

SiC ダイオード適用インバータの設計指針と限界性能

背景

SiC デバイス適用インバータの実用化は、ダイオードのみ SiC とするハイブリッドインバータから始まるものと考えられており、当所においても、平成 19 年度に SiC ダイオードを適用した分散形電源連系インバータを試作し、その性能評価を行った。この結果、損失としては Si デバイスによる最高効率機の 15% 減となる、効率 96.4% を達成し、体積に関しても市販品の 14% 減とできる見通しを得た¹⁾。実際の実用化においては、この試作機成果をベースに、効率、体積から見た限界性能が得られるよう、インバータパラメータの設計最適化を行うことが重要となる。

目的

ダイオードにのみ SiC を適用したハイブリッドインバータの設計指針を整理し、効率、体積から見た限界性能を明らかにする。

主な成果

試作機インバータ(図 1, 表 1)を対象に、インバータシミュレーションプログラム²⁾を用いてパラメータ解析を行い、ハイブリッドインバータの設計指針と限界性能に関して以下の知見を得た。

(1) 設計指針

- パラメータの最適化は、チョッパ部とインバータ部で独立に行うことができる。チョッパ部ではスイッチング周波数とリアクトル値、インバータ部ではスイッチング周波数とフィルタリアクトル値の 4 つのパラメータの設計が重要となる。
- パラメータの最適化にあたっては、効率(損失)と体積からなる性能指標を定義し、チョッパ部では電流断続が生じないこと、インバータ部では流出高調波電流が規制値³⁾を超えないことを制約条件に、性能指標が最大となる上記 4 パラメータの組み合わせを探索する。

(2) 効率から見た限界性能(図 2)

- 試作機設計値(表 1)に対して、効率からみた最適パラメータは、チョッパスイッチング周波数 18kHz、チョッパリアクトル 320 μ H、インバータスイッチング周波数 9kHz、フィルタリアクトル 1600 μ H である。この設計により、損失は Si デバイス最高効率機の 20% 減、体積は市販品の 11% 減の性能向上が得られる。このように効率のみを考慮した場合には、できるだけ低いスイッチング周波数を選定する方が有利となる。

(3) 効率・体積の両方を考慮した場合の限界性能(図 3)

- 損失低減と体積低減⁴⁾の効果を同等に評価した場合⁵⁾、チョッパのみ 36kHz、160 μ H の組合せに変更することで、損失は Si デバイス最高効率機の 18% 減、体積は市販品の 15% 減の性能向上が得られる。

- 注 1) 葛巻淳彦, 餅川宏, 小谷和也, 武田秀雄, 高崎昌洋, 岡田有功, 菊間俊明, 「SiC ダイオードを適用した分散電源連系インバータの性能実証」, 電気学会 D 部門大会, No. 1-76, 2008
- 2) インバータシミュレーションプログラムの開発(その2) 実測比較による解析精度の検証」, 電力中央研究所 研究報告 R07016, 2008
- 3) 系統連系規程によれば, 基本波定格電流に対し, 各次 3%, 総合 5%以下となっている。
- 4) 体積は, 試作機での実績をベースに, リアクトルに関してはインダクタンスに比例するものとして, また冷却フィンに関しては損失に比例するものとして算出した。
- 5) 性能指標を, [損失基準値] / [損失計算値] + [体積基準値] / [体積計算値] で定義。損失と体積の基準値は, それぞれ試作機に対応した 3.6%, 12,432cm³。

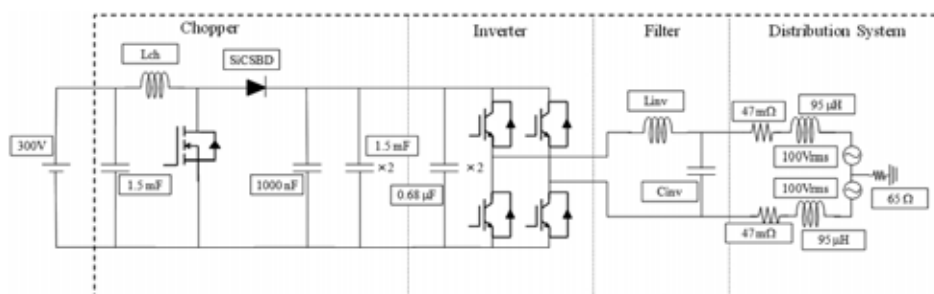


図 1 ハイブリッドインバータ試作機モデルと解析対象システム

表 1 ハイブリッドインバータの試作機パラメータ

チョップスイッチング周波数	72kHz	インバータスイッチング周波数	18kHz
チョップリアクトル Lch	160 μH	交流フィルタリアクトル Linv	800 μH

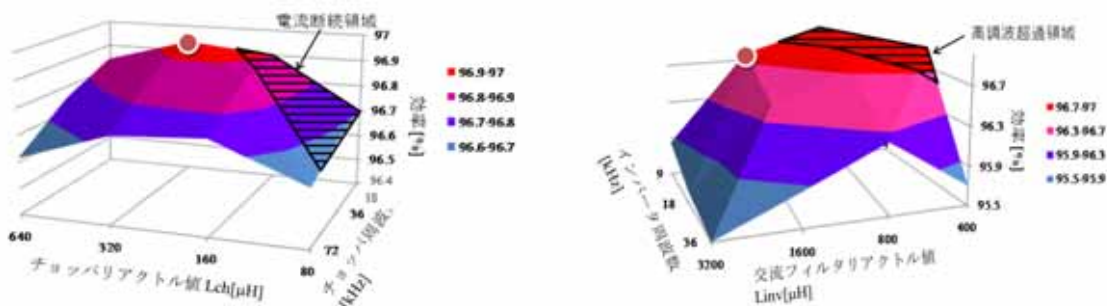


図 2 チョップおよびインバータのパラメータに対する効率変化

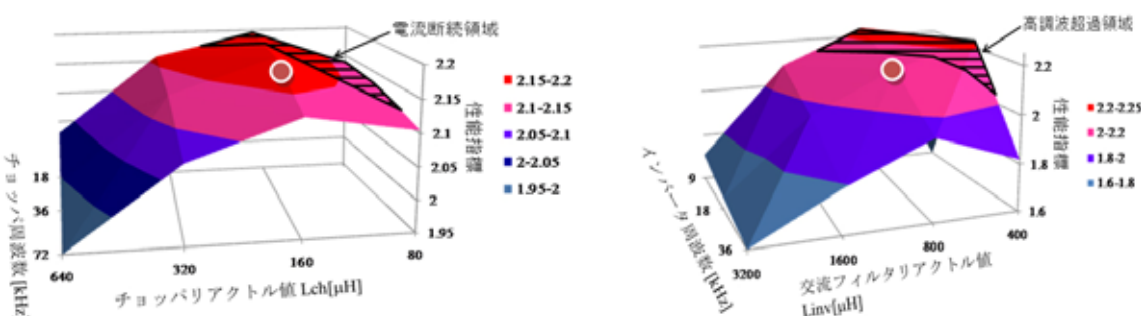


図 3 チョップおよびインバータのパラメータに対する性能指標⁵⁾変化

研究報告 R08027	キーワード：ハイブリッドインバータ、SiC ダイオード、インバータ効率、限界性能、設計指針
関連研究報告書	「インバータシミュレーションプログラムの開発(その2) - 実測比較による解析精度の検証 - 」R07016 (2008年6月)
担当者	高崎 昌洋 (システム技術研究所 需要家システム領域)
連絡先	(財)電力中央研究所 システム技術研究所 Tel. 03-3480-2111 (代) E-mail : serl-rr-ml@criepi.denken.or.jp