



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0054699
(43) 공개일자 2010년05월25일

(51) Int. Cl.

B23K 9/16 (2006.01) B23K 9/095 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0034239

(22) 출원일자 2009년04월20일

심사청구일자 2009년04월20일

(30) 우선권주장

1020080113187 2008년11월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인

부경대학교 산학협력단

부산 남구 용당동 산 100번지 부경대학교내

(72) 발명자

조상명

부산광역시 수영구 남천동 148-20 코오롱하늘채
골든비치A 102-2002

함효식

부산광역시 사상구 모라2동 우신A 111-1203

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

최한수

전체 청구항 수 : 총 10 항

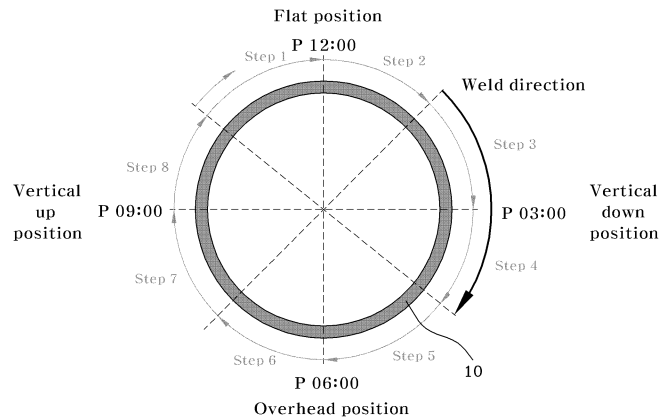
(54) 가스를 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법

(57) 요약

본 발명은 용접기에 있어서, 용접시 발생하는 용융 금속을 물리적으로 가압시키는 가스 가압력을 용접 제어 파라미터에 포함하여 구성시키는 것을 특징으로 하는 가스를 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의하면 용융 금속에 작용하는 중력에 대항하는 물리적 힘을 용접기의 토치로 부터 제공하여 용융 금속에 작용하는 중력을 상쇄시킴으로써, 어떠한 용접 자세에서도 용접을 실시할 수 있는 가스를 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법이 제공되는 이점이 있다

대표도 - 도22



(72) 발명자

김효원

부산광역시 금정구 부곡2동 대우아파트 102-2403

임성빈

부산광역시 해운대구 재송2동 그린A 51동 309호

하중문

부산광역시 해운대구 반여2동 현대3차A 712호

정연호

부산광역시 연제구 거제2동 다뉴브A 101-1202

서지석

부산광역시 금정구 부곡2동 403-9 한보타운 504

특허청구의 범위

청구항 1

용접기에 있어서,

용접시 발생하는 용융 금속에 가스를 분사하여 가스의 물리적 힘으로 비드의 형상을 제어시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 2

제1항에 있어서 상기 가스의 물리적 힘은

용접 부분에 분사되는 가스의 유량 또는 압력을 제어함으로써,

제어되는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 3

제2항에 있어서 상기 가스는

파일럿 가스, 용접 실드 가스(shield gas) 또는 트레일링 가스(trailing gas) 인 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 4

제1항 또는 제2항 또는 제3항에 있어서 상기 전자세 용접기는

원케도 구간을 가지며, 각 구간별 용접 조건 파라미터의 제어에 의하여 원케도 용접을 실시하는 것으로서, 고정된 파이프 외주변을 토치가 360° 회전하면서 파이프를 용접시키는 오비탈 용접기인 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 5

제4항에 있어서 상기 오비탈 용접기는

특히 P06:00에서 P09:00까지의 용접 구간에 상기 실드 가스(SG)의 유량 또는 압력을 증가시켜 파이프 내측으로 형성되는 이면 비드를 정상상태로 형성시키는 것을 특징으로 하는 오비탈 용접기인 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

(P06:00와 P09:00는 오비탈 용접기의 용접제도 방위각.)

청구항 6

제5항에 있어서 상기 오비탈 용접기는

특히 P06:00에서 P09:00까지의 상승 용접 구간에 수소, 산소, 헬륨 중에서 하나 또는 하나 이상 선택되는 가스를 상기 실드 가스(SG)에 첨가시켜, 파이프 용접 품질을 향상시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 7

제2항 또는 제3항에 있어서 상기 전자세 용접기는

용접기의 토치 단부에 용접부를 향하는 독립 가스 토출관이 더 포함되어 용접시 비드 형상에 영향을 미치는 가스력을 보충시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 8

제7항에 있어서 상기 전자세 용접기는

용접기의 토치 손잡이 부분에 용접 부분에 가해지는 가스의 유량 또는 압력을 조절하는 가스 조절 버튼과;

상기 용접기가 형성시키는 용융 금속을 향하며 상기 가스 조절 버튼에 의하여 출력 가스의 유량 또는 압력이 제

어되는 가스 출력 장치를

포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기.

청구항 9

용접 방법에 있어서,

용접시 발생하는 용융 금속에 가스를 분사하여 용융 금속에 물리적 힘을 가하여 비드를 성형시키는 방법을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접방법.

청구항 10

제9항에 있어서 상기 물리적 힘은

용접시 제공되는 파일럿 가스, 실드가스 또는 트레일링 가스의 유량 또는 압력을 제어하여 사용하는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 용접기에 있어서, 용접시 발생하는 용융 금속을 물리적으로 가압시키는 가스 가압력을 용접 제어 파라미터에 포함하여 구성시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 용접은 용접에 영향을 끼치는 제어 변수들을 정밀하게 제어함으로써 용접 품질이 개선되고 있다.

[0003] 상기 제어 변수들은 용접 제어 파라미터로 표현되며, 용접기에 제공되는 전류, 전압, 와이어 송급속도 등이 있다.

[0004] 한편, 상기한 제어변수들에 의하여 정밀하게 제어되는 용접이라 할지라도 용접 토치의 방향에 따라서 극복할 수 없는 변수가 발생되는데, 그 변수는 다름아닌 중력이다.

[0005] 용접은 모재에 열을 가하여 발생하는 용융 금속에 의하여 실행되는데, 토치가 하방을 향하는 아랫보기 자세에서는 용융 금속의 중력이 모재를 향하고 있으므로 상기한 용접 제어 파라미터에 의한 정밀 제어에 의하여 용접 품질을 개선시킬 수 있으나, 용접 토치가 상방을 향하는 윗보기 자세에서의 용접에서는 용융 금속의 중력이 모재의 반대방향으로 향하고 있어서 흘러내리게 되어 용접 실시가 불가능하였다.

[0006] 종래기술방식에 있어서 이러한 문제점은 용접 토치는 아랫보기 자세를 유지하고 용접 모재를 돌려서 해결하였다.

[0007] 따라서 용접 모재가 대형이거나 용접 모재를 돌릴 수 없는 사정이 있는 작업장에서의 윗보기 용접은 용접 분야에 있어서 큰 문제점으로 대두되었었다.

[0008] 한편, 파이프에 플랜지를 형성시키거나 맞대기 용접으로 이어 붙이기를 하는 경우에는 모재를 돌릴 수 없으므로 파이프 외주변에 궤도를 형성시키고 상기 궤도에 토치를 이동시키면서 용접을 실시하는데 이러한 장치로 오비탈 용접기가 있다.

[0009] 오비탈 용접(Orbital Welding)이란 고정된 파이프의 원주(Orbit)를 따라 가이드링을 설치해 놓고 용접토치가 그 위를 주행하면서 자동용접이 되도록 하는 것으로서 "파이프 자동용접"이라고 한다.

[0010] 이 용접법은 파이프 뿐 아니라 탱크나 벡셀 등의 자동용접에도 활용되고 있으며, 화학공장배관, 식음료배관, 제약, 반도체배관, 위생배관, 해양, 송유관, 보일러배관, 각종 설비배관 등, 배관용접이 필요한 곳에는 모두 사용 가능하다.

- [0011] 오비탈 용접시에는 주로 소구경 파이프(4"이하)의 고품질 용접에는 GTAW, 즉 TIG(=아르곤용접)법을 사용하고, 두께가 두꺼운 대형파이프라인(6"이상)과 같이 품질과 용접속도를 동시에 필요로 하는 경우는 GMAW(MIG용접, CO2용접) 혹은 FCAW (플럭스코어드아크용접법)을 사용하며, 용접비드가 미려하고 품질이 좋으므로 RT검사 등 까다로운 시방에 더욱 진가를 발휘한다.
- [0012] 오비탈 용접은 고정된 파이프의 원주를 돌아가면서 용접 자세가 계속하여 변하는 특수한 용접이며, 이러한 변하는 자세에 따른 조건의 변화량을 기계에 미리 입력시켜 놓고(프로그래밍) 그 프로그램에 따라 용접을 실행하므로 자동 용접으로서의 개념이 강하다.
- [0013] 한편, 오비탈 용접기의 용접 궤도를 따라가보면, 용접시 발생하는 쇳물에 작용되는 중력과 용접 방향이 용접 비드의 형성에 큰 영향을 줄을 알 수 있다.
- [0014] 이러한 중력과 용접 방향을 구분하여 궤도를 아래보기 자세(Flat position), 수직 하진 자세(Vertical down position), 위보기 자세(Overhead position), 수직 상진 자세(Vertical up position)으로 구분하며, 자동 용접의 실행시 프로그래밍 파라미터는 이러한 구분된 구간에 따라 차별화된 요소가 개입된다.
- [0015] 상기한 자동 용접의 실행 프로그램에서는 각 자세에서의 중력과 용접 방향, 아크력의 방향이 서로 달라 각 구간별로 동일 품질의 용접이 발생될 수 없어 이를 상쇄할 수 있는 다양한 파라미터를 도입하여 제어함으로써 이러한 문제점을 극복하고 있다.
- [0016] 이러한 파라미터로는 피크 전류, 베이스 전류, 웰딩 스피드, WFR, 펄스 길이, PG 유량비, 용접 시간 등이 있다.
- [0017] 그런데 이러한 종래의 기술방식으로는 상기한 중력의 작용에 의하여 도 29에 도시된 바와 같이 위보기 자세에서 극단적인 이면비드의 품질 차이가 발생되고 있으며, 현재의 기술 수준으로는 이러한 문제점을 해결하지 못하고 있다.(도 29는 오비탈 용접시 파이프 내부에 나타난 이면 비드의 형상 사진으로서, P06:00을 기준으로 A, B 구간의 비드 형상이 차이 나는 것을 단면 사진과 함께 보여주고 있다.)
- [0018] 상기 도 29에서는 위보기 자세의 진행 중 궤도 P06:00을 기준으로 이면비드의 형상이 블록 상태에서 오목상태로 전이되었음을 알 수 있으며, 이는 파이프 용접상태가 전체 궤도상에서 균등하게 형성되지 않음을 보여준다.
- [0019] 그런데, 이러한 궤도상 용접 불균등은 오비탈 용접기의 용접 모재에 대한 용접 허용 한계를 설정하는 문제점이 있다.
- [0020] 즉, 비교적 박판 모재의 경우에는 오비탈 용접이 가능하나, 중판이나 후판의 경우에는 궤도상 용접 불균등에 의하여 용접 불량 발생된다.
- [0021] 따라서 현재 오비탈 용접의 용접 품질 우수성에 대비하여 용접 가능한 모재의 두께는 한정되어 있으므로 오비탈 용접이 필요한 분야에 비하여 상기한 기술적 한계로 인하여 실제로 오비탈 용접이 실시되는 분야는 아주 협소한 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0022] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 용융 금속에 작용하는 중력에 대항하는 물리적 힘을 용접기의 토치로 부터 제공하여 용융 금속에 작용하는 중력을 상쇄시킴으로써, 어떠한 용접 자세에서도 용접을 실시할 수 있는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0023] 또한, 전방향 궤도 용접이 실시되고 있는 오비탈 용접시 궤도 전 구간에 걸쳐 이면비드의 형상을 선형 제어할 수 있는 새로운 제어 변수로 도입하여 제어함으로써, 궤도 전 구간에 걸쳐 균일한 이면비드의 형성이 가능한 오비탈 용접기를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0024] 또한, 본 발명은 상기한 바와 같이 오비탈 용접의 용접 궤도상 불균등 형상을 해소함으로써 종래 오비탈 용접기가 가지는 용접 모재의 두께 한계를 극복하여 궤도 용접이 필요한 다양한 분야에 오비탈 용접을 실시할 수 있게 하는 오비탈 용접기를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0025] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 용접기에 있어서, 용접시 발생하는 용융 금속에 가스를 분사하여 가스의 물리적 힘으로 비드의 형상을 제어시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기를 기술적 요지로 한다.
- [0026] 여기서 상기 가스의 물리적 힘은 용접 부분에 분사되는 가스의 유량 또는 압력을 제어함으로써, 제어되는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0027] 그리고, 상기 가스는 파일럿 가스, 용접 실드 가스(shield gas) 또는 트레일링 가스(trailing gas) 인 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0028] 또한, 상기 전자세 용접기는 원케도 구간을 가지며, 각 구간별 용접 조건 파라미터의 제어에 의하여 원케도 용접을 실시하는 것으로서, 고정된 파이프 외주변을 토치가 360° 회전하면서 파이프를 용접시키는 오비탈 용접기인 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0029] 또한, 상기 오비탈 용접기는 특히 P06:00에서 P09:00까지의 용접 구간에 상기 실드 가스(SG)의 유량 또는 압력을 증가시켜 파이프 내측으로 형성되는 이면 비드를 정상상태로 형성시키는 것을 특징으로 하는 오비탈 용접기인 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.(P06:00와 P09:00는 오비탈 용접기의 용접제도 범위각.)
- [0030] 그리고, 상기 오비탈 용접기는 특히 P06:00에서 P09:00까지의 상승 용접 구간에 수소, 산소, 헬륨 중에서 하나 또는 하나 이상 선택되는 가스를 상기 실드 가스(SG)에 첨가시켜, 파이프 용접 품질을 향상시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0031] 또한, 상기 전자세 용접기는 용접기의 토치 단부에 용접부를 향하는 독립 가스 토출관이 더 포함되어 용접시 비드 형상에 영향을 미치는 가스력을 보충시키는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0032] 또한, 상기 전자세 용접기는 용접기의 토치 손잡이 부분에 용접 부분에 가해지는 가스의 유량 또는 압력을 조절하는 가스 조절 버튼과; 상기 용접기가 형성시키는 용융 금속을 향하며 상기 가스 조절 버튼에 의하여 출력 가스의 유량 또는 압력이 제어되는 가스 출력 장치를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기로 되는 것이 바람직하다.
- [0033] 한편 본 발명은 용접 방법에 있어서, 용접시 발생하는 용융 금속에 가스를 분사하여 용융 금속에 물리적 힘을 가하여 비드를 성형시키는 방법을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접방법을 또 다른 기술적 요지로 한다.
- [0034] 여기서 상기 물리적 힘은 용접시 제공되는 파일럿 가스, 실드가스 또는 트레일링 가스의 유량 또는 압력을 제어하여 사용하는 것을 특징으로 하는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접방법으로 되는 것이 바람직하다.

효 과

- [0035] 상기한 본 발명에 의하면 용융 금속에 작용하는 중력에 대항하는 물리적 힘을 용접기의 토치로 부터 제공하여 용융 금속에 작용하는 중력을 상쇄시킴으로써, 어떠한 용접 자세에서도 용접을 실시할 수 있는 가스력을 이용한 고효율 전자세 용접기와 그 방법이 제공되는 이점이 있다.
- [0036] 또한, 본 발명에 의하면 종래 실시 불가능하였던 전방향 용접이 실현되며, 종래 특수 장비로서 전방향 자동 용접기로 대표되는 오비탈 용접시 P06:00 이후의 위보기 자세와 수직 상진 자세 사이의 이면비드를 실드 가스(SG) 유량을 제어 변수로 도입하여 제어함으로써, 제도 전 구간에 걸쳐 이면비드의 형상을 선형 제어 가능하게 되어 균일한 이면비드의 형성이 가능한 오비탈 용접기가 제공되는 이점이 있다.
- [0037] 또한, 본 발명에 의하면 종래 오비탈 용접기가 가지는 용접 모재의 두께 한계를 극복하여 제도 용접이 필요한 다양한 분야에 오비탈 용접을 실시할 수 있게 하는 오비탈 용접기기가 제공되는 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하 도면을 참조하여 본 발명에 관하여 살펴보기로 하며, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기술 또는 구

성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 것이다.

[0039] 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 발명을 설명하는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0040] 이하의 도 1은 본 발명의 실시 작용도이며, 도 2는 본 발명의 실시에 사용되는 토치 예시도이며, 도 3은 용접시 아랫보기 자세의 실시도이며, 도 4는 용접시 수직 평진자세의 실시도이며, 도 5는 용접시 수직 상진 자세의 실시도이며, 도 6은 용접시 수직 하진 자세의 실시도이며, 도 7은 용접시 윗보기 자세의 실시도이며, 도 11은 아랫보기 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도이며, 도 12는 상기 도 11의 결과 그래프이며, 도 13은 수직 평진자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도이며, 도 14는 상기 도 13의 결과 그래프이며, 도 15는 수직 상진 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도이며, 도 16은 도 15의 결과 그래프이며, 도 17은 수직 하진 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도이며, 도 18은 도 17의 결과 그래프이며, 도 19는 윗보기 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도이며, 도 20은 도 19의 결과 그래프이며, 도 21은 가스 압력 제어 스위치를 포함한 토치의 사시도이며, 도 22는 본 발명의 오비탈 용접기에 있어서 파이프에 대한 자세를 표시한 구분도이며, 도 23은 오비탈 용접기의 아랫보기 자세에서의 힘의 작용도이며, 도 24는 오비탈 용접기의 수직 하진 자세에서의 힘의 작용도이며, 도 25는 오비탈 용접기의 윗보기 자세에서의 힘의 작용도이며, 도 26은 오비탈 용접기의 수직 상진 자세에서의 힘의 작용도이며, 도 27은 용접시 형성되는 비드의 단면도이며, 도 28은 본 발명의 실험 상태도이며, 도 29는 오비탈 용접시 파이프 내부에 나타난 이면 비드의 형상 사진이며, 도 30 내지 도 32는 본 발명의 실험시 사용한 용어를 정의한 개념도이며, 도 33은 본 발명의 실험 결과로서 PG 유량과 전면비드의 폭 그래프이며, 도 34는 본 발명의 실험 결과로서 PG 유량과 이면비드의 폭 그래프이며, 도 35은 본 발명의 실험 결과로서 SG 유량과 평균 이면비드 블록 정도(CRB_{aver})의 그래프이며, 도 36는 본 발명의 실험 결과로서 SG 유량과 최소 이면비드 블록 정도(CRB_{min})의 그래프이며, 도 37는 본 발명의 실험 결과로서 각 실험레도에서의 SG 유량과 평균이면비드 블록 정도(CRB_{aver})의 그래프이며, 도 38은 P07:30에서 SG 12 l/min에서의 비드의 사진이며, 도 39은 P07:30에서 SG 15 l/min에서의 비드의 사진이며, 도 40은 P07:30에서 SG 18 l/min에서의 비드의 사진이며, 도 41은 수직 상진 자세 또는 수직 하진 자세에서의 비드에 미치는 힘의 방향을 도시한 관념도이며, 도 42와 도 43은 본 발명의 실시 예시에 관한 도면 대응 사시 사진이다.

[0041] 본 발명은 용접기에 관한 것으로서, 용접기 토치 방향이 위를 향하는 윗보기 자세에서의 용접을 개선시킨 전자세 용접기를 특징으로 한다.

[0042] 일반적으로 용접은 토치가 아래를 향한 상태에서 실시되며 토치가 위를 향한 상태에서는 실시가 불가하였는데, 이는 용접 토치가 위를 향할 경우 용접시 발생된 용접금속이 중력에 의하여 떨어지기 때문이었다.

[0043] 따라서 선박이나 대규모 플랜지 제작 공정 또는 대형 파이프 용접 작업시에는 용접을 실시하기 위해서, 토치의 자세를 아랫보기 자세로 유지하면서 대형 용접 모재를 돌려가면서 시행해야 하였다.

[0044] 본 발명은 이러한 종래기술방식의 문제점을 개선하여 용접 토치가 어떠한 방향을 향하여도 용접 실시에 문제가 없는 용접기를 제공한다.

[0045] 이를 위하여 본 발명은 도 1에 도시된 바와 같이 용융 금속에 작용하는 중력을 상쇄시키는 물리력을 상기 용융 금속에 가하는데, 상기 물리력은 토치에서부터 용융 금속으로 가해지는 가스의 압력에 의하여 제공된다.

[0046] 상기 물리력은 용융 금속의 질량이나 기울기와 같이 용접시의 상황에 따라 중력을 상쇄시킬 수 있도록 정밀 제어되어야 하는데, 본 발명은 이를 위하여 용접 부분에 가해지는 가스의 유량 또는 압력을 용접 품질을 결정하는 용접 제어 파라미터에 포함하여 구성시킨다.

[0047] 일반적으로 용접기는 용접 제어 파라미터를 이용하여 모니터링 제어를 함으로써 용접 품질을 제어시킨다.

[0048] 상기 용접 제어 파라미터로는 용접 전압, 전류, 와이어의 송급속도 등의 제어변수가 있으며, 용접은 이러한 제어변수를 용접 제어 파라미터로 활용하여 용접부에 정상적인 비드를 형성시키고 있다.

- [0049] 한편, 본 발명과 유사하게 종래에도 용접 품질을 개선시키기 위하여 용접 부분에 실드 가스를 분사시키고 있는데, 종래의 실드 가스는 실드 가스의 화학적 성질을 이용하여 용접부를 보호함으로써 용접 품질을 개선시키는 것임에 특히 주목하여야 할 것이다.
- [0050] 즉, 종래에 용접 부분에 분사되는 실드 가스는 용접부위를 보호하는 화학적 성질을 이용하는 것을 목적으로 하는 것이어서, 용접부의 용융 금속에 물리적 힘을 가하기 위하여 가스가 제공되는 본 발명의 목적과 구분된다.
- [0051] 용접 부분에 분사되는 또 다른 가스의 예로는 트레일링 가스가 있는데, 상기 트레일링 가스는 용접 토치와 독립된 가스 분사관을 형성시켜, 용접 부위에 가스를 분사시킴으로써 용접부 냉각 속도를 개선시키기 위한 목적으로 제공된 것이어서, 이 역시 용융 금속에 물리적 힘을 가하는 본 발명의 목적과 구분된다.
- [0052] 상기한 바와 같이 본 발명은 용접 부분에 가스를 분사하여 용융 금속에 물리적 힘(풍압)을 가하기 위하여 가스의 물리적 출력을 용접 품질을 결정하는 용접 제어 파라미터에 더 포함하여 구성된다.
- [0053] 상기 가스의 물리적 힘은 가스의 유량 또는 압력을 용접 제어 파라미터로 함으로써 실시되며, 이에 의하여 용접시 발생된 용융 금속에 상기 가스의 물리적 힘(풍압)을 제어한다.
- [0054] 상기 가스는 종래 제공되는 가스와 구분되는 독립적인 가스로 제공되어도 무방하나, 종래의 용접시 제공되는 가스를 이용하는 것이 더욱 바람직할 것이다.
- [0055] 일반적으로 용접시 제공되는 가스는 파일롯 가스와 실드 가스(shield gas), 트레일링 가스(trailing gas)가 있다.
- [0056] 상기 실드 가스는 도 2에 도시된 바와 같이 토치에서 용접시 용접부를 보호하기 위해 가해지는 가스로 널리 알려져 있으며, 상기 트레일링 가스는 도 42에 도시된 바와 같이 용접부를 향하는 독립된 트레일링 가스관(200)으로 제공되며 용접시 산화 방지와 냉각을 위해 제공되는 가스로 알려져 있다.
- [0057] 현재 용접시 제공되는 가스는 상기한 바와 같이 용접면의 품질을 개선하기 위하여 가스가 제공하는 화학적 작용에 의존하기 위하여 제공되고 있으나, 본 발명에서는 상기의 화학적 작용 이외에, 제공되는 가스의 유량 또는 압력을 제어하여 용접시 발생된 용융 금속을 미는 물리적 힘을 제어하도록 한다.
- [0058] 이와 같이 상기 실드 가스를 본 발명의 물리적 힘을 제공하는 가스로 이용할 경우에는 실드 가스가 제공하는 용접면의 화학적 개선 이외에, 제어된 실드 가스의 압력에 의하여 용융 금속을 가압하는 물리적 힘을 제어함으로써 비드의 형상을 개선시키는 장치가 제공되는 이점이 있다.
- [0059] 이하, 본 발명의 용도에 관하여 살펴보기로 한다.
- [0060] 일반적으로 용접은 토치가 향하는 방향에 따라 도 7에 도시된 바와 같은 윗보기 자세와 도 3에 도시된 바와 같은 아랫보기 자세로 크게 구분되며, 기타 수직의 각도에 따라 도 5에 도시된 바와 같은 수직 상진 자세와 도 6에 도시된 바와 같은 수직 하진 자세, 도 4에 도시된 바와 같은 수직 평진 자세로 구분된다.
- [0061] 그런데 도 3에 도시된 바와 같은 아랫보기 자세에서는 용융 금속에 미치는 중력이 모재를 향하므로 용접에 영향을 미치지 않으나, 도 7에 도시된 바와 같은 윗보기 자세에서는 용융 금속에 미치는 중력이 모재 위치와 반대방향이어서 용융 금속이 모재로부터 떨어져 용접을 실시할 수 없었다.
- [0062] 특히 모재의 두께가 두꺼운 경우에는 용융 금속의 질량이 커지므로 중력의 영향이 심해져 용접 자체가 불가능하였다.
- [0063] 이러한 문제점은 모재의 위치와 용융 금속의 중력 방향이 직각으로 형성되는 도 4 내지 도 6의 수직 자세에서도 발생된다.
- [0064] 그런데 본 발명에 의하면, 도 7과 같은 윗보기 자세에서의 용접에서도 상기 용접부에 가해지는 가스의 물리적 힘을 제어함으로써, 용융 금속에 작용하는 중력을 상쇄시킬 수 있게 되므로 용융 금속을 모재에 붙어 있도록 할

수 있다.

[0065] 특히, 상기 물리적 힘을 제공하는 가스를 실드 가스로 이용할 경우에는 용접시 실딩 작업을 실시하면서 동시에 용융 금속에 대한 중력의 영향을 상쇄시킬 수 있는 이점이 있으므로 간단한 장치의 구성만으로 종래에 불가능하였던 자세에서 용접 실행이 가능해진다.

[0066] 이와 같이 본 발명에 의하면 가스의 풍압으로 중력의 영향을 상쇄시킬 수 있으므로 어떠한 용접 자세에서도 용접이 가능해지는 이점이 있다.

[0067] 이하 실험으로서 본 발명의 효과에 대하여 살펴보기로 한다.

[0068] [표 1] 실험 실시 조건

Fixed	Power	Powwel DC TIG 500EP
	Electrode	DCEN $\Phi 3.2$ 2% Th-W 60°
	Arc length	2mm
	Weld speed	10cpm
	Weld frequency	3Hz
	Current	140A(200-80)
Varied	Weld position	Flat, Horizontal, Vertical, Overhead Position
	Shield gas pressure	1, 2, 3, 4 kgf/cm ²

[0069]

[0070] 본 발명의 실시는 표 1과 같은 조건하에서 실시되었다.

[0071] 용접 전류 및 기타 조건을 일정하게 유지하며, 실드 가스의 압력만을 단위 증가시켜 측정하였으며, 각 자세별로 실험하였다.

[0072] 도 11은 아랫보기 자세에서의 용접 결과 사진들로서 표면비드와 이면비드의 상태 및 단면 사진이 나타나 있다.

[0073] 도 12는 상기 아랫보기 자세에서의 표면 비드와 이면 비드의 크기 그래프이다.

[0074] 도 11과 도 12에서 보여지는 바와 같이 아랫보기 자세에서는 용융 금속에 작용하는 중력이 모재를 향하므로 가스압력 1(단위는 표에 기재되었으므로 생략함)일 때, 정상적인 비드가 형성되고 있으나, 가스압력이 증가할 수록 이면비드가 아래로 쳐지고 있다.

[0075] 이는 용융 금속에 미치는 중력의 방향과 가스압력의 방향이 같으므로 용융 금속의 처짐이 가속되기 때문이다.

[0076] 도 13 내지 도 18은 수직 자세에서의 영향을 기록한 것들이며, 도 19와 도 20은 윗보기 자세에서의 용접 결과로서 흥미로운 결과를 보여주고 있다.

[0077] 도 19의 단면을 살펴보면(윗보기 자세이므로 단면 사진의 윗쪽이 이면비드이다) 가스압력이 증가할 수록 이면 비드가 커지고 있는데, 이는 용융 금속에 미치는 중력의 영향이 가스의 압력에 의하여 상쇄되며, 가스의 압력이 중력보다 커지는 경우에는 이면 비드가 성장함을 보여준다.

[0078] 따라서 가스압력 2 정도에서 이상적인 용접비드가 형성되며, 이는 윗보기 자세에서도 가스 압력을 조절함으로써 중력의 영향을 제거하여 정상적인 용접이 실시 가능해짐을 보여준다.

[0079] 한편, 본 발명의 전자세 용접기는 용접기의 토치 단부에 용접부를 향하는 독립 가스 토출관을 더 포함시켜 구성 함으로서, 용접시 비드 형상에 영향을 미치는 가스력을 보충시키는 것을 또 다른 특징으로 한다.

[0080] 이는 중력을 상쇄시키는 물리력을 제공하는 전용의 가스 토출관을 구성함으로써, 보다 전문적인 기능이 담당되도록 하기 위함이다.

- [0081] 도 41을 참고하여 살펴보면 수직 상진 자세 또는 수직 하진 자세에서는 실드 가스 압력(220-1)을 가할 경우에 용융 금속 전체에 균등하게 힘이 가해지므로 아랫방향을 향하는 중력(G)을 상쇄시킬 수 없기 때문에 용융 금속에 미치는 힘은 불균등해진다.
- [0082] 따라서 이러한 경우에는 상기 중력을 보상하도록 도 43에 도시된 바와 같이 토치의 하방에 독립 가스 투출관을 형성시켜 중력을 보상시키면 정상 비드의 형성이 용이해진다.
- [0083] 상기 독립 가스 투출관에는 용접에 나쁜 영향을 미치지 않는 가스를 토출시키는 것이 바람직하며, 공지의 실딩 가스나 트레일링 가스를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0084] 상기와 같은 독립 가스 투출관을 형성시킬 경우에는 수직 상진 자세나 수직 하진 자세처럼 중력에 의하여 용융 금속이 아래로 흘러 내리는 자세에서 중력을 상쇄 보정함으로써 정상적인 비드의 형성이 가능해진다.
- [0085] 한편, 자동 용접 공정에서는 프로그래밍 처리된 공정에 따라 상기 가스의 유량 또는 압력을 각 자세에 따라 자동으로 출력시킴으로써, 용접 품질을 개선시킬 수 있으나, 수동 용접 공정에서는 용접의 실시과정에서 용접 자세가 수시로 가변되므로, 용융 금속에 중력의 영향이 미치는 자세가 될 경우에는 언제나 중력에 맞서는 가스의 압력을 제공할 필요가 있다.
- [0086] 이를 위하여는 토치의 손잡이 부분에 가스의 압력을 제어하는 수단을 마련하는 것이 바람직한데, 본 발명에서는 이를 위하여 도 21에 도시된 바와 같이 용접기의 토치 손잡이 부분에 용접 부분에 가해지는 가스의 유량 또는 압력을 조절하는 가스 조절 버튼과 상기 용접기의 토치에 형성되며 상기 가스 조절 버튼에 출력 가스의 유량 또는 압력이 제어되는 가스 출력 장치를 포함하여 구성하도록 한다.
- [0087] 상기한 자동 용접 공정이 사용되는 전자세 용접기로는 널리 알려진 오비탈 용접기가 있다.
- [0088] 상기 오비탈 용접기는 용접기의 토치가 원궤도를 이루며 고정된 파이프의 외주변을 돌아가면서 용접을 실시하는 장치로서, 용접기의 토치가 원궤도를 이루므로 용접 자세가 계속하여 변한다.
- [0089] 본 발명에 의하면, 이러한 오비탈 용접기의 궤도 특성에도 불구하고 오비탈 용접의 용접 품질을 개선시킬 수 있게 된다.
- [0090]
- [0091] 일반적으로 오비탈 용접기는 플라즈마 토치를 사용하며, 도 22에 도시된 바와 같이 고정된 파이프 외주변을 토치가 360° 궤도 회전하면서 파이프를 용접시키므로 용접 방향성을 가지고 있다.
- [0092] 이하, 본 발명의 설명에 있어서는 이러한 용접 방향성을 궤도 방위각으로 표시하여, 시계방향의 방위각으로 나타내기로 한다.
- [0093] 이러한 궤도 방위각의 정의에 의하면 오비탈 용접기는 0시에서 출발하여 12시 방향까지 고정된 파이프 외주변을 궤도 회전하면서 용접을 실시하게 된다.
- [0094] 오비탈 용접기의 용접 궤도를 따라가보면, 용접시 발생하는 쇠파열에 작용되는 중력과 용접 방향이 용접 비드의 형성에 큰 영향을 줄 수 있다.
- [0095] 이러한 중력과 용접 방향을 구분하여 각 궤도에서 토치의 주 주세에 따라 아래보기 자세(Flat position), 수직 하진 자세(Vertical down position), 위보기 자세(Overhead position), 수직 상진 자세(Vertical up position)로 구분하며, 자동 용접의 실행시 프로그래밍 파라미터는 이러한 구분된 구간에 따라 차별화된 요소가 개입된다.
- [0096] 이러한 프로그래밍 파라미터는 본 발명의 설명을 위하여 중요한 개념이므로 이하 간략한 설명을 하기로 한다.
- [0097] 상기한 바와 같이 파이프의 용접시에는 파이프의 각 구간에 따라 용접방향과 중력의 영향에 의하여 용접현상이 변하게 되므로, 그에 따라서 용접 전류, 전압과 용접 속도 등의 파라미터의 영향을 고려하여야 한다.
- [0098] 용접시 용융풀에 영향을 주는 인자는 중력, 표면장력, 아크력, 액상 또는 고상의 계면장력 등의 인자가 있으며,

파이프 용접시 용융풀에 가장 크게 영향을 미치는 인자는 중력과 표면장력, 아크력 등이다.

- [0099] 도 22는 파이프(모재)이므로 도면10으로 표시함)의 원주 위치별 용접자세의 특징을 나타낸 것으로 궤도 방위각의 진행 순서에 따라 용융지의 변화가 가장 큰 4개의 구간을 아래보기 자세(Flat position), 수직 하진 자세(Vertical down position), 위보기 자세(Overhead position), 수직 상진 자세(Vertical up position)로 구분하여 보여주고 있다.(상기 자세의 명칭은 토치의 방향에 의해 지정됨.)
- [0100] 이 중에서 아래보기 자세(Flat position)에서는 도 23에 도시된 바와 같이 중력(A)과 토치(20)에서 발생하는 아크력(A)의 방향이 일치하는 특성을 가진다.
- [0101] 상기 아래보기 자세(Flat position)에서는 이러한 두 힘의 방향 일치에 의하여 용적 이행이 빠르기 때문에 전 궤도에서 동일 용착 속도를 얻고 고품질의 이면 비드를 형성시키기 위하여 전류를 높이고 용접속도를 빠르게 해야 한다.
- [0102] 도 24에 도시된 바와 같이 수직 하진 자세(Vertical down position)에서는 중력(A)의 방향은 아래를 향하고 아크력(A)의 방향은 모재를 향한다.
- [0103] 따라서 용융금속은 중력(A)에 의하여 밑으로 처지는 경향을 보이게 되어, 용융금속(100)이 아크를 선행하기 때문에 아크가 용융금속(100) 위에서 발생한다.
- [0104] 이 때문에 수직 하진 자세(Vertical down position)에서는 모재(파이프(10)) 두께와 용융금속(100)의 두께가 더해진 상태에서 균일 비드를 형성시키기 위해서 높은 전류로 큰 아크력을 발생시켜 용입을 크게 한다.
- [0105] 도 25에 도시된 바와 같이 위보기 자세(Overhead position)에서는 중력(A)의 방향과 아크력(A)의 방향은 서로 반대가 된다.
- [0106] 이때에는 용융금속(100)을 모재(파이프(10))쪽으로 밀어 붙이는 힘은 아크력(A) 하나에만 의존하게 된다. 그러나 위보기 자세(Overhead position)에서 아크력(A)이 용융금속(100)으로 인한 중력(A)을 감당하는 것은 한계가 있으므로, 용락 및 용입 부족이 될 가능성이 높다.
- [0107] 만약 아크력(A)이 허용하는 용융금속(100)의 무게보다 용융금속(100)이 커지게 되면 중력(A)의 영향으로 인하여 용융금속(100)이 밑으로 떨어져 버리는 현상이 발생하게 되고, 또한 아크력(A)이 작으면 이면비드의 형성이 불가능하게 된다.
- [0108] 이 때문에 위보기 자세(Overhead position)에서는 용접전류를 높여서 아크력을 크게 하는 대신 용접속도를 빨리 해야 한다.
- [0109] 도 26에 도시된 바와 같이 수직 상진 자세(Vertical up position)에서는 중력(A)의 방향이 아래를 향하는 반면, 아크력(A)의 방향은 모재쪽을 향하고 있다. 힘의 방향은 수직 하진 자세(Vertical down position)와 같으나 용접 방향이 다르다.
- [0110] 수직 상진 자세(Vertical up position)에서는 도 26에서 보여지는 바와 같이 용융금속(100)이 중력(A)의 영향으로 밑으로 처지는 경향을 보이므로 아크가 용융금속의 위가 아닌 모재의 위에 발생하게 된다.
- [0111] 즉, 아크가 모재의 루트부에서 발생하게 되므로 같은 용접전류라도 용입이 깊어지기 쉽다.
- [0112] 따라서 수직 하진 자세(Vertical down position)와 같은 전류로 용접을 하게 되면 높은 아크력에 의해 용락될 가능성이 아주 높게 되므로, 수직 상진 자세(Vertical up position)에서의 용접전류는 다른 구간에서와 달리 이면 비드가 형성될 정도로 전류를 유지하면서 용락을 방지하여야 한다.
- [0113] 도 27은 이러한 오비탈 용접에 의하여 형성되는 비드의 단면 모양을 도시한 것으로서, 파이프(10)에 형성된 비드(110)가 전면과 이면(이면비드(120)에서 독특하게 나타남을 알 수 있으며, 전면 비드의 경우 도시된 바와 같이 언더컷(120)이라는 불량 비드상태가 나타나기도 한다.

- [0114] 이상 살펴본 바와 같이 오비탈 용접기에 있어서는 각 용접 궤도 구간별로 작용되는 힘이 달라지며 이에 따라 용접조건이 달라져 동일 품질의 용접을 실시하고 균일 비드를 형성시키기 위해서는 각 구간별 용접 파라미터를 달리하여야 하는데, 상기한 바와 같이 종래기술방식에 있어서는 이를 순수하게 아크력과 중력의 작용에 의해서만 해석하고 있다.
- [0115] 한편, 도 29에 도시된 바와 같이 상기 위보기 자세에서 수직 상진 자세로 진행되는 궤도(A구간)(P06:00~P09:00)에서는 중력의 영향이 용접의 품질에 크게 영향을 미치며, 실제 오비탈 용접기에서는 이 구간에서 다양한 파라미터를 추가하여 용접 품질을 개선하려는 시도가 있었으나, 이를 해결하지 못하여 오비탈 궤도에 균등한 비드를 형성시키지 못하고 있는 문제점이 있다.
- [0116] 이러한 문제점은 오비탈 용접시 용접 모재의 두께 한계를 가져오는 원인이 된다. 즉 박판 모재의 경우에는 이러한 문제점을 극복하고 궤도 용접이 가능하지만 모재의 두께가 후판으로 두꺼워 질 수록 이러한 문제점은 심화되어 용접이 실시되지 않는다.
- [0117] 실제로 종래기술방식의 오비탈 용접기는 이러한 문제점으로 인하여 박판 모재에 한하여 실시 가능하여, 다양한 산업 분야에서의 오비탈 용접 필요수요를 충족시키지 못하고 있다.
- [0118] 본 발명은 이를 해결하기 위하여 오비탈 용접기의 용접 파라미터에 새로운 패러다임을 도입시키는 파라미터를 추가시킨다.
- [0119] 즉, 본 발명은 오비탈 용접기의 용접 토치에서 모재를 향하여 가해지는 또 하나의 힘을 제공함으로써, 오비탈 용접기의 용접 품질을 향상시킨다.
- [0120] 상기한 바와 같이 종래 오비탈 용접기는 각 구간별 궤도에서 용접 품질을 중력(A)과 아크력(A)에 의한 힘의 방향으로 해석하여 두 힘 및 용접 속도를 조절하여 용접 품질을 조절하였다.
- [0121] 본 발명에서는 이러한 종래기술에 모재를 향하는 하나의 힘을 더하는 것을 요지로 한다.
- [0122] 이러한 힘은 용접 토치에서 제공되는데, 도 22에 도시된 바와 같이 오비탈 용접기의 용접 토치에서는 파일럿 가스(21)와 실드가스(22)라는 2종류의 가스가 모재를 향해서 나오게 된다.(도 22에는 실드 가스 노즐(220), 내부노즐(210) 및 실드 가스(22)와 파일럿 가스(21)이 도시되어 있다.)
- [0123] 종래 기술방식에 있어서 용접 토치에서 나오는 이러한 2종류의 가스는 순수하게 아크력에 변동을 주기 위해서만 가변되었으나, 본 발명에서는 상기 2종류의 가스 중에서 실드 가스(SG)의 풍압에 주목하여 상기 실드 가스(SG)의 풍압을 용접 해석의 주요 요소로 도입한다.
- [0124] 상기 실드 가스(SG)의 풍압은 실드 가스(SG)의 유량 또는 압력을 조절하여 형성시키므로, 결국 본 발명은 실드 가스(SG)의 유량과 압력을 조절하여 오비탈 용접기의 용접 품질을 개선시키는 것이다.
- [0125] 한편, 상기 실드 가스(SG)에는 수소, 산소, 헬륨 중에서 하나 또는 하나 이상 선택되는 가스를 상기 실드 가스(SG)에 첨가시켜, 파이프 용접 품질을 향상시키는 것이 바람직하다.
- [0126] 이하, 실험을 통하여 본 발명이 도입한 새로운 파라미터의 효과에 대하여 살펴보기로 한다.
- [0127] 본 발명의 효과를 입증하기 위한 실험은 도 28에 도시된 바와 같이 오비탈 궤도 방위각 P06:00에서 P09:00 구간을 나누어 실시하였다.
- [0128] 실험은 표 1과 같이 파일럿 가스(PG : pilot gas)와 실드 가스(SG : shield gas) 유량 변경 실험을 통하여 파이프 궤도에 나타난 비드의 품질을 측정하여 파일럿 가스(PG)와 실드 가스(SG)가 용접 비드에 미치는 영향을 측정함으로써, 실드 가스(SG)가 오비탈 용접에 미치는 발명의 효과를 입증하기로 한다.
- [0129] 1) 실험 조건

[0130] 도 28은 본 발명의 실험 조건을 도시한 것으로써 P06:00에서 P09:00까지를 5등분하여 각 위치에서 판 위에 키홀 용접을 실시하는 것을 나타낸다.

[0131] 시편을 턴테이블에 고정시키고 플라스마 토치를 로봇에 몰려 용접속도 30cpm으로 움직여 키홀 용접을 수행하였으며 용접부 길이는 100mm이다. 파일럿 가스(PG))와 실드 가스(SG) 둘 다 100% Ar을 사용하였다.

[0132] 표 1. 실험 조건

[0133]	Fixed	Power source	PAW Machine (Powwel-150XP)
		Welding mode	Keyhole(BOP)
		Material	SS400, t 6
		Welding current	I_p : 140 A I_b : 80 A
		Frequency	2 Hz
		Welding speed	10 cpm
		Set back	2.5 mm
		Stand off	3 mm
		Orifice insert dia.	f 2.4
Exp. 1	Pilot gas flow rate	1.1, 1.3, 1.5, 1.7, 1.9 l/min	
	Shield gas flow rate	12 l/min	
Exp. 2	Pilot gas flow rate	1.7 l/min	
	Shield gas flow rate	12, 15, 18 l/min	

[0134] 실험 1은 파일럿 가스(PG)의 변화

[0135] 실험 2는 실드 가스(SG)의 변화

[0136] 2) 용접 비드 형상 인자의 측정 방법

[0137] 용접 비드 형상을 지시하는 인자는 표면과 이면비드의 폭, 표면과 이면키홀의 직경, 이면비드의 볼록 정도이다.

[0138] 도 30은 본 발명의 실험시 사용한 용어를 정의한 개념도로서, 도 30은 표면(Front side)과 이면(Back side)에서의 비드의 폭과 키홀의 측정 인자를 정의한 것이다.

[0139] WB_F 와 DK_F 는 표면에서의 비드 폭과 키홀 직경을, WB_B 와 DK_B 는 이면에서의 비드 폭과 키홀 직경을 각각 나타낸다.

[0140] 도 221와 도 32은 이면비드의 볼록 정도를 정의하기 위한 구분도이다.

[0141] 도면에 도시된 바와 같이 이면비드 볼록 정도는 용접 시작부에서 48mm 이후부터 9mm 간격으로 5곳을 뺏족한 프로브를 가진 하이트 게이지를 사용하여 측정하였다.

[0142] 용접속도 30cpm, 주파수 2Hz이므로 리플(Ripple) 간격은 약 0.835mm이다. Ripple 간격의 정수배가 되지 않도록 9mm 간격으로 이면비드 볼록 정도를 측정하였다.

[0143] 도 221와 도 32에서 보는 바와 같이 비드 toe부에서 3mm 떨어진 곳에서 P_1 과 P_2 를 측정하여 평균한 값이 기준높이이고, B_1 , B_2 , B_3 을 측정하여 평균한 값이 이면비드 높이이다. 비드의 형상을 고려하여 B_2 값에 가중치를 주기 위해 2를 곱하여 계산하였다. 후자에서 전자를 뺏 값이 이면비드 볼록 정도이고 각각의 식은 다음과 같다.

[0144] 기준 높이(Parent metal Height), $H_P = (P_1 + P_2) / 2$

[0145] 이면비드 높이(Back bead Height),

[0146] $H_B = (B_1 + 2B_2 + B_3) / 4$

- [0147] 이면비드 볼록 정도(Convexity ratio of back bead),
- [0148] $CRB = H_B - H_P$
- [0149] 측정하여 계산된 CRB 5점의 평균은 평균 이면비드 볼록 정도(Average Convexity ratio of back bead ; CRB_{aver})라 하고, 5점 중의 최소값을 최소 이면비드 볼록 정도(Minimum Convexity ratio of back bead ; CRB_{min})라 정의한다.
- [0150] 평균 이면비드 볼록 정도(Average Convexity ratio of back bead),
- [0151] $CRB_{aver} = (CRB_1 + CRB_2 + CRB_3 + CRB_4 + CRB_5) / 5$
- [0152] 최소 이면비드 볼록 정도(Minimum Convexity ratio of back bead),
- [0153] $CRB_{min} = \text{Min}(CRB_1 : CRB_5)$
- [0154] 3) 실험결과 및 고찰
- [0155] 3.1) 파일럿 가스(PG) 유량 변경 실험 결과
- [0156] PG 유량에 따른 비드 폭 WB_F 와 WB_B 는 각각 도 33과 도 34에 나타나 있다.
- [0157] 도 33에 도시된 바와 같이 파일럿 가스(PG)의 유량과 WB_F 사이에는 선형관계가 없다.
- [0158] 반면 WB_B 의 경우 도 34에 도시된 바와 같이 모든 경사면에서 PG 유량이 증가할수록 넓어지는 경향이 나타나기 때문에 PG 유량이 증가하면 WB_B 도 증가한다고 할 수 있다.
- [0159] 일반적으로 널리 알려진 실험 보고에 의하면, 아래보기 자세의 두께 3mm STS 304 BOP 실험에서 PG 유량이 증가할수록 DK_B 가 증가하는 것으로 알려져 있으며, PG 유량 이외에 용접 전류, 용접 속도, 수축 노즐 직경 등이 DK_B 에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.
- [0160] 3.2) 실드 가스(SG) 유량 변경 실험 결과
- [0161] 이하, 실드 가스(SG) 유량이 이면비드의 영향을 미치는 정도는 이면비드의 볼록 정도로 살펴보기로 한다.
- [0162] 도 35은 SG 유량에 따른 평균 이면비드 볼록 정도를 나타낸 것이고, 도 36는 최소 이면비드 볼록 정도를 나타낸 것이다.
- [0163] 도면에 도시된 바와 같이 모든 경사면에서 SG 유량이 증가할수록 이면비드 볼록 정도가 증가하였다.
- [0164] 즉, 실드 가스(SG) 유량과 이면비드 볼록 정도(CRB_{ave} , CRB_{min}) 사이에는 선형관계가 있음을 알 수 있다.
- [0165] 한편, 도 37를 살펴보면 SG 유량이 12 l/min일 때에 궤도 방위각 P07:30에서 오목 이면비드(-값의 CRB)가 존재하였으나 15 l/min 이상에서는 볼록 이면비드만 형성되었다.
- [0166] 이를 도 38 내지 18과 함께 상세히 살펴보기로 한다.
- [0167] 도 38 내지 도 40은 상기 궤도 방위각 P07:30의 시편 사진이다.
- [0168] 도 38의 단면 사진을 보면 P07:30일 때 SG 12 l/min에서는 오목 비드가 형성되었으나, 도 39과 도 40에서 보이는 바와 같이 실드 가스(SG) 유량을 증가시키면 이면비드가 볼록해 진다는 것을 알 수 있다.
- [0169] 이는 액체상태의 용융금속이 SG 압력에 따라 볼록 또는 오목해진다는 것을 보여주는 것이다.
- [0170] 상기 도 37를 다시 살펴보면 SG 유량이 18 l/min에서 P07:30, P08:15, P09:00의 경우 CRB_{aver} 가 0.6mm 이상으로 모재 두께의 약 10% 이상의 이면비드가 형성되었다.
- [0171] 도 26에서 보는 바와 같이 수직 상진 자세에서는 중력의 방향은 아래로 향하는 반면, 아크력의 방향은 모재 쪽

으로 향하고 있으며 힘의 방향과 용접 방향이 다르다.

[0172] 따라서 용융금속은 중력의 영향으로 아래방향으로 처지게 되므로, 아크는 모재 위에서 발생하게 된다.

[0173] 그로 인해 같은 용접 조건이라도 용입이 깊어져 CRB_{aver} 가 크게 나오게 되었으며, 실제의 용접시에는 적정 CRB_{aver} 와 CRB_{min} 이 얻어지는 SG 유량을 선택 후, P07:30~P09:00 구간에서 SG 유량을 순차적으로 조금씩 줄여 용접을 실시한다면 P06:00에서 P09:00의 전체에 걸쳐 안정적인 이면비드를 얻는 것이 가능해 질 것이다.

[0174] 이와 같이 실드 가스 유량이 증가할수록 이면비드가 블록해지는 것은 유체의 운동량 방정식을 이용하여 설명할 수 있으며 도 39는 운동량 방정식 설명을 위한 모식도이다.

[0175] 유체의 운동량 방정식을 통해 고정된 판에 작용하는 분류 방향의 힘을 구하면 다음과 같다.

[0176] $-F = \rho Q(0-V_0)$ (1)

[0177] $F = \rho QV_0$ (2)

[0178] $V = \frac{Q}{A}$ (3)

[0179] $F = \frac{\rho}{A} Q^2$ (4)

[0180] 여기서, F는 힘, Q는 유량(cm^3/sec), V_0 는 유속(cm/sec), ρ 는 밀도(g/cm^3)를 나타낸다.

[0181] 표 2는 가스 노즐 직경이 일정한 상태에서 실드 가스 유량이 12 l/min, 18 l/min 일 때 상기 식 4를 통해 구한 F를 나타낸다.

[0182] 표 2. 실드 가스 비율에 따른 힘

[0183]

	Shield gas flow rate	
	12 l/min	18 l/min
F	$\frac{\rho}{A} 200^2$	$\frac{\rho}{A} 300^2$

[0184] 따라서 실드 가스 노즐에서 같은 거리에 위치한 용융금속이 실드 가스로부터 받는 힘은 18 l/min일 때 12 l/min에 비해 2.25배 증가하게 되어 용융금속이 이면쪽으로 밀려 블록한 이면비드를 형성하게 된다.

[0185] 즉, 액체 상태의 용융 금속이 가스 압력에 의해 다양한 형태의 이면 비드로 성형되고 있다.

[0186] 이와 같은 본 발명의 실험을 살펴보면, 비록 J. K Martikainen와 같은 학자들이 플라즈마 키홀 용접에서 연강과 같은 구조용강은 오스테나이트 스테인리스 강과 티타늄보다 용융풀의 표면장력과 점성이 더 낮기 때문에 용융풀과 키홀의 안정적 제어가 어렵다고 하였으나, 본 발명이 제시하는 바와 같이 파일럿 가스(PG)와 실드 가스(SG) 유량을 용접 변수로 도입하여 제어함으로써 안정적인 이면비드를 가지는 용접부를 얻을 수 있게 된다.

[0187] 또한, 본 발명에 의하면 이면비드 블록 정도를 선형적으로 제어할 수 있기 때문에 고정 파이프 원주 용접 시 전 자세에서 균등 비드를 형성시키는 용접이 가능해 진다.

[0188] 한편, 상기 실험에서 모든 경사면에서 SG 유량이 증가할수록 이면비드가 블록해졌으나, 도 38 내지 도 39에서 보여지는 바와 같이 언더컷이 다소 심해졌음을 알 수 있다.

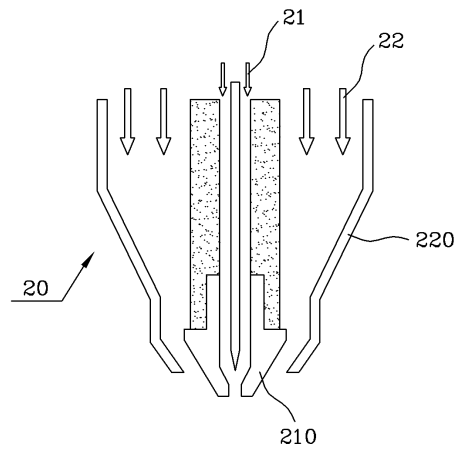
[0189] 이와 같이 언더컷이 심할 경우 다음 패스를 용착시켰을 때 융합 불량과 같은 용접 결함을 발생시킬 수 있다.

- [0190] 상기 언더컷을 예방하기 위해 J. K Martikainen 등은 용가재(Filler wire)를 사용하였고, Z. Sun 등은 GTAW로 제 용융시켰으나, 본 발명에서는 실드가스에 언더컷 예방용 가스로 혼합하여 사용함으로써 해결하였다.
- [0191] 이러한 언더컷 예방용 가스는 일반적으로 수소, 산소, 헬륨가 알려져 있으며, 이들 가스 중에서 하나 또는 하나 이상 선택되는 가스를 상기 실드 가스(SG)에 첨가시켜 사용하면 언더컷이 없이 양질의 비드가 형성된 파이프 용접을 실시할 수 있다.
- [0192] 이상 본 발명을 요약하면, 본 발명은 오비탈 용접시 P06:00 이후의 위보기 자세와 수직 상진 자세 사이의 이면 비드의 오목 현상은 실드 가스(SG) 유량을 제어 변수로 도입하여 제어함으로써, 비드의 형상을 선형 제어 가능하게 되므로 전 구간에 걸쳐 균일한 이면비드의 형성이 가능한 오비탈 용접기를 제공할 수 있게 한다.
- [0193] 한편, 본 발명에 의한 경우 오비탈 용접시 전 궤도상에서 용접제어를 선형적으로 실시할 수가 있으므로 용접 모재의 두께에 자유롭게 용접을 실시할 수 있다.
- [0194] 즉, 본 발명에 의한 경우 종래 오비탈 용접기의 한계인 박판 모재 뿐만 아니라, 중판이나 후판에 대해서도 오비탈 용접이 실시 가능해지므로, 다양한 산업 분야에서의 오비탈 용접 필요수요를 충족시킬 수 있게 된다.
- [0195] 이상 본 발명의 설명을 위하여 도시된 실시예는 본 발명이 구체화되는 하나의 실시예에 불과하며, 도면에 도시된 바와 같이 본 발명의 요지가 실현되기 위하여 다양한 형태의 조합이 가능함을 알 수 있다.
- [0196] 따라서 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

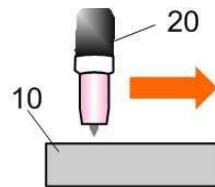
도면의 간단한 설명

- [0197] 도 1은 본 발명의 실시 작용도
- [0198] 도 2는 본 발명의 실시예 사용되는 토치 예시도
- [0199] 도 3은 용접시 아랫보기 자세의 실시도
- [0200] 도 4는 용접시 수직 평진자세의 실시도
- [0201] 도 5는 용접시 수직 상진 자세의 실시도
- [0202] 도 6은 용접시 수직 하진 자세의 실시도
- [0203] 도 7은 용접시 위보기 자세의 실시도
- [0204] 도 11은 아랫보기 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도
- [0205] 도 12는 상기 도 11의 결과 그래프이며, 도 13은 수직 평진자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도
- [0206] 도 14는 상기 도 13의 결과 그래프
- [0207] 도 15는 수직 상진 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도
- [0208] 도 16은 도 15의 결과 그래프이며, 도 17은 수직 하진 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도
- [0209] 도 18은 도 17의 결과 그래프
- [0210] 도 19는 위보기 자세에서의 가스 압력 변화에 따른 비드의 형태 사진도
- [0211] 도 20은 도 19의 결과 그래프이며, 도 21은 가스 압력 제어 스위치를 포함한 토치의 사시도
- [0212] 도 22는 본 발명의 오비탈 용접기에 있어서 파이프에 대한 자세를 표시한 구분도
- [0213] 도 23은 오비탈 용접기의 아랫보기 자세에서의 힘의 작용도
- [0214] 도 24는 오비탈 용접기의 수직 하진 자세에서의 힘의 작용도
- [0215] 도 25는 오비탈 용접기의 위보기 자세에서의 힘의 작용도

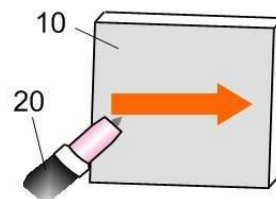
도면2



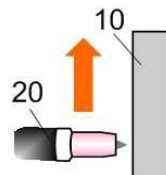
도면3



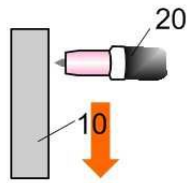
도면4



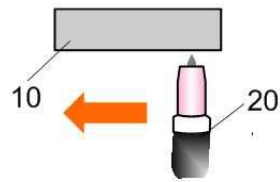
도면5



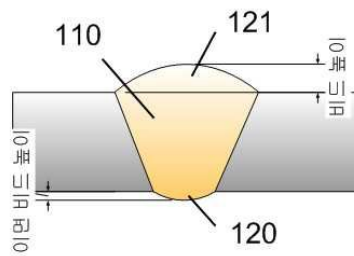
도면6



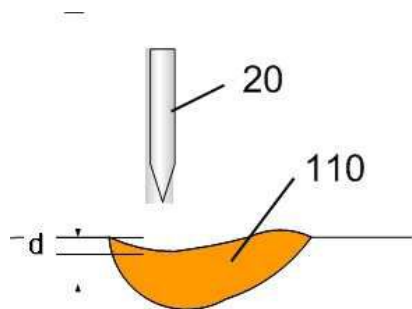
도면7



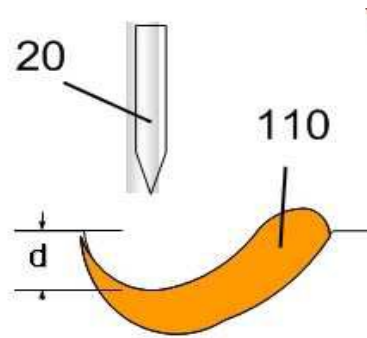
도면8



도면9



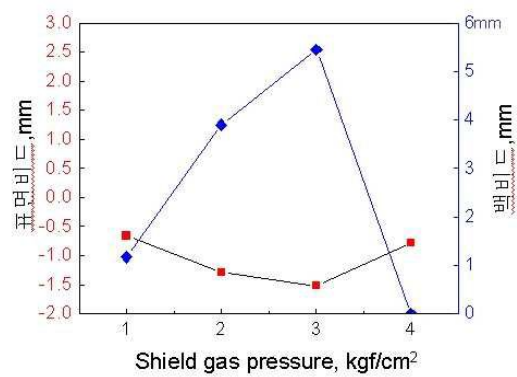
도면10



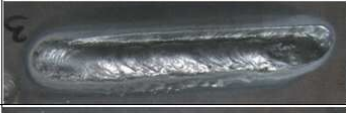
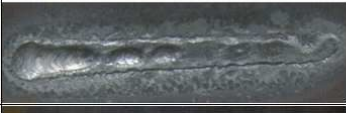
도면11

가스 압력 (kgf/cm ²)	표면비드	백비드	단면
1			
2			
3			
4			

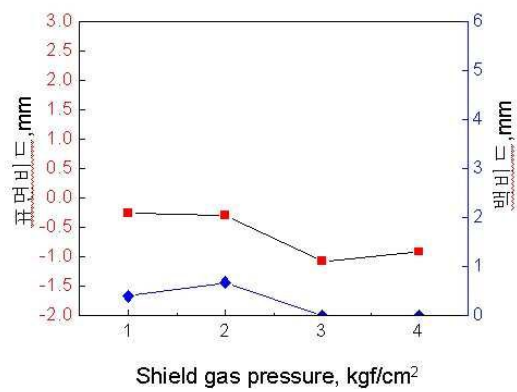
도면12



도면13

가스 압력 (kgf/cm ²)	표면비드	백비드	단면
1			
2			
3			
4			

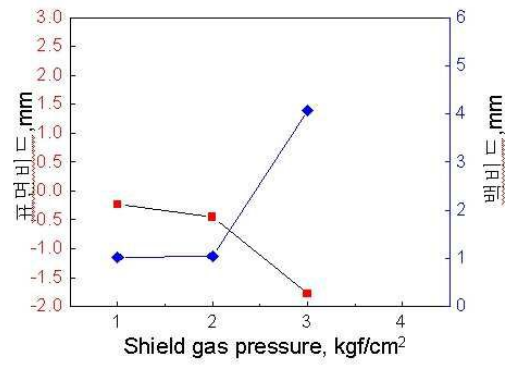
도면14



도면15

가스 압력 (kgf/cm ²)	표면비드	백비드	단면
1			
2			
3			
4			용락

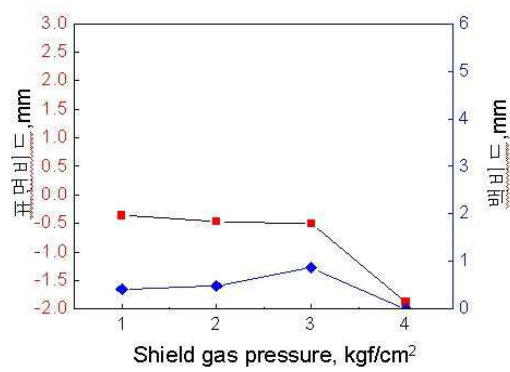
도면16



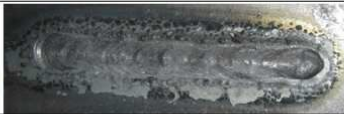
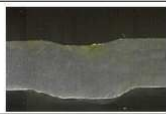
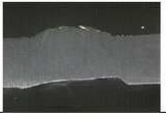
도면17

가스 압력 (kgf/cm²)	표면비드	백비드	단면
1			
2			
3			
4			

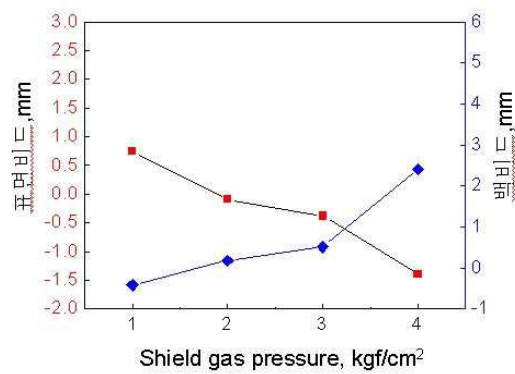
도면18



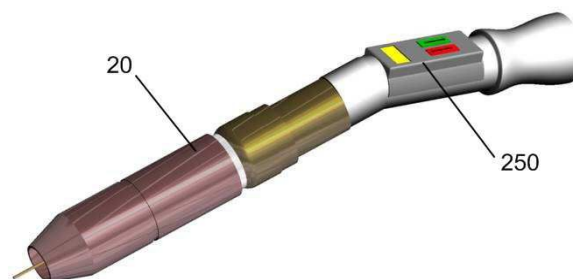
도면19

가스 압력 (kgf/cm ²)	표면비드	백비드	단면
1			
2			
3			
4			

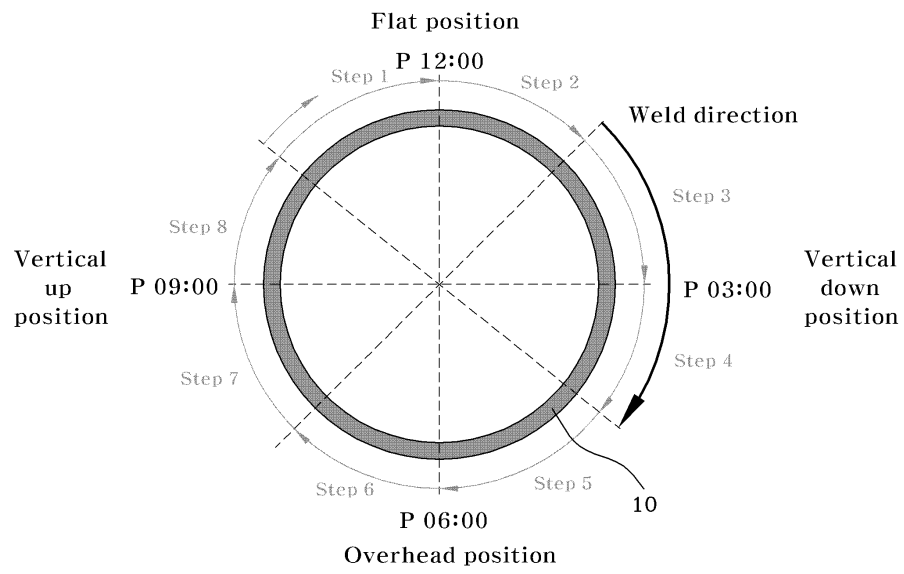
도면20



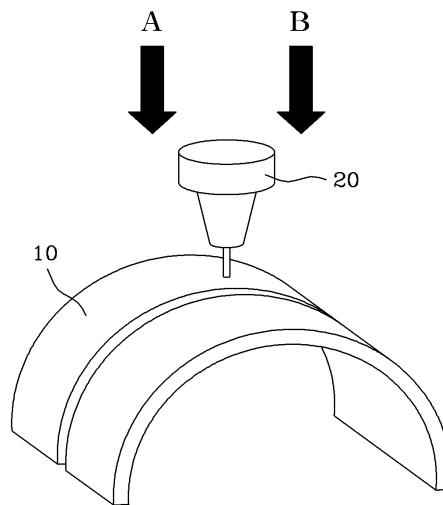
도면21



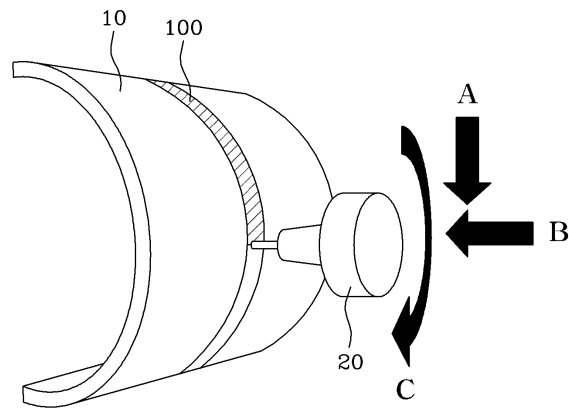
도면22



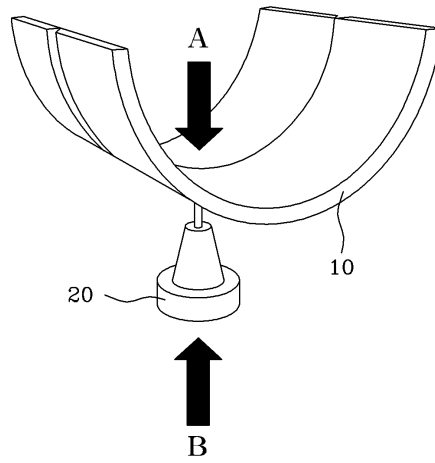
도면23



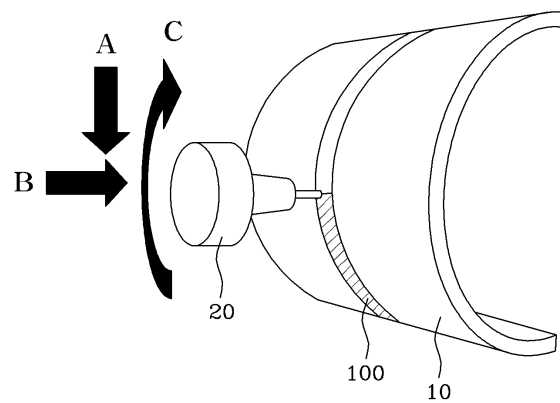
도면24



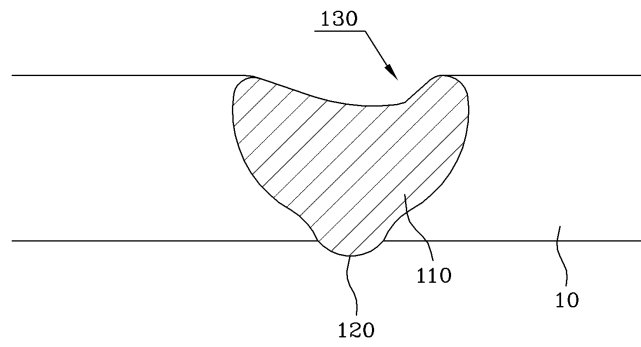
도면25



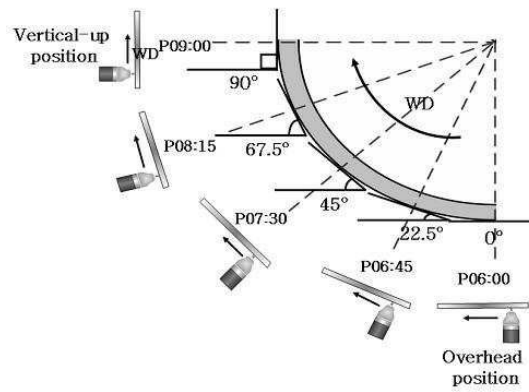
도면26



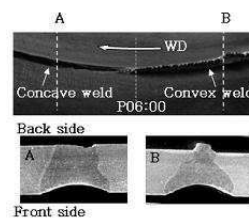
도면27



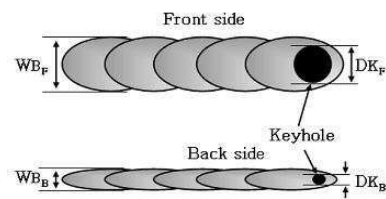
도면28



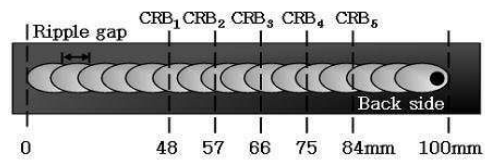
도면29



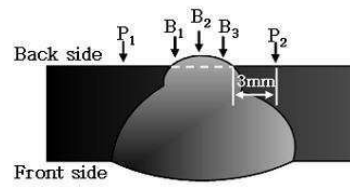
도면30



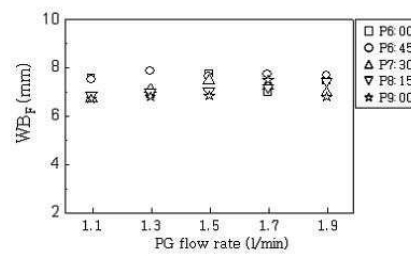
도면31



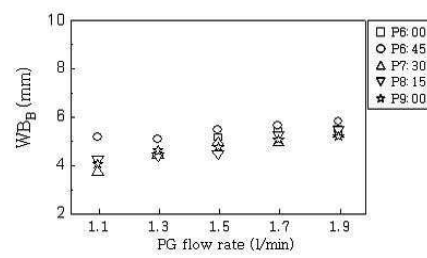
도면32



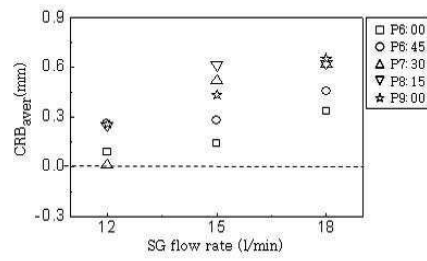
도면33



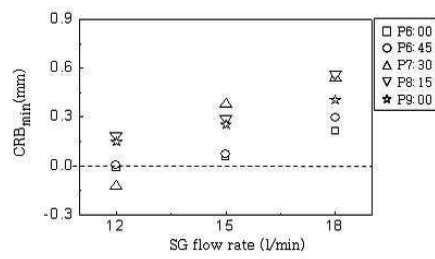
도면34



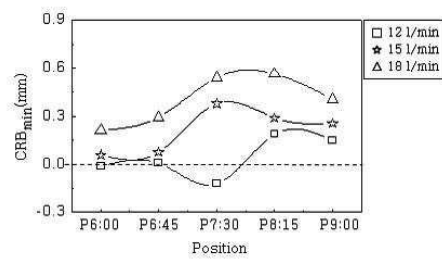
도면35



도면36



도면37



도면38



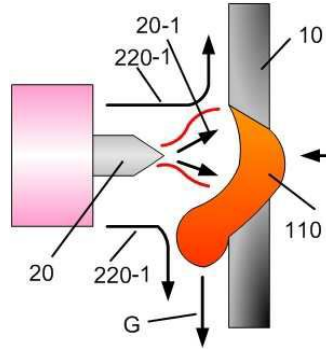
도면39



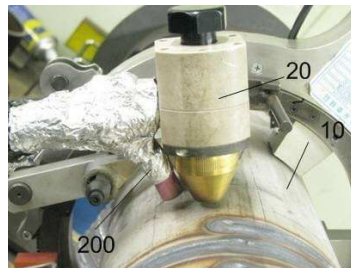
도면40



도면41



도면42



도면43

