



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월17일  
(11) 등록번호 10-1953005  
(24) 등록일자 2019년02월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B23K 26/342* (2014.01) *B23K 26/03* (2014.01)  
*B23K 26/14* (2014.01) *B23K 26/144* (2014.01)  
*B33Y 30/00* (2015.01) *F01D 5/00* (2006.01)  
*F01D 5/28* (2006.01) *B23K 101/00* (2006.01)  
*B23K 103/18* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B23K 26/342* (2015.10)  
*B23K 26/032* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7027430
- (22) 출원일자(국제) 2015년04월01일  
 심사청구일자 2016년10월04일
- (85) 번역문제출일자 2016년10월04일
- (65) 공개번호 10-2016-0129079
- (43) 공개일자 2016년11월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/060315
- (87) 국제공개번호 WO 2015/156181  
 국제공개일자 2015년10월15일
- (30) 우선권주장  
 JP-P-2014-078909 2014년04월07일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2008149326 A\*  
 JP2014028405 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 우귀애

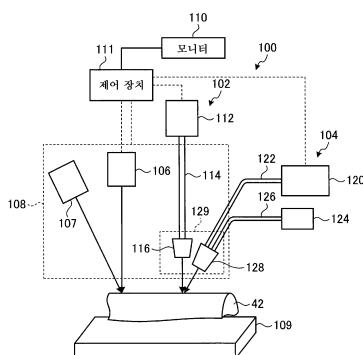
(54) 발명의 명칭 덧锱 용접 장치, 에로전 실드의 형성 방법 및 동의 제조 방법

(57) 요 약

에로전에 대한 내성이 높은 에로전 실드를 형성하는 덧锱 용접 장치, 에로전 실드의 형성 방법 및 동의 제조 방법을 제공한다. 덧锱 용접 장치는, 덧锱 용접에 사용하는 용착 금속을 분사하는 파우더 공급 헤드와, 레이저를 조사하는 레이저 헤드와, 측정용의 라인광을 조사하는 라인 생성기와, 측정용의 라인광을 촬영하는 촬영 장치와,

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도7



파우더 공급 헤드 및 레이저 헤드와, 기체를 상대 이동시키는 이동 기구와, 촬영 장치에 의해 촬영한 라인광의 기체에의 투영상이, 촬영 장치의 소정 위치와 겹치도록 이동 기구에 의해 상대 위치를 이동시키고, 투영상이 촬영 장치의 소정 위치와 겹치는 위치를 모방 위치로 설정하고, 모방 위치에 기초하여 이동 기구를 제어하여, 파우더 공급 헤드 및 레이저 헤드와, 기체를 상대 이동시키는 제어 장치를 갖는다.

(52) CPC특허분류

*B23K 26/144* (2015.10)

*B23K 26/147* (2013.01)

*B33Y 30/00* (2013.01)

*F01D 5/005* (2013.01)

*F01D 5/286* (2013.01)

*B23K 2101/001* (2018.08)

*B23K 2103/26* (2018.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

동익의 기체에 예로전 실드로 되는 용착 금속을 덧땜 용접하는 덧땜 용접 장치이며,

덧땜 용접에 사용하는 용착 금속을 분사하는 파우더 공급 헤드와,

레이저를 조사하는 레이저 헤드와,

측정용의 라인광을 상기 기체에 대해 비스듬히 조사하는 라인 생성기와,

상기 측정용의 라인광을 촬영하는 촬영 장치와,

상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키는 이동 기구와,

상기 촬영 장치에 의해 촬영한 라인광의 상기 기체에의 투영상이, 상기 촬영 장치의 소정 위치와 겹치도록 상기 이동 기구에 의해 상기 기체의 높이 방향의 상대 위치를 이동시키고, 투영상이 상기 촬영 장치의 소정 위치와 겹치는 상기 높이 방향의 위치를 모방 위치로 설정하고, 상기 모방 위치에 기초하여 상기 이동 기구를 제어하여, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키는 제어 장치를 갖고,

상기 제어 장치는, 상기 기체의 선단부의 길이 방향을 따라서, 상기 이동 기구를 복수 패스 이동시키고,

1회의 패스에 있어서의 상기 모방 위치를, 상기 패스의 기점측을 밀하게, 상기 패스의 종점측을 소하게 하는 것을 특징으로 하는, 덧땜 용접 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드의 위치와, 상기 촬영 장치의 위치의 상대 위치의 차에 기초하여, 상기 모방 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는, 덧땜 용접 장치.

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제어 장치는, 상기 촬영 장치의 소정 위치가 라인이며, 상기 투영상과 상기 소정 위치의 라인이 겹치는 위치를 상기 모방 위치로 하는, 덧땜 용접 장치.

#### 청구항 5

날개 본체의 선단부 및 익면의 적어도 일부에 예로전 실드를 형성하는 예로전 실드의 형성 방법이며,

동익으로 되는 기체의 선단부 및 단부면의 적어도 일부를 제거하여, 경계를 형성하는 공정과,

시공 위치의 모방 처리를 행하는 모방 처리 공정과,

상기 모방 처리에서 설정한 모방 위치에 기초하여 상기 경계에 레이저 용접에 의해 덧살부를 형성하는 덧땜 공정과,

상기 기체의 잉여 부분 및 상기 덧살부의 일부를 제거하는 마무리 가공을 행하는 공정을 갖고,

상기 모방 처리 공정은, 측정용의 라인광을 상기 기체에 대해 비스듬히 조사하고, 상기 라인광이 상기 기체에 투영된 투영상을, 고정된 위치에서 촬영 장치에 의해 촬영하고, 촬영 화상 중의 투영상의 위치에 기초하여, 당해 투영상이 소정 위치와 겹치는 상기 기체의 높이 방향의 위치를 모방 위치로 설정하고,

상기 덧땜 공정은, 상기 모방 위치에 기초하여 이동 기구를 제어하여, 상기 덧살부 형성용의 용착 금속을 분사하는 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 용접용의 레이저를 조사하는 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키며,

상기 덧땜 공정은, 상기 기체의 상기 선단부의 길이 방향을 따라서, 상기 이동 기구를 복수 패스 이동시키고,

상기 모방 처리 공정은, 1회의 패스에 있어서의 상기 모방 위치를, 상기 패스의 기점측을 밀하게, 상기 패스의 종점측을 소하게 하는 것을 특징으로 하는, 에로전 실드의 형성 방법.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 모방 처리 공정은, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드의 위치와, 상기 촬영 장치의 위치의 상대 위치의 차에 기초하여, 상기 모방 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는, 에로전 실드의 형성 방법.

## 청구항 7

삭제

## 청구항 8

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 촬영 장치의 소정 위치는 라인이며,

상기 모방 처리 공정은, 상기 투영상과 상기 소정 위치의 라인이 겹치는 위치를 상기 모방 위치로 하는, 에로전 실드의 형성 방법.

## 청구항 9

동익에 잉여부를 갖는 기체를 성형하는 기체 제조 공정과,

제5항 또는 제6항에 기재된 에로전 실드의 형성 방법에 의해, 상기 날개 본체에 에로전 실드를 형성하는 공정을 갖는 것을 특징으로 하는, 동익 제조 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 덧땜 용접 장치, 에로전 실드의 형성 방법 및 동익 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적인 터빈(예를 들어, 증기 터빈)은 케이싱에 회전축인 로터가 회전 가능하게 지지되고, 이 로터의 외주부에 동익이 설치됨과 함께, 케이싱의 내벽에 정익이 설치되고, 증기 통로에 이 동익과 정익이 교대로 복수 배치되어 있다. 그리고, 증기가 증기 통로를 흐르는 과정에서, 동익 및 로터가 회전 구동한다.

[0003] 동익은, 로터의 로터 디스크에 고정되는 익근부와, 익근부에 일체로 형성되는 플랫폼과, 기단부가 이 플랫폼에 접합되어 선단부축으로 연장되는 날개부를 갖고 있다. 그리고, 동익은, 기단부가 로터 디스크의 외주부에 그 주위 방향을 따라서 복수 병렬 설치되도록 고정되어 있다.

[0004] 예를 들어, 증기 터빈의 동익은, 증기가 흐르는 경로 내에서 회전한다. 이때, 저압 증기 터빈의 최종단 부근의 증기는, 미소 물방울을 다량으로 함유하고 있다. 이 때문에, 동익은, 물방울의 고속 충돌에 의해, 날개 선단부 전방 테두리부가 에로전에 의해 두께 감소해 버린다.

[0005] 이와 같은, 에로전에 대한 대책으로서는, 예를 들어 특허문헌 1, 특허문헌 2에 기재되어 있는 바와 같이 동익의 선단부 전방 테두리부에 에로전 실드를 형성하는 방법이 있다. 특허문헌 1에서는, 플라즈마 트랜스퍼 아크 용접에 의해 덧땜 용접하여 에로전 실드를 형성하고 있다. 또한, 특허문헌 2에는, 경질 재료의 분말을 고밀도 에너지 조사(레이저나 전자빔)로 용융시켜 덧땜 용접하여 경질층을 형성하고, 부재의 일부를 국부적으로 경질층으로 치환하여 침식 방지부(에로전 실드)를 형성하는 것이 기재되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006]

(특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평10-280907호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2012-86241호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007]

특허문헌 1에 기재된 바와 같이 아크 용접에 의해 에로전 실드를 형성하면, 결함이 발생하는 경우나, 경도가 충분하지 않은 경우가 있다. 또한, 특허문헌 2에 기재되어 있는 바와 같이 레이저 용접에 의한 덫땜 가공에 의해, 에로전 실드를 제작함으로써, 에로전 실드 성능을 높게 할 수 있다. 그러나, 특허문헌 2에 기재된 가공에서는, 에로전 실드가 날개 본체로부터 떨어지거나, 결손되거나 하는 경우가 있다.

[0008]

본 발명은 상술한 과제를 해결하는 것이며, 에로전에 대한 내성이 높은 에로전 실드를 형성하는 덫땜 용접 장치, 에로전 실드의 형성 방법 및 동의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0009]

상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 동의의 기체에 에로전 실드로 되는 용착 금속을 덫땜 용접하는 덫땜 용접 장치이며, 덫땜 용접에 사용하는 용착 금속을 분사하는 파우더 공급 헤드와, 레이저를 조사하는 레이저 헤드와, 측정용의 라인광을 조사하는 라인 생성기와, 상기 측정용의 라인광을 촬영하는 촬영 장치와, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키는 이동 기구와, 상기 촬영 장치에 의해 촬영한 라인광의 상기 기체에의 투영상이, 상기 촬영 장치의 소정 위치와 겹치도록 상기 이동 기구에 의해 상대 위치를 이동시키고, 투영상이 상기 촬영 장치의 소정 위치와 겹치는 위치를 모방 위치로 설정하고, 상기 모방 위치에 기초하여 상기 이동 기구를 제어하여, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키는 제어 장치를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0010]

여기서, 상기 제어 장치는, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드의 위치와, 상기 촬영 장치의 위치의 상대 위치의 차에 기초하여, 상기 모방 위치를 조정하는 것이 바람직하다.

[0011]

또한, 상기 제어 장치는, 상기 기체의 선단부의 길이 방향을 따라서, 상기 이동 기구를 복수 패스 이동시키고, 1회의 패스에 있어서의 상기 모방 위치를, 상기 패스의 기점측을 밀하게, 상기 패스의 종점측을 소하게 하는 것이 바람직하다.

[0012]

또한, 상기 제어 장치는, 상기 촬영 장치의 소정 위치가 라인이며, 상기 투영상과 상기 소정 위치의 라인이 겹치는 위치를 상기 모방 위치로 하는 것이 바람직하다.

[0013]

상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 날개 본체의 선단부 및 익면의 적어도 일부에 에로전 실드를 형성하는 에로전 실드의 형성 방법이며, 동의으로 되는 기체의 선단부 및 단부면의 적어도 일부를 제거하여, 경계를 형성하는 공정과, 시공 위치의 모방 처리를 행하는 모방 처리 공정과, 상기 모방 처리에서 설정한 모방 위치에 기초하여 상기 경계에 레이저 용접에 의해 덫살부를 형성하는 덫땜 공정과, 상기 기체의 잉여 부분 및 상기 덫살부의 일부를 제거하는 마무리 가공을 행하는 공정을 갖고, 상기 모방 처리 공정은, 측정용의 라인광을 상기 기체에 조사하고, 상기 라인광이 상기 기체에 투영된 투영상을, 고정된 위치에서 촬영 장치에 의해 촬영하고, 촬영 화상 중의 투영상의 위치에 기초하여, 당해 투영상이 소정 위치와 겹치는 위치를 모방 위치로 설정하고, 상기 덫땜 공정은, 상기 모방 위치에 기초하여 상기 이동 기구를 제어하여, 상기 덫살부 형성용의 용착 금속을 분사하는 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 용접용의 레이저를 조사하는 레이저 헤드와, 상기 기체를 상대 이동시키는 것을 특징으로 한다.

[0014]

여기서, 상기 모방 처리 공정은, 상기 파우더 공급 헤드 및 상기 레이저 헤드의 위치와, 상기 촬영 장치의 위치의 상대 위치의 차에 기초하여, 상기 모방 위치를 조정하는 것이 바람직하다.

[0015]

또한, 상기 덫땜 공정은, 상기 기체의 상기 선단부의 길이 방향을 따라서, 상기 이동 기구를 복수 패스 이동시

키고, 상기 모방 처리 공정은, 1회의 패스에 있어서의 상기 모방 위치를, 상기 패스의 기점측을 밀하게, 상기 패스의 종점측을 소하게 하는 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 상기 촬영 장치의 소정 위치는 라인이며, 상기 모방 공정은, 상기 투영상과 상기 소정 위치의 라인이 겹치는 위치를 상기 모방 위치로 하는 것이 바람직하다.

[0017] 상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명에 관한 동의 제조 방법은, 동의에 잉여부를 갖는 기체를 성형하는 기체 제조 공정과, 상기 중 어느 하나에 기재된 예로전 실드의 형성 방법에 의해, 상기 날개 본체에 예로전 실드를 형성하는 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0018] 본 발명은, 모방 처리를 행하고, 그 결과에 기초하여 덧锱 용접을 행함으로써, 용접 불량이 발생하는 것을 억제 할 수 있어, 보다 고품질의 예로전 실드로 할 수 있다. 이에 의해, 예로전에 대한 내성을 높게 할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 동의이 구비된 증기 터빈의 개략 구성도이다.

도 2는 동의의 일 실시 형태의 개략 구성을 도시하는 사시도이다.

도 3은 도 2의 A-A면 단면도이다.

도 4는 예로전 실드의 형상 및 형성 방법을 설명하기 위한 설명도이다.

도 5는 동의 제조 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다.

도 6은 동의 제조 방법의 예로전 실드의 형성 방법의 일례를 나타내는 모식도이다.

도 7은 덧锱 용접 장치의 개략 구성을 도시하는 모식도이다.

도 8은 덧锱 용접 장치의 개략 구성을 도시하는 부분 확대도이다.

도 9는 공급 헤드의 개략 구성을 도시하는 정면도이다.

도 10은 덧锱 용접의 처리 동작의 일례를 나타내는 흐름도이다.

도 11은 덧锱 용접의 처리 동작의 일례를 나타내는 흐름도이다.

도 12는 덧锱 용접의 처리 동작의 일례를 설명하기 위한 설명도이다.

도 13은 덧锱 용접의 처리 동작의 일례를 설명하기 위한 설명도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하에 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 적합한 실시 형태를 상세하게 설명한다. 또한, 이 실시 형태에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 또한, 실시 형태가 복수인 경우에는, 각 실시 형태를 조합하여 구성하는 것도 포함하는 것이다.

[0021] 도 1은 본 실시 형태에 관한 동의이 구비된 증기 터빈의 개략 구성도이다. 이하, 도 1을 참조하면서, 본 실시 형태에 관한 증기 터빈(1)의 구조의 개략에 대하여 설명한다.

[0022] 도 1에 도시한 바와 같이, 증기 터빈(1)에 있어서, 케이싱(11)은 중공 형상을 나타내고, 회전축으로서의 로터(12)가 복수의 베어링(13)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 케이싱(11) 내에는, 동의(15) 및 정의(16)이 배치되어 있다. 동의(15)은 로터(12)에 형성된 원반 형상의 로터 디스크(14)의 외주에 그 주위 방향을 따라서, 복수 병렬 설치되어 고정되어 있다. 정의(16)은 케이싱(11)의 내벽에 그 주위 방향을 따라서, 복수 병렬 설치되어 고정되어 있다. 이들 동의(15) 및 정의(16)은 로터(12)의 축방향을 따라서 교대로 배치되어 있다.

[0023] 또한, 케이싱(11) 내에는, 상기의 동의(15) 및 정의(16)이 배치되고, 증기가 통과하는 증기 통로(17)가 형성되어 있다. 이 증기 통로(17)에는, 증기가 공급되는 입구로서 증기 공급구(18)가 형성되고, 증기가 외부로 배출되는 출구로서 증기 배출구(19)가 형성되어 있다.

[0024] 다음에, 도 1을 참조하면서, 증기 터빈(1)의 동작의 개략을 설명한다. 증기 터빈(1)의 증기 공급구(18)로부터 증기 통로(17)에 공급된 증기는, 정의(16)을 통과하는 과정에서 팽창하여 고속의 증기류로 된다. 정의(16)을

통과한 고속의 증기류는, 동익(15)에 분사되어, 복수의 동익(15) 및 이들이 설치된 로터(12)를 회전시킨다. 로터(12)에는, 예를 들어 발전기 등이 연결되어 있고, 로터(12)가 회전함으로써 발전기가 구동되어 전력이 발생한다. 증기 통로(17)의 정익(16) 및 동익(15)이 배치된 부분을 통과한 증기는, 증기 배출구(19)로부터 외부로 배출된다.

[0025] 도 2는 본 실시 형태의 동익을 도시하는 개략도이다. 도 3은 도 2의 A-A면 단면도이다. 도 2 및 도 3을 참조하면서, 본 실시 형태의 동익(15)의 구조에 대하여 설명한다. 도 2에 도시한 바와 같이, 동익(15)은 익근부(21)와, 플랫폼(22)과, 날개부(23)를 포함한다. 익근부(21)는 로터 디스크(14)에 매설되어, 동익(15)을 로터 디스크(14)에 고정한다. 플랫폼(22)은 익근부(21)와 일체로 되는 만곡한 플레이트 형상물이다. 날개부(23)는 기단부가 플랫폼(22)에 고정되고, 선단부가 케이싱(11)의 내벽면측으로 연장되어 있다. 날개부(23)는 날개 길이 방향을 향함에 따라서 비틀어져 있는 경우도 있다. 또한, 동익(15)은 날개부(23)의 선단부에 고정된 슈라우드를 구비하고 있어도 된다. 슈라우드는, 인접하는 동익(15)의 슈라우드와 접촉하여, 동익(15)을 고정하거나, 또는, 동익(15)의 진동을 억제하는 부재이다.

[0026] 여기서, 동익(15)은 도 2 및 도 3에 도시한 바와 같이, 날개 본체(24)의 표면의 일부에 에로전 실드(25)가 형성되어 있다. 에로전 실드(25)는 동익(15)이 회전하여 증기류가 흐를 때, 동익(15) 중, 증기류의 상류측인 전방 테두리부, 즉 선단부(26) 및 익면(27)의 선단부(26)측의 일부에 형성된다. 날개 본체(24)와 에로전 실드(25)의 경계선이 경계(28)로 된다. 에로전 실드(25)는 동익(15)의 연장 방향, 즉 날개부(23)의 플랫폼(22)으로부터 이격되는 방향에 있어서, 플랫폼(22)으로부터 면 측의 일정 범위에 형성할 수도 있다. 즉, 회전 시에 직경 방향 외측으로 되는 측의 일부에만 형성해도 된다. 에로전 실드(25)는, 예를 들어 코발트를 주성분으로 하는 스테라이트(등록 상표) 등의 내마모성이 높은 코발트기 합금을 사용할 수 있다. 에로전 실드(25)는 날개 본체(24)의 표면에, 대상의 재료(예를 들어, 스테라이트(등록 상표))를 레이저 용접의 덧땜 가공(덧땜 용접)에 의해 형성할 수 있다. 또한, 날개 본체(24)는 크롬기 합금 등으로 형성된다.

[0027] 다음에, 도 4 내지 도 13을 사용하여, 에로전 실드의 보다 상세한 형상, 에로전 실드의 형성 방법 및 이것을 포함하는 동익 제조 방법에 대하여 설명한다. 도 4는 에로전 실드의 형상 및 형성 방법을 설명하기 위한 설명도이다. 도 5는 동익 제조 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다. 도 6은 동익 제조 방법의 에로전 실드의 형성 방법의 일례를 도시하는 모식도이다. 도 7은 덧땜 용접 장치의 개략 구성을 도시하는 모식도이다. 도 8은 덧땜 용접 장치의 개략 구성을 도시하는 부분 확대도이다. 도 9는 공급 헤드의 개략 구성을 도시하는 정면도이다. 도 10은 덧땜 용접의 처리 동작의 일례를 나타내는 흐름도이다. 도 11은 덧땜 용접의 처리 동작의 일례를 나타내는 흐름도이다. 도 12 및 도 13은 각각 덧땜 용접의 처리 동작의 일례를 설명하기 위한 설명도이다.

[0028] 도 4에 도시한 바와 같이, 동익(15)은 날개 본체(24)로 되는 기체(40)로부터 에로전 실드(25)를 형성하기 위한 개선(開先)을 형성함으로써, 경계(28)가 형성된다. 그 후, 경계(28)에 에로전 실드(25)로 되는 재료를 덧땜 가공에 의해 형성하고, 그 후, 덧땜 가공한 부분의 잉여 부분과, 기체(40)의 잉여 부분을 제거함으로써, 선단부(26)와, 익면(27)과, 익면(27)과는 반대측의 면이 형성된다.

[0029] 여기서, 경계(28)는 익면(27)측의 단부로부터 선단부(26)의 단부를 향함에 따라서, 익면(27)과는 반대측의 면에 가까워지는 형상으로 되어 있다. 또한, 경계(28)는 익면(27)측의 단부가, 날개 본체(24)의 내측으로 볼록한 곡면(제1 곡면) R1과, 제1 곡면 R1보다도 선단부(26)측에 배치된 날개 본체(24)의 외측으로 볼록한 곡면(제2 곡면) R2와, 제2 곡면 R2보다도 선단부(26)측에 배치된 날개 본체(24)의 외측으로 볼록한 곡면(제3 곡면) R3과, 제3 곡면 R3과 익면(27)과는 반대측의 면 사이에 배치된 직선으로 형성되어 있다. 본 실시 형태의 경계(28)는 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2와 제3 곡면 R3이 매끄럽게 접속되어 있다. 또한 본 실시 형태의 경계(28)는 제1 곡면 R1의 곡률 반경이 제2 곡면 R2의 곡률 반경보다도 작아진다. 또한, 경계(28)는 제3 곡면 R3의 곡률 반경이 제1 곡면 R1의 곡률 반경보다도 작아진다.

[0030] 본 실시 형태의 동익(15)의 각 형상의 일례로서는, 제1 곡면 R1의 곡률 반경이 6.5mm, 제2 곡면 R2의 곡률 반경이 10.0mm, 제3 곡면 R3의 곡률 반경이 2.5mm로 된다.

[0031] 경계(28)는 제2 곡면 R2와 제3 곡면 R3의 접점과, 익면(27)과는 반대측의 면의 거리 d1이 2.3mm, 제3 곡면 R3과 익면(27)과는 반대측의 면 사이에 배치된 직선의 거리 d2가 0.7mm로 된다. 동익(15)은 익면(27)과, 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2의 접점의 거리 d3이 0.8mm로 된다. 기체(40)는 익면(27)측의 면과 익면(27)의 거리 d4, d5가 1.0mm로 된다. 기체(40)는 익면(27)측과는 반대측의 면과, 동익(15)의 익면(27)측과는 반대측의 면의 거리 d6이 2.0mm로 된다.

- [0032] 또한, 기체(40)는 선단부(26)측의 단부로부터, 경계(28)의 익면(27)측의 단부까지의 거리 L1이 12.5mm로 되고, 선단부(26)측의 단부로부터, 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2의 접점까지의 거리 L2가 9.0mm로 된다. 기체(40)는 선단부(26)측의 단부로부터, 에로전 실드(25)의 선단부(26)측의 단부까지의 거리 L3이 1.0mm로 된다. 기체(40)는 선단부(26)측의 단부로부터, 제3 곡면 R3의 선단부(26)측의 단부까지의 거리 L4가 2.7mm로 된다. 기체(40)는 선단부(26)측의 단부로부터, 제2 곡면 R2와 제3 곡면 R3의 접점까지의 거리 L5가 3.2mm로 된다.
- [0033] 동익(15)은 날개 본체(24)와 에로전 실드(25)의 경계(28)의 형상을, 익면(27)측의 단부로부터 선단부(26)의 단부를 향함에 따라서, 익면(27)과는 반대측의 면에 가까워지는 형상으로 하고, 또한, 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2를 포함하는 형상으로 함으로써, 에로전 실드(25)의 에로전 실드 성능을 높게 할 수 있다. 또한, 날개 본체(24)에 에로전 실드(25)의 결함의 발생을 억제할 수 있어, 에로전 실드(25)의 경도를 높게(단단하게) 할 수 있다. 즉, 레이저 용접의 덧땜 가공에 의해 형성하는 에로전 실드(25)와 날개 본체(24)의 상기 관계로 함으로써, 모재 성분[날개 본체(24)의 성분]에 의해 용착 금속[에로전 실드(25)의 금속]이 희석되기 때문에, 에로전 실드(25)의 경도가 높아(단단해)지지 않아, 성능의 열화가 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 모재 성분에 의해 용착 금속이 희석됨으로써, 에로전 실드(25)의 금속에 균열이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 에로전 실드(25)와 날개 본체(24)의 용접 불량이나 블로우홀과 같은 용접 결함의 발생을 억제할 수 있다.
- [0034] 또한, 본 실시 형태는, 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2를 접촉시켰지만, 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2 사이에 직선부를 형성해도 된다. 또한, 본 실시 형태는, 제3 곡면 R3과 익면(27)과는 반대측의 면 사이에 곡면을 형성해도 된다. 여기서, 경계(28)는 제1 곡면 R1과 제2 곡면 R2와 제3 곡면 R3이, 매끄럽게 접속되고, 또한 곡률 반경이 커지도록 하는 것이 바람직하다. 이와 같이, 경계(28)의 각각의 곡면의 곡률 반경을 크게 함으로써, 경계(28)를 따른 방향에 있어서의 에로전 실드(25)의 두께 변동을 완만하게 할 수 있어, 에로전 실드(25)의 성능을 높게 할 수 있다.
- [0035] 동익(15)은 거리 L4-거리 L3의 거리보다도 거리 d3쪽이 짧아진다. 즉, 에로전 실드(25)는 선단부(26)측쪽이 익면(27)보다도 두꺼워진다. 이에 의해, 에로전이 보다 발생하기 쉬워, 두께 감소량이 많은 선단부(26)측의 두께를 두껍게 하면서, 두께 감소량이 적은 익면(27)측의 두께를 얇게 할 수 있다.
- [0036] 기체(40)는 익면(27)측의 면과 익면(27)의 거리 d4, d5, 즉, 익면(27)측의 잉여부의 거리를 1.0mm로 한다. 또한, 익면(27)측의 잉여부의 거리는 1.0mm로 함으로써, 효율적으로 가공을 행할 수 있지만, 1.0mm 이상이면 되고, 두꺼워도 된다.
- [0037] 기체(40)는 익면(27)측과는 반대측의 면과, 동익(15)의 익면(27)측과는 반대측의 면의 거리 d6, 즉, 익면(27)측과는 반대측의 면측의 잉여부의 거리를 2.0mm로 한다. 또한, 익면(27)측과는 반대측의 면측의 잉여부의 거리는 2.0mm로 함으로써, 효율적으로 가공을 행할 수 있지만, 2.0mm 이상이면 되고, 두꺼워도 된다.
- [0038] 다음에, 도 5 및 도 6을 사용하여 동익의 제조 방법에 대하여 설명한다. 동익 제조 방법은, 제조하는 터빈 날개(동익)의 형상에 기초하여, 터빈 날개의 기체(40)의 형상과 가공량을 결정한다(스텝 S20). 즉, 상술한 도 4에 도시한 바와 같이 설정한 기체(40)의 형상 및 각 위치의 거리 등을 결정하고, 또한, 형상에 기초하여, 가공량이나 가공 수순을 결정한다.
- [0039] 동익 제조 방법은, 가공 조건을 결정하였다면, 결정한 조건에 기초하여, 터빈 날개의 기체(40)를 제조한다(스텝 S22). 즉, 동익 제조 방법은, 도 6에 도시한 가공 대상물(82)인 기체(40)를 제조한다. 기체(40)는 경계(28)가 형성되기 전의 형상이며, 잉여부나, 경계(28)보다도 선단부측의 영역이 남은 형상이다. 기체(40)는 단조에 의해 제조된다. 예를 들어, 기체(40)의 형태로 가공된 상하 1조의 금형 내에, 재결정 온도 이상의 고온으로 가열한 단조 소재(예를 들어, 스테인리스 등)를 설치하고, 열간형 단조를 행한다. 열간형 단조가 종료되면, 기체(40)의 형상의 단조물이 성형된다. 제조된 기체(40)는 성형된 고온 상태의 단조물을 냉각한 후, 불필요한 부분(버어)을 제거하고, 단조물에 대하여 열처리를 실시함으로써, 전공정(단조 공정)에서 단조물에 발생한 잔류 응력 및 냉각 과정에서 단조물에 발생한 열응력을 해방한다. 이에 의해, 기체(40)를 제조한다.
- [0040] 동익 제조 방법은, 기체(40)를 제조하였다면, 덧땜 용접 모서리 가공을 행한다(스텝 S24). 즉, 도 6의 가공 대상물(82)에 대하여 모서리 가공을 행하여, 가공 대상물(84)과 같이, 기체(42)의 일부(44)를 제거한다. 이에 의해, 기체(42)의 선단부측의 부분은 경계(28)를 따른 곡면으로 된다.
- [0041] 동익 제조 방법은, 덧땜 용접 모서리 가공을 행하였다면, 레이저 용접에 의해 덧땜 가공을 행한다(스텝 S26). 즉, 도 6의 가공 대상물(84)에 대하여 덧땜 용접을 행하여, 가공 대상물(86)과 같이, 기체(42)에 덧살부(46)를 형성한다. 덧살부(46)는 에로전 실드(25)로 되는 금속(용착 금속)으로 형성되고, 에로전 실드(25)가 형성되는

영역(50)을 포함하는 범위에 형성한다. 또한, 덧锱 가공은, 동익(15)의 연장 방향, 즉 도 6의 지면에 수직인 방향을 1패스로 하여 행해진다. 또한, 1패스의 덧锱 가공이 행해지고, 다음 패스의 덧锱 가공이 행해지는 경우, 가공 위치는 화살표(52)의 방향으로 이동된다. 즉, 덧锱 가공은, 영역(50)의 익면(27)측의 단부측으로부터 행하고, 선단부(26)측으로 서서히 이동하여, 익면(27)과는 반대측의 면까지 행해진다.

[0042] 동익 제조 방법은, 기체(42)의 덧살부(46)가 형성되는 면을 경계(28)를 따른 곡면으로 함으로써, 영역(50)의 두께가 두꺼워지는 것을 억제할 수 있고, 각 위치를 1패스분의 용착 금속(1층)으로 형성할 수 있다. 즉, 다층성의 용접에 의해 형성하는 것을 억제할 수 있어, 경도 저하 영역이 표면에 출현하는 것을 억제할 수 있다. 여기서, 동익 제조 방법은, 영역(50)의 두께를 2.0mm 이하로 함으로써, 덧살부(46)의 각 위치를 1층으로 형성할 수 있다. 경도 저하 영역이란, 용착 금속에 모재가 혼입되는 영역이며, 용착 금속에 의해 얻어지는 예로전 실드(25)의 성능(내에로전 성능)이 저하된 영역이다.

[0043] 덧살부(46)는 모재[기체(42)의 재료]에 의한 희석을 10% 이하로 하는 것이 바람직하다. 동익 제조 방법은, 후술하지만 레이저를 사용한 덧锱 가공에 의해 덧살부(46)를 형성함으로써, 모재[기체(42)의 재료]에 의한 희석을 10% 이하로 할 수 있다. 동익 제조 방법은, 기체(42)의 덧살부(46)가 형성되는 면을 경계(28)를 따른 곡면으로 함으로써, 용착 금속[덧살부(46)의 금속, 예로전 실드(25)로 되는 금속]의 용입을 억제할 수 있어, 모재[기체(42)의 재료]에 의한 희석을 보다 확실하게 10% 이하로 할 수 있다. 또한, 덧살부(46)는 인접하는 용접 비드, 즉 인접하는 패스에서 형성되는 부분이 겹치도록 형성한다. 또한, 용접 비드는, 기체(42)에 접촉하는 경우, 기체(42)에 접촉하는 부분보다도 다른 용접 비드에 접촉하는 부분이 많아지도록, 형성하는 것이 바람직하다. 레이저 용접에 의한 덧锱 가공에 대해서는 후술한다.

[0044] 동익 제조 방법은, 덧锱 가공을 행하였다면, 잉여부를 제거하는 마무리 가공을 행한다(스텝 S28). 즉, 도 6의 가공 대상물(86)에 대하여 마무리 가공을 행하여, 가공 대상물(88)에 나타내는 바와 같이, 익면(27)측의 잉여부(60)와, 익면(27)과 반대측의 면측의 잉여부(62)와, 덧살부(46)의 잉여부(64)를 절삭한다. 이에 의해, 날개 본체(24)와 예로전 실드(25)를 갖는 동익(15)을 형성한다. 그 후, 동익(15)에는 필요한 열처리(예를 들어, 용체화 처리 및 시효 처리) 등이 실시되어, 동익(15)에 필요한 기계적 특성이 부여된다.

[0045] 다음에, 도 7, 도 8 및 도 9를 사용하여, 스텝 S26의 레이저 용접에 의한 덧锱 가공(덧锱 용접)에 대하여, 보다 상세하게 설명한다. 먼저, 도 7 및 도 8을 사용하여, 레이저 용접에 의한 덧锱 가공을 행하는 덧锱 용접 장치(100)의 개략 구성에 대하여 설명한다. 도 7에 도시한 바와 같이 덧锱 용접 장치(100)는 레이저 조사 장치(102)와, 파우더 공급 장치(104)와, 촬영 장치(106)와, 라인 생성기(107)와, 지지대(108)와, 이동 기구(109)와, 모니터(110)와 제어 장치(111)를 갖는다.

[0046] 레이저 조사 장치(102)는 광원(112)과, 광 파이버(114)와, 레이저 헤드(116)를 갖는다. 광원(112)은 레이저를 출력하는 발광원이다. 광 파이버(114)는 광원(112)으로부터 출력된 레이저를 레이저 헤드(116)로 유도한다. 레이저 헤드(116)는 광 파이버(114)로 안내된 레이저를 출력한다. 레이저 헤드(116)는 도 8에 도시한 바와 같이 기체(42)의 시공 위치에 대면하고 있으며, 레이저(202)를 시공 위치에 조사한다.

[0047] 파우더 공급 장치(104)는 파우더 공급원(120)과, 파우더 공급 라인(122)과, 에어 공급원(124)과, 에어 공급 라인(126)과, 파우더 공급 헤드(128)를 갖는다. 파우더 공급원(120)은 용착 금속을 공급하는 공급원이다. 파우더 공급원(120)은 용착 금속을 공기 등에 의해 혼합류로서 반송함으로써, 파우더 공급 라인(122)에 공급한다. 파우더 공급 라인(122)은 파우더 공급원(120)으로부터 공급된 용착 금속과 공기의 혼합류를 파우더 공급 헤드(128)에 공급한다. 에어 공급원(124)은 시공 위치의 실드 가스로 되는 불활성 가스(예를 들어, 질소, 아르곤), 본 실시 형태에서는 99.999%의 질소 가스를 공급한다. 에어 공급 라인(126)은 에어 공급원(124)으로부터 공급된 실드 가스를 파우더 공급 헤드(128)에 공급한다.

[0048] 파우더 공급 헤드(128)는 도 9에 도시한 바와 같이 이중관의 노즐이며, 내주측의 관(130)과, 내주측의 관(130)의 외주에 배치된 외주측의 관(132)이 동심원 상에 배치되어 있다. 파우더 공급 헤드(128)는 내주측의 관(130)의 내주에 둘러싸인 영역이 유로(134)로 된다. 유로(134)는 동심원의 중심을 포함하는 원이다. 파우더 공급 헤드(128)는 외주측의 관(132)의 내주면과 내주측의 관(130)의 외주면에 둘러싸인 영역이 유로(136)로 된다. 유로(136)는 링 형상으로 된다. 파우더 공급 헤드(128)는 유로(134)로부터 파우더 공급 라인(122)을 통해 공급된 용착 금속과 공기의 혼합류(파우더)(204)를 분사하고, 유로(136)로부터 에어 공급 라인(126)으로부터 공급된 실드 에어(206)를 분사한다. 파우더 공급 헤드(128)는 도 8에 도시한 바와 같이 기체(42)의 시공 위치에 대면하고 있으며, 시공 위치에 파우더(204)와 실드 에어(206)를 분사한다.

- [0049] 촬영 장치(106)는 카메라 등이며, 기체(42)의 화상을 촬영한다. 촬영 장치(106)는, 레이저 헤드(116) 및 파우더 공급 헤드(128)가 기체(42)를 가공하는 위치를 통과하고, 기체(42)의 선단부의 연장 방향에 평행한 선상의 일부를 시야에 포함한다. 라인 생성기(107)는 촬영 장치(106)의 시야에 포함되는 기체(42)를 향하여 측정용의 라인광을 조사한다. 지지대(108)는 레이저 헤드(116), 파우더 공급 헤드(128), 촬영 장치(106) 및 라인 생성기(107)를 지지하는 다이이다. 레이저 헤드(116)와 파우더 공급 헤드(128)는, 지지대(108)에 대하여, 레이저 헤드(116)와 파우더 공급 헤드(128)를 이동시키는 헤드 이동 기구(129)를 통해 지지되어 있다. 헤드 이동 기구(129)는 레이저 헤드(116)와 파우더 공급 헤드(128)를 기체(42)의 선단부의 연장 방향을 축으로 하여 회전시키거나, 직교하는 3축의 방향으로 이동시키거나 한다. 이동 기구(109)는 지지대(108)로 지지하고 있는 각 부에 대하여 기체(42)를 이동시키는 기구이다. 모니터(110)는 촬영 장치(106)가 촬영한 화상이나, 각종 조작 화면이 표시된다. 제어 장치(111)는 덧锱 용접 장치(100)의 각 부의 동작을 제어한다. 제어에 대해서는 후술한다.
- [0050] 덧锱 용접 장치(100)는 기체(42)의 시공 위치에 레이저(202)를 조사하면서, 파우더(204)를 공급함으로써, 파우더(204)에 포함되는 용착 금속을 기체(42)에 용접할 수 있다. 또한, 덧锱 용접 장치(100)는 실드 에어(206)를 시공 위치에 분사함으로써, 시공 위치의 분위기를 소정의 분위기로 할 수 있다. 구체적으로는, 시공 위치의 산소 농도를 제어할 수 있다.
- [0051] 다음에, 도 10 내지 도 13을 사용하여, 레이저 용접에 의한 덧锱 가공의 처리 동작의 일례에 대하여, 설명한다. 또한, 도 10에 도시한 처리는, 프로그램 등을 사용하여 자동 제어로 실행할 수 있다.
- [0052] 동의 제조 방법은, 그라인더 처리를 행하여(스텝 S40), 모서리 가공을 행한 영역의 표면을 처리한다. 그라인더 처리를 행함으로써, 덧锱 용접에 의해 용착시키는 용착 금속이 기체(42)의 표면(경계)에 용착하기 쉬운 상태로 할 수 있다. 동의 제조 방법은, 그라인더 처리를 행하였다면, 두께 계측(스텝 S42)을 행한다. 즉, 동의 제조 방법은, 에로전 실드(25)를 형성하는 영역의 형상을 계측한다.
- [0053] 동의 제조 방법은, 두께 계측을 행하였다면, 시공 위치의 모방 처리를 행한다(스텝 S44). 레이저를 조사하면서 용착 금속을 분사함으로써 용접 비드를 형성하는 위치를 특정한다. 이에 의해, 각 헤드와 기체(42)를 상대 이동시키는 경로를 조정한다.
- [0054] 여기서, 도 11 내지 도 13을 사용하여 모방 처리에 대하여 설명한다. 동의 제조 방법은, 시공용 레이저[레이저 헤드(116)로부터 조사되는 레이저]와 측정용 레이저[라인 생성기(107)로부터 출력되는 레이저]의 위치를 보정한다(스텝 S100). 구체적으로는, 레이저 헤드(116)와 라인 생성기(107)의 위치 정렬을 행한다. 위치 정렬은, 인코더 등의 위치 검출 장치를 사용하여 행해도 되고, 제어 신호에 기초하여 행해도 된다.
- [0055] 동의 제조 방법은, 위치를 보정하였다면, 시공 위치의 모방 처리를 행한다(스텝 S102). 구체적으로는, 도 12에 도시한 바와 같이, 라인 생성기(107)로부터 측정 대상물(기체)(140)을 향하여 라인광(138)을 조사하고, 소정 위치를 촬영하고 있는 촬영 장치(106)에 의해 화상을 취득한다. 동의 제조 방법은, 화상을 취득하고, 취득한 화상을 제어 장치(111)에 의해 해석함으로써, 화상의 소정 위치에 고정한 마크(142)와, 라인광(138)이 기체(140)에 투영됨으로써, 발생하는 투영상(144)과의 상대 위치를 검출한다. 여기서, 본 실시 형태의 마크(142)는 삽자형상이다.
- [0056] 동의 제조 방법은, 마크(142)와 투영상(144)이 겹치는 위치를 검출하고, 검출한 위치를 모방 위치로서 추출한다. 동의 제조 방법은, 기체(140a)의 위치에 있는 경우, 마크(142a)와 투영상(144a)이 일치하지 않기 때문에, 모방 위치로서 추출하지 않고, 이동 기구(109)에 의해 기체(140)를 이동시킨다. 또한, 마찬가지로 동의 제조 방법은, 기체(140b)의 위치에 있는 경우, 마크(142b)와 투영상(144b)이 일치하지 않기 때문에, 모방 위치로서 추출하지 않고, 이동 기구(109)에 의해 기체(140)를 이동시킨다. 이와 같이 동의 제조 방법은, 기체(140)의 위치를 조정하여, 마크(142)와 투영상(144)이 겹치는 위치를 검출한다.
- [0057] 동의 제조 방법은, 모방 처리를 행하였다면, 모방 위치의 기억을 행하고(스텝 S104), 모방 데이터에 기초하여 구동 동작을 설정하고(스텝 S106), 구동 테스트를 행하고(스텝 S108), 본 처리를 종료한다. 또한, 구동 동작을 설정하는 경우, 파우더 공급 헤드(128) 및 레이저 헤드(116)의 위치와, 촬영 장치(106)의 위치의 상대 위치의 차에 기초하여, 모방 위치를 조정하는 것이 바람직하다. 이와 같이 상대 위치의 차에 기초하여 보정(오프셋)을 행함으로써, 촬영 장치(106)에 의해 화상을 촬영하는 위치와, 레이저 헤드(116)가 레이저를 조사하는 위치가 어긋나 있어도, 모방 위치에 기초하여 높은 정밀도로 위치를 보정할 수 있다.
- [0058] 동의 제조 방법은, 모방 처리를 행하였다면, 예열 및 패스간 온도 조정을 행한다(스텝 S46). 본 실시 형태에서는, 기체(42)를 50°C 이상 100°C 이하에 포함되는 소정의 온도로 되도록 주로 가열 또한 필요에 따라서 냉각을

행한다. 동의 제조 방법은, 예열 및 온도 조정을 행하였다면, 덧锱 용접을 행한다(스텝 S48). 구체적으로는, 덧锱 용접 장치(100)를 사용하여, 1패스분의 덧锱 용접을 행한다.

[0059] 동의 제조 방법은, 덧锱 용접을 행하였다면, 패스간·총간 손질을 행한다(스텝 S50). 구체적으로는, 덧锱부(46)의 표면 등에 부착된 플러스, 먼지 등을 제거한다. 동의 제조 방법은, 손질을 행하였다면, 덧锱 용접을 종료할지를 판정한다(스텝 S52). 즉, 설정된 모든 패스의 덧锱 용접을 행하여, 덧锱부(46)를 형성할 수 있었는지를 판정한다. 동의 제조 방법은, 덧锱 용접이 종료되지 않았다(스텝 S52에서 "아니오")고 판정한 경우, 스텝 S44로 되돌아가서, 모방 처리 이후의 처리를 행하고, 다음 패스의 덧锱 용접을 행한다.

[0060] 동의 제조 방법은, 덧锱 용접이 종료되었다(스텝 S52에서 "예")고 판정한 경우, 용접 비드 표면의 손질을 행한다(스텝 S54). 구체적으로는, 덧锱부(46)의 표면 등에 부착된 플러스, 먼지 등을 제거한다. 동의 제조 방법은, 그 후, 두께 계측을 행하고(스텝 S56), 덧锱부(46)의 형상을 계측하였다면, 본 처리를 종료한다.

[0061] 동의 제조 방법은, 이와 같이, 라인 생성기(107)와 촬영 장치(106)를 사용하여, 마크(142)와 투영상(144)을 일치시킴으로써, 덧锱 용접 장치(100)와 기체(140)의 상대 위치를 높이 방향의 성분이라도 맞출 수 있어, 삼차원으로 모방을 행할 수 있다. 이에 의해, 상대 위치를 보다 높은 정밀도로 검출할 수 있어, 가공의 정밀도를 보다 높게 할 수 있고, 패스간의 위치 정밀도를 높게 할 수 있어, 전의 패스에서 형성한 덧锱과 기재 사이나, 하층의 패스와 패스 사이에서 융합 불량이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 이 모방 처리를 패스마다 행함으로써, 패스간의 위치 정밀도를 더욱 높게 할 수 있어, 전의 패스에서 형성한 덧锱과 기재 사이나, 하층의 패스와 패스 사이에서 융합 불량이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 동의 제조 방법은, 라인광을 사용하여 비접촉으로 모방 처리를 행함으로써, 접촉식의 센서에 의해 검출한 경우보다도 작업성을 향상시켜, 시공 시간을 짧게 할 수 있다.

[0062] 또한, 동의 제조 방법은, 도 13에 도시한 바와 같이, 기체(42)의 모방을 1회의 패스에서 덧锱 용접을 행하는 범위에 있어서, 복수점에서 행하는 것이 바람직하다. 즉, 모방 위치(160)를 복수 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 동의 제조 방법은, 도 13에 도시한 바와 같이, 패스의 기점(150)으로부터 반대측의 단부를 향하여 화살표(152)의 방향에서 가공을 행하는 경우, 1회의 패스에 있어서의 모방 위치(160)를 패스의 기점(150)측을 밀하게, 패스의 종점측을 소하게 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 효율적으로 또한 높은 정밀도로 모방 처리를 행할 수 있어, 가공의 정밀도를 높게 할 수 있다.

[0063] 동의 제조 방법은, 이상과 같은 처리에서 레이저 용접에 의한 덧锱 가공(덧锱 용접)을 행함으로써, 높은 정밀도로 가공을 행할 수 있고, 결합 등의 발생도 억제할 수 있다. 동의 제조 방법은, 스텝 S40, S46, S50, S54에 나타내는 처리를 행함으로써, 가공 정밀도를 높게 할 수 있고, 결합을 억제할 수 있지만 반드시 행하지는 않아도 된다.

[0064] 또한, 본 실시 형태에서는, 패스마다 모방 처리를 행하였지만, 모방 처리는 1회째의 덧锱 용접 전에만 행하도록 해도 된다. 이 경우, 각 패스에서 형성하는 용접 비드의 형상을 계산에 의해 산출하고, 그 형상에 기초하여, 모방 위치를 결정한다. 또한, 이때, 계측기에 의해 시공 위치를 취득하고, 그 결과에 기초하여 피드백 제어를 행하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 시공 위치의 위치 어긋남의 발생을 억제할 수 있다. 계측하는 위치는, 시공 위치의 상류측이면 된다.

[0065] 또한, 덧锱 용접 장치(100)는 레이저를 기체의 시공 위치의 평면, 볼록부와 볼록부를 연결하는 접선에 대하여 약 90도로 하는 것이 바람직하다. 기체의 시공 위치의 평면 또는 시공 위치에 가까운 볼록부와 볼록부(예를 들어 용접 비드의 볼록부와 기체의 볼록부)를 연결하는 접선에 대하여 약 90도로 함으로써, 용착 불량을 억제할 수 있고, 용착 금속에의 모재의 혼입을 억제할 수 있다.

[0066] 또한, 덧锱 용접 장치(100)는 시공 위치에 오실레이션을 가해도 된다. 예를 들어 파우더를 시공 위치에 떠 형상으로 공급하면서, 레이저를 폭 방향(패스에 직교하는 방향)으로 고속으로 위빙시켜도 된다. 여기서, 고속이란, 시공 위치에 있어서의 레이저의 에너지 밀도 분포를 산형이 아니라 직사각형 형상으로 하여, 모재가 혼입되는 희석 부분을 얇게 하는 속도이다. 본 실시 형태의 위빙은, 수십Hz 내지 수백Hz의 주파수에서 위빙시킨다. 이에 의해 에너지 밀도 분포를 평탄화할 수 있고, 레이저에 의해 용융하는 부분을 얇게 또한 폭넓게 할 수 있다.

[0067] 또한, 상기 실시 형태에서는, 용착 금속을 파우더로서 공급하였지만 용사나 콜드 스프레이 등에 의해 공급해도 된다.

[0068] 또한, 본 실시 형태는, 증기 터빈에 있어서의 동의를 대상으로 하여 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니

고, 예를 들어 가스 터빈 등의 그 밖의 회전 기계의 동의의 제조 방법에도 적용할 수 있다.

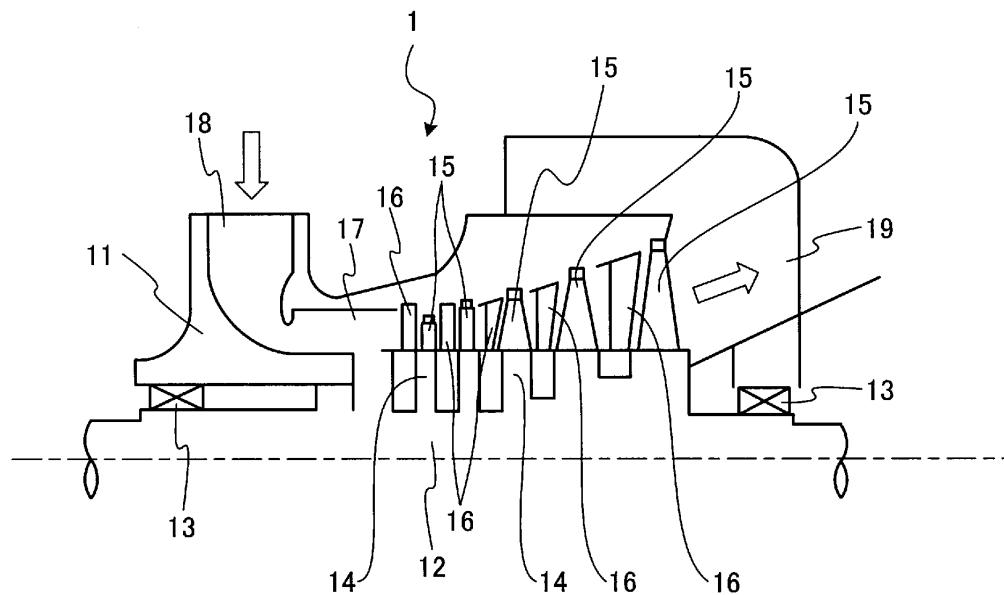
### 부호의 설명

[0069]

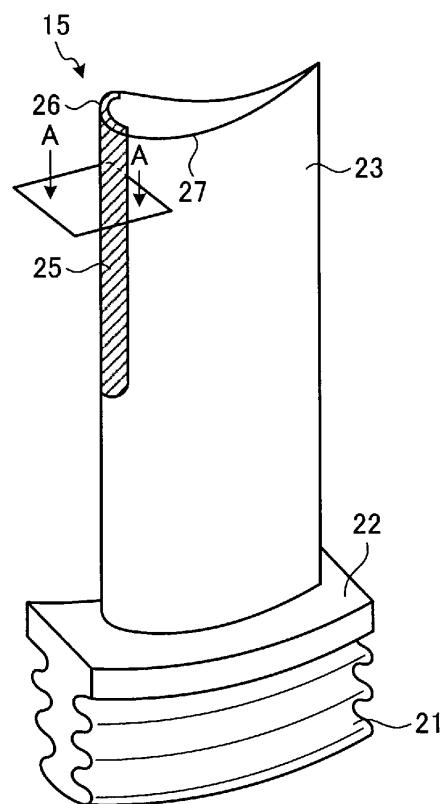
- 1 : 증기 터빈
- 11 : 케이싱
- 12 : 로터
- 13 : 베어링
- 14 : 로터 디스크
- 15 : 동익
- 16 : 정익
- 17 : 증기 통로
- 18 : 증기 공급구
- 19 : 증기 배출구
- 21 : 익근부
- 22 : 플랫폼
- 23 : 날개부
- 24 : 날개 본체
- 25 : 에로전 실드
- 26 : 선단부
- 27 : 익면
- 28 : 경계
- 40, 42 : 기체
- 46 : 덧살부
- 60, 62, 64 : 잉여부
- 82, 84, 86, 88 : 가공 대상물
- 100 : 덧ymb 용접 장치
- 102 : 레이저 조사 장치
- 104 : 파우더 공급 장치
- 106 : 촬영 장치
- 107 : 라인 생성기
- 108 : 지지대
- 109 : 이동 기구
- 110 : 모니터
- 111 : 제어 장치
- 112 : 광원
- 129 : 헤드 이동 기구

도면

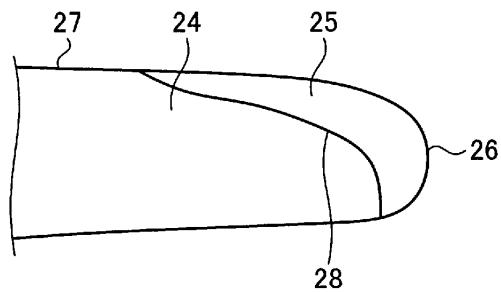
도면1



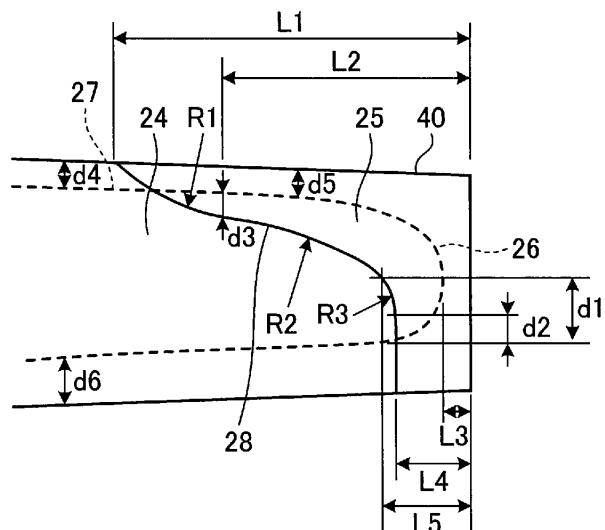
도면2



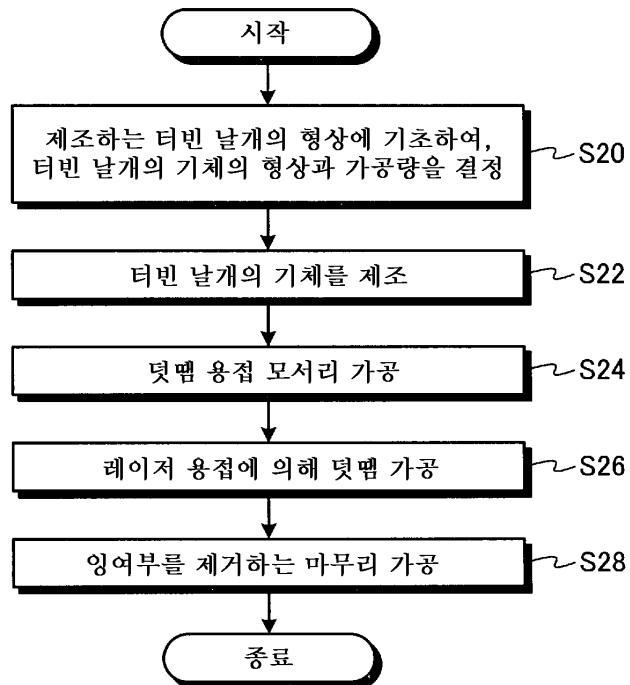
도면3



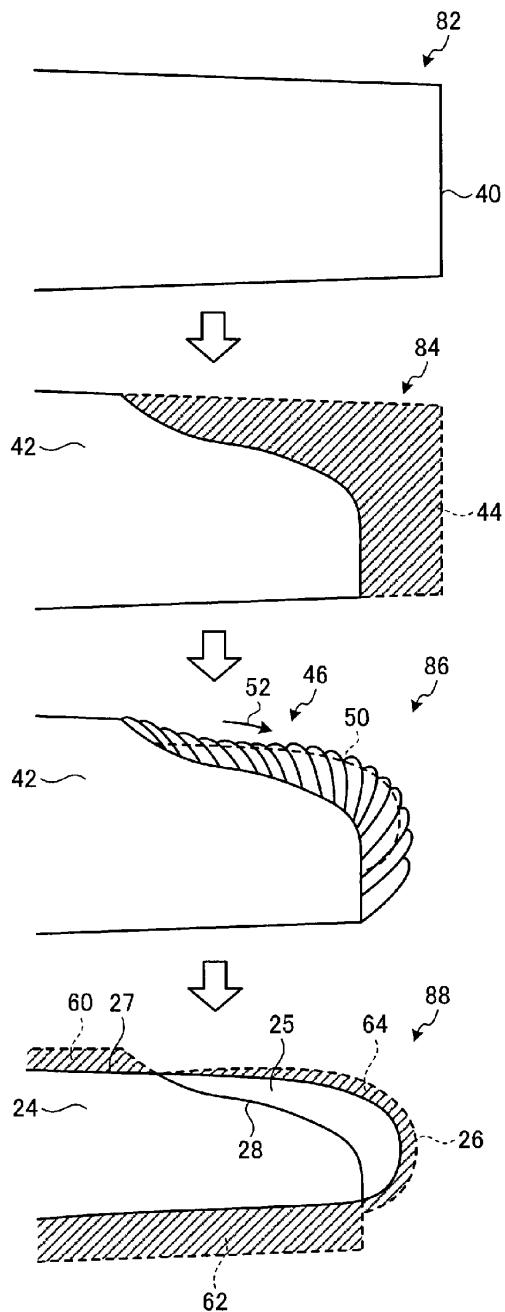
도면4



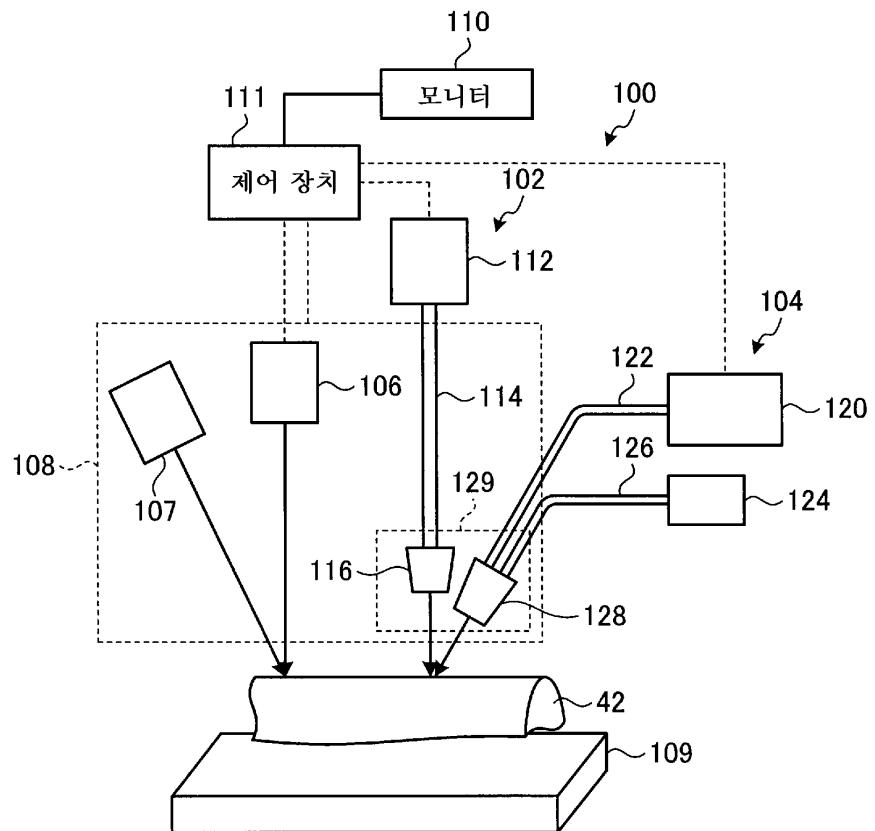
도면5



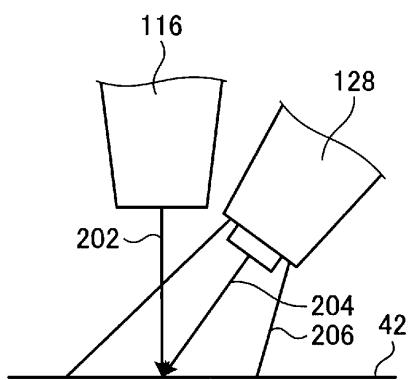
## 도면6



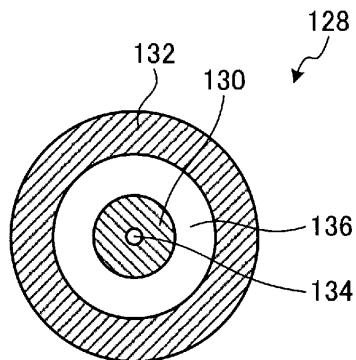
## 도면7



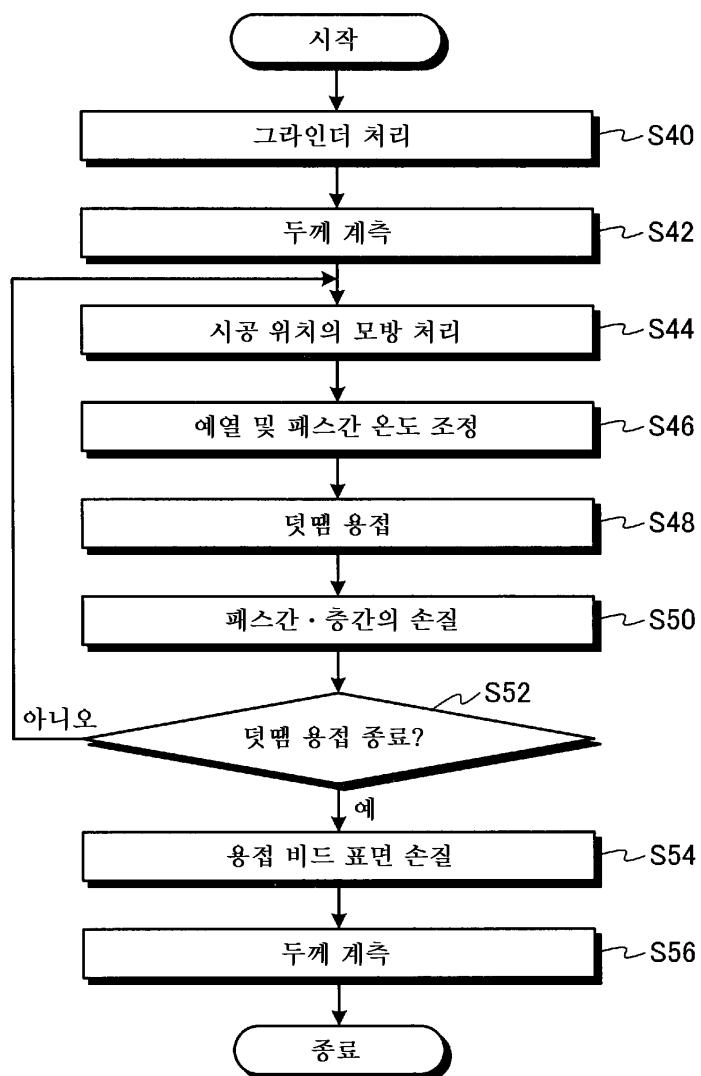
## 도면8



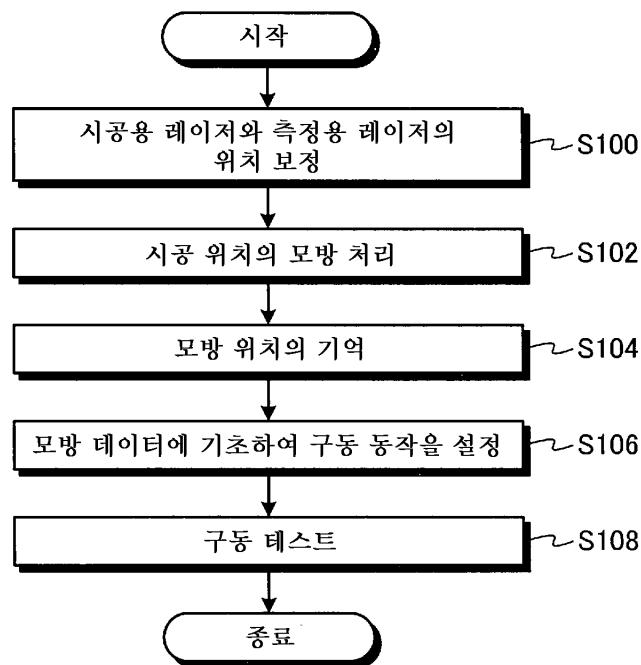
도면9



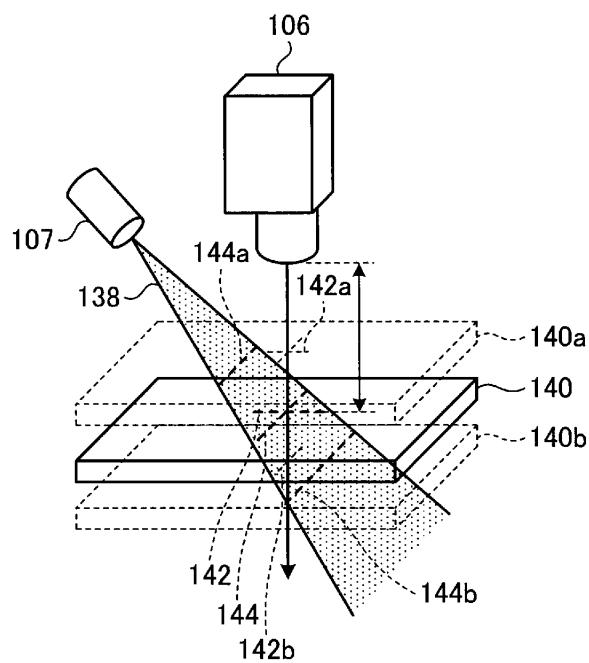
도면10



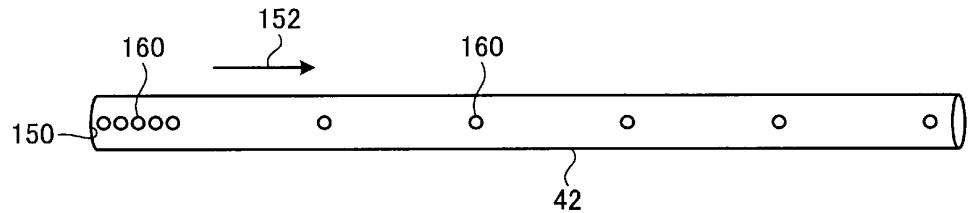
## 도면11



## 도면12



도면13



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제8항

【변경전】

상기 모방 공정은

【변경후】

상기 모방 처리 공정은