

아크 용접에 적합한 영전압영전류 방식의 폴브릿지 컨버터

論 文

48B-6-9

A Zero-Voltage and Zero-Current Switching Full Bridge DC-DC Converter for Arc Welding Machines

田 成 緝
(Seong-Jeub Jeon)

Abstract - A new welding machine which adopts zero voltage and zero current switching(ZVZCS) full bridge(FB) DC-DC converter is proposed. The proposed ZVZCS FB DC-DC converter uses auxiliary transformer to obtain ZCS for leading leg. It has capability of controlling load current even in short circuit condition and is suitable for arc welding machines. The power rating of the auxiliary transformer is about one 5th to one 10th of the main transformer. Experimental results for 10KW prototype are shown to verify the principle of operation.

Key Words : DC-DC Converter, Zero Voltage and Zero Current Switching, Arc Welding machine

1. 서 론

용접기는 생산가공업에서 아주 중요한 위치를 차지하고 있으며 활용범위가 아주 넓고 그 종류가 매우 다양하다. 초기의 전기 용접기는 누설변압기를 중심으로 이루어졌고 최근에는 전력용반도체 소자를 이용하는 방식이 대부분을 차지하고 있다. 널리 이용되던 전력용 반도체 소자는 다이오드로 그 견고성으로 인해 아직도 대전력부분에서는 많이 쓰이고 있다. 그러나 다이오드를 사용하는 용접기는 기본적으로 60[Hz]에서 동작하므로 크고 무거운 절연변압기를 내장하여야 하는 단점이 있다. 절연변압기는 동작주파수를 높일수록 작게 만들 수 있다. 그래서 요즘은 트랜지스터나 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)로 동작하는 FB 컨버터(Full Bridge DC-DC converter)방식이 많이 연구되었고 널리 쓰이고 있다. 최근에는 대체로 IGBT를 사용하는 경향이 있다. IGBT FB 컨버터 용접기에서 사용되는 주파수는 대략 10-20[KHz]이다. 주파수를 높이면 변압기의 무게를 줄일 수 있어 유리하나 스위칭 손실의 증가로 인해 그 이상 올리는 것은 바람직하지 못하다. 스위칭 손실을 줄일 수 있다면 가격을 상승시키지 않고 대략 30-50[KHz]까지의 동작이 적절하다. 그 이상은 변압기의 코어손실의 증가와 표피효과에 따라 동손이 증가하여 전체적인 가격이 상승하게 되므로 바람직하지 못하다. ZVS(Zero Voltage Switching) 기법을 사용하면 스위칭 손실을 크게 줄일 수 있다[1]. 그러나 ZVS는 매우 한정된 범위 내에서만 만족될 수 있어 부하 상태가 크게 변하는 용접기에는 적합하지 못하며 도통손실이 증가하는 단점

을 가지고 있다. 특히 용접기는 정상운전중의 온듀티가 30~60[%]이므로 스위칭 소자의 도통손실 뿐만 아니라 변압기의 동손도 크게 증가한다. ZVS의 이러한 단점은 한 쪽 레그(leading leg)에 ZCS(Zero Current Switching)를 도입하여 극복할 수 있다[2-4]. 한 쪽은 ZVS로, 다른 한쪽은 ZCS로 동작하는 ZVZCS(Zero Voltage and Zero Current Switching) 방식중 1차 측에 가포화리액터와 캐패시터를 사용하는 방식은 가포화리액터에서의 발열이 심각한 문제가 될 수 있고[2], 2차측에 수동 스너버나 능동 스너버를 사용하는 방식은 2차에서 본 온듀티(on duty)가 증가하므로 동작중 2차 회로에 단락이 빈번히 발생하는 용접기 같은 부하에는 적합하지 못하다[3,4]. 본 연구에서는 1차에 보조변압기를 사용한 ZVZCS 기법을 제안하여 용접기에 적용하였다. 제안된 회로에서는 2차측에서 본 온듀티가 증가하지 않으므로 용접기에 매우 적합하다. 또한 매 반사이클 마다 변압기 1차 전류가 영이 되므로 회로소자의 미미한 차이로 생기는 파형의 비대칭성에 기인하는 자기포화나 과도기 때에 생길 수 있는 편자현상이나 자기포화의 가능성이 없다.

2. 제안된 회로와 동작원리

그림 1에 ZVZCS FB 컨버터를 사용한 용접기 회로를 나타내었다. 우측의 지상 레그는 ZVS로 동작하며 좌측의 진상 레그는 ZCS로 동작한다. 지상 레그는 L_{lk}, C_2, C_4 의 도움으로 ZVS 동작을 하고 진상 레그는 보조회로의 도움으로 ZCS 동작을 한다. ZVS와 ZCS는 스위칭 소자의 스위칭 손실을 크게 줄여주어 동작주파수를 높일 수 있게 한다. L_{lk} 는 변압기의 누설인덕턴스로 편의상 변압기 외부에 두었다. 많은 경우 누설인덕턴스만으로도 충분하나 ZVS의 범위를 넓히기 위하여 추가로 인덕터를 삽입할 수 있다. 본 연구에서는 주변압기와 보조변압기의 누설인덕턴스만을 사용하였다. C_2, C_4 는 스위칭

正 會 員 : 釜慶大 工大 電子工學科 副教授 · 工博
接受日字 : 1999年 3月 25日
最終完了 : 1999年 5月 4日

소자의 극간 정전용량만으로 구성할 수 있으나 턴오프 손실을 더욱 줄이거나 dv/dt 를 줄이기 위하여 별도로 추가하여 구성할 수 있다. ZVZCS FB 컨버터는 위상변이(phase-shift)로 전압이 제어되는데 위상변이와 스위치소자의 도통순서는 Unitrode사의 UC3879가 결정하도록 하였다. 변압기의 2차에는 diode 정류회로와 filter inductor가 있다. 연구된 용접기는 정전류방식의 용접에 사용될 수 있고 펄스 전류 제어가 가능하다. 용접기의 제어기는 그림 2와 같이 구성되어 있다. 크게 전류지령발생부와 전류제어부로 구성되어 있다. 전류지령발생부는 87C196을 중심으로 구성되어 있으며 스위치와 포텐서미터로부터 입력을 받아 적절한 전류지령을 만들고 용접기의 동작상태를 LCD(Liquid Crystal Display) 표시기에 표시한다. 전류제어부는 UC3879와 아날로그회로로 구성되어 있으며 전류지령발생부로부터 지령을 받아 부하전류를 제어한다. 전류지령발생부에 사용된 마이크로 콘트롤러는 용접전류의 형태를 쉽게 프로그램할 수 있도록 하고 전류제어부에 채용된 전용PWM IC는 제어의 안정성을 제공한다.

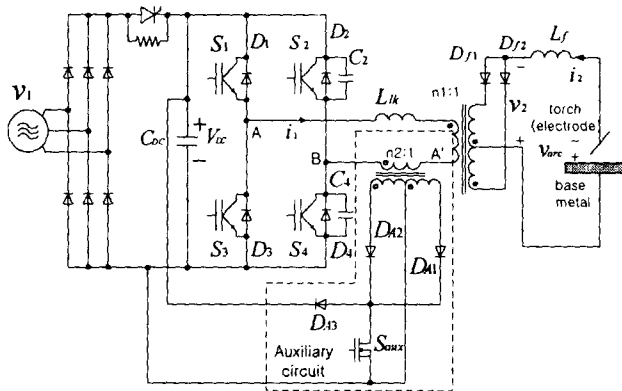


그림 1 제안된 ZVZCS 용접기의 전력부
Fig. 1 Power stage of the proposed ZVZCS welding machine

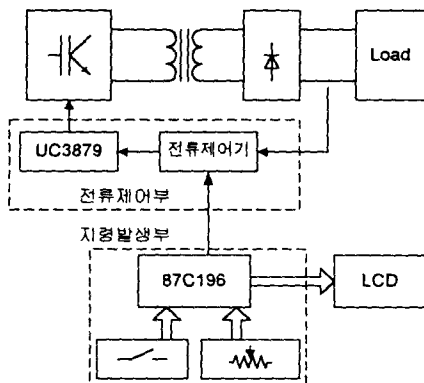


그림 2 용접기의 제어회로 연결도
Fig. 2 Connection diagram

2.1 위상변이 PWM

직류출력 전류를 제어하기 위하여 변압기 1차 전압을 제어하고 변압기 1차 전압은 위상변이(phase-shift)에 의해 제어된다. 그림1에서 $S_1 \sim S_4$ 로 이루어진 인버터 부분이 이상적인 하드스위칭(hard-switching) 동작을 한다고 가정하면 A점의 전압 v_A 는 그림 3(a)와 같이 되고, B점의 전압 v_B 는 (b)와 같이 되고 위상이 v_A 보다 ϕ 만큼 뒤진다. A-B 간의 전압은 (c)와 같이 된다. A, B 점의 위상차 ϕ 에 의해 A-B 간의 전압의 평균치가 변하게 되고 전압의 평균치 V_{AB} 는 식(1)로 주어진다. 실제회로에서는 ZVZCS 동작을 하므로 이상적인 하드스위칭의 경우와는 약간의 차이가 있으나 근사적으로 식(1)로 볼 수 있다. 위상변이가 제어신호에 따라 비례하도록 하면 제어신호에 비례하는 평균출력전압을 얻을 수 있다. 변압기 권선에서의 전압강하와 다이오드 도통전압을 무시하면 부하측의 직류전압은 이 평균치에 권수비를 곱한 것과 같다.

$$V_{AB} = \frac{\phi}{\pi} V_{DC} \quad (1)$$

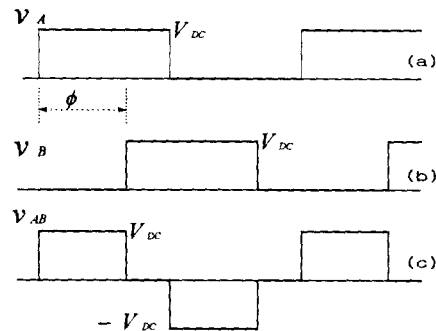


그림 3 PWM 파형
Fig. 3 PWM waveform

2.2 ZVZCS 동작

ZVS에서는 스위치 소자의 on/off시 스위치 소자가 영전압 상태에 있으므로 스위칭시의 전력손실이 감소하고, ZCS에서는 스위치소자가 영전류 상태에서 on/off가 이루어지므로 스위칭시의 전력손실이 감소한다. 제안된 FB 컨버터는 그림 4와 같은 과정을 거쳐 전력을 전달한다. ZVZCS 동작 파형은 그림 5와 같다. 그림 5의 파형은 L_{lk} 를 변압기 외부에 두고 그런 것이다. ZVZCS는 6개의 동작모드로 이루어지고 각 모드는 다음과 같다.

2.2.1 모드 1 ($t_0 < t < t_1$)

그림 4의 (a)의 모드 1은 S_1, S_4 소자가 켜져 있으며 전력이 변압기 1차에서 2차로 공급되는 구간으로 동작설명 초기 상태이다. 이 때 부하의 전류는 Df_1 를 통하여 흐른다.

2.2.2 모드 2 ($t_1 < t < t_2$)

모드1에서 S_4 를 끄면 (b)의 모드2가 시작된다. 이 구간에서는 공진회로가 구성되고 공진을 통하여 B점의 전압이 상단 전위에 이르면 S_4 의 ZVS-off는 완료된다.

2.2.3 모드 3 ($t_2 < t < t_3$)

(c)의 모드3은 S_1 과 D_2 로 1차전류가 흐르는 구간으로 D_2 다이오드로 전류가 흐르는 동안에 S_2 를 켜면 ZVS-on이 이루어진다. 이 구간은 생략되어 바로 모드4로 넘어갈 수 있다. 그럴 경우 S_2 의 ZVS-on은 모드4에서 이루어진다. ZVS만을 이용하는 경우에는 이 구간이 길고 스위치 소자에서의 도통 손실과 변압기의 1차측 동손이 불필요하게 유발된다.

2.2.4 모드 4 ($t_3 < t < t_4$)

(d)의 모드4는 보조회로를 동작시켜 변압기 1차에 흐르는 전류를 제거하는 단계로 보조회로내의 보조스위치는 이 구간에서 꺼져 있다. 보조스위치 S_{aux} 가 꺼지면 전원전압이 보조 변압기를 통해 1차 측에 역전압을 인가하여 변압기 누설인덕턴스에 갇힌 에너지를 회수한다. 2차 측의 $Df1$ 에 흐르던 전류는 감소하고 $Df2$ 로 흘러간다.

2.2.5 모드 5 ($t_4 < t < t_5$)

(e)의 모드5는 주변압기 1차 측에는 전류가 흐르지 않고 부하전류는 $Df1$ 과 $Df2$ 로 균분하게 흘러 변압기 2차를 통하여 환류(free-wheel)하는 구간이다. 이 모드중 1차는 영전류가 되어 있어 S_1 을 끄면 S_1 은 ZCS-off 되며 주변압기의 자로는 리셀되어 있다.

2.2.6 모드 6 ($t_5 < t < t_6$)

(f)의 모드6은 S_3 을 켜 ZCS-on하는 구간이다. S_3 을 켜기 전에 1차측에는 전류가 흐르지 않고 있었고 직렬로 인덕터가 존재하여 전류가 기울기를 가지고 증가하여 ZCS-on이 이루어진다. 2차 회로에서는 부하전류가 $Df1$ 에서 $Df2$ 로 옮겨간다. 전류가 $Df1$ 에서 $Df2$ 로 완전히 옮겨가면 한 동작 사이클이 완료되고 S_2, S_3 소자가 켜진 상태의 모드 1이 시작된다.

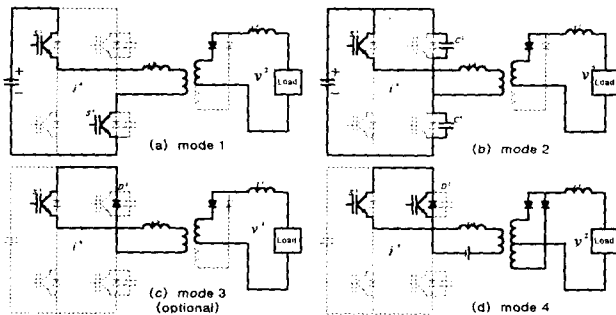


그림 4 인버터의 동작 모드(계속)
Fig. 4 Operation modes(continued)

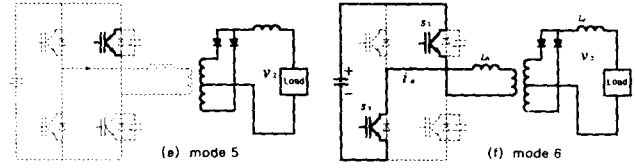


그림 4 인버터의 동작 모드
Fig. 4 Operation modes

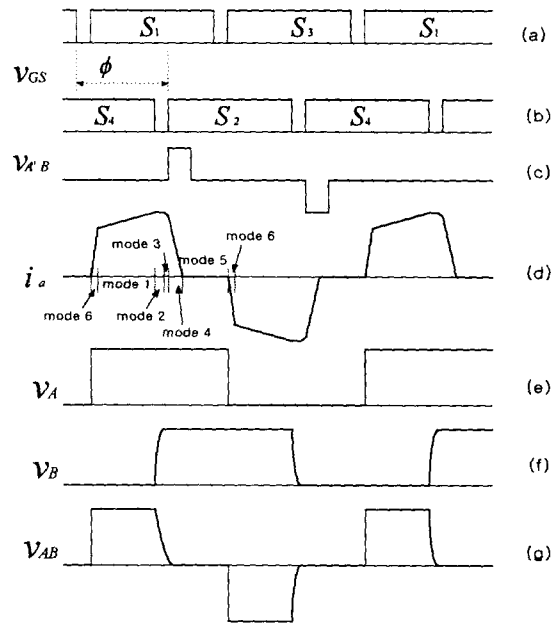


그림 5 동작파형
Fig. 5 Operation waveforms

2.3 ZVZCS 조건

지상 레그에서의 ZVS는 스위치 S_4 가 꺼진 후 모드2에서 공진을 통하여 이루어진다. 스위치가 꺼진 후 스위치 양단 전압은 다음과 같이 변하고 ZVS는 아주 넓은 범위에서 가능하다.

$$v_c = (V_{DC} - n_1 V_{arc})(1 - \cos \omega_o(t - t_1)) + I_1(t_1)Z_o \sin \omega_o(t - t_1) \quad (2)$$

여기서,

$$Z_o = \sqrt{\frac{L_{lk} + n_1^2 L_f}{C_{eq}}} \quad (3)$$

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{(L_{lk} + n_1^2 L_f)C_{eq}}} \quad (4)$$

$$C_{eq} = C_2 + C_4 \quad (5)$$

$n_1^2 L_f$ 가 충분히 크면 모드 2동안에 i_1 은 일정하다고 볼 수

있고 최소전류일 때 모드 2에 해당하는 시간 T_{ZVS} 는 다음 식으로 주어진다.

$$T_{ZVS} = t_2 - t_1 = \frac{V_{DC} C_{eq}}{I_{1min}} \quad (6)$$

진상 레그에서의 ZCS는 모드4에서 변압기 1차 전류를 제거함으로 이루어진다. 변압기 1차 전류를 제거하는데 필요한 시간 T_{ZCS} 는 다음과 같이 주어진다.

$$T_{ZCS} = t_4 - t_3 = \frac{L_{lk}}{V_{aux}} \times I_1 \quad (7)$$

ZVS가 일어나는 최소 전류 I_{1min} 이 흐를 때 가장 짧은 시간이 소요된다.

$$T_{ZCSmin} = \frac{L_{lk}}{V_{aux}} \times I_{1min} \quad (8)$$

최대전류에서는 가장 긴 시간이 소요된다.

$$T_{ZCSmax} = \frac{L_{lk}}{V_{aux}} \times I_{1max} \quad (9)$$

여기서, L_{lk} 는 1차로 환산한 변압기의 누설인덕턴스이고 I_{1max} 는 1차전류의 최대치이다. V_{aux} 는 $n_2 V_{DC}$ 로 주어지므로 T_{ZCS} 는 보조변압기의 권수비로 조절할 수 있다. 최대전류일 때 가장 긴 시간이 필요하므로 항상 ZCS가 보장되는 조건은 식 (10)으로 주어지고 쉽게 만족시킬 수 있다.

$$T_{ZCSmax} < (1 - D_{max}) T_s \quad (10)$$

여기서, D_{max} 는 사용되는 최대 듀티사이클이고, T_s 는 스위칭 주기이다. 용접기에서 사용되는 듀티사이클은 대략 0.3~0.6 이다.

2.4 스위치의 데드타임

지상 레그에서 S_4 는 $t=t_1$ 때에 꺼지고 S_2 는 공진이 끝난 후 $t_2 < t < t_4$ 에서는 어느 때에 켜도 ZVS-on이 가능하여 데드타임의 설정이 비교적 자유롭다. 지상 레그에서의 데드타임 T_{d2-4} 는 다음 조건을 만족하면 된다.

$$t_2 - t_1 < T_{d2-4} < t_4 - t_1 \quad (11)$$

$t_2 - t_1$ 의 최대치는 T_{ZVS} 이고, $t_4 - t_3$ 의 최소치는 T_{ZCSmin} 이므로 식(12)를 만족하도록 설정하면 항상 ZVS가 가능하다.

$$T_{ZVS} < T_{d2-4} < T_{ZVS} + T_{ZCSmin} \quad (12)$$

진상 레그에서 S_3 는 $t=t_5$ 때에 켜고 S_1 은 모드5동안 어느 때에 꺼도 되므로 진상 레그에서의 데드타임 T_{d1-3} 의 설정도 비교적 자유롭다.

$$T_{d1-3} < t_5 - t_4 \quad (13)$$

$t_5 - t_4$ 의 최소치는 듀티가 가장 크고 전류가 가장 많이 흐를 때 주어지므로 데드타임의 범위는 식 (14)로 주어진다.

$$T_{d1-3} < (1 - D_{max}) T_s - T_{ZCSmax} \quad (14)$$

2.5 ZCS를 위한 보조회로

진상 레그인 좌측소자들의 ZCS를 위하여 사용된 보조회로는 그림 1에 점선으로 표시되어 있다. 보조스위치 S_{aux} 는 모드4,5를 제외한 구간에서는 on 상태를 유지하여 1차측에 영향을 미치지 아니한다. on 상태에서는 보조변압기 1,2차 측이 영전압 상태를 유지하고 $n_2 i_1$ 크기의 전류가 보조스위치 S_{aux} 로 흐른다. 모드4에 들어오면 S_{aux} 는 꺼지고 전류는 다이오드를 통하여 전원측으로 흘러 인덕터 L_{lk} 내의 전력이 환원된다. 이 때 보조변압기 1차 측에는 $n_2 V_{DC}$ 크기의 전압이 그림 5(c)와 같이 유도되어 i_1 은 급히 감소하고 ZCS가 일어난다. n_2 는 1/5 ~ 1/10 정도가 적절하여 보조회로는 작은 전류정격을 가진 소자를 사용하여 만들 수 있다. 듀티사이클이 0.3~0.6인 용접기에서는 보조회로를 삽입하여 유발되는 도통 손실은 작고 주스위치소자와 변압기에서의 손실이 크게 감소되어 전체적으로 ZVS만을 이용하는 방식에 비하여 손실이 감소한다. 제조원가면을 살펴보면 스위칭주파수의 상승, 1차 회로의 평균전류와 실효전류의 감소, 자기포화가능성의 제거 효과에 의하여 주변압기의 크기와 스위치소자의 정격을 30% 이상 삭감할 수 있어 삽입된 보조회로를 고려하여도 원가절감이 이루어진다.

3. 시스템의 제어

3.1 부하 전류의 제어

변압기와 아크를 포함하여 1차로 환산한 등가회로는 대략 그림 6과 같이 표현할 수 있다. 편의상 아크는 정전압원으로 표시하였다. 또한 여자인덕턴스를 무시하고 L_f 에 비해 변압기 누설인덕턴스가 매우 작다고 가정하면 전달함수는 식 (15)와 같이 단순히 1 pole 계통으로 표시된다.

$$\frac{I_1(s)}{V_1(s)} = \frac{1}{n_1^2 L_f s} \quad (15)$$

2차 전류의 제어를 위하여 그림 7과 같은 제어루프를 구성하였다. 제어기 $G(s)$ 는 PI제어기로 구성하였으며 아날로그회로로 실현하였다.

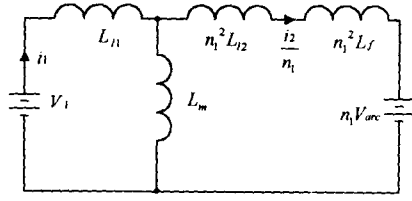


그림 6 변압기를 포함한 등가회로
Fig. 6 Equivalent circuit

3.2 용접 전류의 형태

용접전류는 마이크로프로세서에서 결정한다. 아크를 이용하는 용접에서는 대체로 그림 8과 같이 정전류 특성을 필요로 한다. 용접전류는 일정하게 하기도 하고 그림 9(a)와 같이 펄스상으로 만들기도 한다. 펄스용접전류를 사용하면 많은 경우 우수한 용접효과를 얻을 수 있다. 펄스용접전류를 사용하면 고전류구간 동안에서는 용재의 가열과 용융이 일어나고 저전류구간 동안에서는 아크는 지속되지만 냉각과 응고가 일어난다. 펄스의 주파수와 듀티 그리고 저전류와 고전류의 크기는 용접조건에 따라 조절될 수 있어야 한다.

용접의 시작과 종료이나 마무리 작업을 위해 전류의 크기를 변화시킬 때에는 전류가 서서히 변하는 것이 급히 상승하거나 급히 단절되는 것보다 좋다. 그래서 용접전류를 그림 9(b)와 같이 완만히 변화하도록 up-slope와 down-slope를 두는 것이 좋다.

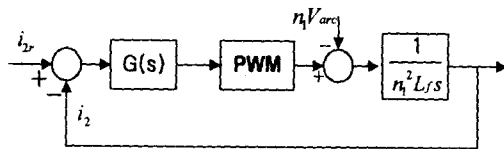


그림 7 2차 전류 제어루프
Fig. 7 Current control loop

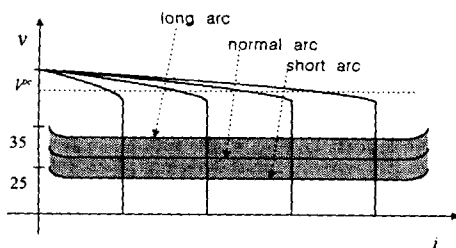


그림 8 정전류특성곡선
Fig. 8 Constant current characteristics

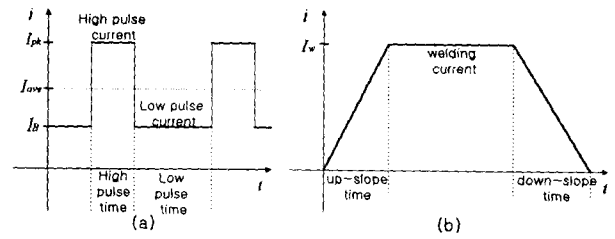


그림 9 용접전류: (a) 펄스전류, (b) 업스스로프와 다운스스로프
Fig. 9 Welding current: (a) pulse current, (b) slopes

4. 동작실험

설계한 용접기는 10KW의 시작품을 제작하여 실험으로 그 동작을 확인하였다. 입력은 3상 200[V]이다. 최대 부하전류는 400[A]이다. 사용된 주요 소자와 회로정수는 표 1과 같다.

그림 10은 제작한 용접기의 정격부하에 대한 동작파형으로 전압과 전류 파형으로부터 ZVZCS가 이루어짐을 알 수 있다. 보조변압기의 양단 전압 파형에서 크고 넓은 펄스는 모드4에 해당하는 것이고 작고 좁은 펄스는 모드6에서 전압이 누설인덕턴스에 인가되어 급히 증가할 때에 주변압기와 보조변압기의 누설 인덕턴스비에 따라 보조변압기 누설인덕턴스에 인가된 전압이다. 주변압기의 양단 전압 파형에서 크고 넓은 펄스는 모드2에 해당하는 것이고 작고 좁은 펄스는 모드4에서 보조변압기를 통하여 인가된 전압이 누설인덕턴스에 인가되어 전류가 감소할 때에 주변압기와 보조변압기의 누설 인덕턴스비에 따라 주변압기 누설인덕턴스에 인가된 전압이다. 그림 11은 부하측 정류단 동작파형이다. 그림 12는 펄스동작전류로 펄스주파수는 20[Hz]이고 저전류는 100[A]이며 고전류는 400[A]이다. 전류의 상승시간은 400[μsec]가 일어났다. 그림 13의 상단은 단락부하에서 용접사이클이 수행되었을 때의 전류파형이고 하단은 정격부하에서 용접사이클이 수행되었을 때의 전류파형이다. 그림 12,13으로부터 부하상태에 무관하게 제어가 잘 이루어짐을 알 수 있다.

표 1 실험에 사용된 주요소자 및 회로정수
Table 1 Circuit parameters

입력전압	3상 200[V]	출력	400[A], 25[V]	
S1 - S4	MG100J2YS50	Df1, Df2	MEK300-06	
주변압기	코어	EI-118	L _{lk}	2[uH]
	권수비	9 : 2	L _f	50[uH]
보조변압기	코어	EI-6044	C2,C4	1.36[nF]
	권수비	2 : 10		

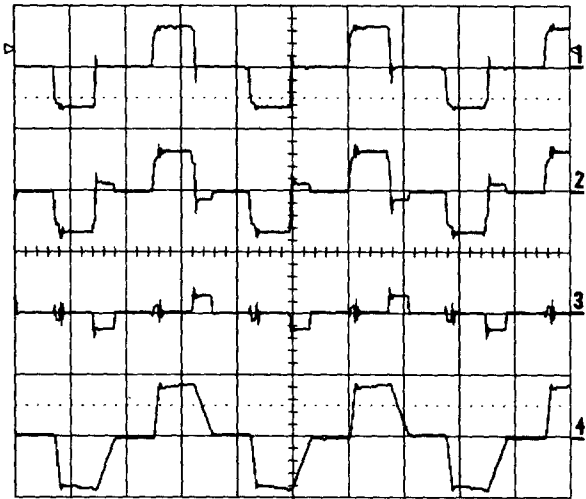


그림 10 1차측 동작 파형: 브리지출력전압(상:400V/div), 주변압기 1차 전압(중상:400V/div), 보조변압기 1차 전압(중하:200V/div), 주변압기 1차 전류(하:100A/div), 시간축:10 [μsec/div]

Fig. 10 Operation waveforms of primary side: Inverter output voltage(top:400V/div), primary voltage of main transformer(middle upper:400V/div), primary voltage of auxiliary transformer(middle lower: 200V/div), primary current of main transformer (bottom:100A/div), time base: 10 [μsec/div]

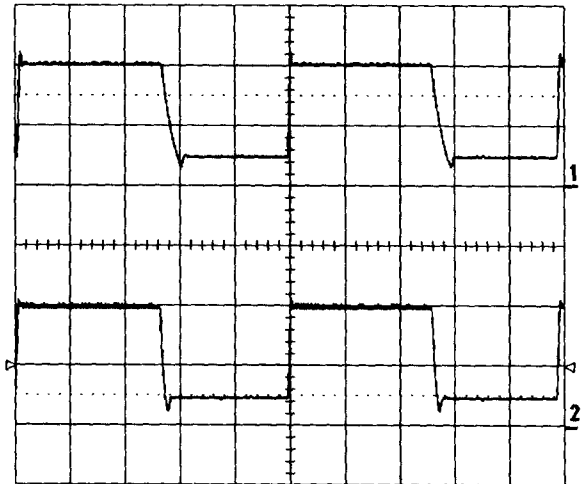


그림 12 펄스 동작 파형: 부하전류(200A/div), 시간축: 10[msec/div], 상: 단락부하, 하:정격부하

Fig. 12 Pulse operation waveforms: Load current (top:200A/div), time base:10[msec/div], Upper trace is for short-circuited load, lower trace for rated load.

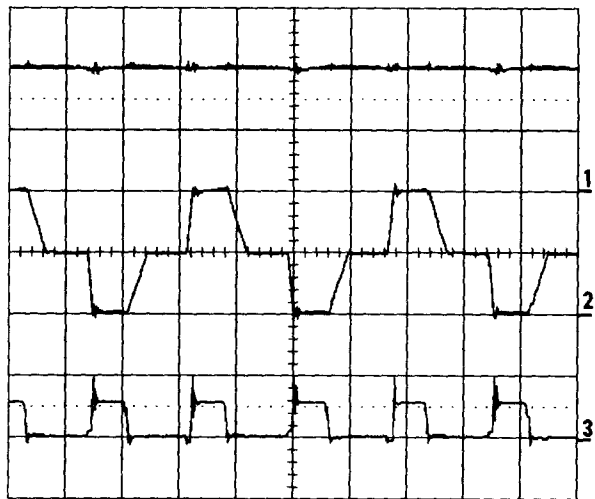


그림 11 부하측 동작파형: 부하전류(상:200A/div), 다이오드 전류(중:200A/div), 정류전압(하:100V/div)

Fig. 11 Operation waveforms of load side: Load current(top:200A/div), diode current(i_{DF1} , middle: 200A/div), rectified voltage(v_2 , bottom: 100V/div), time base:10 [μsec/div]

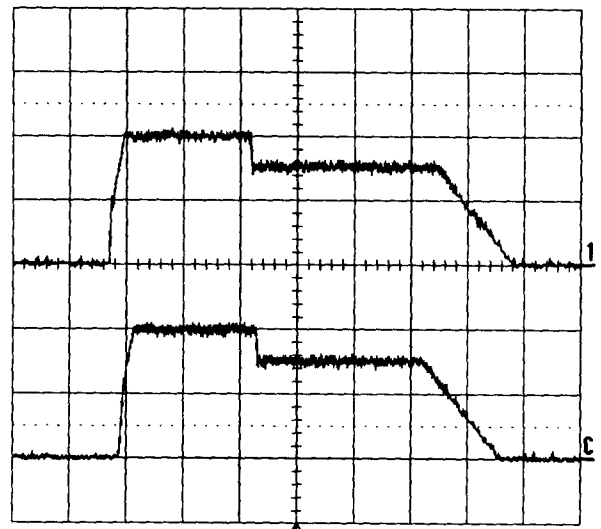


그림 13 사이클릭 동작파형: 부하전류(200A/div), 시간축: 1[sec/div], 상: 단락부하, 하:정격부하

Fig. 13 Cyclic operation waveforms: Load current (top:200A/div), time base:10[msec/div], Upper trace is for short-circuited load, lower trace for rated load

5. 결론

본 연구를 통하여 보조변압기를 사용하는 새로운 형태의 ZVZCS 컨버터를 중심으로 구성된 용접기를 제안하였고 그 타당성을 실험을 통하여 확인하였다. 추가된 보조회로는 용량이 작다. 제안된 ZVZCS 컨버터는 ZVS 방식에 비해 스위칭 소자의 도통손실을 줄여주고 변압기의 동손을 감소시켜 시스템의 크기를 줄일 수 있다. 또한 ZVS 방식에 비해 넓은 범위에서 소프트 스위칭을 할 수 있고 특히 단락부하에서도 전류의 제어가 용이하므로 용접기용으로 매우 적합하다. 마이크로프로세서를 사용하여 프로그램의 유연성을 부여하였고 ZVZCS 방식을 채용하여 전력부의 성능을 향상시켜 용접분야에 크게 기여할 것으로 기대된다.

저 자 소 개

전 성 증 (田 成 緝)
전기학회지 제48A권 제4호 참조
Tel : 051-620-1509
E-mail : jeub@pine.pknu.ac.kr

감사의 글

이 논문은 한국전기연구소에서 수행한 1998년 전력변환기술이전 사업의 연구결과를 활용한 것이며 연구를 지원한 한국전기연구소에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] J.A. Sabate, V. Vlatkovic, R.B. Ridley, F.C. Lee and B.H. Cho, "Design Considerations for High-Voltage High-Power Full-Bridge Zero-Voltage-Switched PWM Converter", IEEE APEC '90 Rec., pp275-284, 1990
- [2] J.G. Cho, J. Sabate, G. Hua and F.C. Lee, "Zero-Voltage and Zero-Current Switching Full Bridge PWM Converter for High Power Applications", IEEE PESC '94 Rec., pp102-108, 1994
- [3] E.S. Kim, K.Y. Joe and M.H. Kye, "An Improved Soft Switching PWM FB DC/DC Converter for Reducing Conduction Losses", IEEE PESC '96 Rec., pp651-656, 1996
- [4] J.G. Cho, G.H. Rim and F.C. Lee, "Zero Voltage and Zero Current Switching Full Bridge PWM Converter Using Secondary Active Clamp", IEEE PESC '96 Rec., pp657-663, 1996