

'94 第2回マイクロマシン訪欧調査ミッション

調 査 報 告 書

平成7年5月

(財)マイクロマシンセンター



## ま え が き

’94第2回マイクロマシン訪欧調査団」は平成7年1月28日～2月9日の13日間のスケジュールで、オランダ・アムステルダムで開催された IEEE MEMS’95ワークショップに参加し、その後、4グループに分かれてオランダ、ドイツ、イギリスの大学、研究所合わせて9機関を訪問した。参加メンバーは賛助会員を中心に16名であった。

今回の調査団の主要なねらいは積極的な情報発信と技術交流にあった。従来の調査団ではプロジェクト立ち上げ期で成果が出ていなかったため、学会では聴講が中心で、研究機関訪問でもマイクロマシンセンターやプロジェクトの紹介に留まっていたが、今回 MEMS に多数の論文が投稿・採択されたのを機に、交流を積極的に進めることとなった。

MEMS’95では産技プロ関係で6件、調査団参加者・同行者のものを含めると9件の発表を行い、発表論文総数90件（日本から23件）の中で大きな勢力となりつつある。いずれの発表も会場の注目を浴び、セッション終了後も質問者と個別討論しているものもあった。産技プロの成果が国際学会の場でも注目すべき存在となってきたことが実感された。MEMSではマイクロマシン研究の進展とともに投稿論文数が増え、現在のシングルセッション方式を変更するかどうかの問題となったが、採択率（現在ほぼ50%）を維持したまま、当面今の方式を継続することとなった。次回の MEMS’96は2月11日～2月15日にアメリカのサンディエゴで開催されることが決まっており、プロジェクト関係者からは非多数の論文発表が行われることが期待される。

研究機関訪問では、参加メンバー全員が産技プロで進めている研究紹介の準備をしてのぞんだ。MEMS発表者は発表論文を、それ以外も研究成果のOHPを作製してプレゼンテーションすることとした。オランダのトゥエンテ大学とデルフト大学では MEMS 地元で、MEMS参加者との相乗り見学となったため、プレゼンテーションはできなかったが、ドイツ、イギリスの研究機関訪問ではほぼプレゼンテーションができ、訪問先からも歓迎された。単に訪問先の説明を受けるだけに比べて、中身の濃い技術討論ができ、技術交流の実が上がった。

調査団のもう一つの効用として、参加メンバーの啓発・活性化がある。調査団も回数を重ねるとともに研究実務に携わる若手研究者が多数参加するようになった。若い研究者にとって海外での学会発表・聴講、研究所訪問は大きな刺激である。これによって研究意欲が大いにかき立てられ、プロジェクト推進の原動力となる。また、会社から個別に学会参加・研究所訪問する場合に比べて調査団参加により効率的に調査が進むという側面もある。今後とも多くのメンバーが参加できるよう賛助会員会社の研究指導者のご理解をお願いしたい。

最後にこの調査が成功したのは、団員各位のご尽力とともにセンターの事務局のみなさんの献身的な貢献があったことを付記して感謝の意を表したい。

平成7年2月

’94第2回マイクロマシン訪欧調査団  
団長 大和田邦樹  
(株式会社村田製作所)

# 目 次

まえがき

1. 調査団概要 .....	1
1.1 団 員 .....	1
1.2 日 程 .....	3
1.3 訪問研究機関 .....	3
2. 調査結果 .....	4
2.1 調査概要 .....	4
2.1.1 訪問先研究機関について.....	4
(1) トゥエンテ大学 (オランダ) .....	4
(2) デルフト工科大学 (オランダ) .....	4
(3) サザンプトン大学 (イギリス) .....	5
(4) インペリアル大学 (イギリス) .....	5
(5) カールスルーエ研究所 (ドイツ) .....	5
(6) ベルリン工科大学 (ドイツ) .....	5
(7) フランスフォーファ研究所 (ミュンヘン・ドイツ) .....	6
(8) フランスフォーファ研究所 (ベルリン) .....	6
(9) IMM研究所 .....	6
2.1.2 MEMS' 95について .....	6
2.2 研究機関訪問報告 .....	7
(1) トゥエンテ大学 .....	7
(2) デルフト工科大学 (Delft University of Technology) .....	9
(3) サザンプトン大学 (University of Southampton, Department of Electronics and Computer Science) .....	13
(4) インペリアル大学 (Imperial College) .....	16
(5) カールスルーエ原子核研究センター／IMT (Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH/Institut für Mikrostrukturtechnik) .....	19
(6) ベルリン工科大学 (Technische Universität Berlin, Forschungsschwerpunkt Mikroperipherik) .....	22
(7) フラウンホーファ (ミュンヘン研究所) .....	25
(8) Fraunhofer Institute for Silicon Technology (Berlin) .....	28
(9) IMM (Institut für Mikrotechnik Mainz) .....	30

2.3 MEMS' 95 発表内容報告	33
2.3.1 口頭発表	34
(1) Microchemistry , Manipulation, Fabrication and Spectroscopy in Small Domains	34
(2) Out-of-Plane Permalloy Magnetic Actuators for Delta-Wing Control	35
(3) Micromachined Hydraulic Astable Multivibrator	37
(4) A Bidirectional Silicon Micromotor	38
(5) Surface Acoustic Atomizer with Pumping Effect	39
(6) Pumping Mechanism Using Periodic Phase Changes of a Fluid	40
(7) Electrostatic Curved Electrode Actuators	43
(8) Vertical Comb Array Microactuators	45
(9) An Ultrasonic Motor Using Bending Cylindrical Transducer Based On PZT Thin Film ( University of Tokyo )	48
(10) Linear Microvibromotor for Positioning Optical Components	50
(11) Deformable Mirror Display with Continuous Reflecting Surface Micromachined in Silicon	51
(12) Devices for Particle Handling by an AC Electric Field	53
(13) Nove Functionality Using Micro-gaseous Devices	55
(14) Micro-machined Integrated Optics for Free-Space Interconnections	56
(15) Micro Filtration Membrane Sieve with Silicon Micro Machining for Industrial and Biomedical Applications	58
(16) The Black Silicon Method IV : The Fabrication of Three Dimensional Structures in Silicon with High Aspect Ratios for Scanning Probe Microscopy and other Applications	59
(17) Effective Methods to Prevent Stiction during Post-Release-Etch Processing	61
(18) Groove Depth Uniformization in (110) Si Anisotropic Etching by Ultrasonic Wave and Application to Accelerometer Fabrication	63
(19) An Electrochemical Micro Actuator	65
(20) Injection of DNA into Plant and Animal Tissues with Micromechanical Piercing Structures	67
(21) Active Catheter with Multi-Link Structure Based on Silicon Micromachining	69
(22) 3D Coupled Electro-mechanics for MEMS: Applications of CoSolve-EM	72
(23) A Computationally Practical Approach to Simulating Complex Surface-Micromachined Structures with Fabrication Non-Idealities	75

(24) Vibration Mode Investigation of a Resonant Silicon Tube Structure for Use as a Fluid Density Sensor .....	77
(25) Measurements of Physical Parameters with Ultrasound and Microdiaphragms ..	79
(26) Development of Micro Photocantilever for Near Field Scanning Optical Microscopy .....	82
(27) Integrated Flux Concentrator Improves CMOS Magnetotransistor .....	84
(28) Nonlinearity and Hysteresis of Resonant Strain Gauges .....	85
(29) A Self-Diagnostic Airbag Accelerometer with Skew-Symmetric Proof-Mass ....	86
(30) ナノスケール化学分析のニーズ、可能性、技術、展望 (Chemical Analysis in Nanoscale / Needs, Possibilities, Techniques and Outlooks) .....	87
(31) フレキシブルな金属微細構造を用いたチューニング可能な I R フィルター (Tunable IR Filters using Flexible Metallic Microstructures) .....	89
(32) ポリシリコンマイクロモータを使った回折格子スキャナー (Diffraction Grating Scanners using Polysilicon Micromotors) .....	92
(33) Variable Entrance Slit System for Precision Spectrophotometers .....	94
(34) Molding Process with High Alignment Precision for the LIGA Technology ...	95
(35) Piezoelectric Composites for Micro-ultrasonic Transducers realized with Deep-etch X-ray Lithography .....	96
(36) Development of Coil Winding Process for Radial Gap Type Electromagnetic Micro-Rotating Machine .....	98
(37) "Spatial Forming"-A Three Dimensional Printing Process .....	100
2.3.2 ポスター発表 .....	102
(1) MEMS for Pressure Distribution Studies of Gaseous Flows in Microchannels .....	102
(2) Recent Progress in Thin Film Shape Memory Microactuators .....	103
(3) Working Principle and Performance of The Dynamic Micropump .....	104
(4) Optical Tactile Sensor Using Surface-Emitting Laser .....	106
(5) Fabrication of Multi-layer Eddy Current Micro Sensors for Non-destructive Inspection of Small Diameter Pipes .....	107
(6) DEEMO: A New Technology for The Fabrication of Microstructures .....	109
(7) Fabrication of 45 Degree Optical Mirrors on (100)Si using Wet Anisotropic Etching .....	110
(8) Self-Aligned Machining and Assembly of High Aspect Ratio Microparts into Silicon .....	111
(9) Dome-Shaped Diaphragm Microtransducers .....	113

(10) Piezoelectric Lead-Zirconate-Titanate Actuator Films for Microelectromechanical Systems Applications .....	114
(11) High Aspect Ratio Microstructures on Porous Anodic Aluminum Oxide .....	115
(12) Fabrication of Giant Magnetostrictive Thin Film Actuators .....	116
(13) A Novel Approach to Assembly and Interconnection for Micro Electro Mechanical Systems .....	118
(14) A Micromachined Vibrating Gyroscope .....	119
(15) High Voltage Photovoltaic Micro Devices Fabricated by a New Laser Processing .....	121
(16) 3D Structures with Piezoresistive Sensors in Standard CMOS .....	122
(17) Piezoelectric Impact Force Sensor Array for Tribological Research on Rigid Disk Storage Media .....	123
(18) Steering Mechanism and Swimming Experiment of Micro Mobile Robot in Water .....	125
(19) 2 Dimensional Optical Scanner Applying Torsional Resonator with 2 Degrees of Freedom .....	126
(20) A Quantitative Analysis of Scratch Drive Actuator Using Buckling Motion ..	127
(21) Strain Sensitive Resonant Gate Transistor .....	128
(22) System Design for Cooperative Control of Arrayed Microactuator .....	130
(23) Micro-optical Components for Fiber and Integrated Optics realized by the LIGA Technique .....	131
(24) Ultrasound Barrier Based on Packaged Micromachined Membrane Resonators .....	132
(25) Carbon Dioxide Priming of Micro Liquid Systems .....	133
(26) Trial Production of Medical Micro-tool by Metal Deformation Processes Using Moulds .....	135
(27) Fluid Micropumps Based on Rotary Magnetic Actuators .....	136
(28) A Differential Pressure Liquid Flow Sensor for Flow Regulation and Dosing Systems .....	138
(29) Fabrication of Electrostatic Nickel Microrelays by Nickel Surface Micromachining .....	139
(30) Perforated Silicon Dices with Integrated Nerve Guidance Channels for Interfacing Peripheral Nerves .....	140
(31) Fabrication of Monolithic Microchannels for IC Chip Cooling .....	142
(32) Performance Impact of Monolayer Coating of Polysilicon Micromotors .....	144
(33) Evaluation of the Micro Wobble Motor Fabricated by Concentric Build-up Process .....	146
(34) Fluid Dynamics of Microwing .....	147

(35) An Electromagnetic Micro Dynamometer .....	149
(36) The Fine Patterning of Diamond Thin Film .....	151
(37) Low Temperature SDB and Interface Behaviours .....	152
(38) Fabrication of a Single Crystalline Silicon Capacitive Lateral Accelerometer using Micromachining based on Single Step Plasma Etching ...	153
(39) Bulk Silicon Micro Electro Mechanical Devices Fabricated from Commercial BESOI Substrates .....	154
(40) Lead Zirconate Titanate Thick Films by Excimer Laser Ablation for Piezoelectric Actuation and Sensing .....	155
あとがき .....	156