

## 第一回 プラズマが衝く～半導体プロセスの40年～ 石川 健治

2021年10月9日(土) 9:00～ モデレータ 堀 勝

### 概要

技術の歴史を遡ってみると、最近では大凡50年ぐらいを掛けて技術革新が生まれている。古の人類は、紀元前4000年前に石器時代、その後の青銅器時代と、道具の発明から、文明が生まれてきた。18世紀になり、鉄と蒸気機関の発明によって産業革命となり、その後の大量生産大量消費社会が到来し、これを気に動力機械の科学が発展してきたことは言うまでもない。現在では、情報通信革命を受け、電子計算機と通信機(電話)はスマートフォンとして、ほかの携帯音楽機器も、それまで家の中でしか使えなかったものが外で利用できるようになるなど、エレクトロニクスの世紀を過ごしている。この発展の起源を遡れば、1847年電子の発見、そして1947年のトランジスタの発明となるであろう。今では、エレクトロニクスが情報処理技術の要となり、根幹にシリコン技術、半導体の製造技術が据えられている。

半導体の中でも情報処理するデバイスは、1990年頃から相補型金属-酸化膜-半導体(CMOS)トランジスタで作られている。このトランジスタは、スケールリング則に従って、デバイスの寸法を幾何学的に小さくすると、消費電力を変えずに、同じ面積上にトランジスタの数を増やすことができ、さらに動作速度も早くなった。この歴史的事実を技術的に実現可能としてきたのが、プラズマプロセスと言っても過言ではない。1970年に提唱されたスケールリング則は、2020年現在で、そのまま実現していないものの、シリコン技術におけるプラズマプロセスの進展が、情報処理技術の発展をもたらすという構図は、今も顕在である。

プラズマプロセスは、パターン寸法を変えずに(異方性)エッチングを実現させる(下図:左から右になるほど、寸法の小さい加工が達成する)。なぜなら、プラズマのシースの効果で、プラズマ中のイオンが被加工基板の表面隅々に垂直方向から衝突するからである。この発明は日本でなされ、これを発端に、今でも衝撃的なデバイス寸法のスケールリングが達成する上でプラズマ技術は、その要衝となっている。



思いおこしても1980年代当時、10社以上あった電機メーカーの技術者は、プラズマプロセスを開発し、現代のパーソナルな情報化社会への大きな時代のうねりの礎を築いた。40年に亘り、技術開発をしてきた技術者の多くは、私利私欲に突き動かされたというよりは、結局、自然現象への科学的なアプローチの一つであったように思える。有益な技術が多く発明され、それらが国境や会社の垣根を越えて、広まっていったことは、すばらしい出来事であった。

謝辞: ドライブプロセス国際シンポジウム(2018年)40周年記念準備委員会の委員各位には、資料準備をいただき感謝いたします。