

'92 秋 マイクロマシン訪欧調査ミッション

調査報告書

平成5年1月

(財)マイクロマシンセンター

## ま え が き

マイクロマシン技術は次世代の基盤技術になるであろうと注目されてから間もありませんが、今や世界の大学、研究機関あるいは企業で活発に研究が進められています。各種学協会においても「マイクロマシン」に関する委員会、分科会等を設けマイクロマシンの調査、研究、活動が進められています。このような状況下において、マイクロマシンの基盤技術の確立を図り、マイクロマシンが経済社会において広範な分野に普及促進するため、中核的な役割を担うことを目的とした（財）マイクロマシンセンターが平成4年1月24日に設立されました。

（財）マイクロマシンセンターの事業の一つとして国際交流事業があります。その推進役として、国際委員会が設置され、「海外の大学、研究所等の関係機関との技術的、人的交流を促進し、もって世界におけるマイクロマシン技術の発展に寄与する。」ことを基本方針として活動を行っています。その活動のなかに欧米その他のマイクロマシン関係国へのミッション派遣があります。このミッション派遣はマイクロマシンに関する研究開発状況の調査とともに我が国の大型プロジェクト「マイクロマシン技術」を紹介し、大学、研究所等関係機関との交流を図ることを目的としています。

今回のミッション派遣は、本年2月、ドイツのトラベミュンデで開催されたIEEEのワークショップ「MEMS '92」への参加に続いて行われたものであります。センターの賛助会員の担当者を中心とする9名の訪欧視察団を組織し、平成4年10月21日～23日にドイツのベルリンで開催された「MST '92」に参加して、研究開発の現状を調査するとともに我が方よりもパネルディスカッションに参加し日本のマイクロマシン技術プロジェクトを紹介、ヨーロッパ、アメリカ、日本の現状及び将来について情報等の交流を行ってきました。「MST '92」参加の後、A、B、C3班に分かれ、ドイツ、フランス、オランダ、イタリア、それぞれのマイクロマシン研究の主要研究機関の関連施設の調査及び情報等の交流を行ってきました。

これらの調査を通じて、各訪問先においては、大型プロジェクト「マイクロマシン技術」と（財）マイクロマシンセンターの事業に強い関心を示し、一層の交流を求めていることを強く感じました。

この報告書は視察団のメンバーが分担して上述の調査をまとめたものです。この調査結果が（財）マイクロマシンセンターが推進する大型プロジェクト「マイクロマシン技術の研究開発」をはじめとする各種事業の具体化に活かされると思います。また、視察団のメンバーが約2週間に渡って行動を共にして意志の疎通を図ったことは、今後の研究開発の円滑な推進に大きく貢献することを期待する次第です。

平成4年11月

マイクロマシン海外技術調査団  
団 長 服 部 正

# 目 次

頁

まえがき

1. 調査団の概要 .....	1
1.1 調査概要 .....	1
1.2 調査日程 .....	1
1.3 調査団の構成 .....	2
1.4 MST後の訪問先 .....	3
2. 調査結果 .....	4
2.1 MST'92における調査 .....	4
2.1.1 MST'92記者会見及びPANEL DISCUSSION .....	4
2.1.2 TUTORIAL .....	6
(1) Requirements for a Design and Simulation Environment for Microsystems .....	6
(2) State of the Art of MST-Design and Simulation Techniques .....	7
(3) Research Activities in the Field of MST-Design and Simulation .....	9
2.1.3 PLENARY TALKS .....	10
(1) The Future for Multichip Modules .....	10
(2) Microrobotics-Approach to the Realization .....	11
(3) Bionics .....	12
(4) Biosensors .....	14
(5) First Applications of High-Temperature Superconductors .....	15
(6) Future Medical Applications of Microsystem Technologies .....	16
(7) Micromechanics Business Opportunities .....	16
(8) Microsystem Technology for Consumer Products .....	17
2.1.4 PACKAGING .....	17
(1) Bonding of Micromechanical Devices by Using a Combination of Metallic and Insulating Interface Layers .....	17
(2) Ultrasonic Bondability of an Electroless NiP/Au-Layer System .....	19
(3) Development of Flip-Chip Bonding Techniques on Green Tape Ceramic Multilayer Substrates .....	21
2.1.5 MATERIALS .....	23
(1) Stress Compensation by Means of Ion Implantation in SiO <sub>2</sub> and in Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Layers .....	23

(2) Development of High Temperature Thermoplast Packaging Materials: Fundamentals of Adhesion and Peculiarities of injection Moulding Process .....	24
(3) Investigation of Structure and Properties of Laserwelded Amorphous Alloy Foils .....	24
(4) Selective Liquid-Phase Epitaxy of Silicon for Microelectronics Applications .....	25
2.1.6 OPTICAL METHODS FOR CHARACTERIZATION .....	26
(1) Optical Micron to Nanometric Surfaces Finish and Form Measurement .....	26
(2) Optical Measurement of Profile, Lateral Dimensions, Length and Vibrational Amplitude on Micromechanical Structures .....	28
(3) Deformation Measurements of Bare Chips Pressing Against a Cooling Plate .....	30
(4) In Situ Measurement of the Fracture Strength of Thin Films .....	31
(5) Thin Film Thickness Measurement with the Help of a Combined Ellipsometer and Spectrophotometer .....	32
(6) Thermal Deformation Analysis of Epoxy Glob Top by Means of Direct Coupling Speckle Metrology and FEM .....	33
2.1.7 SENSOR / ACTUATOR TECHNOLOGIES (MICROMACHINING) .....	34
(1) Plasma Etching Techniques for CMOS Compatible Micromachining Based on Integrated Optics .....	34
(2) Laser Machining and Anisotropic Etching of <111> Silicon for Applications in Microsystems .....	35
(3) Integrated Piezoresistive Accelerometers with Oil-Damping .....	38
(4) Micromechanical Devices on Silicon with Integrated Optical Read-Out .....	39
(5) Air Bridges of Metallic and Dielectric Films in the Micron and Submicron Range .....	42
2.1.8 SENSOR / ACTUATOR PRINCIPLES .....	44
(1) a-Si:H on ASIC-A New Approach to Intelligent Image Sensing .....	44
(2) CMOS-Compatible Capacitive Silicon Pressure Sensor .....	46
(3) Integration of Magnetoresistive Sensors into Micro Systems .....	46
2.1.9 MICRO OPTICS .....	48
(1) Coupling Elements for Multimode Fibers by the LIGA Process .....	48
(2) Micro Optic Components on Silicon Platforms with Etched Micromechanical Adjusting Elements .....	49

(3) Monolithic Integration of Microbeam Resonators and Laser Diodes Using AlGaAs/ GaAs Micromachining .....	50
(4) Characteristics and Simulation of the Miniature Opto-Electric Transformer .....	51
(5) Cross-Talk Minimization in Optical Directional Couplers .....	52
(6) Large Scale Production of III-V Layers and Device Structures by LP-MOVPE .....	53
2. 1.10 GAS, BIO AND CHEMICAL SENSORS .....	55
(1) Biosensors in Microsystems .....	55
(2) CO <sub>2</sub> -sensitive Organically Modified Silicates for Application in a Gas Sensor .....	55
(3) Implanted Thin-Film SnO <sub>2</sub> Gas Sensors .....	57
2. 1.11 AUTOMOTIVE APPLICATIONS .....	59
(1) Semiconductor Capacitance-Type Crash Sensor for Airbag Systems.....	59
(2) Testing and Diagnosis of Networked Electronic Control Units in Automobiles .....	60
2. 1.12 COMPUTER APPLICATIONS .....	61
(1) Silicon Planar Heads - Overview and Potential .....	61
(2) Micro System Technologies and Their Use in LED Print Bars for High Speed Printers .....	62
2. 1.13 MEASUREMENT APPLICATION/CONTROL .....	63
(1) A BCCD-Based Dosimeter for Mixed Radiation Fields .....	63
(2) Development of Smart Mechanical Components by Using Microelectronic Technologies .....	64
2. 1.14 TELECOMMUNICATION APPLICATIONS .....	64
(1) Multichip Modules for High Bitrate Telecom Applications .....	64
(2) Stable Chip to Single-Mode Fibre Coupling by Means of Laser Welding .....	66
2. 1.15 MICRO SYSTEM DESIGN .....	68
(1) Microsystem Design of an Opto-Electronic Clock Recovery Circuit .....	68
(2) Digital-Analog Modeling Methods for the Microsystem Design .....	71
(3) Miniaturized Chemical Analysis Systems .....	71
2. 1.16 DEVICE SIMULATION .....	74
(1) Simulation of Electronic Circuits Including Thermal Effects .....	74
(2) Analysis of Electrostatic Micromotors Using Finite Element Method .....	75

(3) Propagation of High Speed Signals on Silicon Die .....	78
2.2 FRAUNHOFER INSTITUTE FOR MICROSTRUCTURE TECHNOLOGY(IMT) 訪問 .....	80
2.3 KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GmbH 訪問 .....	87
2.4 MICROPARTS GmbH 訪問 .....	90
2.5 LABORATOIRE DE PHYSIQUE ET METROLOGIE DES OSCILLATEURS(L. P. M. O.) du CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE 訪問 .....	93
2.6 CENTRE TECHNIQUE DE L' INDUSTRIE HORLOGERE 訪問 .....	97
2.7 LABORATOIRE DE MECANIQUE APPLIQUEE 訪問 .....	99
2.8 LABORATOIRE D AUTOMATIQUE DE BESANCON (LAB) OF INSTITUTE DE PRODUCTION (IdP) .....	100
2.9 UNIVERSITY OF PISA 及び ADVANCED ROBOTICS TECHNOLOGY AND SYSTEMS (ARTS) LABORATORY 訪問 .....	101
2.10 TWENTE UNIVERSITY 訪問 .....	102
あとがき .....	106