

인버터 저항용접기 개발

1. 서 론

산업의 발달과 더불어 용접작업의 능률화와 용접 품질의 고급화가 절실히 요구되고 있다. 이에 따라 전기저항용접기의 소형·경량화를 위하여 기존의 아크용접기에 주로 적용하던 인버터 제어기술을 저항용접기에도 적용하기에 이르렀다. 현재 일본, 미국을 중심으로 한 산업 선진국에서는 인버터 저항용접기(인버터 출력전류 600A)를 개발, 산업현장에서 사용하고 있으나 국내에서는 대용량 인버터 제어기술과 대용량 저항용접기의 설계, 제작기술 부족 및 software 개발이 미진하여 국산화를 이루지 못하였다. 국내 자동차산업 및 가전업계의 성장과 더불어 능률적으로 저항용접 작업을 자동화할 수 있는 인버터 저항용접기의 수요는 계속 증가하고 있는 추세이다. 상용주파수 SCR 위상제어방식에서 대용량화는 용접변압기의 중량이 커지게 되어 자동화의 핵심기술인 Robot 장착에 한계가 있으므로 전원장치를 인버터제어방식을 채용하여 용접변압기의 무게를 대폭 줄이므로써 자동화 용접공정에 필수적인 Robot에 장착이 가능하게 되며, 용접기 사용업체의 생산성 및 품질향상으로 국제 경쟁력 제고에 많은 효과를 기대할수 있는 것으로 한국전력공사의 자금지원에 의해 1992년부터 2년동안 조흥전기산업과 한국과학기술원의 공동연구로 국산화 개발을 하게되었다. 본고는 “변압기 내장형 인버터 저항용접기 개발”에 관한 요약이다.

2. 저항용접기의 종류 및 인버터의 개요

2.1 저항용접기의 종류

전기 저항용접은 접합하려고 하는 2개의 금속(모재)을 접촉시켜 그 한쪽으로 부터 다른 쪽으로 대전류를 흘려, 이때 생기는 줄열(Joule Heat: $Q=0.25RI^2t$)로 접촉부를 가열하면서 큰 압력을 가하여 금속을 접합하는 방법으로 용접기는 용접변압기와 가압기구, 제어기로 구성된다.

저항용접기의 종류는 분류방법에 따라서 다양한 명칭을 가지며, 개략을 소개하면 다음과 같다.

- 용접방법에 의해: SPOT, PROJECTION, SEAM, FLASH BUTT
- 가압방식에 의해:
 - 축답식, 공압식, 유압식, 로키암식, PRESS식
- 형태에 의해
 - 탁상식, 정치식, 가반식, GUN 내장식, GUN 분리식, MULTI 전극식
- 전류 통전방식에 의해
 - DIRECT식, IN DIRECT식, SERIES식, PUSH PULL식
- 전원공급방식에 의해:
 - 단상 교류형, 단상 직류형, 삼상 저주파형, 삼상직류형 콘덴서, 방전형, 인버터형

상기와 같은 다양한 종류가 있지만 본고에서는 개

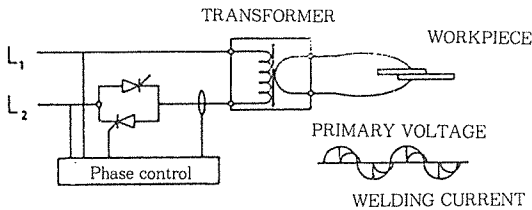
발과제와 관계가 있는 전원공급방식에 의한 종류별 특성을 간략히 설명하고자 한다.

2.1.1 단상 교류형

현재 가장 폭넓게 쓰이는 저항용접기의 전원공급 방식으로서 간단한 구조, 저렴한 가격등의 이점을 가지고 있다. 단상 교류형 용접기는 상용주파 50/60Hz 단상전원을 SCR을 이용한 위상제어 또는 용접변압기의 TAP에 의해 20V 내외의 저전압으로 변성하여 용접전극에 전력을 공급하는 방식이다.

저항용접은 특성상 대전류(5,000~40,000A)가 짧은 시간(5~50Hz)에 흐르게 되는데 출력측의 구조에서 발생하는 L값이 큰 임피던스로 나타나 매우 낮은 역률을 보인다.

따라서 순시피상입력이 대단히 커지며, 단상 전력만을 사용하므로 전력의 효율적 이용면에서 바람직하지 못하고 출력이 높은 임피던스를 감안한 전압의 상승은 용접변압기의 상대적 치수와 중량의 증가가 피할 수 없는 결점으로 대두된다.



〈그림-2.1.1〉 단상 저항용접기 회로

2.1.2 단상 직류형

단상 교류형의 고임피던스에 의한 높은 무효전력을 줄이는 방안으로서 용접변압기 출력을 정류하여 용접전극에 직류전류를 공급하는 방식으로 단상교류용접기 대비 역률을 50% 미만에서 90% 수준까지 높일 수 있다. 이론적으로는 낮은 2차 전압의 사용이 가능하지만, 현재는 대전류를 요구하는 용접부위에 단상 교류형의 보완기능으로 사용되고 있는 예가 많아 전력의 효율적 사용면에는 크게 기여하지 못하고 있다.

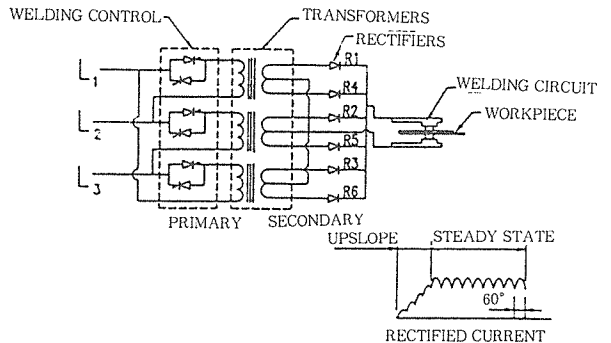
2.1.3 삼상 저주파형

삼상을 독립된 3개의 단상으로 나누고 각 상에 흐르는 전류의 통전시간을 적절히 제어하면, 마치 저주파 출력과 유사한 출력파형을 얻게 된다. 즉, 출력파형은 삼상 출력을 반파 정류하되 정류파를 적당히 스위칭하면 〈그림-2.1.3〉에서 보는 저주파 출력파형을 얻게 된다.

그림에서 SCR을 A₁, B₁, C₁순으로 순차동작시켜 Positive 파형을 얻고 냉각기간이 지난후에는 A₂, B₂, C₂를 작동시켜 Negative파형을 얻는다. 삼상 저주파형은 낮은 임피던스 때문에 무효전력 손실을 줄일 수가 있으며, 대단히 높은 전류의 통전이 가능하기 때문에 열전도가 높은 경합금의 점용접에 사용된다. 그러나 용접 변압기가 극단적으로 커지며, 제어의 어려움 때문에 넓게 보급되지는 못했으며, 다음에 설명되는 삼상 정류형으로 대체되어 현재는 거의 생산되고 있지 않다.

2.1.4 삼상 직류형

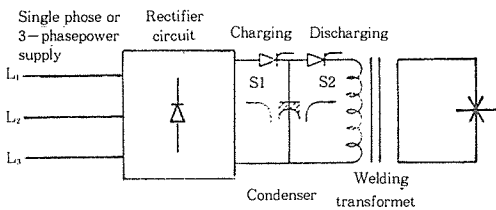
삼상입력을 공급받아 변압기를 통해 적정한 용접 전압으로 낮춘 후 2차측을 전파정류하여 전극에 직류출력전류를 공급한다. 이때 정류기의 임피던스를 동일하게 유지하면 입력은 평형을 유지하게 되며, 역률이 높고, 제어성이 좋으며, 단상 직류형에 비하여 전류의 리플이 적은 장점이 있으나, 장비의 규모가 커지게 된다. 대형의 장비에만 적용, 생산되고 있다.



〈그림-2.1.4〉 3상 직류형 용접기 회로도

2.1.5 콘덴서형

저항용접기는 열에너지를 짧은 시간에 방출하는 전기기기이다. 따라서 에너지를 낮은 비율로 천천히 받아들여 저장한 후, 필요한 시점에서 일시에 방출할 수 있는 장치는 저항용접기로 응용될 수 있다. 실제 공극이 있는 변압기에 자기(magnetic)에너지 형태로 에너지를 저장하는 방법 전기화학 에너지(축전자)로 에너지를 저장하는 방법 등이 저항용접기에 사용되어져 왔다. 그러나, 현재 국내에서 상품화되어 널리 보급된 것은 콘덴서형 저항용접기이다. 콘덴서형 저항용접기는 삼상 입력전력을 직류로 변환시켜 콘덴서에 서서히 충전한다. 콘덴서에 전력이 충분히 충전되면 짧은 시간에 방전시켜 저항용접에 필요한 에너지를 얻는다. 콘덴서형 저항용접기는 방전에너지를 저장하기 위해 용량이 대단히 큰 콘덴서가 필요하며, 용접변압기가 커지는 결점이 있다. 또한 방전전류를 일정한 수준으로 유지하는데 어려운점이 많다. 그러나 일반 단상교류 저항용접기에서 발생하는 상간전력 불균형 및 낮은 역률등을 개선할 수 있는 장점도 갖추고 있다.



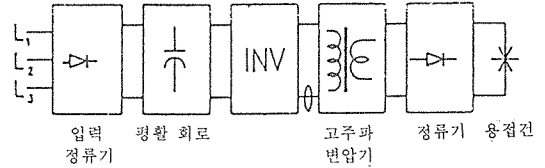
〈그림-2.1.5〉 콘덴서형 용접기 회로도

2.1.6 인버터형

저항용접기의 역률향상은 직류화로서 이룩될 수 있으며 삼상 평형전력의 이용은 삼상 직류식이나 콘덴서형을 사용함으로써 가능하지만 용접변압기의 소형, 경량화는 계속적인 문제로 남게되며, 용접전류의 고속정밀화는 용접품질 향상의 관건이 되고 있으나 기존의 용접방식은 제어상의 한계를 가지고 있다.

전력소자의 발달과 제어회로설계 자유도 향상에 따라 인버터 제어방식의 전력변환이 저항용접에도

적용되어 역률개선, 용접기의 소형화, 용접전류제어 정밀화에 의한 용접품질의 고급화를 실현할 수 있게 되었다. 이 방식의 용접기는 향후 용접산업을 주도할 것임을 확신한다.



〈그림-2.1.6〉 인버터형 용접기의 블록도

인버터 저항용접기 주회로의 블록도는 〈그림-2.1.6〉과 같다. 삼상입력을 정류하여 평활한 후 반도체 스위칭 소자를 이용한 인버터회로를 통과시키면 구형파교류가 발생된다.

이 구형파 전압을 고주파변압기를 이용해 용접에 적당한 저전압으로 변성하여 직접 용접전극에 공급하거나 다시 정류기를 거쳐 직류화된 용접전류를 전극에 공급한다.

실제 구성을 살펴보면 입력정류기는 반도체 다이오드를 이용한 삼상 전파정류기가 사용되며, 평활회로에는 대용량 전해콘덴서가 사용된다. 직류를 교류로 바꾸는 기구인 인버터의 스위칭소자는 출력용량과 주파수에 따라 선정이 되며, 최근장비에는 바이폴라 정션 트랜지스터 및 IGBT가 가장 많이 사용된다. 또한 스위칭 소자의 배치방법에 따라 여러가지 종류의 회로가 개발되었으나 저항용접기용으로는 하프브리지형이나 풀브리지형이 흔히 사용되며, 출력주파수도 1kHz미만이 주로 사용된다. 일반적인 인버터 전원장치와 크게 상이한점은 구형파교류를 직접 정류하여 이용하는 것을 들 수 있겠다. 냉각방식으로는 용접변압기와 2차정류기의 용량에 따라 공냉식과 수냉식이 채용되고 있으나 박판용의 탁상형을 제외하고는 수냉방식이 주류를 이루며, 용접기, 정류기 용접건이 일체로 제작되는 것이 현재의 추세이다.

제어기는 인버터회로의 스위칭신호발생과 용접을 위한 각종 데이터를 입력받아 적정시기에 가압을 수행하고, 전류통전시간 제어를 하며, 출력부의 신호교환을 받아 정전류제어를 한다. 용접기의 전류제어방식은 정전류 제어방식이 가장 많이 쓰이며, 정전류

제어를 위해 PWH(Pulse width Modulation)방식과 PFM(Pulse Frequency Modulation)이 선택적으로 사용되며, PWM 및 PFM의 혼합방식도 채용되고 있다.

3. 전원장치의 설계, 제작

3.1 입력 정류기

3.1.1 개요

삼상 정류기는 Bridge회로를 사용하였으므로, 직류전압(V_d : Average Voltage)은 주기함수인 파크전압 V_p 의 한주기 동안의 면적을 주기로 나눈 값이므로

$$V_d = \frac{V_p}{\pi/6} \int_0^{\pi/6} \cos \omega t \, d\omega t$$

$$V_d = \frac{\pi}{3} \sqrt{2} \sqrt{3} V_{an} = 2.34 V_{an}$$

이 된다. 따라서 직류전압 V_d 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} V_d &= 0.955 V_p \\ &= 0.955 \times 622.25 \\ &= 594.25V \end{aligned}$$

3.1.2. 다이오드 선정

최대 DC Link 전류 i_d 는 800A(rms)이므로 각각의 다이오드가 분담해야 할 전류 i_d 는 다음과 같다.

$$i_a = \frac{800}{\sqrt{3}} = 462A(\text{rms})$$

또한 V_d 의 ripple을 작게 하려면 출력 양단에 큰 콘덴서를 연결하는 것이 좋지만 회로 인덕턴스가 작은 경우 다이오드가 On되는 순간 콘덴서에 갑자기 많은 전류(Inrush Current)가 흘러 다이오드를 파괴시킬 수 있으므로 유의하여야 한다.

본 연구에서 사용한 정류용 다이오드의 Peak One Cycle Surge Current(I_{FSM})은 11,500A 이다.

3.2 인버터

3.2.1 스위칭 소자 선정

현재 용접기용 인버터에 사용되고 있는 대표적인 스위칭 소자의 특성을 비교하면 다음과 같다.

1) Power Transistor Module: 고내압, 대용량이 가능하지만 스위칭 속도가 느리다.

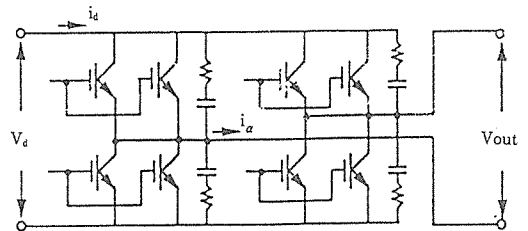
2) Power MOSFET: 스위칭 속도는 빠르지만 고내압 대용량이 곤란하다.

3) IGBT: Power MOSFET의 고속 스위칭 성능과 Bipolar Transistor의 고내압, 대전류 처리능력을 겸비한 전압 제어형 소자이다.

본 연구에서는 IGBT를 이용하여 인버터를 구성하였으며 상세회로는 <그림-3.2.1>와 같다. DC Link 전압 V_d 는 600V이고 i_d 는 800A이다. 이 경우, 각각의 IGBT가 분담해야 할 전류 i_d 는 다음과 같다.

$$i_a = \frac{800}{\sqrt{2}} = 566A$$

따라서 스위치 소자로 IGBT는 400A급을 선정하고, <그림-3.2.1>와 같이 2개 병렬하여 사용하였다.



<그림-3.2.1> 인버터 회로

3.2.2 IGBT의 스너버 회로 설계

일반적으로 사용되고 있는 스너버 회로에 대한 분석을 통하여 스너버 회로의 역할을 주지하고, 스위칭시 발생하는 전압 스파이크의 발생을 억제하고, 또한 스위칭시의 스너버 회로 손실을 줄일 수 있는 스너버 회로를 설계하였다.

위 회로에 대한 시뮬레이션을 통하여 본 연구에 사용된 스너버 회로의 전압 스파이크 발생 억제와

스너버 회로내 손실 감소에 대한 우수성을 입증하고, 이에 필요한 스너버 회로의 조건을 제시하였다.

1) 스너버회로 해석

스너버회로는 과대한 스위칭 서지 전압(Switching Surge Voltage)의 발생을 억제하고, IGBT의 과전압에 의한 소자파괴를 방지하는 것이다.

스위칭 서지전압은 IGBT가 턴오프할 때의 주회로 전류의 급격한 변화에 의해 주회로의 부유 인덕턴스에 높은 전압이 유기되는 것에 의해 발생한다.

스위칭 서지 전압의 첨두치(V_{CESP})는 아래의 식에서 구할 수 있다.

$$V_{CESP} = E_d + L \cdot di_c/dt$$

여기서 di_c/dt 는 턴오프시의 컬렉터와 전류변화율의 최대치이다.

이전압이 IGBT의 컬렉터와 에미터간 내압(V_{CES})을 초과하면 소자파괴에 까지 이른다. 스너버 회로는 스위칭시의 전압 스파이크를 IGBT의 내압이하로 얻을 목적으로 사용하며, 스너버 회로의 종류와 특징은 다음과 같다.

- RC 스너버 회로

회로 구성이 가장 간단하고, 턴오프시의 컬렉터와 에미터간 전압상승율을 억제하는 효과도 있지만 대용량의 IGBT에 적용하기에는 스너버 저항을 적은 치로 하지 않으면 안되고, 이 결과 턴온시의 Link 전류가 정도 이상으로 커지게 된다. 수 A이하의 소용량의 IGBT에는 적용할 수 있다.

- 충방전형 RCD 스너버

앞서 설명한 RC 스너버 회로에 다이오드를 추가하여 스너버 저항의 값을 자유로 크게 할 수 있고, 턴온시의 Link 전류가 감소되면서 컬렉터와 에미터간 전압상승율의 억제효과를 가지게 된다.

그러나, 충방전형 RCD 스너버는 후에 설명하는 방전저지형 RCD 스너버에 비해서 스너버 회로에서의 발생손실(주로 스너버 저항에서 발생한다)이 극히 큰 값으로 되어 고주파 스위칭의 용도에 적당하지 않다.

충방전형 RCD 스너버 회로의 발생손실은 다음식에서 구할 수 있다.

$$P_{RS} = \frac{L \cdot I_0^2 \cdot f}{2} + \frac{C_s \cdot E_d^2 \cdot f}{2}$$

여기에서 L : 주회로의 부유 인덕턴스

I_0 : IGBT의 턴오프시의 컬렉터전류

E_d : 직류 전원전압

f : 스위칭 주파수

- 방전저지형 RCD 스너버

대용량 IGBT의 고주파 스위칭 스너버 회로로서 가장 합리적인 것이고, 스너버 회로에서의 발생손실이 적은 특징을 가진다. 턴오프 시의 컬렉터와 에미터간 전압상승율의 억제효과는 가지지 못한다.

스너버 저항의 기능은 IGBT가 턴오프 동작을 행하기 까지에 스너버 커패시터의 축적전하를 방전하는 것이다. 또한 이 저항은 발생손실에 영향을 미치지 않는다.

방전저지형 RCD스너버 회로에서의 발생손실은 아래식에서 구할 수 있다.

$$P_{HS} = \frac{L \cdot I_0^2 \cdot f}{2}$$

2) 스너버 회로 설계

위에서 설명한 것과 같이 IGBT가 턴온 혹은 턴오프될 때 발생하는 전압 스파이크를 감소시키기 위하여 여러가지 보호회로를 응용하지만 그중에서 방전저지형 RCD 스너버가 고주파 스위칭용으로 가장 적합하다. 부하측과 스너버 회로측의 상태 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{dV_s}{dt} = \frac{V_A - V_s - V_{bi}}{R_D C_s} \text{ for } V_A < V_s + V_{bi}$$

$$\frac{dV_s}{dt} = -\frac{V_A - V_s}{R_s - C_s} \text{ for } V_A < V_s + V_{bi}$$

$$I_s = C_s \frac{dV_s}{dt}$$

$$I_T = I_L - I_s \text{ for } V_A > V_s + V_{bi}$$

$$I_T = I_L - I_s \text{ for } V_A < V_s + V_{bi}$$

3.2.3 구동 회로

IGBT의 Collector-Emitter간의 전압 V_{CE} 에 따라

변환한다. 따라서 ON 기간중의 V_{ce} 를 낮게 하기 위해서는 V_{ce} 를 가능한 증가시키는 것이 유리하다(15V 이내). 또한 IGBT에 Off-Gate신호가 인가된 상태에서 역 병렬로 접속되어 있는 Free Wheeling Diode의 역회복에 의해 높은 dv/dt 를 갖는 전압이 발생하여 IGBT를 오동작 시킬수 있으므로 OFF 상태에서 역전압을 계속 인가하는 것이 좋다(5V 이상).

본 연구에서는 Semikron사 제품의 IGBT Drive 칩(SKH 120)을 사용하였으며, 이 칩의 정격 및 구동회로는 부록에 첨부하였다.

4. 출력정류기와 고주파 변압기 설계 및 제작

4.1 출력정류기

본 개발품에서 변압기의 2차 결선방식이 센터탭 방식으로 정해졌으므로 다이오드의 최대 순방향 전류는 50KA 이지만 소자에 흐르는 평균전류는 다음 식으로 구해진다.

$$I_{FM} = I_0 \times \delta / 2$$

여기서, I_0 : 출력전류 A

δ : 다이오드의 사용율

출력전류를 50,000A로 하면

$$I_{FM} = 50,000 \times 0.1 / 2 = 2,500A$$

따라서 다이오드의 순방향 전류평균치는 2,500A이다.

또한 하프브릿지 회로에서 역전압은 출력전압의 4배 이상으로 정하여지게 되는 바, 본 용접기의 출력전압은 12V이하이기 때문에 역전압은 48V를 넘지 않는다. 출력 다이오드는 출력전류를 고속으로 on-off하기 때문에 인버터 Off-Time의 4/5이하에서 다이오드의 역회복시간(t_{rr})이 정하여져야 한다. 본 장치에서 인버터 정격 Off Time은 50 μ s이므로 다이오드의 역회복시간은 40 μ s 이하여야 한다. 앞서의 순방향 전류와 출력전압 및 역회복시간을 고려하여 본 용접기에 사용된 출력 다이오드는 순방향 전류 3,

000A, 역전압 100V, 역회복시간 30 μ s로 정하였으며, 3,000A급 다이오드 2개를 결선하여 center-tab 정류방식 회로를 구성하였다. 각 다이오드의 surge 순방향 전류는 60,000A로서 소프트 용접기에 충분한 용량이 된다.

출력다이오드는 변압기의 누설 인덕턴스와 다이오드의 접합부가 갖는 커패시턴스에 의하여, 출력전압이 영으로 될 때 과도현상에 의한 전압이 발생하므로, 이것을 막고 다이오드를 보호하기 위하여 RC 스너버를 구성하였다.

4.2 고주파 변압기 설계

용접변압기는 등가연속용량 155KVA, 주파수 1,000Hz, 1차 입력전압 600V 구형파, 2차전압 9V, 센터탭 정류기용으로 설계하였다.

철심은 0.27'방향성 규소강판을 사용하였으며, 자속 밀도는 2,600 GAUSS로 설계되었다.

1차 COIL은 절연된 동사각선을 사용하고, 2차 COIL은 수냉을 위해 동사각 PIPE를 사용하였으며, 철심과 COIL은 통전시 전자기계력을 충분히 수용할 수 있도록 EPOXY MOLDING으로 완성하였다.

5. 제어기의 설계 및 제작

5.1 중앙제어 컴퓨터

중앙제어부는 16bit one-chip controller인 80C196을 사용하였으며, 32KB의 program memory ROM과 8KB의 data memory용 RAM으로 구성되어 있다.

5.1.1 Memory Map

Memory Map은 아래의 <표-5.1.1>과 같다.

<표-5.1.1> Memory Map

| 어드레스 | 내 용 |
|--------|-------------------|
| 0×FFFF | RAM Memory |
| 0×E000 | |
| 0×A403 | 8255 CONTROL WORD |

| 어드레스 | 내 용 |
|------------------|------------------|
| 0×A402 | 8255 PORT C |
| 0×A401 | 8255 PORT B |
| 0×A400 | 8255 PORT A |
| 0×A200 | LCD |
| 0×A100 | Key pad |
| 0×9FFF 0×2000 | ROM Memory |
| 0×1FFF 0×0000 | 80C196 내부 Memory |

5.1.2 시스템 프로그램

시스템 프로그램은 Foreground Program과 Background Program으로 구성되어 있다. Foreground Program은 전면 조작 판넬로부터의 command에 따라 LCD에 값을 display시키고 사용자가 설정한 값에 따라 용접 시간을 관리한다.

Background Program은 16.66msec마다 Timer Interrupt에 따라 실행되는 Interrupt Service Routine으로써 사용자가 설정한 프로그램에 따라 용접을 행한다. 또한 사용자로부터의 키입력을 체크하여 입력을 받아 들이고 디지털 입력을 스캔하여 Foreground Program과의 공유영역에 기록한다.

5.1.3 사용자 메뉴

사용자 메뉴는 전면 조작 판넬에서 16개의 키를 사용해서 프로그램 및 파라미터를 설정할 수 있다. 메뉴를 선택하는 방법은 해당키를 누르면 키에 해당하는 메뉴들이 차례로 바뀌게 된다. 이렇게 선택한 후에 상하 화살표를 누름으로서 값들을 선택할 수 있다.

- 1) 조건입력 : 15가지의 welding조건 선택
- 2) 프로그램
 - 초기가압, 통전 I, 냉각 I, 상승기울기, 통전 II, 하강기울기, 냉각 II, 통전 III, 유지, 개방
- 3) 가압밸브
 - 선택 : 압력을 가할 밸브 선택
 - 공압 : 압력의 정도를 선택
- 4) 타점설정
 - 최대값 설정

- 5) 전류범위
 - 최대 : 최대 전류값 설정
 - 최저 : 최저 전류값 설정
- 6) 전류설정 : 각 통전 영역에서의 전류값 설정
 - 통전 I, 통전 II, 통전 III
- 7) 구간설정
 - A,B,C,D,E 전류증가 구간설정
 - 전류증가 구간별 전류증가를 설정
- 8) 설정/운전
 - 설정 : 프로그램 설정 가능
 - 운전 : 운전시작, 프로그램 설정 불가능
- 9) 용 접
 - 용접 시행
- 10) 리세트
 - 에러 발생시에 에러 처리 후 리세트
- 11) 여유키
 - 확장을 위한 여유키
- 12) 기타설정
 - 통전각 설정
 - 선형상승 혹은 계단상승 설정
 - T/R 1차 권수 및 2차 권수비 설정
 - Network 사용 여부 및 번지 설정
- 13) 10자리 증가
- 14) 1자리 증가 및 ON
- 15) 1자리 감소 및 OFF
- 16) 10자리 감소

5.2 전면 조작 판넬

전면 조작 판넬은 프로그램 및 파라미터를 표시하기 위한 LCD, 키입력을 위한 키보드로 구성되어 있다.

5.2.1 LCD Display

LCD는 graphic용으로 설정하였으며, 배경조명이 있는 것을 선택하여 야간작업이나 어두운 곳에서도 쉽게 볼 수 있도록 하였다.

본 시스템에 사용된 LCD controller는 80C196에 비해 실행속도는 느리지만, 자체적으로 MPU의 실행속도에 상관없이 동작할 수 있도록 다음과 같은 status register를 내부적으로 가지고 있다.

(STATUS REGISTER)

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| STA7 | STA6 | STA5 | STA4 | STA3 | STA2 | STA1 | STA0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|

MSB

| | | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| STA0 (BUSY1) | CHECK CAPABILITY OF INSTRUCTION EXECUTION | STA0=0:DISABLE STA0=1:ENABLE |
| STA1 (BYSY2) | CHECK CAPABILITY OF DATA READ OF DATA WRITING | STA1=0:DISABLE STA1=1:ENABLE |
| STA2 (DAV) | CHECK CAPABILITY OF DATA READ(ONLY EFFECTIVE IN AUTO MODE) | STA2=0:DISABLE STA2=1:ENABLE |
| STA3 (RDY) | CHECK CAPABILITY OF DATA WRITE(ONLY EFFECTIVE IN AUTO MODE) | STA3=0:DISABLE STA3=1:ENABLE |
| STA4 | - | |
| STA5 (CLR) | CHECK POSITION OF CONTROLLER OPERATION | STA5=0:DISABLE STA5=1:ENABLE |
| STA6 (ERROR) | ADDRESS POINTER IS OUT OF GRAPHIC AREA ON SCREEN PEEKING AND SCREEN COPY COMMAND | STA6=1:OUT OF GRAPHIC AREA |
| STA7 (BLINK) | CHECK THE CONDITION OF BLINK | STA7=0:DISPLAY OFF STA7=1:NORMAL DISPLAY ON |

Controller의 Status는 CPU와의 data 교환을 위하여 모든 command와 data사이에서 검사되어야 한다. Status는 C/D = "H", RD = "L"로 set함으로써 8bit data line(D₀~D₇)으로부터 읽어올 수 있다. 위와 같은 과정으로부터 타 LCD controller에의

단점인 Time Delay를 없앨 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 시스템에서는 한글(32×16)과 영문(16×16) font를 구성하여 display에 사용하고 있다.

5.2.2 key 입력

keyboard는 16개의 키로 구성되어 있으며, 각각을 누를때 0~15까지의 데이터를 읽을 수 있다. 74C922는 key encoder I로서 여기서는 16개의 키만을 사용하였으나 확장도 가능하다. 키 입력 확인은 key address의 데이터에서 7번째 bit가 키 입력 상태이다.

- bit 0~3 : 데이터 bit
- bit 7 : 키 입력상태 bit(0:키가 눌러진 상태)

5.2.3 Opto Isolator(Photo Coupler)

출력 connector에서의 회로는 photo 쪽으로의 입력값에 따라(High or Low) photo transistor쪽에 24V로 작동되는 relay를 control하며, photo diode 쪽의 control출력은 어드레스 decoding과 data bus를 통해 원하는 위치에 있는 relay를 구동시킨다. relay출력의 두단자는 OUTPUT connector로 내보내져 각종 start 신호 및 용접 ON/OFF 등에 쓰이도록 하였다. 출력신호는 8255를 통한 port에서 내보내진다.

입력 connector에서의 회로는 24V의 전원을 받아서 phototransistor쪽을 control한다. 즉 상태변화에 따라 입력되는 신호(24V)로 photo transistor에서의 출력(HIGH or LOW)을 control하며, 이 신호를 buffer를 통해 data bus에 실리면 main program에서 상태를 인식하여 처리할 수 있도록 설계되어 있다. 입력 신호의 인식은 8255를 통한 Port에서 이루어지며, Port에서 입력된 값은 8-bit data buffer상에 놓이게 되어 main program에서 인식할 수 있다.

5.2.4 Solenoid Output

Solenoid Valve를 구동시키기 위한 회로로써 triac과 RC snubber를 이용해 구성하였다. 어드레스 decoding과 data bus에서 나오는 신호로 4개의 solenoid valve 각각을 control하고 있다. 즉 Triac의 입력 신호를 control하고 있는 것이다.

5.3 키펜던트

5.3.1 용 도

용접기와 사람이 떨어져 있을시에는 전면 조작판넬을 직접 조작할 수가 없다. 그래서 이러한 경우 키펜던트를 사용하여 전면 조작판넬을 간접적으로 조작하고 그 상태를 키펜던트의 LCD에 표시함으로써 용접기의 상태를 알 수가 있다.

5.3.2 동 작

키펜던트는 입출력 부분인 LCD, 키보드, RS-232C Port와 이들을 제어하는 하드웨어로 구성되어 있다. 키보드가 눌러지면 그 키의 값에 해당하는 기능이 LCD에 표시되고, RS-232C를 통하여 용접기의 중앙제어부로 전달된다. 그러면 중앙제어부에서 그 값을 읽고 그에 해당하는 제어 기능을 수행하고 전면 조작판넬에 표시하고 키펜던트의 표시중 바뀔 것이 있으면 그에 해당하는 값을 넘겨준다.

5.3.3 구 성

마이크로 컨트롤러는 8032AH를 사용하고, 컴퓨터와의 인터페이스를 위해 RS-232C Port를 설치하였다.

50%, 부피 60%의 저감효과를 이룩하였다.

나. 용접변압기에 고주파(600, 800, 1,000Hz)를 적용함으로써 상용주파수 위상제어형 기기대비 증량 60%, 부피 70%의 소형, 경량화를 이룩하였다. 이에 따라 로봇에 장착시 가반중량이 작은 로봇채용이 가능하게 되었다.

다. 출력전류의 직류화로 피상입력을 상용주파수의 위상제어형 기기대비 1/3로 줄일 수 있었고, 전기저항용접의 가장 큰 결함인 단상운전에 의한 부하불평형을 근본적으로 해결할 수 있었다.

라. IGBT의 턴오프 모델을 이용하여 과도현상을 해석하였으며, turn-off시에 발생하는 최대 애노드 전압 spike를 줄이기 위한 스너버 회로를 설계하였다. 본 연구에서 제시한 방법에 의하면 IGBT의 turn-off 특성파악이 용이하고, turn-off시에 발생하는 전압 spike를 최소로 하는 스너버 회로설계를 쉽게 수행할 수 있다.

마. C언어를 사용하여 제어 Program을 개발함으로써, 시제품의 성능향상 및 사양변경시 Program 수정이 매우 용이할 것으로 기대한다.

바. One-Chip Microprocessor(80c196KC Intel)를 사용함으로써 Hardware설계가 용이하며 각종 기능을 손쉽게 추가할 수 있다.

사. 수요자의 요구 또는 사용조건에 따라 융통성 있는 제품생산이 가능하다.

6. 결 론

개발결과를 요약하면 다음과 같다.

가. IGBT를 스위칭 소자로 채택하여 인버터를 구성함으로써, BJT를 사용한 제품에 대비하여 증량

세계속의 한국은 세계속의 기술로 부터