

QUANG HỌC - QUANG TỬ VÀ NHU CẦU PHÁT TRIỂN Ở VIỆT NAM

TS PHẠM HỒNG TUẤN

Giám đốc Trung tâm Quang Điện tử
Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ KH&CN

Quang học - quang tử hiện đại là một lĩnh vực công nghệ cao, có đóng góp ngày càng quan trọng vào sự phát triển kinh tế - xã hội của mỗi quốc gia. Bài viết dưới đây phần nào lý giải về tầm quan trọng của quang học - quang tử đối với đời sống - xã hội, sự hình thành và phát triển của lĩnh vực này ở Việt Nam.

Vai trò và vị trí của ngành quang học - quang tử

Quang học ra đời vào khoảng đầu thế kỷ XIX, trong khi quang tử xuất hiện vào nửa cuối của thế kỷ XX. Ngày nay, hai thành tố này đã có những đóng góp to lớn vào sự phát triển của thế giới hiện đại. Năm 2010, Ủy ban châu Âu đã phê chuẩn quang tử là 1 trong 5 công nghệ chủ chốt (Enable Technology) thúc đẩy cho sự thịnh vượng trong tương lai.

Hội Quang học - quang tử quốc tế (SPIE) đã tiến hành khảo sát, đánh giá tác động của lĩnh vực này tới nền kinh tế Mỹ. Số liệu điều tra năm 2010 đối với 282 công ty cho thấy, hoạt động trong lĩnh vực quang học - quang tử đã đóng góp tới 3.000 tỷ USD doanh thu và 7,4 triệu việc làm ở Mỹ.

Quang học - quang tử có mặt trong mọi lĩnh vực của đời sống xã hội. Sự phát triển của đời sống dựa trên những công nghệ hiện đại ngày càng gắn kết mật thiết với sự phát triển trong lĩnh vực quang học - quang tử, tiêu biểu như: vật liệu quang học, linh

kiện quang học, đo lường quang học... Những lĩnh vực quan tâm mới của quang học hiện đại đang phát triển rất nhanh chóng và có những ứng dụng mới như: laser, quang sợi, quang tử, máy tính quang học, quang học nguyên tử. Quang học - quang tử hiện đại là một lĩnh vực công nghệ cao, đã và đang trở thành yếu tố quan trọng của nền kinh tế - xã hội. Ví dụ: laser trong y tế (phẫu thuật ung thư, phẫu thuật tịt khúc xạ, phẫu thuật tim mạch); thông tin quang (dung lượng lớn, chuyển mạch quang học); thu nhận ảnh và sensor (đọc mã vạch, dụng cụ căn chỉnh bằng laser); lưu trữ dữ liệu bằng quang học (đĩa CD, DVD, máy ảnh số); đo lường chính xác (đo xa laser, con quay laser, giao thoa kế); holography (lưu trữ dữ liệu, thử nghiệm công trình, thiết bị an ninh); gia công vật liệu bằng laser (tôi, khoan, cắt); tế bào năng lượng mặt trời thế hệ mới hiệu suất cao, giá thành hạ...

Việc tận dụng lợi thế của các công nghệ quang học - quang tử để tạo ra các ngành công nghiệp mới và tạo ra tăng trưởng việc

làm có giá trị cao là rất quan trọng đối với các quốc gia công nghiệp. Tại Mỹ, trong khi đa số các công ty quang học và quang tử là các doanh nghiệp vừa và nhỏ (SMEs), chiếm ít hơn 2% trong 17.000 công ty công, nhưng họ chiếm khoảng 10% doanh thu và 6% việc làm trong các công ty công.

Quang học - quang tử có những đóng góp quyết định trong các ứng dụng chủ chốt sau:

Truyền thông, xử lý thông tin và lưu trữ dữ liệu

Quang học - quang tử đã giúp tăng dung lượng của Internet lên gần 10.000 lần trong hai thập niên vừa qua, và trong 10 năm tới nhu cầu băng thông có thể cần tăng thêm 100 lần hoặc nhiều hơn. Không có quang học, Internet không thể tồn tại và phát triển. Trước đây, công nghệ quang học được sử dụng cho việc truyền thông ở khoảng cách xa, gần đây nó đã được sử dụng trong truyền thông cự ly gần, đến từng gia đình, hay mạng LAN, thậm chí là chuột quang học. Trong tương lai gần, công nghệ này sẽ được sử

dụng cho khoảng cách cỡ micro, dưới dạng các kết nối từ chip đến chip hoặc trong chip, giúp giảm kích thước của chip, tăng tốc độ và giảm năng lượng tiêu hao cho việc vận chuyển và xử lý dữ liệu. Không lâu nữa, máy tính quang học không còn là câu chuyện viễn tưởng.

Quốc phòng và an ninh quốc gia

Các cuộc chiến tranh hiện đại cho thấy, các hệ thống tình báo, giám sát và trinh sát thông minh (ISR - Intelligent Survey and Reconnaissance) sẽ quyết định ưu thế trên chiến trường thuộc về phía sở hữu chúng. Một bộ phận đáng kể của hệ thống ISR sẽ được trang bị các bộ cảm biến quang học. Việc nắm tình hình trên toàn vùng, cùng với khả năng truyền thông băng thông rộng kết nối từ các điểm trinh sát di động, cung cấp một lợi thế phòng thủ đáng kể. Công nghệ cảm biến quang học cũng có thể xác định các mối đe dọa hóa học, sinh học và hạt nhân, nhằm đảm bảo cho an ninh quốc gia. Tác chiến đêm với các thiết bị nhìn đêm dạng khuếch đại ánh sáng mờ hoặc ảnh nhiệt, vũ khí trang bị kính ngắm quang học thế hệ mới, đo xa laser, hệ thống quang học chỉ thị mục tiêu và xác định phần tử bắn là nhu cầu hết sức bức thiết hiện nay. Các công nghệ giám sát quang học cũng có nhu cầu không nhỏ. Phòng thủ chống lại các cuộc tấn công tên lửa với hệ thống vũ khí laser là một nhu cầu quan trọng trong tương lai. Vũ khí laser có thể cung cấp một lợi thế đáng kể cho các lực lượng trong quân đội.

Năng lượng

Năng lượng mặt trời có khả

năng đáp ứng nhiều lần sự tiêu thụ năng lượng hiện tại và trong tương lai. Tuy nhiên, cần giảm giá thành sản xuất năng lượng mặt trời xuống tương đương giá thành của các nguồn năng lượng khác - điều này đòi hỏi những tiến bộ trong vật liệu, truyền tải, công nghệ sản xuất.

Nguồn ánh sáng thể rắn SS (SS - Solid State light source) chắc chắn là bước tiếp theo trong việc chiếu sáng. Ưu điểm nổi trội của nguồn sáng mới là: hiệu suất cao hơn, tạo ra ít nhiệt hơn so với các lựa chọn hiện tại và ngày càng trở nên cạnh tranh về chi phí cho các ứng dụng chiếu sáng nói chung.

Ngành công nghiệp dầu khí đang sử dụng ngày càng nhiều các hệ thống quang học để giám sát giếng khoan, qua đó gia tăng năng suất, giảm thiểu rủi ro. Cảm biến nhiệt độ phân bố (DTS) là công cụ phổ biến để theo dõi nhiệt trong giếng khoan, hệ thống sợi quang học đang được sử dụng cho các cảm biến phân bố âm thanh (DAS) để giám sát hoạt động trong quá trình khoan giếng.

Sức khỏe và y tế

Các công nghệ quang tử là cần thiết để cung cấp các phương pháp chẩn đoán, điều trị và phòng bệnh hiệu quả với giá rẻ. Ứng dụng quang học - quang tử trong y học trải rộng từ khả năng điều chỉnh tầm nhìn tự chọn, phẫu thuật xâm lấn tối thiểu đến xác định đặc điểm của bộ gen người bệnh và phân tích lâm sàng ngay tại giường bệnh. Công nghệ dựa trên ánh sáng cũng sẽ giúp tối ưu hóa từng phản ứng riêng đối với thuốc điều trị trong khi giảm thiểu

tác dụng phụ (chi phí chăm sóc sức khỏe sẽ giảm nhờ việc giảm thiểu các thủ tục can thiệp muộn gây tổn kém và nhờ vậy số ngày nằm viện được rút ngắn).

Chẩn đoán hình ảnh trong y tế được sử dụng rộng rãi và tiếp tục phát triển nhanh chóng là chìa khóa dẫn đến nhiều nhu cầu liên quan đến sức khỏe, từ việc tìm hiểu tình trạng bệnh nhân, đến hướng dẫn và điều trị. Hình ảnh thời gian thực bằng cách sử dụng các chỉ dấu sinh học huỳnh quang có chọn lọc liên kết với tế bào khối u, cung cấp một định giới rõ ràng giữa mô khỏe mạnh và mô bệnh trong quá trình phẫu thuật.

Các nghiên cứu sinh học lượng tử đã đạt được nhiều tiến bộ, cùng với sự phát triển của các thiết bị y tế sẽ góp phần cứu sống được nhiều người. Quang học - quang tử (nguồn, vật liệu, hình ảnh, và vi lưu thể học) cung cấp tốc độ, độ nhạy, độ chọn lọc và độ phân giải chưa từng có trên các thiết bị y sinh để hỗ trợ các bác sĩ. Cơ hội nằm trong sự phát triển của các thiết bị mới có thể đo đồng thời tất cả các loại tế bào miễn dịch trong mẫu máu và các công cụ để phát hiện kháng thể, enzyme và các loại hình tế bào quan trọng.

Đo lường tiên tiến dựa trên quang học - quang tử

Khả năng thực hiện các phép đo chính xác và tin cậy là nền tảng cho nhiều lĩnh vực như hệ thống định vị toàn cầu (GPS), thông tin liên lạc, sản xuất và định vị vệ tinh, máy bay.

Mạch tích hợp có thể tìm thấy ở khắp mọi nơi, từ điện thoại di động, máy tính bảng cho đến xe ô tô đều không thể được sản xuất

mà không có cảm biến quang học và đo lường. Toàn bộ ngành công nghiệp điện tử tiêu dùng dựa trên cảm biến quang học và đo lường. Đo lường tiên tiến và in laser chính xác cao cho phép tiếp tục cải thiện mức độ chi tiết (số lượng transistor) có thể dựng được trong các mạch tích hợp mới. Sức mạnh bộ vi xử lý và dung lượng bộ nhớ đã tăng lên đáng kể trong khi chi phí vẫn giữ nguyên. Khả năng dẫn đầu trong lĩnh vực nano hay vi điện tử sẽ phụ thuộc vào những tiến bộ xa hơn trong đo lường và cảm biến.

Sự gia tăng của các cảm biến di động giá rẻ kết hợp với khả năng truyền tải dữ liệu bằng thông rộng sẽ cho phép tăng trưởng nhanh chóng các ứng dụng khác, như chẩn đoán từ xa và giám sát môi trường diện rộng.

Sản xuất tiên tiến

Sản xuất tiên tiến được định nghĩa là sản xuất sử dụng những công nghệ mới, tiên tiến để cải thiện sản phẩm hoặc quá trình sản xuất nhằm dẫn đầu trong ưu thế cạnh tranh và nâng cao giá trị gia tăng. Ví dụ, quá trình sản xuất dựa trên nung kết laser và in 3D cho phép tạo ra các chi tiết bằng cách xây dựng chúng theo từng lớp liên tiếp. Các quá trình này đặc biệt phù hợp để tự động hóa và ít tốn kém vật liệu hơn nhiều so với quy trình truyền thống. Tuy nhiên, để phát triển quá trình sản xuất kiểu này thì yêu cầu công nghệ cũng phải có độ phân giải cao hơn để có thể dựng các bộ phận có độ phức tạp ngày càng cao.

Các nguồn quang học như laser tia X mềm và các công cụ xử lý hình ảnh cũng sẽ cần thiết để

sản xuất chip thế hệ tiếp theo.

Hệ thống laser được sử dụng rộng rãi trong các hoạt động gia công, chẳng hạn như cắt, khoan, hàn, đột dập và gia công cỡ nhỏ, là rất cần thiết cho các nhà máy sản xuất trong tương lai. Hiện nay, sản xuất điện thoại thông minh thông thường đòi hỏi phải có 12 hoặc nhiều hơn các bước sản xuất có sử dụng laser với độ chính xác khác nhau.

Sản xuất tiên tiến là rất quan trọng cho nền kinh tế dựa trên tri thức. Trong khi nhiều quốc gia phải vật lộn để cạnh tranh trong sản xuất khối lượng lớn với lao động giá rẻ, thì với sản xuất tiên tiến, hướng tới cạnh tranh mạnh mẽ sẽ được thực hiện thông qua sản xuất chính xác với giá trị gia tăng cao.

Màn hình hiển thị

Màn hình tinh thể lỏng LCD đã trở nên cực kỳ thông dụng, sử dụng trong nhiều vật dụng, từ điện thoại di động, thiết bị đọc điện tử đến máy tính và tivi. Công nghệ LCD tiêu thụ một lượng năng lượng đáng kể: riêng đèn nền sử dụng 25-40% tổng năng lượng hiển thị. Việc sử dụng điốt phát sáng hữu cơ (OLED) đang phát triển nhanh chóng, các thiết bị này hứa hẹn giảm nhiều mức tiêu thụ năng lượng.

Màn hình dẻo, làm từ màng mỏng polymer hoặc các công nghệ màng mỏng khác, là một công nghệ mới nổi, có tiềm năng thay thế giấy trong các phương tiện truyền thông như báo, tạp chí. Những màn hình gọn nhẹ này có thể tái sử dụng, có thể giao tiếp với các máy chủ để tải về và hiển thị thông tin. Màn hình dẻo vẫn là một cơ hội chưa được

khám phá, có tiềm năng đáng kể trong các ứng dụng tiêu dùng và quốc phòng.

Sản xuất màn hình LCD truyền thống là công nghệ đã thiết lập nhưng các công nghệ màn hình trong tương lai có thể cung cấp các cơ hội dẫn đầu mới, bao gồm cả hiệu suất năng lượng đèn nền, màn hình hiển thị dẻo dựa trên OLED, và hiển thị ba chiều thời gian thực. Trong khi công nghệ màn hình cảm ứng đã được thương mại hóa rộng khắp, những đổi mới và cải tiến đáng kể đang được phát triển để tạo ra thêm nhiều cơ hội khác. Màn hình hiển thị tương lai của tất cả các chủng loại sẽ phải kết hợp các vật liệu có chi phí thấp, độ bền cao, thân thiện môi trường và dễ chế tạo.

Phát triển quang học - quang tử ở Việt Nam

Không tính tới các ứng dụng nhỏ lẻ trong nhiếp ảnh, chiếu bóng, y tế... thì có thể coi ngành quang học của Việt Nam hình thành từ sau năm 1945. Nhu cầu về quang học đến từ sự cần thiết phải sửa chữa các loại kính ngắm dùng cho pháo binh, ống nhòm dùng cho bộ binh trong thời kỳ kháng chiến chống thực dân Pháp. Nhận thấy tầm quan trọng của quang học, ngay sau năm 1954, một số cán bộ quân đội đã được tuyển chọn gửi đi đào tạo công nhân và đại học ở nước ngoài như Trung Quốc, Đức. Các cán bộ này là những người đầu tiên xây dựng Nhà máy quang học Z123.

Năm 1966, Nhà máy quang học Z123 chính thức ra đời với nhiệm vụ chế tạo các linh kiện thay thế cho khí tài quang học. Đến nay, sau gần 50 năm phát



Vận hành thiết bị mạ màng mỏng quang học tại Trung tâm Quang Điện tử

triển, Nhà máy Z123 đã có đội ngũ tương đối hoàn chỉnh, làm chủ một số công nghệ cơ bản cho phép chế tạo mới một số loại khí tài quang học phục vụ bộ binh, pháo binh và phòng không.

Từ năm 1978 trở đi, Học viện Kỹ thuật Quân sự đã mở lớp Khí tài quang học, đào tạo kỹ sư có khả năng bảo trì, thiết kế các khí tài quang học. Trong khoảng hơn 20 năm trở lại đây, lĩnh vực quang học truyền thống và hiện đại đã được quan tâm nghiên cứu ở nhiều viện nghiên cứu, trường đại học, tiêu biểu như: Viện Ứng dụng Công nghệ (Bộ KH&CN), Học viện Kỹ thuật Quân sự (Bộ Quốc phòng); Viện Vật lý, Viện Khoa học Vật liệu (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam); Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; Đại học Quốc gia Hà Nội; Viện Kỹ thuật Điện tử và Cơ khí Nghiệp vụ (Bộ Công an)... Hoạt động của ngành quang học - quang tử ở Việt Nam thể hiện ở hai nhóm

hoạt động: nhóm nghiên cứu lý thuyết, tập trung ở một số trường đại học và viện nghiên cứu, kết quả chủ yếu thể hiện qua các bài báo công bố trong các hội nghị khoa học, trên các tạp chí trong và ngoài nước, qua đào tạo đại học và sau đại học; nhóm công nghiệp, dịch vụ và nghiên cứu - triển khai, gồm một số nhà máy quốc phòng, các doanh nghiệp FDI (Pentax, Canon, Hoya, LG...), Viện Ứng dụng Công nghệ, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Trung tâm KH&CN Quân sự. Mặc dù quang học - quang tử ở Việt Nam đã có một số tiến bộ so với trước đây, nhưng so với trình độ thế giới, so với tiềm năng thị trường, so với kỳ vọng thì khả năng đáp ứng còn rất xa. Nguyên nhân của tình trạng trên là do: các cơ sở sản xuất trong nước sản xuất một số sản phẩm quang học truyền thống sử dụng công nghệ cũ, chất lượng sản phẩm không cao, năng lực cạnh tranh kém,

thị trường nhỏ bé, chậm đổi mới công nghệ; nhiều viện nghiên cứu vẫn nghiên cứu những nội dung cơ bản hoặc cơ sở, khả năng ứng dụng hạn chế, kết quả không đi được tới thị trường, các nội dung nghiên cứu phân tán không theo một định hướng chung hay một chương trình có mục tiêu cụ thể; các công ty FDI sản xuất các sản phẩm quang học truyền thống hoặc hiện đại dựa trên công nghệ riêng của họ, rất ít doanh nghiệp của Việt Nam tham gia được vào chuỗi giá trị của các công ty này, thị trường quang học - quang tử hầu như hoàn toàn dành cho các doanh nghiệp hoặc sản phẩm nước ngoài.

Nghiên cứu về công nghệ quang học - quang tử là nhu cầu khách quan, cần thiết và đã có những đóng góp nhất định cho sự phát triển của Việt Nam. Để nâng cao hơn nữa năng lực nghiên cứu - ứng dụng công nghệ trong lĩnh vực quang học - quang tử vào đời sống kinh tế, xã hội, an ninh - quốc phòng và tham gia tích cực vào sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước thì rất cần có sự đầu tư tập trung cho lĩnh vực này cả về trang thiết bị và nhân lực. Theo đó, một số định hướng cần quan tâm phát triển trong thời gian tới gồm: công nghệ màng mỏng; công nghệ quang - cơ - điện tử; công nghệ xử lý ảnh; công nghệ vật liệu và linh kiện quang tử; công nghệ gia công chính xác cấp micro và nano; cảm biến và đo lường quang học; công nghệ hệ thống thông tin sợi quang; quang học hồng ngoại; công nghệ laser ■