



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월04일

(11) 등록번호 10-1591711

(24) 등록일자 2016년01월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B23K 20/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0124147

(22) 출원일자 2014년09월18일

심사청구일자 2014년09월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009119477 A*

JP6075787 B2*

KR1020120053123 A*

KR1020030096151 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국생산기술연구원

충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89

(72) 발명자

김지선

전라남도 영암군 신북면 과원동길 96

김인주

광주광역시 서구 하남대로680번길 10, 510동 1001호(동천동, 호반베르디움)

(74) 대리인

특허법인아이엠

전체 청구항 수 : 총 8 항

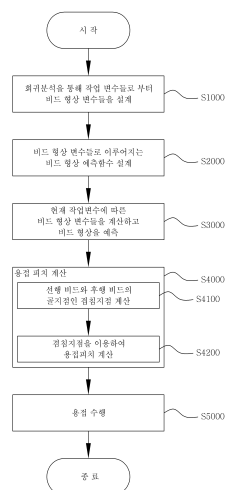
심사관 : 우귀애

(54) 발명의 명칭 용접 피치를 최적화할 수 있는 클래딩 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램

(57) 요약

본 발명은 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 비드가 용접방향으로 나란하게 겹쳐지는 클래딩 용접시 용접 피치를 최적화하여 용접면의 비드 형상을 균일화함으로써 용접 효율 및 작업 효율을 향상시킬 수 있는 클래딩 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램에 관한 것이다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

비드의 단면 형상에 관한 함수인 비드 형상 예측 함수를 설계하는 단계;

상기 형상 예측 함수를 이용하여 현재 작업 변수에 따른 비드 형상을 예측하는 단계;

예측된 비드 형상으로부터 용접 피치를 계산하는 단계; 및

계산된 용접 피치로 용접을 수행하는 단계;를 포함하고,

상기 비드 형상 예측 함수는 비드 형상 변수들로 구성되고, 상기 비드 형상 변수들은 용접면과 비드의 높이 최고점의 거리인 비드 높이, 비드 폭 및 상기 높이 최고점이 용접 축에서 벗어난 거리인 비드 치우침 거리를 포함하며, 아래의 수학적 식 1과 같이 설계되는 것을 특징으로 하는 용접 방법.

[수학적 식 1]

$$f(x)=H\times\sin\left(\frac{\pi}{W}\times x+\left(\frac{\pi}{2}-\frac{2\pi D}{W}\right)\right)$$

여기서, H는 상기 비드 높이, W는 상기 비드 폭, D는 상기 비드 치우침 거리이다.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 비드 형상 변수들은 작업 변수들로부터 회귀분석(Regression Analysis)을 통해 회귀식으로 설계되고, 상기 작업 변수들은 3차원 공간에서 용접봉이 x축을 따라 이동하는 속도인 용접 속도, 용접봉과 y축이 이루는 각도인 용접각, 용접봉과 z축이 이루는 각도인 작업각을 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 방법.

청구항 5

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 용접 피치를 계산하는 단계:는,

선행 비드 및 후행 비드를 서로 겹쳤을 때, 선행 비드의 단면 및 후행 비드의 단면이 겹쳐지는 골의 지점인 겹침 지점을 계산하는 단계; 및

상기 겹침 지점으로부터 상기 용접 피치를 계산하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 겹침 지점은 선행 비드 및 후행 비드가 겹쳐지는 비드의 단면적인 겹침 면적과 상기 선행 비드 및 상기 후행 비드의 높이 최고점들과 상기 겹침 지점이 이루는 골의 단면적인 비 겹침 면적이 서로 동일할 때의 겹침 지점인 것을 특징으로 용접 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 겹침 면적의 절반(이하 '절반 겹침 면적'이라 함)은 아래의 수학식 2를 이용하여 계산되고, 상기 비 겹침 면적의 절반(이하 '절반 비 겹침 면적'이라 함)은 아래의 수학식 3을 이용하여 계산되며, 상기 겹침 지점은 아래의 수학식 4와 같이 상기 절반 겹침 면적과 상기 절반 비겹침 면적이 동일해지는 지점으로 계산되는 것을 특징으로 하는 용접 방법.

[수학식 2]

$$S_a = \int_{x_c}^W \left\{ H \sin\left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)\right) \right\} dx$$

$$= -\frac{WH}{2\pi} \cos\left(3\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \frac{WH}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)$$

[수학식 3]

$$S_b = \int_{\frac{W}{2}}^{x_c} \left\{ H - H \sin\left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)\right) \right\} dx$$

$$= H\left(x_c - \frac{W}{2}\right) + \frac{WH}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \frac{WH}{2\pi} \cos\left(2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)$$

[수학식 4]

$$S_a = S_b$$

$$H\left(x_c - \frac{W}{2}\right) + \frac{WH}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \frac{WH}{2\pi} \cos\left(2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) = -\frac{WH}{2\pi} \cos\left(3\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \frac{WH}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)$$

$$x_c = \frac{W}{2} + \frac{W}{2\pi} \left\{ \cos\left(2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \cos\left(3\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) \right\}$$

여기서, S_a 는 상기 절반 겹침 면적, S_b 는 상기 절반 비 겹침 면적, x_c 는 상기 겹침 지점의 x축 좌표이다.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 용접 피치는 아래의 수학식 5와 같이 상기 겹침 지점의 x축 좌표에 '2'를 곱하고, 비드 폭을 감하여 계산되는 것을 특징으로 하는 용접 방법.

[수학식 5]

$$L = 2x_c - W$$

여기서, L은 상기 용접 피치이다.

청구항 9

단부에 용접봉이 구비되고 용접을 수행하는 용접 암; 및

상기 용접 암을 제어하여 제 3 항의 용접 방법으로 용접을 수행하는 용접 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 장치.

청구항 10

컴퓨터 상에서 제 3 항의 용접 방법을 실행시키기 위해 컴퓨터로 읽을 수 있는 매체에 저장된 용접을 위한 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 비드가 용접방향으로 나란하게 겹쳐지는 클래딩 용접시 용접 피치를 최적화하여 용접면의 비드 형상을 균일화함으로써 용접 효율 및 작업 효율을 향상시킬 수 있는 클래딩 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 클래딩 용접은 용접대상의 양면 또는 한 면에 다른 금속을 접합하는 용접이다.

[0003] 또한, 클래딩 용접은 일반적으로 용접 비드가 연속하지 않고 단속적으로 용접되는 단속 용접(intermittent welding)의 일종이다.

[0004] 도 1은 종래의 클래딩 용접의 용접 비드를 보여주는 것이고, 도 2는 종래의 클래딩 용접의 용접방향 비드 단면을 보여주는 것이다. 또한, 도 2의 x축은 용접 방향 거리, y축은 비드 폭, z축은 비드 높이를 의미한다.

[0005] 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이 종래의 클래딩 용접은 복수의 비드(10, bead)가 용접방향(x축 방향)으로 나란하게 형성된다.

[0006] 또한, 선행 비드(11)와 후행 비드(12)는 용접시 서로 겹쳐지며, 선행 비드(11)와 후행 비드(12)의 용접 축은 서로 용접 피치(L)만큼 이격된다.

[0007] 이러한 클래딩 용접에서 용접 피치(L)는 비드의 형상과 고르기를 확보하는데 매우 중요한 요소이며, 용접 피치(L)가 최적화되지 않았을 경우, 도 2에 도시한 바와 같이 비드들 간의 높이(H) 및 폭(W1, W2)이 불균일하게 형성된다.

[0008] 이렇게 형상이 불균일한 비드는 비드 표면을 균일화하는 표면연마와 같은 후처리 공정이 추가되어야 하므로 클래딩 부의 손실 및 작업효율의 감소가 발생한다.

[0009] 종래의 클래딩 용접에서 용접 피치(L)는 작업자가 시행착오법에 의해 적절한 간격을 결정하게 되므로 용접 피치(L)의 정밀한 조절이 어렵다. 따라서, 비드 형상의 불균일 및 비드의 패스가 한쪽으로 치우치는 비드 밀림 현상이 발생하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로 본 발명의 목적은 클래딩 용접에서 용접 피치를 최적화하여 표면이 균일한 비드가 형성되게 함으로써 후처리 공정을 간소화하고 클래딩 용접의 효율을 대폭 향상할 수 있는 클래딩 용접의 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 비드의 단면 형상에 관한 함수인 비드 형상 예측 함수를 설계하는 단계; 상기 형상 예측 함수를 이용하여 현재 작업 변수에 따른 비드 형상을 예측하는 단계; 예측된 비드 형상으로부터 용접 피치를 계산하는 단계; 및 계산된 용접 피치로 용접을 수행하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 방법을 제공한다.

[0013] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 비드 형상 예측 함수는 비드 형상 변수들로 구성되고, 상기 비드 형상 변수들은 용접면과 비드의 높이 최고점의 거리인 비드 높이, 비드 폭 및 상기 높이 최고점이 용접 축에서 벗어난 거리인 비드 치우침 거리를 포함한다.

[0014] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 비드 형상 예측 함수는 아래의 수학적 식 1과 같이 설계된다.

[0015] [수학적 식 1]

$$f(x)=H \times \sin\left(\frac{\pi}{W} \times x + \left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi D}{W}\right)\right)$$

[0016]

[0017] 여기서, H는 상기 비드 높이, W는 상기 비드 폭, D는 상기 비드 치우침 거리이다.

[0018] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 비드 형상 변수들은 작업 변수들로부터 회귀분석(Regression Analysis)을 통해 회귀식으로 설계되고, 상기 작업 변수들은 3차원 공간에서 용접봉이 x축을 따라 이동하는 속도인 용접 속도, 용접봉과 y축이 이루는 각도인 용접각, 용접봉과 z축이 이루는 각도인 작업각을 포함한다.

[0019] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 용접 피치를 계산하는 단계;는, 선행 비드 및 후행 비드를 서로 겹쳤을 때, 선행 비드의 단면 및 후행 비드의 단면이 겹쳐지는 골의 지점인 겹침 지점을 계산하는 단계; 및 상기 겹침 지점으로부터 상기 용접 피치를 계산하는 단계;를 포함한다.

[0020] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 겹침 지점은 선행 비드 및 후행 비드가 겹쳐지는 비드의 단면적인 겹침 면적과 상기 선행 비드 및 상기 후행 비드의 높이 최고점들과 상기 겹침 지점이 이루는 골의 단면적인 비 겹침 면적이 서로 동일할 때의 겹침 지점이다.

[0021] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 겹침 면적의 절반(이하 '절반 겹침 면적'이라 함)은 아래의 수학적 식 2를 이용하여 계산되고, 상기 비 겹침 면적의 절반(이하 '절반 비 겹침 면적'이라 함)은 아래의 수학적 식 3을 이용하여 계산되며, 상기 겹침 지점은 아래의 수학적 식 4와 같이 상기 절반 겹침 면적과 상기 절반 비겹침 면적이 동일해지는 지점으로 계산된다.

[0022] [수학적 식 2]

$$\begin{aligned} S_a &= \int_{x_c}^W \left\{ H \sin\left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W}\right)\right) \right\} dx \\ &= -\frac{WH}{2\pi} \cos\left(3\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) - \frac{WH}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W}\right) \end{aligned}$$

[0023]

[0024] [수학식 3]

$$S_b = \int_{\frac{W}{2}}^{x_c} \left\{ H - H \sin \left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) \right) \right\} dx$$

$$= H \left(x_c - \frac{W}{2} \right) + \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right)$$

[0025]

[0026] [수학식 4]

$$S_a = S_b$$

$$H \left(x_c - \frac{W}{2} \right) + \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) = - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(3\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right)$$

$$x_c = \frac{W}{2} + \frac{W}{2\pi} \left\{ \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \cos \left(3\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) \right\}$$

[0027]

[0028] 여기서, S_a 는 상기 절반 겹침 면적, S_b 는 상기 절반 비 겹침 면적, x_c 는 상기 겹침 지점의 x축 좌표이다.

[0029] 바람직한 실시예에 있어서, 상기 용접 피치는 아래의 수학식 5와 같이 상기 겹침 지점의 x축 좌표에 '2'를 곱하고, 비드 폭을 감하여 계산된다.

[0030] [수학식 5]

$$L = 2x_c - W$$

[0031]

[0032] 여기서, L은 상기 용접 피치이다.

[0033] 또한, 본 발명은 단부에 용접봉이 구비되고 용접을 수행하는 용접 압; 및 상기 용접 압을 제어하여 상기 용접 방법으로 용접을 수행하는 용접 제어기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 장치를 더 제공한다.

[0034] 또한, 본 발명은 용접 장치와 결합하여 제 8 항의 용접 방법을 실행시키기 위한 매체에 저장된 용접 프로그램을 더 제공한다.

발명의 효과

[0035] 본 발명은 다음과 같은 우수한 효과를 가진다.

[0036] 본 발명의 용접 방법, 용접 장치 및 용접 프로그램에 의하면, 용접 피치를 최적화하여 비드들 간의 높이를 균일하게 용접할 수 있으므로 비드의 밀립현상을 방지할 수 있고, 클래드 부의 표면 평탄화와 같은 후처리 공정을 간소화할 수 있으므로 크래딩 효율 및 용접 효율을 대폭 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 종래의 클래딩 용접의 용접 비드를 보여주는 도면,

도 2는 종래의 클래딩 용접의 용접방향 비드 단면을 보여주는 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 장치를 설명하기 위한 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법의 흐름도,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법에서 비드 형상 변수를 설명하기 위한 도면,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법에서 용접 피치를 계산하는 방법을 설명하기 위한 도면,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법으로 형성된 용접 비드를 보여주는 도면,

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법으로 형성된 용접방향 비드 단면을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 본 발명에서 사용되는 용어는 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어를 선택하였으나, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있는데 이 경우에는 단순한 용어의 명칭이 아닌 발명의 상세한 설명 부분에 기재되거나 사용된 의미를 고려하여 그 의미가 파악되어야 할 것이다.
- [0039] 이하, 첨부한 도면에 도시된 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다.
- [0040] 그러나, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화 될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 장치(100)는 용접대상(20)에 클래딩 용접을 수행하는 클래딩 용접 장치이다.
- [0042] 또한, 상기 용접 장치(100)는 단부에 용접봉(111)이 구비되고 상기 용접봉(111)을 공간상에서 움직이게 하는 용접암(110) 및 상기 용접암(110)의 움직임과 상기 용접봉(111)의 용접을 제어하는 용접 제어기(120)를 포함한다.
- [0043] 또한, 상기 용접봉(111)은 용접 종류에 따라 다양한 균등물로 대체가 가능하고, 예를 들어, 레이저 용접시에는 레이저로 대체될 수 있다.
- [0044] 또한, 상기 용접암(110)은 다자유도 로봇암일 수 있다.
- [0045] 또한, 상기 용접 제어기(120)는 본 발명의 용접 방법에 따라 상기 용접암(110)을 제어하여 용접 피치를 조절하며 클래딩 용접을 수행하는 역할을 한다.
- [0046] 또한, 상기 용접 제어기(120)는 상기 용접 제어기(120)의 저장 매체에 저장된 용접 프로그램에 의해 기능하여 본 발명의 용접 방법으로 클래딩 용접을 수행한다.
- [0047] 또한, 상기 용접 프로그램은 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등이 단독 또는 조합으로 구성된 프로그램일 수 있고, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라, 인터프리터 등을 사용하여 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 고급 언어 코드로 짜여진 프로그램일 수 있다.
- [0048] 또한, 상기 용접 프로그램은 상기 용접 제어기(120)와는 별도로 기록 매체에 저장되어 제공될 수 있으며, 상기 기록매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되어 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야에서 통상의 지식을 가진 자에서 공지되어 사용 가능할 것일 수 있으며, 예를 들면, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD, DVD와 같은 광 기록 매체, 자기 및 광 기록을 겸할 수 있는 자기-광 기록 매체, 롬, 램, 플래시 메모리 등 단독 또는 조합에 의해 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치일 수 있다.
- [0049] 또한, 상기 용접 프로그램은 서버 시스템에 저장되어 인터넷이나 인트라넷 등의 통신망을 통해 클라이언트 시스템으로 전송될 수 있으며, 상기 클라이언트 시스템은 용접 장치뿐만 아니라 일반적인 퍼스널 컴퓨터, 스마트폰, 태블릿 PC와 같은 스마트 기기, 임베디드 시스템을 포함한다.
- [0050] 이하에서는 본 발명의 용접 방법에 대해 상세히 설명한다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법의 흐름도로써, 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 용접 방법은 먼저, 작업 변수들로부터 비드 형상 변수들을 설계한다(S1000).
- [0052] 또한, 상기 작업 변수들은 작업에 관한 변수들으로써, 용접 속도, 용접각, 작업각을 포함한다.
- [0053] 또한, 도 1을 참조하면, 상기 용접 속도는 상기 용접봉(111)이 이동하며 용접하는 속도(x축 방향 이동 속도)이고, 상기 용접각($\theta 1$)은 상기 용접봉(111)과 y축이 이루는 각도이며, 상기 작업각($\theta 2$)은 상기 용접봉(111)과 z축이 이루는 각도이다.
- [0054] 또한, 본 발명에서는 상기 작업 변수들로 용접 속도, 용접각, 작업각을 예시하였으나 용접봉(111)의 종류, 용접대상(20)의 종류, 용접의 종류 등 다양한 작업에 관한 변수들로 이루어질 수 있다.

- [0055] 또한, 상기 비드 형상 변수들은 상기 작업 변수들로부터 회귀분석(Regression Analysis)을 통해 회귀식으로 설계된다.
- [0056] 또한, 상기 회귀 분석은 변수들 사이의 인과관계를 분석하는 추측통계의 한 방법으로 상기 작업 변수들의 변화를 원인으로 하였을 때, 상기 비드 형상 변수들이 어떠한 결과로 도출되는지 추측하는 방법이다.
- [0057] 이는 반복실험을 통해 분석될 수 있으며, 예를 들면, 아래의 수학적 식 1a와 같이 상기 작업 변수들을 원인으로 하고, 상기 비드 형상 변수들을 결과로 하는 회귀식으로 설계될 수 있다.
- [0058] 또한, 상기 비드 형상 변수들은 비드 높이, 비드 폭 및 비드 치우침 거리를 포함한다.
- [0059] [수학적 식 1a]
- $$\begin{aligned} W &= 22.7957 - 0.5339W_s - 0.5129T_a + 0.3142W_a + 0.0058W_s^2 + 0.0086T_a^2 - 0.0044W_a^2 \\ H &= 6.74767 - 0.158W_s - 0.01719T_a - 0.0026W_a + 0.00144W_s^2 + 0.00089T_a^2 - 0.00013W_sT_a - 0.00068W_sW_a - 0.00131T_aW_a \\ D &= -10.1439 + 0.2281T_a + 0.5589W_a - 0.0031T_a^2 - 0.0098W_a^2 - 0.0018T_aW_a \end{aligned}$$
- [0060]
- [0061] 여기서, W는 비드 폭, H는 비드 높이, D는 비드 치우침 거리, W_s는 용접 속도(cm/min) T_s는 용접각, W_a는 작업각이다.
- [0062] 그러나, 상기 수학적 식 1a는 용접 대상(20)의 종류나 소재에 따라 달라질 수 있음은 물론이다.
- [0063] 또한, 도 5는 비드 단면(11)을 보여주는 것으로, 상기 비드 폭은 비드의 단면이 용접면과 접하는 길이(W), 상기 비드 높이는 용접면과 비드의 높이 최고점(HH)까지의 길이(H), 상기 비드 치우침 거리는 상기 높이 최고점(HH)이 용접 축(x_a)에서 벗어난 거리(D)를 의미한다.
- [0064] 즉, 상기 비드 형상 변수들은 비드의 단면을 표현할 수 있는 변수이다.
- [0065] 다음, 상기 비드 형상 변수들로 이루어지는 비드 형상 예측 함수를 설계한다(S2000).
- [0066] 그러나, 상기 비드 형상 예측 함수의 설계와 상기 비드 형상 변수들의 설계의 수행 순서는 서로 뒤바뀔 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 비드 형상 예측 함수는 비드의 단면 형상에 관한 함수로써 아래의 수학적 식 1과 같이 싸인 함수(sine function)로 설계될 수 있다.

수학적 식 1

$$f(x) = H \times \sin\left(\frac{\pi}{W} \times x + \left(\frac{\pi}{2} - \frac{2\pi D}{W}\right)\right)$$

- [0068]
- [0069] 그러나, 상기 비드 형상 예측 함수는 가우시안 함수(gaussian function)로 설계가 가능하며, 비드의 단면을 표현할 수 있는 어떠한 형태로도 설계가 가능하다.
- [0070] 다음, 수행될 작업의 작업 변수인 현재 작업 변수를 입력받고, 상기 현재 작업 변수에 따른 비드 형상 변수를 상기 수학적 식 1a에 의해 계산한 후, 계산된 비드 형상 변수를 상기 수학적 식 1에 대입하여 비드 형상을 예측한다(S3000).
- [0071] 즉, 작업이 수행될 작업 변수들로부터 어떠한 형태의 비드가 형성될지 예측하는 것이다.
- [0072] 다음, 예측된 비드 형상로부터 용접 피치를 계산한다(S4000).
- [0073] 도 6은 상기 용접 피치의 계산 원리를 설명하기 위한 것으로, 도 6을 참조하면, 선행 비드(bead1)와 후행 비드(bead2)가 서로 겹쳐졌을 때, 선행 비드(bead1)와 후행 비드(bead2)가 서로 겹쳐지는 겹침 면적(S₁, S_{Δabc})과 선행 비드(bead1)와 후행 비드(bead2)가 이루는 골의 공간 면적(S₂, S_{Δabc}, 이하 '비 겹침 면적'이라 함)이 서로 동일해질 경우, 비드의 표면이 균일해진다고 할 수 있다.
- [0074] 즉, 상기 겹침 면적과 상기 비 겹침 면적이 서로 동일할 경우에 용접 피치(L)는 비드의 표면을 균일하게 할 수

있는 최적화된 용접 피치인 것이다.

[0075] 또한, 본 발명에서는 상기 용접 피치의 계산을, 먼저, 상기 겹침 면적의 절반인 절반 겹침 면적($S_a, S_{\Delta x_c bc}$)과 상기 비 겹침 면적의 절반인 절반 비 겹침 면적($S_b, S_{\Delta dcf}$)가 동일해지는 골의 지점인 겹침 지점(c)을 계산하고 (S4100), 다음, 계산된 겹침 지점(c)으로부터 용접 피치(L)를 계산하였다(S4200)

[0076] 또한, 상기 절반 겹침 면적(S_a)은 아래의 수학식 2와 같이 계산할 수 있고, 상기 절반 비 겹침 면적(S_b)은 아래의 수학식 3과 같이 계산할 수 있다.

수학식 2

$$S_a = \int_{x_c}^W \left\{ H \sin \left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) \right) \right\} dx$$

$$= -\frac{WH}{2\pi} \cos \left(3\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right)$$

[0077]

수학식 3

$$S_b = \int_{\frac{W}{2}}^{x_c} \left\{ H - H \sin \left(\frac{2\pi}{W} x + \left(\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) \right) \right\} dx$$

$$= H \left(x_c - \frac{W}{2} \right) + \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right)$$

[0078]

[0079] 또한, 상기 절반 겹침 면적(S_a)과 상기 절반 비 겹침 면적(S_b)이 서로 동일하다고 하였을 때, 아래의 수학식 4와 같이 상기 겹침 지점(c)의 x축 좌표를 계산할 수 있다.

수학식 4

$$S_a = S_b$$

$$H \left(x_c - \frac{W}{2} \right) + \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + \pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) = -\frac{WH}{2\pi} \cos \left(3\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \frac{WH}{2\pi} \cos \left(\frac{2\pi}{W} x_c + 2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right)$$

$$x_c = \frac{W}{2} + \frac{W}{2\pi} \left\{ \cos \left(2\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) - \cos \left(3\pi + \frac{2\pi D}{W} \right) \right\}$$

[0080]

[0081] 여기서, x_c 는 상기 겹침 지점(c)의 x축 좌표이다.

[0082] 다음, 상기 겹침 지점(c)의 x축 좌표를 이용하여 상기 용접 피치를 계산한다(S4200).

[0083] 또한, 상기 용접 피치(L)는 아래의 수학식 5와 같이 상기 겹침 지점(c)의 x축 위치에 '2'를 곱하여 상기 선행 비드(bead1)와 후행 비드(bead2)의 전체 폭(W')을 구한 후, 다음, 하나의 비드의 비드 폭(W)을 감하여 계산이 가능하다.

수학식 5

$$L=2x_c-W$$

[0084]

[0085]

다음, 계산된 용접 피치(L)로 용접을 수행한다(S5000).

[0086]

따라서, 본 발명에 의하면, 용접 피치(L)를 최적화하여 용접을 수행할 수 있으므로 용접 비드를 균일하게 형성할 수 있다.

[0087]

도 7은 본 발명의 용접 방법에 의해 용접한 클래딩 용접의 비드를 보여주는 것이고, 도 8은 본 발명의 용접 방법에 의해 용접한 클래딩 용접의 용접방향 비드 단면을 보여주는 것이다. 또한, 도 8의 x축은 용접 방향 거리, y축은 비드 폭, z축은 비드 높이를 의미한다.

[0088]

도 7 및 도 8에서도 알 수 있듯이 본 발명의 용접 방법에 의해 용접된 비드들은 도 2의 종래의 비드들과 비교하여 비드의 밀림현상이 없고, 표면이 매우 균일하게 용접된 것을 알 수 있으며 비드들의 높이 차이도 거의 없어 후 가공으로 인한 크래딩부의 손실을 최소화할 수 있고, 작업 효율을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0089]

이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 도시하고 설명하였으나, 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

부호의 설명

[0090]

100:용접 방치

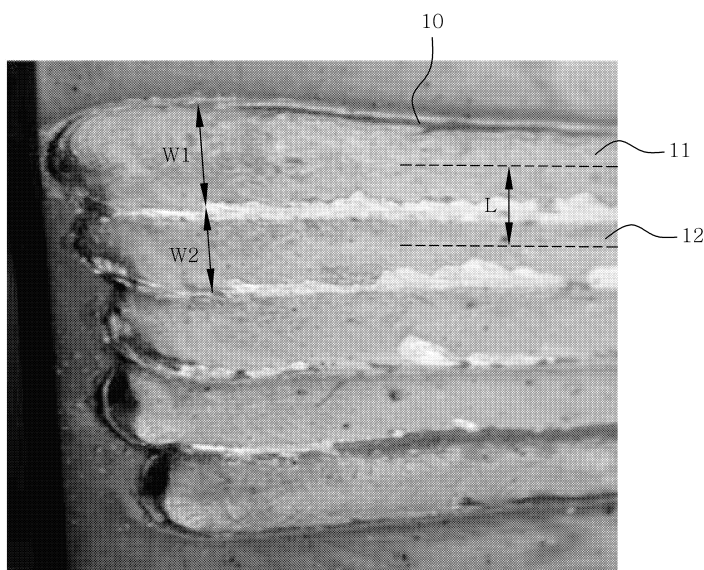
110:용접암

111:용접봉

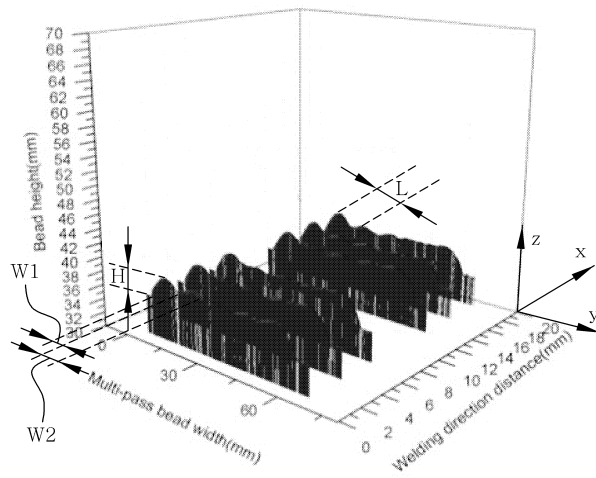
120:용접 제어기

도면

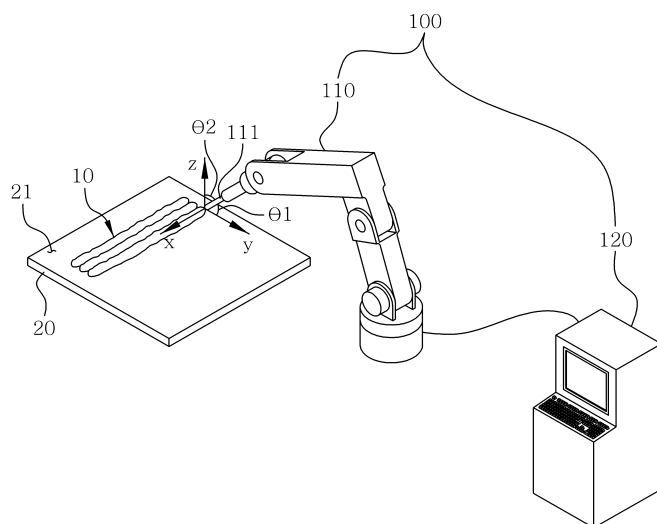
도면1



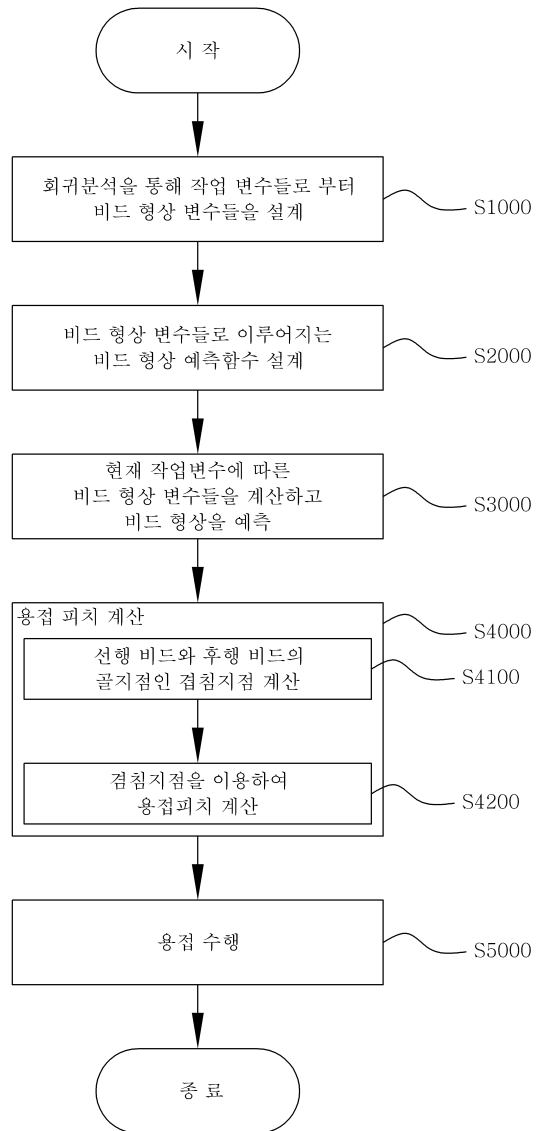
도면2



도면3



도면4



도면5

