

集積回路とセンサ・MEMS融合とCMP技術



石田 誠

豊橋技術科学大学 電気・電子工学系教授
ベンチャービジネスラボラトリーセンター長
インテリジェント・センシングシステム・

リサーチセンター長

スマートマイクロセンサチップはセンサ・MEMSと集積回路(LSI)の融合技術により形成できるのですが、センサ・MEMSとLSIを一つのチップに作製することはそう容易ではありません。LSIがnmの微細加工まで発展したことにより、その融合の壁は高いといえます。LSIは超精密技術、それに対してセンサ・MEMSは精密技術といえるからです。超精密のLSIは、完成されたプロセス(加工工程)以外は、基本的に受け入れない。一方、センサ・MEMSはできるだけ多くの可能性を持つ材料、構造、加工法を要求します。この矛盾する要求をいかに満たすかが融合のキーとなります。一つの方法は、LSI作製後にセンサ・MEMSを作製する。一つの方法は、LSI作製後にセンサ・MEMSを作製する。もう一つは、LSIプロセス中の可能な工程でセンサ・MEMSを作製するように工夫することです。しかし、この後者の方法では、最高の性能を持つセンサ・MEMSを作製するには困難で、どこかで妥協することになります。本学で行っているセンサ・MEMSと集積回路の融合もそのような葛藤はありますが、できるだけ互いに満足できるように努力しています。そこで、CMP技術を活用することで集積回路とセンサ・MEMSとの融合をさらに発展できると期待できます。

26年前になりますが、当時日本の大学で集積回路を設計から実際に作製し、教育・研究に本格的に取り組んでいるところは大変少ない状況でした。88番目の国立大学として豊橋に技術科学大学が設立され、半導体関係大講座が一体となって教育・研究に本格的に集積回路の設計から作製を一貫して行える環境を日本の大学に構築しようとスタートしました。主な装置一式は当時の半導体企業の2インチラインを導入することで始まり、4年生の学生実験(大実験と称する3ヶ月間の実験)として1979年の秋、npnバイポーラトランジスタ単体の作製に成功したときは、クリーンルーム内で大歓声があき起こりました。これがすべての始まりでありました。このトランジスター6個で作製したラジオは、今も本学のVBLの展示室で鳴っています。LSIはいかに複雑になろうとも基本的にはトランジスターができればできると乱暴に言い切ることができます。そして当時、宇宙実験の宇宙酔いの解明に用いる鯉の小脳の脳波計測用ICチップを開発し、平成4年のエンデバーでの実験で毛利衛先生と宇宙を飛ぶことになりましたが、このチップがスマートチップ開発のはしりとなりました。

現在ステッパーを用いた4インチCMOS、1ミクロンプロセスとセンサ・MEMSプロセ

スが融合できるようになっています。これまで多種類のセンサ・MEMS と集積回路を融合したスマートチップの作製を行ってきたのですが、MEMS 加工には CMOS プロセス以外に特殊なプロセスが必要で、装置もまた分けて使うことが必要な場合が多くなりました。これをいかに整理、管理するかが難しいところで、お互いの利害を調整できるかが成功のポイントとなります。これはお互いが可能な限り歩み寄れる関係が必要です。また、これまでに無い新しいプロセスや材料を導入することも必要となります。

このようにして、スマートマイクロセンサチップの完成度を上げるべく、LSI とセンサ・MEMS 融合のための問題点を議論しながら進んでいます。そのためには、種々の材料を用いた多層構造形成、また、シリコンウエハと他の材料との接合も必要となってきますので、CMOS プロセス後、や MEMS プロセス後のウエハ平坦性が重要となり、CMP 技術がこのような分野に利用しやすくなることを期待しています。