

# 高性能 MEMS と最先端 LSI との集積化技術

Integration Technology of High Performance MEMS and Advanced LSI

東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻 田中 秀治

Department of Nanomechanics, Tohoku University Shuji Tanaka

tanaka@mems.mech.tohoku.ac.jp

RF フロントエンドや基準クロックを集積化したワンチップ無線通信システム、高度な通信機能を備えたネットワークセンサなどは、将来、大きな需要の見込める集積化 MEMS として期待されている。これらの集積化 MEMS が、従来の集積化 MEMS、たとえば加速度センサ、ジャイロ、マイクロミラーアレイなどと技術的に大きく異なるところは、高速の最先端 LSI を必要とすることである。MEMS を高価な最先端 LSI と同一平面上に形成することは、コスト上、現実的ではなく、MEMS を LSI の直上に配する構成が望ましい。また、MEMS を安定して共振させたり、再現性よくアナログ駆動したりするには、MEMS の材料として機械特性に優れる材料、望ましくは単結晶 Si が必要である。表 1 にこれまでの集積化 MEMS 技術の特徴を比較して示す。これからわかるように、歴史のある集積化 MEMS 技術(1, 3, 4)は上述の新しいニーズを満たすことができず、これに対して新しい集積化 MEMS 技術(2, 5, 6)が開発され、一部、実用化されている。

東北大学の先端融合イノベーション創出拠点「マイクロシステム融合研究開発拠点」では、上述のニーズを満たし、さらに新たな付加価値を生む次世代の集積化 MEMS 技術を研究している。試作を効率的に行うため、グループ内で複数の LSI をまとめて 1 枚のウエハ上に作り、自分の LSI 上に目的の MEMS を、それ以外の LSI 上にはテスト構造を形成する「乗合いウエハシステム」を立ち上げ、試作を進めている。

表 1 集積化 MEMS 技術の特徴の比較

	1. 多結晶 Si の表面マイクロマシニング	2. 多結晶 SiGe の表面マイクロマシニング	3. 金属の表面マイクロマシニング	4. LSI を形成した SOI への MEMS の形成	5. LSI 上へ低温接合した単結晶 Si 層への MEMS の形成	6. 金属-金属接合による LSI と MEMS とのウエハレベル接合
実施例	Analog Devices (加速度センサ)	UC Berkeley, IMEC	Texas Instruments (DMD)	Freescale, Analog Devices (ジャイロ)	Micronic Laser (マイクロミラーアレイ)	InvenSense (ジャイロ)
最先端 LSI への適用可能性	× 高温アニールに耐えられる 3 μm ルールの LSI	○ SiGe の組成制御が大変	○	○	○	◎
MEMS の機械特性	○	○	× 金属	◎ 単結晶 Si	◎ 単結晶 Si	◎ 単結晶 Si
LSI と MEMS との積層(面積効率)	×	○	○	× 最先端 LSI ではコストが問題	○	○
備考						ウエハレベルパッケージングも可能