



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0074100
(43) 공개일자 2020년06월24일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21B 1/06 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
B21B 1/06 (2013.01)
C21D 8/0294 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7009852</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2018년10월10일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년04월06일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/077648</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2019/072937
국제공개일자 2019년04월18일</p> <p>(30) 우선권주장
17195782.2 2017년10월10일
유럽특허청(EPO)(EP)</p> | <p>(71) 출원인
오토콤포 오와이제이
핀란드 에프아이-00180 헬싱키 살미사렌란파 11</p> <p>(72) 발명자
린드너, 스테판
독일, 빌리히 47877, 미텔슈트라세 120
하이데커, 클레어
독일, 뒤셀도르프 40549, 쿨럼버스슈트라세 34</p> <p>(74) 대리인
특허법인코리아나</p> |
|--|--|

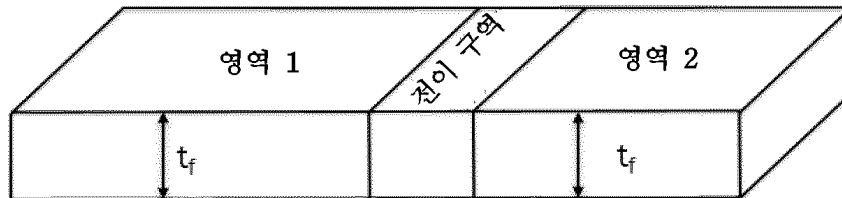
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 균일한 두께를 갖는 강의 부분 냉간 변형을 위한 방법

(57) 요약

본 발명은 냉간 변형에 의한 강판의 부분 경화를 위한 방법에 관한 것이며, 여기에서 강의 부분 경화는 다단계 압연 및 어닐링 공정으로 냉간 변형에 의해 행해지고, 균일한 두께를 갖는 강판을 갖기 위해, 적어도 2개의 영역이 재료의 종방향으로 기계적 특성 및/또는 물리적 특성에서의 상이한 값들을 갖는 강판이 사용된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

냉간 변형에 의한 강의 부분 경화를 위한 방법으로서, 균일한 두께를 갖는 강판을 갖기 위해 다단계 압연 및 어닐링 공정이 재료의 종방향으로 기계적 특성 및/또는 물리적 특성에서의 상이한 값들을 갖는 적어도 2개의 영역과 함께 사용되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 압연은 플렉시블 냉간 압연(flexible cold rolling)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 압연은 편심 냉간 압연(eccentric cold rolling)에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 성형도(forming degree)(Φ)는 $10 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위 내에 있고, 더 바람직하게는 최대 40%이며, 상기 비(r)는 $1.2 > r > 1.75$ 의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 변형될 재료는 바람직하게는 스테인리스 강, 더 바람직하게는 오스테나이트 스테인리스 강인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 변형될 재료는 오스테나이트 TWIP 경화 강, 더 바람직하게는 안정 오스테나이트 TWIP 강인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 변형될 재료는 듀플렉스 스테인리스 강인 것을 특징으로 하는, 방법.

청구항 8

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서,

에어백 부시(airbag bush), 새시-부품, 서브프레임, 필러, 크로스 부재, 채널, 대시보드 지지부, 빔 또는 로커 레일(rocker rail)과 같은 자동차 구성요소로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위 내의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, 극한 하중 비(ΔF) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 9

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 외형상(formally) 필러 및 지붕 및 바닥의 크로스-부재가 통합되는 차량용의 하나의 폐쇄 크로스-링으로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위 내의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, 극한 하중 비(ΔF) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 10

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 더 높은 강도의 영역이 변형가능하지 않은 구역으로서 사용되고, 반대로, 재료의 더 높은 연성의 영역이 배터리 격실의 옆으로 돌출되는 구조상 제공된 변형 구역에 사용되는 배터리 격실 보호용의 부재로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위 내의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, 극한 하중 비(ΔF) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 11

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 반제품 시트, 튜브 또는 프로파일을 갖는 자동차 구성요소, 측벽, 바닥 또는 지붕과 같이 연속 길이가 ≥ 2000 mm인 철도 차량 구성요소로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위 내의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, 극한 하중 비(ΔF) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 12

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 배터리 전기 차량을 위한 비자성 특성을 갖는 구성요소로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, $1.0 > r > 2.0$ 의 범위의, 극한 하중 비(ΔF)와 두께 비(Δt) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 13

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 하이드로포밍된(hydroformed) 구성요소로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, $1.0 > r > 2.0$ 의 범위의, 극한 하중 비(ΔF)와 두께 비(Δt) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

청구항 14

제1항에 따라 제조되는 냉간 압연 제품의 용도로서, 반제품인 중방향-용접 튜브로서, $5 \leq \Phi \leq 60\%$ 의 범위의 성형도(Φ)로 변형되는 적어도 2개의 연속 영역에서 상이한 기계적 값들을 갖고, $1.0 > r > 2.0$ 의 범위의, 극한 하중 비(ΔF)와 두께 비(Δt) 사이의 상기 비(r)를 갖는 것을 특징으로 하는, 냉간 압연 제품의 용도.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스트립 또는 코일의 중방향으로 기계적 특성 및/또는 물리적 특성에서의 상이한 값들을 갖는 적어도 2개의 영역을 갖는 균일한 두께(homogeneous thick)의 강판을 갖기 위해 다단계 압연 및 어닐링 공정을 이용함으로써 강을 냉간 변형시키기 위한 방법에 관한 것이다.

[0002] 특히 자동차 차체, 철도 차량 또는 상용차와 같은 운송 시스템 제조뿐만 아니라 다른 기계 공학 응용에서, 엔지니어는 조립된 제품에 대해서뿐만 아니라 구성요소의 국소적으로 변화하는 요건을 충족시키기 위해 적소(right place)에서 알맞은 재료(right material)를 갖도록 하는 배열을 사용한다. 그러한 경우에, 경량 및 안전성(차체) 또는 내열 내식성 및 비용-효율성(배기 시스템)과 같은 추정상 상반되는 요건이 엔지니어에게 난제를 제시한다. 확립된 해법은, 이른바 "맞춤형 제품(Tailored Product)"들이 도출될 수 있는 하나의 조립된 제품에 상이한 재료들을 사용하는 이른바 "다중-재료 설계(multi-material design)"이다. 마지막에 언급된 것은 적어도 2가지 상이한 재료 등급 및/또는 재료 두께의 조합인 금속 제품이다. 맞춤형 용접 제품(Tailored Welded Product), 맞춤형 패치워크 제품(Tailored Patchwork Product), 맞춤형 접합 제품(Tailored Bonded Product) 또는 맞춤형 압연 제품(Tailored Rolled Product)과 같은 맞춤형 제품은 그들의 제품 형태(코일, 스트립, 시트, 블랭크(blank), 튜브) 또는 사용되는 제조/조립 공정에 따라 분류될 수 있다.

[0003] 최신의 맞춤형 압연 제품은 그의 길이를 따라 상이한 재료 두께들을 특징으로 하며, 이는 단일 초기 블랭크를 생성하도록 절단될 수 있다. 플렉시블 압연 블랭크(flexible rolled blank)는 자동차 부품용의 필러(pillar), 크로스 부재 및 중방향 부재와 같은 충돌 관련 구성요소에 적용된다. 또한, 철도 차량은 측벽, 지붕 또는 연결 부품에 플렉시블 압연 블랭크를 사용하며, 마찬가지로, 버스 및 트럭도 또한 플렉시블 압연 블랭크를 적용한다.

그러나, 종래 기술에서, 플렉시블 압연 블랭크에 대한 "알맞은 재료"는 플렉시블 압연 제조 공정 동안 기계적 특성이 전체 제품에 걸쳐 동일하게 유지될 것이기 때문에, 단지 적소에서 알맞은 두께를 갖는 것을 의미한다.

[0004] 따라서, 하중 응용의 경우에 구성요소가 극한 하중(F)에 저항하기 위한 엔지니어링 구성 방식은 단지 두께를 맞추는 것이다. 또한, 플렉시블 압연 영역과 비압연 영역 사이의 재료의 두께, 인장 강도(R_m) 및 폭의 곱으로서의 극한 하중(F)의 비가 일정하여야 한다. 따라서, 후속 성형 공정을 위해 상이한 강도 및 연성을 갖는 영역들을 생성하는 것은 가능하지 않다. 통상적으로, 후속의 재결정화 어닐링 공정 및 아연도금 단계가 플렉시블 압연 또는 편심 압연 공정에 이어진다.

[0005] 독일 특허 출원 제10041280호는 일반적으로 플렉시블 압연 블랭크에 대한 초기 특허이다. 그것은 상이한 두께들을 갖는 금속 스트립을 제조하기 위한 제조 방법 및 장비를 설명한다. 그를 달성하는 방법은 상부 롤 및 하부 롤을 사용하고 롤 갭을 변화시키는 것이다. 그러나, 이러한 독일 특허 출원 제10041280호는 강도 및 연신율(elongation)에 미치는 두께의 영향에 관해 그리고 강도, 연신율 및 두께 사이의 상관관계에 관해 어떠한 것도 설명하지 않는다. 또한, 이러한 관계에 대해 필요한 재료가 설명되지 않는데, 왜냐하면 오스테나이트 재료가 설명되지 않기 때문이다. WO 특허 출원 제2015107393A1호는, 또한, 길이를 따라 가변 두께를 갖는 스트립의 제조를 위한 방법을 설명한다.

[0006] 미국 특허 출원 공개 제2006033347호는 많은 자동차 해법에서의 사용을 위한 플렉시블 압연 블랭크뿐만 아니라 상이한 두께들을 갖는 시트 재료를 사용하는 방법을 설명한다. 또한, 미국 공개 제2006033347호는 상이한 구성 요소들에 대해 의미있는 필요한 시트 두께 곡선을 설명한다. 그러나, 강도 및 연신율의 영향, 강도, 연신율 및 두께 사이의 상관관계, 및 이러한 관계에 대해 필요한 재료가 설명되지 않는다.

[0007] WO 공개 제2014/202587호는 두께 가변 스트립을 갖는 자동차 부품을 생산하기 위한 제조 방법을 설명한다. WO 공개 제2014/202587호는 열간-성형 해법을 위한 22MnB5와 같은 프레스-경화성 마르텐사이트 저합금강의 사용에 관한 것이다. 그러나, 설명된 특정 미세구조 특성을 갖는 오스테나이트 재료에 더하여 기계-기술적 값들과 두께 사이의 관계가 설명되지 않는다.

[0008] EP 16191364.5호 출원은, 두께 변화와 함께 기계적 특성 및/또는 물리적 특성에서의 상이한 값들을 갖는 오스테나이트 강 제품 내의 영역들을 달성하기 위해 변형 동안 오스테나이트 강의 TWIP(쌍정 유기 소성(Twinning Induced Plasticity)), TWIP/TRIP 또는 TRIP(변태 유기 소성(Transformation Induced Plasticity)) 경화 효과를 이용함으로써 오스테나이트 강을 냉간 변형시키기 위한 개선된 방법을 처음으로 설명한다. 여기에서 하나의 단점은 그러한 국소적으로 상이한 값들이 두께에 의존한다는 것이다. 성형, 스탬핑(stamping), 용접 또는 브레이징(brazing)과 같은 구성요소 제조 공정의 경우, 균일한 두께는 동시적인 더 우수한 반복성 및 재현성뿐만 아니라 더 낮은 고장률과 함께 더 용이한 취급을 가능하게 할 것이다.

[0009] EP 특허 출원 제2090668호는 고강도 강 제품을 생산하기 위한 공정에 관한 것이며, 여기에서 제품은 열간-압연 및/또는 냉간-압연되고 어닐링된 TWIP 강으로부터 생산되고, 항복 강도와 인장 강도의 초기 비 R_i 를 가지며, TWIP 강의 일부는 이러한 부분에서 항복 강도와 인장 강도의 원하는 비 R_d 가 얻어지도록 선택되는 냉간 압하(cold reduction)를 후속하여 받는다. 본 발명은 또한 맞춤형 압연 블랭크(tailor-rolled blank)를 생산하기 위한 공정 및 그러한 블랭크에 관한 것이다.

[0010] WO 공개 제2009/095264호는 TWIP-강 스트립의 제조를 위한 방법에 관한 것으로, 용강(molten steel)이 적어도 30 mm 및 최대 120 mm의 두께를 갖는 슬래브를 형성하도록 하나 이상의 스트랜드로 연속 주조기에서 주조되고, 주조 열을 이용하면서, 노 장치를 통해 이송되며, i) 연속 압연 공정(endless rolling process)에서 또는 ii) 반연속 압연 공정(semi-endless rolling process)에서 하나 이상의 압연 스탠드를 포함하는 열간-압연기에서 원하는 최종 두께(hf)의 강 스트립으로 열간-압연되고, i) 연속 압연 공정(endless rolling process)에서, (a) 연속 주조기, 노 장치 및 열간 압연기 내의 강과 선택적인 강제 냉각 구역 사이에 재료 연결이 있거나, 또는 (b) 복수의 스트랜드의 슬래브들이 연결되어 연속 슬래브를 형성하여서, 그에 의해 노 장치 및 열간 압연기 내의 강과 선택적인 강제 냉각 구역 사이의 재료 연결을 달성하거나; 또는 ii) 반연속 압연 공정(semi-endless rolling process)에서, 노 장치 및 열간 압연기 내의 강과 선택적인 강제 냉각 구역 사이에 재료 연결이 있고, 연속 또는 반연속 압연 후의 그리고 선택적인 강제 냉각 후의 스트립이 원하는 길이의 부분들로 절단된 다음에 권취된다.

[0011] WO 공개 제2015107393호는 길이를 따라 가변 두께를 갖는 스트립의 제조를 위한 방법에 관한 것이며, 여기에서 상기 방법은 초기 스트립을 그의 길이를 따라 균일 냉간 압연하여 압연 방향으로 일정한 두께를 갖는 중간 스트

립을 얻는 단계; 중간 스트립을 그의 길이를 따라 플렉시블 냉간 압연(flexible cold rolling)하여 그의 길이를 따라 가변 두께를 갖는, 즉 제1 두께(e+s)를 갖는 제1 영역 및 제1 두께(e+s)보다 작은 제2 두께(e)를 갖는 제2 영역을 갖는 스트립을 얻는 단계; 및 스트립을 중간 어닐링(process annealing)하는 단계를 포함한다. 제1 영역에서의 균일 냉간 압연 및 플렉시블 냉간 압연의 단계들로 인한, 선택적인 중간 어닐링 후의 소성 변형률은 30% 이상이다.

[0012] 본 발명의 목적은, 종래 기술의 단점을 제거하고, 스트립 또는 코일의 종방향으로 상이한 값들 및/또는 물리적 특성들을 갖는 적어도 2개의 영역을 갖는 균일하게 일정한 두께의 강판을 갖기 위해 다단계 압연 및 어닐링 공정을 이용함으로써 강을 냉간 변형시키기 위한 개선된 방법을 달성하는 것이다. 본 발명에 관한 다단계 공정은 대체적으로 그것이 3가지 단계로 구성됨을 의미하며: 제1 단계는 플렉시블 압연이고, 제2 단계는 어닐링이며, 제3 단계는 제1 단계와 역순으로 행해지는 최종 플렉시블 압연으로서, 따라서 제3 단계는 단계 1과 역순으로 수행되고, 최종 공정 단계는 스트립의 어닐링이다. 본 발명의 필수 특징이 첨부된 청구범위에 열거되어 있다.

[0013] 본 발명에 따른 방법에서, 출발 재료(starting material)로서, 종방향으로 균일한 두께를 갖는 강으로 제조된 열간 또는 냉간 변형된 스트립, 시트, 플레이트 또는 코일이 사용된다. 출발 재료의 추가의 (냉간) 변형에서의 두께 감소는 재료의 기계적 특성, 예를 들어 항복 강도, 인장 강도 및 연신율에서의 특정한 그리고 균형을 이룬 국소 변화와 조합된다. 제1 공정 단계의 (냉간) 변형은 플렉시블 냉간 압연으로서 또는 편심 냉간 압연(eccentric cold rolling)으로서 수행된다. 재료의 두께는, 특히 강의 (냉간) 성형/압연 방향에 대응하는 재료의 종방향 연장 방향으로, 하나의 방향을 따라 가변적이다. 부분적으로/국소적으로 (냉간) 변형된 영역은 원하는 최종 두께를 가지며, 변형된 제품의 그러한 부분에서의 연신율의 동시 감소와 함께 강도의 증가를 보인다. 제2 공정 단계에서, 부분적으로 변형된 금속은 어닐링될 것이며, 그 결과, 제품의 종방향으로 상이한 두께들을 갖지만 모든 곳에서 균일한 재료 특성을 가질 것이다. 대체적인 절차는 지금까지 최신 공정으로부터 거의 알려져 있다. 이제, 마지막 공정 단계로서 그리고 본 발명의 방법을 사용하여, 제3 단계는 플렉시블 냉간 압연으로서 또는 편심 냉간 압연으로서 수행되지만, 제1 단계와 역순으로 수행되어, 이제, 이전의 더 두꺼운 영역이 이미 얇게 변형된 영역의 두께 수준으로 (냉간) 변형되도록 한다. 그 결과, 최종 (냉간) 변형된 제품은 스트립의 종방향으로 기계적 특성에서 부분적으로/국소적으로 상이한 값들을 갖지만 모든 곳에서 균일한 두께를 보인다. 어닐링 단계 전에 (냉간) 변형되었던 영역은 더 낮은 강도 및 더 높은 연성을 특징으로 하는 어닐링된 상태에 있다. 역으로, 마지막 공정 단계에서 (냉간) 변형되었던 영역은 더 낮은 연성과 함께 증가된 강도를 특징으로 할 수 있다. 설명된 영역들 사이의 전이 구역은 그들의 기계적, 기술적 및 물리적 특성들의 관점에서 균일한 전이를 특징으로 한다. 예지 경사도(edge steepness)는 균일한 두께를 보장하기 위해 본 발명의 제1 공정 단계와 마지막 공정 단계 사이에서 역전되어야 하지만 일정하여야 한다. 따라서, 조절된 예지 경사도로, 전이 구역의 길이가 최종 구성요소에 대해 제조-인식 및 목적에 부합하는 방식으로 영향을 받고 조절될 수 있다.

[0014] 최대 두께 감소 Δh 는 유동 곡선(flow curve)에 의해 정의되는 재료 의존 값이다. 유동 곡선의 하나의 주요 값은 N/mm^2 단위의 유동 응력(flow stress) K_f 이다. 성형도(forming degree) ϕ 는 대체적으로 성형 공정으로 인한 부품의 영구적인 기하학적 변화를 형태 변화 값으로 정의한다. 표 1은 상이한 등급들에 대한 전형적인 기술적으로 가능한 성형도를 나타낸다.

[0015] [표 1]

재료 등급	미세구조	성형도 [%]	유동 응력 [N/mm^2]
1.4003	페라이트	33	680
1.4301	오스테나이트	25	630
1.4509	페라이트	40	630
1.4678	오스테나이트	15	950

[0016]

[0017] 본 발명의 방법에서, 재료는 냉간 변형된 재료의 종방향 및/또는 횡방향으로 초기(마지막 단계 전의 평균) 두께, 항복 강도 $R_{p0.2}$ [MPa], 인장 강도 R_m [MPa] 및 연신율 A_{80} [%] 사이의 상이한 특정 관계들을 갖는 재료 내의 적어도 2개의 영역을 달성하기 위해 냉간 압연에 의해 냉간 변형된다. 최대 성형도는 $\phi \leq 70\%$ 이하이어야 한다. 마지막 공정 단계 후에 모든 영역에서 일정한 두께를 실현하기 위해, 제1 공정 단계 및 역순의 제3 공정 단계의 성형도는 동일하여야 한다. 이론적으로는, 3가지 주요 공정 단계의 순서를 변화시키지 않고, 최종적으로 전체로서 또한 동일한 성형도를 갖는 상이한 중간 공정 단계들에서 제1 공정 단계 및 제3 공정 단계의 방법을 분할하는 것이 가능하다. 경제적 효율에 관하여, 본 발명의 방법을 3가지 설명된 주요 단계로 수행하는 것

이 바람직하다.

[0018] 거의 최종 두께로 압하된 다음에 어닐링되고, 더 낮은 강도 및 높은 연성을 갖고서 마지막 단계 동안 거의 변형되지 않는 영역 1(A₁)이 정의될 수 있다. 또한, 제1 단계 동안 냉간-압연에 의해 거의 영향을 받지 않고, 이어서 어닐링되며, 최종 단계에서 냉간 변형되어 더 낮은 연성과 함께 높은 강도를 보이는 영역 2(A₂)가 정의될 수 있다. 영역은 다음과 같이 정의될 수 있다:

[0019]
$$A_1 = L_1 * w * t \quad (1)$$

[0020] 여기에서, L은 영역의 플랫폼 길이[mm]이고, w는 일정한 제품 폭[mm]이며, t는 최종의 균일한 두께이다.

[0021] 영역들은, 유리하게는 이들 영역들 사이의 종방향 및/또는 횡방향 전이 영역을 통해 서로 접촉한다. 전이 영역 전후의 상이한 기계적 값들을 갖는 연속 영역들에서, 어닐링된 재료에 대한 극한 하중 F₁ 및 최종 단계에서 변형된 재료에 대한 극한 하중 F₂는 하기 식으로 결정된다:

[0022]
$$F_1 = R_{m1} * w * t \quad (2)$$

[0023] 및

[0024]
$$F_2 = R_{m2} * w * t \quad (3)$$

[0025] 본 발명과 비교하여, 최신 공정들의 계산 규칙은 다음과 같았다:

[0026]
$$F_1 = R_m * w * t_1 \quad (4)$$

[0027] 및

[0028]
$$F_2 = R_m * w * t_2 \quad (5)$$

[0029] 여기에서, 인장 강도는 일정하고, 두께는 가변적이다.

[0030] 재료 폭을 일정한 인자로서 유지하면, 두께들(t₁, t₂) 사이의 백분율로서의 극한 하중 비(ΔF)는 다음과 같고,

[0031]
$$\Delta F = (F_2/F_1) \quad (6)$$

[0032] 각각 하중들(F₁, F₂) 사이의 백분율로서의 두께 비(Δt)는 다음과 같다.

[0033]
$$\Delta t = (t_2/t_1) \quad (7)$$

[0034] 본 발명의 경우, Δt= 1.0이 항상 유효하다.

[0035] ΔF와 Δt 사이의 비 r은 다음과 같다.

[0036]
$$r = \Delta F / \Delta t = R_{m2}/R_{m1} \quad (8).$$

[0037] 또한, 비 Γ_Φ는 하기 식으로 퍼센트 단위로 비 r과 성형도 Φ 사이에서 결정된다.

[0038]
$$r_{\Phi} = (r/\Phi)*100 \quad (9).$$

[0039] 본 발명에 따르면, 비 r은 1.0 > r > 2.0, 바람직하게는 1.20 > r > 1.75의 범위 내에 있고, 극한 하중 비 ΔF는 1.0 초과, 바람직하게는 1.2 미만이다. 또한, 성형도 Φ는 5 ≤ Φ ≤ 60, 바람직하게는 10 ≤ Φ ≤ 40의 범위에 있고, 비 r_Φ는 4.0 초과이다.

[0040] 어닐링된 재료를 이용한 최신 공정의 경우, 두께는 어닐링된 상태로 인해, 전체 코일에 걸쳐 폭이 일정하고 인

장 강도도 또한 일정하다는 것을 고려할 때 유일한 영향 변수이다. 본 발명의 재료의 경우, 면적당 최대 지지 가능 하중은 앞서 언급된 그들의 특정 재료 의존 특성들에 의해 그리고 그들의 특정 합금화 개념 및 미세구조에 기초하여 설계된다.

[0041] 상이한 가공 경화(work hardening) 수준들(여기에서, 수준은 각각의 응용에 맞추어지는, 재료-의존 두께 감소 및 최종 값에 의해 영향을 받음)로 인해, 인장 강도 R_m 은 이제 본 발명에 따른 주요 영향 변수이며, 식 (2) 및 식 (3)이 식 (8)로 전달될 수 있다. 식 (6)은 그것이 두께 t 와 인장 강도 R_m 사이의 관계에 연결될 수 있음을 상이한 두께 영역들의 힘 비로 그리고 식 (8)의 비 r 로 나타낸다. 본 발명의 경우, t_2 와 t_1 사이의 비로서 다단계 공정의 상이한 단계들 동안 사용되었던 두께 비 Δt 는 언제나 전체 공정의 끝에서 계수 1.0을 갖는다. 식 (7)의 값은 마지막 공정 단계 후에 $\Delta t = 1.0$ 이고, 항상 유효하다. 본 발명의 재료는 모든 장소에서 다단계 공정을 완료한 후에, 표준 DIN_EN_ISO_9445-2에 따른 공차의 2배 값, 더 바람직하게는 표준에 따른 값을 갖는 거의 일정한 두께를 갖는다. 일례로서, 1250 mm의 생산 폭을 갖는 1.5 mm 재료에 대한 두께 공차는 $\pm 0,120$ mm, 더 바람직하게는 $\pm 0,060$ mm이다. 이는 상이한 영역들에 대한 두께의 관점에서 상당한 차이를 갖는 모든 최신 플렉시블 압연 공정과의 중요한 차이이다. 본 발명에 의해 제조된 재료를 설명하는 추가의 방법은 재료-특정적 성형도 Φ 와 식 (8)로부터의 비 r 사이의 관계가 지시되는 식 (9)로 주어진다. 성형도는, 대체적으로 성형 공정 동안 구성요소의 지속적인 기하학적 변화를 설명하는 변형 파라미터이다. 따라서, 식 (9)의 관계는 추가의 강도 이득에 도달하기 위해 얼마나 많은 노력이 이루어져야 하는지에 대한 지표로서 사용될 수 있다. 본 발명의 경우, r_Φ 는 ≥ 4.0 이어야 하며, 그렇지 않으면 하중에 대한 더 양호한 경화 값을 얻기 위한 노력은 비경제적 이 된다.

[0042] 본 발명에 따른 냉간 변형된 제품은 추가로 시트, 플레이트, 슬릿 스트립으로 슬리팅(slitting)되거나, 코일 또는 스트립으로서 직접 전달될 수 있다. 이들 반제품은 사용 목적에 따라 튜브로서 또는 다른 원하는 형상으로 서 추가로 가공될 수 있다.

[0043] 사용된 강과 조합되는 본 발명의 이점은 높은 강도의 영역 및 높은 연성의 영역이 균일한 두께와 조합된다는 것이다. 따라서, 본 발명은 두께 변화로 인한 가공 파라미터의 필요한 공정내 조절 없이 성형, 스탬핑, 용접 또는 브레이징 공정이 수행될 수 있다는 이점을 구성요소 제조자에게 제공한다. 그 결과, 작업자의 취급은 더 높은 반복성 및 재현성뿐만 아니라 구성요소 제조에 대한 더 낮은 고장률과 동조하여 더 용이하다. 일례로서, (맞춤형 제품을 용접하기 위한) 용접 시임(welding seam) 또는 시트 두께가 국소적으로 바람직하지 않은 공구 내로의 삽입된 시트의 재배치로 인한 고장이 일어나지 않을 수 있다. 따라서, 본 발명은 냉간 압연 공정에 의한 시트, 플레이트 또는 코일의 기계적 특성의 특정한 그리고 균형을 이룬 국소 변화와 균일한 두께를 조합함으로써 종래 기술의 다른 플렉시블 압연 블랭크 제품과 구별된다. 따라서, 국소 어닐링 및 더 낮은 출력이 이어지는 프레스-경화와 같은 에너지-집약적이고 비용-집약적인 열 처리가 필요하지 않다.

[0044] 본 발명에 의해, 재료가 박화(thin-out)될 수 있고 동시에 재료가 그의 성형 잠재력으로 인해 (추가로) 경화될 수 있는 더 많은 연성 영역이 국소적으로 이용가능한 방식으로 플렉시블 압연 또는 편심 압연 재료를 달성하는 것이 가능하다. 다른 한편으로는, 통상적으로 딥-드로잉 공정 동안 너무 낮은 변형도 때문에 경화 효과가 실현될 수 없는 딥-드로잉 구성요소의 그라운드(ground)와 같은 구성요소 영역에 대한 고강도 영역이 존재한다.

[0045] 바람직하게는 본 발명과 관련하여 유용한 강은 다음과 같다.

[0046] • 일반적인 스테인리스 강

[0047] • TWIP, TRIP/TWIP 또는 TRIP 경화 효과와 조합된 오스테나이트 미세구조를 갖는 강

[0048] 스테인리스 강을 사용함으로써, 추가의 표면 코팅이 필요하지 않다. 재료가 차량용 구성요소에 사용되는 경우에, 차체의 표준 전기영동 도장(cataphoretic painting)으로 충분하다. 이는 비용, 생산 복잡성 및 부식 방지의 관점에서 특히 습식(wet corrosion) 부품에 대한 이점이다. 본 발명과 조합하여, 도장에 관해서 다음과 같은 추가의 이점이 있다: 균일한 두께로 인해 취급이 더 용이하고 품질이 더 우수하다. 스테인리스 강에 의해, 도장에 대해 지적된 동일한 이점을 갖고서 플렉시블 냉간 압연 공정 또는 편심 냉간 압연 공정 후에 후속 아연 도금 공정을 회피하는 것이 추가로 가능하다. 스테인리스 강의 잘 알려진 특성을 참조하면, 최종 냉간 압연 재료는 비-스케일링(non-scaling), 내열성, 내식성 및 내산성(acid resistance)의 관점에서 증가된 특성을 갖는다. 따라서, 본 발명의 냉간 압연 재료는 배기 시스템과 같은 고온 해법에 사용될 수 있지만, 배터리 하우징과 같은 배터리 구동식 차량 내의 구성요소에도 또한 사용될 수 있다. 완전-오스테나이트 TWIP-경화 (스테인

리스) 강 of 추가의 이점은 성형 또는 용접과 같은 조건 하에서의 비자성 특성이다. 따라서, 이들 강은 전기 엔진과 같은 배터리 전기 차량 구성요소에서 본 발명의 플렉시블 압연 재료로서의 응용에 적합하다.

[0049] 본 발명에 의해 제조된 재료는, 국소적으로 변형 및 에너지 흡수를 위한 높은 연성을 그리고 다른 곳에서 충격을 견디기 위한 고강도를 필요로 하는 충돌-관련 부품에 특히 적합하다. 그러한 예는 크래시-박스(crash-box), B-필러 또는 스프링이며, 마지막에 언급된 것은 상이한 세그먼트들에 대한 상이한 스프링 상수(spring rate)들 D에 의해 정의된다. 스프링 상수는 일반적으로 다음과 같이 정의된다:

[0050]
$$D = (E \cdot A) / L_0 \quad (10)$$

[0051] 여기에서, E는 일반적으로 재료-의존 영률(Young's modulus)[N/mm²]이고, L₀[mm]는 스프링 또는 더 정확히는 스프링과 유사한 구성요소의 초기 길이이며, A는 단면적[mm²]이다.

[0052] 본 발명의 재료는 보상 스프링 상수(compensation spring rate)가 하기와 같이 직렬 연결로 정의될 수 있는 복합 스프링처럼 작용한다:

[0053]
$$D = \sum 1 / D_i = 1/D_1 + 1/D_2 + 1/D_3 + \dots + 1/D_n \quad (11)$$

[0054] 각각의 플렉시블 압연 영역은 하나의 자체 스프링 상수 D_i를 생성한다.

[0055] 영률은 본 발명의 플렉시블 압연 재료의 모든 영역에 대해 거의 일정하지만, 냉간-경화된 더 높은 강도의 영역은 소성 변형이 이어지기 전에, 또는 더 정확히 말하면 국소 항복 강도에 도달하기 전에 더 높은 하중을 견딜 수 있다.

[0056] 본 발명에 따라 제조될 구성요소는,

[0057] • 자동차 구성요소, 예를 들어 에어백 부시(airbag bush), 새시-부품과 같은 자동차 차체 구성요소, 서브프레임, 필터, 크로스 또는 종방향 부재, 채널, 로커 레일(rocker rail)이고,

[0058] • 반제품 시트, 튜브 또는 프로파일을 갖는 상용차 구성요소이며,

[0059] • 측벽, 바닥 또는 지붕과 같이 연속 길이가 ≥ 2000 mm인 철도 차량 구성요소이고,

[0060] • 스트립 또는 슬릿 스트립으로 제조되는 튜브이며,

[0061] • 충돌-관련 도어측 임팩트 빔(impact beam)과 같은 자동차 부가 부품(add-on part)이고,

[0062] • 전기 구동식 차량을 위한 비자성 특성을 갖는 구성요소이며,

[0063] • 절단 나이프, 쟁기날(share) 또는 농업 응용의 연장 아암과 같은 구조적 구성요소와 같은 내마모성 및/또는 내식성 구성요소이고,

[0064] • 자동차, 트럭 또는 버스용 새시 구성요소이며,

[0065] • 국소적으로 상이한 스프링 상수들을 의미하는 세그먼트화된 영역들을 갖는 스프링으로서 사용되고,

[0066] • 운송 응용을 위한 롤성형된(rollformed) 또는 하이드로포밍된(hydroformed) 구성요소이다.

[0067] 본 발명의 재료로 제조된 바람직한 구성요소는 더 높은 강도의 영역이 배터리 격실 그 자체를 덮게 하는 배터리 전기 차량(battery electric vehicle, BEV)을 위한 배터리 격실을 지지하는 크로스 부재일 수 있다. 더 낮은 강도의 영역은 배터리 전기 차량과의 충돌 동안 구조상 제공된 변형 구역이 되어 그에 따라 충격 에너지를 흡수하도록 옆으로 돌출된다. 그에 의해, 더 높은 강도의 영역은 변형가능하지 않은 구역이다.

[0068] 본 발명의 다른 바람직한 실시예는 차량 가로 방향으로의 완전 밀폐 링으로서의 그러한 재료의 사용이다. 최신의 전형적인 승용차는, 지붕 및 차량 바닥에서 크로스 부재로 보완되고 서로 또는 다른 주위 구성요소에 조립되는 2개의 b-필러가 양측에 있는 상태로 설계된다. 본 발명의 재료에 의해, 동시에 연속적인 두께를 갖는 상이한 강도의 구역들을 생성하는 것이 가능하다. 그 결과, 부스(booth) b-필러와 지붕 및 바닥의 크로스 부재들이

통합되게 하는 하나의 큰 링이 사용될 수 있다. 조립은 링을 폐쇄하기 위해 하나의 결합 작업으로 축소된다. 이는 더 낮은 차량 생산 비용을 가져와서, 결합 작업, 필요한 투자 및 생산 시간을 절약한다. 재료 생산의 관점에서, 그들 크로스 링들 중 다양한 것은 폭에 걸쳐 평행하게 배열되어 적은 양의 폐기물과 함께 최적의 재료 용량을 가질 수 있으며, 이는 또한 더 높은 비용-효율성을 가져온다. 크로스 링은 압연 방향으로 반복적으로 배열될 수 있으며, 이는 코일 또는 스트립 길이에서 전체 코일 또는 스트립에 걸쳐 동일한 압연 및 절단 순서를 반복함을 의미한다.

- [0069] 본 발명은 하기의 도면을 참조하여 더 상세히 설명되며, 여기에서
- [0070] 도 1은 부분적으로/국소적으로 냉간 변형된 영역이 원하는 최종 두께를 갖는 제1 공정 단계를 도시하고, 변형된 제품의 그러한 부분에서 연신율의 동시 감소와 함께 강도의 증가를 도시하고,
- [0071] 도 2는, 이제 이전의 더 두꺼운 영역이 이미 얇게 변형된 영역의 두께 수준으로 냉간 변형되도록 제1 단계와 역순으로 실행되는 최종 공정 단계 후의 재료를 도시하며,
- [0072] 도 3은 본 발명의 방법으로 생산된 재료의 하나의 바람직한 적용예를 도시하고,
- [0073] 도 4는 본 발명의 방법으로 생산된 재료의 다른 바람직한 적용예를 도시하며,
- [0074] 도 5는 본 발명의 방법으로 생산된 재료의 다른 바람직한 사용을 도시한다.
- [0075] 도 1에는, 더 높은 두께(t_i = 초기 두께)를 갖는 영역(2)이 모든 재료 영역에서 일정한 기계-기술적 값을 가지므로써 더 높은 하중 영역에 사용되는 최신 기술이 제시되어 있다. 영역 1은 냉간-압연 후에 최종 두께 t_f 를 갖는 박화된 영역을 나타낸다. 도 1은 또한 본 발명의 단계 1을 나타낸다.
- [0076] 도 2에는, 냉간-경화 및 따라서 더 높은 강도 수준을 갖는 영역(2)이 모든 재료 영역에서 일정한 두께 t_f (가공 후의 최종 두께)를 가지므로써 더 높은 하중 영역에 사용되는 본 발명이 제시되어 있다.
- [0077] 도 3은 자동차 b-필러를 나타낸다. 탑승객의 목 및 머리 영역인 상부 영역에서는, 바람직하게는 변형가능하지 않은 구성요소 영역을 생성하여 그에 따라 탑승객을 보호하기 위해 더 높은 초기 강도 수준이 필요하다. b-필러의 하부 영역의 경우, 구성요소 제조 동안 부품의 복합 성형을 가능하게 하기 위해 상당히 더 연성인 재료가 필요하다. 동시에, 충돌 동안 에너지를 흡수하고 이러한 방식으로 탑승객을 보호하기 위해 성형 후 바람직하게 높은 잔류 연성이 필요하다.
- [0078] 도 4는 자동차 대시보드 지지 빔을 나타낸다. 본 발명의 방법에 의해 생산된 재료를, 튜브의 종방향으로 기계적 특성 및/또는 물리적 특성에서의 상이한 값들을 갖는 적어도 2개의 영역을 갖는 종방향-용접 튜브로 추가로 가공하였다. 이어서, 하이드로포밍 공정이 이어져서 최종 구성요소 기하학적 구조를 형성한다. 단지 낮은 성형도를 갖거나 갖지 않는 영역이 본 발명의 방법에 의해 더 높은 초기 강도로 설계될 수 있다. 다른 한편으로는, 복합 성형 영역이 본 발명의 방법에 의해 더 연성으로 치수설정된다. 완전-오스테나이트 TWIP 강을 사용하여, 복합 성형 영역은 구성요소 제조 동안 경화될 것이고, 하부 또는 비성형 영역은 본 발명의 방법으로 인해 초기에 높은 강도를 갖는다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 방법에 의해 생산된 코일 또는 스트립의 절단 패턴을 나타낸다. 그에 의해, 크로스 링이 2개의 b-필러, 지붕 크로스 부재 및 바닥 크로스 부재의 외형상(formally) 단일 부품들을 통합시킨다. 그렇게 함에 있어서, 다양한 크로스 링이 적은 양의 폐기물과 함께 최적의 재료 용량을 갖도록 폭에 걸쳐 평행하게 배열될 수 있다. 도 5 및 그에 따른 크로스 링은 압연 방향으로 반복적으로 배열될 수 있으며, 이는 코일 또는 스트립 길이에서 동일한 압연 및 절단 순서를 반복함을 의미한다. 도 5에서, 강도는 더 높지만 연성은 더 낮은 재료 영역은, b-필러 트리(tree)와 지붕 크로스 부재에 대해 통상적으로 필요하고 도 5에 예시적으로 표시된 "HS/LD"로 식별된다. 이들 영역에서, 변형가능하지 않은 구역을 갖는 내충격성이 필요하다. 다른 한편으로는, 강도는 더 낮지만 연성은 더 높은 재료 영역은, b-필러 피트(feet), 지붕에 대한 b-필러 링크 및 언더바디(underbody) 크로스 부재에 대해 통상적으로 필요하고 도 5에 예시적으로 표시된 "LS/HD"로 마킹된다. b-필러의 피트는 충돌 에너지를 흡수하는 과제를 갖는 반면에, 지붕에 대한 b-필러 링크는 영역을 지붕 종방향 구조물과 연결하기 위해 높은 연성을 필요로 한다. 또한, 언더바디 크로스 부재는 구성요소 강성을 증가시키기 위해 복합 성형될 것이며, 따라서 거기에는 높은 연성이 필요하다. 높은 강도의 재료 영역과 더 낮은 강도의 재료 영역 사이의 전이 구역은 도 5에서 "T"로 특징지어진다.
- [0080] 본 발명에 따른 방법을, 스테인리스 강 1.4301(TRIP-경화된 오스테나이트, CrNi 합금화됨), 1.4462(페라이트-오

스테인이트 듀플렉스 구조, CrNiMo 합금화됨) 및 1.4678(TWIP-경화된 완전-오스테나이트, CrMn 합금화됨)로 시험하였다. 결과가 표 2에 보여진다.

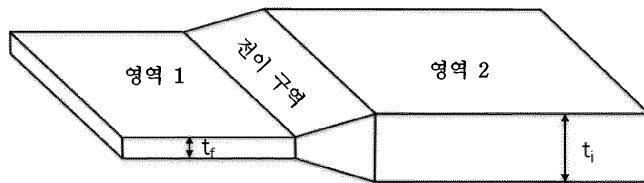
[0081] [표 2]

등급	초기 두께 [mm]	결과적인 두께 [mm]	인장 강도 [MPa] 영역 1	인장 강도 [MPa] 영역 2	비 r [-]	성형도 ϕ [%]	관계 r_{ϕ} [-]
1.4301	2.0	1.6	665	925	1.39	20	7.0
1.4462	2.0	1.2	825	1405	1.70	40	4.3
1.4678	2.0	1.5	935	1040	1.51	25	6.0

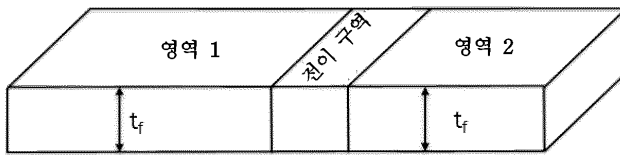
[0082]

도면

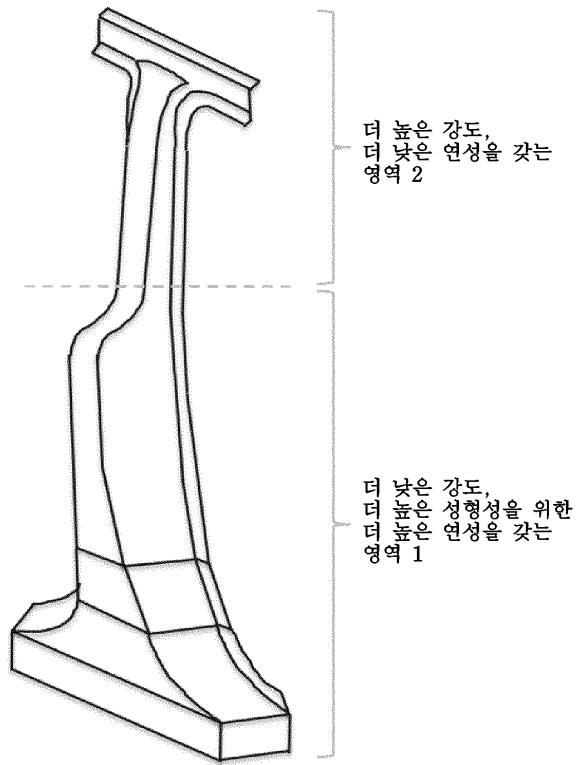
도면1



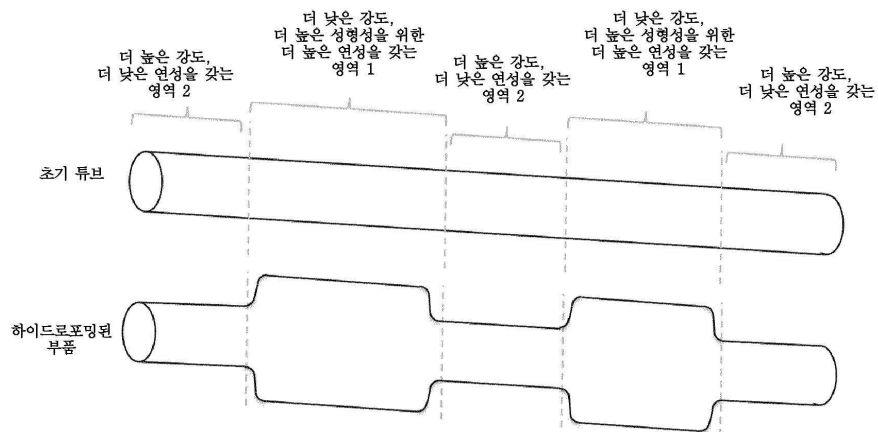
도면2



도면3



도면4



도면5

