

半導体デバイスへの期待

嶋田 隆一（しまだ りゅういち）

東京工業大学統合研究院ソリューション研究機構教授 工学博士



“必要は発明の母”という言葉がある。ニーズとシーズの関係だとすると、ニーズなくして進歩は無いということ、いまさらながら工学の原点ともいえる言葉である。

かつて、私は真空放電ギャップを使った大電力16MWの1MHz発信器を製作したが、それは核融合プラズマの安定制御用であった。また石油ショックの折には、世をあげてエネルギー開発が盛んで、私は原子力研究所において核融合実験装置JT-60のプラズマ電流励起用直流遮断器92kA-25kVの開発に携わり、サイリスタ型遮断器も同時に試作した。その後JT-60用の磁場コイル電源として100万kWの直流電源を開発。4kV-3kAのサイリスタを使った巨大なプラズマ制御電源の開発においては50万kWの発電機の全出力をサイリスタ変換器群に供給するものである。そのサイリスタ変換器は20年を経て今も故障も無く稼働している。この時のサイリスタはちょうど直流送電に向けて、各社が世界最大の大型100mmφのサイリスタを作り始めた時期のものであり、それは直流送電用であったため高耐圧を目指したものであった。

しかし核融合は大電流ではあるが低電圧なのである。ここにニーズとシーズのミスマッチがあった。後日、当時の文部省未来開拓研究委員会において、次期の核融合実験炉ITERプロジェクト用電源に数百万kWの需要があるので耐圧を下げた超電導コイル用に通電ロスの小さいサイリスタを作れないのかと、提案したことがある。この未来開拓委員会はその時のデバイス開発者とパワエレ開発者が一堂に会して未来の半導体デバイスについて論じた実に有意義な会であったが、まさにニーズ、シーズの出会いの場であったのだ。結果的にサイリスタのオンドロップは下げられることがわかった。

今回の東京工業大学（東工大）と富士電機デバイステクノロジーとの共同研究の成果はこれを下地にしているといえる。東工大ではスナバーエネルギーの再生機能を持った逆導通半導体スイッチのブリッジ構成スイッチの応用先を模索していた。このスイッチは回路と負荷の磁気エネルギーを再生することから、力率を改善するACスイッチである。力率の改善により、誘導電動機の力率が改善され、

起動トルクを増大、発電機の出力電圧をも増大できる。

富士電機の内田喜之氏（当時）には、この磁気エネルギー再生スイッチをMERS（Magnetic Energy Recovery Switch）と名付けていただいた。まず、欧州で盛んな風力発電用に、発電機と変換器の損失を下げ、出力ピークを上げる革新技術として開発する計画である。MERSは直列接続のスイッチなので損失の少ない半導体デバイスは不可欠である。ここで、ゼロ電圧ゼロ電流のソフトスイッチと電圧源コンデンサの無い電流型変換に着目して、オン電圧1.54VのIGBTが開発された。

この度、オランダでのパワー半導体国際会議ISPSD第20回記念大会で招待講演として発表する機会があり、ここでは省エネスイッチ、グリーンIGBTと賞賛された。特に欧州の風力発電業界に注目され、風力関係の商業雑誌にも紹介された。東工大のソリューション研究機構がめざしている、ニーズを先取りするシーズ開発の成果である。この度、ベルリン工科大学と東工大との全学研究協力協定が結ばれ、その中心テーマはMERS電流型スイッチ応用に係る広い省エネ技術、電力貯蔵技術である。希望としては、エネルギー技術のニーズとシーズに対してドイツ企業も加わり日独共同プロジェクトとなるとうれしいのだが。東工大には産業現場に強いといういわゆる蔵前精神というものがあつた、新概念を提示してエンドユーザーの評価を得てこそ東工大の産業ソリューション研究で、これが世界で生かされると思う。諸外国の追い上げは速い。特に世界の市場で新技術を生かそうとするドイツの姿勢には感心させられた。特任教授の志賀雅人氏によると、重要なのは産業革命以来のプロダクト・アウト型から、すでにマーケット・イン型に移行している、とのことである。

半導体デバイスにおいても、カスタム開発の時代になった。今回のMERS用IGBTはその成功例である。それがもとでMERS技術は進展し、MERS用IGBTを周波数可変の誘導加熱に用いる開発が進んでいる。パワー半導体デバイスにおいては決してカタログ値の高性能が世界のニーズではない。個々の顧客に喜ばれるジャストフィットな半導体デバイスを提供することが重要である。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。