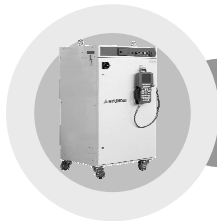


경고

모든 설치 작업은 반드시 자격있는
설치기사에 의해 수행되어야 하며
관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.



Hi4a 제어기 기능설명서

이퀄라이저



본 제품 설명서에서 제공되는 정보는 현대중공업의 자산입니다.
현대중공업의 서면에 의한 동의없이 전부 또는 일부를 무단 전재 및 재배포할 수 없으며,
제 3 자에게 제공되거나 다른 목적에 사용할 수 없습니다.

본 설명서는 사전 예고없이 변경될 수 있습니다.

Printed in Korea - 2007 년 10 월 . 3 판
Copyright © 2007 by Hyundai Heavy Industries Co., Ltd



목 차

1. 개요

1.1. 기본사양	1-1
1.2. 로봇 이퀄라이저 기능 조작의 흐름	1-2
1.3. 티칭을 시작하기 전에	1-4

2. 정수 설정

2.1. 용도 설정	2-2
2.2. 입출력 신호 할당	2-4
2.2.1. 입력신호	2-4
2.2.2. 입력신호 조작 방법	2-4
2.2.3. 출력신호	2-5
2.2.4. 출력신호 조작방법	2-6
2.3. 톨 길이, 각도 설정	2-7
2.3.1. 톨 길이	2-7
2.3.2. 톨 각도	2-7
2.4. 로봇 이퀄라이징 파라미터의 설정	2-8
2.4.1. 파라미터	2-8
2.4.2. 이퀄라이징 파라미터 조작방법	2-11
2.5. 스폿용접 파라미터의 설정	2-12
2.5.1. 파라미터	2-12
2.5.2. 스폿용접 파라미터 조작방법	2-14
2.6. 종료	2-15

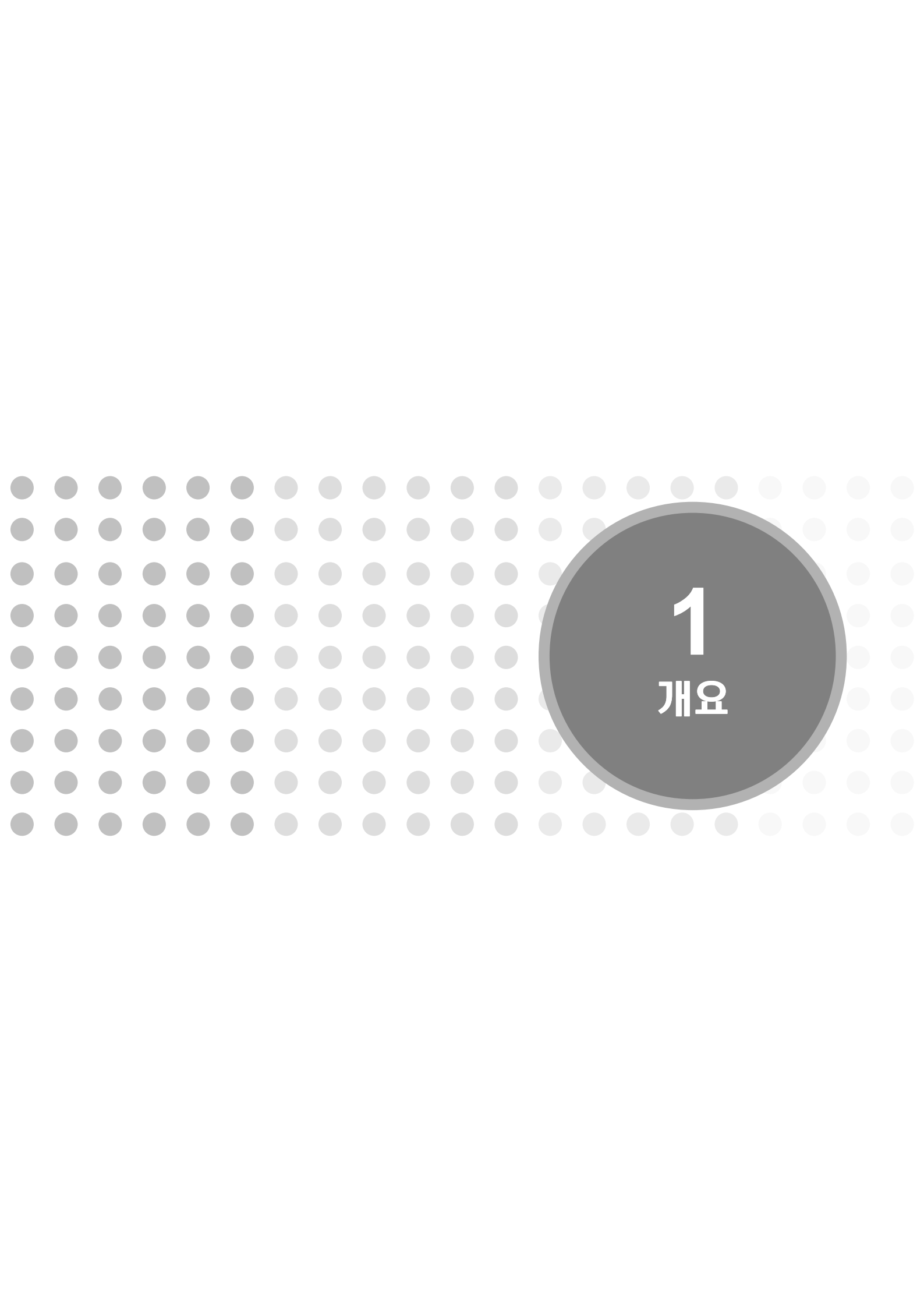
3. 티칭

3.1. 건, 2 단건 선택	3-3
3.2. 수동건가압	3-4
3.2.1. 조작방법	3-4
3.3. 스텝의 티칭	3-5
3.3.1. 스폿용접 스텝의 기록	3-5
3.3.2. 조작방법	3-6
3.4. 고정전극 마모서치(EGUNSEA)의 티칭	3-8
3.4.1. 고정전극 마모 서치기능 EGUNSEA(M107)의 파라미터	3-9
3.4.2. 고정전극 마모 서치기능의 조작방법	3-11

4. 재생

4.1. 스텝의 재생	4-2
4.2. 스폿용접 스텝의 재생	4-3
4.3. 고정전극 마모서치 기능의 재생	4-5

5. 조건설정	5-1
5.1. 고정전극 마모서치 기준위치 기록	5-2
5.1.1. 조작방법	5-3
6. R 코드와 모니터링 기능	6-1
6.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택(R219)	6-2
6.1.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택의 조작방법	6-2
6.2. 이퀄라이징 전극 마모량 프리셋(R220)	6-2
6.2.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택의 조작방법	6-2
6.3. 이퀄라이저리스 GUN 모니터 기능	6-3
6.3.1. 표시항목	6-3
6.3.2. 조작방법	6-4
7. 에러	7-1
7.1. 에러 메시지	7-2
7.2. 경고 메시지	7-4



1 개요



1. 개요

1.1. 기본사양

- (1) 건 구동방식 : 솔레노이드 공압 밸브에 의한 신호 On/Off 제어
- (2) 고정전극 마모 검출 센서 : 근접센서(검출거리: 10mm 이상)
: Chattering 방지용 사양선택(응차거리)
- (3) 기본기능 : 고정전극 마모서치 기능
: 고정전극 마모량 보정기능
: 고정전극 마모 경보 출력기능
: 로봇에 의한 이퀄라이징 기능

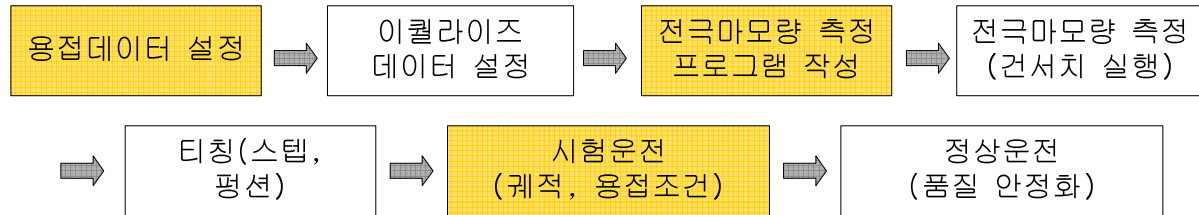
(4) 공압 건 공급 사양

구분	구성		공급사양
	GUN 1	GUN 2	
싱글건	이퀄라이저 로봇 건		적합
	이퀄라이저리스 로봇 건		적합
	이퀄라이저리스 정치 건		적합
멀티건 (쌍두건)	이퀄라이저 로봇 건	이퀄라이저 로봇 건	적합
		이퀄라이저리스 로봇 건	적합
		이퀄라이저리스 정치 건	적합
	이퀄라이저리스 로봇 건	이퀄라이저리스 로봇 건	적합
		이퀄라이저 로봇 건	적합
		이퀄라이저리스 정치 건	적합
	이퀄라이저리스 정치 건	이퀄라이저리스 정치 건	적합
		이퀄라이저리스 로봇 건	적합
		이퀄라이저 로봇 건	적합
서보건	-	-	부적합
건 Change	-	-	부적합

단, GUN 체인지 개수가 1 개일때는 GUN2 로 사용하면 가능합니다.

1.2. 로봇 이퀄라이저 기능 조작의 흐름

이퀄라이저리스 공압건을 조작하는 방법은 아래와 같습니다.



- (1) GUN 모드 설정 및 스폿&스터드 용접 파라미터 설정을 참조합니다.
- (2) 이퀄라이징 데이터 설정을 참조합니다.
- (3) 고정전극 마모 서치기능(M107)의 티칭을 참조합니다.
- (4) 고정전극 마모 서치기능(M107)의 재생과 5.1 고정전극 마모 서치 기준위치기록을 참조합니다.
- (5) 스텝의 티칭을 참조합니다.
- (6) 티칭한 프로그램을 확인합니다.
- (7) 재생을 참조합니다.

1.3. 티칭을 시작하기 전에

티칭을 시작하기 전에 반드시 다음의 조작을 실행하여 주십시오.

- (1) 이퀄라이저리스 공압건에 대한 정수 파라미터 설정을 완료하였는지를 확인하여 주십시오.
서보건과 병행하여 사용하는 것은 불가 합니다.
- (2) 고정전극 마모 서치기능을 사용하여 서치기준위치를 기록하는 경우에는, 고정축단의 전극을 마모되지 않은 것으로 부착한 후 행하여 주십시오.
- (3) 스텝을 티칭하는 경우에는, 마모량이 정확히 설정되어 있는지를 미리 확인하여 주십시오.
- (4) 스폿용접스텝을 티칭하는 경우, 반드시 티치펜던트의 GUN LED 가 점등되어 있는 상태에서 [MOVE]키를 눌러 주십시오. 이 경우에만 고정전극의 마모량을 반영하여 위치를 기록합니다.
- (5) 이퀄라이저리스 건(로봇건,정치건) 사용시에 한스텝에서 동시 복수의 GUN 작업이 불가합니다.

The background features a light gray grid of dots. A dark gray circle is positioned on the right side of the page, containing the number 2 and the text '정수 설정'.

2

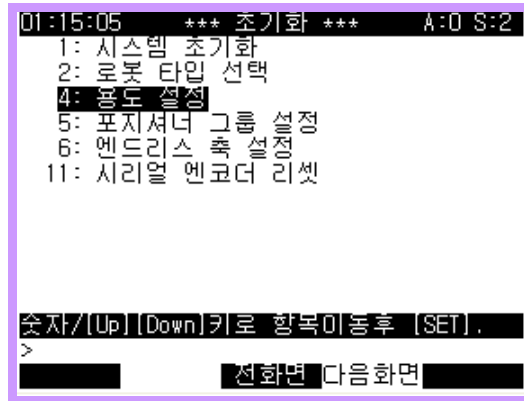
정수 설정



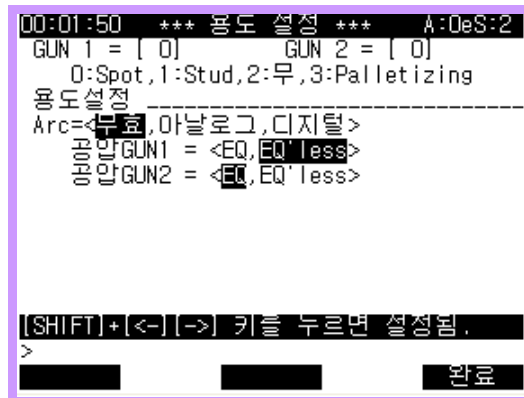
2. 정수 설정

2.1. 용도 설정

- (1) 『[PF2]: 시스템』 → 『5: 초기화』 → 『4:용도 설정』을 선택합니다.



- (2) 『4: 용도 설정』을 선택하면 화면이 다음과 같이 표시됩니다.



- (3) GUN1 = 0(Spot)으로 설정한 후 공압건을 『EQ'less』로 선택합니다.
(상기 화면에서는 GUN1, GUN2 를 Spot 으로 사용할 것이며 GUN1 은 이퀄라이저리스이고, GUN2 는 이퀄라이저 공압건 입니다)
- (4) 입력 종료는 『[PF5]: 완료』 키를 누릅니다.

◆【주의사항】◆

- 이퀄라이저리스 공압건을 사용하는 경우, 『4: 용도 설정』에서 사용하고자 하는 GUN을(GUN1 또는 GUN2) 반드시 0(Spot)으로 설정한후 공압건을 “EQ'less”로 선택하여야 합니다.
- 이퀄라이저 공압건과 이퀄라이저 공압건을 같이 사용하는 경우에는 공압건은 EQ, EQ'less로 구분되어야 합니다.

다음은 이퀄라이저리스 공압건을 설정하는 예입니다.

GUN	어플리케이션	모드/공압건
GUN 1	이퀄라이저리스 공압건	Spot(0)/EQ'less
GUN 2	이퀄라이저 공압건 또는 미사용	Spot(0)/EQ
	팔레타이징	Palletizing(2)/EQ

2.2. 입출력 신호 할당

『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』에서 입출력신호 할당을 선택합니다.

2.2.1. 입력신호

『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』 → 『7: 입력신호 할당』에서 할당할 입력 번호를 선택합니다.

- **마모리셋(고정전극)**

외부입력 신호로 고정전극의 마모량을 리셋하는 경우에 사용합니다. (이퀄라이저리스 공압건에서는 고정전극 마모량만을 외부에서 리셋 할 수 있습니다.)

2.2.2. 입력신호 조작 방법

- (1) 『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』을 선택합니다.
- (2) 『7: 입력신호할당』을 선택합니다.
- (3) 『[PF4]: 다음화면』 키를 눌러서 아래 화면이 표시되도록 합니다.



- (4) 수치입력후 [SET]키를 누릅니다.
- (5) 설정 종료시에는, 『[PF5]: 완료』 키를 눌러주십시오

※ 『마모리셋(고정전극)』 입력신호가 액티브 될 때 현재 선택된 건이 이퀄라이저리스 건인 경우에 고정전극 마모량을 리셋합니다. 『R220 : 이퀄라이징 전극 마모량 프리셋』으로도 리셋은 가능합니다.

2.2.3. 출력신호

『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』 → 『6: 출력신호 할당』에서 할당할 출력번호를 선택합니다.

이퀄라이저리스 공압건 적용시 사용되는 출력신호입니다.

(1) GUN(용접)신호

용접기 컨트롤러(TC)로 용접명령을 송신하기 위한 출력 신호입니다.

(2) 고정전극 마모 서치중

고정전극 마모서치 평션(EGUNSEA)에 의해 서치 동작이 이루어질때 ON 되어, 서치(마모검출) 완료후에 OFF 되는 신호입니다.

(3) 전극마모경보

고정전극 마모 서치로 검출한 마모량이 전극교환마모량보다 큰 경우에 ON 됩니다. 이 신호를 OFF 하기 위해서는 다음의 조작이 필요합니다.

- 『이퀄라이징 전극 마모량 프리셋(R220)』으로 마모량을 고정전극 교환 마모량보다 작게 설정.
- 마모리셋(고정전극) 외부신호의 입력으로 고정전극 마모량을 클리어.

2.2.4. 출력신호 조작방법

- (1) 『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』을 선택합니다.
- (2) 『6: 출력신호활당』을 선택합니다.
- (3) 『[PF4]: 다음화면』 키를 눌러서 다음의 화면이 표시되도록 합니다.

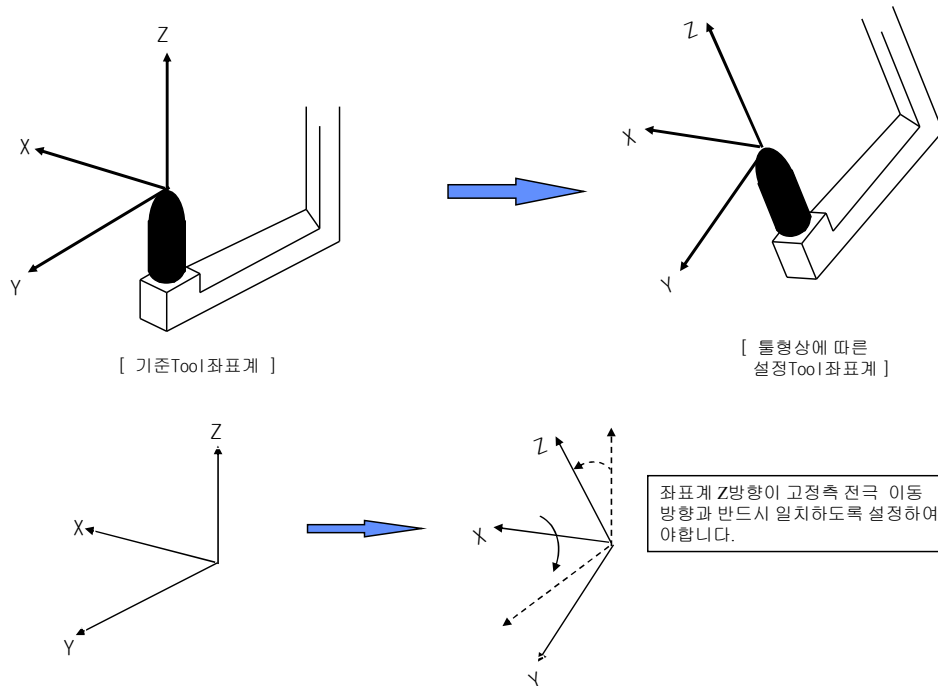
```

00:13:04 *** 출력신호활당 *** A:0 S:2
      B07[ 0] B08[ 0]
컨베이어 통상재생          = [ 0]
컨베이어 모의재생          = [ 0]
컨베이어 테스트            = [ 0]
컨베이어 동기 ON           = [ 0]
컨베이어 운전중 신호 OFF 검출 = [ 0]
서보컨 가압중              = G1[ 0] G2[ 0]
서보컨 서치중              = G1[ 0] G2[ 0]
전극마모 경보              = G1[ 0] G2[ 0]
서보컨 통전신호            = G1[ 23] G2[ 24]
고정전극마모량 서치중 = G1[ 0] G2[ 0]
항목선택, 수치입력후 [SET]키를 누르시오.
>[0 - 256]
All 초기One 초기 전화면 다음화면 완료

```

- (4) 수치입력후 [SET]키를 누릅니다.
- (5) 설정 종료시에는 『[PF5]: 완료』 키를 눌러주십시오

2.3. 툴 길이, 각도 설정



2.3.1. 툴 길이

툴 길이는 마모되지 않은 전극을 부착한 상태에서 로봇 R1 축 플랜지 중심에서 툴선단(고정전극 상단)까지의 길이입니다. 위 그림과 같이 기준 Tool 좌표계를 기준으로 측정되는 X, Y, Z 값이 툴 길이입니다.

2.3.2. 툴 각도

툴각도의 설정은 부착된 툴형상에 따라 변화된량을 기준 Tool 좌표계에서 3 방향의 회전 각도 ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$)를 입력합니다.

툴좌표 설정을 할 때 반드시 준수할 사항은 티치펜던트의 [좌표계] LED 를 『툴』에 점등한후 조그키 [상]키를 눌렀을 때 Z방향(고정전극의 가압방향)과 일치하여야 합니다.

위의 예에서는 사용자가 설정할 툴의 형상을 우측 모양으로 가정하여 툴 3 각의 각도를 결정하는 방법을 표시하였습니다.

기준 Tool 좌표계에서 X 축을 중심으로 $-\theta$ 만큼 회전된 자세이므로 $(-\theta, 0.0, 0.0)$ 의 툴각도 입력하면 됩니다.

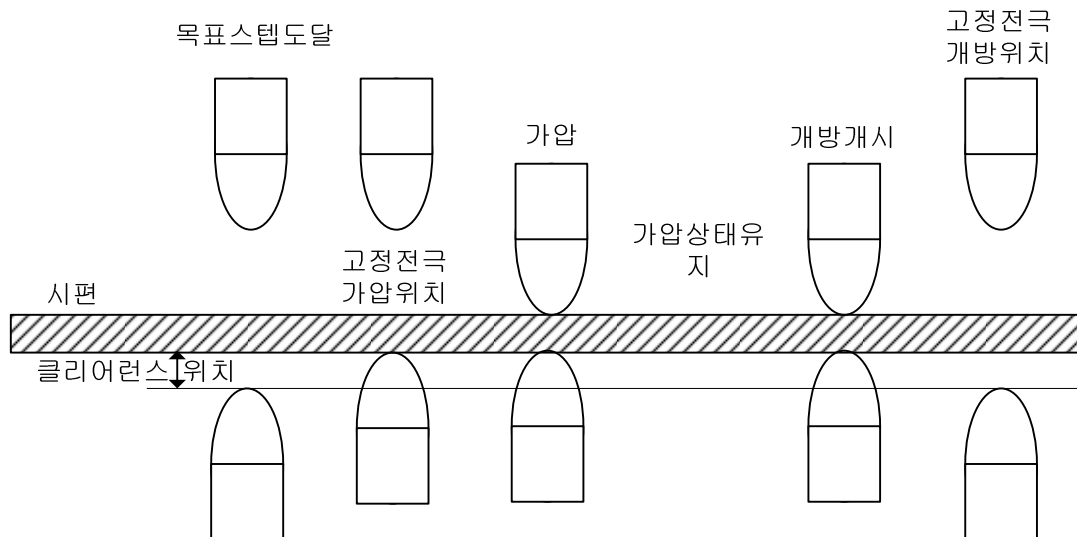
2.4. 로봇 이퀄라이징 파라미터의 설정

이퀄라이저리스 공압건을 사용하여 스폿용접을 하기위해서 설정하는 파라미터 입니다.
기계정수파일 작성시에 초기치가 설정되며, 필요시 건이나 용접방법 등에 따라서 변경하여 주십시오.

2.4.1. 파라미터

(1) 고정전극 클리어런스

GUN 가압 명령을 실행하는 스텝을 이동하는 경우에 아래 그림과 같이 동작합니다. 자세한 사항은 로봇 이퀄라이저 재생을 참고하십시오.

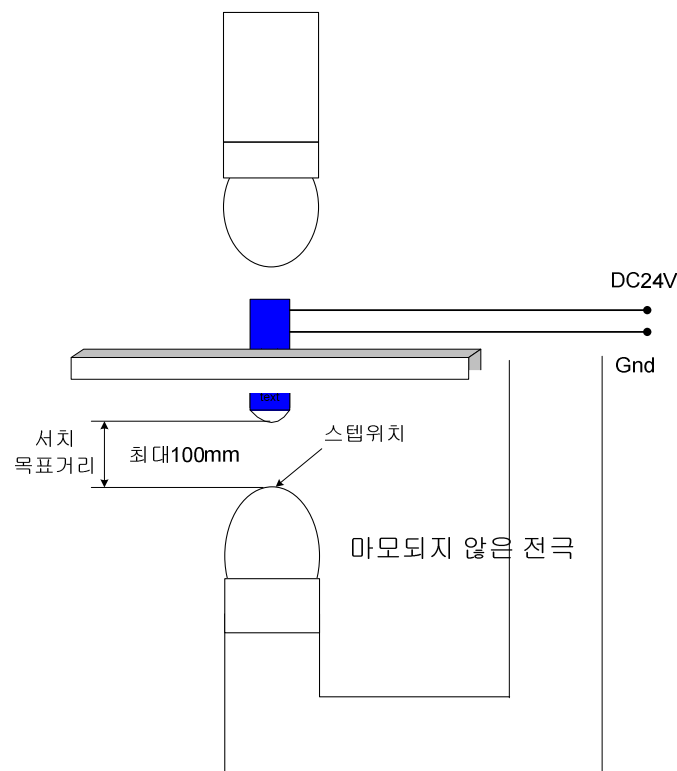


- 목표스텝도달
재생시 가압(GUN)명령이 기록된 스텝의 목표위치는 기록위치로부터 마모량이 반영된 고정전극 클리어런스 거리만큼 떨어진 위치
- 고정전극 가압위치 : 스텝의 기록위치 + 마모량
- 가압 : 용접기 타이머의 공압 조정에 의해 이동전극이 가압을 개시합니다.
- 가압상태 유지
용접기 타이머로부터 용접완료(WI) 신호가 입력되기를 대기하는 상태.
- 고정전극 개방위치
용접후 고정전극을 클리어런스 거리만큼 이동한 위치입니다. 이때 이동전극은 공압에 의해 WI 완료와 함께 먼저 개방 됩니다.
- 고정전극 개방위치에서 다음 스텝으로 이동합니다.

2. 정수 설정

※ 기존 용접건인 경우는 목표스텝에 어큐러시 레벨을 0 이상 설정하였을 때 작업품질에 문제가 발생할수 있지만 이퀄라이저리스 용접건 사용시는 고정전극이 가압위치(시편위치)까지 이동하는데 간섭이 없는 한 어큐러시를 1 이상 설정하여 사용할 수도 있습니다. 단, 간섭문제를 고려하여 적절한 값을 설정하도록 하십시오.

- (2) 최대고정전극마모량
건서치로 검출한 고정전극의 마모량이 이 값을 넘으면, 에러메시지 『E0156 고정전극이 최대마모량을 초과하였음.』를 출력하고 정지합니다.
- (3) 고정전극교환마모량
건서치로 검출한 고정전극의 마모량이 이 값을 넘으면, 경고메시지 『W0107 고정전극이 교환마모량을 초과하였음』을 출력하고 전극마모 경보신호를 출력하여, 전극의 교환을 알립니다. 이때, 재생을 정지하지는 않습니다.
- (4) 고정전극 마모 서치거리
고정전극의 마모량을 측정하기 위해서 로봇이 이동할 최대 범위를 결정하기 위한 파라미터입니다. 이 건서치 동작의 기준 좌표계는 툴 좌표계이며 Z 축 방향으로 이동할 양을 측정하여 목표위치를 입력합니다.
고정전극 마모서치 거리를 초과하여 재생하는 경우에 『E1320 건서치중 센서가 동작하지 않습니다.』를 출력한후 서치 시작위치로 되돌아 온후 정지합니다.



◆ 【주의사항】 ◆

- 서치 거리를 설정할 때는 스텝위치를 시작점으로 서치목표점이 센서의 위치를 초과하여 설정하지 않도록 하여야 합니다. 센서 고장시 충돌을 방지하기 위함입니다. 가능한 센서를 “ㄷ” 형을 사용하도록 하십시오.
- 서치 거리를 입력할 때 설치된 센서가 고정측 전극과 수직이 되도록 하며, 톨좌표계로 로봇을 수동조작(상/하 키)하여 측정할 수 있도록 하십시오.

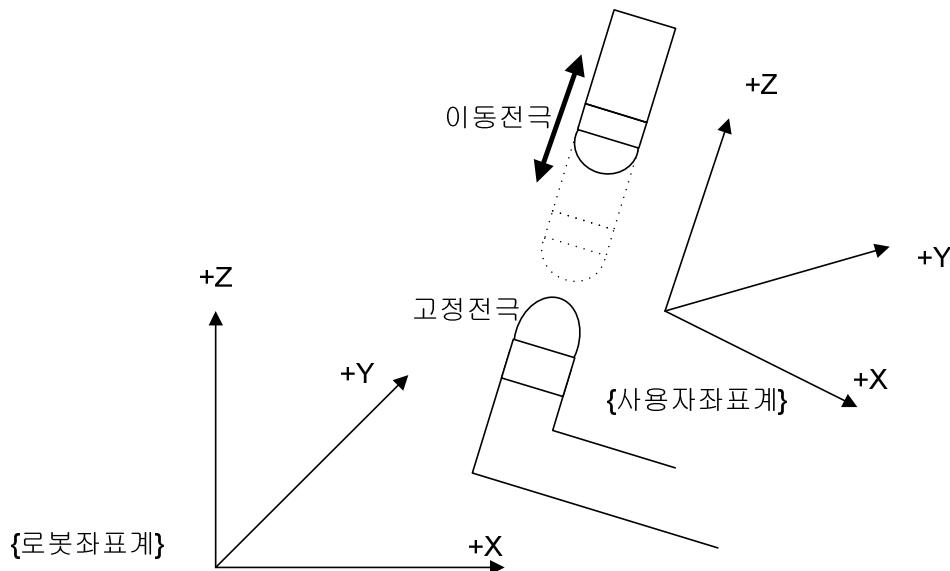
(5) 로봇 이퀄라이징 속도

고정전극 이퀄라이징 동작을 위한 속도입니다. 여기에 주어진 값에 따라 고정전극이 시편위치로 접근하는 속도가 달라집니다. 용접이후 고정전극 개방시는 로봇의 최고속으로 적용됩니다.

(6) 건타입

이퀄라이저리스 공압건을 로봇건 또는 정치건을 정의하도록 합니다. 정치 공압건을 사용하는 경우에 정치건의 좌표계를 사용자 좌표계로 설정하며

고정전극 방향이 사용자 좌표계의 Z 방향이 되도록 하여야 합니다. 설정한 사용자 좌표계의 번호를 정치건 좌표계 번호로 입력하여 주십시오. 좌표계 번호가 “0” 으로 설정된 경우에는 로봇 좌표계로 됩니다.



◆ 【주의사항】 ◆

- 정치건으로 선택된 경우에는, 스폿용접 스텝 재생시, 고정전극 마모서치로 검출한 마모량을 사용자 좌표계를 기준으로 전극의 목표위치를 보정하여 재생을 합니다.

2.4.2. 이퀄라이징 파라미터 조작방법

- (1) 『[PF2]: 시스템』 → 『4: 응용 파라미터』 → 『1: 스폿 & 스타드』 → 『4: 공압건 이퀄라이징 파라미터』를 선택합니다.
- (2) 다음의 화면이 표시됩니다.

- (3) 수치입력, [SET]키를 누른후 [PF5]키를 누르면 데이터 설정이 완료됩니다.

◆ 【주의사항】 ◆

- 멀티건, 건 체인지 시에는 Gun2의 파라미터를 설정하여야 합니다.
- 정치건 좌표계 번호는 정치 이퀄라이저리스 건 사용시에만 유효합니다.
건 타입을 로봇으로 선택시 자동으로 정치건 좌표계 번호는 0으로 변경됩니다.

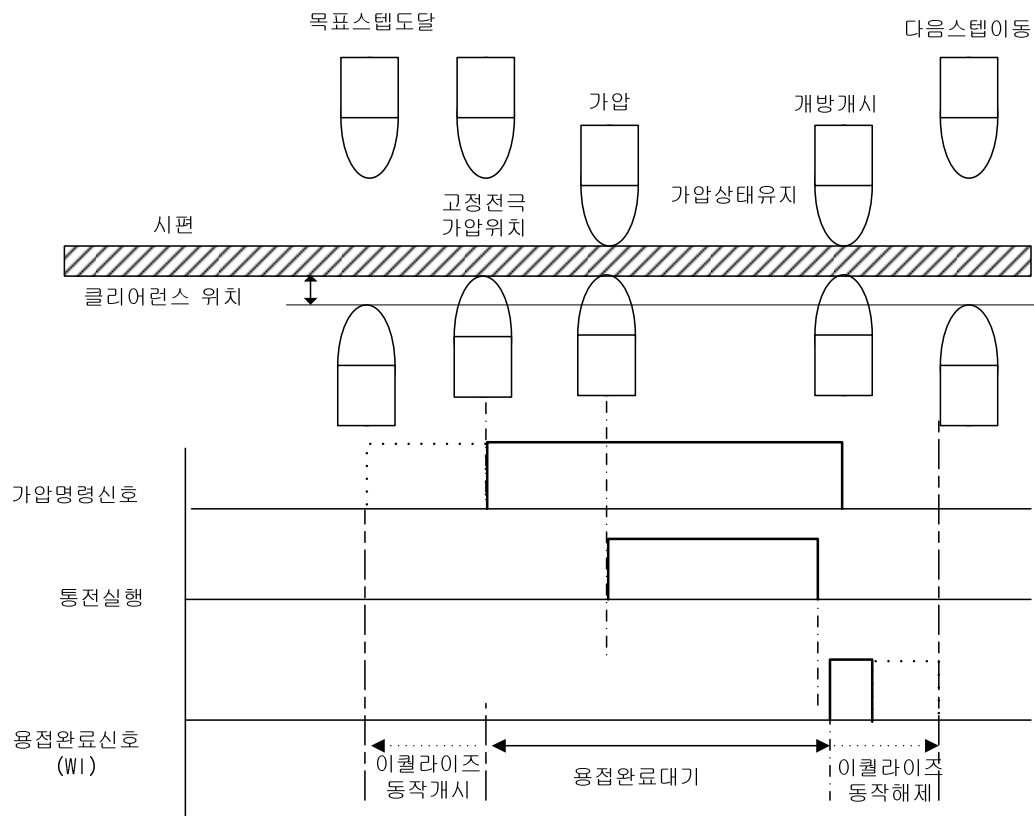
2.5. 스폿용접 파라미터의 설정

스폿 용접시 제어기 내부의 용접 시퀀스를 처리하기 위한 정보를 설정합니다.
(기존의 이퀄라이저 공압건을 사용하여 스폿 용접할때의 방법과 동일 합니다.)

2.5.1. 파라미터

- (1) GUN 대기시간(GWT)
용접 스텝에 도달한 로봇이 완전히 정지하기까지 대기할 시간을 설정합니다.
- (2) 로봇 대기시간(RWT)
용접완료 신호가 입력된후에 GUN 이 완전히 개방되기까지 대기할 시간을 설정합니다.
- (3) 용착검출 : 이퀄라이저리스 공압건 적용시는 기능이 동작하지 않습니다.
- (4) 재용접횟수
용접 신호를 출력한후 재용접 대기시간내에 용접완료 신호가 입력되지 않은경우 용접 신호를 다시 출력합니다. 이러한 과정의 반복회수를 지정합니다.
- (5) 재용접 대기시간
용접 신호를 출력한후 용접완료 신호가 입력되기까지 대기하는 시간을 지정합니다. 이 파라미터는 재용접회수 파라미터가 0 일때는 무효로 됩니다.
- (6) 펄스폭
용접 신호를 레벨 또는 펄스로 출력할지를 결정합니다. 레벨인 경우는 0 을 설정하며 용접완료(WI)신호가 입력된후 OFF 됩니다.
펄스인 경우는 0 보다 큰값을 설정하며 설정된 시간만큼 ON 상태를 유지한후 자동적으로 OFF 됩니다.
- (7) GUN 신호 선출시간 : 용접신호 선출시간은 동작하지 않습니다.
- (8) 용접조건 동기출력
용접신호와 동기하여 용접조건 신호를 출력할것인지를 결정합니다. 이기능이 ON 되어 있으면 용접조건 출력기능(M33)이 실행하여도 출력하지 않고 용접신호 출력시 적용됩니다.
- (9) 용접조건 출력형식
용접조건 신호를 디스크리트 형식/바이너리 형식으로 사용할지를 결정합니다.
- (10)용접조건 선출시간
용접조건 동기출력에서만 유효한 기능으로 용접 신호 출력하기 전에 지정된 시간만큼 앞서 용접조건 신호를 출력합니다.
- (11)WI 공통사용
보통은 GUN1,GUN 의 용접 신호에 각각의 WI 신호를 설정합니다만, 1 개의 WI 신호로 GUN1, GUN2 의 둘다에 사용하는 경우는 이 매개변수를 [유효]로 설정합니다.
이 경우, 『[PS2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력신호 설정』 → 『7: 입력신호할당』의 WI 에 할당된 입력 신호가 GUN1, GUN2 에 대한 WI 신호가 됩니다.

※ 로봇동작과 스폿용접시퀀스 관계



2.6. 종료

이퀄라이저리스 공압건의 각종 파라미터 설정이 완료되고 나면 『[PF1]: 서비스』 → 『5: 파일관리』 → 『5: 복사』에서 보조기억장치 (HRView, PC card)에 정수파일(ROBOT.C00, ROBOT.C01)을 복사하여 둡니다.

3
티칭



3. 티칭

티칭을 시작하기 전에 반드시 다음의 사항을 확인하거나 실행하여 주십시오.

- (1) 로봇 이퀄라이징 동작 및 용접제어를 위한 정수데이터 설정이 완료되었는지 확인 합니다.
- (2) 고정전극 마모 서치 프로그램을 작성(스텝, 평선-EGUNSEA)하여 마모량 측정을 위한 기준 위치를 기록하여야 합니다. 고정전극 마모량 기준 위치를 기록할 때는 반드시 마모되지 않은 전극을 취부하여 주십시오. 또한 조건설정에서 고정전극 마모량 서치 기준기록 조건이 ON 되어 있는 상태에서 실행하여야 합니다.
- (3) 고정전극 마모량의 측정은 마모량 기준위치 기록이후 조건설정에서 고정전극 마모량 서치 기준기록 조건을 OFF 상태로 선택하여 반드시 자동모드에서 1Cycle로 고정전극 마모서치 프로그램을 1회 실행하면 됩니다.
- (4) 스텝을 기록하는 경우에는, 마모량이 정확히 설정되어 있는지를 미리 확인하여 주십시오.
- (5) 용접 스텝을 기록할 때는 반드시 티치펜던트의 GUN 상태 LED 가 점등되어 있는 상태에서 [MOVE]키를 눌러야만 합니다. GUN 상태가 ON 일때만 고정전극의 마모량을 보정하여 기록합니다.
- (6) 멀티건 또는 건 체인지 시는 Gun 번호에 따른 툴번호가 정확히 선택되었는지 확인합니다. 서보건 시스템과는 달리 건번호에 따른 툴번호가 자동으로 바뀌지 않습니다.

3.1. 건, 2 단건 선택

멀티 공압건을 사용할 때 건(GUN) 선택방법은 R219 로 행합니다. 2 단건(Mx) 선택은 기존방법과 같이 사용자 키(f key)로 등록하여 선택하면 됩니다.

- (1) 수동모드에서 R219 를 티치펜던트상에서 조작하여 선택하고자 하는 건번호를 입력합니다. 이퀄라이저리스 건이 한 개라도 설정된 경우에 화면상의 상태표시는 아래의 두번째 라인에 『TO G1』와 같이 표시됩니다.

08:09:05	*** 수	동 ***	A:0	S:4
TO G1				
PN:001[*] S/F:3/0 Sp:1000				
S3 MOVE L,S=1000mm/sec,A=0,H=0,				
건번호를 입력하십시오(1-2)				
>_				
서비스	시스템	WAIT 해제	조건설정	

- (2) 사용자 key 등록된 MX, X2 의 f key 를 누르면 그 상태를 아래의 두번째 라인에 『TO G1 Mx X2』와 같이 표시됩니다.

08:09:05	*** 수	동 ***	A:0	S:4
TO G1 Mx X2				
PN:001[*] S/F:3/0 Sp:1000				
S3 MOVE L,S=1000mm/sec,A=0,H=0,				
건번호를 입력하십시오(1-2)				
>_				
서비스	시스템	WAIT 해제	조건설정	

◆ 【주의사항】 ◆

- 이퀄라이저리스용 멀티건을 사용하는 경우에는 공압건 사양에 관계없이 한스텝에서 G1, G2 를 같이 지정할 수 없습니다. 단, 2 단 스토르크 상태(Mx,X2)는 선택이 가능합니다.

3.2. 수동건가압

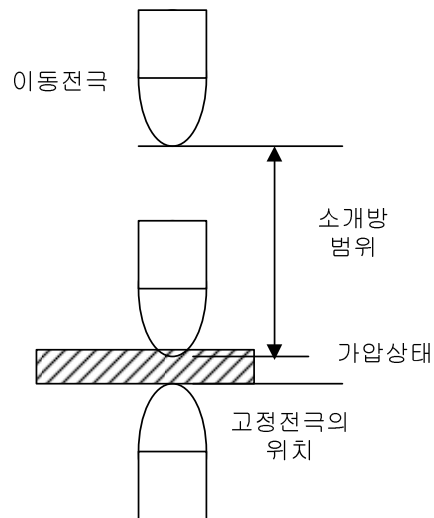
수동모드에서 고정전극을 시편에 접촉시킨후 GUN 가압동작을 실행합니다.
스폿 용접스텝을 기록하는 경우에도 고정전극이 시편에 접촉된 상태에서 행해야 하므로 반드시 수동건가압 동작을 사용하여 가압을 실행하여 주십시오.

3.2.1. 조작방법

수동건가압은 조작하고자하는 건을 선택하여 화면상단에 표시 시키고 난후 티치펜던트의 GUN 키를 눌러 GUN LED 를 점등되도록 합니다.

- (1) 수동모드를 선택하고, 운전준비를 투입합니다.
- (2) 고정전극을 시편에 접촉하도록 로봇으로 이동합니다.
- (3) 티치펜던트의 [Shift]키와 GUN 키를 동시에 누릅니다.

※ 이퀄라이저리스 공압건 수동가압 및 개방동작



◆ 【주의사항】 ◆

- 고정전극의 위치는 반드시 시편에 접촉되어 있어야 합니다.
- 스폿 용접(GUN)스텝의 위치기록은 건번호를 선택한후 GUN LED 가 점등한 상태에서 실행해야합니다. 고정전극의 마모량을 보상한 위치 기록이 되어야하기 때문입니다.

3.3. 스텝의 티칭

이퀄라이저리스 공압건 스폿용접 스텝의 기록은 티치펜던트의 [MOVE]키에 의하여 고정전극의 마모량을 보정한 위치를 기록합니다.

3.3.1. 스폿용접 스텝의 기록

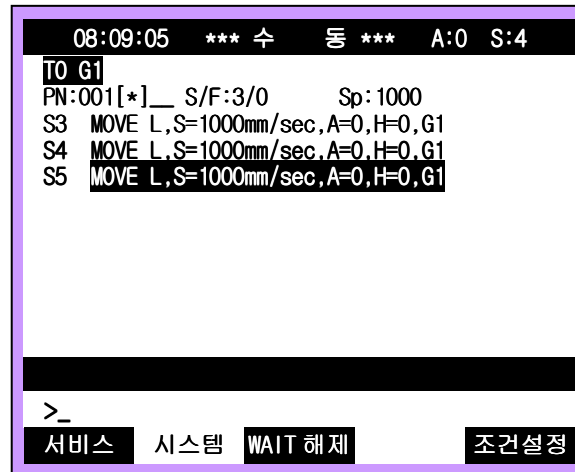
고정전극의 위치를 시편에 접촉한후 티치펜던트의 GUN LED 가 점등된 상태에서 [MOVE]키를 눌러서 실행하면 스텝조건으로 G1 혹은 G2 도 같이 기록됩니다. 이때, 스텝의 기록위치는 고정전극의 마모량이 보정된 위치입니다.

◆ 【주의사항】 ◆

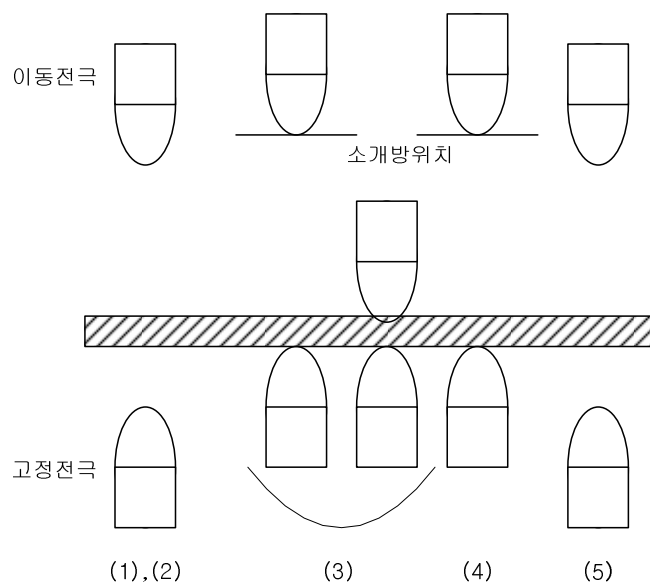
- PF MENU 의 MOVE 명령과 포즈상수, 변수에 의한 위치지정은 마모량을 보정하지 않기 때문에 반드시 [Move]키를 사용하여야 합니다.
- 이퀄라이저리스 멀티공압건 사용시 건 번호에 따른 톨번호의 선택 오류를 별도로 검사하지 않기 때문에 정확히 선택하여야 합니다.
- 스텝의 GUN 옵션을 변경할때에는 GUN 옵션을 변경한 후 티치펜던트의 위치수정기로 위치수정을 반드시 실행해야합니다. 고정전극의 마모량을 보정해야하기 때문입니다.
- 멀티 건을 사용하는 경우에는 공압건 사양에 관계없이 한스텝에서 G1,G2 를 같이 지정하지 마십시오.

3.3.2. 조작방법

- (1) 수동모드를 선택합니다.
- (2) [GUN]키를 눌러서 티치펜던트의 GUN LED 가 점등된 것을 확인합니다.
- (3) 조그동작으로 GUN 의 고정전극을 시편에 접촉시킨 후, 수동 건가압을 실행하여 용접될 위치를 확인합니다.
- (4) [MOVE]키를 눌러서 스텝을 기록하면, 다음의 화면이 표시됩니다.



- (5) 다음스텝 기록 위치로 로봇을 이동합니다.



◆【주의사항】◆

- 이퀄라이저리스 공압건의 스폿용접 위치기록시에는 고정전극의 마모량을 보정한 위치가 기록되므로 반드시 GUN LED 를 점등한후 기록하여 주십시오. 그렇지 않으면 전극의 마모량을 보정한 위치가 기록되지 않기 때문에 용접작업시 불량을 발생시킵니다.
- 용접점을 기록/수정하는 경우, 고정전극을 반드시 시편에 접촉한후 수동건가압 동작으로 시편의 변형을 확인한후 위치를 기록하여야 합니다. 가압력 및 용접건의 휨량은 고려하지 않습니다.

3.4. 고정전극 마모서치(EGUNSEA)의 티칭

고정전극 마모서치기능이란, 팁드레싱으로 전극을 연마하거나, 용접에 의하여 마모된 고정전극의 마모량을 검출하는 기능입니다. 스폿 용접스텝 재생시에는 고정전극 마모서치 기능으로 검출한 마모량 만큼 시편의 고정축 가압 위치를 자동으로 시프트하여 용접품질을 향상시킬 수 있습니다.

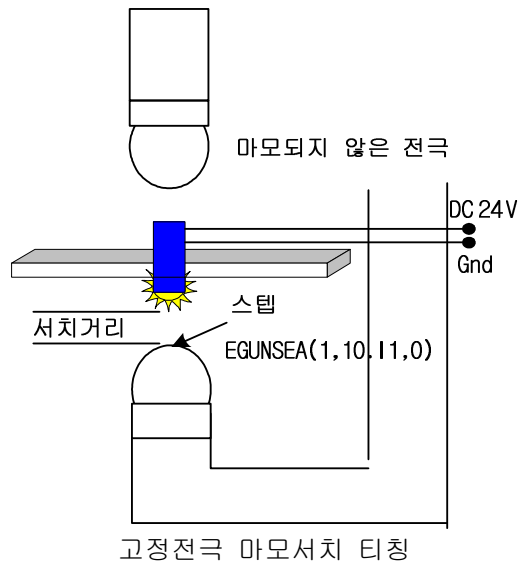
고정전극 마모서치 동작은 비접촉 근접 센서를 설치한 지그에 건의 고정축 부위를 로봇으로 이동하면서 고정팁의 일정거리에 진입했을 때 이미 측정하여 놓았던(새로운 전극) 기준값에 대한 새로운 검출량의 차이를 마모된 량으로 결정합니다. 고정전극마모서치기능의 실행방식은 『4.3. 고정전극마모서치기능의 재생』을 참조하십시오.

3.4.1. 고정전극 마모 서치기능 EGUNSEA(M107)의 파라미터

고정전극 마모서치기능은 아래와 같이 4 개의 파라미터를 설정해야 합니다.

EGUNSEA (건번호, 서치속도, I 신호, On/Off)

항목	범위	내용
1. GUN 번호	1~2	마모량 측정을 위한 GUN 번호를 지정
2. 서치속도	1~100mm/s	서치동작시 건축이 동작속도를 지정한다. 입력신호에 의한 서치속도는 안전속도를 기준으로하며 권장속도는 10mm/s 로 입니다.
3. I 신호	1~256	입력신호에 대한 번호를 지정(센싱결과 입력)
4. On/Off	1/0	센서의 검출조건(신호 검지 레벨)을 지정 0 = Low 시 검지(Normal High) - B 접점 1 = High 시 검지(Normal Low) - A 접점



◆【주의사항】◆

- EGUNSEA 기능은 스텝의 첫 번째 기능으로만 기록되어야 하며, 스텝 0 번에 기록하면 안됩니다.
- I 신호 On/Off 설정시 『[PF2]: 시스템』 → 『2: 제어 파라미터』 → 『1: 입출력 신호 설정』 → 『1: 입력신호논리』를 확인하십시오.
- 할당된 입력신호 논리는 ‘정’으로 설정후 센서의 논리를 설정하는 것이 편리합니다.
- 입력신호 논리가 ‘부’로 되어 있을 경우에는 센서에서 High 로 출력되는 신호가 제어기에서는 Low 로 검지되는 점을 유의하십시오.

할당된 I 신호의 입력신호논리	M107 I 신호 On/Off	신호 검지시의 센서출력상태
정	On(1)	High 시 검지(Normal Low)
	Off(0)	Low 시 검지(Normal High)
부	On(1)	Low 시 검지(Normal High)
	Off(0)	High 시 검지(Normal Low)

3.4.2. 고정전극 마모 서치기능의 조작방법

- (1) 고정전극 마모서치 기능을 입력하기 위해서 새로운 고정전극으로 교환합니다.
- (2) 서치를 개시할 위치로 로봇(고정전극)을 이동합니다. 고정전극을 톨좌표계의 Z 축이 센서의 수직방향과 일치되는 일정거리에서 스텝을 기록합니다.
- (3) 『명령입력(CMD)』→『[PF3]:기타명령』에서 상/하 방향키를 이용하여 EGUNSEA 명령을 누른후 SET[Yes]를 누릅니다. 화면에 다음과 같이 표시 됩니다.



- (4) 숫자키로 건번호, 서치속도, I 신호, On/Off 를 입력하여 SET 키를 누르면 화면이 다음과 같이 됩니다.



- (5) 서치 및 개방이후 퇴피할 위치로 로봇을 이동하여 스텝을 다시 기록합니다.

◆ 【주의사항】 ◆

- 스텝 2 번에서 톨의 자세는 톨좌표계 기준 Z 축방향으로 센서의 위치와 수직을 이루도록 한후 스텝을 기록하여 주십시오.

The background features a light gray grid of dots. A large, dark gray circle is positioned on the right side of the page, containing the text '4 재생'.

4 재생



4. 재생

4.1. 스텝의 재생

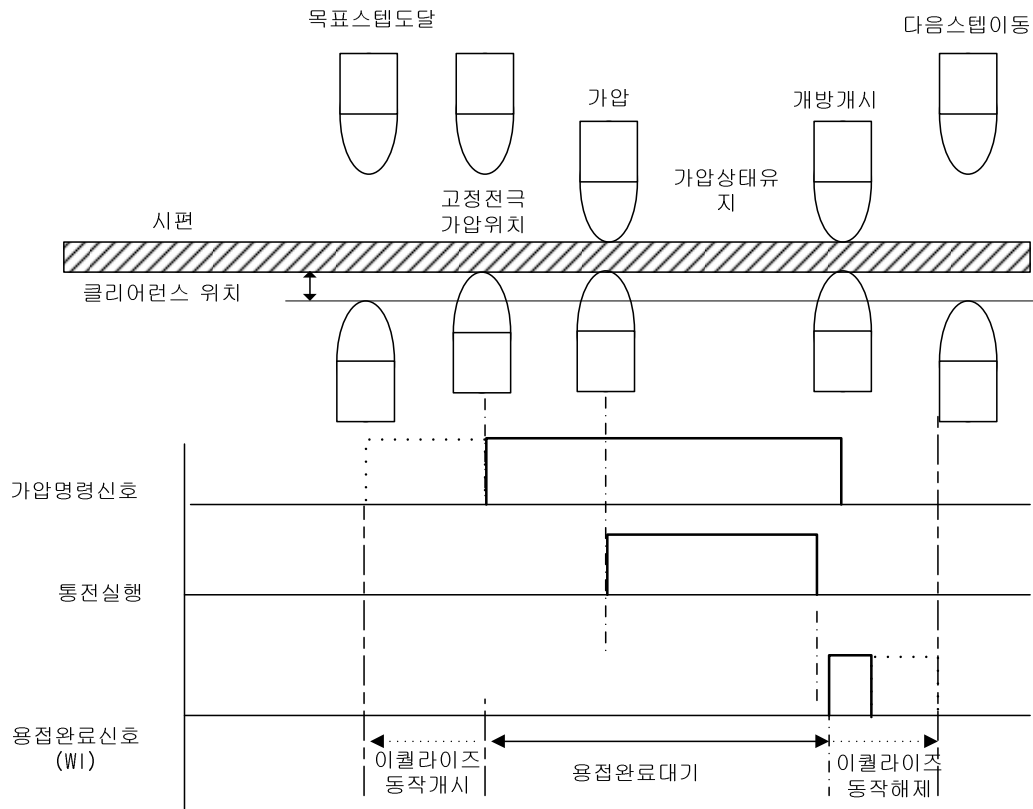
이퀄라이저리스 공압건을 장착한 스폿용접 로봇 시스템의 스텝 재생은 용접스텝과 비용접스텝의 동작특성이 서로 다릅니다.

용접스텝은 기록된 위치로 바로 이동하지 않고 시편의 간섭을 고려하여 우선 클리어런스 위치로 이동한후 로봇으로 고정축 전극을 시편하단의 위치로 이동하지만 비용접스텝은 곧바로 기록위치로 이동합니다.

또한 용접스텝은 기록위치로 이동한후 건가압동작을 기존 공압시스템과 동일하게 진행한후 용접완료와 동시에 개방(이동축:공압밸브, 고정축:로봇)하게 됩니다. 이때의 고정축의 개방위치는 클리어런스 위치이며 용접전 스텝번호를 계속 유지하게 됩니다.

4.2. 스폿용접 스텝의 재생

스폿용접스텝의 재생은 아래의 그림과 같이 동작한다.



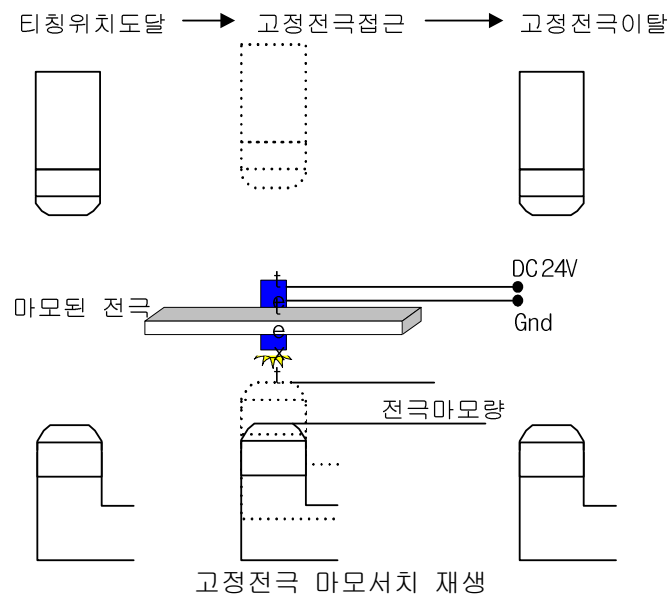
- (1) 스폿용접 스텝을 재생하는 경우, 목표 스텝의 기록위치로부터 고정전극 클리어런스만큼 떨어진 위치로 고정전극을 이동시킵니다. 이때, 고정전극의 위치는 고정전극의 마모량을 톨좌표계 기준 Z축방향으로 시프트한 위치로 목표위치를 결정합니다.
- (2) 고정전극 클리어런스 위치에서 스텝의 기록위치(시편하단)까지 다시 로봇으로 이동합니다. 이것이 로봇 이퀄라이저 기능의 역할입니다.
- (3) 공압시스템에 의해 설정된 가압력으로 가압을 합니다.
- (4) 이동전극 개방과 동시에 용접기 컨트롤러(TC)로부터 용접완료(WI)가 입력되면 고정전극을 클리어런스 위치로 개방합니다.
- (5) 다음 스텝으로 이동합니다.

◆【주의사항】◆

- 고정전극 마모서치 기준위치 기록을 하지 않은 상태에서 스폿용접스텝 재생시에는, 에러메시지 『E1306 건서치 기준위치기록이 안 되었음』를 표시하고 정지합니다.
- 고정전극의 마모량은 고정전극 마모서치 기능 실행시에만 검출합니다.
- 건이 2 개인 경우 G1, G2 에 대한 툴번호는 스텝조건에 기록하는 Tool 번호 따라 재생하기 때문에 GUN 에 대한 해당 Tool 번호를 반드시 확인하여야 합니다.
- 시편위치로 접근중에 일시정지 및 에러정지가 되면 클리어런스 위치로 이동후 로봇은 정지하는데 모터 Off, Deadman, EmStop, 정전등은 그위치에서 정지하고 다시 재개하면 클리어런스 위치로 로봇 이동후 시편위치로 접근 재용접을 실행합니다.
- 용접완료 대기중에 일시정지가 입력되면 용접완료가 입력되기까지 계속 대기하다가 용접완료가 입력되면 로봇은 클리어런스 위치로 개방하여 정지한다. 또한 에러정지, 모터 Off, Deadman, EmStop, 정전이 되면 그위치에서 정지하고, 정상복구후 다시 기동이 되면 용접완료를 대기합니다. 이때 용접완료가 입력되면 로봇은 다시 클리어런스 위치로 개방후 시편위치로 접근하여 재용접을 합니다. 이것이 용접리트라이 기능입니다.
- 공압건에서는 용착 검출 기능이 동작하지 않습니다.

4.3. 고정전극 마모서치 기능의 재생

고정전극 마모서치 기능 실행은 『[PF5]: 조건설정』 → 『[PF1]: 응용조건』 → 『5: 건(Gun)서치 기준위치 기록』을 ON 으로 하여 1Cycle 재생으로 기준위치 기록을 한후에 다시 OFF 로 둔 상태에서 마모서치 프로그램을 역시 1Cycle 재생으로 실행하여 전극의 마모량을 검출합니다.



- (1) 스텝의 기록 위치(티칭된 위치)로 도달합니다.
- (2) EGUNSEA 를 실행 개시하면서 고정전극 마모량이 클리어합니다.
- (3) 로봇으로 고정전극을 센서위치로 이동하는 서치동작이 이루어 집니다.
서치거리 = 고정전극 마모서치거리(Tool 좌표계 기준 Z 축거리)
- (4) 센서가 동작하면(ON) 로봇은 이동을 멈추고 EGUNSEA 기능 개시전 위치로 고정전극 개방 동작이 이루어 집니다.
- (5) 다음 스텝으로 이동합니다.

◆ 【주의사항】 ◆

- 건서치 방향이 센서와 수직이 되지 않는경우에 마모량 오차가 발생할수 있기 때문에 톨의 자세를 반드시 확인하여 주십시오.
- 고정전극 마모서치는 반드시 고정전극 마모서치기준위치를 기록한 후에 실행하여야 합니다.
- 수동모드에서 스텝고/백으로 재생하는 경우, 『[PF5]: 조건설정』 → 『3: 스텝전후진시 Function』 실행여부에 관계없이 고정전극 마모서치 기능은 실행하지 않습니다.
- 전극의 마모량 검출은 1Step, 또는 연속 재생으로도 가능합니다만 건서치 기준기록시에 적용했던 재생 사이클 조건을 반드시 준수하십시오.
- 고정전극 마모서치 기준위치 기록을 하지 않고 마모검출을 실행하는 경우, 에러메시지 『E1306 건서치 기준위치기록이 안 되었음』를 표시하고 정지합니다.
- 고정전극 마모서치 재시도
고정전극 마모서치 동작이 완료되지 않은 상태에서 비상정지, 정전등에 의하여 정지한 후 재기동하는 경우에는 그 위치에서 계속하여 고정전극 마모서치 동작이 이루어 집니다. 단, 마모량 검출후 『[PF2]: 시스템』 → 『4: 응용 파라미터』 → 『1: 스폿 & 스테드』 → 『4: 공압건 이퀄라이징 파라미터』 설정의 『최대고정전극 마모량』을 초과하는 경우나, 서치거리 초과시에는 에러를 표시하고 개방위치로 로봇 이동후 정지합니다. 고정전극을 교환 또는 센서보수 작업한후 고정전극 마모 서치 프로그램을 재실행하여야 합니다.
- 기준위치 기록시 부착한 고정전극보다 길이가 긴 전극으로 교환하는 경우에는 검출된 마모량이 음수(-)인 값이 검출될수도 있습니다.
- 건서치 진행중에 로봇 정지 및 에러정지가 입력되면 로봇은 건서치 시작위치로 이동한후 정지합니다. 이것을 서치중 건 개방이라 합니다. 하지만 모터 Off, Deadman SW, EmStop, 정전등은 그위치에서 정지하고 다시 재개하면 건서치 시작위치로 로봇 이동후 건서치가 진행됩니다.
- 고정전극 마모서치 기준기록은 『5.1. 고정전극 마모서치 기준기록』을 참조하십시오.

The background features a light gray grid of dots. A dark gray circle is positioned on the right side of the page, containing the number 5 and the text '조건설정'.

5

조건설정



5. 조건설정

이퀄라이저 기능설명서

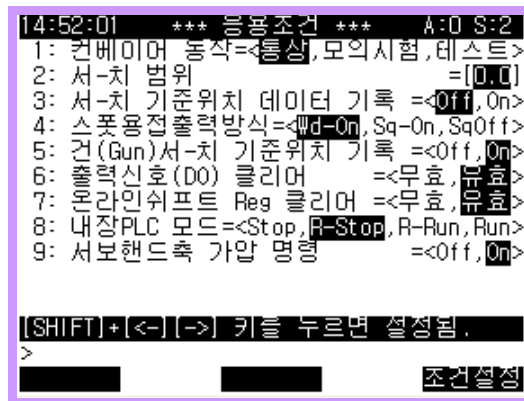
5.1. 고정전극 마모서치 기준위치 기록

고정전극 마모서치 기준위치 기록을 ON 으로 변경후 고정전극 마모서치 프로그램을 1Cycle 로 재생하여 고정전극 마모서치 기준위치를 기록합니다.

기록이 완료되고 나면 이기능을 OFF 로 한후 다시 프로그램을 1Cycle 로 재생하여 마모량 검출을 합니다. 마모량 검출 결과는 모니터 기능에 표시 됩니다.

5.1.1. 조작방법

- (1) 자동모드를 선택합니다.
- (2) 『[PF5]: 조건설정』 → 『[PF1]: 응용조건』을 선택합니다.



- (3) 『5: 건(Gun)서-치 기준위치 기록』을 0n 으로 설정한 후, 『[PF5]: 조건설정』 → 『[PF5]: 종료』를 선택하거나 [취소]키를 선택합니다. 조건설정, 응용조건 항목은 변경 즉시 저장되는 메뉴입니다.
이 항목은 서보건 서-치 기준위치 기록시에도 공통으로 사용합니다.
- (4) 다음의 화면이 표시됩니다.



- (5) 고정전극 마모서치 기능이 기록되어 있는 프로그램을 선택한 후, 1 Cycle 로 재생합니다.
- (6) 『5: 건(Gun) 서-치 기준위치 기록』을 Off 로 설정합니다.

◆ 【주의사항】 ◆

- 기계정수 파일 작성 후 작업프로그램 작성하기 전에 반드시 고정전극 마모서치 기준위치를 기록하여야 합니다.
- 고정전극 마모서치 기준위치를 기록하기 이전에 반드시 마모되지 않은 새 팁을 부착하여 주십시오.
- 고정전극 마모서치 기준위치를 기록하지 않고 고정전극 마모검출을 실행하거나 스폿용접스텝을 재생하는 경우에는 『E1306 건서치 기준위치기록이 안 되었음』를 표시하고, 로봇을 정지합니다.



6

R 코드와
모니터링 기능



6.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택(R219)

이퀄라이저리스 공압건 적용시 사용할 건 번호를 설정합니다.

6.1.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택의 조작방법

- (1) 수동모드 또는 자동모드를 선택합니다.
- (2) R219 [SET]을 입력합니다.



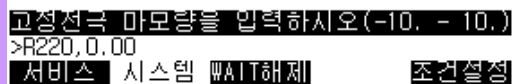
- (3) 번호를 선택한후 [SET]키를 누릅니다.

6.2. 이퀄라이징 전극 마모량 프리셋(R220)

이퀄라이저리스건의 고정전극 마모량을 임의의 값으로 설정합니다.

6.2.1. 이퀄라이저리스건 번호 선택의 조작방법

- (1) 수동모드 또는 자동모드를 선택합니다.
- (2) R220[SET]을 입력합니다.



- (3) 마모량을 입력한 후 [SET]키를 누릅니다.

6.3. 이퀄라이저리스 GUN 모니터 기능

6.3.1. 표시항목

- (1) 용접조건, 가압신호, 2 단스토토크신호, 용접완료신호, 고정전극마모량등을 실시간으로 표시합니다.
용접조건 번호(M33) : 현재 용접조건을 10 진수로 표시합니다.
단, 용접조건은 번호는 M33 기능을 사용할때에만 유효하기 때문에 용접조건 출력은 M33 을 사용하기를 권장합니다.
- (2) 가압 출력신호 : 현재 가압신호의 On/Off 상태를 표시합니다.
- (3) 2 단스토토크 출력신호 : 현재 2 단스토토크 신호의 On/Off 상태를 표시합니다.
- (4) 용접완료 입력신호 : 용접완료(WI)입력 상태의 On/Off 상태를 표시합니다.
- (5) 고정전극 마모량 : 고정전극마모서치 기능으로 검출한 전극마모량을 표시(mm)합니다.

6.3.2. 조작방법

- (1) 『[PF1]: 서비스』 → 『1: 모니터링』 → 『3: 스폿/스터드 용접 데이터』를 선택합니다.

```

15:16:46 *** 용접 데이터 *** A:0 S:2
1: 서보전류 데이터
2: 용접전 입출력 데이터
3: 브레이크 슬립 카운터
4: 이퀄라이저리스 건 데이터

숫자/[Up] [Down] 키로 항목이동후 [SET].
>
불수변경 선택 선택하면 다음화면

```

- (2) 『4: 이퀄라이저리스 건 데이터』를 선택합니다.

```

15:16:51 *** 수동 *** A:0 S:2
T1 G1 S#
PN:001[*]__ S/F:1/1 Sp:25.00
Robot:HX165-04, 8축, 총 1스텝
S1 MOVE L,P1,S=300mm/sec,A=0,T=0
GUNSEA GN=1,SE=1,PR=50
<이퀄라이저리스건 데이터> Gun1 Gun2
용접조건 번호(M33) = xxx xxx
가압 출력신호 = OFF OFF
2단스토토크 출력신호 = OFF OFF
용접완료 입력신호 = OFF OFF
고정전극 마모량 = 0.00 0.00
>
서비스 시스템 WAIT해제 조건설정

```



7

에러



7. 에러

7.1. 에러 메시지

로봇 이퀄라이저 기능을 사용하는 경우에 발생하는 에러입니다.

코 드	E0156	최대고정전극마모량 초과
내 용	건서치로 검출한 고정전극 마모량이 서보건파라미터에서 설정된 최대 이동전극 마모량을 초과하였습니다.	
조 치	- 서보건 파라미터의 최대고정전극마모량을 확인하십시오. - 전극을 교환하십시오.	
코 드	E1038	전극 마모량을 보정할 수 없는 자세
내 용	전극 마모량을 보정하여 위치를 기록할 때에, 로봇자세가 전극의 마모량을 보정할 수 없도록 취해져 있습니다.	
조 치	검출된 전극 마모량만큼을 보정하기 위한 로봇자세가 동작영역을 이탈하지 않도록 하십시오.	
코 드	E1306	건서치 기준위치기록이 안되었습니다
내 용	기계정수 파일 작성 후, 건서기준위치기록을 실행하지 않고, 건서치평선 또는 스폿용접평선을 재생하는 경우에 발생하는 에러입니다	
조 치	마모되지 않는 새 전극을 부착하여 건서치기준위치 기록을 실행하여 주십시오.	
코 드	E1307	건서치가 정상종료되지 않았습니다.
내 용	건서치가 정상 종료되지 않은 상태에서 스폿용접평선을 재생하거나 건서치 1 을 실행하지 않고 건서치 2 를 실행하는 경우에 발생하는 에러입니다.	
조 치	건서치 1,2 를 실행하여 팁의 마모량을 검출한 후 작업을 개시하여주십시오.	
코 드	E0171	건 개방시간(5 초) 초과
내 용	스폿용접 스텝에서 가압후 5sec 가 경과하여도 고정전극이 개방하지 않았습니다.	
조 치	시스템 정수 데이터가 비정상일 때 발생 가능하므로 시스템 초기화후 사용하십시오. 문제가 해결되지 않으면 당사로 연락 바랍니다.	
코 드	E1320	건서치중 센서가 동작하지 않음.
내 용	서보건 서치기능 또는 로봇이퀄라이저기능의 고정전극 마모서치등에서 센서에 의한 마모량 검출작업중에 로봇이 목표위치까지 이동하여도 센서가 동작하지 않았습니다.	
조 치	1) 전극이 센서에 접근할 때 센서가 동작하는지 확인하십시오. 2) 결선도 및 콘넥터 접속을 확인합니다. 3) 센서의 접점 사양이 적합한지 확인하십시오.	

코 드	E1323 이퀄라이저리스 건 환경설정 오류.
내 용	로봇 이퀄라이저 기능을 사용할수 있는 환경으로 설정되지 않았습니다.
조 치	시스템/초기화/용도설정에서 용도를 스폷으로 설정한 후 공압 GUN1, 공압 GUN2 등을 EQ'less 로 선택하십시오.

7.2. 경고 메시지

로봇 이퀄라이저기능을 사용하는 경우에 발생하는 경고입니다.

코 드	W0107 고정전극이 교환마모량을 초과하였음
내 용	간서치로 검출한 고정전극 마모량이 서보컨 파라미터에 설정된 이동전극교환 마모량을 초과한 경우 발생합니다.
조 치	고정전극의 마모량을 검사하고, 전극을 교환하십시오.



● **Head Office**

Tel. 82-52-202-7901 / Fax. 82-52-202-7900
1, Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan, Korea

● **A/S Center**

Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960

● **Seoul Office**

Tel. 82-2-746-4711 / Fax. 82-2-746-4720
140-2, Gye-dong, Jongno-gu, Seoul, Korea

● **Ansan Office**

Tel. 82-31-409-4945 / Fax. 82-31-409-4946
1431-2, Sa-dong, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea

● **Cheonan Office**

Tel. 82-41-576-4294 / Fax. 82-41-576-4296
355-15, Daga-dong, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, Korea

● **Daegu Office**

Tel. 82-53-746-6232 / Fax. 82-53-746-6231
223-5, Beomeo 2-dong, Suseong-gu, Daegu, Korea

● **Gwangju Office**

Tel. 82-62-363-5272 / Fax. 82-62-363-5273
415-2, Nongseong-dong, Seo-gu, Gwangju, Korea

● **본사**

● **A/S 센터**

Tel. 052-202-7901 / Fax. 052-202-7900 Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960
울산광역시 동구 전하동 1 번지

● **서울 사무소**

Tel. 02-746-4711 / Fax. 02-746-4720
서울특별시 종로구 계동 140-2 번지

● **안산 사무소**

Tel. 031-409-4959 / Fax. 031-409-4946
경기도 안산시 상록구 사동 1431-2 번지

● **천안 사무소**

Tel. 041-576-4294 / Fax. 041-576-4296
충남 천안시 다가동 355-15 번지

● **대구 사무소**

Tel. 053-746-6232 / Fax. 053-746-6231
대구광역시 수성구 범어 2 동 223-5 번지

● **광주 사무소**

Tel. 062-363-5272 / Fax. 062-363-5273
광주광역시 서구 농성동 415-2 번지