



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0035308
(43) 공개일자 2014년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09J 7/00 (2006.01) **C09J 7/02** (2006.01)
B32B 7/10 (2006.01) **C09J 7/04** (2006.01)
C09J 183/04 (2006.01) **C09J 175/04** (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7012733
(22) 출원일자(국제) 2011년10월21일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년05월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/057309
(87) 국제공개번호 WO 2012/078249
국제공개일자 2012년06월14일
(30) 우선권주장
61/405,544 2010년10월21일 미국(US)

(71) 출원인
유니버시티 오브 매사추세츠
미국 02110 매사추세츠주 보스톤 프랭클린 스트리트 225 12 플로어
(72) 발명자
크로스비, 앤프레드, 제이.
미국, 매사추세츠주 01002, 36 로즈마리 스트리트 애머스트
바틀렛, 미카엘
미국, 매사추세츠주 01375, 아파트 54 선더랜드, 279 애머스트 로드
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정영수

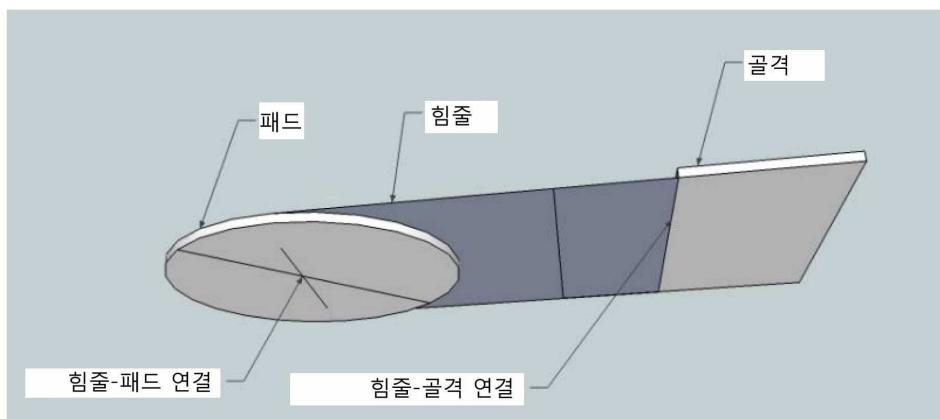
전체 청구항 수 : 총 130 항

(54) 발명의 명칭 고성능의 분리가 쉽고, 장기간 사용의 접착제 장치

(57) 요약

본 발명은 높은 하중지지 성능, 쉬운 분리 및 다양한 응용에서 장시간/반복 사용에 적합한 새로운 장치, 시스템, 설계, 재료 및 제작 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

크롤, 앤드류, 비.

미국, 노스다코타주 58078, 926 웨스트포트 파크웨
이 웨스트 파고

킹, 다니엘, 알.

미국, 매사추세츠 01375, 아파트 44 선더랜드, 279
애머스트 로드

특허청구의 범위

청구항 1

접착제 패드를 포함하고, 이는:

높은 면내(in-plane) 강성을 갖는 평면 받침 층;

대상체 표면에 부착하기 위하여 적어도 한면에 접착 표면을 갖고, 탄성 재료가 상기 접착 표면의 적어도 반대쪽 측면상에서 상기 받침 층에 함침되는 탄성 재료의 평면 층;을 포함하며, 그리고

상기 접착제 패드에 부착되는 밧줄 성분;을 포함하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 하중 지지를 위한 유지 성분을 추가적으로 포함하고, 상기 유지 성분은 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 밧줄 성분에 부착가능한 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 접착제 패드는:

대상체 표면에 부착하기 위해 하나의 측면에 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면 층; 및

높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 상기 접착 표면의 반대 측면 상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침되는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 매끄러운 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 패턴이 형성된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 받침 층은 직물 받침 층인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.01 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.0001 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.2 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.5 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.5 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.2 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 1.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.1 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 5.0 cm^3 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.05 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^3 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.02 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 100 cm^3 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.01 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.01 cm^3 내지 대략 1000 cm^3 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.0001 cm 내지 대략 0.5 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 15

제6항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 30 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 10 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 50 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 30 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 10 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 21

제6항에 있어서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 22

제6항에 있어서, 상기 탄성 재료는 우레탄계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 23

제6항에 있어서, 상기 탄성 재료는 아크릴레이트계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 24

제21항에 있어서, 상기 탄성 재료는 폴리디메틸실록산(PDMS)을 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 25

제22항에 있어서, 상기 탄성 재료는 수산기 종료 폴리에틸렌 글리콜과, 지방족 또는 방향족계 폴리이소시아네이트와의 중합으로부터 준비된 폴리우레탄을 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 26

제6항에 있어서, 상기 직물 받침 층의 재료는 천연 직물 재료, 또는 인조 직물 재료를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 27

제26항에 있어서, 상기 천연 직물 재료는 면, 대마, 모직, 실크, 대나무 스트링, 셀룰로오스, 황마, 그리고 피나로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 28

제26항에 있어서, 상기 인조 직물 재료는 폴리에스터, 스판덱스, 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 폴리아라미드 하이브리드, 탄소 섬유 현무암 하이브리드, 유리섬유, 탄소 섬유 또는 유리섬유 하이브리드의 직물로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 29

제26항에 있어서, 상기 직물 받침 층의 재료는 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 이루어진 그룹으로부터 선택된 재료를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 30

제6항에 있어서, 100 cm^2 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm^2 당 적어도 1200 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 31

제30항에 있어서, 100 cm^2 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm^2 당 적어도 3150 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 32

제6항에 있어서, 1 cm^2 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm^2 당 적어도 12 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 33

제32항에 있어서, 1 cm^2 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm^2 당 적어도 31.5 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 34

제1항에 있어서, 상기 밧줄은 직물 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 35

제34항에 있어서, 상기 직물 재료는 폴리에스터, 스판덱스, 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 폴리아라미드 하이브리드, 탄소 섬유 현무암(basalt) 하이브리드, 유리섬유, 탄소 섬유 또는 유리섬유 하이브리드의 인조 직물로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 36

제1항에 있어서, 상기 밧줄은 직물이 아닌 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 37

제36항에 있어서, 상기 직물이 아닌 재료는 로프, 케이블, 섬유, 플라스틱 시트, 튜브, 막대, 금속 포일, 체인으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 38

제1항에 있어서, 상기 밧줄은 가죽 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 39

탄성 재료를 포함하고, 대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖고, 다른 측면에는 높은 면-내 강성을 갖는 반침 층을 갖는 평면 층을 포함하고, 상기 탄성 재료는 상기 반침 층에 함침되며; 그리고

장치에 대상체를 연결하기 위하여 상기 반침 층에 탈착가능한 유지 성분을 포함하며,

상기 반침 층의 일부분은 상기 탄성 재료의 층 너머로 연장하여 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 반침 층의 일부 영역을 형성하고, 상기 유지 성분은 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 반침 층의 그러한 영역에서 상기 반침 층에 부착하는 것을 포함하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 매끄러운 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 41

제39항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 패턴이 형성된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 42

제39항에 있어서, 상기 반침 층은 직물 반침 층인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 43

제42항에 있어서, 상기 직물 반침 층은 폴리에스테르, 스판덱스, 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 폴리아라미드 하이브리드, 탄소 섬유 현무암 하이브리드, 유리섬유, 탄소 섬유, 또는 유리섬유 하이브리드의 인조 직물로부터 선택된 인조 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 44

제42항에 있어서, 상기 직물 반침 층은 면, 대마, 모직, 실크, 대나무 스트링, 셀룰로오스, 황마, 그리고 피나를 포함하는 천연 직물로부터 선택된 인조가 아닌 직물 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 45

제39항에 있어서, 상기 반침 층은 비 직물 반침 층인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 46

제45항에 있어서, 상기 비 직물 반침 층은 가죽, 금속 포일, 플라스틱 시트, 세라믹 필름, 또는 합성 유기 또는 무기 기판으로부터 선택된 재료를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 47

제46항에 있어서, 상기 비 직물 재료는 가죽 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 48

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료의 층은 실질적으로 원형의 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 49

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료의 층은 실질적으로 직사각형 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 50

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료의 층은 실질적으로 불규칙한 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 51

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료의 층은 실질적으로 타원형의 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 52

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료의 층은 2개 이상의 분리된 작은 탄성 재료 층 유닛으로 구성된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 53

제40항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.2 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.5 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 54

제53항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.5 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.2 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 55

제54항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 1.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.1 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 56

제55항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 5.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.05 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 57

제56항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.02 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 58

제57항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 100 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.01 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 59

제40항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.01 cm³ 내지 대략 1000 cm³ 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.001 cm 내지 대략 0.5 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 60

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 61

제60항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 30 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 62

제61항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 10 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 63

제62항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 64

제63항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 30 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 65

제64항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 10 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 66

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 67

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료는 우레탄계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 68

제39항에 있어서, 상기 탄성 재료는 아크릴레이트계 탄성중합체를 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 69

제66항에 있어서, 상기 탄성 재료는 폴리디메틸실록산(PDMS)인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 70

제66항에 있어서, 상기 탄성 재료는 블록 공중합체 탄성중합체인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 71

제66항에 있어서, 상기 탄성 재료는 천연 고무인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 72

제67항에 있어서, 상기 탄성 재료는 수산기 종료 폴리에틸렌 글리콜파, 지방족 또는 방향족계 폴리이소시아네이트와의 중합으로부터 준비된 폴리우레탄을 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 73

제39항에 있어서, 상기 직물 반침 층의 재료는 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 구성된 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 74

제39항에 있어서, 100 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 1200 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 75

제39항에 있어서, 100 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 3150 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 76

제39항에 있어서, 1 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm² 당 적어도 12 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 77

제39항에 있어서, 1 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm² 당 적어도 31.5 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 78

접착제 패드를 포함하고, 이는:

대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖는 탄성재료의 평면 층;과,

높은 면-내 강성을 갖는 평면 반침 층을 포함하고, 상기 반침 층은 상기 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층으로 합침되며;

모서리로부터 떨어져서 실질적으로 상기 접착제 패드의 중앙에서 상기 접착제 패드에 부착되는 밧줄을 포함하고, 상기 밧줄과 상기 접착제 패드의 사이에서 대략 0° 내지 대략 359°의 각도 조정을 허용하는 분리가능한 재사용 표면-접착제 장치.

청구항 79

제78항에 있어서, 상기 밧줄은 실질적으로 상기 접착제 패드의 중심에서 접착제 패드에 연결되는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 80

제78항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 매끄러운 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 81

제78항에 있어서, 상기 접착 표면은 미세하게 패턴이 형성된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 82

제78항에 있어서, 상기 평면형 직물 밧줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 0° 내지 대략 90

° 범위인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 83

제78항에 있어서, 상기 평면형 직물 뱃줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 90° 내지 대략 120° 범위인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 84

제78항에 있어서, 상기 평면형 직물 뱃줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 120° 내지 대략 360° 범위인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 85

제78항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 실질적으로 원형의 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 86

제78항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 실질적으로 직사각형 외부 경계를 가지는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 87

제80항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.5 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.2 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 88

제87항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 1.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.1 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 89

제88항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 5.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.05 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 90

제89항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.02 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 91

제90항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 100 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.01 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 92

제80항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^2 내지 대략 100 cm^2 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.01 cm 내지 대략 0.05 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 93

제78항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 94

제93항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 30 MPa 의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리

가능한 표면-접착제 장치.

청구항 95

제94항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 10 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리 가능한 표면-접착제 장치.

청구항 96

제95항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 97

제96항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 30 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 98

제97항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 10 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 99

제78항에 있어서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체, 우레탄계 탄성중합체 및 아크릴레이트계 탄성중합체로 이루어진 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 100

제99항에 있어서, 상기 탄성 재료는 폴리디메틸실록산(PDMS)인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 101

제99항에 있어서, 상기 탄성 재료는 수산기 종료 폴리에틸렌 클리콜과, 지방족 또는 방향족계 폴리이소시아네이트와의 중합으로부터 준비된 폴리우레탄을 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 102

제78항에 있어서, 상기 평면형 받침 층은 직물 층이고, 상기 밧줄은 직물 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 103

제78항에 있어서, 상기 평면형 받침 층은 비 직물 층이며, 상기 밧줄은 비 직물 재료인 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 104

제102항에 있어서, 상기 직물 받침 층의 재료는 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 구성된 그룹으로부터 선택되는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 105

제78항에 있어서, 상기 접착 표면적은 100 cm^2 또는 그 이상이고, 접착 표면적의 100 cm^2 당 1200 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 106

제78항에 있어서, 상기 접착 표면적은 1 cm^2 또는 그 이상이고, 접착 표면적의 1 cm^2 당 12 N 이상의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 107

제78항에 있어서, 추가적으로 유지 성분을 포함하는 것임을 특징으로 하는 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 108

접착제 패드를 포함하고, 이는:

대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄럽거나 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면층;과

높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 상기 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침되며;

상기 접착제 패드에 연결된 밧줄 성분;과

하중 지지를 위한 유지 성분을 포함하고, 상기 유지 성분은 대상체를 장치에 연결하기 위하여 상기 밧줄 성분에 부착가능하도록 구성된 분리가능한 표면-접착제 장치.

청구항 109

분리가능한 표면-접착제 장치를 제공하는 단계, 여기서 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 이는 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄러운 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면층과, 높은 면-내 강성을 갖는 평면 직물 받침 층을 포함하고, 여기서 상기 직물 받침 층은 상기 부드러운 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침되고;

상기 접착제 패드에 연결되는 직물 밧줄을 포함하며; 그리고

하중 지지를 위한 유지 성분이 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 직물 밧줄에 부착가능하고; 그리고

상기 유지 성분에 중량을 부착하는 단계;를 포함하는 표면상에 분리가능하게 중량을 지지하기 위한 방법.

청구항 110

제109항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 적어도 대략 0.2 cm² 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.5 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 111

제109항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 112

제109항에 있어서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체, 우레탄계 탄성중합체 및 아크릴레이트계 탄성중합체로 구성된 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 113

제109항에 있어서, 상기 직물 받침 층의 재료는 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 이루어진 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 114

제109항에 있어서, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 1200 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 115

제109항에 있어서, 상기 대상체 표면은 유리, 금속, 나무, 플라스틱, 종이, 판지, 또는 콘크리트인 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 116

탄성 재료를 제공하는 단계;

직물 받침 시트를 제공하는 단계;

상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 함침시키도록 상기 탄성 재료를 양생시켜서 부드러운 접착 표면을 갖는 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계;

상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 장착시키는 단계;를 포함하고,

상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 그리고 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.01 cm 내지 대략 0.05 cm의 두께를 갖는 분리가능한 표면-접착제 장치의 제작방법.

청구항 117

제116항에 있어서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 적어도 대략 0.2 cm² 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.5 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 118

제116항에 있어서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 119

제116항에 있어서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체, 우레탄계 탄성중합체 및 아크릴레이트계 탄성중합체로 구성된 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 120

제116항에 있어서, 상기 직물 받침 층의 재료는 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 이루어진 그룹으로부터 선택된 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 121

제116항에 있어서, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 1200 N의 중량을 지지할 수 있는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 122

제116항에 있어서, 상기 탄성 재료를 양생시키는 것은 실내 온도보다 높은 온도로 상기 탄성 재료를 가열하는 것을 포함하는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 123

직물 받침 시트를 제공하고, 그것의 일측면상에 기판 층을 배치하는 단계;

상기 직물 받침 시트의 다른 측면에, 스페이서-규정의 성형 영역을 제공하는 단계;

상기 직물 받침 시트의 상기 스페이서-규정의 성형 영역내로 탄성 재료를 추가시키는 단계;

상기 탄성 재료를 미세하게 매끄럽거나 또는 패턴이 형성된 표면을 갖는 상부 커버로 덮는 단계;

상기 상부 커버에 압력을 가하여서 상단 패드와 상기 탄성 재료 사이에서 밀착된 계면을 형성하는 단계;

상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 함침시키도록 상기 탄성 재료를 양생시켜서 미세하게 매끄럽거나 또는 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계; 그리고

상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 연결시키는 단계;를 포함하고,

상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.01 cm 내지 대략 0.05 cm의 두께를 가지고 있는 분리가능한 표면-접착제 장치의 제작방법.

청구항 124

제123항에 있어서, 상기 기판 층은 폴리테트라플루오로에틸렌을 포함하는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 125

제123항에 있어서, 상기 탄성 재료는 탄성중합체로 양생되어지는 예비-고분자 재료를 포함하는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 126

제123항에 있어서, 상기 상부 커버는 폴리디메틸실록산을 포함하는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 127

제123항에 있어서, 상기 상부 커버에 놓여지는 유리 판을 추가 포함하고, 압력이 상기 유리판에 가해지는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 128

제125항에 있어서, 상기 예비-고분자 재료는 수산기 종료 폴리에틸렌 글리콜과 지방족 또는 방향족 폴리이소 시아네이트를 포함하는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 129

제123항에 있어서, 상기 상부 커버는 상기 탄성 재료와 계면을 형성하기 위한 미세하게 매끄러운 표면을 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

청구항 130

제123항에 있어서, 상기 상부 커버는 상기 탄성 재료와 계면을 형성하기 위한 미세하게 패턴이 형성된 표면을 갖는 것임을 특징으로 하는 방법.

명세서**기술분야**

[0001]

정부의 권리

[0002]

미국 정부는 해군 부서로부터 매사추세츠 대학으로의 승인 번호 N66001-08-C-2054호에 따라서 본 발명에 임의의 권한을 갖는다.

[0003]

발명의 기술 분야

[0004]

본 발명은 전형적으로 중량-지지에 유용한 설계, 장치, 재료 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 접착제 장치를 제공하는 설계, 장치, 시스템, 재료 및 제조 방법에 관한 것이며, 이는 높은-하중 지지, 쉬운 분리 및 다양한 응용에서 장기간/반복 사용에 적합하다.

배경기술

[0005]

고성능으로 하중을 지지할 수 있는 접착제 재료가 전통적으로 추구되어 왔다. 감압성 접착제(PSAs)는 압력이 가해질 때, 피착제와 접착제를 결합시키도록 결합을 형성하는 자가-접착제이다. 전형적으로, 사용하기 위해 접착제를 용매, 물 또는 열이 활성화하거나 자극할 필요가 없다. 기존의 감압성 접착제는 감압성 테이프, 라벨, 노트 패드, 자동차 인테리어 트림, 및 기타 제품에서 다양한 용도를 발견하였다. 과학계에서는, 자연에서의 도마뱀과 같은 동물의 성능을 모방하는 합성 재료와 장치를 만들고, 생산하고자 하는 지속적인 노력이 있었다.

[0006]

감압성 접착제는, 전형적으로 계면을 통해 스트레스를 전송하기 위해, 반 데르 발스 힘(van der Waals forces)과 같은 유비쿼터스 표면 힘의 상호 작용에 의존한다. 감압성 접착제는 표면에 부착할 수 있는 데, 그 이유는 상기 접착제가 흐를 수 있고, 또는 부착물을 젖게 할 수 있을 정도로 충분히 부드럽기 때문이다. 상기 접착제는

스트레스가 계면에서 접착부에 가해질 때, 흐름에 저항하도록 충분히 경화될 필요가 있다. 감압성 접착제는 점탄성(점성과 탄성) 특성을 나타내며, 그것들 두가지는 적절한 결합을 생성시키는 데에 사용될 수 있다.

[0007] 현재, 감압성 접착제는 주로 부드러운 점탄성 고분자 재료로부터 제조되며(예를 들면, 코팅), 예를 들면 딱딱한 필름이나 천과 같은 뒷면 재료와는 독립적으로, 또는 연계되어 사용된다. 접착 수준을 제어하기 위해서는, 감압성 접착제는 탄성 및 점탄성 성분 모두의 복합 제제에 의존하여 그들의 체적(bulk) 특성을 변경시키고, 섭세하게 재료의 성능을 균형잡아서, 계면(또는 "젖은 표면")을 형성하며, 일단 상기 계면이 형성되면, 분리에 대한 저항을 형성하도록 한다.(Benedek, et al. Eds. 2009 *Handbook of Pressure Sensitive Adhesives and Products Series*, CRC Press: Boca Raton; Pocius, 2002, *Adhesion and Adhesives Technology: An Introduction*, Hanser Publ.: Munich; Crosby, et al. 1999 *J. Poly. Sci. Part B: Polym. Phys.* 37, 24, 3455-3472; Creton, 2003 "Materials Science of Adhesives: How to Bond Things Together." *MRS Bulletin* 28, 6, 419-421; Creton, 2003 "Pressure-sensitive adhesives: An introductory course." *MRS Bulletin* 28, 6, 434-439; Creton, et al. 2007 "Sticky Feet: From Animals to Materials", *MRS Bulletin* 32, 6, all pages; Chan, et al. 2007 "Designing Model Systems for Enhanced Adhesion." *MRS Bulletin* 32, 6, 496-503; Boesel, et al. 2010 *Advanced Materials* 22, 19, 2125-2137.)

[0008] PSA 설계의 다양한 측면들 중에서, 세 가지 요소들이 전형적으로 관련되고, 강조된다:(1) 기존의 감압성 접착제는 점탄성적이어서 고분자 코팅부분이 거친 표면에 쉽게 일치할 수 있도록 하여주고, 그러한 일치에 필요한 기계적 에너지(즉, 압력)을 분산시킨다; (2) 강한 PSA 재료에 대한 척도는 텍(tack) 에너지이며, 이는 PSA/기판 계면의 분리도중에 소모되는 총 에너지이다; (3) 높은 텍(tack)의 감압성 접착제는 전형적으로 여러 하중의 응용부분에 대해 전도성이지 않으며, 이는 높은 수준의 텍을 생산하는데 사용되는 비가역적인(즉, 비탄력적인) 재료의 공정에 기인한다.

[0009] 기존의 감압성 접착제에서의 몇몇 단점을 극복하기 위한 접착제 시스템을 개발하기 위하여, 많은 연구가 도마뱀(gecko)-같은 접착제 시스템의 개발에 초점을 맞추어 왔다. 기존의 감압성 접착제(PSAs)와, 이상적인 도마뱀-같은 접착제들의 몇 가지 주요 특성이 다음 표에 제공되어 있다:

특성	기존의 PSA	이상적인 "도마뱀-같은" 접착제
최대 전단 응력	높음	높음
최대 통상 응력	높음	높음
피어(peel) 저항	높음	낮음(임계 피어각도에 도달 후)
분리 에너지	높음	낮음
가역성	제한 없음	높음
시간/온도 의존도	높음	알려지지 않음
오염(fouling) 영향	높음	제한적

[0010]

[0011] 또한, 도마뱀의 접착 표면, 그리고 자연에서 유사한 사례는, 통상적으로 "건조"로서 설명되며, 즉, 접착은 액체의 상호 작용, 에폭시와 같이 액체로부터 고체로의 전환에 의존하지 않고, 또는 접착 표면이 기존의 점탄성 접착제와 같은 터치에 대해 "진득진득한" 느낌을 갖지 않도록 하는 점이다. 비록 그러한 특성이 자연에서 잘 알려져 있고, 표현되어 있지만, 그러한 특성의 우수한 제어를 허용하는 기본 설계 요소 또는 메커니즘은 알려져 있지 않으며, 전세계적으로 현재 연구 프로젝트의 대상으로서 남아 있다. 우리가 알고 있는 한, 도마뱀-같은 접착제에 유사한 합성물의 개발은, 거시적 길이 스케일에서 사용될 수 있는 특정한 것에서, 입증되지는 않았다.

[0012] 쉽게 부착하고, 높은 성능의 하중을 지지하도록 사용가능하며, 간단하게 비-파괴적인 분리를 제공하고, 그리고 반복적인 사용이 가능하며, 동시에 비용 절감적으로 생산할 수 있는 접착제 시스템에 대한 설계, 시스템, 장치, 재료 및 관련 제작 방법에 대한 중대하고 지속적인 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해소할 수 있는 개선된 고성능의 분리가 쉽고, 장기간 사용의 접착제 시스템에 대한 설계, 시스템, 장치, 재료 및 관련 제작 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0014]

본 발명은 다양한 표면에 부착하도록 사용되고, 큰 중량 지지를 허용하는 독특한 분리가능한 접착제 장치를 제공한다. 여기에서 개시된 재료, 설계, 시스템, 관련 제조 및 생산 방법은 높은 하중지지 성능을 가지고, 재사용이 가능하며, 쉬운 분리가 가능하고, 그리고 연장된 및 반복된 사용에 적합한 접착제 장치를 제공한다. 여기에서 개시된 부착 패드는, 예를 들면 여러 응용 예에 적합하도록 설계될 수 있으며, 가정용 중량 지지 선반 및 홀더로부터, 실내 및 옥외 클라이밍 장치의 구성 성분, 운송 부품, 운동 장비, 라벨 및 광고 포스트, 자동차 내부 트림, 영구적 또는 가역적 패스너, 그리고 산업용 기구 및 장치, 상업적, 의료적 또는 군사적 설정 장치에 이를 수 있다.

[0015]

일 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한, 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 상기 접착제 패드에 연결된 밧줄(tether) 성분을 포함한다. 상기 접착제 패드는 다음을 포함한다: 높은 면내(in-plane) 강성을 갖는 평면 받침 층; 그리고 대상체 표면에 부착하기 위하여 적어도 한면에 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면 층을 포함하고, 상기 탄성 재료는 상기 접착 표면의 적어도 반대쪽 측면상의 받침 층에 함침된다. 임의의 바람직한 실시 예에서, 상기 장치는 하중 지지를 위한 유지 성분을 추가적으로 포함한다. 상기 유지 성분은 대상체를 상기 장치에 연결하는 밧줄 성분에 탈착가능하다.

[0016]

다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 다음을 포함한다: 탄성 재료를 포함하고, 대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖고, 다른 측면에는 높은 면-내 강성을 갖는 받침 층을 갖는 평면 층을 포함하고, 상기 탄성 재료는 상기 직물의 받침 층에 함침되며; 상기 장치에 대상체를 연결하기 위하여 상기 받침 층에 탈착가능한 유지 성분을 포함한다. 상기 받침 층의 일부분은 상기 탄성 재료의 층 너머로 연장하여 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 받침 층의 일부 영역을 형성하고, 상기 유지 성분은 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 받침 층의 그러한 영역에서 상기 받침 층에 부착한다.

[0017]

또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 재사용 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 이는 대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖는 탄성재료의 평면 층;과, 높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;과 함께, 상기 받침 층은 부드러운 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층으로 함침된다. 상기 장치는 추가적으로 상기 접착제 패드의 중앙에서 실질적으로 상기 접착제 패드에 부착하는 밧줄을 포함하고, 상기 밧줄과 상기 접착제 패드의 사이에는 대략 0° 내지 대략 359° 범위의 각도 조정을 허용한다.

[0018]

또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 이는 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄럽거나 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면층;과 높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 상기 부드러운 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침된다. 상기 장치는 추가적으로 상기 접착제 패드에 연결된 밧줄 성분;과 하중 지지를 위한 유지 성분을 포함한다. 상기 유지 성분은 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 밧줄 성분에 부착가능하다.

[0019]

또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 표면상에서 분리가능하게 중량을 지지하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 접착제 패드를 포함하고, 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄러운 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면층;과, 높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층을 포함하는 분리가능한 표면-접착제 장치를 제공하는 단계, 여기서 상기 직물 받침 층은 상기 부드러운 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침되고; 직물 밧줄이 상기 접착제 패드에 연결되며; 그리고 하중 지지를 위한 유지 성분이 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 직물 밧줄에 부착가능하고; (b) 상기 유지 성분에 중량을 부착하는 단계를 포함한다.

[0020]

또 다른 측면에서, 본 발명은 분리가능한 표면-접착제 장치를 제작하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 탄성 재료를 제공하는 단계;(b) 직물 받침 시트를 제공하는 단계;(c) 상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 함침시키도록 탄성 재료를 양생시켜서 부드러운 접착 표면을 갖는 상기 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계; (d) 상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 장착시키는 단계를 포함한다. 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.0001 cm 내지 대략 0.1 cm의 두께를 가지고 있다.

[0021]

또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치를 제작하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 직물 받침 시트를 제공하고, 그것의 일측면상에 기판 층을 배치하는 단계; (b) 상기 직물 받침 시트의 다른 측면에, 스페이서-규정의 성형 영역을 제공하는 단계; (c) 상기 직물 받침 시트의 스페이서-규정의 성형 영역내로 탄성 재료를 추가시키는 단계; (d) 상기 탄성 재료를 미세하게 매끄럽거나

또는 패턴이 형성된 표면을 갖는 상부 커버로 덮는 단계;(e) 상기 상부 커버에 압력을 가하여서 상단 패드와 탄성 재료 사이에서 밀착된 계면을 형성하는 단계;(f) 상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 함침시키도록 상기 탄성 재료를 양생시켜서 미세하게 매끄럽거나 또는 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계; 그리고 (g) 상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 연결시키는 단계를 포함한다. 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.0001 cm 내지 대략 0.1 cm의 두께를 가지고 있다.

발명의 효과

[0022]

본 발명은 개선된 고성능의 분리가 쉽고, 장기간 사용의 접착제 시스템에 대한 설계, 시스템, 장치, 재료 및 관련 제작 방법을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0023]

도 1은 본 발명의 예시적 실시 예의 개략도를 도시한다.

도 2는 임의의 설계 팩터 및 회로도 도면을 도시한다.

도 3은 예시적인 제조 공정의 개략도를 도시한다.

도 4는 패드-밧줄 연결을 위한 본 발명의 다양한 실시 예의 개략도를 도시한다.

도 5는 "T-패드" 구조에 대하여, 순수 전단 하중하에서 지지되는 최대 힘을 특정하기 위한 예시적인 힘 대 변위 측정량을 도시한다.

도 6은 다양한 "T-패드"구성, 살아있는 도마뱀, 비 직물 받침의 폴리머 코팅에 대해서 지지되는 예시적 최대 전단력을 면내(in-plane) 컴플라이언스(compliance)에 의해서 정규화된 계면 면적의 제곱근의 함수로서 도시한다.

도 7은 다양한 "T-패드"구성에 대한 피어(peel) 각도의 함수로서, 단위 폭 당 예시적인 파단력을 도시한다.

도 8은 다양한 표면상에서 하중을 지지하는 완전한 "T-패드" 구조의 임의의 예들을 도시한다.

도 9는 본 발명에 따른 접착제 패드 제조의 예시적인 실시 예를 개략적으로 도시한다.

도 10은 직물 접착제의 예시적인 이미지를 도시한다. (A)나일론 직물 PDMS 접착제,(B)탄소 섬유/케블라 평직 직물 PDMS 접착제, 및(C)단방향 탄소 섬유 폴리우레탄 접착제.

도 11은 폴리우레탄 예에 대하여, 주파수에 대한 계수의 바람직한 플롯을 도시한다.

도 12는 본 발명에 따른 접착제 패드를 제조하기 위한 성형 기술의 실시 예를 개략적으로 도시한다.

도 13은 제어변위시험(연장에 대한 하중 표시)의 예시적인 결과를 도시한다.

도 14는 주기적인 하중을 받은 폴리우레탄 접착제 패드의 반복성에 대한 예시적인 결과를 도시한다.

도 15는 136kg을 지지하는 폴리우레탄 접착제로서 수행된 정하중 시험을 도시한다.

도 16은 여러가지 기관들을 갖는 폴리우레탄 접착제로부터 얻어진 예시적인 하중 데이터를 도시한다.

도 17은 (A) 42" 평판 TV를 지지하는 중앙 하중식 PDMS 접착제 패드와, (B) 전식 벽체상에서 후드 땀복을 지지하는 중앙 하중식 폴리우레탄 접착제 패드상에서 수행된 정하중 시험을 도시한다.

도 18(A)는 높은 성능과 쉬운 분리식의 접착제 패드에 대한 하중 각도 의존성에 관한 개략도를 도시한다.(B)는 단일 슬래브 접착제 패드에 비교되는 중앙 하중식 패드의 각도 의존성의 예시적인 결과를 도시하며, 여기서 상기 중앙 하중식 패드는 여전히 쉬운 분리를 허용하는 동시에, 다양한 하중 각도에 걸쳐서 높은 파단력을 유지한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

본 발명은 부분적으로, 새로운 설계, 시스템, 장치 및 관련 재료와 제작 방법의 발견에 기초하며, 이는 큰 접촉 표면, 높은 하중지지 성능, 쉬운 분리, 장시간 사용 및 반복 사용을 가능하게 한다. 특히, 본 발명은 접착제 시스템에 대해 고유하고, 이전에 알려지지 않은 접근 방식을 제공하며, 이는 기존의 PSA 시스템과는 다르고, 최근에 탐구된 도마뱀과 같은(gecko-like) 접착제와는 더욱 다르다.

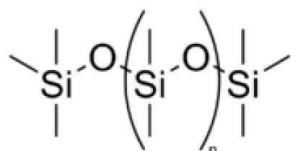
- [0025] 본 발명은 감압성 접착제 분야의 종래 기술과는 다르며, 적어도 본 발명에서는 제어를 달성하기 위해 감압성 접착제에서 수행하는 것과 같은 접탄성 특성에 의존하지는 않는다. 본 발명의 설계 및 시스템은 분리 시간과 에너지를 최소화할 수 있으며, 매우 높은 중량 하중을 지지하는 능력을 유지한다. 계면 접촉의 큰 영역은 부드러운 탄성 층과, 직물 층의 "드레이핑(draping)" 특성의 조합된 특성을 통해서 설계될 수 있다. 또한, 탄성적인 설계는 접착제 계면의 하중지지 성능의 저하없이, 반복적인 부착 및 분리 싸이클의 메커니즘을 제공한다.
- [0026] 도마뱀-같은 접착제의 개발에서 종래와는 대조적으로, 여기에서 개시된 설계, 시스템 및 방법은 원하는 특성을 달성하기 위해 표면 섬유구조의 사용을 요구하지 않는다. 여기에서 기재된 원리에 따라, 당업자는 수직 상승이 동의 도마뱀과 같은, 자연의 일반적인 예제에서 발가락과 다리 구조의 엔지니어링 설계를 모방할 수 있을 것이다.
- [0027] 본 발명과 종래 기술사이의 다른 중요한 차이점은, 다른 것들 중에서도, 연속적인 접합부에서의 회전 자유의 특정 설계, 탄성 재료 표면에 수직한 하중 방향으로의 낮은 휨 강성을 갖는 강성의 사양, 및 정상 및 전단 모두의 하중 방향하에서 제로(0)에 가까운 "예비-하중"(임의의 하중을 지지하기 위한 접착제/기판 계면을 설정하는 데 필요한 힘의 양을 말함)으로서 고성능 하중 지지를 얻을 수 있는 능력 등에 관련된다.
- [0028] 본 발명의 한 가지 접근 방법에서, 여기에서 개시된 접착제 패드 시스템은 "전식" 접착제 패드 구조를 채택하고 있으며, 이는 가끔 "T-패드"로서 언급되고, 그것의 실시 예가 개략적으로 도 1에 도시되어 있다. 적절하게 설계된다면, 상기 T-패드 장치는 전단, 정상, 및 멀티 모드(즉, 퍼이(peel)) 하중하에서 높은 하중을 지지할 수 있고, 동시에 특별히 설계된 분리 상황하에서는, 분리(또는 퍼이)에 대한 최소한의 힘과 에너지를 요구하게 된다.
- [0029] 접착제 장치의 기본 구조는 "패드"라 할 수 있고, 이는 후속적으로 밧줄(예를 들면, 인조 직물 밧줄)에 연결되며, 이는 "힘줄(tendon)"로도 불리운다. 상기 밧줄은 하중의 기본 축을 따라서 높은 강성을 유지해야 한다. 상기 밧줄과 패드 사이의 연결은 특별한 필요성에 따라서, 미리 정의된 크기, 방향 및 공간적 위치를 갖고, 분리 작동을 제어하며, 전단 및 정상 하중의 견고한 균형을 제공하도록 수정 될 수 있다.
- [0030] 이러한 접근은 고분자 재료의 접착 특성과, 회전 자유의 적절한 보존, 접착 계면에 수직한 낮은 굴곡 계수, 및 하중 지지 방향에서의 높은 강성을 통한 통합적인 기계 설계의 독특한 조합을 나타낸다. 축적(scaling) 상관 관계가 본 발명자들에 의해서 개발되어, 크기 축적 및 형상의 일정 범위에 걸쳐서 재료 및 장치의 접착 성능을 이해하기 위한 프레임 작업을 제공한다(도 2 참조). 이러한 축적 상관 관계는 계면의 접착제 성능(F_c)이, 형상과 상기 계면의 재료 특성 모두에 따르는 3가지의 간단한 매개 변수들에 의해서 제어된다는 것을 제안한다. 다양한 기판에 부착할 수 있는 가역적 접착제를 설계하기 위하여, 계면 상호 작용(G_c)은 비-특정 반 데르 빌스 힘에 의존하여야 하고, 이는 G_c 에 비효과적인 제어 매개 변수를 부여한다. 따라서, 접착제 재료를 위한 F_c 를 계량하기 위해서는, 상기 재료 시스템은 단순히 접촉 면적(A) 또는 시스템 컴플라이언스(C)에만 의존해서는 안되고, 반드시 A/C 비율을 증가시키는 특성을 개발해야 한다. 이것은 재료가 진정한 접촉을 위해서는 부드러워야 하지만, 높은 하중 지지를 달성하기 위해서는 견고해야만 한다는 관계를 제시한다. 부드러운 재료는 대규모의 접촉을 생성할 수 있지만, 하중이 가해질 때, 높은 컴플라이언스를 가지며, 반면에 견고한 재료는 광범위한 접촉을 생성할 수는 없으며; 이러한 두가지 경우는 A/C 비율상에 무의미한 효과를 초래한다. 현재의 본 발명은 A/C 를 극대화하기 위한 메커니즘을 제공하고, 그리고 가장 중요하게는, 다른 응용 예에 대해서는 이러한 통제 매개 변수를 조정한다. 도 3에 개략적으로 설명된 바와 같이, 효율적이고 효과적인 제조 방법이 T-패드를 제작하는 데에 사용될 수 있다. 상기 방법은 직물의 표면에 탄력있는 탄성중합체의 얇은 층을 통합시키는 것을 포함한다.
- [0031] 상기 밧줄(힘줄)은 임의의 적절한 방법, 예를 들면 기존의 박음질, 바느질, 또는 접착제로 붙이는 등의 적절한 방법을 통해서 패드에 연결될 수 있으며, 이는 상기 연결의 크기적인, 위치적인 및 공간적인 배치를 쉽게 제어 할 수 있다. 상기 연결은 충분한 하중 공유 및 하중 지지 성능을 제공해야 하며, 이는 바느질 패턴, 폭 및 길이를 통해서 제어될 수 있다. 적절한 바느질 패턴은 직선형 바느질, 지그재그 바느질, 다중 지그재그 바느질, 새틴 바느질, 별집형 바느질, 사다리형 바느질, 이중 오버록 바느질과 십자형 바느질 등이 있다.
- [0032] 예를 들면, 특별히 유익한 밧줄-패드 연결은 직선형 바느질로서, 패드의 한 축상에서 중심이 형성되고, 두 번째 패드 축에 대해 수직하게 대략 2/3 코드 길이만큼 연장되는 것이다. 상기 밧줄-패드 연결은 하중의 방향으로 높은 강성을 유지하면서 회전 자유를 유지해야 한다. 상기 밧줄-패드 연결은 상기 연결의 전체 길이를 따른 동일한 하중 공유를 바람직하게 유지하여야 한다. 상기 밧줄-패드 연결로부터 충분히 먼 거리에서, 상기 밧줄은 높은 휨 강성과 면-내 강성을 갖는 하중 지지 재료에 통합되어야 한다. 이 견고한 단자 재료는 때때로 "골격"("유지 성분")으로도 불리운다. 상기 밧줄-골격 사이의 연결은 바람직하게는 연속적이어서, 상기 연결의 길이에 따

라서 동일한 하중 공유를 보장하여야 한다.

[0033] 본 발명은 하나의 T-패드 구조가 임의의 T-패드 구조나 유닛("T-표면"이라 함)들의 배열에 대해 독립적으로 또는 그와 함께 작동할 수 있는 설계를 포함하며, 이는, 예를 들면 회전가능한 자유 죠인트로서 하나 또는 그 이상의 방향에서 견고한 지지 기판에 장착될 수 있다. 임의의 응용 예에 대하여, 예를 들면, 큰 중량의 지지 선반, 상기 접착제 패드에 밧줄을 연결시키기 위한 여러 개의 접속 지점 등이 사용될 수 있다.

[0034] 도 4는 상기 밧줄-패드 연결을 위한 다양한 T-패드 구성의 개략도를 도시한다. 골격 연결은 표시되지 않았다. 단일 슬래브 연결은 연속적인 접착제 패드 및 지지 받침을 제공하며, 이는 많은 수의 개별적인 접착제 패드들 및 지지 받침들로 나눠질 수 있고, 여기서 여러 힘줄들이 서로 다른 구성(예를 들면, 경사진 길이의 시리즈 구성)을 생성하기 위해 사용된다. 상기 오프 에지(off edge) 힘줄 연결 및 중앙 하중식 패드 구성은 접착제 패드와 지지 받침을 구성하며, 여기서 평면 밧줄이 실질적으로 중앙에서 상기 접착제 패드에 부착되고, 상기 부착 길이는 T-패드의 경우에는 폭, 또는 상기 중앙 하중식 패드의 경우에는 일부 부분 또는 폭에 일치될 수 있다. 두가지 모두의 경우에서, 상기 접착제 패드에 연결된 밧줄은 상기 평면 밧줄과 접착제 패드 사이의 각도를 대략 0° 내지 대략 359° 사이에서 조정할 수 있다.

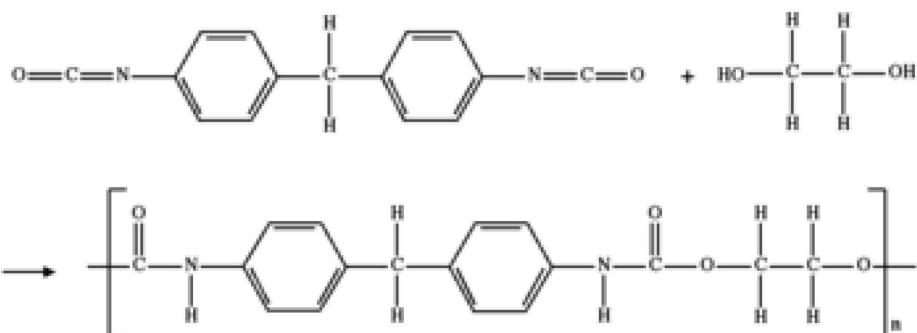
[0035] 접착제 패드에서 사용될 수 있는 탄성 재료는, 실록산계 탄성중합체, 우레탄계 탄성중합체 및 아크릴레이트계 탄성중합체를 포함한다. 폴리디메틸실록산(PDMS)은 통상적으로 실리콘이라고 불리우는 고분자 유기규소 화합물의 그룹에 속한다. 광범위하게, 실리콘 기반의 유기 고분자를 사용한 PDMS는, 바람직한 유동성(또는 유량) 특성을 갖는다. PDMS는 일반적으로 불활성, 비독성과 불연성이다.



[0036]

폴리디메틸실록산

[0038] 접착제 패드에서 사용될 수 있는 다른 탄성 재료는 폴리우레탄을 포함하며, 이는 우레탄(카르bam산염) 링크에 의해서 공유 원자가로 결합되는 유기 단위의 고분자이다.



[0039]

폴리우레탄

[0041] 우레탄 결합은 이소시아네이트 그룹, $-N=C=O$ 를, 하이드 록실 그룹, $-OH$ 에 반응시킴으로써 생산된다. 폴리우레탄은 촉매와 다른 첨가제의 존재하에, 폴리이소시아네이트와 다가 알콜(폴리올)의 중첨가 반응에 의해서 생성된다. 이 경우, 폴리이소시아네이트는 두 개 이상의 이소시아네이트 작용기를 가진 분자, $R-(N=C=O)_n \geq 2$ 이고, 폴리올은 두 개 이상의 수산 작용기 그룹을 가진 분자, $R'-(OH)_n \geq 2$ 이다. 상기 반응 제품은 우레탄 결합, $-RNHCOR'$ 을 포함하는 중합체이다. 폴리우레탄 단량체("프리-폴리머")의 예로는 수산기 종료 분자들을 포함하며, 예를 들면 폴리에틸렌 글리콜, 폴리프로필렌 글리콜, 폴리테트라메틸렌 글리콜, 또는 비스페놀 A(수산기 함유 단량체) 및 지방족 또는 방향족계 이소시아네이트, 예를 들면 메틸렌 디페닐 디이소시아네이트, 틀루엔 디페닐 디이소시아네이트, 헥사메틸렌 디이소시아네이트, 이소포론 디이소시아네이트, 또는 다수의 이러한 단량체들의 조합으로부터 얻어진 폴리이소시아네이트(예를 들면, 메틸렌 디페닐 디이소시아네이트의 3개의 분자들은 3개의 이소시아네이트 작용기 그룹들을 포함하는 트리머를 형성)들이다.

- [0042] 일 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드 및 상기 접착제 패드에 연결된 밧줄 성분을 포함한다. 상기 접착제 패드는 다음을 포함한다: 높은 면내(in-plane) 강성을 갖는 평면 받침 층; 그리고 대상체 표면에 부착하기 위하여 적어도 한면에 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면 층을 포함하고, 여기서 상기 탄성 재료는 상기 접착 표면의 적어도 반대쪽 측면상의 받침 층에 함침된다. 임의의 바람직한 실시 예에서, 상기 장치는 하중 지지를 위한 유지 성분을 추가적으로 포함한다. 상기 유지 성분은 대상체를 상기 장치에 연결하는 밧줄 성분에 탈착가능하다.
- [0043] 여기에서 사용된 용어 "받침"은, 언급된 층 또는 재료가 장치 구조의 배면(또는 마지막) 층인 상황을 포함하지만, 이에 제한되지 않음을 알아야 한다. 본 발명에 따르면, 받침 층은 구조 배열의 내부 층 또는 성분이 될 수 있다.
- [0044] 임의의 실시 예에서, 상기 접착제 패드는: 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면층;과 높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 상기 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침된다.
- [0045] 특정 실시 예에서, 상기 접착 표면은 미세하게 매끄럽다. 특정 실시 예에서, 상기 접착 표면은 미세하게 패턴이 형성되어 있다.
- [0046] 특정 실시 예에서, 상기 받침 층은 직물 받침 층이다.
- [0047] 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 0.01 cm^2 내지 대략 $1,000 \text{ cm}^2$ 의 접착 표면적(예를 들면, 0.01 cm^2 , 0.05 cm^2 , 0.1 cm^2 , 0.5 cm^2 , 1 cm^2 , 2 cm^2 , 5 cm^2 , 10 cm^2 , 20 cm^2 , 50 cm^2 , 100 cm^2 , 200 cm^2 , 500 cm^2 , $1,000 \text{ cm}^2$) 및 대략 0.001 cm 내지 대략 0.1 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.01 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 그리고 대략 0.001 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.05 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.005 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.1 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.01 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.2 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.05 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.5 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.2 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 0.5 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.2 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 1.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.1 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 5.0 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.05 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^2 보다 큰 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.02 cm 이하의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 10 cm^2 내지 대략 100 cm^2 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.01 cm 내지 대략 0.05 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료의 평면 층은 대략 100 cm^2 내지 대략 $1,000 \text{ cm}^2$ 의 부드러운 접착 표면적을 갖고, 대략 0.05 cm 내지 대략 0.5 cm 의 실질적으로 균일한 두께를 가지고 있다.
- [0048] 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa 의 탄성을 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 30 MPa 의 탄성을 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 10 MPa 의 탄성을 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 50 MPa 의 탄성을 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 30 MPa 의 탄성을 갖는다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 대략 1 MPa 내지 대략 10 MPa 의 탄성을 갖는다.
- [0049] 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 실록산계 탄성중합체를 포함한다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 우레탄계 탄성중합체를 포함한다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 아크릴레이트계 탄성중합체를 포함한다. 특정한 바람직한 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 폴리디메틸실록산(PDMS)을 포함한다. 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 폴리우레탄, 예를 들면 지방족 또는 방향족 폴리이소시아네이트와 수산기 종료 폴리에틸렌 글리콜의 중합으로부터 준비된 것을 포함한다. 임의의 적절한 재료가 사용될 수 있으며, 이는 스티렌-부타디엔-스티렌 탄성중합체 및 기타 열가역적 블록 공중합체 탄성중합체; 액정 탄성중합체; 천연 고무등을 포함한다.
- [0050] 특정 실시 예에서, 상기 직물 받침 층의 재료는 천연 직물 재료, 또는 인조 직물 재료를 포함한다. 특정 실시

예에서, 상기 직물 받침 층의 재료는 면, 대마, 모직, 실크, 대나무 스트링, 셀룰로오스, 황마 또는 피나와 같은 천연 직물재료를 포함한다. 특정 실시 예에서, 상기 직물 받침 층의 재료는 폴리에스테르, 스판덱스, 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 폴리아라미드 하이브리드, 탄소 섬유 현무암 하이브리드, 유리섬유 또는 유리섬유 하이브리드들의 인조 직물을 포함한다. 특정한 바람직한 실시 예에서, 상기 직물 받침 층의 재질은 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 및 폴리아라미드 하이브리드로 이루어진 그룹으로부터 선택된 재료를 포함한다.

[0051] 특정 실시 예에서, 상기 장치는 100 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 1200 N의 중량을 지지할 수 있다. 특정 실시 예에서, 상기 장치는 100 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 100 cm² 당 적어도 3150 N의 중량을 지지할 수 있다. 특정 실시 예에서, 상기 장치는 1 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm² 당 적어도 12.0 N의 중량을 지지할 수 있다. 특정 실시 예에서, 상기 장치는 1 cm² 또는 그 이상의 접착 표면적을 갖고, 접착 표면적의 1 cm² 당 적어도 31.5 N의 중량을 지지할 수 있다.

[0052] 특정 실시 예에서, 상기 밧줄은 직물 재료이며, 예를 들면, 폴리에스터, 스판덱스, 나일론, 탄소 섬유, 폴리아라미드, 탄소 섬유 폴리아라미드 하이브리드, 탄소 섬유 현무암(basalt) 하이브리드, 유리섬유, 탄소 섬유 또는 유리섬유 하이브리드와 같은 인조 직물로부터, 그리고 면, 마, 올, 실크, 대나무 스트링, 셀룰로오스, 황마, 그리고 피나 등의 천연 직물로부터 선택된다. 특정 실시 예에서, 상기 밧줄은 비 직물 재료, 예를 들면 가죽, 금속 시트, 플라스틱 시트 또는 부직포 직물로부터 선택된다. 몇몇 실시 예에서, 상기 재료는 체인-링크 메쉬로부터 제작된다.

[0053] 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 다음을 포함한다: 탄성 재료를 포함하고, 대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖고, 다른 측면에는 높은 면-내 강성을 갖는 받침 층을 갖는 평면 층을 포함하고, 상기 탄성 재료는 상기 받침 층에 함침되며; 상기 장치에 대상체를 연결하기 위하여 상기 받침 층에 탈착가능한 유지 성분을 포함한다. 상기 받침 층의 일부분은 상기 탄성 재료의 층 너머로 연장하여 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 받침 층의 일부 영역을 형성하고, 상기 유지 성분은 상기 탄성 재료가 함침되지 않은 상기 받침 층의 그러한 영역에서 상기 받침 층에 부착한다.

[0054] 특정 실시 예에서, 상기 탄성 재료는 상기 패드의 "뒷면"에서 상기 직물 층 너머로 연장할 수 있다. 이 설계는 직접적으로 상기 접착제 장치의 힘 성능에 관련되는 장치의 강성을 희생하지 않고, 균일한 접촉에 도움이 될 수 있다.

[0055] 또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 재사용 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 이는 대상체 표면과의 부착을 위해 일측면에 접착 표면을 갖는 탄성재료의 평면 층;과, 높은 면-내 강성을 갖는 평면 받침 층;과 높은 면-내 강성을 갖는 평면 직물 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 부드러운 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층으로 함침된다. 상기 장치는 추가적으로 상기 접착제 패드의 중앙에서 실질적으로 상기 접착제 패드에 부착하는 밧줄을 포함하고, 상기 평면 밧줄과 상기 접착제 패드의 사이에는 대략 0° 내지 대략 359° 범위의 각도 조정을 허용한다.

[0056] 특정 실시 예에서, 상기 밧줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 0° 내지 90°이며, 예를 들면, 15°, 30°, 45°, 60°이다. 다른 특정 실시 예에서, 상기 밧줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 90° 내지 대략 120°이며, 예를 들면, 95°, 110°, 110°, 또는 115°이다. 다른 특정 실시 예에서, 상기 밧줄과 상기 접착제 패드 사이의 조절가능한 각도는 대략 120° 내지 대략 360°이며, 예를 들면, 150°, 180°, 210°, 270° 또는 300°이다.

[0057] 또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 접착제 패드를 포함하고, 이는 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄럽거나 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면 층;과 높은 면-내 강성을 갖는 평면 직물 받침 층;을 포함하고, 상기 받침 층은 상기 접착 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 함침된다. 상기 장치는 추가적으로 상기 접착제 패드에 연결된 밧줄 성분;과 하중 지지를 위한 유지 성분을 포함하고, 상기 유지 성분은 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 밧줄 성분에 부착가능하다.

[0058] 또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 표면상에 분리가능하게 중량을 지지하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 접착제 패드를 포함하고, 대상체 표면에 부착하기 위하여 일측면에 미세하게 매끄러운 접착 표면을 갖는 탄성 재료의 평면 층;과, 높은 면-내 강성을 갖는 평면 직물 받침 층을 포함하는 분리

가능한 표면-접착제 장치를 제공하는 단계, 여기서 상기 직물 받침 층은 상기 부드러운 표면의 반대 측면상에서 상기 탄성 재료의 층에 합침되고; 직물 뱃줄이 상기 접착제 패드에 연결되며; 그리고 하중 지지를 위한 유지 성분이 대상체를 상기 장치에 연결하기 위하여 상기 직물 뱃줄에 부착가능하고; (b) 상기 유지 성분에 중량을 부착하는 단계를 포함한다.

[0059] 또 다른 측면에서, 본 발명은 분리가능한 표면-접착제 장치를 제작하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 탄성 재료를 제공하는 단계;(b) 직물 받침 시트를 제공하는 단계;(c) 상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 합침시키도록 탄성 재료를 양생시켜서 부드러운 접착 표면을 갖는 상기 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계; (d) 상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 장착시키는 단계를 포함한다. 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.0001 cm 내지 대략 0.1 cm의 두께를 가지고 있다.

[0060] 또 다른 측면에서, 본 발명은 일반적으로 분리가능한 표면-접착제 장치를 제작하기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 다음을 포함한다:(a) 직물 받침 시트를 제공하고, 그것의 일측면상에 기판 층을 배치하는 단계; (b) 상기 직물 받침 시트의 다른 측면에, 스페이서-규정의 성형 영역을 제공하는 단계; (c) 상기 직물 받침 시트의 스페이서-규정의 성형 영역내로 탄성 재료를 추가시키는 단계; (d) 상기 탄성 재료를 미세하게 매끄럽거나 또는 패턴이 형성된 표면을 갖는 상부 커버로 덮는 단계;(e) 상기 상부 커버에 압력을 가하여서 상단 패드와 탄성 재료 사이에서 밀착된 계면을 형성하는 단계;(f) 상기 직물 받침 시트의 적어도 일부에 상기 탄성 재료를 합침시키도록 상기 탄성 재료를 양생시켜서 미세하게 매끄럽거나 또는 패턴이 형성된 접착 표면을 갖는 탄성 재료 층을 구비한 패드를 형성하는 단계; 그리고 (g) 상기 직물 받침 시트에 중량-유지 성분을 연결시키는 단계를 포함한다. 상기 탄성 재료는 대략 0.05 MPa 내지 대략 50 MPa의 탄성을 가지고 있으며, 상기 탄성 재료의 층은 대략 0.0001 cm 내지 대략 0.1 cm의 두께를 가지고 있다.

[0061] 특정 실시 예에서, 손실 탄성 계수에 대한 저장 비율은, 관심있는 작동 온도에서 적어도 대략 10보다 크다(예를 들면, 15, 20, 또는 50보다 크다).

[0062] 상기 탄성 재료의 층은 특정 응용예에서 요구하는 바와 같이, 임의의 크기와 형상일 수 있으며, 예를 들면, 그 것은 실질적으로 원형의 외부 경계, 실질적으로 사각형 외부 경계, 실질적으로 타원형 외부 경계, 또는 실질적으로 불규칙한 외부 경계를 가질 수 있다.

[0063] 여기에서 명시된 바와 같이, 특정 실시 예에서, 탄성 재료의 층은 둘, 셋, 넷 또는 그 이상의 분리된 보다 작은 탄성 재료 층 유닛 또는 구조물들을 포함한다. 상기 대상체 표면은 모든 적절한 표면일 수 있으며, 유리, 금속, 나무, 플라스틱, 종이, 판지, 또는 콘크리트 등을 포함한다.

[0064] 하중의 반복된 부착 및 분리가, 순수한 전단 및 정상 하중 방향으로, 그리고 제어된 피어 각도하에서 시도되었고, 우리가 아는 어떠한 기준 제품과도 비교될 수 없는 성능을 나타내었다. 예를 들면, 실험 장치는 16 평방 인치의 T-패드로서 707파운드(44 PSI) 만큼을 지지할 수 있었고, 분리에 최소한의 힘이 필요하였으며, 동일한 패드 상에서 수많은 사이클 동안 반복적으로 실행되었고, 성능 저하는 무시할 정도였다. 또한, 접착제 패드 구조는 쉽게 비누와 물 또는 접탄성, 아크릴 테이프와 같은 입자 이동 재료로서 세척될 수 있다. 상기 분리 메커니즘은 특정 응용 예에 맞도록 여기에서 개시된 원리에 따라서 설계될 수 있다.

[0065] 본 발명의 통합된 접착제 패드 방식은, 광범위한 응용 예의 강력한 플랫폼을 제공한다. 예를 들면, 이러한 구조는 책, 디스플레이 및 가전 제품(텔레비전, 컴퓨터, 스테레오, 모니터, 스크린)을 위한 선반; 매달림 구조물, 자동차 트림, 다른 것들을 지지하는 데 사용될 수 있다. 또한, 현재의 설계는 유리, 금속, 나무 및 석고 등 다양한 재료로 만들어진 수직 표면 또는 오버hangs(overhangs) 상에서 클라이밍(climbing)을 용이하게 하도록 사용될 수 있다.

0066] 시험 예(Examples)

0067] 힘 대 변위 시험

도 5는 T-패드 구조에 대하여, 순수 전단 하중하에서 지지되는 최대 힘을 특정하기 위한 예시적인 힘 대 변위측 정량을 도시한다.(직물 받침은 변경된다. 모든 결과는 16 in² 패드에 대하여, 범례에서 'T'로 표시된 두께를 변경시키면서 얻어진 것이었다.) 상기 실험은 단일 실험실 죠인트 형상의 인스트론 시험기에서 실행되었으며, 여기서, 부착은 상기 접착제 패드와 부드럽고 깨끗한 유리 기판 사이에서 이루어졌다. 연장은 10mm/분으로 조절되었고, 하중은 시험을 통해서 측정되었다. 최대 하중은 임계 파단 하중과 일치하는 것이고, 이는 도시된 바와 같

은 직물 받침에 따라 변화한다.

[0069] 도 6은 다양한 T-패드 구성, 천연 데이터(살아 있는 도마뱀을 포함하고, 도마뱀, 딱정벌레, 거미, 귀뚜라미, 그리고 과리들에 대한 다양한 연결 장치를 포함), 비 직물 받침의 폴리머 코팅에 대하여 지지되는 최대 전단력을 면내(in-plane) 컴플라이언스(compliance)에 의해서 정규화된 계면 면적의 제곱근의 함수로서 도시한다. 추세선은 예측된 스케일링 관계를 따르는 것이고, 이는 예측가능하게 최대 전단력 성능을 조정하는 능력을 보여준다.

파단력 시험

[0071] 도 7은 다양한 "T-패드" 구성(각각의 접착제 패드에 대한 총 접촉 면적은 10.8 cm²이고, 중앙 하중식 패드 연결은 폭의 2/3이다)에 대한 피어(peel) 각도의 함수로서 단위 폭 당 파단력을 도시한다. 이는 쉬운 분리를 위하여 임계 각도를 조정하는 능력을 보여준다. 피어 실험이 깨끗한 유리상에서 10mm/분으로 인스트론 5500 R에서 수행되었으며, 그 적용 하중과 기판 사이의 각도는 0° 와 90° 사이에서 변화되었다.

[0072] 도 8은 다양한 표면상에서 하중을 지지하기 위한 완전한 "T-패드" 구조의 몇몇 간단한 예들을 도시한다. 동일한 나일론 직물 PDMS 접착제($A=16 \text{ in}^2$ 이고, 1 mm의 두께) 패드 구조가 모든 예제에서 사용된다.

PDMS 접착제 패드의 제조

[0074] 도 9는 PDMS 접착제 패드 제조의 실시 예를 개략적으로 도시한다. (A) PDMS 접착제를 준비하기 위해, 몰드가 유리 슬라이드를 사용하여 제작되었다. 미양생되고, 기체가 제거된 PDMS 올리고머와 경화제(다우 코닝 실가드 184™)가 10:1의 비율(W/W)로 몰드에 부어졌다. 상기 몰드는 그 두께가 직물의 거칠기보다 크게 형성되어서, 제조 후 접착제상에 매끄러운 표면 마무리를 허용하도록 구성되었다. 탈기된(degassed) PDMS는 몰드로 부어지고, 확산이 허용되었으며, 직물이 적용되기 전에 6-8 분간 70°C에서 예비-양생이 실행되어, 그 다음 후속 양생 중에 직물을 지지하는 데 도움이 되도록 하였다.(B) 그 다음, 직물이 몰드상에 배치되어 미양생된 PDMS이 직물로 함침하도록 하였고, 3일 동안 실온에서 양생되었다. 하나의 조각으로 구성된 직물은 절단되어서, 그 폭이 몰드의 가장자리를 덮어서 지지를 제공할 수 있도록 하고, 그 길이는 충분하게 길어서 몰드를 덮고 "힘줄" 구조를 생성하였다. 상기 힘줄도 동일한 하중 공유를 제공하기 위하여 탄성중합체로 함침될 수 있다.

[0075] 또 다른 실시 예에서, 상기 직물은 중앙 하중식 패드로 설계되어서, 직물 힘줄이 상기 접착제 패드 직물의 중앙에 바느질되었다. 이러한 구조에서, 상기 힘줄 구조는 PDMS로 함침되어서, 상기 직물이 후속의 하중적용 도중에 폴리지 않도록 보장하였다. 이는 상기 힘줄 및 접착제 패드 사이에 하나의 분리 시트를 배치함으로써 달성되었으며, 그 다음 힘줄을 가로질러서 PDMS를 확산시켰으며, 상기 함침된 힘줄의 상부에 덤음용 분리 시트를 배치하였다. (C) 상기 PDMS가 양생된 후, 상기 직물 접착제는 몰드로부터 제거되고, 그리고 크기에 맞춰서 기계적으로 절단되었다. 2와 1/8 "의 두께로 이루어진 플라스틱 시트의 견고한 마운트("골격")가 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하여 상기 힘줄의 바닥에 부착되었고, 그 다음 6 시간 동안 양생이 허용되었다.

[0076] 도 10은 (A) 나일론 직물 PDMS 접착제의 사진,(B) 탄소 섬유/케블라 평직 직물 PDMS 접착제, 및(C) 단방향 탄소 섬유 폴리우레탄 접착제 등의 예시적인 이미지를 도시한다. 중앙 열은 접착면이 위로 향한, 측면 프로파일의 주사 전자 현미경(SEM) 이미지를 보여주고, 오른쪽 열은 부드러운 접착 표면을 도시한다. 광학 사진에서 스케일 바는 5cm이며, SEM 이미지에서 모든 스케일 바는 500 μm 이다.

폴리우레탄 접착제

[0078] 폴리우레탄 접착제가, 수산기 종료 폴리에틸렌 글리콜, 폴리프로필렌 글리콜, 및/또는 폴리테트라메틸렌 글리콜의 작용기 그룹과, 지방족 또는 방향족 폴리이소시아네이트 각각과 함께 1:1 비율로 추가하여 합성되었다. 폴리우레탄의 상용 키트가 본 응용 예에서 활용되었다.

[0079] 도 11은 폴리우레탄 예에 대하여, 주파수에 대한 계수의 플롯을 도시한다.

[0080] 저장 계수는 손실 계수보다 큰 크기의 대략적인 순서이며, 이는 상기 샘플이 주로 고체와 같은 탄성 특성을 갖는다는 것을 보여준다. 또한 상기 계수는 주파수 크기의 두 체계에 걸쳐서 변화가 없다.

[0081] 도 12는 개략적으로 폴리우레탄을 갖는 패드를 형성하는 성형 기술의 예를 도시한다. 폴리테트라플루오로에틸렌 기판 섬유의 상부에, 접착제 받침 층이 배치되었다. 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 스페이서가 폴리우레탄(PU)의 두께 제어를 허용할 수 있는 섬유의 상단에 배치되었고, 미양생된 PU 예비-중합체가 몰드 내에 부어졌다. 그 다음, 폴리디메틸실록산 패드가 유리 플레이트 상단에 배치되고, 최종적으로, 상기 시스템은 45 파운드 중량을 가졌다.

[0082] 이러한 성형 기술을 활용하여, 부드러운 접착 표면(부드러운 PDMS 상부 층을 활용), 또는 표면 특성(패턴이 형성된 PDMS 상부 층을 활용)이 얻어질 수 있다. 상기 접착제의 두께는 LDPE 스페이서의 두께를 수정하여 변경될 수 있다. 이 방법은 접착제 패드의 대량 생산을 허용하는 닉터(doctor) 블레이드 시스템을 사용하여 작동하도록 변경될 수도 있다.

부하 시험

[0084] 접착제 패드의 샘플들이 인스트론 제어 변위 시험을 활용하여 시험되었다.

[0085] 기계적인 그립들이 인스트론 5500 R에 장착되었고, 유리 창이 크로스 헤드상에서 상기 그립에 부착되었고, 상기 접착제 패드는 하부 그립에 고정되었다. 그 다음, 상기 접착제 패드는 상기 유리에 부착되었으며, 상기 접착제가 유리로부터 분리될 때까지 10mm/분의 변위가 사용되었다. 이 시험은 평균 파단력을 결정하고, 재사용성을 입증하기 위하여 여러 번 반복되었다. 도 13은 초기 부하 체계가 있고, 이 선의 기울기를 찾음으로써, 당업자는 접착제의 총 성능을 제어하는 접착제 시스템의 강성을 찾을 수 있다는 점을 도시한다. 이러한 폴리우레탄 접착제의 강성(따라서, 총 성능)은 이전에 기록된 강성 값보다 크다. 이 곡선의 정점이 총 성능(이 샘플에서는 ~2950 N)이다. 상기 피크 이후, 접착제가 유리로부터 분리되고, 기록된 하중 하락의 결과를 도시한다. 이 시험은 반복될 수 있으며, 시험의 100 사이클 이상을 통해서 좋은 재현성을 보여 주었다(도 14 참조).

[0086] 정하중 시험이 이러한 폴리우레탄 접착제에서 수행되었다. 질량 136kg을 포함하는 바가 접착제 패드에 체인을 통해 연결되었고, 또한 폴리 시스템에 의해서 지지되었다. 상기 폴리 시스템을 사용하여, 상기 접착제가 상기 유리 부착물 설정 부분에 부착할 수 있을 때까지, 상기 중량이 상승되었다. 그 다음, 상기 폴리 시스템은 총 하중이 상기 접착제에 의해 지지될 때 까지, 하강되었다. 이러한 시험의 특정 결과가 도 15에 도시되어 있으며, 여기서 상기 시험은 유리 표면상에 136kg을 지지함으로써 실행되었다.

[0087] 도 16에 도시된 바와 같이, 이러한 폴리우레탄 접착제는 다양한 기판상에서 사용될 수 있다. 이러한 결과는 이전의 하중 시험과 유사하게 수행되었지만, 그러나, 상기 유리 창은 새로운 재료로 대체되었고, 또는 새로운 재료는 유리 창의 표면에 부착되었다. 도 17은 정하중 시험을 도시하며, 이는 (A) 42" 평판 TV를 지지하는 16 in²의 중앙 하중식 PDMS 접착제 패드와, (B) 건식 벽체상에서 후드 땀복을 지지하는 중앙 하중식 폴리우레탄 접착제 패드상에서 수행되었다. 도 18(A)는 높은 성능과 쉬운 분리식의 접착제 패드에 대한 하중 각도 의존성에 관한 개략도를 도시한다.(B)는 단일 슬래브 접착제 패드에 비교되는 중앙 하중식 패드의 각도 의존성의 결과를 도시하며, 여기서 상기 중앙 하중식 패드는 여전히 쉬운 분리를 허용하는 동시에, 다양한 하중 각도에 걸쳐서 높은 파단력을 유지한다.

참조 지정(incorporation by reference)

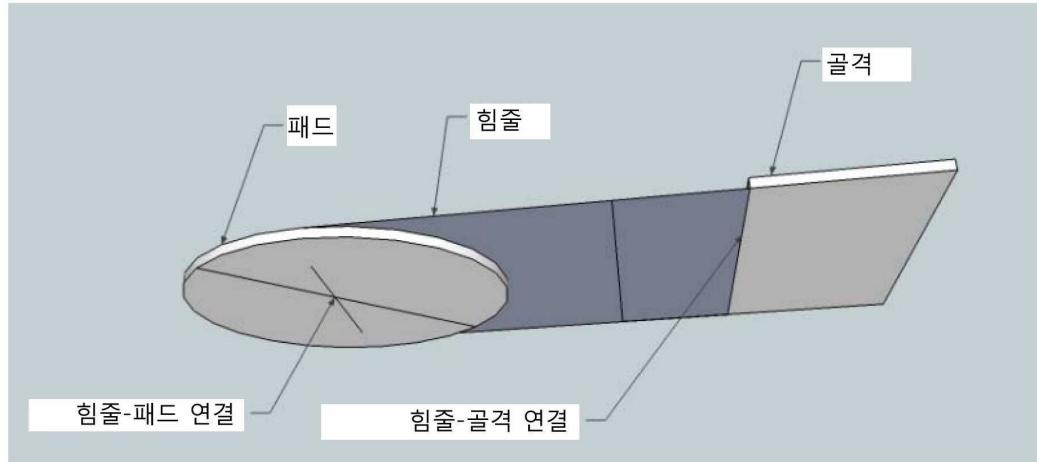
[0089] 다른 문서들, 예를 들면 특허, 특허 출원, 특허 출판물, 잡지, 책, 신문, 웹 콘텐츠에 대한 참조와 인용이 본 명세서내에서 이루어졌다. 그러한 모든 문서들은 모든 목적을 위해서 그 전체가 여기에 참조로 포함된 것이다.

균등물

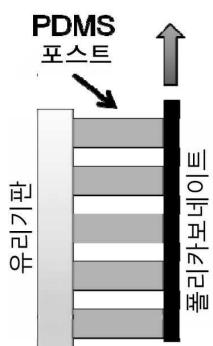
[0091] 대표적인 예들은 본 발명의 설명을 돋기위해 의도된 것이며, 본 발명의 범위를 제한하고자 의도된 것이 아니며, 그렇게 해석되어서도 안된다. 실제로, 여기에서 도시되고 설명된 것에 추가적인, 본 발명과 그것의 많은 추가적인 실시 예들의 다양한 수정 내용들이, 본 명세서의 전체 내용과, 그 내부에 포함된 예제들, 과학 및 특허에 대한 참조들로부터 당업자들에게 명백해질 것이다. 상기 예들은 그것의 여러가지 실시 예들 및 그것의 균등물내에서, 본 발명의 구현에 적용될 수 있는 중요한 추가적인 정보, 예시 및 안내 등을 포함한다.

도면

도면1



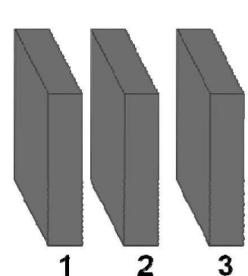
도면2



$$F_c = \sqrt{G_c} \sqrt{\frac{A}{C}}$$

$$C_{post} = \frac{4}{3\mu} \frac{t^3}{bh^3}$$

컴플라이언스 추가 규칙에 의한 요소들의 추가

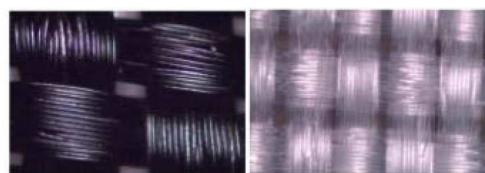


$$F_c = \sqrt{G_c} \sqrt{\frac{(b_1 h_1 + b_2 h_2 + b_3 h_3 + \dots)}{C_1 C_2 C_3 \dots / (C_1 C_2 \dots + C_2 C_3 \dots + C_1 C_3 \dots + \dots)}}$$

$$= N \sqrt{G_c} \sqrt{\frac{bh}{C}}$$

도면3

직물



몰딩



몰드로 PDMS 부음

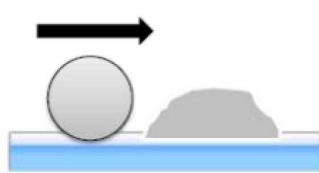
 $t > 1 \text{ mm}$ 

PDMS로 직물 함침

메이어 바

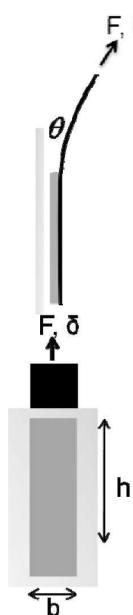
 $10 \text{ }\mu\text{m} < t < 1 \text{ mm}$ 

실온에서 양생

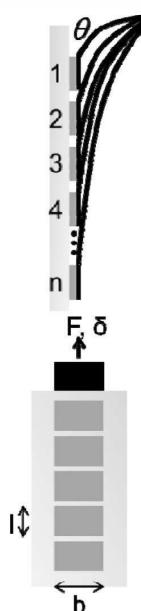


도면4

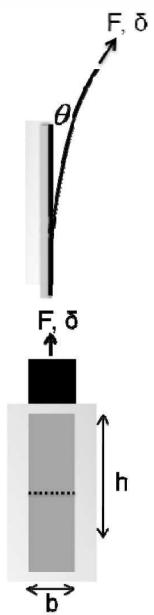
단일 슬라브



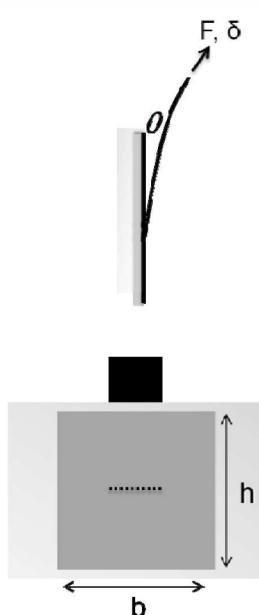
경사진 길이 시리즈 구성



오프 에지 힘줄 연결

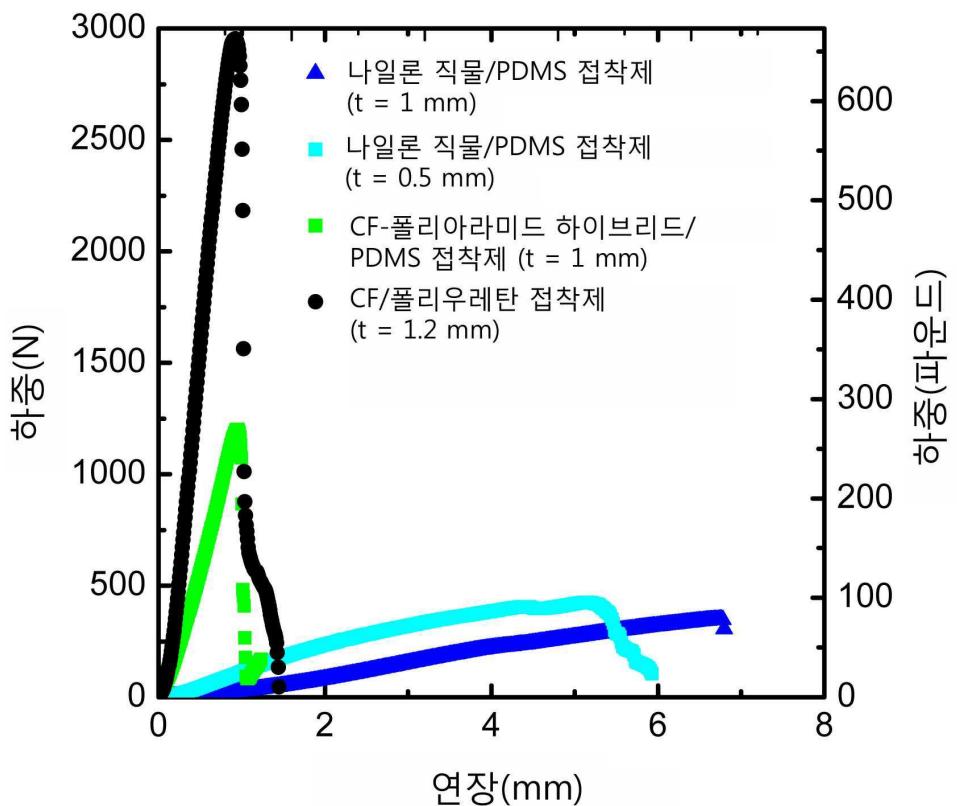


중앙 하중식 패드

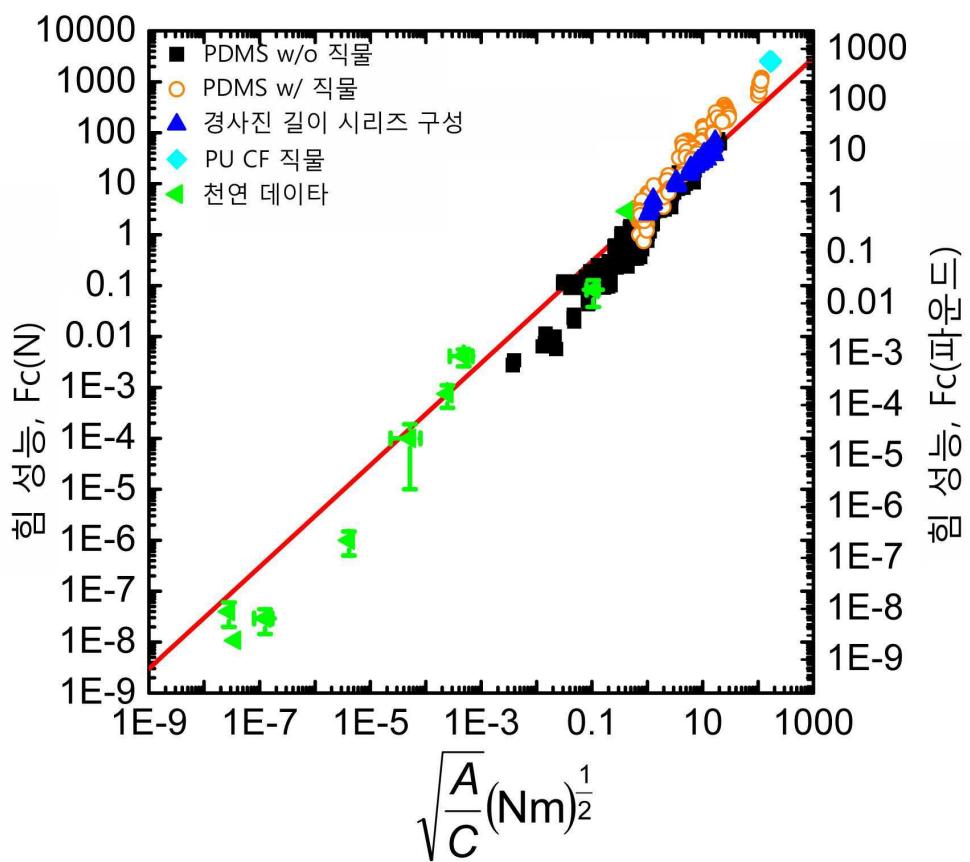


(모든 데이터들은 T-패드로서 얻어짐)

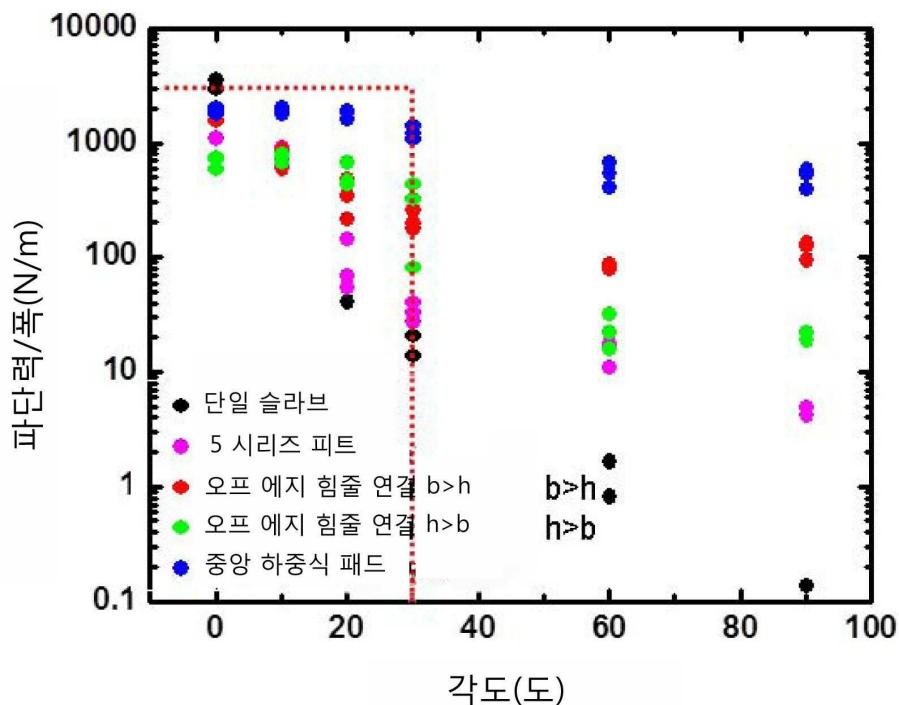
도면5



도면6



도면7



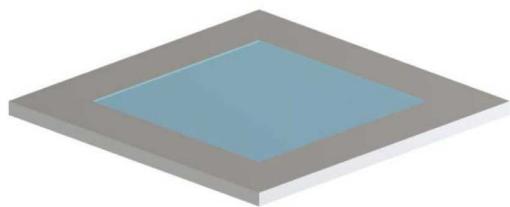
도면8

T 패드 장치

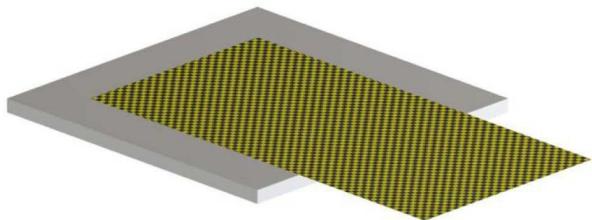


도면9

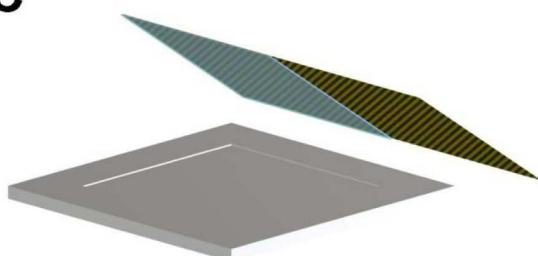
A



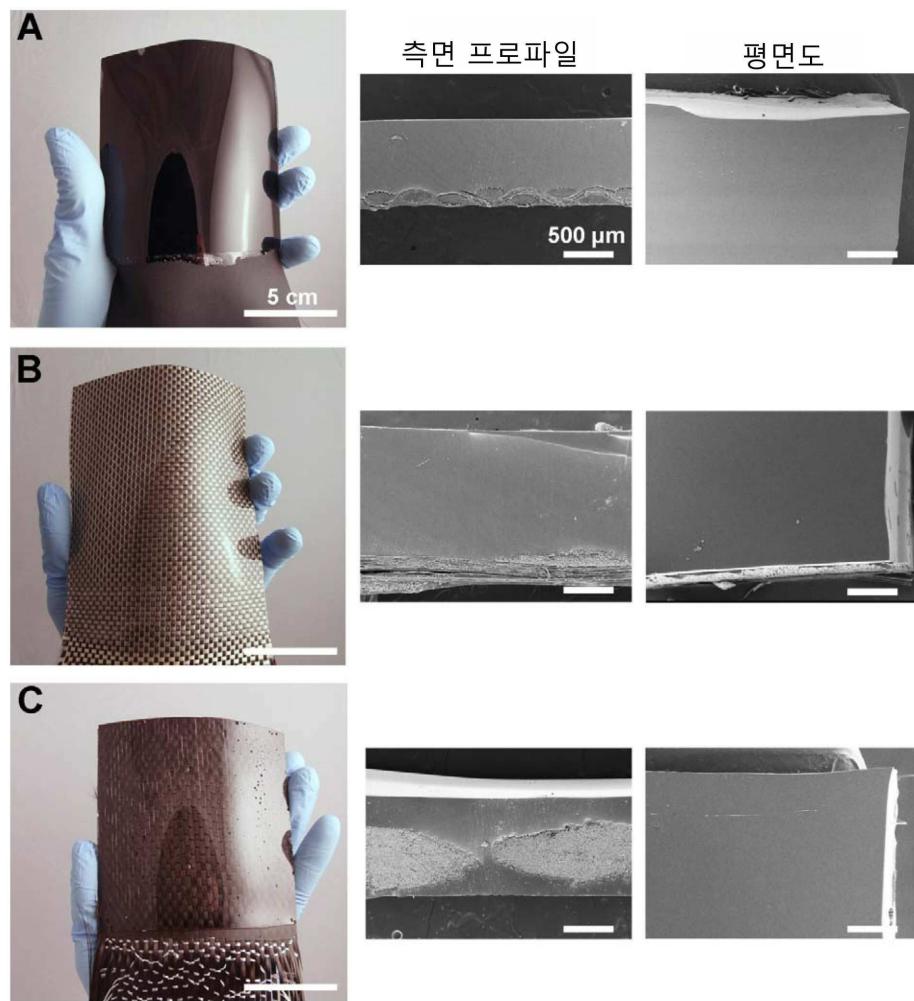
B



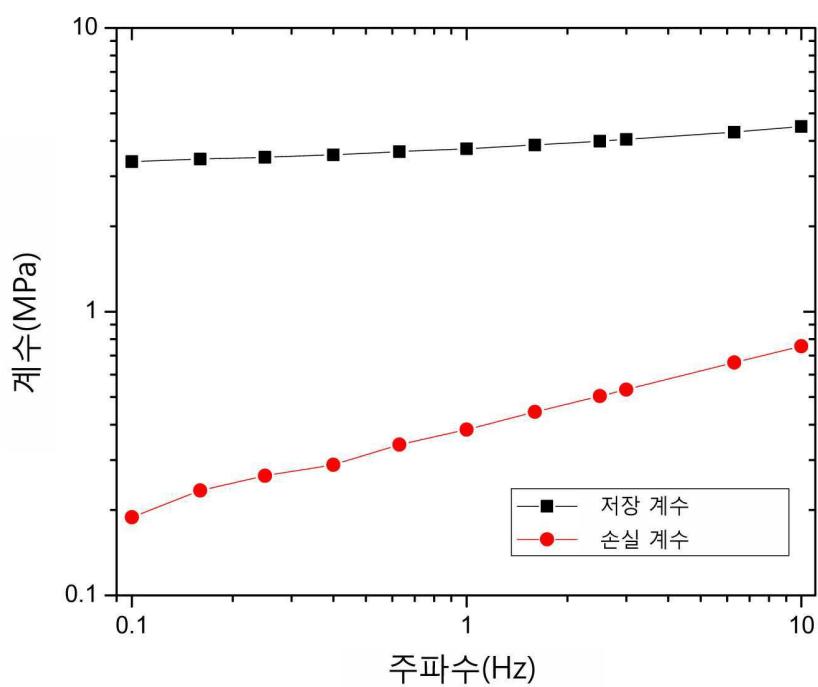
C



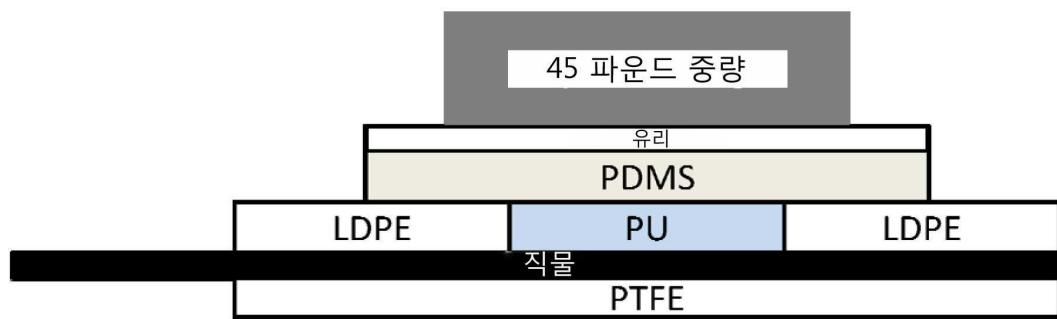
도면10



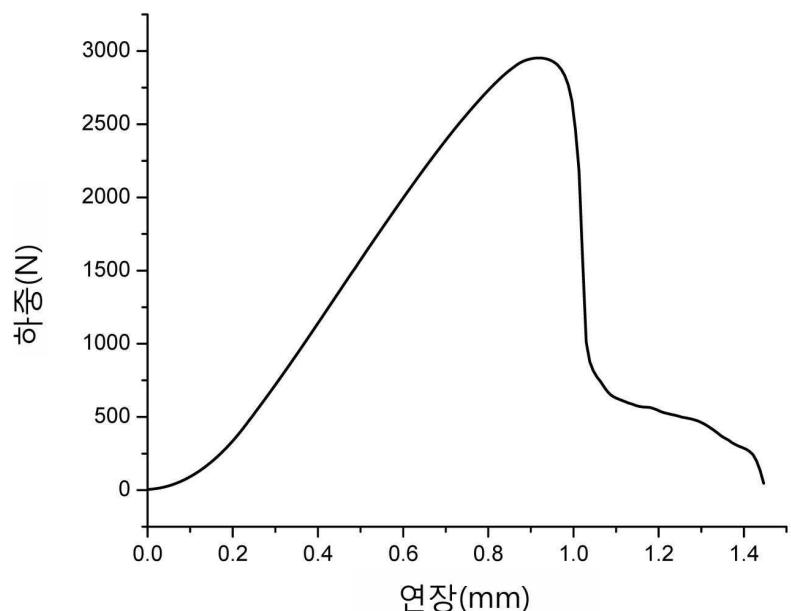
도면11



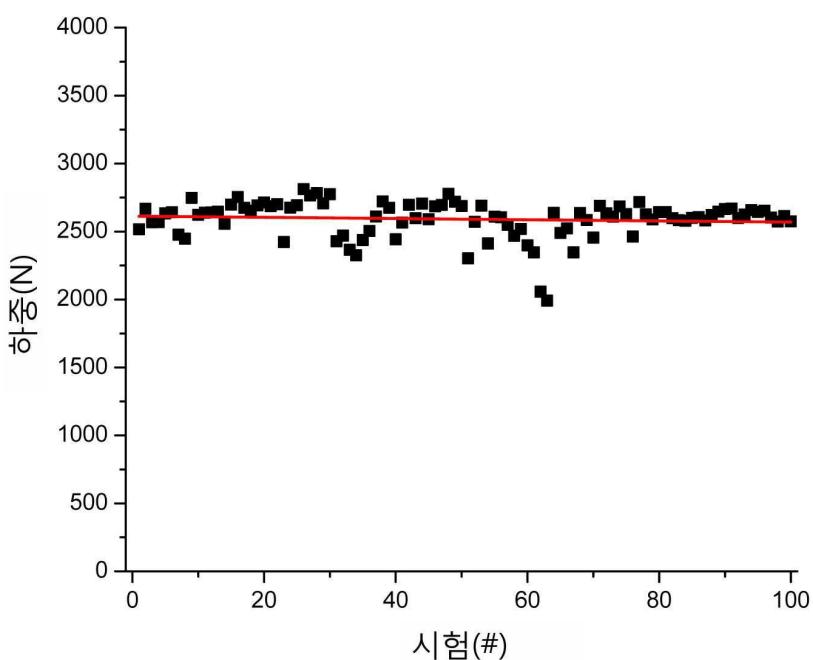
도면12



도면13



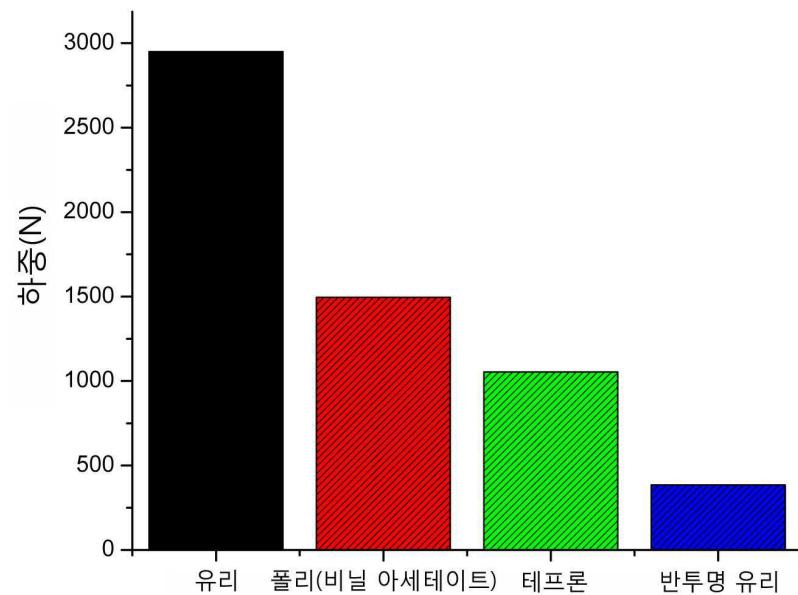
도면14



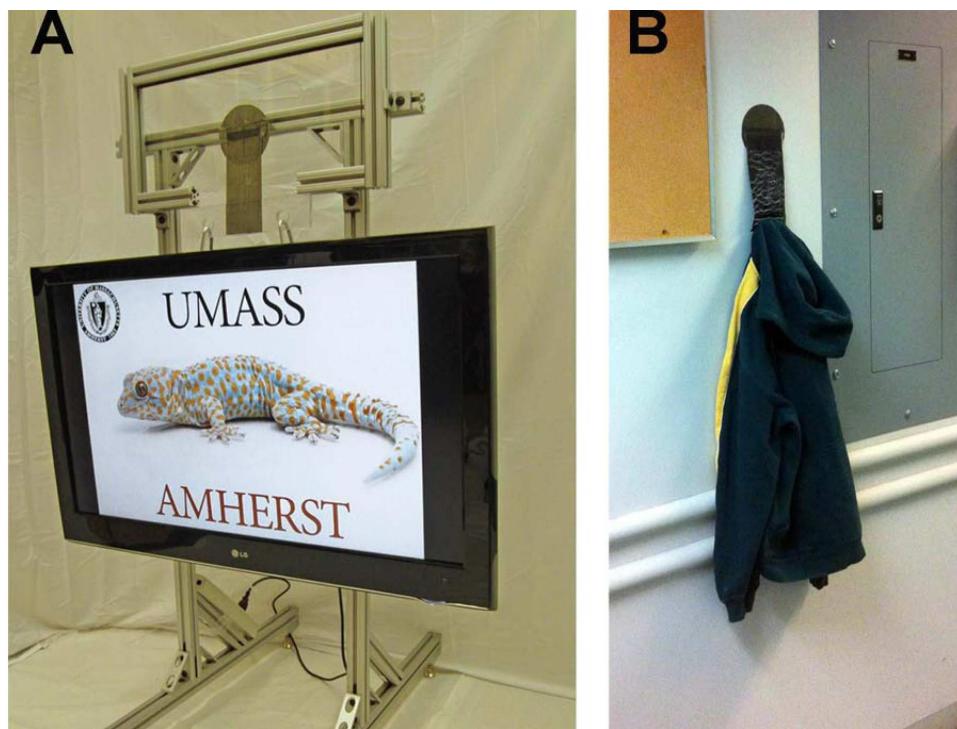
도면15



도면16



도면17



도면18

