

# パワーデバイスの現状と将来動向

～シリコンデバイスならびに新材料

パワーデバイスの特徴と課題～

筑波大学 数理物質系  
岩室憲幸

## 1. はじめに

コロナ禍が少しずつではあるが治まりつつある状況の中、依然として解消されないのが半導体不足である。この半導体不足の理由はいくつかあるが、大きな理由の一つが CO<sub>2</sub> 排出実質ゼロを目指した自動車の電動化 (xEV 化) による半導体需要の急拡大とも言われている。これにより最近ではパワーデバイスの需給も逼迫しているとも伝えられており、今後はコロナ禍で落ち込んだ自動車生産の急回復を睨み、パワーデバイスは需要拡大の新たな機会が巡ってきそうな状況にある。公表された記事によるとパワーデバイス市場は今後 8 年間で 2.6 倍拡大すると見込まれている。ここに、炭化珪素 (SiC) や窒化ガリウム (GaN) に代表される新材料パワーデバイスが入り込んで需要の拡大をけん引したいところであるが、同記事によれば、新材料パワーデバイスは 2022 年の約 1250 億円から 2030 年に 1 兆円を超える規模になるもののパワーデバイスの大部分は 2030 年に至ってもシリコン (Si) デバイスが約 80% を占めると予測している<sup>1)</sup>。本報では、市場の主役であり続ける Si デバイス、特に Si IGBT の現状について解説した後、新材料パワーデバイスとして大いに期待されている SiC/GaN パワーデバイスの最新開発状況、ならびにこれら素子の市場拡大に向けた課題について述べる。

## 2. パワーデバイスとは

### 2-1 その役割と要求される特性

図 1 は、パワーエレクトロニクス回路の中で代表的なインバータ回路の概略図とその動作を示したものである。プラグインハイブリッド自動車や電気自動車において、電池の直流電圧・電流を変換し交流モータを回すなど、車を動かす場面で使われている。まず回路内のスイッチ S<sub>1</sub> と S<sub>4</sub> がオン、S<sub>2</sub> と S<sub>3</sub> がオフ状態の時、インバータ回路に接続された負荷 (モータ) には上から下に電流が流れる。次の瞬間、今度はスイッチ S<sub>1</sub> と S<sub>4</sub> がオフ、S<sub>2</sub> と S<sub>3</sub> がオンになると、負荷には逆に下から上向きに電流が流れる。この動作を繰り返すことにより、図に示すように入力「直流」電圧を、負荷では「交流」電圧として取り出せることが可能となる。これがインバータ回路の動作である。つまり S<sub>1</sub>～S<sub>4</sub> 半導体スイッチのオン・オフ動作によって電力を変換するのである。

パワーエレクトロニクス (以下パワエレと略す) 機器は、パワーデバイスに電流を流したり、切ったりすることで電力変換を行う。つまりパワーエレクトロニクス機器の中でパワーデバイスは、「スイッチ」として動作するのである。このパワエレ機器の高効率化は、いかにパワーデバイスでの損失を抑え

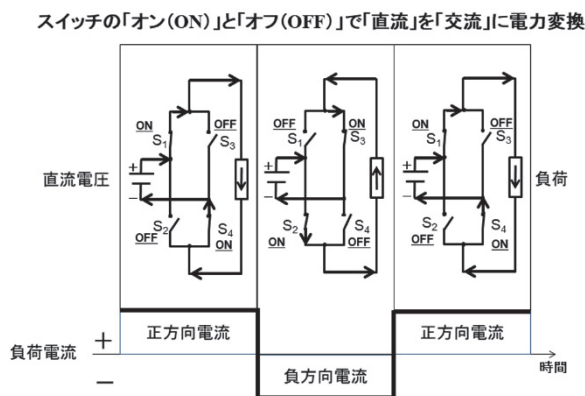


図 1 インバータ回路概略図とその動作