

# 단일전류센서를 적용한 대용량 서브머지드 아크 용접 시스템

반충환, 은종목\*, 조영훈, 최규하  
건국대학교, 파워웰\*

## A Single Current Sensor-Based High-Power Submerged Arc Welding System

Choong Hwan Ban, J.M Eun\*, Young Hoon Cho, Gyu Ha Choe  
Konkuk University, Powwel\*

### ABSTRACT

In this paper, a studied the SAW system being developed shipbuilding and plant industry with changing welding method to progress productivity. It studies a SAW system using one sensor instead previous one which is using two sensors. It suggests SAW system which has AC output with high current makes high speed welding and DC output with accurate arcing makes detailed control.

### 1. 서 론

현대 산업에서 여러 집합 방법 중 높은 효율성을 가지고 있는 용접분야는 현재 발전소와 자동차 조선 등 플랜트 산업 분야에서 이용되어지고 있다. 용접시 용접 부에는 수천도의 높은 열의 발생과 짧은 시간에 용접이 이루어지며 높은 유밀성과 기밀성 등의 장점으로 사용이 확대되어져 왔다. 하지만 이러한 용접은 용접공에 따라 용접 품질에 영향을 끼치며, 상황에 따라 용접부의 결함과 폭발등과 함께 큰 사고가 발생할 수 있다. 이러한 용접공의 기술력의 차이에 의한 품질 차이를 줄일 수 있고 용접 이음의 성능을 높일 수 있는 자동화 용접에 많은 연구가 진행되어지고 있다. 자동화 용접중 한 분야인 서브머지드 아크 용접은 미세한 플럭스 속에 전극 와이어를 넣어 아크를 발생시켜 아크열로 이들을 용융시켜 용접을 하는 방법이다. 이에 본 논문에서는 자동화 용접 중 한 분야인 서브머지드 아크 용접(Submerged Arc Welding) 시스템에 관한 연구를 진행하였으며, 제안된 대용량 SAW 시스템은 50[kW]로 설계되었다. 시스템 구성은 삼상 다이오드 정류부와 풀브릿지 컨버터를 PIPO(Parallel Input Parallel Output) 방식으로 적용하였고 풀브릿지 컨버터 후단에 하프 브릿지 인버터를 적용하여 설계하였다. 또한 풀브릿지 컨버터의 후단에서 하나의 센서로 양의 주기와 음의 주기의 전류값을 센싱받으며, 하프브릿지 인버터의 스위치 동작에 따라 AC 모드와 DC 모드가 가능하게 설계하였다.

### 2. SAW 시스템

#### 2.1 시스템 구성

본 논문에서 사용된 50[kW] SAW 시스템은 그림 1과 같이

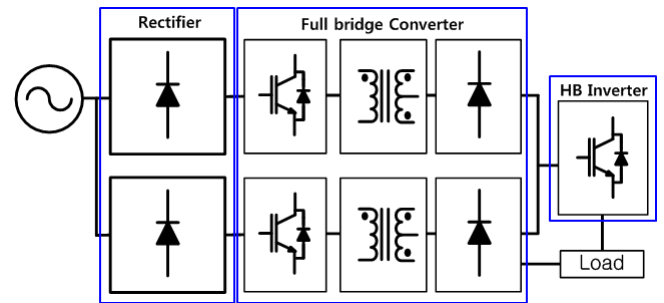


그림 1 SAW 시스템의 구성도  
Fig. 1 Component of SAW system

표 1 시스템 사양  
Table 1 System parameters

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Input Voltage   | 3상 380[V] |
| Output Voltage  | 50[V]     |
| Output Current  | 1000[A]   |
| DC Link Voltage | 537[V]    |
| Switching Freq. | 20[kHz]   |
| Transformer k   | 14:5:5    |

PIPO 방식으로 구성되어진 3상 다이오드 정류부와 풀브릿지 컨버터와, 풀브릿지 컨버터의 출력부에서 하프브릿지 인버터로 구성되어진다. 이 시스템의 정격 사양은 표 1에 나타내었으며, 이 시스템에서 사용되어진 3상 다이오드 정류부는 우형社의 MDS 100 15(1600V 100A)를 사용하였고 풀브릿지 컨버터의 스위치는 세미크론社의 SKM300GB125D를 사용하였다. 2차 정류부 전파 다이오드는 우형社의 DB2F200P6S를 사용하였고, 고주파 변압기는 중성점 탭을 사용하였다. 하프 브릿지 인버터의 스위치는 용접 시 아크와 출력 케이블에 의해 생기는 유도성 역기전력으로 인해 높은 써지 전압이 발생하므로 이를 고려하여 SKM600GB126D를 병렬로 추가 연결하여 사용하였다.

#### 2.2 시스템 제어

SAW 시스템은 그림 2와 같이 전류 제어는 풀브릿지 컨버터의

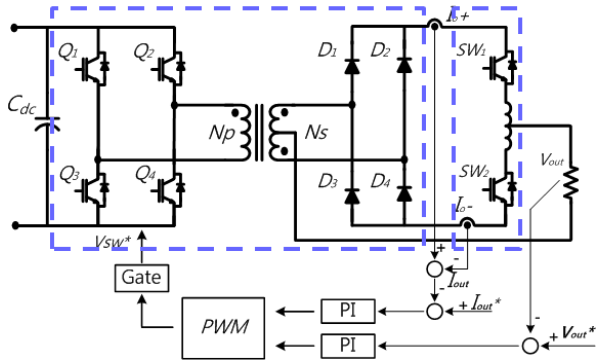


그림 2 SAW 시스템의 제어도  
Fig. 2 Control diagram of SAW system

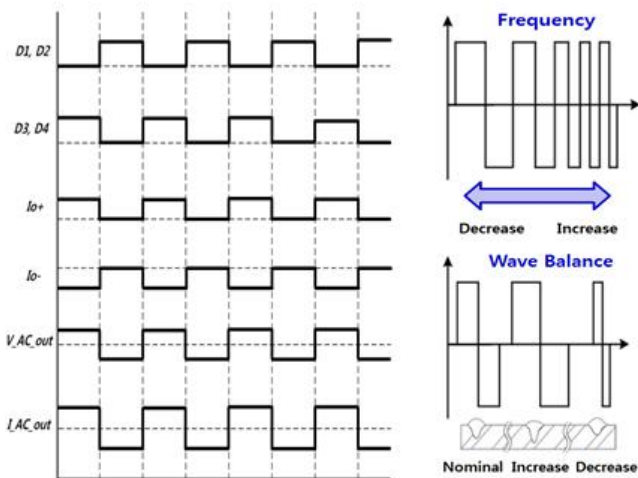


그림 3 SAW 시스템의 동작 파형과 AC 모드 제어 방식  
Fig. 3 AC mode control method and operation modes of SAW system

2차 정류부 후단에서 양의 값과 음의 값을 더한 값을 센싱받아 제어되며, 전압제어는 출력부에서 센싱값을 받아서 PI 제어기를 통해 제어된다. 그림 3은 제안된 SAW 시스템의 동작 파형과 AC모드의 제어 방식을 나타내었다. 다이오드의  $D1(=D2)$ 과  $D3(=D4)$ 가 교번하며, 또한 시스템의 동작 순서는 AC와 DC 모드 중 하나를 선택한 후 CV 모드와 CC 모드 중 선택하여 동작시킨다. AC 모드일 경우에는 그림 3과 같이 주파수(50~100Hz)와 듀티비(0.2~0.8)를 각각 조절하여 동작시킬 수 있다.

### 3. 시뮬이션 및 실험

그림 4는 SAW 시스템의 AC 모드일 경우의 출력전압, 전류와 변압기 1, 2 차측 전압을 나타내었으며, 그림 5는 각 부 실험 파형을 나타내었다. 그림 5는 DC 모드일 경우의 3상 입력전압, 전류와 출력 전압, 전류의 파형을 나타내었다. 출력전압 파형은 용접기의 특성상 출력측의 길이가 약 10m인 케이블과 출력 측 L값이 작아서 생기는 현상이다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 PIPO를 적용한 풀브릿지 컨버터의 출력에 두

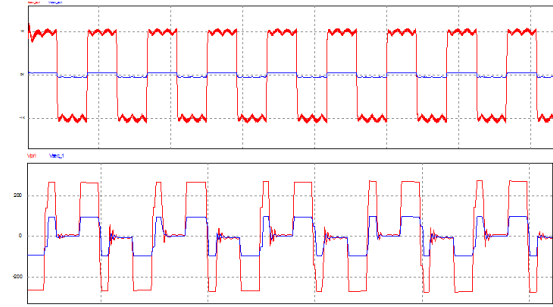


그림 4 SAW 시스템 시뮬레이션  
Fig. 4 simulation of SAW system

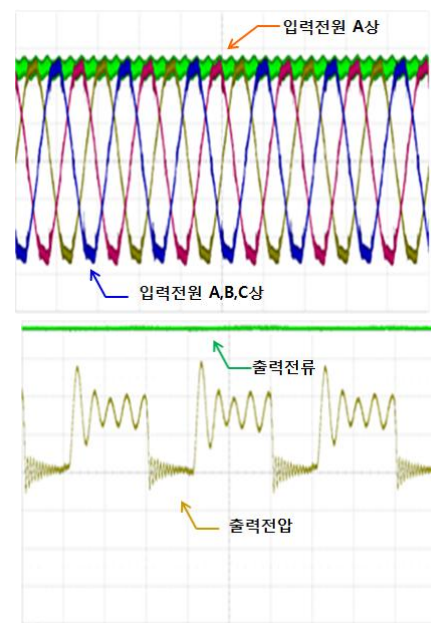


그림 5 SAW 시스템 각 부 파형  
Fig. 5 Each part waveform of SAW system

티비와 주파수 변동이 가능한 하프 브릿지 인버터 토폴로지를 적용하여 시뮬레이션과 프로토타입을 제작하여 실험하였다. 향후 하프브릿지 인버터의 윗셋 제어와 실제 용접 상황을 모의하여 SAW 시스템에서 용접부까지 수십 미터의 케이블을 적용하여 성능을 검증할 예정이다.

○본 논문은 중소기업청의 중소기업 기술혁신개발사업 “미래선도과제”의 일환으로 수행되었습니다.(S204471)

### 참 고 문 헌

- [1] 반충환 외 6명 “듀얼 인버터를 이용한 대용량 SAW 시스템의 설계”, 전력전자학회 2012 추계학술대회
- [2] 채영민 외 5명 “인버터 아크 용접기의 파형제어기법 및 성능향상에 관한 연구” 전력전자학회 논문지, 제 4권 제2호 1999.4 page
- [3] Jian Min Wang, “A Simple Inverter for Arc Welding Machines With Current Doubler Rectifier,”IEEE Trans. Ind. Electronics., vol. 58, no. 11, pp. 5278 5281, Nov. 2011 Nov.