



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월31일  
 (11) 등록번호 10-0876171  
 (24) 등록일자 2008년12월19일

(51) Int. Cl.

B23K 15/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2001-0018173

(22) 출원일자 2001년04월06일

심사청구일자 2006년04월06일

(65) 공개번호 10-2002-0013698

(43) 공개일자 2002년02월21일

(30) 우선권주장

09/638,072 2000년08월11일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US3617685B

W096/22854

(73) 특허권자

제너럴 일렉트릭 컴파니

미합중국 뉴욕, 쇼넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

펭간지양

미국뉴욕주12065

클리프톤파크그린스보로블러바드12

노와다니엘엔소니

미국뉴욕주12008알프러스페스트스트리트11

머피존토마스

미국뉴욕주12309니스카유나스토리애비뉴2223

(74) 대리인

김창세, 장성구

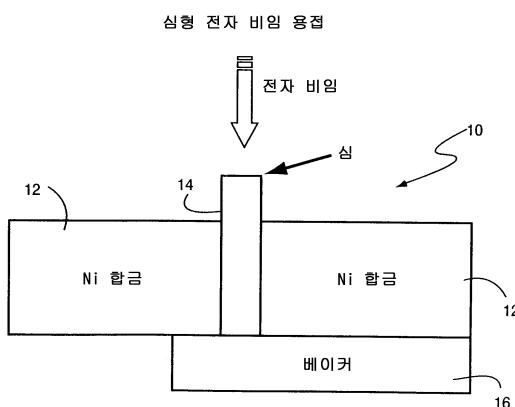
전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 최은석

(54) 전자 비임 용접 방법

**(57) 요 약**

변형된 전자 비임 용접 공정은 용접가능한 심(14)을 조인트에 삽입하고 전자 비임으로 초합금 재료를 가열함으로써 초합금 재료(12) 사이의 조인트(10)를 용접할 수 있다. 이 공정은 종래 기술에 비해서 3배 내지 4배만큼 조인트의 폐로 수명을 증가시킬 수 있으며 일정한 퍼센티지의 필러재로 조인트를 충분히 투과할 수 있다. 이 공정은 또한 복합 에어포일 구조체 등의 결합시 제조를 위한 가요성을 증가시킬 수 있도록 심 두께 및 조인트 끼어맞춤 캡을 변할 수 있게 한다.

**대 표 도 - 도1**

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

초합금 재료(12) 사이의 조인트(10)를 용접하는 전자 비임 용접 방법에 있어서,

상기 조인트에 초합금 재료의 용접가능한 심(14)을 삽입하는 단계와, 상기 초합금 재료를 전자 비임으로 가열하는 단계를 포함하고,

상기 가열 단계는 20 인치/분 내지 30 인치/분의 속도로 100kV 내지 130kV의 전압과 25mA 내지 35mA의 전류를 가진 전자 비임을 인가하는 단계를 포함하고, 상기 심(14)은 0.040 인치 내지 0.100 인치의 두께를 갖는 전자 비임 용접 방법.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 심(14)은 단조, 주조 또는 분말 야금 공정에 의해서 형성되는

전자 비임 용접 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가열 단계는 고전압 또는 저전압 전자 비임 용접 장치로 전자 비임을 인가하는 단계를 포함하고, 이 때 전압은 상기 조인트(10)를 완전히 용입하기에 충분히 높고, 전류는 베이스 금속 및 심(14)의 완전한 용융을 달성하는 것인

전자 비임 용접 방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 가열 단계는 단일 통과로 완료되는

전자 비임 용접 방법.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**명세서****발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

<5> 본 발명은 전자 비임 용접에 관한 것으로, 초합금 금속을 용접하기 위한 변형된 전자 비임 용접 공정에 관한 것이다.

<6> 니켈계 또는 코발트계 초합금은 약 50 중량% 이상의 니켈과, 이에 이를 합금의 기계적 및 물리적 특성을 향상시키기 위해서 첨가되는 합금 요소를 함유하는 합금이다. 이를 재료는 보통 항공기용 및 산업용 가스 터빈 구성 요소 및 장기간에 걸쳐 고온에서 우수한 강도, 내균열성, 파괴 강도 및 다른 기계적 특성이 필요한 다른 실시예에 사용되는 것이 일반적이다.

<7> 10% 이상의 내열 요소를 함유한 Rene N5와 같은 단결정 니켈계 초합금은 보통 용접 불가능한 것처럼 보인다. 그러나 레이저 또는 전자 비임과 같은 저열 입력 용접 공정을 사용하면 협소한 용접 조건 범위에서 균열 없이 용접 조인트를 생산할 수 있었다. 이를 비임 고정의 일 결점은 용접 대역의 중심에 미세한 수지상 경계가 형성되는 방향성 결정 성장을 용융 대역에 일으킨다는 것이다. 이런 유형의 결정 구조는 중심선 조인트를 약하게 하는 조인트를 형성하며 결과적으로 피로 강도가 나빠진다. 예컨대, 1200°F와 0.9% 스트레인에서 전자 비임 용접된 N5의 평균 수명은 약 100 사이클로 약해지며, 이것은 베이스 금속의 평균 수명보다 훨씬 짧은 것이다. 이 범위의 용접 특성 수준은 가스 터빈의 작동중 용접 조인트에 치명적인 손상을 야기할 수 있다.

<8> 대안적 공정이 중심선 균열의 문제를 극복하기 위해서 Rene N5 금속을 용접하기 위해서 개발되었다. 이를 중에, 와이어 공급 전자 비임 용접 공정(wire feed electron beam welding process)과 가스 텅스텐 아크 용접 공정(TIG)은 조인트의 피로 수명을 향상시키는데 있어서 가장 우수한 공정이다. 와이어 공급 전자 비임 공정은 전자 비임 용접중에 자동 와이어 공급기를 통해 연성 필러 금속을 첨가한다. 용접 금속의 연성이 향상되기 때문에, 와이어 공급 전자 비임 용접 조인트의 피로 수명이 크게 향상된다. 그러나 이 공정은 조인트 두께에 의해서 제한되었다. 즉, 조인트 두께가 0.3 인치로 증가되었을 때 용입 결함이 종종 없을 수 있었다. TIG 용접 공정은 또한 연성 필러 금속을 사용하였다. 이 다수 통과 아크 공정은 방향성 결정 구조체를 용접 대역에서 완전히 변경하였으며 또한 연성 필러 금속을 용접 금속에 도입하였다. 그러나 이러한 고열 입력 아크 용접 공정은 비교적 큰 에어포일 변형을 야기하며 용접 대역에서의 용융 결함을 잊을 위험을 증가시켰다. 종종, 이 변형량이 복합 에어포일 구조체에 대한 주 용접 공정으로서 TIG 공정을 사용하는 것을 방해하였다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<9> 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 초합금 재료 사이에 조인트를 용접하는 전자 비임 용접 방법은 용접 가능한 심(shim)을 조인트에 삽입하는 단계와 초합금 재료를 전자 비임으로 가열하는 단계를 포함한다. 심은 초합금 금속으로 형성될 수도 있다. 0.3 인치 두께의 조인트에 대해서, 가열 단계는 20 내지 30 ipm 속도로 100 내지 130kV 전압과 25 내지 35mA의 전류를 가진 전자 비임을 인가하는 단계를 포함한다.

<10> 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 있어서, 초합금 재료 사이에 적어도 0.040 인치 정도까지 조인트 캡을 용접하는 방법은 간극에 심을 삽입하는 단계와, 전자 비임으로 초합금 재료를 가열하는 단계를 포함한다. 이 조인트 캡은 실제로 0.100 인치까지 될 수도 있다.

**발명의 구성 및 작용**

<11> 초합금 재료, 특히 니켈계 또는 코발트계 초합금은 고온에서 우수한 강도, 균열 저항, 파괴 강도 및 다른 기계

적 특성을 필요로 하는 가스 터빈 구성요소에 유용하다. 이러한 재료는 예컨대 재료가 터빈 작동중 고온뿐만 아니라, 고 스트레스와 스트레인을 받는 터빈 베켓과 제 1 및 제 2 스테이지 노즐에 사용된다.

<12> 전자 비임원은 용접될 조인트를 가열하는 역할을 한다. 당업자들에게 알려진 바와 같이, 임의의 공지된 전자 비임원이 사용될 수도 있으며, 본 발명은 특정 구조적 구성에 제한되는 것을 의미하지는 않는다. 게다가, 전자 비임 용접을 수행하기 위한 전자 비임 발생용 장치는 공지되어 있어서, 바람직한 작동 파라미터에 관한 이하의 설명을 제외하고 전자 비임 발생 장치의 세부사항에 대해서는 더 설명하지 않을 것이다.

<13> 도 1을 참조하면, 초합금 재료로 형성된 구성요소(12) 사이의 접촉 조인트 또는 조인트 캡(10)은 단조, 주조 또는 분말 야금 공정에 의해 형성되는 심(14)으로 끼워 맞춤 된다. 본 발명의 방법은 임의의 초합금 재료를 용접하는데 적용가능하지만, 가스 터빈 등에 사용되는 Rene N5와 같은 단결정 니켈계 초합금에 대해서 특히 적합하다. 심(14)은 IN617, IN625 또는 HA230과 같은 연성 초합금 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 심의 두께는 용접될 재료 사이의 캡의 크기에 따라 가변적이다. 종래의 공정에 따르면, 베이커(backer; 16)가 조인트(10)에 인접하여 지지되어 전자 비임이 의도하지 않은 표면을 손상시키지 않게 한다. 베이커(16)는 용접될 개별 또는 일체형 재료 피아스일 수도 있는 초합금 재료로 형성될 수도 있다.

<14> 전자 비임의 작동 파라미터는 공지된 소망 결과에 따라 가변된다. 본 명세서에 있어서, 전자 비임이 100 내지 130kV의 전압과 25 내지 35mA의 전류를 갖도록 전력을 공급하는 것이 바람직하다. 전압 및/또는 전류치가 더 낮을수록 단지 부분적인 용입으로 인하여 용융 결합을 야기할 수 있어서 조인트의 사이를 피로 수명을 상당히 감소시킨다. 너무 높은 전압 및/또는 전류치는 금속의 절단을 야기할 수 있다. 이동 속도(travel speed)는 분당 20 내지 30 인치(ipm)가 바람직하며 전자 비임으로부터의 열 입력을 변화시키도록 제어된다. 열 입력은 이동 속도로 나눈 전압과 전류의 합수이다. 따라서, 이동 속도가 매우 작으면, 조인트는 과열될 수도 있으며, 반면에 이동 속도가 매우 크면, 얇게 용접되어 용융 결합이 생길 수도 있다. 진동, 주파수, 초점과 같은 다른 용접 파라미터는 전술한 전압, 전류 및 속도보다 덜 관계가 있다. 그러나 이를 파라미터는 용접 작업시 변형예를 달성하기 위해서 공지된 이론에 따라 변형될 수 있다.

<15> 본 발명의 용접 공정에 따르면, 용접된 조인트의 피로 수명이 종래 기술에 의한 피로 수명에 비해 3배 내지 4배 정도 증가될 수 있다. 이 공정은 또한 일회 통과하여 필러 재료에 일정한 퍼센티지로 6 인치 두께 정도까지 접촉 조인트를 충분히 용접할 수 있게 한다. 다수회의 통과에 의한 용접 공정의 필요성을 제거함으로써, 용접 불량에 의한 결합과 같은 위험이 상당히 감소된다. 이 공정은 심 두께 및 조인트 끼어맞춤 간극이 0.100 인치와, 0.040 인치 정도까지 변할 수 있게 하며, 이것은 복합 에어포일 구조체 등을 결합할 때 제조 용통성을 증가시킨다.

<16> 본 발명이 가장 실질적이고 바람직한 실시예에 관련하여 설명되었지만, 개시된 실시예에 제한되지 않으며 이와 대조적으로 첨부된 청구범위의 정신 및 보호범위 내에 포함된 다양한 변형에 및 균등예를 포함하는 것으로 의도된다.

### 발명의 효과

<17> 본 발명에 따르면, 종래 기술에 비해서 3배 내지 4배만큼 조인트의 피로 수명을 증가시킬 수 있으며 일정한 퍼센티지의 필러재로 조인트를 충분히 용접할 수 있다. 이 공정은 또한 복합 에어포일 구조체 등의 결합시 제조를 위한 가요성을 증가시킬 수 있도록 심 두께 및 조인트 끼어맞춤 캡이 변할 수 있게 한다.

### 도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 전자 비임 용접 공정을 도시하는 개략도.

<2> \*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*

<3> 10 : 조인트                          12 : 초합금 재료

<4> 14 : 심                                  16 : 베이커

도면

도면1

심형 전자 비임 용접

