

2023年度  
分野別動向調査報告書

(国内外技術動向調査委員会)

2024年3月

一般財団法人 マイクロマシンセンター

二〇二三年度

分野別動向調査報告書

(国内外技術動向調査委員会)

二〇二四年三月

一般財団法人

マイクロマシンセンター

## 序

マイクロマシンセンターは、2021年に創立30周年を迎えましたが、その際に、過去30年のマイクロマシン・MEMS技術の歴史を振り返ってみました。70年代に現れ始めたMEMSに関する研究は80年代にはTRANSDUCERS(1981年)、IEEE MEMS(1989年)などの学会の発足につながりました。1991年には我が国でも通産省のマイクロマシンプロジェクトがスタートし、2000年代にも多くのMEMS関連プロジェクトが連続して行われることで、我が国MEMS技術は大きな進展を遂げました。

その間にも、世界のMEMS研究はさらなる発展を遂げ、上述の国際学会も連綿と続き、発表される最先端のMEMS技術の内容も、またそれを発表する国や顔触れも、大きな変化を遂げてきました。当センターでは、我が国のMEMS産業・技術の一層の発展を図るためには、今後の研究開発の一層の加速が必要と考えていますが、そのためには、国内外にわたる現状の研究開発状況を調査・分析し、我が国MEMS技術者にフィードバックしていくことが極めて重要です。

このような状況と認識に立って、当センターでは1993年からMEMS技術に関する国内外の研究開発動向を調査してまいりましたが、最先端に行く国際学会を定点観測することが最も効果的な調査方法であるとして、2002年度からは調査研究事業委員会のもとに国内外技術動向調査委員会を設けてこの調査を続けています。

本報告書は、この調査研究事業の2023年度の成果を取りまとめたものです。各方面において広くご利用いただければ幸いです。

2024年8月

一般財団法人マイクロマシンセンター  
副理事長・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 2023年度上期分野別動向調査結果 (Transducers2023 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)	20
2-1-3. Packaging Technologies	30
2-1-4. Actuators	34
2-1-5. Design and Modeling	40
2-1-6. Material	44
2-1-7. Others (Fundamentals)	50
2-2. Applied Devices/Systems	
2-2-1. Mechanical Sensor	54
2-2-2. Radiation/Material Substance Sensor	58
2-2-3. Fluidic	62
2-2-4. Chemical Sensor	68
2-2-5. Bio Science	72
2-2-6. Bio Medical Applications	80
2-2-7. Optical	88
2-2-8. RF-MEMS	92
2-2-9. Power-MEMS	98
2-2-10. Others (Applied Devices/Systems)	102
2-3. Others	
2-3-1. Others (Overall)	106

### 第3章 2023年度下期分野別動向調査結果

(MEMS2024 発表分類調査、分野別動向調査)	109
3-1. Fundamentals	
3-1-1. Fabrication Technologies (Silicon)	118
3-1-2. Fabrication Technologies (Non-Silicon)	122
3-1-3. Packaging Technologies	138
3-1-4. Actuators	142
3-1-5. Design and Modeling	146
3-1-6. Material	150
3-1-7. Others (Fundamentals)	154
3-2. Applied Devices/Systems	
3-2-1. Mechanical Sensor	158
3-2-2. Radiation/Material Substance Sensor	162
3-2-3. Fluidic	168
3-2-4. Biomacromolecules	174
3-2-5. Cells & Subcellular components	178
3-2-6. Tissue/Organ & Medical Applications	184
3-2-7. Optical	194
3-2-8. RF-MEMS	198
3-2-9. Power-MEMS	202
3-2-10. Others (Applied Devices/Systems)	208
3-3. Others	
3-3-1. Others (Overall)	212

# 第1章 緒言

# 第1章 緒言

## 1-1. はじめに

MEMS 技術の様々な分野への応用、産業創出が待望されている。自動車や情報機器の分野では既に MEMS 技術は実用化されている。近年 Internet of Things (IoT) 導入が進む中で、センサによる情報取得技術の重要性が増し、プラント等の高機能メンテナンス、環境のモニタリングや、高度医療への適用も期待されている。更に、化学・生化学分析システムの小型化や創薬のための高効率化学合成などへの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たな産業の創出が待望されている。

MEMS 技術を効率的に研究して早期に実用化するためには、その国内外技術動向を把握することが必要である。様々な分野への応用が期待されている MEMS 技術は世界各国で盛んに研究されている。将来の研究指針を得るためには、最新の研究成果から現在の技術潮流を理解することが必要である。また現在の潮流をもたらした経緯を把握し、今後の実用化開発に活かすには、各研究分野の動向を長期的な視点で把握することも重要である。

上記の観点から、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に取り組んできた。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分析したものである。

2023 年度は、上期は Transducers2023、下期は MEMS2024 それぞれを対象として、発表分類及び分野別発表動向などを調査した。本報告書は、上記の内容を 2023 年度の国内外技術動向調査事業の成果としてまとめたものである。

2024 年 8 月

国内外技術動向調査委員会  
委員長 小西 聡