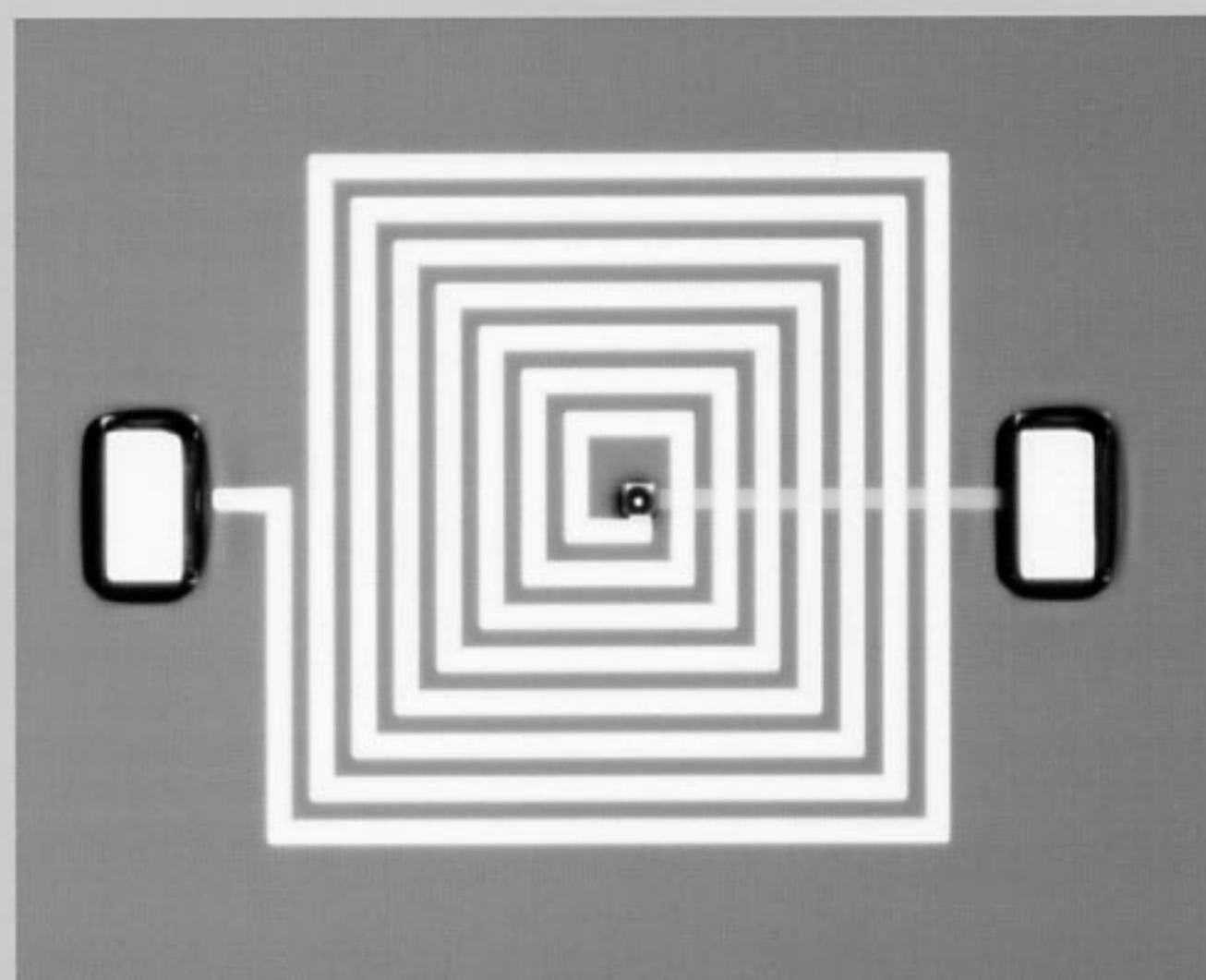


都市エリア産学官連携促進事業[桐生・太田エリア]

Nano technology News

なの？



2006年 増刊号

財団法人 群馬県産業支援機構

1. はじめに

都市エリア産官学連携事業として群馬県製造業におけるナノテクノロジーに関する実態調査を実施しました。その結果、県内企業ではセンサー、高信頼性構造材料、次世代半導体関連に関心が高いことが分かりました。将来的にはMEMS、燃料電池などへの関心が高く、現在、市場を牽引している半導体・ディスプレイの次の“メシの種”である新事業分野（医療、エネルギー、化学）で使用されるセンサー、バイオチップなどがMEMSを介して現実味を帯びてくると考えられるからです。そこでMEMSとは何か、大学での研究、企業での現状をまとめてみました。

2. MEMSとは

MEMS（メムス）とは、Micro Electro Mechanical Systemsの略であり、日本語訳の定義としては

- 1) 半導体などの微細加工技術を用いて作製される微小な機械システム、及びそれによって製造された部品／素子そのものを指し示す用語。
- 2) システムの高機能化、高性能化、小型化、低コスト化などを可能にする技術。とされていますが、MEMSの日本語訳には上記2点の他にもあります。

3. MEMS技術の発達

MEMSは主に米国で使われてきた呼称で、欧州ではMST（Micro System Technology）、日本ではマイクロマシンと呼ばれてきました。そのため、定義が人によって異なり、MEMS技術の範囲は特には定まっていない点があります。MEMSの研究は、1970年頃に米国スタンフォード大学の電気工学科で始まったとされています。当時はシリコンウェハ上に圧力センサーやガスクロマトグラフを作製した研究結果が発表されています。1980年頃になると、カリフォルニア大学バークレー校、ベル研究所などで、半導体加工技術を応用して、「微小な可動部を含むシステム」、すなわちマイクロマシン・マイクロエレクトロニクス・センサなどを組み合わせることによって、新しいコンセプトを生み出すという研究が活発化し、これらを総括する形でMEMSと呼ばれるようになりました。

日本においては、1985年頃から半導体加工技術を用いた超小型モータに代表されるマイクロマシン技術が注目を浴び、旧通商産業省工業技術院は産業科学技術研究開発制度の下に、1991年度から10年計画の大型プロジェクトをスタートさせました。このプロジェクトの成果として、(財)マイクロマシンセンターから発表されているテーマは、管内自走環境認識用試作システム、細管群外部検査用試作システム、機器内部作業用試作システム、マイクロファクトリ試作システムの4つであり、いずれもmm単位の微小機械であります。また90年代頃からセンサーデバイスを中心に徐々に普及してきました。それらは、幅広いアプリケーションに使われ、市場を形成してきたが、MEMS技術

の登場により、MEMS技術を取り入れた製品の開発が進み、実用化も徐々に進められています。

今後高い成長が見込まれているのが、バイオMEMS、光MEMS、RFMEMS、ディスプレイ用MEMS、エネルギーMEMSなどです。現在はまだ研究開発段階のものが多く、センサーに比べ市場規模は小さいが、今後10年間のうちにブレイクする可能性はあります。

また、2～3年後には携帯機器用電源のパワーMEMS分野も台頭してくるとの予測があります。現在多くの大学、企業および公的研究機関でMEMSの研究・開発が進んでいますが、以下、大学での研究を紹介します。

4. 大学でのMEMS研究

群馬大学工学部での研究状況：電気電子工学科小林研究室ではMEMS技術を用いてアナログ回路性能向上の研究などに取り組んでいます。

1) 低リップル・高速応答スイッチング電源用MEMS

現在、インダクタの試作に取り組みファブドリーサービスを使ってスパイラルインダクタを完成させ、その評価を終了した。スパイラルインダクタのパターン図およびその断面図を図1に示します。

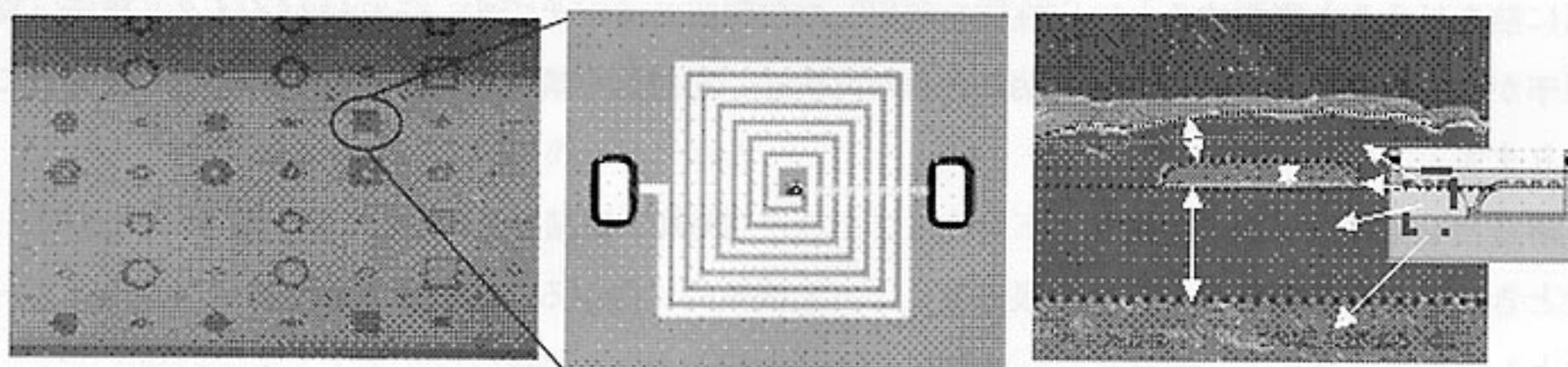


図1：MEMSプロセスで製作したスパイラルインダクタのパターン図（中央）と断面図（右）

また、同研究室では可変インダクタ、可変キャパシタのシミュレーションを既にすませ、これらの要素技術を駆使し高性能マイクロプロセッサ用の低リップル・高速応答スイッチング電源の研究を進めています。図2に可変インダクタの構成とシミュレーション結果を、図3に可変キャパシタの構成とコンタクト部の拡大図を示します。

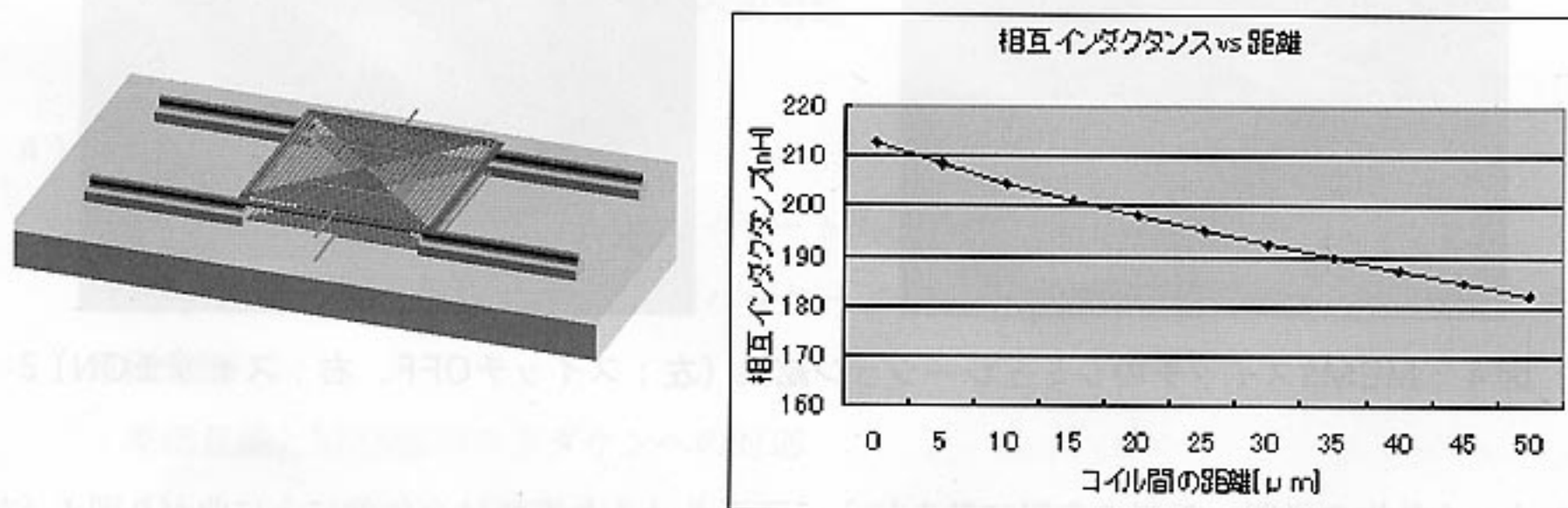


図2：可変インダクタの構成（左）とそのシミュレーション結果（右）

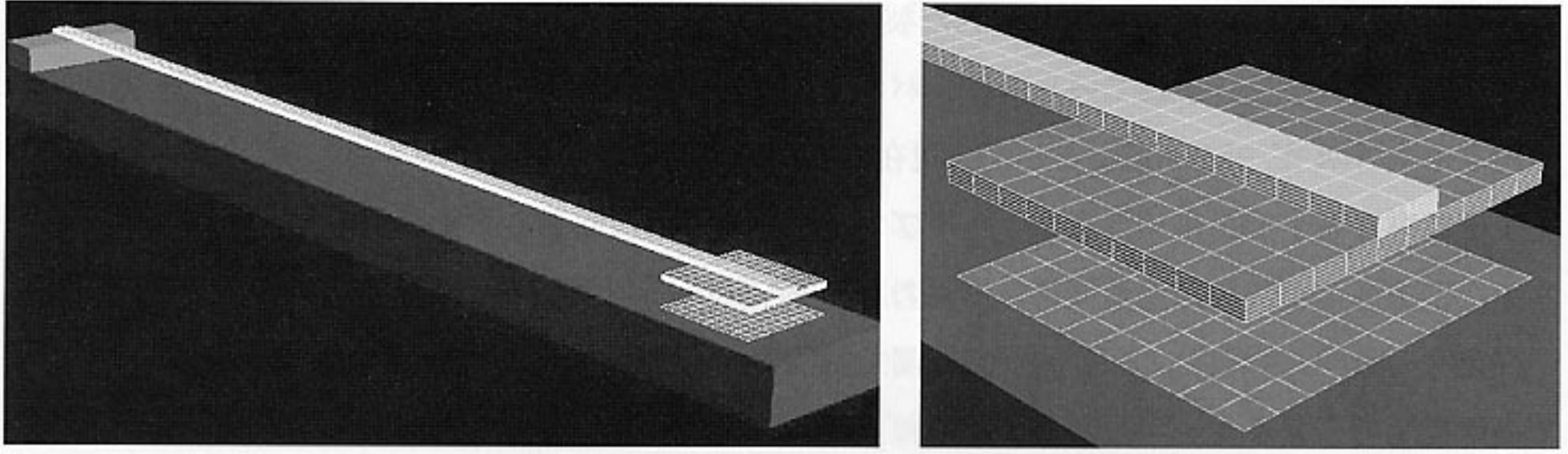


図3：可変キャパシタの構成（左）とコンタクト部の拡大図（右）

2) MEMSスイッチ

LSIテストには多くのスイッチが使用されているが、これらのスイッチにはON時には低い接触抵抗が、OFF時には高い絶縁性が要求されます。実際にはリレーやMOSスイッチ（半導体リレー）が使用されているがこれらはそれぞれ信頼性やコストの問題を抱えています。そこで小林研究室ではスイッチにMEMS技術を用いて設計することを提案しました。同研究室が提案しているのは金属に熱を与えると膨張するという性質を利用した熱膨張スイッチです。これはバイメタル構造（膨張率が異なる薄い金属板どうしを貼り合わせた構造）を対称に構築し、スイッチに応用したものです。

構造としては数種類の金属を上下対称（または左右対称）に積層した形になり、電流や熱が加わったとき、これらは金属自身の熱膨張係数によって機械的に曲がる。これがスイッチのアクチュエータとして働きます。

いちばん外側の金属に電流を流すことによって金属の熱膨張を促し、全体がそれとは反対の方向に曲がります。この熱膨張スイッチは機械的にスイッチング動作をするため、高い絶縁性を持つことになる。また同研究室では、このスイッチをモデル化しシミュレーションによってその動作を確認しています。

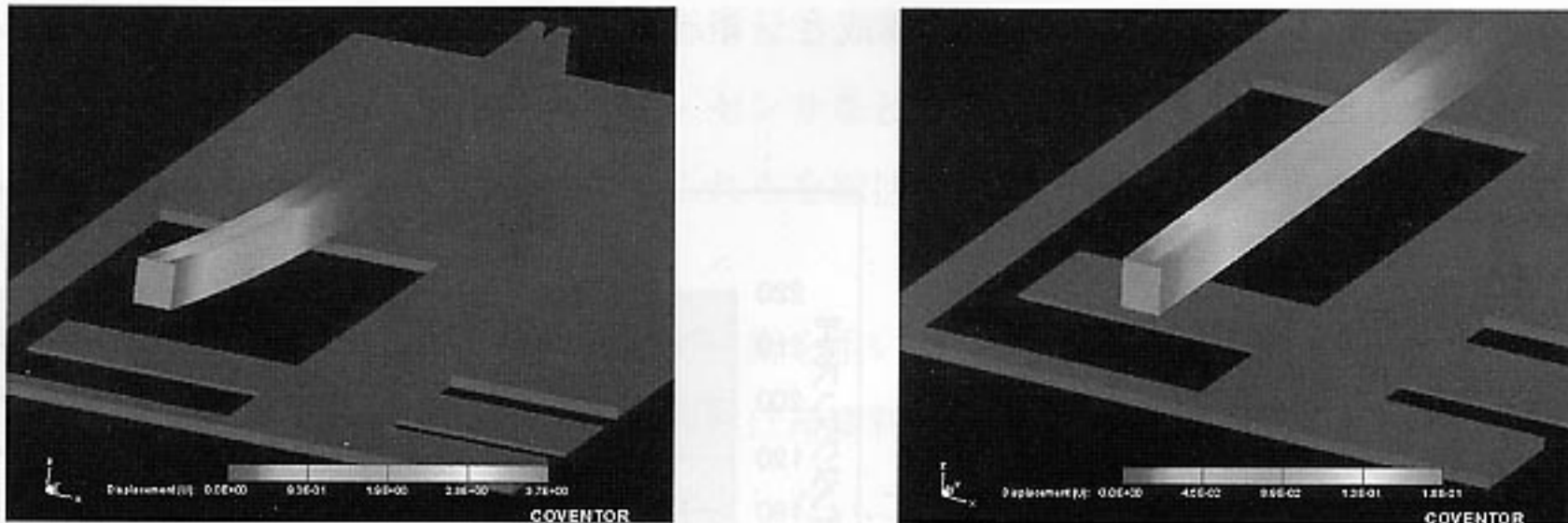


図4：MEMSスイッチのシミュレーション結果（左：スイッチOFF、右：スイッチON）

スイッチ動作の説明：下側の金属に熱を加えて膨張させると電極は全体的に上に曲がり図4（左）のようにスイッチがOFFになる。一方、上側の金属に熱を加えて膨張させると電極全体が下に曲

がり図4（右）のようにスイッチがONになります。

5. 企業でのMEMSへの取組み

群馬県内企業でのMEMS技術を用いた製品、MEMS研究状況を調査しました。4社（A～D）での取組みを以下に示します。現時点ではセンサーへの応用が主体であるが、将来はRF MEMS、光MEMS、電源MEMSなどに商品展開がされるであろうと思われます。

A社：衝突時の衝撃を感知する加速度センサーとしてMEMS技術を採用

B社：モバイル機器向け小型燃料電池の一部に、MEMS技術を使い研究

C社：傾斜・振動・衝撃・加速度等を検知する超小型センサーの開発を進めている、携帯機器などへの採用がターゲット

D社：新開発の超高精度3軸（X、Y、Z）テーブルの姿勢制御回路にMEMSセンサーを使用

6. まとめ

将来ビジネスチャンスを広げたい事業分野としてMEMS関連を選択した企業は多く、県内での関心は高い、MEMSビジネス拡大に向けての課題をまとめてみました。

1) MEMS技術に関するデータの共有（D・Bの構築とWebでの公開）

- ・大学シーズと企業ニーズのマッチング
- ・新製品、新技術の紹介（MEMS関連）

2) もの作り情報ネットワーク

- ・県内企業／大学／行政機関で、もの作り情報ネットワークを構築
- ・高域ネットワーク（他県の主要MEMS集積地域との“もの作り交流”）

3) 製造体制とプロセス

- ・MEMSは製造プロセス、微細加工、ゴミ対策などで半導体の製造体制にちかい。多品種、少量生産への対応を考慮時、MEMS Desk Top Factoryを視野に入れた検討が必要
- ・MEMSプロセス：微細化に合わせたナノ製造プロセスが必要
- ・実装技術：パッケージ内に可動部分が有る、このため封止技術が重要
- ・ファンドリーサービス、EMS企業への対応
- ・コストダウンへの対応

4) 人材の育成

- ・MEMS技術／ビジネスでのコーディネート人材の育成
- ・MEMSプロセス、CSP／BGA／新パッケージ（MEMS独特）などの開発技術者の育成

5) 原価意識

- ・原価意識とMEMSコストダウンへの対応