



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

(11) 공개번호 10-2018-0073601  
 (43) 공개일자 2018년07월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C22C 21/02* (2006.01) *B21D 22/02* (2006.01)  
*B62D 29/00* (2006.01) *C22F 1/043* (2006.01)  
*C22F 1/05* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*C22C 21/02* (2013.01)  
*B21D 22/02* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7013432
- (22) 출원일자(국제) 2016년10월06일  
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년05월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/FR2016/052577
- (87) 국제공개번호 WO 2017/064396  
 국제공개일자 2017년04월20일
- (30) 우선권주장  
 15/59674 2015년10월12일 프랑스(FR)

- (71) 출원인  
**콩스텔리움 너프-브리작**  
 프랑스 비에세임 68600 제트아이피 레넨 노드 알  
 디 52
- (72) 발명자  
**필러 에스텔**  
 프랑스 38000 그르노블 루 드제 4  
**레부페 올리비에**  
 프랑스 38000 그르노블 루 에베르 17  
**델그레인지 기욤**  
 프랑스 38000 그르노블 루 샤렐 18비
- (74) 대리인  
**김태홍, 김진희**

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **기계적 강도와 충돌 거동 사이에서 우수한 절충을 나타내는 자동차 본체 구조 구성요소**

**(57) 요약**

본 발명은, 알루미늄 합금으로 제조되는 쉘 구조 구성요소 혹은 스탬핑된 자동차 차체를 제조하는 방법으로서, 합금으로 제조되어 0 내지 3.5 mm의 두께를 갖는 금속 시트 또는 금속 스트립을 제조하는 단계로서, 상기 합금은 다음의 조성(중량%), 즉 Si : 0.60-0.85; Fe: 0.05-0.25; Cu: 0.05-0.30; Mn: 0.05-0.30; Mg: 0.50-1.00; Ti: 0.02-0.15; V: 0.00-0.15; 각각 0.05 미만이며 전체로서 0.15 미만인 기타 원소; 잔부인 알루미늄을 가지며, 이때  $Mg < -2.67 \times Si + 2.87$ 이 성립하는 것인 단계, 용체화 열 처리 및 급냉(quenching) 단계, 프리 템퍼링(pre-tempering) 단계, 72 시간 내지 6 개월의 시효 단계, 스탬핑(stamping) 단계, 체류 시간(dwell time)이 180 내지 480 분인 상태에서 섭씨 약 205 도의 온도에서의 템퍼링 단계 또는 등가의 시간 및 온도에서의 템퍼링 단계, 도장(painting) 및 15 내지 30 분의 시간 동안 섭씨 150 도 내지 섭씨 190 도에서의 "소부 경화("bake hardening")" 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한, 전술한 방법에 의해 생성되며 또한 "바디 인 화이트(body in white)"로도 불리는 쉘 구조 구성요소 또는 스탬핑된 자동차 차체에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류

*B62D 29/00* (2013.01)

*C22F 1/043* (2013.01)

*C22F 1/05* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

충돌 중에 비가역적으로 에너지를 흡수하기 위한, 알루미늄 합금으로 제조되고 또한 “바디 인 화이트(body in white)” 로 불리는 스탬핑된 본체 구성요소 또는 차체 구조를 제조하는 방법으로서, 다음의 단계, 즉

- Si : 0.60 - 0.85; Fe: 0.05 - 0.25; Cu: 0.05 - 0.30; Mn: 0.05 - 0.30; Mg: 0.50 - 1.00; Ti: 0.02 - 0.15; V: 0.00 - 0.15; 각각 0.05 미만 그리고 총 0.15 미만인 기타 원소; 잔부인 알루미늄을 포함하며  $Mg < -2.67 \times Si + 2.87$ 이 성립하는 것인 조성(중량%로 나타냄)을 갖는 합금의 1 내지 3.5 mm의 두께를 갖는 시트 또는 스트립을 제조하는 단계;

- 용체화 열 처리, 급냉, 및 가능하게는 대체로 섭씨 50 도 내지 섭씨 100 도의 온도에서 적어도 12 시간 동안의 예비 시효를 행하는 단계로서, 상기 예비 시효는, 보통 야외(open air)에서의 냉각이 후속하는, 적어도 섭씨 60 도의 온도에서의 냉각에 의해 달성되는 것인 단계;

- 보통 72 시간 내지 6 개월 동안의 실온에서의 자연 시효를 행하는 단계;

- 3차원 부품을 획득하기 위한 성형, 특히 프레스 스탬핑(press stamping)에 의한 성형을 행하는 단계;

- 180 분 내지 480 분의 유지 시간을 이용한, 실질적으로 섭씨 205 도의 온도에서의 공작물의 시효 또는 시간-온도 증가(time-temperature equivalent)의 시효를 행하는 단계;

- 도장 및 섭씨 150 도 내지 섭씨 190 도, 바람직하게는 섭씨 170 도 내지 섭씨 190 도의 온도에서 15 분 내지 30 분 동안 소부 경화(bake hardening)를 행하는 단계

를 포함하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 섭씨 205 도에서의 상기 유지 시간은 240 분 내지 480 분이거나, 또는 등가의 시간-온도에서의 유지 시간인 것인 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Si 함량은 0.60 내지 0.75 인 것인 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Fe 함량은 0.05 내지 0.20 인 것인 방법.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Cu 함량은 최대 0.20이며, 바람직하게는 0.08 내지 0.15 인 것인 방법.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Mn 함량은 0.10 내지 0.15 인 것인 방법.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Mg 함량은 0.60 내지 0.70 인 것인 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 Ti 함량은 0.03 내지 0.10 인 것인 방법.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 하나의 항에 있어서, 시트 또는 스트립의 V 함량은 0.05 내지 0.10 인 것인 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제9항 중 어느 하나의 항에 있어서, 스탬핑 이전의 시트 또는 스트립의 제조는 다음의 단계, 즉

- 압연 잉곳의 주조, 보통 수직 반-연속 주조(vertical semi-continuous casting) 그리고 압연 잉곳의 스칼핑(scalping)을 행하는 단계;
- 2 시간 내지 12 시간, 바람직하게는 4 시간 내지 6 시간의 유지 시간을 이용한, 섭씨 530 내지 섭씨 570 도의 온도에서의 상기 압연 잉곳의 균질화를 행하는 단계;
- 상기 압연 잉곳을, 3.5 mm 내지 10 mm의 두께를 갖는 스트립으로 열간 압연하는 단계;
- 최종 두께로 냉간 압연하는 단계를 포함하는 것인 방법.

**청구항 11**

제1항 내지 제10항 중 어느 하나의 항에 따른 방법에 의해 생산되는, 또한 “바디 인 화이트” 로도 불리는 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 차체 구조로서, 표준 NF EN ISO 6892-1에 따라 측정된 그 인장 항복 강도가 260 MPa 이상인 것인 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 차체 구조.

**청구항 12**

제1항 내지 제10항 중 어느 하나의 항에 따른 방법에 의해 생산되는, 또한 “바디 인 화이트” 로도 불리는 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 차체 구조로서, 표준 NF EN ISO 7438 및 VDA 238-100 절차 및 VDA 239-200 절차에 따라 측정된 그 “3점 절첩 각도”  $\alpha_{norm}$ 이 적어도 90 도인 것인 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 차체 구조.

**청구항 13**

제11항 또는 제12항에 있어서, “바디 인 화이트” 로도 불리는 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 본체 구성요소는, 특히 도어, 후드, 트렁크 덮개, 지붕, 또는 스파(spar), 벽, 적재 바닥, 터널, 및 앞면 폭(front feet), 중간 폭, 및 후면 폭 혹은 직립부뿐만 아니라 충격 흡수기 또는 “크래시박스(crashbox)” 를 위한 라이닝 혹은 보강부를 포함하는 군으로부터 선택되는 것인 스탬핑된 차체 구성요소 또는 자동차 차체 구조.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 구체적으로 알루미늄 합금 시트, 보다 구체적으로 "Aluminium Association"에 의해 지정된 바와 같은 AA6xxx 시리즈의 합금을 스탬핑함으로써 제조되는, 또한 "바디 인 화이트(body in white)"라고도 불리는 자동차 구조의 부품 혹은 구성요소의 분야에 관한 것으로서, 충격을 받는 중에 비가역적으로 에너지를 흡수하고 높은 기계적 강도와 양호한 "충돌" 거동 사이에 우수한 절충을 나타내는 상기 부품 혹은 상기 구성요소의 분야에 관한 것이며, 예컨대 충격 흡수기(shock absorber) 또는 크래시박스(crashbox), 보강 부품, 라이닝 부품, 또는 다른 본체 구조 구성요소의 분야에 관한 것이다.

[0002] 보다 구체적으로, 본 발명은 용체화 경화(solution-hardening) 중의 스탬핑, 급냉, 및 자연 시효 템퍼링(natural aging tempering)과 후속하는 공작물의 인공 시효(artificial aging), 및 소부 경화(bake hardening)를 통해 전술한 구성요소를 제조하는 것에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 전제부로서, 본원에 언급되는 모든 알루미늄 합금은, 달리 언급되지 않는 한, 정기적으로 출판되는 "레지스트레이션 레코드 시리즈(Registration Record Series)"에서 "Alluminium Association"에 의해 정해지는 명칭에 따라 식별된다.

- [0004] 합금의 화학적 조성에 관한 모든 표시는 합금의 총 중량에 기초한 중량%로서 표현된다.
- [0005] 표현  $1.4 \times \text{Si}$ 는, 중량%로 표현되는 실리콘 함량에 1.4가 곱해진다는 것을 의미한다.
- [0006] 템퍼(temper)에 관한 정의는 유럽 표준 EN 515에 제시되어 있다.
- [0007] 정적이고 기계적인 인장 물성, 다시 말하면 극한 인장 강도(Rm), 0.2% 오프셋에서의 통상적인 인장 항복 강도(Rp0.2), 및 A% 파단 시 연신율은 표준 EN ISO 6892-1에 따른 인장 시험에 의해 결정된다.
- [0008] 알파 평균(alpha norm)이라 불리는 절첩 각도는 표준 NF EN ISO 7438 및 VDA 238-100 절차와 VDA 239-200 절차에 따른 3점 절첩 시험에 의해 결정된다.
- [0009] 알루미늄 합금은, 차량의 중량을 줄이기 위해 그리고 연료 소비 및 온실 가스 배출을 줄이기 위해 자동차 산업에서 점점 더 널리 사용되고 있다.
- [0010] 알루미늄 합금 시트는 특히 "바디 인 화이트"의 다수의 구성요소의 제조에 사용되는데, 이러한 구성요소 중에는, 차체 스킨 부분(또는 외측 본체 패널), 예컨대 전방 펜더(front fender), 지붕, 파빌리온(pavilion), 후드용 스킨, 트렁크, 또는 도어(door), 및 라이닝 부품 혹은 본체 구조 구성요소, 예컨대 도어, 후드, 트렁크 덮개, 파빌리온, 스파(spar), 벽, 적재 바닥, 터널, 그리고 앞면 폭(front feet), 중간 폭, 및 후면 폭, 그리고 마지막으로 충격 흡수기, 혹은 "크래시박스"를 위한 라이너 혹은 보강부가 있다.
- [0011] 다수의 스킨 구성요소가 이미 알루미늄 합금 시트로 제조되고 있지만, 복잡한 기하학적 형상을 갖는 라이닝 부품 혹은 구조 부품에 대해 강도로부터 알루미늄으로의 변경은 곤란한 것으로 입증되고 있다. 첫째로, 강에 비해 알루미늄 합금의 성형성이 불량하기 때문이고, 둘째로, 전술한 유형의 구성요소에 사용되는 강의 기계적 물성에 비해 알루미늄 합금의 기계적 물성이 대체로 더 낮기 때문이다.
- [0012] 이러한 이유로 전술한 유형의 용례는 예컨대 다음과 같이 종종 상충되는 물성의 집합을 필요로 한다.
- [0013] - 딜리버리 템퍼(delivery temper), 템퍼 T4(temper T4)에서의 높은 성형성(formability), 특히 스탬핑 작업에 대한 높은 성형성.
- [0014] - 성형 시의 스프링백(springback)을 억제하기 위한, 시트의 이송 조건에서의 제어된 인장 항복 강도.
- [0015] - 자동차 본체 구성요소 내에서 사용되는 다양한 조립 프로세스, 예컨대 스폿 용접, 레이저 용접, 점착제 접합, 클린칭(clinching) 또는 리벳팅(riveting)에서의 양호한 거동.
- [0016] - 부품의 중량을 최소화하면서도 사용 중에 양호한 기계적 강도를 달성하기 위한, 전기 이동(cataphoresis) 및 도장 소성(paint baking) 이후의 높은 강도.
- [0017] - 본체 구조 구성요소에 대한 적용에 있어서 충격 시에 에너지를 흡수하는 양호한 능력.
- [0018] - 마무리된 부품의 입계파괴 부식, 응력 부식, 및 사상 부식(filiform corrosion)을 비롯한 부식에 대한 양호한 내성.
- [0019] - 제조상 폐기물의 재활용 또는 재활용 차량에 관한 요건에 대한 적합성.
- [0020] - 대량 생산을 위한 허용 가능한 비용.
- [0021] 그러나, 주로 알루미늄 합금으로 된 바디 인 화이트로 이미 자동차를 대량 생산하고 있다. 예를 들면, 포드 F-150 모델, 2014 버전은 구조 합금 AA6111로 제조된다. 이 합금은 1980년과 1990년 사이에 "Alcan" 그룹에 의해 개발되었다. 2가지 참고문헌이 이러한 개발 노력을 설명하고 있다.
- [0022] - P. E. Fortin 등 "자동차 본체 시트 용례를 위해 최적화된 Al 합금", SAE 기술 학술대회, 1984년 3월(다음의 조성에 관해 설명함).

[Fortin]	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
AA6111	0,85	0,20	0,75	0,20	0,72	-	-	-

- [0023]
- [0024] - M. J. Bull 등, "구조적 스킨 용례를 위한 Al 시트 합금", 25회 ISATA 심포지엄, 논문 920669, 1992년 6월.
- [0025] 초기에는 스킨 유형의 용례를 위한 압입 자국에 견디게 하려는 의도였음에도 불구하고, 주요한 물성은 여전히

높은 기계적 강도를 유지한다. "280 MPa의 항복 강도는 2%의 예비 변형 및 섭씨 177 도에서의 30 분 처리 후에 달성된다."

- [0026] 추가적으로, 높은 기계적 물성을 갖는 AA6xxx 시리즈의 다른 합금이 우주항공 용례 또는 자동차 용례를 위해 개발되었다. 예를 들면, 기계적 물성을 최적화하기 위해 또는 입계파괴 부식에 대한 내성을 개선하기 위해, "Pechiney"에서 1980년대에 개발된 AA6056 유형의 합금은 다수의 연구를 거쳤으며, 다수의 출판물에서 확인될 수 있다. 본 발명자는, 특허 출원(WO2004113579A1)의 대상이었던 이러한 유형의 합금의 자동차 용례에 주목한다.
- [0027] 유형 AA6013의 합금은 또한 다수의 연구의 주제가 되었다. 예를 들면, 2002년에 공개된 출원 US2002039664에서의 "Alcoa"에서는, 템퍼 T6에서 사용된, 0.6-1.15%의 Si; 0.6-1%의 Cu; 0.8-1.2%의 Mg; 0.55-0.86%의 Zn; 0.1% 미만의 Mn; 0.2-0.3%의 Cr 및 대략 0.2%의 Fe를 포함하는 합금이, 380 MPa의  $R_{p0.2}$ 와 입계파괴 부식에 대한 양호한 내성의 조합을 나타내고 있다.
- [0028] "Aleris"에서, 2003년에 공개된 출원 WO03006697은 0.2 % 내지 0.45%의 Cu를 갖춘 AA6xxx 시리즈의 합금과 관련된다. 이러한 발명의 목적은, Cu 레벨이 낮고 템퍼 T6에서의 355 MPa의  $R_m$ 을 목표로 하며 입계파괴 부식에 대해 양호한 내성을 나타내는, AA6013 유형의 합금을 제안하는 것이다. 청구되는 조성은, 0.8-1.3%의 Si; 0.2-0.45%의 Cu; 0.5-1.1%의 Mn; 0.45-1.0%의 Mg와 같다.
- [0029] 마지막으로, 전술한 대부분의 예에 있어서, 적어도 0.5%의 구리를 포함하는 합금을 사용함으로써 높은 기계적 물성( $R_{p0.2}$ ,  $R_m$ )을 획득하게 된다는 점에 주의해야만 한다.
- [0030] 더욱이, 합금 7xxx로 제조되는 자동차 용례를 위한 구조적 부품은, 예컨대 출원 EP 2 581 218에 설명된 바와 같이 알려져 있다.
- [0031] 추가적으로, 전술한 합금을 이용한 통상적인 스탬핑에 의해 획득할 수 없는, 복잡한 기하학적 형상의 알루미늄 합금 부품, 예컨대 도어 라이너를 생산하기 위해, 과거에 다양한 해법이 고려 및/또는 사용된 바 있다.
- [0032] - 몰딩, 특히 "압축(under-pressure)" 유형의 몰딩에 의해 이러한 유형의 부품을 생산함으로써 스탬핑과 관련된 난제를 피한다. 이에 관한 증거는 2000년도의 우선권을 주장한 Nothelfer GmbH의 특허 EP 1 305 179 B1이 있다.
- [0033] - 더욱 양호한 스탬핑성(stamping ability)을 얻기 위해 소위 "가온" 스탬핑("warm" stamping)을 행한다. 이는, 프레스 하에서의 거동을 개선하기 위해 소위 중간 온도에서, 즉 섭씨 150 도 내지 섭씨 350 도에서 전체적으로 또는 국지적으로 알루미늄 합금 블랭크(aluminium alloy blank)를 가열하는 단계로 이루어지며, 프레스의 공구는 또한 예열될 수 있다. 출원인에 의한, 2003년도의 우선권을 주장하는 특허 EP 1 601 478 B1은 이러한 해법에 기초한 것이다.
- [0034] - 그 조성을 통해, AA5xxx 시리즈 합금 자체의 스탬핑성을 변경하기 위해, 특히 마그네슘 함량을 5% 넘게 증가시키는 것이 제안된 바 있다. 그러나, 이는 부식에 대한 내성과 관련하여 영향이 없다.
- [0035] - 더욱 양호한 성형성을 위해 5% 초과와 Mg 함량을 갖는 AA5xxx 시리즈의 합금 코어 및 부식에 대해 더 큰 내성을 갖는 합금 클래드 시트(alloy clad sheet)로 이루어지는 복합재 시트를 이용한다. 그러나, 편칭된 영역 혹은 보다 일반적으로 그리고 구체적으로 조립체에서 코어가 노출되는 영역에 있어서 시트의 에지에서의 내부식성은 충분하지 않을 수도 있다.
- [0036] - 마지막으로, 보다 유리한 결정학적 텍스처(texture)를 형성하기 위한 비대칭 압연이 또한 제안된 바 있다. 이는 Mitsubishi Aluminium에 의한 출원 JP 2003-305503에 의해 입증된 바와 같다. 그러나, 이러한 유형의 비대칭 압연의 산업화는 까다롭고, 특수한 압연용 밀(mill)을 필요로 하며, 획득되는 시트의 표면 외관에 부정적인 영향을 줄 수 있고, 또한 상당한 추가 비용을 발생시킬 수 있다.
- [0037] 자동차 본체 구성요소에 대한 알루미늄 합금 시트의 사용에 관한 지속적인 개발 및 오랜 생산 운용을 고려하면, 항상 경량화를 개선시키기 위해 다른 물성을 악화시키지 않으면서 두께를 감소시키기 위한 더욱 개선된 등급에 관한 요구가 항상 존재한다.
- [0038] 이러한 개발은 점점 더 높은 인장 항복 강도를 갖는 합금의 사용을 수반하며, 템퍼 T4에서 성형된, 즉 용체화 열 처리(solution heat treatment) 및 급냉, 예비 시효 및 도료와 니스의 소성 작업 동안의 고도의 경화 이후의, 훨씬 더 내성이 있는 합금인 AA6xxx 시리즈의 이용을 수반하는 이러한 해법은 그 한계에 도달하고 있다

는 것은 명백하다. 이는 점차 템퍼 T4에서의 경질 합금으로 귀결되며, 그 결과로서 심각한 성형 문제를 유발한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0039] 본 발명의 목적은, 실온에서의 자연 시효 이후의 템퍼 T4에서의 성형을 통한 그리고 이에 후속하는, 상기 성형된 공작물에 대한 인공 시효에 의한 경화 및 소부 경화를 통한, 전술한 구성요소의 제조 방법을 제한함으로써, 템퍼 T4에서의 성형성과 높은 기계적 강도 사이의 우수한 절충뿐만 아니라 마무리된 구성요소의 양호한 리벳팅 거동 및 내충돌 거동(crash-resistant behavior)을 달성하는 것이다.

[0040] 이러한 구성요소는 또한 부식에 대해 매우 양호한 내성을 나타내야만 하며, 다양한 조립 방법, 예컨대 스폿 용접, 레이저 용접, 접착제 접합, 클린칭, 또는 리벳팅에서 양호하게 성능을 발휘해야만 한다.

#### 과제의 해결 수단

[0041] 본 발명의 대상은, 알루미늄 합금으로 제조되며 또한 “바디 인 화이트(body in white)” 라고 불리는, 차체 또는 본체 구조를 위해 성형된 구성요소, 특히 스탬핑된 구성요소를 제조하는 방법으로서, 상기 방법은 다음의 단계를 포함한다.

[0042] - Si: 0.60 - 0.85; Fe: 0.05 - 0.25; Cu: 0.05 - 0.30; Mn: 0.05 - 0.30; Mg: 0.50 - 1.00; Ti: 0.02 - 0.15; V: 0.00 - 0.15; 각각 0.05 미만 그리고 총 0.15 미만의 기타 원소; 잔부인 알루미늄을 포함하며,  $Mg < -2.67 \times Si + 2.87$ 이 성립하는 것인 조성(중량%로 나타냄)을 갖는 합금의 1 내지 3.5 mm 두께의 시트 또는 스트립을 제조하는 단계.

[0043] - 용체화 열 처리, 급냉, 및 가능하게는 대체로 섭씨 50 도 내지 섭씨 100 도의 온도에서 적어도 12 시간 동안의 예비 시효를 행하는 단계로서, 상기 예비 시효는, 보통 야외(open air)에서의 냉각이 후속하는, 적어도 섭씨 60 도의 온도에서의 냉각에 의해 달성되는 것인 단계.

[0044] - 보통 72 시간 내지 6 개월 동안의 실온에서의 자연 시효를 행하는 단계.

[0045] - 3차원 부품을 획득하기 위한 성형, 특히 프레스 스탬핑(press stamping)에 의한 성형을 행하는 단계.

[0046] - 180 분 내지 480 분, 바람직하게는 240 분 내지 480 분의 유지 시간을 이용한, 실질적으로 섭씨 205 도의 온도에서의 공작물의 시효 또는 시간-온도 등가(time-temperature equivalent)의 시효를 행하는 단계.

[0047] - 도장 및 섭씨 150 도 내지 섭씨 190 도, 바람직하게는 섭씨 170 도 내지 섭씨 190 도의 온도에서 15 분 내지 30 분 동안의 소부 경화를 행하는 단계.

[0048] 용어 “3차원 부품” 은, 상기 부품의 횡방향 단면이 소정 방향을 따라 일정하게 되도록 하는 방향이 존재하지 않는 것인 부품을 의미한다.

[0049] 유리한 실시예에 따르면, 전술한 프로세스에 의해 획득되는 구성요소는, 자연 시효, 인공 시효, 및 소부 경화 이후에, 표준 NF EN ISO 6892-1에 따라 측정되는, 적어도 260 MPa의 인장 항복 강도( $R_{p0.2}$ ), 및/또는 표준 NF EN ISO 7438 및 VDA 238-100 절차 및 VDA 239-200 절차에 따라 측정되는, 적어도 90 도, 바람직하게는 적어도 100 도의 “3점 절첩 각도”  $\alpha_{norm}$ 을 갖는다.

[0050] 마지막으로, 본 발명은 또한, “바디 인 화이트(body in white)”라고도 불리는 자동차 차체 구조 혹은 스탬핑된 차체 구성요소로서, 예컨대 구체적으로 도어, 후드, 트렁크 덮개, 지붕, 또는 스파(spar), 벽, 적재 바닥, 터널, 및 앞면 폭, 중간 폭, 및 후면 폭, 혹은 직립부뿐만 아니라 충격 흡수기 또는 “크래시박스(crashbox)”를 위한 라이닝 또는 보강부를 포함한다.

#### 도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 두께 t인 시트(T)를 절첩하기 위해 반경 r을 갖는 편치(B) 및 2개의 롤러(R)로 이루어지는, “3점 절첩 시험”을 위한 디바이스를 도시한 것이다.

도 2는 내부 각도( $\beta$ ) 및 외부 각도, 즉 측정된 시험 결과( $\alpha$ )를 나타내는 “3점 절첩 시험” 이후의 시트(T)를

도시한 것이다.

도 3은 신장(stretching) 하에서의 기계적인 물성을 나타내는 것으로서, 여기서 히스토그램의 각각의 군은, 좌측에서 우측으로, MPa 단위의  $R_{p0.2}$ , 백분율로서의 A80, MPa 단위의  $R_m$ 이며, 그리고 또한 좌측에서 우측으로, 본 발명에 따른 시효 처리 이후의 시트(시효), 시효 및 소부 경화 이후의 본 발명에 따른 시트(시효+PB), 그리고 2%의 예비 변형, 시효 및 소부 경화, 도장 이후의 본 발명에 따른 시트(2%+시효+PB)를 나타낸 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0052] 본 발명은, 적절한 조성 및 제조 프로세스를 이용하여, 용체화 열 처리, 급냉, 및 주위 온도(ambient temperature)에서의 자연 시효 이후에 우수한 스탬핑성을 나타내며 보통 4 시간 20 분 동안 섭씨 205 도 및 섭씨 180 도에서 각각 인공 시효된 템퍼(temper)에서 그리고 소부 경화 이후에 충분한 기계적 강도를 나타내는 반면, 마무리된 구성요소에 대해 매우 만족스러운 리벳팅성 및 충돌 거동을 보장하는 시트를 획득하는 것이 완벽하게 가능하다는 본 출원인의 관찰에 기초하고 있다. 이러한 최종 템퍼에서 획득되는 기계적 물성은, 260 MPa 이상의 인장 항복 강도  $R_{p0.2}$ , 290 MPa 이상의 극한 인장 강도  $R_m$ , 10 % 이상의 과단 시 신장율, 및 90 도 이상, 바람직하게는 100 도 이상인, 크랙 없는 절첩 각도  $\alpha_{norm}$ 이다.
- [0053] 본 발명에 따른 합금의 조성은 다음과 같다(중량%로 나타냄). 즉, 상기 합금은, Si: 0.60 - 0.85; Fe: 0.05 - 0.25; Cu: 0.05 - 0.30; Mn: 0.05 - 0.30; Mg: 0.50 - 1.00; Ti: 0.02 - 0.15; V: 0.00 - 0.15; 각각 0.05 미만 그리고 총 0.15 미만의 기타 원소; 잔부인 알루미늄의 조성을 가지며, 이때  $Mg < -2.67 \times Si + 2.87$ 이 성립한다.
- [0054] 이러한 유형의 합금의 구성요소에 부여되는 농도 범위는 다음의 이유로 설명된다.
- [0055] Si: 실리콘은, 마그네슘과 함께, 이러한 합금의 시효 경화에 기여하는 금속간 화합물  $Mg_2Si$  또는  $Mg_5Si_6$ 를 형성하기 위한 알루미늄-마그네슘-실리콘 계(AA6xxx 시리즈)의 제1 합금 원소이다.  $Mg < -2.67 \times Si + 2.87$  을 만족하는 상태에서 0.50 % 내지 1.00 %의 함량인 마그네슘의 함량과 조합하여 0.60 % 내지 0.85 %의 함량으로 실리콘이 존재하면, 원하는 기계적 물성을 획득하기 위해 요구되는 Si/Mg 비율을 획득하면서도 양호한 내부식성 및 주위 온도에서의 스탬핑에 의한 만족스러운 성형성을 보장하는 것이 가능하게 된다. 이는, 본 발명에 따른 실리콘 함량 및 마그네슘 함량에 대해  $Mg > -2.67 \times Si + 2.87$  을 만족하면, 이러한 합금은 일반적으로 용체화 경화될 수 없고, 이는 원하는 절충에 대해 해롭기 때문이다.
- [0056] 실리콘에 대해 가장 유리한 함량의 범위는 0.60 % 내지 0.75 %이다.
- [0057] Mg: 일반적으로, AA6xxx 시리즈 합금의 기계적 물성의 레벨은 마그네슘 함량에 따라 증가한다. 금속간 화합물  $Mg_2Si$  또는  $Mg_5Si_6$ 을 형성하기 위해 실리콘과 조합될 때, 마그네슘은 기계적 물성의 향상에 기여한다. 기계적 물성에 관해 요구되는 레벨을 획득하기 위해 그리고 충분한 경화 침전물을 형성하기 위해 0.50 %의 최소 함량이 요구된다. 1.00 %를 초과하면, 획득되는 Si/Mg 비율은 원하는 물성들의 절충에 있어서 불리하다.
- [0058] 마그네슘에 대해 가장 유리한 함량의 범위는 0.60 % 내지 0.70 %이다.
- [0059] Fe: 철은 대체로 바람직하지 않은 불순물로 간주되며, 철을 함유하는 금속간 화합물의 존재는 대체로 성형성의 저하와 관련된다. 놀랍게도, 본 발명자는, 0.05 %를 초과하는 함량 그리고 또한 양호하게는 0.10 %를 초과하는 함량은, 특히 면적의 감소 이후의 변형 중에 파열을 지연시킴으로써, 연성 및 성형성을 개선시킨다는 것을 확인하였다. 이러한 가설에 구속되는 것은 아니지만, 본 발명자는, 이러한 놀라운 효과가 특히, 성형 중에 양호한 “경화능”을 보장하는 금속간 입자들의 높은 밀도의 형성 및/또는 전술한 원소가 존재할 때 고용체에 있는 망간의 용해도의 현저한 저하로부터 유발될 수 있다고 판단하고 있다. 이러한 함량에 있어서, 철은 또한 입자 크기의 조절에 기여할 수 있다. 0.25 %의 함량을 초과하면, 너무 많은 금속간 입자가 생성되어 연성 및 내부식성에 대해 해로운 영향이 나타난다.
- [0060] 가장 유리한 함량의 범위는 0.05 % 내지 0.20 %이다.
- [0061] Mn: Mn의 함량은 0.30 %로 제한된다. 0.05 %를 초과하는 망간의 첨가는, 고용체 강화 효과에 의해 기계적 물성을 향상시키지만, 30 %를 넘으면 변형율에 대한 민감도를 크게 저하시키고 이에 따라 연성에 대한 민감도를 크게 저하시킨다.



- [0062] 망간에 대해 가장 유리한 함량의 범위는 0.10 % 내지 0.15 %이다.
- [0063] Cu: AA6000 시리즈 합금에 있어서, 구리는 경화 침전에 참여함으로써 효과적인 경화제이다. 0.05 %의 최소 함량에서, 구리의 존재는 더 높은 기계적 물성의 획득을 가능하게 한다. 고려 대상인 합금에 있어서, 0.30 %를 초과하는 구리는 입계과과 부식에 대한 내성에 부정적인 영향을 준다. 바람직하게는, 구리 함량은 최대 0.20 %이다.
- [0064] 구리에 대해 가장 유리한 함량의 범위는 0.08 % 내지 0.15 %이다.
- [0065] V 및 Ti: 적어도 0.02 %인 함량에서의 Ti에 대해, 이들 원소 각각은, 고용체 경화를 촉진하여, 요구되는 기계적 물성을 유발할 수 있으며, 원소 V 및 Ti 각각은 사용 중의 연성 및 내부식성에 대해 유리한 효과를 나타낸다. 그러나, 청구되는 모든 물성에 해로운 영향을 주는, 수직 주조 중에 1차 상(primary phase)의 형성 조건을 회피하기 위해 Ti에 대해 그리고 V에 대해 0.15 %인 최대 함량이 요구된다. 가장 유리한 함량의 범위는, Ti에 대해 0.03 % 내지 0.10 %이며 V에 대해 0.05 % 내지 0.10 %이다.
- [0066] 기타 원소는 보통 불순물이며, 그 함량은 0.05 % 미만으로 유지되고, 나머지는 알루미늄이다. 불순물 중에서도, 예컨대 Cr, Ni, Zn, Zr 및 Pb를 언급할 수 있다. 바람직하게는, 일부 불순물은 훨씬 더 낮은 레벨로 유지된다. Ni 및 Zr의 함량은 유리하게는 0.03 % 미만으로 유지되며, Pb 함량은 유리하게는 0.02 % 미만으로 유지된다.
- [0067] 본 발명에 따른 시트를 제조하는 방법은 보통, 압연 잉곳(rolling ingot)을 주조하는 단계; 이러한 압연 잉곳을 스킨핑(scalping)하는 단계; 이후 유리하게는 적어도 시간당 섭씨 30 도의 온도 상승율로 섭씨 530 도 내지 섭씨 570 도까지 2 시간 내지 12 시간, 바람직하게는 4 시간 내지 6 시간 동안 유지하면서 균질화하는 단계; 이후 열간 압연을 위한 개시 온도까지 또는 실온까지 냉각하는 단계를 포함한다.
- [0068] 균질화 이후 주위 온도까지 냉각하는 경우에 있어서, 재가열 이후에, 다음 단계는, 압연 잉곳을 3.5 mm 내지 10 mm의 두께를 갖는 스트립으로 열간 압연하는 단계; 보통 1 mm 내지 3.5 mm인 최종 두께로 냉간 압연하는 단계; 국지적인 용융 또는 초기 용융을 방지하면서 혹은 10 초 내지 30 분 동안 섭씨 540 도 내지 섭씨 570 도 사이에서 합금 솔버스 온도(alloy solvus temperature)를 초과하는 온도로 압연 후 스트립을 용체화 열 처리(solution heat treating)하는 단계; 초당 섭씨 30 도를 초과하는 속도로, 더욱 바람직하게는 적어도 초당 섭씨 100 도의 속도로 급냉시키는 단계이다.
- [0069] 다음 단계는 예비 시효(pre-aging)일 수 있으며, 즉 적어도 12 시간 동안 섭씨 50 도 내지 섭씨 100 도 사이의 온도에서의 처리이고, 이는 보통 적어도 섭씨 60 도의 온도에서의 냉각 및 이후 야외에서의 냉각, 그리고 다음으로 72 시간 내지 6 개월 동안의 실온에서의 자연 시효에 의해 달성된다.
- [0070] 이러한 방식으로, 본 발명에 따른 시트는 매우 양호한 스템핑성을 나타낸다.
- [0071] 상기 시트는 이후 다음 작업, 즉
- [0072] - 3차원 부품을 획득하기 위한 성형, 특히 프레스 스템핑(press stamping)에 의한 성형을 행하는 단계;
- [0073] - 180 분 내지 480 분, 바람직하게는 240 분 내지 480 분의 유지 시간을 이용한, 실질적으로 섭씨 205 도의 온도에서의 열 처리 또는 아래 식에 따른  $t_{eq}$ - $T_{eq}$  시간-온도 등가의 시효를 행하는 단계
- [0074] 를 거치게 된다.
- $$\int_0^t \exp\left(\frac{-Q}{RT}\right) dt = \int_0^{t_{eq}} \exp\left(\frac{-Q}{RT_{eq}}\right) dt$$
- [0075]
- [0076] 여기서 Q는 실질적으로 82915 J이고,
- [0077] 여기서 T는 켈빈(Kelvin)으로 표현되고 시간 t에 따라 변화하는 순간 온도이며,  $T_{eq}$ 는 섭씨 205 도(478 K)의 기준 온도이고,  $t_{eq}$ 는 등가의 시간(equivalent time)이다.
- [0078] 바람직하게는, 시효는 섭씨 160 도 내지 섭씨 220 도, 바람직하게는 섭씨 200 도 내지 섭씨 210 도의 온도에서 행해지며, 이때 유지 시간은 60 분 내지 640 분이고, 기준 온도  $T_{eq}$ (= 섭씨 205 도)에 대한 등가 시간은 180 분 내지 480 분, 바람직하게는 240 분 내지 480 분이다. 또한, 상기 시트는,
- [0079] - 도장(painting) 및 섭씨 150 도 내지 섭씨 190 도, 바람직하게는 섭씨 170 도 내지 섭씨 190 도의 온도에서 15 분 내지 30 분 동안의 소부 경화를 행하는 단계

[0080] 를 거치게 된다.

[0081] 이러한 방식으로 생산되는 구성요소는, 성형, 최적화된 공작물 시효, 조립 및 소부 경화 이후에, 사용 시에, 높은 기계적 물성, 매우 양호한 충돌 거동, 및 양호한 내부식성을 나타낸다.

[0082] 본 발명의 세부사항은 이하의 예의 도움을 받아 더욱 양호하게 이해될 것이지만, 이하의 예는 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다.

[0083] 예

[0084] 전체

[0085] 표 1은 시험에 사용된 합금의 화학적 공칭 조성(중량%로 표현됨)을 개괄한 것이다. 기타 원소의 함량은 0.05 미만이였다.

표 1

조성	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti	V	-2,67 x Si + 2,87
발명 1	0.65	0.19	0.15	0.19	0.65	0.05	0.08	1.13
발명 2	0.63	0.15	0.15	0.20	0.65	0.05	0.08	1.19
발명 3	0.70	0.15	0.11	0.13	0.65	0.02	-	1.00
발명 31	0.62	0.23	0.18	0.17	0.63	0.03	-	1.21
발명 4	0.65	0.15	0.15	0.20	0.97	0.05	0.05	1.13
발명 5	0.71	0.15	0.15	0.20	0.71	0.02	0.01	0.97
발명 6	0.80	0.14	0.14	0.20	0.54	0.02	-	0.73
합금 7	0.90	0.24	0.09	0.17	0.41	0.02	-	0.47
합금 8	0.56	0.24	0.09	0.13	0.53	0.02	-	1.37
합금 9	0.67	0.30	0.09	0.15	0.64	0.02	-	1.08
합금 10	1.00	0.24	0.17	0.17	0.60	0.02	-	0.20

[0086]

[0087] 이러한 다양한 합금의 압연 잉곳은 수직 반-연속 주조(vertical semi-continuous casting)에 의해 획득되었다. 스캐핑 이후, 이러한 다양한 압연 잉곳은 균질화 및/또는 재가열 열 처리를 거쳤으며, 이에 관한 온도는 표 2에 제시되어 있다.

[0088] 조성 1, 조성 2, 조성 7, 및 조성 8의 압연 잉곳은, 시간당 섭씨 30 도의 속도로 최대 섭씨 530 도까지의 온도 상승으로 이루어지는, 섭씨 530 도에서의 균질화 처리를 거쳤으며, 이러한 온도에서 대략 3 시간 동안 유지되었다. 전술한 균질화 단계는 열간 압연 단계로 바로 이어진다.

[0089] 조성 3, 조성 31, 및 조성 9의 압연 잉곳은, 시간당 섭씨 30 도의 속도로 최대 섭씨 540 도까지의 온도 상승으로 이루어지는, 섭씨 540 도에서의 균질화 처리를 거쳤으며, 이러한 온도에서 대략 5 시간 동안 유지되었고, 바로 열간 압연이 이어졌다.

[0090] 조성 4, 조성 5, 및 조성 6의 압연 잉곳은, 섭씨 570 도까지의 온도 증가로 이루어지는 균질화를 거쳤으며, 이러한 온도에서 적어도 2 시간 동안 유지되었고, 바로 열간 압연이 이어졌다.

[0091] 조성 10의 압연 잉곳은, 시간당 섭씨 30 도의 속도로 최대 섭씨 550 도까지의 온도 상승으로 이루어지는, 섭씨 550 도에서의 균질화 처리를 거쳤으며, 이러한 온도에서 대략 4 시간 동안 유지되었다. 전술한 균질화 단계는 열간 압연 단계로 바로 이어진다.

[0092] 다음 열간 압연 단계는 역전식 밀(reversing mill) 상에서 이루어졌으며, 후속하여 경우에 따라 4롤 스텐드를 갖춘 직렬 배열 열간 압연기(hot tandem mill)에서 3.5 mm 내지 10 mm의 두께까지 행해졌다. 시험한 경우의 열간 압연 결과 두께는 표 2에 제시되어 있다.

[0093] 이후 2.0 mm 내지 2.5 mm의 두께를 갖는 시트를 획득하기 위해 냉간 압연 단계가 이어진다. 시험한 경우의 냉간 압력 결과 두께는 이하의 표 2에 제시되어 있다.

[0094] 압연 단계 이후에는 용체화 열 처리 및 급냉이 이어진다. 용체화 열 처리는, 합금 솔버스 온도를 초과하지만 초기 용융을 회피하는 온도에서 이루어진다. 용체화 열 처리를 거친 시트는 이후 초당 섭씨 30 도의 최소 속도로

급냉된다.

- [0095] 예 2, 예 4, 예 5, 및 예 6을 제외한 모든 경우에 있어서, 이러한 단계는, 대략 1 분 미만 내에 용체화 열 처리 온도로 금속의 온도를 상승시킴으로써 연속 노에서 이루어지며, 급냉이 바로 이어진다.
- [0096] 예 2, 예 4, 예 5, 및 예 6에 있어서, 용체화 열 처리는 풍로(air furnace)에서 이루어지는데, 시트는 고온의 노 내로 삽입되고, 용체화 열 처리 온도는 20 분 미만 내에 도달되며, 이러한 온도는 30 분 동안 유지된다.
- [0097] 이러한 용체화 열 처리 단계 이후에는, 섭씨 85 도에서 물 내에 침지시킴으로써 급냉이 이어진다.
- [0098] 급냉 이후에는, 도장 소성 시에 경화 성능을 개선하려는 의도로 예비 시효 열 처리가 이어진다.
- [0099] 예 2, 예 4, 예 5, 및 예 6을 제외하고 시험한 모든 경우에 있어서, 이러한 단계는, 야외에서의 냉각이 후속하는, 적어도 섭씨 60 도의 온도에서의 냉각에 의해 행해진다. 예 2, 예 4, 예 5, 및 예 6의 경우에 있어서, 예비 시효는 물 내에 시트를 침지하고 8 시간 동안 섭씨 85 도로 유지함으로써 달성된다. 모든 경우에 있어서, 적어도 72 시간 동안 소정 온도에서의 자연 시효가 이후 행해진다.

**표 2**

조성	균질화	산출 두께 LAC	산출 두께 LAF
발명 1	530°C	10 mm	2.5 mm
발명 2	530°C	10 mm	2.5 mm
발명 3	540°C	6.3 mm	2.0 mm
발명 31	540°C	4.3 mm	2.5 mm
발명 4	570°C	10 mm	2.5 mm
발명 5	570°C	10 mm	2.5 mm
발명 6	570°C	10 mm	2.5 mm
합금 7	530°C	6.3 mm	2.0 mm
합금 8	530°C	4.3 mm	2.0 mm
합금 9	540°C	10 mm	2.5 mm
합금 10	550°C	5.0 mm	2.3 mm

- [0100]
- [0101] 용체화 열 처리 단계, 급냉 단계, 예비 시효 단계, 및 실온에서의 최소 72 시간 동안의 자연 시효 단계 이후에는, 표 3에 제시된 바와 같이 시효 단계로 알려진 열 처리가 이어진다.
- [0102] 시효 이후에, 시험한 모든 경우는, 시트가 고온 노에 삽입되어 고온 노에서 20 분 동안 섭씨 185 도로 유지되는 상태에서, 풍로 내에서의 도장 소성(paint baking)을 모사하는 열 처리를 거치게 된다.

**표 3**

시험 번호	조성	시효	시간[분]	온도 [°C]
1	발명 1	시효 E	120	205
2	발명 1	발명 B	480	205
3	발명 1	시효 F	960	205
4	발명 2	발명 A	240	205
5	발명 3	발명 A	240	205
6	발명 4	발명 A	240	205
7	발명 5	발명 A	240	205
8	발명 6	발명 A	240	205
9	합금 7	시효 D	60	205
10	합금 7	발명 B	480	205
11	합금 8	시효 E	120	205
12	합금 8	발명 A	240	205
13	합금 9	시효 E	120	205
14	합금 9	시효 F	960	205
14	합금 10	시효 C	30	205
16	합금 10	시효 G	1920	205
17	발명 31	발명 A	240	205

[0103]

[0104] **인장 시험**

[0105] 주위 온도에서의 인장 시험은, 시트에 대해 널리 사용되는 기하학적 형상의 비-비례(non-proportional) 시험편으로서 상기 표준의 부록 B의 표 B.1의 시험편 2의 유형에 대응하는 시험편을 이용하여, 표준 NF EN ISO 6892-1에 따라 이루어졌다. 이러한 시험편은 특히 20 mm의 폭 및 120 mm의 캘리브레이션된 길이를 갖는다.

[0106] 앞선 단락에서 설명된 상황 하에서 제조된 시트에 대해 측정되는 0.2 % 통상 인장 항복 강도, 즉  $R_{p0.2}$ 와 관련하여, 이러한 인장 시험의 결과는 아래 표 4에 제시되어 있다.

[0107] T4 템퍼(T4 temper)로 형성되고 이후 소부 경화를 거친 부품에 있어서, 프로토콜(protocol)은, 스템핑에 의한 성형을 모사하기 위해, 자연 시효와 도장 소성 사이에서 2 %의 조절된 신장에 의한 예비 변형이 이루어져야 한다고 권장한다. 본 발명에 따른 자연 시효 이후 인공 시효 처리의 경우에 있어서, 전술한 예비 변형은 도 3에 도시된 바와 같이 최종 구성요소의 인장 특성에 대해 현저한 효과를 나타내지 않는다.

[0108] 따라서, 최종 템퍼에서의 시트의 인장 특성은 마무리 및 스템핑된 구성요소의 인장 특성과 현저하게 상이하지 않은 것으로 간주될 수 있다.

[0109] **충돌 거동에 대한 평가**

[0110] 충돌 거동은 표준 NF EN ISO 7438 및 VDA 238-100 절차와 VDA 239-200 절차에 따른 “3점 절첩 시험”에 의해 평가될 수 있다. 절첩 디바이스는 도 1에 도시된 바와 같다.

[0111] “3점 절첩”은 반경  $r$ 이 0.4 mm인 펀치(B)를 이용하여 적절하게 행해지며, 시트는 2개의 롤러(R)에 의해 지지되고 절첩 축선은 압연 방향에 대해 평행하다. 상기 롤러는 30 mm의 직경을 가지며, 롤러 축선들 사이의 거리는  $30 + 2t$  mm 이고,  $t$ 는 시험하는 시트(T)의 두께이다.

[0112] 시험 시작 시에, 펀치는 30 뉴턴의 사전 힘(pre-force)으로 시트와 접촉하게 된다. 일단 접촉이 형성되면, 펀치의 운동은 영(0)으로 인덱싱(indexing)된다. 이후 시험은, 시트의 “3점 절첩”을 행하도록 펀치를 이동시키는 단계를 수반한다.

[0113] 이러한 시험은, 시트의 미소 균열이 적어도 30 뉴턴만큼 펀치의 힘의 저하를 유발할 때 또는 펀치가 최대 허용 가능한 이동거리에 해당하는 14.2 mm만큼 이동하였을 때 중단된다.

[0114] 시험의 종료 시에, 샘플 시트는 도 2에 도시된 바와 같이 절첩되어 있다. 이후, 절첩 각도  $\alpha$ 를 측정함으로써 사용 중 연성이 평가된다. 절첩 각도  $\alpha$ 가 클수록, 충돌 또는 절첩에 대한 시트의 성능은 양호하다. 시험한 모든 경우의 성능을 비교할 수 있도록 하기 위해, 표준 YDA 239-200에 기술된 바와 같은 아래 공식에 따라, 다양

한 시트 두께에 대해 측정된 모든 각도가  $\alpha_{norm}$  값으로 변환되었다.

$$\alpha_{norm} = \alpha_m \frac{\sqrt{t_m}}{\sqrt{t_{ref}}}$$

[0115]

[0116]

[0117]

[0118]

[0119]

[0120]

[0121]

[0122]

$\alpha_{norm}$  : 기준 각도

$\alpha_m$  : 측정된 각도

$t_{ref}$  : 기준 두께

$t_m$  : 측정된 두께

“전제” 단락에서 설명한 조건에 따라 제조된 시트에 대한 이러한 절첩 시험의 결과는, 표 3에서와 동일한 순서로 아래 표 4에 제시되어 있다. 기준 두께  $t_{ref}$  는 2.0 mm 이었다.

T4 템퍼로 형성되고 이후 소부 경화를 거친 부품에 있어서, 프로토콜(protocol)은, 스탬핑에 의한 성형을 모사하기 위해, 자연 시효와 도장 소성 사이에서 10 %의 조절된 신장에 의한 예비 변형이 이루어져야 한다고 권장한다. 본 발명에 따른 자연 시효 이후 인공 시효 처리의 경우에 있어서, 전술한 예비 변형은 최종 구성요소의 인장 특성에 대해 현저한 효과를 나타내지 않는다.

따라서, 최종 템퍼에서의 시트의 절첩 거동은 마무리 및 스탬핑된 구성요소의 절첩 거동과 현저하게 상이하지 않은 것으로 간주될 수 있다.

**표 4**

시험 번호	조성	Rp0.2 [MPa]	$\alpha_{norm}$ [°]
1	발명 1	285	72
2	발명 1	<b>263</b>	<b>98</b>
3	발명 1	235	113
4	발명 2	<b>287</b>	<b>109</b>
5	발명 3	<b>265</b>	<b>93</b>
6	발명 4	<b>312</b>	<b>98</b>
7	발명 5	<b>295</b>	<b>103</b>
8	발명 6	<b>275</b>	<b>99</b>
9	합금 7	249	70
10	합금 7	218	93
11	합금 8	249	91
12	합금 8	238	99
13	합금 9	268	61
14	합금 9	209	103
14	합금 10	290	75
16	합금 10	239	91
<b>17</b>	<b>발명 31</b>	<b>261</b>	<b>94</b>

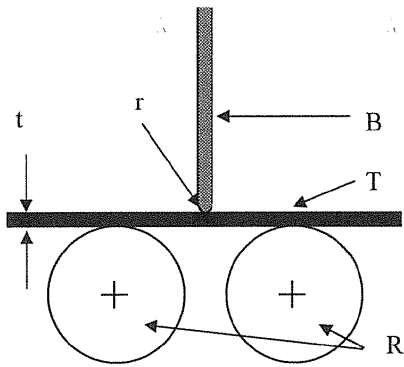
[0123]

[0124]

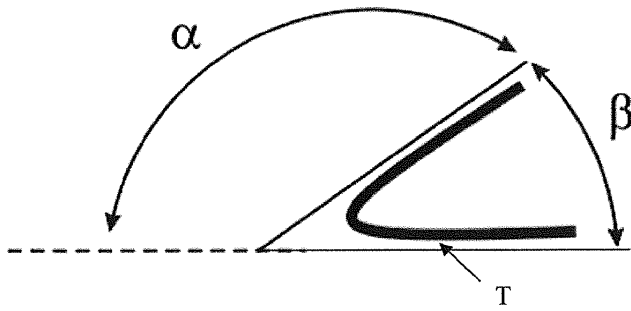
특히, 오직 본 발명에 따른 조성물 및 시효만으로, 원하는 절충, 즉 260 MPa 이상의 인장 항복 강도  $Rp_{0.2}$  및 크랙 없는 90 도 이상의 절첩 각도  $\alpha_{norm}$  에 도달할 수 있다는 것이 명확하게 제시되어 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

