



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0129237
(43) 공개일자 2014년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/365 (2006.01) C22C 19/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7026387
(22) 출원일자(국제) 2013년03월27일
심사청구일자 2014년09월22일
(85) 번역문제출일자 2014년09월22일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/056530
(87) 국제공개번호 WO 2013/144211
국제공개일자 2013년10월03일
(30) 우선권주장
12161742.7 2012년03월28일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
알파 라발 코포레이트 에이비
스웨덴 에스-221 00 룬드 박스 73
(72) 발명자
쇼딘 페르
스웨덴 에스이-223 61 룬드 오스트라 발가탄 37
에이
발터 크리스티안
스웨덴 에스-247 99 게나프 링비 221
(74) 대리인
양영준, 김윤기

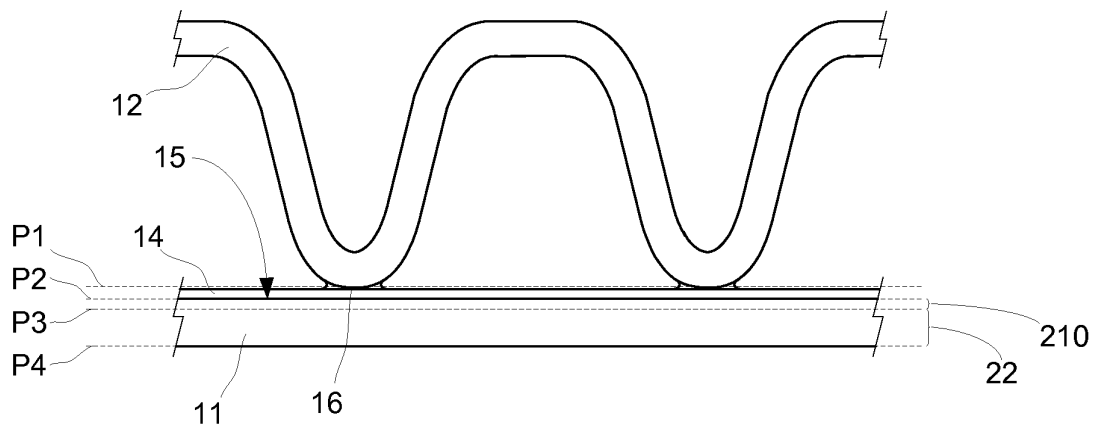
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 금속 부분의 접합 방법

(57) 요약

제1 및 제2 금속 부분 (11, 12)이 1100℃ 초과인 고상선 온도를 갖는, 제1 금속 부분 (11)을 제2 금속 부분 (12)과 접합시키기 위한 방법. 이 방법은: 제1 금속 부분 (11)의 용융 온도를 낮추기 위해 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 용접 강하 성분을 포함하는 용접 강하 조성물 (14)을 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15)에 적용하고; 제2 금속 부분 (12)을 상기 표면 (15) 상의 접촉점 (16)에서 용접 강하 조성물 (14)과 접촉시키고 (202); 제1 및 제2 금속 부분 (11, 12)을 1100℃ 초과인 온도로 가열하고; 제1 금속 성분 (11)의 용융된 금속층 (210)을 응고시켜, 접촉점 (16)에서 접합부 (25)를 얻는 것을 포함한다. 용접 강하 조성물 및 관련 제품을 또한 서술한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

제1 및 제2 금속 부분 (11, 12)이 1100℃ 초과와 고상선 온도를 갖는, 제1 금속 부분 (11)을 제2 금속 부분 (12)과 접합시키기 위한 방법으로서,

- 제1 금속 부분 (11)의 용융 온도를 낮추기 위해 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함한 용점 강하 성분, 및
- 임의로, 용점 강하 조성물 (14)의 표면 (15)으로의 적용 (201)을 용이하게 하기 위한 결합제 성분

을 포함하는 용점 강하 조성물 (14)을 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15)에 적용하고 (201),

제2 금속 부분 (12)을 상기 표면 (15) 상의 접촉점 (16)에서 용점 강하 조성물 (14)과 접촉시키고 (202),

제1 및 제2 금속 부분 (11, 12)을 1100℃ 초과와 온도로 가열하여 (203), 이로써 제1 금속 부분 (11)의 상기 표면 (15)이 용융되어 제1 금속 부분 (11)의 표면층 (21)이 용융되고, 용점 강하 성분과 함께, 접촉점 (16)에서 제2 금속 부분 (12)과 접촉하는 용융된 금속층 (210)을 형성하고,

용융된 금속층 (210)을 응고시켜 (204), 접촉점 (16)에서 접합부 (25)를 얻는

것을 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 붕소가 임의의 원소 붕소 및 적어도 임의의 다음의 화합물: 탄화 붕소, 붕화 규소, 붕화 니켈 및 붕화 철로부터 선택된 붕소 화합물의 붕소로부터 유래되는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 규소가 임의의 원소 규소 및 적어도 임의의 다음의 화합물: 탄화 규소, 붕화 규소 및 규소철로부터 선택된 규소 화합물의 규소로부터 유래되는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 용점 강하 성분이 적어도 40 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 용점 강하 성분이 적어도 85 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 붕소가 용점 강하 화합물의 붕소 및 규소 함량의 적어도 10 wt%를 구성하는 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 규소가 용점 강하 화합물의 붕소 및 규소 함량의 적어도 55 wt%를 구성하는 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 용점 강하 성분이 50 wt% 미만의 금속 원소를 포함하는 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 용점 강하 성분이 10 wt% 미만의 금속 원소를 포함하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 0.3 내지 0.6 mm의 두께를 갖고, 용점 강하 조성물

(14)의 적용 (201)은 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15) 상의 mm^2 당 평균 0.02 - 0.12 mg 붕소 및 규소를 적용하는 것을 포함하는 방법.

청구항 11

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 0.6 내지 1.0 mm의 두께를 갖고, 용점 강하 조성물 (14)의 적용 (201)은 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15) 상의 mm^2 당 평균 0.02 - 1.0 mg 붕소 및 규소를 적용하는 것을 포함하는 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 표면 (15)이 상기 표면 (15) 상의 접촉점 (16)에 의해 한정된 영역 (A2)보다 넓은 영역 (A1)을 가져, 접합부 (25)를 형성할 때 (204) 용융된 금속층 (21')의 금속이 접촉점 (16)으로 유동하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 표면 (15)의 영역 (A1)이 접촉점 (16)에 의해 한정된 영역 (A2)보다 적어도 10배 더 넓은 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 표면 (15)의 영역 (A1)이 접합부 (25)의 단면적 (A3)보다 적어도 3배 더 넓은 방법.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 접합부 (25)가 가열 (203) 전에 임의의 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 일부분인 적어도 50 wt% 금속을 포함하는 방법.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 임의의 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)이 다른 금속 부분을 향해 연장되는 복수의 돌출부 (28, 29)를 포함하여, 제2 금속 부분 (12)을 상기 표면 (15)과 접촉시킨 경우 (202), 복수의 접촉점 (16, 116)이 상기 표면 (15)에 형성되는 방법.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 50 wt% 초과 Fe, 13 wt% 미만 Cr, 1 wt% 미만 Mo, 1 wt% 미만 Ni 및 3 wt% 미만 Mn을 포함하는 방법.

청구항 18

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 90 wt% 초과 Fe를 포함하는 방법.

청구항 19

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 65 wt% 초과 Fe 및 13 wt% 초과 Cr을 포함하는 방법.

청구항 20

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 50 wt% 초과 Fe, 15.5 wt% 초과 Cr 및 6 wt% 초과 Ni를 포함하는 방법.

청구항 21

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 50 wt% 초과 Fe, 15.5 wt% 초과 Cr, 1-10 wt% Mo 및 8 wt% 초과 Ni를 포함하는 방법.

청구항 22

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 97 wt% 초과 Ni을 포함하는 방법.

청구항 23

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 10 wt% 초과 Cr 및 60 wt% 초과 Ni을 포함하는 방법.

청구항 24

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 15 wt% 초과 Cr, 10 wt% 초과 Mo 및 50 wt% 초과 Ni을 포함하는 방법.

청구항 25

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 70 wt% 초과 Co를 포함하는 방법.

청구항 26

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 제1 금속 부분이 10 wt% 초과 Fe, 0.1-30 wt% Mo, 0.1-30 wt% Ni 및 50 wt% 초과 Co를 포함하는 방법.

청구항 27

접합부 (25)에 의해 제2 금속 부분 (12)과 접합되는 제1 금속 부분 (11)을 포함하는 제품으로서, 제1 및 제2 금속 부분 (11, 12)이 1100 °C 초과 고상선 온도를 갖고, 접합부 (25)가 임의의 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 일부분인 접합부를 둘러싸는 영역 (A1)으로부터 유래된 적어도 50 wt% 금속 원소를 포함하는 제품.

청구항 28

제1항 내지 제27항 중 어느 한 항의 방법에 따라 제2 금속 부분 (12)과 접합되는 제1 금속 부분 (11)을 포함하는 제품.

청구항 29

제1항 내지 제27항 중 어느 한 항의 방법에 따라 제1 금속 부분 (11)을 제2 금속 부분 (12)과 접합하기 위한 용접 강하 조성물로서, i) 용융 온도를 낮추기 위해 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 용접 강하 성분, 및 ii), 임의로, 용접 강하 조성물 (14)의 제1 금속 부분 (11)으로의 적용 (201)을 용이하게 하기 위한 결합제 성분을 포함하는 용접 강하 조성물.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 용접 강하 조성물을 사용하여 제1 금속 부분을 제2 금속 부분과 접합하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 용접 강하 조성물 및 접합된 금속 부분을 포함하는 제품에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 오늘날 금속 원소가 다양한 원소 금속 뿐만 아니라 다양한 금속 합금을 포함하는, 금속 원소로 제조된 금속 부분 (금속 물체 또는 금속 워크피스)을 접합하는 색다른 접합 방법이 있다. 해당 금속 부분은, 이들이 제조된 금속 원소 또는 합금에 의해, 적어도 1100 °C의 용융 온도를 갖는데, 이는 금속 부분이, 예를 들어 순수 구리, 순수 알루미늄 또는 다양한 알루미늄-기재 합금으로 제조될 수 없음을 의미한다. 금속 부분이 제조될 수 있는 금속의 몇몇 예는 통상적으로 철-, 니켈- 및 코발트-기재 합금이다.

[0003] 이러한 금속 부분을 접합하기 위한 한 가지 통상적인 방법은 추가 재료와 함께 또는 추가 재료 없이 금속 부분 중의 금속이 용융되는, 즉 캐스트 생성물이 용융 및 후속적 재응고에 의해 형성되는 방법인 용접이다.

- [0004] 또 다른 접합 방법은 필러 금속을 먼저 접합시키려는 두 금속 부분 중 적어도 하나에 적용하고 이어서 그의 융점 초과로 가열하고 모세관 작용에 의해 금속 부분 사이로 분포시키는 금속-접합 방법인 경납땜이다. 필러 금속을, 통상적으로는 적합한 분위기에 의한 보호 하에 그의 용융 온도 초과로 가져온다. 이어서 필러 금속은 접합부를 형성하는 접촉점을 향해 금속 부분 위로 흐른다.
- [0005] 일반적으로, 경납땜하는 경우, 접합하려는 금속 부분 사이의 틈 또는 간격과 접촉하도록 필러 금속을 적용한다. 가열 공정 동안 필러 금속은 용융되어 접합하려는 틈을 채운다. 경납땜 공정에서는 제1 단계를 물리적 단계로 부르는, 3개의 주요한 단계가 있다. 물리적 단계는 필러 금속의 습윤 및 유동을 포함한다. 제2 단계는 통상적으로 주어진 접합 온도에서 일어난다. 이 단계 동안 고체-액체 상호작용이 있고, 이는 실질적인 물질 전달이 수반된다. 액체 필러 금속에 바로 인접한 적은 용량의 금속 부분은 이 단계에서 용해되거나 필러 금속과 반응하게 된다. 동시에 소량의 원소가 액체 상으로부터 고체 금속 부분으로 침투한다. 접합 영역에서의 이러한 성분의 재분배는 필러 금속 조성물로의 변화, 및 때때로, 필러 금속의 응고 개시를 초래한다. 제2 단계와 겹치는, 마지막 단계는, 최종 접합부 미세구조의 형성을 특징으로 하고 응고 및 접합부의 냉각 동안에 진행된다. 액체 필러 금속에 인접한 금속 부분의 용량은 매우 적으며, 즉 접합부는 필러 금속에 의해 가장 넓은 정도로 형성된다. 일반적으로, 경납땜하는 경우, 접합부에서 금속의 적어도 95%가 필러 금속으로부터 비롯된다.
- [0006] 2개의 금속 부분 (모재 물질)을 접합시키는 또 다른 방법은 융점 강하 요소가 결합 온도에서 중간층으로부터 금속 부분의 격자 및 결정 입계로 이동할 때 확산이 일어나는 일시적 액상 확산 접합 (TLP 접합)이다. 이어서 고체 상태 확산 공정은 결합 계면에서 조성물의 변화로 이어지고 상이한 중간층은 모재 물질보다 낮은 온도에서 용융된다. 이로써 얇은 층의 액체가 계면을 따라 전개되어 한 금속 부분의 융점보다 낮은 온도에서 접합부를 형성한다. 결합 온도의 저하는 용융물의 응고로 이어지고, 이 상은 결합 온도에서 한동안 유지됨으로써 후속적으로 금속 부분으로 확산되어 나갈 수 있다.
- [0007] 접합 방법, 예컨대 용접, 경납땜 및 TLP-접합은 금속 부분을 성공적으로 접합시킨다. 그러나, 용접은 매우 고가일 수 있고 또는 접근이 어려운 경우 다수의 접합부를 생성하는 것이 불가능할 수도 있으므로 그의 한계를 갖는다. 경납땜 또한, 예를 들어 때때로 가장 적합한 필러 금속을 적절히 적용하거나 심지어 결정하는 것이 어렵다는 점에서 그의 한계를 갖는다. TLP-접합은 다른 재료를 접합하게 될 때 유리하나 그의 한계를 갖는다. 예를 들어, 적합한 중간층을 찾아내는 것이 종종 어렵고 상기 방법은 큰 틈을 채워야 하는 접합부를 생성하는 데 있어서 또는 비교적 큰 접합부를 형성해야 하는 경우에 실제로 적합하지 않다.
- [0008] 따라서, 소정의 접합 방법을 선택할 때 많은 인자가 관련된다. 또한 결정적인 인자는 비용, 생산성, 안전성, 프로세스 속도 및 금속 부분을 접합시키는 접합부의 성질 뿐만 아니라 접합 후 금속 부분 자체의 성질이다. 전술한 방법이 그의 이점을 갖지만, 특히 비용, 생산성, 안전성 및 프로세스 속도와 같은 인자를 고려한다면, 현 방법에 대한 보완책으로서 이용될 수 있는 접합 방법에 대한 필요성이 여전히 있다.
- 발명의 내용**
- [0009] 상기 기법 및 선행 기술을 개선하려는 것이 본 발명의 목적이다. 특히, 금속 부분 사이에 강한 접합부를 계속해서 생성하면서 간단하고 믿을 만한 방식으로 금속 부분 (금속 워크피스, 즉 금속으로 제조된 워크피스 또는 물체)을 접합시키는 방법을 제공하려는 것이 목적이다.
- [0010] 이 목적을 해결하기 위해 제1 금속 부분을 제2 금속 부분과 접합시키는 방법을 제공한다. 이 방법은 1100℃ 초과와 고상선 온도를 갖는 금속 부분을 위해 이용된다. 상기 방법은:
- [0011] 제1 금속 부분의 용융 온도를 낮추기 위해 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 융점 강하 성분, 및 임의로, 융점 강하 조성물의 표면으로의 적용을 용이하게 하기 위한 결합제 성분을 포함하는, 융점 강하 조성물을 제1 금속 부분의 표면에 적용하고,
- [0012] 제2 금속 부분을 상기 표면 상의 접촉점에서 융점 강하 조성물과 접촉시키고,
- [0013] 제1 및 제2 금속 부분을 1100℃ 초과와 온도로 가열하여, 이로써 제1 금속 부분의 상기 표면이 용융되어 제1 금속 부분의 표면층이 용융되고, 융점 강하 성분과 함께, 접촉점에서 제2 금속 부분과 접촉하는 용융된 (녹은) 금속층을 형성하고,
- [0014] 용융된 금속층을 응고시켜, 접촉점에서 접합부를 얻는 것을 포함한다.

- [0015] 금속 부분 중의 금속은, 금속 부분이 1100℃ 초과와 고상선 온도를 통상적으로 갖기 때문에, 예를 들어 철-, 니켈 및 코발트-기재 금속 합금의 형태를 가질 수 있다. 금속 부분은 1100℃ 초과와 고상선 온도를 갖지 않는 순수 구리, 구리-기재 합금, 순수 알루미늄 또는 알루미늄-기재 합금일 수는 없다. 금속 부분 중의 금속 또는 심지어 금속 부분 자체를 "모재 금속" 또는 "모 재료"로 지칭할 수 있다. 이러한 맥락에서, "철-기재" 합금은 철이 합금에서 모든 원소 중 가장 많은 중량 퍼센트 (wt%)를 갖는 합금이다. 상응하는 상황이 또한 니켈-, 코발트-, 크롬- 및 알루미늄-기재 합금에도 적용된다.
- [0016] 명시된 바와 같이, 용접 강하 조성물은 용접 강하 성분인, 적어도 하나의 성분을 포함한다. 임의로, 용접 강하 조성물은 결합제 성분을 포함한다. 적어도 제1 금속 부분의 용융 온도를 낮추는 데 기여하는 용접 강하 조성물의 모든 물질 또는 일부분은 용접 강하 성분의 일부분인 것으로 간주된다. 적어도 제1 금속 부분의 용융 온도를 낮추는 데 관여하지 않고 대신 용접 강하 조성물을 "결합"하여, 예를 들어 페이스트, 페인트 또는 슬러리를 형성하는 용접 강하 조성물의 일부분은, 결합제 성분의 일부분인 것으로 간주된다. 물론, 용접 강하 성분은 다른 성분, 예컨대 소량의 필러 금속을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 필러 금속은, 용접 강하 성분의 적어도 25 wt%가 붕소 및 규소를 포함하므로, 용접 강하 성분의 75 wt% 초과에 상당할 수 없다. 필러 금속이 용접 강하 조성물에 포함된 경우, 이는 항상 용접 강하 성분의 일부분이다.
- [0017] 이러한 맥락에서, "붕소 및 규소"는, wt%로 산출된 바와 같은, 용접 강하 성분 중의 붕소 및 규소의 합계를 의미한다. 여기서, wt%는 질량 분율에 100을 곱함으로써 결정되는 중량 퍼센트를 의미한다. 공지된 바와 같이, 성분 중의 물질의 질량 분율은 성분의 밀도에 대한 그 물질의 질량 농도 (성분 중의 그 물질의 밀도)의 비율이다. 따라서, 예를 들어, 적어도 25 wt% 붕소 및 규소는 붕소 및 규소의 총 중량이 100g 용접 강하 성분의 샘플 중 적어도 25 g인 것을 의미한다. 분명히, 결합제 성분이 용접 강하 조성물에 포함된 경우, 그렇다면 용접 강하 조성물 중의 붕소 및 규소의 wt%는 25 wt% 미만일 수 있다. 그러나, 적어도 25 wt% 붕소 및 규소는, 명시된 바와 같이, 포함될 수 있는 임의의 필러 금속을 또한 포함하는 용접 강하 성분에 항상 존재하며, 즉 필러 금속은 항상 용접 강하 조성물의 일부분으로서 여겨진다.
- [0018] "붕소"는 붕소 화합물 중의 붕소 뿐만 아니라 원소 붕소를 포함하는, 용접 강하 성분 중의 모든 붕소를 포함한다. 상응해서, "규소"는 규소 화합물 중의 규소 뿐만 아니라 원소 규소를 포함하는, 용접 강하 성분 중의 모든 규소를 포함한다. 따라서, 붕소 및 규소는 둘 다, 용접 강하 성분에서, 다양한 붕소 및 규소 화합물 중의 붕소 및 규소에 의해 제시될 수 있다.
- [0019] 분명히, 용접 강하 조성물은, 이들이 붕소 및 규소와 같은 용접 강하 물질에 비해 훨씬 더 많은 충전 금속을 갖기 때문에, 종래의 경납땜 물질과 매우 다르다. 일반적으로, 경납땜 물질은 18 wt% 미만의 붕소 및 규소를 갖는다.
- [0020] 상기 방법은 필러 금속을 줄이거나 심지어 배제할 수 있고 이를 다른 재료로 제조된 금속 부분을 위해 적용할 수 있다는 점에서 유리하다. 또한, 광범위한 용도 내에서, 예를 들어 그렇지 않으면 예를 들어, 용접 또는 종래의 경납땜에 의해 접합되는 열 전달 플레이트 또는 임의의 적합한 금속 물체를 접합시키는 데 사용할 수 있다.
- [0021] 물론, 용접 강하 조성물은 제2 금속 부분에 또한 적용할 수 있다.
- [0022] 붕소는 임의의 원소 붕소 및 적어도 임의의 다음의 화합물: 탄화 붕소, 붕화 규소, 붕화 니켈 및 붕화 철로부터 선택된 붕소 화합물의 붕소로부터 비롯될 수 있다. 규소는 임의의 원소 규소 및 적어도 임의의 다음의 화합물: 탄화 규소, 붕화 규소 및 규소철로부터 선택된 규소 화합물의 규소로부터 비롯될 수 있다.
- [0023] 용접 강하 성분은 적어도 40 wt% 붕소 및 규소를 포함할 수 있고, 또는 심지어 적어도 85 wt% 붕소 및 규소를 포함할 수 있다. 이는 임의의 필러 금속이 존재하는 경우 각각 60 wt% 미만, 15 wt% 미만의 양으로 존재함을 의미한다. 용접 강하 성분은 심지어 적어도 95 wt% 붕소 및 규소를 포함할 수 있다.
- [0024] 붕소는 용접 강하 화합물의 붕소 및 규소 함량의 적어도 10 wt%를 구성할 수 있다. 이는 용접 강하 성분이 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함하는 경우, 그렇다면 용접 강하 성분이 적어도 2.5 wt% 붕소를 포함함을 의미한다. 규소는 용접 강하 화합물의 붕소 및 규소 함량의 적어도 55 wt%를 구성할 수 있다.
- [0025] 용접 강하 성분은 50 wt% 미만의 금속 원소, 또는 10 wt% 미만의 금속 원소를 포함할 수 있다. 이러한 금속 원소는 앞서 논의한 "금속 필러"에 해당한다. 이러한 소량의 금속 원소 또는 금속 필러는 용접 강하 조성물을 예를 들어 공지된 경납땜 조성물과 완전히 구별하는데, 경납땜 조성물은 적어도 60 wt% 금속 원소를 포함하기 때

문이다. 여기서, "금속 원소"는 예를 들어, 주기율표 상의 3 내지 12족을 포함하는, 주기율표의 d-블록에 있는 원소인, 모든 전이 금속을 포함한다. 이는, 예를 들어, 철 (Fe), 니켈 (Ni), 코발트 (Co), 크롬 (Cr) 및 몰리브덴 (Mo)이 "금속 원소"임을 의미한다. "금속 원소"가 아닌 원소는 영족 기체, 할로젠 및 다음의 원소: 붕소 (B), 탄소 (C), 규소 (Si), 질소 (N), 인 (P), 비소 (As), 산소 (O), 황 (S), 셀레늄 (Se) 및 텔루륨 (Tu)이다. 예를 들어, 붕소가 화합물 붕화 니켈에서 비롯된 경우, 그렇다면 이 화합물의 니켈-부분은 한 실시양태에서는 50wt% 미만이어야 하고 다른 실시양태에서는 10wt% 미만이어야 하는 금속 원소에 포함된 금속 원소인 점에 주목해야 한다.

[0026] 제1 금속 부분은 0.3 - 0.6 mm의 두께를 포함할 수 있고 그 때 용접 강하 조성물의 적용은 제1 금속 부분의 표면 상의 mm² 당 평균 0.02 - 0.12 mg 붕소 및 규소를 적용하는 것을 포함한다. 제1 금속 부분의 표면 상의 mm² 당 평균 0.02 - 0.12 mg 붕소 및 규소의 적용은 예를 들어 제2 금속 부분을 거친, 예를 들어 제2 금속 부분에서 제1 금속 부분으로 전달되는 붕소 및 규소의 임의의 간접 적용을 포함한다. 따라서, 본원에서 지칭되는 붕소 및 규소는, 제1 금속 부분의 표면층의 용융에 계속해서 기여하는 한, 반드시 제1 금속 부분에 직접 적용되었어야 하는 것은 아니다.

[0027] 제1 금속 부분은 0.6 - 1.0 mm의 두께를 포함할 수 있고 그 때 용접 강하 조성물의 적용은 제1 금속 부분의 표면 상의 mm² 당 평균 0.02 - 1.0 mg 붕소 및 규소의 적용을 포함할 수 있다. 이전과 같이, 적용은 또한 제2 금속 부분을 거친 간접 "적용"을 포함한다.

[0028] 제1 금속 부분은 1.0 mm 초과 두께를 포함할 수 있고 그 때 용접 강하 조성물의 적용은 제1 금속 부분의 표면 상의 mm² 당 평균 0.02 - 5.0 mg 붕소 및 규소의 적용을 포함할 수 있다.

[0029] 표면은 상기 표면 부분 상의 접촉점에 의해 한정된 영역보다 넓은 영역을 가질 수 있어, 접합부를 형성할 때 용융된 금속층 중의 금속이 접촉점으로 흐르게 된다. 이러한 흐름은 통상적으로 모세관 작용에 기인한다.

[0030] 표면의 영역은 접촉점에 의해 한정된 영역보다 적어도 10배 더 넓을 수 있다. 표면의 영역은 훨씬 더 넓을 수 있고 (또는 접촉점이 비교적 더 적을 수 있음), 예컨대 접촉점에 의해 한정된 영역보다 적어도 20 또는 30배 더 넓을 수 있다. 표면의 영역은 용융된 금속이 흘러 접합부를 형성하는 곳에서부터 표면의 영역이라 지칭한다.

[0031] 표면의 영역은 접합부의 단면적보다 적어도 3배 더 넓을 수 있다. 표면의 영역은 훨씬 더 클 수 있고 (또는 접합부의 단면적이 비교적 더 작을 수 있음), 예컨대 접촉점에 의해 한정된 영역보다 적어도 6배 또는 10배 더 넓다. 접합부의 단면적은 접합부가 그의 가장 작은 연장부 (단면적)를 갖는 위치에서, 접촉점이 위치한 표면에 평행한 평면을 가로질러 접합부가 갖는 단면적으로 정의할 수 있다.

[0032] 접합부는, 가열 전에 제1 금속 부분 및 제2 금속 부분 중 임의의 일부분이었던 적어도 50 wt% 또는 적어도 85 wt% 또는 심지어 100 wt% 금속 (금속 원소)을 포함할 수 있다. 이는 금속 부분의 금속이 접촉점으로 흘러 접합부를 형성하게 함으로써 달성된다. 이러한 방식으로 형성된 접합부는 경납땜에 의해 형성된 접합부와 매우 다른데, 이러한 접합부가 일반적으로 경납땜 전에, 접합부를 형성하는 데 사용되었던 경납땜 물질 중 필러 금속의 일부분이었던 적어도 90 wt% 금속을 포함하기 때문이다.

[0033] 임의의 제1 금속 부분 및 제2 금속 부분은, 제2 금속 부분을 상기 표면과 접촉시킨 경우, 다수의 접촉점이 상기 표면에 형성되도록, 다른 금속 부분을 향해 연장된 다수의 돌출부를 포함할 수 있다. 이는 통상적으로 금속 부분이 열 교환기를 형성하도록 적응되어 접합된 파형 플레이트의 형상을 가질 때의 경우이다.

[0034] 제1 금속 부분은:

[0035] i) >50 wt% Fe, <13 wt% Cr, <1 wt% Mo, <1 wt% Ni 및 <3 wt% Mn;

[0036] ii) >90 wt% Fe;

[0037] iii) >65 wt% Fe 및 >13wt% Cr;

[0038] iv) >50 wt% Fe, >15.5 wt% Cr 및 >6 wt% Ni;

[0039] v) >50 wt% Fe, >15.5 wt% Cr, 1-10 wt% Mo 및 >8 wt% Ni;

[0040] vi) >97 wt% Ni;

[0041] vii) >10 wt% Cr 및 >60 wt% Ni;

- [0042] viii) >15 wt% Cr, >10 wt% Mo 및 >50 wt% Ni;
- [0043] ix) >70 wt% Co; 및
- [0044] x) >10 wt% Fe, 0.1-30wt% Mo, 0.1-30 wt% Ni 및 >50 wt% Co
- [0045] 중 임의의 것을 포함할 수 있다.
- [0046] 상기는 제1 금속 부분, 및 제2 금속 부분 또한, 다수의 상이한 합금으로 제조될 수 있음을 의미한다. 분명히, 상기 예는, 산업계 내에서 통상적인 바와 같이, 다른 금속 또는 원소와 균형을 이룬다.
- [0047] 또 다른 측면에 따라 접합부에 의해 제2 금속 부분과 접합된 제1 금속 부분을 포함한 제품을 제공한다. 금속 부분은 1100℃ 초과와 고상선 온도를 갖고 접합부는 임의의 제1 금속 부분 및 제2 금속 부분의 일부분이었고 접합부를 둘러싸고 있는 영역으로부터 유출된 적어도 50 wt% 금속 원소를 포함한다.
- [0048] 또 다른 측면에 따라, 상기 방법 또는 임의의 그의 실시양태에 따라 제2 금속 부분과 접합된 제1 금속 부분을 포함하는 제품을 제공한다.
- [0049] 또 다른 측면에 따라, 즉 특별히 개발되고 구성된, 제1 금속 부분을 제2 금속 부분과 상기 방법 또는 임의의 그의 실시양태에 따라 접합시키기 위한 용접 강하 조성물을 제공하며, 이 용접 강하 조성물은 i) 용융 온도를 낮추기 위해 적어도 25 wt% 붕소 및 규소를 포함한 용접 강하 성분, 및 ii), 임의로, 용접 강하 조성물의 제1 금속 부분으로의 적용을 용이하게 하기 위한 결합제 성분을 포함한다.
- [0050] 방법, 제품 및 용접 강하 조성물의 다른 목적, 특징, 측면 및 이점은 도면 뿐만 아니라 하기 상세한 설명으로부터 자명하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0051] 이제 본 발명의 실시양태를, 예를 들면, 첨부한 개략적 도면을 참조하여 설명할 것이고, 여기서
- 도 1은 용접 강하 조성물이 제1 및 제2 금속 부분 중간에 적용된 제1 및 제2 금속 부분의 단면도이고,
- 도 2는 가열 동안의 도 1의 금속 부분을 나타내고,
- 도 3은 접합부가 형성된 도 1의 금속 부분을 나타내고,
- 도 4는 제2 금속 부분이 제1 금속 부분에 인접해 있는 경우 용접 강하 조성물이 성분 중간에 적용된 제1 및 제2 금속 부분의 단면도이고,
- 도 5는 가열 동안의 도 4의 금속 부분을 나타내고,
- 도 6은 접합부가 형성된 도 4의 금속 부분을 나타내고,
- 도 7은 접합부가 형성된 경우 접합부의 형성 동안 금속 부분이 서로를 향해 가압된 금속 부분을 나타내고,
- 도 8은 양 금속 부분으로부터의 재료가 용융되어 접합부를 형성한, 도 7에 해당하는 도면이고,
- 도 9는 도 1에 해당하고, 금속 부분 사이의 접촉점의 분포를 나타내고,
- 도 10은 금속 부분 사이의 접촉점의 영역을 나타내고,
- 도 11은 도 3에 해당하고, 금속 부분 사이의 접합부의 분포를 나타내고,
- 도 12는 접합부의 단면적을 나타내고,
- 도 13은 2개의 금속 부분을 접합시킬 수 있는 방법을 설명한 수많은 예에서 사용된 가압 플레이트를 나타내고,
- 도 14는 도 13에 나타난 플레이트와 평평한 플레이트 사이의 접합부의 단면의 사진이고,
- 도 15는 추세선을 비롯한, 용접 강하 조성물의 적용된 양 ($\text{g}/3500\text{mm}^2$)의 함수로서 측정된 접합부 폭을 도시한 다이어그램을 나타내고,
- 도 16은 추세선을 비롯한, 용접 강하 조성물의 적용된 양 ($\text{g}/3500\text{mm}^2$)의 함수로서 측정된 폭을 기준으로 산출된 접합부의 총진 면적을 도시한 또 다른 다이어그램을 나타내고,
- 도 17은 추세선을 비롯한, 용접 강하 조성물의 적용된 양 ($\text{g}/3500\text{mm}^2$)의 함수로서 접합부가 플레이트 재료와 동

일하거나 더 강했던 인장 시험 샘플의 %를 도시한 또 다른 다이어그램을 나타내고,
 도 18은 접합되어 있는 다른 시험 샘플의 사진을 나타내고,
 도 19는 제1 및 제2 금속 부분을 접합하는 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 도 1은 용점 강하 조성물 (14)이 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15)에 배열된 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)을 나타낸다. 제2 금속 부분 (12)은, 접촉점 (16)에서 표면 (15) 상의 용점 강하 조성물 (14)과 접촉한다. 예시된 제2 금속 부분 (12)에 있어서, 제1 돌출부 (28)는 접촉점 (16)에서 용점 강하 조성물 (14)과 접촉하고 한편 제2 돌출부 (29)는 또 다른 접촉점 (116)에서 용점 강하 조성물 (14)과 접촉한다. 제1 금속 부분 (11)은 금속 원소로 제조되며, 예컨대 철-기재 합금이다. 제1 금속 부분 (11)이 제조될 수 있는 적합한 금속 원소의 더 많은 예는 하기에서 주어진다. 제2 금속 부분 (12)은 또한, 제1 금속 부분 (11)이 제조된 것과 동일한 금속 원소일 수 있는, 금속 원소로 제조된다. 도 1에서 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)은 아직 접합되지 않았다.
- [0053] 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)을 접합시키는 방법을 설명하는 데 5개의 평면 (P1-P5)을 사용한다. 제1 평면 (P1)은 용점 강하 조성물 (14)의 표면을 한정한다. 제2 평면 (P2)은 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15)을 한정하고, 이는 제1 금속 부분 (11)의 "상부" 표면 (15)이다. 이는 용점 강하 조성물 (14)이 제1 평면 (P1)과 제2 평면 (P2) (표면 (15)) 사이의 거리에 해당하는 두께를 가짐을 의미한다. 용점 강하 조성물 (14)의 두께가 도시된 도면에서 크게 과장된 점에 주목해야 한다. 실제 두께, 즉 표면 (15) 상의 용점 강하 조성물 (14)의 양 뿐만 아니라 용점 강하 조성물 (14)의 조성은, 하기에 상세히 논의되어 있다.
- [0054] 제3 평면 (P3)은, 표면층 (21)이 표면 (15)에서 제1 금속 부분 (11)에 위치한 제3 평면 (P3)으로 연장된, 제1 금속 부분 (11)의 표면층 (21)을 한정한다. 따라서, 표면층 (21)의 두께는 제2 평면 (P2) (표면 (15))과 제3 평면 (P3) 사이의 거리에 해당한다. 제4 평면 (P4)은 제1 금속 부분 (11)의 하부 표면을 한정한다. 제1 금속 부분 (11)의 두께는 제2 평면 (P2)과 제4 평면 (P4) 사이의 거리에 해당한다. 제1 금속 부분 (11)은 또한 표면층 (21)을 포함하지 않고 제3 평면 (P3)에서 제4 평면 (P4)으로 연장된 제1 금속 부분 (11)의 일부분인 하부 층 (22)을 갖는다. 제5 평면 (P5)은 제2 금속 부분 (12)의 기준선을 한정하며, 여기서 제1 돌출부 (28) 및 제2 돌출부 (29)는 기준선으로부터 제1 금속 부분 (11)을 향하는 방향으로 돌출되어 있다.
- [0055] 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 예시된 형태는 단지 예가 되는 형태이고 다른 형태도 동일하게 생각할 수 있다. 예를 들어, 금속 부분 (11, 12)은 곡선 형태를 가질 수 있어, 평면 (P1-P5)은 평평한, 2-차원 표면의 형태를 갖지 않고, 대신 곡면의 형태를 갖는다.
- [0056] 도 2는 용점 강하 조성물 (14)이 표면층 (21)을 용융시켜 용융된 금속층 (210)을 형성하게 하는 온도 초과이나, 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 재료의 용융 온도 미만인 온도로 가열한 경우 금속 성분 (11, 12)을 나타낸다. 간단히, 금속 부분 (11, 12)을 가열한 경우, 용점 강하 조성물 (14) 중의 붕소 및 규소는 제1 금속 부분 (11)으로 확산되어 제1 금속 부분 (11) (및 제2 금속 부분 (12))의 재료의 용융 온도보다 낮은 온도에서 용융되게 한다. 용점 강하 조성물 (14)을 표면층 (21)을 용융시켜 용융된 금속층 (210)을 형성하게 하는 양으로 표면 (15)에 적용한다. 따라서, 용점 강하 조성물 (14)의 양은 붕소 및 규소가 표면층 (21)으로만 확산 되도록 선택한다 (너무 많은 붕소 및 규소가 전체 제1 금속 부분 (11)을 용융시킬 수 있다). 용점 강하 조성물 (14)의 적합한 양은 하기 실시예에 기재되어 있다. 이어서 용융된 금속층 (210) 중의 금속은, 통상적으로 모세관 작용에 의해, 접촉점 (16) (및 다른, 유사한 접촉점, 예컨대 접촉점 (116))을 향해 흐른다.
- [0057] 도 3은 모든 용점 강하 조성물 (14)이 제1 금속 부분 (11)으로 확산된 경우 그리고 용융된 금속층 (210) 중의 금속이 접합부 (25)가 이제 형성된, 접촉점 (16)을 향해 흐른 경우 금속 성분 (11, 12)을 나타낸다. 접합부는 이전에 제1 금속 부분 (11)의 일부분이었던 금속을 이제 포함한다. 알 수 있듯이, 용점 강하 조성물 (14)은 제1 금속 부분 (11)으로 그리고, 통상적으로, 어느 정도는 제2 금속 부분 (12)으로 확산되기 때문에 더 이상 제1 금속 부분 (11)의 표면 (15)에 존재하지 않는다. 접합부 (25)가 제1 금속 부분 (11)의 금속으로부터 형성되기 때문에 제1 금속 부분 (11)은 이제 가열하기 전보다 더 얇다. 알 수 있듯이, 제1 금속 부분 (11)은 이제 제2 평면 (P2)에 위치하지 않은 상부 표면 (15')을 갖는다. 대신, 상부 표면은 이제 제4 평면 (P4)과 더 가깝다. 일반적으로, 용융된 금속층 (210) 중의 모든 금속이 접합부 (25)를 형성하도록 접촉점 (16)을 향해 흐르는 것은 아니고, 일부가 제1 금속 부분 (11)의 상부 표면으로서 남아 거기서 접합부 (25)의 응고와 동시에 응고한다. 온도가 내려간 경우 뿐만 아니라 온도가 내려가기 전에 응고가 일어나는데, 예를 들어 용점 강하 조성물 중의

봉소 및 규소가 점차 제1 금속 부분 (11)의 재료로 확산되어 혼합되기 때문이다. 제1 금속 부분 (11) 중의 금속의 용융 뒤의 물리적 과정 뿐만 아니라 후속적 응고는 경납땜 동안 일어나는 용융 및 응고 과정과 유사하다. 그러나, 종래의 경납땜에 비해 용점 강하 조성물 (14)이 매우 소량의 필러 금속을 포함하거나 포함하지 않는 큰 차이가 있고; 접합부 (25)를 생성하기 위해 필러 금속을 사용하는 대신, 접합부 (25)를 생성하기 위해 제1 금속 부분 (11)으로부터의 금속 및, 임의로 서술될 바와 같이, 제2 금속 부분 (12)으로부터의 금속을 사용한다.

[0058] 도 4 내지 6은 제2 금속 부분 (12)이 기본적으로 제1 금속 부분 (11)과 접촉하거나 인접해 있는 그러한 정도로 용점 강하 조성물 (14)로 가압된 차이를 갖는, (일부 소량의 용점 강하 조성물 (14)이 여전히 통상적으로 금속 부분 (11, 12) 사이에 존재함) 도 1 내지 3에 해당한다.

[0059] 도 7은 접합부 (25)를 형성하는 동안 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)이 서로를 향해 가압된 차이를 갖는 도 3 및 6에 해당한다. 그 결과 제2 금속 부분 (12)은 접합부 (25)의 위치에서 제1 금속 부분 (11)의 용융된 금속층 (210)으로 "가라앉았다".

[0060] 도 8은, 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12) 둘 다로부터의 재료가 용융되어 접합부 (25)를 형성한, 도 7에 해당한다. 실제로, 이는, 특히 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)이 동일한 재료로 제조된 경우, 제2 금속 부분 (12)이 또한 용점 강하 조성물과 접촉하기 때문에, 접합부 (25)를 형성하는 동안 통상적으로 일어나는 것이다.

[0061] 가열하기 전에 제2 금속 부분 (12)은 선 (L2)에 의해 한정된 외곽선을 갖는다. 가열하는 동안 제2 금속 부분 (12)의 표면층은 용융된 표면층을 형성하고, 여기서 이 층의 금속은 접촉점 (16)으로 흘러 거기서 접합부 (25)의 일부분을 형성한다. 제2 금속 부분 (12)의 용융된 표면층은 선 (L2)과 선 (L1) 사이의 층에 의해 제시되고, 여기서 선 (L1)은 제2 금속 부분 (12)의 금속이 용융되지 않았던 경계를 한정한다.

[0062] 각각 용융되거나 용융되지 않은 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 금속 사이에 실제 뚜렷한 경계가 없다는 점에 주목해야 한다. 대신, "용융"에서 "비용융"으로의 점진적인 전이가 있다.

[0063] 도 9는 도 1에 해당하고 제1 금속 부분 (11)과 제2 금속 부분 (12) 사이의 접촉점 (16)의 분포를 나타낸다. 도 10은 상기로부터 얻고 제1 평면 (P1)에 있는 것 외에 동일한 금속 부분 (11, 12)을 나타낸다. 도 9는 도 10에서 선 (A-A)을 따라 보여진 바와 같은 단면도이다.

[0064] 알 수 있듯이, 접촉점 (16)은 표면 (15) 상의 용점 강하 조성물 (14)의 분포보다 상당히 더 넓은 제1 금속 부분 (11) 상의 용점 강하 조성물 (14)에 대한 분포를 갖는다. 접촉점 (16)의 분포는 표면 (15) 상의 용점 강하 조성물 (14)의 영역 (A1)보다 상당히 더 작은 영역 (A2)을 갖는다. 영역 (A1)은 영역 (A2)을 포함한다. 영역 (A1)은 접촉점 (16)의 각 측면에 위치한 2개의 선 (L3, L4) 사이로 연장된다. 제1 금속 부분 (11)의 용융된 금속이 일반적으로 최근접 접촉점을 향해 흐르므로, 선 (L3)은 접촉점 (16)과 다른 접촉점 (116) 사이에 위치한다. 용점 강하 조성물 (14)이 적용되는 표면 (15)의 영역 (A1)은 접촉점 (16)에 의해 한정된 영역 (A2)보다 적어도 10배 더 넓다. 영역 (A1)은 용점 강하 조성물 (14)이 적용되고 접합부 (25)를 형성하도록 영역 (A1) 금속이 유출된 표면 (15)의 영역으로 정의할 수 있다. 영역 (A2)은 접촉점 (16)의 영역, 즉 임의로 (만약 있다면) 접촉점 (16)에서의 제1 금속 부분 (11)과 제2 금속 부분 (12) 사이의 접촉 면적을 비롯한, 용점 강하 조성물 (14)과 제2 금속 부분 (12) 사이의 접촉 면적으로 정의할 수 있다. 영역 (A1)은 일반적으로 영역 (A2)보다 적어도 10배 더 넓다.

[0065] 도 11은 도 3에 해당하고 접합부 (25)의 단면적 (A3)을 나타낸다. 용점 강하 조성물 (14)이 적용된 표면 (15)의 영역 (A1)은 접합부 (25)의 단면적 (A3)보다 적어도 3배 더 넓다. 도 12는 상기로부터 얻고 제2 평면 (P2)에 있는 것 외에 동일한 금속 부분 (11, 12)을 나타낸다. 도 11은 도 12에서 선 (A-A)을 따라 보여진 바와 같은 단면도이다.

[0066] 알 수 있듯이, 접합부 (25)는 표면 (15) 상의 용점 강하 조성물 (14)의 영역 (A1)보다 상당히 더 작은 단면적 (A3)을 갖는다. 앞에서와 같이, 영역 (A1)은 용점 강하 조성물 (14)이 적용되고 접합부 (25)를 형성하도록 영역 (A1) 금속이 유출된 표면 (15)의 영역으로 정의할 수 있다. 접합부 (25)의 단면적 (A3)은 접합부 (25)가 제1 금속 부분 (11)과 제2 금속 부분 (12) 사이에서 갖는 가장 작은 영역으로 정의할 수 있다. 단면적 (A3)은 곡면의 형태를 가질 수 있다. 분명히, 영역 (A1 및 A2)은, 제1 금속 부분 (11) 및 제2 금속 부분 (12)의 각각의 형태에 따라, 곡면의 형태를 가질 수 있다.

[0067] 제1 금속 부분 (11), 제2 금속 부분 (12)에 적합한 재료, 용점 강하 조성물 (14)의 조성, 어느 정도의 양의 용점 강하 조성물 (14)이 사용되어야 하는지, 가열하기 적합한 온도, 얼마나 오랫동안 가열을 수행할 것인지 등에

대해 설명하기 위해 이제 다수의 실험 및 실시예를 제시한다. 따라서, 이들 실험 및 실시예의 결과는 제1 금속 부분 (11), 제2 금속 부분 (12), 용접 강하 조성물 (14), 접촉점 (16), 접합부 (25) 등과 같은 앞서 기재된 실체에 대해 이용되고, 즉 모든 앞서 기재된 실체는 하기 실험 및 실시예와 관련하여 기재된 각각 관련된 특징부를 포함할 수 있다. 이하에서 용접 강하 조성물은 "블렌드"로서 지칭된다. 금속 부분은 "모재 금속"으로 지칭될 수 있다.

[0068] 도 13은 2개의 금속 부분을 접합시킬 수 있는 방법을 설명하기 위해 사용된 플레이트 (150)를 도시한다. 플레이트 (150)는 직경이 42 mm이고, 0.4 mm의 두께를 갖고 스테인리스 강 타입 316L (SAE 강철 등급)으로 제조된, 원형 가압 플레이트이다. 가압된 플레이트 (150)는 각각 대략 20 mm 길이의 2개의 가압된 빔 v 및 h를 갖는다. 빔 v는 좌측 빔을 나타내고 빔 h는 우측 빔을 나타낸다. "v" 및 "h"는 하기 실시예 5 및 9에서 사용된다.

[0069] 도 14는 도 13에 나타난 유형의 플레이트 (150)와 평평한 플레이트 간의 접합부의 단면을 나타낸다. 플레이트 (150)와 평평한 플레이트의 빔 사이의 접촉점에서 접합부가 생성된다. 접합부를 형성하는 금속의 양을 추산하기 위해 이하의 어림셈과 계산이 이루어졌다.

[0070] 접합부의 중심에서의 용량은 무시할 정도인 것으로 추산되었다. 따라서, 폭 B (실시예에서 1.21 mm 이하)와 같은 폭에 걸쳐 접합부에 대해 생성된 금속 용량은 0으로 설정한다. $(X - B)/2$ 의 거리를 갖는, 빔 v의 바깥쪽 측면에, 금속이 축적되었다. 블렌드 (용접 강하 조성물)가 평평한 플레이트에 적용된 경우, 플레이트는 함께 유지되고 가열되어 플레이트의 표면층은 용융되고 용융된 형태의 금속은 모세관 작용에 의해 인접한 영역에서 접합부의 영역으로 옮겨져, 이로써 접합부를 구성하는 금속의 용량을 형성한다.

[0071] 접합부의 중심의 각 측면에 2개의 삼각형이 형성된 것으로 추산함으로써 면적을 계산할 수 있다. 삼각형에서 각도 α 는 28° 로 측정된다. 전체 측정된 폭은 X이고 중심 폭은 B이다. 따라서 2개의 삼각형의 전체 면적 (A)은 $A = 2 \cdot ((X - B)/2) \cdot ((X - B)/2) \cdot \tan(\alpha)/2$ 이다. B를 1.21 mm로 측정한 경우, 그렇다면 $A = 2 \cdot ((X - 1.21)/2) \cdot ((X - 1.21)/2) \cdot \tan(28^\circ)/2$ 이다. 틈으로 흘러 접합부를 형성했던 경납땜 합금의 총 생성된 용량은, 면적과 2개의 빔 v, h의 길이의 곱일 것이다. 형성된 경납땜 합금의 일부는 틈으로 흐르지 않고 블렌드가 적용되었던 표면에 남겨진다.

[0072] 도 15는 추세선을 비롯한, 다른 실시양태의 블렌드의 적용된 양 (g/3500mm², 즉 3500 제곱 mm 당 그램)의 함수로서 측정된 폭을 도시한 다이어그램이다. 시험의 결과는 표 8 및 9 (하기 실시예 5 참조) 및 도 15에 나타낸다. 도 3의 추세선은 함수 $Y = K \cdot X + L$ (여기서 Y는 면적이고, K는 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 상수임)를 기준으로 한다. 측정된 폭 및 추산된 면적의 결과는 도 15에 의해 도시된다. 블렌드의 적용된 양은, 표 8 및 9를 참조하여, 0.06 g/3500 mm² 내지 0.96 그램/3500 mm²이고, 이는 대략 0.017 mg/mm² 내지 0.274 mg/mm²에 해당한다.

[0073] 블렌드에 대해 추세선 $Y = K \cdot X + L$ (여기서 Y는 접합부 폭이고, K는 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 상수임)을 측정했고, 도면 3 표면 (15)을 참조한다. 따라서, 경납땜 접합부의 폭은:

[0074] Y (A3.3에 대한 폭) = $1.554 + 9.922 \cdot (\text{블렌드 A3.3의 적용된 양})$

[0075] Y (B2에 대한 폭) = $0.626 + 10.807 \cdot (\text{블렌드 B2의 적용된 양})$

[0076] Y (C1에 대한 폭) = $0.537 + 8.342 \cdot (\text{블렌드 C1의 적용된 양})$

[0077] Y (F0에 대한 폭) = $0.632 + 7.456 \cdot (\text{블렌드 F0의 적용된 양})$

[0078] 도 15로부터 관측된 바와 같이 블렌드 A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3 및 F0 중 블렌드 A3.3은 블렌드의 적용된 양의 함수로서 접합부에서 경납땜 합금의 최고량을 제공한다. 샘플 F0은 3500 mm² 당 0.20 그램 미만으로 임의의 실질적인 접합부를 제공하지 못했다.

[0079] 도 16은 추세선과 적용된 블렌드 양 (그램/3500mm²)의 함수로서 측정된 폭을 기준으로 산출된 경납땜 접합부의 충전된 면적을 도시한 또 다른 다이어그램을 나타낸다. 블렌드에 대해 추세선 $Y = K \cdot X - L$ (여기서 Y는 면적이고, K는 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 상수임)을 측정했고, 도면 16을 참조한다. 도 16에 있어서 경납땜 접합부의 면적은:

[0080] Y (A3.3에 대한 면적) = $4.361 \cdot (\text{블렌드 A3.3의 적용된 양}) - 0.161$

[0081] Y (B2에 대한 면적) = $3.372 \cdot (\text{블렌드 B2의 적용된 양}) - 0.318$

- [0082] Y (C1에 대한 면적) = $2.549 \cdot (\text{블렌드 C1의 적용된 양}) - 0.321$
- [0083] Y (F0에 대한 면적) = $0.569 \cdot (\text{블렌드 F0의 적용된 양}) - 0.093$
- [0084] 경납땜 접합부 "없음"으로 인해 샘플 F0를 제외하고 너무 적은 데이터로 인해 샘플 D0.5를 제외한, 예를 들어 3500 mm² 당 0.18 그램의 양에 대해, 도 16의 다이어그램을 기준으로 생성된 용량의 추산은, 플레이트 사이의 접합부에서의 경납땜 합금의 생성된 용량에 대해 샘플에 값을 제공하는데, 이하를 참조한다:
- [0085] 용량 (A3.3) = $0.63 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 25.2 \text{ mm}^3$
- [0086] 용량 (B2) = $0.30 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 12.0 \text{ mm}^3$
- [0087] 용량 (C1) = $0.12 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 4.8 \text{ mm}^3$
- [0088] 용량 (E0.3) = $0.10 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 4.0 \text{ mm}^3$
- [0089] 도 17은 % (퍼센트)가 블렌드의 적용된 양의 함수, 즉 3500 mm² 당 그램으로서 접합부가 플레이트 재료와 같거나 더 강한 인장 실험의 성공률인 또 다른 다이어그램을 나타낸다. 플레이트가 접합부보다 더 강한 경우, 접합부의 틈이 생기고, 결과는 영으로 설정되었다. 접합부가 플레이트 재료보다 더 강한 샘플의 경우 결과의 차이는 통계상 중요하지 않았다.
- [0090] 도 18은 블렌드에 의해 접합부를 형성함으로써 접합시키는 추가 샘플을 나타낸다. 사진은 2개의 플레이트 사이에 형성된 접합부가 있음을 보여준다. 샘플은 실시예 10에서 얻는다.
- [0091] 실시예
- [0092] 하기 실시예에서는 본 발명을 예시하기 위해 더 많은 세부사항을 나타낸다.
- [0093] 이들 실시예에서의 시험은, 규소, Si가 모재 금속의 시험 샘플의 표면 상 (즉 금속 부분 상)에 적용된 경우 규소가 "경납땜 합금"을 생성할 수 있음을 조사하기 위해 이루어졌다. 또한, 경납땜 합금에 있어서 용점을 낮추기 위해 상이한 양의 붕소, B를 첨가하였다. 붕소는 또한 경납땜 합금의 습윤 거동을 변화시키기 위해 사용한다. 시험 블렌드의 특성을 또한 조사했다. 실시예에서 wt%는 중량 기준 퍼센트이고 atm%는 원자의 퍼센트이다. 여기서, "경납땜 합금"은 규소 및 붕소가 모재 금속 (금속 부분)의 일부분, 또는 층을 용융시킨 경우 형성된 합금으로 지칭된다. 따라서 "경납땜 합금"은 모재 금속으로부터의 금속 원소 및 상기 블렌드를 포함한다.
- [0094] 달리 명시되지 않는 한 모든 시험을 위해 모재 금속의 시험 샘플은 규소 및 붕소의 블렌드의 샘플을 시험 샘플에 첨가하기 전에 아세톤을 사용하여 식기 세척에 의해 세정했다.
- [0095] 실시예 1
- [0096] 실시예 1은 시험하려는 규소 및 붕소의 블렌드의 샘플의 제조에 관한 것이다. 블렌드 샘플 No. C1은, 118.0 그램의 알파 에이사(Alfa Aesar) - 존슨 매티 캄파니(Johnsson Matthey Company)로부터의 결정성 규소 분말 입자 크기 325 메시, 99.5% (금속 기준) 7440-21-3을, 13.06 그램의 알파 에이사 - 존슨 매티 캄파니로부터의 결정성 붕소 분말 입자 크기 325 메시, 98% (금속 기준) 7440-42-8 및 77.0 그램의 왈 콜모노이(Wall Colmonoy)로부터의 니코로브라즈(Nicorobraz) S-30 결합제와 부쉬 앤드 홀름(Busch & Holm)으로부터의 바리믹서 베어(Varimixer BEAR)에서 블렌딩하여 208 그램의 페이스트를 생성함으로써 제조되었고, 샘플 C1을 참조한다. 모든 시험 샘플은 블렌드 샘플 C1과 동일한 절차를 수행하여 제조되었다. 샘플은 표 2에 요약되어 있다. 제조된 블렌드는 앞서 논의된 "용점 강하 조성물"에 해당한다. 블렌드 중의 붕소 및 규소는 용점 강하 조성물의 "용점 강하 성분"에 해당하고 블렌드 중의 결합제는 용점 강하 조성물의 "결합제 성분"에 해당한다.

[0097] <표 2>

블렌드 샘플 No.	붕소 [그램]	규소 [그램]	S-30 결합제 [그램]	총 중량 [그램]
F0	0.00	124.7	73.3	198
E0.3	4.30	123.9	72.1	200
D0.5	6.41	121.2	75.0	203
C1	13.06	118.0	77.0	208
B2	24.88	104.5	72.81	202
A3.3	11.46	22.9	19.3	54.0

[0098]

[0099] 샘플 G15, H100, I66 및 J는 또 다른 결합제를 사용했다는 차이를 가지고 샘플 F0, E0.3, D0.5, C1, B2 및 A3.3와 동일한 방식으로 제조했다. 결합제는 왈 콜모노이로부터의 니코로브라즈 S-20 결합제였다. 이들 시험 샘플은 표 3에 요약되어 있다.

[0100] <표 3>

블렌드 샘플 No.	붕소 [그램]	규소 [그램]	S-20 결합제 [그램]	총 중량 [그램]
G15	0.37	2.24	3.1	5.7
H100	4.19	0	5.3	9.5
I66	1.80	2.70	5.5	10.0
J	2.03	2.02	5.0	9.0

[0101]

[0102] 블렌드 샘플에 대해, 표 4에 제시된 바와 같이, 비율, 중량 기준 퍼센트 및 원자 기준 퍼센트를 나타내는 계산이 이루어졌다.

[0103] <표 4>

블렌드 샘플 No.	비율 [wt:wt]		양 [wt%]		양 [atm%]	
	붕소	규소	붕소	규소	붕소	규소
F0	0	100	0	100	0	100
E0.3	3	100	3	97	8	92
D0.5	5	100	5	95	12	88
C1	10	100	9	91	21	79
B2	19	100	16	84	33	67
A3.3	33	100	25	75	46	54
G15	17	100	14	86	30	70
H100	100	0	100	0	100	0
I66	66	100	40	60	63	37
J	100	100	50	50	72	28

[0104]

[0105] 결합제

[0106] S-20 및 S-30 결합제에서 결합제 (중합체 및 용매) 함량을 측정했다. 그리고 나서 겔 내의 "건조" 물질의 함량을 시험했다. S-20 결합제 및 S-30 결합제의 샘플을 칭량하고 그 후 98 °C에서 18 시간 동안 오븐에 두었다. 샘플을 오븐에서 꺼낸 후 이들을 다시 칭량하고 결과를 표 5에 나타낸다.

<표 5>

결합제	전 [그램]	후 [그램]	중합제 비율 [wt%]
S-20	199.64	2.88	1.44
S-30	108.38	2.68	2.47

실시예 2

실시예 2는 경납땜 시험, 즉 블렌드 샘플이 금속 부분 (시험 부분 또는 시험 플레이트)에 배열된 시험에 관한 것이다. 금속 부분은 83 mm의 직경 및 0.8 mm의 두께를 갖는 원형 시험편의 형태를 가졌고 금속 부분은 스테인리스 강 타입 316L로 제조되었다. 두 가지 상이한 양의 블렌드를 사용했다: 0.2 g 및 0.4 g. 블렌드를 금속 부분에 적용했다. 모든 샘플을 종래의 진공 퍼니스에서 1210 °C에서 1 시간 동안 경납땜했다. 이중 시험을 수행했다. 두 가지 양의 블렌드, 이중 샘플 및 6개의 상이한 블렌드는 $2 \cdot 2 \cdot 6 = 24$ 개 샘플을 의미한다. 시험한 블렌드는: F0, E0.3, D0.5, C1, B2 및 A3.3이다. 블렌드를 대략 10 내지 14 mm의 직경을 갖는, 금속 부분의 원형 면적, 즉 78 내지 154 mm²의 표면에 적용했다. 이러한 대략 1.3 - 5.1 mg의 블렌드를 mm² 당 적용했다.

금속 부분의 금속이 용융되었고, 즉 용융물이 생성되었음이 관측되었다. 일부 측면에서는 용융물이 흐르면서 경납땜 합금으로서 나타났음이 또한 관측되었다. 습윤의 정도를 측정함 없이 블렌드에서 붕소의 증가한 양이 더 양호한 습윤을 초래하는 것으로 나타났다. 그러나 몇몇 샘플의 경우 금속 부분의 전체 두께가 용융되어 금속 부분의 중앙에 구멍이 생성되었음이 또한 보여졌다. "0.2 그램 샘플"의 경우 12개의 시험편 중 5개가 구멍을 가졌고, "0.4 그램 시험편"의 경우 12개 중 10개가 구멍을 가졌다. 추가 시험은, 구멍을 피하기 위해, 금속 부분이 0.3 - 0.6 mm의 두께를 갖는 경우 mm² 당 평균 0.02 - 0.12 mg 붕소 및 규소를 적용하는 것이 적합할 수 있음을 보여주었다. 금속 부분이 0.6 - 1.0 mm의 두께를 갖는 경우 mm² 당 0.02 - 1.0 mg 붕소 및 규소가 적합할 수 있다. 훨씬 더 적합한 양을 실험적으로 결정할 수 있다.

실시예 3

실시예 3은 블렌드를 표면에 적용하는 것에 관한 것이다. 이 실시예에서 시험 플레이트 (금속 부분)는 필릿 시험, 부식 시험 및 인장 시험을 위해 동시에 제조하였다. 실시예 2로부터 규소 및 붕소의 블렌드를 박막 플레이트에 점 또는 선으로 적용하는 것은 플레이트에 구멍을 만들 수 있으므로, 위험일 수 있다고 결론을 내렸다. 따라서, 필릿 시험, 부식 시험, 및 인장 시험을 위한 다른 Si 및 B의 블렌드의 적용에는 새로운 시험 샘플, 즉 시험 플레이트를 사용했다.

새로운 시험 샘플은 스테인리스 강 타입 316L로 제조된 플레이트였다. 플레이트의 크기는 폭이 100 mm, 길이가 180 내지 200 mm이고 두께가 0.4 mm였다. Si 및 B의 블렌드의 샘플의 적용 전에 모든 플레이트는 아세톤을 사용하여 식기 세척에 의해 세정했다. 중량을 측정했다. 각각의 플레이트 상에서 짧은 측면으로부터 35 mm로 측정된 부분을 가렸다.

상이한 시험 블렌드 A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3, F0, G15, H100, 및 I66을 사용했다. 시험 플레이트는 플레이트의 가리지 않은 표면 영역 (표면 영역은 100 mm × 35 mm의 크기를 가짐)에서 블렌드로 (종래의 브러시를 사용함으로써) 페인팅했다. 결합제는 S-30이었다. 실온에서 12 시간 넘게 건조시킨 후 가리움 테이프를 제거하고 각 플레이트에 대해 플레이트 중량을 측정했다. 하기 표 6에 제시된 중량은 100 mm × 35 mm = 3500mm² = 35 cm²의 면적 상의 블렌드의 총량의 중량이다. 실시예는 블렌드가 금속 표면에 쉽게 적용됨을 보여준다.

<표 6>

블렌드 샘플 No.	B : Si 비율	블렌드+건조한 결합제의 중량	결합제를 포함하지 않은 블렌드 Si+B의 중량	면적 당 블렌드의 중량
	[wt:wt]	[그램]	[그램]	[mg/cm ²]
A3.3	33 : 100	0.0983	0.0959	2.74
B2	19 : 100	0.0989	0.0965	2.76
C1	10 : 100	0.1309	0.1277	3.65
D0.5	5 : 100	0.1196	0.1166	3.33
E0.3	3 : 100	0.0995	0.0970	2.77
H100	100 : 0	0.1100	0.1073	3.07
I66	66 : 100	0.0900	0.0878	2.51

실시예 4

실시예 4는 부식-굽힘 시험에 관한 것이다. 시험 플레이트로부터 슬라이스를 35 mm × 35 mm의 적용된 표면 영역을 가짐을 의미하는, 35 mm의 폭을 갖게 절단했다. 이 표면 영역 위에 가압된 플레이트가 스테인리스 강 타입 316L로 제조된 직경이 42 mm이고 두께가 0.4 mm인 크기를 갖는 원형 가압 플레이트를 두었다 (도 13 참조). 시험 샘플을 1210 °C에서 1 시간 동안 가열 ("경납땀")했다. 부식 시험을 위해 시험 플레이트는 블렌드 샘플 A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3, H100, I66 및 J를 적용했고, 표 4를 참조한다.

샘플을 부식 시험 방법 ASTM A262, "오스테나이트계 스테인리스 강에서의 입간 공격에 대한 민감성을 검출하기 위한 표준 실시"에 따라 시험했다. 상기 시험 방법으로부터 "실시 E - 구리 - 황산 구리 - 황산. 오스테나이트계 스테인리스 강에서의 입간 공격에 대한 민감성을 검출하기 위한 시험"을 선택했다. 이 부식 시험을 선택한 이유는 봉소가 강에서 크롬과 반응하여, 주로 결정립 경계에서 크롬 붕화물을 생성하고, 그리고 나서 입간 부식 공격의 위험을 높일 수 있는 위험이 있기 때문이었고, 표준법에서 "실시"로 지칭되는 것을 이용하여 16% 황산을 황산 구리와 함께 20 시간 동안 비등시키고 그 후 표준법의 30 장에 따라, 굽힘 시험을 실시했다.

이하의 논의는 부식-굽힘 시험 및 시험 샘플의 절편화의 결과이다. 시험편을 표준법의 30.1 장의 부식 시험 방법에 따라 굽힘 시험했다. 샘플의 어느 것도 구부러진 표면의 육안 조사에서 입간 공격의 조짐을 나타내지 않았다. ASTM 조사 후 구부러진 시험 샘플을 절단하고, 분쇄하고 감시하고 단면을 EDS, 즉 에너지 분산형 분광법으로 빛 광학 현미경에서 검토했다. 결과는 표 7에 요약되어 있다.

[0122] <표 7>

블렌드 샘플 No.	ASTM 시험에 따라 구부러진 경우 부식 균열에 대한 표면의 육안 조사	단면 부식 시험한 샘플 및 굽힘 시험한 시험 샘플의 야금학적 조사 결과. 균열 상의 SEM-EDS 결과
A3.3	균열 없음	부식 없음 약간의 균열이 있는 대략 최대 8 μm 의 표면층. 균열된 상은 높은 Cr 및 B 함유량, 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물 상을 가졌음.
B2	균열 없음	부식 없음 약간의 균열이 있는 대략 최대 8 μm 의 표면층. 균열된 상은 높은 Cr 및 B 함유량, 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물 상을 가졌음
C1	균열 없음	부식 또는 균열 없음
D0.5	균열 없음	부식 또는 균열 없음
E0.3	균열 없음	부식 없음 약간의 균열이 있는 대략 최대 60 μm 의 표면층. 균열된 상은 일반적으로 5wt% 미만의 높은 Si 함유량을 가졌음
H100	균열 없음	부식된 표면 및 접합부
I66	균열 없음	부식 없음 약간의 균열이 있는 대략 최대 12 μm 의 표면층. 균열된 상은 높은 Cr 및 B 함유량. 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물 상을 가졌음
J	균열 없음	부식 없음 약간의 균열이 있는 대략 최대 20 μm 의 표면층. 균열된 상은 높은 Cr 및 B 함유량, 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물 상을 가졌음

[0123]

[0124]

분명히, 많은 양의 붕소를 첨가했을 때, 샘플 H100, J, I66의 경우, 부서지기 쉬운 상, 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물 상이 표면에 형성되었고, 붕소의 양을 증가시켰다. 부서지기 쉬운 상은, 가장 개연성 있게는 표면 상의 부식으로 인해, H100 샘플에서 보여지지 않았다. 또한 붕소의 양에 따라 붕화물의 양이 증가함은, 부식 시험에서 공격받았던 샘플 H100의 경우, 많은 양의 붕소를 첨가했을 때 부식 특성이 감소할 수도 있음을 고려해야 함을 의미한다. 이러한 붕소에 의한 "부정적인" 효과는 더 두꺼운 모재 금속 및/또는 더 긴 확산 시간 (접합부가 형성되게 하는데 사용된 시간)을 이용함으로써 감소시킬 수 있다. 이어서 붕소를 모재 금속에서 회석시킬 수 있다. 또한 보통 양의 붕소의 경우 A3.3 및 B2에 있어서 더 얇은 부서지기 쉬운 표면층이 형성되었다. 샘플에서 붕소 양이 적은, 샘플 E0.3의 경우, 고 규소 함량 일반적으로 5wt% 초과 규소를 포함한, 매우 두꺼운 부서지기 쉬운 표면층이, A3.3, B2, H100, I66 및 J의 경우 부서지기 쉬운 표면에 있어서와 다른 특징을 가지고 형성되었음이 보여졌다. 규소에 의한 "부정적인" 효과는 더 두꺼운 모재 금속 및/또는 더 긴 확산 시간을 이용함으로써 감소시킬 수 있다. 이어서 규소를 모재 금속에서 회석시킬 수 있다.

[0125]

실시예 5

[0126]

실시예 5는 몇몇 샘플의 필릿 시험에 관한 것이다. 실시예 3에 따라 제조된 시험 샘플로부터, 플레이트의 슬라 이스를 35 mm $\times$ 35 mm의 적용된 표면 영역을 의미하는, 35 mm의 폭을 갖게 절단했다. 이 표면 위에 스테인리스 강 타입 316L로 제조된, 직경이 42 mm이고 두께가 0.4 mm인 원형 가압 플레이트를, 도 13을 참조하여 두었다. 가압 플레이트는, 각각 대략 20 mm 길이의, 2개의 가압 빔을 가졌다. 샘플을 대략 1200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 대략 1 시간 동안 경납땜했다.

[0127]

필릿 시험으로부터의 결과는 평평한 표면 영역 (블렌드가 적용된 곳)과 도 13에 나타난 시험 샘플의 가압 빔 사이에 생성된 접합부 영역에 경납땜 합금의 양이 있었음을 보여준다. 경납땜 합금의 양은, 도 14를 참조하여, 2개의 삼각형이 접합부의 중심의 각 측면에 형성되었다고 추산하여 면적을 계산함으로써 어림셈에 의해 계산되었다. 중간 부분에서 추가로 형성된 "경납땜 합금"이 없거나 매우 소량 있다. 2개의 삼각형은 높이 (h) 및 밑변 (b)를 측정함으로써 측정할 수 있고, 2개의 삼각형의 총 면적은 2개의 삼각형이 있으므로 합산하여 (h) $\cdot$ (b)가

된다. 이 계산이 가진 문제는 높이를 측정하기 어렵다는 점이다. 따라서 우리는 2개의 삼각형 면적을 계산하기 위해 이하의 식을 사용한다:

[0128]
$$A = ((X - B)/2) \cdot ((X - B)/2) \cdot \tan \alpha$$

[0129] A는 2개의 삼각형의 총 면적이고, X는 형성된 접합부의 전체 폭이고, B는 형성된 접합부의 일부분이고 여기서 접합부의 중심에서 형성된 경납땜 합금의 용량은 무시할 만하다. 따라서, 각 삼각형의 밑변은 $(X - B)/2$ 이다. 높이는, 밑변에 대한 가압 빔의 접선 사이의 각도인, 각도 α 를 측정함으로써 계산된다.

[0130] 틸트로 흘렀던 형성된 경납땜 합금의 용량을 계산하는데 있어서 측정된 표면과 접촉하는 2개의 빔 각각의 길이는 20 mm로 측정되었다. 빔의 총 길이를 총 면적과 곱했다.

[0131] 표 8 및 9에서 2개의 삼각형의 면적은 경납땜 후 추산된 면적이다. 용량은 빔 중 하나에 형성된 경납땜 합금의 용량이다. 필릿 시험으로부터의 결과는 표 8 및 9, 및 도 15에 나타난다. 표 8 및 표 9에서 v 및 h는 v = 좌측 빔 그리고 h = 우측 빔을 나타낸다.

[0132] <표 8>

블랜드 샘플 No.	적용된 결합제 Si + B [그램]	폭 [mm]	경납땜 후 추산된 면적 [mm ²]	용량 [mm ³]
A3.3x-1v	0.06	2.69	0.29	5.8
A3.3x-1h	0.06	2.58	0.25	5.0
A3.3-1v	0.10	2.23	0.14	2.8
A3.3-1h	0.10	2.31	0.16	3.2
A3.3-2v	0.14	3.38	0.63	12.6
A3.3-2h	0.14	3.19	0.52	10.4
A3.3-3v	0.09	1.92	0.07	1.4
A3.3-3h	0.09	1.85	0.05	1.0
B2X-1v	0.18	2.12	0.11	2.2
B2X-1h	0.18	2.50	0.22	4.4
B2X-2v	0.15	2.31	0.16	3.2
B2X-2h	0.15	2.31	0.16	3.2
B2-1v	0.10	1.96	0.07	1.4
B2-1h	0.10	1.92	0.07	1.4
B2-2v	0.24	3.23	0.54	10.8
B2-2h	0.24	3.23	0.54	10.8
B2-3v	0.16	2.77	0.32	6.4
B2-3h	0.16	2.69	0.29	5.8
B4v	0.11	1.35	0.00	0
B4h	0.11	1.35	0.00	0

(필릿 시험에 대해 측정된 값, 샘플 A3.3 - B2/B4)

[0133]

[0134] <표 9>

블렌드 샘플 No.	적용된 결합제 Si + B [그램]	폭 [mm]	경납땜 후 추산된 면적 [mm ²]	용량 [mm ³]
C1X-1v	0.22	2.50	0.22	4.4
C1X-1h	0.22	2.69	0.29	5.8
C1X-2v	0.33	3.08	0.46	9.2
C1X-2h	0.33	3.27	0.56	11.2
C1-1v	0.13	1.46	0.01	0.2
C1-1h	0.13	1.46	0.01	0.2
C1-2v	0.15	1.96	0.07	1.4
C1-2h	0.15	2.08	0.10	2.0
C1-3v	0.14	1.54	0.01	0.2
C1-3h	0.14	1.62	0.02	0.4
D0.5-1v	0.19	2.54	0.23	4.6
D0.5-1h	0.19	2.50	0.22	4.4
D0.5-2v	0.12	1.08	0.00	0
D0.5-2h	0.12	1.08	0.00	0
D0.5-3v	0.14	2.04	0.09	1.8
D0.5-3h	0.14	2.04	0.09	1.8
E0.3-1v	0.13	1.15	0.00	0
E0.3-1h	0.13	1.15	0.00	0
E0.3-2v	0.21	2.31	0.16	3.2
E0.3-2h	0.21	2.31	0.16	3.2
E0.3-3v	0.10	1.35	0.00	0
E0.3-3h	0.10	1.35	0.00	0
F0-1h	0.45	2.69	0.29	5.8
F0-2v	0.25	1.08	0.00	0
F0-2h	0.25	1.35	0.00	0
F0-3v	0.96	2.96	0.41	8.2
F0-3h	0.96	3.08	0.46	9.2

(샘플 C1 내지 F0의 경우 필렛 시험에 대해 측정된 값)

[0135]

[0136] 측정된 폭 및 추산된 면적의 결과는 표 8 및 9에 나타내고, 도 15의 다이어그램에 도시되어 있다. 적용된 양은, 표 8 및 9를 참조하여, 0.06 그램/3500 mm² 내지 0.96 그램/3500 mm²이었고, 이는 대략 0.017 mg/mm² 내지 0.274 mg/mm²에 해당한다.

[0137] 블렌드에 대한 추세선 $Y = K \cdot X + L$ (여기서 Y는 접합부 폭이고, K는 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 상수임)을 측정했고, 도 15를 참조한다. 이와 같이, 경납땜 접합부의 폭은:

[0138] Y (A3.3에 대한 폭) = $1.554 + 9.922 \cdot (\text{블렌드 A3.3의 적용된 양})$

[0139] Y (B2에 대한 폭) = $0.626 + 10.807 \cdot (\text{블렌드 B2의 적용된 양})$

[0140] Y (C1에 대한 폭) = $0.537 + 8.342 \cdot (\text{블렌드 C1의 적용된 양})$

[0141] Y (F0에 대한 폭) = $0.632 + 7.456 \cdot (\text{블렌드 F0의 적용된 양})$

[0142] 다이어그램으로부터 관측된 바와 같이 블렌드 A3.3, B2, C1, D0.5, E0.3 및 F0 중 블렌드 A3.3은 블렌드의 적용된 양의 함수로서 접합부에서 경납땜 합금의 최고량을 제공한다. 샘플 F0은 3500 mm² 당 0.20 그램 미만으로 임의의 실질적인 접합부를 제공하지 못했다.

[0143] 블렌드에 대해 추세선 $Y = K \cdot X - L$ (Y는 면적이고, K는 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 상수임)을 측정했고, 도 16을 참조한다.

- [0144] Y (A3.3에 대한 면적) = $4.361 \cdot (\text{블렌드 A3.3의 적용된 양}) - 0.161$
- [0145] Y (B2에 대한 면적) = $3.372 \cdot (\text{블렌드 B2의 적용된 양}) - 0.318$
- [0146] Y (C1에 대한 면적) = $2.549 \cdot (\text{블렌드 C1의 적용된 양}) - 0.321$
- [0147] Y (F0에 대한 면적) = $0.569 \cdot (\text{블렌드 F0의 적용된 양}) - 0.093$
- [0148] 경납땜 접합부 "없음"으로 인해 샘플 F0를 제외하고 너무 적은 데이터로 인해 샘플 D0.5를 제외한, 예를 들어 3500 mm² 당 0.18 그램의 양에 대해, 도 16의 다이어그램을 기준으로 생성된 용량의 추산은, 2개의 빔 사이의 접합부에서의 경납땜 합금의 생성된 용량에 대해 샘플에 값을 제공하는데, 이하를 참조한다.
- [0149] 용량 (A3.3) = $0.63 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 25.2 \text{ mm}^2$
- [0150] 용량 (B2) = $0.30 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 12.0 \text{ mm}^2$
- [0151] 용량 (C1) = $0.12 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 4.8 \text{ mm}^2$
- [0152] 용량 (E0.3) = $0.10 \cdot \text{길이 } 40 (20 \cdot 2) = 4.0 \text{ mm}^2$
- [0153] 또한, 더 높은 비율의 붕소를 포함한 블렌드, 예를 들어 샘플 G15, H100, I66 및 J를 시험했다. 시험한 샘플은 생성된 경납땜 합금 용량에 대해 블렌드 A3.3 및 B2와 매우 유사하게 작용했다. 그러나 납땜한 샘플의 야금학적 단면은 붕화물의 양이 더 많았고 샘플 H100, 즉 순수 붕소의 경우, 또한 취성 고 크롬 상이 먼저 블렌드를 적용한 표면에서 발견되었음을 보여주었다. 경화 상은 가장 개연성 있게는 크롬 붕화물이고, 이는 주위 재료에서 크롬 함량을 낮춰 내부식성을 감소시킨다. 이는 양호한 내부식성을 원하는 경우 문제가 될 수 있으나, 비부식성 환경에서는 문제가 되지 않는다. 열 처리를 변화시키거나 더 많은 양의 붕소를 "흡수"할 수 있는 더 두꺼운 모재 금속을 사용함으로써 붕소의 효과를 감소시킬 수 있었다. 1 mm 이상의 더 두꺼운 재료의 경우 표면에서의 이 효과는 또한 모재 금속 용량에 비해 표면 용량의 비율이 1mm 미만 또는 0.5mm 미만의 얇은 재료의 경우보다 훨씬 적기 때문에 덜 심각할 것이다. 크롬 붕화물은 더 양호한 내마모성을 원하는 경우 유리할 수 있었다. 야금학적 조사에서 샘플 F0, 즉 순수 규소의 경우, 조사한 샘플에서 일부 면적에 있어서 플레이트 두께의 50% 초과 두께를 갖는 두꺼운 취성 규소 함유 상이 발견되었음을 또한 보여주었다. 유사한 상이 또한 접합부에서 발견되었다. 이 상에서 플레이트 두께의 30% 초과 길이를 갖는 균열이 발견되었다. 이러한 균열은 접합된 제품의 기계적 성능을 감소시킬 것이고 부식 및 또는 피로 균열에 대한 개시점일 수 있다. 상의 평균 측정 정도는 400Hv (비커스(Vickers))를 넘었다. 이 취성 상은 아마 더 두꺼운 모재 금속 또는 열 처리의 변화를 이용하여, 붕화물 상에 의한 것에 비해, 더 경화되어 감소할 수 있다. 그런데도 더 두꺼운 모재 금속에 있어서 이 효과는 덜 심각할 수 있다.
- [0154] 실시예 6
- [0155] 실시예 6은 접합부의 인장 시험에 관한 것이다. 이어서 실시예 3에서 사용된 것에 해당하는 시험 플레이트를 슬라이스로 잘랐다. 슬라이스 샘플의 크기는 대략 폭이 10 mm, 길이가 180 내지 200 mm였고 0.4 mm의 두께를 가졌다. 그리고 나서 각 슬라이스에 대해 적용된 면적은 $10 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} = 350 \text{ mm}^2$ 였다. 적용된 면적에 더 두꺼운 부분, 4 mm의 스테인리스 강 타입 316L을 총 35 mm 적용된 표면의 30 mm를 덮도록 두었다. 더 두꺼운 부분을 슬라이스의 끝에 두어 두꺼운 플레이트에 의해 덮이지 않은 5 mm의 적용된 표면을 남겼다. 이렇게 함으로써 적용된 블렌드로 인한 플레이트 재료 강도의 저하는 접합부가 플레이트보다 더 강하다면 인장 시험할 때 검출될 것이다. 더 두꺼운 플레이트는 또한 10 mm 슬라이스보다 폭이 더 넓었다. 모든 시험 샘플을 대략 1200 °C에서 대략 1 시간 동안 경납땜 (가열)했다.
- [0156] 가열 후 두꺼운 부분을 인장 시험기에 수평으로 탑재했다. 슬라이스는 수직 방향에 대해 90° 로 단단히 구부러졌다. 샘플이 수평 방향으로 이동할 수 있도록 샘플을 탑재했다. 이어서 샘플을 로딩했고 접합부는 분열되었다.
- [0157] 플레이트가 접합부보다 강한 경우, 접합부는 분열되었고, 결과는 영으로 설정되었다. 접합부가 플레이트 재료보다 강한 샘플의 경우 결과의 차이는 통계상 중요하지 않았다. 결과는, 적용된 양의 함수로서 접합부가 플레이트보다 강하거나 같은 시험 샘플의 퍼센트 (%)로서 나타내고, 시험할 때 접합부가 분열되지 않았음을 의미한다. 결과는 표 10 및 도 17의 다이어그램에 요약되어 있다.

[0158] <표 10>

Si + B 의 블렌드 [그램]	블렌드 A3.3-1 성공률 [%]	블렌드 B2-1 성공률 [%]	블렌드 C1-1 성공률 [%]	블렌드 D0.5-1 성공률 [%]
0.0600	100			
0.0910	100			
0.0989		83		
0.1092		100		
0.1196				0
0.1309			50	
0.1399	100			
0.1402			50	
0.1428				0
0.1500		100		
0.1548			67	
0.1558		100		
0.1800		100		
0.1850				50
0.2200			100	
0.2417		100		
0.3000	100			
0.3300			100	

[0159]

[0160] 실시예 7

[0161] 블렌드의 적용된 양과 플레이트에 구멍을 내는 위험 간의 관계를 확립하기 위해, 새로운 시험을 수행했다. 모든 시험을 위해 블렌드 B2를, 표 6을 참조하여 사용했다. 블렌드 B2는 또한 결합제 S-30을 포함한다. 시험했던 시험편은 0.8 mm의 두께를 갖고 83 mm의 직경을 갖는 원이었다. 시험 플레이트에서 모재 금속은 스테인리스강 타입 316이었다. 모든 샘플에 대해 블렌드를 시험 샘플의 중심에 적용했다. 적용된 면적은 28 mm²였고, 즉 6 mm의 직경을 갖는 원형 점이였다. 적용 전후에 모든 시험 샘플을 칭량했고, 결과는 표 11에 요약되어 있다. 그 후 시험 샘플을 퍼니스에 실온에서 12 시간 동안 두었다. 샘플을 다시 칭량했다.

[0162] 시험 샘플을 모두 퍼니스에 넣고 1210 °C에서 대략 1 시간 동안 가열 (또한 "경납땜"으로 지칭됨)했다. 경납땜 동안 오직 각 샘플의 바깥쪽 가장자리만 고정 재료와 접촉하여, 경납땜 동안 플레이트 중심 바닥 표면을 임의의 재료와 접촉하지 않게 유지했다. 플레이트 중심 바닥 표면을 접촉 없이 유지하는 이유는 중심 재료가 고정 재료에 의해 아래에서부터 지지되는 경우 붕괴 또는 용락이 방지될 수 있기 때문이다.

[0163] 0.8 mm 샘플에 대한 적용된 양 및 용락 결과는 표 11에 요약되어 있다.

[0164] <표 11>

샘플 No.	Si+B의 블렌드 및 추가 습윤 결합제 S-30 [그램]	Si+B의 블렌드 및 추가 습윤 결합제 S-30 [mg/mm ²]	Si+B의 블렌드 및 추가 건조 결합제 S-30 [mg/mm ²]	결합제를 포함하지 않은 Si+B의 블렌드의 산출된 양 [mg/mm ²]	용락 [1] 또는 [0]
1	0.020	0.714	0.464	0.453	0
2	0.010	0.357	0.232	0.226	0
3	0.040	1.429	0.928	0.905	0
4	0.030	1.0714	0.696	0.679	0
5	0.050	1.786	1.161	1.132	0
6	0.060	2.143	1.393	1.359	0
7	0.070	2.500	1.625	1.585	0
8	0.080	2.857	1.857	1.811	0
9	0.090	3.214	2.089	2.037	0
10	0.100	3.571	2.321	2.264	0
11	0.110	3.928	2.554	2.491	1
12	0.120	4.285	2.786	2.717	1
13	0.130	4.642	3.018	2.943	1
14	0.150	5.357	3.482	3.396	1
15	0.170	6.071	3.946	3.849	1
16	0.190	6.786	4.411	4.302	1
17	0.210	7.500	4.875	4.755	1
18	0.230	8.214	5.339	5.207	1
19	0.280	10.000	6.500	6.339	1
20	0.290	10.357	6.732	6.566	1

[0165]

[0166]

시험은 0.8 mm의 두께를 갖는 플레이트에 대해 샘플 10 및 11 사이에 용락 (구멍)이 있음을 보여준다. 샘플 10은 2.264 mg/mm² 적용된 양의 블렌드를 갖고 샘플 11은 2.491 mg/mm²를 가졌다. 1 mm 미만의 두께를 갖는 플레이트를 접합하는 데 있어서, 약 2.830 mg/mm² 내지 약 3.114 mg/mm² 범위 내의 양으로 플레이트의 용락에 대한 위험이 있고, 이 범위의 중간에 있는 양은 2.972 mg/mm²이다. 따라서, 1 mm 미만의 두께를 갖는 플레이트의 경우 2.9 mg/mm² 미만의 양이 플레이트의 용락을 피하는 데 적합할 것이다.

[0167]

실시예 8

[0168]

실시예 8에서 2개의 가압 열 교환기 플레이트 사이의 경납땜 접합부는 세 가지 상이한 방식으로 제조된다. 열 교환기 플레이트의 두께는 0.4 mm이다.

[0169]

제1 및 제2 시험 샘플에서 스테인리스 강 타입 316에 근접한 조성물을 포함한 철-기재 경납땜 필러를 사용했다. 상기 경납땜 필러에 대해 WO 2002/38327을 참조한다. 경납땜 필러는 약 10 wt%의 증가한 양의 규소, 약 0.5 wt%의 양의 붕소 및 약 10.5 wt%의 감소한 양의 Fe을 가졌다. 제1 시험 샘플에서 경납땜 필러를 선으로 적용했고 제2 시험 샘플에서 경납땜 필러를 표면에 고르게 적용했다. 양 경우에서 필러는 가압 후 적용했다.

[0170]

경납땜 시험 샘플 1은 선으로 적용된 경납땜 필러가 경납땜 접합부에 접근했음을 보여주었다. 경납땜 필러의 일부는 경납땜 접합부로 흐르지 않았고 따라서 적용된 선에서 국소적으로 두께를 증가시켰다. 시험 샘플 2의 경우 경납땜 필러는 경납땜 접합부로 흘렀으나, 경납땜 필러 상의 일부가 표면에 남아 두께를 증가시켰다. 시험 샘플 1 및 2에서 경납땜 필러의 양은 플레이트 재료의 약 15 wt%의 양에 해당한다.

[0171]

시험 샘플 3에서 A3.3 블렌드를 사용했고, 표 6을 참조한다. 가압 전에 블렌드를 플레이트에 고르게 적용했다. 시험 샘플 1 및 2 경우에서와 같은 유사한 크기를 갖는 경납땜 접합부를 생성할 양으로 블렌드를 적용했다.

[0172]

시험 샘플 3을 플레이트 재료의 약 1.5 wt%의 중량에 해당하는 두께를 갖는 층으로 적용했다. 블렌드 A3.3을 적용함으로써 모재 금속 (금속 부분)으로부터 경납땜 합금이 형성되었고, 형성된 경납땜 합금은 경납땜 접합부로 흘렀다. 따라서, 플레이트의 두께는 표면에 첨가된 블렌드보다 더 많은 재료가 경납땜 접합부에 접근했기

때문에 감소했다.

[0173] 실시예 9

[0174] 실시예 9는 상이한 붕소 및 규소 공급원을 사용한 시험에 관한 것이다. 목적은 대안적인 붕소 공급원 및 규소 공급원을 조사하는 것이었다. 블렌드 B2를, 표 6을 참조하여, 시험을 위한 표준물로서 선택했다. 대안적 공급원은 접합부를 생성하는 그의 능력에 대해 시험했다. 각 실험에 있어서 대안적 붕소 공급원 또는 대안적 규소 공급원을 시험했다. 대안적 공급원을 사용할 때 다른 원소 영향은 영으로 가정했고, 이는 "측정"되었던 대안적 성분 중 오직 붕소 또는 규소의 중량이었음을 의미하며, 표 12를 참조한다. 표준물 블렌드 B2의 경우, 규소와 붕소 간의 중량비는 10 그램 내지 2 그램이고 합산하여 12 그램이 된다. 각 블렌드는 S-30 결합제를 포함했고 블렌드를 실시예 1에 따라 강철 플레이트에 적용했다. 모든 샘플을 1210 °C에서 1 시간 동안 진공 퍼니스에서 경납땜했다.

[0175] <표 12>

샘플	대안적 공급원	첨가된 양 [Si] [그램]	첨가된 양 [B] [그램]	해당 양 [Si] [그램]	해당 양 [B] [그램]
Si - B	Si - B	10.0	2.0	10.0	2.0
Si - B ₄ C	B ₄ C	10.0	2.6	10.0	2.0
Si - FeB	FeB	10.1	12.5	10.1	2.0
FeSi - B	FeSi	30.2	2.0	10.1	2.0
Si - NiB	NiB	10.1	13.0	10.1	2.0

[0176] 블렌드 B2에 대해 추세선 $Y = K \cdot X + L$ (Y는 접합부 폭이고, K는 B2에 대한 선의 경사이고, X는 블렌드의 적용된 양이고 L은 블렌드 B2의 적용된 양이 없는 경우의 상수임)을 측정했고, 도 15를 참조한다. 따라서, 경납땜 접합부의 폭 $Y = 0.626 + 10.807 \cdot (\text{블렌드의 적용된 양})$ 이다.

[0178] 표 13에서 v 및 h는 실시예 5에서와 같이 v = 좌측 빔이고 h = 우측 빔을 나타낸다.

[0179] <표 13>

샘플	적용된 양 [그램]	접합부 계산된 폭 Y [mm ²]	접합부 측정된 폭 [mm ²]
Si - B ₄ C - v	0.22	3.0	2.69
Si - B ₄ C - h	0.22	3.0	2.88
Si - FeB - v	0.26	3.4	1.73
Si - FeB - h	0.26	3.4	1.73
FeSi - B - v	0.29	3.8	2.1
FeSi - B - h	0.29	3.8	2.1
Si - NiB - v	0.39	4.8	2.69
Si - NiB - h	0.39	4.8	2.88

[0180] 표 13에서 결과는 붕소에 대한 대안적 공급원으로서 B₄C, NiB 및 FeB를 사용할 수 있음을 보여준다. NiB를 사용한 경우 생성된 양은 순수 붕소에 대한 것보다 적었다. 그러나, NiB는 Ni 합금 효과를 원한다면 사용할 수 있었다.

[0182] 실시예 10

[0183] 실시예 10에서 다량의 다른 모재 금속, 즉 도 1의 금속 부분 (11 및 12)에 사용할 수 있는 금속을 시험했다. 연강 및 Ni-Cu 합금을 제외하고 모든 시험은 "시험 Y" (하기 참조)에 따라 시험했다.

[0184] 시험 Y의 경우 약 0.8 mm의 두께를 갖는 2개의 원형 가압 시험편을 서로 위에 두었다. 각 샘플은 가압 원형 빔을 가졌다. 빔의 윗면을 서로를 향하게 두어 상기 시험편 사이에 원형 틈을 만들었다. 각 샘플에 있어서, 본 실시예에서 결합제 S-20을 포함하는 B2 블렌드를 페인트 브러시로 적용했다. 블렌드의 첨가된 양의 중량은 페

인트 브러시로 적용할 때 적용이 균일하지 않았기 때문에 측정하지 않았다. 접합 후 샘플 중 하나의 사진을 도 18에 나타낸다.

[0185] 연강 샘플 및 Ni-Cu 샘플을 동일한 방식으로 적용했으나, 연강의 경우 실시예 5 "필릿 시험"에서 이루어진 시험에 따라 적용했고 Ni-Cu 시험의 경우 2개의 평평한 시험편을 사용하여 적용했다. Ni-Cu를 제외하고 샘플을 퍼니스에서 약 1200 °C, 즉 1210 °C에서, 1 h 동안 진공 분위기 퍼니스에서 "경납땜"했다. Ni-Cu 샘플은 약 1130 °C에서 약 1 h 동안 동일한 진공 퍼니스에서 경납땜했다. "경납땜" 후 모든 시험에 대해 시험편 사이에 접합부가 형성되었다. 생성된 "경납땜 합금" (모재 금속으로 제조됨)의 접합부로의 흐름 또한 모든 시험 샘플에 대해 관측했다. 결과는 표 14에 나타낸다.

[0186] <표 14>

모재 금속 샘플 No.	Cr [wt%]	Fe [wt%]	Mo [wt%]	Ni [wt%]	Cu [wt%]	Mn [wt%]	경납땜 후 생성된 접합부가 있는가?	경납땜 후 경납땜 합금의 흐름이 있는가?
1	-	0.3	-	99	-	0.2	있음	있음
2	21	0.6	16	62	0.4	-	있음	있음
3	22	0.7	16	59	1.6	-	있음	있음
4	0.6	1.9	29	68	0.2	-	있음	있음
5	21	4.4	13	58	-	-	있음	있음
6	19	5.0	9.0	63	0.4	-	있음	있음
7	15	5.5	17	60	-	0.3	있음	있음
8	1.1	5.6	28	63	0.6	0.4	있음	있음
9	19	6.2	2.6	70	1.7	0.4	있음	있음
10	33	32	1.7	33	0.4	0.6	있음	있음
11	27	33	6.5	32	1.1	1.4	있음	있음
12	27	36	3.4	32	1.0	1.4	있음	있음
13	24	44	7.2	23	0.3	1.5	있음	있음
14	20	48	4.3	25	1.1	1.2	있음	있음
15	19	50	6.3	25	0.2	-	있음	있음
16	20	54	6.5	19	0.6	0.4	있음	있음
17	29	64	2.4	3.5	-	-	있음	있음
18	28	66	2.2	3.5	-	-	있음	있음
19	0.3	1.1	-	66	31	1.6	있음	있음
20	0.17	99.5	-	-	-	0.3	있음	있음

[0187]

[0188] 표 14에서의 결과는 각 샘플 1 내지 20에 있어서 블렌드와 모재 금속 간에 경납땜 합금이 형성되었음을 보여준다. 결과는 또한 각 시험 샘플에 있어서 접합부가 생성되었음을 보여준다.

[0189] 실시예는, 접합부를 채우고 또한 접합부에 강도를 생성할 수 있는, 실질적인 양의 경납땜 합금을 생성하는 데 붕소가 필요했음을 보여준다. 실시예는, 붕소 미포함 샘플의 경우 두꺼운 부서지기 쉬운 상이 발견되었으므로, 미세구조를 위해 붕소가 필요했음을 또한 보여주었다.

[0190] 상기로부터 모재 금속, 즉 예를 들어 도 1과 관련하여 설명한 금속 부분이 원소, 예컨대 철 (Fe), 크롬 (Cr), 니켈 (Ni), 몰리브덴 (Mo), 망간 (Mn), 구리 (Cu) 등을 포함한 합금으로 제조될 수 있다는 결과가 나온다. 금속 부분에 사용될 수 있는 합금의 몇몇 예는 표 15의 목록에서 발견된다.

[0191] <표 15>

모재 금속 (금속 부분)	근사치 고상선 온도 [°C]	근사치 액상선 온도 [°C]
니켈 200/201	1435	1445
니크로퍼(Nicrofer) 5923hMo	1310	1360
하스텔로이(Hastelloy) ® C-2000 ® 합금	1328	1358
하스텔로이 B3	1370	1418
합금 C22	1357	1399
인코넬(Inconel) 625	1290	1350
합금 C 276	1325	1370
니크로퍼 3033	1330	1370
니크로퍼 3127HMo	1350	1370
AL6XN	1320	1400
254SMO	1325	1400
모넬(Monel) 400	1299	1348
순수 Cu	1085	1085
연강	1505	1535
스테인리스 강 타입 316	1390	1440
스테인리스 강 타입 304	1399	1421

[0192]

[0193]

블렌드, 즉 용점 강하 조성물을 전술한 바와 같이 페인팅함으로써 적용할 수 있다. 블렌드를 또한 물리 증착법(PVD), 또는 화학 증착법(CVD)과 같은 방법에 의해 적용할 수 있는데, 이 경우 블렌드는 결합제 성분을 포함할 필요가 없다. 페인팅에 의해 또는 PVD 또는 CVD에 의해 규소를 한 층으로 그리고 붕소를 한 층으로 적용할 수 있다. 그런데도, 층으로 적용한 경우에도, 붕소 및 규소는 둘 다, 적용하기 전에 혼합했던 것처럼, 이들이 가열 동안 상호작용할 것이므로 용점 강하 조성물에 포함된 것으로 간주된다.

[0194]

방법

[0195]

도 19와 관련하여 제1 및 제2 금속 부분을 접합하는 방법의 흐름도를 보여준다. 금속 부분은 전술한 바와 같은 상이한 재료로 제조할 수 있다.

[0196]

제1 단계 (201)에서 용점 강하 조성물을 한 금속 부분 (여기에서는 제1 금속 부분)의 표면에 적용한다. 적용 자체는 종래의 기법, 예를 들어 용점 강하 조성물이 결합제 성분을 포함하는 경우에는 용융 또는 페인팅에 의해, 그리고, 결합제 성분을 사용하지 않은 경우에는 PVD 또는 CVD에 의해 수행할 수 있다.

[0197]

다음 단계 (202)에서는 제2 금속 부분을 표면 상의 접촉점에서 용점 강하 조성물과 접촉시킨다. 이는 종래의, 자동화 제조 시스템을 이용함으로써 수동으로 또는 자동으로 실시될 수 있다.

[0198]

다음 단계 (303)에서 금속 부분을 1100 °C 초과인 온도로 가열한다. 정확한 온도는 상기 실시예에서 찾을 수 있다. 가열 동안 적어도 제1 금속 부분의 표면이 용융되고, 용점 강하 성분과 함께, 제1 금속 부분과 제2 금속 부분 사이의 접촉점에서 제2 금속 부분과 접촉하는 용융된 금속층을 형성한다. 이것이 일어난 경우, 용융된 금속층의 금속은 접촉점을 향해 흐른다.

[0199]

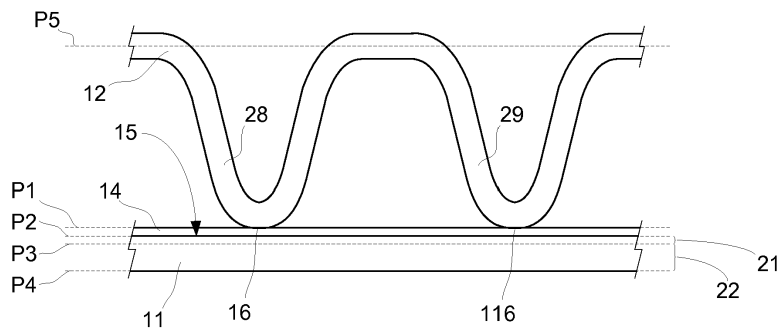
최종 단계 (204)에서는 용융된 금속층이 응고하도록 허용하여 접촉점에서 접합부가 수득되며, 즉 접촉점으로 흘렀던 금속이 응고한다. 응고는 통상적으로 온도를 보통 실온으로 낮추는 것을 포함한다. 그러나, 온도를 낮추기 전, 접합부 영역에서의 성분 (붕소 및 규소)의 재분배의 물리적 과정 동안 응고가 또한 일어난다.

[0200]

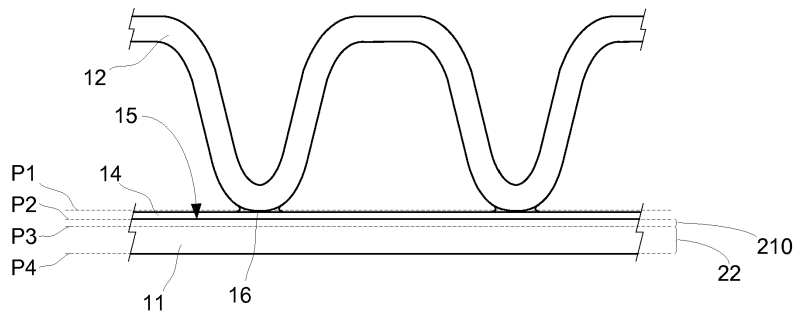
상기 설명으로부터, 본 발명의 다양한 실시양태를 설명하고 제시했지만, 본 발명은 이들로 제한되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 정의한 대상의 범주 내에서 다른 방식으로 또한 구체화될 수 있다는 결과가 나온다. 다양한 용점 강하 조성물은 또한 금속 부분을 위해 다양한 금속과 조합될 수 있다. 예를 들어, 용점 강하 조성물 (블렌드) (A3.3)은 316 강으로 제조된 금속 부분과 조합될 수 있다.

도면

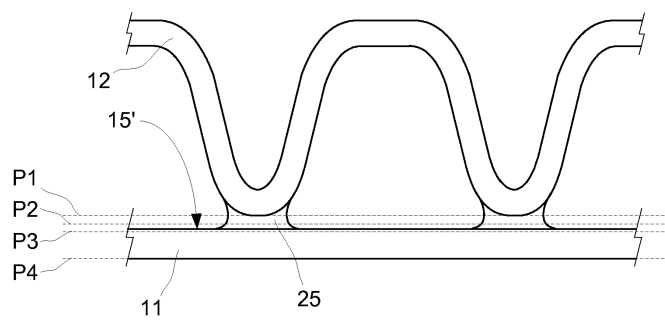
도면1



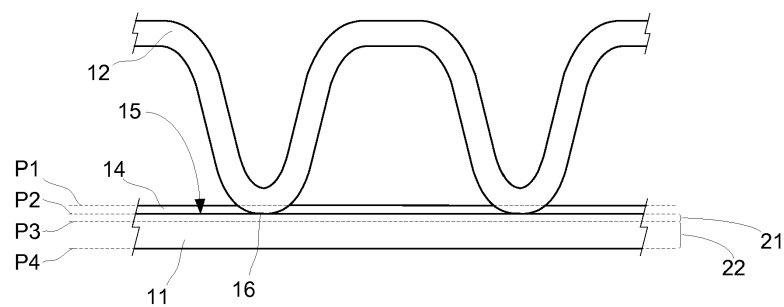
도면2



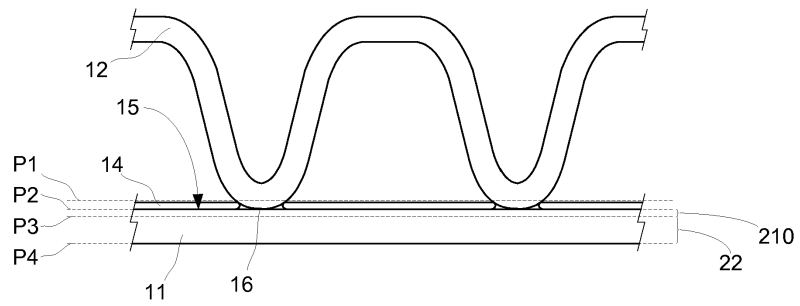
도면3



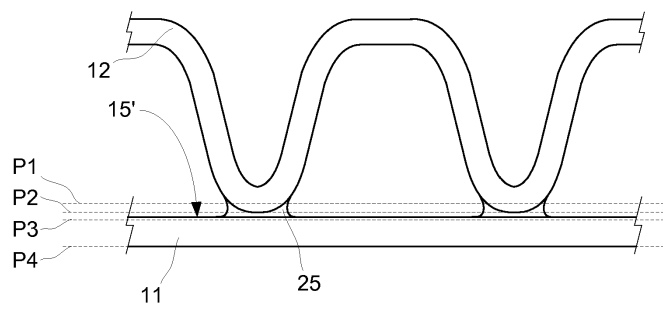
도면4



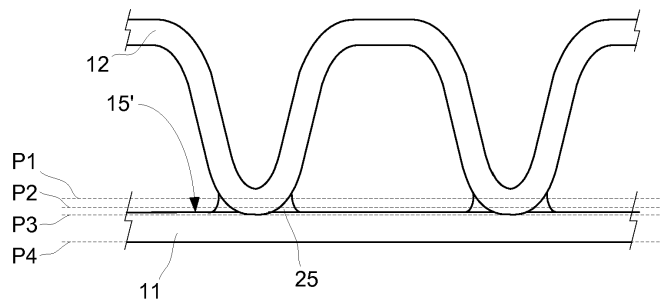
도면5



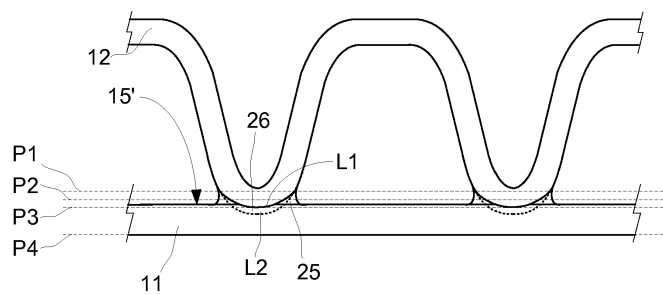
도면6



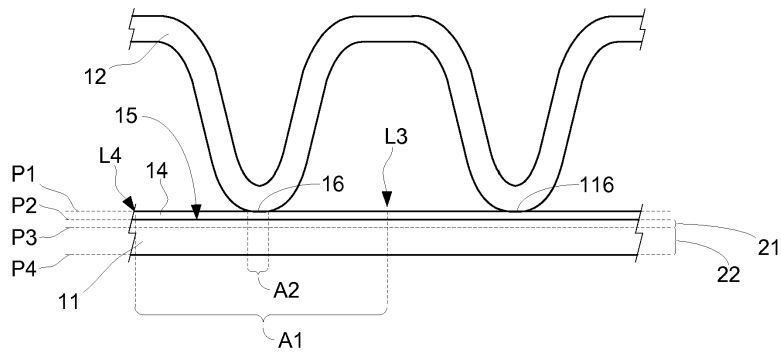
도면7



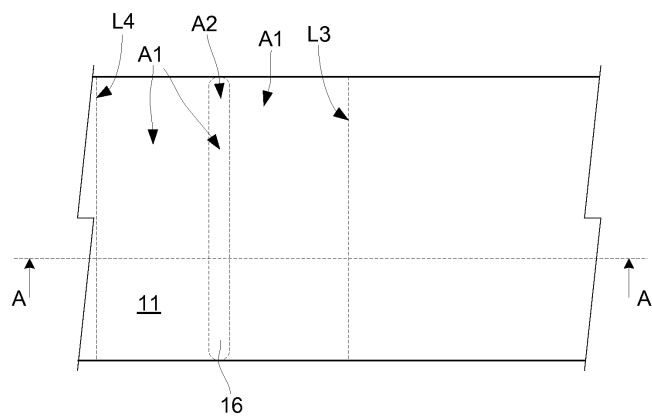
도면8



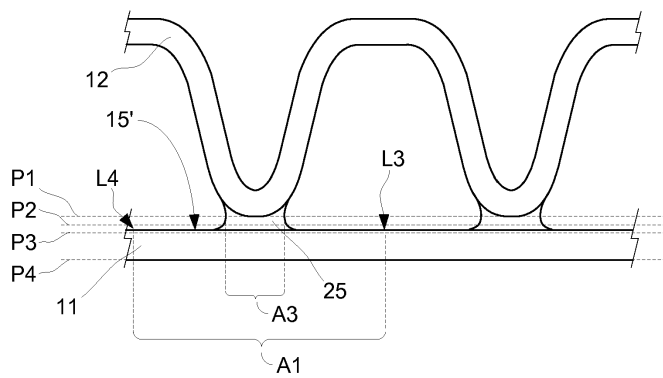
도면9



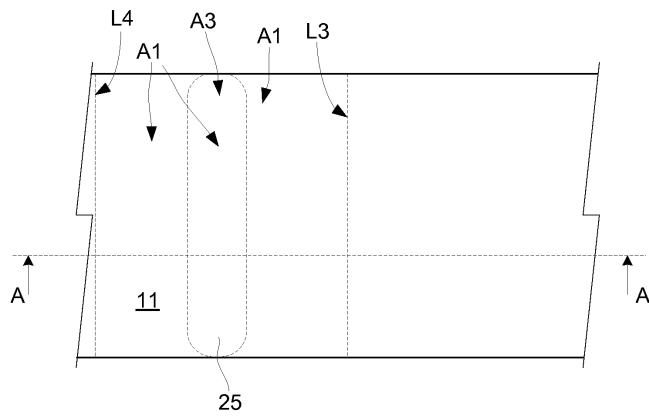
도면10



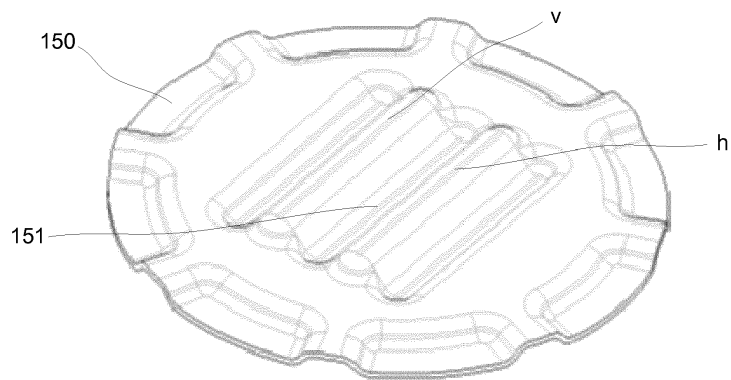
도면11



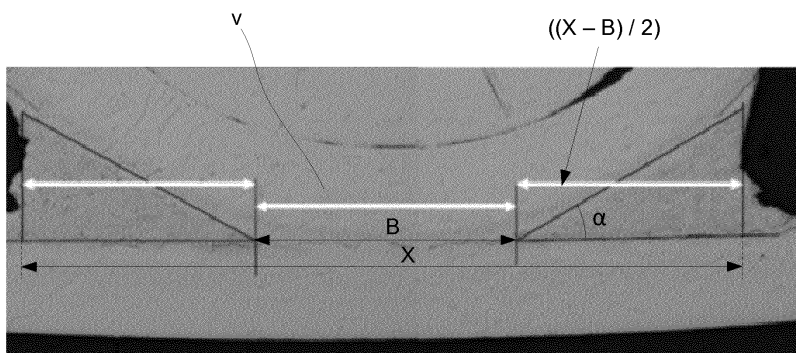
도면12



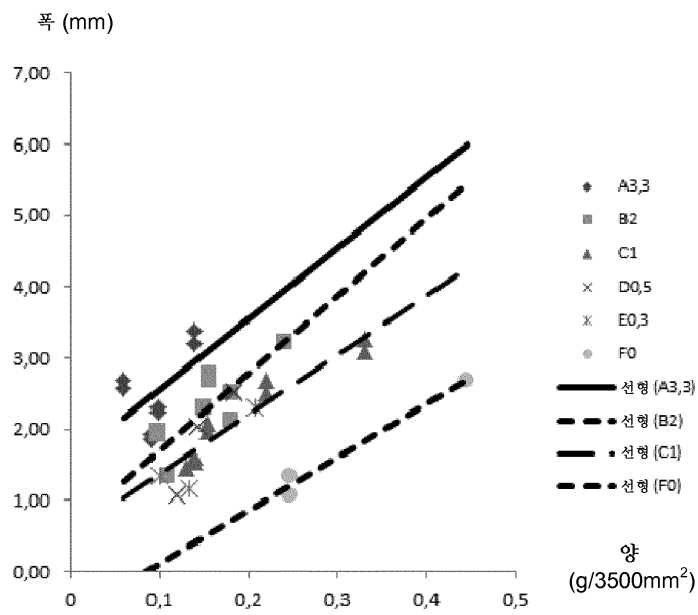
도면13



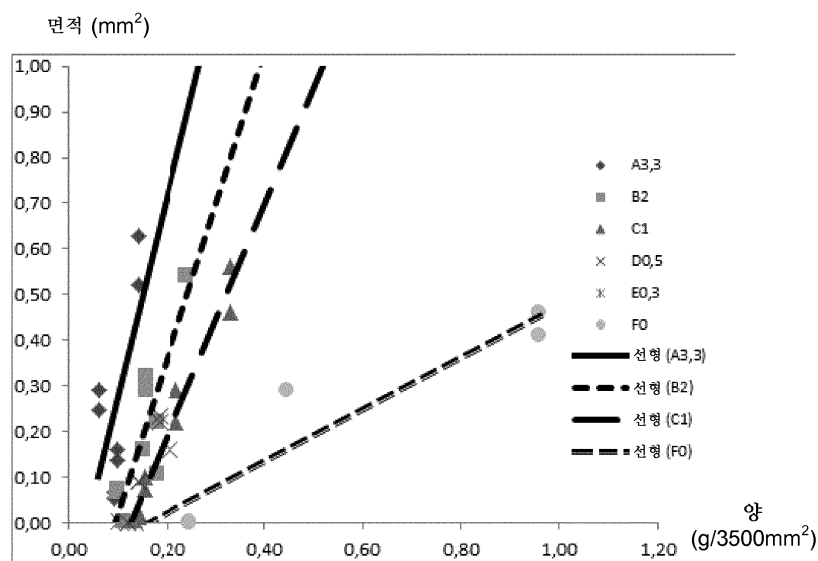
도면14



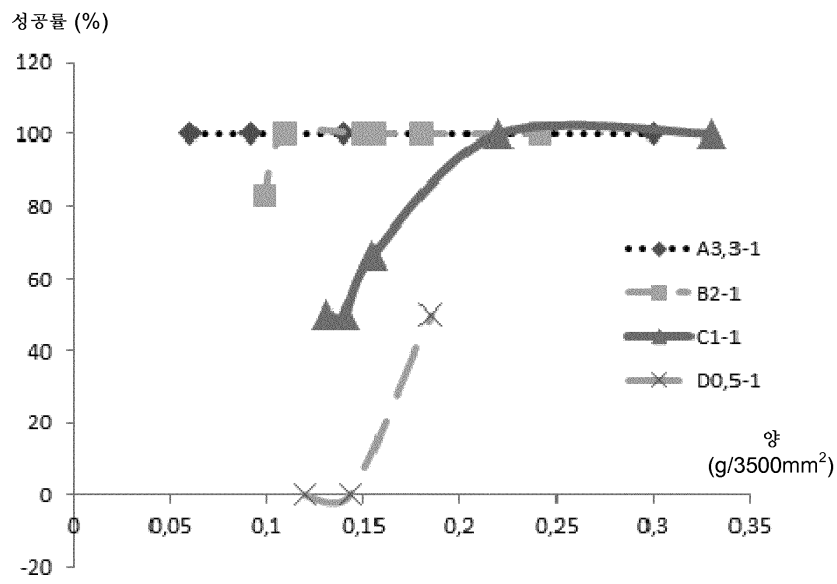
도면15



도면16



도면17



도면18



도면19

