



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월19일
(11) 등록번호 10-2314414
(24) 등록일자 2021년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 9/095 (2006.01) B23K 9/073 (2006.01)
B23K 9/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 9/095 (2013.01)
B23K 9/073 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7023990
(22) 출원일자(국제) 2019년03월25일
심사청구일자 2020년08월20일
(85) 번역문제출일자 2020년08월20일
(65) 공개번호 10-2020-0108898
(43) 공개일자 2020년09월21일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2019/012354
(87) 국제공개번호 WO 2019/208054
국제공개일자 2019년10월31일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-083950 2018년04월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2004017088 A*
JP2017030014 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
미츠비시 주교교 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
(72) 발명자
하즈이 유스케
일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반
5고 미츠비시 주교교 가부시키키가이샤 내
다테이시 고키
일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반
5고 미츠비시 주교교 가부시키키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한상욱, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 19 항

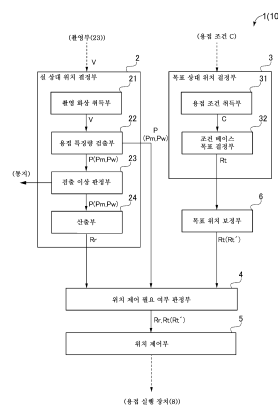
심사관 : 박성용

(54) 발명의 명칭 용접 제어 장치, 용접 제어 방법 및 용접 제어 프로그램

(57) 요약

용접 제어 장치는, 용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상의 위치를 제어하도록 구성된 용접 제어 장치이며, 적어도 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 실 위치 결정부와, 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와, 실 위치를 목표 위치로 하기 위한 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 구비한다.

대표도 - 도3a



(52) CPC특허분류

B23K 9/125 (2013.01)

(72) 발명자

스다 나오키

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반 5
고 미즈비시 주교교 가부시키키가이샤 내

가모 가즈히코

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반 5
고 미즈비시 주교교 가부시키키가이샤 내

기무라 마사히로

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반 5
고 미즈비시 주교교 가부시키키가이샤 내

사노 유스케

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반 5
고 미즈비시 주교교 가부시키키가이샤 내

니시지마 야스시

일본 1088215 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 16반 5
고 미즈비시 주교교 가부시키키가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 용접 제어 장치이며,

적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 실 위치 결정부와,

상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와,

상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 구비하고,

상기 목표 위치 결정부는,

상기 용접 조건을 취득하는 용접 조건 취득부와,

과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 실 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 조건 베이스 목표 결정부를 갖고,

상기 조건 베이스 목표 결정부는, 상기 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하고,

상기 목표 위치 결정부는, 상기 학습 모델을 이용하여 작성된, 상기 용접 특징량에 대한 상기 목표 위치를 구하기 위한 함수 또는 테이블을 이용하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 촬영 화상은, 상기 용접 와이어가 용융됨으로써 상기 용접 대상물의 개선에 형성되는 용융지 또는 상기 개선 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

상기 용접 특징량은, 상기 개선의 개선 위치 또는 상기 용융지의 용융지 위치 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

상기 실 위치는, 상기 와이어 위치 또는 상기 전극 위치 중 적어도 한쪽과, 상기 개선 위치 또는 상기 용융지 위치의 상대 위치인 실 상대 위치를 포함하고,

상기 목표 위치는, 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 상대 위치의 목표인 목표 상대 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 목표 위치 결정부는,

과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건 하에서 행해진 상기 용접 시에 있어서의 과거 용접 특징량과, 상기 과거 용접 특징량의 상대 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 위치 베이스 목표 결정부를 갖는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 목표 위치 결정부는, 상기 과거 용접 특징량과, 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 목표 위치와 상기 실 위치의 차이에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 위치 제어의 필요 여부를 판정하는 위치 제어 필요 여부 판정부를 더 구비하고,

상기 위치 제어부는, 상기 위치 제어 필요 여부 판정부에 의한 판정 결과에 따라 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 위치 제어 필요 여부 판정부는, 상기 실 위치와 상기 목표 위치의 차이가, 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 특징량과, 해당 과거 용접 특징량에 관련되는 상기 위치 제어 대상의 조작 유무가 대응지어진 복수의 조작 이력 데이터에 기초하여 정해진 소정의 범위를 이탈한 경우에, 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 필요로 판정하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 10

제1항, 제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실 위치 결정부는,

상기 촬영 화상을 촬상하는 촬영부로부터 상기 촬영 화상을 취득하는 촬영 화상 취득부와,

소정의 제어 주기마다 상기 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량을 검출하는 용접 특징량 검출부와,

상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산출하는 산출부를 갖는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 실 위치 결정부는,

상기 용접 특징량 검출부에 의한 상기 제어 주기마다의 상기 용접 특징량의 검출 이상을 판정하는 검출 이상 판정부를 더 갖고,

상기 검출 이상이 생기지 않았다고 판정된 상기 제어 주기인 정상 제어 주기에서는, 해당 정상 제어 주기에 취득된 상기 촬영 화상으로부터 검출되는 상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산출하고,

상기 검출 이상이 생겼다고 판정된 상기 제어 주기인 이상 제어 주기에서는, 해당 이상 제어 주기보다 전의 상기 정상 제어 주기에 취득된 상기 촬영 화상으로부터 검출되는 상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산

출하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 용접 특징량 검출부는, 상기 제어 주기마다 취득되는 복수의 상기 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량을 검출하도록 구성되어 있고,

상기 검출 이상 판정부는, 상기 제어 주기마다 취득되는 상기 복수의 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량이 검출되지 않는 경우에 상기 검출 이상이 생겼다고 판정하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 실 위치 결정부는,

상기 이상 제어 주기에서는, 해당 이상 제어 주기로부터 상기 용접 특징량에 따라 정해진 소정 기간만큼 전의 기간 내에 상기 정상 제어 주기가 존재하지 않는 경우에, 해당 이상 제어 주기에 있어서의 상기 실 위치의 결정을 행하지 않는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 검출 이상 판정부는, 상기 이상 제어 주기 후의 최초의 상기 정상 제어 주기까지의 기간이, 상기 용접 특징량에 따라 정해진 소정 기간을 초과한 경우에 통지하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 검출 이상 판정부는, 상기 용접 대상물의 용접을 정지시키기 위한 명령을 용접 실행 장치에 송신하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 16

제1항, 제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용접의 결함 사상을 검출한 경우에, 상기 목표 위치 결정부에 의하여 결정된 상기 목표 위치를 보정하는 목표 위치 보정부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 17

제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용접 특징량은 상기 와이어 위치 및 상기 용융지의 용융지 위치를 포함하고,

상기 위치 제어 대상은 상기 용접 와이어인 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 18

제1항, 제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용접 조건은, 전극 전류, 전극 전압, 용접 속도, 상기 용접 와이어의 단위 시간당 공급량, 개선팅 폭 중의 적어도 하나의 조건을 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 장치.

청구항 19

제1항, 제2항, 제5항 및 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 용접 조건은 복수의 조건을 포함하고,

상기 목표 위치 결정부는, 상기 용접 조건 중의 적어도 2개의 상기 조건을 하나로 집약한 집약 조건을 포함하는

상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는, 용접 제어 장치.

청구항 20

용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 용접 제어 방법이며,

적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 스텝과,

상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 스텝과,

상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 스텝을 구비하고,

상기 목표 위치를 결정하는 스텝은,

상기 용접 조건을 취득하는 스텝과,

과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 실 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 조건 베이스 목표 결정 스텝을 갖고,

상기 조건 베이스 목표 결정 스텝은, 상기 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하고,

상기 목표 위치를 결정하는 스텝은, 상기 학습 모델을 이용하여 작성된, 상기 용접 특징량에 대한 상기 목표 위치를 구하기 위한 함수 또는 테이블을 이용하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 촬영 화상은, 상기 용접 와이어가 용융됨으로써 상기 용접 대상물의 개선에 형성되는 용융지 또는 상기 개선 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

상기 용접 특징량은, 상기 개선의 개선 위치 또는 상기 용융지의 용융지 위치 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

상기 실 위치는, 상기 와이어 위치 또는 상기 전극 위치 중 적어도 한쪽과, 상기 개선 위치 또는 상기 용융지 위치의 상대 위치인 실 상대 위치를 포함하고,

상기 목표 위치는, 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 상대 위치의 목표인 목표 상대 위치를 포함하는 것을 특징으로 하는 용접 제어 방법.

청구항 22

용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 기록 매체에 저장된 용접 제어용 컴퓨터 프로그램이며,

컴퓨터에,

적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 실 위치 결정부와,

상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와,

상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 실현시키고,

상기 목표 위치 결정부는,

상기 용접 조건을 취득하는 용접 조건 취득부와,

과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 실 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 조건 베이스 목표 결정부를 갖고,

상기 조건 베이스 목표 결정부는, 상기 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하고,

상기 목표 위치 결정부는, 상기 학습 모델을 이용하여 작성된, 상기 용접 특징량에 대한 상기 목표 위치를 구하기 위한 함수 또는 테이블을 이용하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 것을 실현시키기 위한, 기록 매체에 저장된 용접 제어용 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 아크 용접의 자동화를 위한 용접 제어에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 용접 와이어를 용융지에 연속적으로 공급하면서 비소모식 전극을 이용하여 시공하는 자동 아크 용접에서는, 용접 대상물의 개선(벽면)과 전극의 상대 위치, 용접 와이어가 용융지에 삽입되는 위치와 전극 및 용융지의 상대 위치를 적절하게 유지할 필요가 있다. 예를 들어 원자력 발전 플랜트 기기의 용접부와 같은, 높은 용접 품질을 확보할 필요가 있는 경우 등에는, 용접사는 직접 또는 카메라를 이용하여 촬영한 촬영 화상을 통해 자동 용접 시공을 감시하고, 용접 와이어나 전극이 적정 위치로부터 어긋난 경우에는 그의 조정을 위한 개입 조작을 실시한다. 그리고 이와 같은 용접사에 의한 감시 조정 작업을 자동으로 행하는 것이 가능해지면, 용접 작업의 무인화 등, 용접사 기능에 대한 의존의 저감이 도모된다.

[0003] 상기와 같은 감시 조정 작업의 자동화를 위한 기술로서는, 예를 들어 특허문헌 1이 있다. 특허문헌 1에는, 자동 용접 장치는 용접 부분의 화상을 촬상하고, 화상의 휘도 차에 기초하여 용융지의 위치를 구한다. 그리고 이 자동 용접 장치는, 개선 내에 있어서의 용융지의 좌단 위치와 개선 표층부에 있어서의 용융지의 좌단 위치의 차, 및 개선 내에 있어서의 용융지의 우단 위치와 개선 표층부에 있어서의 용융지의 우단 위치의 차에 기초하여, 좌우 방향에 있어서의 용접 와이어의 선단 위치를 조절하여, 개선 표층부에 있어서의 용접선 모방을 제어하는 것이 개시되어 있다. 또한 특허문헌 2에는, 아크 용접에 관한 물리량과 용접 조건의 관계성을 학습함으로써 적절한 용접 조건을 자동적으로 작성하는 것이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 제3408749호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2017-30014호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 특허문헌 1에 기재된 기술에 따르면, 소모식 전극을 이용하는 자동 용접 장치에서 용접선 모방을 행하여 용접을 고정밀도로 행할 수 있지만, 비소모식 전극을 이용하는 자동 용접 장치에서는, 전극과 용접 와이어가 제각기 마련되어 있는 점에서 제어가 더 복잡해진다.

[0006] 이 점, 본 발명자들은, 카메라 등으로 촬영한 용접 시의 화상으로부터 전극, 용접 와이어, 개선, 용융지의 상대 관계를 인식하여, 각각의 상대 관계에 대하여 목표 위치에 대한 어긋남량을 구하고, 어긋남량이, 예를 들어 0이 되도록 전극과 용접 와이어의 위치 제어를 행하는 수법을 생각하였다. 이때, 자동 아크 용접에서는, 용접 조건(와이어 공급량, 용접 속도, 용접 전류 등)에 따라 용접 시의 입열 상태가 변화됨과 함께, 입열 상태에 따라 용

접 상태가 변화된다. 따라서 용접 조건의 상이에 따라 상기 목표 위치를 결정할 필요가 있음을 발견하였다. 예를 들어 용접 와이어와 용융지의 상대 거리가 일정해지도록 제어해 버리면, 용접 조건의 변화에 따라 용융지가 작아진 경우, 용융지의 변화량에 따라 용접 와이어를 전극에 접근시키는 방향으로 이동시키게 되는데, 이 경우에는 전극과 용접 와이어가 접촉할 우려가 있다.

[0007] 상술한 사정을 감안하여 본 발명의 적어도 일 실시 형태는, 용접 대상물에 대한 용접 시공을 용접 조건에 따라 제어하는 용접 제어 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] (1) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 관한 용접 제어 장치는,

[0009] 용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 용접 제어 장치이며,

[0010] 적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 실 위치 결정부와,

[0011] 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와,

[0012] 상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 구비한다.

[0013] 상기 (1)의 구성에 따르면, 용접 조건에 따라 용접 와이어의 위치 또는 전극의 위치 등의 위치 제어 대상의 목표(목표 위치)를 결정한다. 그리고 용접 실행 장치에 의한 용접 상황을, 촬영 화상의 화상 처리를 통해 얻어지는 실제의 위치 제어 대상의 위치가 목표로 되도록, 용접 실행 장치에 대한 제어를 행한다. 예를 들어 위치 제어 대상의 실 위치는, 촬영 화상으로부터 검출되는 실제의 위치이며, 예를 들어 촬영 화상에 설정되는 좌표계에 있어서의 위치(절대 위치)나, 위치 제어 대상의 위치로 되는 와이어 위치, 전극 위치의, 다른 용접 특징량(후술하는 용융지 위치나 개선 위치 등)의 상대 위치 등이다. 이것에 의하여, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질의 아크 용접을 자동으로 행할 수 있어서, 용접사 기능에 대한 의존을 저감한 자동 용접을 실현할 수 있다.

[0014] (2) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1)의 구성에 있어서,

[0015] 상기 촬영 화상은, 상기 용접 와이어가 용융됨으로써 상기 용접 대상물의 개선에 형성되는 용융지 또는 상기 개선 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

[0016] 상기 용접 특징량은, 상기 개선의 개선 위치 또는 상기 용융지의 용융지 위치 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,

[0017] 상기 실 위치는, 상기 와이어 위치 또는 상기 전극 위치 중 적어도 한쪽과, 상기 개선 위치 또는 상기 용융지 위치의 상대 위치인 실 상대 위치를 포함하고,

[0018] 상기 목표 위치는, 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 상대 위치의 목표인 목표 상대 위치를 포함한다.

[0019] 상기 (2)의 구성에 따르면, 용접 조건에 따라, 예를 들어 용접 와이어의 위치와 용융지의 위치의 상대 위치 등의 용접 특징량에 포함되는 어느 2개의 상대 위치의 목표(목표 상대 위치)를 결정한다. 그리고 용접 실행 장치에 의한 용접 상황을, 촬영 화상의 화상 처리를 통해 얻어지는 실제의 상대 위치(실 상대 위치)가 목표로 되도록, 용접 실행 장치에 대한 제어를 행한다. 이것에 의하여, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질의 아크 용접을 자동으로 행할 수 있어서, 용접사 기능에 대한 의존을 저감한 자동 용접을 실현할 수 있다.

[0020] (3) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (2)의 구성에 있어서,

[0021] 상기 목표 위치 결정부는,

[0022] 상기 용접 조건을 취득하는 용접 조건 취득부와,

[0023] 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 실 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 조건 베이스 목표 결정부를 갖는다.

- [0024] 상기 (3)의 구성에 따르면, 용접사가, 예를 들어 용접 와이어 등의 위치 제어 대상을 조작한 결과로서 얻어지는, 위치 제어 대상의 절대 위치, 혹은 용접 와이어와 용융지의 상대 위치와 같은 용접 특징량 중의 어느 2개의 상대 위치 등으로 되는 실 위치의 실적과, 그때의 용접 조건의 대응 관계를 축적하여 학습(기계 학습)함과 함께, 이 학습 결과를 이용하여 용접 조건으로부터 직접, 목표 위치를 구한다. 이것에 의하여 목표 위치를 적절히 결정할 수 있다. 또한 이리하여 결정된 목표 위치를 위치 제어에 이용함으로써, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질을 실현할 수 있다.
- [0025] (4) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (3)의 구성에 있어서,
- [0026] 상기 조건 베이스 목표 결정부는, 상기 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정한다.
- [0027] 상기 (4)의 구성에 따르면, 기계 학습을 통해 작성되는 학습 모델을 이용하여, 용접 조건으로부터 그에 따른 목표 위치를 적절히 결정할 수 있다.
- [0028] (5) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (2)의 구성에 있어서,
- [0029] 상기 목표 위치 결정부는,
- [0030] 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건 하에서 행해진 상기 용접 시에 있어서의 과거 용접 특징량과, 상기 과거 용접 특징량의 상대 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 과거 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 위치 베이스 목표 결정부를 갖는다.
- [0031] 용접 조건이 바뀌면 용접 시의 입열 조건(입열 상태)이 바뀌거나 하기 때문에, 용접 조건에 따라 적절한 용접 와이어나 전극과 같은 위치 제어 대상의 위치가 바뀐다. 용접사의 조작은, 이와 같은 용접 조건에 따라 다른 용접 시공 상태의 시각 정보를 주체로 하여 용접 품질을 확보하기 위한 특징점(용접 와이어나 용융지의 위치 등)을 인식하고, 경험에 기초하여 와이어 위치나 전극 등을 조작함으로써 고품질의 용접을 달성하고 있다. 이와 같은 지견 하, 용접사가 행한 조작에는 용접 조건의 상이가 반영되어 있어서, 용접 조건 대신 용접사의 조작 이력으로부터 목표 위치를 구하는 것이 가능할 것으로 생각하였다.
- [0032] 상기 (5)의 구성에 따르면, 과거에 있어서, 용접사가 용접 와이어 등의 위치 제어 대상을 조작한 결과로서 얻어지는 용융지의 위치 및 용접 와이어의 위치 등의 용접 특징량의 실적과, 그 결과로부터 얻어지는 상대 위치의 실적의 관계성을 학습함과 함께, 이 학습 결과에 기초하여 용융지의 위치 및 용접 와이어의 위치 등의 용접 특징량으로부터 목표 상대 위치를 구한다. 이것에 의하여 목표 상대 위치를 적절히 결정할 수 있다. 또한 아직 경험하지 않은 용접 조건에 대해서도 용이하게 대응할 수 있다. 또한 이리하여 결정된 목표 상대 위치를 위치 제어에 이용함으로써, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질을 실현할 수 있다.
- [0033] (6) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (5)의 구성에 있어서,
- [0034] 상기 목표 위치 결정부는, 상기 과거 용접 특징량과, 상기 과거 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델을 이용하여, 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정한다.
- [0035] 상기 (6)의 구성에 따르면, 기계 학습을 통해 작성되는 학습 모델을 이용하여, 용접 특징량으로부터 그에 따른 목표 위치를 적절히 결정할 수 있다.
- [0036] (7) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (4), (6)의 구성에 있어서,
- [0037] 상기 목표 위치 결정부는, 상기 학습 모델을 이용하여 작성된, 상기 용접 조건 또는 상기 용접 특징량에 대응하는 상기 목표 위치를 구하기 위한 목표값 변환 수단을 이용하여, 상기 용접 조건 또는 상기 용접 특징량으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정한다.
- [0038] 상기 (7)의 구성에 따르면, 계산량을 억제하면서 용접 조건에 따른 목표 상대 위치를 산출할 수 있다.
- [0039] (8) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (2) 내지 (7)의 구성에 있어서,
- [0040] 상기 목표 위치와 상기 실 위치의 차이에 기초하여, 상기 위치 제어 대상의 위치 제어의 필요 여부를 판정하는 위치 제어 필요 여부 판정부를 더 구비하고,

- [0041] 상기 위치 제어부는, 상기 위치 제어 필요 여부 판정부에 의한 판정 결과에 따라 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행한다.
- [0042] 상기 (8)의 구성에 따르면, 목표 위치와 실 위치의 차이에 기초하여 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행한다. 용접사의 조작을 해석하면, 용접사는 경험에 기초하여, 예를 들어 용접 시에 용접 와이어와 용융지의 상대 위치의 차이가 지나치게 커진 경우 등, 목표 상대 위치와 실 상대 위치의 차이가 소정의 범위를 일탈한 경우에는, 그 차이를 수정하기 위한 조작을 행하고 있다. 따라서 목표 위치와 실 위치의 차이가 소정의 범위에 들어 있는 경우에는, 목표 위치와 실 위치에 차이가 생긴 경우이더라도 용접 와이어의 위치 제어를 실행하지 않도록 한다 (제어 불감대를 설정함). 이것에 의하여 적은 조작 횟수로 용접사와 동등한 용접을 행할 수 있다.
- [0043] (9) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (8)의 구성에 있어서,
- [0044] 상기 위치 제어 필요 여부 판정부는, 상기 실 위치와 상기 목표 위치의 차이가, 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 특징량과, 해당 과거 용접 특징량에 관련되는 상기 위치 제어 대상의 조작 유무가 대응지어진 복수의 조작 이력 데이터에 기초하여 정해진 소정의 범위를 일탈한 경우에, 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 필요로 판정한다.
- [0045] 상기 (9)의 구성에 따르면, 위치 제어 대상의 위치 제어의 실행의 필요 여부를 판정하기 위한 범위를, 용접사가 행한 용접 와이어의 위치 조작 유무와, 과거 용융지 위치 및 과거 와이어 위치의 관계와 같은, 위치 제어 대상과 과거 용접 특징량의 관계에 기초하여 결정한다. 이것에 의하여 상기 역치를 적절히 설정할 수 있어서, 적은 조작 횟수로 용접사와 동등한 용접을 자동으로 행할 수 있다.
- [0046] (10) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (9)의 구성에 있어서,
- [0047] 상기 실 위치 결정부는,
- [0048] 상기 촬영 화상을 촬상하는 촬영부로부터 상기 촬영 화상을 취득하는 촬영 화상 취득부와,
- [0049] 소정의 제어 주기마다 상기 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량을 검출하는 용접 특징량 검출부와,
- [0050] 상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산출하는 산출부를 갖는다.
- [0051] 상기 (10)의 구성에 따르면, 용접 시의 용접 개소를 촬영하는 촬영부로부터 촬영 화상을 취득함과 함께, 소정의 제어 주기마다 취득한 촬영 화상(하나 또는 복수)을 화상 처리함으로써 검출한 용접 특징량에 기초하여 실치를 산출한다. 이것에 의하여, 용접 시의 촬영 화상을 축차 화상 처리함으로써 실 위치를 축차 산출할 수 있다.
- [0052] (11) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (10)의 구성에 있어서,
- [0053] 상기 실 위치 결정부는,
- [0054] 상기 용접 특징량 검출부에 의한 상기 제어 주기마다의 상기 용접 특징량의 검출 이상을 판정하는 검출 이상 판정부를 더 갖고,
- [0055] 상기 검출 이상이 생기지 않았다고 판정된 상기 제어 주기인 정상 제어 주기에서는, 해당 정상 제어 주기에 취득된 상기 촬영 화상으로부터 검출되는 상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산출하고,
- [0056] 상기 검출 이상이 생겼다고 판정된 상기 제어 주기인 이상 제어 주기에서는, 해당 이상 제어 주기보다 전의 상기 정상 제어 주기에 취득된 상기 촬영 화상으로부터 검출되는 상기 용접 특징량에 기초하여 상기 실 위치를 산출한다.
- [0057] 예를 들어 용접 조건에 의하여 정해지는 입열량이 지나치게 작으면 촬영 화상이 지나치게 어두워져 버리고, 반대로 입열량이 지나치게 크면 촬영 화상이 지나치게 밝아져 버리는 등에 기인하여, 화상 처리에 의하여 용접 특징량을 검출할 수 없거나 잘못 검출되거나 하는 등, 용접 특징량이 적절히 검출할 수 없는 경우가 있을 수 있다.
- [0058] 상기 (11)의 구성에 따르면, 촬영 화상으로부터의 용접 특징량의 검출이 적절히 이루어지지 않은 경우에는, 예를 들어 직전 등의 정상 제어 주기에 취득된 촬영 화상으로부터 검출한 용접 특징량(대체 특징량)을 대신 이용하여 실 위치를 산출하거나 하여, 검출 이상이 생기지 않았다고 판정되어 있던 촬영 화상에 기초하는 실 위치를 이용하도록 한다. 이것에 의하여 용접을 계속해서 실행할 수 있다. 또한 검출 이상이 생긴 용접 특징량에 기초하여 용접이 제어되는 사태를 방지할 수 있어서, 용접 대상물이나 용접 실행 장치의 손상을 방지하여 용접 제

어 장치의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

- [0059] (12) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (11)의 구성에 있어서,
- [0060] 상기 용접 특징량 검출부는, 상기 제어 주기마다 취득되는 복수의 상기 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량을 검출하도록 구성되어 있고,
- [0061] 상기 검출 이상 판정부는, 상기 제어 주기마다 취득되는 상기 복수의 촬영 화상으로부터 상기 용접 특징량이 검출되지 않는 경우에 상기 검출 이상이 생겼다고 판정한다.
- [0062] 상기 (12)의 구성에 따르면, 제어 주기마다 복수의 촬영 화상이 취득되도록 되어 있으며, 복수의 촬영 화상에 기초하여, 용접 특징량의 검출, 및 그 검출 이상의 판정을 포함하는 위치 제어의 전체가 이루어진다. 이것에 의하여, 위치 제어 대상의 위치 제어를 적절히 행하면서 촬영 화상마다 위치 제어를 위한 처리를 행하는 것에 의한 처리 부하의 저감을 도모할 수 있다.
- [0063] (13) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (12)의 구성에 있어서,
- [0064] 상기 위치 결정부는,
- [0065] 상기 이상 제어 주기에서는, 해당 이상 제어 주기로부터 상기 용접 특징량에 따라 정해진 소정 기간만큼 전의 기간 내에 상기 정상 제어 주기가 존재하지 않는 경우에, 해당 이상 제어 주기에 있어서의 상기 실 위치의 결정을 행하지 않는다.
- [0066] 상기 (13)의 구성에 따르면, 상기 경우에는 실 위치의 결정을 행하지 않도록함으로써, 후술하는 바와 같이 용접을 가능한 한 계속하면서 용접의 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다.
- [0067] (14) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (11) 내지 (13)의 구성에 있어서,
- [0068] 상기 검출 이상 판정부는, 상기 이상 제어 주기 후의 최초의 상기 정상 제어 주기까지의 기간이, 상기 용접 특징량에 따라 정해진 소정 기간을 초과한 경우에 통지한다.
- [0069] 상기 (14)의 구성에 따르면, 촬영 화상으로부터의 용접 특징량의 검출 이상이 소정 기간을 초과하여 계속된 경우에는, 용접의 계속 가부를 판단할 필요가 있는 것으로 하여 통지를 행한다. 용접 특징량은 시간의 경과에 수반하여 변화되는데, 상기 소정 기간은, 용접 특징량의 변화가 있는 경우에도 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능한 기간이며, 이 기간의 경과 후에는 통지를 행한다. 이것에 의하여, 용접을 가능한 한 계속하면서 용접의 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다.
- [0070] 또한, 예를 들어 전극은, 개선(용접 대상물의 벽)의 형상이 돌연 변화되는 일은 드문 점에서, 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능할 것으로 전망할 수 있는 기간이 비교적 긴 것에 비해, 용접 와이어는, 릴에 감긴 상태의 것을 인출하면서 사용하기 때문에 용접 와이어의 위치가 돌연 변화되는 경우가 있어서, 검출 이상의 직전의 촬영 화상의 위치로부터 변화되기 쉬워서, 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능할 것으로 전망할 수 있는 기간이 비교적 짧다. 이 때문에 상기 (14)의 구성에서는, 전극 위치는 전극 위치용의 소정 기간, 와이어 위치는 와이어 위치용의 소정 기간을 이용한다는 것과 같이 용접 특징량마다 상기 소정 기간을 설정한다. 이와 같이 상기 소정 기간을 용접 특징량에 따라 정함으로써, 용접 특징량에 포함되는 각종 특징량의 검출 이상 시에 적합한 용접의 계속을 행할 수 있다.
- [0071] (15) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (14)의 구성에 있어서,
- [0072] 상기 검출 이상 판정부는, 상기 용접 대상물의 용접을 정지시키기 위한 명령을 용접 실행 장치에 송신한다.
- [0073] 상기 (15)의 구성에 따르면, 용접 대상물의 용접을 정지시킴으로써, 용접을 가능한 한 계속하면서 용접의 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다.
- [0074] (16) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (15)의 구성에 있어서,
- [0075] 상기 용접의 결함 사상을 검출한 경우에, 상기 목표 위치 결정부에 의하여 결정된 상기 목표 위치를 보정하는 목표 위치 보정부를 더 구비한다.
- [0076] 예를 들어 용접 와이어의 선단이 용융지에 들어가 있지 않은 경우에 생기는 용적이 발생한 경우에는, 용접 와이어의 선단과 용융지가 접촉한 상태로 할 필요가 있는 점에서, 용접 와이어를 촬영 화상에 있어서의 하방향으로 이동시킬 필요가 있다. 또한 용접 와이어의 선단이, 용융지의 바닥으로 되는 용접 대상물에 충돌하는 찌름이

생긴 경우에는, 충돌하지 않도록 용접 와이어를 촬영 화상에 있어서의 상방향으로 이동시킬 필요가 있다. 이와 같은 용접의 결함 사상의 검출 시의 용접 와이어 등 위치 제어 대상의 위치 제어와, 상술한, 실 위치가 목표 위치로 되도록 하기 위한 용접 와이어 등 위치 제어 대상의 위치 제어를 제각기 행하면, 한쪽이 하방향으로의 제어를 행하고자 하고 다른 쪽이 상방향으로의 제어를 행하고자 하는 등 서로 역방향으로 제어를 행하고자 하는 결과, 제어 헌팅이 생길 가능성이 있다.

- [0077] 상기 (16)의 구성에 따르면, 용접의 결함 사상에 기초하여 목표 위치를 보정함으로써 헌팅의 발생을 회피할 수 있다.
- [0078] (17) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (2) 내지 (16)의 구성에 있어서,
- [0079] 상기 용접 특징량은, 상기 와이어 위치 및 상기 용융지의 용융지 위치를 포함하고,
- [0080] 상기 위치 제어 대상은 상기 용접 와이어이다.
- [0081] 상기 (17)의 구성에 따르면, 와이어 위치와 용융지 위치의 실 상대 위치가 그 목표 상대 위치로 되도록 용접 실행 장치에 대한 제어를 행할 수 있다.
- [0082] (18) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (17)의 구성에 있어서,
- [0083] 상기 용접 조건은, 전극 전류, 전극 전압, 용접 속도, 상기 용접 와이어의 단위 시간당 공급량, 개선 폭 중의 적어도 하나의 조건을 포함한다.
- [0084] 상기 (18)의 구성에 따르면, 상술한 하나의 조건을 포함하는 용접 조건에 따른 실 위치를 결정할 수 있다.
- [0085] (19) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (1) 내지 (18)의 구성에 있어서,
- [0086] 상기 용접 조건은 복수의 조건을 포함하고,
- [0087] 상기 목표 위치 결정부는, 상기 용접 조건 중의 적어도 2개의 상기 조건을 하나로 집약한 집약 조건을 포함하는 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정한다.
- [0088] 상기 (19)의 구성에 따르면, 전극 전류, 전극 전압, 용접 속도, 상기 용접 와이어의 단위 시간당 공급량, 개선 폭 등의 용접 조건에 포함되는 조건 중의 적어도 2개의 조건을 하나로 집약함으로써, 입력으로 될 용접 조건 C에 포함되는 조건의 수(차원)를 적게 한다(차원을 작게 함). 이것에 의하여, 예를 들어 상술한 목표값 변환 수단을 테이블로 작성하는 경우 등, 입력된 용접 조건의 조합을 입력량 등의 다른 요소에 집약함으로써 차원을 낮출 수 있으므로, 더 소수의 테이블로 대응하거나 할 수 있다.
- [0089] (20) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 관한 용접 제어 방법은,
- [0090] 용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 용접 제어 방법이며,
- [0091] 적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 스텝과,
- [0092] 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 스텝과,
- [0093] 상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 스텝을 구비한다.
- [0094] 상기 (20)의 구성에 따르면, 상기 (1)과 마찬가지로의 효과를 발휘한다.
- [0095] (21) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (20)의 구성에 있어서,
- [0096] 상기 촬영 화상은, 상기 용접 와이어가 용융됨으로써 상기 용접 대상물의 개선에 형성되는 용융지 또는 상기 개선 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,
- [0097] 상기 용접 특징량은, 상기 개선의 개선 위치 또는 상기 용융지의 용융지 위치 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,
- [0098] 상기 실 위치는, 상기 와이어 위치 또는 상기 전극 위치 중 적어도 한쪽과, 상기 개선 위치 또는 상기 용융지 위치의 상대 위치인 실 상대 위치를 포함하고,
- [0099] 상기 목표 위치는, 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 상대 위치의 목표인 목표 상대 위치

를 포함한다.

- [0100] 상기 (21)의 구성에 따르면, 상기 (2)와 마찬가지로의 효과를 발휘한다.
- [0101] (22) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (20) 내지 (21)의 구성에 있어서,
- [0102] 상기 목표 위치를 결정하는 스텝은,
- [0103] 상기 용접 조건을 취득하는 스텝과,
- [0104] 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 실 위치인 과거 위치의 관계성에 기초하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 위치를 결정하는 스텝을 갖는다.
- [0105] 상기 (22)의 구성에 따르면, 상기 (3)과 마찬가지로의 효과를 발휘한다.
- [0106] (23) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (21)의 구성에 있어서,
- [0107] 상기 목표 상대 위치를 결정하는 스텝은,
- [0108] 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건 하에서 행해진 상기 용접 시에 있어서의 과거 용접 특징과, 상기 과거 용접 특징의 상대 위치인 과거 상대 위치의 관계성에 기초하여, 상기 과거 용접 특징으로부터 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 상대 위치를 결정하는 스텝을 갖는다.
- [0109] 상기 (23)의 구성에 따르면, 상기 (5)와 마찬가지로의 효과를 발휘한다.
- [0110] (24) 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 관한 용접 제어 프로그램은,
- [0111] 용접 대상물의 용접에 이용되는 용접 와이어, 또는 상기 용접 와이어를 용융시키기 위한 전극 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상을 제어하도록 구성된 용접 제어 프로그램이며,
- [0112] 컴퓨터에,
- [0113] 적어도 상기 위치 제어 대상을 포함하도록 촬영한 촬영 화상으로부터 검출되는 용접 특징량이고, 상기 용접 와이어의 와이어 위치 또는 상기 전극의 전극 위치 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량에 기초하여 상기 위치 제어 대상의 실 위치를 결정하는 실 위치 결정부와,
- [0114] 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와,
- [0115] 상기 실 위치를 상기 목표 위치로 하기 위한 상기 위치 제어 대상의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 실현시킨다.
- [0116] 상기 (24)의 구성에 따르면, 상기 (1)과 마찬가지로의 효과를 발휘한다.
- [0117] (25) 몇몇 실시 형태에서는, 상기 (24)의 구성에 있어서,
- [0118] 상기 촬영 화상은, 상기 용접 와이어가 용융됨으로써 상기 용접 대상물의 개선에 형성되는 용융지 또는 상기 개선 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,
- [0119] 상기 용접 특징량은, 상기 개선의 개선 위치 또는 상기 용융지의 용융지 위치 중 적어도 한쪽을 더 포함하고,
- [0120] 상기 실 위치는, 상기 와이어 위치 또는 상기 전극 위치 중 적어도 한쪽과, 상기 개선 위치 또는 상기 용융지 위치의 상대 위치인 실 상대 위치를 포함하고,
- [0121] 상기 목표 위치는, 상기 용접 대상물을 용접할 때의 용접 조건에 따른 상기 상대 위치의 목표인 목표 상대 위치를 포함한다.
- [0122] 상기 (25)의 구성에 따르면, 상기 (2)와 마찬가지로의 효과를 발휘한다.

발명의 효과

- [0123] 본 발명의 적어도 일 실시 형태에 따르면, 용접 대상물에 대한 용접 시공을 용접 조건에 따라 제어하는 용접 제어 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0124] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 장치의 구성예를 도시하는 사시도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 촬영 화상을 도시하는 도면이다.
- 도 3a는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 장치의 기능을 도시하는 블록도이며, 용접 조건을 입력으로 하여 목표 상대 위치를 결정한다.
- 도 3b는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 장치의 기능을 도시하는 블록도이며, 또한 용융지 위치 및 와이어 위치를 입력으로 하여 목표 상대 위치를 결정한다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 실 상대 위치 결정부의 이상 제어 주기 시의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 이상 제어 주기 시의 소정 기간만큼 전에 정상 제어 주기가 존재하는 경우를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 실 상대 위치 결정부의 이상 제어 주기 시의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 이상 제어 주기 시의 소정 기간만큼 전에 정상 제어 주기가 존재하지 않는 경우를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용융지 위치와 와이어 위치와 용접사에 의한 조작 이력의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접의 결함 사상을 검출한 때의 로직을 도시하는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 방법을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0125] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 몇몇 실시 형태에 대하여 설명한다. 단, 실시 형태로서 기재되어 있거나 또는 도면에 도시되어 있는 구성 부품의 치수, 재질, 형상, 그 상대적 배치 등은, 본 발명의 범위를 이에 한정한다는 취지는 아니며, 단순한 설명에 불과하다.
- [0126] 예를 들어 「어느 방향으로」, 「어느 방향을 따라」, 「평행」, 「직교」, 「중심」, 「동심」 혹은 「동축」 등의, 상대적 혹은 절대적인 배치를 나타내는 표현은, 엄밀히 그와 같은 배치를 나타낼 뿐 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 각도나 거리를 갖고 상대적으로 변위되어 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0127] 예를 들어 「동일」, 「동등」 및 「균질」 등의, 사물이 동등한 상태인 것을 나타내는 표현은, 엄밀히 동등한 상태를 나타낼 뿐 아니라, 공차, 혹은 동일한 기능이 얻어질 정도의 차가 존재하고 있는 상태도 나타내는 것으로 한다.
- [0128] 예를 들어 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타내는 표현은, 기하학적으로 엄밀한 의미에서의 사각 형상이나 원통 형상 등의 형상을 나타낼 뿐 아니라, 동일한 효과가 얻어지는 범위에서 요철부나 모따기부 등을 포함하는 형상도 나타내는 것으로 한다.
- [0129] 한편, 일 구성 요소를 「갖추다」, 「지니다」, 「구비하다」, 「포함하다」, 또는 「갖다」라는 표현은, 다른 구성 요소의 존재를 제외하는 배타적인 표현은 아니다.
- [0130] 도 1은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 장치(7)의 구성예를 도시하는 사시도이다. 도 2는, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 촬영 화상 V를 도시하는 도면이다.
- [0131] 용접 장치(7)는, 강판 등의 용접 대상물을 자동으로 아크 용접하는 장치이다. 도 1에 도시한 바와 같이 용접 장치(7)는, 용접 시공을 제어하는 용접 제어 장치(1)와, 용접 제어 장치(1)로부터의 제어(지령)에 따라 아크 용접을 실행하는 용접 실행 장치(8)를 구비한다.
- [0132] 먼저, 용접 장치(7)를 구성하는 용접 실행 장치(8)에 대하여 설명한다. 용접 실행 장치(8)는 와이어 이송 기구(81)와 전극(82)과 촬영부(83)를 구비한다. 와이어 이송 기구(81)는, 용접 시공에 수반하여 소모되는 용접 와이어(8w)를 용접 대상물(9)의 용접 개소를 향하여 순차 송출(공급)하기 위한 기구이다. 와이어 이송 기구(81)에 세트된 용접 와이어(8w)의 선단 부분이 전극(82)으로부터의 아크 방전으로 용융됨으로써, 용접 와이어(8w)가 용융된 액상의 금속이 용접 대상물(9)의 용접 개소(용접부)에서 냉각되어 고화됨으로써 용접 대상물(9)이 용접된다.
- [0133] 도 1에 도시되는 실시 형태에서는, 용접 대상물(9)의 용접 개소는, 2개의 부재 사이에 형성된 수평 방향으로 연장되는 간극이며, 와이어 이송 기구(81) 및 전극(82)이 용접 대상물(9)의 간극의 길이 방향을 따라 상대 이동함으로써 용접 시공을 행한다. 더 상세하게는, 와이어 이송 기구(81) 및 전극(82)이 용접 대상물(9)의 간극의 길

이 방향을 따라 소정의 용접 속도로 상대 이동함으로써, 용접 와이어(8w)가 용융된 액상의 금속인 용융지(8m)가 용접 방향(간극의 길이 방향)을 따라 순차 형성된다(도 2 참조). 그리고 용융지(8m)가 냉각되어 고화됨으로써 용접 대상물(9)이 용접된다.

[0134] 또한 이하의 설명에서는, 용접 방향의 전후의 방향을 전후 방향, 용접 대상물(9)의 간극의 폭 방향(길이 방향에 직교하는 방향)을 좌우 방향, 전후 방향 및 좌우 방향에 직교하는 방향을 상하 방향(도 1에서는 수직 방향)이라 칭한다. 또한 실제의 용접 시공 시에는, 용접 와이어(8w)의 바로 위에는, 전극(82)을 포함하는, 전극(82)을 지지하는 부재를 적어도 일부가 위치하고 있는 등, 용접 와이어(8w)의 선단과 전극(82)은, 도 1에 도시되는 것보다도 접근한 위치 관계에 있다.

[0135] 또한 촬영부(83)는, 동화상 또는 정지 화상을 촬영하는 카메라 등의 촬영 장치이며, 용접 개소를 촬영하도록 설치된다. 촬영부(83)에 의하여 촬영된 용접 개소의 촬영 화상 V(이하, 간단히 촬영 화상 V)는, 상술한 용접 와이어(8w)나, 용융지(8m), 전극(82), 용접 대상물(9)의 간극을 형성하는 벽면인 개선(91) 중 적어도 2개의 촬영 대상의 위치를 검출하기 위하여 이용된다. 도 1에 도시되는 실시 형태에서는, 상기 촬영 대상을 동일한 화상으로 촬영하기 위하여 촬영부(83)는, 용접 개소를 비스듬히 위에서 들여다보는 위치에 설치되어 있다. 예를 들어 도 1에 도시되는 실시 형태에서는, 촬영부(83)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 촬영 화상 V에 용접 와이어(8w)와 전극(82)과 용융지(8m)와 개선(91)이 포함되도록 용접 개소를 촬영하도록 구성되어 있다.

[0136] 상술한 바와 같은 구성을 구비하는 용접 실행 장치(8)를 이용한 용접 대상물(9)의 용접 시공 시에는, 상술한 바와 같이 용접 실행 장치(8)와 용접 대상물(9)이 상대 이동하는데, 용접 실행 장치(8)에 설치된 촬영 화상 V에 있어서의 개선(91)의 위치는 용접 대상물(9)의 형상에 따라 변화된다. 마찬가지로 용접 와이어(8w)는 와이어 이송 기구(81)를 이용하여, 릴에 감긴 상태의 것을 인출하면서 용접 개소에 공급하는데, 용접 와이어(8w)의 구부러진 성질 등 때문에 촬영 화상 V에 있어서의 용접 와이어(8w)의 위치도 변화된다. 이 때문에 용접 실행 장치(8)는, 용접 와이어(8w)나 전극(82)의 위치를 이동(조정)시키는 기구를 갖고 있다.

[0137] 도 1에 도시하는 실시 형태에서는, 용접 와이어(8w) 및 전극(82)은 각각, 촬영 화상 V에 있어서의 전후 방향 및 좌우 방향으로 각각 이동시키는 것이 가능한데, 도 1에 도시한 바와 같이 용접 실행 장치(8)는, 상술한 바와 같은 용접 와이어(8w)나 전극(82)을 위치 제어 대상(8T)으로 하여, 위치 제어 대상(8T)의 위치를 용접 제어 장치(1)로부터의 명령에 따라 이동시키도록 구성되어 있다.

[0138] 이하, 용접 제어 장치(1)에 대하여 도 3a 내지 도 3b를 이용하여 설명한다.

[0139] 도 3a는, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 장치(1)의 기능을 도시하는 블록도이며, 용접 조건 C를 입력으로 하여 목표 상대 위치 Rt를 결정한다. 도 3b는, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 장치(1)의 기능을 도시하는 블록도이며, 또한 용융지 위치 Pm 및 와이어 위치 Pw를 입력으로 하여 목표 상대 위치 Rt를 결정한다.

[0140] 용접 제어 장치(1)는, 용접 대상물(9)의 용접에 이용되는 용접 와이어(8w), 또는 용접 와이어(8w)를 용융시키기 위한 전극(82) 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상(8T)의 위치를 제어하도록 구성된 장치이다. 용접 제어 장치(1)는, 적어도 위치 제어 대상(8T)을 포함하도록 촬영한 촬영 화상 V로부터 검출되는 용접 특징량 P이고, 용접 와이어(8w)의 와이어 위치 Pw 또는 전극(82)의 전극 위치 Pe 중 적어도 한쪽을 포함하는 용접 특징량 P에 기초하여 위치 제어 대상(8T)의 실 위치를 결정(추측)하는 실 위치 결정부와, 용접 대상물(9)을 용접할 때의 용접 조건 C에 따른 상기 실 위치의 목표인 목표 위치를 결정하는 목표 위치 결정부와, 상기 실 위치를 목표 위치로 하기 위한 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 실행하는 위치 제어부를 구비한다.

[0141] 상기 위치 제어 대상(8T)의 실 위치는, 촬영 화상 V로부터 검출되는 실제의 위치이며, 예를 들어 촬영 화상 V에 설정되는 좌표계에서의 위치(절대 위치)여도 되고, 위치 제어 대상(8T)의 위치로 되는 와이어 위치 Pw, 전극 위치 Pe의, 다른 용접 특징량 P(후술하는 용융지 위치 Pm이나 개선 위치 Pb 등)로부터의 상대 위치(실 상대 위치 Rr)여도 된다. 용접 특징량 P의 위치가 절대 위치인 경우에는, 예를 들어 촬영 화상 V를 촬영하는 카메라 등을 고정한 상태에 있어서, 와이어 위치 Pw 등의 절대 위치를, 촬영 화상 V의 좌우 방향(후술)에 있어서의 중앙의 위치를 목표 위치 등으로 하여 제어한다. 혹은 상기 목표 위치에 대응하는 목표 절대 위치를, 절대 위치나 다른 용접 특징량 P로부터 산출 가능한 함수를 미리 준비해 두고, 그와 같은 함수를 이용하여 용접 특징량 P로부터 목표 절대 위치를 구해도 된다. 더 구체적으로는, 예를 들어 전극 위치 Pe와 개선 위치 Pb의 좌우 방향(후술)에 있어서의 위치로부터 비선형 함수나 테이블을 이용하거나 하여 목표 절대 위치를 구한다.

[0142] 이하, 용접 특징량 P의 위치를 상대 위치로 한 실시 형태인 도 3a 내지 도 3b에 도시되는 실시 형태를 예로 들

어, 용접 제어 장치(1)가 구비하는 상술한 기능부에 대하여 각각 설명한다. 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이 용접 제어 장치(1)는 실 상대 위치 결정부(2)와 목표 상대 위치 결정부(3)와 위치 제어부(5)를 구비한다. 위치 제어 대상(8T)의 실 위치가 절대 위치인 경우의 실시 형태에 대해서는, 이하의 설명 중의 실 상대 위치 R_r 을 절대 위치, 목표 상대 위치 R_t 를 목표 절대 위치 등으로 대신 읽어서 생각하면 된다.

[0143] 또한 용접 제어 장치(1)는 컴퓨터로 구성되어 있으며, 도시되지 않은 CPU(프로세서)나, ROM이나 RAM과 같은 메모리나 외부 기억 장치 등으로 되는 기억 장치 m 을 구비하고 있다. 그리고 메모리(주 기억 장치)에 로드된 프로그램(용접 제어 프로그램(10))의 명령에 따라 CPU가 동작(데이터의 연산 등)함으로써, 용접 제어 장치(1)가 구비하는 상기 각 기능부를 실현한다. 달리 말하면 상기 용접 제어 프로그램(10)은, 컴퓨터에, 후술하는 각 기능부를 실현시키기 위한 소프트웨어이며, 컴퓨터에 의한 읽어들이가 가능한 기록 매체에 기억되어도 된다.

[0144] 실 상대 위치 결정부(2)는, 상술한 촬영 화상 V 로부터 검출되는 용접 특징량 P 이고, 개선(91)의 개선 위치 P_b , 용접 와이어(8w)의 와이어 위치 P_w , 용융지(8m)의 용융지 위치 P_m , 또는 전극(82)의 전극 위치 P_e 중 적어도 2개를 포함하는 용접 특징량 P 중의 어느 2개의 상대 위치인 실 상대 위치 R_r 을 결정한다. 촬영 화상 V 는, 위치 제어 대상(8T) 및 용접 와이어(8w)가 용융됨으로써 용접 대상물(9)의 개선(91)에 형성되는 용융지(8m) 또는 개선(91) 중 적어도 한쪽을 포함하도록 촬영된다. 더 구체적으로는, 위치 제어 대상(8T)가 용접 와이어(8w)인 경우에는, 촬영 화상 V 에는, 용접 와이어(8w)의 적어도 와이어 위치 P_w 의 부분과, 용융지(8m)의 적어도 용융지 위치 P_m 의 부분, 또는 개선(91)의 적어도 개선 위치 P_b 의 부분이 포함된다. 한편, 위치 제어 대상(8T)가 전극(82)인 경우에는, 촬영 화상 V 에는, 전극(82)의 적어도 전극 위치 P_e 의 부분과, 개선(91)의 적어도 개선 위치 P_b 의 부분이 포함된다.

[0145] 또한 상기 와이어 위치 P_w 는, 용접 와이어(8w)에 있어서의 원하는 부위의 위치이다. 용융지 위치 P_m 은, 용융지(8m)에 있어서의 원하는 부위이다. 개선 위치 P_b 는, 개선(91)에 있어서의 원하는 부위의 위치이다. 전극 위치 P_e 는, 전극(82)에 있어서의 원하는 부위의 위치이다. 도 1 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 도 2에 도시한 바와 같이 와이어 위치 P_w 는, 촬영 화상 V 의 가장 후측(상하 방향의 가장 하측)에 위치하는 용접 와이어(8w)의 선단 부분의 위치로 하고 있다. 용융지 위치 P_m 은, 촬영 화상 V 에 있어서 가장 전측에 위치하는 용융지(8m)의 선단 부분의 위치로 하고 있다. 개선 위치 P_b 는, 전극(82)과의 상대 위치로 정해지는 소정 개소의 위치로 하고 있다. 또한 전극 위치 P_e 는, 촬영 화상 V 의 가장 후측(상하 방향에 있어서의 가장 하측)에 위치하는 전극(82)의 선단 부분으로 하고 있다. 또한 도 1 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 용접 특징량 P 에는 적어도 와이어 위치 P_w 및 용융지 위치 P_m 이 포함되도록 되어 있다.

[0146] 더 상세하게는, 실 상대 위치 결정부(2)는 촬영 화상 V 를 화상 처리함으로써 용접 특징량 P 를 검출하고, 검출 결과에 기초하여 실 상대 위치 R_r 을 산출한다. 예를 들어 위치 제어 대상(8T)가 용접 와이어(8w)인 경우에는, 그 상하 방향에 있어서의 위치 제어를 행하기 위하여 와이어 위치 P_w 및 용융지 위치 P_m 을 검출한다. 혹은 그 좌우 방향에 있어서의 위치 제어를 행하기 위하여 와이어 위치 P_w 및 개선 위치 P_b 를 검출한다. 한편, 위치 제어 대상(8T)가 전극(82)인 경우에는, 그 좌우 방향에 있어서의 위치 제어를 행하기 위하여 전극 위치 P_e 및 개선 위치 P_b 를 검출한다. 실 상대 위치 R_r 은, 제어 대상물을 제어하는 방향을 따른 거리여도 된다. 혹은 촬영 화상 V 의 좌하의 단 등의 임의의 위치를 기준으로 한 위치(좌표)나, 실 상대 위치 R_r 을 구성하는 2개의 용접 특징량 P 중의 한쪽을 기준으로 한 다른 쪽의 위치(좌표)여도 된다.

[0147] 도 1 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 위치 제어 대상(8T)을 적어도 용접 와이어(8w)로 하고 있으며, 용접 특징량 P 에는 와이어 위치 P_w 및 용융지 위치 P_m 이 포함되어 있다. 그리고 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이 실 상대 위치 결정부(2)는, 용접 시의 용접 개소를 촬영하는 촬영부(83)로부터 촬영 화상 V 를 취득하는 촬영 화상 취득부(21)와, 소정의 제어 주기 T 마다, 이 촬영 화상 취득부(21)에 의하여 취득된 촬영 화상 V (하나 또는 복수)로부터, 와이어 위치 P_w 및 용융지 위치 P_m 을 포함하는 용접 특징량 P 를 검출하는 용접 특징량 검출부(22)와, 검출된 와이어 위치 P_w 및 용융지 위치 P_m 용접 특징량 P 에 기초하여 실 상대 위치 R_r (와이어지 상대 위치)을 산출하는 산출부(24)를 갖는다.

[0148] 더 구체적으로는, 상기 촬영 화상 취득부(21)는 촬영부(83)에 접속됨으로써 촬영 화상 V 가 축차(실시간으로) 입력되도록 되어 있다. 또한 용접 특징량 검출부(22)는 촬영 화상 취득부(21)에 접속됨으로써, 촬영 화상 취득부(21)가 취득한 촬영 화상 V 가 축차 입력되도록 되어 있다. 또한 촬영 화상 취득부(21)는, 입력된 촬영 화상 V 의 전부를 기억 장치 m 에 기억해도 되고, 소정의 간격 등으로 가려내거나 하거나 하여 그 중의 일부를 기억 장치 m 에 기억해도 된다. 촬영 화상 취득부(21)에 의하여 기억된 촬영 화상 V 가 용접 특징량 검출부(22)에 입력된다. 그리고 용접 특징량 검출부(22)는 소정의 제어 주기 T 마다 용접 특징량 P 를 검출하도록 되어 있다. 산

출부(24)는 용접 특징량 검출부(22)에 접속됨으로써 용접 특징량 P가 축차 입력된다. 이것에 의하여, 용접 시의 촬영 화상 V를 축차 화상 처리함으로써 실 상대 위치 Rr을 축차 산출할 수 있다.

[0149] 목표 상대 위치 결정부(3)는, 용접 대상물(9)을 용접할 때의 용접 조건 C에 따른 상기 상대 위치(와이어지 상대 위치 등의 실 상대 위치 Rr)의 목표인 목표 상대 위치 Rt를 결정한다. 용접 조건 C는, 용접 실행 장치(8)에 의한 용접 대상물(9)의 용접 상태에 영향을 주는 조건이다. 예를 들어 용접 조건 C는, 전극(82)에 대한 전극 전류나 전극 전압, 용접 실행 장치(8)와 용접 대상물(9)의 상대 이동의 속도(아크의 이동 속도)인 용접 속도, 용접 와이어(8w)의 공급량(단위 시간당 공급량), 개선(91)의 개선 폭 중의 적어도 하나의 조건을 포함해도 된다.

[0150] 용접 상태는 용접 시의 입열 조건에 따라 바뀌는데, 용접 조건 C는 입열 조건을 설정한다. 구체적으로는, 전극 전류나 전극 전압이 클수록 입열량은 크다. 용접 속도가 빠를수록 단위 시간에 용접할 개소가 많아지기 때문에, 용접 개소의 크기의 단위량당 입열량은 작아진다. 용접 와이어(8w)의 공급량이 많을수록 용접 와이어(8w)의 단위량당 입열량은 작아진다. 또한 개선 폭이 클수록 용융지(8m)가 좌우 방향 등으로 넓어지므로, 단위 체적당 입열량은 작아진다.

[0151] 또한 목표 상대 위치 Rt는, 상술한 실 상대 위치 Rr과의 비교가 가능할 필요가 있으며, 예를 들어 제어 대상물을 제어하는 방향을 따른 거리나, 실 상대 위치 Rr을 구성하는 2개의 용접 특징량 P 중의 한쪽을 기준으로 한 다른 쪽의 위치여도 된다. 목표 상대 위치 Rt의 결정 방법에 대해서는 후술하겠지만, 기계 학습을 적용하여 목표 상대 위치 Rt를 결정해도 된다.

[0152] 위치 제어부(5)는, 상술한 실 상대 위치 결정부(2)에 의하여 결정된 실 상대 위치 Rr을, 상술한 목표 상대 위치 결정부(3)에 의하여 결정된 목표 상대 위치 Rt로 하기 위한 용접 대상물의 위치 제어를 실행한다. 달리 말하면 용접 대상물의 위치 제어는, 실 상대 위치 Rr과 목표 상대 위치 Rt의 차이(어긋남)가, 0을 포함하는 소정의 범위에 들게 하도록 하는 것에 필요한 용접 대상물의 제어량을 산출하고, 용접 실행 장치(8)에 대하여 산출한 제어량을 송신한다. 그리고 용접 실행 장치(8)는, 수신한 제어량에 따라 용접 대상물의 위치를 제어한다.

[0153] 더 구체적으로는, 제어량은, 현재 위치로부터의 이동해야 할 방향으로의 이동량이어도 되고, 용접 실행 장치(8)가 위치를 인식하는 좌표계에 있어서의, 용접 대상물이 이동해야 할 좌표여도 된다. 또한 위치 제어부(5)는 촬영 화상 V의 화상 처리를 통해, 송신한 제어량에 대하여 이동한 이동 후의 위치를 검출하면서 용접 대상물의 위치를 제어해도 된다(피드백 제어).

[0154] 또한 상술한 실시 형태에서는, 와이어 위치 Pw와 용융지 위치 Pm의 전후 방향을 따른 상대 위치(와이어지 상대 위치)를 예로 들어 설명하였지만, 본 실시 형태에 본 발명은 한정되지 않는다. 와이어 위치 Pw와 용융지 위치 Pm의 좌우 방향에 따른 상대 위치에 대해서도, 상술한 것과 마찬가지로, 용접 조건 C에 따른 위치 제어를 행해도 된다. 또한 상술한 것과 마찬가지로, 다른 몇몇 실시 형태에서는, 촬영 화상 V로부터 전극(82)의 전극 위치 Pe 및 와이어 위치 Pw를 검출함과 함께, 용접 조건 C에 기초하여 그 목표 상대 위치를 산출함으로써, 전극 위치 Pe와 와이어 위치 Pw의 실 상대 위치가 목표 상대 위치로 되도록 전극(82) 또는 와이어 위치 Pw 중 적어도 한쪽을 전후 방향으로 제어해도 된다. 그 외의 몇몇 실시 형태에서는, 촬영 화상 V로부터 전극 위치 Pe 및 개선(91)의 개선 위치 Pb를 검출함과 함께, 용접 조건 C에 기초하여 그 목표 상대 위치를 산출함으로써, 전극 위치 Pe와 개선 위치 Pb의 실 상대 위치가 목표 상대 위치로 되도록 전극 위치 Pe를 좌우 방향에 제어해도 된다. 도 2에 도시한 바와 같이 전극 위치 Pe는, 전후 방향에 있어서의 가장 전측에 위치하는 전극(82)의 선단 부분이어도 되고, 개선 위치 Pb는, 전극(82)과의 상대 위치로 정해지는 소정 개소의 위치여도 된다.

[0155] 상기 구성에 따르면, 용접 조건 C에 따라, 예를 들어 용접 와이어(8w)의 위치와 용융지(8m)의 위치의 상대 위치 등의 용접 특징량에 포함되는 어느 2개의 상대 위치의 목표(목표 상대 위치 Rt)를 결정한다. 그리고 용접 실행 장치(8)에 의한 용접 상황을, 촬영 화상 V의 화상 처리를 통해 얻어지는 실제의 상대 위치(실 상대 위치 Rr)가 목표로 되도록, 용접 실행 장치(8)에 대한 제어를 행한다. 이것에 의하여, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질의 아크 용접을 자동으로 행할 수 있어서, 용접사 기능에 대한 의존을 저감한 자동 용접을 실현할 수 있다.

[0156] 다음으로, 목표 상대 위치 Rt의 결정에 관한 몇몇 실시 형태에 대하여 설명한다. 또한 이하의 설명에서는, 더 구체적인 설명으로 하기 위하여, 상기 실 상대 위치 Rr 및 목표 상대 위치 Rt를, 와이어 위치 Pw와 용융지 위치 Pm의 상대 위치인 경우를 예로 들어 설명한다. 단, 이에 한정되지는 않으며, 상술한 용접 특징량 P(와이어 위치 Pw, 용융지 위치 Pm, 전극 위치 Pe, 개선 위치 Pb) 중의 어느 2개의 상대 위치이면 되고, 이하의 설명 중의 와이어 위치 Pw와 용융지 위치 Pm을, 원하는 2개의 위치로 대신 읽어서 적용하면 된다.

- [0157] 몇몇 실시 형태에서는, 도 3a에 도시한 바와 같이, 상술한 목표 상대 위치 결정부(3)는, 용접 대상물(9)에 대하여 용접을 실행할 때의 용접 조건 C를 취득하는 용접 조건 취득부(31)와, 과거에 행해진 용접 시의 용접 조건(과거 용접 조건)과, 이 과거 용접 조건 하에서 설정된 과거의 용융지 위치(과거 용융지 위치) 및 과거의 와이어 위치(과거 와이어 위치)의 상대 위치와 같은, 상술한 용접 특징량 P 중의 어느 2개의 상대 위치인 과거 상대 위치의 관계성에 기초하여, 용접 조건 취득부(31)에 의하여 취득된 용접 조건 C로부터, 용접 조건에 따른 목표 상대 위치 Rt를 결정하는 조건 베이스 목표 결정부(32)를 갖는다. 즉, 과거의 용접 시공 시에 용접사가 용융지 위치 Pm에 대한 와이어 위치 Pw를 어떻게 설정하고 있었는지의 정보, 및 그때의 용접 조건 C의 내용의 정보의 실적을 관련지어서 추적하고, 이를 학습 데이터로 하여 학습(기계 학습)함으로써 상기 관계성을 도출한다.
- [0158] 더 구체적으로는, 조건 베이스 목표 결정부는, 상기 과거 용접 조건과, 해당 과거 용접 조건 하에서 설정된 상기 과거 상대 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델(조건 베이스 학습 모델)을 이용하여, 상기 용접 조건에 따른 상기 목표 상대 위치를 결정할 때나 장소, 용접 대상물(9)이 다른 용접 시공마다, 동일한 타이밍에 있어서의 용융지 위치 Pm 및 와이어 위치 Pw 등의 용접 특징량 P에 기초하여 산출되는 과거 상대 위치와, 용접 조건 C의 정보 세트를, 예를 들어 시간을 어긋나게 하여 복수 회 취득한다. 이리하여 얻어지는, 복수의 타이밍의 각각에 있어서의 과거 상대 위치와, 용접 조건 C를 대응지는 복수의 데이터를 학습 데이터로 한다. 이 학습 데이터의 학습에는 신경망이나 회귀 분석 등 주지의 수법을 적용해도 된다. 이리하여 얻어진 학습 모델이나 회귀식(이하, 학습 모델)은, 용접사가 행하고 있는 용접 조건 C와 상기 과거 상대 위치의 관계성이 도출된 것이다. 이 때문에, 학습 모델을 이용함으로써, 입력으로 될 용접 조건 C에 대하여, 용접사가 설정할 와이어지 상대 위치 등의 목표 상대 위치 Rt를 얻는 것이 가능해진다. 따라서 목표 상대 위치 결정부(3)는 학습 모델을 이용함으로써, 취득한 용접 조건 C에 대응하는 목표 상대 위치 Rt를 결정하는 것이 가능해진다.
- [0159] 이때, 용접 조건 C에 복수의 조건이 포함되는 경우에는, 그 중의 적어도 2개의 조건을 하나로 집약하여, 입력으로 될 용접 조건 C에 포함되는 조건의 수(차원)를 작게 해도 된다. 이 경우, 용접 조건 C는, 용접 조건 C 중의 적어도 2개의 조건을 하나로 집약한 집약 조건과, 그 외의 조건을 포함하게 된다. 따라서 목표 상대 위치 결정부(3)는, 이와 같은 집약 조건을 포함하는 용접 조건 C에 따른 목표 상대 위치 Rt를 결정한다. 예를 들어 용접 속도와 용접 전류와 용접 전압의 3개의 조건을 입열량이라는 하나의 조건으로 집약을 포함하는 용접 조건 C와, 과거 상대 위치의 관계성을 학습해도 된다. 이 경우의 학습 모델은, 용접 속도와 용접 전류와 용접 전압의 3개의 조건 대신, 입열량이라는 하나의 조건을 포함하게 된다. 또한 입열량은, 외부로부터 용접부에 공급되는 열량이며, $\text{입열량} = \{60 \times \text{용접 전류} \times \text{용접 전압}\} \div \text{용접 속도}$ 라는 관계가 있다. 단, 본 실시 형태에 본 발명은 한정되지 않는다. 상황에 따라, 목표 상대 위치 Rt와의 관계성을 가장 나타내는 조건을 집약하면 된다. 예를 들어 다른 몇몇 실시 형태에서는, 용접 속도 및 용접 전류의 2개의 조건을 입열량이라는 하나의 조건으로 집약하거나 해도 된다.
- [0160] 학습 모델을 이용하여 미리 복수의 용접 조건 C와 목표 상대 위치 Rt의 관계를 테이블화한 경우에는, 용접 조건 C에 복수의 조건이 포함되는 경우에는 복수의 조건의 조합을 망라한 테이블이 필요해지는데, 조건의 수가 증가하면 그 조합 수가 증대되므로 테이블 작성의 비용이 증대된다. 상기한 바와 같이 복수의 조건을 하나의 조건으로 집약하여 차원 수를 감소시킴으로써, 이와 같은 테이블 작성의 비용을 저감할 수 있다.
- [0161] 또한 용접 대상물(9)을 용접할 때의 용접 조건 C는, 용접 실행 장치(8) 등에 설정되어 있는 설정값을 용접 실행 장치(8)로부터 취득해도 되고, 오퍼레이터 등으로부터 입력된 것을 취득해도 된다.
- [0162] 상기 구성에 따르면, 과거에 있어서 용접사가, 예를 들어 용접 와이어(8w) 등의 위치 제어 대상(8T)을 조작한 결과로서 얻어지는 용접 와이어(8w)와 용융지(8m)의 상대 위치와 같은 용접 특징량 P 중의 어느 2개의 상대 위치의 실적과, 그때의 용접 조건 C의 대응 관계를 추적하여 학습(기계 학습)함과 함께, 이 학습 결과에 기초하여 용접 조건 C로부터 직접, 목표 상대 위치 Rt를 구한다. 이것에 의하여 목표 상대 위치 Rt를 적절히 결정할 수 있다. 또한 이리하여 결정된 목표 상대 위치 Rt를 위치 제어에 이용함으로써, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질을 실현할 수 있다.
- [0163] 다른 몇몇 실시 형태에서는, 목표 상대 위치 결정부(3)는, 과거에 행해진 용접 시의 과거 용접 조건 하에서 행해진 용접 시의 과거 용융지 위치 및 과거 와이어 위치와 같은 과거의 용접 특징량(이하, 과거 용접 특징량)과, 이 과거 용접 특징량의 상대 위치 있는 과거 상대 위치의 관계성에 기초하여, 입력으로 될 용융지 위치 Pm 및 와이어 위치 Pw 등의 용접 특징량 P로부터, 용접 조건 C에 따른 목표 상대 위치 Rt를 결정하는 위치 베이스 목표 결정부(34)를 갖는다. 상술한 것과 마찬가지로, 과거의 용접 시공 시에 용접사가 용융지 위치 Pm에 대한 와

이어 위치 P_w 등의 위치를 어떻게 설정하고 있었는지의 정보와, 이때의 양자의 상대 위치의 관계의 실적을 관련 지어서 축적하고, 이를 학습 데이터로 하여 학습(기계 학습)함으로써 상기 관계성을 도출한다.

[0164] 여기서, 용접 조건 C가 바뀌면 용접 시의 입열 조건(입열 상태)이 바뀌거나 하기 때문에, 용접 조건 C에 따라 적절한 용접 와이어(8w)나 전극과 같은 위치 제어 대상(8T)의 위치가 바뀐다. 용접사의 조작은, 이와 같은 용접 조건 C에 따라 다른 용접 상태의 시각 정보를 주체로 하여 용접 품질을 확보하기 위한 용접 특징량 P(와이어 위치 P_w , 용융지 위치 P_m , 전극 위치 P_e , 개선 위치 P_b 등)를 인식하고, 경험에 기초하여 와이어 위치 P_w 나 전극(82) 등을 조작함으로써 고품질의 용접을 달성하고 있다. 이와 같은 지견 하, 용접사가 행한 조작에는 용접 조건 C의 상이가 반영되어 있어서, 용접 조건 C 대신 용접사의 조작 이력으로부터 목표 상대 위치 R_t 를 구하는 것이 가능할 것으로 생각하였다.

[0165] 더 구체적으로는, 목표 상대 위치 결정부(3)는, 상술한 과거 용접 특징량과, 상술한 과거 상대 위치를 대응지는 복수의 데이터를 기계 학습함으로써 얻어지는 학습 모델(위치 베이스 학습 모델)을 이용하여, 상기 용접 특징량 P로부터 용접 조건 C에 따른 목표 상대 위치 R_t 를 결정한다. 즉, 때나 장소, 용접 대상물(9)이 다른 용접 시공마다, 동일한 타이밍에 있어서의 용융지 위치 P_m , 및 와이어 위치 P_w 등의 용접 특징량 P의 정보 세트를, 예를 들어 시간을 어긋나게 하여 복수 회 취득한다. 이것에 의하여, 동일한 타이밍에 있어서의, 예를 들어 용융지 위치 P_m 과, 와이어 위치 P_w 와, 그 양자의 상대 위치의 산출값의 실적을 대응지는 데이터를 복수의 타이밍에 얻을 수 있으며, 이 복수의 데이터를 학습 데이터로 한다. 이 학습 데이터의 학습에는 상기와 같은 주지의 학습 수법을 적용해도 된다. 학습에 의하여 얻어지는 학습 모델은, 용접사가 행하고 있는, 예를 들어 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 와, 이 양자의 상대 위치의 산출 결과의 관계성이 도출된 것이다. 이 때문에, 학습 모델을 이용함으로써, 입력으로 될 용접 특징량 P에 대하여, 용접사가 설정할 와이어지 상대 위치 등을 얻는 것이 가능해진다. 따라서 목표 상대 위치 결정부(3)는 학습 모델을 이용함으로써, 용접 특징량 P에 대응하는 목표 상대 위치 R_t 를 결정하는 것이 가능해진다.

[0166] 상기 구성에 따르면, 과거에 있어서, 용접사가 용접 와이어(8w) 등의 위치 제어 대상(8T)을 조작한 결과로서 얻어지는 용융지(8m)의 위치 및 용접 와이어(8w)의 위치 등의 용접 특징량 P의 실적과, 그 결과로부터 얻어지는 상대 위치의 실적의 관계성을 학습함과 함께, 이 학습 결과에 기초하여 용융지(8m)의 위치 및 용접 와이어(8w)의 위치 등의 용접 특징량 P로부터 목표 상대 위치 R_t 를 구한다. 이것에 의하여 목표 상대 위치 R_t 를 적절히 결정할 수 있다. 또한 아직 경험하지 않은 용접 조건 C에 대해서도 용이하게 대응할 수 있다. 예를 들어 대량의 데이터(학습 데이터)로부터 용접 와이어(8w)와 용융지(8m)의 목표 상대 위치 R_t 가 선형의 관계에 있다는 것과 같이 그 경향을 알게 된 경우, 아직 경험하지 않았지만 과거에 경험한 조건에 가까운 용접 조건 C나 복수의 데이터의 내삽에 위치하는 조건은 선형 모델화의 범주에 들어가기 때문에, 대응 가능해진다. 또한 이리하여 결정된 목표 상대 위치 R_t 를 위치 제어에 이용함으로써, 용접사가 행하는 경우와 동등한 용접 품질을 실현할 수 있다.

[0167] 그 외의 몇몇 실시 형태에서는, 용접 조건 C에 따른 목표 상대 위치 R_t 를, 입열 조건 등을 고려하면서 미리 설정한 함수나 테이블 등의 목표값 변환 수단을 작성해 두고, 목표 상대 위치 결정부(3)는 그 목표값 변환 수단을 이용하여 용접 조건 C로부터 목표 상대 위치 R_t 를 결정해도 된다. 구체적으로는, 목표 상대 위치 결정부(3)는, 상술한 조건 베이스 학습 모델을 이용하여 작성된 용접 조건 C로부터, 이 용접 조건 C에 대응하는 목표 상대 위치 R_t 를 구하기 위한 목표값 변환 수단을 이용하여, 용접 조건 C로부터 목표 상대 위치 R_t 를 결정해도 된다. 혹은 목표 상대 위치 결정부(3)는, 상술한 위치 베이스 학습 모델을 이용하여 작성된 용접 특징량 P로부터, 이 용접 특징량 P에 대응하는 목표 상대 위치 R_t 를 구하기 위한 목표값 변환 수단을 이용하여 용접 특징량 P로부터 목표 상대 위치 R_t 를 결정해도 된다. 이것에 의하여, 계산량을 억제하면서 용접 조건 C에 따른 목표 상대 위치 R_t 를 산출할 수 있다.

[0168] 다음으로, 용접 제어 장치(1)가 구비하는 그 외의 몇몇 실시 형태에 대하여 도 6 내지 도 7을 이용하여 설명한다. 도 6은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용융지 위치 P_m 과 와이어 위치 P_w 와 용접사에 의한 조작 이력의 관계를 나타내는 그래프이다. 또한 도 7은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접의 결함 사상을 검출한 때의 로직을 도시하는 도면이다.

[0169] 몇몇 실시 형태에서는, 용접 제어 장치(1)는, 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이, 상술한 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이에 기초하여, 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어의 필요 여부를 판정하는 위치 제어 필요 여부 판정부(4)를 더 구비해도 된다. 이 경우, 상술한 위치 제어부(5)는, 위치 제어 필요 여부 판정부(4)에 의한 판정 결과에 따라 용접 와이어(8w) 등의 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 실행한다.

- [0170] 도 6에 나타내는 그래프에 대하여 설명하면, 횡축은 용융지 위치 P_m 이고, 종축은 와이어 위치 P_w 이며, 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 에 대하여 용접사의 조작 내용을 플롯하고 있다. 즉, 도 6에는, 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 의 각 조합에 있어서, 용접사가 어떠한 조작을 하였는지를 나타내고 있다. 구체적으로는, 용접사는, 검게 칠한 사각으로 플롯한 점에 있어서 하방향으로 조작하고(하조작), 옅은 색의 사각으로 플롯한 점에 있어서 상방향으로 조작하고(상조작), 흰 동그라미로 플롯한 점에 있어서 조작하지 않은 것을 나타낸다. 또한 도 6에 나타내는 그래프의 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 는, 촬영 화상 V의 좌하의 단(도 2 참조)을 원점으로 하고, 이 원점으로부터의 상대 위치이지만, 본 실시 형태에 본 발명은 한정되지 않으며, 좌표의 원점은 임의의 위치로 해도 된다.
- [0171] 또한 도 6의 종축의 값은 횡축의 값보다도 상수 S만큼 크며, 파선은, 용융지 위치 P_m 에 비해 와이어 위치 P_w 가 상수 S만큼 큰 점을 이은 선으로 된다. 파선으로 나타낸 바와 같이, 예를 들어 용접 속도의 빠름, 느림에 따라 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 의 위치가 다르다는 것을 알 수 있다. 또한 와이어의 상대 위치(거리)에 대해서도, 용접 속도가 빠른 경우에는 조작 무의 플롯점(흰 동그라미)의 와이어 위치 P_w 는 파선의 하측에 집중되어 있으며, 실 상대 위치 R_r 은 더 짧게 되어 있다. 반대로 용접 속도가 느린 경우에는, 조작 무의 플롯점(흰 동그라미)의 와이어 위치 P_w 는 파선의 상측에 집중되어 있으며, 실 상대 위치 R_r 은 더 길게 되어 있다는 것을 보고서 알 수 있는 등, 용접 조건 C에 따라 목표 상대 위치 R_t 를 바꾸고 있음을 알 수 있다.
- [0172] 도 6에 나타낸 바와 같이, 예를 들어 용융지 위치 P_m 이 ax인 경우 등의 임의의 용융지 위치 P_m 에 있어서 와이어 위치 P_w 는 다양한 값을 취하는 가운데, 용접사는 조작하는 경우와 조작하지 않는 경우가 있다. 그리고 도 6으로부터, 용접사는 용융지 위치 P_m 에 있어서, 와이어 위치 P_w 의 어느 범위에서는 조작을 행하지 않으며, 그 범위를 초과하여 와이어 위치 P_w 가 커지면 하조작을 행하고, 와이어 위치 P_w 가 그 범위를 하회하면 상조작을 행하는 경향을 볼 수 있다. 즉, 용접사의 조작을 해석하면, 용접사는 경험에 기초하여, 용접 시에 용접 와이어(8w)와 용융지(8m)의 실 상대 위치 R_r 의 차($|P_w - P_m|$)가 소정의 범위를 일탈한 경우에, 그 차이를 수정하기 위한 조작을 행하고 있다.
- [0173] 따라서 위치 제어 필요 여부 판정부(4)에 의하여, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이가 소정의 범위에 들어 있는 경우에는, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 에 차이가 생긴 경우이더라도 용접 와이어(8w)의 위치 제어를 실행하지 않도록 한다(제어 불감대를 설정함). 이것에 의하여 적은 조작 횟수로 용접사와 동등한 용접을 행할 수 있다.
- [0174] 몇몇 실시 형태에서는, 상술한 소정의 범위(이하, 적절히 제어 불감대)는, 과거에 행해진 용접 시의 과거 용융지 위치와, 과거 와이어 위치와, 그때의 과거 와이어 위치의 조작 유무가 대응지어진 복수의 조작 이력 데이터 등, 과거 용접 특징량과, 이에 대응하는 위치 제어 대상(8T)의 조작 유무가 대응지어진 복수의 조작 이력 데이터에 기초하여 정해져도 된다. 이 경우, 위치 제어 필요 여부 판정부(4)는, 상술한 실 상대 위치 R_r 과 목표 상대 위치 R_t 의 차이가, 상기와 같이 정해진 제어 불감대(소정의 범위)를 일탈한 경우에, 용접 와이어(8w) 등의 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 필요로 판정한다. 반대로 위치 제어 필요 여부 판정부(4)는, 상기 차이가 제어 불감대의 범위 내에 있는 경우에는, 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 불필요로 판정한다.
- [0175] 더 상세하게는, 예를 들어 용접 특징량 P를 입력, 조작 유무 라벨을 출력으로 한 분류 모델을 서포트 벡터 머신(SVM: Support Vector Machine)으로 생성하고, 주목해야 할 특징량 공간(도 6에서는 용융지 위치 P_m 과 와이어 위치 P_w 의 2차원 공간)에 대하여, 오퍼레이터의 개입 조작이 필요한 공간(라벨: 조작 유)과 조작이 불필요한 공간(라벨: 조작 무)의 분리 경계면을 특정한다. 이리하여 얻어진 선이, 도 6에 나타내는 실선과 2점 쇄선으로 나타내는 선이다. 실선이 하조작 유와 조작 무의 분리 경계이며, 실선보다도 위의 공간이 하조작 유, 아래의 공간이 하조작 무로 된다. 한편, 2점 쇄선이 상조작 유와 조작 무의 분리 경계이며, 2점 쇄선보다도 아래의 공간이 상조작 유, 위의 공간이 상조작 무로 된다. 그리고 이 2개의 분리 경계 사이의 공간이, 조작이 불필요한 제어 불감대로 된다.
- [0176] 요컨대 도 6에 있어서, 용융지 위치 P_m 에 대한 와이어 위치 P_w 가 실선보다도 커진 경우에는 하조작을 실행하고, 2점 쇄선보다도 작아진 경우에는 상조작을 실행하며, 실선과 2점 쇄선 사이이면 조작을 행하지 않는다. 달리 말하면, 각 용융지 위치 P_m 에 있어서의, 상기 실선과 2점 쇄선 사이의 범위가 제어 불감대이며, 이 제어 불감대를 와이어 위치 P_w 의 제어 목표 범위로 한다. 또한 목표 상대 위치 결정부(3)에 의하여 산출되는 목표 상대 위치 R_t 는 이 제어 목표 범위에 들게 된다.
- [0177] 도 3a 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 위치 제어 필요 여부 판정부(4)는 실 상대 위치 결정부(2), 목표 상대 위치 결정부(3)의 각각에 접속되어 있으며, 실 상대 위치 R_r 및 목표 상대 위치 R_t 가 입력되고, 실 상

대 위치 결정부(2)로부터 실 상대 위치 R_r 및 목표 상대 위치 R_t 가 입력되도록 되어 있다. 또한 위치 제어 필요 여부 판정부(4)는, 실 상대 위치 R_r 및 목표 상대 위치 R_t 가 입력되면, 실 상대 위치 R_r 과 목표 상대 위치 R_t 의 차이가 제어 불감대의 범위에 있으면, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이가 있더라도 와이어 위치 P_w 의 위치 제어를 행하지 않는다. 반대로 실 상대 위치 R_r 과 목표 상대 위치 R_t 의 차이가 이 제어 불감대의 범위를 이탈하면, 이 제어 불감대의 범위에 들도록 와이어 위치 P_w 의 위치 제어를 행한다.

[0178] 또한 수집한 조작력 데이터(학습 데이터)는, 조작 무에 비해 조작 유(예: 하조작 유, 상조작 유)의 데이터가 적으며, 이와 같이 데이터수에 편중이 있는 경우, SVM의 식별 성능이 크게 저하된다는 것이 알려져 있다. 그래서, 데이터수 불균형의 해소를 도모하기 위하여, 도 6에 나타내는 실시 형태에서는, 데이터수비에 기초하여 클래스의 가중치 부여를 행함으로써, 데이터수가 적은 조작 유의 클래스가 과소로 평가된다는 문제를 해소하고 있다.

[0179] 상기 구성에 따르면, 용접 와이어(8w)의 위치 제어의 실행의 필요 여부를 판정하기 위한 범위를, 용접사가 행한 용접 와이어(8w)의 위치의 조작 유무와, 과거 용융지 위치 및 와이어 위치의 관계에 기초하여 결정한다. 이것에 의하여 상기 소정의 범위를 적절히 설정할 수 있어서, 적은 조작 횟수로 용접사와 동등한 용접을 자동으로 행할 수 있다.

[0180] 상술한 실시 형태에 있어서, 몇몇 실시 형태에서는, 상기 소정의 범위는 용접 조건 C에 따라 결정해도 된다. 즉, 용접 와이어(8w)의 위치 제어의 실행의 필요 여부를 판정하기 위한 제어 불감대를, 용접 조건 C 혹은 용접 조건 C가 반영된 것으로 되는 용융지 위치 P_m 및 와이어 위치 P_w 등의 용접 특징량 P에 따라 가변으로 한다. 이것에 의하여, 용접 조건 C에 따라 상기 소정의 범위(제어 불감대의 범위)를 설정할 수 있으며, 용접 와이어(8w) 등의 용접 특징량 P의 위치 제어를 엄격히 행할 필요가 있는 용접 조건 C와 그렇지 않은 용접 조건 C에 대하여 각각 적절히 대응할 수 있다.

[0181] 또한 다른 몇몇 실시 형태에서는, 용접 조건 C에 관계없이 일정해도 된다.

[0182] 또한 몇몇 실시 형태에서는, 상술한 실 상대 위치 결정부(2)는, 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이, 용접 특징량 검출부(22)에 의한, 상술한 제어 주기 T마다의 용접 특징량 P의 검출 이상(이하, 간단히 검출 이상)을 판정하는 검출 이상 판정부(23)를 더 가지고 있어도 된다. 더 상세하게는, 실 상대 위치 결정부(2)는, 검출 이상 판정부(23)에 의하여 검출 이상이 생기지 않았다고 판정된 제어 주기 T인 정상 제어 주기 T_s 에서는, 이 정상 제어 주기 T_s 에 취득된 촬영 화상 V로부터 검출되는 용접 특징량 P에 기초하여 실 상대 위치 R_r 을 산출한다.

[0183] 그 한편으로 몇몇 실시 형태에서는, 후술하는 도 4에 도시한 바와 같이, 검출 이상 판정부(23)에 의하여 검출 이상이 생겼다고 판정된 제어 주기 T인 이상 제어 주기 T_f 에서는, 이 이상 제어 주기 T_f 보다 전의, 이미 끝난 정상 제어 주기 T_s 에 취득된 촬영 화상 V로부터 검출되는 용접 특징량 P에 기초하여 실 상대 위치 R_r 을 산출해도 된다. 즉, 실 상대 위치 결정부(2)는, 이상 제어 주기 T_f 에서는, 그 이상 제어 주기 T_f 이전의 정상 제어 주기 T_s 에서 얻어진 실 상대 위치 R_r 을 이용하도록 해도 된다.

[0184] 상기 검출 이상은, 용접 특징량 검출부(22)에 의한 화상 처리에 의하여, 제어 주기 T마다, 촬영 화상 V로부터 용접 특징량 P를 전혀 검출할 수 없던 경우나, 용접 특징량 P의 값이 지금까지의 값으로부터 예상 외로 크게 변화된 경우, 용접 특징량 P의 값이 통상 있을 수 없는 값으로 된 경우 등, 벗어남값으로 된 경우이다. 예를 들어 용접 조건 C에 의하여 정해지는 입열량이 지나치게 작으면 촬영 화상 V가 지나치게 어두워져 버리고, 반대로 입열량이 지나치게 크면 촬영 화상 V가 지나치게 밝아져 버리는 등에 기인하여, 화상 처리에 의하여 용접 특징량 P를 검출할 수 없거나 잘못 검출되거나 하는 등, 용접 특징량 P를 적절히 검출할 수 없는 경우가 있을 수 있다.

[0185] 그리고 본 실시 형태에서는, 이상 제어 주기 T_f 에서는, 곧바로 용접의 제어를 정지하는 것이 아니라, 이 판정보다도 전의 정상 제어 주기 T_s 에 취득된 촬영 화상 V로부터 얻어지는 실 상대 위치 R_r 을 이용함으로써 용접 시공을 계속한다. 용접 특징량 P의 검출 이상은 용접 시의 입열량 등에 따라 일시적으로 생길 가능성이 있어서, 자연스레 회복되는 경우가 있기 때문이다.

[0186] 구체적으로는, 이상 제어 주기 T_f 에서는, 그 이전의 정상 제어 주기 T_s 에 취득된 촬영 화상 V로부터 검출된 용접 특징량 P가 산출부(24)에 입력되도록 구성되어도 되고, 그 이전의 정상 제어 주기 T_s 에 취득된 촬영 화상 V로부터의 실 상대 위치 R_r 이 산출부(24)로부터 출력되도록 구성되어도 된다. 도 3a 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 검출 이상 판정부(23)는, 용접 특징량 검출부(22)로부터 입력되는 용접 특징량 P를 검출할 수 없었다는 것의 통지, 또는 용접 특징량 P의 값에 기초하여 검출 이상의 유무를 판정한다. 그리고 검출 이상 판

정부(23)는, 검출 이상이 없다고 판정한 경우에는, 용접 특징량 검출부(22)로부터 입력되는 용접 특징량 P를 산출부(24)에 출력하도록 되어 있다.

[0187] 이에 대하여 도 4를 이용하여 설명한다. 도 4는, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 실 상대 위치 결정부(2)의 이상 제어 주기 Tf 시의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 이상 제어 주기 Tf 시의 소정 기간 R만큼 전에 정상 제어 주기 Ts가 존재하는 경우를 나타낸다. 도 4에는, 시간의 경과에 수반하여 각 제어 주기 T가 반복되고 있으며, 각 제어 주기 T에서 취득된 촬영 화상 V로부터 용접 특징량 P(P1, P2, ..., Pn-1, Pn+1 ...: n은 정수)를 검출하는 상태가 나타나 있다.

[0188] 그리고 도 4에 나타나는 실시 형태에서는, n번째보다 전 및 후의 제어 주기 T가 정상 제어 주기 Ts이고, n번째가 이상 제어 주기 Tf였다고 한다. 이 때문에 실 상대 위치 결정부(2)(용접 특징량 검출부(22))는, n번째의 제어 주기 T(이상 제어 주기 Tf)에 취득된 촬영 화상 V로부터는 용접 특징량 P를 검출할 수 없다. 따라서 실 상대 위치 결정부(2)는, n번째의 이상 제어 주기 Tf보다 전(이전)의 정상 제어 주기 Ts의 촬영 화상 V로부터 검출된 용접 특징량 P를, 이 n번째의 이상 제어 주기 Tf의 촬영 화상 V로부터 검출된 용접 특징량 P로서 대용한다.

[0189] 또한, 예를 들어 각 이상 제어 주기 Tf에서는, 그 이상 제어 주기 Tf로부터 용접 특징량 P에 따라 정해진 소정 기간 R만큼 전의 기간 내에 정상 제어 주기 Ts가 존재하지 않는 경우에 실 상대 위치 결정부(2)는, 그 이상 제어 주기 Tf에 있어서의 실 상대 위치 Rr의 결정을 행하지 않도록 구성해도 된다. 달리 말하면, 이상 제어 주기 Tf의 후의 최초의 정상 제어 주기 Ts까지의 기간이 소정 기간 R을 초과한 경우에 통지해도 된다. 혹은 검출 이상 판정부(23)로부터 후술하는 통지를 행해도 된다.

[0190] 또한, 예를 들어 도 4에 있어서, n-1번째도 이상 제어 주기 Tf였던 경우에는, n-2번째의 정상 제어 주기 Ts에 있어서의 용접 특징량 P를 대용해도 된다. 또한 도 4에서는, n-1번째(직전)의 정상 제어 주기 Ts에 있어서의 용접 특징량 P를 대용하고 있지만, 상기 소정 기간 R에 포함되는 정상 제어 주기 Ts에 있어서의 용접 특징량 P이면 된다.

[0191] 도 1 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에서는, 상술한 용접 특징량 검출부(22)가 용접 특징량 P의 검출을 행하는 제어 주기 T의 1주기 동안에 촬영 화상 취득부(21)에 의하여 복수의 촬영 화상 V가 취득되어 기억 장치 m 등에 축적되도록 되어 있다. 그리고 용접 특징량 검출부(22)는, 제어 주기 T마다 축적되는 복수의 촬영 화상 V로부터 용접 특징량 P를 검출하도록 되어 있으며, 이 복수의 촬영 화상 V로부터 대상으로 할 용접 특징량 P를 전혀 검출할 수 없는 경우(유효 데이터 무)에는, 상기 검출 이상이 생겼다고 판정한다. 이것에 의하여, 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 적절히 행하면서 촬영 화상마다 위치 제어를 위한 처리를 행하는 것에 의한 처리 부하의 저감을 도모하고 있다. 또한 본 실시 형태에 있어서, 정상 제어 주기 Ts에 있어서 와이어 위치 Pw 등의 하나의 위치에 관하여 복수의 촬영 화상 V로부터 복수의 값이 검출된 경우에는, 제어의 기준으로서 가장 적절할 것으로 생각되는, 예를 들어 위치가 적절히 검출된 촬영 화상 V 중의, 정상 제어 주기 Ts의 1주기 내에서 최신으로 되는 촬영 화상 V로부터 검출된 값을 용접 특징량 P로 하여, 그 후의 실 상대 위치 Rr의 산출에 이용하도록 해도 된다.

[0192] 단, 도 1 내지 도 3b에 도시하는 실시 형태에 본 발명은 한정되지 않으며, 다른 몇몇 실시 형태에서는, 상기 제어 주기 T의 1주기 동안에 촬영 화상 취득부(21)에 의하여 하나의 촬영 화상 V가 취득되도록 되어 있어도 된다. 이 경우에는, 용접 특징량 검출부(22)는, 제어 주기 T마다 얻어지는 하나의 촬영 화상 V로부터 대상으로 할 용접 특징량 P를 검출할 수 없는 경우에는, 상기 검출 이상이 판정되었다고 판정한다.

[0193] 상기 구성에 따르면, 촬영 화상 V로부터의 용접 특징량 P의 검출이 적절히 이루어지지 않은 경우에는, 예를 들어 직전 등의 정상 제어 주기 Ts에 취득된 촬영 화상 V로부터 검출한 용접 특징량 P(대체 특징량)를 대신 이용하여 실 상대 위치 Rr을 산출하거나 하여, 검출 이상이 생기지 않았다고 판정되어 있던 촬영 화상 V에 기초하는 실 상대 위치 Rr을 이용하도록 한다. 이것에 의하여 용접을 계속해서 실행할 수 있다. 또한 검출 이상이 생긴 용접 특징량 P에 기초하여 용접이 제어되는 사태를 방지할 수 있어서, 용접 대상물(9)이나 용접 실행 장치(8)의 손상을 방지하여 용접 제어 장치(1)의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0194] 또한 다른 몇몇 실시 형태에서는, 실 상대 위치 결정부(2)는, 이상 제어 주기 Tf에서는 실 상대 위치 Rr을 산출부(24)에 출력하지 않거나 함으로써, 위치 제어 대상(8T)의 제어를 행하지 않도록 해도 된다.

[0195] 상술한 검출 이상에 관한 실시 형태에 있어서, 몇몇 실시 형태에서는, 도 3a 내지 도 3b에 도시한 바와 같이 상기 검출 이상 판정부(23)는, 이상 제어 주기 Tf 후로부터 최초의 정상 제어 주기 Ts까지의 기간이, 용접 와이어(8w)와 같은 위치 제어 대상(8T)에 따라 정해진 소정 기간 R을 초과한 경우에 통지한다(도 5 참조). 즉, 촬영

화상 V로부터의 용접 특징량 P의 검출 이상이 소정 기간 R을 초과하여 계속된 경우에는, 용접의 계속 가부를 판단할 필요가 있는 것으로 하여 통지를 행한다. 이 통지는, 용접 특징량 P의 검출 이상을 통지하는 것이다. 예를 들어 오퍼레이터 등을 향한 것이어도 되고, 디스플레이 등에 대한 이상 통지 메시지의 출력이나, 소리나 음성 등에 의한 통지이어도 된다. 검출 이상 판정부(23)는 이 통지와 함께, 용접을 정지시키기 위한 명령을 용접 실행 장치(8)에 자동으로 송신해도 된다.

[0196] 이에 대하여 도 5를 이용하여 설명한다. 도 5는, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 실 상대 위치 결정부(2)의 이상 제어 주기 Tf 시의 동작을 설명하기 위한 도면이며, 이상 제어 주기 Tf 시의 소정 기간 R만큼 전에 정상 제어 주기 Ts가 존재하지 않는 경우를 나타낸다. 도 5에 나타나는 실시 형태에서는, Pn-1번째의 제어 주기 T가 정상 제어 주기 Ts이고, 그 이후(Pn번째 내지 Pn+m-1번째)가 이상 제어 주기 Tf였다고 한다. 이 경우, 실 상대 위치 결정부(2)(용접 특징량 검출부(22))는, n번째 내지 n+m-1번째의 이상 제어 주기 Tf에서 취득된 촬영 화상 V로부터는 용접 특징량 P를 검출할 수 없다. 또한 n+m번째의 제어 주기 T는, 정상 제어 주기 Ts 또는 이상 제어 주기 Tf 중 어느 것이었다고 하더라도 상기 소정 기간 R을 초과하고 있다. 따라서 검출 이상 판정부(23)는, n+m-1번째의 제어 주기 T가 끝난 시점 이후에 상기 통지를 행한다. 또한 이 통지와 함께, 상술한 용접을 정지하라는 명령을 송신해도 된다. 또한 도 5의 Pn+1 내지 Pn+m-1번째의 이상 제어 주기 Tf에서는, 상술한 바와 같이 이전의 정상 제어 주기 Ts에 있어서의 용접 특징량 P를 대응해도 된다.

[0197] 용접 특징량 P는 시간의 경과에 수반하여 변화되는데, 상기 소정 기간 R은, 용접 특징량 P의 변화가 있는 경우에도 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능한 기간이며, 이 기간의 경과 후에는 통지를 행한다. 이것에 의하여, 용접을 가능한 한 계속하면서 용접의 신뢰성의 향상을 도모할 수 있다.

[0198] 또한, 예를 들어 전극(82)은, 개선(용접 대상물(9)의 벽)의 형상이 돌연 변화되는 일은 드문 점에서, 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능할 것으로 전망할 수 있는 기간이 비교적 긴 것에 비해, 용접 와이어(8w)는, 릴에 감긴 상태의 것을 인출하면서 사용하기 때문에 용접 와이어(8w)의 위치가 돌연 변화되는 경우가 있어서, 검출 이상의 직전의 촬영 화상 V의 위치로부터 변화되기 쉬워서, 제어를 하지 않고 용접을 계속 가능할 것으로 전망할 수 있는 기간이 비교적 짧다. 이와 같이 상기 소정 기간 R을 용접 특징량 P에 따라 정함으로써, 용접 특징량 P에 포함되는 각종 특징량의 검출 이상 시에 적합한 용접의 계속을 행할 수 있다.

[0199] 또한 몇몇 실시 형태에서는, 도 3a 내지 도 3b, 도 7에 도시한 바와 같이 용접 제어 장치(1)는, 용접의 결함 사상을 검출한 경우에, 목표 상대 위치 결정부(3)에 의하여 결정된 목표 상대 위치 Rt를 보정하는 목표 위치 보정부(6)를 더 구비해도 된다. 도 7에 나타내는 실시 형태에서는, 목표 상대 위치 결정부(3)가 출력하는 목표 상대 위치 Rt가 위치 제어 필요 여부 판정부(4)에 입력되기 전에, 목표 위치 보정부(6)가 용접의 결함 사상을 검출한 경우에 출력하는 보정량이 목표 상대 위치 Rt를 보정하도록 되어 있다. 목표 위치 보정부(6)에 의한 목표 상대 위치 Rt의 보정이 행해진 경우에는, 보정 후의 목표 상대 위치 Rt'과 실 상대 위치 Rr이 위치 제어 필요 여부 판정부(4)에 입력된다.

[0200] 또한 상기 용접 결함 사상은, 예를 들어 용접 와이어(8w)의 선단이 용융지(8m)에 들어가 있지 않은 경우에 생기는 용적이거나, 용접 와이어(8w)의 선단이, 용융지(8m)의 바닥으로 되는 용접 대상물(9)에 충돌하는 찌름과 같은 사상이다. 용적은, 용접 와이어(8w)의 흰 성질 등에 의하여 선단이 상방향으로 뜨고, 용융지(8m) 중에 삽입되어 있지 않은 상태에서 아크 열로 용접 와이어(8w)의 선단이 용융됨으로써 용융지(8m)에 낙하하는, 용접 와이어(8w)가 용융된 액상의 구슬형의 금속이다. 예를 들어 촬영 화상 V의 화상 처리 등에 의하여 용적을 검출함으로써, 용접 와이어(8w)의 선단이 용융지(8m)보다도 상방향으로 떠 있는 상태를 검출 가능하다. 용접 와이어(8w)의 흰 성질 등에 의하여 선단이 용융지(8m)보다도 상방향으로 뜨면, 용접 와이어(8w)가 전부 다 용융되지 못하여 전극(82)에 충돌할 가능성이 있다. 용접 와이어(8w)가 전극(82)에 충돌하면, 전극(82)과 용접 와이어(8w)가 단락되어 아크 방전이 중단되는 경우나, 전극(82)이 파손될 가능성이 있다.

[0201] 이와 같이, 용접 와이어(8w)의 선단이 용융지(8m)에 들어가 있지 않은 경우에 생기는 용적이 발생한 경우에는, 용접 와이어(8w)의 선단과 용융지(8m)가 접촉한 상태로 할 필요가 있는 점에서 하방향으로 이동시킬 필요가 있다. 또한 용접 와이어(8w)의 선단이, 용융지(8m)의 바닥으로 되는 용접 대상물(9)에 충돌하는 찌름이 생긴 경우에는, 충돌하지 않도록 상방향으로 이동시킬 필요가 있다.

[0202] 그리고 이와 같은 용접의 결함 사상의 검출 시의 용접 와이어(8w)의 위치 제어와, 상술한, 실 상대 위치 Rr이 목표 상대 위치 Rt로 되도록 하기 위한 용접 와이어(8w)의 위치 제어를 제각기 행하면, 한쪽이 하방향으로의 제어를 행하고자 하고 다른 쪽이 상방향으로의 제어를 행하고자 하는 등 서로 역방향으로 제어를 행하고자 하는 결과, 제어 헌팅이 생길 가능성이 있다.

- [0203] 이 때문에, 도 7에 도시한 바와 같이, 용접의 결함 사상에 기초하여 목표 상대 위치 R_t 를 보정하도록 함으로써, 상술한 바와 같은 헌팅의 발생을 회피할 수 있다.
- [0204] 이하, 상술한 용접 제어 장치(1)(용접 제어 프로그램)에 대응한 용접 제어 방법에 대하여 도 8을 이용하여 설명한다. 도 8은, 본 발명의 일 실시 형태에 관한 용접 제어 방법을 도시하는 도면이다.
- [0205] 용접 제어 방법은, 용접 대상물(9)의 용접에 이용되는 용접 와이어(8w), 또는 용접 와이어(8w)를 용융시키기 위한 전극(82) 중 적어도 한쪽을 포함하는 위치 제어 대상(8T)의 위치를 제어하는 방법이다. 도 8에 도시한 바와 같이 용접 제어 방법은 실 상대 위치 결정 스텝(S1)(실 위치 결정 스텝)과 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)(목표 위치 결정 스텝)과 위치 제어 스텝(S4)을 구비한다. 또한 용접 제어 방법은, 도 8에 도시한 바와 같이 위치 제어 필요 여부 판정 스텝(S3)을 구비하고 있어도 된다.
- [0206] 도 8을 이용하여 스텝순으로 용접 제어 방법을 설명한다. 또한 도 8의 플로는 용접 시공 시에, 예를 들어 주기적 등으로 반복하여 행해진다.
- [0207] 도 8의 스텝 S1에 있어서, 실 상대 위치 결정 스텝을 실행한다. 실 상대 위치 결정 스텝(S1)은, 촬영 화상 V에 기초하여 상술한 실 상대 위치 R_r 를 결정하는 스텝이다. 실 상대 위치 결정 스텝(S1)은, 이미 설명한 실 상대 위치 결정부(2)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략한다. 도 8에 도시하는 실시 형태에서는, 스텝 S1에 있어서, 상술한 촬영부(83)로부터 촬영 화상 V를 취득하고(촬영 화상 취득 스텝), 스텝 S12에 있어서, 촬영 화상 V로부터 상술한 용접 특징량 P를 검출하고(용접 특징량 검출 스텝), 스텝 S13에 있어서, 용접 특징량 P에 기초하여 상기 실 상대 위치 R_r 를 산출하도록 되어 있다(산출 스텝).
- [0208] 이때, 몇몇 실시 형태에서는, 상기 용접 특징량 검출 스텝(스텝 S12)에 의한 용접 특징량 P의 검출 이상을 판정하는 검출 이상 판정부 스텝(도시되지 않음)을 더 가지고 있어도 된다. 검출 이상 판정부 스텝은, 이미 설명한 검출 이상 판정부(23)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략한다.
- [0209] 스텝 S2에 있어서, 목표 상대 위치 결정 스텝을 실행한다. 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)은, 상술한 목표 상대 위치 R_t 를 결정하는 스텝이다. 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)은, 이미 설명한 목표 상대 위치 결정부(3)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략하지만, 몇몇 실시 형태에서는, 상술한 기계 학습을 이용한 수법에 의하여 목표 상대 위치 R_t 를 결정해도 된다.
- [0210] 스텝 S3에 있어서, 위치 제어 필요 여부 판정 스텝을 실행한다. 위치 제어 필요 여부 판정 스텝(S3)은, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이에 기초하여 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어의 필요 여부를 판정하는 스텝이다. 위치 제어 필요 여부 판정 스텝(S3)은, 이미 설명한 위치 제어 필요 여부 판정부(4)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략한다. 도 8에 도시하는 실시 형태에서는, 스텝 S31에 있어서, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이가 상술한 제어 불감대를 일탈하였는지의 여부를 판정하여, 제어 불감대를 일탈하였다고 판정한 경우에 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 필요로 판정하고, 다음 스텝 S4로 진행된다. 반대로 스텝 S31에 있어서, 목표 상대 위치 R_t 와 실 상대 위치 R_r 의 차이가 제어 불감대를 일탈하지 않았다고 판정한 경우에 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 불필요로 판정하고, 플로를 종료한다.
- [0211] 스텝 S4에 있어서, 위치 제어 스텝을 실행한다. 위치 제어 스텝(S4)은, 상술한 실 상대 위치 결정 스텝(S1)에 의하여 결정된 실 상대 위치 R_r 을, 상술한 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)에 의하여 결정된 목표 상대 위치 R_t 로 하기 위한, 위치 제어 대상(8T)의 위치 제어를 실행하는 스텝이다. 위치 제어 스텝(S4)은, 이미 설명한 위치 제어부(5)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략한다.
- [0212] 또한 몇몇 실시 형태에서는, 상기 용접 제어 방법은, 용접의 결함 사상을 검출한 경우에, 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)에 의하여 결정된 목표 상대 위치 R_t 를 보정하는 목표 위치 보정 스텝을 더 구비해도 된다. 목표 위치 보정 스텝은, 이미 설명한 목표 위치 보정부(6)가 실행하는 처리 내용과 마찬가지로이기 때문에 상세는 생략한다. 또한 목표 상대 위치 결정 스텝(S2)은, 도 8의 스텝 S2와 스텝 S3 사이에서 실시되면 된다(도 7 참조).
- [0213] 본 발명은 상술한 실시 형태에 한정되지 않으며, 상술한 실시 형태에 변형을 가한 형태나, 이들 형태를 적절히 조합한 형태도 포함한다.

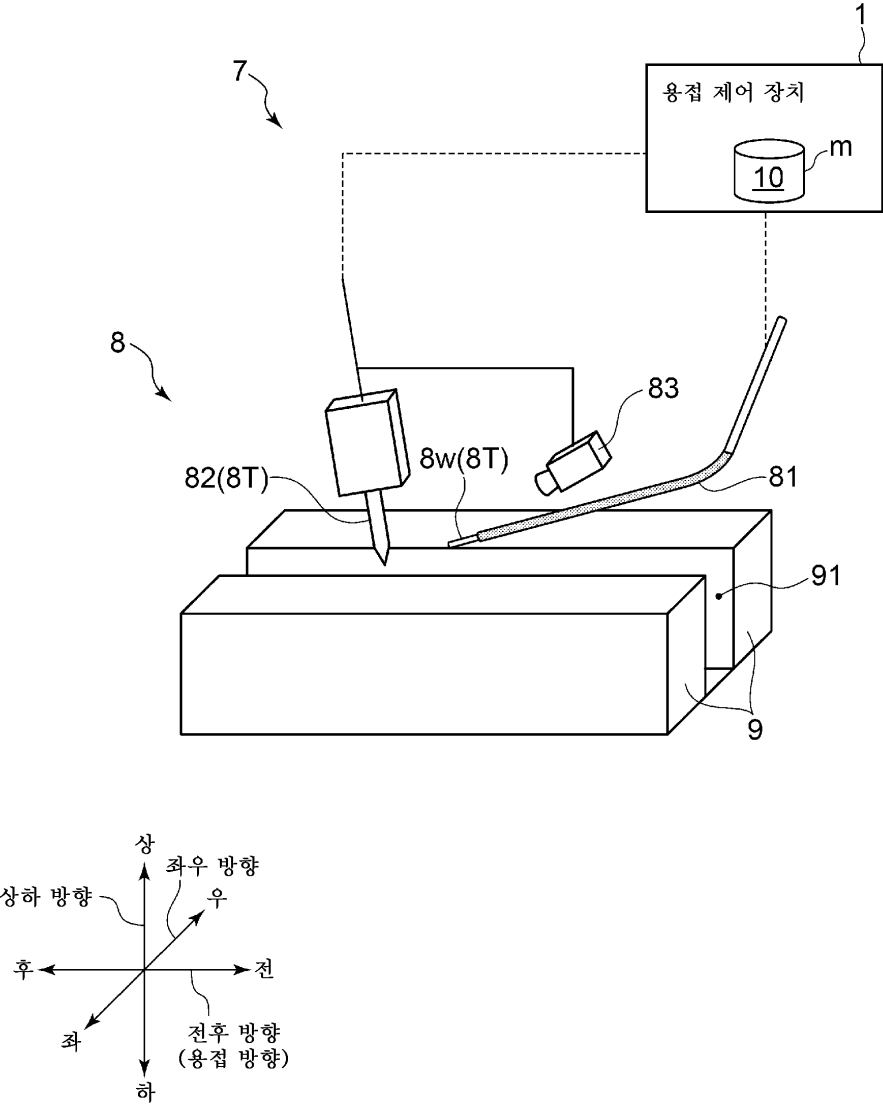
부호의 설명

- [0214] 1: 용접 제어 장치
10: 용접 제어 프로그램

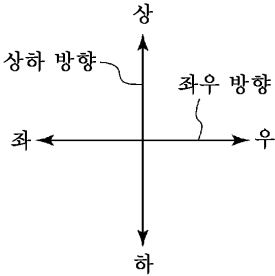
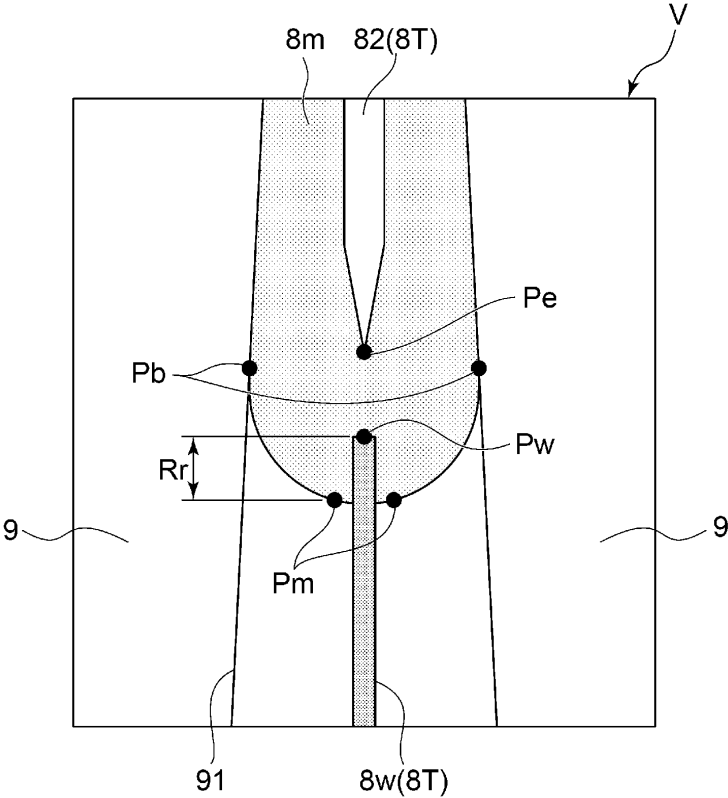
m: 기억 장치
 2: 실 상대 위치 결정부
 21: 촬영 화상 취득부
 22: 용접 특징량 검출부
 23: 검출 이상 판정부
 24: 산출부
 3: 목표 상대 위치 결정부
 31: 용접 조건 취득부
 32: 조건 베이스 목표 결정부
 34: 위치 베이스 목표 결정부
 4: 필요 여부 판정부
 5: 위치 제어부
 6: 목표 위치 보정부
 7: 용접 장치
 8: 용접 실행 장치
 8T: 위치 제어 대상
 81: 와이어 이송 기구
 82: 전극
 83: 촬영부
 8m: 용융지
 8w: 용접 와이어
 9: 용접 대상물
 91: 개선(용접 대상물)
 C: 용접 조건
 P: 용접 특징량
 Pm: 용융지 위치
 Pw: 와이어 위치
 Pb: 개선 위치
 Pe: 전극 위치
 Rr: 실 상대 위치
 Rt: 목표 상대 위치
 S: 상수
 V: 촬영 화상
 T: 제어 주기
 Tf: 이상 제어 주기
 Ts: 정상 제어 주기

도면

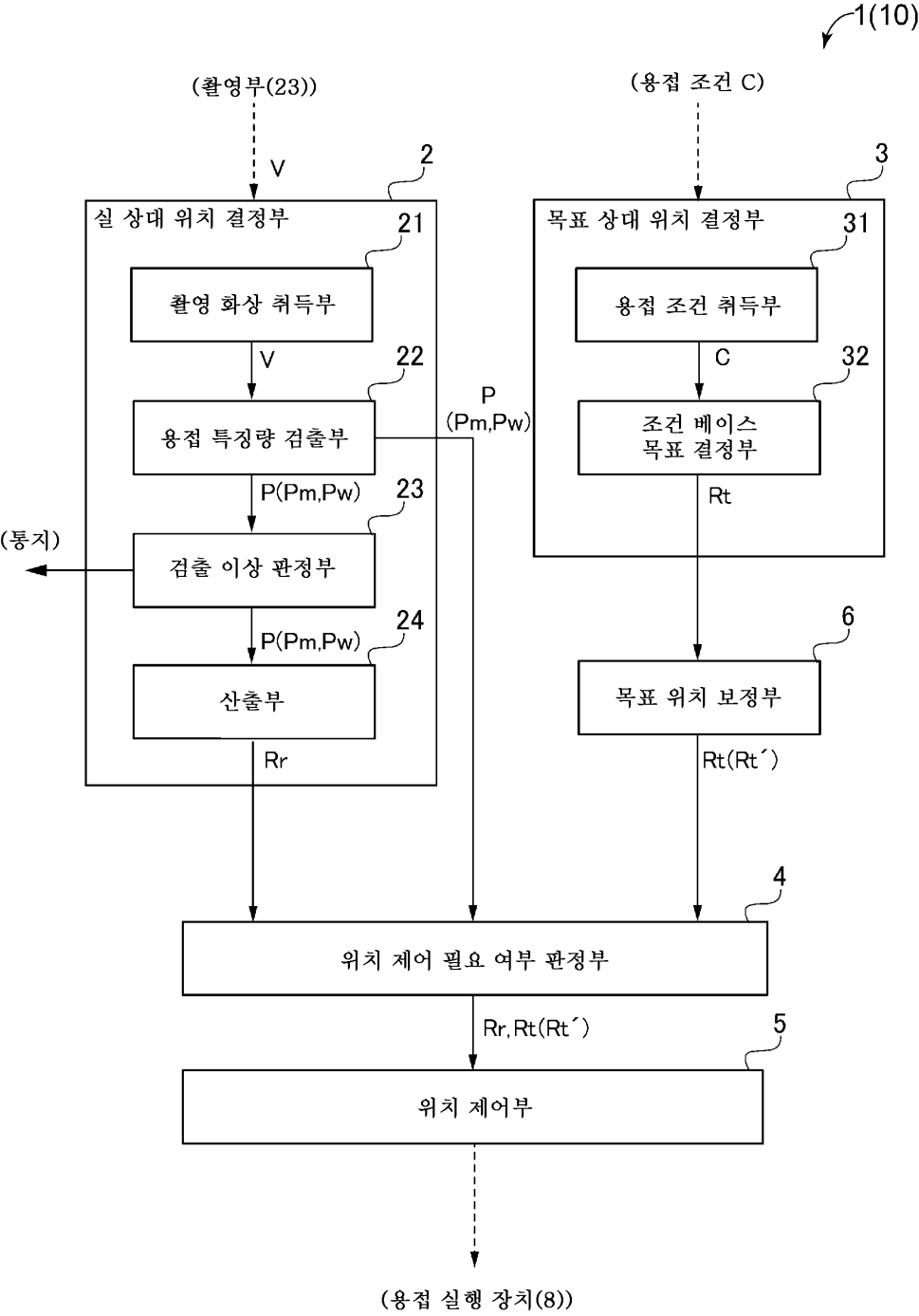
도면1



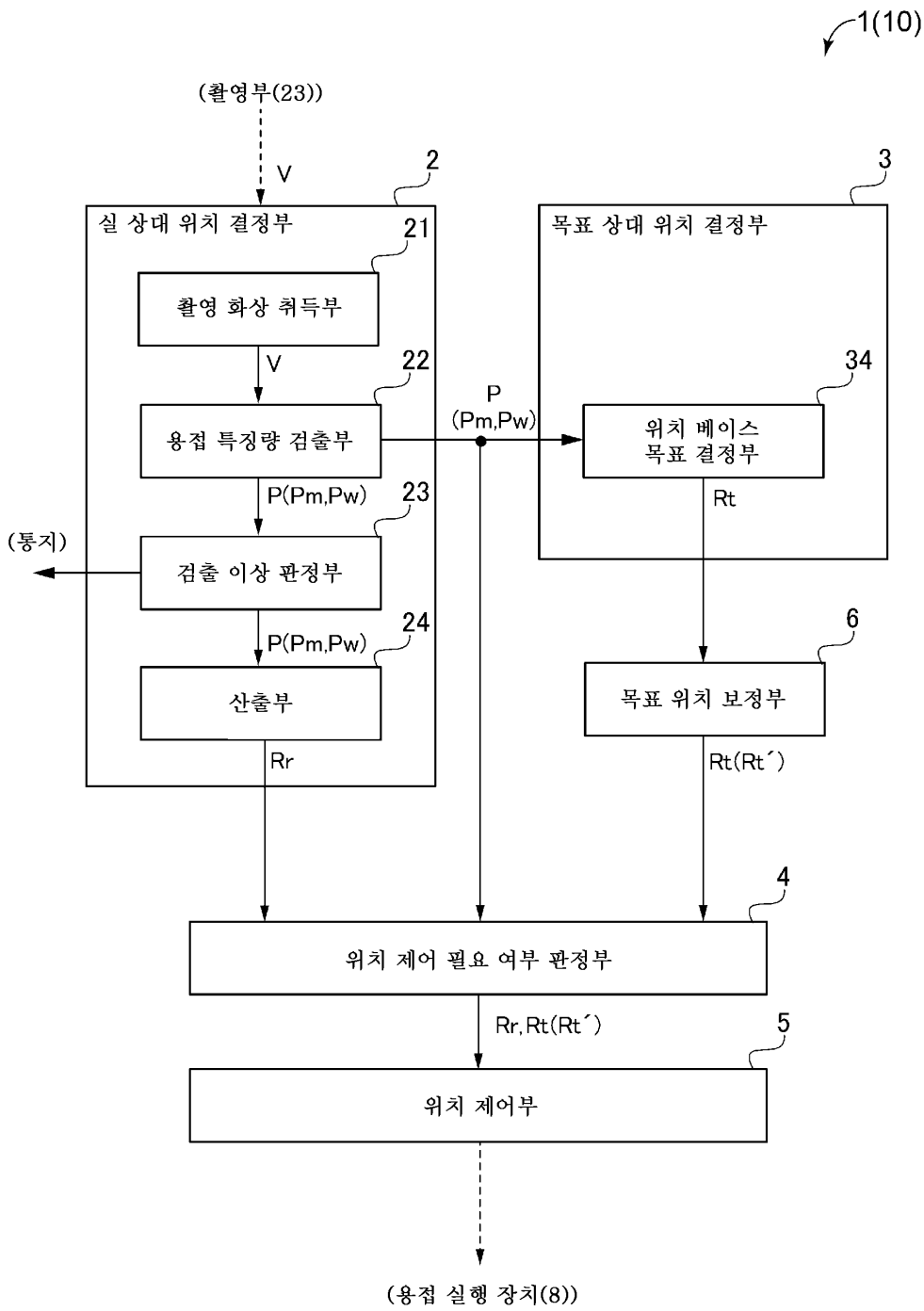
도면2



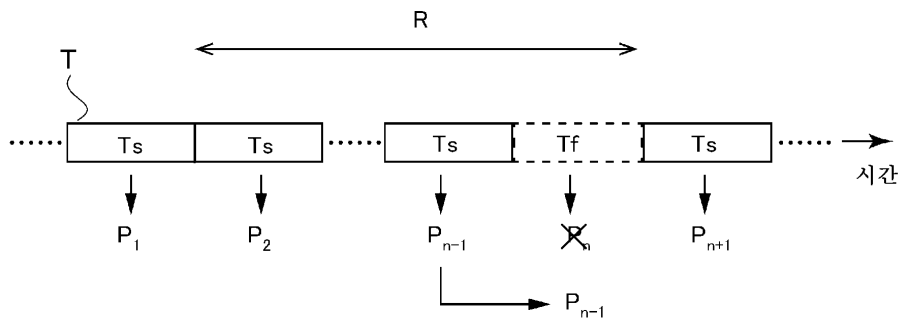
도면3a



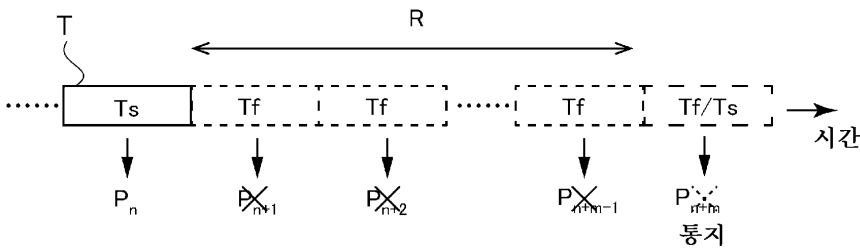
도면3b



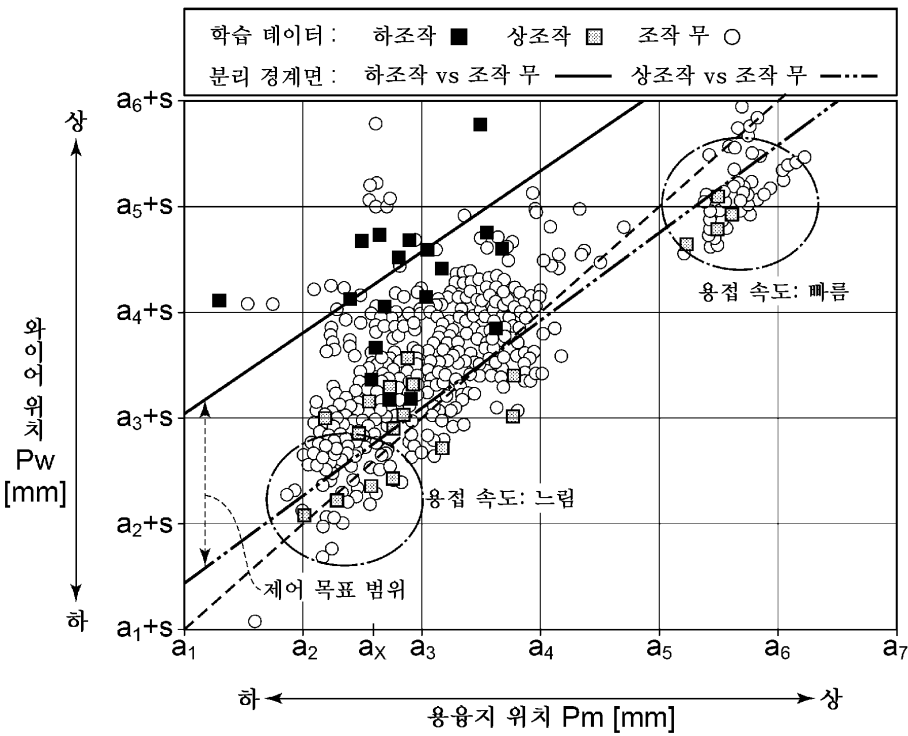
도면4



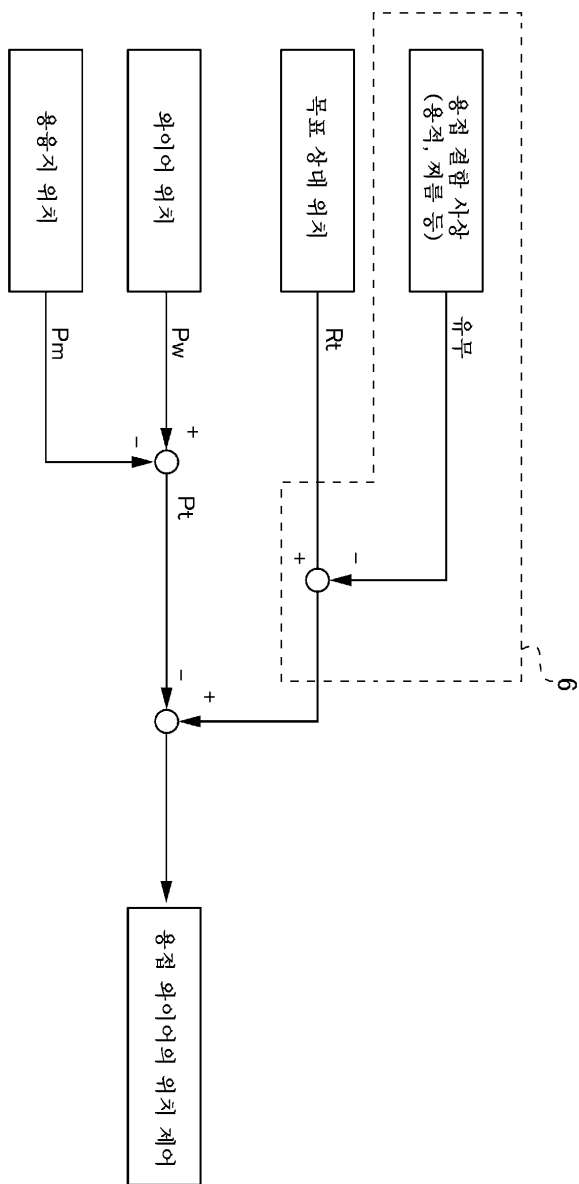
도면5



도면6



도면7



도면8

