



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0071526  
(43) 공개일자 2017년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B23K 35/02 (2006.01) B23K 35/30 (2006.01)  
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)  
C22C 38/54 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)  
F28D 9/00 (2006.01) F28F 21/08 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B23K 35/0233 (2013.01)  
B23K 35/0244 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7012343

(22) 출원일자(국제) 2015년10월06일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2017년05월04일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2015/072972

(87) 국제공개번호 WO 2016/055430

국제공개일자 2016년04월14일

(30) 우선권주장

1451185-1 2014년10월08일 스웨덴(SE)

(71) 출원인

스웨덴 인터네셔널 에이비이

스웨덴, 에스-261 22 란드스크로나, 피.오. 박스  
105, 베벌가텐 9

(72) 발명자

본가드, 니클라스

스웨덴, 에스-237 36 비오리드, 비어스즈바겐 11

(74) 대리인

특허법인이지

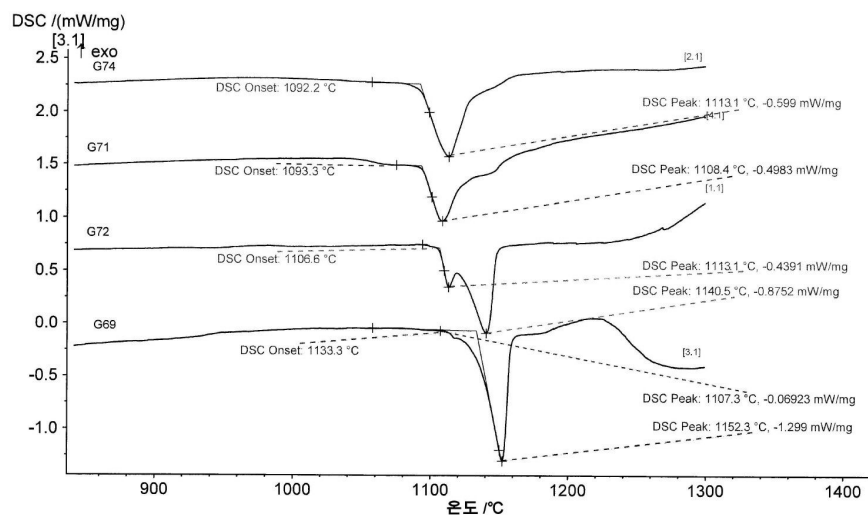
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 오스테나이트계 스테인리스강 물품의 브레이징을 위한 브레이징 재료 및 이의 제조 방법

(57) 요약

오스테나이트계 스테인리스강 물품을 브레이징 하기 위한 브레이징 재료는, 1.8-2.2% 몰리브덴 (Mo); 12.5-13.5% 니켈 (Ni); 16.8-18.6% 크로뮴 (Cr); 7.0-12.0% 실리콘 (Si); 3.0-5.5% 망간 (Mn); 1.0-2.0% 보론 (B); 나머지의 철 (Fe) 및 소량의 다른 성분을 포함하고, 여기서 상기 성분의 함량은 각 성분에 대해 0.1% 미만이며, 모든 함량(퍼센트)은 중량으로 주어진다.

대표도



(52) CPC특허분류

*B23K 35/3086* (2013.01)

*C22C 38/02* (2013.01)

*C22C 38/44* (2013.01)

*C22C 38/54* (2013.01)

*C22C 38/58* (2013.01)

*F28D 9/00* (2013.01)

*F28F 21/083* (2013.01)

*F28F 21/089* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

1.6 내지 2.6% 몰리브덴 (Mo);

12.5 내지 14.5% 니켈 (Ni);

18.0 내지 20.0% 크로뮴 (Cr);

6.8 내지 8.2% 실리콘 (Si);

4.0 내지 5.8% 망간 (Mn);

0.6 내지 1.2% 보론 (B);

나머지의 철 (Fe) 및 소량의 다른 성분

을 포함하고,

여기서 상기 성분의 함량은 각 성분에 대해 0.1% 미만이며, 모든 함량(퍼센트)은 중량으로 주어지는 브레이징 재료.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 몰리브덴 (Mo)의 함량은 1.9-2.2%인 브레이징 재료.

#### 청구항 3

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 니켈 (Ni)의 함량은 13.2-13.7%인 브레이징 재료.

#### 청구항 4

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 크로뮴 (Cr)의 함량은 18.0-19.0%인 브레이징 재료.

#### 청구항 5

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실리콘 (Si)의 함량은 7.3-8.2%인 브레이징 재료.

#### 청구항 6

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 실리콘 (Si)의 함량은 7.8-8.2%인 브레이징 재료.

#### 청구항 7

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 망간 (Mn)의 함량은 4.5-5.5%인 브레이징 재료.

#### 청구항 8

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 망간 (Mn)의 함량은 5.0-5.5%인 브레이징 재료.

#### 청구항 9

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 망간 (Mn)의 함량은 5.1-5.5%인 브레이징 재료.

#### 청구항 10

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 망간 (Mn)의 함량은 5.2-5.4%인 브레이징 재료.

#### 청구항 11

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보론 (B)의 함량은 0.8-1.2%인 브레이징 재료.

#### 청구항 12

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보론 (B)의 함량은 1.0-1.2%인 브레이징 재료.

#### 청구항 13

전항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 보론 (B)의 함량은 1.0-1.1%인 브레이징 재료.

#### 청구항 14

스테인리스강의 물품과 함께 브레이징하기 위한 전항 중 어느 한 항의 브레이징 재료의 용도.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 스테인리스강은 304 또는 316 타입의 오스테나이트계 스테인리스강인 용도.

#### 청구항 16

제14항 또는 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 브레이징될 스테인리스강 물품은 열교환기 플레이트인 용도.

#### 청구항 17

제15항 또는 제16항 중 어느 한 항의 스테인리스강의 플레이트로부터 만들어지고 제1항 내지 제13항 중 어느 한 항의 브레이징 재료와 함께 브레이징된 열교환기.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은

[0002]

실리콘 (Si);

[0003]

망간 (Mn);

- [0004] 보론 (B); 및
- [0005] 철 (Fe)
- [0006] 을 포함하는 브레이징 재료에 관한 것이다.
- [0007] 또한, 본 발명은 스테인리스강 물품을 함께 브레이징하기 위한 상기 브레이징 재료의 용도에 관한 것이다.
- [0008] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 브레이징 재료로 브레이징된 오스테나이트계 스테인리스강 플레이트로 만들어진 열교환기에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0009] 브레이징은 접합되는 물품의 재료보다 낮은 용점을 갖는 금속 또는 합금을 용융시켜 물품을 접합시키는데 널리 사용되는 공지된 방법이다. 브레이징의 일반적인 예는 구리-인 브레이징 재료를 이용하여 구리 물품을 접합하고 구리 브레이징 재료를 이용하여 스테인리스강 물품을 접합하는 것이다. 브레이징 재료의 중요한 특징은 브레이징 재료가 접합되는 재료보다 낮은 용점을 가지며, 용융된 브레이징 재료와 브레이징될 재료 사이의 젖음이 좋고, 취성 조직(brittle phase)이 최소로 유지되며, 모재에 너무 혼입(entrain)되지 않고 약화시키거나 용점을 감소시켜 브레이징 사이클 동안 모재가 녹거나 또는 브레이징 재료의 중요한 성분이 모재에서 브레이징 재료로 이동하게 하여 모재의 성질을 변화시키지 않아야 한다. 예를 들어, 니켈 (Ni)이 모재로부터 브레이징 재료로 이동할 경우, 모재가 브레이징 후 오스테나이트계가 되지 않을 위험이 있다.
- [0010] 또한, 브레이징 재료의 가격이 이슈가 된다- 적어도 부분적으로는 은 (Ag)을 브레이징 재료로 사용하는 것은 드문 일이 아니며, 은 (Ag) 가격에 대한 일반적인 지식을 가지고 있으면, 은 (Ag)의 생략이 브레이징 재료의 특성을 크게 달라지게 할 것이라는 것을 이해하기 어렵지 않을 것이다. 또 다른 일반적인 브레이징 재료는 니켈 및 니켈-기반의 합금이며, 이도 상대적으로 비싼 편이다.
- [0011] 브레이징된 열교환기는 오랫동안 사용되어 왔다; 통상적으로, 이러한 열교환기는 매체가 열을 교환하기 위한 인터 플레이트 흐름 채널의 형성하에서 플레이트를 서로 간격을 유지하도록 채택된 릿지 및 그루브의 가압된 패턴이 있는 다수의 열교환기 플레이트를 포함한다. 플레이트는 인접한 플레이트의 릿지와 그루브 사이의 교차점에서 서로 접촉하고, 플레이트를 함께 유지하기 위해 플레이트는 이 교차점에서 서로 브레이징된다.
- [0012] 열교환기 플레이트의 일반적인 재료는 오스테나이트계 스테인리스 강, 예를 들어 316 또는 304 스테인리스 강이며, 일반적인 브레이징 재료는 구리이다. 열교환기 플레이트는 보통 진공 또는 제어된 분위기의 노(furnace)에서 브레이징된다. 스테인리스강 플레이트의 구리 브레이징은 열교환기 플레이트를 접합하는데 매우 효율적이며 신뢰할 수 있는 방법이지만, 일부 어플리케이션에서는 구리 브레이징이 충분하지 않다. 예를 들어, 구리는 일부 화학물질 (예: 암모니아)에 민감하며, 수돗물이 열교환기에 의해 가열되는 경우, 구리 이온은 수돗물에 용해될 수 있다. 특히 가열 될 물에 염분이 포함된 경우가 그러하다.
- [0013] 지난 10여 년 동안 브레이징된 플레이트 열교환기의 일부 제조업체는 열교환기 플레이트를 접합하기 위해 철 (Fe)-기반의 브레이징 재료를 개발하였다. 그러나, 지금까지, 철(Fe)-기반의 브레이징된 플레이트 열교환기는 많은 문제점을 안고 있는데, 예를 들어, 약한 브레이징 접합부, 브레이징 재료로부터 모재로의 용융점 강하제의 확산에 의해 야기되는 모재 또는 이의 베이스 성분의 침식(erosion)으로 인한 모재의 "번 스루 (burn through)" 문제가 있다. 용융점 강하제의 상기 모재 내로의 이동 또는 확산은 용점을 낮추고, 그로 인해 모재를 부분적으로 용해시킬 수 있고, 예를 들어, 열교환기 플레이트의 번 스루를 야기시키게 된다.
- [0014] 본 기술 분야에서, "번 스루 (burn through)" 문제는 용융점을 낮춤으로 인해 해결되었고, 낮은 브레이징 온도가 사용될 수 있어 결과적으로 "번 스루"를 감소시킬 수 있었다. 그러나 "번 스루"는 여전히 문제로 남아 있다. 적절한 용점을 지니면서도 "번 스루"현상을 일으키는 경향이 적은 브레이징 재료가 바람직할 것이다.
- [0015] 종래 기술에 따른 철 (Fe)-기반의 브레이징 재료의 일 예는 EP 1 347 859에 기재되어 있다. 다량의 실리콘 (Si) (1190℃의 온도에서 용융되는 브레이징 재료에 대해 10% 이상)을 포함하는 EP 1 347 859에 개시된 브레이징 재료의 테스트는 용융점 강하제의 확산, 즉 실리콘 (Si)의 모재로의 확산으로 인해 모재의 용해로 인해 모재의 침식 및 부서지기 쉬운 니켈 규화물(nickel silicides)의 형성과 같은 심각한 문제를 보인다. 철 (Fe)-기반의 브레이징 재료의 또 다른 예는 미국 특허 제4 410 604호에서 발견된다. 이 문서에서는, 브레이징될 모재를 모방하지만, 브레이징 재료의 액상 온도(liquidus temperature)를 낮추기 위해 1.91 내지 4%의 양으로 실리콘 (Si) 및 보론 (B)이 첨가된 브레이징 재료를 기재하고 있다.

[0016] 본 발명의 목적은 공지의 철 (Fe)-기반의 브레이징 재료의 문제점을 해결하거나 적어도 완화시키는 철 (Fe)-기반의 브레이징 재료를 제공하는 것이다.

[0017] 본 발명의 또 다른 목적은 본 발명에 따른 브레이징 재료로 브레이징하는 방법을 제공함으로써 상기 문제점을 해결하거나 적어도 완화시키는 것이다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0018] 본 발명은

[0019] 1.6-2.6% 몰리브덴 (Mo);

[0020] 12.5-14.5% 니켈 (Ni);

[0021] 18.0-20.0% 크로뮴 (Cr);

[0022] 6.8-8.2% 실리콘 (Si);

[0023] 4.0-5.8% 망간 (Mn);

[0024] 0.6 -1.2% 보론 (B);

[0025] 나머지의 철 (Fe) 및 소량의 다른 성분을 포함하고, 여기서 상기 성분의 함량은 각 성분에 대해 0.1% 미만이며, 모든 함량(퍼센트)은 중량으로 주어지는 브레이징 재료에 의해 상기 및 다른 문제점을 해결하거나 적어도 완화시킨다.

[0026] 브레이징 재료의 가격을 허용가능한 수준으로 유지하면서 내부식성을 높이기 위해서, 몰리브덴 (Mo)의 함량이 1.9-2.2%일 수 있다.

[0027] 브레이징 재료의 가격을 유지하면서 동시에 브레이징될 재료의 조성을 모방하기 위해서, 니켈 (Ni)의 함량은 13.1-13.3%일 수 있다.

[0028] 브레이징 재료의 가격 및 용융점을 허용가능한 수준으로 유지하면서 내부식성을 보장하기 위하여, 크로뮴 (Cr)의 함량은 18.0-18.2%일 수 있다. 상기 함량은 브레이징될 모재의 크로뮴 (Cr) 함량일 수도 있다.

[0029] 허용가능한 수준의 규화물, 예를 들어 니켈 규화물의 형성을 유지하면서 브레이징 재료의 용융점을 감소시키기 위하여, 실리콘 (Si)의 함량은 7.5-8.2%일 수 있다.

[0030] 본 발명의 몇몇 실시예에서, 실리콘 (Si)의 함량은 7.8-8.0%일 수 있다.

[0031] 모재 상에 브레이징 재료의 부식을 감소시키고 오스테나이트 안정화제로서 역할을 하기 위하여, 망간 (Mn)의 함량은 4.0-5.5%일 수 있다.

[0032] 망간 (Mn)의 함량이 5.0-5.5% 또는 5.1-5.3% 일 때, 침식은 보다 더 감소될 수 있다.

[0033] 크로뮴 붕화물의 형성을 허용가능한 수준으로 유지하면서 브레이징 재료의 용융점을 감소시키기 위하여, 보론 (B)의 함량은 0.9-1.2%일 수 있다. 크로뮴 붕화물의 형성을 더 감소시키기 위하여, 보론 (B)의 함량은 1.0-1.1%일 수 있다.

[0034] 브레이징 재료는 오스테나이트계 스테인리스강, 특히 304 또는 316 타입의 물품과 함께 브레이징 용으로 사용될 수 있다.

[0035] 브레이징 되기에 적합한 물품의 일 예는 열교환기 플레이트이다.

### 도면의 간단한 설명

[0036] 이하, 본 발명은 첨부된 도면과 함께 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명된다.

도 1a는 본 발명에 따른 몇몇의 상이한 브레이징 재료의 DTA-TGA 커브(curve)를 나타내는 그래프이다.

도 1b는 본 발명에 따른 조성을 갖는 브레이징 재료의 DTA-TGA 다이어그램을 나타내는 그래프이다.

도 2는 실리콘, 망간 및 보론의 함량에 따른 침식성에 대한 주요 효과를 나타내는 그래프이다.

도 3은 상이한 브레이징 재료의 브레이징 온도 - 액상 온도, 즉 과열(superheat)에 대한 침식성을 나타내는 산포도(scatterplot)이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 본 발명에 따른 브레이징 재료는
- [0038] 1.6-2.6% 몰리브덴 (Mo);
- [0039] 12.5-14.5% 니켈 (Ni);
- [0040] 18-20% 크로뮴 (Cr);
- [0041] 6.8-8.2% 실리콘 (Si);
- [0042] 3.0-6.4% 망간 (Mn);
- [0043] 0.6-1.2% 보론 (B);
- [0044] 나머지의 철 (Fe) 및 소량의 다른 성분
- [0045] 을 포함하고, 여기서 상기 성분의 함량은 각 성분에게 0.1% 미만이며, 모든 함량(퍼센트)은 중량으로 주어진다.
- [0046] 이하, 본 발명에 따른 브레이징 재료의 구성 요소에 관한 추론이 제공될 것이다. 브레이징 재료의 구성 요소들은 원하는 특성을 부여하기 위해 서로 혼합된다. 따라서, 어느 한 구성 요소의 함량을 수정하는 것은 불가능하여, 예를 들어, 용융점, 내부식성, 침식성 및 강도에 대한 전반적인 브레이징 재료에 대한 영향을 예견할 수 있다.
- [0047] 나머지 구성 요소, 즉 철 (Fe)을 고려할 때, 철은 두 가지 이유로 사용된다: 첫 번째 이유는 낮은 가격의 금속이고, 두 번째 이유는 브레이징될 모재(여기서 316 또는 304 스테인리스강)를 모방하는 브레이징 재료를 만들기 때문이다.
- [0048] 니켈 (Ni)은 브레이징 재료에 오스테나이트계 특성을 제공할 것이다. 상기 정의된 함량 보다 적은 양의 니켈을 사용하는 경우, 브레이징 접합부에 과량의 페라이트 조직(ferritic phase)의 형성의 위험을 증가시킨다. 또한, 브레이징 과정 동안에 모재 내의 니켈이 브레이징 접합부로 이동하여 모재 내에 페라이트 조직의 형성의 위험을 증가시킬 수도 있다. 상기 정의된 함량 보다 많은 양의 니켈을 사용하는 경우, 브레이징 재료의 가격이 증가될 것이다.
- [0049] 크로뮴 (Cr) 함량은 브레이징 접합부에 내부식성을 제공할 것이다. 상기 정의된 함량 보다 적은 양은 보다 낮은 내부식성을 제공하는 반면, 상기 정의된 함량 보다 많은 양은 브레이징 재료의 가격을 증가시키고 브레이징 재료의 용융점에 바람직하지 않은 영향을 미칠 것이다. 그러나, 증가된 함량의 크로뮴은 용융점을 증가시킬 것이다. 크로뮴은 또한 페라이트 안정화제로 역할을 할 것이다. 브레이징될 재료에 크로뮴의 함량과 동일한 함량으로 브레이징 재료에 크로뮴을 첨가함으로써 모재 조성을 모방한다.
- [0050] 몰리브덴 (Mo)은 브레이징 재료의 내부식성을 증가시킬 것이다. 상기 정의된 함량 보다 적은 양이 사용되는 경우, 내부식성은 감소될 것이다. 상기 정의된 함량 보다 많은 양이 사용될 경우, 몰리브덴은 비싼 금속이기 때문에 브레이징 재료의 가격을 증가시킬 것이다. 또한, 몰리브덴은 페라이트 안정화제이고, 상기 사용된 양은 브레이징될 오스테나이트계 모재를 모방하기에 위해 조정된다.
- [0051] 망간 (Mn)은 모재, 즉 브레이징에 의해 접합되는 재료의 침식을 감소시키는 성분이다. 망간은 브레이징 과정 동안에 적어도 어느 정도 증발할 것이고, 과량의 망간이 브레이징 재료에 첨가된다. 증발된 망간은 브레이징이 수행되는 브레이징 로의 내부를 더럽힐 것이다. 그러나, 상기 기재된 함량의 망간은 상당히 침식을 감소시킬 것이고, 브레이징 동안에 진공을 사용하는 것이 바람직할 경우 노로부터 가스를 펌핑하기 위해 사용된 진공 펌프 또는 노의 내부를 너무 더럽히지 않을 것이다. 또한, 망간은 오스테나이트 안정화제이고, 페라이트 안정화제인 용융 억제 실리콘을 어느 정도 상쇄시킬 것이다. 종래기술에서, 오스테나이트 안정화 특성은 침식성 감소 특성과 같이 무시된 것 같다. 또한, 페라이트/오스테나이트 형성에서 실리콘과 망간 특성 간의 상호작용은 브레이징 재료와 관련하여 언급되지 않았다.



- [0052] 실리콘 (Si)은 용융점의 감소를 위해 첨가된다. 실리콘은 또한 브레이징 재료의 모재에 대한 젖음성을 증가시킨다. 실리콘이 상기 정의된 함량 보다 적은 양이 사용되는 경우, 브레이징 재료의 용융점은 충분히 감소되지 않고, 상기 정의된 함량 보다 많은 양이 사용되는 경우, 부서지기 쉬운 규화물 조직(silicide phase)의 형성으로 인해 브레이징 접합부를 약하게 할 것이다. 또한, 모재의 침식은 실리콘의 양이 많을수록 증가한다.
- [0053] 보론 (B)은 용융점을 감소시키기 위하여 사용된다. 그러나, 보론은 브레이징 재료의 다른 성분 및 모재와 반응하여 아주 부서지기 쉬운 브레이징 접합부의 강도를 감소시키는 붕화물, 주로 크로뮴 붕화물을 형성할 수 있음이 밝혀졌다. 보론의 양이 증가된 경우, 부식 특성을 나쁘게 할 것이다. 그러나, 상기 정의된 양을 사용하는 경우, 붕화물의 형성 및 내부식성은 허용가능한 수준 내가 됨이 밝혀졌다.
- [0054] 브레이징 재료의 바람직한 특성 중 하나는 액상 온도가 1170℃ 미만이어야 한다. 그러나, 1190℃의 액상 온도는 몇몇의 경우 허용될 수 있다. 본 실시예에 따른 브레이징 재료는 1170℃ 미만, 예를 들어 1160℃의 액상 온도를 가진다.
- [0055] 침식 특성, 즉 브레이징 재료가 모재에 혼입되어 이의 용융점을 낮추어 모재가 용융하게 되는 특성이 허용가능 정도인지도 중요하다..
- [0056] 적합한 브레이징 재료를 얻기 위하여, 다음의 브레이징 재료 조성물을 실험하였다.

**표 1**

합금 번호	C	S	Mo	Ni	Cr	Si	Mn	Fe	B	T <sub>sol</sub>	T <sub>liq</sub>
G118	0,04	0,009	2,04	13,3	18,1	7,9	5,1	Bal.	1,08	1115	1160
G227	0,043	0,005	2,04	13,4	18,9	8,1	5,3	Bal.	1,04	1110	1163
G228	0,057	0,004	2,18	13,5	18,6	7,8	5,5	Bal.	2,05	1088	1145
G35	0,029	0,003	2,1	12,8	17	12,4	0	Bal.	1,9	1127	1200
G68	0,07	0,004	2,16	12,8	16,8	11,6	0	Bal.	2,02	1130	1195
G69	0,041	0,003	1,87	12,8	17,5	10,7	0	Bal.	1,92	1133	1172
G7	0,017	0,003	1,87	13,1	17,4	12,7	0	Bal.	2,1	1131	1201
G71	0,047	0,005	2,04	13,4	17	8,16	3,16	Bal.	2	1093	1165
G72	0,073	0,009	1,99	13,4	17,2	10,7	2,97	Bal.	1,99	1107	1170
G74	0,03	0,005	2,14	13,7	17,3	7	5,2	Bal.	2,03	1092	1170

- [0057]
- [0058] 표 1; 상기 각 성분의 함량은 중량 퍼센트로 제공된다.
- [0059] 이러한 재료들에 대한 DTA-TGA 측정, 인장 강도 시험, 침식 시험(erosion test) 및 부식 시험(corrosion test)이 수행되었다.
- [0060] 도 1a에서, 브레이징 합금 G74, G71, G72 및 G69에 대한 DTA-TGA 측정치가 도시되어 있다. 주목할 수 있듯이, 이들 재료의 용융 온도는 1092℃ (G74의 경우) 내지 1133℃ (G69의 경우)이며, G72의 경우는 1092℃에서 명확한 DSC 피크가 있음을 알 수 있다. 이는 브레이징 재료의 한 구성 요소가 다른 구성 요소 보다 녹기 시작한다는 것을 나타낸다.
- [0061] 도 1b를 참조하면, 브레이징 합금 G118에 대한 DTA-TGA 측정치가 도시되어있다. 주목할 수 있듯이, 이 물질은 1160℃에서 완전히 녹고, 1115℃에서도 약간의 피크가 있으며, 이는 이 온도에서 물질의 일부가 녹는 것을 나타낸다.
- [0062] 놀랍게도, 침식성, 즉 3-5.5%의 망간에 대하여 적어도 브레이징 재료 또는 적어도 이의 용점 강하제가 최소의 침식성(가능한 한 낮은 침식성)을 갖는 현상이 발견되었다. 또한, 9% 이상의 양의 실리콘은 침식성을 빠르게 증가시키는 것으로 밝혀졌다. 도 2는 실리콘, 망간 및 보론의 함량에 따른 침식성의 그래프를 나타낸다. 그래프에서 알 수 있듯이, 침식성은 8-9% 이상의 실리콘에서 빠르게 증가하고, 3% 이상의 망간에서 침식성이 감소한다. 보론의 함량에 관해서는 결과가 뚜렷하지 않다.
- [0063] 도 3에는 브레이징 온도와 용융 온도의 차이 및 X-축 상의 침식률(erosion ratio)을 나타내는 산포도(scatterplot)가 도시되어있다. 이 플롯에서 볼 수 있듯이, 브레이징 합금 G71 및 G74는 낮은 침식성에 있어서



는 두드러진다. G72는 G71과 비슷한 Mn 함량을 가지고 있지만, G72에서 Si 함량이 높을수록 침식 속도(erosion rate)가 증가하는 것으로 보인다. 침식률(erosion ratio)은  $(h_0-h_1)/h_0$ 으로 정의되며, 여기서  $h_0$ 는 브레이징 전의 재료 두께이고,  $h_1$ 은 브레이징 후 용해되지 않은 재료 두께이다.

[0064] 망간 첨가의 또 다른 효과는 브레이징 사이클 이후의 브레이징 재료의 고상선 및 액상 온도가 브레이징 사이클에서의 고상선 및 액상 온도보다 높다는 것이다. 이는 액체화 저하 특성을 가짐으로 인해 브레이징 중에 증발하는 망간 때문이다. 즉, 브레이징 후 브레이징된 물품을 재가열하면 브레이징 접합부가 녹기 전에 더 높은 온도로 가열해야 한다는 의미이다. 증발된 망간은 모재에 혼입(entrain)되지 않을 것이다; 오히려 노(furnace)를 비우기 위해 보통 배치된 진공 펌프를 통해 브레이징이 수행되는 노를 떠날 것이다. 언급된 바와 같이 액체화 저하 특성을 갖는 보론도 브레이징 주기 동안 모재로 이동하여 브레이징 재료의 고상선 및 액상 온도를 증가시키므로 어느 정도까지는 브레이징 재료를 떠날 것이다.

[0065] 본 발명에 따른 브레이징 재료를 제조하기 위해서는, 본 발명에 따른 브레이징 재료의 일부 또는 전부의 바람직한 금속 및/또는 원소 금속을 함유하는 합금을 혼합하고, 바람직한 함량의 모든 요소를 포함하는 균일한 합금을 형성하도록 혼합물을 용융시키는 것이 바람직하다. 용융이 진공 상태가 아닌 보호 분위기에서 수행되는 경우, 상기 브레이징 재료의 혼합 및 연속 용융 중에 망간의 기화는 피할 수 있음을 유의해야 한다. 일단 용융 및 혼합되면, 합금은 하나 또는 여러 개의 몰드에 부어 저서 고형화되어 브레이징 합금의 잉곳을 형성한다. 브레이징 합금의 원소가 몰드에서의 고형화 과정에서 분리될 위험이 적기 때문에, 경우에 따라 작은 잉곳을 얻기 위해 다소 작은 몰드를 사용하는 것이 적합할 수 있음에 유의해야 한다.

[0066] 잉곳은 고형화된 후 붕괴된다. 잉곳의 조성간에 가능한 차이를 없애기 위해, 분말 배치(batch)를 혼합할 수 있다. 분말은 바인더와 혼합되어 페이스트를 형성한다.

[0067] 그러나, 분말을 형성하기 위한 보다 일반적인 방법은 물 또는 가스 분무법(gas atomization)이다.

[0068] 본 발명의 다른 실시예에서, 브레이징 재료는 예를 들어 용융 방사(melt spinning)에 의해 리본 또는 포일의 형태로 제조된다.

[0069] 부식성 시험은 브레이징 접합부에 염수 분무(salt spray)를 적용하여 최대 4주 동안 수행되었다. G118 브레이징 재료가 최고의 부식 결과를 나타냄을 발견하였다. 일반적으로, 총 증가된 양의 용융 억제제, 예를 들어, Si, B는 부식을 증가시키는 것으로 보인다. 결과적으로, Si를 8% 이하로 유지하는 것이 바람직하다. 그러나 G74에서 보론의 비율이 높을수록 크롬 분화물 생성 위험이 높아지며, 이는 브레이징 접합부 내 및 주변에서 취성 조직(brittle phase)이 발생할 수 있다.

[0070] G118 브레이징 재료의 우수한 특성은 대가가 따른다. 이 브레이징 재료의 용융 온도는 기존의 브레이징 재료보다 상당히 높다. 역사적으로 볼 때 브레이징될 모재보다 상당히 낮은 용융 온도를 갖는 철-기반의 브레이징 재료를 사용하는 것이 바람직하였다. 브레이징 온도는 브레이징 재료의 용융 온도보다 약간 높게 유지되었다. 상기 언급한 바와 같이 용점 강하제가 모재로 이동하여 용점이 낮아지기 때문에 이 방법의 가장 큰 이유는 모재의 침식성을 줄이는 것이다.

[0071] 그러나, 놀랍게도, 본 발명의 브레이징 재료 및 높은 브레이징 온도, 즉 1200℃ 이상, 바람직하게는 1230℃를 사용함으로써, 높은 강도, 용점 강하제의 모재로의 혼입으로 인한 제한된 부식성 및 우수한 내부식성을 나타내는 합리적인 가격의 브레이징 접합부를 얻을 수 있었다.

## [0072] 브레이징 공정

[0073] 가능한 한 강한 브레이징 접합부를 얻기 위하여, 브레이징 재료의 브레이징될 아이템의 적용, 및 물품이 브레이징되는 방법을 제어하는 것이 중요하다. 본 발명에 따른 브레이징 재료로 오스테나이트계 스테인리스강 물품을 브레이징 하기 위한 적절한 브레이징 공정은:

[0074] 브레이징 재료를 서로 브레이징될 부분의 위에 또는 부근에 배치하는 단계;

[0075] 상기 물품을 노에 배치하는 단계;

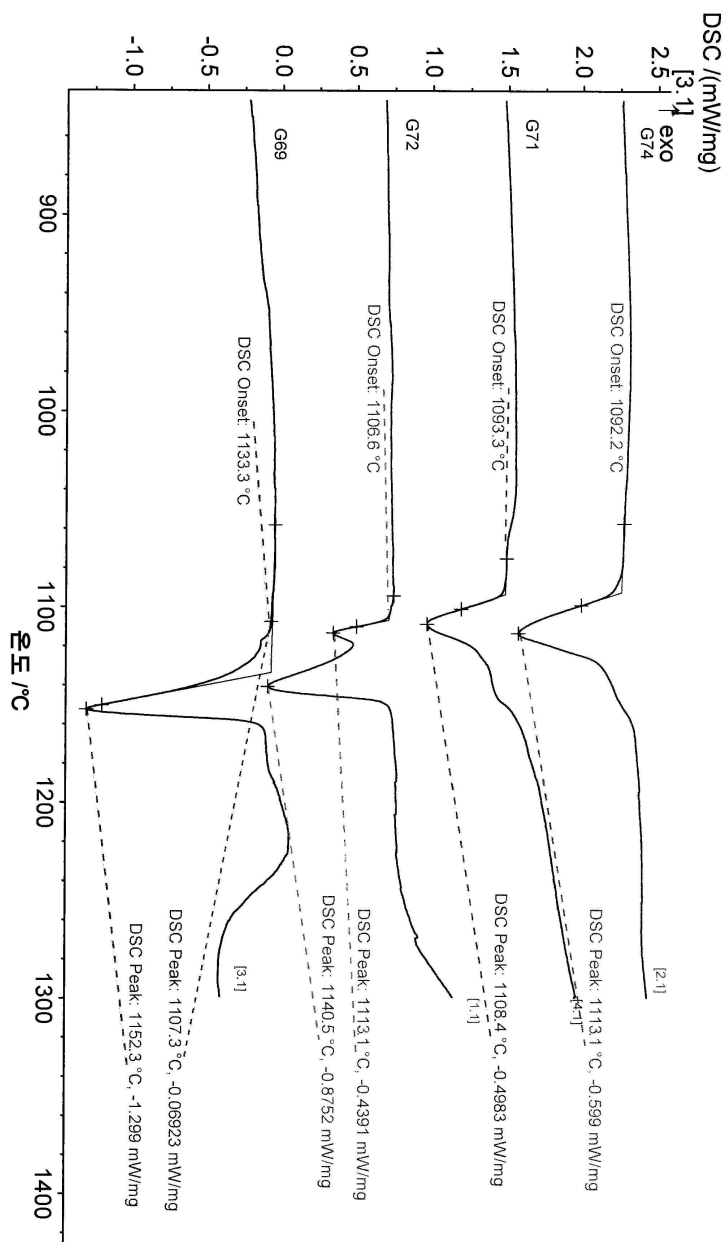
[0076] 상기 노를 바인더가 기화되는 온도로 가열하고, 바인더가 기화될 수 있을 정도로 충분한 시간 동안 온도를 유지하여 브레이징될 물품 상에 분말화된 브레이징 재료를 남기는 단계;

[0077] 상기 노를 브레이징 재료의 용융 온도보다 약간 낮은 온도로 가열하는 단계;

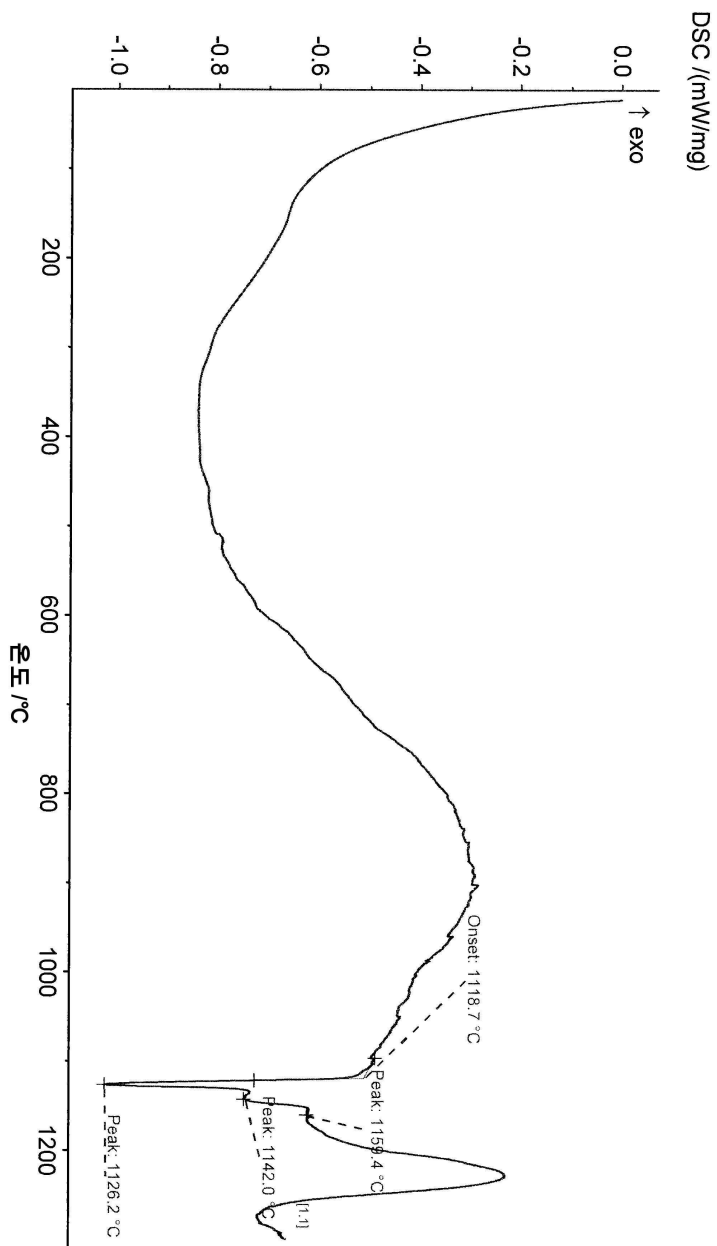
- [0078] 상기 노의 온도 및 로드(load), 즉 브레이징될 물품의 온도를 균일하게 하기에 충분한 시간 동안 용융 온도보다 약간 낮은 온도로 유지하는 단계;
- [0079] 브레이징 재료를 용융시키기에 충분하지만 브레이징될 물품이 제조되는 재료를 용융시키기에는 불충분한 온도로 노의 온도를 가열하는 단계; 및
- [0080] 상기 브레이징 재료가 고형화되고 브레이징된 물품은 노에서 제거되도록 노를 냉각하는 단계
- [0081] 를 포함한다.
- [0082] 매우 기대할만한 결과는 브레이징될 접합부가 아니라 그 주위에 브레이징 재료를 배치함으로써 얻게 되었다. 상기 브레이징 방법은 2013년 10월 29일 SWEP 국제 출원한 스웨덴 특허 출원 제1351284-3호에 자세히 개시되어 있으며, 본 발명에 따른 브레이징 재료와 결합할 때 우수한 브레이징 결과를 제공하는 것으로 입증되었다.
- [0083] 스웨덴 특허 출원 제1351284-3 호의 브레이징 방법과 본 발명에 따른 브레이징 재료의 조합의 우수한 결과에 대한 하나의 이유는 고온 일 수 있다 - 상기 브레이징 재료를 서로 브레이징될 표면들 사이에 위치되지 않도록 배치함으로써 (서로 가까이 접촉하는 부품들로 인해) 브레이징될 표면들 사이의 확산 접합이 증가하고, 확산 브레이징은 온도가 증가함에 따라 증가한다.
- [0084] 브레이징 접합부의 강도에 관해서는, 브레이징 접합부가 이론적인 브레이징 재료의 강도보다 큰 강도를 가짐이 발견되었다. 시험은 이것이 확산 또는 트랜스 액상 접합 프로세스에 의한 것일 수 있음을 보여주었다 - 접합될 아이템이 브레이징 공정 중에 서로 매우 가까이 위치하면 접합될 아이템의 모재가 다른 하나로 이동하기 시작하여, 모재의 용융이 없거나 최소화시키면서 금속 결합이 형성된다. 이는 또한 접합부의 취성 조직 (예: 니켈 규화물 및 크로뮴 붕화물)의 양을 감소시킨다.
- [0085] 접합 프로세스는 온도가 높을수록 더 빠르며, 이것은 아마도 본 발명에 따른 브레이징 재료의 상대적으로 높은 용융점으로 인해 높은 브레이징 온도를 요구하고, 브레이징 재료의 낮은 침식성 특성으로 인해 모재의 낮은 침식성과 높은 브레이징 온도를 허용하는, 브레이징 재료를 사용함으로써 높은 강도의 브레이징 접합부가 달성되는 이유 중 하나 일 것이다.

도면

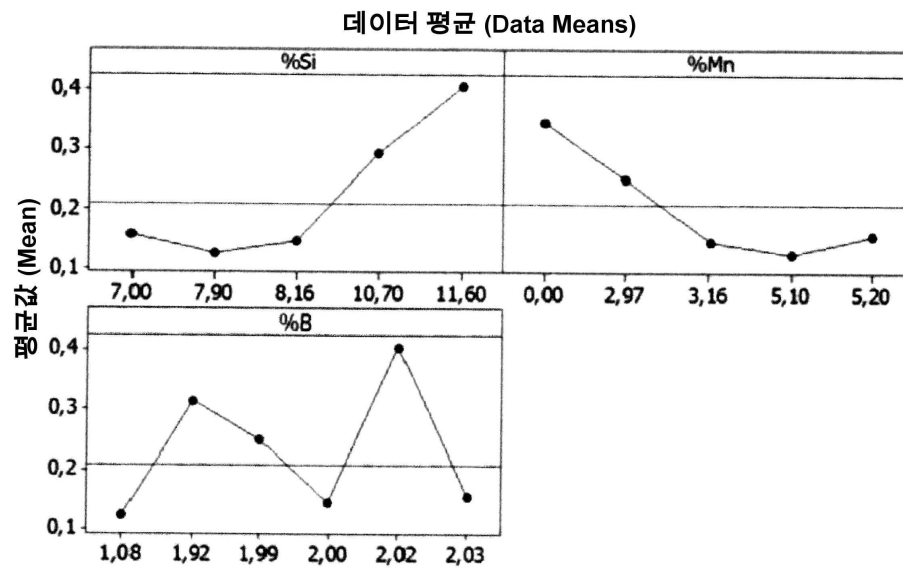
도면1a



도면1b



도면2



도면3

