

# 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—

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  
山口大学大学院工学部名誉教授

**キーワード:** 高周波フル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、ソフトスイッチング PWM、直流入力サイド部分共振回路、200V<sub>AC-rms</sub> 入力対応、アーク溶接機用電源

## 1. まえがき

当初は商用交流電力をトランスで溶接に適した電圧に降圧するだけの簡単な構造だった溶接電源は、その後サイリスタ（三端子逆阻止シリコン制御整流素子）による位相制御方式、バイポーラトランジスタ直流チョップ制御方式と発展してゆき現状は高周波インバータを用いたインバータ制御溶接電源が主力製品となっている。このインバータ溶接電源もバイポーラパワートランジスタ（GTR）による 10kHz 程度のスイッチング周波数のものから製品化が始まり、その後パワー MOSFET（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）を用いて 50kHz の高周波でスイッチングするフォワードコンバータ方式の電源が開発された。しかし IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）パワーモジュールが製品化されて以降は、その扱いやすさや高信頼性を背景に 15 kHz 程度でスイッチングす

る高周波インバータ方式が主流となっていたが、溶接電源のさらなる小型軽量化や高周波数化による溶接電流の高速制御は求められ続けてきた。今回著しく進化してきた高周波 IGBT モジュールを用いた、まったく新しいソフトスイッチング回路トポロジーを用いた高周波ソフトスイッチングフルブリッジインバータ方式の溶接用電源を世界に先駆けて開発し、新商品化したので紹介する。

## 2. アーク溶接電源システム

### 2.1 アーク溶接電源の特徴

アーク溶接は図 1 のように分類され溶接方法によって、それぞれに適した溶接電源が使い分けられる。

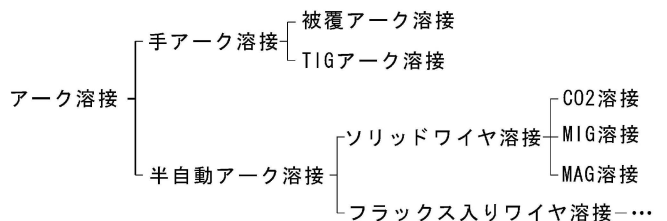


図 1 アーク溶接の分類

溶接電源の出力特性は定電圧特性/定電流特性のものが使い分けられるが、次のような溶接電源独特の特徴がある。

- ・アーク起動時には負荷開放から電極と被溶接物間の短絡を経てアークが発生する。このような急激な負荷変動に対して安定した出力制御が要求される。
- ・溶接アークは短絡とアークを高速に繰り返す変動が激しい負荷である。このような負荷の状態を高速に制御するために溶接電源には速い応答性が求められる。
- ・溶接電流の出力制御範囲が 4~500 A と広範囲に及ぶものもあり、アークを安定して維持するために広い出力範囲での安定した制御性が求められる。

### 2.2 当社アーク溶接機の歴史的変遷

このようにアーク溶接電源にはアークの状態を安定して制御するための独特な要求事項があり、これらの要求を満足するために、高周波インバータ制御方式アーク溶接電源には高効率化、高電力密度化、高性能化の実現に対して高周波数化が求められてきた。

#### (1) トランス方式からサイリスタ位相制御方式

1930 年代から発売していた溶接電源は、タップ切り替え式トランスや可動鉄心を備えた磁気漏れトランスで定電圧特性や定電流特性を得ていたが、1960 年代のサイリスタ（SCR）登場に伴い、出力電圧または出力電流をフィードバック（PI, PID）制御する溶接電源が