

# MEMS - 半導体プロセス統合モノリシック製造技術 (新たなMEMSセンシング原理の探索)

立命館大学  
立命館大学

COE推進機構  
理工学部マイクロ機械システム工学科  
同上

教授 杉山 進  
教授 鳥山 寿之  
教授 磯野 吉正

センサやアクチュエータなどMEMSデバイスと半導体ICが一体的に形成されることによって、小型化、高機能化、高信頼性が期待できます。特に、自動車用や医療用センサなどの高度化には不可欠な課題であります。

MEMS - 半導体の集積化は、異なるプロセスによる設計の煩雑さ、製造設備の重複化など集積度が上がるにつれて技術的な複雑さを増します。また、ICの構成エレメントであるトランジスタの寸法がsub- $\mu\text{m}$ の領域であるのに対し、センサの構成エレメントの寸法は $\mu\text{m}$ 領域でありセンサ全体では数mmの大きさが必要であるため、ICと集積化したチップ寸法は大きくなります。このように、製造プロセス技術の複雑化とそれからくる歩留まりの低下やチップ寸法の増大による収率の低下によってコスト面で採算が合わないのが現状です。

本開発テーマは、上述の課題を解決するためにMEMSと半導体を一体的に作るための製造技術、一体化することにより高付加価値、高機能が得られるような製造技術を開発し、我が国独自の先端技術として国際競争力を高めることを目的としています。

特に、私たちは高付加価値、高機能が得られるよう集積化のメリットを創出することをめざし、センサの基本エレメントである piezoresistive 素子を取り上げ、sub- $\mu\text{m}$ 寸法での特性の把握と、高感度化に向けたセンシング原理の探索を目標としています。

## ナノメカニカル構造の実現とナノ弾性特性の解明

メカニカルセンサの機構をsub- $\mu\text{m}$ 以下にした場合に、これまでの機械的特性が維持できるのか、あるいは異なる機械的特性を示すのか、まだはっきりした答は得られていません。私たちはこれを実験的に計測し、MEMSの高集積化設計に用いる有効なデータとして役立たせたいと考えています。図1および図2に走査型プローブナノリソグラフィ (SPNL) で製作した自立型Siナノメカニカル構造と、NEMS共振デバイスの構成図を示します。この共振特性から機械的特性を測定するとともにセンサへの応用も検討します。ナノワイヤーの幅や電極間ギャップは100nm以下を計画しています。

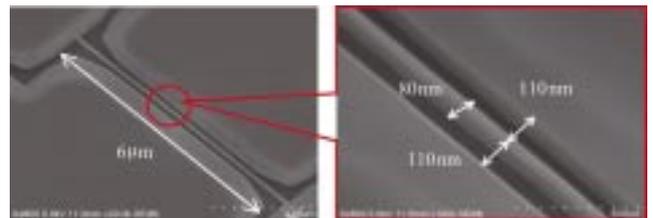


図1 SPNLで製作した自立Siナノワイヤー

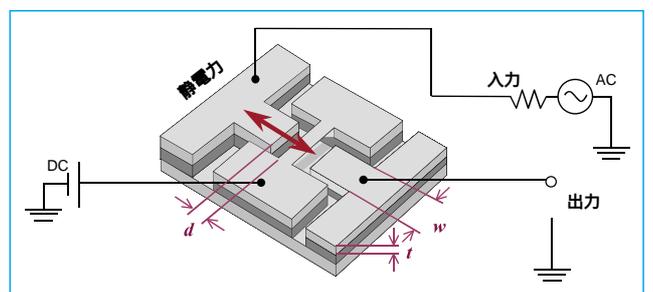


図2 NEMS共振デバイスの構成図

## ナノスケールシリコンの piezoresistive 効果の解明

メカニカルセンサのセンシングエレメントとして piezoresistive 素子は構造や検出回路が簡単であることから、これまで圧力センサや加速度センサなどに広く用いられています。図3に示すようにSiの piezoresistive 素子の幅をsub- $\mu\text{m}$ 以下にするとセンサの感度に関する piezoresistive 係数が大きく増加する現象が見られています。私たちはこの現象に着目し、センサの高感度化を目指します。まず、Siの piezoresistive 素子の幅を100nm以下とし低次元バンド構造に基づく piezoresistive 抵抗の理論解析を行います。その解析予測に基づきSiの piezoresistive 素子を製作し実際に piezoresistive 係数を求める予定です。この予測が正しければセンサの感度は数倍から1桁近く向上すると考えられます。

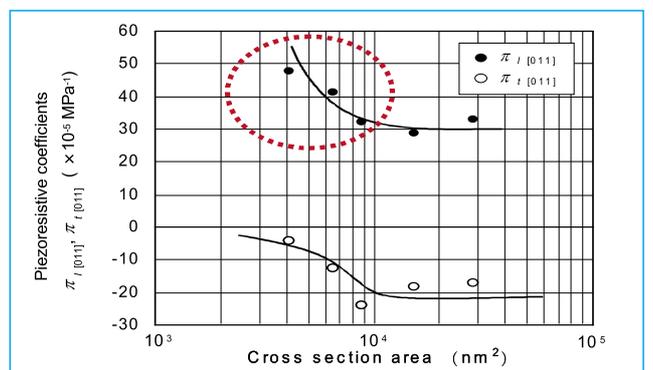


図3 Siの piezoresistive 効果と断面積の関係