



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0092127
(43) 공개일자 2020년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 73/16 (2018.01) B29C 71/02 (2006.01)

B60S 5/00 (2006.01) C08L 101/12 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B29C 73/16 (2013.01)

B29C 71/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0009290

(22) 출원일자 2019년01월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

기아자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

(72) 발명자

차동은

경기도 화성시 동탄순환대로22길 45 (청계동, 동탄2신도시호반베르디움더클래스) 1201동 602호

김영완

대전광역시 유성구 상대로 17 (상대동, 도안신도시한라비발디아파트) 311동 2504호

김동철

서울특별시 서초구 신반포로15길 19 (반포동, 아크로리버파크) 112동 403호

(74) 대리인

남호현

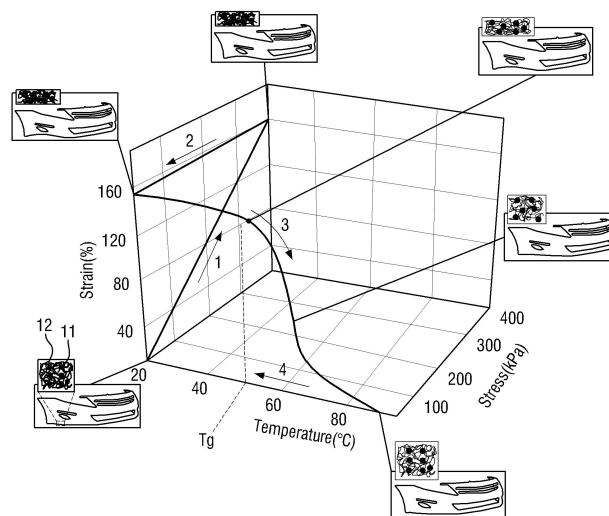
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **형상기억 고분자를 적용한 자동차 패널의 복원방법**

(57) 요약

본 발명은 형상기억 고분자를 적용한 복원방법으로서, 보다 상세하게는 복원방법의 순서에 관한 것이다. 본 발명은 유리 전이 온도 이하의 온도에서 형상기억 고분자 소재의 패널에 충격 하중을 가하는 단계, 충격 하중을 제거하는 단계, 패널에 유리 전이 온도 이상의 고온 환경을 제공하는 단계 및 패널을 상온으로 냉각하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 차량 패널에 대한 충격이 상온에서 발생하더라도 형상을 복원할 수 있으며, 도장 건조 온도 범위, 항온 항습 조건에서 완벽한 형상복원이 가능하다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B60S 5/00 (2013.01)

C08L 101/12 (2013.01)

C08L 2201/12 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

유리 전이 온도 이하의 온도에서 형상기억 고분자 소재의 패넬에 충격 하중을 가하는 단계;
상기 충격 하중을 제거하는 단계;
상기 패넬에 유리 전이 온도 이상의 고온 환경을 제공하는 단계; 및
상기 패넬을 상온으로 냉각하는 단계;를 포함하는, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 유리 전이 온도 이하의 온도는 상온인, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 패넬은 상기 충격 하중에 의해 점탄성체 변형되는, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 충격 하중을 25 이상 50mm/min 미만의 속도로 가하는, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 5

제 4항에 있어서,
상기 패넬의 파단 신율은 200% 이하인, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,
상기 충격 하중을 150mm/min 이상의 속도로 가하는, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,
상기 패넬의 파단 신율은 20% 이하인, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넬의 복원방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,
복원 대상이 강제 변형시켜 탈거한 스냅 핏인, 복원방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,
복원 대상이 강제 변형한 에어댐인, 복원방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,
상기 에어댐에 전열밴드를 장착하는, 복원방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 형상기억 고분자를 적용한 복원방법으로서, 보다 상세하게는 복원방법의 순서에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 형상기억 효과는 일정 온도에서 기억시킨 형상을 기억하고 있다가 외부 자극을 가해 다른 형상으로 변형한 후 가열하면 기억시킨 형상으로 돌아가버리는 현상을 말한다. 형상기억 물질에는 형상기억 합금과 형상기억 고분자가 있다. 형상기억 고분자는 형상기억 합금보다 고탄성 변형이 가능하고, 변형 회복 능력 또한 우수하여 형상기억 고분자에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.

[0004] 도 1은 점탄성 유체의 3차원 형상복원 모델을 나타낸다. 도 1을 참조하면, 형상복원의 일반적인 사이클은 고온, 예를 들어 유리 전이 온도(T_g) 이상의 온도에서 하중을 가해 형상을 고정하는 단계(①), 냉각하는 단계(②), 하중을 제거하여 임시상태의 형태로 변형을 고정하는 단계(③), 환경온도를 상승시켜 원래의 형태로 복원하는 단계(④)로 구성된다. 하지만, 차량 패널의 소재로서 형상기억 고분자를 이용하는 경우, 도 1의 형상복원 모델을 적용하기 매우 곤란하다. 왜냐하면, 유리 전이 온도 이상의 환경에서 차량의 패널이 충돌되는 경우란 극히 드물기 때문이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 차량 패널에 대한 충격이 일반적으로 일어날 수 있는 온도환경에서 발생한 경우 적용할 수 있는 형상복원 모델의 고안을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패널의 복원방법으로서 유리 전이 온도 이하의 온도에서 형상기억 고분자 소재의 패널에 충격 하중을 가하는 단계, 충격 하중을 제거하는 단계, 패널에 유리 전이 온도 이상의 고온 환경을 제공하는 단계 및 패널을 상온으로 냉각하는 단계를 포함할 수

있다.

- [0009] 바람직하게, 유리 전이 온도 이하의 온도는 상온일 수 있다.
- [0010] 바람직하게, 패널은 충격 하중에 의해 점탄성체 변형될 수 있다.
- [0011] 바람직하게, 충격 하중을 25 이상 50mm/min 미만의 속도로 가할 수 있다.
- [0012] 바람직하게, 패널의 파단 신율은 200% 이하일 수 있다.
- [0013] 바람직하게, 충격 하중을 150mm/min 이상의 속도로 가할 수 있다.
- [0014] 바람직하게, 패널의 파단 신율은 20% 이하일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 차량 패널에 대한 충격이 상온에서 발생하더라도 형상을 복원할 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 도장 건조 온도 범위(85℃ 포함), 향온 향습 조건에서 완벽한 형상복원이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 점탄성 유체의 3차원 형상복원 모델을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명인 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패널의 복원방법 및 이에 따른 패널의 형상변화 및 고분자의 배열을 나타낸다.
- 도 3은 인장-회복 시험을 위해 사출 성형하여 제작한 ASTM D638 Type 1을 나타낸다.
- 도 4(a)는 Type 1의 초기 길이(L_0)를, 도 4(b)는 도 4(a)의 Type 1에 인장을 가하였을 때의 변형 길이(L_1)를, 도 4(c)는 도 4(b)의 Type 1에 유리 전이 온도 이상의 온도를 가하였을 때 복원 길이(L_2)를 나타낸다.
- 도 5(a)는 변형 속도에 대한 항복강도를 측정한 실험데이터이며, 도 5(b)는 도 5(a)의 실험데이터 및 변형 속도 1/s를 기준으로 고속에 해당하는 변형 속도에 대한 항복강도의 문헌 데이터를 나타내며, 도 5(c)는 0 내지 1000/s의 변형 속도에 대한 항복강도의 피팅 데이터를 나타낸다. 도 5(d)는 Cowper Symonds model 및 실험 데이터의 비교를 나타낸다.
- 도 6(a)은 변형 속도에 대한 파단 신율을 측정한 실험데이터이며, 도 6(b)는 도 6(a)의 실험데이터 및 변형 속도 1/s를 기준으로 고속에 해당하는 변형 속도에 대한 파단 신율의 문헌 데이터를 나타내며, 도 6(c)는 자연로그 약 -8 내지 약 7의 변형 속도에 대한 진-파단 변형(True Failure Strength)을 나타낸다. 도 6(d)는 응력 변형도 곡선으로 진-파단 변형 곡선과의 교차점 즉 파단점을 나타낸다.
- 도 7은 파단이 일어나지 않는 변형(elongation) 한계, 실제 고속 충돌 실험한 A 및 B의 실제 변형률 및 변형 부분을 나타낸다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예로서 스냅 핏 체결방법을 나타낸다.
- 도 9는 스냅 핏 체결 방법의 순서를 나타낸다.
- 도 10은 자동차 에어댐의 측면도이다.
- 도 11은 전열밴드가 장착된 에어댐을 나타낸다.
- 도 12는 에어댐의 온도 분포를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과

관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0021] 도 2는 본 발명인 형상기억 고분자를 적용한 자동차 패넌의 복원방법 및 이에 따른 패넌의 형상변화 및 고분자의 배열을 나타낸다. 도 2를 참조하면, 본 발명은 유리 전이 온도 이하의 온도에서 형상기억 고분자 소재의 패넌에 충격 하중을 가하는 단계(1), 충격 하중을 제거하는 단계(2), 패넌에 유리 전이 온도 이상의 고온 환경을 제공하는 단계(3) 및 패넌을 상온으로 냉각하는 단계(4)를 포함할 수 있다. 또한, 유리 전이 온도 이하의 온도는 상온(약 20℃)일 수 있다.

[0022] 보다 구체적으로, 유리 전이 온도 이하의 온도에서 예를 들어, 상온에서 하중을 가하기 전인 초기 상태의 패넌에 충격 하중을 가하여 소성변형을 일으킨 후, 하중을 제거하여 패넌을 임시 변형 상태로 고정한다. 그리고 유리 전이 온도 이상의 고온 환경을 패넌에 제공하여 변형을 복원시키고 이를 냉각하여 상온 상태를 제공하면 초기 상태의 패넌 형태로 복원되어 고정된다. 다시 말해서, 본 발명에 따른 복원방법은 종래 복원모델의 역모델로서 설명될 수 있다. 한편, 형상기억 고분자 소재의 패넌은 점탄성체 변형되며, 형상기억 고분자는 열가소성 형상복원 플라스틱이다.

[0023] 본 발명을 실제 패넌 충돌-변형-복원에 활용하기 위한 필수요소는 변형이 일어나는 상태의 변형 속도(Strain rate)와 항복강도의 변화물성 및 변형 속도와 파단신율의 변화물성이다. 이를 통해 패넌에 충격하중이 가해졌을 때, 파단이 일어나지 않는 범위 내에서 복원이 이루어질 수 있는지 판별할 수 있다. 이를 위해서는, 인장-회복 시험을 통해 이들을 도출할 필요가 있다. 인장-회복 시험은 항온, 항습을 전제하여 실시된다.

[0024] 도 3은 인장-회복 시험을 위해 사출 성형하여 제작한 ASTM D638 Type 1을 나타낸다. 도 4(a)는 Type 1의 초기 길이(L₀)를, 도 4(b)는 도 4(a)의 Type 1에 인장을 가하였을 때의 변형길이(L₁)를, 도 4(c)는 도 4(b)의 Type 1에 유리 전이 온도 이상의 온도를 가하였을 때 복원 길이(L₂)를 나타낸다. 복원률(%)은 아래 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$\text{복원률(\%)} = \frac{L_1 - L_2}{L_1 - L_0} \times 100$$

[0025]

[0026] 도 5(a)는 변형 속도에 대한 항복강도를 측정된 실험데이터이며, 도 5(b)는 도 5(a)의 실험데이터 및 변형 속도 1/s를 기준으로 고속에 해당하는 변형 속도에 대한 항복강도의 문헌 데이터를 나타내며, 도 5(c)는 0 내지 1000/s의 변형 속도에 대한 항복강도의 피팅 데이터를 나타낸다. 도 5(d)는 Cowper Symonds model 및 실험 데이터의 비교를 나타낸다.

[0027] 변형 속도와 항복강도의 변화물성은 아래 수학적 식 2의 Cowper Symonds model을 기반으로 물성을 정의한다. 도 5(a) 내지 도 5(d)에 따르면, Cowper Symonds model의 C=2.0, P=7.0으로 한정할 수 있고, 이에 따라 수학적 식 3을 정의할 수 있다.

수학적 식 2

$$\sigma_Y = \sigma_0 \left[1 + \frac{\dot{\epsilon}}{C} \right]^{\frac{1}{P}}$$

σ_Y : 해당 strain rate 적용 시 항복응력

σ_0 : 최소 strain rate의 항복응력

$\dot{\epsilon}$: strain rate

C, P : Cowper-Symonds parameter

[0028]

수학식 3

$$\sigma_Y = 55 \left[1 + \frac{\dot{\sigma}}{2.0} \right]^{\frac{1}{7.0}}$$

[0029]

[0030]

도 6(a)는 변형 속도에 대한 파단 신율을 측정한 실험데이터이며, 도 6(b)는 도 6(a)의 실험데이터 및 변형 속도 1/s를 기준으로 고속에 해당하는 변형 속도에 대한 파단 신율의 문헌 데이터를 나타내며, 도 6(c)는 자연로그 약 -8 내지 약 7의 변형 속도에 대한 진-파단 변형(True Failure Strength)을 나타낸다. 도 6(d)는 응력 변형도 곡선으로 진-파단 변형 곡선과의 교차점 즉 파단점을 나타낸다. 변형 속도와 파단신율의 변화물성은 진-파단 변형 곡선 모델(True Failure Strain Curve model)을 기반으로 물성을 정의하는데 도 6(a) 내지 도 6(d)에 따르면, 아래 수학식 4의 ε_c 및 ε_e 는 $1.1 \varepsilon_c < \varepsilon_e$ 로 한정할 수 있다.

수학식 4

Von-Mises strain : ε_c

$$\varepsilon_e = \frac{1}{\sqrt{2(1+\nu)}} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}$$

ν : 푸아송비 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$: principal strain

ε_c : 실험으로부터 얻는 true failure strain

[0031]

[0032]

한편, 도 6(a)를 더 참조하면, 변형 속도가 저속충격 즉, 50mm/min 미만인 경우, 200% 이하의 파단 신율을 나타내는 변형 속도는 25 이상 50mm/min 미만이며, 변형 속도가 고속충격 즉, 50mm/min 이상인 경우, 20% 이하의 파단 신율을 나타내는 변형 속도는 150mm/min 이상이다. 후술하는 바와 같이, 본 발명인 복원방법은 200% 이하의 파단 신율 및 20% 이하의 파단 신율에서 적용될 수 있다.

[0033]

도 7은 파단이 일어나지 않는 변형(elongation) 한계, 실제 고속 충돌 실험한 A 및 B의 실제 변형률 및 변형 부분을 나타낸다. 도 7을 참조하면, 고속충돌 영역 즉, 변형 속도 50mm/min 이상에서 파단이 일어나지 않는 변형(elongation) 한계 10~20%를 나타내는 가이드라인과 저속충돌 영역 즉 50mm/min 미만에서 파단이 일어나지 않는 변형(elongation) 한계 200%를 나타내는 가이드라인이 설정되어 있다. 고속 충돌에서 변형이 일어난 A 및 B 부분 중, 가장 많은 변형이 일어난 부분인 B 부분의 실제 변형이 4.6%이기 때문에 파단이 일어나지 않는 아래 영역, 즉, 10% 아래이므로 본 발명에 따르면 95% 이상의 회복이 가능하다.

[0034]

진술한 항복강도의 변화 물성과 파단신율의 변화 물성은 패널 저속충격 및 복원 유효 변형율 분석 프로세스 중 해석용 물성도출 단계에 활용할 수 있다. 충돌 모드별 패널의 최대 변형 부위를 해석적으로 분석할 때, 저속충격에서 200% 내 변형에서 연신되고 파단이 일어나지 않으면 소재가 완벽하게 복원되는 특성을 이용할 수 있다. 그리고 고속충격에서 20% 내 변형에서 연신되고 파단이 일어나지 않으면 소재가 완벽하게 복원되는 특성을 이용할 수 있다. 따라서, 형상복원 유효성 판별기준으로는 저속영역과 고속영역의 기준에 맞게 소성변형의 유효변형을 판정할 수 있는 분석 과정을 정의할 수 있다.

[0035]

도 8은 본 발명의 일 실시예로서 스냅 핏 체결방법을 나타낸다. 도 9는 스냅 핏 체결 방법의 순서를 나타낸다. 도 8 및 도 9를 참조하면, 스냅 핏을 인위적으로, 강제적으로 탈거할 경우 스냅 핏에 변형이 일어난다(도 9(a) 참조). 강제변형된 스냅핏을 본 발명에 따라 유리 전이 온도보다 높은 온도에서 복원함으로써 변형된 형상을 완벽하게 복원할 수 있다(도 9(b) 참조). 이에 따라, 스냅 핏을 재사용할 수 있다는 이점 또한 있다.

[0036]

도 10은 자동차 에어댐의 측면도이다. 도 11은 전열밴드가 장착된 에어댐을 나타낸다. 도 12는 에어댐의 온도 분포를 나타낸다. 에어댐은 자동차의 공력성능을 위한 부품이다. 표 1은 전열밴드의 시간에 따른 전력 및 최저 온도를 나타낸다.

표 1

Time (sec)	7	11	17	35
Power(watt)	0.050	0.030	0.020	0.010
Lowest Temp.(°C)	84	84	86	86

[0037]

[0038]

도 10 내지 도 12 및 표 1을 참조하면, 에어댐의 투영면적을 증대시키기 위해 에어댐을 사출성형 후, 하강위치까지 강제변형 가공하고 내측에 부착된 전열밴드에 전력을 전달하여 온도를 유리 전이 온도 이상의 범위로 에어댐의 온도변화를 가져오면 형상복원 기능이 작용하여 에어댐이 위치가 상향되어 액티브 공력 메커니즘 기능을 구현할 수 있게 된다. 나아가, 투영면적은 감소되나 지상고가 상향되어 지면의 장애물이나 둔턱 등에 의한 손상을 방지할 수 있으며 고속 주행 시에만 투영면적을 증대시키는 로직과 연동 가능하다.

[0039]

이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0041]

① : 종래 모델의 형상 고정 단계

② : 종래 모델의 냉각 단계

③ : 종래 모델의 하중 제거 단계

④ : 종래 모델의 환경온도 상승 단계

1 : 본 발명의 충격 하중을 가하는 단계

2 : 본 발명의 하중을 제거하는 단계

3 : 본 발명의 고온 환경을 제공하는 단계

4 : 본 발명의 냉각 단계

L_0 : Type 1의 초기 길이

L_1 : Type 1의 변형 길이

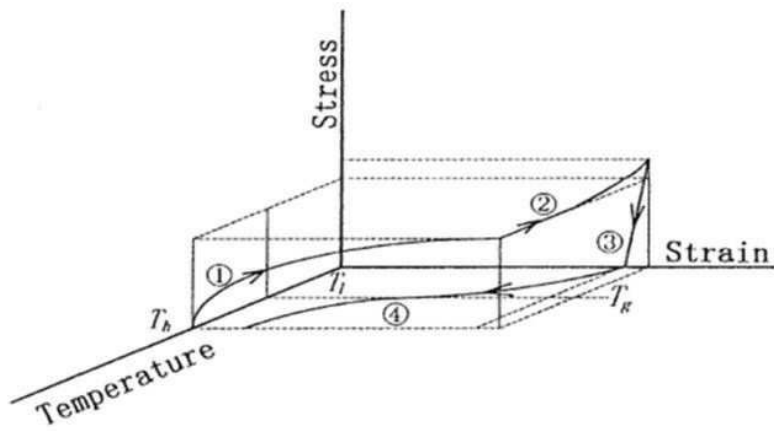
L_2 : Type 1의 복원 길이

11 : 고분자

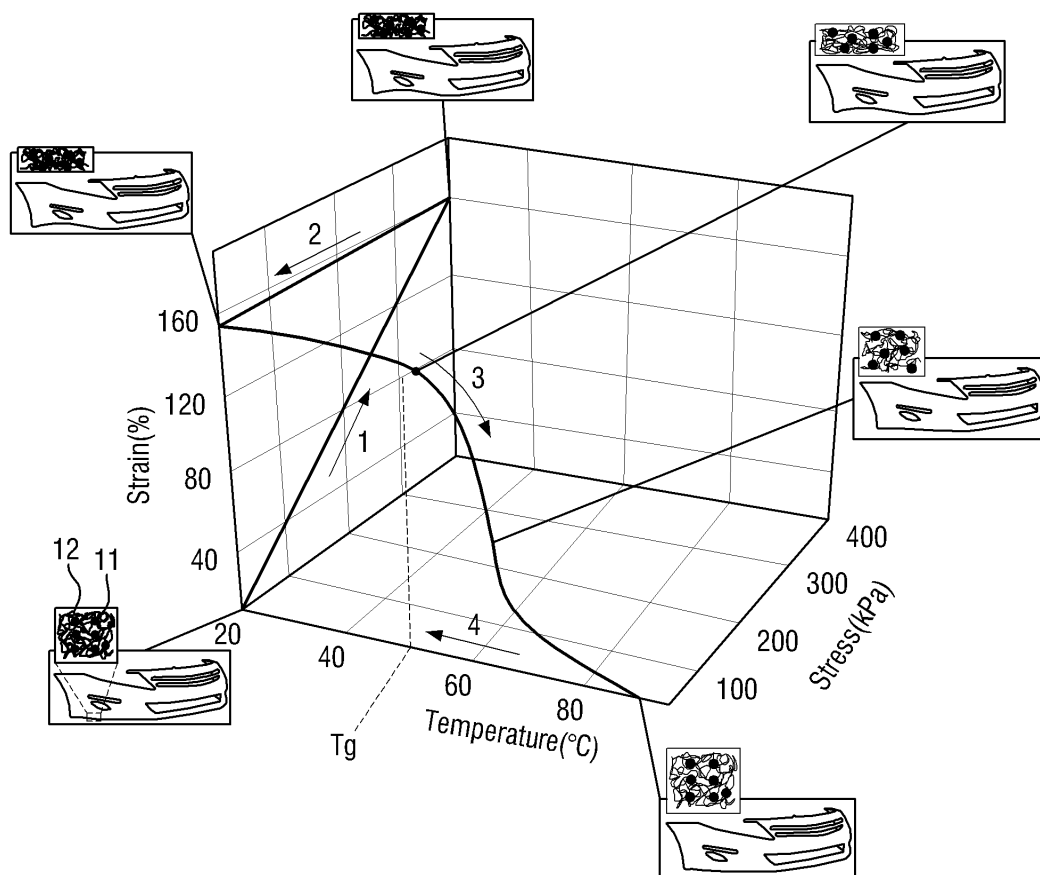
12 : 가교

도면

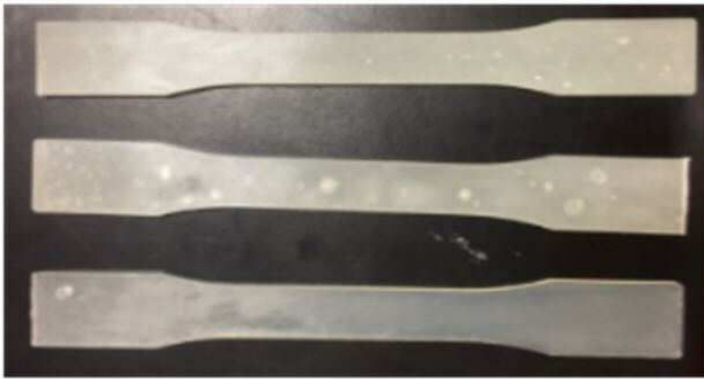
도면1



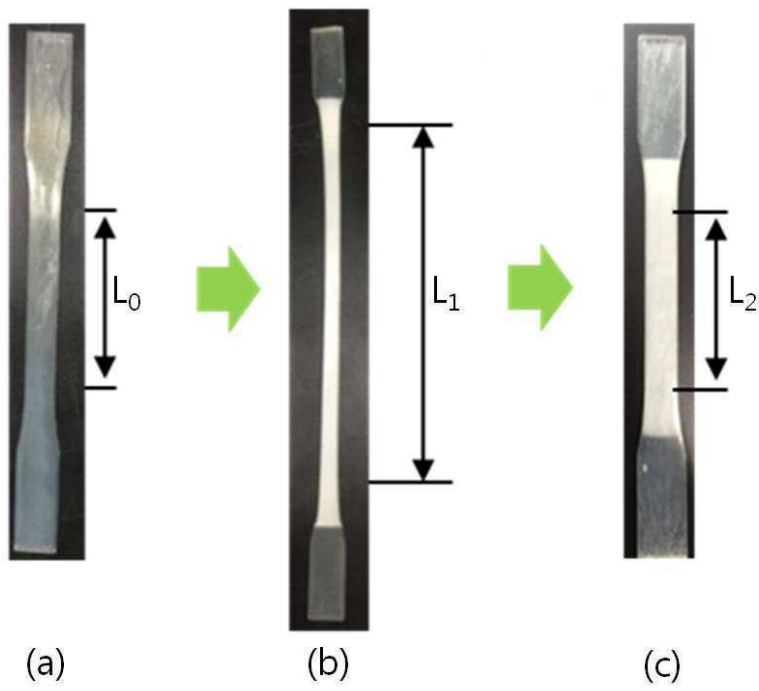
도면2



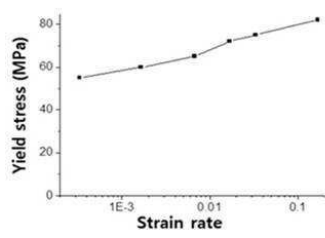
도면3



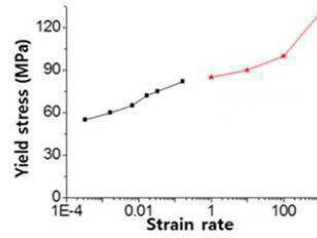
도면4



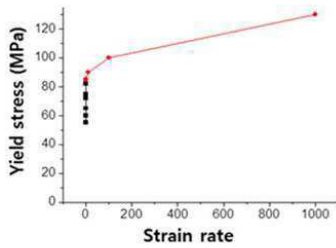
도면5



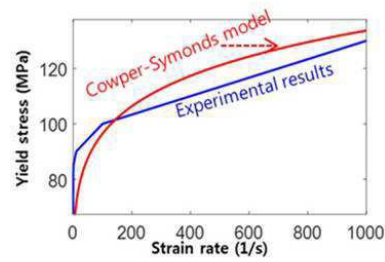
(a)



(b)

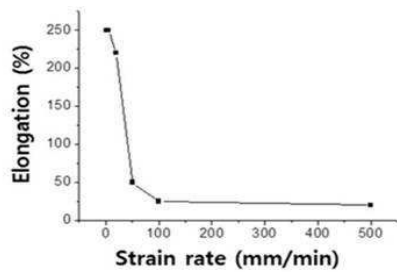


(c)

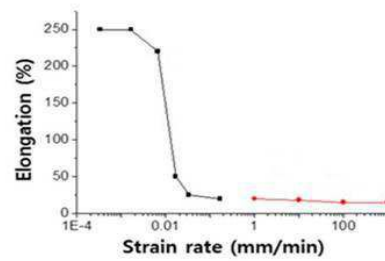


(d)

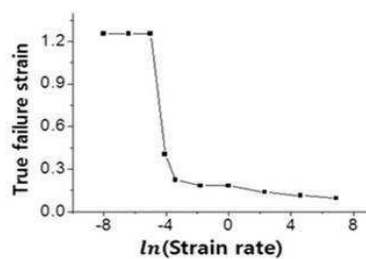
도면6



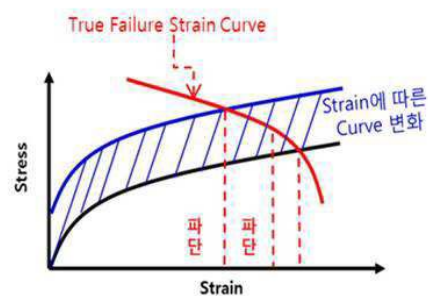
(a)



(b)

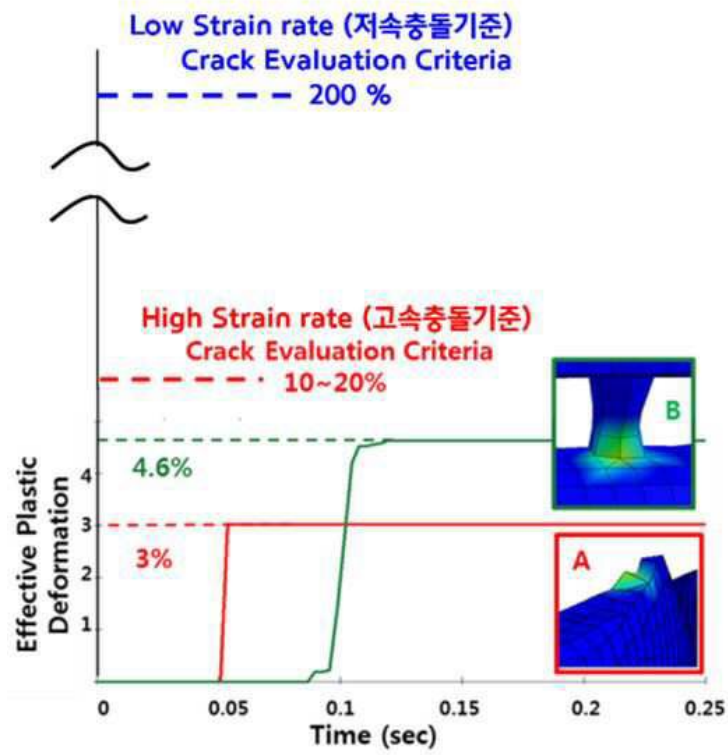


(c)

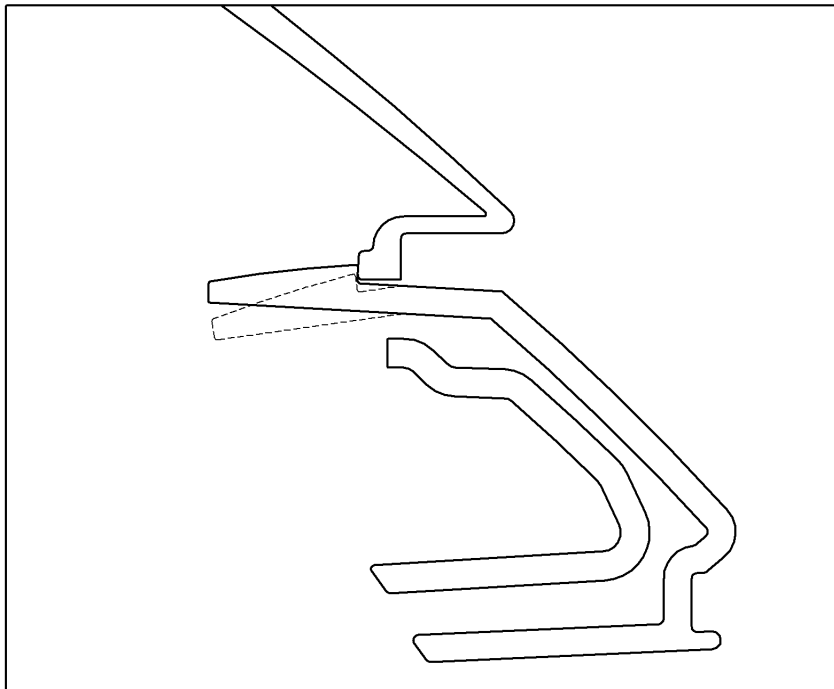


(d)

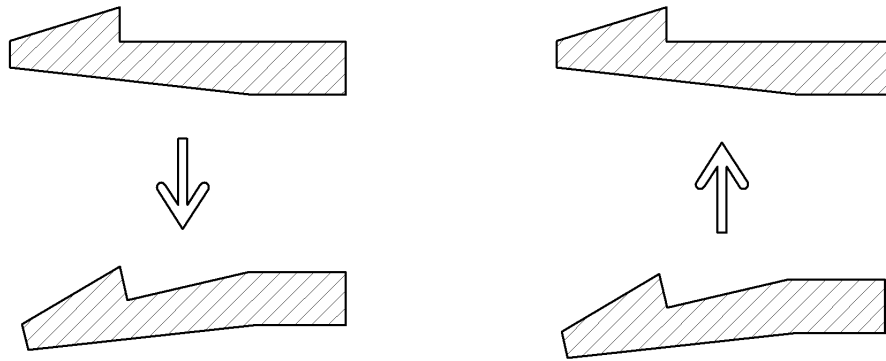
도면7



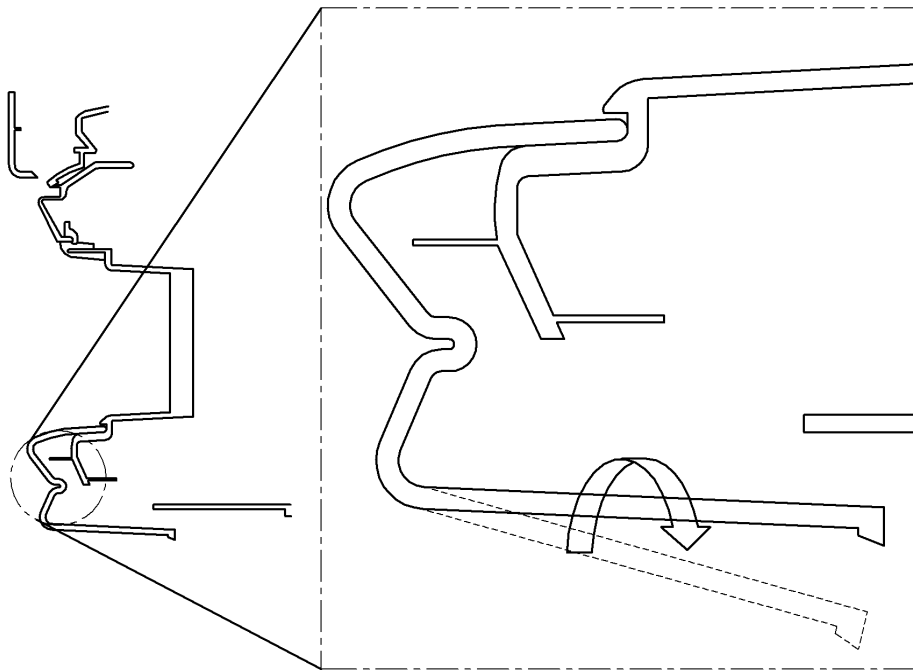
도면8



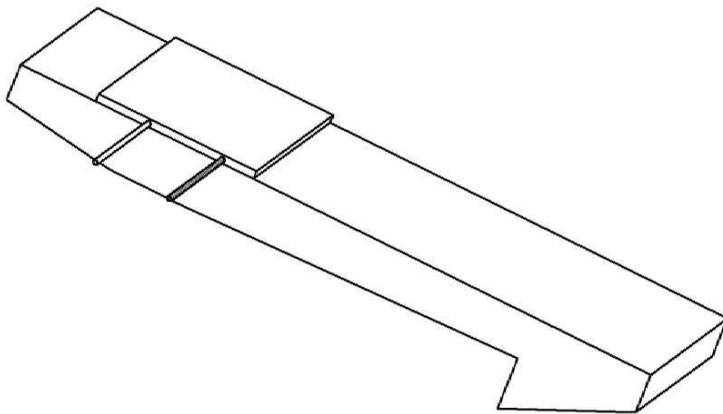
도면9



도면10



도면11



도면12

