



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년08월31일  
(11) 등록번호 10-2149213  
(24) 등록일자 2020년08월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B32B 17/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B32B 17/10018 (2013.01)  
B32B 17/10036 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7007743
- (22) 출원일자(국제) 2013년08월27일  
심사청구일자 2018년08월21일
- (85) 번역문제출일자 2015년03월26일
- (65) 공개번호 10-2015-0052129
- (43) 공개일자 2015년05월13일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/056755
- (87) 국제공개번호 WO 2014/035942  
국제공개일자 2014년03월06일
- (30) 우선권주장  
61/695,781 2012년08월31일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP3864750 B2\*  
JP2011088789 A\*  
US06270605 B1\*  
JP2573845 B2  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
코닝 인코포레이티드  
미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자
- (72) 발명자  
강 키아트 치아이  
미국 14870 뉴욕주 페인티드 포스트 필드뷰 드라이브 111  
나타라잔 고빈다라잔  
미국 12603 뉴욕주 포킵시 리젠시 드라이브 32  
샤오 위  
미국 14534 뉴욕주 핏츠포드 팜 필드 레인 31
- (74) 대리인  
양영준, 김영

전체 청구항 수 : 총 8 항

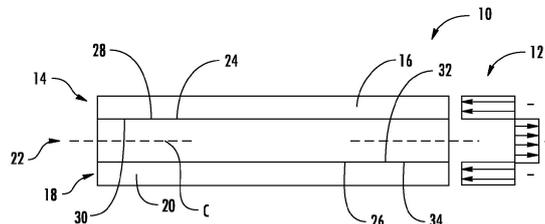
심사관 : 정현목

(54) 발명의 명칭 강화된 얇은 유리-중합체 라미네이트

(57) 요약

유리-중합체 라미네이트 구조는 약 0.3 mm 이하의 두께를 가지는 가요성 유리 기판을 포함한다. 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)의 약 2배 이상인 CTE를 가지는 중합체 층이 가요성 유리 기판의 표면에 라미네이트화된다. 상기 중합체 층을 열적으로 팽창시킨 후에는, 중합체 층이 가요성 유리 기판의 표면에 라미네이트화됨으로써, 가요성 유리 기판의 두께를 따라 약 30 MPa 이상의 평면상 압축 응력을 가요성 유리 기판에 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*B32B 17/101* (2013.01)

*B32B 17/10743* (2013.01)

*B32B 17/10752* (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

유리-중합체 라미네이트 구조로서,

0.3 mm 이하의 두께를 가지는 가요성 유리 기판; 및

가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)의 2배 이상인 CTE를 가지거나 가요성 유리 기판의 CTE에 비해 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는, 가요성 유리 기판의 표면에 라미네이트화된 열적으로 팽창하는 중합체 층으로서, 상기 중합체 층은 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 30 MPa 이상의 압축 응력을 가요성 유리 기판에 제공하고 유리-중합체 라미네이트에 굽은 구성을 포함하게 하는, 열적으로 팽창하는 중합체 층

을 포함하는, 유리-중합체 라미네이트 구조.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 가요성 유리 기판이 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 80 MPa 이상의 압축 응력을 가지는 것인, 유리-중합체 라미네이트 구조.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 중합체 층이 가요성 유리 기판의 CTE의 10배 이상인 CTE를 가지는 것인, 유리-중합체 라미네이트 구조.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 접착제 층을 추가적으로 포함하는, 유리-중합체 라미네이트 구조.

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법으로서,

가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 중합체 층을 20°C를 초과하는 승온으로 조절가능하게 가열하여 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기판에 비해 중합체 층을 열적으로 팽창시키는 단계로서, 상기 중합체 층은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)의 2배 이상인 CTE를 가지거나 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)에 비해 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는, 단계;

상기 가열을 통해 중합체 층을 열적으로 팽창시킨 후에, 중합체 층을 상기 승온에서 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 단계; 및

중합체 층을 상기 승온 미만까지 3°C/분 이하의 속도로 조절가능하게 냉각함으로써, 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 30 MPa 이상의 압축 응력을 도입하고, 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 압축 응력을 제공하는 동시에 가요성 유리 기판을 굽히는 단계를 포함하고,

가요성 유리 기판의 두께는 0.3 mm 이하인, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 가요성 유리 기판이 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 80 MPa 이상의 압축 응력을 가지는 것인, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 중합체 층이 가요성 유리 기판의 CTE의 10배 이상인 CTE를 가지는 것인, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 가요성 유리 기판과 중합체 층 사이에 접착제 층을 적용함으로써 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 것을 추가적으로 포함하는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법.

**청구항 11**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 그의 내용이 본원을 지지하며 그 전문이 본원에 참조로 포함된 2012년 8월 31일자 U.S. 가출원 일련 번호 61/695781의 35 U.S.C. § 119에 따른 우선권 혜택을 주장하는 바이다.

[0002] <분야>

[0003] 본 발명은 유리-중합체 라미네이트 구조, 더 구체적으로는 강화된 얇은 유리-중합체 라미네이트 구조에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 가요성 중합체 기판은 하나 이상의 중합체 필름과 라미네이트화되는 중합체 기재 물질을 사용하여 제조된다. 이러한 라미네이트화 기판 적층체는 보통 PV, OLED, LCD 및 패틴화 박막 트랜지스터 (TFT) 전자기기와 연관되어 있는 가요성 패키징에 사용되는데, 그의 낮은 비용 및 입증된 성능 때문이다.

[0005] 대안적인 기술 선택사항으로서의 가요성 유리 구조를 촉진하기 위해서는, 취성 물질인 유리와 연관된 기계적 신뢰도 성능의 실제 및 인식상의 한계가 극복되고 입증되어야 한다. 가요성 유리 기판은 가요성 중합체 기술을 능가하는 몇 가지 기술적 장점들을 제공한다. 한 가지 기술적 장점은 실외용 전자기기에서의 주요 손상 메커니즘인 수분 또는 기체 장벽으로 작용하는 유리의 능력이다. 두 번째 장점은 1개 이상의 패키지 기판 층의 감소 또는 제거를 통하여 전체적인 패키지 크기 (두께) 및 중량을 감소시키는 그의 잠재력에 있다. 또 다른 장점은 용이하게 세척될 수 있는 유리와 연관되어 있는 뛰어난 표면 품질을 가진다는 것이다. 따라서, 유리와 연관된 기계적 신뢰도 성능의 실제 및 인식상의 한계가 극복될 수 있다면, 가요성 유리 구조의 사용이 앞당겨질 수 있을 것이다.

**발명의 내용**

[0006] 무가공 가요성 유리의 기계적 신뢰성을 개선하기 위한 한 가지 기술은 가요성 유리 기판을 하나 이상의 박막 중합체와 라미네이트화하는 것이다. 본원에서 개시되는 개념에 따르면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 기판은 최종 적용분야의 기계적 강도 요건, 및 예상되는 굽힘 응력 및 방향에 따라 기계적 요건을 충족하도록 설계될 수 있다. 적정하게 사용될 경우, 라미네이트화 구조는 가요성 비-라미네이트화 (무가공 유리) 구조에 비해 개선된 기계적 신뢰도 성능을 제공하게 된다.

[0007] 추가적인 특징 및 장점들은 하기하는 상세한 설명에서 제시될 것이며, 부분적으로는 상세한 설명으로부터 통상의 기술자에게 용이하게 드러나게 되거나, 또는 기재되어 있는 상세한 설명 및 첨부된 도면에 예시되어 있는 바와 같이 본 발명을 실시하는 것에 의해 인식될 것이다. 전기의 일반적인 기술 및 하기의 상세한 설명이 둘 다 단순히 본 발명의 예시라는 것, 그리고 청구된 바와 같은 본 발명의 특성 및 특징들을 이해하는 것에 대한 개관

또는 기초를 제공하고자 하는 것이라는 것이 이해되어야 한다.

- [0008] 침부 도면은 본 발명의 원리에 대한 추가적인 이해를 제공하기 위하여 포함되는 것으로서, 본 명세서에 포함되어 그 일부를 구성한다. 도면은 하나 이상의 실시양태(들)을 도시하며, 그와 함께 상세한 설명은 본 발명의 원리 및 작용을 예로써 설명하는 역할을 한다. 본 명세서 및 도면에서 개시되는 본 발명의 다양한 특징들이 어떠한 조합에서도, 그리고 모든 조합에서 사용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 비-제한적인 예를 들자면, 본 발명의 다양한 특징들은 하기의 측면들에 따라 서로 조합될 수 있다.
- [0009] 제1 측면에 따르면,
- [0010] 약 0.3 mm 이하의 두께를 가지는 가요성 유리 기관; 및
- [0011] 가요성 유리 기관의 열 팽창 계수 (CTE)의 약 2배 이상인 CTE를 가지는 가요성 유리 기관의 표면에 라미네이트화된 중합체 층으로서, 중합체 층을 열적으로 팽창시킨 후에는 가요성 유리 기관의 두께를 가로질러 약 30 MPa 이상의 압축 응력을 가요성 유리 기관에 제공하는, 가요성 유리 기관의 표면에 라미네이트화된 중합체 층
- [0012] 을 포함하는 유리-중합체 라미네이트 구조가 제공된다.
- [0013] 제2 측면에 따르면,
- [0014] 약 0.3 mm 이하의 두께를 가지는 가요성 유리 기관; 및
- [0015] 가요성 유리 기관의 열 팽창 계수 (CTE)에 비해 약 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는 가요성 유리 기관의 표면에 라미네이트화된 중합체 층으로서, 중합체 층을 열적으로 팽창시킨 후에는 가요성 유리 기관의 두께를 가로질러 약 30 MPa 이상의 압축 응력을 가요성 유리 기관에 제공하는, 가요성 유리 기관의 표면에 라미네이트화된 중합체 층
- [0016] 을 포함하는 유리-중합체 라미네이트 구조가 제공된다.
- [0017] 제3 측면에 따르면, 가요성 유리 기관이 가요성 유리 기관의 두께를 가로질러 약 80 MPa 이상의 평면상 압축 응력을 가지는 것인, 측면 1 또는 측면 2의 라미네이트 구조가 제공된다.
- [0018] 제4 측면에 따르면, 중합체 층이 가요성 유리 기관의 CTE의 약 10배 이상인 CTE를 가지는 것인, 측면 1 내지 3 중 어느 하나의 라미네이트가 제공된다.
- [0019] 제5 측면에 따르면, 중합체 층을 가요성 유리 기관에 라미네이트화하는 접착제 층을 추가적으로 포함하는, 측면 1 내지 4 중 어느 하나의 라미네이트가 제공된다.
- [0020] 제6 측면에 따르면, 접착제 층이 열 활성화되며, 약 50°C를 초과하는 활성화 온도를 가지는 것인, 측면 5의 라미네이트가 제공된다.
- [0021] 제7 측면에 따르면, 접착제 층이 감압성 접착제인, 측면 5의 라미네이트가 제공된다.
- [0022] 제8 측면에 따르면, 접착제 층이 UV 활성화되는 것인, 측면 5의 라미네이트가 제공된다.
- [0023] 제9 측면에 따르면, 가요성 유리 기관이 제1 가요성 유리 기관이며, 라미네이트 구조가 중합체 층에 라미네이트화된 제2 가요성 유리 기관을 추가적으로 포함하고, 중합체 층이 제1 및 제2 가요성 유리 기관 사이에 존재하는 것인, 측면 1 내지 8의 라미네이트가 제공된다.
- [0024] 제10 측면에 따르면, 중합체 층이 액체 중합체로 형성된 것인, 측면 9의 라미네이트가 제공된다.
- [0025] 제11 측면에 따르면, 중합체 층이 제1 및 제2 가요성 유리 기관 중 1개 이상의 외연부를 넘어 연장된 것인, 측면 10의 라미네이트가 제공된다.
- [0026] 제12 측면에 따르면, 중합체 층이 제1 중합체 층이며, 라미네이트 구조가 가요성 유리 기관에 라미네이트화된 제2 중합체 층을 추가적으로 포함하고, 가요성 유리 기관이 제1 및 제2 중합체 층 사이에 존재하는 것인, 측면 1 내지 11의 라미네이트가 제공된다.
- [0027] 제13 측면에 따르면,
- [0028] 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기관의 열 팽창 계수 (CTE)의 2배 이상인 CTE를 가지는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 중합체 층을, 20°C를 초과하는 승온으로 가열하는 것;

- [0029] 중합체 층을 상기 승온에서 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 것; 및
- [0030] 중합체 층을 상기 승온 미만으로 냉각함으로써, 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 약 30 MPa 이상의 압축 응력을 도입하는 것
- [0031] 을 포함하는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법이 제공된다.
- [0032] 제14 측면에 따르면,
- [0033] 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)에 비해 약 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 중합체 층을, 20°C를 초과하는 승온으로 가열하는 것;
- [0034] 중합체 층을 상기 승온에서 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 것; 및
- [0035] 중합체 층을 상기 승온 미만으로 냉각함으로써, 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 약 30 MPa 이상의 압축 응력을 도입하는 것
- [0036] 을 포함하는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하는 방법이 제공된다.
- [0037] 제15 측면에 따르면, 가요성 유리 기판이 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 약 80 MPa 이상의 평면상 압축 응력을 가지는 것인, 측면 12 또는 측면 13의 방법이 제공된다.
- [0038] 제16 측면에 따르면, 중합체 층이 가요성 유리 기판의 CTE의 약 10배 이상인 CTE를 가지는 것인, 측면 13 내지 15의 방법이 제공된다.
- [0039] 제17 측면에 따르면, 중합체 층을 승온으로 가열할 때 중합체 층을 가요성 유리 기판에 비해 팽창시키는 것을 포함하는, 측면 11 내지 13의 방법이 제공된다.
- [0040] 제18 측면에 따르면, 가요성 유리 기판과 중합체 층 사이에 접착제 층을 적용함으로써 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 것을 추가적으로 포함하는, 측면 13 내지 17의 방법이 제공된다.
- [0041] 제19 측면에 따르면, 중합체 층이 상기 승온에 도달한 후 접착제 층을 열 활성화하는 것을 포함하는, 측면 18의 방법이 제공된다.
- [0042] 제20 측면에 따르면, 중합체 층이 상기 승온에 도달한 후 접착제 층을 가압 활성화하는 것을 포함하는, 측면 18의 방법이 제공된다.
- [0043] 제21 측면에 따르면, 중합체 층이 상기 승온에 도달한 후 접착제 층을 UV 활성화하는 것을 포함하는, 측면 18의 방법이 제공된다.
- [0044] 제22 측면에 따르면,
- [0045] 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)에 비해 약 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 중합체 층을, 20°C를 초과하는 승온으로 가열하는 것;
- [0046] 중합체 층을 상기 승온에서 가요성 유리 기판에 라미네이트화하는 것; 및
- [0047] 중합체 층을 상기 승온 미만으로 냉각함으로써, 가요성 유리 기판의 두께를 가로질러 압축 응력을 제공함과 동시에 가요성 유리 기판을 굽히는 것
- [0048] 을 포함하는, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 형성 방법이 제공된다.
- [0049] 제23 측면에 따르면, 중합체 층을 가열하는 단계가 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하기 전에 약 50°C 이상의 온도로 중합체 층을 가열하는 것을 포함하는 것인, 측면 22의 방법이 제공된다.
- [0050] 제24 측면에 따르면,
- [0051] 약 0.3 mm 이하의 두께를 가지는 가요성 유리 기판; 및
- [0052] 가요성 유리 기판의 열 팽창 계수 (CTE)에 비해 약 3 ppm/°C 이상 더 큰 CTE를 가지는 가요성 유리 기판의 표면에 라미네이트화된 중합체 층으로서, 중합체 층을 열적으로 팽창시킨 후에는 가요성 유리 기판에 가요성 유리의 두께 중 일부 이상을 따라 압축 응력을 제공함과 동시에 굽은 구성을 제공하는, 가요성 유리 기판의 표면에 라미네이트화된 중합체 층

[0053] 을 포함하는 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조가 제공된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0054] 도 1은 대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 실시양태의 개략적인 도시이며;
- 도 2는 대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 또 다른 실시양태의 개략적인 도시이고;
- 도 3은 연부 보호 특징부를 가지는 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 또 다른 실시양태의 개략적인 도시이며;
- 도 4는 비대칭 구성을 가지는 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 또 다른 실시양태를 개략적으로 도시하고;
- 도 5는 중앙 굽힘 축을 가지는 유리 조각의 개략적 도면이며;
- 도 6은 예시적으로 열적으로 굽은 라미네이트에서의 인장 응력 감소를 도시하고;
- 도 7은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 또 다른 실시양태의 개략적인 도시이며;
- 도 8은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 또 다른 실시양태의 개략적인 도시이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0055] 제한하는 것이 아닌 설명 목적의 하기 상세한 설명에서, 구체적인 세부사항을 개시하는 예로서의 실시양태들은 본 발명의 다양한 원리들에 대한 철저한 이해를 제공하기 위하여 제시되는 것이다. 그러나, 본 개시의 장점을 이해하고 있는 통상의 기술자에게는 본원에서 개시되는 구체적인 세부사항에서 벗어나는 다른 실시양태로써 본 발명이 실시될 수도 있다는 것이 명백할 것이다. 또한, 본 발명의 다양한 원리들에 대한 기술을 불명료하게 하지 않도록, 잘 알려져 있는 장치, 방법 및 물질들에 대한 기술은 생략될 수도 있다. 마지막으로, 어디에 적용되는지에 관계없이, 동일한 참조 번호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0056] 본원에서, 범위는 "약" 일 특정 값으로부터 및/또는 "약" 또 다른 특정 값까지로 표현될 수 있다. 그와 같은 범위가 표현될 때, 또 다른 실시양태에는 일 특정 값으로부터 및/또는 다른 특정 값까지를 포함된다. 마찬가지로, 선행사 "약"의 사용에 의해 값들이 근사치로 표현될 때, 특정 값이 또 다른 실시양태를 형성한다는 것이 이해될 것이다. 또한, 각 범위의 말단점이 다른 말단점과 관련하여서도, 그리고 다른 말단점과 관계없이 중요하다 되는 것이 이해될 것이다.
- [0057] 본원에서 사용된 방향성 용어들 - 예를 들면, 상향, 하향, 우측, 좌측, 전면, 후면, 상부, 저부 - 은 도시되어 있는 대로의 도면을 참조하여서만 구성되는 것으로써, 절대적인 방향을 의미하고자 하는 것은 아니다.
- [0058] 우리가 본질적으로 강한 물질이기는 하지만, 그의 강도 (신뢰도)는 그의 표면 결함 또는 흠의 크기 밀도 분포, 그리고 시간 경과에 따른 물질에 대한 응력의 누적된 노출의 함수이다. 전체적인 제품 수명 주기 동안, 가요성 유리-중합체 라미네이트는 다양한 종류의 정적 및 동적 기계적 응력에 적용되게 된다. 본원에서 기술되는 실시양태들은 일반적으로 중합체 층을 사용하여 강화된 가요성 유리 기관에 관한 것이다. 승온에서 가요성 유리 기관에 중합체 층을 라미네이트화하는 것에 이어지는 저속 냉각에 의해, 중합체 층과 가요성 유리 기관 사이의 비교적 큰 열 팽창 계수 (CTE) 불일치가 활용된다. 이와 같은 승온 라미네이트화 접근법은 일단 라미네이트 구조가 냉각되고 나면, 가요성 유리 기관의 두께를 가로지르는 균일하게 분포되는 압축 잔류 응력을 생성시킬 수 있다.
- [0059] 도 1 및 2를 참조하면, 그들의 상응하는 응력 다이어그램 (12 및 42)과 함께, 2개의 예시적인 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (10 및 40)가 도시되어 있다. 먼저 도 1을 참조하면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (10)는 제1 가요성 유리 기관 (16) (Eg, Vg, α, tg/2를 가짐)으로 형성되어 있는 제1 최외곽 유리 층 (14), 제2 가요성 유리 기관 (20) (Eg, Vg, α, tg/2를 가짐)으로 형성되어 있는 제2 최외곽 유리 층 (18), 및 제1 및 제2 가요성 유리 기관 (16 및 20) 사이에 개재되어 라미네이트화되어 있는 중합체 층 (22) (Ep, Vp, αp, tp를 가짐)을 포함한다. 이들 각각의 넓은 표면 (28, 30 및 32, 34) 사이의 경계면에서 제1 및 제2 가요성 유리 기관 (16 및 20)을 중합체 층 (22)에 라미네이트화하기 위하여, 접착제 층 (24 및 26)이 사용될 수도 있다.
- [0060] 도 1이 최외곽 유리 층 (14 및 18)을 도시하고 있는 반면, 도 2는 최외곽 중합체 층 (50 및 52) (각각 Ep, Vp, αp, tp/2를 가짐) 사이에 개재되어 있는 가요성 유리 기관 (44) (Eg, Vg, α, tg를 가짐)을 가지는 대안적인 실

시양태를 도시하고 있다. 역시, 이들 각각의 넓은 표면 (58, 60 및 62, 64) 사이의 경계면에서 제1 및 제2 중합체 층 (50 및 52)을 가요성 유리 기관 (44)에 라미네이트화하기 위하여, 접착제 층 (54 및 56)이 사용될 수도 있다.

[0061] 도 1 및 2의 응력 다이어그램 (12 및 42)은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (10)의 가요성 유리 기관 (16 및 20), 그리고 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (40)의 가요성 유리 기관 (44)의 두께를 가로질러 잔류하는 평면상 압축 응력이 생성되며, 그것은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (10)의 중합체 층 (22), 그리고 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (40)의 중합체 층 (50 및 52)에서의 인장 응력에 의해 상쇄된다는 것을 도시하고 있다. 먼저 도 1을 참조하면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (10)의 가요성 유리 기관 (16 및 20)에서의 잔류 압축 응력은 가요성 유리 기관 (16 및 20)의 두께를 가로질러 실질적으로 균일하게 분포될 수 있으며, 승온에서 중합체 층 (22)을 가요성 유리 기관 (16 및 20)에 라미네이트화한 다음 실온으로 생각하는 것에 의해 생성될 수 있다. 마찬가지로, 도 2를 참조하면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (40)의 가요성 유리 기관 (44)에서의 잔류 압축 응력은 가요성 유리 기관 (44)의 두께를 가로질러 실질적으로 균일하게 분포될 수 있으며, 승온에서 중합체 층 (50 및 52)을 가요성 유리 기관 (44)에 라미네이트화한 다음 실온으로 생각하는 것에 의해 생성될 수 있다 (이에 대해서는 하기에 매우 상세하게 기술될 것임). 또한, 도 1 및 2에는 3-층 라미네이트 구조가 도시되어 있지만, 층 수는 3개 층을 초과하거나 그 미만일 수 있어서, 예를 들면 최종 용도 및 처리 요건에 따라 선택될 수 있다. 본원에서는, 다양한 다른 층상 라미네이트 실시예들이 기술될 것이다.

[0062] 가요성 유리 기관 (16, 20 및 44)은 예를 들면 약 0.01-0.05 mm, 약 0.05-0.1 mm, 약 0.1-0.15 mm 및 약 0.15-0.3 mm의 두께를 포함하나 이에 제한되지는 않는 약 0.3 mm 이하의 두께  $t_g$ 를 가지는 "초박형"일 수 있다. 가요성 유리 기관 (16, 20 및 44)은 유리, 유리 세라믹, 세라믹 재료 또는 이들의 복합재료로 형성될 수 있다. 고품질의 얇은 유리 시트를 형성하는 융합 공정 (예컨대 하부인출 공정)이 평판 디스플레이와 같은 다양한 장치들에서 사용될 수 있다. 융합 공정에서 제조되는 유리 시트는 다른 방법에 의해 제조되는 유리 시트에 비해 탁월한 편평성 및 평활성을 가지는 표면을 보유한다. 융합 공정에 대해서는 미국 특허 일련 번호 3,338,696 및 3,682,609에 기술되어 있다. 다른 적합한 유리 시트 형성 방법에는 플로트 공정, 상부인출 및 슬롯 인출 방법이 포함된다.

[0063] 대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트의 강화

[0064] 승온에서 중합체 층과 가요성 유리 기관을 라미네이트화한 (예컨대 도 1 및 2에 나타난 바와 같음) 다음, 천천히 냉각하여 가요성 유리 기관의 두께를 가로질러 잔류 압축 응력을 생성시키는 것에 의해, 중합체 층과 가요성 유리 기관 사이의 큰 CTE 불일치 (예를 들면 약 2배 이상, 예컨대 약 5배 이상, 예컨대 약 10배 이상)를 활용하는, 가요성 유리 기관의 강화 방법이 개발되었다. 일부 실시양태에서, 상기 CTE 불일치는 적어도 약 3 ppm/°C 이상, 예컨대 약 6 ppm/°C 이상, 예컨대 약 9 ppm/°C 이상, 예컨대 약 12 ppm/°C 이상, 예컨대 약 15 ppm/°C 이상, 예컨대 약 20 ppm/°C 이상, 예컨대 약 27 ppm/°C 이상, 예컨대 약 50 ppm/°C 이상일 수 있다. 가요성 유리-중합체 라미네이트는 대칭형 및 비대칭형으로 분류될 수 있다. 대칭형 라미네이트 구조는 라미네이트 구조의 중앙 평면 C (도 1 및 2) 아래의 층들이 중앙 평면 C 위 층들의 거울상을 형성하도록 구성되며, 비대칭형 라미네이트는 그의 중앙 평면 주위로 그와 같은 거울상을 가지지 않는다. 승온에서 라미네이트화된 2층의 상이한 물질로 형성되어 있으며 상이한 CTE를 가지는 3개 이상의 층을 보유하는 대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트의 경우, 실온에서 가요성 유리 기관의 두께를 가로지르는 압축 응력은 (2-축 변형 가정) 하기로 주어진다:

[0065] 
$$\sigma_g = - \frac{E_g}{(1-\nu_g) + E_g t_g (1-\nu_p) / E_p t_p} (\alpha_p - \alpha_g) (T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실온}})$$

[0066] 상기 식에서:

[0067] E는 영 모듈러스(Young's modulus)이며,  $\alpha$ 는 선형 열 팽창 계수이고, t는 일 유형 물질의 총 두께이며,  $\nu$ 는 푸아송 비(Poisson's ratio)이고, 아래첨자 "g" 및 "p"는 각각 "유리" 및 "중합체"를 지칭한다.  $T_{\text{라미네이트화}}$ 는 라미네이트화 과정에 사용된 접착제의 경화 온도를 지칭한다.

[0068] 따라서, 가요성 유리 기관의 압축 응력은 하기 중 하나 이상에 의해 증가될 수 있다:

- [0069] 1. 유리 층 두께를 감소시키는 것;
- [0070] 2. 가요성 유리 기관의 영 모듈러스를 증가시키는 것;

- [0071] 3. 중합체 층의 영 모듈러스를 증가시키는 것;
- [0072] 4. 중합체 층의 두께를 증가시키는 것;
- [0073] 5. 가요성 유리 기판과 중합체 층 사이의 열 팽창 계수 차이를 증가시키는 것; 및
- [0074] 6. 라미네이트화 온도를 증가시키는 것.

[0075] 가요성 유리 기판의 두께를 가로지르는 더 큰 압축 응력 (예컨대 30 MPa 이상, 예컨대 50 MPa 이상, 예컨대 60 MPa 이상, 예컨대 약 70 MPa 이상, 예컨대 약 80MPa 이상, 예컨대 약 90MPa 이상, 예컨대 약 100MPa 이상, 예컨대 약 110MPa 이상)이 바람직하기는 하지만, 도입될 수 있는 압축 응력의 양에는 한계가 존재한다. 예를 들어, 가요성 유리 기판에서 큰 압축 응력을 달성하기 위한 한 가지 접근법은 라미네이트화 온도를 가능한 한 높게 설정하는 것이다. 그러나, 이와 같은 라미네이트화 온도의 상한은 임의의 접착제의 작동 온도 한계와 같은 가요성 유리-중합체 라미네이트 물질의 특이적인 특성에 의해 설정되는 한계를 초과해서는 안된다. 제품 신뢰도를 보장하기 위해서는 물질 및 구조적 완전성이 고려되어야 한다. 따라서, 다양한 한계들이 가요성 유리 기판에 도입될 수 있는 압축 응력의 양에 영향을 줄 수 있다.

[0076] 강화된 가요성 유리-중합체 라미네이트의 형성

[0077] 임의의 수의 라미네이트화 과정도 가요성 유리 기판에서 원하는 높은 압축 응력을 달성하는데 사용될 수 있다. 중요한 것은 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하기 전에, 가요성 유리 기판과 중합체 층 사이의 큰 CTE 불일치로 인하여, 중합체 층이 가요성 유리 기판에 비해 어느 정도 이상까지 열적으로 팽창되도록 해야 한다는 것이다. 일단 라미네이트화되고 나면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 다시 실온으로 조절가능하게 냉각될 수 있으며 (예컨대 약 1-2°C/분 이하), 이는 가요성 유리 기판에 압축 응력을 도입한다.

[0078] 중합체 층과 가요성 유리 기판 사이의 큰 CTE 불일치로 인하여 압축 응력을 생성시키기 위한 증가된 온도에서의 라미네이트화 실시예들을 하기한다. 이러한 실시예들은 사실상 예시적인 것으로서, 제한되는 것을 의미하지는 않는다. 예를 들어, 폴리메틸 메타크릴레이트 (PMMA)의 중합체 층이 하기에서 논의되는 실시예들 중 많은 것에서 사용될 수 있기는 하지만, 폴리카르보네이트의 중합체 층, 뿐만 아니라 가요성 유리 기판과 비교적 큰 CTE 불일치를 가지는 하기에서 논의되는 수많은 다른 중합체 물질들이 사용될 수 있다. PMMA 및 폴리카르보네이트 중합체 물질은 가요성 유리-중합체 라미네이트의 최종 사용시 투명성이 요구되는 경우에 바람직할 수 있다.

[0079] 실시예 1: UV 감수성 접착제

[0080] 두께 0.1 mm인 2개의 가요성 유리 기판, 및 투명한 열가소성 수지인 폴리메틸 메타크릴레이트 (PMMA)로 형성되며 1.3 mm의 두께를 가지는 중합체 층을 사용하여, 도 1에 나타난 바와 같은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하였다. 중합체 층과 가요성 유리 기판 층 사이에는 약 20 nm 두께로 UV 감수성 접착제 (노어랜드 프로덕츠(Norland Products)로부터 상업적으로 입수가능한 NOA 68)를 적용하였다. 상기 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 열전 핫플레이트 상에 위치시키고, 90°C인 UV 감수성 접착제의 작동 한계 미만인 80°C를 유지하면서 일측에서 가열하였다. 다음에, 열전 핫플레이트와 반대되는 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 측으로부터 UV 감수성 접착제에 적용되는 UV 광을 사용하여 UV 감수성 접착제를 경화함으로써 중합체 층을 승온에서 가요성 유리 기판 층에 결합시키고, 3°C/분의 속도로 냉각시켰다. 복굴절 측정 (FSM)을 사용하여, 가요성 유리 기판에서의 약 110 MPa의 압축 응력을 확인하였다. 하기 표 I에 이와 같은 예시적인 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 물질 특성들을 조망하였으며, 하기 표 II에는 상기에서 제시된 압축 응력 식을 사용한 응력 추정치를 예시하였다.

[0081] <표 I>

[0082] 물질

물질	영 모듈러스 (GPa)	푸아송 비	열 팽창 계수 (10 <sup>-6</sup> °C)	두께 (mm)	라미네이트화 온도/ 실온 (°C)
PMMA	2.5	0.37	90	1.3	80/20
유리 기판	73.6	0.23	3.17	0.1 (중 0.2)	

[0083]

[0084] <표 II>

[0085] 응력 추정치

	유리 기판에서의 압축 잔류 응력 (MPa)	PMMA 에서의 인장 잔류 응력 (MPa)
추정치	105.8	16.3

[0086]

[0087] 실시예 2: 감열성 접착제

[0088] 두께 0.1 mm인 2개의 가요성 유리 기판, 및 PMMA로 형성되며 1.3 mm의 두께를 가지는 중합체 층을 사용하여, 도 1에 나타난 바와 같은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하였다. 중합체 층과 가요성 유리 기판 층 사이에는 약 20 nm 두께로 감열성 접착제 (노어랜드 프로덕츠로부터 상업적으로 입수가능한 NOA 68H)를 적용하였다. 상기 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 대류 오븐에서 PMMA의 연화 온도 (91°C 내지 115°C) 미만인 라미네이트화 온도 (100°C에서 3시간 동안 경화, 3°C/분의 상승 속도, 1°C/분의 냉각 속도, 실온으로 냉각시키기 전에 50°C에서 12시간 동안 숙성)로 가열함으로써, 라미네이트화 온도에 도달하여 승온에서 중합체 층을 가요성 유리 기판 층에 결합시킬 때 중합체 층이 팽창되도록 하였다.

[0089] 실시예 3: 감압성 접착제

[0090] 두께 0.1 mm인 2개의 가요성 유리 기판, 및 PMMA로 형성되며 1.3 mm의 두께를 가지는 중합체 층을 사용하여, 도 1에 나타난 바와 같은 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 형성하였다. 중합체 층과 가요성 유리 기판 층 사이에는 감압성 접착제 (쓰리엠(3M)으로부터 상업적으로 입수가능한 8211 OCA)를 적용하였다 (약 50 μm 두께). 상기 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조를 오토클레이브에서 PMMA의 연화 온도 (91°C 내지 115°C) 미만인 라미네이트화 온도로 가열함으로써, 라미네이트화 온도에 도달하여 승온에서 중합체 층을 가요성 유리 기판 층에 결합시킬 때 중합체 층이 팽창되도록 하였다 (90 psi 및 85°C에서 1시간 동안 경화, 3°F/분의 상승 및 냉각 속도).

[0091] 상기 실시예들이 중합체 층과 가요성 유리 기판을 결합시키는데 중간 접착제 층을 활용하고 있는 반면, 다른 실시양태는 어떠한 중간 접착제 층의 사용도 없이 바로 가요성 유리 기판에 결합되는 중합체 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 중합체 층은 플라스틱 연화 온도 (유리 전이 온도)를 초과하나 중합체의 용융 온도 미만인 온도로 가열될 수 있다. 예를 들어 PMMA의 경우, 연화 온도는 91°C 내지 115°C이며, 용융 온도는 160°C이다. 연화 온도와 용융 온도 사이의 온도로 중합체 층을 가열하기 위해서는 열과 압력의 조합이 활용될 수 있다 (예컨대 오토클레이브 사용). 일부 경우에는, 가열되는 온도가 미리 선택된 시간 기간 동안 유지될 수 있으며, 이후 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조가 미리 결정된 속도 (예컨대 약 3°F/분 미만)로 냉각될 수 있다.

[0092] 중합체 층의 또 다른 예로써, 액체 중합체 용액이 가요성 유리 기판들 사이의 공간에 주입될 수 있다. 간단하게 도 3을 참조하면, 승온에서 예를 들면 스페이서 (점선 (76)으로 표시)를 사용하여 가요성 유리 기판 (72 및 74)을 분리하는 것에 의해, 가요성 유리-중합체 라미네이트 (70)가 형성될 수 있다. 액체 중합체 용액 (78)은 가요성 유리 기판 (72 및 74) 사이에 형성되는 공간 (80)으로 주입될 수 있다. 가요성 유리 기판 (72 및 74)에 대한 중합체 층 (82)의 라미네이트화는 중합체 고화 (예를 들면 경화) 및 조절되는 냉각 단계를 통하여 완료될 수 있다. 가열 동안의 액체 중합체 용액 (78)의 모세관력, 점성 유동 및 팽창이 가요성 유리 기판 (72 및 74)의 외연부 (84 및 86)를 넘어서도록 액체 중합체 용액 (78)을 가압할 수 있는데, 이는 외연부 (84 및 86)의 캡슐화 및 피복으로 이어질 수 있다. 일단 중합체 층 (82)이 형성되고 나면, 외연부 (84 및 86)의 이와 같은 캡슐화는 가요성 유리 기판 (72 및 74)에 연부 보호 특징부 (88)를 제공할 수 있다. 이와 같은 연부 보호는 유리할 수 있는데, 중합체 층 (82)의 형성 후에도 가요성 기판 (72 및 74) 연부에서의 압축 응력은 상대적으로 낮거나 심지어는 존재하지 않을 수 있어서, 연부가 벌크 유리에 비해 상대적으로 낮은 강도를 가질 수 있기 때문이다. 결합을 촉진하기 위하여, 접착 촉진제가 중합체 용액 (78)에 첨가될 수 있다. 중합체 층 (82)과 가요성 유리 기판 (72 및 74) 사이에서는, 물리적 결합, 및 일부 경우 화학적 결합이 일어난다.

[0093] 상기-언급된 가열장치 및 오븐 이외에, 비-접촉 가열장치, 예컨대 복사형 가열장치 (및 마이크로파 가열)가 본원에서 논의되는 중합체 층을 가열하는데 사용될 수 있다. 복사형 가열장치는 물질에 의해 흡수되어 가열되는 몸체로의 열 전달을 초래할 수 있는 적외 방사선을 방출한다. 복사형 가열은 대류형 또는 전도형 가열에 비해 효율적이고 빠를 수 있으며, 가열되는 몸체 표면과의 접촉을 필요로 하지 않는다. 실시예 1의 가열에 대한 한 가지 대안으로써, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 복사형 가열에 의해 유지될 수 있는 원하는 온도에서 접착제 물질의 UV 경화가 달성되도록, UV 광원과 복사형 가열장치 사이로 통과될 수 있다. 또한, 실시예 2의 변형으로써, 대류 오븐이 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 일 측에 하나씩인 2개의 복사형 가열장치로 대

체될 수 있다. 공정은 공급 속도 및 가열을 달성하기 위한 가열장치의 전력, 라미네이트화 온도 및 냉각을 조절하는 것에 의해 연속화될 수 있다. 다중 복사형 가열장치가 가열, 체류 및 냉각 속도를 조절하는데 사용될 수도 있다.

[0094] 비대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트

[0095] 라미네이트화 과정은 비대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조에서 응력 프로파일을 조작하거나 거기에 영향을 주는데 사용될 수도 있다. 이러한 실시양태에서, 중합체 층은 중합체 층을 가요성 유리 기판에 라미네이트화하기 전에, 가요성 유리 기판과 중합체 층 사이의 큰 CTE 불일치로 인하여, 가요성 유리 기판에 비해 열적으로 팽창된다. 그러나, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 비대칭 특성으로 인하여, 가요성 유리 기판 및 중합체 층에 단축 또는 2축의 굽힘이 도입될 수 있다.

[0096] 도 4를 참조하면, 비대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (90)에서 CTE 불일치에 의해 유도되는 단축 굽힘 곡률은 하기로 주어진다 (평면 응력, 및 가요성 유리 기판 (96) 및 중합체 층 (98)이 동일한 너비 및 길이 치수를 가지는 것으로 가정):

[0097] 
$$\kappa = \frac{6(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실.}})t_g t_p (t_g + t_p)}{E_g t_g^4 / E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4 / E_g}$$

[0098] 상기 식에서:

[0099]  $\kappa$ 는 굽힘 곡률이며, E는 영 모듈러스이고,  $\alpha$ 는 선형 열 팽창 계수이며, t는 일 유형 물질의 총 두께이고, 아래첨자 "g" 및 "p"는 각각 "유리" 및 "중합체"를 지칭한다.  $T_{\text{라미네이트화}}$ 는 라미네이트화 과정에 사용된 접착제의 경화 온도를 지칭한다.

[0100] 굽힘 곡률  $\kappa$ 는 하기에 의해 중심 C로부터 중앙 축 A까지 측정된 반경 R과 관련되며:

[0101] 
$$R = 1/\kappa$$

[0102] 또한 하기에 의해 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (90)의 말단 (92 및 94) 사이에서 측정된 각도  $\theta$ 와 관련된다:

[0103] 
$$\theta = L/R = \kappa L$$

[0104] 중앙 축까지의 높이 h는 하기에 의해 측정될 수 있다:

[0105] 
$$h = R(1 - \cos(\frac{\theta}{2})) = \frac{1}{\kappa}(1 - \cos(\frac{\kappa L}{2}))$$

[0106] 따라서, 비대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조의 굽힘 특성은 물질 특성 및 라미네이트화 온도가 알려져 있는 경우에 측정될 수 있다. 예를 들어, 100  $\mu\text{m}$ /500  $\mu\text{m}$ /100  $\mu\text{m}$  유리/폴리카르보네이트/유리 라미네이트에서 폴리카르보네이트가 2.377 GPa의 영 모듈러스 E,  $67.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 의 CTE  $\alpha$ , 및 80 $^\circ\text{C}$ 의 라미네이트화 온도  $T_{\text{라미네이트화}}$ 를 가지는 경우, 일단 실온으로 냉각되고 나면, 높이 h는 약 11.3 mm이다.

[0107] 도 5를 참조하면, 코팅되지 않은 유리 조각 (100) (유리 시트 또는 리본 중 어느 하나)이 반경 R의 곡선으로 굽혀질 때에는 (예컨대 유리가 장치 내에서 유지되거나, 처리 동안 롤러 주변으로 굽혀지는 경우), 유리에 응력이 생성된다. 유리 조각 (100)이 굽힘 모멘트에 적용됨으로써 유리가 굽힘 반경 R을 달성하는 경우, x-축 (중앙 축)에 대한 위치 (y)에서의 응력은 하기에 의해 계산될 수 있다:

[0108] 
$$\sigma = \frac{E_g y}{R(1 - \nu_g^2)}$$
 (평면 변형률)

[0109] 또는

[0110] 
$$\sigma = \frac{E_g y}{R}$$
 (평면 응력)

- [0111] 상기 식에서:
- [0112]  $\sigma$ 는 응력이며;
- [0113]  $E_g$ 는 유리의 영 모듈러스이고;
- [0114]  $\nu_g$ 는 유리의 푸아송 비이며;
- [0115]  $y$ 는 응력  $\sigma$ 가 계산되는  $y$ -축 방향에서의 위치이고;
- [0116]  $R$ 은 유리의 굽힘 반경이다.

[0117] 최대 인장 응력은 유리 (100)의 측면 중 어느 하나에서 발생하는데, 굽힘 방향에 따라 표면 (102) 또는 표면 (104) 중 어느 하나에게 된다. 다시 말하면, 표면 (102)가 볼록해지도록 유리 (100)가 굽혀지는 경우, 최대 인장 응력은 표면 (102) 상에 있게 되는 반면, 표면 (104)가 볼록해지도록 유리 (100)가 굽혀지는 경우, 최대 인장 응력은 표면 (104) 상에 있게 된다. 모든 경우에서,  $y$ 를  $\frac{1}{2}tg$ 로 치환하는 것에 의해, 최대 응력  $\sigma_{max}$ 의 절대값이 하기로 정의된다:

[0118] 
$$|\sigma_{max}| = \frac{E_g t_g}{2R(1-\nu_g^2)} \quad (\text{평면 변형률})$$

[0119] 또는

[0120] 
$$|\sigma_{max}| = \frac{E_g t_g}{2R} \quad (\text{평면 응력}).$$

[0121] 예를 들면 도 4에 나타난 바와 같이 승온에서 중합체 층 (98)을 가요성 유리 기판 (96)에 라미네이트화하는 것은 도 5의 코팅되지 않은 유리에 대비한 응력 프로파일의 조작을 가능케 한다. 구체적으로, 높은 CTE 불일치를 가지는 중합체 층 (98)을 가요성 유리 기판 (96)과 라미네이트화함으로써 가요성 유리 기판에 굽힘을 야기하고 압축 응력을 도입하는 것은 굽은 유리에서 예상되게 되는 인장 응력을 감소시키거나 심지어는 제거할 수 있어서, 전체적인 굽은 가요성 유리 라미네이트 구조 (90)를 강화하는 작용을 할 수 있다 (도 4).

[0122] 하기 논의는 가요성-유리 중합체 라미네이트에서의 가요성 유리 기판 인장 응력의 감소를 예시한다. 2종의 상이한 물질로 형성되는 비대칭형 가요성 유리-중합체 라미네이트의 경우, CTE 불일치에 의해 유도되는 곡률은 (상기에서 언급된 바와 같이) 하기이며 (단축 평면 응력 굽힘을 가정함):

[0123] 
$$\kappa_0 = \frac{6(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실내}})t_g t_p (t_g + t_p)}{E_g t_g^4/E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4/E_g}$$

[0124] 중앙 축은 하기로 주어지고:

[0125] 
$$y_0 = \frac{\alpha_p (E_p t_p^4/E_g + 6t_p^3 t_g + 9t_p^2 t_g^2 + 4t_p t_g^3) + \alpha_g (E_g t_g^4/E_p - 3t_g^2 t_p^2 - 2t_g t_p^3)}{6(\alpha_p - \alpha_g)t_g t_p (t_g + t_p)}$$

[0126] 실온에서 가요성 유리 기판의 두께를 가로지르는 굽힘 응력은 하기로 주어진다:

[0127] 
$$\sigma = E (\kappa_0 (y - y_0) + \alpha_g (T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실내}}))$$

[0128] 가요성 유리 기판의 상부 표면에서의 굽힘 응력은 하기로 주어지며:

[0129] 
$$\sigma_{\text{유리,상부}} = \frac{(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실내}})t_p (2E_g t_g^3 + 3E_g t_g^2 t_p - E_p t_p^3)}{E_g t_g^4/E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4/E_g}$$

[0130] 저부 표면 (즉, 중합체 층과의 경계 표면)에서의 굽힘 응력은 하기로 주어진다:

$$\sigma_{\text{유리, 저부}} = -\frac{(\alpha_p - \alpha_g)(T_{\text{라미네이트화}} - T_{\text{실내}})t_p(4E_g t_g^3 + 3E_g t_g^2 t_p + E_p t_p^3)}{E_g t_g^4/E_p + 4t_g^3 t_p + 6t_g^2 t_p^2 + 4t_g t_p^3 + E_p t_p^4/E_g}$$

[0131] 상기 식에서:

[0132]  $E_g, \nu_g$ 는 가요성 유리 기관의 영 모듈러스 및 푸아송 비이며;

[0133]  $E_p, \nu_p$ 는 중합체 층의 영 모듈러스 및 푸아송 비이고;

[0134]  $t_g$ 는 가요성 유리 기관의 두께이며;

[0135]  $t_p$ 는 플라스틱 층의 두께이고;

[0136]  $\alpha_g$ 는 가요성 유리 기관의 열 팽창 계수이며;

[0137]  $\alpha_p$ 는 중합체 층의 열 팽창 계수이고;

[0138]  $T_{\text{라미네이트화}}$ 는 라미네이트화 온도이며;

[0139]  $T_{\text{실내}}$ 는 실온이고;

[0140]  $\kappa_0$ 는 CTE 불일치에 의해 유도되는 굽힘 곡률이며;

[0141]  $\sigma$ 는 굽힘 응력이고;

[0142]  $y_0$ 는 굽은 라미네이트의 중앙 축이다.

[0143] 도 6 및 특히 굽힘 응력에 대한 상기 방정식들을 참조하면, 열적으로 굽은 가요성 유리 기관 내부의 인장 응력은 기계적으로 굽은 가요성 유리 기관에 비해 훨씬 더 작음을 볼 수 있다. 인장 응력의 이와 같은 감소는 저부 층으로부터 상부 층까지 가요성 유리 기관의 두께 전체에 걸쳐 관찰될 수 있다. 그러나, 가요성 유리 기관의 전체 두께를 가로지르는 응력은 가요성 유리 기관의 굽힘으로 인하여 도 1 및 2에 도시되어 있는 바와 같이 균일하지는 않다는 것에 유의해야 한다. 이와 같은 실시양태에서는, 가요성 유리의 두께 중 일부만이 가요성 유리 기관의 저부 층 부근에서 30 MPa 이상이다.

[0144] 일반적인 고찰

[0145] 본원에서 기술되는 라미네이트 구조에 사용하기 위한 중합체 층은 다양한 중합체, 예를 들면 폴리에틸렌 테트라프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌 나프탈레이트 (PEN), 에틸렌 테트라플루오로에틸렌 (ETFE), 또는 열중합체 폴리올레핀 (TPO™ - 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 블록 공중합체 폴리프로필렌 (BCPP) 또는 고무의 중합체/충전제 블렌드), 폴리에스테르, 폴리카르보네이트, 폴리비닐부테레이트, 폴리비닐 클로라이드, 폴리에틸렌 및 치환된 폴리에틸렌, 폴리히드록시부티레이트, 폴리히드록시비닐부티레이트, 폴리에테르이미드, 폴리아미드, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리아미드, 폴리에테르, 폴리술폰, 폴리비닐아세틸렌, 투명 열가소성 수지, 투명 폴리부타디엔, 폴리시아노아크릴레이트, 셀룰로스-기재 중합체, 폴리아크릴레이트 및 폴리메타크릴레이트, 폴리비닐알콜, 폴리술퍼드, 폴리비닐 부티랄, 폴리메틸 메타크릴레이트 및 폴리실록산 중 임의의 1종 이상을 포함할 수 있다. 예비-중합체 또는 예비-배합물로서 침착/코팅된 다음 전환될 수 있는 중합체, 예컨대 에폭시-수지, 폴리우레탄, 페놀-포름알데히드 수지 및 멜라민-포름알데히드 수지를 사용하는 것 역시 가능하다. 많은 디스플레이 및 전기 적용분야가 아크릴 기재 중합체, 실리콘 및 그와 같은 구조적 보조 층, 예를 들면 부폰(BuPont)으로부터 상업적으로 입수가 가능한 센트리글라스(SentryGlas)®를 선호할 수 있다. 일부 적용분야의 경우, 중합체 층이 투명할 수 있지만, 다른 분야의 경우에는 그럴 필요가 없다.

[0146] 승온에서 중합체 층을 가요성 유리 기관에 라미네이트화하기 위한 접착제 물질의 비-제한적인 예에는 UV 경화성 광학 접착제 또는 광학 시멘트, 예컨대 노어랜드™ 옵티칼 어드헤시브즈(Norland™ Optical Adhesives) (NOA60, NOA61, NOA63, NOA65, NOA68, NOA68T, NOA71, NOA72, NOA73, NOA74, NOA75, NOA76, NOA78, NOA81, NOA84, NOA88, NOA89), 다투 코닝(Dow Corning)™ (실가드(Sylgard) 184 및 기타 열 경화 실리콘들), 다이맥스(Dymax)™ 등에 의해 제조되는 것들이 포함된다. 열-활성화 접착제 물질 (예컨대 NOA83H)의 경우, 그의 라미네이트

화 전에 가요성 유리 기판에 비해 팽창할 기회를 중합체 층에 제공하기 위해, 미리 선택된 온도를 초과하는 활성화 온도 (예를 들면 약 50°C 이상, 예컨대 약 70°C 이상, 예컨대 80°C 이상, 예컨대 100°C 이상)를 가지는 접착제 물질이 사용될 수 있다.

[0148] 추가적으로, 각 중합체 층 자체가 라미네이트화된 것이거나, 또는 상이한 영 모듈러스, 상이한 푸아송 비 및/또는 층 두께를 가지는 상이한 유형의 중합체로 이루어진 복합체 구조일 수 있다. 이와 같은 경우, 업계 숙련자라면, 화합물 층을 균질화함으로써, 유리-중합체 라미네이트를 유익하게 구성하기 위하여 본원에서 기술되는 바와 같이 사용될 수 있는 효과적인 두께, 효과적인 영 모듈러스 및 효과적인 푸아송 비를 포함한 전체 층에 대한 효과적인 값들을 찾을 수 있을 것이다. 상기 복합체는 예를 들면 상기한 물질들 및/또는 금속, 예컨대 스테인리스강, 니켈, 구리, 귀금속, 금속 산화물 등의 임의의 조합으로 형성될 수 있다.

[0149] 본원에서 기술되는 유리-중합체 라미네이트는 장치-기능성 층들을 탑재하기 위한 기판으로 사용될 수 있거나, 또는 장치 내의 캡슐화체 층 또는 장벽 층으로 사용될 수 있다. 상기 장치는 전자 장치, 예를 들면 디스플레이 스크린 (예를 들면 액정 디스플레이, 플라즈마 디스플레이, 유기 발광 다이오드 디스플레이, 평판 디스플레이 포함), 발광 장치 또는 태양 전지 모듈일 수 있다. 기능성 층에는 예를 들면 박막 트랜지스터 (TFT), 다이오드, 광다이오드, 트리오드, 광기전 전지, 광결합기, 투명 전극, 컬러 필터 또는 전기전도성 층이 포함될 수 있다. 유리-중합체 라미네이트는 디스플레이 스크린 상에 라미네이트화되는 커버로 사용될 수도 있다. 유리-중합체 라미네이트는 OLED (소형 분자 형광 (SMF) 및 (LEP) 발광 중합체) 뿐만 아니라 전기적으로 활성인 층, 예컨대 유기 광-검출기, 유기 태양-전지, 박막-트랜지스터 (TFT) 어레이 및 OLED용 TFT를 포함한 다른 장치들을 위한 기판/캡슐화체로 사용될 수도 있다. 또 다른 용도는 LEP 제품 예컨대 패턴화되지 않은 역광 및 기타 광원, 또는 패턴화된 장치 예컨대 기호, 알파-뉴메릭(alpha-numeric) 디스플레이 또는 도트-매트릭스 및 기타 고-해상도 디스플레이를 위한 것이다.

[0150] 유리-중합체 라미네이트는 5 내지 300 마이크로미터의 두께를 가지는 유리 층, 및 두께가 50 마이크로미터 내지 1 cm 또는 그 이상의 범위인 중합체 층을 포함하는 복합체 구조인, 전자 장치에서 보호 요소로 사용하기 위한 실질적으로 투명한 형성가능 및/또는 가요성 구조일 수 있다. 이와 관련하여, 유리-중합체 라미네이트의 형성성은 굽힘 및/또는 비틀림에 의해 그것이 완전 평면성으로부터 벗어남으로써 일부 다른 물체의 형상 또는 형태에 적응할 수 있도록 해준다. 그의 가요성은 그의 장벽 특성에 불리하게 영향을 주지 않으면서도 그것이 굽혀지는 것을 가능케 한다.

[0151] 유리-중합체 라미네이트는 전자 장치를 위한 기판을 구성할 수 있으며, 따라서 투명 전극 층으로 코팅될 수 있다. 상기 층은 애노드일 수 있으며, 산화인듐주석 또는 은 기재 전도체일 수 있다. 대안으로서, 유리-중합체 라미네이트는 발광 또는 기타 전자 장치를 위한 캡슐화 필름을 구성할 수 있다.

[0152] 유리-중합체 라미네이트를 가지는 전자 장치는 유리-중합체 라미네이트의 구성, 투명 전극 층의 침착, 일 또는 각 전기적 활성 층의 침착, 및 제2 전극 층의 침착을 포함한 일련의 통합된 단계들에서 제조될 수 있다. 배치식, 반-연속식 또는 연속식 공정이 완전한 장치의 제조용으로 고려될 수 있다. 제2 전극 층 상에는 추가적인 캡슐화 층이 제공될 수 있다. 상이한 실시양태들에 따라, 유리-중합체 라미네이트를 제조하기 위한 다양한 기술들이 가능하다.

[0153] 일 실시양태에 따르면, 제1 투명 전극의 코팅 (예컨대 ITO)을 보유하는 중합체 층이 제공된다. 다음에, 전기적으로 활성인, 예를 들면 전계발광성인 유기 물질의 1개 이상 층이 침착된 후, 이어서 제2 전극 층이 침착된다. 다음에, 완전한 구조가 유리 층에 라미네이트화된다. 또 다른 실시양태에 따르면, 선행 순서에서 중합체 층과 유리 층이 뒤바뀐다. 추가적인 실시양태에 따르면, 유리-중합체 라미네이트가 사전제작된 다음, 제1 전극 층, 전기적으로 활성인 물질의 1개 이상 층 및 제2 전극 층의 침착을 위한 기초로 사용된다.

[0154] 유리 및 중합체 층은 배치식 공정에 따라 시트 형태로 제공될 수 있다. 다르게는, 유리 층은 시트 형태로, 중합체 층은 연속식 롤로부터 제공될 수 있다. 추가적인 가능성으로는, 유리 및 중합체 층 모두가 연속식 롤로부터 온다. 복합체 구조는 예컨대 배치식 공정, 연속식 롤-투-롤 공정 또는 반-연속식 공정에 따른 유리 층과 중합체 층의 라미네이트화에 의해 형성될 수 있으며, 이로 인해 중합체 층은 연속식 필름이며 유리 층은 시트 형태일 수 있다.

[0155] 중합체 층을 위해서는, 예비-중합체 또는 예비-화합물로서 침착/코팅된 다음 전환될 수 있는 중합체, 예컨대 에폭시-수지, 폴리우레탄, 페놀-포름알데히드 수지 및 멜라민-포름알데히드 수지를 사용하는 것이 가능하다. 유리 층과 중합체 층의 라미네이트화는 층들 사이의 글루/접착제에 의한 것일 수 있다. 이와 같은 경우, 접착제

는 2개 중 하나 또는 양 기관 상에 사전-코팅되거나; 또는 압력을 동반하거나 동반하지 않는 실온 또는 승온에서의 라미네이트화 과정 동안 공급될 수 있다. UV-경화 글루 역시 적합하다. 중합체 층은 열-밀봉 글루와 함께 사전-코팅된 중합체 시트의 형태일 수 있다. 유리 층 상에의 중합체 층의 라미네이트화 및/또는 침착은 유리 제작 공정에 통합될 수 있는데, 다시 말하자면 유리가 제작 라인으로부터 나온 다음 (아직 고온이거나, 또는 가온상태 또는 저온임), 중합체로 코팅될 수 있다.

[0156] 라미네이트화에 의한 형성의 대안으로서, 복합체의 중합체 층이 배치식 또는 연속식 공정에 의해 유리 층 상에 코팅된다. 유리 상에의 중합체의 코팅은 침지, 분무, 용액-스핀, 용액-블레이드, 메니스커스 코팅에 의한 것, 또는 유리 층 상에의 용융 중합체의 코팅에 의한 것일 수 있다. 다시 말하자면, (i) 중합체가 이미 필름으로 존재하며, 유리에 라미네이트화되는 것, 및 (ii) 중합체가 필름 형태가 아니라 침지, 분무 등에 의해 유리 상에 코팅되는 것의 상이한 상황들을 고려하는 것이 가능하다. 예를 들어 (ii)의 경우에는, 상기에서 언급된 예비-중합체가 적합하다. 그러나, 상기에서 언급된 몇 가지 다른 중합체들 역시 (ii)의 경우에 코팅될 수 있다. 이와 같은 경우, 중합체는 원칙적으로 용액으로부터의, 용융물로부터의 또는 예비-중합체로서의 코팅에 의해 유리 상에 코팅될 수 있다.

[0157] 전자 장치의 제조시에는 보통 일부 또는 전체 층들을 처리 단계에 적용할 필요가 있다. 예를 들어, 폴리(페닐렌 비닐렌) (PPV)과 같은 반전도성 공액 중합체인 전계발광 유기 물질이 존재하는 경우라면, 그 층의 침착은 보통 예를 들면 스핀-코팅에 의해 용매 중 중합체의 전구체를 침착시킨 다음, 그 층을 이후의 처리 단계에 적용하여 전구체를 최종 중합체로 전환하는 것에 의해 이루어지게 된다. 따라서, 이러한 처리 단계 동안에 존재한다면, 아래의 유리-중합체 라미네이트는 전구체 층을 스핀-코팅하는데 사용되는 용매, 및 용매를 제거하고 전구체를 중합체로 전환시키는데 사용되는 이후의 온도를 견딜 수 있어야 한다. 따라서, 유리-중합체 라미네이트의 중합체 층은 적절한 품질의 것일 필요성이 있다. 예를 들어, 유리-중합체 라미네이트가 고온에 적용되어야 하는 경우라면, 중합체 층의 유리-전이 온도 (및 사용되는 임의의 접착제의 작동 온도)는 그 온도를 초과해야 한다. 예를 들면, 150°C를 초과하는 온도가 가능하다. 또한, 어떤 상황에서는, 중합체 층이 MEH PPV와 같은 가용성 공액 중합체에 사용되는 혼합 크실렌, THF와 같은 중합체에 사용되는 용매 층에 대하여 내성이어야 한다.

[0158] 유리-중합체 라미네이트는 2개 또는 3개를 초과하는 층들을 포함할 수 있다. 도 7을 참조하면, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (120)는 3개를 초과하는 층, 이 경우에는 7개의 층 (122, 124, 126, 128, 130, 132 및 134)을 포함하는데, 층 (122 및 134)은 유리 1로 표지되어 있으며, 층 (126 및 130)은 유리 2로 표지되어 있고, 층 (124 및 132)은 중합체 2로 표지되어 있으며, 층 (128)은 중합체 1로 표지되어 있다. 여기에서, 유리 층 (122 및 134)은 최외곽 층을 형성한다. 유리 1 및 유리 2는 동일하거나 상이한 유리 조성 (Eg, Vg, α, t<sub>g</sub> 포함)을 가질 수 있으며, 각각 단일 균질 시트일 수 있거나, 또는 유리 라미네이트일 수 있다. 중합체 1 및 중합체 2는 동일하거나 상이한 물질 (E<sub>p</sub>, V<sub>p</sub>, α<sub>p</sub>, t<sub>p</sub> 포함)일 수 있으며, 단일의 균질한 중합체 시트 또는 상이한 중합체들의 라미네이트 중 어느 하나일 수 있다.

[0159] 도 8을 참조하면, 또 다른 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 (140)는 7개의 층 (142, 144, 146, 148, 150, 152 및 154)을 포함하는데, 층 (142 및 154)은 중합체 2로 표지되어 있으며, 층 (146 및 150)은 중합체 1로 표지되어 있고, 층 (144 및 152)은 유리 2로 표지되어 있으며, 층 (148)은 유리 1로 표지되어 있다. 여기에서, 중합체 층 (142 및 154)은 최외곽 층 (E<sub>p2</sub>, V<sub>p2</sub>, α<sub>p2</sub>, t<sub>p2</sub>/2를 가짐)을 형성한다. 유리 1 및 유리 2 (각각 E<sub>g1</sub>, V<sub>g1</sub>, α<sub>g1</sub>, t<sub>g1</sub>; 및 E<sub>g2</sub>, V<sub>g2</sub>, α<sub>g2</sub>, t<sub>g2</sub>/2 포함)는 동일하거나 상이한 유리 조성을 가질 수 있으며, 각각 단일 균질 시트일 수 있거나, 또는 유리 라미네이트일 수 있다. 중합체 1 및 중합체 2 (각각 E<sub>p1</sub>, V<sub>p1</sub>, α<sub>p1</sub>, t<sub>p1</sub>/2; 및 E<sub>p2</sub>, V<sub>p2</sub>, α<sub>p2</sub>, t<sub>p2</sub>/2 포함)는 동일하거나 상이한 물질일 수 있으며, 단일의 균질한 중합체 시트 또는 상이한 중합체들의 라미네이트 중 어느 하나일 수 있다.

[0160] 상기한 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 초박형 가요성 유리 기관에 증가된 강도를 제공한다. 대칭형 라미네이트 구조의 경우에는 유리 두께 전체에 걸쳐 거의 일정하고 균일한 압축 응력이 제공될 수 있다. 중합체 층은 파손 보호를 제공할 수 있으며, 임의의 손상의 경우에서 가요성 유리 기관을 함께 보유할 수 있다. 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 화학적으로 강화된 유리를 대체하기 위해 사용될 수 있는 터치 및 커버 유리를 제공할 수 있다. 비대칭 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조와 연계하여 상기에서 논의된 것과 같은 곡선화된 디스플레이 유리가 제공될 수 있다. 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 박막 PV, 예컨대 BIPV 적용분야를 위한 장벽 층을 제공할 수 있으며, PV 모듈에 대하여 개선된 충격 보호를 제공할 수 있다. 가요성 유리 기관은 수분 장벽으로 작용하고 원치 않는 UV 광을 차단할 수도 있다. 잠재적인 적용분야로는 OLED용 캡슐화제

가 있다.

[0161] 추가적인 기능성이 중합체 층에 도입될 수 있다. 예를 들어, 중합체 층은 중합체 편광자 시트, 콘트라스트-증강 필터-라미네이트를 포함할 수 있으며, 항-반사 특성, 색상 필터 특성 또는 색상 전환 특성을 가질 수 있다. 예를 들면, 발광 층이 청색 광을 방출하고 라미네이트가 예를 들면 적색 또는 녹색 형광 분자를 함유하고 있어서, 청색을 흡수하여 적색 또는 녹색을 재-방출하는 장치를 보유하는 것이 가능하게 된다. 다르게는 또는 추가적으로, 중합체 층은 원치 않는 주변 광을 차단하고/거나 산란 입자를 보유함으로써 파장 안내가 감소되고 장치의 휘도가 증가되도록 설계될 수 있다. 그와 같은 추가적인 기능성은 유리 층에 도입될 수 있다. 제3의 중합체 층이 복합체 구조에 제공되는 경우, 이는 2종의 상이한 유형 중합체 층들의 가능성을 허용함으로써, 상이한 층에 상이한 추가적인 기능성을 도입할 가능성을 제공한다.

[0162] 전자 장치 이외에, 상기한 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 건축물 표면 장식, 보호 코팅, 전기변색 창문, 내화 표면, 그리고 탄도 유리 요건을 충족하는데 필요한 다중-적층 구조의 다양한 구성과 같은 다른 영역에서 사용될 수 있다. 마찬가지로, 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 유기/박막, PV, OLED 디스플레이 및 조명과 같은 적용분야에서 산소 및 수분 진입/투과로부터 필름, 구조 및/또는 장치를 보호하기 위한 장벽 물질로 작용할 수 있다.

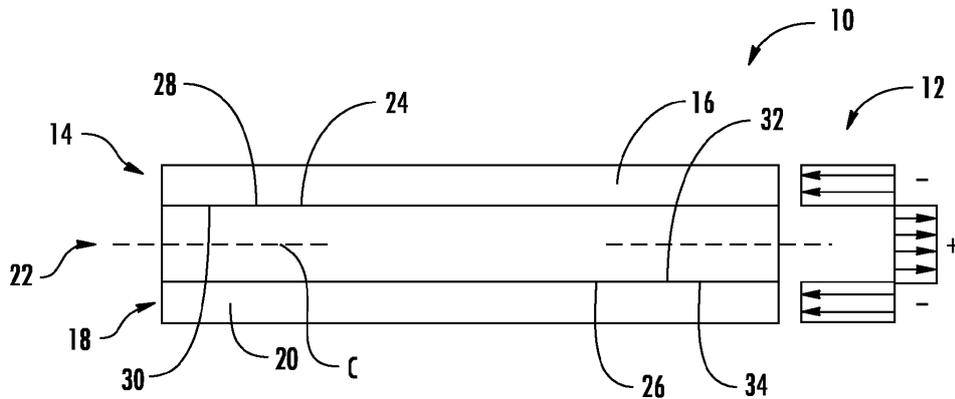
[0163] 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조는 두 가지 부류의 물질 (유기 및 무기)에서 유래하는 속성들의 장점을 취할 수 있다. 중합체 물질은 쉽게 스크래칭되고, 일광 노출을 포함한 환경 요소들에 의해 분해되며, 저조한 수분/산소 장벽 특성을 제공한다. 반면, 유리는 내스크래칭성이고 내구성이며, 뛰어난 수분/산소 장벽 특성이 알려져 있다. 그러나, 유리는 중합체에 비해 더 높은 밀도를 가지며 취성 물질이어서, 유리의 강도는 결함 및 흠에 의해 좌우된다. 상기한 가요성 유리-중합체 라미네이트 구조 및 그의 제조 방법은 이러한 두 가지 부류 물질들의 장점을 취하여, 무가공 얇은 유리 적층체에 비해 개선된 장벽 특성, 가벼운 중량 및 더 높은 기계적 신뢰도를 가지는 하나의 라미네이트 구조로 조합한다.

[0164] 결론

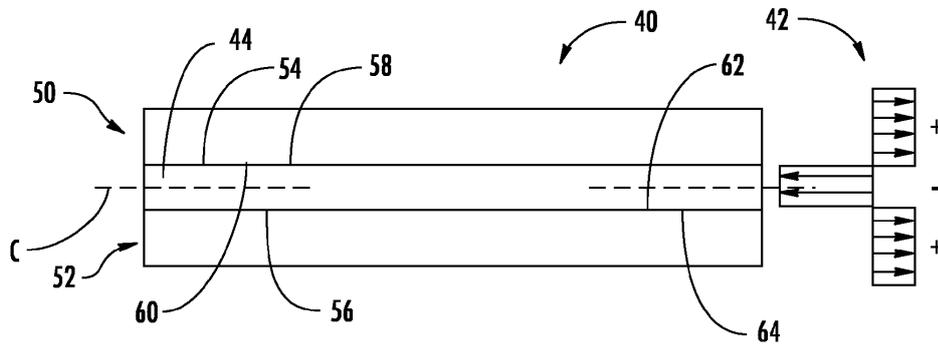
[0165] 상기한 본 발명의 실시양태들, 특히 임의의 "바람직한" 실시양태들은 단순히 있을 수 있는 실행예로써, 단순히 다양한 본 발명 원리들의 명료한 이해를 위하여 제시되었다는 것이 강조되어야 한다. 본 발명의 취지 및 다양한 원리에서 실질적으로 벗어나지 않고도, 상기한 본 발명의 실시양태들에 대하여 많은 변경 및 변형들이 이루어질 수 있다. 본원에서, 그와 같은 모든 변경 및 변형들은 본 개시내용 및 본 발명의 범위 내에 포함되며 하기의 청구범위에 의해 보호되도록 의도된다.

**도면**

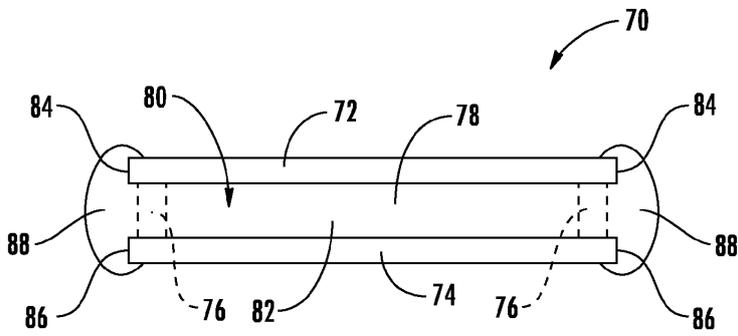
**도면1**



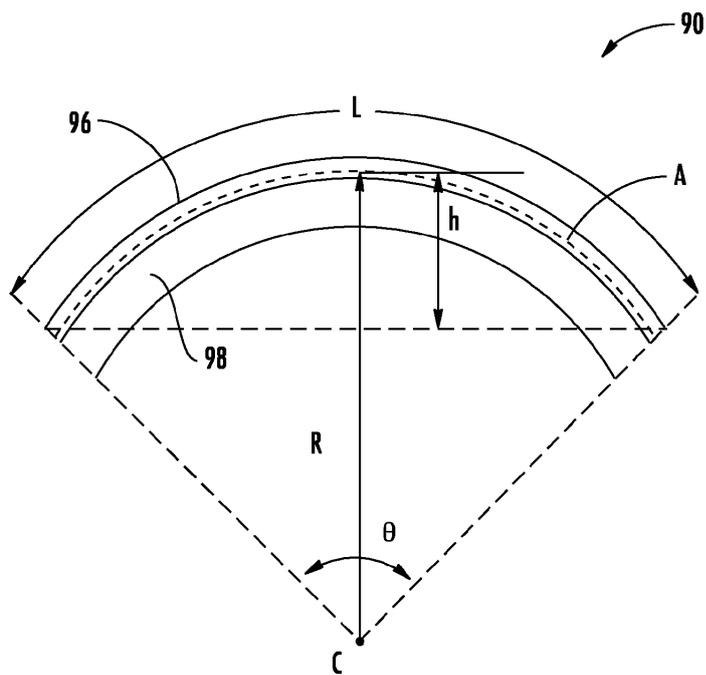
도면2



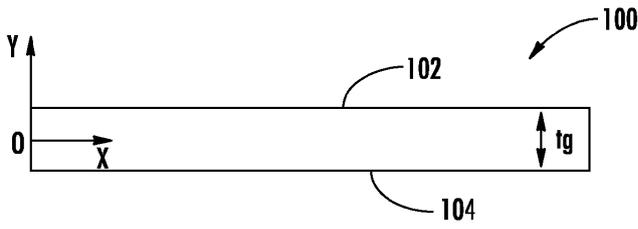
도면3



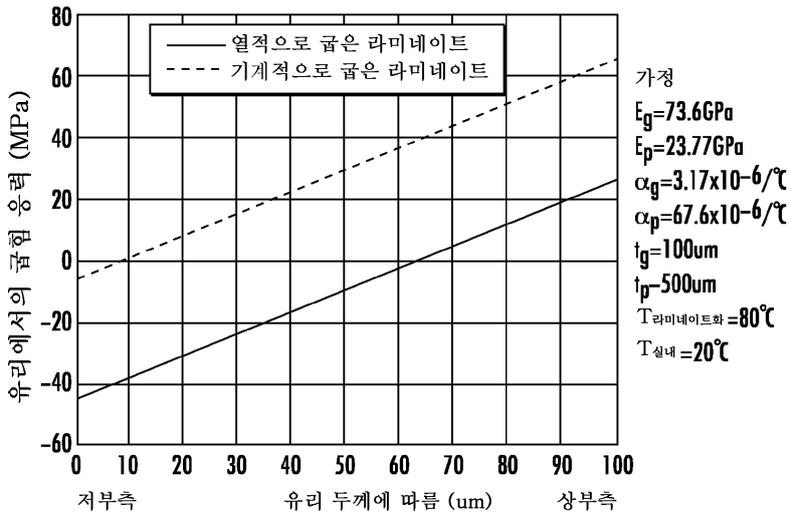
도면4



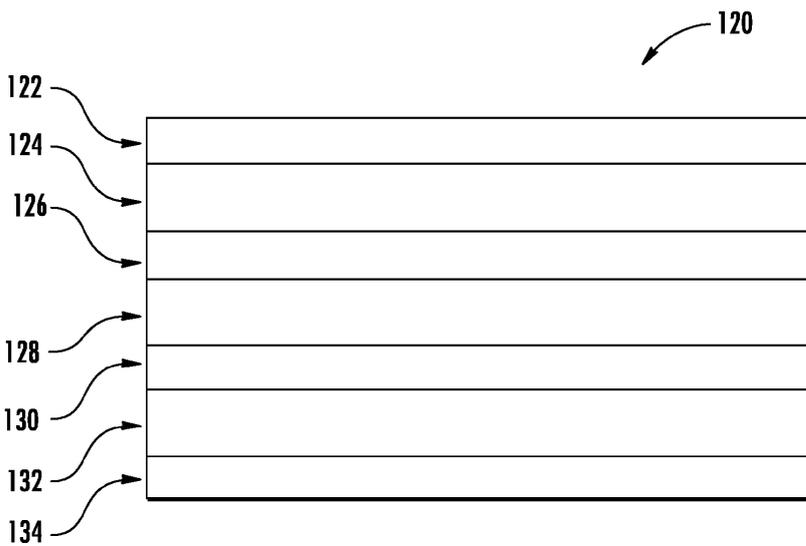
도면5



도면6



도면7



도면8

