

平成29年度
分野別動向調査報告書

(国内外技術動向調査委員会)

平成30年3月

一般財団法人 マイクロマシンセンター

序

マイクロマシン・MEMS技術は、工業技術や医療技術をはじめとする広範な分野において革新的な基盤技術になるとして注目され、国内外の機械工学、電子工学、医用工学等の多様な分野でその研究開発が急速に拡大しています。

マイクロマシンという言葉が生まれ、マイクロマシン・MEMS技術の本格的な研究開発がスタートして、早や四半世紀以上が経過しました。その間、経済産業省の「マイクロマシン技術の研究開発」プロジェクトも多くの成果を上げて終了し、その後に継続された多くのプロジェクトの成果も含め、現在では多くの研究成果が国際会議、シンポジウム、学会、研究論文および新聞・雑誌などを通じて報告されるようになりました。しかし、マイクロマシン・MEMS技術の応用可能性の大きさから考えると、それらはまだ一部分であり、今後もより幅広い研究開発が必要であると考えられます。今後の研究開発を円滑かつ効率的に推進させるためには、国内外にわたる現状の研究開発状況を調査・分析し、マイクロマシン・MEMS技術関係者にフィードバックすることがきわめて重要です。

このような状況と認識に立って、当マイクロマシンセンターでは従来からマイクロマシン・MEMS技術に関する国内外の研究開発動向を調査する事業を継続的に行ってまいりました。平成14年度より事業名を国内外技術動向調査事業と改め、調査研究事業委員会の下に国内外技術動向調査委員会を設けて本事業を行っています。

本報告書は、この調査研究事業の平成29年度の成果をとりまとめたものです。各方面において広くご利用頂ければ幸いです。

平成30年3月

一般財団法人マイクロマシンセンター
専務理事 長谷川 英一

目次

序

第1章 緒言	1
1-1. はじめに	1
1-2. 委員会構成	2
1-3. 調査方法	3
第2章 平成29年度上期分野別動向調査結果 (Transducers'17 発表分類調査、分野別動向調査)	7
2-1. Fundamentals	
2-1-1. Fabrication Technologies (Silicon)	16
2-1-2. Fabrication Technologies (Non-Silicon)	22
2-1-3. Packaging Technologies	26
2-1-4. Actuators	30
2-1-5. Design and Modeling	34
2-1-6. Material	38
2-1-7. Others (Fundamentals)	40
2-2. Applied Devices/Systems	
2-2-1. Mechanical Sensor	44
2-2-2. Radiation/Material Substance Sensor	48
2-2-3. Fluidic	52
2-2-4. Chemical Sensor	56
2-2-5. Bio Sensor	60
2-2-6. Medical Systems	66
2-2-7. Optical	70
2-2-8. RF-MEMS	76
2-2-9. Power-MEMS	80
2-2-10. Others (Applied Devices/Systems)	84

第3章 平成29年度下期分野別動向調査結果

(MEMS2018 発表分類調査、分野別動向調査)	89
3-1. Fundamentals	
3-1-1. Fabrication Technologies (Silicon)	98
3-1-2. Fabrication Technologies (Non-Silicon)	104
3-1-3. Packaging Technologies	108
3-1-4. Actuators	112
3-1-5. Design and Modeling	116
3-1-6. Material	120
3-1-7. Others (Fundamentals)	124
3-2. Applied Devices/Systems	
3-2-1. Mechanical Sensor	128
3-2-2. Radiation/Material Substance Sensor	132
3-2-3. Fluidic	138
3-2-4. Biomacromolecules	144
3-2-5. Cells & Subcellular components	148
3-2-6. Tissue/Organ & Medical Applications	154
3-2-7. Optical	158
3-2-8. RF-MEMS	164
3-2-9. Power-MEMS	168
3-2-10. Others (Applied Devices/Systems)	172
3-3. Others	
3-3-1. Others (Overall)	174

第1章 緒言

1-1. はじめに

マイクロマシンは日本で創られた言葉であり、微細で複雑な作業を行うために大きさ数mm以下の高度な機能要素から構成された微小機械を指す。日本のマイクロマシンという呼び名に対し、米国ではMEMS (Micro Electro Mechanical Systems)、欧州ではMST (Micro System Technologies) と呼ばれている。名称や定義に多少の違いはあるが、マイクロマシン技術を用いればこれまでにない新しい概念のシステムができるという期待から注目を集め、世界各国で盛んに研究開発が行われている。このマイクロマシン技術は既に各種センサーやプリンターヘッドに代表されるような実用技術として自動車や情報機器の分野で製品に応用されている。一方でこの技術は、プラント等の信頼度を高めるための高機能メンテナンス、診断や治療に伴う患者の苦痛を低減させる高度医療への応用が待望されている。また、化学・生化学分析システムの小型化や製薬創薬のための高効率化学合成など多岐にわたる応用方法が提案され、ナノテクノロジーとの融合による新産業創出が期待される。

マイクロマシン技術の研究開発を行う上で、内外の状況を把握することは研究効率を高めるために必要であることはもちろんである。また、世界的な研究開発動向を分析することにより日本の現状を再認識し、今後のマイクロマシン技術の方向性を見極めるためにも重要である。いいかえれば、マイクロマシン技術の研究開発を効率的に推進し、早期にその普及を図るために、国内外の諸研究機関の研究開発内容や成果に関する最新状況を把握することが必要であるといえる。

上記の状況から、国内外の最新かつ詳細な情報を収集・分析し、その技術動向を把握することを目的とし、平成5年度より継続してマイクロマシン技術国内外研究開発動向調査事業を行ってきた。平成14年度からは、マイクロマシンセンターの調査研究委員会の下に置いた国内外技術動向調査委員会にて活動を行い、名称を国内外技術動向調査事業と改めた。分野別動向調査はこの事業の一環として主に国際会議の論文集をもとに、技術分野別に研究開発動向を調査分析したものである。

本年度は、調査の対象として上期に Transducers'17 の発表分類調査及び分野別発表動向調査を、下期に例年通り MEMS2018 の発表分類調査及び分野別動向調査を実施した。本報告書は、国内外技術動向調査事業の成果として、上述の内容を平成29年度の分野別動向調査結果としてまとめたものである。

平成30年3月

国内外技術動向調査委員会
委員長 庄子 習一