

平成 25 年 3 月

一般財団法人 マイクロマシンセンター 産業動向調査委員会

MEMS は、半導体微細加工技術やレーザ加工技術を応用し、微小な 3 次元構造の電子 / 機械素子を Si 基板上に組み込んだセンサ、アクチュエーター等のデバイスとして発展してきた。MEMS の応用は圧力センサ、加速度センサ等の既存部品を小型化した単機能 MEMS から、MEMS と半導体電子回路の集積化や異種 MEMS の複合化による多機能 MEMS、さらには圧電材料、バイオ材料等の機能材料やカーボンナノチューブのようなナノ材料を活用したナノ融合 MEMS へと進展している。

MEMS デバイスが組み込まれた応用製品は、自動車のエンジン制御やエアバッグシステムから始まり、その後インクジェットプリンタ、プロジェクタ、ゲーム機と次々と新しいアプリケーションが広がり、最近では携帯電話に多数の MEMS が採用されるに至ってその市場規模は急速に拡大している。今後はスマートフォン、タブレットなどの民生機器への応用がさらに増大するとともに医療や環境分析などの分野で多くの高付加価値型 MEMS が開発されていくものと考えられる。

注目される最近のアプリケーションとしてワイヤレスセンサネットワークシステム (WSNS) があり、ここでは MEMS 技術の活用により WSNS に適した小型高感度で低消費電力なセンサと高効率なエネルギーハーベスタの創出が期待されている。WSNS は、ビルや工場の省エネルギーシステム、公害防止のための環境管理システム、橋梁やトンネル等社会インフラの安全維持管理システム、農場や植物工場の育成管理システム等、幅広い応用が期待されている。

一方少子高齢化社会を迎え、医療費削減、予防医療の促進、Quality of Life の向上等が叫ばれており、生化学分析を行う医療機器や健康管理のための非侵襲、低負荷な身体モニタリングシステムが必要で、ここでも MEMS 技術の活用による小型高機能なセンサの創出が期待されている。

以上のように、既存システムの高付加価値化や新産業の創出において MEMS はキーデバイスであり、国内外の関連企業は今後どのような MEMS がどのような分野で求められているのか高い関心を寄せている。

本年は以上のような将来大きな成長が期待できる MEMS 分野 (マイクロナノデバイス分野) でのような革新デバイスが今後有望とされているかを調査して、同分野に携わる企業の開発戦略策定や大学での研究の方向性の検討に参考にして頂けるような報告書を目指した。また調査結果より日本の MEMS 関連産業の今後の課題と方策をまとめた。

【調査方法】

○マイクロナノ革新デバイス定義

本調査ではマイクロナノ革新デバイスを以下のように定義した。

- ・マイクロ/ナノテクノロジーを用いたセンサ & アクチュエーター、電子部品、光学部品
- ・アプリケーションが明確であること
- ・それが実用化されると、市場性、社会的インパクトが大きいと予測されるもの
- ・開発フェーズは基礎研究段階から商品化段階までであるが、すべてを含める。
(本文中でどの段階にあるかを記載)
- ・すでに商品化された分野でも、次世代型は含める。 例. レーザ干渉型 MEMS 加速度センサ

○マイクロナノ革新デバイス調査方法

革新デバイスの分類は、アプリケーションの分野別として、アプリケーション毎に担当者を決めて調査を進めた。

調査方法は公開情報をベースとした。代表的な公開情報は技術論文他各種専門誌、学会予稿集、研究会資料、特許、Web 情報である。

アプリケーション分野別にした抽出した場合、実用化に近いデバイス、よりニーズ寄りのデバイスに片寄る傾向が予測されたため、基礎研究に近い側や、有望とされるシーズを応用したデバイスも抽出できるよう、著名な研究機関が取組むデバイスも調査する。海外研究機関に関しては訪問ヒヤリングで得た情報を加えた。

抽出した革新デバイスの将来の方向性に関しては、調査を担当した各委員の私見を含めることとした。

表 2.1 に抽出したマイクロナノ革新デバイスをアプリケーションとデバイスのマトリックスに配置した一覧表を示す。これより多くのアプリケーション分野に渡って様々な種類の革新デバイスが開発されていることがわかる。今後もここで抽出されたデバイスに限らず多くの MEMS デバイスが開発されて様々な機器やシステムの発展に寄与していくものと期待される。

表2.1 抽出したマイクロナノ革新デバイスのアプリケーション別分類 (1)

アプリケーション デバイス		モバイル機器・情報通信機器分野			自動車分野		バイオ・医療・ヘルスケア分野			
		モバイル機器	ゲーム	光通信	安全システム	エコ自動車	医療分野	ヘルスケア分野	人工感覚分野	バイオ関連分野
光・電磁波	可視光								視覚関連人工網膜	
	赤外光	熱型赤外線センサ	赤外線モーションセンサ							
	電磁波				ミリ波レーダー方式センサ カメラ方式センサ レーダー、ソナー					
機械量	圧力・変位		触覚センサ				AFM装置/ プローブ	血圧センサ	触覚(アレイ) 触覚表示	
	加速度・角速度	複合型モーションセンサ (コンボセンサ)	複合型モーションセンサ		クワッド差動型MEMSジャイロ					
	音響	MEMSマイクロフォン	MEMSマイクロフォン				超音波関連 Capacitive Micro Machined Ultrasonic Transducer		聴覚 MEMS マイクロフォン マイクロ スピーカー	
	振動		MEMS振動発電モジュール							
磁気				磁気センサによる ドライバ 生体信号検出	コアレス電流センサ					
熱										
流体			MEMS マイクロ 燃料電池							
バイオ	DNA								人工神経	DNAチップ チップ加工技術
	細菌									細菌計測チップ
	細胞									細胞分別チップ 細胞採取用チップ
化学	ガス				インパネ搭載型 アルコール センサ	高速応答水素 センサ				嗅覚
	液体成分・濃度							グルコース(血糖値) センサ 酵素電極型 蛍光検出型 粘度検出型 pHセンサ	味覚	血液分析チップ 生体物質検出チップ 細胞分別チップ 細胞採取用チップ 細胞培養用チップ 細胞分注用チップ
	マイクロ分析						μ-TAS Lab-on-chip			
アクチュエータ	静電	MEMS display		光スイッチ			DDS (インシュリン 注入 薬剤投与、 など)	μニードル (アレイ)	マイクロ グリッパー	
	圧電									
	形状記憶									
高周波		周波数可変 バンドパス フィルタ		可変減衰器 波長選択 フィルタ						
光学部材									光学系	
その他							カプセル 内視鏡	投薬管理 システム	渦巻管電極 アレイ	

表2.1 抽出したマイクロナノ革新デバイスのアプリケーション別分類 (2)

アプリケーション デバイス	映像・精密機器・家電分野						環境・セキュリティ・農業分野			エネルギー分野		生活支援ロボット・産業機器分野	
	ディスプレイ	デジカム・ビデオ	プリンタ	プロジェクター	家電	機械式腕時計	環境汚染分野	セキュリティ	農業分野	創エネルギー	省エネ	生活支援ロボット分	産業機器分野
光・電磁波	可視光								超小型分光器				
	赤外光				MEMS非接触温度センサ			熱型赤外線センサ		熱型赤外線センサ		赤外画像センサ	
	電磁波								MEMSベースの電磁エネルギーハーベスター			3次元測域センサ	
機械量	圧力・変位	触覚表示デバイス			水位検出用微小圧力センサ							多軸触覚センサ	
	加速度・角速度		6軸加速度&ジャイロセンサ						静電型慣性エネルギーハーベスター			複合型モーションセンサ(コンボセンサ)	
	振動			MEMS振動発電モジュール					圧電型エネルギーハーベスター				多軸振動センサ
磁気													
熱										熱電ハーベスター			
流体				MEMSマイクロ燃料電池	MEMSフローセンサ								
バイオ	DNA						バイオセンサ		健康センサ				
	細菌												
	細胞												
化学	ガス						大気汚染センサ						
	液体成分・濃度								糖度センサ				
	マイクロ分析						小型化学分析システム						
アクチュエータ	静電	デジタルマイクロシャッター MEMS自動焦点レンズ MEMSステージ機構 形状記憶合金による手ぶれ補正デバイス	高速インクジェットヘッド 樹脂吐出ヘッド ナノ粒子吐出ヘッド	DMD/DLP MEMSミラー (DLP以外) DMD/DLP Pico		機械式腕時計部品							
	圧電	カメラ用シャッター	MEMSミラー	MEMSミラー(DLP以外)									
	形状記憶	ウエハレベル実装したカメラモジュール											
高周波													
光学部材	干渉型光変調器(iMOD)												
その他										スマートセンサ			