

HEV用IPMの技術展開

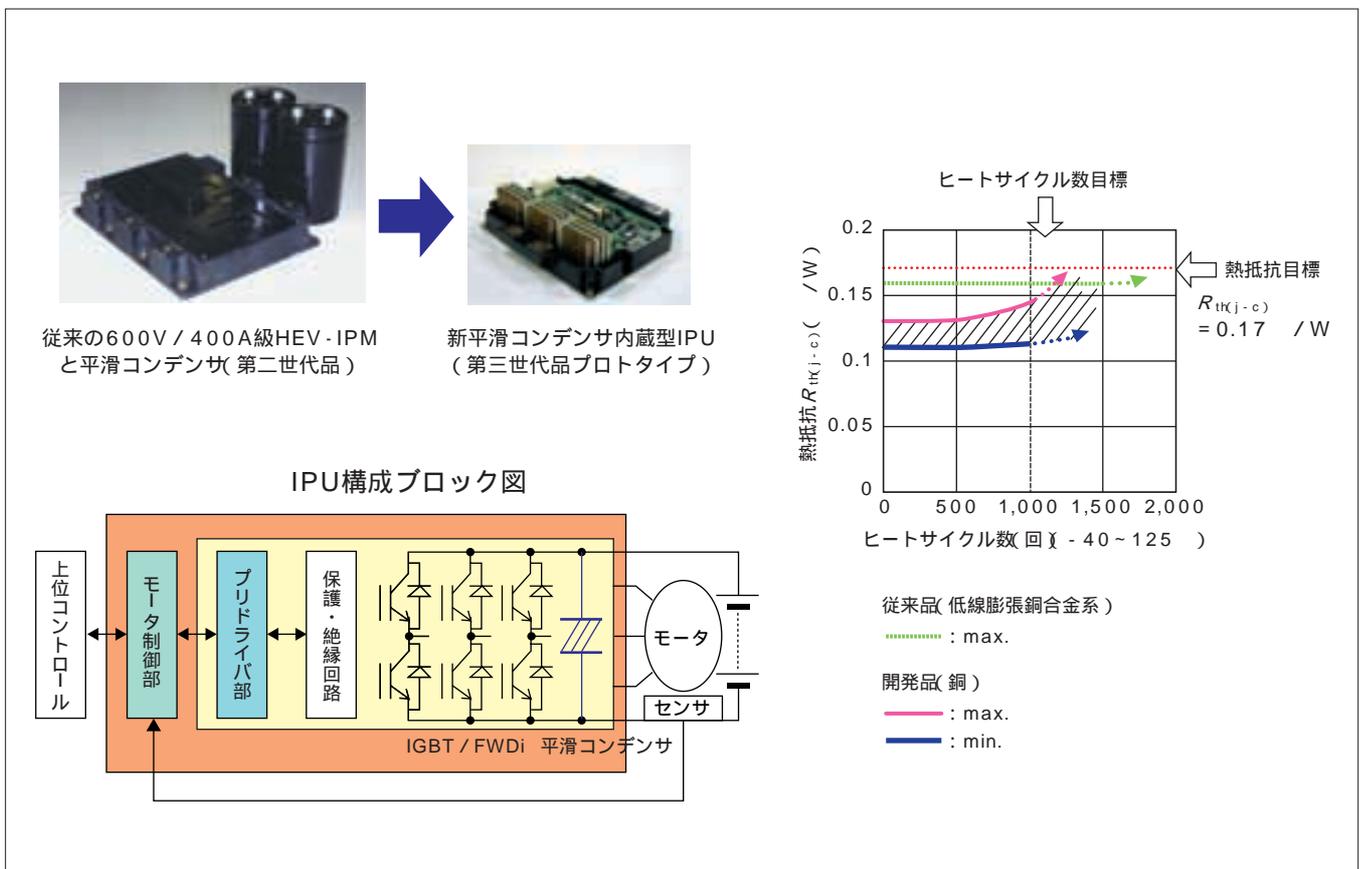
深田雅一*
 ゴーラブ・マジウムダール*
 前川博敏**

要旨

三菱電機は、1995年に電気自動車用として第一世代の600V / 450A IPM(Intelligent Power Module)を開発し、97年には第二世代品として国内初の自動車メーカー対応ハイブリッド車(HEV)用カスタムIPMを量産化し、'98年にはハイブリッド車対応汎用IPMとしてCGAシリーズを発表した。また、99年の国内及び海外対応カスタム品の量産化に続き、現在、第三世代品HEV・IPMとして更なるインテグレート化を図ったIPU(Intelligent Integrated Power Drive Unit)を開発中である。

これまで市場要求の高い55kW級モータ用600V / 400A級IPMに対して、チップサイズ13mm角IGBTの2パラレル化が必要であったが、今回のIPUでは、超微細平面ゲートIGBTの採用によって大面積1チップ化を進め、電源部も含めたパッケージの大幅な小型化を図った。

また、絶縁基板と放熱ベース板間接合部はんだの熱的疲労問題を、アセンブリプロセス改善及び材料、構造、チップレイアウトの最適化等によって解決した。さらに、フェールセーフの考えからヒートサイクル寿命を確実に把握するため、オンチップ温度センス部にクラック検知の役割を持たせたことで、熱伝導性に優れた銅ベース板の適用を可能とした。IGBTパワーチップは、車載IPM用として専用開発を行っており、低損失化を進めるとともに、電気的信頼性を向上させている。将来の燃料電池車などでは高温のエンジンがないため、ヒートサイクル条件は緩和の方向に向かうと考えられるが、反面、更なるコンパクト化要求のため高電流密度化が進み、パワーサイクル、熱疲労の条件が厳しくなる点も考慮し改良を進めた。



第二世代HEV・IPMと第三世代品となるIPUの外観及びその耐ヒートサイクル特性グラフ

左上図は第二世代HEV・IPM PM400CGA060の外観である。熱抵抗値の大きな低線膨張銅合金系ベース板を採用しているためIGBTチップが2並列化し外形寸法が大型化していた。中上図と左下図は、第三世代HEV・IPMとして開発中の平滑コンデンサ内蔵型IPUプロトタイプと構成ブロック図である。今回、1,000サイクル以上の耐ヒートサイクル性要求にも放熱性の良い銅素材ベース板が適用できたことで、大型IGBTの1チップ化を実現した。右図は15mm角IGBTを使用した場合の熱抵抗 $R_{th(j-c)}$ とヒートサイクルの相関を示したグラフである。