

전류형 INVERTER를 이용한 POST SEAM ANNEALLER

*기 우봉, **차 득근, ° 송 광호
 **안국산업서비스(주) **동의대학교

POST SEAM ANNEALLER USING CURRENT SOURCE INVERTER

*WOO-BONG KEE, **DUK-GUEN CHA, ° GWANG-HO SONG
 * KISCO, ** DONGEUI UNIV.

ABSTRACT

THIS REPORT PRESENTS THE MAIN CIRCUIT CONFIGURATION AND OPERATING PRINCIPLE ON THYRISTORIZED CURRENT SOURCE INVERTER TO PUT LOAD RESONANCE CONCEPT TO PRACTICAL USE APPLICABLE TO INDUCTION SEAM ANNEALLER, 500KW CAPACITY AND ADJUSTABLE FREQUENCY RANGE OF 1 TO 3KHZ, TOGETHER WITH WAVE FORM OF SIMULATION AND ACTUAL TEST RESULT.

1. 서론

강재를 용접하면 용접 금속과 모재부 사이에는 열영향부가 존재한다.

이 열영향부는 예열의 유무 강재의 두께, 용접열에 따라 변화는 있으나 모재에 비해 현저한 경도차를 나타낸다. 이 경도의 차는 균열의 원인이 되므로 경도의 균일화를 위해 제차 용접부 주위를 가열하여 소둔해야 한다.

소둔의 가열장치는 과거 연로연소식과 유도가열방식을 사용하여 왔으나 현재는 유도가열방식의 채용이 월등히 높아지고 있다.

본자료는 500KW 전류형 INVERTER로 용접부 소둔장치를 제작한 제품을 소개코져 한다.

2. 본론

1) 용접부 경도 분포

그림1에서 알 수 있는 것과 같이 용접부는 모재원질부, 열영향부, 용접금속으로 된 다. 용접금속은 한번 용융한 금속이 응고된 부분이다.

용접 이유때의 조직은 균일하지 않고 열에 따라 변질되고 있다.

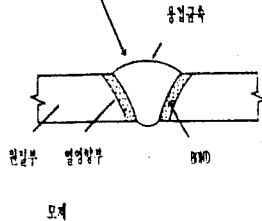


그림1. 용접부의 확대단면

ARC용접의 경우, ARC아래의 용융지표면은 고온을 유지하지만, 용융지저부, 즉 모재에 접하는 부분은 급격히 온도가 강하여 용융지 내에는 현저한 온도차를 나타낸다.

그림 2는 용접부의 경도분포를 나타내었다.

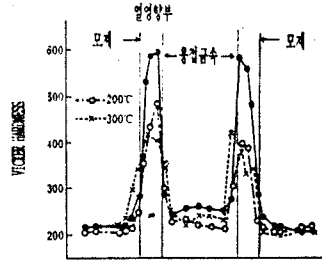


그림 2. 0.4C - 1.5Mn - 0.2Mo강 용접부의 경도분포

2) 전원장치 회로 및 특성비교

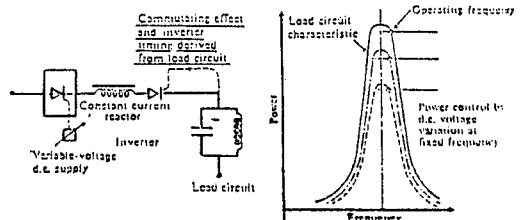
THYRISTOR방식 유도가열기의 종류는 INVERTER구성방법에 따라 전류형과 전압형으로 구분할 수 있다.

그림3은 전류형과 전압형의 회로 구성 및 동작 특성을 나타낸다.

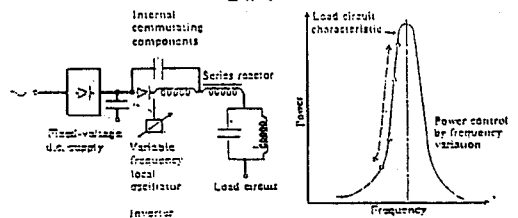
(a)의 전류형 INVERTER는 THYRISTOR로 CONVERTER를 구성, 출력전력을 CONVERTER에서 제어하며, 평활한 직류전류를 얻기 위해 REACTOR를 삽입시켰다.

TANK회로의 전압을 감지하여 점호합으로 POWER 변화에도 일정한 동작주파수로 운전되도록 하였다.

(b)의 전압형 INVERTER는 DIODE로 CONVERTER를 구성하고 DC LINK에 CAPACITOR를 채용하여 전압원으로 사용하며 INVERTER THYRISTOR는 별도의 발진기를 사용, 점호각을 제어하여 출력주파수 및 POWER를 INVERTER에서 제어한다.



(b) 전류형 INVERTER



(b) 전압형 INVERTER

그림3. 전류형과 전압형의 회로구성과 동작특성

본 연구에 이용된 방식은 전류형방식으로 주회로 구성은 그림4와 같고 특성은 그림5와 같다.

그림 4의 BLOCK 1은 MAIN NFB이며

- BLOCK 2는 6-PULSE THYRISTOR CONVERTER
- BLOCK 3은 SMOOTHING REACTOR
- BLOCK 4는 OVER-VOLTAGE TRIP
- BLOCK 5는 SOFT STARTER
- BLOCK 6은 SEQUENCE CONTROLLER
- BLOCK 7은 POWER CONTROL 및 INDICATOR
- BLOCK 8은 SINGLE PHASE INVERTER이다.

BLOCK 5의 SOFT STARTER는 그림 6에 나타냈다.

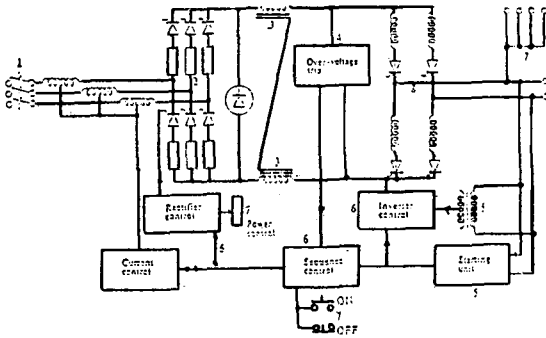


그림4. 주회로 구성.

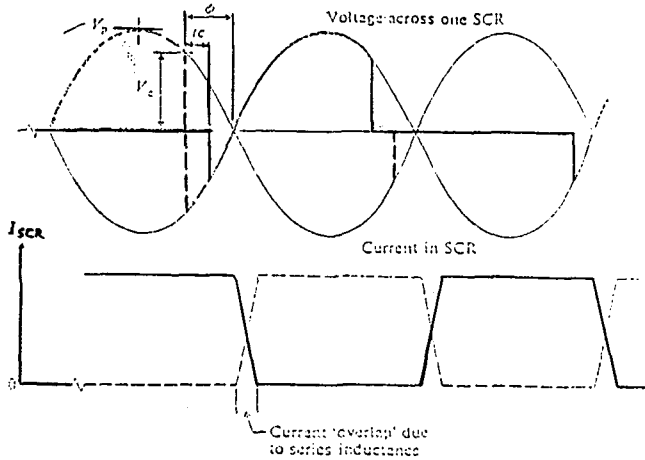
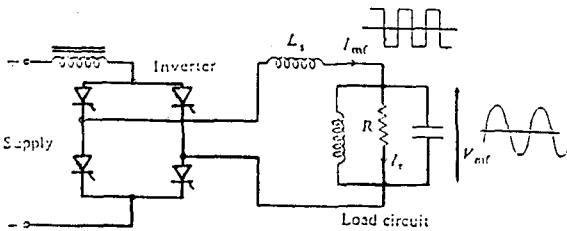


그림5. INVERTER 전류특성.

3) SOFT STARTER

그림6의 SOFT STARTER는 AUX'STARTING CIRCUIT와 MAIN STARTING CIRCUIT로 구성된다.

AUX'STARTING CIRCUIT는 DC LINK에 대응량의 REACTOR를 채용했으므로 CONVERTER의 THYRISTOR TURN-ON시 THYRISTOR에는 LATCHING CURRENT가 흐르지 못한다. 즉 AUX STARTING CIRCUIT는 REACTOR의 PRECHARGE를 위해 동작한다.

MAIN STARTING CIRCUIT는 INVERTER 임의의 한 PAIR THYRISTOR를 TURN-ON 한 후 다른 PAIR로 전류(轉流)시킬때 필요한 ENERGY를 공급하기 위한 것이다.

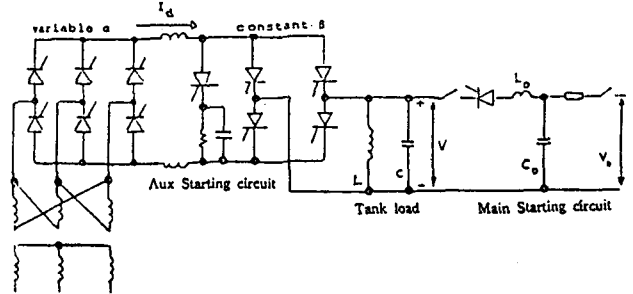


그림 6. STARTING CIRCUIT

4) COMMUTATION & SIMULATION

유도 가열 SYSTEM에 사용되는 전형적인 회로를 그림 7에 나타낸다.

충분히 큰 CAPACITOR가 연결 되어있다. 이 CAPACITOR는 역동 보상 및 전류에 이용한다.

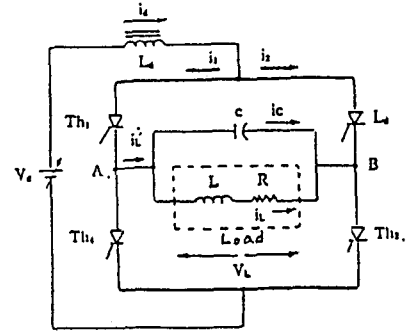


그림 7. SINGLE-PHASE BRIDGE INVERTER WITH LOAD COMMUTATION

그림 8은 SMOOTHING REACTOR INDUCTANCE가 매우 크다고 가정 했을 때의 INVERTER의 부하 전압과 전류 파형이다.

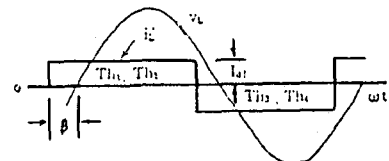
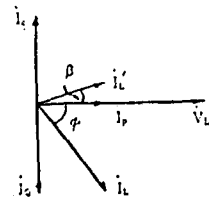


그림 8. (a) LOAD VOLTAGE & CURRENT



(b) VECTOR DIAGRAM

THYRISTOR PAIRS TH1, TH2와 TH3, TH4는 180°간격으로 SWITCHING 하여 부하에 구형파 전류를 흘린다. 부하 전압 파형은 구형파보다 앞선 정형파가 된다.

THYRISTOR PAIR TH1, TH2가 ON 되면 TH3, TH4는 β기간 동안 역전압이 유겨 되어 부하 전류(漣波)가 없어 난다. 최소 전류각 β는 THYRISTOR TURN OFF TIME 보다도 충분히 커야 한다.

THYRISTOR PAIR TH1, TH2 도통시 일반적인 회로 방정식은 다음과 같다.

$$L_d \frac{di_d}{dt} + R_d i_d = V_d - V_L$$

$$V_L = R i_L + L \frac{di_L}{dt}$$

$$C \frac{dV_L}{dt} = i_d - i_L$$

여기서 R_d는 INDUCTOR L_d의 저항이다. THYRISTOR PAIR TH3, TH4 도통시 회로 방정식은 다음과 같다.

$$L_d \frac{di_d}{dt} + R_d i_d = V_d + V_L$$

$$V_L = R i_L + L \frac{di_L}{dt}$$

$$C \frac{dV_L}{dt} = -i_d - i_L$$

THYRISTOR는 SWITCH로 L_d, R_d, C 값을 선정하여 SIMULATION 하였다.

부하 PARAMETER를 선정하여 SIMULATION한 결과를 나타낸다.

L_d = 109 μH (MATCHING TRANSFORMER 1차측 환산치)
R_d = 192 mΩ (MATCHING TRANSFORMER 1차측 환산치)
C = 204 μF

2) 주 회로 부품 규격

- (a) RAPID FUSE
600V 1000A
- (b) CONVERTER THYRISTOR
N490CH20 WESTCODE IN ENGLAND
- (c) INVERTER THYRISTOR
R325CH14FH0 WESTCODE IN ENGLAND
- (d) SMOOTHING REACTOR
2mH WATER COOLED DRY TYPE
- 3) OSCILLOSCOPE 파형

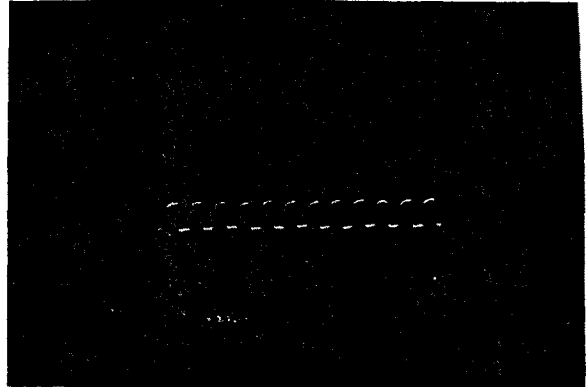


PHOTO 1. TANK VOLT & CURRENT
(574 V_{peak}, 245 A, 1.18KHz)

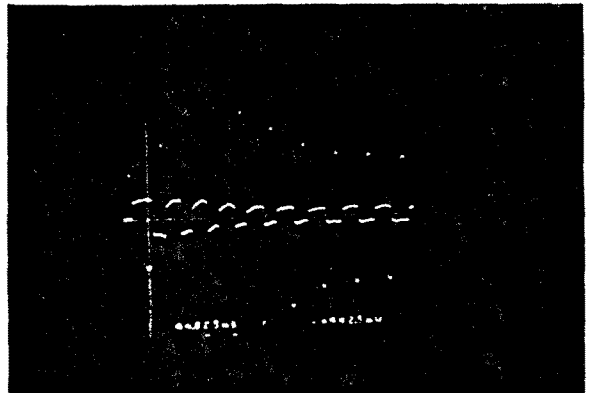


PHOTO 2. START-UP시 TANK VOLT & CURRENT

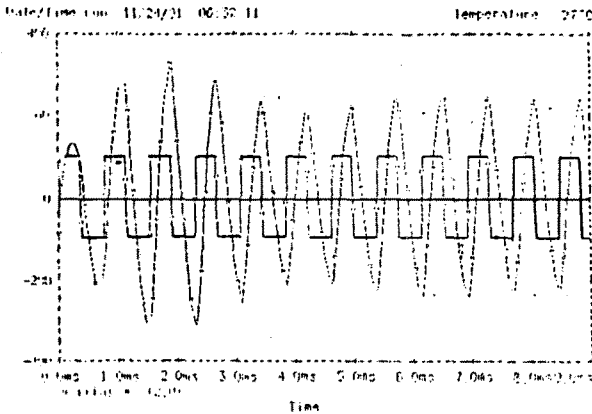


그림 9. SIMULATION 결과

3. 실험 장치 및 고찰

1) 실험 장치 규격

입력 사양 440V 820 A 3PHASE 60HZ

출력 사양 600V 830 A 1PHASE 1KHZ~2KHZ

4) 각부 사진



PHOTO 3. PANEL LAY-OUT

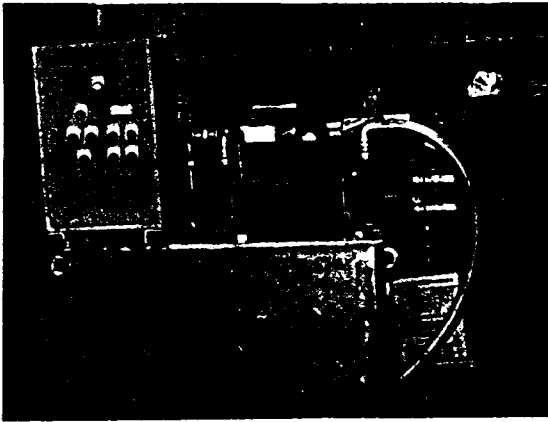


PHOTO 4. COOLING DEVICE

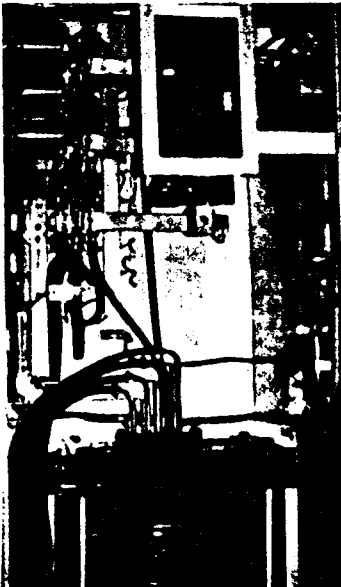


PHOTO 5. CONVERTER

- 1. CONVERTER
- 2. AUX' START CKT
- 3. SMOOTHING REACTOR



PHOTO 6. INVERTER

- 1. INVERTER
- 2. MAIN START CKT
- 3. TANK CAPACITOR

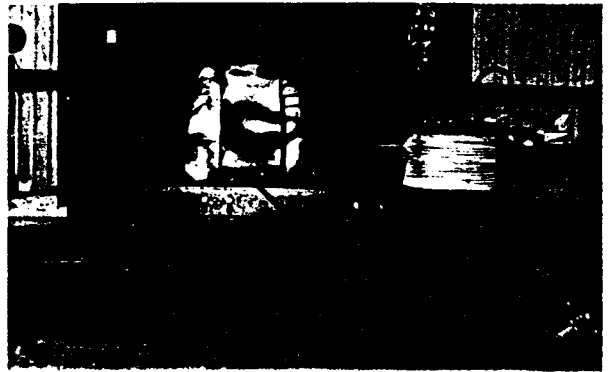


PHOTO 7. MATCHING TRANSFORMER & INDUCTOR

4. 결론

전류형 INVERTER를 채용, POST ANNEALLER에 적용시킨 것으로 START 회로와 CONTROL 회로가 매우 복잡하며 INVERTER 주소자의 보호에는 탁월한 성능을 발휘하였다.

START 회로의 연구와 MICRO-PROCESSOR를 이용하여 CONTROL 회로를 간략화 하는 것이 앞으로의 개발 과제이다.