(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0055630
(43) 공개일자 2016년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 3/42 (2006.01) *G01N 3/08* (2006.01)
G01N 3/20 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0155686
(22) 출원일자 2014년11월10일
심사청구일자 2014년11월10일

(71) 출원인
현대자동차주식회사
서울특별시 서초구 헌릉로 12 (양재동)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
이강선
경기도 성남시 분당구 정자일로 72 청솔마을한라아파트 305동 102호
김주영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술대학교 신소재공학부
(74) 대리인
특허법인태평양

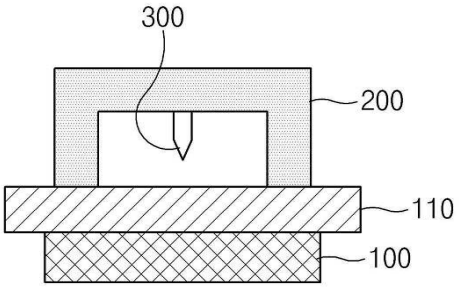
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법**

(57) 요 약

본 발명은 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법에 관한 것으로, 유리 시편 저면에 부착된 마그네틱과, 마그네틱의 자력에 의해 유리 시편에 기립된 압입시험기와, 압입시험기에 수직 이동 가능하도록 구비된 구형압입자를 포함하며, 구형 압입자를 이용하여 수 마이크로미터의 깊이를 압입하기 때문에, 유리 시편이 파손 또는 손실되는 것이 방지되며, 경도, 강도 등 기계적 물성이 측정될 수 있는 효과가 있는 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

유리 시편의 저면에 부착된 마그네틱;

상기 마그네틱의 자력에 의해 상기 유리 시편에 기립된 압입시험기; 및

상기 압입시험기에 수직 이동 가능하도록 구비된 구형압입자를 포함하는 유리소재 안전성 평가 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유리 시편에 압축력과 인장력을 동시에 가할 수 있도록 형성된 링온링지그를 더 포함하는 유리소재 안전성 평가 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 구형압입자의 지름이 250 마이크로 미터인 유리소재 안전성 평가 장치.

청구항 4

4점 굽힘 시험을 통해서 유리 시편의 강도를 측정하고,

측정된 상기 유리 시편의 강도값이 기준강도값에 보다 큰지 비교하는 소재적정성판단단계; 및,

측정된 상기 유리 시편의 강도값이 상기 기준강도값 보다 크면,

상기 유리 시편을 차량에 장착하고,

압입 시험을 통해 측정된 상기 유리 시편의 경도를 상기 유리 시편의 소성구속인자로 나눠 유동강도값을 산출하고,

상기 강도값에서 상기 유동강도값을 뺀 값이 기준강도값 보다 큰지를 비교하는 안전성판단단계;를 포함하는 유리소재 안전성 평가 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 소성구속인자는 상기 소재적정성판단단계 이전에 산출되며,

상기 소성구속인자는,

링온링지그를 통해 상기 유리 시편에 가해진 하중 변위량과,

상기 유리 시편에 부착된 스트레인 게이지를 통해 측정된 표면 응력과,

상기 유리 시편의 면적을 변수로 산출되는 유리소재 안전성 평가 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 표면 응력은 상기 유리 시편의 탄성계수와 상기 스트레인 게이지를 통해 측정된 길이 변화량의 곱으로 산출되는 유리소재 안전성 평가 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 소성구속인자 산출 시, 압입시험을 통해 상기 유리 시편의 경도 데이터를 도출하는 유리소재 안전성 평가 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

미리 도출된 상기 유리 시편의 경도 데이터는 선 도출된 하중과 변위 그래프를 포함하며,

상기 선 도출된 하중과 변위 그래프와, 차량에 장착된 후 압입시험을 통해 도출된 상기 유리 시편의 후 도출된 하중과 변위 그래프를 비교하는 유리소재 안전성 평가 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 자동차에 사용되는 유리의 적합성을 판단하고, 가공 및 조립 시 발생되는 표면응력을 측정하여 유리의 안전성 여부를 비파괴적으로 평가할 수 있도록 하는 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현재, 자동차용 유리 소재의 안전성 평가 및 해석을 위한 정확한 강도 물성 자료 부재로 인하여 정확한 전산모사(시뮬레이션) 및 역학해석이 불가능하다.

[0003] 특히, 유리의 강도를 정확히 측정할 수 있는 측정법이 없어서, 유리가 가공되어 차량에 탑재된 상태 즉, 유리가 다양한 곡률 및 색상을 가지는 상황에서 파손 없이 잔류 응력을 측정하는 것이 곤란하였다.

[0004] 이로 인하여, 차량 사고나 주행 중 유리 제품의 파손 시 발생되는 파손을 정확히 분석하는 것이 불가능하고 원인 분석이 모호하여 근본적인 파손 품질 개선이 어려웠다.

[0005] 이러한 현황을 극복하고자, 자동차 유리에 적합한 파괴 및 비 파괴 강도 평가법을 개발하고, 유리 종류별로 다양한 조건(두께, 색, 접합방법 등)에서 강도 물성 자료를 확립하여, 품질 및 신뢰성 향상을 목적으로 하는 연구가 필요한 실정이다.

[0006] 한편, 경도 시험에서 유래한 시험법으로 강성 압입자로 소재 표면을 살짝 눌러서, 하중을 인가시키고 하중이 제거되는 과정 중에 인가되는 하중과 변위를 측정하고, 얻어지는 곡선을 통해 소재의 기계적인 물성을 측정하는 미세경도 시험법이 있다.

[0007] 이러한 미세경도 시험법은 압입 깊이가 수십 나노미터에 달할 정도로 매우 낮은 압입 깊이의 접촉을 통해서도 측정이 가능하여 비파괴적으로 강도 물성을 측정할 수 있다.

[0008] 또한, 인장, 압축, 굽힘과 같은 기존의 기계적 시험 법으로는 측정이 매우 어려운 미세 소재의 경우, 표면에서의 얕은 접촉을 통해 기계적 물성을 측정하는 나노 인덴테이션 기술이 거의 유일한 기계적 시험법으로 전 세계적으로 다양한 분야에서 널리 활용되고 있다.

[0009] 그리고, 미세경도 시험을 통해 측정되는 경도는 소재의 평균압력과 같고, 평균압력으로부터 역학적 해석을 통하여 강도를 측정하는 브리넬경도 시험법이 있다.

[0010] 브리넬경도 시험법은 구형 압입자를 이용하여, 압입 깊이가 증가함에 따라 재료에 인가되는 대표 유동 응력, 변형률이 증가하게 되고, 다양한 압입 깊이에서 다양한 대표 유동응력, 변형률을 측정한 후 소재의 강도 물성을 측정하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2010-0004940호(2010.01.13.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 이에 상기와 같은 점을 감안하여 발명된 본 발명의 목적은, 자동차에 사용되는 유리의 적합성을 판단하고, 가공 및 조립 시 발생되는 표면응력을 측정하여 유리의 안전성 여부를 비파괴적으로 평가할 수 있도록 하는 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치는, 유리 시편 저면에 부착된 마그네틱과, 마그네틱의 자력에 의해 유리 시편에 기립된 압입시험기와, 압입시험기에 수직 이동 가능하도록 구비된 구형압입자를 포함한다.

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 유리소재 안전성 평가 방법은, 4점 굽힘 시험을 통해서 유리 시편의 강도를 측정하고, 측정된 유리 시편의 강도값이 기준강도값에 보다 큰지 비교하는 소재적정성판단단계 및, 측정된 유리 시편의 강도값이 기준강도값 보다 크면, 유리시편을 차량에 장착하고, 압입 시험을 통해 측정된 유리 시편의 경도를 유리 시편의 소성구속인자로 나눠 유동강도값을 산출하고, 강도값에서 유동강도값을 뺀 값이 기준강도값 보다 작은지를 비교하는 안전성판단단계를 포함한다.

발명의 효과

[0015] 위와 같은 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법에 따르면, 구형 압입자를 이용하여 수 마이크로미터의 깊이를 압입하기 때문에, 유리 시편이 파손 또는 손실되는 것이 방지되며, 경도, 강도 등 기계적 물성이 측정될 수 있는 효과가 있다.

[0016] 또한, 비파괴적이고 간단한 강도 측정 기술 도입을 통하여, 생산품의 샘플링 비율을 늘려 하자 제품의 선별도를 높이고, 이를 통하여 생산 원가 및 AS비용을 획기적으로 절감할 수 있는 효과가 있다.

[0017] 또한, 자동차용 유리의 안전성 향상을 통하여 운행 시나, 사고 시 파손으로 인한 인명 및 재산 피해를 줄일 수 있는 효과가 있다.

[0018] 또한, 유리 재료 및 공정과 강도의 잔류 응력의 상관관계 규명을 통하여 고강도 및 고신뢰성 유리 개발에 기여할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 일실시예의 유리소재 안전성 평가 장치의 개요도,

도 2는 도 1의 유리소재 안전성 평가 장치에 구비되는 링온링지그의 개요도,

도 3은 본 발명의 일실시예의 유리소재 안전성 평가 방법의 절차도,

도 4는 링온링지그를 통해 유리 시편에 가해지는 압축력과 인장력 그래프,

도 5는 인위적 잔류응력과 압입시험을 통해 측정된 표면응력 비교 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 본 발명은 자동차용 유리 소재를 조립 전 연구실 규모의 샘플을 이용하여, 비파괴적 압입시험을 진행하고, 압입시험을 통해 해당 유리소재의 적합성을 판단한다.

[0021] 그 후, 유리소재가 차량에 조립된 상태에서 압입시험을 시행하고, 얻은 결과값을 통하여 안전성을 평가하게 된다.

[0022] 이때, 소재를 통한 압입시험에서의 부적격 판정을 받은 것은 유리소재 자체의 불량으로 판단할 수 있고, 유리소재의 압입 시험에서 적격 판정을 받았지만, 실차 장착 후 부적격 판정을 받게 된다면, 실차에 조립하는 공정 중 추가적인 외력, 비틀림을 통해 소재에 잔류응력이 인가된 것으로 판단하게 된다.

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0024] 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치는, 유리 시편(110) 저면에 부착된 마그네틱(100)과, 마그네틱(100)의 자력에 의해 유리 시편(110)에 기립된 압입시험기(200)와, 압입시험기(200)에 수직 이동 가능하도록 구비된 구형압입자(300)를 포함한다.

[0025] 유리 시편(110)은 차량에 장착되는 가공된 유리를 의미하며, 마그네틱(100)은 자력을 가지며, 유리 시편(110)에 부착될 수 있도록 제작된다.

[0026] 압입시험기(200)는 유리 시편(110)에 기립되며 소정거리 이격된 두 기둥부와, 두 기둥부의 상단을 연결하는 연결부를 포함하며, 구형압입자(300)는 연결부의 길이방향 중심에 장착된다. 이때, 구형압입자(300)가 상하 이동될 수 있도록 유압장치가 압입시험기(200)에 구비된다.

[0027] 본 발명의 일실시예에서 구형압입자(300)는 지름이 250 마이크로 미터가 되도록 제작된다. 계장화 압입시험 장비에는 다양한 모양의 압입자 사용이 가능한데, 유리의 강도 및 응력 비파괴 평가를 위해서는 구형 압입자를 사용하는 것이 바람직하다.

[0028] 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치는, 유리 시편(110)에 압축력과 인장력을 동시에 가할 수 있도록 형성된 링온링지그(400)를 더 포함한다.

[0029] 링온링지그(400)는 유리 시편(110)의 저면과 상면에 직경이 다른 링을 위치시킨 뒤, 상면에 있는 링에 압축력을 가함으로써, 유리 시편(110)의 상면에는 압축력을, 저면에는 인장력을 가하게 된다. 링온링지그(400)에 의해서, 유리 시편(110)은 내부응력이 변화하였지만 파손되지 않은 상태를 유지하게 된다. 이 상태에서 압입시험이 진행되어, 유리 시편(110)의 경도 및 강도, 하중과 변위 곡선 등을 측정하게 된다.

[0030] 링온링지그(400)를 이용해 유리 시편(110)의 표면에 이축 잔류 응력(EQUI-BIAXIAL RESIDUAL STREESS)을 인위적으로 가해준 후, 구형압입자(300)가 구비된 압입시험기(200)를 이용하여 유리의 강도 및 표면응력 상태를 비파괴적으로 평가하게 된다.

[0031] 이때, 링온링지그(400)를 통해 유리 시편(110)에 이축 잔류 응력 즉, 압축력과 인장력을 가하게 되면, 압축 시의 하중은 일반 유리소재의 하중 보다 커지며, 인장 시의 하중은 일반 유리소재의 하중 보다 작게 되므로, 인위적으로 유리 시편(110)의 표면응력을 제어할 수 있게 된다(도 4 참조).

[0032] 경도 데이터베이스는, 차량에 장착 가능한 유리소재를 유리 시편(110)으로 하여, 링온링지그(400)를 통해 유리 시편(110)을 압축 및 가압한 상태에서 압입시험기(200)를 작동시켜 차량에 장착 가능한 유리소재 즉, 유리 시편(110)의 경도 및 강도, 하중과 변위 곡선 등을 측정하여 저장하게 된다.

[0033] 경도 데이터베이스에 저장된 물성치를 통해서, 유리 시편(110)의 소성구속인자를 도출하게 된다.

[0034] 이때, 소성구속인자는 아래 수학식 1을 통해 도출된다.

수학식 1

[0035] $$\sigma_{res^x} = \frac{1}{\psi}\frac{\Delta L}{A_c}$$

[0036] σ_{res^x}는 잔류응력, ψ는 소성구속인자, ΔL은 하중 변위량, A_c는 압입자 접촉 면적(INDENTATION CONTACT AREA) 이다.

[0037] 위의 수학식 1을 통해 도출된 소성구속인자를 기본 데이터로 활용하여, 압입시험을 통해 동일 종류의 유리 시편(110)의 잔류응력을 구할 수 있게 된다.

[0038] 또한, 잔류응력은 유리 시편(110)의 탄성계수와 스트레인 게이지 통해 측정된 길이 변화량의 곱으로 산출되며, 잔류응력은 아래 수학식 2를 통해 도출된다.

수학식 2

[0039] $$\sigma_{res^x} = E \cdot \varepsilon$$

[0040] σ_{res^x}는 잔류응력, E는 탄성계수(ELASTIC MODULUS), ε는 길이 변화량이다.

[0041] 수학식 3은 경도와 소성구속인자의 관계를 나타낸다.

수학식 3

[0042] $$H = \psi \cdot \sigma$$

[0043] 이때, H는 경도이고, ψ는 소성구속인자이고, σ는 유동변형력(FLOW STRESS)이다.

[0044] 비파괴적 압입 시험을 통해 측정된 유리시편(110)의 경도와 미리 산출된 소성구속인자를 통해 유동변형력을 산출하고, 유동변형력을 와이블분포법으로 구한 유리 시편(110)의 기준강도값과 비교하여 안전성을 검증할 수 있게 된다. 이하, 비교의 편의를 위해서 유동변형력을 유동강도값이라 지칭한다.

[0045] 와이블분포법은 재료의 파괴강도를 분석하면서 고안한 확률분포로 금속 및 복합재료의 기계적 물성을 확률적으로 분석하는 통계처리 방법으로 99퍼센트의 안전범위를 설정하는 것이 가능하다.

[0046] 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치는 도 3에 도시된 절차도에 의해 작동된다.

[0047] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 유리소재 안전성 평가 방법은, 4점 굽힘 시험을 통해서 유리 시편(110) 즉, 소재의 강도를 측정하고, 측정된 소재의 강도값이 기준강도값에 보다 큰지 비교하는 소재적정성판단단계(S100) 및, 측정된 소재의 강도값이 기준강도값 보다 크면, 소재를 차량에 장착하고, 압입 시험을 통해 측정된 소재의 경도를 소재의 소성구속인자로 나눠 유동강도값을 산출하고, 강도값에서 유동강도값을 뺀 값이 기준강도값 보다 큰지를 비교하는 안전성판단단계(S200)를 포함한다.

[0048] 소성구속인자는 소재적정성판단단계(S100) 이전에 산출되며, 링온링지그(400)를 통해 소재 즉, 유리 시편(110)에 가해진 하중 변위량과, 유리 시편(110)에 부착된 스트레인 게이지를 통해 측정된 표면 응력과, 유리 시편(110)의 면적을 변수로 앞서 기재된 수학식 1을 통해 산출된다.

[0049] 이때, 유리 시편(110)의 소성구속인자는 앞서 기재된 수학식 1을 이용하여 미리 구해진다. 소성구속인자 산출

시, 링온링지그(400)를 통해 유리 시편(110)의 내부 응력을 변화시키고, 압입시험을 통해 유리 시편(110)의 경도 데이터를 도출하게 된다.

[0050] 좀더 정확히는, 링온링지그(400)를 이용하여 유리 시편(110)에 압축 응력과 인장 응력을 인가해준 뒤, 브리넬 경도시험법을 통해 압입시험을 진행하게 된다.

[0051] 압입시험이 완료된 후, 하중과 변위 그래프에서 하중이 제거되는 영역에 대한 분석을 실시하고, 위 수학식 1을 이용하여 잔류응력을 구하게 된다.

[0052] 안전성판단단계(S200)에서 차량에 장착된 유리 시편(110)의 경도 측정 시에 유리 시편(110)의 표면 응력은, 유리 시편(110)의 탄성계수와 스트레인 게이지를 통해 측정된 길이 변화량의 곱으로 산출된다. 이때, 유리 시편(110)의 표면응력은, 앞서 기재된 수학식 2를 통해 산출되며, 소재적정성판단단계(S100) 이전에 링온링지그(400)를 이용한 압입시험을 통해 산출된 표면 응력과 비교하게 된다(도 5 참조).

[0053] 미리 도출된 유리 시편(110)의 경도 데이터는 선 도출된 하중과 변위 그래프를 포함하며, 선 도출된 하중과 변위 그래프와, 차량에 장착된 후 압입시험을 통해 도출된 유리 시편(110)의 후 도출된 하중과 변위 그래프를 비교하여, 조립 중 큰 하중이 유리 시편(110)에 가해졌는지를 판단하게 된다.

[0054] 기준강도값은 앞서 기재된 와이블분포법을 통해 산출되며, 강도값에서 유동강도값을 뺀 값이 기준강도값 보다 작을 때, 조립 시 큰 하중이 발생하여, 유리 시편(110)의 강도가 기준치 보다 낮아져 작은 충격에 파손될 것이라 예측하게 된다.

[0055] 앞서 기술한 바를 정리하면 본 발명은 유리 소재가 차량에 사용가능한지 적합성을 판단하고, 유리 원판 소재를 자동차 삽입 용도로 가공 및 조립 공정 중에 발생하는 표면응력을 측정하여 자동차용 부품소재로써 유리의 안전성 여부를 비파괴적으로 평가하는 것으로, 유리 소재 적합성 및 자동차 조립 후 안전성 평가를 하게 된다.

[0056] 또한, 링온링지그(400)를 이용하여 유리 시편(110)의 내부 응력을 변화시키며 시험을 진행해 얻은 강도값을 문헌상 고유 강도와 비교하여 소재 자체의 적합성을 평가하게 된다.

[0057] 또한, 적합성 평가를 통과한 소재로 제작된 유리부품을 실제 차량에 조립하고 압입시험을 진행하여 조립 중 하중이 가해져 표면응력이 과도한지를 측정함으로써, 안전성을 평가하게 된다. 이때, 적합성 평가에는 통과하였지만, 안전성 평가에서 불합격한 경우를 조립 중 과도한 응력이 발생한 것으로 판단하게 된다.

[0058] 위와 같은 본 발명의 유리소재 안전성 평가 장치 및 평가 방법은 자동차 유리에 국한 되지 않고, 유리 소재 산업에 적용됨으로써 제품 품질 관리 효율성 및 신뢰성이 향상될 것이다.

[0059] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

[0060] 100: 마그네틱 110: 유리 시편

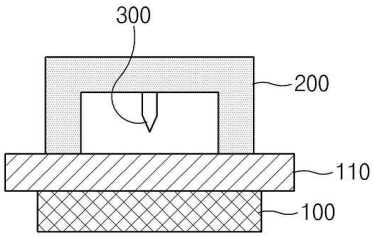
200: 압입시험기 300: 구형압입자

400: 링온링지그

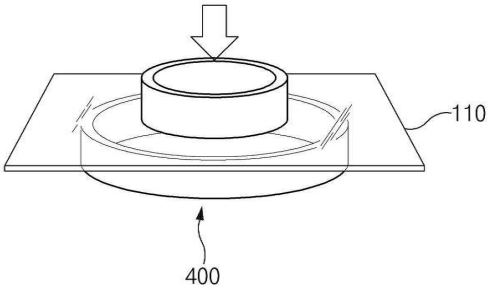
S100: 소재적정성판단단계 S200: 안전성판단단계

도면

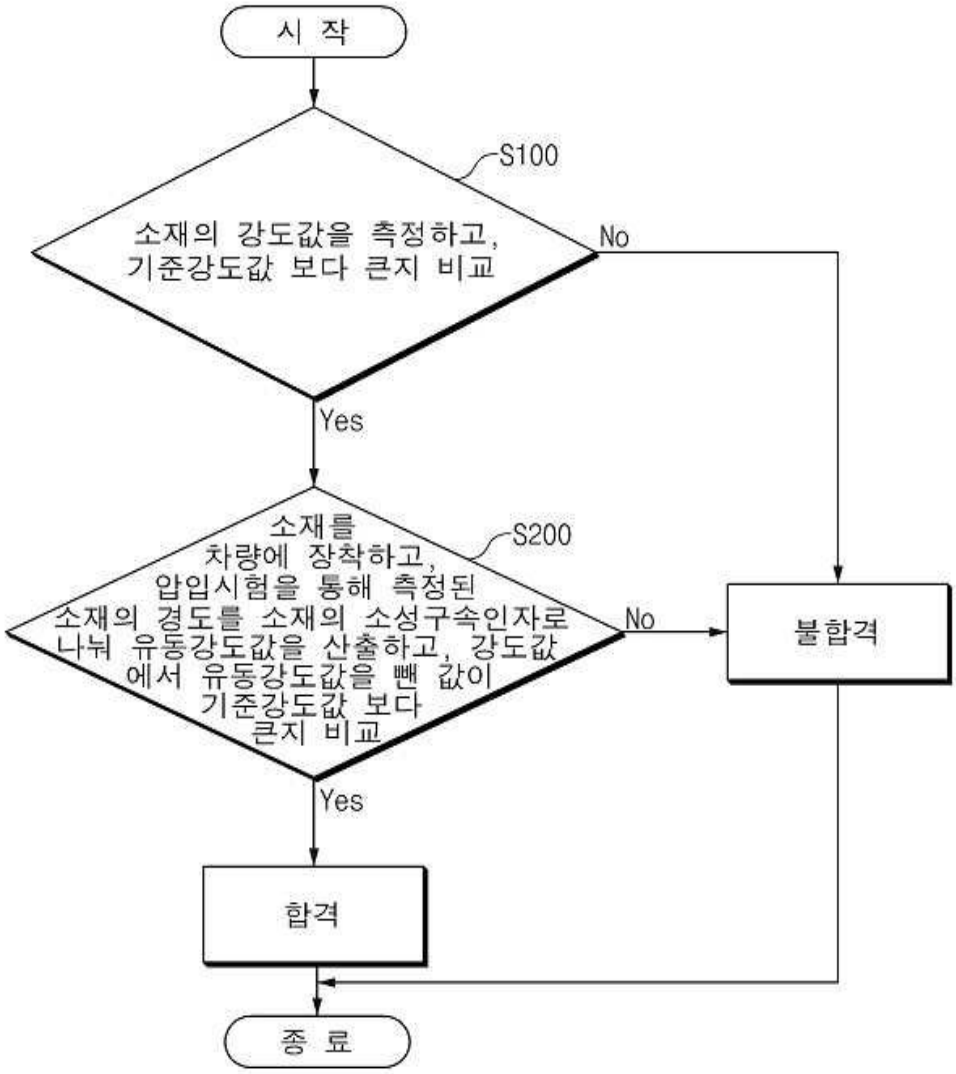
도면1



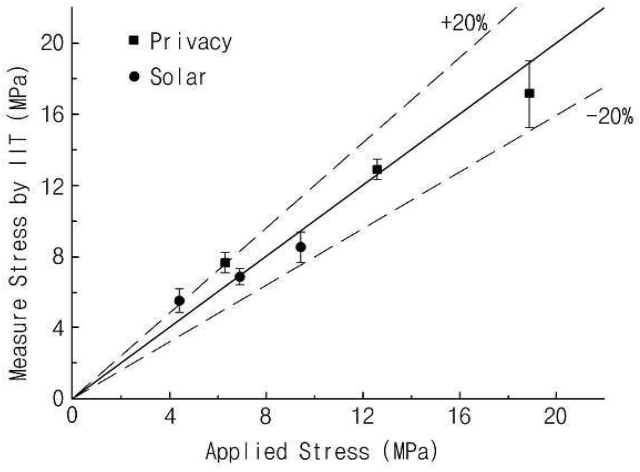
도면2



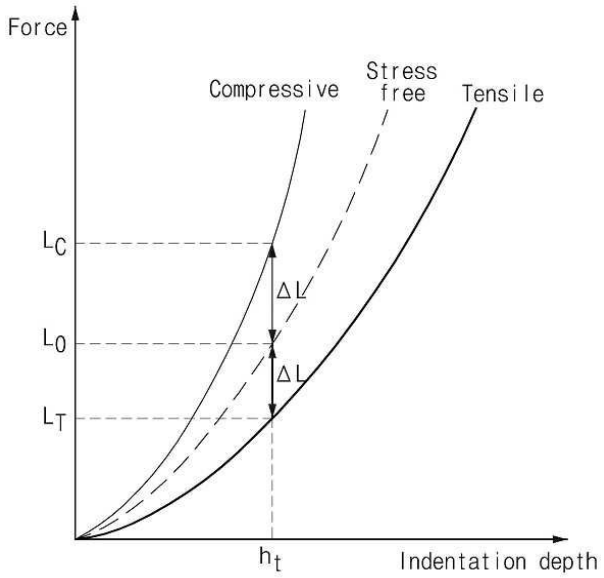
도면3


시 작
S100
소재의 강도값을 측정하고,
기준강도값 보다 큰지 비교
No
Yes
S200
소재를
차량에 장착하고,
압입시험을 통해 측정된
소재의 경도를 소재의 소성구속인자로
나눠 유동강도값을 산출하고, 강도값
에서 유동강도값을 뺀 값이
기준강도값 보다
큰지 비교
No
불합격
Yes
합격
종 료

도면4


Privacy
Solar
+20%
-20%
Measure Stress by IIT (MPa)
Applied Stress (MPa)
0
4
8
12
16
20

도면5


Force
Compressive
Stress
free
Tensile
L_C
L_0
L_T
ΔL
ΔL
h_t
Indentation depth