

MEMS2005 における研究開発動向

目次

1. 会議名
2. 開催日時、場所、開催規模
3. 発表件数,採択率,参加者数,等
4. 研究機関別発表件数(MMC が Technical Digest の First Author の所属にて分類)
5. 発表した日本の企業名(First Author の所属にて分類、いずれも 1 件の発表)
6. マイクロ化学関連分野の研究開発動向
7. その他

1. 会議名

MEMS2005

(The 18th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems)

2. 開催日時、場所、開催規模

(1) 期間：2005 年 1 月 31 日～2 月 3 日

(2) 場所：Fontainebleau Hilton Resort (米国 マイアミビーチ)

(3) 出席者数：702 名程度

シングルセッション方式

3. 発表件数,採択率,参加者数,等

(1) 発表件数

総数：216 件 (invited を除く)

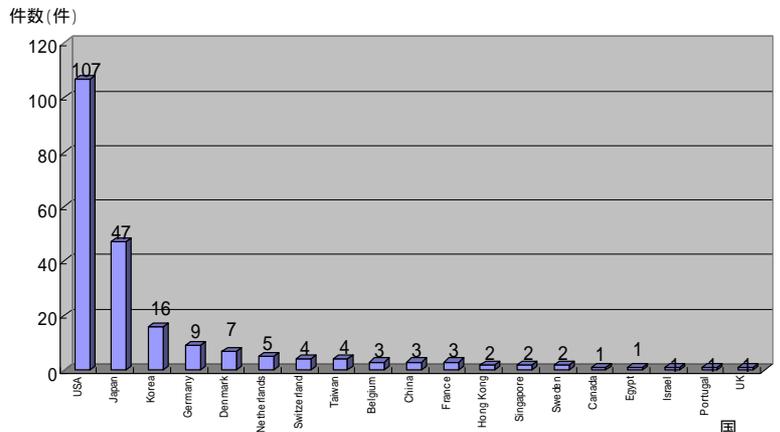
内訳 invited：3 件, oral：41 件 (invited を除く), poster：175 件

(2) 投稿件数および採択件数

	2005 年 (今回)	2004 年 (前回)
投稿数	750 件	629 件
採択数	216 件	217 件
採択率	29%	34%

(3) 国別発表件数*

- No.1 USA：107 件
- No.2 日本：47 件
- No.3 韓国：16 件
- No.4 ドイツ：9 件
- No.5 デンマーク：7 件
- No.6 オランダ：5 件
- No.7 スイス：4 件
- 台湾：4 件
- 以下、略



* MMC にて Technical Digest の first author にて集計 (invited を含む)

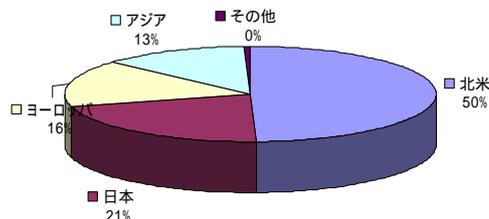
会議当日の Welcome Adress では、USA：108 件、・・・ で、若干のずれがある。

以下、MMC 集計のデータには * を表示

(4) 地域別投稿件数,採択件数,採択率

	投稿件数	採択件数	採択率
北米	327 件	108 件	33%
アジア	282 件	72 件	25%
ヨーロッパ	141 件	36 件	26%

日本を単独でカウントした場合の地域別採択（発表）件数割合*（MMC 集計）



(5) 投稿が多かった技術分野

Chemistry、Packaging、Mechanical System、・・・の順 以下、略

(6) 発表機関

Academia	86%
Research Institute	7%
Industry	7%

(7) 参加者数（事前登録者でカウント）

北米：376 名 アジア：162 名 ヨーロッパ：104 名

4. 研究機関別発表件数(MMC が Technical Digest の First Author の所属にて分類)

発表件数	研究機関(口頭発表件数, ポスター発表件数)
21	University of Tokyo (7, 14)
20	University of Michigan (5, 15)
9	Georgia Institute of Technology (1, 8), University of California, Berkley (1, 8)
8	Korea Advanced Institute of Science and Technology (4, 4), University of California, Los Angeles (2, 6)
7	Ritsumeikan University (4, 3), Technical University of Denmark (1, 6) University of Freiburg (0, 7)
6	Tohoku University (1, 5), University of Maryland (1, 5),
5	California Institute of Technology (2, 3), University of Twente (1, 4)
4	Boston University (1, 3), Carnegie Mellon University (2, 2)
3	Massachusetts Institute of Technology (1, 2), Nagoya University (0, 3), Pennsylvania State University (0, 3), Seoul National University (0, 3), University of Minnesota (1, 2), University of Washington (1, 2)

以下、略 発表件数 2 件以下：62 機関

5. 発表した日本の企業名(First Author の所属にて分類、いずれも 1 件の発表)

招待講演： 1 社

Toshiba Corporation

ポスター発表： 3 社

Canon, Inc., Fujitsu laboratories, Ltd., Hitachi, Ltd.,

6. マイクロ化学関連分野の研究開発動向

マイクロ化学関連分野の発表を抽出し、技術分野別に分類した発表件数と発表番号を以下に示す。

なお、MEMS2005 のプログラムでは、「Bio MEMS」, 「Bioanalytical Systems」, 「Nano Systems」のセッションから抽出した。また、この会議では特定のアプリケーションに偏った発表が少ないので、アプリケーションでの分類ではなく、デバイス・システムで分類した(表 1)。

表 1. μ 化学関連分野(流体・バイオ・ナノ)の発表の分類

技術分野		件数	発表番号
デバイス・システム分類	詳細分類		
流体操作デバイス	ミキシング	2	WP2, WP19
	ポンプ・バルブ	1	WP8
	スタビライザー	1	WP12
	ヒートシンク	1	WP3
	液滴輸送	3	WP9, WP17, session8-5
	ディスプレイ、ニードル	2	WP20, WP21
	デバイス接続	1	WP14
セル(細胞)・パーティクル操作デバイス	パーティクル輸送・移動・分離	4	WP6, WP11, WP15, session8-4
	セル輸送・分別	2	WP7, session8-3
	セル培養	1	WP41
	セルカウンター、サイトメトリー	2	WP5, WP13
センシングデバイス	メカニカル・センシング	5	WP10, WP22, WP35, WP44, session9-1
	電気的センシング	2	WP27, WP42
	光学的センシング	6	WP16, WP18, WP25, WP37, WP38, WP43
	ガスセンシング	2	WP24, WP34
	温度センシング	1	WP39
分析システム 及び前処理デバイス	ガス・クロマトグラフィ	1	WP29
	液体クロマトグラフィ	2	WP30, WP31
	質量分析	1	WP33
	DNA解析システム	1	WP45
	プロテオーム解析システム	1	WP4
ナノ構造	分子モーター	2	WP23, session9-2
	分子パターンニング	2	WP1, WP28
	セルパターンニング	2	session8-1, session8-2
	ナノチャネル、ナノチューブ	1	WP26
	ナノニードル	1	WP40
人体への応用システム	人工臓器・インプラント	2	WP32, session8-6
	処置システム(透析など)	1	WP36
非バイオ応用	ナノワイヤ	2	session9-4, session9-5
	電子源	1	session9-3

流体操作デバイスでは、液滴輸送に関する発表が多く、これらは、精製など他の操作と組み合わせたり、他のデバイスと接続したりと、システムとしての発表であった。ポンプ・バルブ、ミキサーなどの単体のデバイスの発表は少なかった。

パーティクル輸送、セル輸送の発表が多かったが、分離操作としてよりも、自由な方向に向きを変えたり、並び替えるという操作での発表が中心であった。医療・バイオ分野へのアプリケーションの他に、様々な応用の可能性を感じた。

メカニカル・センシングの発表の多くは、カンチレバー応用デバイスで、immunoassay への応用を中心にしながらも、他の操作との組み合わせや CMOS 化など、よりシステム化の展開を感じた。光学的

センシングについては、光源・ディテクタのオンチップ化と、Fabry-Perot 干渉計としての応用が目立った。

ナノ構造では、分子とセルパターニングの発表が目立ち、将来の実用化の可能性を感じた。
以下に μ 化学関連分野全体として特徴的な発表を報告する。

6-1 流体操作デバイス

今回発表が多かった液滴輸送の発表のうち、他の操作を含み、システム性が高い発表を報告する。

University California, Los Angels 講演番号：session8-5

発表題目：ON-CHIP SAMPLE PREPARATION BY ELECTROWETTING-ON-DIELECTRIC DIGITAL MICROFLUIDICS FOR MATRIX ASSISTED LASER DESORPTION/IONIZATION MASS SPECTROMETRY

下部基板に 1mm の Au 電極を並べ、parylene で絶縁し、空間を介して上部基板には ITO 電極を形成して、この電極間の電界により、液滴を reservoir から生成し、輸送する（図 1-1、1-2）。

この輸送を sample + impurity、matrix、water について行い、輸送した water で impurity を溶解し再輸送して乾燥することにより sample が精製される。この後 matrix を sample に輸送・乾燥した後に、MS を測定すれば不純物の影響がない良好な MS スペクトルが得られる（図 1-3、1-4）。
液滴輸送を用いたシステムとして、完成度の高いシステムのように感じた。

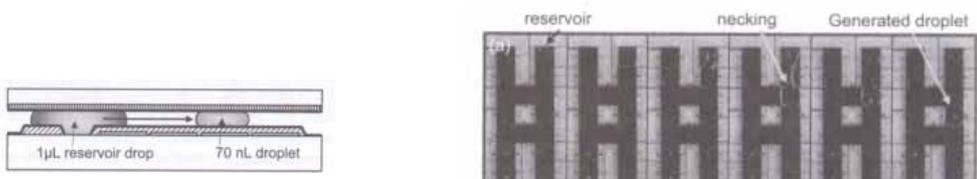


図 1-1 Reservoir からの液滴の生成

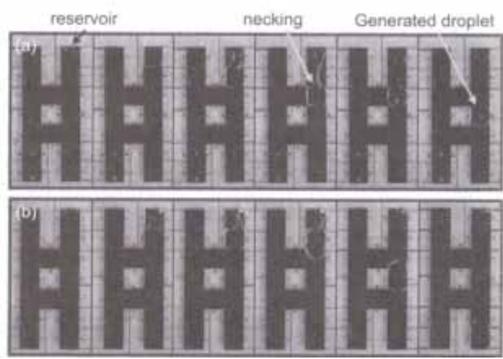


図 1-2 液滴生成の Video sequence(左 右)
(a)sample + impurity、(b)matrix

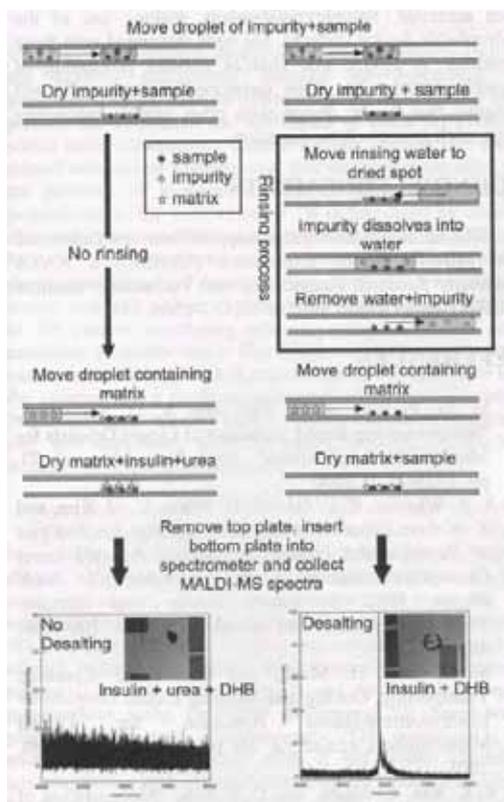


図 1-3 液滴精製～MALDI-MS スペクトル測定までの一連のプロセス

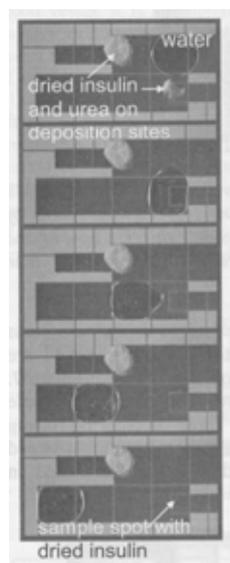


図 1-4 精製過程の Video sequence(上 下)

6-2 セル・パーティクル操作デバイス

今回発表が多かったセルおよびパーティクル操作デバイスの例を 2 件、報告する。

University of Maryland 講演番号 : session8-4

発表題目 : USING FEEDBACK CONTROL AND MICRO-FLUIDIC TO STEER INDIVIDUAL PARTICLES

particle 移動平面に垂直に立てた電極による electroosmotic force により particle を移動する。この移動過程をカメラでモニターし、移動させたい向き、スピードになるように電極に印加する電圧にフィードバックをかける (図 2-1)。このような操作で、yeast cell を用いて文字を描いた (図 2-2)。

多数の particle を扱うことも可能で、電極による actuation とセンサによる位置認識の正確さで表される singular value decomposition を増やすようにすればいい。シミュレーション上では、20mode で、10 の particle まで扱うことが出来ている (図 2-3)。

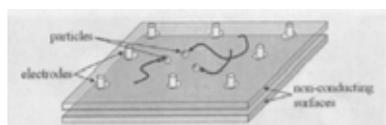


図 2-1 particle steering システムの構造

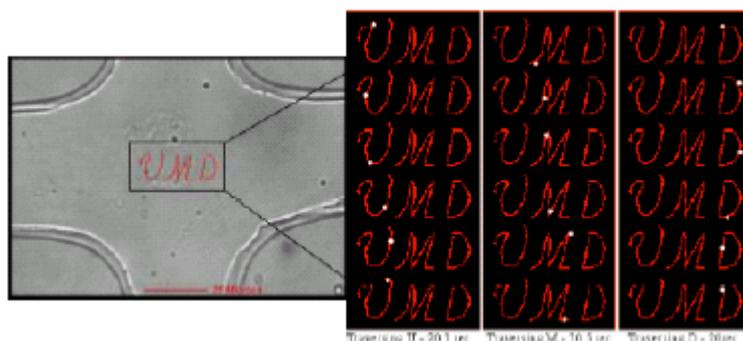


図 2-2 particle をコントロールして“UMD”と文字を画いた例
右側の白いドットが particle

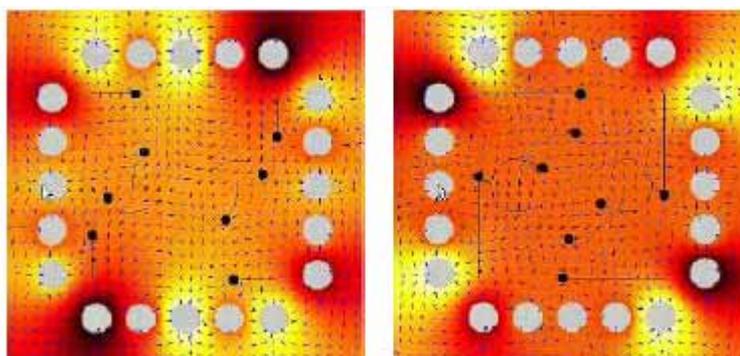


図 2-3 多数の particle を用いて steering した例 (シミュレーション)
濃淡は電界の強さを表し、矢印は流体の向きを表す。黒い点が particle で、その軌跡を合わせて示している。

California Institute of Technology 講演番号 : sesion8-3

発表題目 : DETERMINISTIC LATERAL DISPLACEMENT MEMS DEVICE FOR CONTINUOUS BLOOD CELL SEPARATION

行ごとにわずかに位置をずらして配置したピラーアレイ (図 3-1) にサイズが異なるパーティクルを含む液体を流すと、パーティクルはサイズごとに異なる軌跡で流れ、最終的には、サイズごとに異なる位置より流れ出る (図 3-2)。ピラー間の距離と行間のピラーの位置変移量で決まる臨界値よりもパーティクルの直径が小さい場合には zigzag mode で流れる (ピラーをジグザグして流れる) のに対し、直径が大き 경우에는 displacement mode で流れる (ピラーをジグザグしない)。

この現象をセルのサイズ分別に応用した。血液をサンプルとし、赤血球と白血球をサイズで分別できた (図 3-3)。



図 3-1 デバイス外観 (左) とピラーアレイ (右)

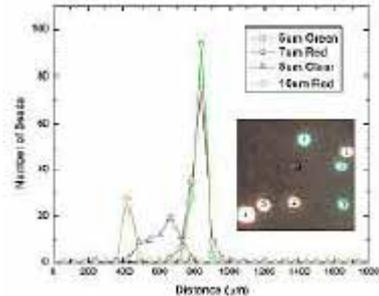
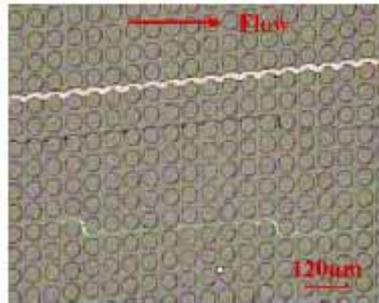


図 3-2 10 μm、8 μm、5 μm のビーズの軌跡 (左: 上から下へ) と流れ出した位置の分布 (右)

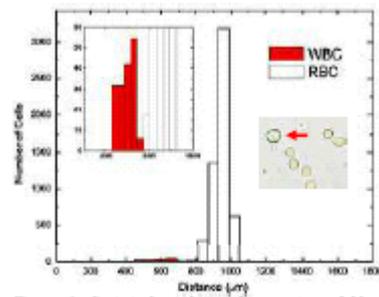
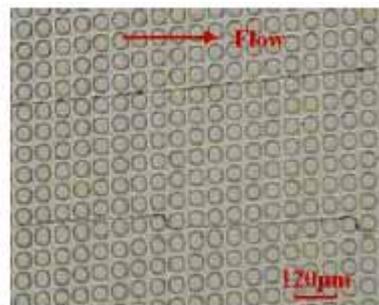


図 3-3 白血球[上]と赤血球[下]の軌跡 (左) と流れ出した位置の分布 (右)

6-3 ナノ構造

分子モーター、セルパターニングについて報告する。

University California, Los Angeles 講演番号: session9-2

発表題目: A NANO-CHEMO-MECHANICAL ACTUATOR BASED ON ARTIFICIAL MOLECULAR MACHINES

Rotaxane は、酸化、還元により、直線状の分子を取り巻くリング状の構造が移動する (図 4-1)。このリング状の構造をカンチレバーに固定すれば、酸化・還元の切り替えの度にリング構造間の距離が変化するので、カンチレバーを伸ばしたり、たわませたりと、アクチュエーションできる (図 4-2、図 4-3)。

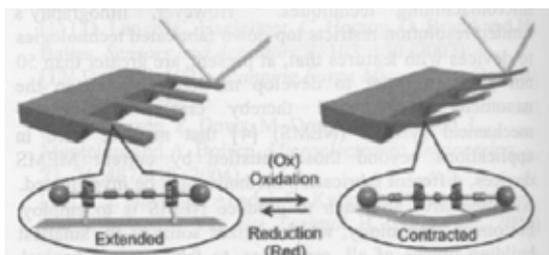


図 4-2 Rotaxane 分子を固定化したカンチレバーの動作

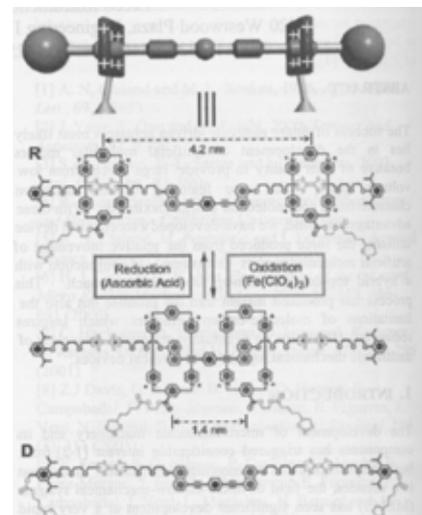


図 4-1 Rotaxane 分子の酸化・還元
の切り替えによる構造変化

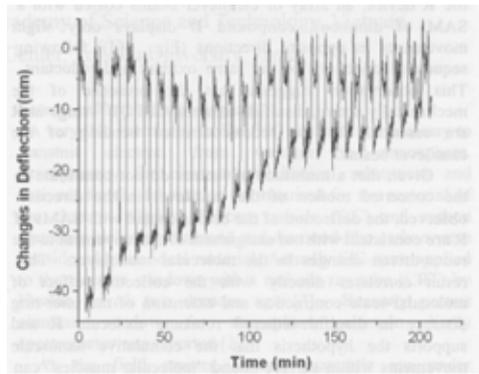


図 4-3 酸化・還元サイクルに対応したカンチレバーからのレーザー反射信号

University of Tokyo 講演番号 : session8-2

発表題目 : BIOMOLECULAR IMAGE SENSOR OF BACTERIORHODOPSIN PATTERNED BY ELECTRODEPOSITION

Electrodeposition でバクテリオロドプシンをガラス基板上に形成した。バクテリオロドプシンは疎水性表面との密着性が悪く、また、電圧を印加した ITO 上に選択的に形成できる。この特性を用いて、 $5\mu\text{m}$ でアレイ状にパターンニングした(図 5-1)。バクテリオロドプシンの光駆動のプロトン・ポンプ作用(図 5-2)による光電変換効果(図 5-3)を確認し、エリア画像をえることができた(図 5-4 ; 当日ビデオでデモ)。

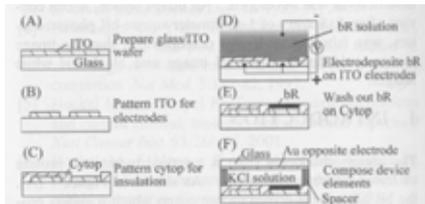


図 5-1 バクテリオロドプシン・イメージ・センサの作成方法

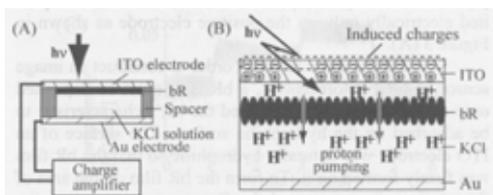


図 5-2 (A) センサ画素の構造と、(B) 光検出機構

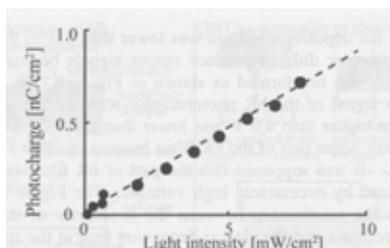


図 5-3 光電変換特性

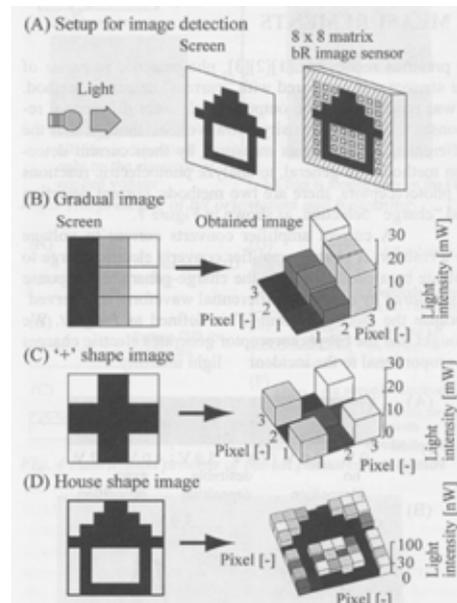


図 5-4 エリア画像をとった実験条件

6-4 人体への応用システム

インプラント応用のうち、ステンレスを用いたフレキシブル MEMS について報告する。

University of Michigan 講演番号：session8-6

発表題目：MICROMACHINED INTRALUMINAL DEVICES FOR ACTIVE AND PASSIVE ELECTROMAGNETIC MEASUREMENTS OF FLOW

電磁誘導によりステント内を通過する血液の流速に応じた電圧変動を検出する、血管内埋め込み型の血流速度計（図 6-1）。パターンニングしたステンレス板（図 6-2、図 6-3）カテーテル内に入れ、それを血管内に埋め込む（図 6-4）。

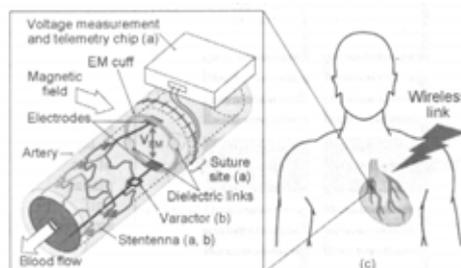


図 6-1 システムの構成

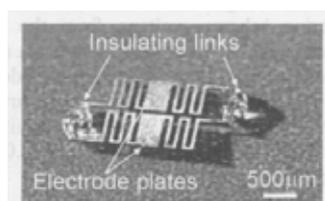


図 6-3 ステンレス・カフ

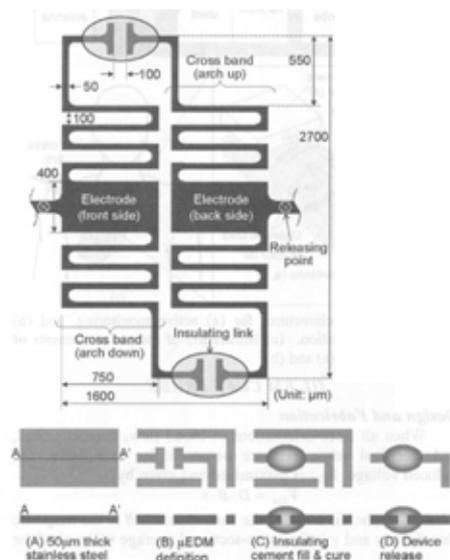


図 6-2 製造プロセス

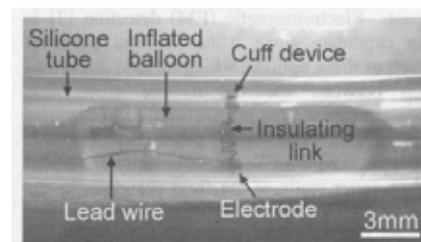
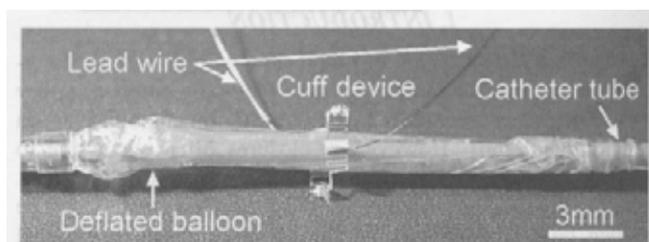


図 6-4 カテーテル中に挿入された状態

7. その他

マイクロ化学以外の領域を含めて全体としては、「POLYMER MEMS」が進展のあった領域と言える。これは、この領域が単独で口頭発表セッションとして設けられたことにも反映されている。この応用としては、ポリマー柱アレイの傾きを利用したフローセンサ、パリレンが間接部となるマイクロハンドなどが報告されていた。また、技術としては、露光の焦点位置をずらすことにより 1 回のフォトリソでポリマー内に空洞を検出する技術、ポリマーを曲げる技術などが報告された。ポリマー関連では、ナノインプリント加工した PDMS をシリコンデバイス中に埋め込んだ PDMS / シリコン・ハイブリッド・デバイスのプロセスに関心が高かったように思われる。

その他の領域では、セルフアSEMBリーはエラー率などで性能向上、RF-MEMS、フィジカル MEMS は CMOS 化（TSMC0.35 μm プロセス基板など利用）が加速、という印象である。

以下、PDMS / シリコン・ハイブリッド・デバイスについて報告する。

University of Michigan 講演番号：session4-4

発表題目：A NANOIMPRINTED STRAIN-INDUCED RECONFIGURABLE POLYMER MICRO-OPTICAL GRATING

ナノインプリントでグレーティングを加工形成した PDMS をシリコンくし型アクチュエーター中に埋め込みアッセンブルし（プロセス；図 7-1）シリコンアクチュエーターで PDMS を引っ張って（図 7-2）、グレーティング性能を変え、reconfigurable micro-optical grating を実現した。

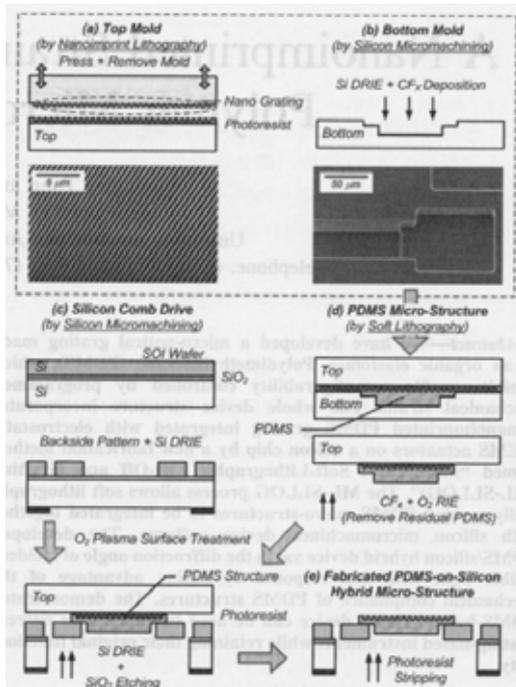


図 7-1 製造プロセス

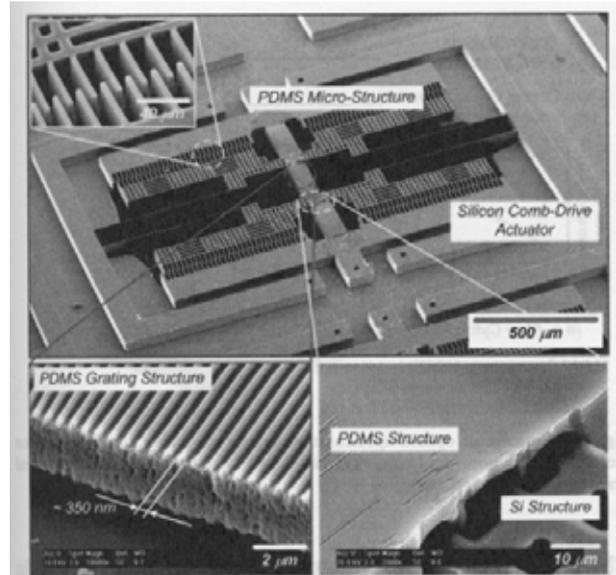


図 7-2 完成した reconfigurable micro-optical grating

最後に会場の写真を示す。口頭発表会場は 1000 名以上の収容能力がある大会場であったが、3 つのスクリーンを用いて、見易さに配慮されていた。これに対し、ポスター会場は、やや狭く窮屈であった。展示会場は、比較的スペースがあり、商談・情報交換の窮屈さは感じなかった。ファンドリー企業の展示が目立った。



口頭発表会場



ポスター発表会場



展示会場

以上。