

地球環境保護とパワーデバイス

熊本工業大学
エネルギーエレクトロニクス
研究所長 教授
九州大学名誉教授
九州電力株顧問

原田耕介



先日、届けられた政府機関発行の1999年度版(来年度版?)の環境総覧⁽¹⁾をめくっていたとき、従来型産業公害という見出しが目を引いた。ここには、戦後の経済成長の時代、大きい社会問題となった大気汚染、水質汚濁、など企業による公害が、昭和の終わりごろには解決の目途がつき、現在終えん(焉)に向かいつつあることが記されていた。

これに対し、平成に入るところから、地球規模の環境問題が数多く顕在化してきた。この中で、エレクトロニクス技術に深いかかわりを持つものに、地球温暖化の問題がある。特に我が国でこの問題が緊急の課題として提示されたのは、1997年12月のCOP3(地球温暖化防止京都会議)の協定であった。この内容は、我が国におけるCO₂等温室効果ガスの排出量を、2008年～2012年までに1990年水準の6%以下に規制するというものであった。

地球温暖化ガスの抑制には、石油など化石燃料を使用するすべての企業又は個人が対象となる。特に石油の大量消費に結び付く電力や、これを利用する産業、個人、さらには自動車など運輸関係の取組は重要である。この中で、市場の拡大が著しいエレクトロニクス関連分野の省エネルギー化は、最優先の課題となっている。

パワーエレクトロニクスは、半導体スイッチの開閉によって電力制御を行うことを基本とし、省エネルギーのキーテクノロジーとして知られている。しかし、この技術を十分生かすには、半導体スイッチの低損失化が前提となる。これには、スイッチの高速化とオン電圧による損失の低減が必要である。スイッチの高速化はサージ発生の原因となり、サージはノイズとなって、半導体スイッチの制御回路のみならず、他の電子機器にも悪影響を及ぼす。サージの発生を防止するには、ソフトスイッチングを適用するか、低損失のスナバ回路の開発が必要である。また、ソフトスイッチングは、スイッチング損失の低減にも有効である。

パワーエレクトロニクスも、一般のエレクトロニクス技術と同様、マイクロ化又は省スペースが強く求められる。しかし、電力を取り扱うため、集積化には問題がある。また、DC-DC変換器(スイッチング電源)のように、変圧器やリアクトル等の磁気素子及び大きい平滑コンデンサが必要な場合には、従来のIC技術(モノリシック)の適用は原理的に不可能となる。この場合には、スイッチング周波数を高めることによって小型化が達成できる。しかし、平滑コンデンサを極端に小型化すれば、安定性に問題が生じる。

これに対し、DC-AC変換器(インバータ)を利用する場合、特に電動機制御では、電動機自体が低域フィルタ特性を持ち、平滑回路を省くことができる。その結果、制御部分とパワー部分を同一ウェーハ上で絶縁して、全体を一つのICとしてまとめる、いわゆるインテリジェントパワーICが実現できる。ここでは、電動機制御に必要なあらゆる情報処理と電力制御が一つのICで可能となる。

DC-AC及びDC-DC変換のいずれの場合も、入力側で用いる整流回路を小型にするため、コンデンサ入力方式が用いられる。この場合、商用電源にピーク電流が流れる。このピーク値は負荷電流に比例して増大し、これによって配電線に電圧ひずみが発生する。この問題は、ノイズによる環境ストレスと同様、パワーエレクトロニクスの適用に際し常に対策が必要である。

ある試算によれば、半導体スイッチ素子の製造に要するエネルギー量は、この素子の使用期間中取り扱われる総エネルギー量のわず(僅)か0.1%程度にしかすぎないという⁽²⁾。半導体パワーデバイスが、省エネルギーのための優れたキーエレメントとして、地球温暖化防止に更なる貢献を行うことを期待したい。

(1) 通商産業省環境立地局監修：環境総覧 1999, (株)通産資料調査会

(2) 川上 明氏よりの書簡(1998年8月31日)