

目次

1. 会議名
2. 開催日時、など
3. 発表件数、採択率
4. プログラムの詳細
5. 研究機関別発表件数
6. 分類項目別発表件数
7. 発表した日本の企業名
8. マイクロ化学関連の研究開発動向
9. その他、所感

=====

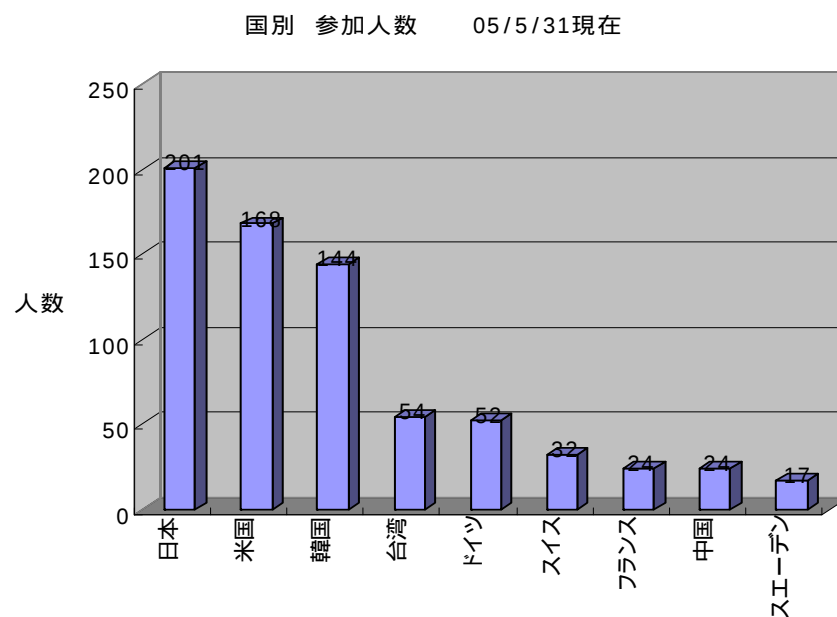
1. 会議名

Transducers 05

(The 13th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems)

2. 開催日時、場所、開催規模

- (1) 期間:2005 年 6 月 5 日(日)～9 日(木)
- (2) 場所:韓国・ソウル COEX コンベンションホール
- (3) 出席者数:790 名、27 カ国 (事前登録者ベース)
 - ・日本からの出席者が 201 名と国別で最も多い
 - ・続いて米国、韓国(開催国)、と続く



図—1:学会出席者 国別の分布

(4) 会議の形式

- ・パラレルセッション方式(4 セッション同時進行)

3. 発表件数,採択率

(1) 発表件数

基調講演、招待講演 18 件 (内訳 plenary:3 件, invited:15 件,)
 総数:514 件 (内訳 oral:199 件, poster:315 件,)

(2) 応募数および採択率

応募数 1035 件

地域	応募件数 (割合)		採択件数 (割合)	
Asia/oceania	568	(54%)	291	(55%)
America	244	(24%)	116	(22%)
Europe	223	(22%)	117	(23%)

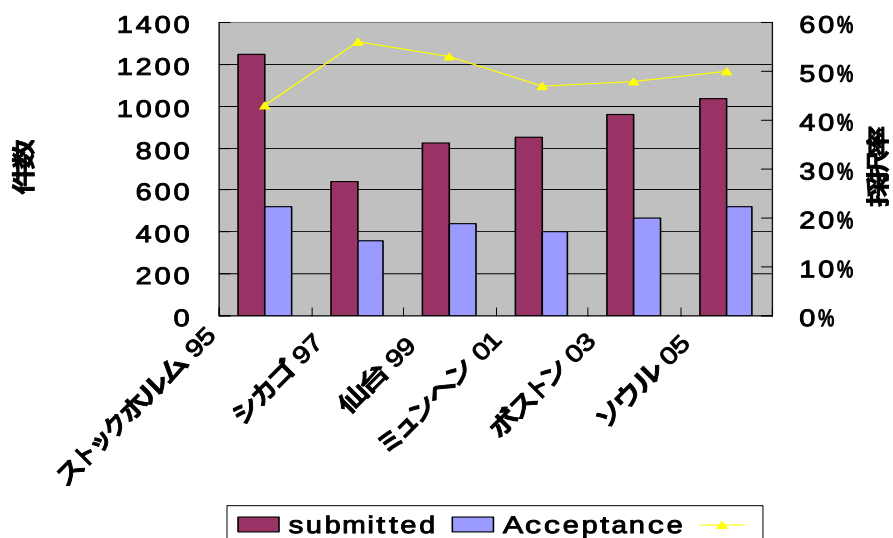
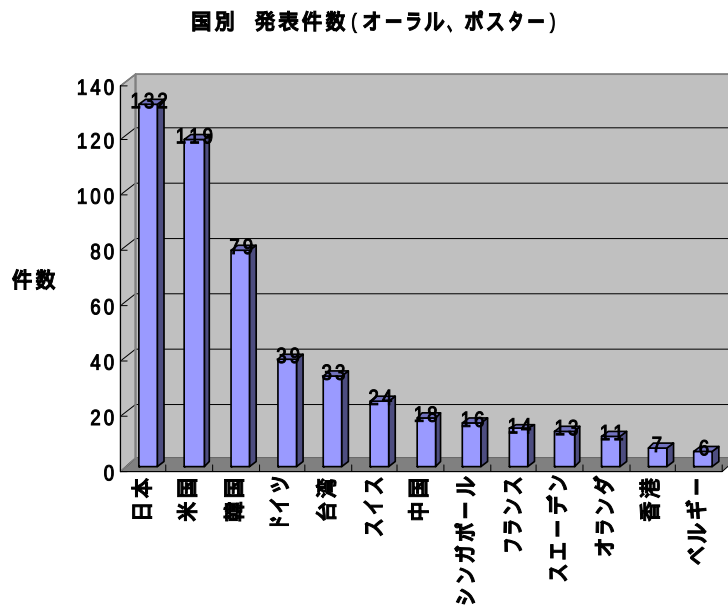


図-2: 応募件数、および採択率の推移

(4) 国別発表件数

- No.1 日本:132 件
 No.2 米国:119 件
 No.3 韓国:79 件



図—3: 国別発表件数

4. プログラムの詳細

以下に技術プログラムを添付する。

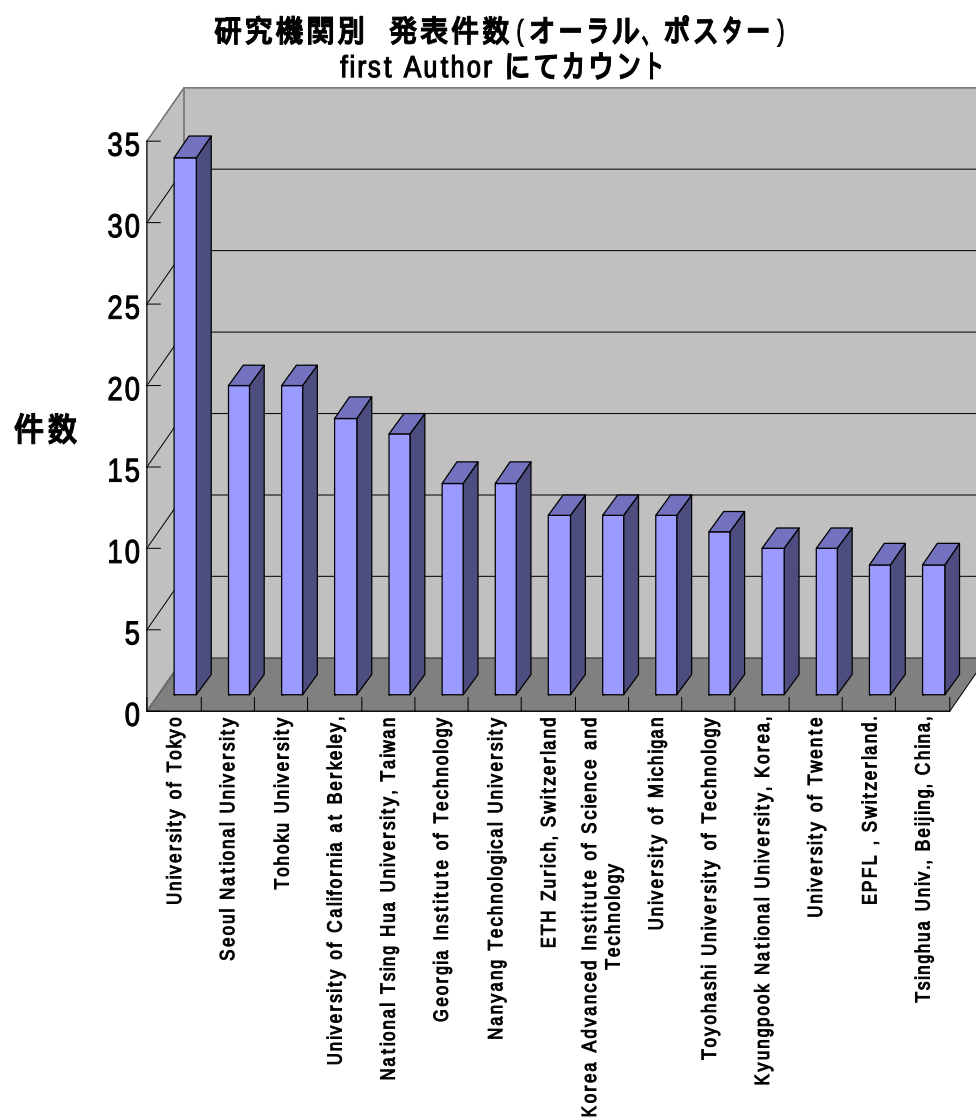
Technical Program

	MONDAY, JUNE 6			
09:00-09:30	Opening Ceremony			
09:30-10:15	Plenary 1P1.1			
10:30-11:15	Plenary 1P2.1			
11:15-12:00	Plenary 1P2.2			
13:30-14:45	1A3 3D Fabrication	1B3 Pressure Sensors	1C3 Electrostatic Actuators	1D3 Microdroplets and Micro Bead Technology
15:15-16:15	1A4 Carbon Nanotube Processes	1B4 Inertial Microsystems I	1C4 Surface Tension & Electro- wetting Liquid Actuators	1D4 Biochip
16:30-17:30	1A5 AFM/Probe Fabrication	1B5 Inertial Microsystems II	1C5 Micropumps	1D5 Bio-tool
	TUESDAY, JUNE 7			
09:00-10:15	2A1 Sensor Network and Integration	2B1 Resonator-type Sensors	2C1 Nano-electrical Characterization	2D1 Biosensors and Cells
10:45-12:00	2A2 Power Generator for Stand-alone Systems	2B2 Physical Sensors I	2C2 Pneumatic and Hydraulic Actuators	2D2 Microfluidics
13:30-14:45	2A3 Microlens/Laser Applications	2B3 Physical Sensors II	2C3 Packaging of Microsystems	2D3 Bio-cells
14:45-17:30	Poster Session Sensing Systems/Networks, Pressure Sensors, Accelerometers and Gyroscopes, Physical Sensors, Micro/Nano Cantilever Sensors, Fluid Handling Actuators, Microactuators, MEMS Design & Analysis, Stress and Strength of MEMS Materials, Functional and New Materials, Packaging, Optical MEMS, RF-MEMS			
	WEDNESDAY, JUNE 8			
09:00-10:15	3A1 Optical Biosensing	3B1 DRIE Technology	3C1 CMOS Type Chemical Sensors	3D1 Nano and Micro-biosystems
10:45-12:00	3A2 Micromirrors and Applications	3B2 Fluidics Fabrication	3C2 Air Quality Monitoring Chemical Sensors	3D2 Bio-probes
13:30-14:45	3A3 MEMS Spectrometer	3B3 Concept and Analysis in Fluids and Bubbles	3C3 Polymer-based Chemical Devices	3D3 Bio Measurement Technology
14:45-17:30	Poster Session Integration Technology, Advanced Micro/Nano Machining, Micromachining of Soft Materials, Micro/Nano Patterning, Micro Channel Fabrication, Fluidic Devices, Bio Patterning, Micro TAS, Medical and Biology Applications, Cell Handling Devices, Bio Sensors/Sensing, Chemical Sensor and Materials, Electro-chemical Devices, Gas Sensors			
	THURSDAY, JUNE 9			
09:00-10:15	4A1 Material Characterization I	4B1 Packaging Technology	4C1 RF MEMS: Switches and Antennas	4D1 Instrumentation and Biosystems
10:45-12:00	4A2 Material Characterization II	4B2 Polymer Processes	4C2 RF MEMS: Resonators I	4D2 Chemical Sensors for Analytical Systems
13:30-14:30	4A3 Materials for Sensors	4B3 Stress Analysis in Thin Films	4C3 RF MEMS: Resonators II	4D3 Special-use Chemical Sensors

図—4 : 技術プログラム

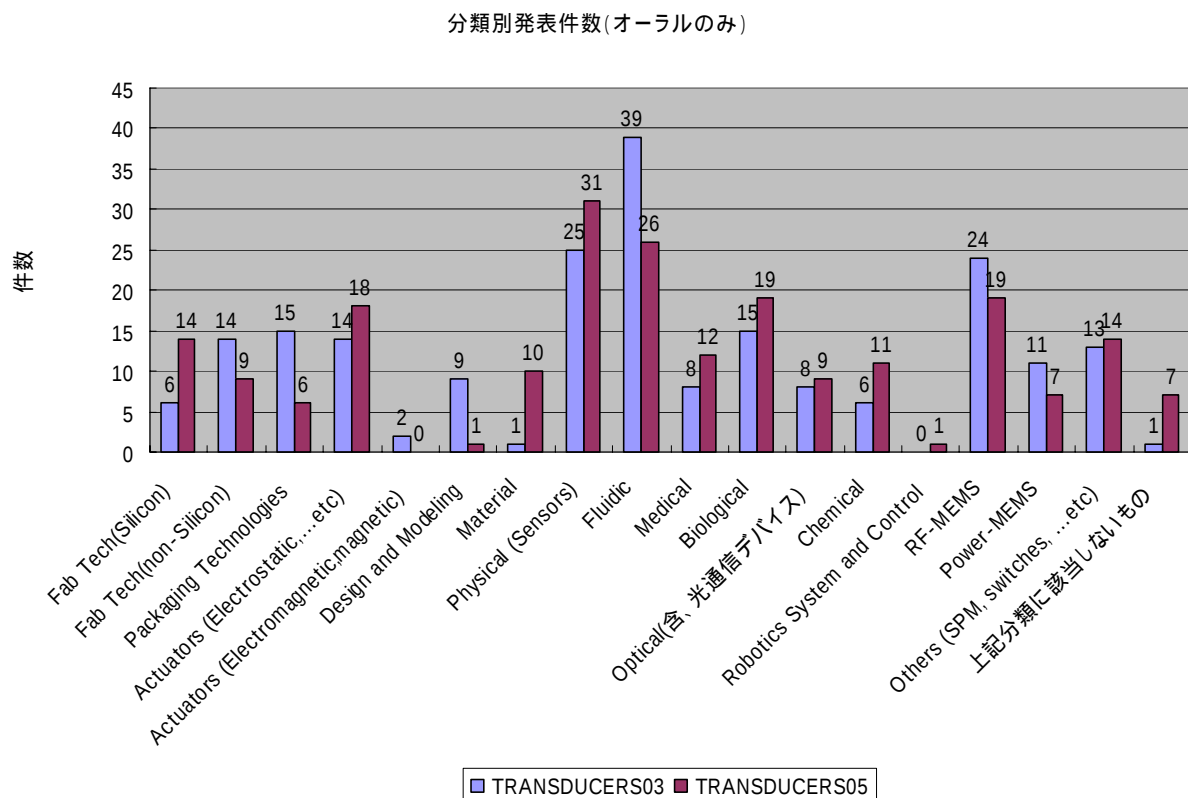
5. 研究機関別発表件数(First Author の所属にて分類)

東京大学からの発表が圧倒的に多いこと、韓国、台湾の大学・研究機関からの発表が多いこと、などが特徴として挙げられる。



図—5: 研究機関別発表件数

6. 分類項目別発表件数



大分類	小分類
1.Fundamentals	(1) Fabrication Technologies(Silicon)
	(2) Fabrication Technologies(non-Silicon)
	(3) Packaging Technologies
	(4) Actuators (Electrostatic,Piezoelectric...etc)
	(5) Actuators (Electromagnetic,magnetic)
	(6) Design and Modeling
	(7) Material
2.Applied Devices/Systems	(1) Physical (Sensors)
	(2) Fluidic
	(3) Medical
	(4) Biological
	(5) Optical(含、光通信デバイス)
	(6) Chemical
	(7) Robotics System and Control
	(8) RF-MEMS
	(9)Power-MEMS
	(10) Others (SPM, switches, relays ...etc)
3.Others	(1) 上記分類に該当しないもの

図—6 : Transducers 05 における分類別発表件数 (マイクロマシンセンター 調べ)

7. 発表した日本の企業名

全発表(オーラル、ポスターを含む)を対象に(First Author の所属にて日本企業発表について図7に示す。
合計 12 社から、16 件 (オーラル 5 件、ポスター 11 件)の発表があった。

番号	タイトル	発表企業
3E4.121	RAPID AND HIGH SENSITIVE BIO-SENSING SYSTEM UTILIZING MAGNETIC BEADS	Asahi Kasei Corporation
1C3.4	Design and Fabrication of a Pure -Rotation Microscanner with Self-Aligned Electrostatic Vertical Combdriives in Double SOI wafer	CANON Inc.
2E4.107	Piezoelectric Properties of Sputtered AlN on Silicon Substrate	DENSO CORPORATION,
3E4.47	3D MICROFLUIDIC DEVICE FABRICATED BY USING SURFACE-ACTIVATED BONDING OF ELECTROPLATED Ni PATTERN	Fuji Xerox Co., Ltd.
2E4.132	FISHBONE-SHAPED VERTICAL COMB ACTUATOR FOR DUAL-AXIS 1-D ANALOG MICROMIRROR ARRAY	FUJITSU LABORATORIES Ltd. ,
2B3.5	A HARD-DISK DRIVE TRACKING SERVO MICROACTUATOR DRIVEN BY PZT WITH STROKE AMPLIFICATION MECHANISM	Hitachi Global Storage Technologies, Inc.
1B3.2	FULLY CMOS COMPATIBLE ON-LSI CAPACITIVE PRESSURE SENSOR FABRICATED USING STANDARD BACK-END-OF-LINE PROCESSES	Hitachi Ltd.,
3A1.1	OPTICAL TOPOGRAPHY FOR NONINVASIVE IMAGING OF HUMAN BRAIN FUNCTIONS	Hitachi, Ltd.
2E4.130	LOW-INSERTION-LOSS COMPACT 3D-MEMS OPTICAL MATRIX SWITCH WITH 18 INPUT/OUTPUT PORTS	Hitachi, Ltd.,
3E4.58	Micro-mixing Server using Micromixer for Production	Hitachi,Ltd
4C1.3	HIGH POWER HANDLING CAPABILITY OF MOVABLE-WAVEGUIDE DIRECT CONTACT MEMS SWITCHES	Mitsubishi Electric Corporation
2A2.2	NOVEL MEMS POWER GENERATOR WITH INTEGRATED THERMOELECTRIC AND VIBRATIONAL DEVICES	NTT Corporation
3E4.6	DIAMOND PROBE WITH SILICON-BASED PIEZO STRAIN GAUGE FOR HIGH DENSITY DATA STORAGE USING SCANNING NONLINEAR DIELECTRIC MICROSCOPY	Pioneer Corporation
2E4.129	A MEMS 1-D Optical Scanner for Laser Projection Display using Self-assembled Vertical Combs and Scan-angle Magnifying Mechanism	SEIKO EPSON Corp
3E4.2	WAFER-LEVEL INTEGRATION TECHNOLOGY OF SURFACE MOUNT DEVICES USING AUTOMATIC PARTS ALIGNMENT TECHNOLOGY WITH VIBRATION	Seiko Instruments Inc
2E4.13	SAPPHIRE-BASED CAPACITANCE DIAPHRAGM GAUGE FOR HIGH TEMPERATURE APPLICATIONS	Yamatake Corporation

図—7 : Transducers 05 における日本企業の発表

8. マイクロ化学関連の研究開発動向

図 - 6 の分類別発表件数 (マイクロマシンセンター調べ) から、Fluidic は口頭発表 26 件と Physical sensor の次に発表件数が多い分類であり、前回会議に比べて減少はしているものの相対的に発表件数が多い分野であることが伺える。また口頭発表に関しては近年、アプリケーションを想定した素子開発が強く、この傾向は今後、更に応用分野が広がっていくことを示唆するものと考えられる。また、前回会議からの傾向のようであるがポリマーを用いたデバイス開発が多いことも特徴に挙げられる。

以下にマイクロ化学関連の発表のうち、5 件について簡単に技術概要を報告する。

< 液滴マニピュレーション >

題名: A MICRO PARTICLE SAMPLE USING ELECTROWETTING-ACTUATED DROPLET SWEEPING

発表者: Yuejun Zhao and Sung Kwon Cho (所属 University of Pittsburgh)

発表番号: 1C4.2

技術概要:

エレクトロウエットの原理で駆動される液滴にて、空気中のパーティクルを採取する新規システムの報告。8 μ 径のガラスビーズ (親水性)、テフロンコートガラスビーズ (疎水性) ともに高効率で採取。本システムは Lab-on-chip との親和性が高くごく少量の液滴で低消費電力、高効率なサンプリングが実現できる。

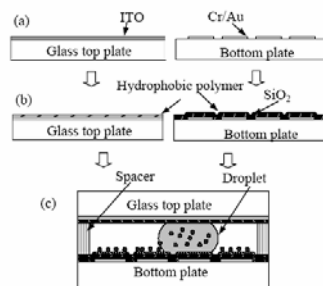


Fig. 4 Fabrication process flow of testing device: (a) Top glass plate with ITO (Indium Tin Oxide) layer/Metalization and patterning of electrodes (Cr/Au) on the bottom plate; (b) Deposition of oxide layer (SiO₂) by PECVD on the bottom plate/Deposition of polymer layer on both plates; and (c) Integration of the top and bottom plates with spacers in between.

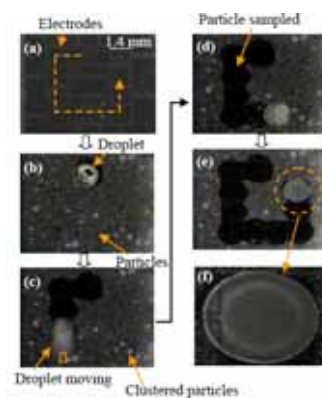


Fig. 5 (a)-(e) Sequential pictures of spherical particle sampling viewed through the transparent glass cover. Particles (even clustered particles) on the solid surface can be efficiently sampled into the droplet. The dashed line in (a) indicates the path of the droplet. (f) Zoom-in view of the droplet. The sampled particles are suspended within the droplet.

題名: LIQUID LOADING OF SILICON-BASED CANTILEVERS USING ELECTROWETTING ACTUATION FOR MICROSPOTTING APPLICATIONS

発表者: T. Leïchlé, D. Saya, P. Belaubre, JB. Pourciel, F. Mathieu, JP. Laur, L. Nicu

(所属 LAAS-CNRS, France)

発表番号: 1C4.3

技術概要:

スポッティング応用のためのスリットとリザーバーを有するカンチレバーアレイの製作と評価に関する報告。 スポッティング操作はカンチレバーに作りこまれたスリット間に DC 電圧印加し、そこで生じるエレクトロウエット (ELECTROWETTING) に基づく。本手法で 20 ミクロン径の液滴のマトリクスパターニングに成功した。

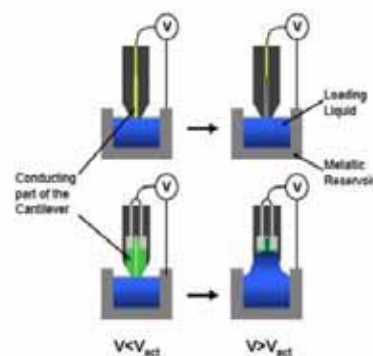


Fig. 5. Schematic of the loading experiment. The conductive part of the cantilevers where electrowetting takes place is shown. Top: gold covered cantilever, bottom: doped cantilever. Left: applied voltage below the actuation voltage, right: applied voltage above the actuation voltage.

題名: USING EWOD (ELECTROWETTING-ON-DIELECTRIC) ACTUATION
IN A MICRO CONVEYOR SYSTEM

発表者: Ilju Moon and Joonwon Kim(所属 POSTECH, Korea)

発表番号: 1C4.4

技術概要:

複雑な製法を用いることの無いエレクトロウエット駆動 EWOD (Dielectric の Electrowetting) のマイクロ運搬装置システム。装置システム概念と製造、およびアプリケーションについての報告。既存 EWOD システムでは液滴上部にグラウンド電極が必要でそのための追加プロセスを要するが著者らの素子は液滴下部の1層のみの電極で済む。製法はガラス基板上に電極パターニングを行い、酸化膜形成後に疎水性膜(テフロン)を塗布して完成させる。6 μ l の液滴を用い ~100VDC、~80VAC (@1kHz square wave)条件にて、シリコンパッド(7mm x 5mm x 40 μ m)の搬送を確認。

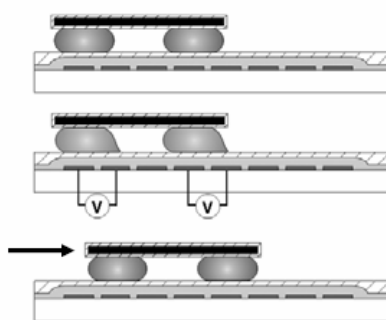


Figure 2. Schematics of micro conveyor system.

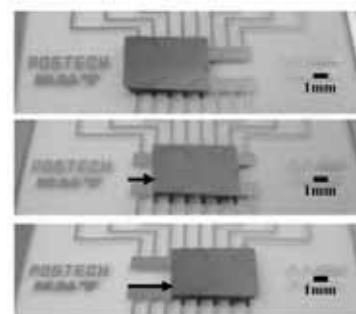


Figure 7. Sequential movement of the conveyor pad by the EWOD actuation.

< バイオツール 針 >

題名: RELIABLE IN-VIVO PENETRATION AND TRANSDERMAL INJECTION USING ULTRA-SHARP HOLLOW MIC

発表者: Niclas Roxhed, Patrick Griss* and Göran Stemme(所属 Royal Institute of Technology, Sweden)

発表番号: 1D5.3

技術概要:

人の皮膚向け無痛極細針(液体注入用中空あり)に関する報告。従来より信頼性の高い無痛極細針構造で人間の皮膜に注入できることを液体染料と電気インピーダンス測定で確認。

チップは4mm角内に 5x5 極微針配列(500 ミクロンピッチ)からなり、1つの針は先端半径 100nm 以下。中空微細針の製造プロセスはD-RIEと等方性エッチの併用で先鋭化のためにウエット酸化を行って半径 100nm 以下を達成

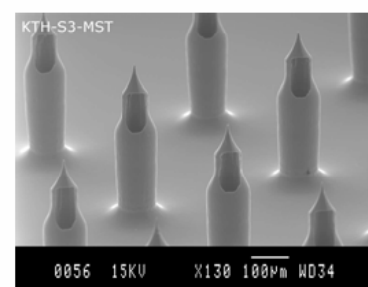


Figure 2: SEM-picture showing several microneedles. The length of the needles is 400 μ m and the needle pitch is 500 μ m. Each microneedle chip contains 25 needles.

<バルブ>

題名: SMALL FOOTPRINT KNIFE GATE MICROVALVES FOR LARGE FLOW CONTROL

発表者: Stefan Braun, Sjoerd Haas, Samir Sadoon, Anthony S. Ridgeway, Wouter van der Wijngaart, Göran Stemme (所属 Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden)

発表番号:

技術概要: ナイフエッジ型のバルブを MEMS 技術にて製作。バルブはアルミ薄膜を使った熱バイモルフ構造。本構造により、 $2.3 \times 3.7 \text{ mm}^2$ のエリアで、 100 kPa で $\Delta Q = 3.4 \text{ l/min}$ の流量変化に耐えうることを確認。

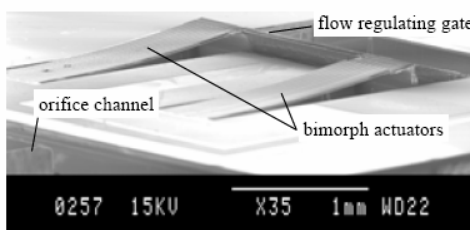


Figure 5: SEM Photograph of a backside gate valve with an opening of approximately $120 \mu\text{m}$.

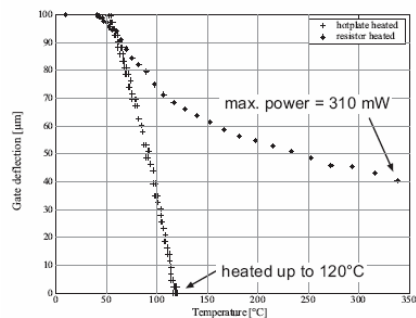


Figure 7: Measured deflection of a bimorph actuator using a hotplate respectively the integrated resistor to heat the device. The deviation shows the need for improved thermal isolation.

9. その他、所感

会議初日に行われた基調講演(3件)のうち、米国 Si Times 社の Kurt E. Petersen 氏発表の「A NEW AGE FOR MEMS」(1P1.1)では MEMS の歴史と現状、および今後の技術、市場についての総括的な発表があった。70 年代の自動車排気ガスに関する規制、90 年代の加速度センサーなどが引き金となり MEMS デバイスの大量生産、低価格化が進んだこと、半導体技術進化のトレンドを示す「Moore の法則」が MEMS 技術にも 15 年ほど遅れてはいるものの適応されるとの報告があり興味深い内容であった。

発表の分野別傾向では、バイオ関連の発表が全体の約 2 割程度を占めており、その内容も今までの基本構成を提案する段階から、より具体的にアプリ側での生体分子や細胞を用いる段階へと展開していることが示唆される報告が多く見受けられ、最近の研究開発の動向を示すものとして注目される。

また、集積化 MEMS に関する具体的な提案が見られたことも今回学会の特徴として挙げられる。以下、Transducers'05 で発表された集積化 MEMS に関する研究開発のトピックスについて簡単に触れる。

独ボッシュからは「NEXT GENERATION PRESSURE SENSORS IN SURFACE MICROMACHINING TECHNOLOGY」(1B3.1)にて、圧力センサーと CMOS 回路との集積化をサーフェス加工で実現するユニークな手法が提案されている。

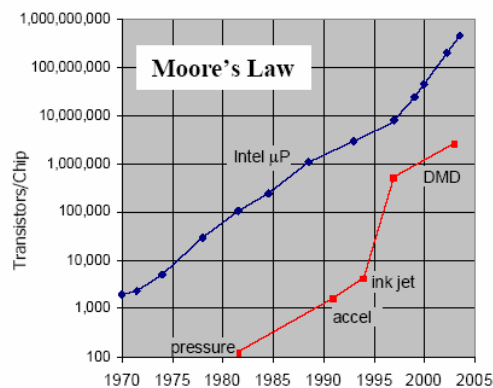
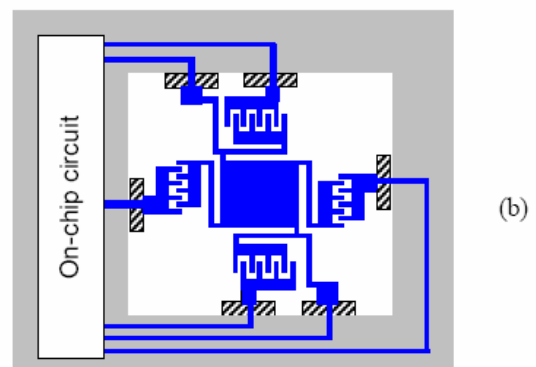
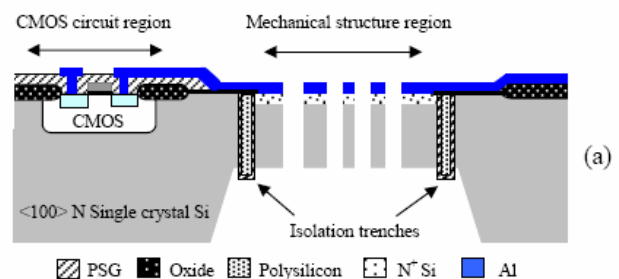


Figure 4
Moore's Law. Intel's microprocessors are nearly at 1B transistors/chip. The MEMS devices shown in the lower curve indicate an *approximation* of complexity level - electronic and mechanical elements/chip.

右図(b)に示すように、MEMS部を先に作製し、その後にCMOS回路を作製する手法である。MEMSはその構造が脆弱であること、薄膜の応力に温度依存性があること、などの理由からCMOS作製後に作りこむ事があるが、ボッシュの発表ではCMOS作製に先立ち、ポーラスシリコンの成膜(のちのキャピティ領域)とエピタキシャル法によるシリコン成膜(のちのメンブレン膜)、およびアニール処理によってキャピティを形成するところに特徴がある。このプロセスによればMEMS部分を形成した後は、表面が平坦シリコンとみなせ、既存のCMOS製造インフラを十分活用でき、汎用CMOSプロセスが容易となる。従って、圧力センサー製法で従来から行われてきたKOH、TMAHなどのアルカリ薬液を用いたシリコン結晶異方性エッチ、ガラスとの陽極接合など煩雑工程を必要としないシンプルな工程で、ピエゾ抵抗、増幅・読出回路などをセンサー部と一体集積化できるメリットがあるという。



また、北京大学からはバルク加工からのアプローチで DIRIE 加工技術を十分に活用した集積化 MEMS について発表している「POST-CMOS PROCESS FOR HIGH-ASPECT-RATIO MONOLITHICALLY INTEGRATED SINGLE CRYSTAL SILICON MICROSTRUCTURES」(3B1.4)。一般的な CMOS 回路作製後、D-RIE によって形成したトレンチを酸化膜、ポリシリコンで埋め戻すことで MEMS 領域と CMOS 領域をアイソレーション分離し、そのあと MEMS 領域に櫛歯構造の容量センサー、あるいはアクチュエーターなどの高アスペクト比機械構造を作りこむ手法である。サーフェス加工による集積化に比べ機械特性に優れる単結晶シリコンの高アスペクト比構造体を実現できるなどが利点である。これ以外に DRIE 加工技術を駆使したバルク加工による集積化 MEMS の発表には、たとえばアナログデバイスから SOI 基板を用いた加速度センサーに関する発表「THE NEXT GENERATION INTEGRATED MEMS AND CMOS PROCESS ON SOI WAFERS FOR OVERDAMPED ACCELEROMETERS」(3B1.2)、などがあった。



このように集積化 MEMS に関する発表はサーフェス加工、バルク加工、それぞれの視点で、近年活発になってきているが、バルク加工では DRIE の垂直加工性、パタン自由度などを最大限活用し集積化を行う例が増えているように思われる。ただし、CMOS 回路へのプラズマドライエッチによるダメージなどについて詳細データを示す報告はあまり見られず、製品化フェーズにおける開発段階では、そのプロセス設計を考える上で十分考慮すべき課題になりそうとの感触を持った。また、北京大学の発表にもあるように、中国がこの分野の技術開発に着手し始めていることは注目。この分野において中国からは発表はあまりなかったように思われるが、今後の開発動向に注目が必要ではないか。



【参考写真：ウエルカムイベント】



【参考写真：会議の様子】



【参考写真：ポスターセッションの様子】