



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2017-0007355  
(43) 공개일자 2017년01월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C23C 14/16* (2006.01) *C21D 1/673* (2006.01)  
*C21D 8/04* (2006.01) *C22C 21/00* (2006.01)  
*C22C 38/00* (2006.01) *C23C 14/02* (2006.01)  
*C23C 14/30* (2006.01) *C23C 14/56* (2006.01)  
*C23C 14/58* (2006.01) *C25D 13/12* (2006.01)  
*C25D 13/20* (2006.01)

(52) CPC특허분류  
*C23C 14/16* (2013.01)  
*C21D 1/673* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7034268  
 (22) 출원일자(국제) 2015년04월29일  
 심사청구일자 없음  
 (85) 번역문제출일자 2016년12월07일  
 (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/059397  
 (87) 국제공개번호 WO 2015/173023  
 국제공개일자 2015년11월19일

(30) 우선권주장  
 14167917.5 2014년05월12일  
 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인  
**티센크루프 스틸 유럽 악티엔게젤샤프트**  
 독일 47166 두이스부르크 카이저-빌헬름-슈트라세 100  
**티센크루프 악티엔게젤샤프트**  
 독일연방공화국 에센 티센크루프 알레 1 (우편번호:45143)

(72) 발명자  
**슈마허 베르트**  
 독일 44227 도르트문트 안 데어 필콜레 14아  
**슈베르트 크리스티안**  
 독일 47058 뒤스부르크 로스슈트라세 4 (뒷면에 계속)

(74) 대리인  
**양영준, 안국찬**

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **금속 코팅을 갖는 강 시트의 열간 성형에 의해 성형되는 강 부품을 제조하는 방법, 이러한 강 시트, 및 열간 성형 공정에 의해 상기 강 시트로부터 제조된 강 부품**

**(57) 요약**

본 발명은 금속 코팅을 가지며 가열되고 나서 이어서 열간 성형 공정에 의해 강 부품으로 성형되는 강 시트로부터 3차원적으로 성형된 강 부품을 제조하는 방법에 관한 것으로서, 이때 사용되는 강 시트는 금속 코팅으로서 Fe-Al-기반 합금을 갖는다. 강 시트 또는 강 부품을 스케일 형성으로부터 보호하기 위해, Fe-Al-기반 합금은 갈바니 코팅 공정 및/또는 물리적 증기상 증착에 의해 강 시트 상에 직접 적용되고, 여기서 이러한 방식으로 제조된 코팅은 30 내지 60 중량%의 Fe, 잔여부의 Al, 및 임의로 0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는 0.1 내지 5 중량%의 Ti 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Si 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Ca를 함유하고, 합금은 열간 성형 공정을 위해 수행될 코팅된 강 시트의 가열 공정 전에 900°C 초과에 대해 안정한 Fe-Al 상을 갖는다. 또한, 본 발명은 열간 성형 공정에 의해 제조되는 하나 이상의 강 부품을 제조하기 위한 상응하게 코팅된 강 시트에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

*C21D 8/0478* (2013.01)

*C22C 21/00* (2013.01)

*C22C 38/00* (2013.01)

*C23C 14/025* (2013.01)

*C23C 14/30* (2013.01)

*C23C 14/562* (2013.01)

*C23C 14/5806* (2013.01)

*C25D 13/12* (2013.01)

*C25D 13/20* (2013.01)

(72) 발명자

**슈로텐 악셀**

독일 44137 도르트문트 휘테만슈트라쎄 17

**마우제 랄프**

독일 44143 도르트문트 할프만스백 3

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

금속성 코팅을 가지며 가열되고 나서 이어서 열간 성형에 의해 강 부품으로 형성되는 강 시트로부터 3차원적으로 성형된 강 부품을 제조하는 방법이며, 이때 사용되는 강 시트는 Fe-Al-기반 합금을 금속성 코팅으로서 갖는, 방법에 있어서,

상기 Fe-Al-기반 합금은 갈바니 코팅 공정 및/또는 물리 증착에 의해 강 시트에 직접 적용되고, 이때 이러한 방식으로 제조된 코팅은

30 내지 60 중량%의 Fe,

잔여부의 Al 및 임의로

0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는

0.1 내지 5 중량%의 Ti 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Si 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Ca

를 함유하고, 심지어는 열간 성형을 위해 수행될 코팅된 강 시트의 가열 전에도 900°C 초과에 대해 안정한 Fe-Al 상을 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 28 중량% 이상, 바람직하게는 38 중량% 이상의 Al을 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는 0.1 내지 5 중량%의 Ti를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Ca를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 20 중량% 이하의, Mg, Ti, Si, Li 및 Ca로 이루어진 군으로부터의 합금화 원소를 함유하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 강 시트를 열간 성형 동안에 및/또는 열간 성형에 이어서 급속 냉각에 의해 경화시키는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

열간 성형에 의해 제조되는 하나 이상의 강 부품을 제조하기 위한, Fe-Al-기반 합금으로 구성된 금속성 코팅이 제공된 금속 시트에 있어서,

상기 Fe-Al-기반 합금은 갈바니 코팅 공정 및/또는 물리 증착에 의해 강 시트에 직접 적용된 것이고, 이러한 방식으로 제조된 코팅은

30 내지 60 중량%의 Fe,

잔여부의 Al 및 임의로

0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는

0.1 내지 5 중량%의 Ti 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Si 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는

0.1 내지 10 중량%의 Ca

를 함유하고, 여기서 코팅은 심지어는 열간 성형을 위해 수행될 코팅된 강 시트의 가열 전에도 900℃ 초과에 대해 안정한 Fe-Al 상을 갖는 성질을 갖는 것을 특징으로 하는 강 시트.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 28 중량% 이상, 바람직하게는 38 중량% 이상의 Al을 함유하는 것을 특징으로 하는 강 시트.

#### 청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는 0.1 내지 5 중량%의 Ti를 함유하는 것을 특징으로 하는 강 시트.

#### 청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Ca를 함유하는 것을 특징으로 하는 강 시트.

#### 청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, Fe-Al-기반 합금이 20 중량% 이하의, Mg, Ti, Si, Li 및 Ca로 이루어진 군으로부터의 합금화 원소를 함유하는 것을 특징으로 하는 강 시트.

#### 청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에서 청구된 바와 같은 강 시트의 열간 성형에 의해 제조된, 3차원적으로 성형된 강 부품.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 금속성 코팅을 가지며 가열되고 나서 이어서 열간 성형에 의해 강 부품으로 형성되는, 금속성 코팅으로서 Fe-Al-기반 합금을 갖는 강 시트로부터 3차원적으로 성형된 강 부품을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 추가로 열간 성형에 의해 제조되는 하나 이상의 강 부품을 제조하기 위한, Fe-Al-기반 합금으로 구성된 금속성 코팅이 제공된 강 시트에 관한 것이다. 부가적으로, 본 발명은 이러한 유형의 강 시트의 열간 성형에 의해 제조된 성형된 강 부품에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 강은 산소-함유 분위기에서 약 500℃ 초과의 온도로 가열되면, 소위 스케일로서 공지되어 있는 산화물 층이 강 표면 상에 형성된다. 스케일 형성은 큰 문제를 일으키기 때문에 일반적으로 바람직하지 않다. 따라서, 강 시트의 성형 동안의 스케일의 압입에 의해 표면 자국 및 불만족스럽거나 심지어 허용 불가능한 표면 품질이 초래될 수 있다. 이의 높은 경도 때문에, 스케일은 성형될 강 시트를 운반하는 이송 롤러 및 또한 성형 도구의 마모를 증가시킨다. 스케일을 제거하려고 하면 부가적인 비용이 유발된다.

### 발명의 내용

**해결하려는 과제**

[0003] 본 발명의 목적은 스케일 형성 문제를 상당 부분 회피하는, 서두에 언급된 유형의 방법을 제공하는 것이다. 특히 본 발명의 목적은 스케일에 대해 보호를 제공하는 금속성 코팅이 제공되고 부품이 열간 성형을 통해 제조되도록 특수하게 설계된 강 시트를 이용 가능하게 하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0004] 방법의 측면에서, 이러한 목적은 청구항 제1항에 명시된 특징을 갖는 방법에 의해 달성된다. 본 발명의 방법의 유리하고 바람직한 실시양태는 제1항을 인용하는 청구항에 명시된다. 강 시트의 측면에서, 상기에 언급된 목적은 청구항 제7항에 명시된 특징을 갖는 강 시트에 의해 달성된다. 본 발명의 강 시트의 유리하고 바람직한 실시양태는 제7항을 인용하는 청구항에 명시된다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0005] 강 시트 또는 이로부터 열간 성형(프레스 경화)에 의해 제조된 강 부품을 스케일 형성으로부터 보호하기 위해, Fe-Al-기반 합금이 갈바니 코팅 공정 및/또는 물리 증착에 의해 강 시트에 직접 적용되고, 여기서 이러한 방식으로 제조된 코팅은 30 내지 60 중량%의 Fe, 잔여부의 Al 및 임의로 0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는 0.1 내지 5 중량%의 Ti 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Si 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Ca를 함유하고, 심지어는 열간 성형을 위해 수행될 코팅된 강 시트의 가열 전에도, 900°C 초과에 대해 안정한 Fe-Al 상을 갖는다.

[0006] "예비 어닐링"에 의해 제조된 금속간 합금 층을 갖는 코팅과 대조적으로, Fe-기반 또는 Fe-Al-기반 합금이 본 발명에 따라 직접 적용된다. 갈바니 코팅 공정 및 물리 증착(PVD 공정으로서 공지됨)은 이러한 목적에 특히 적합하다. 상기 공정은 둘 다 연속 코팅 공정을 허용한다. 두 가지 코팅 공정의 조합 및 또한 고온 침지 공정과의 조합은 Fe-Al-기반 코팅의 달성에 있어서 본 발명의 범주 내에 있다.

[0007] 본 발명에 따른 코팅은 하기 이점을 갖는다:

[0008] 1. 코팅과 열간 성형 설비의 퍼니스 부품들(furnace components), 특히 세라믹 이송 롤러의 반응은 안정화된 Fe-Al 상에 의해 방지된다. 이로 인해 코팅된 강 시트의 표면 품질에 긍정적인 영향이 미치고 퍼니스의 정비 필요성이 감소된다.

[0009] 2. 사전에 예비합금화된 코팅은 개선된 방식(흡수능)로 인해 훨씬 더 빠르게 가열될 수 있고, 이로 인해 열간 성형 공정은 단축 가능하게 된다. 이로 인해 제조된 프레스-경화된 강 부품에 있어서 생산성의 증진 및 제조 비용의 감소가 초래된다.

[0010] 3. 성형 도구의 마모는 미처 완전히 합금화되지 않은 ("반죽 같은") 코팅 성분으로 인한 고결(bake-on) 물질의 감소에 의해 감소된다. 이로 인해 또한 종료 시간이 단축되고 비용이 절감된다.

[0011] 임의적 합금화 성분인 마그네슘, 티탄, 규소, 리튬 및 칼슘은 철보다 더 높은 부식 전위를 가지며, 이로 인해 프레스-경화된 코팅의 임의의 손상된 영역에서 특정한 정도의 캐소드화 보호가 달성된다. 알루미늄과의 저용점 상의 형성 경향 및 이와 연관된 액체 상 유발된 균열 위험 때문에, 아연은 본 발명의 코팅에서 합금화 원소로서 사용되지 않는다.

[0012] 본 발명의 특정한 실시양태는 Fe-Al-기반 합금이 28 중량% 이상의 Al, 특히 바람직하게는 38 중량% 이상의 Al을 함유하는 것을 특징으로 한다. 이로 인해 기본 물질에 해로운 영향이 미치지 않고서 스케일 형성에 대한 보호 효과가 증진된다.

[0013] 본 발명의 추가의 유리한 실시양태에서, Fe-Al-기반 합금은 0.1 내지 10 중량%의 Mg 및/또는 0.1 내지 5 중량%의 Ti를 함유한다. 합금화 성분인 마그네슘 및 티탄은 코팅의 표면에 긍정적인 영향을 미친다. 실험을 통해, 첫째로 감소된 기본 조도 (Ra, Rz)로 인한 개선된 부식 보호를 초래하고 둘째로 증가된 피크 카운트 (R<sub>p</sub>c)를 제공함으로써 전기영동 코팅 공정에서 적용되는 표면 코팅의 접착을 개선하는 최적의 조도가 추가의 공정 윈도우에서 설정된다는 것을 알게 되었다.

[0014] 추가의 바람직한 실시양태에서 Fe-Al-기반 합금이 0.1 내지 10 중량%의 Li 및/또는 0.1 내지 10 중량%의 Ca를 함유하는 것이 또한 유리하다. 실험을 통해, 이에 의해 캐소드화 부식 보호가 현저하게 개선될 수 있다는 것을

알게 되었다. 이는 특히 마그네슘의 첨가에도 적용된다.

- [0015] 추가의 바람직한 실시양태에서 Fe-Al-기반 합금이 20 중량% 이하, 특히 15중량% 이하, 바람직하게는 12 중량% 이하의, Mg, Ti, Si, Li 및 Ca로 이루어진 군으로부터의 합금화 원소를 함유할 때, 스케일 형성 및 부식에 대한 보호 효과에 있어서 특히 우수한 결과가 달성될 수 있다.
- [0016] PVD 공정의 사용 전 사전에 코팅된 또는 코팅되지 않은 강 기재의 열 처리, 또는 250 내지 500℃로의 후속적인 가열로 인해, 층 접착의 개선이 이루어진다. 고온 침지 코팅이 이어지는 경우에, 부가적인 가열이 불필요해진다.
- [0017] 매우 우수한 기계적 특성을 갖는 중량-감소된 강 부품을 제조하기 위해, 본 발명의 방법의 추가의 실시양태에서, 강 시트는 열간 성형 동안에 및/또는 열간 성형 후에 급속 냉각에 의해 경화될 수 있다.
- [0018] 본 발명은 하기에 실시예(실험)를 통해 예시될 것이다.
- [0019] 실험 1:
- [0020] 기본 물질, 예를 들어 유형 22MnB5의 프레스-경화 가능한 강을 연속 코팅 공정에서 물리 증착(PVD)을 통해 약 60 중량%의 Al 및 약 39 중량%의 Fe + 약 1 중량%의 Ti로 코팅하였다. 이를 전자 빔 증발기에 의한 철과 티탄의 동시 증착 및 개별 열적 PVD 공정 단계에서의 알루미늄의 증착을 통해 달성하였다. 약 8 μm의 층 두께를 수득하였다. 이러한 층을 후속하여 연속 퍼니스에서 약 500℃에서 약 60초의 처리 시간(유지 시간) 동안에 열적으로 후-치밀화시켰다. 열적 후-치밀화는 층의 접착 및 또한 고체 확산에 의한 초기 합금 형성을 개선하는 역할을 한다.
- [0021] 이러한 방식으로 연속 스트립 코팅 공정에서 제조된 강 스트립을 후속적으로 소비자에 따른 추가의 공정에 따라 절단하여 금속 블랭크를 수득하고 프레스 경화 공정에 보냈다. 실험실 프레스 경화 퍼니스에서 6분으로부터 3분으로 단축된 가열 상에서, 약 55 중량%의 Fe 및 약 45 중량%의 Al을 함유하는 금속성 코팅 (코팅) 및 또한 단지 약 150 mm의 두께를 갖는 산화알루미늄 및 산화티탄 층이 형성되었다. 코팅은 추가의 가공, 특히 페인팅에 매우 적합한 기본 조도 Ra = 0.8 내지 1 μm 및 RPC = 150 내지 200을 가졌다.
- [0022] 연속 퍼니스의 세라믹 이송 롤러 또는 성형 도구 중 어느 것에서도 알루미늄의 고결은 관찰되지 않았다는 것이 밝혀졌다.
- [0023] 놀랍게도, 알루미늄-규소 코팅을 갖는 참조용 시트에 비해 감소된 기본 조도가 전기영동 코팅 공정에서 코팅된 강 부품 상에서의 부식 보호의 개선을 초래한다는 것이 또한 밝혀졌다.
- [0024] 실험 2:
- [0025] 기본 물질, 예를 들어 유형 22MnB5의 프레스-경화 가능한 강을 연속 코팅 공정에서 물리 증착을 통해 약 50 중량%의 Al 및 약 45 중량%의 Fe + 약 5 중량%의 Mg로 코팅하였다. 이를 개별 도가니로부터의 제트-PVD에 의한 알루미늄과 마그네슘의 동시 증착 및 또한 분리 코팅 단계에서 전자 빔 증발에 의한 철의 증착을 통해 달성하였다. 이러한 방식으로 수득된 층 두께는 약 8 μm였다. 이러한 층을 후속적으로 연속 퍼니스에서 약 400℃에서 약 60초 동안에 열적으로 후-치밀화시켰다. 열적 후-치밀화는 층의 접착 및 또한 고체 확산에 의한 초기 합금 형성을 개선하는 역할을 한다.
- [0026] 이러한 방식으로 연속 스트립 코팅 공정에서 제조된 강 스트립을 후속적으로 소비자에 따른 추가의 공정에 따라 절단하여 금속 블랭크를 수득하고 프레스 경화 공정에 보냈다. 실험실 프레스 경화 퍼니스에서 6분으로부터 3.5분으로 단축된 가열 상에서, 약 55 중량%의 Fe, 약 42 중량%의 Al 및 약 3 중량%의 마그네슘을 함유하는 금속성 코팅 및 또한 약 1 μm의 두께를 갖는 산화알루미늄 및 산화마그네슘 층이 형성되었다. 코팅은 추가의 가공, 특히 페인팅에 매우 적합한 기본 조도 Ra = 1 내지 2.2 μm 및 RPC = 100 내지 120을 가졌다.
- [0027] 연속 퍼니스의 세라믹 이송 롤러 또는 성형 도구 중 어느 것에서도 알루미늄의 고결은 관찰되지 않았다는 것이 밝혀졌다.
- [0028] 놀랍게도, 전기영동 코팅 공정에서 코팅된 부품에 대해 자동차 분야에서 전형적인 바와 같은 베인 자국 및 시트 가장자리의 검사에 의해 결정된 강 시트 내로의 부식 깊이는, 존재하는 마그네슘으로 인해, 표준 알루미늄-규소 코팅을 갖는 얇은 강 시트의 경우에서보다 훨씬 더 얕다는 것이 또한 밝혀졌다.
- [0029] 실험 3:

- [0030] 약 4  $\mu\text{m}$  두께의 Fe 층을 먼저 전해를 통해 기본 물질, 예를 들어 유형 22MnB5의 프레스-경화 가능한 강에 적용하였다. 이어서, 기재를 350°C로 가열한 후에, 약 6  $\mu\text{m}$  두께의 알루미늄-마그네슘 층을 열적 PVD 공정을 통해 적용하였다. 두 가지 합금화 성분(Al 및 Mg)을 두 개의 개별 도가니로부터 동시에 증착시켰다. 그 결과의 Al 층은 약 10 중량%의 Mg 함량을 가졌다. 이러한 층은 또한 일반적으로 프레스-경화된 부품의 강 기재 상에서의 장기간의 수동적 부식 보호를 제공한다.
- [0031] 이러한 방식으로 연속 스트립 코팅 공정에서 제조된 강 스트립을 후속적으로 소비자에 따른 추가의 공정에 따라 절단하여 금속 블랭크를 획득하고 프레스 경화 공정에 보냈다. 실험실 프레스 경화 퍼니스에서 6분으로부터 3.5분으로 단축된 가열 상에서, 약 60 중량%의 Fe, 약 37 중량%의 Al 및 약 3 중량%의 마그네슘을 함유하는 금속성 피복물(코팅) 및 또한 약 1  $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는 산화알루미늄 및 산화마그네슘 층이 형성되었다. 코팅은 추가의 가공, 특히 페인팅에 매우 적합한 기본 조도  $R_a = 1$  내지 2.2  $\mu\text{m}$  및  $RPC = 100$  내지 120을 가졌다.
- [0032] 연속 퍼니스의 세라믹 이송 롤러 또는 성형 도구 중 어느 것에서도 알루미늄의 고결은 관찰되지 않았다는 것이 밝혀졌다.
- [0033] 또한, 놀랍게도, 전기영동 코팅 공정에서 코팅된 부품에 대해 자동차 분야에서 전형적인 바와 같은 베인 자국 및 시트 가장자리의 검사에 의해 결정된 강 기재 내로의 부식 깊이는, 존재하는 마그네슘으로 인해, 표준 알루미늄-규소 코팅을 갖는 얇은 강 시트의 경우에서보다 훨씬 더 얕다는 것이 밝혀졌다.