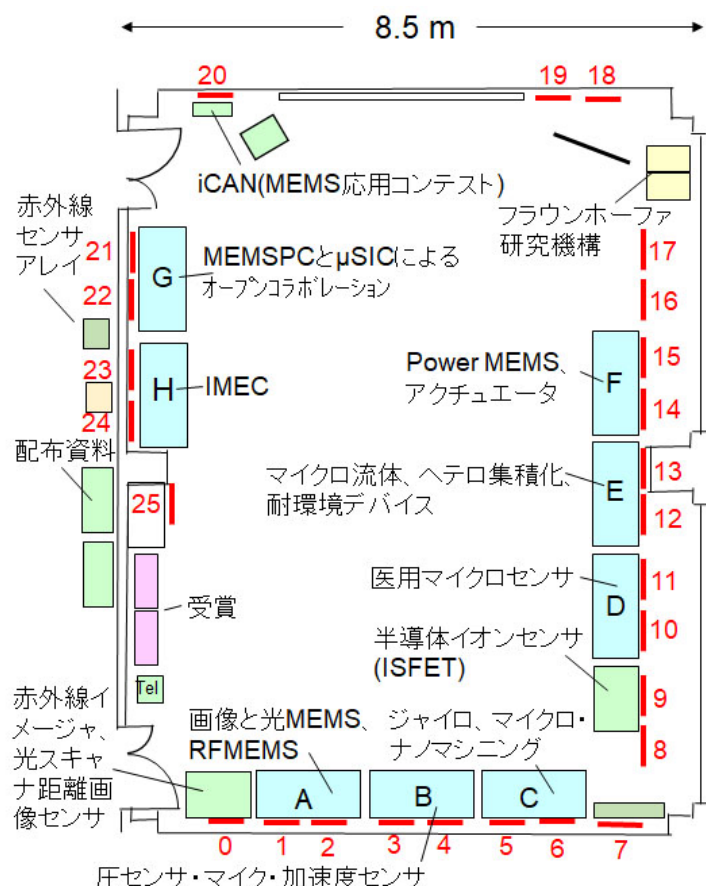
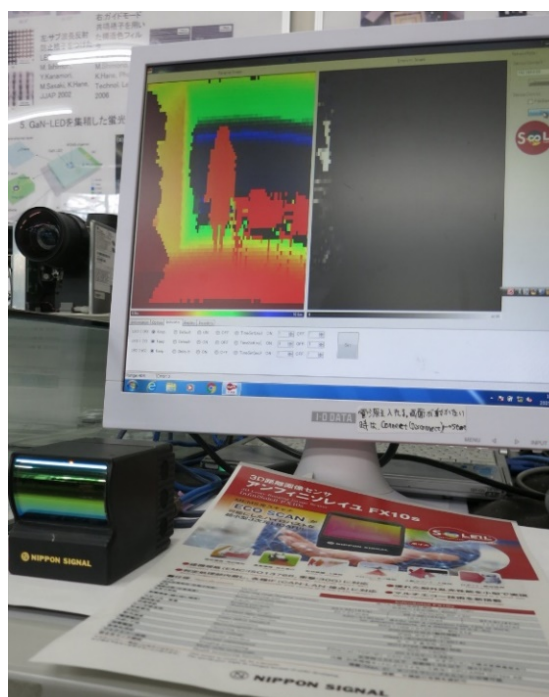


0 仙台 MEMS ショールーム



ポスター

- 0 仙台 MEMS ショールーム
- 1 MEMS とは
- 2 光 MEMS とマイクロ/ナノ光学 (羽根、金森)
- 3 RF MEMS
- 4 機械量センサ
- 5 マイクロマシニングとパッケージング
- 6 ナノマシニング・高感度センシング
- 7 MEMS 用 PZT 薄膜
- 8 センサネットワーク (桑野)
- 9 医用マイクロセンサ (松尾、江刺 他)
- 10 低侵襲医療とヘルスケアデバイス (芳賀 他)
- 11 触覚センサネットワーク
- 12 LSI 上への MEMS の転写によるヘテロ集積化
- 13 超並列電子ビーム描画装置の開発
- 14 Power MEMS
- 15 製造・検査・環境・安全関係 MEMS
- 16 産学連携による MEMS の製品化
- 17 Advantest 高周波、低電力による MEMS リレー
- 18 フラウンホーファ研究機構 (ドイツ)
- 19 東北大学のフラウンホーファプロジェクトセンタ
- 20 iCAN (International Contest of innovAtion) (戸津 他)
- 21 MEMS パークコンソーシアム
- 22 μSIC によるオープンコラボレーション
- 23 IMEC (Interuniversity Microelectronics Centre) (ベルギー)
- 24 μSIC 関連(スタートアップ)企業
- 25 西澤センター建物利用者の活動



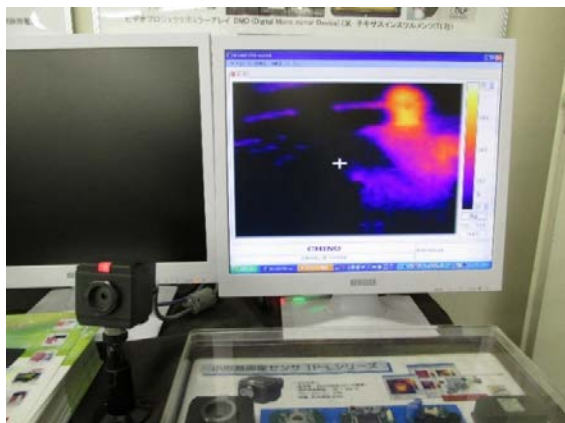
二次元光スキャナによる距離画像センサ(日本信号)



開所式 (2012/5/26)



フラウンホーファ研究機構の展示



距離画像センサ(日本信号)と赤外線イメージャ (Chino)



ミラーアレイ DVD (TI) (プロジェクタとウェハ)



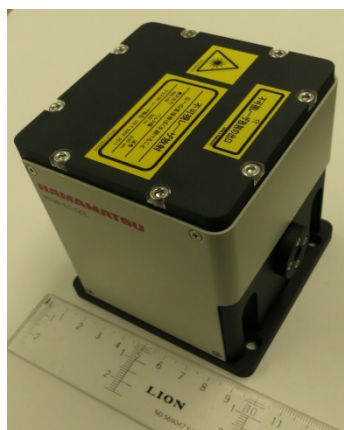
2017 年度「電気の礎」として顕彰された ISFET



戸津健太郎や森山雅昭などの表彰状、TSMC 等からの贈呈品

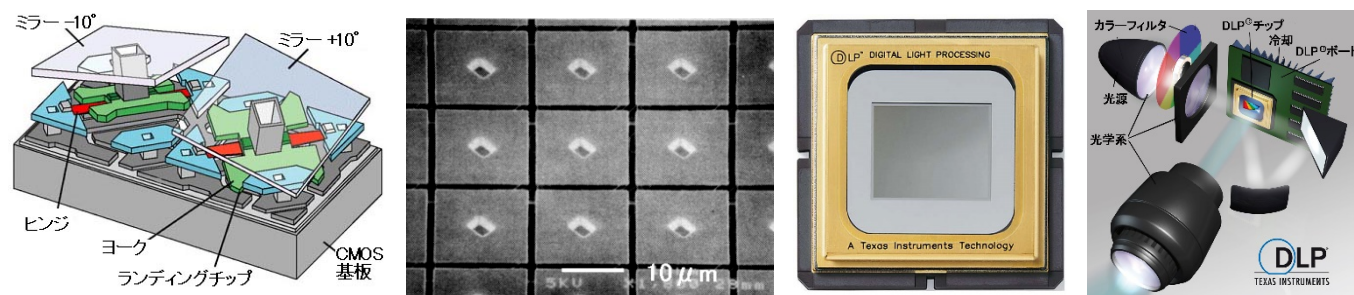
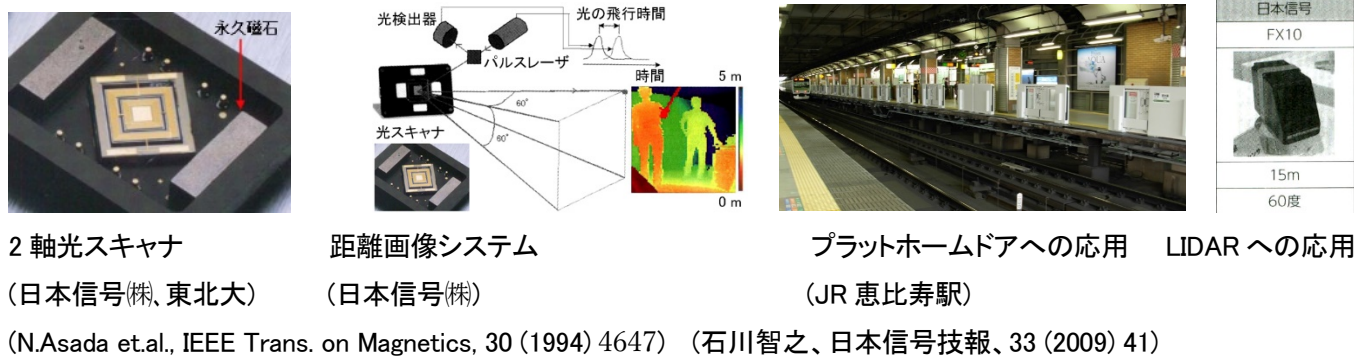
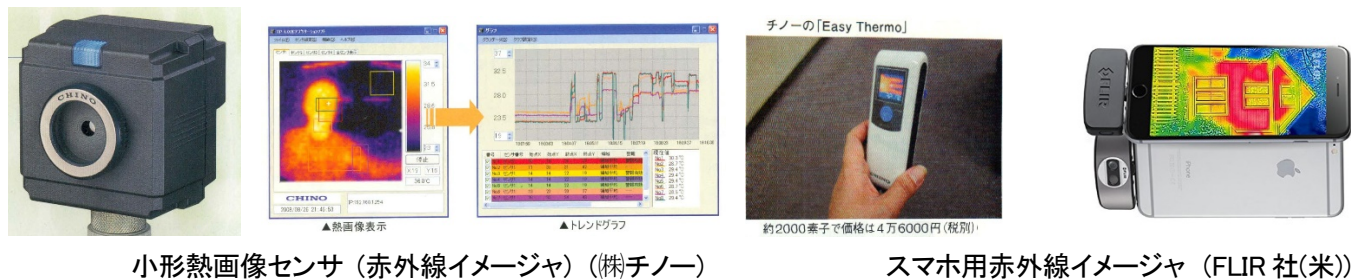


iCAN (International Contest of InnovAtion)



量子パルスカスケードレーザ
(試作コインランドリでの実用化例 (浜松ホトニクス株))

1 MEMS とは

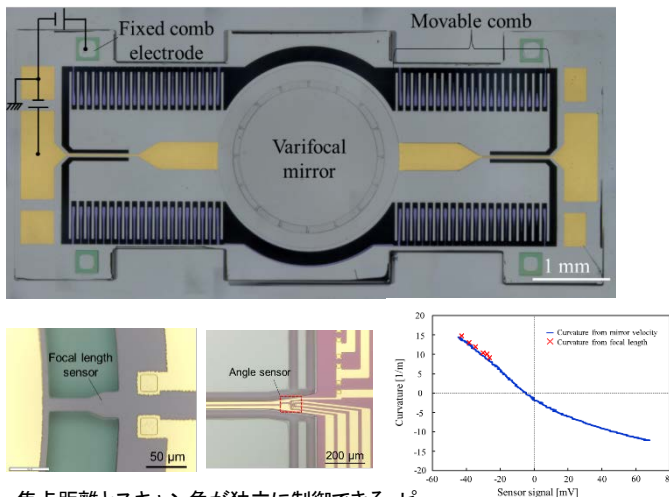


2 光 MEMS とマイクロ/ナノ光学（羽根、金森）

本研究室では光 MEMS とマイクロ/ナノ光学を研究しています。

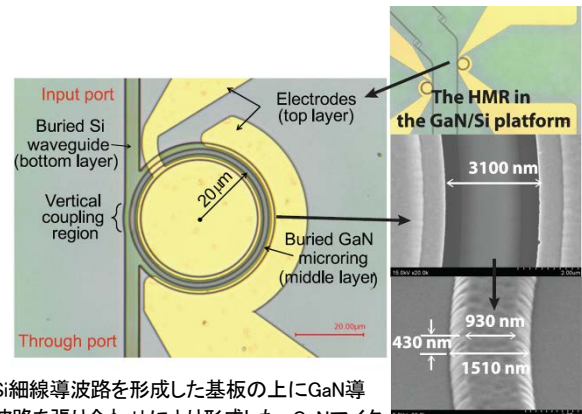
1. ディスプレイ、光通信、センシングのためのマイクロミラー, 2. メカトロニクス、分光のためのマイクロ光センサ, 3. 光通信用シリコン細線導波路デバイス, 4. GaN 材料を用いた MEMS, 5. ナノ構造光学とメタマテリアル（カラーフィルタ, 反射防止, プラズモニクス）

焦点可変機能を備えたマイクロミラーสキャナ



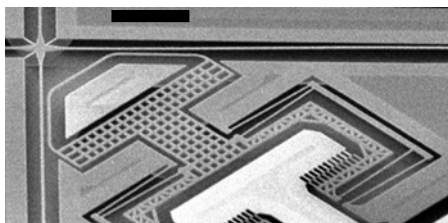
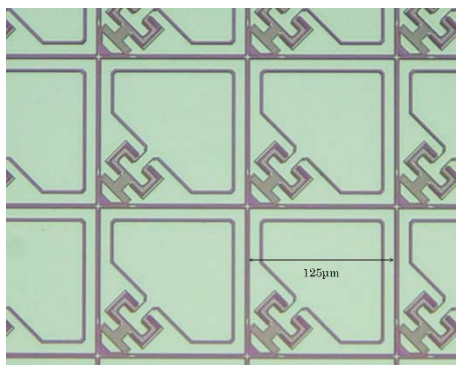
焦点距離とスキャン角が独立に制御できる。ピエゾセンサで検出できる。K. Nakazawa, J. J. MEMS, 26, (2017) 440

シリコン導波路と結合したGaNリング変調器



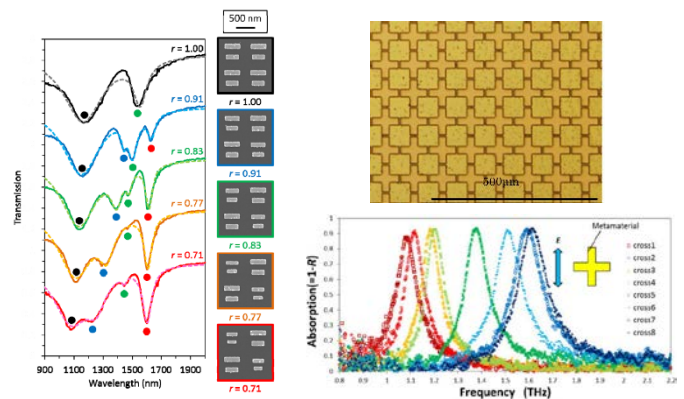
Si 細線導波路を形成した基板の上に GaN 導波路を張り合わせにより形成した。GaN マイクロリング導波路は電気光学効果により屈折率が変わるので、高速変調器として動作できる。B. Thubthimthong, Appl. Phys. Lett. 122 (2018) 071102

シリコン細線光導波路を用いたマトリクススイッチ



Si 細線導波路を用い、静電くしアクチュエータにより導波路カプラーの間隙を変えて、光路を変える。マトリクス状の導波路の交点部分に2つの可動カプラーがあり、駆動される。データセンター用のクロスコネクとして開発した。関連文献: S.Abe, Photon.Technol. Lett. 26 (2014) 1553

ナノ構造光学(メタマテリアル)



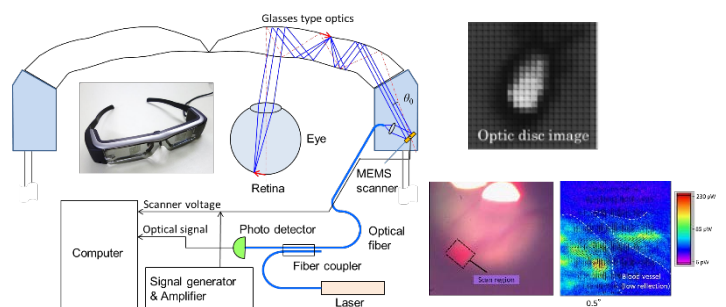
ファノ共鳴メタマテリアルフィルタ

Y.Moritake, Opt Exp.24(2016)9332

テラヘルツメタマテリアルによる吸収フィルタ

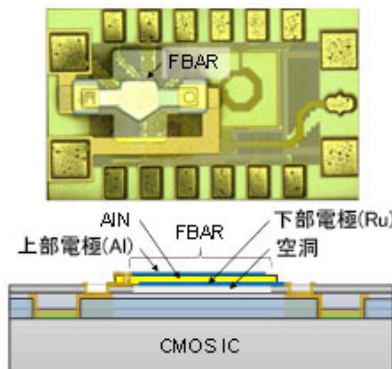
Y.Ishi,電論誌136-E (2016) 172

MEMSミラーを用いた眼鏡型眼底検査装置

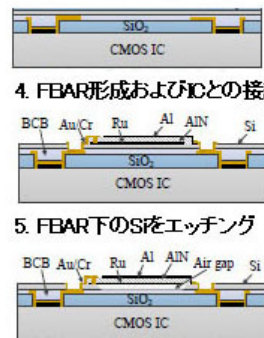
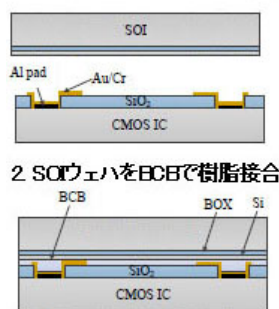


スマートグラスを用いた眼底検査装置, 豚の眼を用いた網膜の測定像
N.Kaushik, International Display workshops, Dec. 6-8, 2017, Sendai

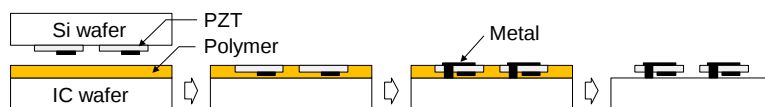
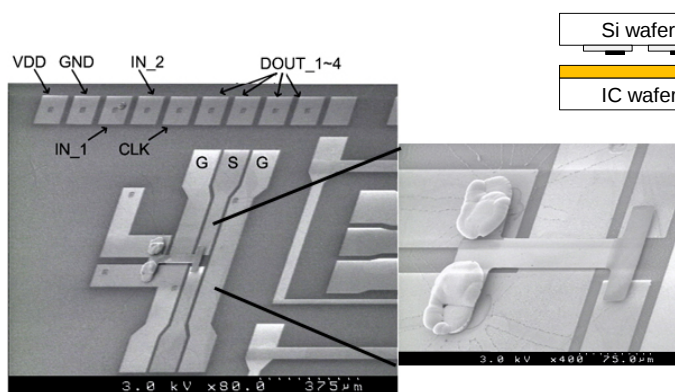
3 RF MEMS



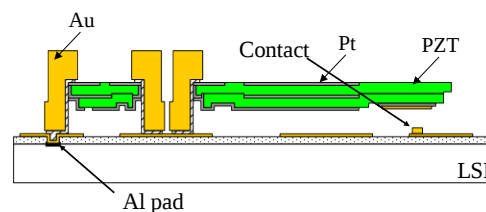
1. SOIウェハおよび CMOS集積回路 3. Handle層とBox層をエッチング



LSI 上に製作した FBAR(film bulk acoustic resonator) (Kochhar et. al, 2012 IEEE Internl. Ultrasonic Symp. (2012) 1047)



IC 上への PZT MEMS の集積化プロセス



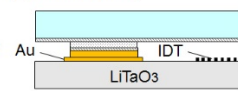
0.35 μm CMOS 上に作製した PZT 圧電駆動 MEMS スイッチ (Matsuo *et al.*, IEEE MEMS 2012, pp. 1153-1156)

PZT 圧電駆動 MEMS スイッチの断面構造

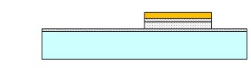
(1) Pt, BST, Pt and Au deposition



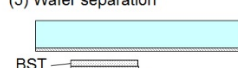
(4) Au-Au bonding



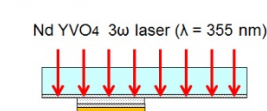
(2) Au, Pt and BST patterning



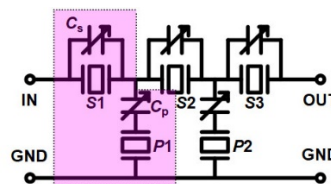
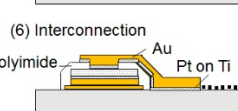
(5) Wafer separation



(3) Laser pre-irradiation

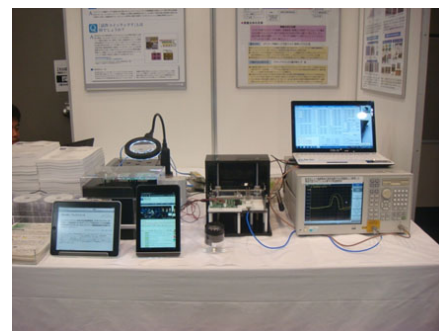
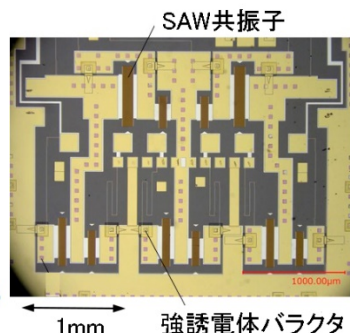
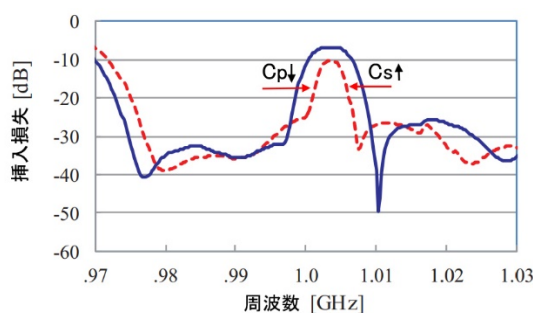
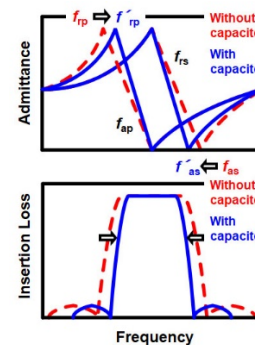


(6) Interconnection



$$f'_{rp} = f_{rp} \sqrt{1 + \frac{C_{lp}}{C_{op} + C_p}}$$

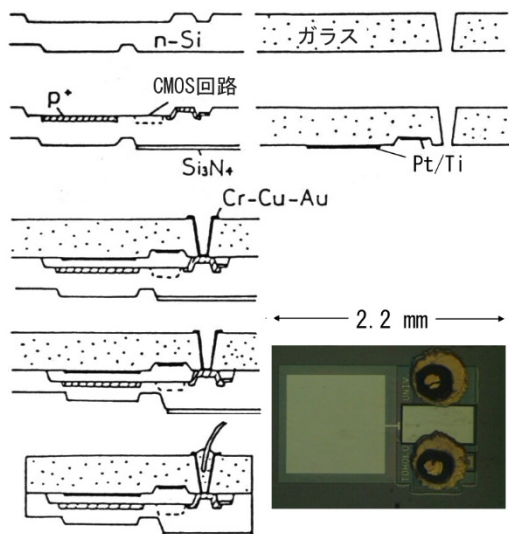
$$f'_{as} = f_{rs} \sqrt{1 + \frac{C_{ls}}{C_{os} + C_s}}$$



SAW デバイスへの強誘電体可変容量素子の選択転写による可変帯域フィルタ

(H.Hirano et.al, J. of Micromech. Microeng., 23, 2 (2013) 025005(9pp))

4 機械量センサ



静電容量形モノリシック 圧力センサ

TOYODA
CS 2000
SERIES

●超微圧測定に最適

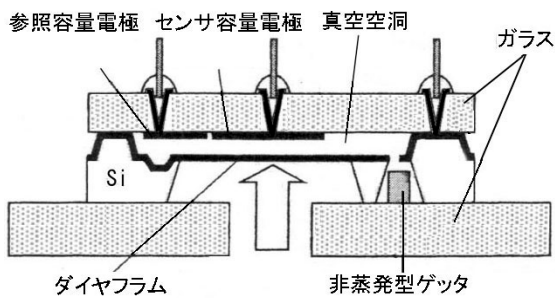
測定定格は10mmHgOー。超微圧領域まで測定できます。

●超小形

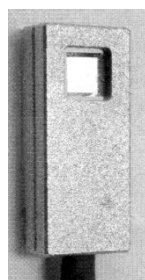
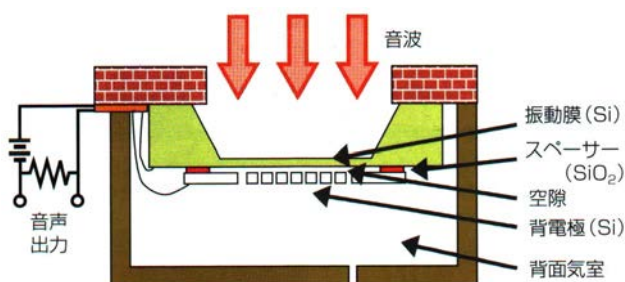
- プロセス制御機器
- 医療機器
- 空圧制御機器
- 家電製品
- コンピュータ周辺機器

集積化容量型圧力センサ

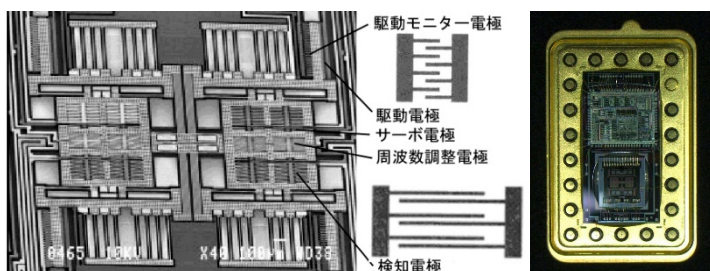
(Y.Matsumoto, S.Shoji & M.Esashi, Ext. Abstracts of the 22nd Conf. on Solid State Devices and Materials (1990) 701)



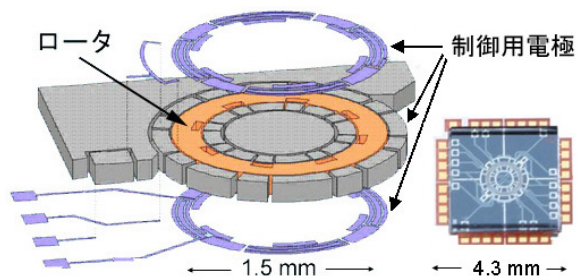
シリコン容量型真空計 (宮下治三、北村恭志、アネルバ技報, 11 (2005) 37)



シリコンマイクロホン (NHK) (T.Tajima, N.Saito, M.Esashi et al., Microelectronic Engineering, 67-68 (2003) 508)



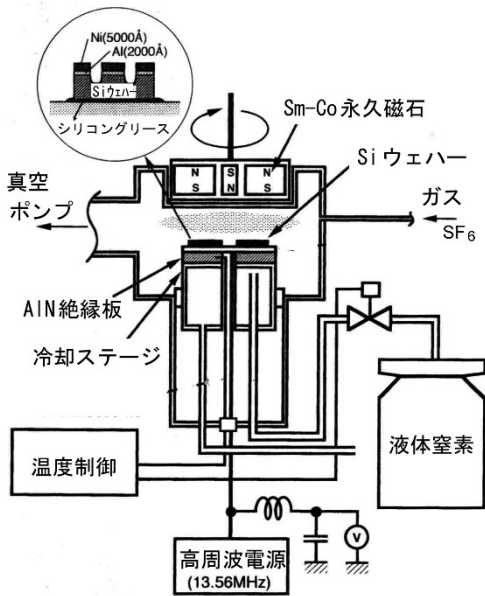
ヨーレート・加速度センサ (トヨタ自動車株)



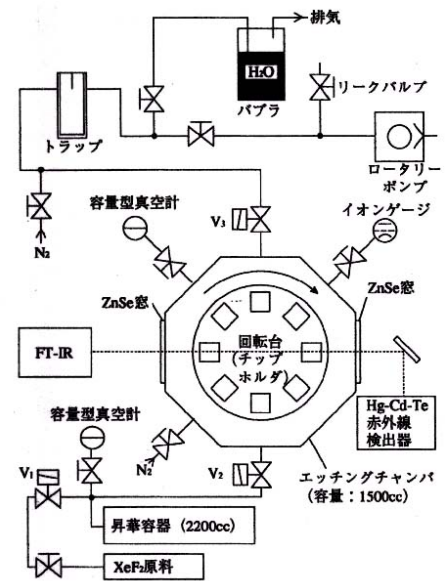
静電浮上回転ジャイロ (東京計器株)

(M.Nagao, et al., 2004 SAE World Congress, p.2004-01-1113 (2004)) (T.Murakoshi, et al., Jpn. J. Appl. Phys., 42 (2003) 2468)

5 マイクロマシニングとパッケージング

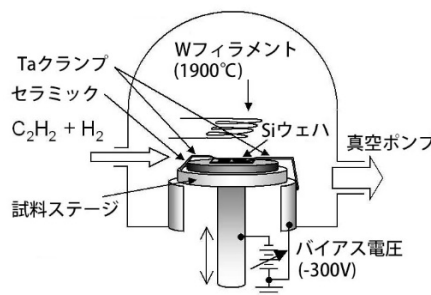
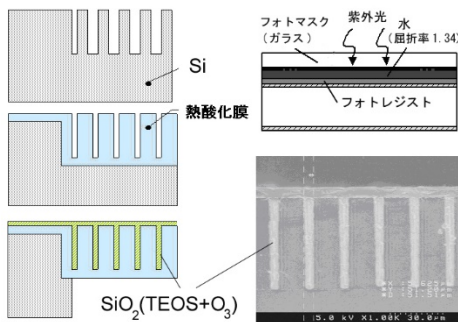


Deep RIE 装置とそれによる振動ジャイロ



XeF_2 による Si エッチングの装置

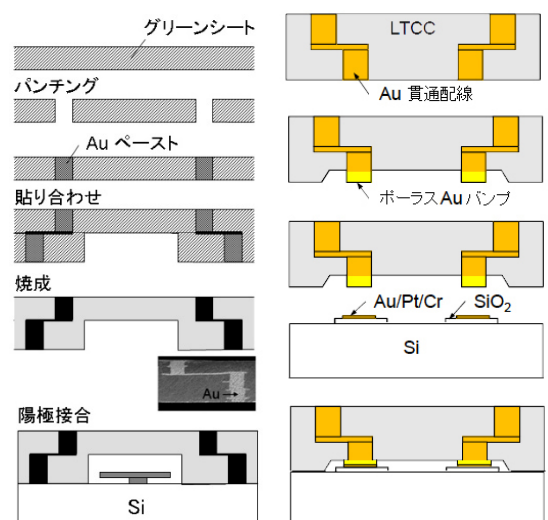
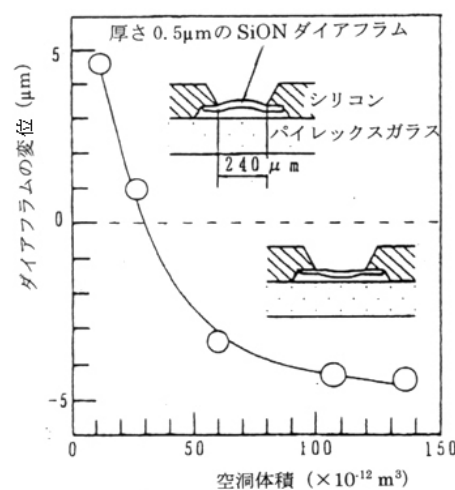
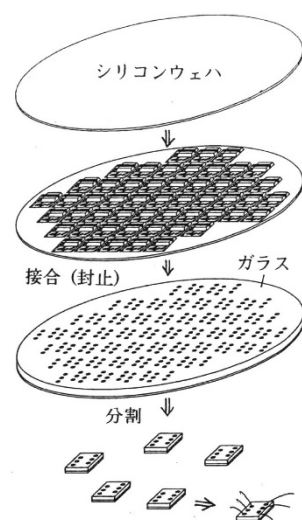
(M.Takami, Tech. Digest of the 11th Sensor Symp.(1992) 15) (R.Toda, Sensors & Actuators, A66 (1998) 268)



液浸コンタクトリソグラフィとトレンチリフィル カーボンナノチューブ成長(やダイヤモンド薄膜堆積)に用いられるホットフィラメント CVD

(K.S.Chang, et.al, J.of Micromech. Microeng., 15 (2005) S171)

(T.Ono et.al., Nanotechnology, 13 (2002) 62-64)



ウェハレベルパッケージングと陽極接合時の酸素発生検証 貫通配線付 LTCC によるウェハレベルパッケージング

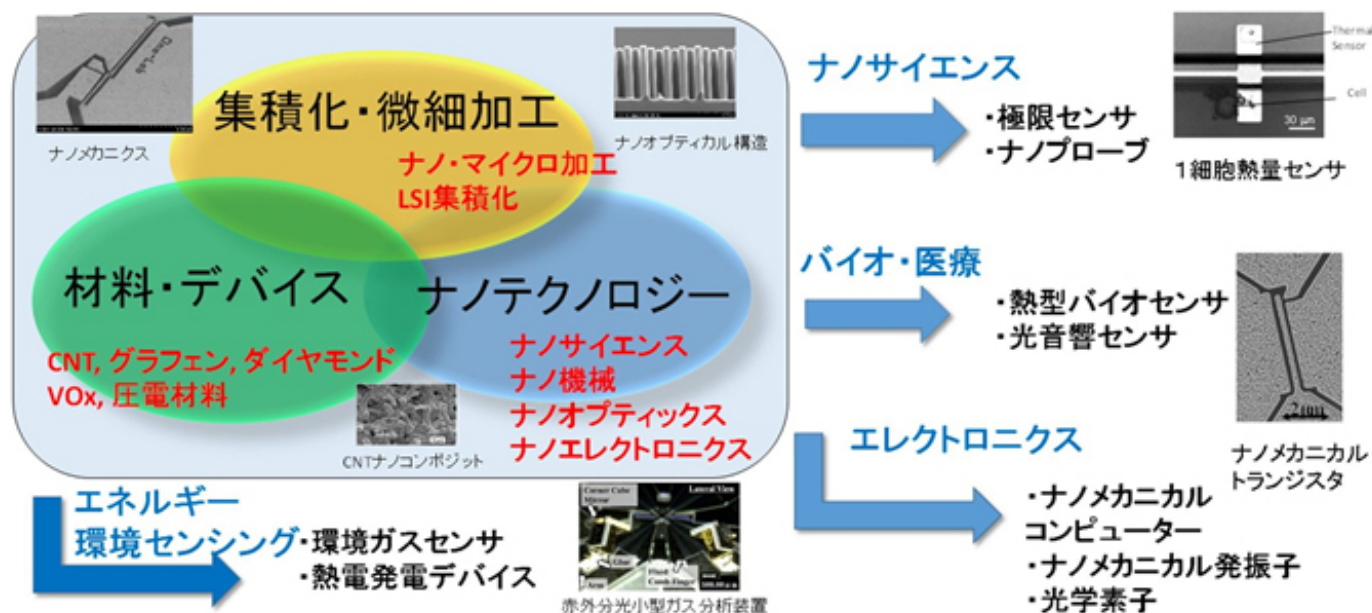
(M.Esashi, J.of Micromech. and Microeng., 18 (2008) 073001) (S.Tanaka et.al., Technical Digest IEEE MEMS, (2012) 369)

6 ナノマシニング・高感度センシング

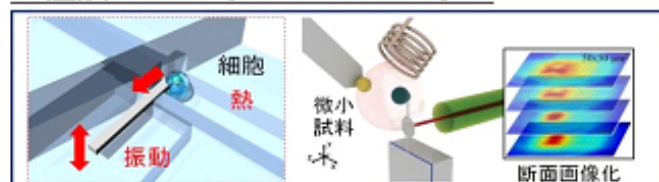
東北大学工学部機械システムコース
東北大学大学院工学研究科 機械機能創成専攻

小野・トアン研究室 / 戸田研究室

本研究室ではナノテクノロジーやマイクロシステム技術を基盤とし、IT、医療、エネルギー、環境やナノサイエンスのための微小機械、マイクロ・ナノシステムの開発を行っています。また、極限の感度を目指した極限センサを開発し、従来には困難であった新しい応用を開拓しています。



◎極限センシング・スピントロニクス



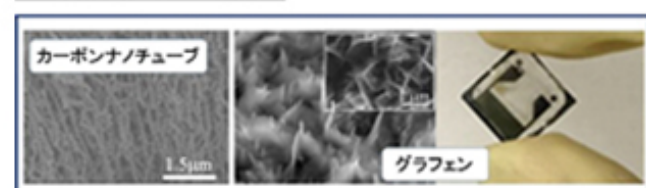
新技術を切り拓く！

◎小型エネルギーシステム, ウェアラブル



ミクロな構造で高性能化！

◎機能性ナノ材料



ナノ構造がもつ新たな機能を応用する！

◎IoT センサー, 集積化小型システム



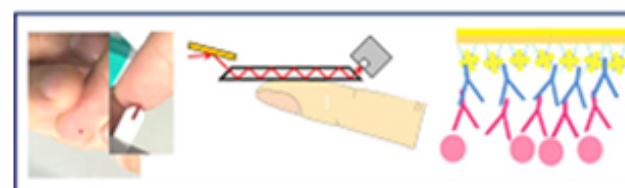
微小機械でいろいろミニチュア化！

◎ナノ機械素子・量子電気機械



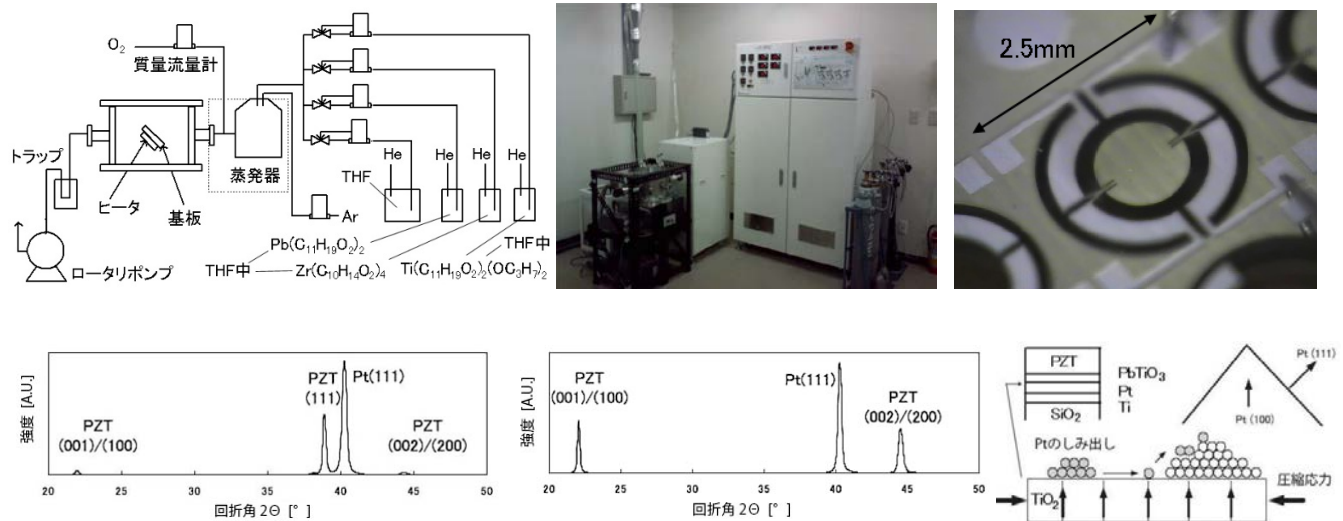
小さな機械でコンピューティング！

◎ヘルスケア, バイオ応用

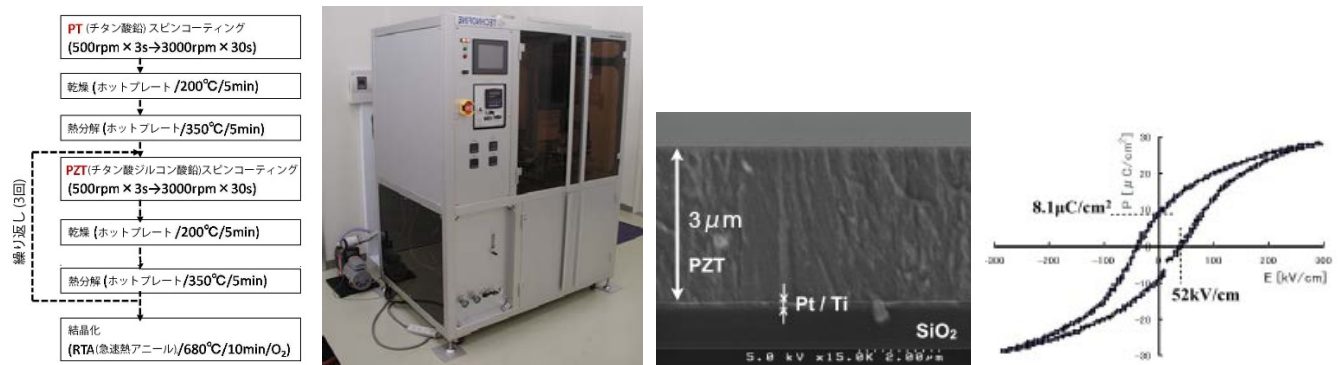


マイクロシステムが社会を豊かにする！

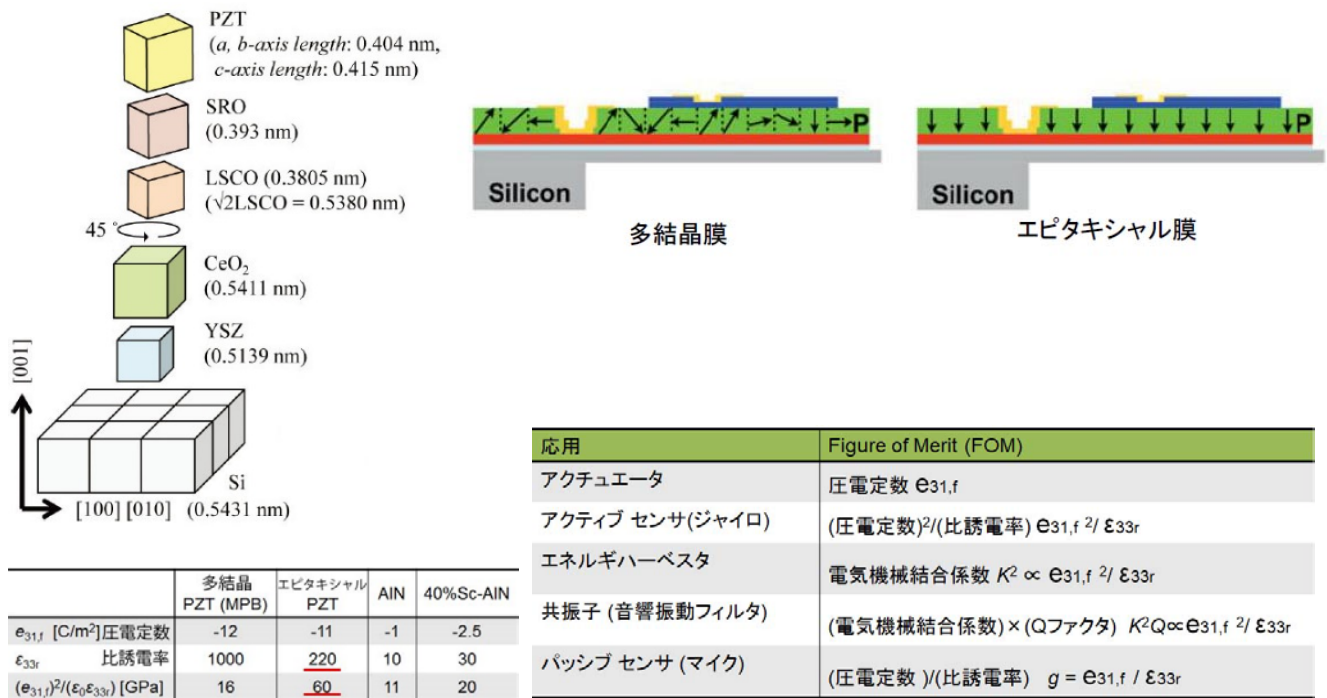
7 MEMS 用 PZT 薄膜



MOCVD による PZT 薄膜 (H.Matsuo, Y.Kawai, S.Tanaka and M.Esashi, Jap. J. Appl. Phys, 49 (2010) 061503)

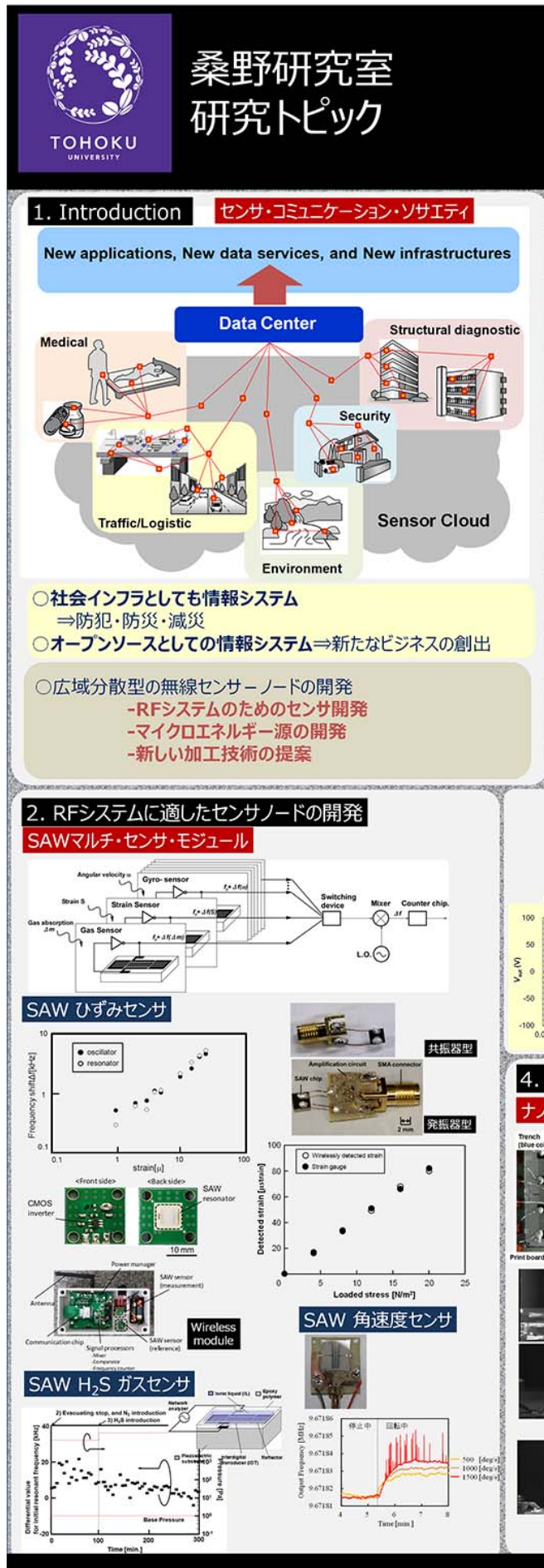


ゾルゲル法による PZT 薄膜 (Y.Kawai, N.Moriwaki, M.Esashi and T.Ono, Proc. of the 27th Sensor Symp. (2010) 21)



スパッタ法によるバッファ層付エピタキシャル PZT 薄膜 (S.Yoshida, et al., IEEE Trans. on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, 61, 9 (2014) 1552)

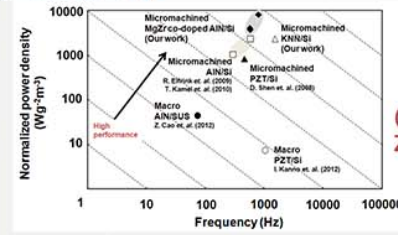
8 センサネットワーク (桑野)



3. マイクロエネルギー源の開発

圧電型ハーベスタ

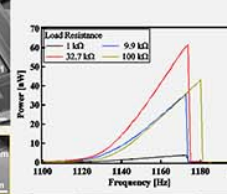
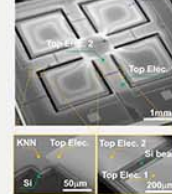
圧電材料検討



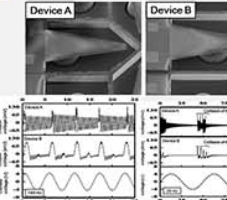
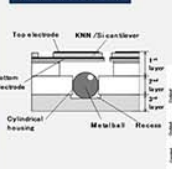
(K,Na)NbO₃
Zn,Mg co-doped AlN

広帯域化

Si quadrifol-shaped proof mass

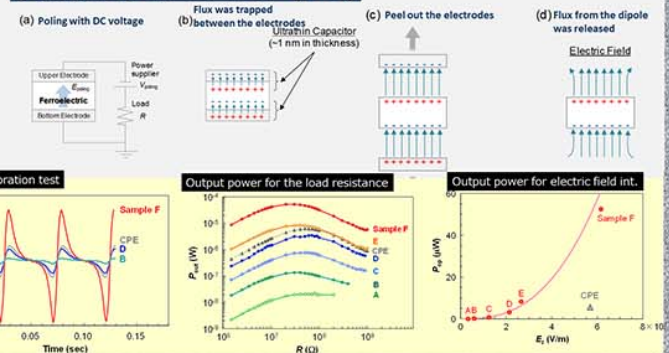


低周波駆動



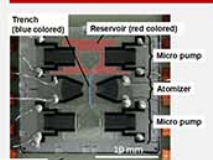
エレクトレット型ハーベスタ

強誘電体双極子エレクトレット (FDE)

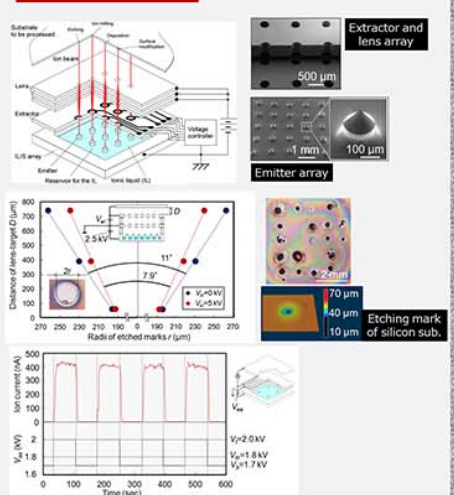


4. 新しい加工技術の提案

ナノパーティクルの合成



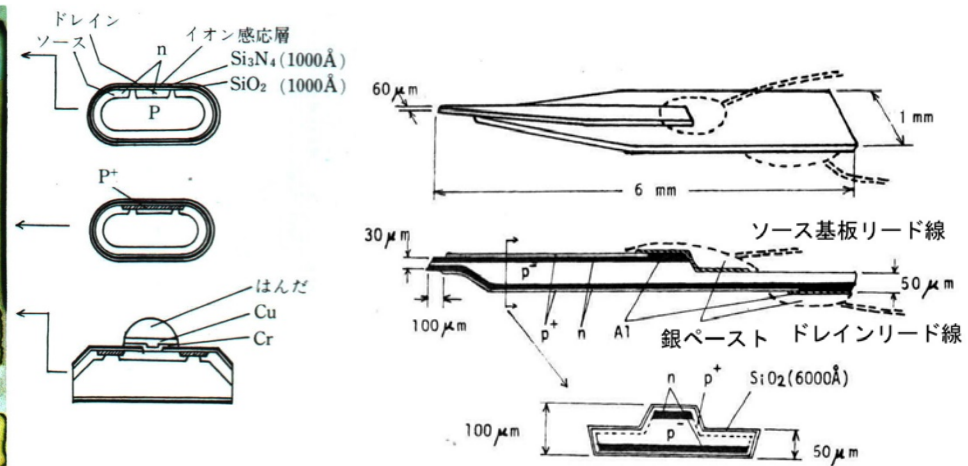
マイクロFIBシステム



D. I. water
の霧化実験

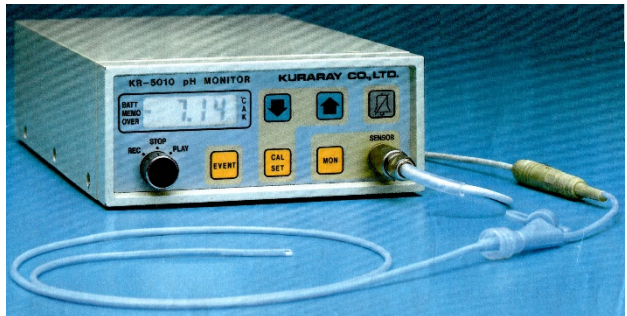
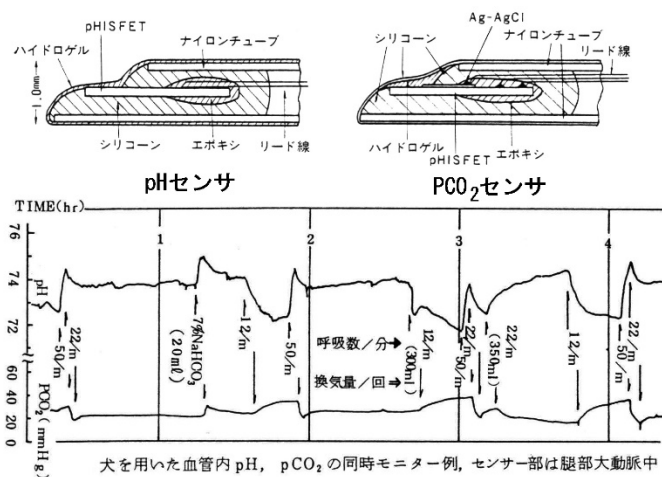
アセトンの
霧化実験

9 医用マイクロセンサ (松尾、江刺 他)



ISFET (Ion Sensitive Field Effect Transistor) と マイクロ ISFET (右)

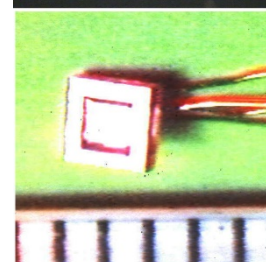
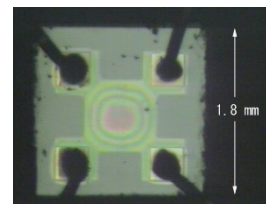
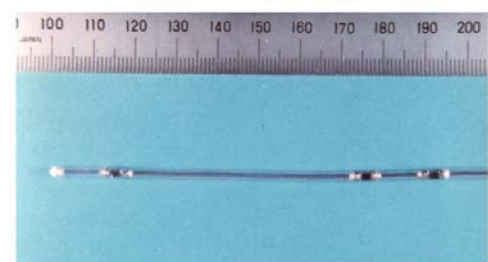
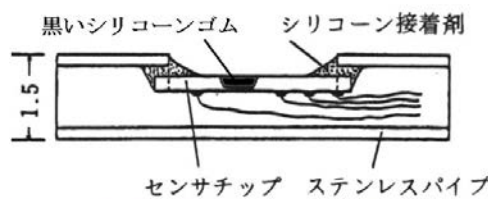
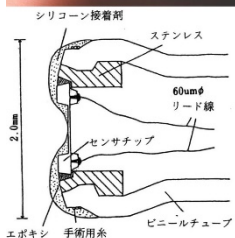
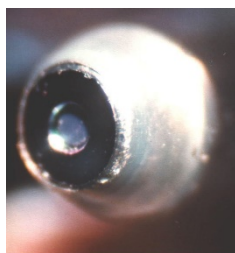
(M.Esashi and T.Matsuo, J.of the Japan Soc. of Applied Physics, 44, Supplement (1975) 339)



2.4mmにISFETと比較電極を一体化

商品化された pH, CO₂ モニタ用カテーテル (1980 年 (株)クラレ、日本光電(株))

(K.Shimada, M.Yano, K.Shibatani, Y.Komoto, M.Esashi and T.Matsuo, Med.& Biol.Eng. & Comput.,18 (1980) 741)

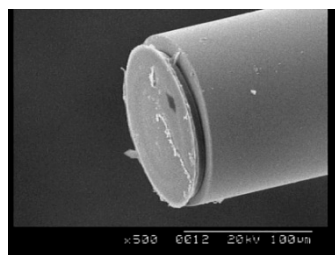


ピエゾ抵抗型血圧センサ (カテーテル先端用、カテーテル側面用、埋込用(絶対圧))

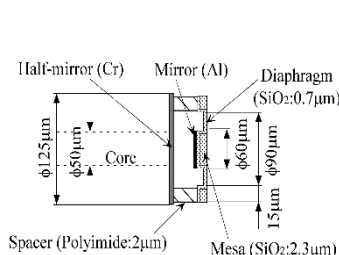
(M.Esashi H.Komatsu, T.Matsuo, M.Takahashi, T.Takishima, K.Imabayashi and H.Ozawa, IEEE Trans. on Electron Devices,ED-29 (1982) 57)

(M.Esashi, Y.Matsumoto and S.Shoji, Sensors and Actuators, A21-A23 (1990) 1048)

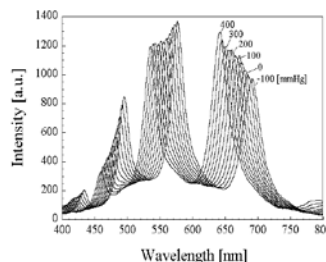
10 低侵襲医療とヘルスケアデバイス (芳賀 他)



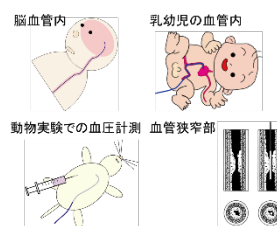
極細径光ファイバ圧力センサ



圧力センサ構造

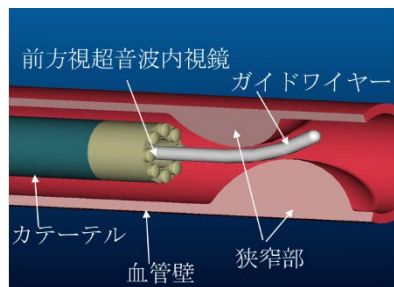


圧力に対する干渉波長変化

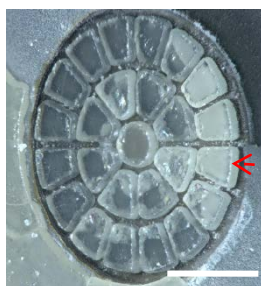


応用例

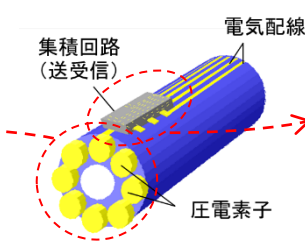
(K. Totsu *et al.*, J.of Micromech. Microeng., 15 (2005) 71-75)



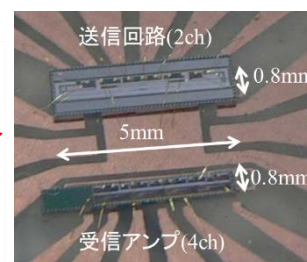
前方視超音波内視鏡



24 分割された PMN-PT



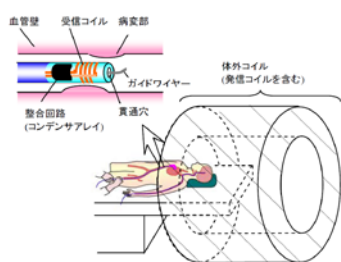
集積回路の搭載



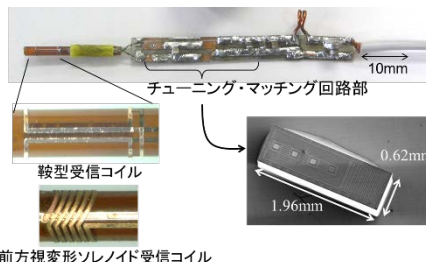
試作した超音波送信、受信回路

(先端融合乗り合い wafer)

(J. J. Chen *et al.*, Proc. of MEMS (2004))

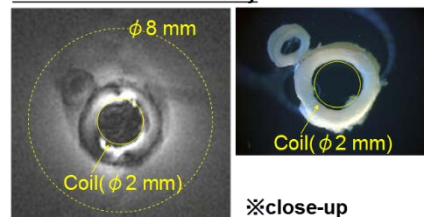


体腔内細径 MRI プローブ



受信コイル (φ1.9mm) とバラクタ (乗り合い wafer)

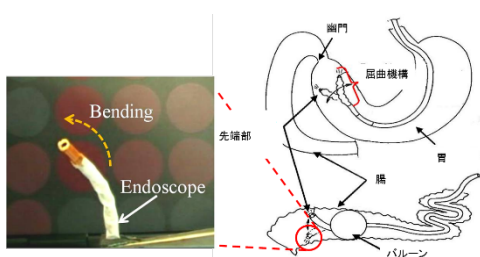
Porcine subclavian artery



※close-up

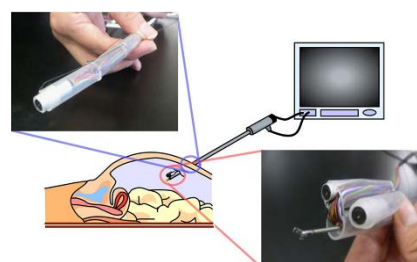
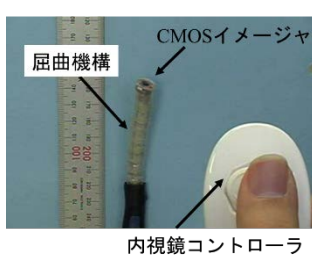
(S. Ichimura *et al.*, Proc. ISMRM (2010))

(S.Goto *et al.*, Proc. of MEMS (2007))



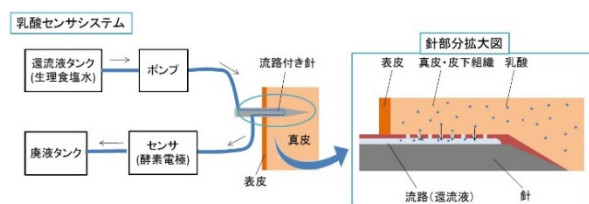
形状記憶合金を用いた使い捨て内視鏡 大腸用内視鏡 (φ9mm)

(Y. Haga, *et al.*, IEEJ Trans. SM, 131 (2011) 102-110)

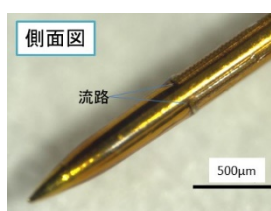


折れ曲がり変形内視鏡

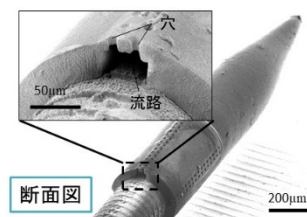
(S. Suda, *et al.*, J.JSCAS, 17 (2015), 83-90)



ウェアラブル生体センサ (例: 乳酸)



φ200 μm 鍼灸針に作製された流路

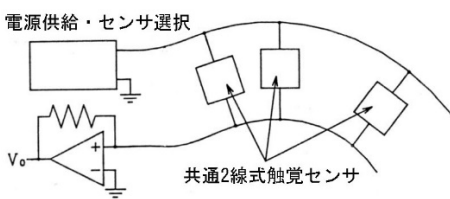


流路断面像 (SEM)

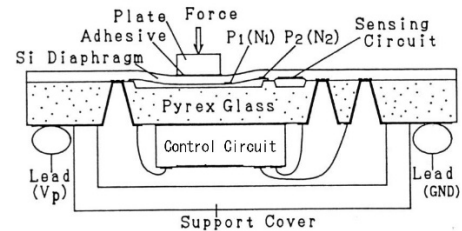
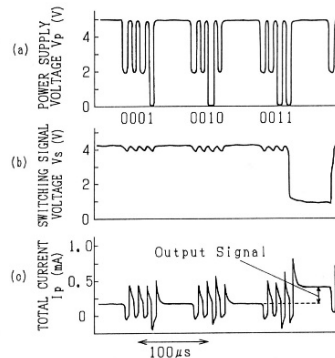
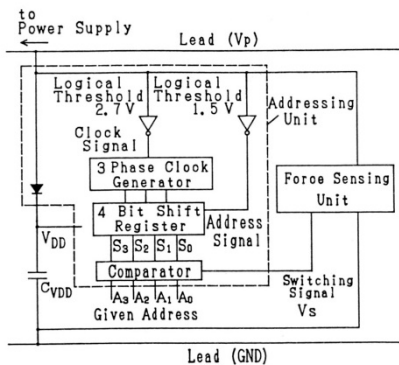
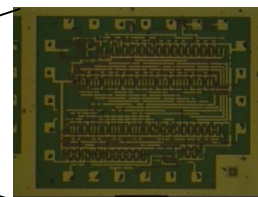
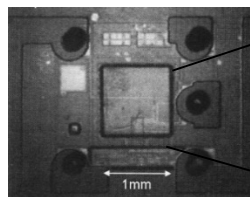
(N. Tsuruoka *et al.*, Biomed. Microdevices (2016) 18:19)

11 触覚センサネットワーク

電源供給・センサ選択



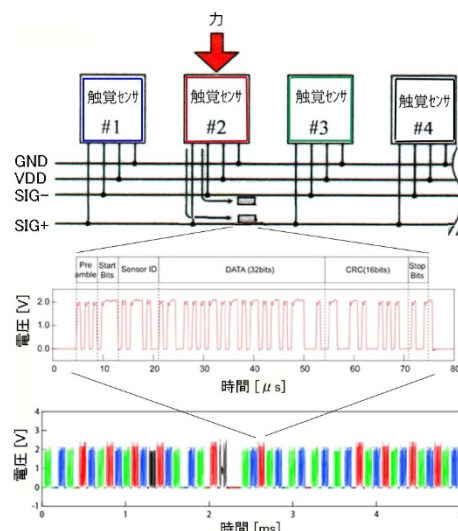
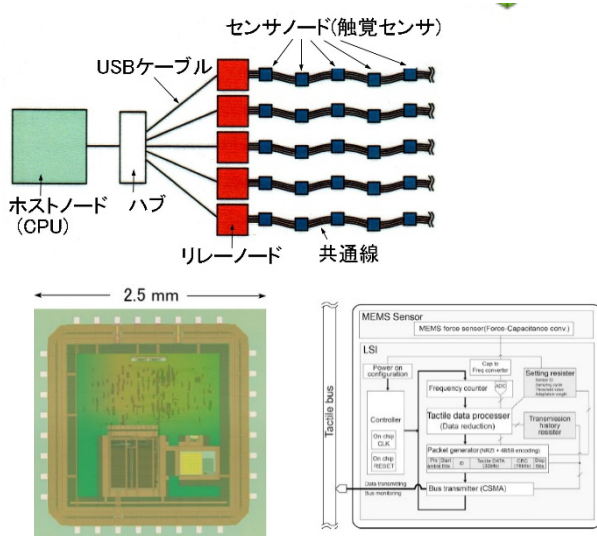
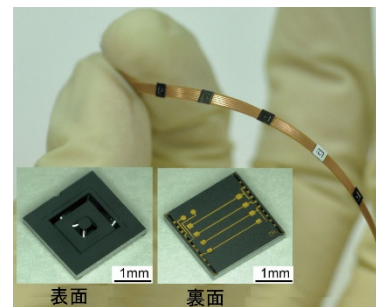
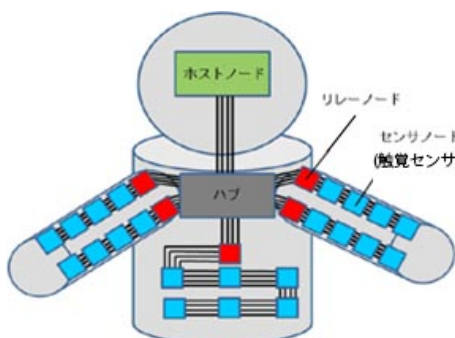
共通2線式触覚センサ



共通2線式触覚センサアレイ（ポーリング型） トランジスタ数は最大 1000 個/チップ

（企業では、当時 100 万個/チップ、現在 100 億個/チップ）

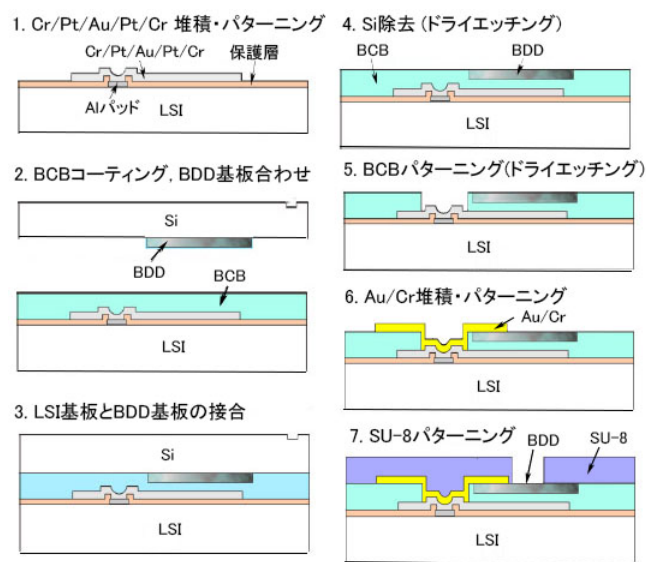
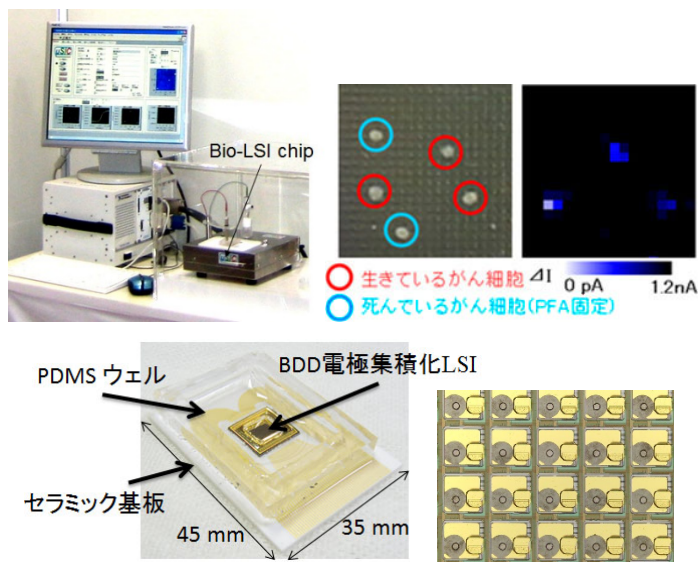
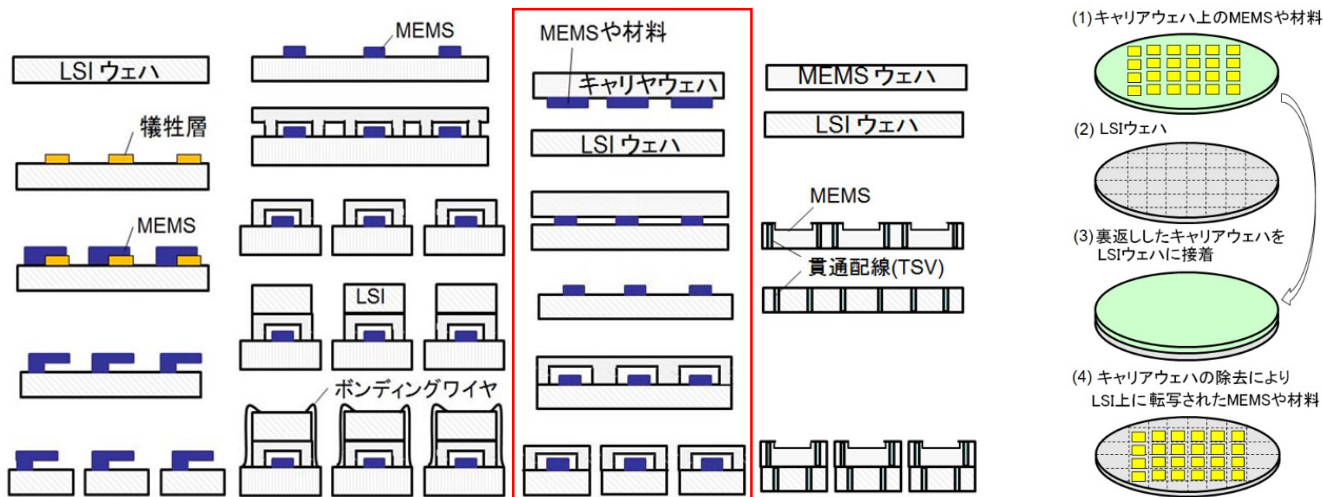
(S.Kobayashi, T.Mitsui, S.Shoji and M.Esashi : Two-Lead Tactile Sensor Array Integrated CMOS Interface Circuits, Using Piezoresistive Effect of MOS Transistor, Technical Digest of the 9th Sensor Symposium,(1990) 137-140)



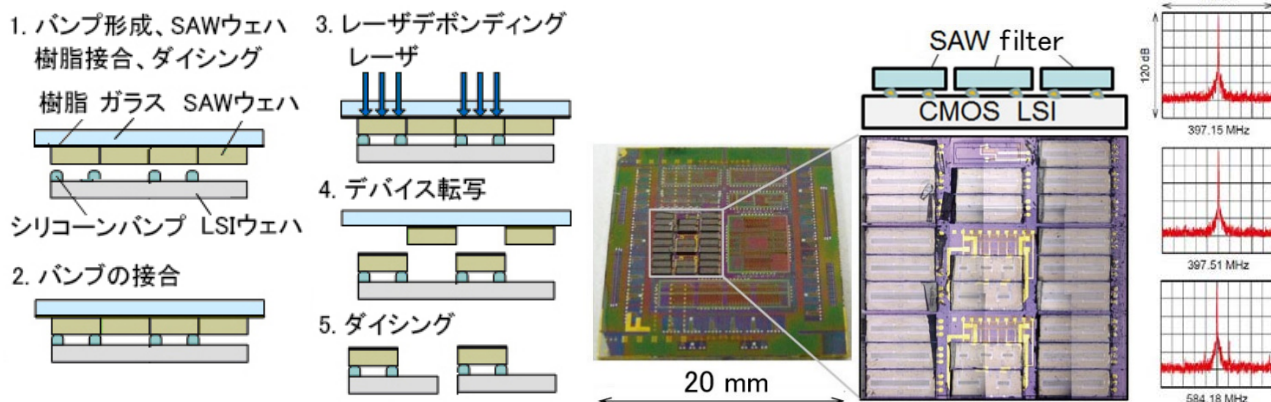
触覚センサネットワーク（イベントドリブン型）（トヨタ自動車、豊田中央研究所との共同研究）

(M.Makihata, S.Tanaka, M.Muroyama, S.Matsuzaki, H.Yamada, T.Nakayama, U.Yamaguchi, K.Mima, Y.Nonomura, M.Fujiyoshi and M.Esashi : Integration and Packaging Technology of MEMS-on-CMOS Capacitive Tactile Sensor for Robot Application Using Thick BCB Isolation Layer and Backside-grooved Electrical Connection, Sensors and Actuators A, 188 (2012) 103-110)

12 LSI 上への MEMS の転写によるヘテロ集積化

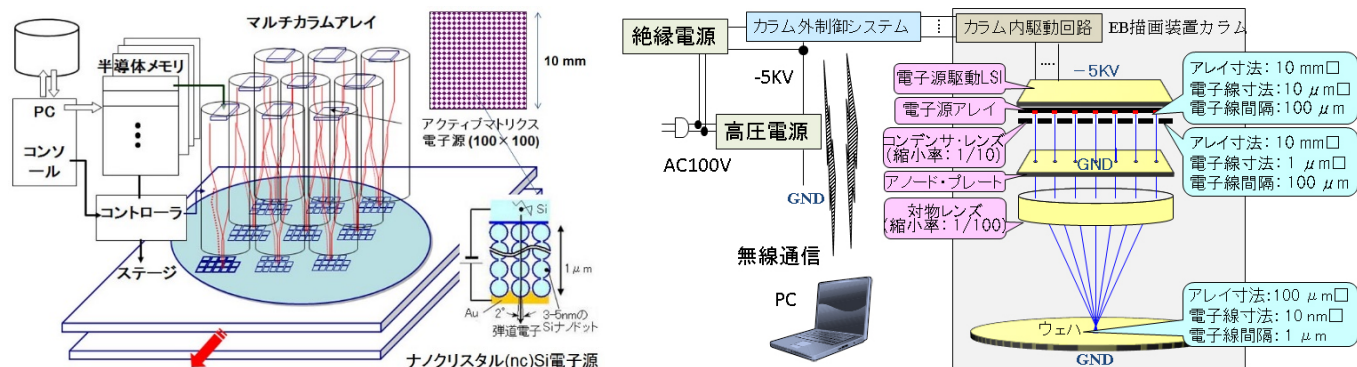


ボロンドープダイヤモンド(BDD)膜を LSI 上に転写したバイオ LSI (末永教授)



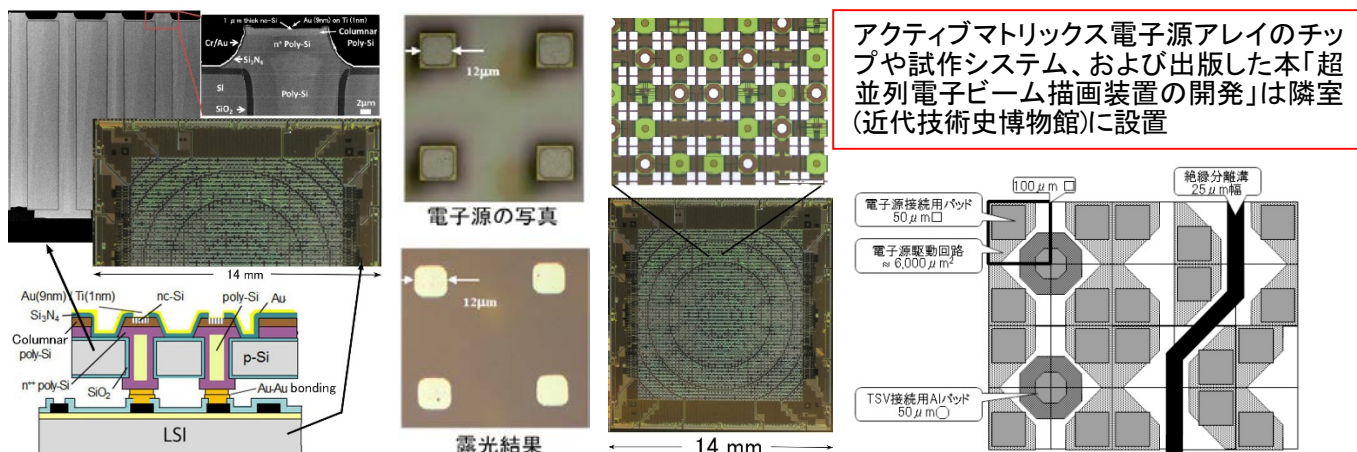
選択転写工程とそれを用いた LSI 上マルチ SAW フィルタ

13 超並列電子ビーム描画装置の開発



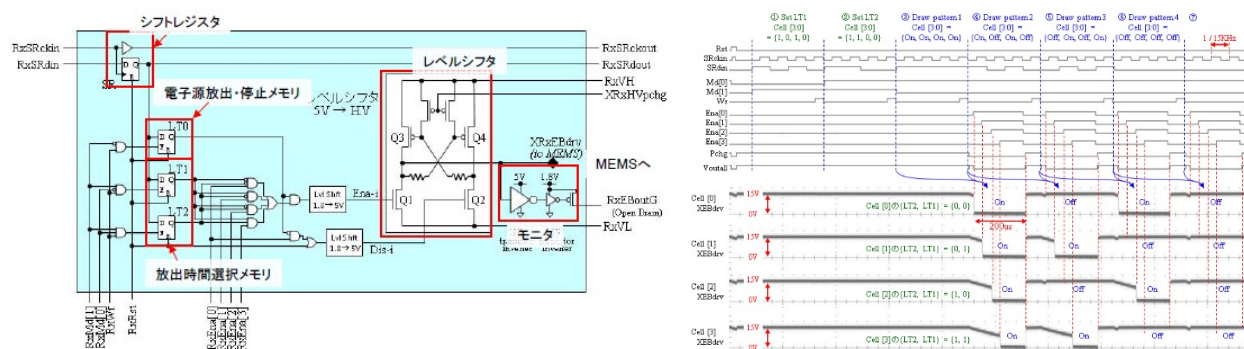
アクティブマトリクス電子源アレイによる電子ビーム描画装置

単一カラムの構成 (試作システムは横型)

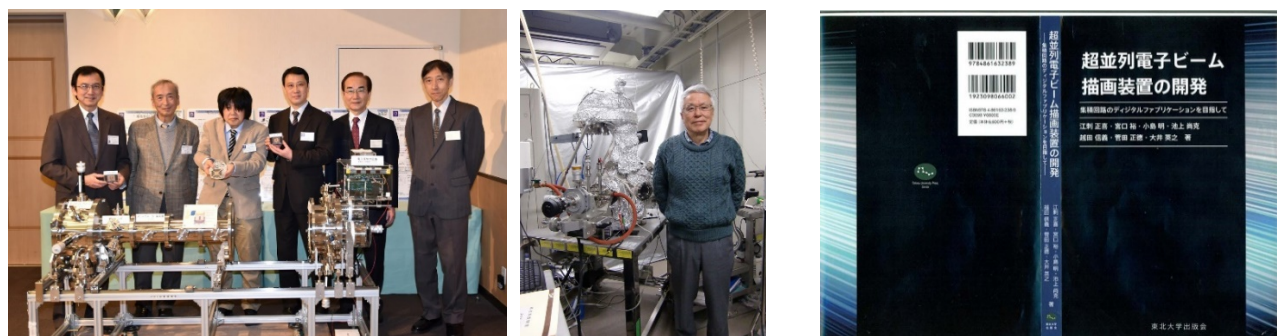


LSIと貫通配線で接続したナノクリスタル(nc)Si 電子源

駆動用 LSI (100×100 セル)



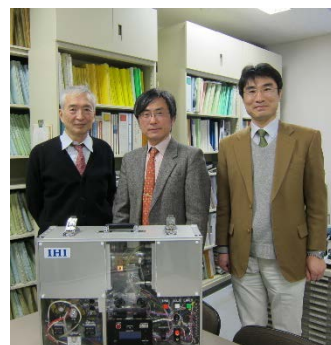
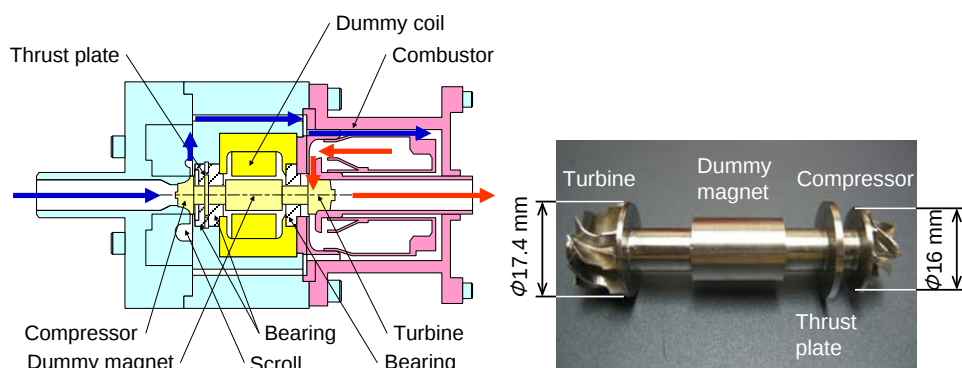
M.Esashi, A.Kojima, N.Ikegami, H.Miyaguchi and N.Koshida : Development of Massively Parallel Electron Beam Direct Write Lithography Using Active-matrix Nanocrystalline-silicon Electron Emitter Arrays, Microsystems & Nanoengineering (2015) 1, 15029(1-8)



(左から 宮口裕、江刺正喜、小島明、池上尚克、大井英之、菅田正徳) (越田信義) (東北大学出版会 2018)
(プロトタイプ)の EB 露光装置は近代技術史博物館に展示)

14 Power MEMS

超小形ガスタービン発電機

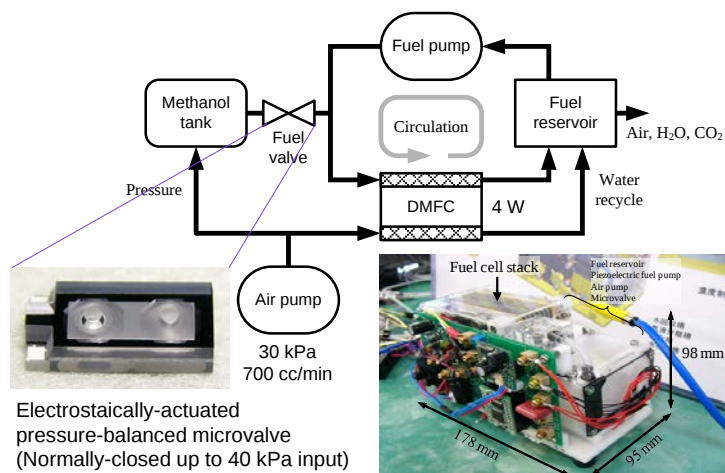


2007 年に実証した世界最小のガスタービン
(IHI, 東北学院大学などとの共同研究)
(Tanaka *et al.*, PowerMEMS 2007, pp. 359-362)

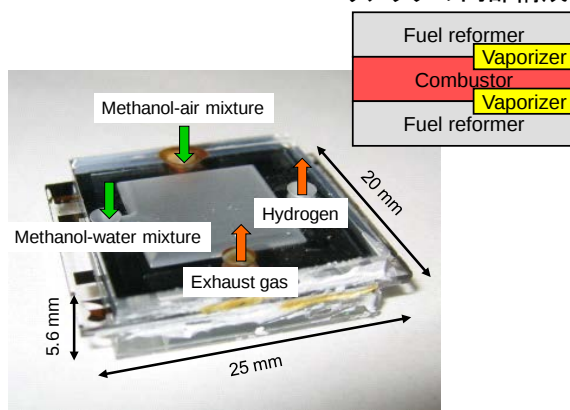
世界最小のガスタービンのロータ
(インコネル製, 東北大学で作製)

2012 年に IHI が試作した超小
形ガスタービン発電機
(2007 年の成果に基づくもの)

携帯型燃料電池



リアクタの内部構成

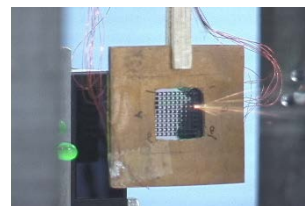
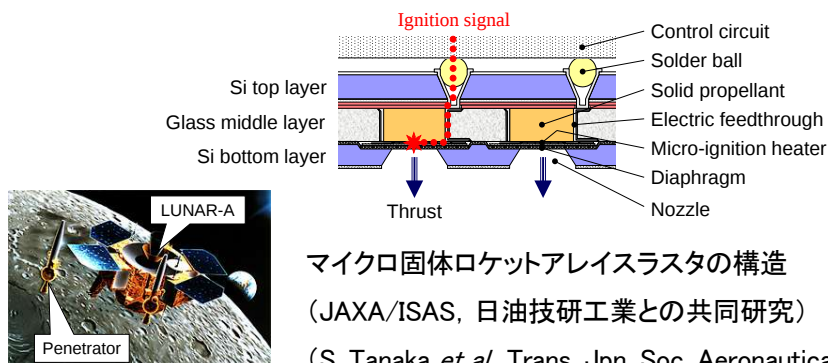


静電 MEMS バルブとそれを搭載した小形直接メタノール燃料電池システム
(パナソニック電工との共同研究)
(K. Yoshida *et al.*, Sensors and Actuators A, 157 (2010) pp. 290-298,
pp. 299-306)

集積化マイクロ燃料改質器
(パナソニック電工との共同研究)

(K. Yoshida *et al.*, J. Micromech. Microeng.,
16 (2006) pp. S191-S197)

マイクロ固体ロケットアレイスラスタ

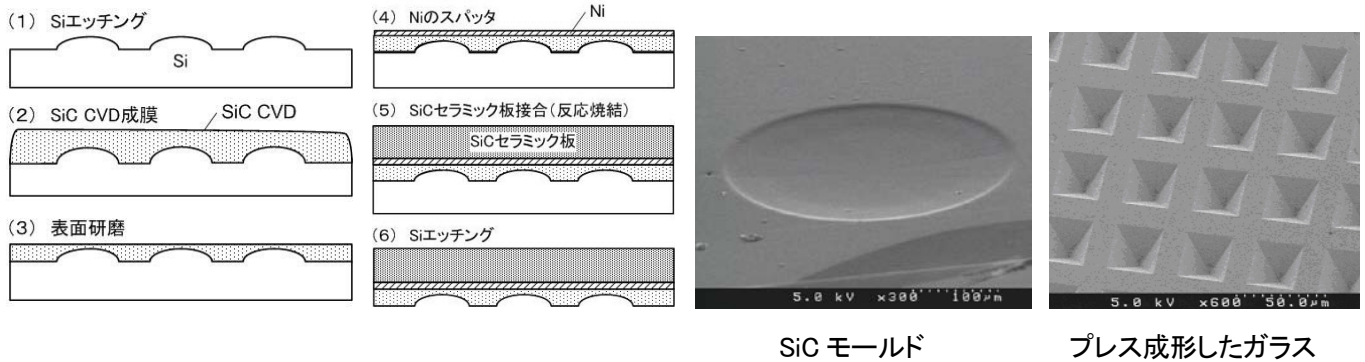


マイクロ固体ロケットアレイスラスタの構造
(JAXA/ISAS, 日油技研工業との共同研究)
(S. Tanaka *et al.*, Trans. Jpn. Soc. Aeronautical Space Sci., 46, 151 (2003) pp. 47-51)

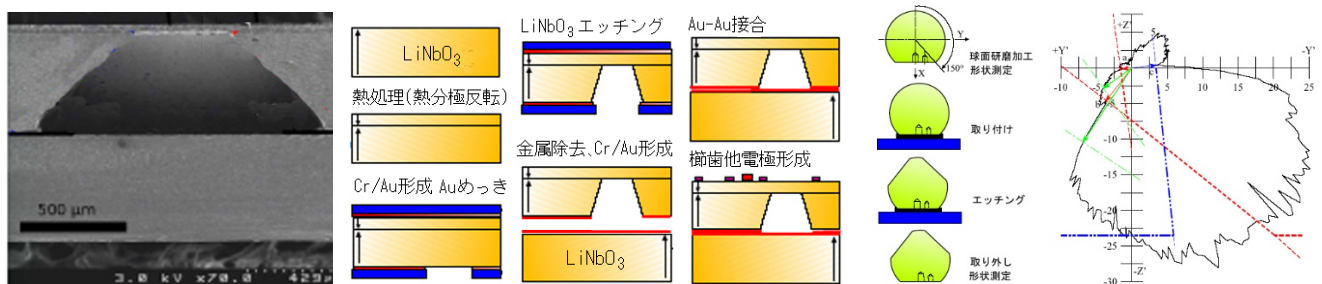
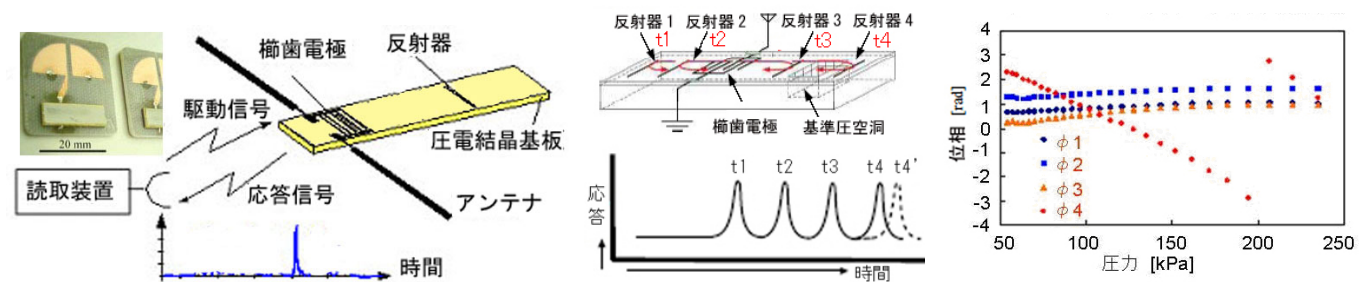
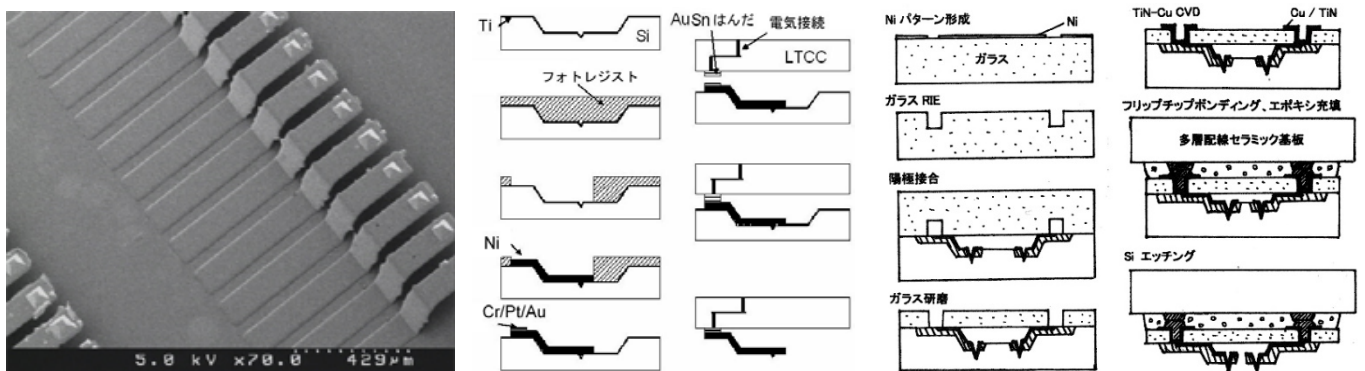
点火試験中のマイクロ固体ロケット
アレイスラスタ

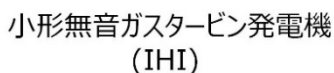
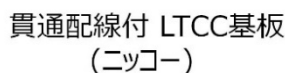
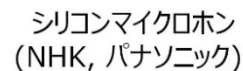
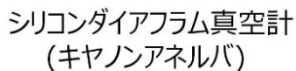
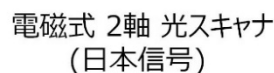
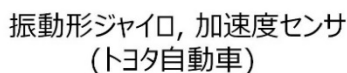
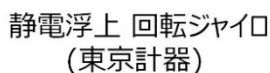
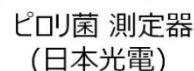
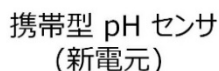
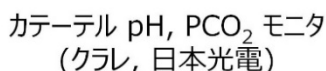
LUNAR-A から月面に打ち込む Penetrator の姿勢制御を想定して開発

15 製造・検査・環境・安全関係 MEMS



ガラスプレス成形用 SiC モールド (T.Itoh, J.of Microelectromechanical Systems, 15 (2006) 859)





高周波、低消費電力 MEMSリレー

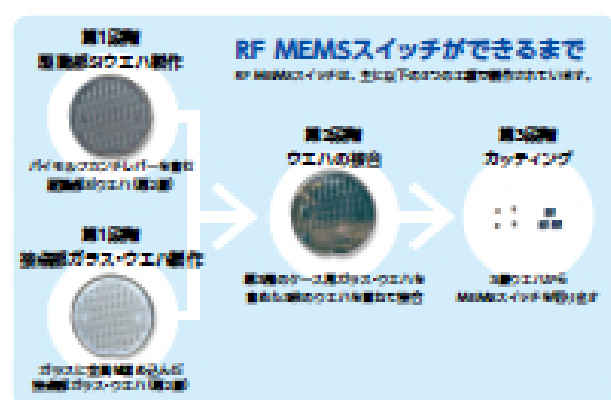
当社の高周波MEMSリレーは、圧電駆動方式を採用しており、低消費電力、高信頼性を兼ね備えています。当社独自の成膜技術により、薄さ1 μ mの圧電膜を実現したことで、低電圧駆動が可能になりました。半導体試験装置で実績を重ねてきた接点制御技術により、動作は信頼性が高く、高周波計測技術により、最大20GHzの高周波伝送に対応します。

MEMSリレーの用途



生涯体教育実習、専攻演習修習、専攻演習計画表の作成

MEMSリレー製造工程



■ 当社の持つMEMS開発/製造力

開発拠点：アドバンテスド研農R&Dセンタ(群馬県邑楽郡明和町)
アドバンテスド研究所(山口市青葉区)
東北大学工創教員の指導の下で実用化。

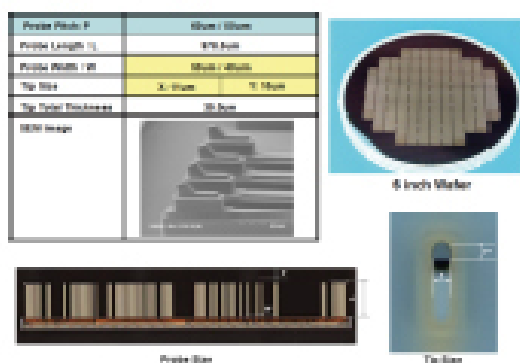
製造拠点：アドバンテス コンポーネント(仙台市青葉区)
自社工場でMEMS関連製品や化合物半導体、高周波モジュール向けSPCを製造。

MEMSリレーの主な仕様値

周波数範囲： DC～20GHz
 駆動電圧： 12V
 接点構成： SPDT
 サイズ(mm)： 5.4x4.2x0.9 2.9x3.4x0.9 の2種類
 アイソレーション： >20dB(～20GHz)
 挿入損失： <1dB(～20GHz)
 特性インピーダンス： 50Ω

MEMSプローブピン

半導体ウエハ試験に使用されるプローブカード用の針をMEMS技術を用いて作成しています。



■ アドバンテストについて

「計測と試験」における世界のリーディング・カンパニとして、エレクトロニクス、情報通信、半導体製造といった、最先端の計測技術を必要とする産業で活躍しています。半導体・部品アスト・システム事業では、各種半導体デバイスの信頼性を支えるアスト・システムを提供し、世界で50%近くのシェアを持っています。

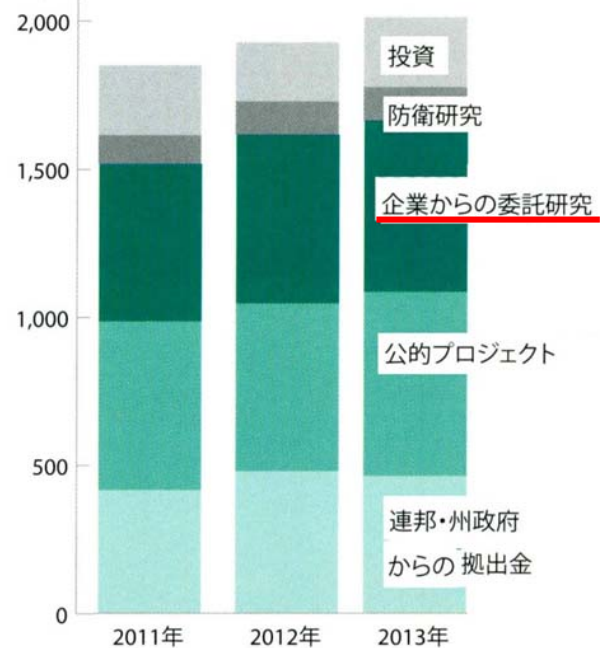


18 フラウンホーファ研究機構（ドイツ）

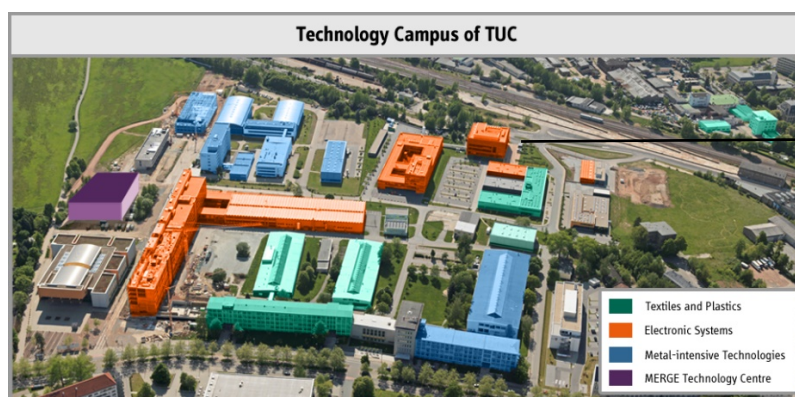


Fraunhofer-Gesellschaft (FhG)

年間予算総額内訳（単位：百万ユーロ）



67のフラウンホーファ研究所および研究ユニットがドイツ各地に点在しています。各大学に隣接し協力



ケムニッツ工科大学構内にあるフラウンホーファ ENAS (Electronic NAno System) 研究所

フラウンホーファ日本代表部：107-0052 港区赤坂 7-5-56 ドイツ文化会館 代表 三木 英哉

Tel. 03-3586-7306, E-mail: info@fraunhofer.jp www.fraunhofer.jp

役割：企業とフラウンホーファの研究所を繋ぐ窓口、プロジェクトのサポート、フラウンホーファの技術を紹介

19 東北大学のフラウンホーフプロジェクトセンタ



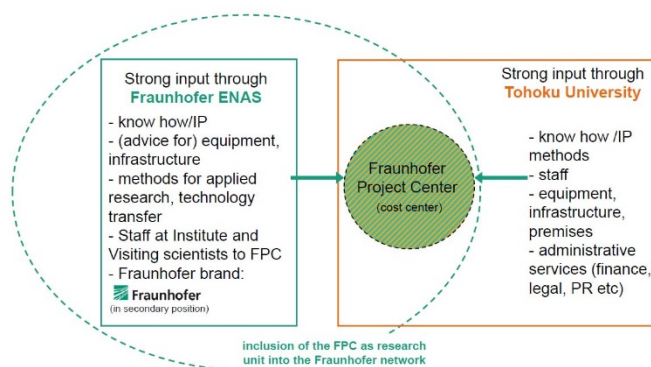
ドイツ フラウンホーフ研究機構と仙台市の
交流協定調印式(ミュンヘン)(2005/7)



第1回フラウンホーフアシンポジウム in 仙台 (2005/10/19)

Fraunhofer Project Center Model

Key aspects of cooperation – Mutual contributions

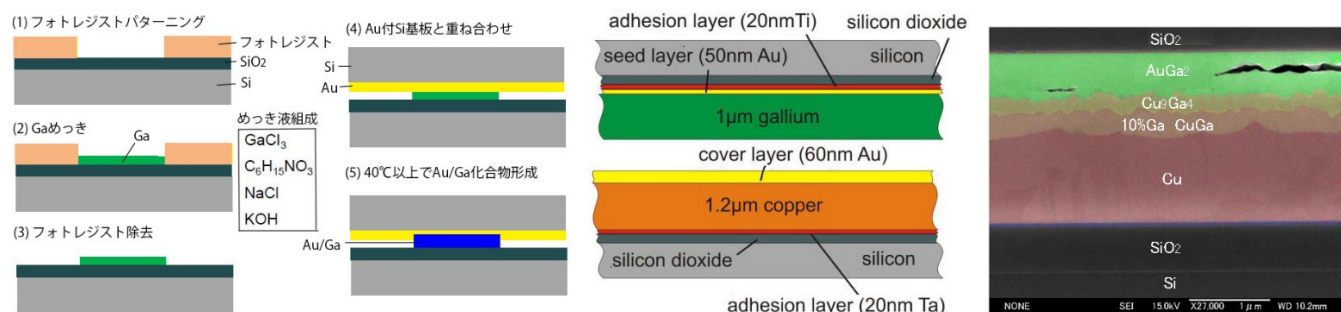


フラウンホーフ研究機構と東北大の交流協定調印式(仙台) (2011/11)

フラウンホーフ研究機構と東北大のプロジェクトセンター発足 (2012/4)



Assoc. Prof. Joerg .Frömel



Cu – Ga の低温 SLID (Solid-Liquid Inter-Diffusion) 接合 (歯を補修する以前の手法 (現在は紫外線硬化樹脂))

Cu 粉末 を Hg と直前に混合 ⇒ 歯の研削した部分に補填 ⇒ 金属間化合物を形成し固化)

(J.Froemel et.al. (ENAS, Fh.G), J.Of Microelectromechanical Systems, 24 (2015) 1973)

国際イノベーションコンテスト(International Contest of innovAtioN (iCAN)) <http://www.ican-contest.org>

(1回 (iCAN' 09) - 7回 (iCAN' 16) は International Contest of Application in Nano / micro technologies)

【国内主催】 仙台MEMSパークコンソーシアム、東北大学マイクロシステム融合研究開発センター

【概要】 MEMSデバイスを用いたアプリケーションを提案し、試作した成果を競う国際コンテスト。対象は、中学生、高校生、高専生、専門学校生、大学生、大学院生のチーム。世界各国・地域で予選を行い、世界大会開催。

問合先: 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター 戸津健太郎

Tel: 022-229-4113 E-mail: totsu@mems.mech.tohoku.ac.jp



指文字翻訳機 (京都大)

(加速度センサ等で手話を音声に変換)

iCAN' 11 で優勝



どこでも茶道 (東北大、阪大、natural science)

(センサ付茶釜でお点前を評価)

iCAN' 15 で優勝



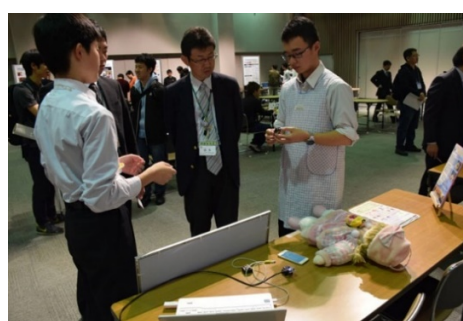
CES (Consumer Electronics

Show) (ラスベガス)に出展



ホームセキュリティロボット、第6回もの
づくり日本大賞 内閣総理大臣賞受賞、

iCAN' 14 優勝、郡山北県立工業高校



ベビーインフォーマー (郡山北工業高校)

(センサで赤ちゃんのうつ伏せ寝を検知)

iCAN' 16 で3位

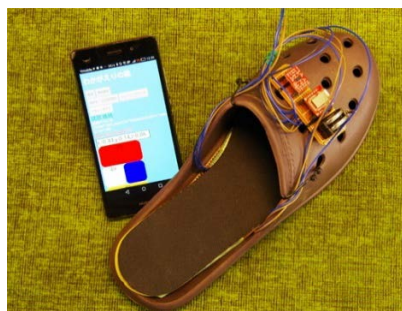


iCAN' 17 (北京)におけるデモ



ぼすちやー (natural science)

(パソコン使用時の姿勢を改善)



わかがえりの靴 (natural science)

(バランス力を計測し鍛錬) (片麻痺患者のリハビリアプリ)



ハイテクけん玉 (東北大)

21 MEMS パークコンソーシアム



MEMS パークコンソーシアムとは？

産官学の連携により、国内外の研究開発支援機関等の支援組織とのネットワークを構築し、MEMS を中心としたマイクロデバイス分野の研究開発・産業化支援を行うことを目的とする任意団体です。活動の目的に賛同する団体及び個人で構成されます。

MEMS パークコンソーシアムの組織

代 表：戸津 健太郎（東北大学マイクロシステム融合研究開発センター 准教授）

発起団体：東北大学、仙台市、宮城県、東北経済産業局等

会員数等：一般会員／61 社、提携会員／11 団体(R2 年 4 月 1 日現在)

MEMS パークコンソーシアムの活動

◆情報発信

MEMS 集中講義、公開セミナーの開催、Web サイト、メーリングリスト、展示会等を利用した各種情報発信。

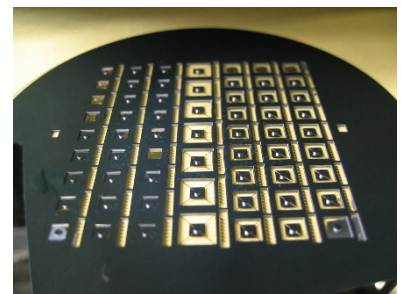
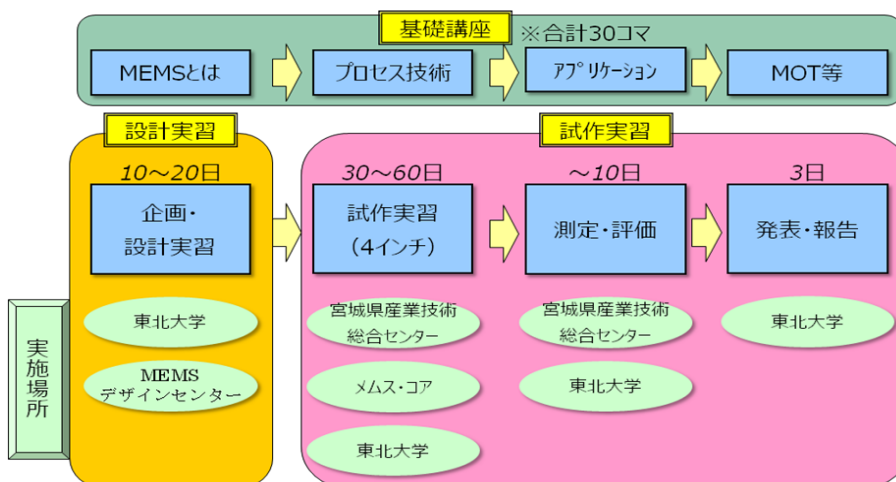
◆MEMS 人材育成

実務者を対象とした人材育成(随時)

- ① e-Learning による基礎講座
- ② 4/6インチファブを使った MEMS デバイス試作実習(仙台に 3 ヶ月滞在)



MEMS 集中講義 in 京都



受講生が 3 ヶ月で試作した
容量型 3 軸加速度センサ

＜これまでに人材育成を受講した企業＞

アドバンテスト研究所、アルプス電気、日本電波工業、ペンタックス、システック井上、ヤマハ、凸版印刷、コニカミノルタ、積水化学工業、アドバンテスト、村田製作所、富士機械製造、山本電機製作所、JAXA

＜受講した企業が試作したデバイス＞

加速度センサ、RF スイッチ、ジャイロ、圧力センサ、微動ステージ、可変インダクタなど

若手(高校生、高専生、大学生、大学院生)を対象とした人材育成

国際イノベーションコンテスト(iCAN)国内予選の主催

◆技術相談(試作支援ネットワーク)

会員企業が MEMS 技術の研究開発・産業化を推進する上で障壁となっている課題について、大学、公的研究機関等の橋渡しを行う。

◆ネットワーク活動

会員企業相互、講演者等とのネットワーク構築、情報交換を行う交流の場を提供する



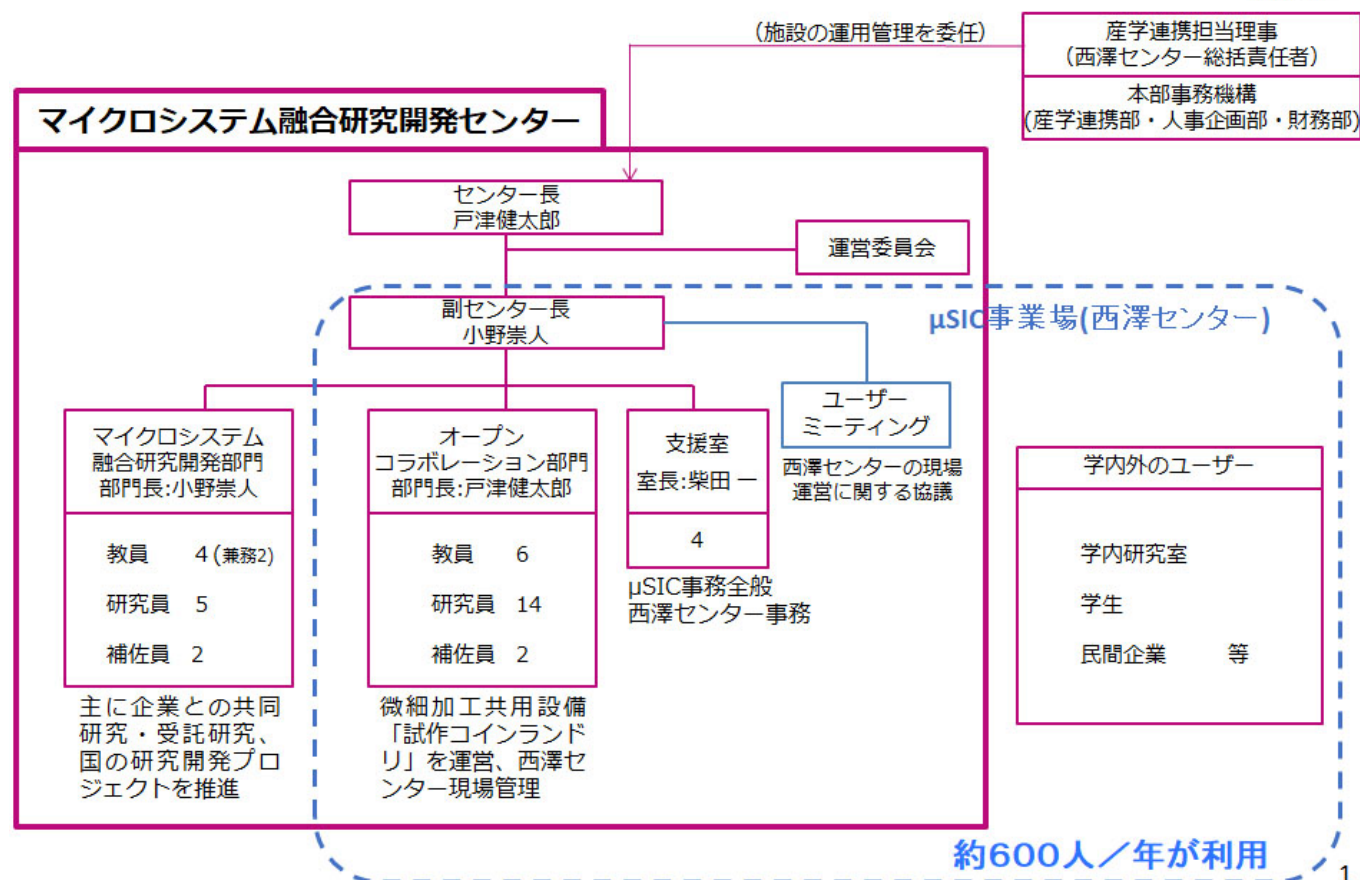
iCAN' 11 国内予選の様子

22 μSIC によるオープンコラボレーション



μSIC (Micro System Integration Center) : マイクロシステム融合研究開発センター

2025年4月

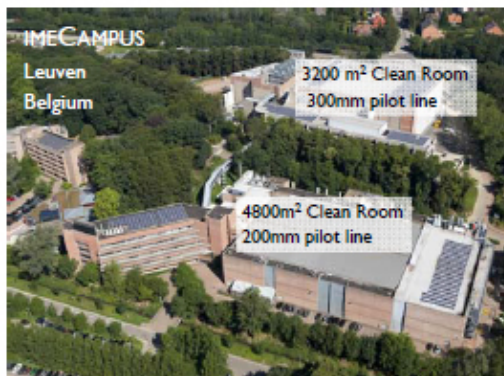


マイクロナマシニング研究教育センター (MNC) MEMS 初期試作ライン (20mm 角ウエハ) 試作コインランドリー (西澤センター内)



(株)メムス・コア

23 IMEC (Interuniversity Microelectronics Centre) (ベルギー)



SiGe MEMS の拠点

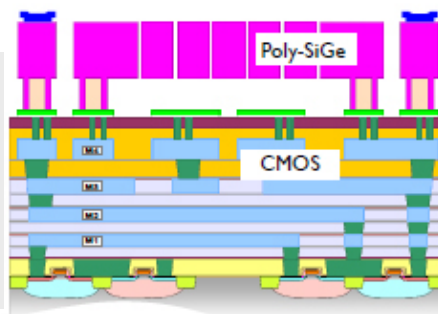
IMEC: HOME OF SIGE MEMS

Background

IMEC では、ポリ SiGe による MEMS と、読出回路や駆動回路を同一チップに集積化する、**IC 上ポリ SiGeMEMS** プラットフォームを、200mm ウェハ用ファブで準備しました。このモノリシックによる集積化 MEMS は、小形化、組立・実装の低コスト化および高性能化で、現在のハイブリッドによる方法よりも優れています。

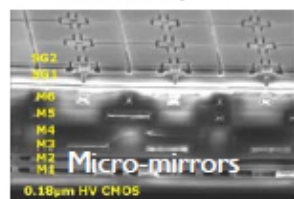
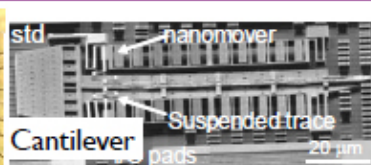
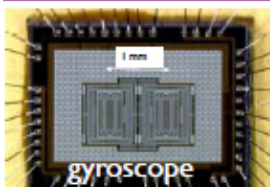
Platform

この **SiGeMEMS** のプラットフォームは、CMOS 保護層、MEMS への接続部と SiGe 電極、SiGe 構造層、さらにはポリ SiGe による薄膜パッケージ構造など、いくつかの標準モジュールから成ります(右図)。これに加えてピエゾ抵抗の機能を追加することも可能です。

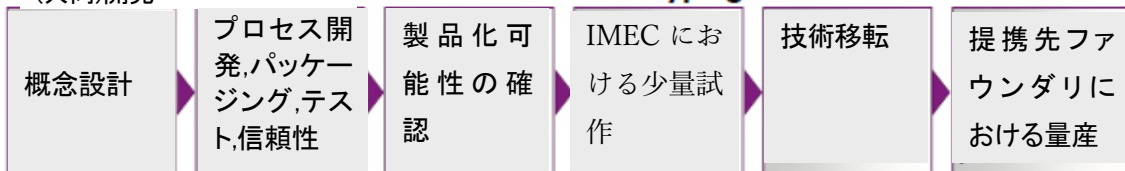


Demonstrators

このプラットフォームで、左図のような SiGe による MEMS デバイスを、共同研究機関と一緒に開発してきました。これには自動車に応用できる集積化ジャイロスコープ、高度産業機械用の 2 百万個の可動鏡を配列した高信頼性ミラーアレイ、マルチプローブデータ記録装置のため片持梁アレイ、SiGe 薄膜パッケージによる Q が 20 万以上の SOI 共振子などがあります。



(共同)開発



CMORE service

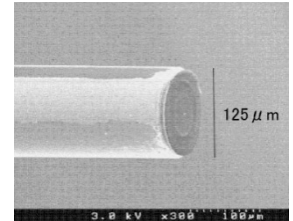
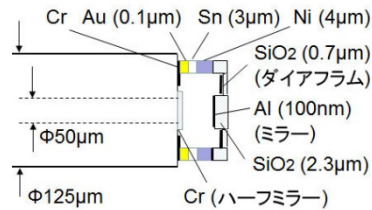
この SiGe プラットフォームは IMEC が産業界の皆様到我々の **CMORE サービス** を通して提供できる技術の一つです。CMORE によって革新的なコンセプトを製品にすることができます。大学・研究機関の皆様には **Europractice** 内の **SiGeMPW(マルチプロジェクトウェハ)** サービスをご利用頂けます。

imec

24 μ SIC 関連(スタートアップ)企業

メムザス(株) (加藤和哉、芳賀洋一、松永忠雄 他) <http://www.memsas.co.jp>

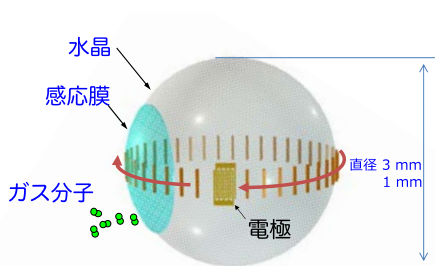
低侵襲医療用カテーテルなど MEMS の医療応用を
目的としたベンチャで 2004 年 9 月に設立。
光ファイバを用いた極細血圧センサの実用化などを
目指しています。



ボールウェーブ(株) (赤尾 慎吾、山中一司、竹田宣生、塚原祐輔) <http://www.ballwave.jp/company.html>

代表者名: 赤尾慎吾 設立年月日: 2015 年 11 月 10 日 資本金: 1 億円 (払込資本 869 百万円)

ボール SAW センサによる革新的ケミカルセンシング



基本特許:

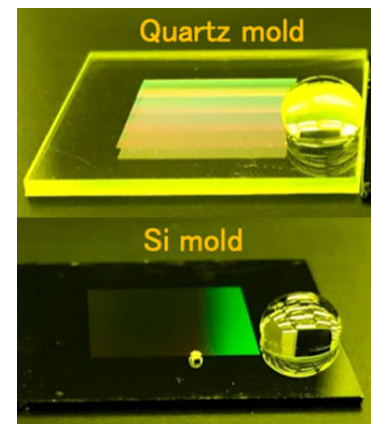
- 電極に高周波電圧を加えて小さな水晶球の表面に振動を起こすと、拡散することなく表面を100周以上ぐるぐると伝搬する。
- 薄い感応膜にガス分子が吸着・吸収されると振動の伝わる速度が変化し減衰が大きくなる。
- その変化を同じ電極によって電圧変化として捉えることで極微量な分子の存在量を測定する。

測定ガス	水蒸気	有機混合ガス	水素
感応膜	非晶質シリカ	ジメチルシロキサン (ケラマ材料)	パラジウム合金 (Pd Ni, Pd Pt)
方式	単一センサ	ガスクロ	単一センサ
	微量水分計	ポータブル・ガスクロ	水素センサ
プロダクト			

異なる感応膜で広範なケミカル・センシングが可能

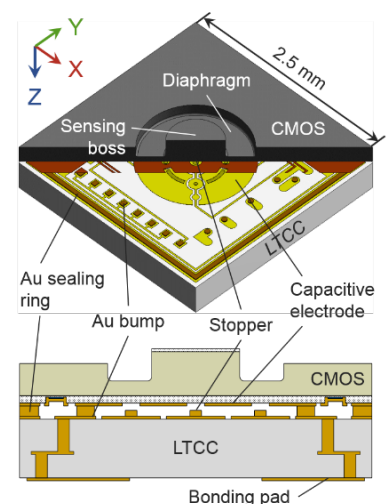
(株)デアネヒステ (中尾正史) <http://www.dernaechste.com/>

定年退職後に起業したシニア会社です。 μ SIC の設備やファンドリイメーカーなどを利用して、研究開発段階の、各種作製プロセスの検討支援、及び試作協力を主に行っております。特に長年携わってきた高スループット、低コストでナノパターン転写が可能なインプリント技術に関しては総合的なプロデュースを実施しております。インプリント転写プロセスでは写真のような石英モールドや Si モールド (画像には離型性確認のための水滴あり) を EB リソグラフィとドライエッチングで作製し、モールドからレジストへパターン転写するのが一般的でした。プロセスの簡便化と転写精度の向上を目指し、UV 硬化型 PDMS を利用したエッチングフリーの新たなパターン転写技術も開発中です。



(株)レイセンス (田中秀治、室山真徳、平野栄樹) <https://reisense.co.jp/>

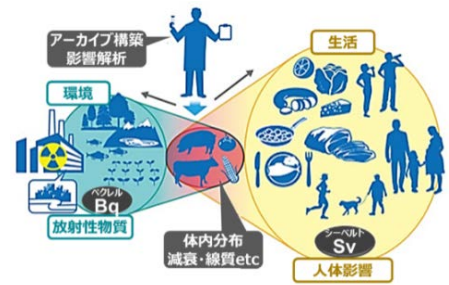
次世代ロボットなどに触覚機能を付与する MEMS-CMOS 集積化触覚センサならびにそのネットワークシステムを提供します。独自設計したセンサ・プラットフォーム LSI を TSMC0.13 μ m プロセスで製造し、この LSI をウェハレベル MEMS 技術により加工し、2.7mm 口サイズの 3 軸力検出可能な静電容量型触覚センサデバイスを 90% 以上の高い製造歩留りで実現しました。集積化した LSI 内のイベントドリブン応答とシリアルバス通信の機能を用いることで、100 個の集積化デバイスをたった 6 本の配線で接続しつつ 100 個のデバイスから高速にデータを取得することに成功しています。さらにセンサ・プラットフォーム LSI を用いることで、触覚センサに限らず各種センサをスマートにネットワーク化できます。



25 西澤センター建物利用者の活動

鈴木 正敏 (災害科学国際研究所) <http://www2.idac.tohoku.ac.jp/hisaidoubutsu/>

福島第一原子力発電所事故の被災地に生息する野生動物の中で、人間に近縁な野生ニホンザルを対象に被ばく線量と生物応答を評価する環境放射能アセスメントを実施しています。原子力災害では放射線被ばくに対する不安が生じますが、低頻度災害のために科学的知見が不足しています。原子力災害の被災動物から得られる教訓を整備し、被災地住民や廃炉作業員などの災害関係者が抱える不安に対する情報整備にむけた研究を継続しています。



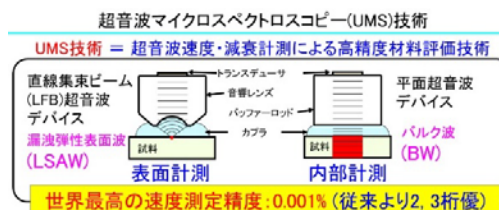
楠引 淳一

5G/6G 弾性波素子用材料・接合基板の評価およびデバイス製造歩留まりの向上

1. 圧電接合基板の音速での規格・

標準化

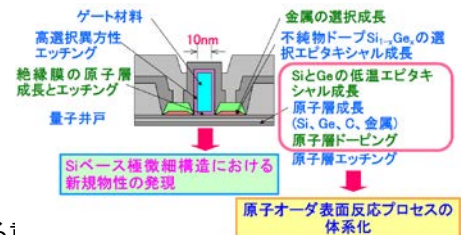
2. LT/LN 単結晶基板の超均質化 他



室田 淳一

高性能 Si ベースデバイスの製作のために、化学気相成長 (Chemical Vapor Deposition) による原子オーダー表面反応制御を中心として IV 半導体原子制御プロセスを研究しています。2018-2020 年においては、不純物ドーパ

Si、 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 、Ge エピタキシャル成長を新たに提案した改良型ラングミュア形モデルと実験データを一致させることにより、原子層レベルで定量的に説明しました。



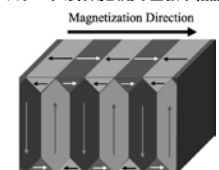
鈴木 茂

当グループは学内外の研究機関や研究者と連携して、幾つかの分野における課題の解決に向けた研究開発を推進し、研究成果の社会還元を目指しています。

1. エレクトロニクス分野においては、次世代のパワー半導体薄膜用の基板として有望とされる金属・合金単結晶の評価、制御などの研究開発を行っています。
2. エネルギー分野では、高性能が求められるアクチュエータ、センサー等の素材やデバイスの設計や制御等に向けて、磁性材料の微視的視点からの研究を行っています。
3. 環境・資源分野においては、地球上の様々な元素や化合物(酸化鉄等)の有効活用に向けて、多面的な解析で得られる知見の応用展開に取り組んでいます。



パワー半導体薄膜用の基板単結晶



機能解明のマイクロマグネティズム

古屋 泰文

1. 材料加工プロセス学、エネルギー材料工学、
 2. 知能材料工学、スマートマテリアルの研究開発
 3. 各種センサ・アクチュエータ材料・デバイスの研究開発
 4. 電磁気を用いた非破壊検査・材料評価学
 5. 環境発電用磁歪合金、エネルギーハーベスト技術、IoT対応型センサデバイス開発、
 6. グリーンエネルギー余剰電力活用システムとそのスマートアグリ・フィールド実証試験
- 個人インフラ空間関連IoT 安心安全サステナブル技術研究開発

