



등록특허 10-2439914



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월05일  
(11) 등록번호 10-2439914  
(24) 등록일자 2022년08월31일

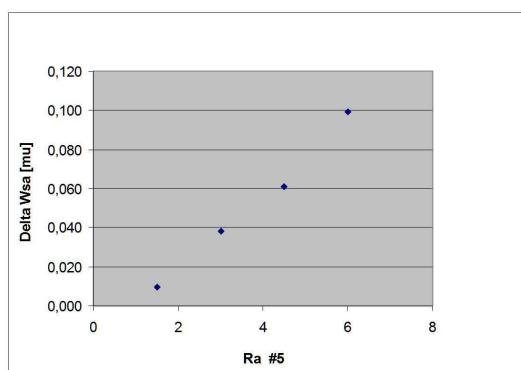
- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C22C 38/04* (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)  
*C22C 38/02* (2006.01) *C22C 38/06* (2006.01)  
*C22C 38/08* (2006.01) *C22C 38/12* (2006.01)  
*C22C 38/14* (2006.01) *C22C 38/18* (2006.01)  
*C22C 38/20* (2006.01) *C22C 38/22* (2006.01)  
*C22C 38/24* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C22C 38/04* (2013.01)  
*C22C 38/001* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7012572  
(22) 출원일자(국제) 2017년10월13일  
심사청구일자 2020년10월07일  
(85) 번역문제출일자 2019년04월30일  
(65) 공개번호 10-2019-0070336  
(43) 공개일자 2019년06월20일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/076184  
(87) 국제공개번호 WO 2018/073117  
국제공개일자 2018년04월26일
- (30) 우선권주장  
16194227.1 2016년10월17일  
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문현  
KR100227572 B1\*  
(뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 28 항
- (54) 발명의 명칭 도색 부품용 강 기판
- 심사관 : 윤여분

**(57) 요 약**

본 발명은 도색 부품들에 사용되는 강 스트립, 시트 또는 블랭크에 관한 것이며, 상기 강 스트립, 시트 또는 블랭크는 선택적으로 금속 코팅된다. 본 발명에 따르면, 강은, 스트립, 시트 또는 블랭크 성형 후 멘타 파상도(delta Waviness)가  $\Delta W_{sa} \leq 0.12\mu\text{m}$ 인 표면이 얻어지는, (wt%로): C: 최대 0.007; Mn: 최대 1.2; Si: 최대

(뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도1



0.5; Al: 최대 0.1; P: 최대 0.15; S: 0.003-0.045; N: 최대 0.01; Ti, Nb, Mo:  $Ti \geq 0.005$ 이고  $Nb \geq 0.005$ 인 경우:  $0.06 \leq 4Ti + 4Nb + 2Mo \leq 0.60$ , 그렇지 않으면,  $0.06 \leq Ti + 2Nb + 2Mo \leq 0.60$  그리고 하나 이상의 선택적 원소들: Cu: 최대 0.10; Cr: 최대 0.06; Ni: 최대 0.08; B: 최대 0.0015; V: 최대 0.01; Ca: 최대 0.01; Co: 최대 0.01; Sn: 최대 0.01의 조성을 갖는 극저탄소(ULC: Ultra Low Carbon) 강 유형이다.

## (52) CPC특허분류

*C22C 38/004* (2013.01)*C22C 38/008* (2013.01)*C22C 38/02* (2013.01)*C22C 38/06* (2013.01)*C22C 38/08* (2013.01)*C22C 38/12* (2013.01)*C22C 38/14* (2013.01)*C22C 38/18* (2013.01)*C22C 38/20* (2013.01)

## (56) 선행기술조사문현

KR1020150061025 A\*

KR1020130072264 A

KR100685037 B1

KR1020050095537 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

도색 부품에 사용되는 강 스트립, 시트 또는 블랭크로서,  
상기 강 스트립, 시트 또는 블랭크는 선택적으로 금속 코팅되며,

상기 강은 (wt%로):

C: 최대 0.007;

Mn: 최대 1.2;

Si: 최대 0.5;

Al: 최대 0.1;

P: 최대 0.15;

S: 0.003~0.045;

N: 최대 0.01;

Ti, Nb, Mo:

Ti  $\geq$  0.005이고 Nb  $\geq$  0.005인 경우:

$0.06 \leq 4\text{Ti} + 4\text{Nb} + 2\text{Mo} \leq 0.60$ ,

그렇지 않으면,

$0.06 \leq \text{Ti} + 2\text{Nb} + 2\text{Mo} \leq 0.60$

그리고 하기 선택적 원소들 중 하나 이상:

Cu: 최대 0.10;

Cr: 최대 0.06;

Ni: 최대 0.08;

B: 최대 0.0015;

V: 최대 0.01;

Ca: 최대 0.01;

Co: 최대 0.01;

Sn: 최대 0.01; 및

나머지는 철 및 불가피한 불순물들

의 조성을 갖고, 11.0 마이크로미터 미만의 중간 결정립 크기를 갖는 기본적으로 등축인 결정립을 가지는 극저 탄소 강 유형이며, 상기 강 스트립, 시트 또는 블랭크의 성형 때문에 텔타 파상도( $\Delta W_{sa}$ )  $\leq 0.12\mu\text{m}$ 인 표면이 얻어지고, 상기 텔타 파상도( $\Delta W_{sa}$ )은  $W_{sa}$ (성형) 빼기  $W_{sa}$ (플랫)으로 정의되며, 여기서  $W_{sa}$ (성형)은 성형 후 선택적으로 금속 코팅된 기판 표면의  $W_{sa}$  값이고,  $W_{sa}$ (플랫)은 성형 전 선택적으로 금속 코팅된 기판 표면의  $W_{sa}$  값이고,

상기 텔타 파상도( $\Delta W_{sa}$ )는 SEP 1941에 따라 측정되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

Ti, Nb 및 Mo의 양이(wt%로):

$Ti \geq 0.005$ 이고  $Nb \geq 0.005$ 인 경우:

$$0.06 \leq 4Ti + 4Nb + 2Mo \leq 0.30,$$

그렇지 않으면,

$$0.06 \leq Ti + 2Nb + 2Mo \leq 0.10 \text{인, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.}$$

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

Ti, Nb 및 Mo의 양이 C, N 및 S 수준들에 대해 아래와 같이 조정되는(모두 wt%로), 베이크 하드성 극저탄소 강 스트립, 시트 또는 블랭크:

$$Ti(\text{프리}) = Ti - 3.43N - 1.5S$$

$Ti(\text{프리}) \leq 0$ 이면  $Ti(c) = 0$ , 그렇지 않으면  $Ti(c) = Ti(\text{사용})$

$$\text{그리고 } Cs_{\text{ol}} = C - 0.125Mo - 0.129Nb - 0.25Ti(c)$$

$$0.0008 \leq Cs_{\text{ol}} \leq 0.0033$$

그리고 Ti 및 Nb 모두  $> 0.005$  wt%이면,

$$0.06 \leq 4(Ti + Nb) + 2Mo \leq 0.60 \text{ wt\%}$$

그렇지 않으면:  $0.06 \leq Ti + 2Nb + 2Mo \leq 0.60 \text{ wt\%}$ .

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기본적으로 등축인 결정립들은 10.0 마이크로미터 미만의 중간 크기를 갖는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 스트립, 시트 또는 블랭크의 변형되지 않은 강 표면이  $W_{\text{sa}} \leq 0.35\mu\text{m}$ 인 파상도를 가지며,  $W_{\text{sa}}$ 는 압연 방향에서 측정되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

### 청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 스트립, 시트 또는 블랭크가 아연계 코팅, Zn-Al-Mg계 코팅, 또는 알루미늄계 코팅으로 코팅되며,

상기 아연계 코팅은 0.1 - 1.2 wt%의 알루미늄 및 최대 0.3 wt%의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 아연으로 구성되거나, 또는 상기 Zn-Al-Mg계 코팅은 0.2 - 3.0 wt%의 알루미늄 및 0.2 - 3.0 wt%의 마그네슘, 최대 0.3 wt%의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 아연으로 구성되거나, 또는 상기 알루미늄계 코팅은 0.2 - 13 wt%의 실리콘, 최대 0.3 wt%의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 알루미늄으로 구성되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

### 청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 따른 강 스트립을 제조하는 방법으로서,

상기 강 스트립은 열간 압연 및 냉간 압연되며,

상기 냉간 압연기의 최종 스탠드 또는 유일한 스탠드가  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지는 작업 롤들을

포함하는, 방법.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 최종 스탠드 또는 상기 유일한 스탠드의 작업 룰들의 조도(Ra)는  $0.55\mu\text{m}$ 와  $5.0\mu\text{m}$  사이인, 방법.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기는  $0.5\mu\text{m}$ 과  $7.0\mu\text{m}$  사이인 조도(Ra)를 갖는 작업 룰들을 구비하는 하나의 스탠드를 포함하는, 방법.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기는 두 개의 스탠드를 포함하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 과  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.5\mu\text{m}$ 과  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 세 개 이상의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 과  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 과  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.5\mu\text{m}$ 과  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연된 스트립은, 금속 코팅 적용 후,  $0.5\mu\text{m}$ 과  $4.0\mu\text{m}$  사이의 조도를 가진 조절 룰들을 사용하여 조절되는, 방법.

### 청구항 13

제 7 항에 따른 방법으로 제조된 스트립으로서,

$4\mu\text{m}$ 과  $12\mu\text{m}$  사이의 코팅 두께를 가진 알루미늄계 코팅으로 코팅된 스트립에 있어서, 스트립의 표면이  $2.0\mu\text{m}$  미만의 조도(Ra)와 스트립의 압연 방향에서  $0.6\mu\text{m}$  미만의 파상도(Wsa)를 갖는, 스트립.

### 청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 스트립, 시트 또는 블랭크의 변형되지 않은 강 표면이  $W_{sa} \leq 0.32\mu\text{m}$ 인 파상도를 가지며,  $W_{sa}$ 는 압연 방향에서 측정되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

### 청구항 15

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 스트립, 시트 또는 블랭크의 변형되지 않은 강 표면이  $W_{sa} \leq 0.29\mu\text{m}$ 인 파상도를 가지며,  $W_{sa}$ 는 압연 방향에서 측정되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

**청구항 16**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 스트립, 시트 또는 블랭크의 변형되지 않은 강 표면이  $W_{sa} \leq 0.26\mu\text{m}$ 인 파상도를 가지며,  $W_{sa}$ 는 압연 방향에서 측정되는, 강 스트립, 시트 또는 블랭크.

**청구항 17**

제 7 항에 있어서,

상기 최종 스탠드 또는 상기 유일한 스탠드의 작업 룰들의 조도(Ra)는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이인, 방법.

**청구항 18**

제 7 항에 있어서,

상기 최종 스탠드 또는 상기 유일한 스탠드의 작업 룰들의 조도(Ra)는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $2.0\mu\text{m}$  사이인, 방법.

**청구항 19**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기는  $0.55\mu\text{m}$ 와  $5.0\mu\text{m}$  사이인 조도(Ra)를 갖는 작업 룰들을 구비하는 하나의 스탠드를 포함하는, 방법.

**청구항 20**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이인 조도(Ra)를 갖는 작업 룰들을 구비하는 하나의 스탠드를 포함하는, 방법.

**청구항 21**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $2.0\mu\text{m}$  사이인 조도(Ra)를 갖는 작업 룰들을 구비하는 하나의 스탠드를 포함하는, 방법.

**청구항 22**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 두 개의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.55\mu\text{m}$ 와  $5.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

**청구항 23**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 두 개의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

**청구항 24**

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 두 개의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $2.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 25

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 세 개 이상의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.55\mu\text{m}$ 와  $5.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 26

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 세 개 이상의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 27

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연기가 세 개 이상의 스탠드를 구비하며,

제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 가지며,

최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $2.0\mu\text{m}$  사이의 조도(Ra)를 갖는, 방법.

### 청구항 28

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연된 스트립은, 금속 코팅 적용 후,  $2.8\mu\text{m}$  이하의 조도를 가진 조절 룰들을 사용하여 조절되는, 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은, 예를 들어 자동차 용도인, 도색 부품들에 사용되는 강 스트립(strip), 시트(sheet) 또는 블랭크(blank)에 관한 것이다. 본 발명은 또한 이러한 스트립, 시트 또는 블랭크 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 예를 들어, 후드(hood) 및 문과 같은 자동차의 외부 패널용 도색 강 부품들에는 그 생산자들이 엄격한 요건들을 적용시킨다. 이 요건들 중 하나가 도색 부품의 도색 외관에 관한 것이다.

[0003] 도색 부품들을 제조하기 위한 강 기판은 보통 금속 코팅, 예를 들어 아연계 코팅으로 코팅된다. 제조자는 (코팅

된) 기판을 압착기에서 패널용으로 원하는 형태로 만든다. 압착 후, 상기 패널들은 보통 하나 이상의 도색 층들로 도색된다.

[0004] 매우 좋은 도색 외관을 갖는 외부 패널들은, 즉, 패널들이 왜곡 없이 빛을 반사하여 선명한 반사 상들로 이어지는 거울 같은 표면을 가질 때 높이 평가된다. 도색 외관은 도색의 품질뿐만 아니라 (코팅된) 기판의 표면에 의해 영향을 받는다. 이 표면은 다양한 크기 및 규모의 평면 내 구조들로 구성된다. 더 작은 구조들은 표면 조도 (surface roughness)로 파악되는 반면, 더 큰 구조들은 소위 표면 파상도(surface waviness)로 파악된다.

[0005] 더 큰 표면 구조들, 예를 들어, 표면 파상도가 상이한 도색 층들을 통과해 전도된다는 것은 당업자들에게 이미 알려져 있다. 따라서, (코팅된) 기판 표면의 파상도는 외부 도색층의 표면에 여전히 얼마간 존재한다. 도색 부품의 도색 외관은 측정될 수 있으며 상이한 측정 값들로, 예를 들어, BYK Wavescan Dual을 사용해 측정된 경우, 장 파상도(LW: Long Waviness)로 표현된다. 전도 효과 때문에, 도색 부품의 장 파상도 또는 유사 값은 비도색 성형 부품의 표면 조도와 관련된다. (코팅된) 기판 표면의 LW와 파상도 사이 전형적 관계는 예를 들어 칸느 학회(Cannes Conference)에서 제시되었다: 경량 설계: 신 차체용 최적의 도색 외관을 가진 신 고성능 강, Matthijs Toose, 제28회 차체 마무리 국제 학회 "Surcar", 2015년 6월 18일-19일, 칸느, 또는 바트 나우하임 학회(Bad Hauheim Conference): 차체 도색 2015, 제1 독일 자동차 서클(1<sup>st</sup> German Automotive Circle)의 제32 차 워크샵, 2015년 11월 9일-10일, 바트 나우하임. 표면 파상도는 압착 또는 성형이 적용된 후에 측정되어야 한다는 것을 인식하는 것이 중요하다.

[0006] 성형된 부분의 표면 파상도는 변형되지 않은, 예를 들어, 평평한 부분의 표면 파상도 및 성형 단계에 의해 도입된 파상도 증가의 결과라는 것은 당업자에게는 알려져 있다. 성형 부분 파상도와 비변형 부분 파상도 사이의 차이는 델타 파상도(delta Waviness), 예를 들어,  $\Delta W_{sa}$ 로 나타낸다. 스트립 제품들 생산 공정의 특성 때문에, 성형된 표면은 압연 방향에 수직인, 패턴 같은 선들을 드러낸다. 이 관찰의 함의는 다른 방향들에서보다 압연 방향에서 델타 파상도가 더 높다는 것이다. 이 방향성 효과는 도색 외관 값들에서도 매우 강하게 존재하며, 따라서, 압연 방향 델타 파상도가 가능한 한 많은 것이 중요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 양호한 도색 외관을 제공하는 파상도를 갖는, 도색 부품용 강 스트립, 시트 또는 블랭크를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 양호한 도색 외관을 제공하는 파상도를 갖는 강 스트립이 제조될 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 또 다른 목적은 델타 파상도가 조절될 수 있는 강 스트립, 시트 또는 블랭크를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따르면, 선택적으로 금속 코팅되는, 도색 부품들에 사용되는 강 스트립, 시트 또는 블랭크가 제공되며, 상기 강은 (wt%로):

[0011] C: 최대 0.007;

[0012] Mn: 최대 1.2;

[0013] Si: 최대 0.5;

[0014] Al: 최대 0.1;

[0015] P: 최대 0.15;

[0016] S: 0.003-0.045;

[0017] N: 최대 0.01;

[0018] Ti, Nb, Mo:

[0019]  $Ti \geq 0.005$ 이고  $Nb \geq 0.005$ 인 경우:

- [0020]  $0.06 \leq 4\text{Ti} + 4\text{Nb} + 2\text{Mo} \leq 0.60$ ,
- [0021] 그렇지 않으면,
- [0022]  $0.06 \leq \text{Ti} + 2\text{Nb} + 2\text{Mo} \leq 0.60$
- [0023] 그리고 하기 선택적 원소들 중 하나 이상:
- [0024] Cu: 최대 0.10;
- [0025] Cr: 최대 0.06;
- [0026] Ni: 최대 0.08;
- [0027] B: 최대 0.0015;
- [0028] V: 최대 0.01;
- [0029] Ca: 최대 0.01;
- [0030] Co: 최대 0.01;
- [0031] Sn: 최대 0.01; 및
- [0032] 나머지는 철 및 불가피한 불순물들
- [0033] 의 조성을 갖는 극저탄소(ULC: Ultra Low Carbon) 강 유형이며,
- [0034] 상기 강 스트립, 시트 또는 블랭크의 성형 때문에 엘타 파상도( $\Delta W_{sa}$ )  $\leq 0.12\mu\text{m}$ 인 표면이 얻어지고,  $\Delta W_{sa}$ 은  $W_{sa}$ (성형) 빼기  $W_{sa}$ (플랫(flat))으로 정의되며, 여기서  $W_{sa}$ (성형)은 성형 후 선택적으로 금속 코팅된 기판 표면의  $W_{sa}$  값이고,  $W_{sa}$ (플랫)은 성형 전 선택적으로 금속 코팅된 기판 표면의  $W_{sa}$  값이다.
- [0035] 발명자들은 낮은 엘타 파상도( $\Delta W_{sa}$ ), 특히  $\Delta W_{sa} \leq 0.12\mu\text{m}$ 인 엘타 파상도를 갖는 부품을 제조하는 데 극저탄소 강들이 필요하다는 것을 발견했다.
- [0036] ULC 강들은 종종 고 성형성이 요구되는 경우들을 위한 것이다. 심교(deep drawing) 가공의 경우, 고용체 내 그 어떤 탄소도 바람직한 재결정 텍스쳐(texture)에 유해한 영향을 주기 때문에, 극저탄소 강들 내 탄소는 낮게 유지되어야 한다. ULC 강의 특정 일 유형인 침입형 자유 강(interstitial free steel: IF steel)에서는, 고용체 내 모든 탄소를 방지하기 위해 모든 탄소가 석출된다. 마찬가지로 ULC 강의 특정 일 유형인 베이크 하드성 강(bake hardenable steel: BH steel)에서는, 베이킹(baking) 동안 강도 증가에서 이점을 얻기 위해 제한된 수준의 탄소가 유지되며, 잔여 탄소 또한 석출되어야 한다. 두 경우 모두에 있어서, 탄소의 총 수준은 0.007 wt%를 초과해서는 안 되며, 그렇지 않으면, 형성된 석출물들의 양과 크기가 성형성을 방해할 것이다. 성형성을 더욱 향상시키기 위해서는, 본 발명의 합금 내에 0.005 wt%를 초과하지 않는 탄소를 포함하는 것이 바람직하다.
- [0037] 망간은 고용체 강화 원소이며, 따라서, 강도를 증가시키기 위해 추가될 수 있으나, 심교성(deep drawability)에 부정적인 영향을 준다. 이러한 이유로, Mn 수준은 최대 1.2 wt%에 유지되어야 한다. 게다가, MnS의 형성은 바람직한 Ti4C2S2 석출물 형성을 방해할 수 있다. 후자의 이유로, 그리고 성형성을 너무 많이 훼손하지 않기 위해서, 최대 1.0 wt%의 Mn을 포함하는 것이 바람직하며, 또는 최대 0.8 wt%의 Mn을 포함하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0038] 실리콘 또한 고용체 강화 원소이며, 따라서 강도를 증가시키기 위해 추가될 수 있다. 그러나, 만일 Si 수준이 너무 높으면, Mn2SiO4 스피넬 유형 산화물들 및/또는 SiO2의 형성으로 인해 코팅 접착력이 악화될 수 있다. 이러한 이유로, 최대 Si 수준은 0.5 wt%이며, 더욱 바람직하게는 최대 0.25 wt%이다.
- [0039] 인은 매우 강력한 용체 강화 원소이나, 높은 수준의 P은, 특히 IF강들에서, 연성-취성-이행-온도 (Ductile-to-Brittle-Transition-Temperature: DBTT)를 너무 많이 증가시킬 수 있다. 봉소 추가는 이를 상쇄시킬 수 있지만, 그럼에도 불구하고, P 수준은 최대 0.15 wt%이어야 한다. 게다가, 높은 수준의 P은 바람직하지 않은 Fe-Ti-P 석출물들 형성으로의 변화를 증가시킬 것이다. 이러한 이유로, 최대 P 수준을 0.10 wt%로 유지시키는 것이 바람직하다.
- [0040] 황은 바람직한 Ti4C2S2 석출물 형성을 확보하기 위해 필요하다. 그러나, 만일 S 수준이 너무 높으면, 열간 압연 동안 TiC의 형성이 억제되며, 이는 입자 성장이 뒤따르는 급속한 재결정으로 이어질 것이다. 따라서, S을 최대

0.045 wt%, 더욱 바람직하게는, 최대 0.02 wt%로 제한하는 것이 본 발명에 있어 중요하다.

[0041] 알루미늄은 주로 모든 잔여 산소를 결속시키기 위해 첨가되지만, 질소와 함께 석출시키기 위해서 사용될 수도 있다. 산소를 결속시키기 위해서는, 0.01 wt%의 최소 알루미늄 수준이 바람직하다. 알루미늄 수준을 증가시키면, 주조 동안 막힐 위험 역시 증가한다. 이러한 이유로, Al의 최대 수준은 0.1 wt%로 설정된다.

[0042] 고용체 내 질소는 성형성을 방해하는 침입성 원소로서 존재한다. 따라서, 완전히 석출되어야 한다. 모든 N의 석출을 확보하기 위해, 보통 Ti, Al 또는 B가 첨가된다. 그럼에도 불구하고, N 수준은 0.01 wt%를 초과하면 안되며, N의 양은 바람직하게 0.006 wt%를 초과하지 않아야 한다.

[0043] 티타늄, 니오븀 및 몰리브덴은 강력한 결정 성장 억제제이며, 본 발명에 있어서 이 원소들 중 적어도 하나의 존재는 필수적이다. Nb 및 Mo은 결정 성장 억제제로서 Ti보다 훨씬 더 강력하다: 발명자들의 관찰에 기초하면, Nb 및 Mo은 약 2배 더 효과적이다(wt%로 제시될 때). 게다가, Ti 및 Nb 둘 모두가 존재하면, 이들의 결합된 존재는 Ti만 존재할 때와 비교하여, 결정 성장 억제제로서 약 4배 더 효과적일 정도로 서로를 향상시킨다. 이 원소들은 N 및/또는 C와 함께 석출되며, 형성된 석출물들이 재결정 및 입자 성장을 저해하기 때문에 효과를 발휘한다: Nb 또한 고용체 내에 있을 때 재결정 및 입자 성장을 저해하는 것으로 알려져 있다. 바나듐 또한 효과가 있을 수 있지만, 바나듐 석출물들은 냉간 압연 후 어닐링(annealing)에 사용되는 온도에서 용해될 수 있으며, 이 때문에 이 석출물들은 덜 효과적이다.

[0044] BH 합금들에 있어서, 고용체 내 탄소의 양은 중요하며 제어되어야 한다. 왜냐하면, Ti, Nb, Mo 및 V는 탄소와 함께 석출되기 때문에, 고용체 내 C의 양을 제어하기 위해 이들 또한 중요하다. BH 강들에 있어서, C, N, Ti, Mo, V 및 Nb 사이의 균형이 신중하게 조율되어야 한다. IF 강들에서는 약간 과도한 Ti 또는 Nb이 허용될 수 있다. 이는 Ti를 0.06과 0.60 wt% 사이로, 또는 Nb를 0.03과 0.30 wt% 사이로, 또는 Mo를 0.03과 0.30 wt% 사이로 제한하며; 이 세 원소들의 조합들 또한 가능하며, 이 경우  $4 \times (Ti + Nb) + 2 \times Mo$ 가 0.06 내지 0.6 wt%이어야 한다.

[0045] 발명자들은 Ti, Nb 및 Mo의 양이 특히 중요하다는 것을 발견했다. Ti 또는  $2 \times Nb$  또는  $2 \times Mo$ 의 양이 0.06 wt% 이상이어야 하며, 또는 이 원소들이 결합된 경우,  $4 \times (Ti + Nb) + 2 \times Mo$ 의 양이 0.06 wt% 이상이어야 한다. Ti 또는 Nb 또는 Mo 또는 그 결합의 수준이 낮은 경우에, ULC 강은 알맞은  $\Delta W_{sa}$ 를 가진 강 부품으로 이어지지 않을 것이다. 0.60 wt%를 초과하는 Ti 또는 0.30 wt%를 초과하는 Nb 또는 0.30 wt%를 초과하는 Mo이 사용되는 경우, 또는 이 원소들이 결합되어 0.6을 초과하는  $4 \times (Ti + Nb) + 2 \times Mo$ (모두 wt%)의 양이 사용되는 경우, ULC 강은 향상되지 않거나 이 강은 성능이 더 나빠질 수 있다.

[0046] 구리는 0.10 wt%까지 허용된다. 이는, 알맞은 규모일 때, 재결정 및 입자 성장을 방해할 수 있는 CuS의 형성으로 이어질 수 있으나, 이것 역시 더욱 바람직한 Ti4C2S2와 경쟁 관계에 있다. 따라서, 최대 수준 0.04 wt%가 더욱 바람직하다.

[0047] 크롬 및 니켈은 기본적으로 불순물들이지만, 각각 최대 0.06 및 0.08 wt%는 해를 끼치지 않는다. 그럼에도 불구하고, 각각 최대 0.04 wt%가 더욱 바람직하다.

[0048] 봉소는 침입형 원소이므로, 고용체 내 봉소는 최대 0.0015 wt%로 제한하며, 가능한 한 낮게 유지되어야 한다. 특히 P 합금 IF 강들에서, 봉소는 너무 높은 DBTT 가능성을 감소시키기 위해 첨가될 수 있다. 봉소는 또한 모든 N의 석출을 확보하기 위해 추가될 수 있다. 다른 한편으로, 0.0008 wt%를 초과하는 B는 표면 결합들로 이어질 수 있으므로, 더욱 바람직한 B의 범위는 0.0005-0.0008 wt%이다.

[0049] 코발트 및 주석은 기본적으로 불순물들이지만, 둘 모두 최대 0.04 wt%는 허용될 수 있다.

[0050] 칼슘은 가끔 탈산 및/또는 탈황을 위해 강들 내에 0.005 wt%까지 첨가된다. 특성들을 악화시키지 않고 0.01 wt% 수준까지 허용될 수 있다.

[0051] 바람직하게, ULC 강의 상기 구성에서, Ti, Nb 및 Mo의 양은 다음과 같다(중량%):

[0052] 만일  $Ti \geq 0.005$  및  $Nb \geq 0.005$ 인 경우:

$$0.06 \leq 4Ti + 4Nb + 2Mo \leq 0.30$$

[0054] 그렇지 않으면

$$0.06 \leq Ti + 2Nb + 2Mo \leq 0.10.$$

- [0056] 바람직하게는, Ti, Nb 및 Mo 조합을 위한 공식의 상한은 0.30이다. 왜냐하면, 이 원소들이 이러한 고용량으로 필요한 경우는 드물기 때문이다. 같은 이유로, Ti 및/또는 Nb  $\leq 0.005$ wt%인 경우, 더욱 바람직한 상한 수준은 0.1 wt%이다.
- [0057] 바람직한 일 실시예에 따르면, 베이크 하드성 극저탄소 강 스트립, 시트 또는 블랭크가 사용되며, Ti, Nb 및 Mo의 양은 C, N 및 S 수준에 대해 다음과 같이 조정된다(모두 wt%):
- [0058]  $Ti(\text{프리}) = Ti - 3.43N - 1.5S$
- [0059]  $Ti(\text{프리}) \leq 0$ 이면  $Ti(c) = 0$ , 그렇지 않으면  $Ti(c) = Ti(\text{사용})$
- [0060] 그리고  $C_{\text{sol}} = C - 0.125Mo - 0.129Nb - 0.25Ti(c)$
- [0061]  $0.0008 \leq C_{\text{sol}} \leq 0.0033$
- [0062] 그리고 Ti 및 Nb 모두  $> 0.005$  wt%이면,
- [0063]  $0.06 \leq 4(Ti + Nb) + 2Mo \leq 0.60$  wt%
- [0064] 그렇지 않으면:  $0.06 \leq Ti + 2Nb + 2Mo \leq 0.60$  wt%.
- [0065] BH(Bake Hardenable) 강의 경우, 약간의 프리 탄소( $C_{\text{sol}}$ )는 베이크 하드닝 반응을 위해 필수적이므로,  $C_{\text{sol}}$ 에 대해 하한을 정하고; 너무 높은 수준의  $C_{\text{sol}}$ 은 베이크 하드닝 효과 대신에 급속한 자연 에이징으로 이어질 수 있으므로,  $C_{\text{sol}}$ 의 상한을 정한다.
- [0066] 본 발명의 제2 양상에 따르면, 강은 11.0 마이크로미터 미만의 기본적으로 등축인 중간 결정립 크기를 갖는 입자들을 갖는다.
- [0067] 발명자들은 결정립 크기가 파상도에 있어, 특히  $\Delta W_{\text{sa}}$ 를 결정하는 데 중요한 결정 인자임을 발견했다. 다수의 강 표본들의 결정립 크기 및  $\Delta W_{\text{sa}}$ 를 결정함으로써, 발명자들은 결정립 크기 및  $\Delta W_{\text{sa}}$  간의 관계를 결정할 수 있었으며, 11.0 마이크로미터 미만의 크기를 갖는 기본적으로 등축인 중간 결정립은,  $\Delta W_{\text{sa}} \leq 0.12\mu\text{m}$ 인 스트립, 시트 또는 블랭크 표면으로 이어진다.  $W_{\text{sa}}$ 는 SEP 1941 표준에서 규정된다. 결정립 크기 및  $\Delta W_{\text{sa}}$  간의 관계는, 강 기판의 결정립 크기가 조절될 때 원하는  $\Delta W_{\text{sa}} \leq 0.12\mu\text{m}$ 를 갖는 강 스트립, 시트 블랭크들의 제조를 가능하게 한다. 결정립 크기는 연속 어닐링 및 선택적 금속 코팅 후 입자들의 크기이다. 발명자들은, 강의 조성이 앞서 명시된 바와 같은 경우, 기본적으로 등축인 입자들로서, 평균 크기가 11.0 마이크로미터 미만인 적정 크기를 갖는 입자들을 제공하는 것이 결합되도록, 자동차 외부 패널들과 같은 도색 부품들에 주로 사용되는, 극저탄소 강 유형들과 결합될 때, 결정립 크기는 11.0 마이크로미터 미만이어야 함을 발견했다.
- [0068] 기본적으로 등축이라 함은, 단면(RD/ND 평면)에서, ND에서 동일 길이 직선과 교차하는 입자 경계들의 수로 나눠진 RD에 평행한 직선과 교차하는 입자 경계들의 수가 0.66 이상인 것을 의미한다: 직선은 ND에서뿐만 아니라 RD에서 200개 이상의 교차가 생길 만큼 충분히 길어야 하거나, ND에서뿐만 아니라 RD에서의 모든 교차의 합이 200 이상이 되도록 동일하게 분포된 몇 개의 선들로 공정이 반복된다. 후자의 경우, RD 및 ND 내 교차 수는 나눠지기 전 선들 전체에 대해 합계 처리된다. 발명자들은 다음 공정을 사용했다:
- [0069] 단면(RD/ND 평면)에서, ND(기본 방향) 전체에 동일하게 분포되고 RD(압연 방향)에 평행한 10개의 직선과 교차하는 입자 경계들의 수를 측정하였다. 또한, RD 전체에 동일하게 분포되고 ND에 평행한 10개의 직선과 교차하는 입자 경계들의 수를 측정하였다. RD 및 ND의 선들은 동일한 길이를 가졌으며 선마다 20개 이상의 입자 경계 교차가 발생할 만큼 충분히 길었다. RD의 모든 선들의 총 교차 수를 ND의 모든 선들의 총 교차수로 나누었으며, 모든 경우에, 이 수는 0.66 이하였다.
- [0070] 11.0 마이크로미터 미만의 중간 결정립 크기를 갖는 기본적으로 등축인 입자들을 갖는 것은 중요한 조건이지만, 최상의 결과들을 얻기 위해 다른 조건들도 중요하다. 조절 압연기의 조도뿐만 아니라 냉간 압연기의 최종 스탠드(stand)에서의 조도, 그리고 냉간 압연기 및 조절 압연기의 최종 스탠드에서 제공되는 감소들은 조절될 필요가 있는 매개변수들이며: 이는 당업자들에게 알려진 사실이다.
- [0071] 바람직하게, 기본적으로 등축인 입자들은 10.0 마이크로미터 미만의 중간 크기를 갖는다. 결정립 크기가 작을수록,  $\Delta W_{\text{sa}}$ 이 더 낮을 것이다. 작은 중간 결정립 크기는 0.10 또는 더 작은  $\Delta W_{\text{sa}}$ 으로 이어질 수 있다.
- [0072] 바람직한 일 실시예에 따르면, 스트립, 시트 또는 블랭크의 변형되지 않은 강 표면은, 압연 방향에서 측정된,  $W_{\text{sa}} \leq 0.35\mu\text{m}$ 인 파상도, 바람직하게는  $W_{\text{sa}} \leq 0.32\mu\text{m}$ 인 파상도, 더욱 바람직하게는  $W_{\text{sa}} \leq 0.29\mu\text{m}$ 인 파상도,

그리고 더더욱 바람직하게는  $W_{sa} \leq 0.26\mu\text{m}$ 인 파상도를 갖는다.  $\Delta W_{sa}$ 과 결합된 비변형 강 표면의 파상도는 성형 부분의  $W_{sa}$ 를 결정한다.

[0073] 바람직하게, 스트립, 시트 또는 블랭크는 아연계 코팅, Zn-Al-Mg계 코팅, 또는 알루미늄계 코팅으로 코팅된다. 바람직하게, 아연계 코팅은 0.1 - 1.2 wt%의 알루미늄 및 0.3 wt%까지의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 아연으로 구성되며, 또는 Zn-Al-Mg계 코팅은 바람직하게 0.2 - 3.0 wt%의 알루미늄 및 0.2 - 3.0 wt%의 마그네슘, 0.3 wt%까지의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 아연으로 구성되며, 또는 알루미늄계 코팅은 바람직하게 0.2 - 13 wt%의 실리콘, 0.3 wt%까지의 다른 원소들과 나머지는 불가피한 불순물들 및 알루미늄으로 구성된다.

[0074] 이 코팅들은 자동차 산업에서 사용되며, 따라서 바람직하게 상기 강 스트립, 시트 또는 블랭크를 코팅하는 데 사용된다. 언급된 다른 원소들은 Si, Sn, Bi, Sb, Ln, Ce, Ti, Sc, Sr 및/또는 B일 수 있다.

[0075] 본 발명의 제3 양상에 따르면, 본 발명의 제1 또는 제2 양상에 따른 강 스트립을 제조하기 위한 방법이 제공된다. 상기 강 스트립은 열간 압연 및 냉간 압연되며, 냉간 압연용 최종 스탠드 또는 유일한 스탠드는  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이 조도( $R_a$ )를 갖는 작업 룰들을 구비한다.

[0076] 발명자들은, 본 발명의 제1 양상과 관련해 시사한 바와 같이, 강 스트립의 결정립 크기가 충분히 미세할 때,  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이 조도( $R_a$ )를 갖는 냉간 압연기의 최종 스탠드의 작업 룰들이 사용될 수 있음을 발견했다. 최종 스탠드의 냉간 압연기 조도를 감소시키면 성형 후  $W_{sa}$  값을 더 감소시키는 데 유리할 수 있다는 것은 당업자들에게 알려진 사실이다. 그러나, 발명자들은  $0.5\mu\text{m}$  미만의 조도( $R_a$ )를 갖는 냉간 압연기의 최종 스탠드의 작업 룰들 사용할 필요가 없다는 것을 발견했다.  $0.5\mu\text{m}$  미만의 조도( $R_a$ )를 갖는 작업 룰들을 사용하는 것은 매우 특별한 연삭 작업들이 준비되어야 하기 때문 불리하다.

[0077] 바람직하게, 최종 스탠드 또는 유일 스탠드의 작업 룰들의 조도( $R_a$ )는  $0.55\mu\text{m}$ 와  $5.0\mu\text{m}$  사이, 더욱 바람직하게는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이, 가장 바람직하게는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $2.0\mu\text{m}$  사이이다. 발명자들은 이러한 한도들 사이의 조도를 갖는 작업 룰들이 좋은 결과를 제공한다는 것을 발견했다.

[0078] 냉간 압연기가 하나의 스탠드를 구비하는 경우, 작업 룰들은  $0.5\mu\text{m}$  및  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 한다.

[0079] 냉간 압연기가 두 개의 스탠드를 구비하는 경우, 제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 하고, 최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 한다.

[0080] 냉간 압연기가 세 개 이상의 스탠드를 구비하는 경우, 제1 스탠드의 작업 룰들은  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 하고, 중간 스탠드의 작업 룰들은  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 하고, 최종 스탠드의 작업 룰들은  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )를 가져야 한다.

[0081] 상기 사실은 발명자들이, 스트립이 냉간 압연기를 떠나기 전에 사용되는 작업 룰들은 언제나  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이 조도( $R_a$ )를 가져야 함을 발견했다는 것을 보여준다. 별도의 제1 스탠드가 사용되는 경우, 그 조도는  $0.6\mu\text{m}$ 와  $3.0\mu\text{m}$  사이이어야 한다. 만일 중간 스탠드들이 존재한다면, 이들은 반드시  $0.3\mu\text{m}$ 와  $0.8\mu\text{m}$  사이의 낮은 조도를 가져야 한다.

[0082] 상기 경우들에서  $0.5\mu\text{m}$ 와  $7.0\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )가 표시되는 경우, 더 제한적인 범위들도 적용될 수 있음이 이해되어야 한다.

[0083] 바람직하게, 냉간 압연된 스트립은, 바람직하게 금속 코팅 적용 후,  $0.5\mu\text{m}$ 와  $4.0\mu\text{m}$  사이의 조도, 바람직하게는  $2.8\mu\text{m}$  이하의 조도를 가진 조질 룰들을 이용해 조질된다. 조질 룰들의 조도는 성형된 스트립, 시트 또는 블랭크로 전사되어, 평평한 제품의 파상도에 강한 영향을 준다.

[0084] 본 발명의 제4 양상에 따르면, 본 발명의 제3 양상에 따른 방법으로 제조된 스트립이 제조된다.  $4\mu\text{m}$ 와  $12\mu\text{m}$  사이의 코팅 두께를 가진 알루미늄계 코팅으로 코팅된 스트립의 경우, 스트립의 표면은  $2.0\mu\text{m}$  미만의 조도( $R_a$ )와 스트립의 압연 방향으로  $0.6\mu\text{m}$  미만의 파상도( $W_{sa}$ )를 갖는다.

[0085] 바람직하게, 스트립은  $0.7\mu\text{m}$ 와  $1.6\mu\text{m}$  사이의 조도( $R_a$ )와 스트립의 압연 방향으로  $0.15\mu\text{m}$ 와  $0.35\mu\text{m}$  사이의 파상도( $W_{sa}$ )를 갖는다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0086] 예시들

[0087] 몇몇 BH 및 IF 합금들에 대해, 커핑(cupping) 전과 후에 결정립 크기뿐만 아니라 파상도(Wsa)를 결정하였다.

[0088] 모든 표본들은 5개의 스탠드 냉간 압연기에서 냉간 압연된 코일들에서 추출되었다. 제1 스탠드는  $Ra 1.2 \pm 0.2 \mu\text{m}$ 를 포함하는 지표면 조도를 가졌으며; 제2, 제3 및 제4 스탠드는  $Ra 0.6 \pm 0.2 \mu\text{m}$ 를 포함하는 지표면 조도를 가졌다. 최종 스탠드는  $Ra 4.5 \pm 0.2 \mu\text{m}$ 를 포함하는 EDT 조도를 가졌다. 냉간 압연 후, 코일들은 연속적으로 어닐링 되었고, 최고 온도는  $810 \pm 20^\circ\text{C}$ 였고,  $470 \pm 10^\circ\text{C}$ 에서 용융 아연 도금되었다. 코팅 두께를 조절하기 위해 에어 나이프(air knife)들이 사용되었고, 코팅을 굳히기 위해 에어 나이프들 직후에 냉각을 실시하였다. 마지막으로, 스트립을 조절 압연하였다. 조절 압연기의 조도는 EDT  $1.9 \pm 0.1 \mu\text{m}$ 였다.

[0089] 이 합금들의 화학적 특성은 표 1(사용된 표본들의 화학적 특성)에 제시된다.

[0090] 결정립 크기는 다음과 같이 결정되었다.

#### 표본 준비

[0092] 표본들의 RD-ND 단면을 (소위 폴리페스트(polyfast)라 불리는) 전도성 수지에 장착시키고  $1\mu\text{m}$ 까지 기계적으로 연마하였다. 사전 연삭 및 연마 단계로 인한 모든 표면 변형을 제거하도록 주의하였다. 완전히 변형이 없는 표면을 얻기 위해, 최종 연마 단계는 콜로이드 규산으로 수행하였다.

#### SEM

[0094] 미세구조 분석은 EDAX PEGASUS XM 4 HIKARI EBSD 시스템을 갖춘 FEG-SEM(전계 방사 총-주사형 전자 현미경, Zeiss Ultra 55 FEG-SEM)을 이용해 수행하였다. 보고된 표본들의 EBSD(전자 후방 산란 회절) 스캔을 통상적으로 다음 SEM 설정들을 이용해 수행하였다.

五 1

합금	유형	모두 wt%		Mn	P	S	Si	Al sol	Cu	Sn	Cr	Ni	Mo	Nb	V	B	Ti	N
		C	Al															
1A	BH	0.0015	0.185	0.05	0.012	0.003	0.048	0.025	0.004	0.019	0.023	0.002	0	0.001	0.0007	0.001	0.0012	
1B	BH	0.0015	0.185	0.05	0.012	0.003	0.048	0.025	0.004	0.019	0.023	0.002	0	0.001	0.0007	0.001	0.0012	
2A	IF	0.0012	0.094	0.005	0.008	0.003	0.049	0.014	0.002	0.02	0.016	0.005	0	0.001	0	0.047	0.0021	
2B	IF	0.0012	0.094	0.005	0.008	0.003	0.049	0.014	0.002	0.02	0.016	0.005	0	0.001	0	0.047	0.0021	
2C	IF	0.0012	0.094	0.005	0.008	0.003	0.049	0.014	0.002	0.02	0.016	0.005	0	0.001	0	0.047	0.0021	
3	F	0.0006	0.046	0.006	0.006	0.004	0.055	0.014	0.003	0.013	0.016	0.004	0	0.001	0	0.046	0.002	
4A	IF	0.002	0.103	0.006	0.006	0.004	0.054	0.012	0.003	0.018	0.018	0.005	0	0.002	0	0.043	0.0021	
4B	IF	0.002	0.103	0.006	0.006	0.004	0.054	0.012	0.003	0.018	0.018	0.005	0	0.002	0	0.043	0.0021	
5	IF	0.001	0.096	0.005	0.006	0.003	0.059	0.012	0.001	0.018	0.019	0.006	0	0.001	0	0.045	0.0013	
6	IF	0.0017	0.105	0.005	0.007	0.004	0.053	0.015	0.002	0.018	0.02	0.005	0	0.002	0	0.044	0.0022	
7	BH	0.0029	0.137	0.006	0.007	0.003	0.041	0.015	0.002	0.015	0.018	0.004	0.007	0.001	0.0008	0.008	0.0028	
8A	BH	0.0027	0.127	0.009	0.007	0.004	0.044	0.011	0.005	0.02	0.013	0.003	0.007	0.001	0.001	0.009	0.0025	
8B	BH	0.0027	0.127	0.009	0.007	0.004	0.044	0.011	0.005	0.02	0.013	0.003	0.007	0.001	0.001	0.009	0.0025	
9A	IF	0.0027	0.071	0.008	0.009	0.004	0.042	0.035	0.007	0.025	0.022	0.002	0.001	0.003	0.0002	0.065	0.0029	
9B	IF	0.0027	0.071	0.008	0.009	0.004	0.042	0.035	0.007	0.025	0.022	0.002	0.001	0.003	0.0002	0.065	0.0029	
10	F	0.0028	0.077	0.01	0.009	0.006	0.053	0.055	0.01	0.022	0.024	0.002	0.001	0.003	0.0002	0.067	0.0032	
11	IF	0.0017	0.127	0.009	0.008	0.003	0.03	0.013	0.004	0.018	0.011	0.003	0.017	0.001	0	0.016	0.002	
12	IF	0.0014	0.122	0.01	0.008	0.003	0.024	0.028	0.004	0.021	0.013	0.005	0.016	0.001	0	0.015	0.0022	

[0095]

EBSD 스캔은 표본들의 RD-ND 평면에서 수직하였다. 표본들은 SEM 내에 70° 각도 하에 위치시켰다. 스캐닝 동안, 가속 전압은 15kV였고, 대전류 선택이 온(on) 상태였고, 120 $\mu$ m 조리개가 사용되었고, 통상적으로 작업 거리는 17mm였다. 스캐닝 동안, 표본의 경사 각도 70°를 보상하기 위해, 동적 초점 수정을 사용하였다.

## EBSDD 데이터 수집

EBSD 스캔들은 EDAX사의 소프트웨어(TSL OIM 데이터 수집 버전 7.0.1. (8-27-13))를 이용해 캡쳐하였다. 통상적으로, 다음의 데이터 수집 설정들을 사용하였다: 표준 배경 분리와 결합된  $6 \times 6$  비닝(binning)의 Hikari 카메라. 스캔 영역은 모든 경우에 있어서 최대 표본의 두께였으며, 스캔 영역에서 비금속 개재물들을 포함시키지 않으려 주의하였다.

- [0099] EBSD 스캔 크기:  $500 \times 500 \mu\text{m}$ , 단계 크기  $0.5 \mu\text{m}$ . 스캔 속도 초당 약 80 프레임, 스캐닝 동안 포함된 상: Fe(a). 데이터 수집 동안 사용된 허프(Hough) 설정은: 비닝된 패턴 크기: ~96; 세타(theta) 설정 크기: 1; 로(rho) 분율:  $\approx 90$ ; 최대 피크 계수(peak count): 13; 최소 피크 계수: 5; 허프 유형: 클래식; 허프 해상도: 낮음; 버터플라이 컨볼루션 마스크(butterfly convolution mask):  $9 \times 9$ ; 피크 대칭: 0.5; 최소 피크 규모: 5; 최대 피크 거리:  $15^\circ$ 이다.
- [0100] **EBSD 데이터 평가**
- [0101] EBSD 스캔은 TSL OIM 분석 소프트웨어 버전 7.1.0x64(30-14-14)를 이용해 평가하였다. 통상적으로, 측정 방향에 대하여 적절한 방향으로 스캔을 얻도록, 데이터 세트를 RD에 대해  $90^\circ$  회전시켰다. 표준 결정립 팽창 제거를 수행하였다(GTA 5, 최소 결정립 크기 5, 결정립은 반드시 다중 열 단일 반복을 포함해야 함).
- [0102]  $2 \mu\text{m}$ 의 단부 반경을 가진 스키드리스 스타일러스 장치(skidless stylus device)를 이용해 표면 윤곽들을 측정하였다. 각 샘플마다, 70mm 길이의 트랙 다섯 개와 1000포인트/mm의 점밀도가 만들어졌다. SEP1941에 따라  $W_{sa}$ 가 계산되었고, 조도는 2.5의 컷-오프(cut-off)가 사용된 ISO 4287에 따라 계산되었다. 고려 중인 특정 값, 즉, 조도 또는 파상도를 제공하도록, 각 샘플마다, 다섯 개 트랙의 산술 평균을 결정하였다.
- [0103] 블랭크홀더(blankholder)와 다이(die) 사이에서 (코팅된) 기판의 그 어떤 물질 이동도 완전히 억제되도록, 지름이 75mm인 할로우 펀치(hollow punch)와 블랭크홀더의 힘을 가진 압착기에서  $145\text{mm} \times 145\text{mm}$ 의 블랭크를 압착하여 컵(cup)들을 제작하였다. 컵의 변형은, 바닥의 두께 변형률이  $9\% \pm 0.3\%$ 인 정도이다. 여기서, 두께 변형률은  $(t(\text{원형}) - t(\text{변형})) / t(\text{원형}) \times 100\%$ 로 규정되며, 여기서  $t(\text{원형})$ 은 변형되지 않은 두께이며,  $t(\text{변형})$ 은 변형 이후 두께이다.
- [0104] 그 결과가 표 2(측정 결정립 크기, 텔타  $W_{sa}$  및 "Ti/Nb/Mo의 유효성")에 제시된다. 표에 따르면,  $\Delta W_{sa} \leq 0.12 \mu\text{m}$ 에 대한 가능성을 증가시키기 위해, 재료의 결정립 크기가  $11.0 \mu\text{m}$  미만이어야 함을 알 수 있다.
- [0105] 표 2에서, 텔타  $W_{sa} > 0.12$ 는 'x'로,  $W_{sa} \leq 0.12$ 는 'o'로 표시되며,
- [0106] "Ti/Nb/Mo의 유효성"은:
- [0107] 만일 Ti 및 Nb 모두  $\geq 0.005 \text{ wt\%}$ 이면:  $4(\text{Ti}+\text{Nb})+2\text{Mo}$
- [0108] 그렇지 않으면,  $\text{Ti}+2\text{Nb}+2\text{Mo}$ .

표 2

합금	결정립 크기	텔타 $W_{sa}$	Ti/Nb/Mo 유효성
1A	13.9	x	0.005
1B	15.2	x	0.005
2A	14.1	x	0.057
2B	13.0	x	0.057
2C	15.3	x	0.057
3	14.5	x	0.054
4A	9.3	o	0.053
5	13.6	x	0.057
4B	11.2	x	0.053
6	11.2	x	0.054
7	9.7	o	0.068
8A	8.7	o	0.070
8B	9.8	o	0.070
9A	10.3	o	0.071
9B	11.0	o	0.071
10	10.3	o	0.073
11	10.5	o	0.138
12	10.8	o	0.134

- [0110] 합금 4A는 결정립 크기가  $11.0 \mu\text{m}$  미만이며, 이는 "Ti/Nb/Mo의 유효성"이 0.06 미만일지라도, 0.12 이하인  $\Delta W_{sa}$ 로 이어진다. 이것은, "Ti/Nb/Mo의 유효성"이 너무 낮은 경우에도, 양호한 제품들이 가능하지만 언제나 좋은 결

과를 얻을 수 있는 것은 아니라는 것을 보여준다.

[0111] 발명자들은,  $\Delta W_{sa}$ 의 상한 및 하한 모두와 관련하여,  $\Delta W_{sa}$ 가 확실히 등축의 중간 결정립 크기에 매우 많이 좌우된다는 것을 발견했다.

[0112] 위에 기술된 예시 이후, 약간의 추가적인 실험들을 수행하였다. 이 실험들에서, 냉간 압연기 최종 스탠드 롤들의 조도는 다양했다. 상기 예시에서 사용된 방법의 모든 다른 매개변수들은 동일했다. 사용된 합금은 BH 유형이며, 화학적 특성에 대한 전형적인 값들은 아래에 제시되며, 모든 원소는 wt%로 표현된다:

[0113] C = 0.0029

[0114] Mn = 0.132

[0115] P = 0.009

[0116] S = 0.007

[0117] Si = 0.003

[0118] Al sol = 0.044

[0119] Cu = 0.013

[0120] Sn = 0.004

[0121] Cr = 0.019

[0122] Ni = 0.016

[0123] Mo = 0.003

[0124] Nb = 0.0075

[0125] V = 0.001

[0126] B = 0.001

[0127] Ti = 0.009

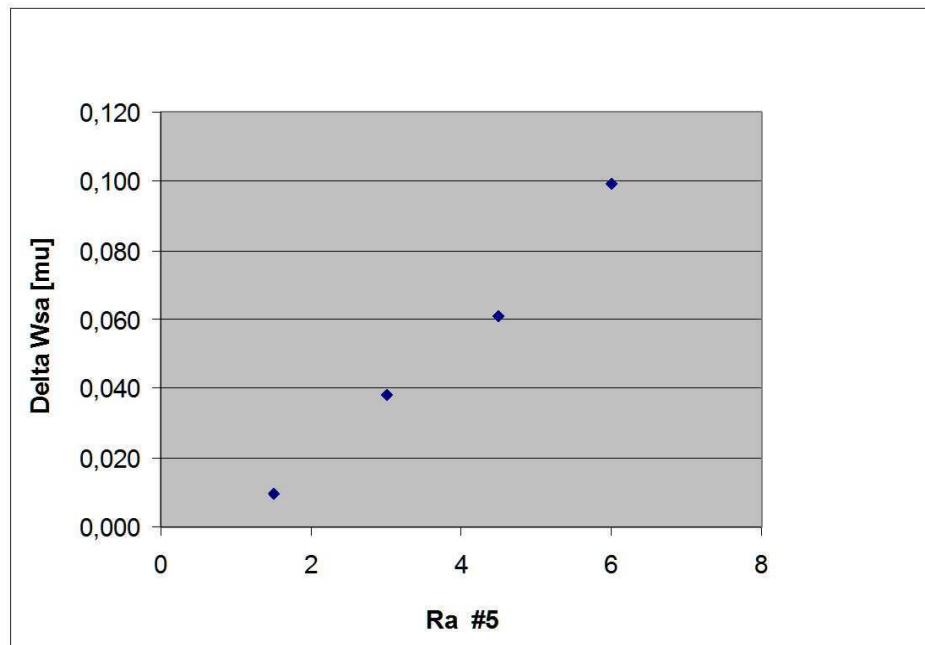
[0128] N = 0.0021.

[0129] 냉간 압연기 최종 스탠드의 조도 외에는, 표 1에 제시된 표본들에 대해 위에 기술된 바와 같이 처리를 수행하였다. 냉간 압연기 최종 스탠드 롤들의 조도에 있어서는, 네 개의 상이한 값들을 가진 조도가 사용되었다. EDT 기술로 얻어진 롤들의 조도(Ra)는 각각 1.5, 3.0, 4.5 및  $6.0\mu\text{m}$ 였다. 도 1은 이 네 개의 실험에서 얻어진  $\Delta W_{sa}$ 를 보여준다: 커핑 전 표본들의 Ra 값은  $1.05\mu\text{m}$ 과  $1.2\mu\text{m}$  사이였고, 커핑 전 표본들의  $R_{pc}$ 는  $80\text{cm}^{-1}$ 과  $105\text{cm}^{-1}$  사이였다. ( $R_{pc}$ 는 피크 계수, 즉, 특정 길이당 조도 피크의 개수이다.)

[0130] 도 1은 냉간 압연기의 최종 스탠드의 조도가 얻어진  $\Delta W_{sa}$ 에 상당한 영향을 끼칠 수 있음을 보여준다.

## 도면

### 도면1



#### 【심사관 직권보정사항】

##### 【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 28

##### 【변경전】

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연된 스트립은, 바람직하게는 금속 코팅 적용 후,  $2.8\mu\text{m}$  이하의 조도를 가진 조질 룰들을 사용하여 조질되는, 방법.

##### 【변경후】

제 7 항에 있어서,

상기 냉간 압연된 스트립은, 금속 코팅 적용 후,  $2.8\mu\text{m}$  이하의 조도를 가진 조질 룰들을 사용하여 조질되는, 방법.