

平成17年度
MEMSにおける規格化戦略
に関する調査研究報告書

平成18年3月

社団法人 日本機械工業联合会
財団法人 マイクロマシンセンター

序

我が国では、標準化の重要性は以前から十分認識されており、特に機械工業においてはきわめて精巧な規格が制定されてきています。また経済の国際化に伴い、世界的規模で規格の国際共通化が進められております。

しかし、我が国の規格の中には独自で制定したものもあり、国際化の視点での見直しを行う必要性が高まっています。このため弊会では経済産業省の委託を受けて、従来から機械工業に係わる国内規格の国際規格との整合化事業に取り組んで参りました。

近年、国際標準化にも新しい動きが起こり、製品を中心とした規格に加え、品質や環境などをはじめとするマネジメントに係わる規格などが制定されてきております。弊会においてもこの動きに対応し、機械安全、環境保全など機械工業におけるマネジメントにかかわる規格や、機械工業横断的な規格についての取り組みを強化しているところです。

具体的には、国内規格と世界標準との整合を目指した諸活動、機械安全規格整備とリスクアセスメント実施のガイド作成、各専門分野の機関・団体の協力による機種別・課題別標準化の推進などです。これらの事業成果は、日本発の国際規格への提案や国際規格と整合した日本工業規格(JIS)、団体規格の早期制定などとなって実を結ぶものであります。

こうした背景に鑑み、弊会では機械工業の標準化推進のテーマの一つとして財団法人マイクロマシンセンターに「MEMSにおける規格化戦略に関する調査研究」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚であります。

平成18年3月

社団法人 日本機械工業連合会
会 長 金 井 務

序

半導体微細加工を利用してミクロンオーダーの三次元構造を作り、ナノメートルの精度で駆動制御するMEMS技術は、21世紀を支える基盤技術と考えられています。MEMSは既に研究から産業化フェーズに大きく踏み出しており、自動車の加速度センサー、ハードディスク用のピックアップ、プリンタ用のヘッドなどを代表とした様々な産業への展開が進み、社会生活に密接した大きな市場を形成するに至っております。

MEMSは機械、電気、化学、材料など複数の技術要素が、必要とされる製品・システムに合わせて加工組立てられる融合領域であることから、各技術領域・産業分野の独自規格や標準が相互に作用し、MEMSの効率的な開発、生産、応用に障害が起こることが懸念されます。従って、今後、MEMS技術・製品が世界市場において国際競争力を維持強化していくためには品質、性能、安全性、寸法などの国際標準化に取り組む事が極めて重要であります。

本調査研究事業は、社団法人日本機械工業連合会より「MEMSにおける規格化戦略に関する調査研究」の受託を受けて、財団法人マイクロマシンセンターが実施したもので、MEMSが社会に大きく普及、浸透していく際に、産業用や民生品として必要となる標準化・規格化についての調査研究を行ったものであります。具体的にはMEMS産業力の維持強化とそれを基盤とした国際展開にとって必要となる国際標準化・規格化に関して、MEMS産業からのニーズを基にした技術課題の調査を行い、世界における日本の現状把握と、将来の標準化・規格づくりに必要な技術要件を明確にし、今後に向けた課題と提言を纏め上げたものであります。

関係各方面において広く利用頂ければ幸いです。

平成18年3月

財団法人 マイクロマシンセンター
理事長 野間口 有

事業運営組織

本調査研究事業は財団法人マイクロマシンセンター内に「MEMSにおける規格化戦略に関する調査研究委員会」を設けて調査研究活動を実施した。

- 委員長 石川雄一
独立行政法人産業技術総合研究所 臨海副都心センター 所長代理
先進製造プロセス研究部門付
- 委員 高島和希
熊本大学 工学部 知能生産システム工学科 教授
- 委員 佐々木実
東北大学 大学院 工学研究科 ナノメカニクス専攻 助教授
- 委員 生津資大
兵庫県立大学 大学院 工学研究科 機械系工学専攻
機械知能工学部門 助手
- 委員 大和田邦樹
国際標準化工学研究所 所長
- 委員 高木秀樹
独立行政法人産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門
マイクロ実装研究グループ 主任研究員
- 委員 江上洋一
株式会社アルバック 技術開発部専門部長
- 委員 池上尚克
沖電気工業株式会社 S i M C WPビジネス本部
WPビジネス推進部 特別主任研究員
- 委員 佐野浩二
オムロン株式会社 技術本部 先端デバイス研究所
マイクロマシニンググループ 主事
- 委員 緒方雅紀
オリンパス株式会社 MEMS開発部
開発1グループ 課長代理

委員 光岡靖幸
セイコーインスツル株式会社 技術本部マイクロナノセンター
プロセス開発グループ 部長

委員 古賀章浩
株式会社東芝 研究開発センター
機械・システムラボラトリー 研究主務

委員 安池則之
松下電工株式会社 生産技術研究所
高度MEMS開発センター
ファイン実装・評価技術グループ 副参事

委員 田口元久
三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
センシング技術部
MEMSプロセスグループ グループマネージャー

委員 加藤知香子
横河電機株式会社 技術開発本部 デバイス開発センター
S I P開発部

事務局

青柳桂一 財団法人マイクロマシンセンター 専務理事
廣部嘉道 財団法人マイクロマシンセンター 調査研究部長
(H17年9月1日からMEMSシステム開発センター長)
井上正巳 財団法人マイクロマシンセンター 国際交流部長
兼調査研究部主任研究員
磯川俊彦 財団法人マイクロマシンセンター 調査研究部課長

平成17年度 MEMS における規格化戦略に関する調査研究報告書

目 次

序

事業運営組織

目 次

総 論 i ~ ii

本 編

はじめに 1

第1章 調査研究の概要 3

 1. 1 調査研究の背景と目的 3

 1. 2 調査研究の体制 3

 1. 3 調査研究項目・スケジュール 5

第2章 国際規格（ISO、IEC）の概要と規格内容の多様性 7

 2. 1 国際規格（ISO、IEC）の概要 7

 2. 1. 1 国際標準化の重要性 7

 2. 1. 2 国際標準化の種類 7

 2. 1. 3 規格の階層 9

 2. 1. 4 IEC の概要 9

 2. 1. 5 TC47・MEMS の標準化組織 10

 2. 1. 6 TC47 と TC47/WG4 の概要 11

 2. 1. 7 国際規格の審議フロー 12

 2. 2 国際規格の内容の多様性と分類化 13

 2. 2. 1 規格の定義、目的と条件 13

 2. 2. 2 規格の種類と実例 13

 2. 2. 3 用語集規格 14

 2. 2. 4 試験法規格 15

 2. 2. 5 製品規格 16

 2. 3 （財）マイクロマシンセンターにおけるこれまでの取り組みと現状 17

 2. 3. 1 MEMS 専門用語集 17

 2. 3. 2 薄膜材料引張り試験法 18

 2. 3. 3 薄膜材料疲労試験法 19

2. 3. 4	韓国提案に対する取り組み (RF MEMS スイッチ)	19
2. 3. 5	国際標準化ワークショップ	19
2. 4	IEC/TC47 (半導体デバイス) /WG4 (MEMSデバイス) における 審議動向	20
2. 4. 1	IEC/TC47/WG4 発足以来の動き	20
2. 4. 2	日本の活動状況	21
2. 4. 3	韓国の活動状況	21
第3章	MEMS 関連技術における標準化・規格化のニーズに関するアンケート調査	23
3. 1	まえがき	23
3. 2	アンケートの目的、設問と調査対象の設定	23
3. 3	調査結果のまとめ	23
3. 4	調査結果の分析	25
	(MEMS 関連技術におけるニーズの高い標準化・規格化項目の抽出)	
3. 5	本事業における調査研究項目の抽出	27
第4章	MEMS 関連技術におけるニーズの高い標準化・規格化項目に関する現状技術の 調査と標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	43
4. 1	計測分野	43
4. 1. 1	一軸微小力の計測方法	44
4. 1. 1. 1	アンケート調査結果	44
4. 1. 1. 2	当該項目の既存規格・技術に関する調査研究のまとめ	45
4. 1. 1. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	46
4. 1. 2	一軸微小力の校正方法	48
4. 1. 2. 1	アンケート調査結果	48
4. 1. 2. 2	当該項目の既存規格・技術に関する調査研究のまとめ	49
4. 1. 2. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	50
4. 1. 3	一軸微小変位 (歪み) の計測方法	50
4. 1. 3. 1	アンケート調査結果	51
4. 1. 3. 2	当該項目の既存規格・技術に関する調査研究のまとめ	52
4. 1. 3. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	53
4. 1. 4	まとめ	54
4. 1. 5	付録資料	55
4. 2	材料分野	85

4. 2. 1	はじめに	85
4. 2. 2	薄膜の残留応力の計測方法	86
4. 2. 2. 1	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	86
4. 2. 2. 2	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	89
4. 2. 3	薄膜弾性率の計測法	90
4. 2. 3. 1	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	90
4. 2. 3. 2	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	94
4. 2. 4	薄膜と基板の密着度計測法	95
4. 2. 4. 1	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	95
4. 2. 4. 2	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	100
4. 2. 5	材料分野におけるまとめ	100
4. 3	パッケージ分野	102
4. 3. 1	封止性能の評価方法	102
4. 3. 1. 1	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	102
4. 3. 1. 2	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	107
4. 3. 2	ウエハ接合の強度評価法	108
4. 3. 2. 1	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	108
4. 3. 2. 2	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	114
4. 4	デバイス分野	116
4. 4. 1	ガイドライン	116
4. 4. 1. 1	実効性・有効性を確保するために認識すべき項目	116
4. 4. 1. 2	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	118
4. 4. 1. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	122
4. 4. 2	半導体デバイスにおける規格	124
4. 4. 2. 1	はじめに	124
4. 4. 2. 2	半導体デバイスにおける高温動作寿命に関する規格	124
4. 4. 2. 3	高温高湿試験に関する規格	126
4. 4. 2. 4	まとめ	128
4. 4. 3	加速度センサの例	129
4. 4. 3. 1	実効性・有効性のある規格とするために規定すべき項目	129
4. 4. 3. 2	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	130
4. 4. 3. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	131

4. 4. 4	マイクロアレイデバイスの例	134
4. 4. 4. 1	実効性・有効性のある（役に立つ）規格とするために規定すべき項目	134
4. 4. 4. 2	当該項目に関連する現状技術に関する調査研究とまとめ	134
4. 4. 4. 3	標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	138
4. 4. 5	デバイス分野全体を通しての標準化・規格化に向けての今後の課題・提言	139
第5章	まとめと今後への提言	140
5. 1	本調査研究のまとめと今後への提言	140
5. 2	MEMS 関連技術分野の標準化・規格化ロードマップの策定に向けて	147
第6章	むすび	148