

## 特別講演：「MEMSのアイデアの製品化」の概要

マサチューセッツ工科大学名誉教授 Stephen D. Senturia

今日は皆様にMEMSについての考え方の話をしたいと思ひます。その内容はボストンで行われたTransducers 03'でお話したのですが、ここにおられる藤田先生からTransducers 03'で私が話したことを、今日このシンポジウムで皆さんにも話してくれるよう依頼がありまして、今日、皆さんにお会いできることになった訳でございます。内容はさらに面白くしてあります。

お話する項目は、MEMSの視点過去と現在、次にトレンドということでMEMSの将来的なお話をしたいと思ひます。そして最後にMEMSのアイデアを製品化する話をしたいと思ひます。

それではMEMSの過去を振り返ってみたいと思ひます。Transducersの会議が開始されたのは、1981年ですが、当時はMEMSという言葉は存在しておりませんでした。マイクロセンサー、マイクロアクチュエーター、マイクロ何々と呼んでおりました。

基礎研究、エンジニアリング科学、製品開発の3点が、当時の相対的な重要性を示しております。基礎研究については、材料、センシング方法、アクチュエーション方法、ミクロスケールでの現象があり、エンジニアリング科学については、材料、プロセス技術、集積手法、システムデザインがあります。しかし製品は、圧力センサー、ガスセンサー、イオンセンサー、特殊センサー、ホール効果センサー等、少しありましたが多くはありませんでした。当時は基礎研究、エンジニアリング科学に重点が置かれて活発な製品開発は行われておりませんでした。

その当時は、MEMSの会議やMEMS専門の月刊誌もなく、製品の市場もありませんでした。また設計や製作のインフラも整備されてなく、経験の深いデザイナーもおいませんでした。

しかし現在は、当初solid-state sensors and actuatorsと呼ばれていた研究開発分野はMEMSまたはMicrosystemsに変身しています。

Sensor & Actuator, Micromechanics & Engineering, Sensor & Materials等、MEMS専門の月刊誌も多数出版されております。またMEMSの会議も世界のどこかで毎週といっても良い程行われております。それからMEMSのインフラも整ってきました。例えばMEMS foundry, Post processing vendor, Packaging vendor等がそうです。何と言っても重要なことは今やMEMSの分析ができるCAD Toolがあると言う事です。MEMSもCAD Toolがあれば最初から巧くデザインすることができます。

1980年代には、2つか3つしかなかった製品が、現在は加速

度センサー、流量センサー、角速度センサー、各種のオプティカルMEMS、マイクロフルイディクス、バイオMEMSなどが商品化されています。

これからの将来を見てみると、幾つかの傾向を明確にできます。先ず基礎研究と資金の流れの重点は、ナノ技術に移行しつつあります。ナノ技術には単にマイクロの延長線上にあるTop downによるナノ技術を意味するものと、これとは全く異なり自己組成や分子操作によるBottom upのナノ技術があります。既に研究用にはナノサイズのデバイスが造られつつあり、これらのデバイスはその記述のなかに量子効果を含む必要があるという事です。MEMS関係者は、この変化の中で基礎研究資金のあるナノ技術に進むか、その資金に依存しないMEMSの製品開発に進むかの一つの選択肢を持っています。

二種類のMEMS製品の形態を区別することが大切です。MEMS製品として参照される一つの形態は、MEMSチップです。これはモトローラの圧力センサーやアナログデバイスの加速度計のようにチップの中に電子回路と共に統合されているものです。二つ目の形態は、“MEMS enabled”と参照される製品の中にMEMSチップだけでなく、補助部品、外部電子回路、固有のソフトウェア等、全体をパッケージにしたMEMS製品です。これら二つのMEMS製品は、製品のテスト、補正、及びその記録等、ISOまたはISO相当の品質管理を必要とします。“MEMS enabled”製品の良い例はPolychromix Dynamic Channel Orchestratorです。その核となる技術はpolychromatorで、基盤上に平行に吊り下げた数千のミラー(鏡)素子を、基盤上の高さを変化させることで、電気的にプログラム化が可能な光の回折素子です。これは元来、光学分光器を使用した化学センサーとして開発したのですが、現在はC-Bandの光通信に応用され、50 GHz間隔で配置された100チャンネルの各出力を40dB幅でプログラム制御しています。

MEMSには多くの課題があるが大きな活力と想像力があり、この課題とリスクに適切に注意を払うことによりその製品を歓迎する市場に首尾良く販売することが可能です。その結論として、MEMSに関するアイデアは、既に出揃った。現在では、多分野での技術開発が可能となり、ファブリーなど製品開発のインフラも整備されて、またCAD Toolも開発されMEMS製品開発の環境は整っている。次は製品の開発があるのみです。

