アクティブフィードバック回路とパッシブフィルタを併用する PWMインバータ用ハイブリッドコモンモード電圧キャンセラ

A Hybrid Common-Mode Voltage Cancelation Using a Passive Filter and an Active Feedback Circuit for PWM Inverters

1. 研究背景

- ハイブリッド自動車(HV)，電気自動車(EV)ではモータ駆動にスイッチングインバータが用いられる
- SiC，GaNといった次世代半導体デバイスの利用により，スイッチング速度の高速化，スイッチング周波数の高周波化が可能

インバータ受動部品の小型化，モータ損失低減による小型化

駆動システム全体の小型軽量化

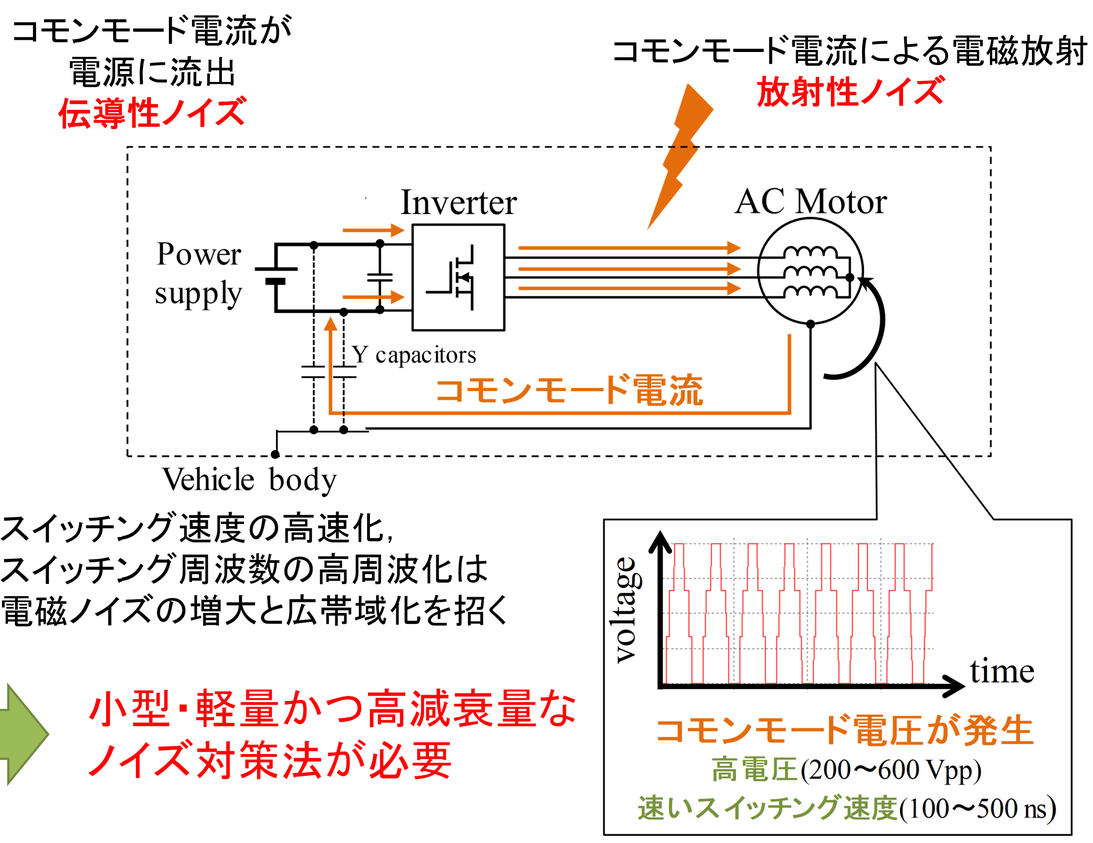
インバータの発生するノイズ問題

スイッチングによりコモンモード電圧が発生

コモンモード電圧によりコモンモード電流が流れる

- コモンモード電流が電源に流出 伝導性ノイズ
- コモンモード電流による電磁放射 放射性ノイズ

→ 他機器の誤動作

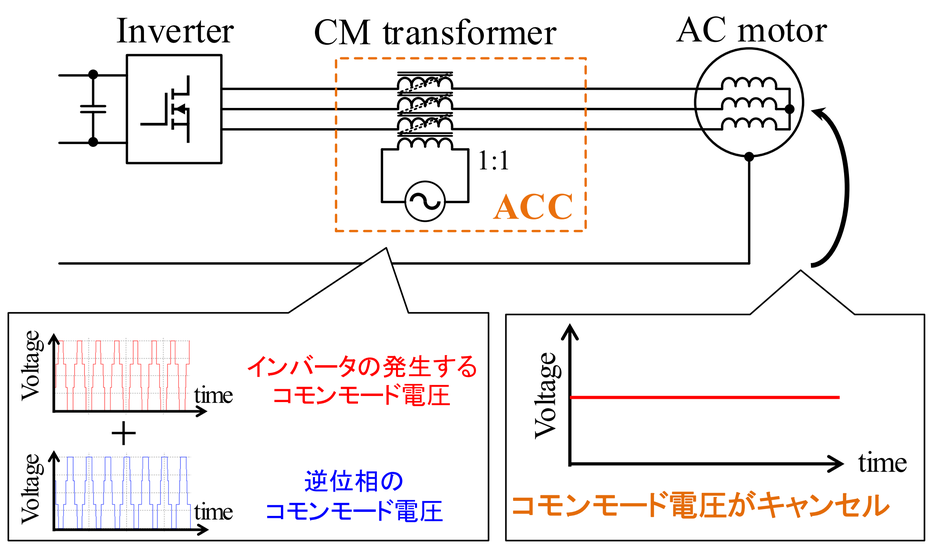


- スイッチング速度の高速化，スイッチング周波数の高周波化は電磁ノイズの増大と広帯域化を招く

→ 小型・軽量かつ高減衰量なノイズ対策法が必要

2. インバータのノイズ対策

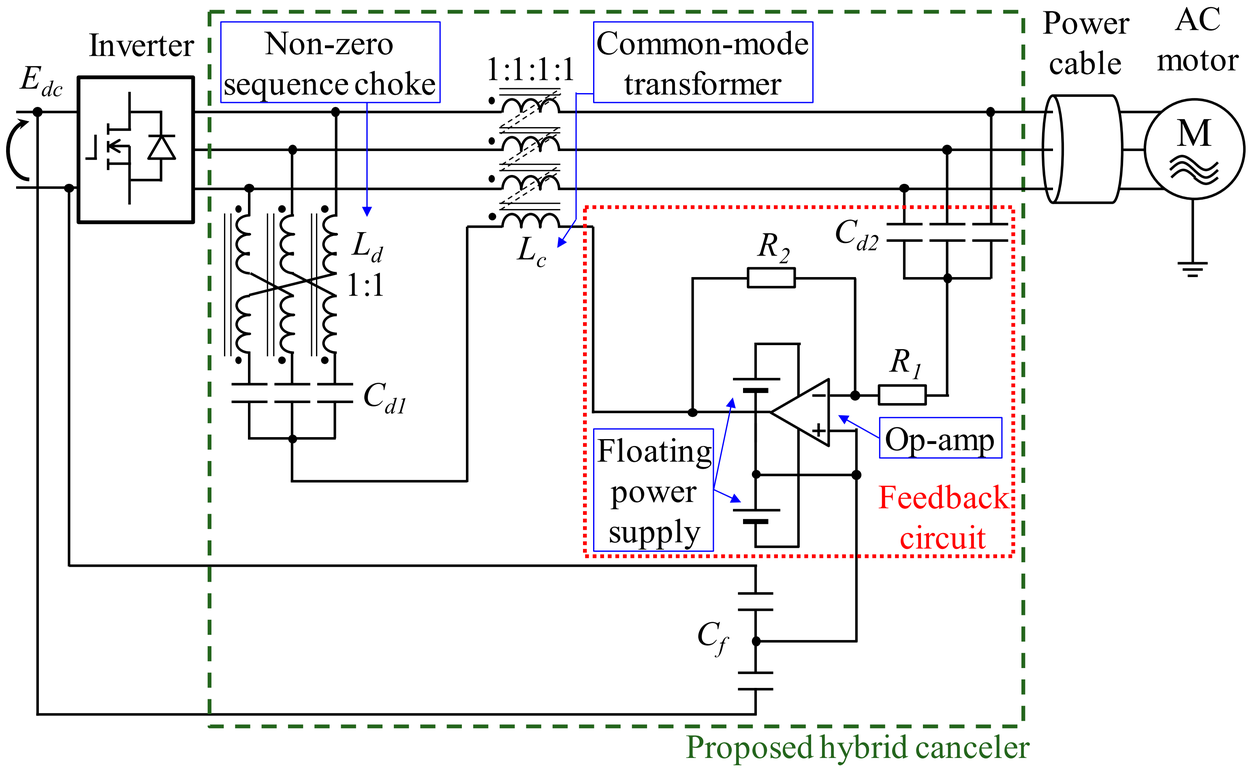
アクティブコモンノイズキャンセラ(ACC)



- インバータの発生するコモンモード電圧を検出
  逆相の電圧を加算することでコモンモード電圧をキャンセルする
- 受動部品のみを用いるパッシブキャンセラと比較し
  同体積・重量で大きなノイズ減衰量を持つ
- ACCで使用するバイポーラトランジスタの耐電圧の制限により
  300 V以上のインバータには適用できない (HV, EVに適用困難)

本研究では，高耐圧かつ高減衰量なハイブリッドキャンセラを提案

3. 提案ハイブリッドキャンセラ



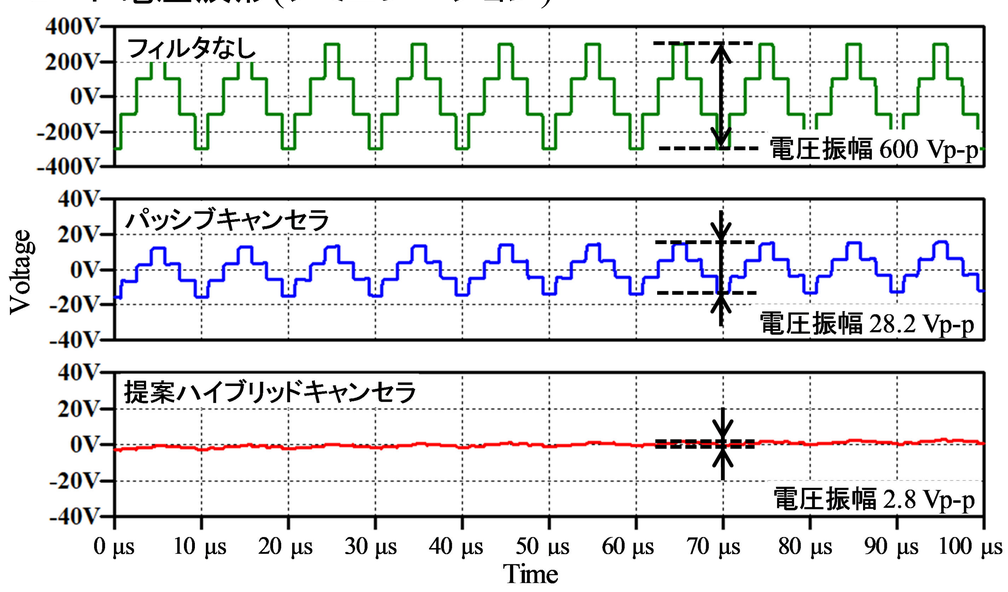
- 大容量(数μF)のコンデンサと非零相チョークでコモンモード電圧を検出
  トランジスタ無しでコモンモードトランスを駆動 (パッシブキャンセラ)
- 適用するインバータの電源電圧に制限無し
- パッシブキャンセラは非零相チョークとコモンモードトランスの漏れインダクタンスが原因となり，コモンモード電圧減衰量が悪化

提案ハイブリッドキャンセラ

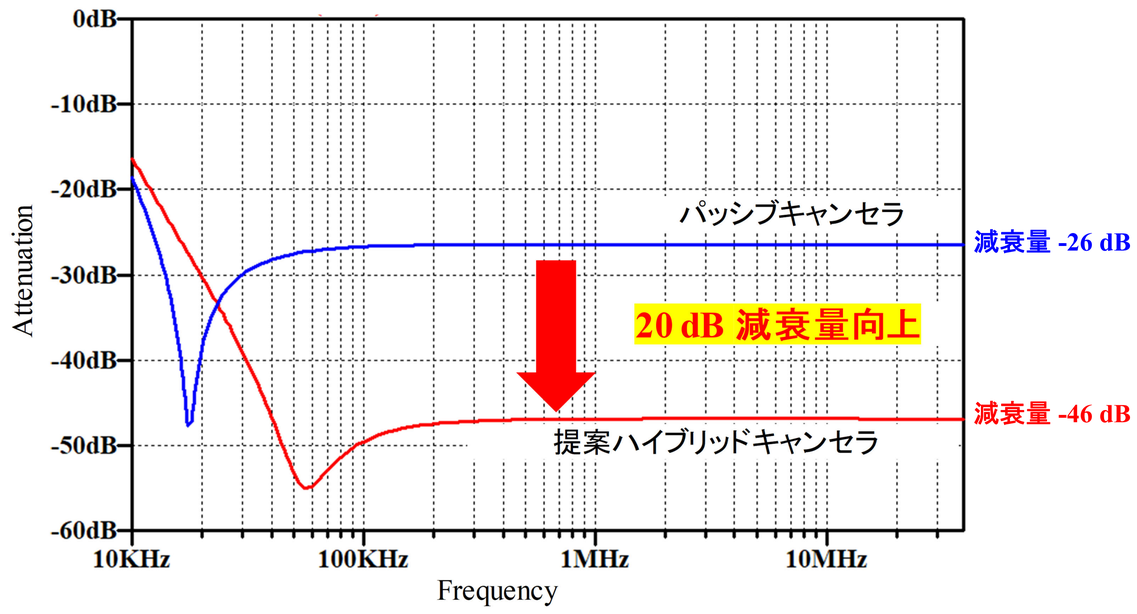
- アクティブフィードバック回路を併用し残留コモンモード電圧を減衰
- 同サイズでより大きなコモンモード電圧減衰量を達成

4. 提案ハイブリッドキャンセラ ノイズ抑制効果

コモンモード電圧波形(シミュレーション)



コモンモード電圧減衰量(シミュレーション)



5. まとめ

- 適用するインバータの電源電圧に制限が無く
  高いコモンモード電圧減衰性能を持つハイブリッドキャンセラを提案
- 提案ハイブリッドキャンセラは，漏れインダクタンス起因の残留コモンモード電圧をフィードバック回路により補償
  パッシブキャンセラと比較し大きなCM電圧減衰性能を達成(-20 dB向上)