

# 노이즈 차폐 트랜스로 구성된 에너지 절감형 고주파 인버터 용접기 개발에 대한 연구

강윤기    채영민    최규하    \*노침윤  
Kon-Kuk 대학교 전기공학과    \*일양 전기

## A Study on Energy-Saving High-Frequency Inverter Welding Machine with Noise Cut Transformer

Yun-Ki Kang    Young-Min Chae    Gyu-Ha Choe    \*Chung-Yun Ro  
Dept. of Electric Engineering Kon-Kuk University    \*Il-Yang Electric

### ABSTRACT

The electric arc welding machine with high-frequency inverter is studied in this paper which could make more saving in energy than conventional ones with inherent low efficiency. The inverter circuit has been already adopted to special welding machines such as MIG and TIG for improving operating performances so much. But this adoption has not be applied to conventional ac arc welding machine until now. The proposed technology for higher efficiency is to apply the high frequency inverter, together with noise-cut transformer. Overall output characteristics are investigated in aspect of cost and circuit performance. The proposed system is conducted practical experiments using PWM controller.

및 효율을 극대화하여 에너지 손실개선 및 용접상태 개선에 대한 검토가 이루어졌다.

### 2. 인버터 용접기

#### 2.1 인버터 아크 용접기 시스템의 구성

일반적으로 현장에서 많이 사용되고 있는 AC Arc 용접기의 구조는 그림 1과 같다. 변압기의 권선비를 조절함으로써 출력 조절이 이루어 진다.

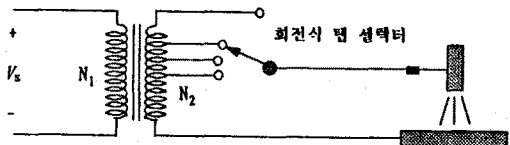


그림 1. AC Arc용접기

### 1. 서 론

용접기술은 열이나 압력 등을 이용하여 금속을 절단, 접합하는 기술로서 전기전자 제품제조 및 일반산업현장에서 가장 광범위하게 사용된다. 최근 전력전자 기술의 발달로 인하여 용접의 개발추세는 고품질화, 고정밀화, 무연화 및 자동화 등을 들 수 있고 또한 작업장에서 의 spatter 감소를 통한 환경개선까지 요구되어진다. 따라서 기존의 AC 아크 용접기의 성능 및 효율을 개선한 인버터 아크 용접기에 대한 연구는 필연적이다.

80년대초 AC 아크 용접기의 전원부를 DC초퍼를 이용해 제어하는 방식의 용접기가 실현된 이후 안정된 아크의 발생과 효율개선 및 정밀제어를 위한 전원부의 개발에 대한 필요성이 대두되어 근래에는 정밀제어와 소형화를 위해 용접기의 전원부에 인버터를 적용한 사용하는 예가 나타나고 있다.

본 연구에서 개발하고자 하는 인버터 아크 용접기는 AC Arc 용접기에 비해 소형 경량화 및 고효율을 통한 에너지 절감효과를 도모하였고 노이즈 차폐 트랜스(N.C.T.: Noise Cut Transformer)를 내장함으로써 용접시 변압기 1차측으로 유입되는 노이즈로 인한 전기적 파괴 및 고장의 원인을 극소화시킴으로써 신뢰성 및 내구성을 높였다.

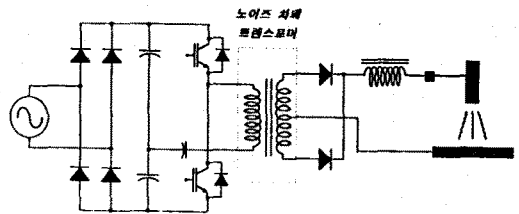


그림 2. 제안된 구조의 인버터 용접기의 구조

기존의 AC Arc와 제안된 인버터 용접기에 대한 이론

그림 2는 제안된 인버터 아이크 용접기의 회로도이다. 용접기의 용량과 크기를 고려하여 Half-Bridge 방식 인버터를 채택하였다. 스위칭 소자로는 100A, 600V급 IGBT를 사용하였고 동작주파수는 8KHz이다. Half-Bridge 방식의 문제점인 변압기 적류성분으로 인한 포화되는 문제를 변압기와 적렬로 콘덴서를 연결하여 해결하였다.

## 2.2 시스템 동작

Half-Bridge 인버터의 동작 상태는 스위치 Sa와 Sb의 ON, OFF 조건에 따라 다음과 같이 4가지의 동작MODE로 구분되어진다.

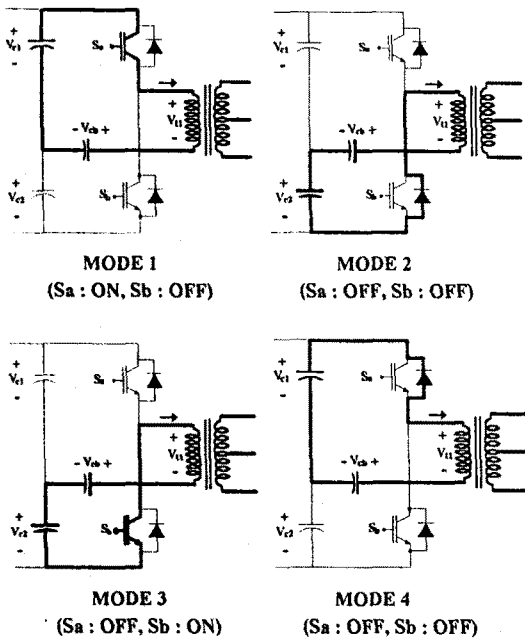


그림 3. 시스템 모드별 동작

(MODE 1) DC LINK의 1/2전압인  $V_{C1}$ 이 스위치 Sa를 통하여 변압기 1차측에 전달.

$$V_{C1} = V_{Cb} + V_{i1} \quad (1)$$

(MODE 2) 변압기 인덕턴스성분에 의해 Sb의 역병렬 다이오드를 통한 전류 경로가 구성.

$$-V_{C2} = V_{Cb} + V_{i1} \quad (2)$$

(MODE 3) DC LINK의 1/2전압인  $V_{C2}$ 이 스위치 Sb를 통하여 변압기 1차측에 전달.

$$-V_{C2} = V_{Cb} + V_{i1} \quad (3)$$

(MODE 4) 변압기 인덕턴스성분에 의해 Sa의 역병렬 다이오드를 통한 전류 경로가 구성.

$$V_{C1} = V_{Cb} + V_{i1} \quad (4)$$

## 2.3 시스템 제어

그림 4는 시스템의 블럭도이다. 대전류인 2차전류 보다 측정이 용이한 1차측 전류를 제어부 입력으로 사용하여 용접시 단락현상으로 인한 사고를 방지하기 위해 출력전압 검출이 이루어져 출력전압이 24V이하로 떨어질때 단락으로 간주하여 입력을 자동차단시키도록 구성하였다.

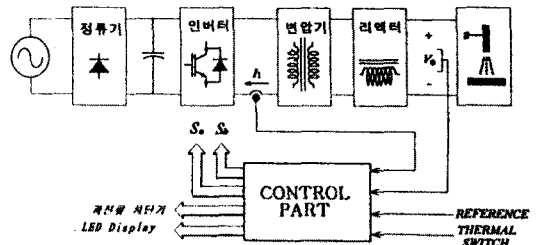


그림 4. 시스템 블럭도

그림 5는 용접시 아이크 길이 변화에 따른 출력 전류의 반응을 제어하기 위한 인버터 제어부이다. 변압기 1차전류를 측정하여 정류 시킨후 병렬콘덴서로 필터링 시키 실효치를 얻는다. 실효치 회로를 사용한 제어기의 전달함수는 식(5)와 같고, 실효치의 Reference와의 차분 신호를 비교하는 PWM 제어기 그림 5에 보여진다.

$$G(s) = \frac{1}{R_1cs + R_1/R_0 + 1} \quad (5)$$

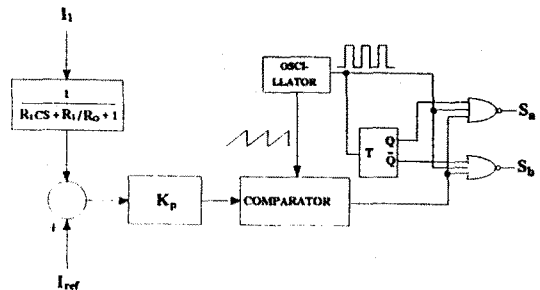


그림 5. 삼전류 출력을 위한 PWM 제어부

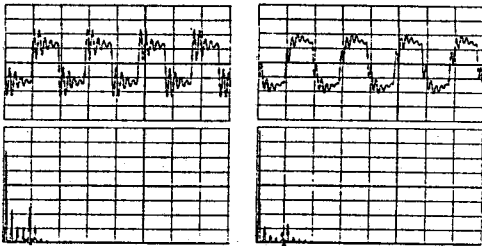
### 3. 노이즈차폐 변압기

스위칭 또는 용접의 아이크변동시에 발생하는 스파이크성 노이즈가 변압기 1차측에 전달되어 소자를 파괴시키는 것을 방지하기 위하여 N.C.T.의 사용이 필요하다. 기존의 N.C.T.는 1차와 2차권선을 각각 월드시키고 전체를 다시 월드하여 노이즈의 전달을 감소시켰으나 실제 제품적용에 있어 대량생산이 거의 불가능하다고 부피가 커지는 단점이 있었다. 본 연구에서 제안된 새로운 방식의 N.C.T.는 권선의 구조를 Cu, Al층으로 구성하여 권선의 층 사이에 정전용량을 발생시켜 노이즈를 필터링하는 특성이 있고 정전용량의 크기는 절연지의 두께로 조절이 가능하다. 그림 6은 NCT에 사용되는 권선의 구조를 나타낸 것이다.



그림 6. N.C.T.의 권선구조

그림 7(a)(b)는 각각 일반트랜스와 N.C.T.에서의 펄스 출력파형과 FFT분석결과로써 고주파 노이즈의 감쇄효과를 확인할 수 있다.

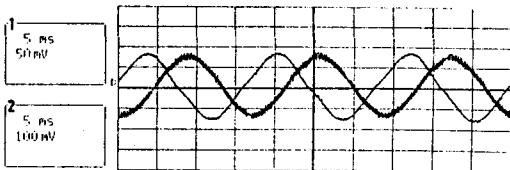


(a) 일반 고주파 변압기 (b) N.C.T.

그림 7. 100kHz 펄스의 파형 및 FFT분석

### 5. 결 과

기존의 일반 AC 아이커 용접기와 제안된 방식의 신전류 인버터의 용접시 실험파형이 그림 8,9에 보여진다.



(a) 입력 전압 및 입력 전류 파형

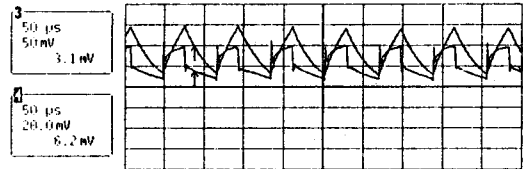


(b) 출력 전압 및 출력 전류 파형

그림 8. AC Arc 용접기의 용접시 각부 파형



(a) 입력 전압 및 입력 전류 파형



(b) 출력 전압 및 출력 전류 파형

그림 9. 제안된 인버터 용접기의 용접시 각부 파형

제안된인버터 용접기에 대한 전체적인 사양을 표1에 보았다.

표 1. 제작된 시스템 사양

	AC Arc 용접기	인버터용접기
최대출력전류	180A	180A
무부하 전압	78V	78V
무부하 전류	4A	0.2A
정격 입력	15KVA	4.5KVA
역 율	0.58	0.64
사 용 율	40%	80%
무 게	48Kg	11Kg
부 피	132,182cm <sup>3</sup>	15,000cm <sup>3</sup>

표 1로부터 제안된 인버터 용접기는 정격 입력, 사용 율 측면에서 기존 용접기보다 에너지 절감 효과를 얻을 수 있었고, 또한 무게 및 부피의 축소면에 있어서 큰 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

### 6. 결 론

아이커 용접기의 아이커 개선 및 성능향상을 위하여 노이즈 시폐트랜스로 구성된 인버터 용접기에 설계피비

과 전류제어 알고리즘을 적용시킨 결과 아래와 같은 개선사항을 얻을 수 있었다.

- 1) 용접전류의 변동으로 인한 출력전류의 변화를 스위칭주기가미다 감지 보정해주므로 아이크의 안정성을 유지시킬 수 있다.
- 2) 용접시 발생하는 노이즈에 대한 1차측 인버터의 안정성이 향상되었다.
- 3) 크기 및 중량을 감소시키고 사용률 80% 향상으로 작업량을 증가 시켰다.
- 4) 1차측 제어로 제어소자의 전류용량과 무부하시 변압기의 손실을 현저히 감소시킬 수 있다.
- 5) 출력 전류조절에 있어서 소프트웨어 방법이 제시된다.

향후 과제로는 노이즈 차폐트렌스와 실제 인버터 용접기와의 신뢰도를 향상시키고 spatter 감소 및 비이드 상태 개선에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 한국전력공사 지원 기술개발 사업계획의 일환으로 수행된 것이다.

#### [참고 문헌]

- [1] 嚴基元, '最新 熔接工學', 東明社.
- [2] 최규하외 3인, '에너지 절감형 고주파 인버터 용접기에 관한 연구', 하계종합학술대회 논문집, 대한전기학회, pp519-521, 1994.
- [3] G.E.Cook, "Moeling of Electric Welding Arcs for Adaptive Feedback Control." IEEE publ, Conference Record, Ind. Appli. Soci., 83CH1900-0, pp1234-1240, 1983.
- [4] G.E.Cook, "The Effect of High-Frequency Pulsing of a Welding Arc," IEEE TRANS. Ind. Appli., vol. IA-21, no. 5, pp.1294-1299, Sept., 1985.
- [5] K.S.Harn, "Characteristics of Inverter Type Arc Welding Power Source," J.Korea Weldig Soci., vol.11, no.2, pp.21-26, JUNE, 1993.
- [6] Abraham I. Pressman, "Switching Power Supply Design". pp.93-101.
- [7] Ralph E.Tarter, P.E., "Solid-State Power Conversion Handbok", pp120-202, 420-422.