



► NGUYỄN VĂN TOÀN

Nguyễn Văn Toàn nhận bằng Cử nhân (B.S.) vào năm 2006 và bằng Thạc sĩ (M.S.) vào năm 2009 trong lĩnh vực Vật lý và Điện tử tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam. Anh nhận bằng Tiến sĩ với đề tài nghiên cứu về bộ cộng hưởng silicon có khả năng tích hợp vào hệ thống LSI để ứng dụng trong thiết bị tạo dao động tại Đại học Tohoku vào năm 2014. Hiện anh là phó giáo sư tại Khoa Kỹ Thuật Cơ Học, Đại học Tohoku. Các lĩnh vực nghiên cứu hiện tại bao gồm MEMS/NEMS, thiết bị điều chế quang học, cảm biến sinh học và máy phát nhiệt điện.

Email: nguyen.van.toan.c6@tohoku.ac.jp

Website: <https://www.nme.mech.tohoku.ac.jp/>

GIỚI THIỆU VỀ CÔNG NGHỆ MEMS/NEMS TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM ONO-TOÀN, ĐẠI HỌC TOHOKU

Trương Thị Kim Tươi¹, Nguyễn Văn Toàn^{1,*}
Takahito Ono^{1,2}

¹Trương Thị Kim Tươi, Giáo Sư Trợ Lý, Tiến Sĩ, Đại Học Tohoku
Email: nguyen.tuoi.b6@tohoku.ac.jp

²Nguyễn Văn Toàn, Phó Giáo Sư, Tiến Sĩ, Đại Học Tohoku
Email: nguyen.van.toan.c6@tohoku.ac.jp

³Takahito Ono, Giáo Sư, Tiến Sĩ, Đại Học Tohoku
Email: takahito.ono.d4@tohoku.ac.jp

TÓM TẮT:

Kỹ thuật vạn vật kết nối Internet (Internet of things - IoT) đã được phát triển nhanh chóng và có tầm quan trọng đối với các vấn đề cấp bách trên toàn thế giới bao gồm xã hội lão hóa, môi trường, an ninh và năng lượng, trong đó hệ thống vi cơ (MEMS/NEMS) và vi cảm biến nhiều chức năng và có độ nhạy cao là những công nghệ then chốt cho IoT. MEMS/NEMS là những hệ thống thu nhỏ có đặc tính hoạt động cao và tiêu tốn ít năng lượng được chế tạo bằng công nghệ Micro và Nano bên cạnh các công nghệ bán dẫn thông thường. Bài viết giới thiệu sơ lược về công nghệ MEMS/NEMS tại phòng thí nghiệm Ono-Toàn, Đại học Tohoku, Nhật Bản. Hướng nghiên cứu của phòng thí nghiệm trải rộng từ tổng hợp vật liệu, công nghệ chế tạo, và ứng dụng trong các lĩnh vực cụ thể.

Từ khóa: IoTs, MEMS, NEMs.

1. GIỚI THIỆU ĐẠI HỌC TOHOKU

Trường đại học Tohoku là một trong những trường đại học hàng đầu ở Nhật Bản, và thuộc top trường đại học hàng đầu trên toàn thế giới, là trường luôn đi đầu trong các lĩnh vực nghiên cứu, đặc biệt là các ngành khoa học vật liệu và kỹ thuật chế tạo. Trường được xếp hạng 1 trong số các trường đại học tiêu biểu của Nhật Bản, theo đánh giá của Times Higher Education (THE) [1]. Trường được thành lập vào năm 1907 và tọa lạc tại thành phố Sendai, tỉnh Miyagi, khu vực Đông Bắc, Nhật Bản. Năm 2017, trường đại học Tohoku được chính phủ Nhật Bản chọn vào nhóm ba trường “National designated universities” với mức đầu tư mới hàng tỉ yên để thúc đẩy phát triển khoa học công nghệ và quốc tế hóa [2]. Theo thông cáo báo chí được Bộ Giáo dục, Văn hóa, Thể thao, Khoa học và Công nghệ (MEXT) công bố vào 01/09/2023, Đại học Tohoku hiện là ứng viên duy nhất còn cơ hội được chọn là “Đại học cho Sự Xuất Sắc trong Nghiên Cứu Quốc Tế” (University for International Research Excellence) [3]. Đây là chương trình này để nâng cao khả năng nghiên cứu của các trường đại học Nhật Bản. Các ứng viên thành công được kỳ vọng sẽ có quyền truy cập vào nguồn tài chính từ quỹ trị giá 10 nghìn tỷ JPY được chính phủ quản lý, để thúc đẩy hoạt động giáo dục và nghiên cứu.

The Tradition of “Research First”, “Open Doors” and “Practice Orientation”

1907: Foundation of Tohoku University
as third national university



**Synergy of Research
and Education**

“Sendai is a city most
suited for research”

- A. Einstein, 1922



Diversity

Japan’s first female
university students,
1913 (110 years ago)

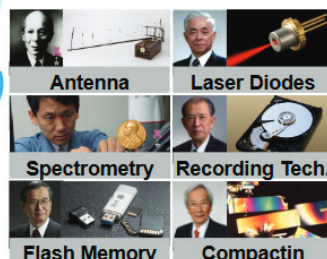


Open to diverse backgrounds



Creating Social Value

“Industry is Academia’s Dojo”
(Kotaro Honda, 6th President)



Major contributions by members
to disaster recovery after the
2011 Great East Japan Earthquake

Tohoku University was founded with
considerable donations from third parties

Hình 1. Giới thiệu đại học Tohoku [3].

Từ lúc thành lập cho đến nay, trường luôn theo đuổi chính sách “ưu tiên nghiên cứu” và “mở cửa”. Số lượng sinh viên theo học khoảng 20,000 và số lượng nhân viên khoảng 6,500. Số lượng tiến sĩ tốt nghiệp mỗi năm nhiều nhất Nhật Bản, khoảng 500 người đáp ứng nhu cầu phục vụ xã hội. Đại học Tohoku tự hào là trường đại học đầu tiên tại Nhật bản tiếp nhận sinh viên nữ và sinh viên quốc tế theo học [4]. Trường đại học Tohoku có bốn cơ sở chính là: Aobayama, Katahira, Kawauchi và Seiryō [5]. Hệ thống kiến túc xá được trang bị đầy đủ tiện nghi phục vụ cho sinh viên và nhân viên với hệ thống giao thông vô cùng thuận lợi, tạo điều kiện tối đa cho học tập và nghiên cứu. Ngoài ra, trường có tuyến xe buýt riêng để phục vụ sinh viên di chuyển qua lại giữa các cơ sở học và trung tâm nghiên cứu. Trường thường xuyên tổ chức các hoạt động ngoại khóa để tăng cường hoạt động giao lưu dành cho sinh viên quốc tế. Trường đào tạo các bậc bao gồm cao đẳng, đại học, thạc sĩ, tiến sĩ với nhiều ngành học như sau:

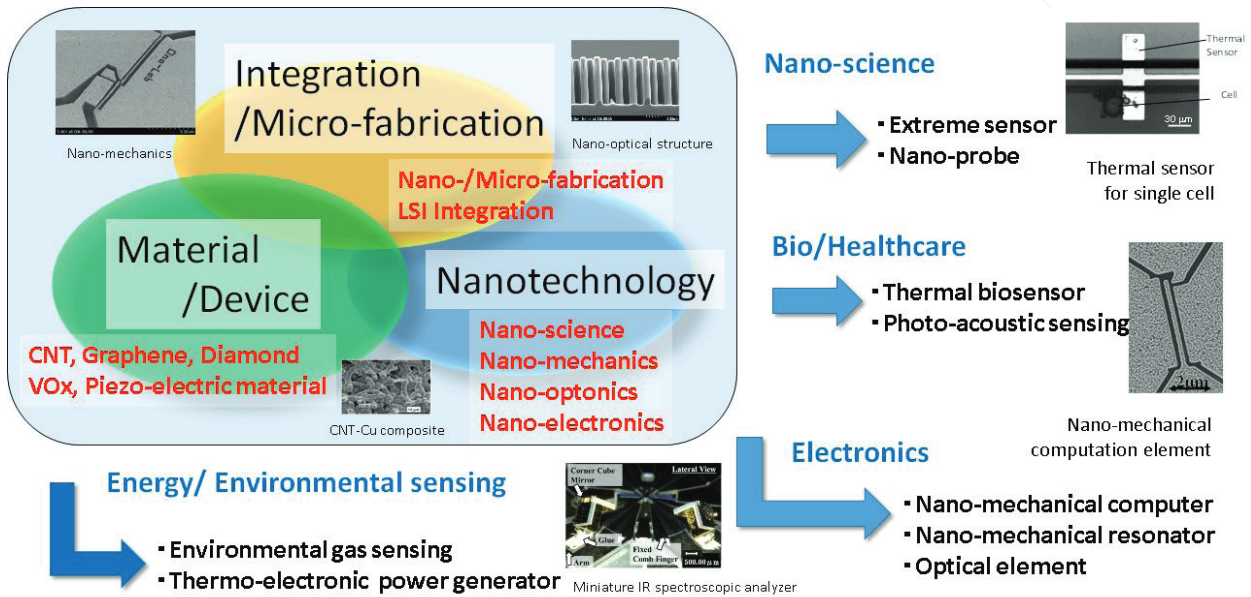
- Cơ khí và công nghệ
- Giáo dục và đào tạo
- Khoa học xã hội và truyền thông
- Kiến trúc
- Y tế và sức khỏe
- Nhân văn
- Luật
- Kinh doanh và quản trị
- Xây dựng và quy hoạch
- Khoa học ứng dụng và khoa học cơ bản.

Hội Cựu Sinh viên Đại học Tohoku tại Việt Nam (TUA AV - <https://overseas-alumni.bureau.tohoku.ac.jp/regional-activities/>) được thành lập 2019 để tụ họp các thể hệ cựu sinh viên Việt Nam đã và đang học tại Đại học Tohoku, nhằm tạo nên một nền tảng cơ sở dữ liệu cho việc trao đổi thông tin, hỗ trợ lẫn nhau giữa cựu sinh viên, sinh viên hiện tại và các hoạt động của Hội, cũng như giới thiệu các cá nhân thành công trong mọi lĩnh vực. Hội Cựu Sinh viên Đại học Tohoku sẽ tổ chức các hội thảo và diễn đàn hàng năm. Tại hội thảo, các nghiên cứu và kinh nghiệm sẽ được trình bày, và báo cáo tổng kết về các hoạt động trước đây, hướng đi và hoạt động của Hội trong những năm sắp tới sẽ được thông qua. Ngoài ra, diễn đàn sẽ là nền tảng để trao đổi kinh nghiệm chuyên nghiệp, trao đổi văn hóa, nghệ thuật, hoạt động thể thao, sự kiện... dành cho cựu sinh viên, nhằm tạo ra sự hiểu biết, đoàn kết và kết nối giữa các thể hệ cựu sinh viên Đại học Tohoku.” Bên cạnh đó, để duy trì mối quan hệ và hợp tác thành công hơn giữa TUA AV và Đại học Tohoku, “Đội liên lạc Việt Nam” (Vietnam Liaison Team) đã được thành lập 2022 nhằm hỗ trợ việc trao đổi thông tin một cách suôn sẻ hơn. Thêm vào đó, đội cũng hỗ trợ sinh viên, nhà nghiên cứu muốn học tập và làm việc tại Đại học Tohoku. Địa chỉ Email liên hệ: vietnamliaisonsteam@grp.tohoku.ac.jp

2. MỘT SỐ NGHIÊN CỨU TIÊU BIỂU CỦA PHÒNG THÍ NGHIỆM ONO-TOÀN

2.1. Giới thiệu tổng quan

Phòng thí nghiệm đã và đang tiến hành những nghiên cứu trên lĩnh vực vi cơ điện tử và các công nghệ liên quan



Hình 2. Hướng nghiên cứu của phòng thí nghiệm Ono-Toàn [6].

dựa trên kỹ thuật chế tạo nano và micro hướng đến ứng dụng trong lĩnh vực như công nghệ thông tin, y học, sinh học, chuyển đổi năng lượng, và môi trường. Ngoài ra, những công nghệ và cảm biến đã được phát triển thành công đã và đang được sử dụng trong những lĩnh vực mới. Gần đây, kỹ thuật vạn vật kết nối Internet (Internet of things - IoT) đã được phát triển nhanh chóng và có tầm quan trọng đối với các vấn đề cấp bách trên toàn thế giới bao gồm xã hội lão hóa, môi trường, an ninh và năng lượng, trong đó hệ thống vi cơ (MEMS/NEMS) và vi cảm biến nhiều chức năng và có độ nhạy cao là những công nghệ then chốt cho IoT. MEMS/NEMS là những hệ thống thu nhỏ có đặc tính hoạt động cao và tiêu tốn ít năng lượng được chế tạo bằng công nghệ Micro và Nano bên cạnh các công nghệ bán dẫn thông thường. Hướng nghiên cứu của phòng thí nghiệm trải rộng từ tổng hợp vật liệu, công nghệ chế tạo, và ứng dụng trong các lĩnh vực cụ thể (Hình 1).

2.2. Một số nghiên cứu tiêu biểu

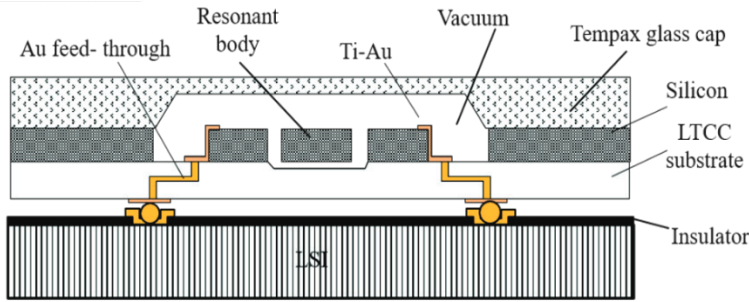
- Các bộ dao động cộng hưởng chế tạo bằng công nghệ Micro/Nano (Micro/Nanofabricated resonators)

Các bộ dao động được gia công siêu nhỏ đóng một vai trò quan trọng trong nhiều ứng dụng khác nhau [7-14]. Ví dụ như, sử dụng các bộ cảm ứng dao động để đo khối lượng hấp thụ trên bề mặt của chúng dựa trên sự thay đổi tần số dao động của bộ cảm ứng. Các ứng dụng liên quan đến tạo tín hiệu đồng hồ trong hệ thống điện tử đã được chứng minh qua nhiều nghiên cứu. Các bộ dao động được gia công siêu nhỏ cũng được sử dụng trong các ứng dụng lọc sóng, có thể hữu ích trong các mô-đun truyền và thu sóng tần số radio hiện nay. Đã nghiên cứu nhiều cơ chế chuyển đổi, bao gồm cơ chế áp điện (piezo-electric), áp trở (piezoresistive) và cơ chế điện dung (capacitive), để kích thích và phát hiện chuyển động của các bộ dao động. Tất cả các phương pháp trên đều có ưu điểm

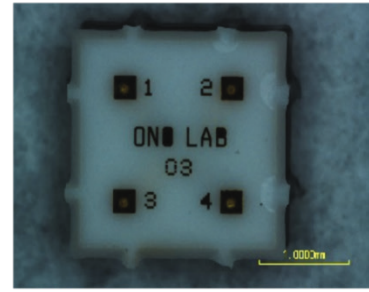
và nhược điểm riêng.

Phòng thí nghiệm tập trung vào phương pháp đo điện dung, dựa trên việc đo sự thay đổi trong điện dung giữa một điện cực cảm ứng và cơ thể dao động. Các bộ dao động điện dung thường được sử dụng cho các ứng dụng đo và tạo xung. Các bộ dao động điện dung có hệ số Q cao, dẫn đến tính ổn định và ma sát nội bộ thấp. Tuy nhiên, nhược điểm của chúng là khá nhiều trở kháng dao động và tổn thất chèn lọc lớn, làm cho việc đáp ứng điều kiện dao động trở nên khó khăn. Ngoài ra, trở kháng dao động lớn dẫn đến nhiều pha đáng kể trong bộ dao động; do đó, trở kháng dao động nên được giữ thấp nhất có thể.

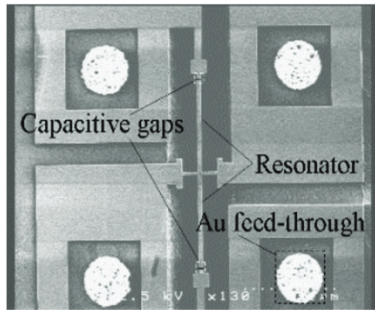
Hình 3 (a) mô tả phần cắt ngang của bộ dao động silicon điện dung được đề xuất, có khả năng tích hợp LSI cho ứng dụng tạo dao động (timing device). Cấu trúc dao động này, được tạo ra bằng cách kết hợp electron beam lithography và conventional photolithography, cùng với quá trình deep reactive ion etching trên một wafer silicon on insulator, được chuyển sang mặt nền LTCC thông qua quá trình liên kết anodic bonding giữa silicon và LTCC (low temperature co-fired ceramic) để kết nối điện. Hình 3(b) là kết quả chế tạo của bộ dao động trên mặt nền LTCC. Kết nối điện được thực hiện bằng Ti-Au để kết nối các điện cực silicon với LSI thông qua công dẫn kim loại của LTCC (Hình 3(a)). Cấu trúc bộ dao động được đóng gói kín (Vacuum) thông qua quá trình liên kết anodic lần thứ hai giữa silicon và kính Tempax, như được thể hiện trong Hình 3 (c). Thiết bị đã được đóng gói được gắn trên gói đóng dạng dual in-line gồm tám chân và cuối cùng là quá trình kết nối bằng dây vàng (Hình 3 (d)). Như vậy, phương pháp mới cho các bộ dao động silicon đóng gói kín đã được phát triển và chứng minh. Quá trình đóng gói bằng cách sử dụng LTCC đã được thực hiện thành công, và sự dao động với hệ số Q cao đã được quan sát. Chúng tôi tin rằng các bộ dao động được đề xuất được đóng gói bằng LTCC có thể giúp đơn giản hóa việc tích hợp LSI



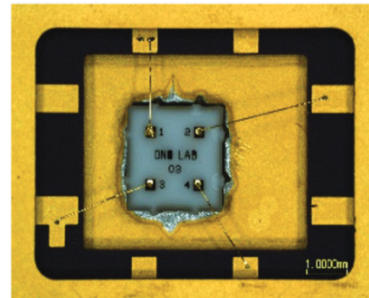
(a)



(c)

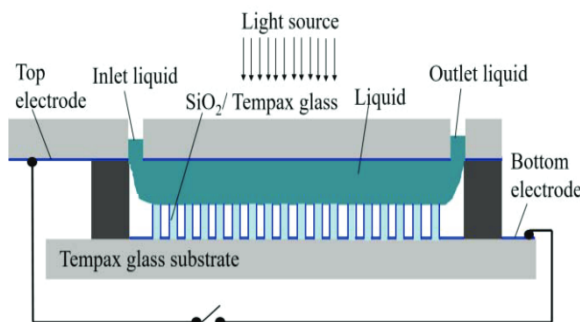


(b)

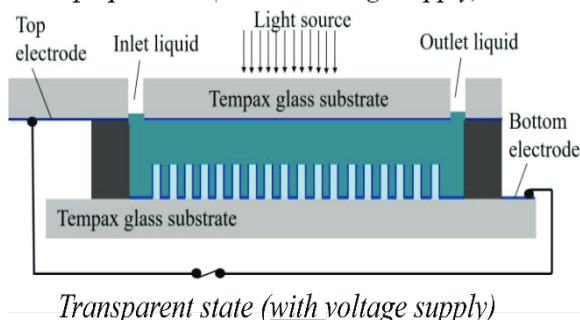


(d)

Hình 3. Bộ dao động cộng hưởng chế tạo bằng công nghệ Micro/Nano.
(a) Cấu trúc bộ cộng hưởng. (b) Kết quả chế tạo. (c) Linh kiện được đóng gói.
(d) Linh kiện được chuẩn bị cho đánh giá. [7-14].

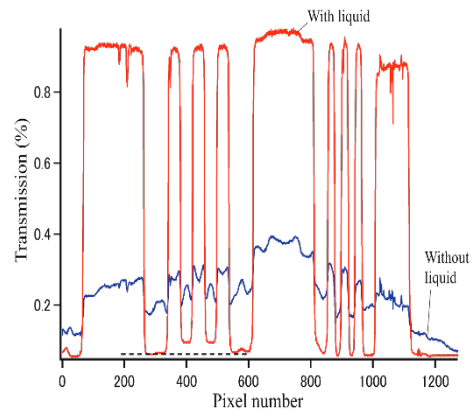
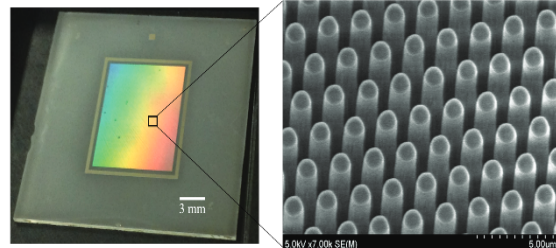


Opaque state (without voltage supply)



Transparent state (with voltage supply)

(a)



(b)

Hình 4. Cửa sổ quang học để điều khiển việc truyền ánh sáng.
(a) Cấu trúc được đề xuất. (b) Kết quả chế tạo và kết quả đo. [15-21]

cho ứng dụng thiết bị tạo dao động. Chi tiết về cấu trúc, nguyên lý, và đánh giá khả năng hoạt động có thể được tìm thấy trong công bố của chúng tôi [7-14].

- Cửa sổ quang học để điều khiển việc truyền ánh sáng (Optical modulator window)

Một trong những cơ chế phổ biến nhất để điều chỉnh ánh sáng không gian là sử dụng vật liệu phân tử lỏng (liquid crystal). Mặc dù tỷ lệ tắt sáng của mô-đun điều chỉnh ánh sáng không gian chất lỏng thực tế là khá cao, khả năng truyền sáng của nó không đủ cho các ứng dụng



chụp hình do cơ chế chuyển đổi quang học sử dụng sự cắt sáng dựa trên cảm ứng ánh sáng và khó khăn trong việc thu nhỏ kích thước để có tỷ lệ khẩu độ lớn (large aperture ratio). Ngoài ra, đã báo cáo về việc truyền sáng thấp của ánh sáng do hiện tượng phân tán Rayleigh xảy ra giữa trường điện của ánh sáng chiếu vào và các electron trong phân tử chất lỏng tinh khiết. Hơn nữa, việc tích hợp vật liệu phân tử lỏng lên trên cảm biến hình ảnh đặt ra thách thức công nghệ bổ sung cho ngành công nghiệp bán dẫn để sản xuất hàng loạt.

Trong chủ đề này, chúng tôi đã thực hiện việc chế tạo cấu trúc trụ sâu SiO_2 và kính Tempax bằng sự kết hợp của photolithography, mạ niken và quá trình deep reactive ion etching. Chúng tôi đã nghiên cứu yếu tố chính ảnh hưởng đến hình dạng quá trình ăn mòn. Các cấu trúc trụ kính Tempax được tạo ra sử dụng kỹ thuật deep RIE bằng cách sử dụng hỗn hợp khí SF_6 và O_2 . Chúng tôi đã chế tạo các cấu trúc trụ sâu SiO_2 và Tempax với kích thước tương tự cảm biến hình ảnh và đánh giá tính chất quang học của chúng có và không có sự thâm nhập của chất lỏng bằng cách sử dụng một cảm biến hình ảnh.

Khái niệm linh kiện điều khiển quang học được minh họa như Hình 4 (a). Khu vực cửa sổ quang học có kích thước 7,2 mm x 9,6 mm bao gồm các cấu trúc trụ sâu SiO_2 hoặc kính được lắp ráp với bể chứa chất lỏng (liquid reservoir). Các điện cực ở trên và dưới là các vật liệu trong suốt như indium tin oxide (ITO) hoặc aluminum doped zinc oxide (AZO). Thiết bị này có thể được gắn trực tiếp lên vi mạch cảm biến hình ảnh và có một phạm vi biến đổi quang học lớn cho các ứng dụng cảm biến hình ảnh chức năng.

Cửa sổ quang học sẽ được vận hành bằng cách thay đổi góc độ tiếp xúc đảo chiều của chất lỏng trên bề mặt của các micro-pillar. Khi một điện áp được áp dụng vào cấu trúc, chất lỏng di chuyển vào các khoảng trống giữa các pillar. Việc phản xạ ánh sáng tại các bề mặt bên của pillar sẽ bị loại bỏ do sự phù hợp chỉ số khúc xạ tại giao diện; do đó, mảng pillar trở nên trong suốt. Do đó, một lưu lượng truyền sáng quang học cao sẽ được thu được. Trong trường hợp không có chất lỏng ở giữa các pillar, độ truyền sáng của thiết bị thấp hơn so với khi có chất lỏng do phản xạ và phân tán ánh sáng bởi bề mặt của pillar và nó hoạt động một cách lý tưởng như trạng thái không trong suốt. Do đó, bằng cách di chuyển chất lỏng vào và ra khỏi mảng pillar bằng cách sử dụng hiện tượng điện động học, độ truyền sáng có thể được điều khiển điện tử.

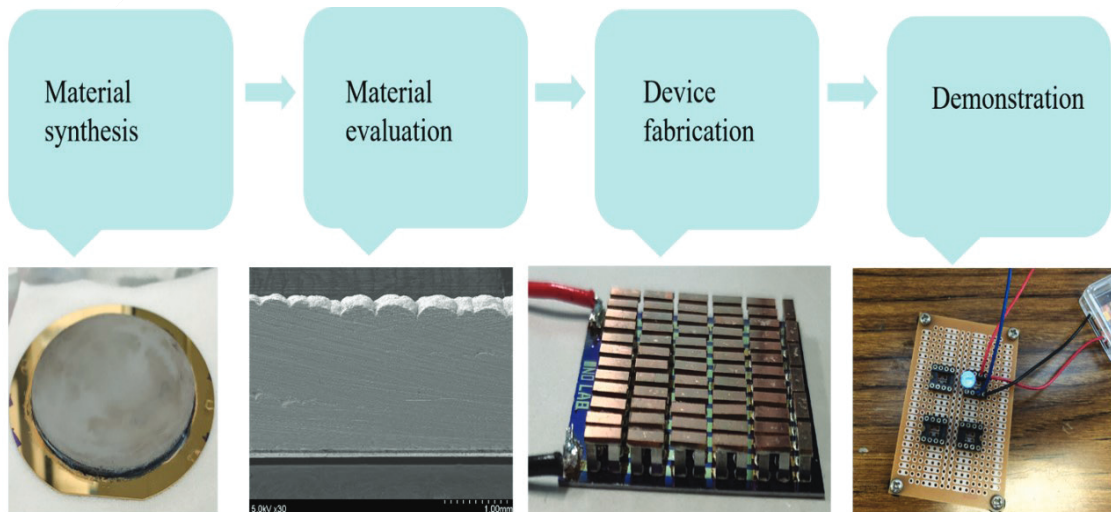
Hình 4 (b) minh họa cho kết quả chế tạo của linh kiện điều khiển quang học. Một so sánh lượng hóa về sự truyền sáng có và không có sự thâm nhập của chất lỏng bằng cách sử dụng một cảm biến hình ảnh đã được kiểm tra. Một lượng truyền sáng thấp của cửa sổ quang học đã được quan sát khi đo mà không có sự thâm nhập của chất lỏng. Sự truyền sáng thấp trong trường hợp này là do sự phản xạ và phân tán ánh sáng bởi các bề mặt của các pillar như đã giải thích trước đó. Ánh sáng truyền

qua rất cao, khoảng 90%, có thể được đạt được bằng cách sử dụng chất lỏng phù hợp. Nguyên nhân có thể là sự phù hợp chỉ số khúc xạ với các pillar SiO_2 . Do đó, phạm vi điều chế lớn, khoảng 65%, cho cả trường hợp có và không có dung dịch đã đạt được. Chi tiết về cấu trúc, nguyên lý, và đánh giá khả năng hoạt động có thể được tìm thấy trong công bố của chúng tôi [15-21].

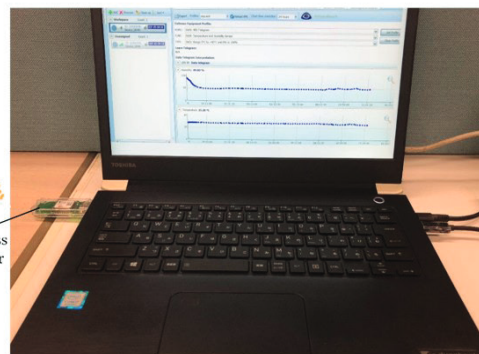
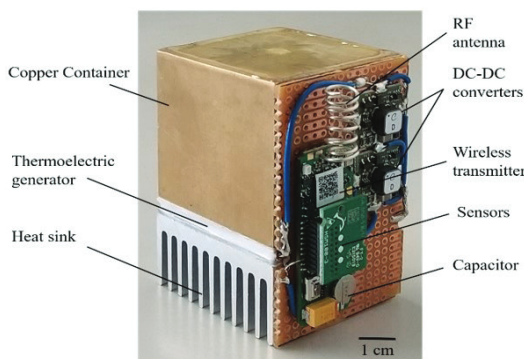
- Chuyển đổi sự thay đổi nhiệt năng thành điện năng sử dụng cho ứng dụng IoT (IoT sensing systems driven by daily ambient thermal energy fluctuations)

Trong thời kỳ khủng hoảng toàn cầu, dịch bệnh hoành hành, Internet of Things (IoT) đóng một vai trò rất quan trọng trong việc chẩn đoán sớm nhiễm virus, thời gian cách ly và sau phục hồi. IoT cho phép tạo kết nối giữa người và vật, thời gian và không gian để mở ra một kỷ nguyên mới. Một loạt các ứng dụng đã và đang được triển khai sử dụng IoT, bao gồm hệ thống chăm sóc sức khỏe, giao thông vận tải, cơ sở hạ tầng dân dụng, tòa nhà thông minh, giám sát môi trường, và sản xuất. Hầu hết tất cả các thiết bị IoT đều được thiết kế để trở thành thiết bị điện tử tiêu dùng nhỏ, không dây và di động. Chúng được cung cấp năng lượng bởi nhiều loại và kích cỡ pin tùy thuộc vào yêu cầu ứng dụng. Thật không may, pin có một lượng năng lượng hữu hạn và chúng cần được sạc lại hoặc thay thế, điều này tỏ ra bất tiện và tốn kém. Việc sử dụng pin làm nguồn cung cấp năng lượng cho IoT có những nhược điểm khác, bao gồm giảm mật độ năng lượng và hiện tượng phóng điện ngay cả khi nó không được sử dụng. Một mối quan tâm khác liên quan đến môi trường vì pin có chứa các hóa chất độc hại và chất độc làm cho quá trình xử lý phức tạp hơn. Mặc dù hầu hết các loại pin có thể được tái chế, nhưng các phương pháp tái chế rất tốn kém và cần được cải thiện. Do những lý do này, vấn đề cấp nguồn cho các thiết bị IoT cần phải được giải quyết. Một giải pháp thay thế để thay thế pin là thu năng lượng có sẵn trong môi trường xung quanh thiết bị IoT để tạo điện. Cách tiếp cận này có tiềm năng làm cho thiết bị IoT không cần bảo trì và được cung cấp năng lượng vĩnh viễn.

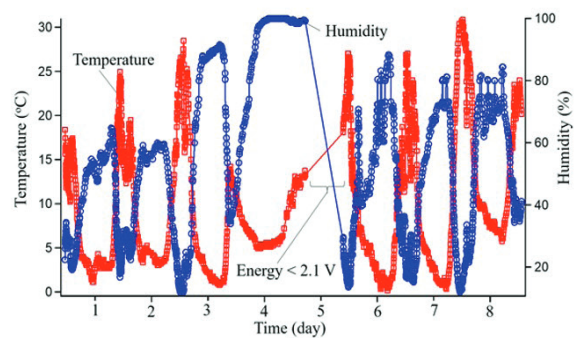
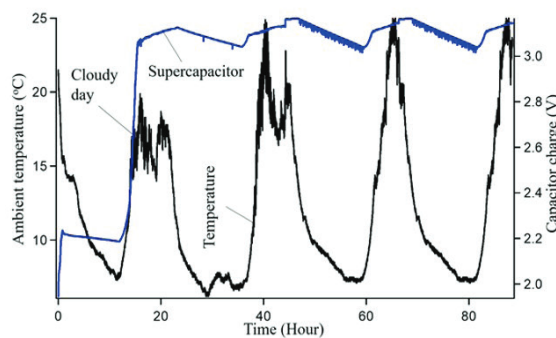
Không giống như các nguồn năng lượng xung quanh linh kiện IoT như cơ học, ánh sáng mặt trời và tần số vô tuyến, nguồn năng lượng nhiệt đã thu hút nhiều sự chú ý hơn như một sự lựa chọn khả thi để hỗ trợ các thiết bị IoT vì nó tồn tại ở khắp mọi nơi. Để chuyển đổi nhiệt năng thành điện năng, máy phát nhiệt điện dựa trên hiệu ứng Seebeck thường được sử dụng. Phòng thí nghiệm không chỉ tập trung vào nghiên cứu phát triển vật liệu nhiệt điện mới và chế tạo máy phát nhiệt điện, mà còn tập trung việc sử dụng nó trong những ứng dụng cụ thể (hình 5 (a)). Chúng tôi đã chế tạo thành công một hệ thống tích hợp bao gồm máy phát nhiệt điện (chuyển đổi dao động nhiệt ở môi trường xung quanh thiết bị IoT thành điện năng), mạch điện tử, bộ lưu năng lượng, khối tích trữ và giải phóng nhiệt năng (hình 5 (b)). Linh kiện chế tạo đã được vận hành thành công và có khả năng hoạt động ở bất



(a)



(b)



(c)

Hình 5. (a) Nghiên cứu từ tổng hợp vật liệu, chế tạo linh kiện cho đến những ứng dụng cụ thể. (b) Thiết bị IoT sử dụng nguồn năng lượng của sự thay đổi nhiệt môi trường. (c) Dao động nhiệt môi trường được chuyển đổi thành điện năng và sử dụng như là một nguồn điện cung cấp cho thiết bị IoT. [22-35].

kỳ môi trường hay không gian nào, hứa hẹn mở ra một kỷ nguyên mới cho linh kiện IoT không cần bảo trì và được cung cấp năng lượng vĩnh viễn. Chi tiết về cấu trúc, nguyên lý, và đánh giá khả năng hoạt động có thể được tìm thấy trong công bố gần đây của chúng tôi [22-35].

3. MỘT SỐ LAB NGHIÊN CỨU TIÊU BIỂU CỦA ĐẠI HỌC TOHOKU TRONG LĨNH VỰC MEMS/NEMS

3.1 Lab nghiên cứu về MEMS/NEMS

Website: <http://www.medmems.bme.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Yoichi Haga

Đề tài nghiên cứu chính: Small, highly functional, multifunctional endoscopes, catheters, surgical instruments based on Micro/Nano technologies

3.2 Lab nghiên cứu về MEMS/NEMS

Website: <http://www.mems.mech.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Shuji Tanaka

Đề tài nghiên cứu chính: Research and Development



of Micro/Nanosystems for Robot Control, Advanced Communication, Healthcare, Safety, Energy Saving etc

3.3 Lab nghiên cứu về cảm biến lực từ

Website: <https://www.nme.mech.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Masaya Toda

Đề tài nghiên cứu chính: Magnetic Resonance Force Sensors Based on Nanomechanical Cantilever

3.4 Lab nghiên cứu về future light manipulation technology

Website: <https://web.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Yoshiaki Kanamori

Đề tài nghiên cứu chính: Future technologies and applications of optical manipulation by fusing “nanophotonics, metamaterials, biomimetic optics” and “microfabrication, optical MEMS”.

3.5 Lab nghiên cứu về renewable energy conversion engineering

Website: <https://www.renewable.energy.mech.tohoku.ac.jp>

Giáo sư chủ nhiệm: Hiroo Yugami

Đề tài nghiên cứu chính: Energy systems by controlling thermal radiation, Energy conversion devices based on solid-states Ionics.

3.6 Lab nghiên cứu về biomedical engineering

Website: <http://www.lbc.mech.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Tetsu Tanaka

Đề tài nghiên cứu chính: Intelligent Si neural probe, fully-implantable retinal prosthesis, 3D-IC technology and analog/digital LSI design.

3.7 Lab nghiên cứu về Molecular robotics

Website: <http://www.molbot.mech.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Satoshi Murata

Đề tài nghiên cứu chính: DNA nanostructure, DNA computing, Molecular robotics, and Artificial cell.

3.8 Lab nghiên cứu về advanced material systems

Website: <https://web.tohoku.ac.jp/>

Giáo sư chủ nhiệm: Hironori Tohmyoh

Đề tài nghiên cứu chính: Thermoelectric generator based thin plate, ultrasonic materials, and micro/nano materials.

4. HỢP TÁC NGHIÊN CỨU GIỮA PHÒNG THÍ NGHIỆM ONO-TOÀN VÀ ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN TP.HCM, VIỆT NAM

Phòng thí nghiệm Ono-Toàn và Khoa Vật Lý-Kỹ Thuật, Đại Học Khoa Học Tự Nhiên thuộc Đại Học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, đang hợp tác trong việc đào tạo nguồn nhân lực, trao đổi và triển khai nghiên cứu trong lĩnh vực MEMS/NEMS. Phòng thí nghiệm Ono-Toàn đã tiếp nhận nhiều sinh viên Việt Nam cho chương trình học thạc sĩ và tiến sĩ. Hội thảo khoa học công nghệ thường niên được tổ chức hàng năm. Thông tin về hội thảo có thể tìm thấy tại đường link: <https://phys.hcmus.edu.vn/ICEBA2024>. Phòng thí nghiệm Ono-Toàn luôn chào đón hợp tác và trao đổi nghiên cứu cũng như đào tạo nguồn nhân lực trong lĩnh vực MEMS/NEMS với các trường đại học, viện nghiên cứu và trung tâm nghiên cứu ở Việt Nam. Hãy liên hệ trực tiếp với chúng tôi về vấn đề này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] https://www.tohoku.ac.jp/en/news/university_news/tohoku_university_ranked_number_one_in_japan.html [Accessed September 10, 2023].
- [2] https://www.tohoku.ac.jp/en/about/designated_national_university.html [Accessed September 10, 2023].
- [3] <https://www.tohoku.ac.jp> [Accessed September 10, 2023].
- [4] https://www.tohoku.ac.jp/en/news/university_news/women_in_university_day2020.html [Accessed September 10, 2023].
- [5] https://www.tohoku.ac.jp/en/about/map_directions.html [Accessed September 10, 2023].
- [6] <https://www.nme.mech.tohoku.ac.jp/> [Accessed September 10, 2023].
- [7] N.V. Toan, H. Miyashita, M. Toda, Y. Kawai, and T. Ono, “Fabrication of an hermetically packaged silicon resonator on LTCC substrate”, *Microsystem Technologies*, 19(8), 1165-1175, 2013.
- [8] N.V. Toan, M. Toda, Y. Kawai, and T. Ono, “A long bar type silicon resonator with a high quality factor”, *IEEE Transactions on sensors and micromachines*, 134(2), 26-31, 2014.
- [9] N.V. Toan, M. Toda, Y. Kawai, and T. Ono, “Capacitive silicon resonator with movable electrode structure for gap width reduction”, *Journal of micromechanics and micro-engineering*, 24, 025006, 2014.
- [10] N.V. Toan, T. Kubota, H. Sekhar, S. Samukawa, and T. Ono, “Mechanical quality factor enhancement in silicon micromechanical resonator by low-damage process using neutral beam etching technology”, *Journal of micromechanics and microengineering*, 24(8), 085005 (11 pages), 2014.
- [11] N.V. Toan, T. Shimazaki and T. Ono, “Single and mechanically coupled capacitive silicon nanomechanical resonator”, *Micro & Nano letters*, 11(10), 591-594, 2016.
- [12] N.V. Toan, N.V. Nha, and T. Ono, “Fabrication and evaluation of capacitive silicon resonators with piezoresistive heat engines”, *Sensor and Actuator A: Physical*, 262, 99-107, 2017.
- [13] N.V. Toan, T. Shimazaki, N. Inomata, Y. Song, and T. Ono,

“Design and fabrication of capacitive silicon nanomechanical resonators with selective vibration of a high-order mode”, *Micromachines*, 8, 312, 2017.

- [14] N.V. Toan and T. Ono, “Progress in performance enhancement methods for capacitive silicon resonators”, *Japanese Journal of Applied Physics*, 56, 110101, 2017.
- [15] N.V. Toan, S. Sangu, and T. Ono, “Glass Capillaries Based on a Glass Reflow into Nano-trench for controlling light transmission”, *Microsystem Technologies*, 22(12), 2835-2840, 2016.
- [16] N.V. Toan, S. Sangu, and T. Ono, “Fabrication of deep SiO₂ and Tempax glass pillar structures by reactive ion etching for optical modulator”, *Journal of microelectromechanical systems*, 25(4), 668-674, 2016.
- [17] N.V. Toan, S. Sangu, and T. Ono, “Design and fabrication of large area freestanding compressive stress SiO₂ optical window”, *Journal of micromechanics and microengineering*, 26, 075016, 2016.
- [18] N.V. Toan, S. Sangu, and T. Ono, “High aspect ratio SiO₂ pillar structures capable of the integration of an image sensor for application of optical modulator”, *IEEE Transactions on sensors and micromachines*, 136(2), 41-42, 2016.
- [19] N.V. Toan, S. Sangu, and T. Ono, “Glass reflow process for microsystem applications”, *Journal of micromechanics and microengineering*, 26(11), 115018, 2016.
- [20] N.V. Toan, S. Sangu, T. Saito, N. Inomata, and T. Ono, “Fabrication of a SiO₂ optical window for controlling light transmission”, *Microsystem Technologies*, 23(4), 919-927, 2017.
- [21] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, N. Inomata, M. Toda, and T. Ono, “Aluminum doped zinc oxide based on atomic layer deposition and its applications to micro/nano devices”, *Scientific reports*, 11, 1204, 2021.
- [22] N.H. Trung, K. Sakamoto, N.V. Toan, and T. Ono, “Synthesis and Evaluation of Thick Films of Electrochemically Deposited Bi₂Te₃ and Sb₂Te₃ Thermoelectric Materials”, *Materials*, 10, 154, 2017.
- [23] N.H. Trung, N.V. Toan, and T. Ono, “Electrochemical deposition based flexible thermal electric power generator with Y-type structure”, *Applied Energy*, 210, 467-476, 2018.
- [24] N.H. Trung, N.V. Toan, and T. Ono, “Fabrication of π -type flexible thermoelectric generators using an electrochemical deposition method for thermal energy harvesting applications at room temperature”, *Journal of Micromechanics and Microengineering*, 27, 125006, 2017.
- [25] N.V. Toan, M.M.I.M. Hasnan, D. Udagawa, N. Inomata, M. Toda, S.M. Said, M.F.M. Sabri, and T. Ono, “Thermoelectric power battery using 10 nm diameter of Al₂O₃ nanochannels for low-grade waste heat energy harvesting”, *Energy Conversion and Management*, 199, 111979, 2019.
- [26] T. Ono, T.H. Nguyen, K.F. Samat, J. Li, and N.V. Toan, “Nanoengineered thermoelectric energy devices for IoT sensing applications”, *ECS Transactions*, 92, 163-168, 2019.
- [27] Y. Li, N.V. Toan, Z. Wang, K.F. Samat, and T. Ono, “Thermoelectrical properties of silicon substrates with nanopores synthesized by metal-assisted chemical etching”, *Nanotechnology*, 31, 455805, 2020.
- [28] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, and T. Ono, “Thermoelectric generators for heat harvesting: from material synthesis to device fabrication”, *Energy Conversion and Management*, 225, 113442, 2020.
- [29] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, N.V. Hieu, and T. Ono, “Thermoelectric generator with a high integration density for portable and wearable self-powered electronic device”, *Energy conversion and management*, 245, 114571, 2021.
- [30] T.T.K. Tuoi, N.V. Toan, and T. Ono, “Theoretical and experimental investigation of a thermoelectric generator (TEG) integrated with a phase change material (PCM) for harvesting energy from ambient temperature changes”, *Energy reports*, 6, 2022-2029, 2020.
- [31] T.T.K. Tuoi, N.V. Toan, and T. Ono, “Heat storage thermoelectric generator as an electrical power source for wireless IoT sensing systems”, *International journal of energy research*, 45, 15557-15568, 2021.
- [32] T.T.K. Tuoi, N.V. Toan, and T. Ono, “Self-powered wireless sensing system driven by daily ambient temperature energy harvesting”, *Applied Energy*, 311, 118679, 2022.
- [33] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, H. Sui, N.H. Trung, K.F. Samat, and T. Ono, “Ultra-flexible thermoelectric generator based on silicone rubber sheet and electrodeposited thermoelectric material for waste heat harvesting”, *Energy reports*, 8, 5026-5037, 2022.
- [34] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, and T. Ono, “High-performance flexible thermoelectric generator for self-powered wireless BLE sensing systems”, *Journal of Power Sources*, 536, 231504, 2022.
- [35] N.V. Toan, T.T.K. Tuoi, N. Inomata, M.M.I.M. Hasnan, M. Toda, I. Voiculescu, S.M. Said, and T. Ono, “Nanoengineered nanochannels for thermally ionic nanofluidic energy harvesting”, *Energy conversion and management*, 264, 115760, 2022t.

MỘT SỐ THUẬT NGỮ TIẾNG ANH

- Microelectromechanical system (MEMS): Hệ thống vi cơ
- Nanoelectromechanical system (MEMS): Hệ thống vi cơ siêu nhỏ
- Piezoelectric materials: Vật liệu áp điện – là vật liệu có thể sản sinh ra điện do biến đổi cơ học hoặc ngược lại
- Thermo-electric materials: Vật liệu nhiệt điện – là vật liệu có thể sản sinh ra điện do nhiệt độ chênh lệch hai đầu vật liệu hoặc ngược lại
- Capacitive resonator: Bộ dao động dựa trên hiệu ứng điện dung
- Transparent state: Trạng thái trong suốt – ánh sáng có thể truyền qua với cường độ cao
- Opaque state: Trạng thái mờ - ánh sáng không thể truyền qua hoặc truyền yếu
- Ambient temperature fluctuation energy harvesting: Tạo năng lượng điện từ sự thay đổi nhiệt độ môi trường