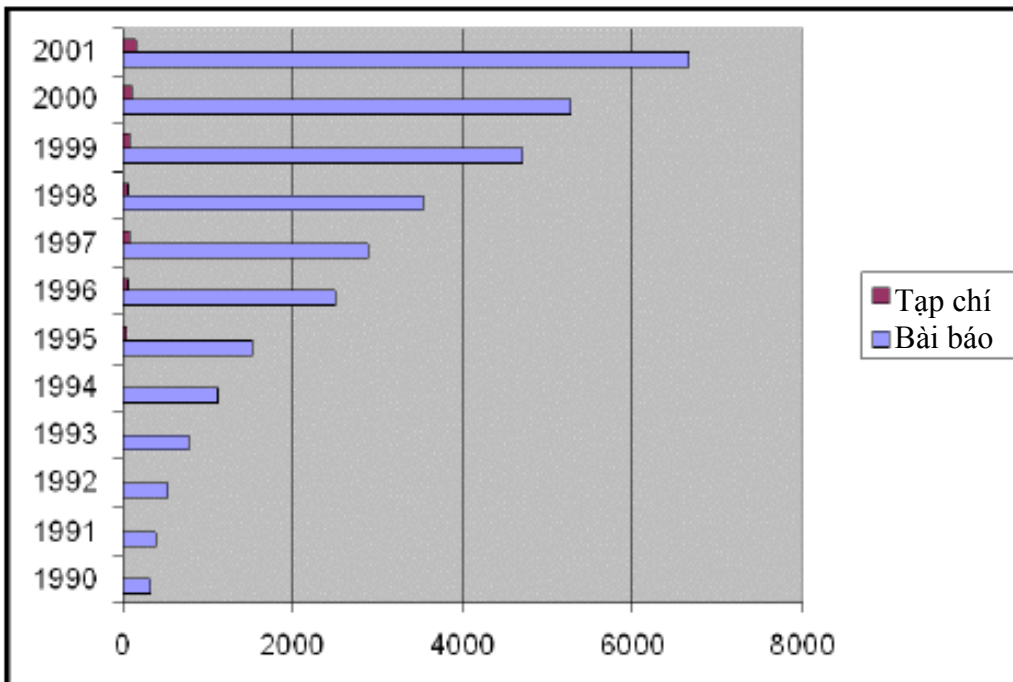
Các sáng chế và tài liệu đã công bố là dấu hiệu hữu ích chỉ ra tính chất và mức độ của tiến bộ công nghệ “ở đâu dòng” về công nghệ nano. Trong khi các sáng chế liên quan đến kích thước nano nhận được trong một thời gian dài, thì các công bố khoa học lại là một hiện tượng tương đối gần đây. Hình 1 đưa ra cái nhìn tổng quan về hoạt động công bố và sáng chế theo thời gian. Tài liệu về công nghệ nano được công bố đầu tiên vào cuối những năm 1980.

Hình 1: Các sáng chế nano nhận được từ Cục Sáng chế Mỹ và các công bố về nano trong Danh mục tuyên dương khoa học Mỹ (SCI)



Theo số liệu gần đây, vào những năm đầu của thập niên 90, hàng năm báo cáo về nano đã được công bố và con số này vẫn tiếp tục tăng nhanh chóng.

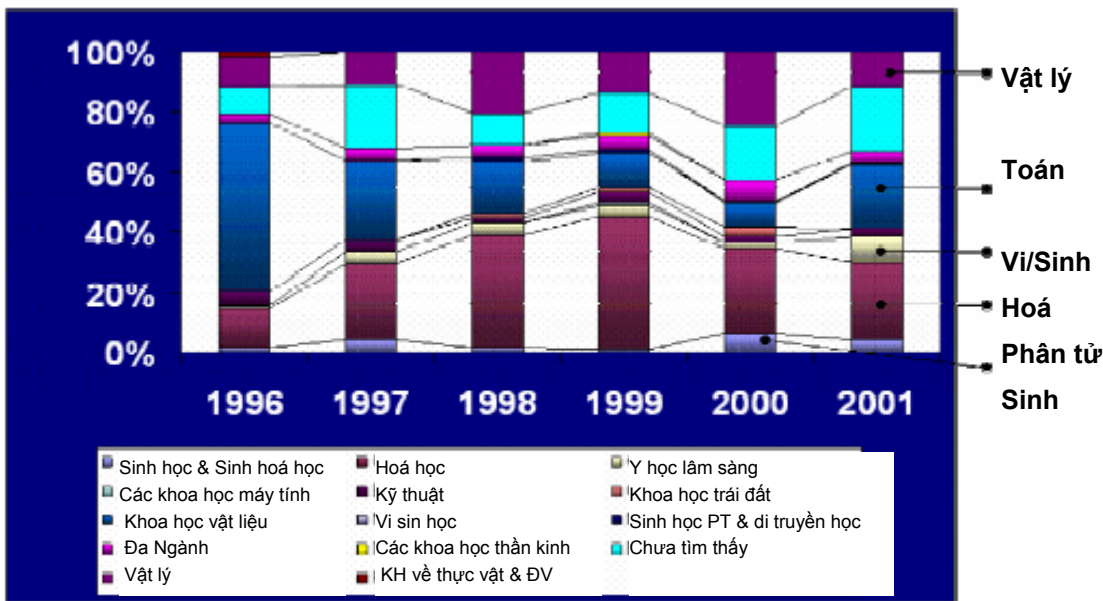
Hình 2: Các bài báo và tạp chí 1990 - 2001



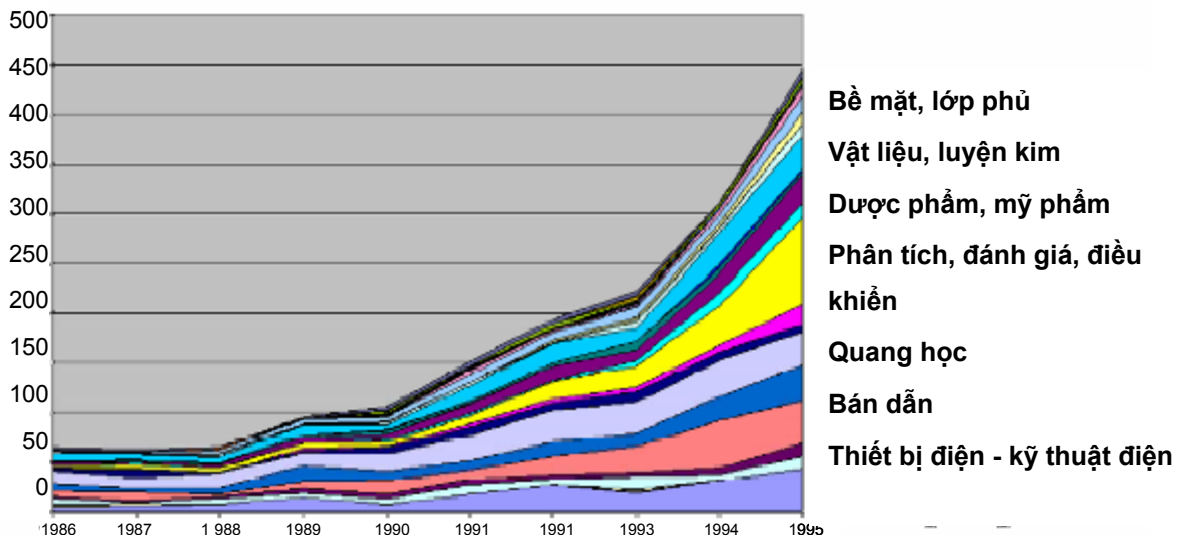
Số liệu về các sáng chế và công bố chỉ ra 2 đặc điểm chính của công nghệ nano.

- *Nghiên cứu đa ngành và có tính thất thường*: Hình 3 cho thấy nghiên cứu công nghệ nano bao trùm lên nhiều lĩnh vực, như sự phân bố của các báo cáo tổng kết về nano sắp xếp theo ngành cho thấy. Tính chất thất thường của nghiên cứu là do mức độ quan tâm đến công nghệ nano thay đổi theo thời gian. Ví dụ, năm 1996 các báo cáo khoa học vật liệu chiếm quá nửa số các báo cáo về nano công bố, đến năm 2000 các báo cáo loại đó chỉ chiếm một phần nhỏ.

Hình 3: Tổng kết các báo cáo theo ngành



Hình 4: Các sáng chế nano phân theo ngành của Mỹ



- *Đổi mới công nghệ trong nhiều ngành*: Hình 4 mô tả mức độ tác động toả rộng của công nghệ nano trong các ngành công nghiệp khác nhau như phủ bề mặt và kỹ thuật điện.

Phân tích số liệu về các sáng chế, ta thấy rằng công nghệ nano tuân theo mô hình mà các ngành của khí cụ khoa học đã trải qua. Các sáng chế về khí cụ chiếm phần lớn trong các sáng chế công nghệ nano (xem hình 4). Một số sáng chế đầu tiên là ở trong lĩnh vực khí cụ và dụng cụ nano dùng cho phân tích, đo lường và điều khiển. Sự phát triển nhanh của hoạt động sáng chế tương xứng với sự tăng lên của tốc độ công bố khoa học (mô tả ở hình 1). Điều này tuân theo mô hình đổi mới đã được Nathan Roseberg nhận biết đầu tiên (1982). Ông chỉ ra rằng các khí cụ khoa học đóng vai trò tương tác giữa khoa học và công nghệ: sự phát triển sớm của khí cụ diễn ra trước và tạo điều kiện thuận lợi cho sự thăm dò khoa học, thăm dò khoa học lại kích thích trở lại sự phát triển và ứng dụng công nghệ.

2.2. Các mô hình chuyên môn hoá: so sánh quốc tế

Số liệu các sáng chế có thể được dùng để xếp hạng các hoạt động nghiên cứu công nghệ nano của các nước công nghiệp dẫn đầu trên thế giới.

Xếp hạng các hoạt động công nghệ nano quốc tế

Năm 1998, Quỹ Khoa học Quốc gia Mỹ (NSF) và một số cơ quan khác của nước này đã cử ra một đội chuyên gia nhằm thực hiện một sự đánh giá tổng thể các hoạt động nghiên cứu công nghệ nano. Hình 5 biểu diễn sự so sánh giữa các khu vực chủ yếu Châu Âu, Nhật Bản, Mỹ) về 6 lĩnh vực lớn:

1. *Tổng hợp và lắp ráp*: Mỹ là nước dẫn đầu thế giới, theo sau là Châu Âu và Nhật Bản.

2. *Các phương pháp sinh học và ứng dụng*: Mỹ và Châu Âu cùng dẫn đầu, tiếp theo là Nhật Bản.

3. *Sự tán xạ và chất phủ bề mặt*: Mỹ và Châu Âu lại cùng chiếm vị trí dẫn đầu, theo sau là Nhật Bản.

4. *Vật liệu có diện tích bề mặt lớn*: Mỹ rõ ràng dẫn trước Châu Âu, tiếp theo là Nhật Bản.

5. *Thiết bị nano*: Nhật Bản vững bước đi đầu, theo sau là Châu Âu và Mỹ.

6. *Vật liệu được gia cố*: Nhật Bản chiếm vị trí dẫn đầu, Mỹ và Châu Âu theo sau.

Hình 5: So sánh các hoạt động trong khoa học và công nghệ cấu trúc nano giữa Châu Âu, Nhật Bản và Mỹ

Tổng hợp và lắp ráp	U.S.	Europe	Japan
Các phương pháp sinh học và ứng dụng	U.S./Eur	Japan	
Các tán xạ và lớp phủ	U.S./Eur	Japan	
Vật liệu có diện tích bề mặt cao	U.S.	Europe	Japan
Các thiết bị nano	Japan	Europe	U.S.
Các vật liệu được gia cố	Japan	U.S./Eur	
Mức	1	2	3

Cần lưu ý rằng những so sánh trên đây bao trùm một lĩnh vực hoạt động công nghệ rộng lớn, chúng chỉ là một bức ảnh chụp nhanh của tình hình hiện nay và được thừa nhận là chưa đầy đủ.

So sánh quốc tế về tính cạnh tranh công nghệ nano

So sánh quốc tế về các sáng chế trong công nghệ nano chỉ ra rằng các nước xây dựng sức mạnh công nghệ của mình bằng cách chuyên môn hoá những lĩnh vực cụ thể. Bảng 1 cho thấy trong các nước dẫn đầu thế giới tất cả sáng chế ở trong 3 lĩnh vực chính của công nghệ nano: điện tử, khí cụ và hoá chất/dược phẩm - đó là những lĩnh vực rõ ràng về chuyên môn hoá. Ví dụ:

- Mỹ có danh mục cân đối về sáng chế nano với 29% sáng chế nano là khí cụ, máy điện/điện tử chiếm 26%, hoá chất/dược phẩm 22%.

- Hoạt động sáng chế nano ở Đức có vẻ tập trung chủ yếu vào khí cụ (38%), tiếp theo là máy điện/điện tử (22%) và hoá chất/dược phẩm (20%).

- Ở Anh, khí cụ là ngành có ưu thế. Tuy nhiên, hoá chất/dược phẩm là lĩnh vực tương đối mạnh chiếm 29%, thiết bị điện/điện tử chiếm 21%. Trong lĩnh vực khí cụ, nhiều công ty có các sáng chế công nghệ nano đã tham gia vào chương trình công nghệ nano LINK.

Bảng 1. So sánh về sáng chế nano giữa một số nước

Nước \ Ngành	Mỹ	Nhật	Đức	Pháp	Anh
Khí cụ	29%	27%	38%	10%	33%
Điện tử/máy điện	26%	44%	22%	18%	21%
Hoá chất/dược phẩm	22%	9%	20%	53%	29%
Cộng thị phần ở 3 lĩnh vực trên	77%	80%	80%	81%	83%
Tổng số sáng chế	1848	242	88	72	42

Số lượng sáng chế cao hơn nhiều của Mỹ không phản ánh sức mạnh của nước này về công nghệ nano, mà đây là kết quả sử dụng các số liệu sáng chế của Mỹ. Số liệu này chỉ được sử dụng để so sánh hoạt động sáng chế giữa các quốc gia.

Ở Mỹ, các hãng điện tử và hoá chất/ dược phẩm tỏ ra là tổ chức công nghiệp năng động nhất. IBM là hãng nắm giữ nhiều sáng chế công nghệ nano nhất nước (chiếm 71%). Các hãng Eastman Kodak, Nano Systems, Dow, AT & T, 3M, Xerox và PPG Industries cũng nắm giữ nhiều sáng chế nano. Trong khi các hãng điện tử và hoá chất/dược phẩm thống lĩnh hoạt động sáng chế thì các hãng mới thành lập tham gia rất khiêm tốn vào hoạt động này. Không có hãng mới khởi sự nào được lọt vào danh sách 15 hãng được cấp bằng sáng chế nano.

Trong một nghiên cứu riêng lẻ công bố năm 2001, Viện Nghiên cứu Mitsubishi đã đánh giá vị thế quốc tế của Nhật Bản bằng cách xem xét các báo cáo và sáng chế đã công bố. Viện này kết luận là Nhật lúc ấy đã vượt trước Mỹ về một số lĩnh vực nghiên cứu ứng dụng như là thiết bị quang học, chất xúc tác quang, xúc tác khí thải và ống nano cacbon. Tuy nhiên, Mỹ lại là nước dẫn đầu về kỹ thuật sinh học và vi hệ thống cơ điện. Nhìn chung Mỹ vượt trước Nhật bản về các lĩnh vực

nghiên cứu cơ bản. Về mặt này, chương trình công nghệ nano quốc gia (National Nano Technology Initiative) đang đe dọa làm xói mòn vị trí dẫn đầu của Nhật về ngành điện tử. Trong khi không có một so sánh rõ ràng nào giữa Nhật và Châu Âu, nghiên cứu này nhận thấy rằng số lượng các báo cáo và sáng chế được công bố của Châu Âu đã thấp hơn đáng kể so với Mỹ và Nhật.

Đức là nước đứng thứ 3 thế giới về sáng chế nano, sau Mỹ và Nhật. Nếu đánh giá bằng số lượng sáng chế, Siemens là công ty dẫn đầu nước Đức về hoạt động nghiên cứu nano, tiếp theo là 3 nhà sản xuất hoá chất (xếp thứ 2,3,4), và một viện nghiên cứu của nhà nước chuyên về công nghệ hoá chất nano. Việc tập trung nhiều vào khí cụ là do sức mạnh của các nhà chế tạo và cung cấp Đức về khí cụ. Siemens và các hãng hoá chất/dược nắm giữ nhiều bằng sáng chế khí cụ nano.

Số lượng tương đối ít ỏi các sáng chế về hoá học là điều đáng ngạc nhiên khi biết tiếng tăm trên thế giới của các hãng hoá chất Đức và sức mạnh tương đối lớn của họ trong hoạt động sáng chế nano của nước này. Nhiều công ty như BASF, tỏ ra năng động trong một số lĩnh vực công nghệ nano chẳng liên quan gì đến hoá học, lĩnh vực nghiên cứu cốt lõi của họ. Ví dụ BASF nắm giữ một số bằng sáng chế về khí cụ và kỹ thuật điện. Thực vậy BASF là một hãng đi tiên phong về ứng dụng kính hiển vi soi quét đường hầm để kiểm tra chất lượng. Hoạt động sáng chế của Bayer tập trung vào “thuốc nhuộm, xăng dầu, dầu động thực vật”, “điều chế và pha trộn” cũng như các hợp chất phân tử lớn. Degussa - Huls - công ty hoá chất đứng thứ 3 về sáng chế nano - nắm giữ một bằng sáng chế trong mỗi lĩnh vực sau: “thuốc nhuộm, xăng dầu, dầu động thực vật”, “khí cụ I”, “hoá hữu cơ” và “điều chế và pha trộn”.

Ở Anh, sáng chế nano tập trung vào 2 lĩnh vực chính: khí cụ và dược phẩm tiếp theo thứ 3 là điện tử. Không giống như các nước khác - ví dụ Đức, nơi mà các công ty lớn nắm nhiều bằng sáng chế trong lĩnh vực khí cụ nano - tình hình ở nước Anh hoàn toàn khác, ở đây nhiều hãng ví dụ như trong lĩnh vực khí cụ, chỉ có được một bằng sáng chế.

2.3. Nghiên cứu công nghệ nano ở các nước dẫn đầu về phát triển công nghệ nano

Phần này nói về những hoạt động chính trong nghiên cứu công nghệ nano đang diễn ra ở các nước dẫn đầu.

Công nghệ nano ở Mỹ

Hiện nay Mỹ là nước dẫn đầu thế giới trên hầu hết các lĩnh vực nghiên cứu công nghệ nano. Vào tháng 1/2000, tổng thống B.Clinton đã đề nghị tăng thêm 227 triệu USD đầu tư của chính phủ Liên bang vào nghiên cứu và triển khai công nghệ nano, gần gấp đôi đầu tư của nước này. Kế hoạch này bao gồm cả phần mở rộng

cho những chương trình nano của NASA, Viện y tế quốc gia và Viện tiêu chuẩn và công nghệ quốc gia (NIST)

Mỗi nước có một quan điểm khác nhau về quá trình thương mại hoá công nghệ nano. Nước Mỹ công nhận công nghệ nano là công nghệ đang nổi lên và sẽ có vai trò chủ chốt trong thế kỷ 21. Công nghệ nano có tầm quan trọng có thể so sánh với những đổi mới công nghệ lớn khác như công nghệ thông tin và công nghệ sinh học. Tuy nhiên, nhiều tài liệu chính thức chỉ ra rằng công nghệ nano vẫn còn đang trong giai đoạn khởi đầu của quá trình thương mại hoá, có thể so với trình độ phát triển của công nghệ thông tin/máy tính vào những năm 1950.

Các tài liệu đã công bố khác của chính phủ Hoa Kỳ cũng có chung quan điểm như vậy về công nghệ nano. Ví dụ Chương trình công nghệ nano quốc gia (NNI) đã nhấn mạnh sự cần có nguồn đầu tư Liên bang dài hạn và chỉ ra rằng phải mất 15 năm nữa những khám phá cơ bản mới có thể xuất hiện trên thị trường. Do công nghệ nano hiện nay được coi là đang ở trong giai đoạn đầu của thăm dò khoa học, các quỹ nghiên cứu đã chi tiền cho việc thành lập các trung tâm nghiên cứu ưu tú chứ không cho sự hợp tác giữa các hãng công nghiệp và các trường đại học.

Việc cấp kinh phí nhà nước cho nghiên cứu và triển khai như ở Mỹ đã cho thấy tính chất mới nổi và không đồng nhất của công nghệ nano. Ít nhất có 12 cơ quan chính phủ hoạt động liên quan tới công nghệ nano. Phần lớn kinh phí của các cơ quan này khoảng 115 triệu USD trong năm 1997 - 1998 cấp cho nghiên cứu trong giai đoạn “trước cạnh tranh”. Xấp xỉ 1/4 tổng số tiền đó (khoảng 29 triệu) được dùng vào nghiên cứu ứng dụng trong các dự án phát triển.

Trong số nhiều cơ quan cấp kinh phí, quỹ khoa học quốc gia (NSF) là cơ quan ủng hộ khoa học nano mạnh nhất. NSF đóng góp nhiều nhất vào các nghiên cứu liên quan với công nghệ nano, với một số ban giám đốc NSF hỗ trợ các lĩnh vực nghiên cứu nano khác nhau. Thông qua các chương trình nghiên cứu cơ bản chuyên ngành của mình, các ban giám đốc NSF giúp đỡ hàng loạt các dự án nano của các cá nhân và các nhóm nghiên cứu nhỏ trên các lĩnh vực: vật liệu, hoá học, vật lý, kỹ thuật điện và hoá chất, sinh học và kỹ thuật sinh học, khoa học và chế tạo máy tính.

Ở Mỹ, kinh phí của chính phủ theo thông lệ được cấp cho các nghiên cứu cơ bản hay nghiên cứu ứng dụng và kết cấu hạ tầng nghiên cứu. Trong khi nhiều nghiên cứu về công nghệ nano thường diễn ra trong ranh giới chuyên ngành, có một số chương trình liên ngành cũng diễn ra từ những ngày đầu của nghiên cứu nano. Các dự án về kết cấu hạ tầng là nền tảng hỗ trợ cho các nghiên cứu nano của nhiều ngành và lĩnh vực. Ví dụ, mạng lưới người sử dụng sản phẩm nano quốc gia (National Nanofabrication Users Network - NNUN) ra đời năm 1995 là một trong những hoạt động đầu tiên được NSF cấp kinh phí nhằm cung cấp cho các nhà nghiên cứu khoa học và các ngành cơ hội tiếp cận kỹ thuật theo giải pháp nano đắt tiền. Trong khi 5 trung tâm nghiên cứu NNUN cung cấp kết cấu hạ tầng nghiên cứu,

họ lại có sự trao quyền chính thức nào nhằm tạo điều kiện dễ dàng cho mạng lưới nghiên cứu vượt ranh giới và sự hợp tác giữa trường đại học và hãng công nghiệp. Tuy nhiên, giám đốc các trung tâm NNUN đã lưu ý rằng họ cũng đã có một số kinh nghiệm tích cực về nghiên cứu vượt ranh giới trong lĩnh vực này.

Tóm lại, tiếp tục tập trung vào nghiên cứu cơ bản có lẽ sẽ được duy trì ở Mỹ trong tương lai gần. Kế hoạch ngân sách cho năm 2000 - 2001 cho thấy công nghệ nano vẫn được coi là lĩnh vực còn ở xa giai đoạn thương mại hoá (bảng 2).

Chương trình công nghệ nano quốc gia (NNI) đã có những kế hoạch nhằm tăng tiền quỹ để có thể cấp cho toàn bộ danh mục đề tài nghiên cứu công nghệ nano, nhưng vẫn tập trung vào nghiên cứu công nghệ cơ bản và cái gọi là “Những thách thức lớn” của việc thúc đẩy nghiên cứu liên ngành.

Bảng 2 : Kế hoạch chi của Chương trình công nghệ nano quốc gia (NNI) (triệu USD)

Danh mục nghiên cứu	Nghiên cứu cơ bản	Những thách thức lớn	Các trung tâm và mạng lưới ưu tú	Kết cấu hạ tầng nghiên cứu	Ràng buộc đạo đức, pháp luật và xã hội & công sở	Tổng
Năm tài khoá 2000	87 \$	71\$	47\$	50\$	15\$	270\$
Năm tài khoá 2001	177\$	133\$	77\$	80\$	28\$	495\$

Công nghệ nano ở Nhật

Ngược lại với Mỹ, công nghệ nano ở Nhật đã gần trở thành sản phẩm thương mại trong nhiều ngành và nhiều lĩnh vực ứng dụng. Điều này được phản ánh thông qua sự chú trọng vào việc phát triển và thương mại hoá các ứng dụng công nghiệp hơn là nghiên cứu cơ bản.

Trong kế hoạch cơ sở về khoa học và công nghệ lần 2 năm 2001, chính phủ Nhật Bản dành ưu tiên lớn đối với đầu tư nhà nước và tư nhân cho công nghệ nano. Trong một kế hoạch 5 năm, công nghệ nano được lựa chọn là một trong 4 ngành khoa học ưu tiên. Mặc dù chịu áp lực lớn về chi tiêu công cộng, chính phủ Nhật vẫn cam kết thực hiện sự ưu tiên này bằng cách tăng ngân sách hàng năm cho nghiên cứu nano từ 51.8 tỷ Yên (315 triệu Bảng Anh) năm 2001 lên tới 60.6 tỷ Yên năm 2002.

Phản ánh sức mạnh của Nhật trong một số ngành, khoảng 40 tỷ Yên chiếm 2/3 tổng số sẽ được đầu tư vào ngành vật liệu nano và các ứng dụng điện tử/công

nghe thông tin. Các ứng dụng sinh hoá cũng nhận được gần 5 tỷ Yên. Việc có thêm kinh phí đã dẫn tới sự thành lập của các trung tâm nghiên cứu mới trong các viện và trường đại học của nhà nước. Ví dụ như viện nghiên cứu công nghệ nano ra đời là một phần của sự cải tổ của cơ quan khoa học và công nghệ công nghiệp, Viện khoa học vật liệu quốc gia (NIMS) đã có một phòng thí nghiệm vật liệu nano mới.

Các trường đại học có trung tâm công nghệ nano gồm :

Trường đại học	Trung tâm nghiên cứu	Hoạt động chính
Đại học Tokyo	Trung tâm vật liệu nano	Xây dựng cơ sở dữ liệu về các tính chất của vật liệu
Đại học Osaka	Trung tâm công nghệ nano	Nghiên cứu ứng dụng đa ngành
Viện công nghệ Tokyo	Trung tâm điện tử lượng tử nano	Các vật liệu và thiết bị lượng tử siêu tốc cho công nghệ thông tin và viễn thông
Đại học Tohoku (hợp tác với 9 công ty)	Viện nghiên cứu xã hội thông tin tương lai	Công nghệ chất bán dẫn
Đại học Waseda	Trung tâm nghiên cứu công nghệ nano	Thiết bị điện tử và sinh học
Đại học Kyoto (hợp tác với 4 công ty)		Vật liệu và thiết bị nano
Đại học Hokaido	Viện nghiên cứu khoa học điện tử	Thiết bị điện tử và Silicon
Đại học Hiroshima	Trung tâm nghiên cứu thiết bị và các hệ thống nano	Công nghệ then chốt cho thiết bị điện tử
Viện công nghệ Nagoya	Trung tâm nghiên cứu thiết bị có cấu trúc micro	Kết cấu vật liệu và công nghệ thiết bị vi mô

Công nghệ nano và những ứng dụng tiềm tàng trong xây dựng

TRUNG TÂM TIN HỌC - BỘ XÂY DỰNG

Công nghệ nano hiện nay đang được sử dụng làm phương tiện thúc đẩy mối liên kết giữa trường đại học và hãng công nghiệp ở Nhật Bản, họ vốn rất ít quan hệ với nhau. Bộ khoa học công nghệ và giáo dục (MEXT) sẽ đầu tư 21 triệu bảng Anh trong 5 năm cho “ dự án hỗ trợ công nghệ nano” ở Viện khoa học vật liệu quốc gia nhằm khuyến khích các nhóm nghiên cứu thuộc nhiều lĩnh vực sử dụng các trang thiết bị công nghệ nano chất lượng quốc tế của một số trường đại học. Chương trình này cũng sẽ tạo ra một cơ sở dữ liệu thông tin và hoạt động như là một mạng lưới nghiên cứu của các hãng công nghiệp và các trường đại học.

Một dự án “Phòng thí nghiệm ảo” sẽ cấp kinh phí cho các nghiên cứu thuộc 10 lĩnh vực, tập hợp các nghiên cứu của nhiều trung tâm. Một nhóm lớn đại học được thành lập ở vùng Kansai gồm ba trường đại học vùng (Kioto, Osaka và Kobe), các hiệp hội mậu dịch, các phòng thương mại và 103 công ty (gồm các hãng lớn như là Matsushita, Nec, Sumitomo, Chemical).

Khu vực tư nhân cũng đang đầu tư mạnh cho nghiên cứu nano. Các công ty có trung tâm nghiên cứu là:

Tập đoàn Fujitsu (đã đồng ý phát triển chip sinh học hợp tác với các viện nghiên cứu của Đức)	Phòng thí nghiệm bắt đầu hoạt động vào tháng 12/2000	Vật liệu nano, thiết bị nano (hiệu ứng lượng tử) và công nghệ sinh học nano (bộ cảm biến và thiết bị ‘cả phòng thí nghiệm trên một chip’ (‘lab-on-a-chip’ devices)
Toray Industries (các hãng công nghiệp Toray)	Trung tâm nghiên cứu trị giá 30 triệu bảng Anh mở cửa vào 2003	Dược phẩm
Ashahi Glass		Cảm biến sinh học, mạch điện sinh học sử dụng phương pháp điều khiển cấu trúc thủy tinh ở kích thước nano
Mishubishi Chemical	Trung tâm khai trương vào năm 2001	Vật liệu mới
Công ty TNHH Hitachi, Hitachi Chemical C và 8 công ty khác	Phòng thí nghiệm hợp tác mở cửa vào năm 2002	5 sản phẩm công nghệ nano

Nhiều công ty khác - một số được nhắc đến trên đây với tư cách là đơn vị hợp tác với các trường đại học cũng đã đề ra các chương trình nghiên cứu công nghệ nano. Họ là những công ty thuộc ngành vật liệu và hoá chất, các hãng điện tử và quang học lớn (Canon, Toshiba, Nikon...). Ví dụ, công ty Showa Denko hợp tác với NIMS - đã phát triển qui trình sản xuất hàng loạt ống nano cacbon, một nhánh của công nghệ nano có nguồn gốc từ nước Anh nhưng được phát triển ở Nhật Bản. Các ứng dụng ngắn hạn gồm thiết bị hiển thị phát xạ trường (Field Emission Displays) và thiết bị tích trữ hydro.

Nhiều công ty đang triển khai ứng dụng thương mại trong tương lai gần. Hitachi cố gắng đưa ra thị trường 5 loại sản phẩm công nghệ nano trong vòng 2 năm. Mitsui đang cạnh tranh với Showa Denko, sẽ bắt đầu sản xuất hàng loạt ống cacbon từ cuối năm 2002. Mitsubishi hợp tác với công ty Research Corporation Technologies của Mỹ thành lập công ty liên doanh "Fullerene International Corporation" sản xuất buckmasterfullerence. Hitachi Ltd, Hitachi Chemical C và 8 hãng khác đã liên kết thành lập một phòng thí nghiệm chung để phát triển 5 loại sản phẩm nano trong 2 năm.

Công nghệ nano ở Đức

Ngược lại với Mỹ, Chính phủ nhấn mạnh các hoạt động nghiên cứu trước thương mại "ở đầu dòng", Đức lại đi theo con đường giống như Nhật Bản. Chính phủ Đức tăng cường các nỗ lực thúc đẩy các ứng dụng công nghệ nano trong công nghiệp "ở cuối dòng". Một minh chứng về định hướng thương mại của Đức là cho ra đời năm 1999 các trung tâm có thẩm quyền trong chương trình công nghệ nano của mình với mục đích hỗ trợ nghiên cứu và thúc đẩy ứng dụng công nghệ nano trong công nghiệp, nhấn mạnh chuyển giao công nghệ, các quan hệ công khai, giáo dục và đào tạo. Nhiệm vụ của các trung tâm này là phối hợp các hoạt động nghiên cứu và triển khai các dự án cũng như tư vấn cho người sử dụng. Các trung tâm này được tổ chức thành các chủ đề công nghệ riêng biệt nhằm thúc đẩy sự hợp tác vượt ranh giới.

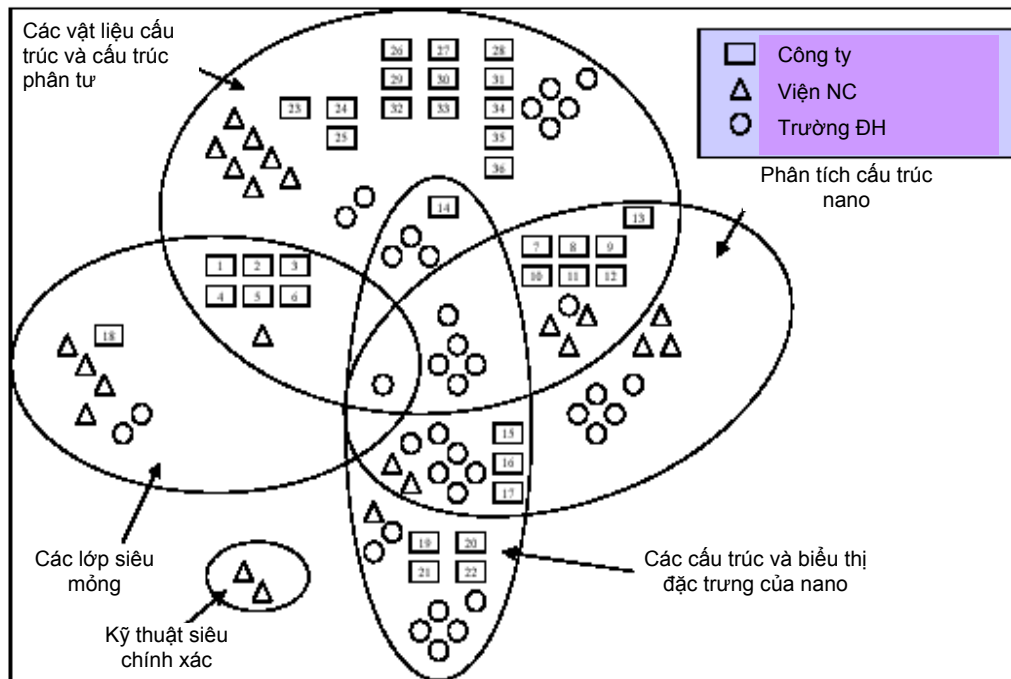
Bộ Nghiên cứu và Giáo dục Đức (gọi tắt là BMBF), là tổ chức cấp kinh phí lớn nhất đất nước, đã bắt đầu tài trợ cho nghiên cứu nano từ cuối những năm 1980. BMBF hỗ trợ nghiên cứu trong các lĩnh vực liên quan đến vật lý, hoá học, vi điện tử, công nghệ thông tin và một số nghiên cứu về sinh học và kỹ thuật di truyền. Phần lớn các nghiên cứu được cấp vốn trong khuôn khổ của Kế hoạch "phát triển công nghệ hướng sản phẩm". BMBF cấp vốn cho 5 lĩnh vực nghiên cứu chính. Bảng 3 tổng kết hoạt động cấp vốn của BMBF cho nghiên cứu công nghệ nano và các lĩnh vực liên quan.

Bảng 3: Kinh phí của Liên bang cấp cho các nghiên cứu công nghệ nano

Lĩnh vực	Vật liệu mới	Vật lý/hóa chất	Nghiên cứu Laze	Kinh phí cấp (mác)
Màng mỏng	Hệ thống lớp siêu cứng (0,6tr)	Hệ thống màng mỏng có từ tính (4,6 tr)	Laze diod lượng tử (6,8tr)	12 tr
Cấu trúc biên (lateral structures)	Biểu thị đặc trưng của SXM nano (6,2 tr)	Hiệu ứng đường hầm đơn electron (single electron tunnelling) (7,1 tr) Cấu trúc nano từ tính (0,7tr)		14 tr
Siêu chính xác (Ultra precision)		Passe-generation/đo lường (2,3 tr)		2,3 tr
Vật liệu nano	Nam châm nano (2.0 tr) Composite nano (3,3 tr) Hệ thống dẫn sóng (9,5 tr) Thuốc nhuộm tổng hợp (3,6tr)	Fulleren (1,9 tr) Dendrimer (1,1tr) Các cấu trúc siêu phân tử (supra molecular structures) (9,6 tr) Chất keo (0,9 tr)		34,2 tr
Phân tích và định vị	Phân tích Polyme (0,6tr) Thuật soi hiển vi trở kháng nhóm (5,1 tr) SXM-khoa học ma sát. SXM - định vị micro (1,1tr)	Hệ thống đầu dò quét (2,4tr) Thiết bị đo quang học electron (1,4tr) Phương pháp quang học cận trường (near-fiel-optical methods) (5,2tr) Đầu dò cận trường(near - fiel probes) (3,3tr) Phân tích polyme (0,5tr)	Kỹ thuật đo Laze	23,2 tr
Tổng số tiền	35,4tr	42,3tr	9tr	85,7tr

Bản đồ hệ thống công nghệ nano Đức ở hình 6 mô tả các đơn vị nhận được kinh phí từ BMBF và sắp xếp thành các nhóm công nghệ riêng biệt. Trừ ngành kỹ thuật siêu chính xác, các ngành khác có sự chồng lên nhau đáng kể, ví dụ giữa lĩnh vực lớp siêu mỏng và lĩnh vực vật liệu cấu trúc nano và cấu trúc phân tử. Nhiều công ty tham gia dự án liên quan tới kỹ thuật lớp siêu mỏng gồm Daimler, BMW, Bosch, Siemens (bây giờ là Infineon), cũng tham gia vào các dự án liên quan tới vật liệu cấu trúc nano và cấu trúc phân tử nano.

Hình 6: Các mạng lưới nano của Đức và những chỗ chúng chồng lên nhau



#	Hãng	#	Hãng	#	Hãng	#	Hãng
1	Daimler	10	FRT	19	Leica Jena	28	Degussa
2	BMW	11	SIS	20	Jenoptik	29	Hoechst
3	Bosch	12	Focus	21	Raith	30	Schering
4	Flachgas	13	Atotech	22	AMO	31	Panacol
5	BGT	14	Siemens (Erlangen)	23	BASF	32	Vacuumschmelze
6	Siemens (MUC)	15	Nanosensors	24	Bayer	33	Rupp + Hubrach
7	Beiersdorf	16	OMICRON	25	HC Starck	34	ITOS
8	Carl Zeiss	17	Jena GmbH	26	Cremer	35	Heraeus
9	IBM Mainz	18	Siemens (Rgnsbg)	27	Boehringer	36	Cerasiv

Vật liệu cấu trúc nano là lĩnh vực thu hút nhiều nhất sự quan tâm của các hãng công nghiệp ở Đức. Tổng số có 28 công ty đã tham gia vào lĩnh vực này, trong đó 14 công ty gồm cả BASF, Bayer (gồm các chi nhánh như H.C Starck), DEGUSSA, Boehringer, Hoechst và Heraeus đã nghiên cứu rất sâu về lĩnh vực này. Nhiều công ty đang tích cực tham gia vào lĩnh vực chông nhau giữa vật liệu nano và phân tích cấu trúc nano. Ví dụ các công ty như Beiersdorf, Zeiss và IBM đều đã tham gia các dự án về cả vật liệu nano lẫn phân tích cấu trúc nano.

Biểu thị đặc trưng nano chông nhau với tất cả các lĩnh vực khác, ngoại trừ ngành kỹ thuật siêu chính xác. Các công ty Leica Jena, Jenoptik và Raith chỉ tích cực tham gia một lĩnh vực là biểu thị đặc trưng nano. Siemen tham gia các hoạt động liên kết lĩnh vực này với lĩnh vực vật liệu nano và cấu trúc nano. OMICRON và Nanosensors có các hoạt động nổi biểu thị đặc trưng nano với phân tích cấu trúc nano.

Hình 6 cũng minh hoạ vai trò hoà hợp của các viện nghiên cứu công nghệ nano. Các viện và các trung tâm nghiên cứu nhà nước đã cộng tác nghiên cứu giữa phân tích công nghệ nano, biểu thị đặc trưng công nghệ nano, vật liệu và/hoặc màng nano. Các cơ quan này có 2 chức năng: thứ nhất, họ là những người sử dụng tiên tiến về kỹ cụ giải pháp. Các nhà sản xuất dụng cụ nano cộng tác chặt chẽ với các cơ quan này để cho sản phẩm của mình được ứng dụng vào nhiều lĩnh vực. Thứ 2, qua việc ứng dụng và cải tiến các dụng cụ phân tích nano và phương pháp biểu thị đặc trưng nano, các viện nghiên cứu này sẽ đưa công nghệ nano xuôi theo dòng đi xa hơn đến những lĩnh vực ứng dụng cụ thể hơn.

Công nghệ nano ở Anh

Vương quốc Anh là một trong những nước đầu tiên chấp nhận thuật ngữ “công nghệ nano”. Vào cuối những năm 1980, Chính phủ Anh đã tiến hành một chương trình hỗ trợ sự cộng tác giữa các hãng công nghiệp và các trường đại học về công nghệ nano, đồng thời tăng cường nỗ lực tạo ra các ứng dụng thương mại “ở cuối dòng”. Công nghệ nano được định nghĩa một cách tổng quát là “một công nghệ xuyên ngành làm cho công nghệ chế tạo đạt tới kích thước hoặc dung sai trong phạm vi từ 0.1 tới 100 nanomet”. Năm 1988 Chính phủ Anh đã đưa ra “Chương trình công nghệ nano LINK” (LNP), và đây đã là một trong những chương trình đầu tiên của lĩnh vực đang nổi lên này. Chương trình này là cơ sở thúc đẩy sự hợp tác nghiên cứu giữa ngành công nghiệp và các học viện.

Dự án LNP đầu tiên bắt đầu tháng 1 năm 1989 và phần lớn các dự án tiếp theo được thực hiện trong khoảng thời gian từ tháng 6/1994 đến năm 1996. Dự án cuối cùng hoàn thành năm 1998. Có 86 đơn vị tham gia vào 27 dự án, gồm 52 công ty tư nhân (trong đó có 16 doanh nghiệp vừa và nhỏ) và 34 trường đại học và các viện nghiên cứu của chính phủ. Một số đơn vị này cũng nhận được sự hỗ trợ từ một chương trình nghiên cứu học thuật về công nghệ nano. Chương trình LNP là chương

trình thiên về các ứng dụng có qui định rằng 50% kinh phí phải được công nghiệp cung cấp. Do đó, trọng điểm của hoạt động công nghệ nano Anh quốc đặt vào các lĩnh vực khí cụ và kỹ thuật chính xác - một trong những lĩnh vực chuyên môn hoá của nước Anh đã được đề cập đến ở phần phân tích các sáng chế ở trên.

LNP là chương trình gắn chặt với chương trình quốc gia về công nghệ nano (National Initiative on Nanotechnology - NION). Ngoài việc khuyến khích nâng cao nhận thức về công nghệ nano và các dự án cộng tác, NION còn có mục đích là cổ vũ một cộng đồng nano Vương quốc Anh. Nhận được sự hỗ trợ của DTI, Viện Công nghệ nano Scotlen cũng có nhiệm vụ xây dựng những mạng lưới công nghệ nano. Tuy nhiên, điều đã được thừa nhận là Vương quốc Anh còn có nhiều việc phải làm để trợ giúp sự phối hợp và mạng lưới về công nghệ nano.

Công nghệ nano ở liên minh châu Âu

Công nghệ nano ở châu Âu được các chương trình quốc gia cấp kinh phí (Malsch 1997) :

- Phần Lan: Chương trình nghiên cứu công nghệ nano, Viện hàn lâm Phần lan và Trung tâm công nghệ (1997 - 1999)

- Pháp: Chương trình nghiên cứu Ultimatech, Trung tâm nghiên cứu khoa học quốc gia (CNRF) được tiến hành kéo dài.

- Đức: Chương trình nghiên cứu - lĩnh vực điện tử phân tử, DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) đang tiến hành kéo dài.

- Hà Lan: Các cơ sở ở Delft, Amsterdam, Twente đang tiến hành kéo dài.

- Tây Ban Nha: Trung tâm vi điện tử quốc gia Madrid đang tiến hành kéo dài.

- Thụy Điển: Tập đoàn cấu trúc nano/Đại học Lund và các cơ quan cấp kinh phí nghiên cứu (1999 - 2000)

- Vương quốc Anh: Không có chương trình riêng lẻ nào, các công trình nhận kinh phí của các đề mục khác (POST 1996)

Các nghiên cứu công nghệ nano do Uỷ ban châu Âu tài trợ bao gồm :

- Chương trình khung thứ 4 (RTD)
- Y sinh học và sức khoẻ (BIOMED)
- Công nghệ sinh học (BIOTECH)
- Công nghệ công nghiệp và vật liệu (BRITE/ EURAM)
- Công nghệ thông tin (EPRIIT)
- Các tiêu chuẩn, đo lường và thử nghiệm (SMT)
- Đào tạo và huy động các nhà nghiên cứu (TMR)

2.4. Hoạt động của các hãng công nghiệp trong lĩnh vực công nghệ nano

Phần này bàn về mức độ đã được thương mại hoá của công nghệ nano. Có ý kiến cho rằng ngoài khí cụ nano và một số lĩnh vực công nghệ vật liệu, vẫn còn khó tìm thấy các ứng dụng thương mại của công nghệ nano được thực hiện. Phần lớn các hoạt động công nghiệp của công nghệ nano đều liên quan đến nghiên cứu và triển khai (R & D). Bảng 4 dẫn ra những nghiên cứu cụ thể cấp hãng của các hãng ở 5 nước và đưa ra cái nhìn tổng quan về các công ty khác nhau và mối quan hệ của họ với nghiên cứu công nghệ nano. Bảng này so sánh lĩnh vực công nghiệp chủ yếu của một công ty với lĩnh vực công nghệ nano và khoa học nano mà công ty đó nghiên cứu.

Bảng 4 : Một số công ty và mối quan hệ với công nghệ nano⁽¹⁾

Lĩnh vực	Quan hệ với công nghệ nano	Mã số
Xe hơi	- Vật liệu nano - Công nghệ vi hệ thống	DE - 07
	- Tranzito hai dị cực - Điện tử nano - Vật liệu xe hơi (xe hơi)	DE - 08
Hoá chất	- Chất dẻo - Hợp chất hữu cơ chứa kim loại (metallocenes) - Chất xúc tác cho các qui trình lớn. - Các loại bề mặt và lớp, hỗn hợp polime, tán xạ - Một trong những công ty đầu tiên sử dụng kỹ thuật đầu dò để kiểm tra chất lượng	DE - 05
	- Polime, hạt nano	DE - 06
	- Kim loại quý - Nguồn sản xuất chủ yếu Silica kích thước nano ⁽²⁾	DE - 09
	- Chất xúc tác	FI - 05
	- Thuốc nhuộm	
	- Vật liệu cấu trúc nano	FI - 03a
	- Các composit nano dùng trong ngành ô tô	US - 11

Điện tử	- Điện tử nano, các cấu trúc phức tạp (heterostructures)	DE - 10
	- Phương pháp mọc ghép (epitaxy) để tạo các lớp nano ⁽³⁾ - Bộ phận quang điện tử là lớp quang học nm trên chip silic ⁽⁴⁾	DE - 11
Dụng cụ	- Thiết bị kết tủa hoá chất oxyt kim loại bay hơi	DE - 01
	- Sản xuất khí cụ in đá (lithography) để biểu thị đặc điểm các cấu trúc sơn phủ trên chất bán dẫn hay trên nền thủy tinh mạ crôm(hoá trang mặt) ⁽⁵⁾	DE - 02
	- SPM dựa trên hệ thống in chùm tia điện tử vì mục đích nghiên cứu và triển khai (R & D) và kiểm soát lỗi trong sản xuất	-DE - 03
	- Tạo thêm lớp nguyên tử	FI - 01
	- Đầu dò nano dùng để chẩn đoán và các mục đích khác	US - 04
Vật liệu	- Sản xuất vật liệu nano với qui mô thương mại, đặc biệt là các ôxyt một thành phần của titan, nhôm, kẽm và sắt	US - 02
Dược phẩm	- Hệ thống chuyển phát dược phẩm	SE - 02
	- Công nghệ sinh học tự động hoá, khoa học về người máy - Các chất lỏng nano và chất lỏng micro - Độ nhạy phát hiện (Detection sensitivity) - Có thể ứng dụng công nghệ sản xuất nano tiềm tàng	US - 07
Viễn thông	- Các cấu trúc phức tạp của silic - Thiết bị quang học chủ động (dây cáp, sợi thủy tinh) - Thiết bị quang học thụ động	DE - 04
	- Các thiết bị liên quan tới các hợp chất bán dẫn	SE - 03
	- Điện tử nano và chất keo nano	US - 08

(1). Dựa trên các cuộc phỏng vấn. Bảng trên không liệt kê đầy đủ tên các công ty đã tham gia vào cuộc điều tra. Vì lý do giữ bí mật, chúng tôi không tiết lộ bất cứ tin tức nào về nhiều tổ chức.

(2). Lĩnh vực ứng dụng chính của công nghệ nano trong ngành công nghiệp cao su là gia cố lốp xe. Silica kích thước nano được dùng trong sản xuất kem đánh răng, sơn, chất phủ, chất kết dính, chất trám, thức ăn chăn nuôi và các sản phẩm khác.

(3). Sử dụng các kỹ thuật này, người ta đã có thể tạo ra các lớp kích thước nano thực sự từ năm 1985 - 1990.

(4). Các lĩnh vực ứng dụng là LED, chất bán dẫn và laze thẳng đứng. Một linh kiện bán dẫn chứa nhiều lớp, mỗi lớp được tạo khác nhau bằng sự hợp thành Ga As IP cụ thể.

(5). Điểm xuất phát là để thoả mãn các yêu cầu vi điện tử xuống tới kích thước 100 nm.

Khí cụ điện tử nano cho phép chế tạo ra các linh kiện đường hầm điện tử đơn. Trong các thiết bị quang học hiện đại, nó được dùng để tạo ra các cách tử sóng cục bộ hoặc cách tử nhiễu xạ bậc không.

Thông thường, mối quan tâm đến công nghệ nano của một hãng có quan hệ chặt chẽ với các hoạt động kinh doanh cốt lõi của hãng đó. Ví dụ, các nhà sản xuất xe hơi quan tâm tới việc thăm dò công nghệ nano có thể nâng cao chất lượng vật liệu và linh kiện điện tử như thế nào để có thể được ứng dụng vào xe hơi trong tương lai. Các công ty sản xuất hoá chất và vật liệu quan tâm tới phát triển và sản xuất vật liệu có tính chất tốt hơn. Các hãng điện tử tích cực nghiên cứu và triển khai các hoạt động để có các linh kiện điện tử hiệu quả hơn. Các hãng viễn thông theo đuổi việc phát triển lĩnh vực quang điện tử để nâng cao năng lực sử dụng mạng.

Các ngành công nghiệp nano tiềm tàng

Ở giai đoạn phát triển ban đầu của công nghệ nano hiện nay, các nghiên cứu dự báo và một số nghiên cứu công nghệ khác đang làm sáng tỏ và chúng đưa ra quan điểm về thời gian và địa điểm các ứng dụng nano tương lai có thể sẽ xuất hiện. Nhiều nghiên cứu dự báo về công nghệ nano đã đưa ra những dự đoán về khi nào công nghệ nano sẽ trở nên sẵn có ở mức độ thương mại. Phần lớn các nghiên cứu dự báo đều chỉ ra rằng số lượng lớn ứng dụng nano sẽ tác động đến nền kinh tế trong vòng 10 - 15 năm nữa.

Các nghiên cứu Delphi đưa ra khung thời gian chính xác hơn về thực hiện các ứng dụng công nghệ nano qua một loạt chủ đề cụ thể. Hình 7 tóm tắt những kết quả của một nghiên cứu Mini - Delphi hợp tác Đức - Nhật năm 1995 về các ứng dụng công nghệ nano đang được mong đợi thực hiện vào các năm 2006 - 2010.

Theo nghiên cứu Mini - Delphi này, công nghệ nano có thể được phân ra làm 5 hướng phát triển.

- Các phương pháp phân tích giải pháp nano (nano - resolution analytical method) (chủ đề 20,22) : công cụ giải pháp nano và phép soi hiển vi quang giải pháp nano được dùng để đo và thao tác ở kích thước nano như đầu dò quét, các kính hiển vi đường hầm quét và cường bức nguyên tử. Chúng mở ra khả năng thay đổi bề mặt và cấu trúc vật chất, bao gồm cả việc điều khiển từng nguyên tử.

- Các lớp siêu mỏng (chủ đề 14,18) : các công nghệ màng mỏng là một lĩnh vực phát triển tốt trong công nghệ nano. Các lớp siêu mỏng đã đạt được một số ứng dụng, như lớp lưu trữ thông tin, màng hiệu ứng lượng tử, lớp quang học, ống dẫn nhiều lớp dùng cho Laze bán dẫn/lượng tử và hợp thể quang tia X, màn hình hiển thị, lớp cảm biến, màng ma sát, màng tương thích sinh học, màng quang điện có lớp chặn, màng lọc và các bề mặt hoạt tính hoá học.

- Vật liệu cấu trúc nano: vật liệu nano sử dụng phương pháp tạo thành “từ trên xuống”, lợi dụng các cấu trúc kích thước nano và các chất để tạo ra vật liệu mới có tính chất tốt hơn, ví dụ polime, composit và các vật liệu khác (chủ đề 16,17,19).

- Công nghệ phỏng sinh học (chủ đề 19,B) : sử dụng phương pháp “ từ dưới lên”, quy trình phỏng sinh học đang được sử dụng để tái tạo các hiện tượng tự nhiên, như các vật liệu có tính chất mới lạ được tạo ra do kết quả của sự tự tổ chức.

- Điều khiển trực tiếp các nguyên tử: ta có thể tạo ra vật liệu mới bằng cách sắp xếp lại các nguyên tử (chủ đề 15). Mặc dù việc điều khiển nguyên tử chỉ ở giai đoạn phát triển sớm nhất, trong tương lai nó có thể tạo ra nhiều ứng dụng bằng cách sử dụng nguyên tử như là “phần tử chuyển tải” (carriers) một số chức năng, ví dụ lưu trữ dữ liệu.....

Hình 7: Các chủ đề công nghệ nano trong cuộc điều tra Mini - Delphi ở Đức năm 1995

Ban (các hệ thống nhận thức, khả năng hiểu biết không tự nhiên & công nghệ nano, công nghệ các hệ thống micro Tiểu ban Cn nano)	NƯỚC	Thời kỳ thực hiện						
		20 00 19 96	20 05 20 01	20 10 20 06	20 15 20 11	20 20 20 16	Sau 20 20	Không bao giờ
Chủ đề 14	J R ₁ R ₂							4.2%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 15	J R ₁ R ₂							5.7%
	D R ₁ R ₂							7.2%
Chủ đề 16	J R ₁ R ₂							15.5%
	D R ₁ R ₂							19.5%
Chủ đề 17	J R ₁ R ₂							14.9%
	D R ₁ R ₂							8.6%
Chủ đề 18	J R ₁ R ₂							3.8%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 19	J R ₁ R ₂							0.0%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 20	J R ₁ R ₂							3.2%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 21	J R ₁ R ₂							0.0%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 22	J R ₁ R ₂							7.3%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề 23	J R ₁ R ₂							0.0%
	D R ₁ R ₂							0.0%
Chủ đề B	J R ₁ R ₂							3.8%
	D R ₁ R ₂							0.0%

Nội dung của các chủ đề trên đây:

Chủ đề 14: Đang sử dụng rộng rãi những vật liệu công năng và các linh kiện bán dẫn mà cấu tạo và mật độ chấm của chúng thay đổi từ lớp nguyên tử này tới lớp khác.

Chủ đề 15: Sẽ phát triển những linh kiện điện tử ở trạng thái rắn bao gồm "những siêu nguyên tử" do các nguyên tử hợp thành một cách không tự nhiên.

Chủ đề 16: Các phương pháp tổng hợp những chất có công năng mới (ví dụ tinh thể polymer có liên kết yếu) sẽ được phát triển bằng cách kết hợp các loại liên kết khác nhau ở mức nguyên tử.

Chủ đề 17: Những vật liệu cấu trúc nano có các tính chất định trước sẽ được chế tạo.

Chủ đề 18: Những vật liệu composit ghép hữu cơ dựa trên sự điều khiển các lớp phân tử đơn sẽ được phát triển.

Chủ đề 19: Sẽ phát triển (ví dụ bằng công nghệ sinh học) những vật liệu composit vô cơ - hữu cơ có các phân tử ở mức giữa vài nanomet và vài chục nanomet.

Chủ đề 20: Một phương pháp phân tích chọn ra một kiểu nguyên tử đặc biệt bằng cách dùng kỹ thuật phân tích bề mặt có độ nét cao sẽ được sử dụng trong thực tế.

Chủ đề 21: "Các phân tử có công năng nguyên tử" (chuyển mạch nguyên tử, transistor tiếp chuyển nguyên tử v.v... trong đó sự vận động của một số lượng nhỏ nguyên tử gây ra những công năng logic và tích trữ) sẽ được sử dụng trong thực tế và có độ tin cậy và tốc độ xử lý cao hơn những linh kiện ở trạng thái rắn.

Chủ đề 22: Các phương pháp phản ứng và tổng hợp tại từng nguyên tử hoặc phân tử có mức "năng lượng" nguyên tử hoặc phân tử tương ứng sẽ được sử dụng bằng cách áp dụng các kỹ thuật kính hiển vi soi quét đường hầm.

Chủ đề 23: Những kỹ thuật chế tạo các cấu trúc ở mức nguyên tử mà không được dựa vào các phương pháp thăm dò như phương pháp đầu dò quét mô tả sẽ được sử dụng trong thực tế.

Chủ đề B: Những vật liệu do các phân tử, hữu cơ hợp thành sẽ được phát triển bằng cách dùng phương pháp tự tổ chức tự nhiên.

Tên nước: J: Nhật Bản

D: Đức

Trong một báo cáo về các mặt kinh tế xã hội của công nghệ nano, Malsch và các cộng sự giải thích rằng công nghệ nano là loại công nghệ có đặc tính chung được ứng dụng trong nhiều ngành. Ví dụ, các kỹ thuật phân tích mới được ứng dụng trong các ngành:

- Môi trường (xác định chất lượng nước)
- Chăm sóc sức khoẻ (phân tích máu và các sản phẩm từ máu)
- Công nghiệp dược phẩm và hoá chất (để thử các chất gây ô nhiễm)

Bảng 5 trình bày một danh sách các ứng dụng tiềm tàng và chỉ ra trong tương lai có thể được ứng dụng ở đâu.

Bảng 5 : Những lợi ích mong đợi của công nghệ nano

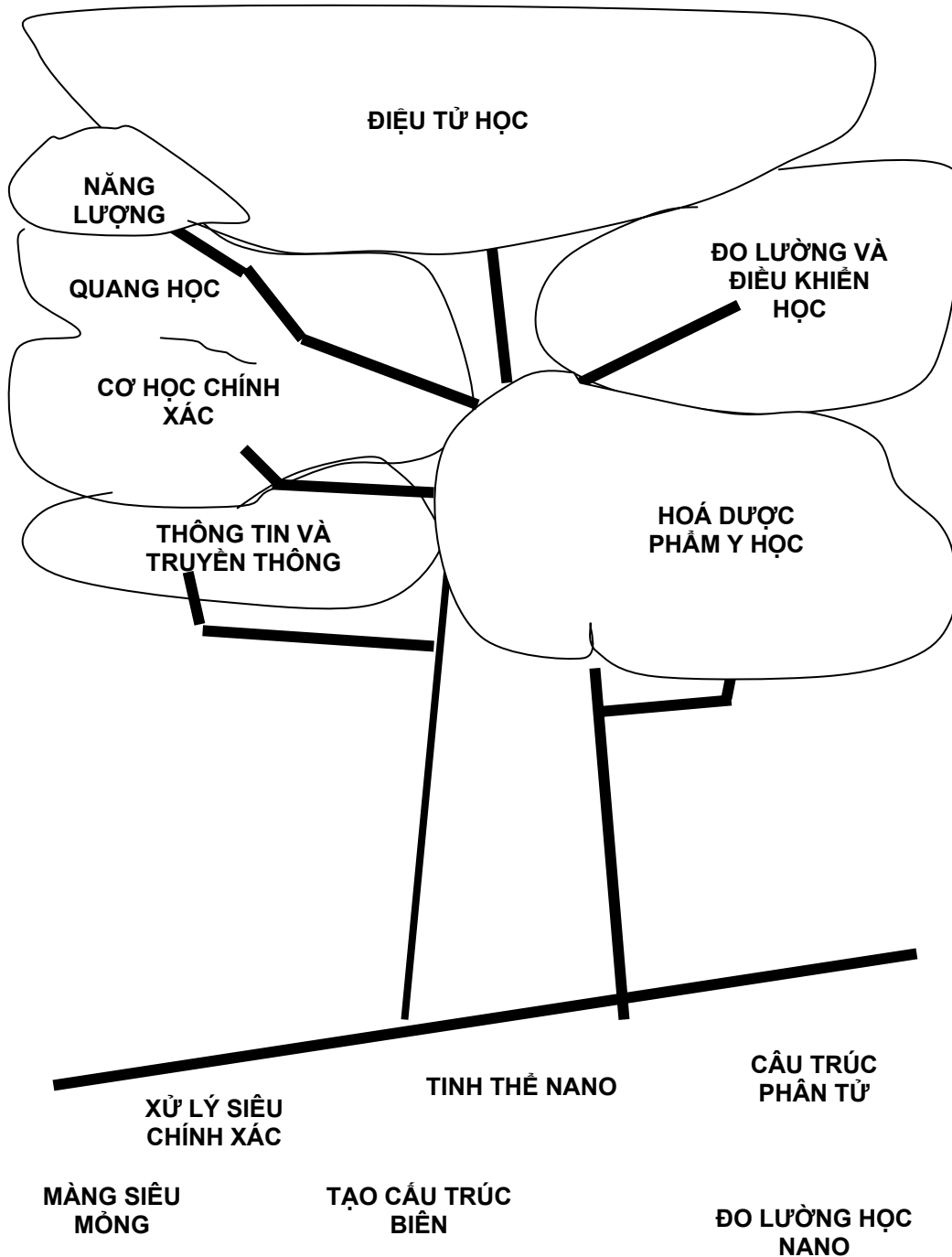
Lĩnh vực	Lợi ích mong đợi
Môi trường sinh thái	Các hạt nano nhỏ bé có diện tích bề mặt cực lớn so với khối lượng của chúng. Tính chất này mở ra khả năng chế tạo: <ul style="list-style-type: none">- Chất xúc tác mới- Lớp phản xạ nhiệt- Keo khí dùng cho lớp trong suốt giữ ấm trong các công trình kiến trúc lấy ánh sáng mặt trời- Chất siêu cách nhiệt- Lớp trong suốt có tính chất chống bào mòn, trầy xước cao hoặc chống ẩm- Chất sơn phủ có tính giảm độ ẩm và bám bụi để cho cửa sổ có thể được nước mưa làm sạch- Chất sơn phủ tường đặc biệt dùng để quét lên tường hoặc toa tàu làm giảm độ bám khi cần thiết có thể lau đi các hình vẽ bẩn
	<ul style="list-style-type: none">- Chất lỏng nano có từ tính để thay thế cho dầu thủy lực trong các hệ thống giảm rung và máy làm việc, và làm chất đánh bóng đối với các vật liệu có tính chất như thủy tinh- Màng keo có tính chọn lọc dùng để làm sạch nước, loại bỏ chất thải độc hại, và có khả năng như vi khuẩn chỉ để lại nước sạch có chất lượng cao
“Phi vật chất hoá”	- Các hạt nano cấu trúc tinh thể với sự phân bố kích thước phân tán đơn, có thể tạo thành các bộ phận vĩ mô có cường

	<p>độ và độ bền cao hơn đối với tải trọng nhiệt và cơ học, mặc dù chỉ cần lượng vật chất ít hơn. Những bộ phận này có độ cứng và mềm dẻo trong một đơn vị , có thể thay thế các vật liệu hiếm.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Các kỹ thuật xử lý mới, sử dụng nhiệt độ cực thấp, mở ra khả năng tiết kiệm năng lượng khi sản xuất linh kiện
Công nghệ sạch	<ul style="list-style-type: none"> - Tiểu hình hoá trong vi điện tử, công nghệ chính xác và thiết kế các chất xúc tác nano, nâng cao hiệu năng và tính chuyên biệt của các phản ứng hoá học - Thiết kế các vật liệu nhẹ, bền để tiết kiệm năng lượng, nguyên liệu, đặc biệt trong ngành giao thông vận tải - Ứng dụng các sản phẩm sử dụng năng lượng mặt trời
Sản xuất năng lượng sạch hơn và nâng cao khả năng tích trữ	<ul style="list-style-type: none"> - Các hạt nhỏ được nén lại tạo ra tế bào quang điện mới có cấu trúc đơn giản hơn. - Sử dụng chất dẻo làm điện cực
Chăm sóc sức khoẻ	<ul style="list-style-type: none"> - Các dược phẩm hiệu quả hơn, ít gây tác động phụ nhờ vào nâng cao sự hiểu biết cơ bản về tính hiệu quả của các chất do cơ thể tự tiết ra, ví dụ như insulin và các hoocmon. - Hình thức mới của hệ thống phân phối thuốc cho vùng hạn chế dựa trên tiềm năng của các chất hoạt tính về dược lý tan trong nước khi bám vào các hạt nano, và dựa trên sự tự tổ chức của các quả cầu rỗng bao quanh các dược chất. - Điều khiển từ bên ngoài và đưa thông tin có mục tiêu vào cơ thể bằng cách sáp nhập các hạt có từ tính hay các kháng thể vào hệ thống phân phối thuốc
	<ul style="list-style-type: none"> - Sử dụng các hạt có từ tính để trị ung thư bằng liệu pháp dùng máy phát nhiệt. - Y học dự phòng có thể được làm rõ hơn bằng cách sử dụng hệ thống kết hợp các bề mặt phân tử trong cảm biến sinh học, trong khi có thể ứng dụng trong quân sự như hệ thống cảnh báo sớm sự tấn công bằng khí ga. - Các máy nhỏ hoạt động trong mạch máu hay trong mạch bạch huyết tìm kiếm vi rút, tế bào ung thư, tế bào mỡ và làm cho chúng không gây hại. Ứng dụng tương lai của các máy

	<p>đó là thực hiện quá trình sửa chữa phân tử trong tế bào.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Các tính chất phân tích nano cũng góp phần nghiên cứu chi tiết các mức tổng hợp trong phát triển dược chất
Xử lý an toàn	<ul style="list-style-type: none"> - Hệ thống kiểm tra bảo đảm chất lượng: kích thước nm sẽ trở thành tiêu chuẩn chính xác để phân tích, điều khiển và xử lý vật liệu. - Đĩa lưu trữ từ tính - Hệ thống điện tử nhiều lớp - Quy trình đánh bóng công nghiệp - Các hệ thống kháng từ nhiều lớp mới cho khả năng làm thật tốt hơn việc xác định vị trí và kiểm tra các tính chất của cảm biến theo yêu cầu tự động cũng như đo các hệ thống tốc độ, biến dạng và định vị chi tiết gia công
Kỹ thuật điện tử và truyền thông	<ul style="list-style-type: none"> - Các kỹ thuật sản xuất mới như liên kết cấu trúc 3 chiều của hệ thống tích trữ. Yêu cầu sự quan tâm phát triển nhiều hơn. - Sự nhìn thấy trước việc tự tổ chức sản xuất của các hệ thống xử lý và lưu trữ dữ liệu điện tử kích thước nano. - Các khối xây logic, ví dụ của các đơn vị điện tử số, dựa trên các hạt hay phân tử. - Những sự sắp xếp cơ học các phân tử thể hiện các phương án hành động logic.

Ẩn dụ của cây Bonsai ở hình 8 minh họa tương lai phát triển công nghệ nano. Dựa vào hàng loạt các báo cáo công nghệ, các cành cây tượng trưng cho các ngành hay lĩnh vực ứng dụng mà công nghệ nano có thể sẽ tác động tới. Công nghệ thông tin là một trong những “cành” quan trọng nhất với nhiều ứng dụng thương mại tiềm tàng. Hoá chất cũng là một “cành” quan trọng với những ứng dụng trong ngành gốm pha nano và phần mềm làm mô hình phân tử. “Quả” của cây tượng trưng cho nhóm các sản phẩm thu được do ứng dụng công nghệ nano. Ba “quả” lớn nhất gắn liền với các công nghệ thông tin (các lớp lưu trữ dữ liệu từ tính, khoa học và có tính chất khác; laze màng lượng tử (quantum film lasers); các hợp chất Ga As). “Rễ cây” đại diện cho các lĩnh vực nghiên cứu và triển khai rộng lớn.

Hình 8: Cây bon sai nano



Khi Malsch và các cộng sự của bà đưa ra danh sách toàn diện các ngành có thể ảnh hưởng tới sự phát triển của công nghệ nano, họ đề cao tầm quan trọng của kỹ thuật đo lường. Một số ngành, và nhóm sản phẩm có tiềm năng tăng trưởng cao. Các bề mặt nền, bề mặt tấm đệm, kính hiển vi soi quét đường hầm (STM) và các máy phối hợp đo lường là những ứng dụng gần với thị trường.

3. Công nghệ nano trong xây dựng và các khu đã xây dựng

Phạm vi rộng lớn của xây dựng và của các khu đã xây dựng sẽ trực tiếp lôi cuốn công nghệ nano, nhưng trong một khoảng thời gian gần, sẽ chỉ có tác động gián tiếp thông qua một số dạng công nghệ vừa mới hình thành. Có được thông tin về triển vọng chung như vậy, trong phần này chúng ta sẽ tìm hiểu xem công nghệ nano đang ảnh hưởng tới xây dựng và các khu đã xây dựng như thế nào. Cụ thể hơn, phần này sẽ đưa ra:

- Phân tích sự phát triển công nghệ dẫn tới những ứng dụng thương mại hiện nay và trong tương lai trong xây dựng.

- Những kết quả của một điều tra xem xét vai trò của ngành xây dựng trong việc thúc đẩy và thu nhận những sáng tạo của công nghệ nano.

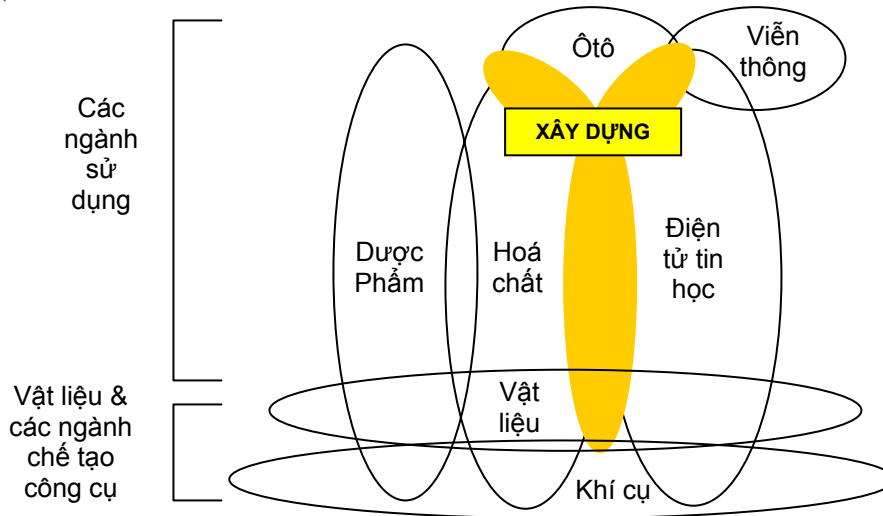
3.1. Những ứng dụng của công nghệ nano liên quan tới xây dựng: Phân tích các sáng chế.

Khi đã được biết rằng trong ngành xây dựng mới chỉ có vài ứng dụng thương mại trực tiếp, điều đáng ngạc nhiên là theo cuộc điều tra Delphi thực hiện tại Vương Quốc Anh năm 1990, ngành xây dựng lại là ngành duy nhất lúc đó nhận ra công nghệ nano là một công nghệ đang nổi lên, đầy hứa hẹn. Mặc dù sớm quan tâm đến công nghệ nano, các doanh nghiệp xây dựng lại hiếm khi chủ động tham gia nghiên cứu và triển khai công nghệ này. Nhưng cũng sẽ sai lầm khi cho rằng không có nghiên cứu nào về công nghệ nano liên quan tới xây dựng đang được tiến hành.

Dữ liệu về sáng chế đưa ra dẫn chứng cho thấy rằng ngành công nghiệp xây dựng đang nghiên cứu công nghệ nano. Sử dụng cơ sở dữ liệu của khoảng 2.600 bằng sáng chế nano do Cục thương hiệu và sáng chế Mỹ cấp, chúng tôi đã xác định được 7 trong số 30 ngành công nghệ có thể thực hiện các hoạt động có tác động tiềm tàng tới ngành xây dựng.

Theo một đánh giá, bảy lĩnh vực có nhu cầu lớn nhất về công nghệ nano bao gồm: thiết bị ngoại vi của công nghệ thông tin, ứng dụng y học và y sinh học, thiết bị ô tô và công nghiệp, viễn thông, kiểm soát quy trình, sản phẩm gia dụng và giám sát môi trường. Để hiểu việc nghiên cứu công nghệ nano sẽ đi vào trong ngành xây dựng như thế nào, cần phân biệt ba dạng chính của các ngành công nghiệp “chuyển tải” theo như hình 9.

Hình 9 . Những mối quan hệ và những phần chồng lên nhau giữa các lĩnh vực trong công nghệ nano.



(1) Các ngành theo chiều ngang- khí cụ và vật liệu - Cung cấp các sản phẩm và quy trình nano có thể được sử dụng ở các lĩnh vực khác.

(2) Các ngành theo chiều thẳng đứng - dược phẩm, hoá chất, điện tử - đang bắt đầu tập trung vào các sản phẩm mới có kích thước nano, xuất phát từ triển vọng công nghệ riêng của bản thân họ. Các ngành này là những ngành đi tiên phong, sử dụng các khí cụ, phương pháp và vật liệu có kích thước nano và theo giải pháp nano.

(3) Các ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống - ô tô, xây dựng và viễn thông - là những ngành lắp ráp, xây dựng và tổ hợp nhiều loại khác nhau của các chi tiết, vật liệu, các bộ phận và hệ thống phụ... Những ngành này là một trong những ngành đầu tiên nhận ra tiềm năng rộng lớn của công nghệ nano trong các sản phẩm và quy trình của mình. Nhiều ngành công nghiệp sử dụng khác "ở cuối dòng" cũng có khả năng chịu ảnh hưởng của công nghệ nano, đó là những ngành khác nhau như mỹ phẩm và chế tạo máy.

Vì ngành xây dựng có thể được định nghĩa như là một ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống nên điều ít ngạc nhiên hơn là thấy chỉ có 4 trong số hơn 500 bằng sáng chế là có liên quan trực tiếp đến lĩnh vực xây dựng nằm trong loại "xây dựng công trình hạ tầng, xây dựng nhà và khai thác mỏ". Tính chất rộng của các hoạt động xây dựng gợi cho thấy rằng có nhiều lĩnh vực nghiên cứu công nghệ nano sẽ "xuôi theo dòng" đi vào trong ngành xây dựng, tức là bắt đầu bằng các phương pháp thử rồi dẫn đến các ứng dụng cho khách hàng cuối cùng.

Một lĩnh vực ứng dụng quan trọng gắn liền với cái gọi là "những phương pháp kiểm tra độ tin cậy", như kiểm tra độ lỗi lốm bằng nano, kiểm tra độ trầy xước bằng nano và các phương pháp chế tạo nano được sử dụng trong việc biểu thị đặc trưng các vật liệu xây dựng và trong việc thử các tính chất đàn hồi, dẻo, cơ học, đứt gãy và liên kết. Tiến sỹ Pavel Trtik thuộc Trung tâm ACM của đại học Paisley nói rằng những phương pháp như vậy hứa hẹn sẽ mang lại hiểu biết sâu hơn nhiều về tính năng của các vật liệu xây dựng "phức hợp" (composite) có kích thước cỡ lớn.

Như đã minh họa ở hình 9, giao diện giữa các ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống và công nghiệp tiêu dùng cũng như phân chồng lên nhau giữa ngành điện tử với hoá chất, giữa khí cụ với vật liệu ... có khả năng là nguồn ứng dụng phong phú trong xây dựng. Do bản chất của công nghệ nano là liên quan đến nhiều môn ngành khoa học nên những lĩnh vực chung của các ngành vật liệu, khí cụ và hoá chất cũng có thể ở trong "lĩnh vực xây dựng" bởi vì nhiều vật liệu xây dựng (ví dụ như bê tông) được chế tạo bằng các hoá chất như chất siêu dẻo và chất tạo độ ổn định.

Một lĩnh vực liên quan nữa là lĩnh vực sử dụng hạt nano và sợi nano trong vật liệu xây dựng. Sử dụng bột và hạt nano đã mang lại những phương pháp cải tiến mới để chế tạo thủy tinh chất lượng cao. Cho đến năm 2001, doanh số bán hàng thủy tinh được sản xuất bằng các kỹ thuật không truyền thống đã đạt tới gần 2 tỷ EU.

Một nguồn ứng dụng quan trọng khác nữa của công nghệ nano trong xây dựng là những lớp phản xạ tiết kiệm năng lượng cực mỏng. Chế tạo từ những hạt cực mỏng, những lớp phản xạ này chỉ cho phép ánh sáng có bước sóng xác định đi qua còn các bước sóng khác thì phản xạ lại. Các lĩnh vực có sẵn tiềm tàng khác trong phạm vi màng mỏng áp dụng cho ngành xây dựng có thể là:

- Những bề mặt cảm biến (cảm biến sinh học, cảm biến hoá học, cảm biến sóng mm, cảm biến GMR)
- Các kỹ thuật kết dính và các quy trình kết dính (trên mọi bề mặt).
- Các bề mặt có hoạt động xúc tác
- Các lớp chống ăn mòn.

Một số nghiên cứu về cấu trúc nano biên (lateral nanostructure) cấu trúc được phát triển riêng cho các ngành công nghiệp tổ hợp các hệ thống như ô tô và kỹ thuật cơ khí - có thể xâm nhập vào ngành xây dựng. Chẳng hạn như chống dính, công nghệ cảm biến và các pin mặt trời đều là những ứng dụng khả thi có thể cũng được dùng trong xây dựng.

3.2. Các hoạt động công nghệ nano gắn với xây dựng: điều tra qua thư điện tử.

Trong phần này, chúng ta sẽ điểmlại những kết quả thăm dò qua e-mail gửi tới các chuyên gia hàng đầu trong ngành công nghiệp xây dựng ở Vương quốc Anh và trên thế giới. Một phương pháp hữu dụng để tìm hiểu những ứng dụng khả thi của công nghệ nano trong xây dựng và trong các khu đã xây dựng là kêu gọi những kiến thức và kinh nghiệm của các chuyên gia hàng đầu trong ngành. Những người được chọn là từ những nhóm khác nhau, của các viện sỹ, các nhà công nghiệp và những nhà hoạch định chính sách trong ngành xây dựng. Trong giai đoạn đầu này của sự phát triển công nghệ nano, chúng tôi cho rằng những người được chọn còn quá phân tán và chủ đề còn quá không rõ đối với một thăm dò có tính chất hệ thống và chi tiết bằng câu hỏi điều tra.

Cuộc điều tra được sắp xếp theo 2 giai đoạn để thăm dò trình độ hiểu biết hiện nay về công nghệ nano và những ứng dụng của nó:

- Giai đoạn đầu là gửi một e - mail điều tra tới những người đã được chọn. Bản điều tra đã được trình bày đơn giản một cách có chủ ý nhằm thu thập những ý tưởng, ý kiến và quan điểm về tác động tiềm tàng của công nghệ nano tới ngành công nghiệp xây dựng. Mỗi người nhận được một định nghĩa đơn giản và rõ ràng về công nghệ nano và được yêu cầu trả lời cho 4 câu hỏi sau:

1. Ông (bà) hiểu như thế nào về công nghệ nano ?
2. Ông (bà) có biết ứng dụng tiềm tàng nào của nó trong các khu đã xây dựng.
3. Ông (bà) có tham gia các dự án nghiên cứu và triển khai gắn với công nghệ nano không ?
4. Ông (bà) có sẵn sàng tham gia vào một nghiên cứu chi tiết hơn về những ứng dụng tiềm tàng của công nghệ nano trong các khu đã xây dựng không?

E-mail câu hỏi điều tra như trên đã được gửi tới 201 đối tượng thăm dò ở Vương quốc Anh và ở cả nước ngoài. Hạn chính được yêu cầu trả lời là ngày 6 tháng 3 năm 2002. Trước khi đến hạn, đã có 11 thư phát hỏng, 2 bị sai địa chỉ và 5 thư được chuyển cho đồng sự khác. Chúng tôi quyết định tính cả một số thư trả lời muộn do những thư được gửi và nhận được sau thời hạn chót. Tổng cộng chúng tôi đã nhận được 36 thư trả lời, trong đó có 26 người trả lời tích cực và 11 người trả lời tiêu cực - tỷ lệ trả lời chỉ đạt 18,5%.

Trong số 26 người trả lời tích cực, có cả hiểu biết về công nghệ nano và quan tâm tới kết quả nghiên cứu của chúng tôi, chúng tôi phân ra:

- 16 người trả lời có hiểu biết về công nghệ nano nhưng không tham gia dự án.

- 10 người trả lời vừa có hiểu biết, vừa có tham gia nghiên cứu công nghệ nano gắn với xây dựng

10 người đã trả lời tích cực vào các câu hỏi 3 và 4 gồm có:

Các cá nhân và tổ chức	Hoạt động nghiên cứu
GS. Peter Bartos, Trung tâm về và Bê tông cao cấp và Trung tâm công nghệ nano về Vật liệu xây dựng Xcôt-len	<ul style="list-style-type: none"> - Ủy ban kỹ thuật của RILEM về công nghệ nano (TC-NCM) trong ngành vật liệu xây dựng (được thành lập tháng 5/2002) - Đấu thầu để lập ra Hệ thống (Mạng lưới) ưu tú về công nghệ nano trong xây dựng thuộc Ủy ban Châu Âu, theo chương trình khung thứ 6, kêu gọi dưới danh nghĩa công nghệ nano. - Tham gia chương trình khung thứ 5 của Ủy ban Châu Âu để tài trợ cho dự án NANOCONEX, 5 đối tác chính thức và 12 đối tác không chính thức trong ngành xây dựng.
GS.D.J. Clements-Croome Trưởng Quản lý và Kỹ thuật xây dựng Đại học Reading	<p>Hai dự án:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dự án đi sâu về cảm biến cho công nghệ nano - Vật liệu mới sử dụng công nghệ nano cho xây dựng.
GS. Brian Norton, Kỹ thuật và các khu đã xây dựng, Đại học Ulster	Nghiên cứu của EPSRC về chấm lượng tử cho các ứng dụng trong xây dựng.
GS. Phil Banfill, Đại học Heriot Watt, Edinburg	Vận dụng dự báo do BERN hướng dẫn, dự báo nhận biết tầm quan trọng của công nghệ nano
Brian Atkin, Công ty Atkin Research	Mạng lưới (E-CORE) của UB Châu Âu bắt đầu hoạt động từ tháng 10/2001, theo dõi và chuyển giao công nghệ - công nghệ nano là một lĩnh vực nghiên cứu.
Keith Crosley, BDP, Các công nghệ cao	Dự án với đại học Cambridge, những khái niệm về phòng và phòng thí nghiệm sạch.
Juho Saarimaa Giám đốc điều	- Các nghiên cứu khả thi và những bài viết (vật

hành Công ty Công nghệ xây dựng và vận tải VTT	liệu xây dựng thông minh và các ứng dụng trong xây dựng) - Các dự án nghiên cứu và triển khai áp dụng màng EMFI trong các toà nhà
Pirjo Ahola Công ty công nghệ xây dựng và vận tải VTT	Nghiên cứu cải tiến bề mặt kỹ thuật Gel Sol và chống lớp bám (anti-soling) Tham gia một đề xuất Quốc gia và một đề xuất Quốc tế về công nghệ nano và về những ứng dụng hiện đại trong xây dựng.
Mark Van Landingham, Viện Quốc gia về Tiêu chuẩn và công nghệ, Phòng thí nghiệm nghiên cứu về cháy và xây dựng	Các dự án hiện có: -Vật liệu cấu trúc nano có tính năng cải tiến (như: chậm bốc lửa, chống cháy xước) - Các kỹ thuật đo theo công nghệ nano: như đánh giá các liên kết yếu trên các bề mặt v.v...
John Davenport thuộc Công ty phát triển kinh doanh TWI	Phát triển các vật liệu phủ bề mặt họ TWI Vitresyn.

- Giai đoạn thứ hai: Lấy ý kiến của những người đã trả lời trên.

Trong các cuộc phỏng vấn qua điện thoại, nhiều câu hỏi chi tiết hơn đã được nêu ra để tìm hiểu về sự hiểu biết và tham gia nghiên cứu công nghệ nano, tầm nhìn tương lai và mạng liên lạc tiếp xúc của các nhà khoa học này. Những kết quả điều tra có chất lượng này đã tạo nên giá trị cho kết quả thăm dò của chúng tôi về những ứng dụng tiềm tàng công nghệ nano và đã cung cấp một bản đồ chi tiết hơn về mạng lưới các hoạt động nghiên cứu liên quan tới xây dựng gồm có: các cá nhân hoặc "người giữ cổng", các tổ chức và mạng lưới nghiên cứu chủ chốt.

Trái ngược với các hoạt động mạng lưới theo chiều ngang thúc đẩy nghiên cứu và triển khai nhiều ngành về công nghệ nano trong giai đoạn đầu, trong ngành xây dựng, trọng tâm ban đầu của mạng lưới lại theo chiều thẳng đứng hướng vào các ứng dụng cụ thể của lĩnh vực. Nhiều loại tổ chức khác nhau tham gia các hoạt động mạng lưới đó như các công ty, các trường đại học, các tổ chức chính phủ và các tập đoàn thuộc các đối tác khác nhau đang tham gia vào các dự án hoặc các chương trình nghiên cứu lớn về công nghệ nano. Khi công nghệ nano trưởng thành lên, nhiều mạng lưới có khuynh hướng công nghiệp sẽ được thành lập.

Kết quả thăm dò của chúng tôi cho thấy rằng những ứng dụng công nghệ nano trong xây dựng và trong các khu đã xây dựng, cả ứng dụng hiện tại và tương lai, có thể chia ra thành hai nhóm sản phẩm chính:

Nhóm sản phẩm	Phạm vi ứng dụng
<p>Vật liệu mới (vật liệu thông minh, tính năng cao - ống nano)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Xi măng và thạch cao (chất kết dính thuỷ lực) rẻ hơn, bền hơn, ít thuỷ hoá xi măng, tự sửa chữa v.v... + Các chất phủ bề mặt kính (ô xyt các loại) tự làm sạch, thuỷ tinh không dính nước, chất xúc tác không làm ô nhiễm dưới năng lượng mặt trời, cảm quang. + Các chất phủ bề mặt vật liệu khác (như sơn) - tăng khả năng chống trầy xước, bảo vệ chống tia cực tím. + Vật liệu chống cháy bằng nano composit, tăng khả năng chống cháy. + Vật liệu nhạy (thích ứng với môi trường, thay đổi hình dáng bên ngoài)
<p>Công nghệ kiểm tra, đo lường và điều khiển (thiết bị thông minh, gắn chặt vào các toà nhà)</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Bộ cảm biến và bộ kích thích - đánh giá sự xuống cấp của vật liệu, phản ứng với những thay đổi của vật liệu và của môi trường. + Các hệ thống tổ hợp quang điện có lớp chắn lọc và làm sạch: nâng cao chất lượng nước và không khí + Theo dõi các yếu tố môi trường, tiêu thụ năng lượng, nước, chất thải v.v... + Thiết bị điều khiển từ xa - các hệ năng lượng, các cửa sổ nạp điện, phát hiện độ ẩm + Các công cụ mô phỏng tinh vi

Những kết quả điều tra qua e-mail và phỏng vấn qua điện thoại của chúng tôi đã chỉ ra rằng ngành công nghiệp xây dựng chỉ mới bắt đầu hoạt động như một ngành "chuyển tải" cho các ứng dụng công nghệ nano. Nhưng ngành xây dựng không đơn giản là nơi tiếp nhận thụ động các ứng dụng "chảy xuôi theo dòng" từ các hoạt động nghiên cứu và triển khai của các ngành công nghiệp khác. Có các dấu hiệu cho thấy ngành công nghiệp xây dựng bắt đầu đưa ra những nhu cầu của mình và trở thành tham gia một cách trực tiếp vào việc phát triển những ứng dụng dành riêng cho các sản phẩm của ngành.

Để cho quá trình này được dễ dàng các cá nhân và viện nghiên cứu đang phát triển hệ thống thông tin phản hồi để nối các yêu cầu về công nghệ nano của thị trường "ở cuối dòng" với các giai đoạn nghiên cứu và triển khai "ở đầu dòng" . Lấy

ví dụ: Trung tâm Nê và Bê tông cao cấp (ACM) ở Đại học Paisley chẳng hạn. ASM là một cơ quan nghiên cứu chuyên ngành hàng đầu ở Vương quốc Anh về việc phát triển những ứng dụng công nghệ nano cho ngành xây dựng. Được Chính phủ Vương quốc Anh và Liên minh Châu Âu tài trợ, ACM hợp tác với các đối tác công nghiệp của Anh, Châu Âu và Nhật Bản trong các dự án nghiên cứu và triển khai lớn. ACM đang sử dụng các phương pháp công nghệ nano để phát triển vật liệu bê tông tiên tiến và đổi mới các quy trình như bê tông tự làm chặt (Self - Compacting concrete) để đáp ứng các nhu cầu đặc biệt của ngành công nghiệp xây dựng.

Từ đầu những năm 1990, ACM đã tiến hành các nghiên cứu cơ bản để phát triển các ứng dụng công nghệ nano cho ngành công nghiệp xây dựng, trước khi việc ứng dụng công nghệ này trở thành thời thượng. Tháng 9 năm 2000, ACM thành lập trung tâm công nghệ nano Xcôtlen chuyên về vật liệu xây dựng (NANCOM), được Hội đồng tài trợ giáo dục cao học Xcôtlen cấp cho hơn 500.000 bảng. Mục đích của NANCOM là giúp đỡ "sử dụng và khai thác những tiến bộ mới đây trong công nghệ nano để nâng cao kiến thức cơ bản và hiệu suất thực tế của các vật liệu xây dựng cơ bản và mới. (www.civeng.paisley.ac.uk/acm/nanotechnology.html). NANCOM sử dụng những khí cụ định vị cực cao để kiểm tra các tính chất cơ học của vật liệu từ kích thước micro đến kích thước nano. Những kỹ thuật như vậy được sử dụng để kiểm tra và theo dõi sức bền chịu tải của vật liệu kích thước nano.

Những cố gắng ban đầu để tiếp nhận công nghệ nano vào ngành xây dựng đã tập trung cải thiện chất lượng các sản phẩm hiện có hoặc đưa vào các sản phẩm hoàn toàn mới. Còn việc đưa vào các quy trình đổi mới công nghệ thì ít được chú ý hơn. Cách đổi mới như thế gắn liền một cách điển hình với vòng đời của sản phẩm như James Utterback (Utterback 1994) đã chỉ ra. Theo quan điểm này, quá trình thương mại hoá ban đầu của một công nghệ mới có đặc điểm là một giai đoạn phát triển có nhiều thay đổi, ở đó sự đổi mới tập trung vào cải thiện các đặc trưng của sản phẩm và đáp ứng các nhu cầu cụ thể của khách hàng. Giai đoạn này kết thúc khi người ta đưa ra được một thiết kế có ưu thế và được chấp nhận rộng rãi trên thị trường. Thiết kế có ưu thế này thường có dạng một sản phẩm tiêu chuẩn hoá mới được tổng hợp từ nhiều sáng tạo riêng lẻ đã được độc lập đưa vào các loại khác nhau có trước của các sản phẩm. Khi sản phẩm có ưu thế này xuất hiện, số lượng các sản phẩm cạnh tranh giảm xuống và trọng tâm của đổi mới chuyển sang sử dụng các quy trình mới, giảm chi phí và theo đuổi kinh tế quy mô.

Chúng tôi cho rằng công nghệ nano hiện nay chỉ mới bước vào giai đoạn nhiều thay đổi trong vòng đời của sản phẩm. Với chỉ một số ít ứng dụng hiện có và nhiều ứng dụng mới khác đang được thực hiện, trọng tâm của đổi mới công nghệ trong ít năm và thập kỷ tới sẽ là đưa vào các sản phẩm mới, nâng cao chất lượng sản phẩm hiện có và phản ứng lại các tín hiệu của thị trường bằng cách cải tiến sản phẩm để đáp ứng các nhu cầu cụ thể của người dùng. Và lại, vì là một đổi mới, có phạm vi rộng nên cuối cùng khi công nghệ nano thực sự cất cánh thì có thể nó sẽ có

tác động sâu rộng tới nhiều sản phẩm và nhiều ngành, khởi đầu cho nhiều vòng đời sản phẩm mới và có trùng lặp nhau.

4. Các vấn đề chính sách và kiến nghị

Những ứng dụng công nghệ nano chỉ mới xuất hiện từ các kế hoạch tăng cường nghiên cứu và triển khai của các công ty và các viện nghiên cứu trên thế giới. Ở giai đoạn đầu như vậy của quá trình thương mại hoá, có nhiều điều chưa rõ ràng về mức độ nhu cầu ứng dụng của thị trường. Do đó, sự phát triển các ứng dụng mới phải gắn với những nhu cầu đã được nhận biết hoặc tiềm tàng của thị trường trong các ngành công nghiệp cụ thể, như ngành xây dựng. Vì lâu dài, kết quả của nghiên cứu và triển khai liên quan đến công nghệ nano có thể sẽ có một tác động to lớn đối với sản xuất sản phẩm nano trong các khu đã xây dựng: cung cấp các vật liệu và linh kiện mới có các thông số kỹ thuật đã định sẵn, và tạo ra nhu cầu về các toà nhà kiểu mới đặt phòng thí nghiệm và đặt xưởng máy để sản xuất ra các sản phẩm nano.

Với tư cách là một ngành công nghiệp "chuyển tải", các doanh nghiệp xây dựng và các viện nghiên cứu có thể đóng vai trò tích cực trong quá trình liên kết hoạt động nghiên cứu và triển khai với nhu cầu thị trường. Những nghiên cứu của Cohen và Levinthal (Cohen and Levinthal 1989; 1990) đã chỉ ra rằng hoạt động nghiên cứu và triển khai có "hai mặt": Việc nghiên cứu được phát triển ở nội bộ và khả năng kết hợp với nghiên cứu của bên ngoài tức là "năng lực hấp thụ" của mình. Năng lực hấp thụ của một công ty tăng lên là kết quả của việc công ty tiến hành nghiên cứu ở nội bộ. Người ta đã thấy năng lực hấp thụ tương đối yếu của các doanh nghiệp xây dựng là một trong những trở ngại chính đối với việc tiếp nhận nhanh chóng các tiến bộ kỹ thuật mới vào trong ngành, như công nghệ nano (Gann 2000,2001).

Do đó, ngành xây dựng cần phải nâng cao năng lực hấp thụ của mình để phát triển các khả năng hiểu, giành được, hấp thụ, khuyến khích và nắm bắt những ích lợi của việc đưa vào rộng rãi những ứng dụng của công nghệ nano tập trung đặc biệt vào những yêu cầu của các khu đã xây dựng. Có thể phát triển trực tiếp các ứng dụng này thông qua sự hợp tác giữa các doanh nghiệp xây dựng và các tổ chức nghiên cứu và các tổ chức trong các ngành "ở đầu dòng" có liên quan: đến vật liệu, linh kiện và thiết bị.

Phát triển và sử dụng các sản phẩm và quy trình công nghệ nano, các nhà chuyên môn về xây dựng và về các khu đã xây dựng có thể cần phải trang bị kiến thức mới về những khả năng và hạn chế của những ứng dụng vật liệu mới, khí cụ đo lường và các ứng dụng khác. Theo đó, ngành xây dựng cần phải trực tiếp tham gia hơn vào công nghệ nano với tư cách vừa là người sử dụng, vừa là người phát triển công nghệ.

Trước tiên, ngành xây dựng cần phải tham gia tích cực vào việc phát triển các ứng dụng đáp ứng nhu cầu của các khu đã xây dựng, ví dụ các khí cụ và thiết bị thử nghiệm không phá vỡ được sử dụng đặc biệt trong các toà nhà và các kết cấu trong đó các sản phẩm công nghệ nano được gắn vào. Sự phát triển khí cụ đo lường và thử nghiệm như vậy cần có sự hợp tác giữa các nhà nghiên cứu xây dựng và các nhà khoa học vật liệu.

Thứ hai, với vai trò là khách hàng hoặc người sử dụng các ứng dụng công nghệ nano, các nhà chuyên môn xây dựng sẽ cần phải:

1. Học cách xác định các yêu cầu thực hiện cụ thể trong sự cộng tác với các chuyên gia công nghệ mà nhiệm vụ chủ yếu là phát triển các linh kiện và vật liệu này.

2. Hiểu được hiệu suất làm việc của các linh kiện và vật liệu công nghệ nano trong khung cảnh của các khu đã xây dựng đặc biệt là trong mối quan hệ với các linh kiện và vật liệu khác, và những hiệu quả tiếp theo trong suốt thời gian hoạt động của các hệ thống.

Người dịch: Nguyễn Kim Thoa, Nguyễn Văn Thuận

Hiệu đính: Nghiêm Văn Thọ