

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
B23K 9/00

(45) 공고일자 2000년03월02일

(11) 등록번호 10-0241193

(24) 등록일자 1999년11월02일

(21) 출원번호	10-1990-0012011	(65) 공개번호	특1991-0004292
(22) 출원일자	1990년08월06일	(43) 공개일자	1991년03월28일
(30) 우선권주장	390,138 1989년08월07일 미국(US)		
(73) 특허권자	웨스팅하우스 일렉트릭 코포레이션 드폴 루이스 에이		
	미국 펜실바니아주 15222 피츠버그 게이트웨이 센터 스탠웁스 스트리트 11		
(72) 발명자	제임스 클라이드 던미어		
	미국 플로리다 32750 롱우드 윈디 볼러프 포인트 1668		
	사유엘 도논 레이놀즈, 주니어		
	미국 플로리다 32765 오비에도널리 스트리트 1003		
(74) 대리인	김창세, 장성구		

심사관 : 최병길

(54) 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 적용하는 방법

요약

내용 없음.

명세서

[발명의 명칭]

증기 터빈 부품에 내식성 표면을 적용하는 방법

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 탄소강 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 제공하는 방법이며, 특히 허용할 수 없는 변형없이 압력 수용 부품에 금속학적으로 결합되는 내식성 합금을 용착하기 위한 상승효과를 갖는 용접방법(synergistic welding variable)에 관한 것이다.

핵발전소에 사용되는 것등과 같은 증기 터빈의 일부는 ASME P-1 탄소강으로 제조된 압력 수용부품을 이용하고 있다. 이러한 물질은 높은 내식성이 있는 것은 아니지만, 다른 공학적 선택조건은 충족시키고 있다. 증기 터빈의 가동중에 터빈을 통과하는 증기 흐름통로는 이들 탄소강 부품에 대하여 침식-부식의 영향을 미치는 고속난류상태와 같은 예측할 수 없는 열수(thermal-hydraulic) 특성을 일으킨다. 시간의 경과에 따라 상기 침식-부식 반응은 압력 수용 부재의 벽두께를 감소시켜 거친표면을 발생한다. 이러한 거친표면은 침식-부식반응 효과를 가속시켜 증기 흐름 통로내의 난류를 더욱 증가시킨다.

증기 터빈에서 침식-부식 손실을 극대화하기 위해서는 침식-부식 공정에 저항성을 나타내는 표면을 제공하는 것이 필요하다. 분말로 금속화된 표면은 단순히 기계적으로 결합되어 있어, 터빈으로부터 단편(piece)이 침식되어 떨어져 나가므로 금속학적으로 결합된 보호 합금이 양호하다.

전형적으로, 금속학적으로 결합된 표면을 만드는 데는 각종 용가재(filler metal)를 사용하는 종래의 아아크 용접방법이 적용된다. 그러나, 종래의 용접방법은 가공 압력수용 부품의 바람직하지 않은 변형을 발생시키는 수축응력, 과잉의 열유입 및 열구배를 모재에 발생시킨다. 이러한 변형으로 인해 터빈 조작에 필요한 소정의 금속간 금속증기를 수용하는 것이 불가능해지므로, 일반적으로 부가적인 그라인딩, 기계가공 및/또는 일시적인 밀봉 화합물이 필요하다.

따라서, 사용중에 모재의 많은 변형없이 선택된 공학적 조건을 거의 모두 만족시키는 탄소강 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 제공하는 방법이 필요하다. 또한, 침식-부식효과를 일으키는 가혹한 환경에서도 견딜 수 있는 압력 수용부품에 금속학적으로 결합된 내식성 표면을 제공하는 것이 필요하다. 더욱이 복잡한 위치설정 장치의 사용없이 현장에 적용할 수 있는 표면조작도 필요하다.

본 발명은 내식성 표면을 갖는 탄소강 증기 터빈 부품 및 그것의 제조방법을 제공한다. 본 발명의 방법은 가압 증기에 노출될 수 있는 제1표면을 갖는 탄소강 증기 터빈 부품을 제공한다. 이러한 표면 위에는 12 중량% 이상의 Cr을 갖는 특수강을 포함하는 제1용접물이 용접된다. 그 용접물은 약 0.1in(0.25cm) 미만의 제1차 육성 용접두께 및 약 24 내지 52in(61-132cm)/분의 높은 용접속도로 터빈 부품의 표면위에 처리된다.

따라서, 본 발명은 모재 표면에 많은 변형없이 금속학적으로 결합된 소정의 내식성 표면을 생성시킬 수 있는 상승효과를 갖는 용접방법과 합금의 신규 결합물을 제공한다. 본문에 기술되어 있는 용접방법은 ASME에 의한 가스-금속 아아크 용접(GMAW)으로도 일컬어지는 반자동 용융제 함유 아아크(flux-cored-

arc) 용접방법(FCAW)을 포함하며, 이러한 방법으로 수반되는 많은 용접열 사이클을 줄일 수 있으므로 변형을 감소시키는 매우 긴 연속용접 비이드를 용착시키는 것이 가능하다. 본 발명은 특히 최소한의 열유입으로 보다 높은 이동속도를 제공하기 위하여 신속하게 용착되도록 설계된 제제화된 용융제 함유 용가재를 선택한다. 특히, 고 크롬 용가재 오오스테나이트 면심 입방체는 높은 내식성 및 충분한 항복강도를 갖는 연성이 큰 용접 비이드 또는 용접물을 제조하는데 사용된다.

더욱 상세한 본 발명의 양태로서, 고속의 아래방향으로의 수직보기 용접자세는 우선적으로 모재 물질을 변형시켜 터어빈 케이싱(casing) 변형을 극소화하는 비교적 얇은 안정한 용접 비이드 형상을 제공하는데 사용된다.

그러므로, 본 발명의 목적은 많은 변형없이 탄소강 증기 터어빈 부품에 내식성 표면을 금속학적으로 결합시키는 방법을 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 목적은 결합이 없이 탄소강 모재의 팽창 및 수축을 수용하는 용접된 내식성 표면을 제공하는데 있다.

상기 기술의 수행시 본 기술에 숙련된 사람이라면 명백히 알 수 있는 상기 목적 또는 이외의 목적을 고려하여 본 발명은 차후에 기술되며 첨부된 특허청구의 범위에서 상세하게 한정되는 신규한 구조, 결합, 부품의 배열 및 방법에 관한 것이다.

본 발명은 탄소강 증기 터어빈 부품에 내식성 표면을 제공한다. 상기 부품은 가압증기에 노출될 수 있는 표면을 함유한다. 이러한 표면은 12 중량% 이상의 Cr을 갖는 특수강을 포함하는 용접물로 용접되며, 상기 용접물은 약 24 내지 52in(61 내지 132cm)/분의 속도로 또한, 약 0.1in(0.25cm)미만의 제1차 육성 용접두께로 상기 표면위에 용착된다.

또한, 본 발명은 약 0.35 중량%미만의 C를 갖고 있으며, 제1표면이 위치되는 탄소강 증기 터어빈 부품을 제공하고, 약 0.1in(0.25cm)미만의 두께를 갖는 제1용접물에서 제1표면위에 오오스테나이트 스테인레스강을 용융제-함유-아아크 용접하는 단계를 포함하는, 탄소강 증기 터어빈 부품에 내식성 표면을 용접하는 방법을 포함하고 있으며, 여기서, 상기 용제-함유-아아크 용접단계는 아래방향으로의 수직보기 용접 자세에서 약 160 내지 180 암페어의 직류로 약 48 내지 52in(122 내지 132cm)/분의 용접속도를 사용한다.

또한, 본 발명은 가압증기에 대한 내식성을 제공하는 용접표면을 갖는 거의 변형이 없는 탄소강 증기 터어빈 부품을 포함하는 증기 터어빈 시스템에 관한 것으로서, 상기 용접표면은 스테인레스강, 양호하게는 E 309L등과 같은 약 12 중량%이상의 Cr을 갖는 오오스테나이트 스테인레스강의 약 0.15in(0.38cm) 미만의 2중 육성 용접물을 포함하고 있다.

본 발명은 증기 터어빈 부품의 부식 표면처리, 모재의 부식을 더욱 지연시키거나 또는 멈추기 위한 모재의 복원, 및 고압 실린더용 피복물등에 사용하는 것이 유익하다. 본 발명은 강판상의 비이드(bead-on-plate)를 포함하여 각종 구조에 유용한 것으로 입증되었다.

본 발명의 가장 양호한 용접공정에서는, 탄소강 증기 터어빈 부품은 용접하기 전에 깨끗하게 세척된다. 스케일, 산화물, 녹 및 이외의 표면 오염물질을 제거하기 위해서는 디스크 샌딩, 그라인딩 및 이외의 표면금속 세공공정을 수행하는 것이 양호하다. 이들 공정중의 하나를 수행한 다음, 그 표면을 미네랄 스피리트(mineral spirit)에 이어 메틸 알코올등과 같은 잔류물이 없는 석유계 세척제로 닦는 것이 양호하다. 오일, 그리스, 페인트 또는 기타 필름의 남아있는 모든 찌꺼기들은 깨끗하고 건조한 무린트(lint-free) 천으로 닦아내야 한다.

본 발명의 용접단계는 가스 텅스텐 아아크, 가스금속 아아크 및 플라즈마 용접도 사용할 수 있지만, 용융제 함유 아아크 용접방법으로 수행하는 것이 양호하다. 용융제 함유 아아크 용접방법을 사용하면 많은 용접열 사이클을 감소시킴으로써 변형을 줄이는데 적용하는 매우 긴 연속 용접 비이드의 용착을 가능하게 한다. 상기 용접방법의 양호한 목적은 증기 침식/부식 손실을 입었거나 입게되는 약 0.35 중량%미만의 탄소를 갖는 P-1 탄소강등과 같은 증기 터어빈 탄소강 부품위에 내식성 용접금속을 용착하는데 있다.

상기 언급한 기술은 24 내지 28 볼트에서 약 130 내지 220 암페어의 직류, 양호하게는 약 145 내지 180 암페어의 역극성 직류를 사용하는 빠르게 용착되는 FCAW 용가재를 이용하고, 이로써 용접 용착 열응력 및 변형을 최소화한다. 변형을 극소화하는 능력은 가능하다면 수직하향 용접으로 모재에 열주입을 낮추면서 단일 육성용접의 경우에는 약 0.1in(0.25cm)미만, 양호하게는 약 0.06in(0.15cm)미만의 얇은 용접 비이드, 이중 육성용접의 경우에는 약 0.15in(0.38cm)미만, 양호하게는 약 0.12in(0.30cm)미만의 얇은 용접 비이드의 고속진행 용착에 의해 일어날 수 있다. 아래방향으로의 수직보기 자세와는 다른 자세로 용접할 때도 고속진행으로 용접하는 것이 양호하다. 블레이드 환상홀 또는 파이프 이음 등과 같은 큰 부피의 용착 합금이 필요할 경우, 진행속도 및 용가재의 직경은 다중 패스 홀 형태의 용접기술에 대해 조정하여야 한다.

본 발명은 용접방법에 따른 용접 파라미터 및 이음형태에 대하여 양호한 범위를 제공하는 하기 실시예에 의해 더욱 잘 이해될 것이다.

[실시예 1]

[아래방향으로의 수직보기 자세 표면처리 이음]

용접형상 : 강판상의 비이드

배면재 : ASME P-1

모재 : ASME P-1, SA 515 GR. 65, SA 216 GR. WCB.

용접공법 : FCAW, 스트링거 비이드, 단층의 경우에는 약 0.06in(0.15cm)의 두께, 2개층의 다중 육성용접

의 경우에는 0.12in(약 0.30cm)이상의 두께, 용접 진행속도 약 48 내지 52in(122 내지 132cm)/분, 각각의 비이드는 약 30 내지 50%로 먼저 형성된 비이드를 중첩하고 있음.

자세 : 아래방향으로의 수직보기 자세, 약 20° 로 경사져서 이동방향과 반대로 뒤를 향하고 있는 용접건(gun).

용가재 : AWS A 5.22 클래스 E 309 LT-1, 0.045'(0.11cm)의 직경.

쉬일드(shield) 가스 : 75% Ar./25% CO<sub>2</sub>(±10%), 35 내지 45 c.f.h., 990 내지 1273 dm<sup>3</sup>/시간.

예열 : 60° F(15.6°C)(최소), 135° F(57.2°C)(최대 인터패스).

전류+극성 : DCRP, 양용접봉

암페어 : 160 내지 180

전압(V) : 24 내지 28

[실시예 II]

[위보기 자세 표면처리]

용접형상 : 강판상의 비이드

배면재 : ASME P-1

모재 : ASME SA 515 GR. 65, P-1.

용접공법 : FCAW, 스트링거 비이드, 단층의 경우에는 약 0.06in(0.15cm)의 두께, 다중 육성용접의 경우에는 약 0.12in(0.30cm)의 두께, 필요에 따라서는 그 이상, 용접 진행속도 약 25 내지 35in(63.5 내지 88.9cm)/분, 각각의 비이드는 약 30 내지 50%로 먼저 형성된 비이드를 중첩하고 있음.

자세 : 위보기 자세, 약 20° 로 경사져서 진행방향의 뒤를 향하고 있는 용접 건.

용가재 : AWS A 5.22 클래스 E 309 LT-1, 0.045'(0.11cm)의 직경.

예열 : 60° F(15.6°C)(최소), 300° F(148.9°C)(최대 인터패스).

전류+극성 : DCRP, 양용접봉.

암페어 : 145 내지 155.

전압(V) : 26 내지 28.

[실시예 III]

[수평보기 자세 표면처리]

용접형상 : 강판상의 비이드.

배면재 : ASME P-1.

모재 : ASME P-1, SA 515 GR. 65, SA 216 GR. WCB.

용접공법 : FCAW, 스트링거 비이드, 단층의 경우에는 약 0.06in(0.15cm)의 두께, 2개층의 다중 육성용접의 경우에는 약 0.12in(0.30cm)의 두께, 필요에 따라서는 그 이상, 용접 진행속도 약 25 내지 35in(63.5 내지 88.9cm)/분, 각각의 비이드는 약 30 내지 50%로 먼저 형성된 비이드를 중첩하고 있음.

자세 : 수평보기 자세, 약 20° 로 경사져서 진행방향의 뒤를 향하고 있는 용접 건.

용가재 : AWS A 5.22 클래스 E 309 LT-1, 0.045'(0.11cm)의 직경.

쉬일드 가스 : 75% Ar./25% CO<sub>2</sub>(±10%), 35 내지 45 c.f.h., 990 내지 1273 dm<sup>3</sup>/시간.

전류+극성 : DCRP, 양용접봉.

암페어 : 145 내지 155.

전압(V) : 26 내지 28.

[실시예 IV]

[아래보기 자세 표면처리]

용접형상 : 강판상의 비이드.

배면재 : ASME P-1.

모재 : ASME P-1, SA 515 GR. 65, SA 216 GR. WCB.

용접공법 : FCAW, 스트링거 비이드, 단층의 경우에는 약 0.06in(0.15cm)의 두께, 2개층의 다중 육성용접의 경우에는 약 0.12in(0.30cm)의 두께, 필요에 따라서는 그 이상, 용접 진행속도 약 25 내지 35in(63.5 내지 88.9cm)/분, 각각의 비이드는 약 30 내지 50%로 먼저 형성된 비이드를 중첩하고 있음.

자세 : 아래보기 자세, 약 20° 로 경사져서 진행방향의 뒤를 향하고 있는 용접 건.

용가재 : AWS A 5.22 클래스 E 309 LT-1, 0.045' (0.11cm) 직경.

쉬일드 가스 : 75% Ar./25% CO<sub>2</sub>(±10%), 35 내지 45 c.f.h., 990 내지 1273 dm<sup>3</sup>/시간.

전류+극성 : DCRP, 양극.

암페어 : 145 내지 155.

전압(V) : 26 내지 28.

열주입을 최소로 하고 변형을 억제하기 위해 스킵 용접기술의 사용이 또한 제안된다. 하나의 양호한 방법은 2개 정도의 용접 비이드를 서로 인접시킨 다음, 왼쪽 또는 오른쪽으로 약 6in(15.24cm)를 이용하여 2개 이하의 용접 비이드를 만들고, 필요한 면적이 완전히 덮혀질 때까지 왔다갔다하며 작업하는 것이다.

용접한 다음, 용접 슬래그 및 스케일을 스케일링 해머로 깎아내거나 또는 이외의 기계적 수단으로 제거한 다음, 와이어 브러싱하여 산화물, 가벼운 스케일, 녹 및 용접 매연을 제거한다. 본 목적에 사용되는 와이어 브러시는 깨끗하고 오염물질이 없는 스테인레스 강 모(bristle)를 포함하는 것이 양호하다.

상기 방법으로 용착된 내식성 용접 금속표면은 오로지 경질인 표면인 것만도 아니며, 오로지 내식성 용접표면인 것만도 아니다. 그것은 보다 큰 내식성을 포함하는 우수한 기계적 성질을 갖는 모재로 바꾸는 것이다. 양호한 합금인 E 309L의 공학적 성질, 특성 및 상대적인 내식성은 탄소강보다 훨씬 우수하므로, 그것은 바람직한 합금이다.

상기한 것로부터 본 발명이 변형을 최소화하고 기계가공 또는 일시적인 밀봉수단을 사용하지 않는 탄소강 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 제공하는 신규한 방법을 제공한다는 것을 알 수 있다. 각종 구체적 실례가 예시되어 있지만, 이것은 본 발명을 입증하고자 기술한 것이지만 본 발명을 제한하고자 기술한 것은 아니다. 당해 분야의 숙련자에게 명백한 다양한 변형은 첨부된 특허청구범위에 기재되어 있는 본 발명의 영역내에 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1**

제1표면을 갖는 탄소강 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 제공하는 방법에 있어서, 12 중량%이상의 Cr을 포함하고 있는 제1특수강 용접물을 61 내지 132cm(24 내지 52in)/분의 용접속도로 상기 제1표면위에 용접하고, 상기 용접물이 0.25cm(0.1in) 미만의 제1차 육성 용접두께를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 용접단계가 용융제 함유(flux-cored) 아아크 용접을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 용융제 함유 아아크 용접단계를 130 내지 220 암페어의 직류를 사용하여 수행하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 4**

제2항에 있어서, 상기 용융제 함유 아아크 용접공정이 145 내지 180 암페어의 역극성 직류를 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 5**

제3항에 있어서, 상기 용융제 함유 아아크 용접단계가 24 내지 28 볼트를 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 6**

제4항에 있어서, 상기 용융제 함유 아아크 용접단계가 0.11cm(0.045in)의 외경을 갖는 용접봉을 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 상기 용접물이 0.15cm(0.06in)의 제1차 육성 용접두께를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 8**

제1표면을 갖는 탄소강 증기 터빈 부품에 내식성 표면을 제공하는 방법에 있어서, 12 중량%이상의 Cr을 포함하고 있는 제1특수강 용접물을 61 내지 132cm(24 내지 52in)/분의 용접속도로 상기 제1표면위에 용접하고(이때, 상기 용접물은 0.25cm(0.1in) 미만의 제1차 육성 용접두께를 갖는다), 제2용접물을 상기 제1용접물의 일부 위에 용접시켜 0.30cm(0.12in)의 전체 두께를 제공하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 제2용접물이 상기 제1용접물 표면적의 30 내지 50%에 걸쳐 배치되는 것을 특징으로 하는 방법.

로 하는 방법.

#### 청구항 10

제6항에 있어서, 용접 건(welding gun)이 용접 진행방향과 반대의 방향으로 상기 표면으로부터 20° 로 경사져서 이용되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 한쌍의 용접물을 제2용접물 쌍으로부터 15.2cm(6in) 간격으로 용착시키는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 특수강이 오오스테나이트 스테인레스 강인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 13

제6항에 있어서, 아르곤 및 이산화탄소를 포함하는 쉬일드(shield) 가스를 사용하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 14

제2항에 있어서, 아래방향으로의 수직보기 자세로 용접을 진행시키면서 160 내지 180 암페어에서 122 내지 132cm(48 내지 52in)/분의 용접속도를 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 15

제2항에 있어서, 145 내지 155 암페어에서 63.5 내지 88.9cm(25 내지 30in)/분의 용접속도를 위보기 자세로 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 16

제2항에 있어서, 145 내지 155 암페어에서 63.5 내지 88.9cm(25 내지 30in)/분의 용접속도를 아래보기 자세로 이용하는 것을 특징으로 하는 방법.