

オープン巻線モータの力率を考慮した デュアルインバータの空間ベクトル変調

大音 慶明*, 野口 季彦 (静岡大学), 笹谷 卓也 (株式会社デンソー)

Space Vector Modulation of Dual Inverter Taking Power Factor of Open-End Winding Motor
Yoshiaki Ohto, Toshihiko Noguchi (Shizuoka University), Takanari Sasaya (Denso Corporation)

1. はじめに

現在、ハイブリッド車ではバッテリー電圧を双方向チョップにより昇圧して 2 レベルインバータを動作させ、高電圧モータを駆動している。しかし、昇圧チョップとインバータのうち一方でも故障すると、モータを駆動できなくなりフェールセーフの点で問題があることや、2 段電力変換のためにシステムの効率向上が困難であることが問題となる。そこで、筆者らはオープンエンド巻線をもつモータを 2 台のインバータで駆動するデュアルインバータ方式を検討してきた。

デュアルインバータ方式は、片方のインバータで三相巻線を短絡することで、従来のシングルインバータ方式として動作することや、片方のインバータの直流電源をキャパシタに置き換えることなどができる。ただし、この場合はキャパシタ電圧を一定に制御しながら、マルチレベル波形を形成しなければならない。本論文では、モータの力率に応じてキャパシタ電圧を一定に制御しながら、SVM によって巻線にマルチレベル電圧波形を形成する手法をシミュレーションで検討したので報告する。

2. 回路構成

本論文で検討する回路構成を図 1 に示す。左側のインバータを INV1、右側のインバータを INV2 とし、INV2 の直流電源をキャパシタに置き換えている。また、電圧ベクトルの冗長性を担保するために、INV2 のキャパシタ電圧を INV1 の直流電源電圧の半分に制御する。

本回路によって出力可能な電圧ベクトルのうち一部を図 2 に例示する。デュアルインバータ方式では、特定の電圧ベクトルを異なるスイッチングモードで出力することができる。各相の上アームが ON している状態を 1 とし、それぞれのインバータのスイッチング状態を $(u1, v1, w1)(u2, v2, w2)$ で表すと、V30 という電圧ベクトルは $(1, 0, 0)(1, 0, 1)$ または $(1, 1, 0)(0, 1, 0)$ の 2 種類のスイッチングモードによって出力可能である。このとき、スイッチングモード毎にキャパシタを流れる電流方向も変化するので、ある電圧ベクトルを出力する際、冗長なスイッチングモードの中から適切なスイッチングモードを選択することで、キャ

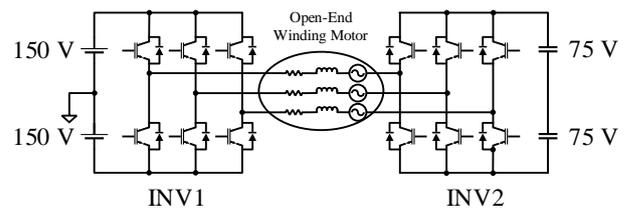


Fig. 1. Open-end winding motor fed by dual inverter.

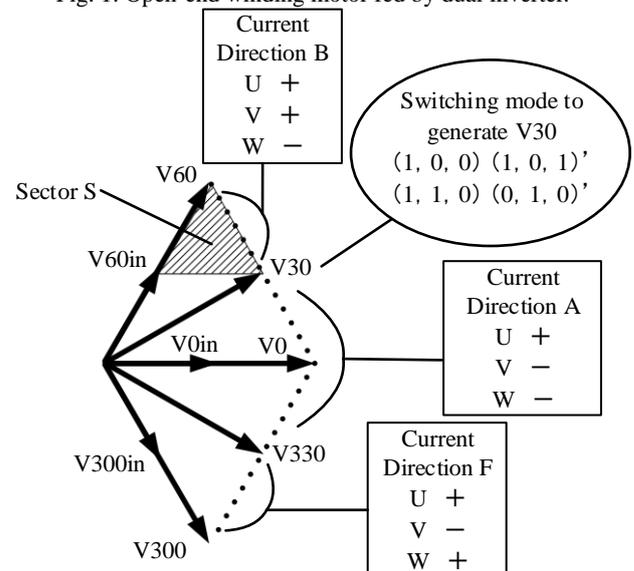


Fig. 2. Example of voltage vectors generated by dual inverter. パシタの充放電を制御することができる。

3. キャパシタの充放電制御法

本論文の制御対象はモータを想定しているため、負荷は誘導性である。したがって、デュアルインバータによって出力された電圧に対して、モータ電流の位相は遅れる。また、モータ力率は、巻線の定数や運転状態によって変動するので、モータ電流の遅れ角も変化してキャパシタの充放電に影響を与える。

ここで、図 2 に示す領域 S 内の電圧ベクトルを出力する場合を考える。モータ力率が変動すると、領域 S で出力した電圧ベクトルに対して電流ベクトルの遅れ角に応じて、モータ電流の方向が電流方向 B、電流方向 A、電流方向 F のいずれかに決まる。ただし、電流方向「+」は、INV1 側から INV2 側に電流が流れる方向を示している。また、図 3

