

次世代アーク溶接機用 ソフトスイッチング PWM 高周波絶縁型 DC-DC コンバータ の開発 (その2)

—ハーフブリッジ構成—

土井敏光

どい としみつ (株)ダイヘン 溶接機事業部

森本慶樹

もりもと けいき (株)ダイヘン 溶接機事業部

中岡睦雄

なかおか むつお 工学博士 慶南大学産業大学院・教授
山口大学大学院理工学研究科・名誉教授

キーワード：高周波ハーフブリッジインバータ、高周波絶縁リンク DC-DC コンバータ、高周波プレナートランス、直流入力サイド補助部分共振回路、ソフトスイッチング PWM、400V_{AC-rms} 入力対応、三相ダイオード整流コンバータ、アーク溶接用電源機器

1. まえがき

前号では「次世代アーク溶接機用ソフトスイッチング PWM 高周波絶縁型 DC-DC コンバータの開発 (その1) —フルブリッジ構成—」について紹介した。本号では、従来のハーフブリッジ高周波インバータリンク高周波絶縁型 DC-DC コンバータにおいて DC 入力バスラインサイド直列スイッチとロスレス部分共振スナバ用キャパシタを追加したソフトスイッチング PWM 高周波絶縁ハーフブリッジインバータ形 DC-DC コンバータの回路トポロジーについて述べ、産業用アーク溶接機の開発事例を紹介する。

本回路はフルブリッジ構成に比べてスイッチング素子数が6個から4個に低減されており、ドライブ回路を簡略化できる特徴がある。また、各スイッチに発生する電圧が DC バスライン電圧の1/2 となるために商

用電源電圧が400V の場合でも600V 定格のスイッチング素子が使用できる特徴がある。

2. アーク溶接法

前回アーク溶接機の技術進歩とパワーエレクトロニクスの関係について紹介した。今回は、手溶接をはじめ、TIG 溶接、MIG 溶接および CO₂/MAG 溶接について簡単に概説する。

2.1 シールドガスと電極

アーク溶接は、被溶接物（以降、母材と呼ぶ）と溶接トーチ先端部の電極間でアークを発生させ、その熱で母材を溶融させて金属を接合する溶接方法である。大気中で溶接を行った場合には大気に含まれる酸素・窒素といった活性ガスと溶融金属が化学反応を起こし、接合部分の金属の特性が変化してしまう。したがって溶融金属を保護するためにアーク周辺を大気から保護する必要がある。アーク周辺を大気から保護するためのガスをシールドガスといい、アルゴン、炭酸ガス、アルゴンと炭酸ガスの混合ガスなどが一般的に使われる。

炭酸ガスはアーク中で電離して酸素原子となる、酸素は溶融した鉄よりもアーク中の炭素と結合するため溶融金属と反応しないが、酸化しやすいアルミニウムなどの母材では使用できない。

アーク溶接では、アークを発生するための電極の一方は被溶接物の母材である。もう一方の電極は、溶接法によって次の二つに分けられる。

(a) 非消耗電極：電極としてタングステン (W、原子番号 74) が用いられる。タングステンの融点は高温のため溶接アークの熱で溶融しない、このような電極を非消耗電極という。タングステン電極にはアークの起動を良くするために仕事関数が低く熱電子放出が良好な酸化セリウム (Ce、原子番号 58)、酸化ランタン (La、原子番号 57)、酸化トリウム (Th、原子番号 90) などが数%添加されることが多い。近年この内放射性物質であるトリウムの使用は減少している。

非消耗電極を用いた溶接では母材の溶接箇所 (Gap) を埋める金属を供給するためにアーク発生部分に母材と同種の金属でできた溶加棒 (フィラワイヤ) を手動またはワイヤ送給装置で供給する。

非消耗電極を用いたアーク溶接では、陽極側を母材、陰極側を電極とするのが一般的である。写真1は非消耗電極を用いるアーク溶接電源機器を示す。溶接トーチの先端に電極が取り付けられ、電極と同軸状にシールドガスが供給される。