



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0113009
(43) 공개일자 2011년10월14일

(51) Int. Cl.

C03C 17/09 (2006.01) C03C 21/00 (2006.01)
H01L 23/15 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0032317

(22) 출원일자 2010년04월08일

심사청구일자 2010년04월08일

(71) 출원인

한밭대학교 산학협력단

대전 유성구 덕명동 산16-1

(72) 발명자

오용준

대전광역시 서구 둔산동 크로바아파트 113-502

조철민

대전광역시 중구 태평동 삼부아파트 401-1501

(74) 대리인

박창희, 김종관, 권오식

전체 청구항 수 : 총 9 항

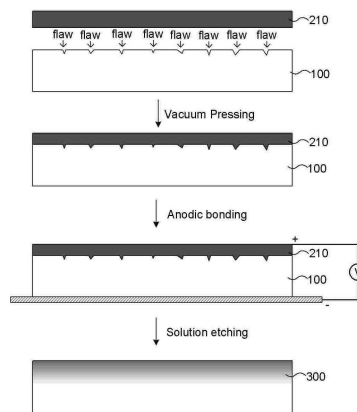
(54) 강화 유리기관의 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 강화 유리기관의 제조방법은 유리기관과 알루미늄막의 적층체를 형성한 후, 상기 알루미늄막을 양극으로 하여, 상기 유리기관과 알루미늄막을 양극접합(anodic bonding)하여 유리기관의 강도를 향상시키는 특징이 있다.

본 발명에 따른 강화유리의 제조방법은 화학적 구동력이 아닌 양극 접합의 전기적 구동력에 의해 알루미늄 이온 확산시켜 단시간에 알루미늄 이온을 침투시킬 수 있으며, 알루미늄 이온의 침투 및 유리 기관의 표면에 존재하는 표면 결함(flaw)의 치유에 의해 유리기관의 강도가 증가하는 장점이 있으며, 유리의 조성과 무관하게 단시간에 매우 저온에서 유리의 강화가 이루어지는 장점이 있으며, 대면적의 강화 유리기관을 단시간에 대량생산하기에 적합한 장점이 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20080704150659

부처명 한국산업기술진흥원

연구관리전문기관

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 이미지 센서 패키지의 신뢰성 향상 및 인력양성

기여율

주관기관 한밭대학교

연구기간 2008년 5월 1일~2011년 4월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

- a1) 유리기판과 알루미늄막을 진공 압착하는 단계;
b) 상기 유리기판을 사이에 두고 상기 알루미늄막과 대향하도록 위치한 전극을 음극으로, 상기 알루미늄막을 양극으로 하여, 상기 유리기판과 알루미늄막을 양극접합(anodic bonding)하는 단계; 및
c) 양극 접합된 알루미늄막을 용해 제거하는 단계;
- 를 포함하여 수행되는 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 2

- a2) 유리기판에 알루미늄을 증착하여 투명한 알루미늄막을 형성하는 단계; 및
b) 상기 유리기판을 사이에 두고 상기 알루미늄막과 대향하도록 위치한 전극을 음극으로, 상기 알루미늄막을 양극으로 하여, 상기 유리기판과 알루미늄막을 양극접합(anodic bonding)하는 단계;
- 를 포함하여 수행되는 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 양극접합에 의해 상기 유리기판의 표면에 존재하는 결함이 제거된 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 4

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 양극접합에 의해 유리기판의 굽힘강도가 30 내지 50% 증가한 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 5

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 b) 단계의 양극 접합은 250 내지 300℃ 온도에서 수행되는 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 b) 단계의 양극접합시 인가되는 전압의 최대값은 800 내지 1000V인 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 b) 단계의 양극접합시, 상기 전압의 최대값까지 일정 시간 간격으로 8 내지 12회에 걸쳐 순차적으로 승압되는 다단계 승압이 수행되는 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 8

제 2항에 있어서,

상기 a2) 단계의 알루미늄막의 두께는 10 내지 30nm 인 것을 특징으로 하는 강화 유리기판의 제조방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 b) 단계의 양극접합 후 유리기관상에 존재하는 알루미늄막이 제거되지 않는 것을 특징으로 하는 강화 유리 기관의 제조방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 강화 유리기관의 제조방법에 관한 것으로, 디지털 카메라, 디스플레이 장치, 태양전지, 휴대 단말기, 반도체 소자의 패키지에 사용 가능한 강화 유리기관의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고전기적 성능, 극소형/고밀도, 저 전력, 다기능, 초고속 신호 처리, 영구적 신뢰성을 추구하는 최근의 전자제품에 있어 극소형 패키지 부품은 컴퓨터, 정보통신, 이동 통신, 고급 가전제품 등의 필수 부품으로서, LCD, PDP 등의 디스플레이 장치, 디지털 카메라, 컴퓨터, 휴대용 전화기, 통신시스템 등에 그 활용 범위를 넓혀 가고 있다.

[0003] 전자 기기의 소형 경박화가 진행됨에 따라, 패키징, 전자소자, 태양전지, 디스플레이등에 사용되는 유리기관 또한 점차 얇아지고 있어 제품의 신뢰성, 내구성향상을 위해, 유리기관의 기계적 강도를 향상시키는 기술이 점점 중요시 되고 있다.

[0004] 유리의 실제 강도는 이론 강도의 1% 내지 0.1%에 불과한데, 이는 유리 표면에 필연적으로 존재할 수밖에 없는 물리적 결함(flaw)에 기인한다. 유리기관의 파괴는 주로 표면에 인장 응력이 가해졌을 때 발생하며, 표면에 존재하는 물리적 결함에 응력이 집중되어 균열의 발생원(origin)으로 작용하고, 결함 부위에서 발생한 균열은 소성변형을 동반하지 않으며 순식간에 전파되어 취성 파괴를 일으킨다.

[0005] 통상적으로 유리의 강도를 증진시키기 위해, 표면에 압축응력을 도입하는 방법이 사용되어 왔으며, 그 중, 물리/화학적 방법으로 표면에 압축응력을 도입하는 방법이 주로 연구 및 사용되어 왔다.

[0006] 표면 압축응력 도입을 위한 물리적 방법은 유리를 서냉점(annealing point, 연유리의 경우 약 390℃)과 연화점(softening point, 연유리의 경우 약 620℃) 사이의 온도까지 가열하여 유리의 내부 온도를 균일하게 만든 후, 유리의 표면과 내부에 급격한 온도구배가 형성되도록 표면을 급냉하여 표면 영역을 개방 구조로 만들고 서냉된 내부 영역을 치밀 구조로 만들어 표면에 압축응력을 형성하는 방법이다. 이러한 물리적 방법으로 유리를 강화하는 경우, 유리의 파괴가 발생하기 위해서는 표면에 도입된 압축 응력을 이기고 인장 응력이 가해져야 함에 따라, 도입된 압축 응력의 크기만큼 강도의 강화가 이루어진다.

[0007] 표면 압축응력 도입을 위한 화학적 방법은 이온 교환 특성을 이용한 것으로, 유리에 존재하는 알칼리 이온을 보다 큰 이온반경을 갖는 이온과 교환시킴으로써, 이온의 점유 용적 차이에 의해 유리 표면에 압축응력을 야기하는 방법이다. 이온 교환은 유리를 교환하고자 하는 이온의 용융염과 접촉시켜 용융염에 함유된 이온을 유리 내부로 확산시킨다. 이러한 화학적 강화는 알칼리 이온들의 확산 및 이온의 점유 용적 차이에 기인함에 따라 압축 응력의 크기가 물리적 강화 방법보다 작고 표면 근처의 제한적 영역에서만 압축응력이 발생하는 단점이 있다. 또한, 화학적 강화를 이용하여 충분한 압축 응력을 도입하기 위해서는 장시간동안 이온교환이 수행되어야 하며, 이온교환액의 온도를 높일 필요가 있다.

[0008] 종래의 물리적 강화 및 화학적 강화는 모두 400℃ 이상의 고온에서 수행될 수 밖에 없는 한계가 있으며, 유리의 강도를 저하시키는 근본원인인 표면 결함이 여전히 존재하며, 유리의 종류에 따라 최적의 강화를 위한 모델을 새로이 만들어야 하며, 물리적 강화와 같이 공정 조건 변화에 매우 민감하게 특성이 변화되거나, 화학적 강화와 같이 장시간동안 강화공정이 수행되어야 하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 유리의 종류와 무관하게 서냉점(annealing point) 이하의 매우 낮은 온도에서 단시간 내에 유리의 강도를 증가시킬 수 있는 방법을 제공하는 것이며, 유리의 강도를 저하시키는 근본적인 원인인 유리 표면에 존재하는 표면 결함(flaw)을 제거하여 유리의 강도를 증가시킬 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 강화 유리기관의 제조방법(I)은 a1) 유리기관과 알루미늄막을 진공 압착하는 단계; b) 상기 유리기관을 사이에 두고 상기 알루미늄막과 대향하도록 위치한 전극을 음극으로, 상기 알루미늄막을 양극으로 하여, 상기 유리기관과 알루미늄막을 양극접합(anodic bonding)하는 단계; 및 c) 양극 접합된 알루미늄막을 용해 제거하는 단계;를 포함하여 수행되는 특징이 있다.

[0011] 본 발명에 따른 강화 유리기관의 제조방법(II)는 a2) 유리기관에 알루미늄을 증착하여 투명한 알루미늄막을 형성하는 단계; 및 b) 상기 유리기관을 사이에 두고 상기 알루미늄막과 대향하도록 위치한 전극을 음극으로, 상기 알루미늄막을 양극으로 하여, 상기 유리기관과 알루미늄막을 양극접합(anodic bonding)하는 단계;를 포함하여 수행되는 특징이 있다.

[0012] 상기 강화 유리기관의 제조방법(II)은 제조방법(I)과 달리 a2) 단계의 알루미늄막의 두께가 10 내지 30nm로 투명한 특징이 있으며, 상기 b) 단계의 양극접합 후 유리기관상에 존재하는 알루미늄막이 제거되지 않는 특징이 있다.

[0013] 강화 유리기관의 제조방법(I 및 II)에서, 상기 양극접합에 의해 상기 유리기관의 표면에 존재하는 결함이 제거되는 특징이 있으며, 상기 알루미늄막의 알루미늄 이온이 상기 유리기관으로 전기적 힘에 의해 확산되는 특징이 있으며, 이에 의해, 상기 유리기관의 굽힘강도가 30 내지 50% 증가하는 특징이 있다.

[0014] 강화 유리기관의 제조방법(I 및 II)에서, 상기 b) 단계의 양극 접합은 250 내지 300℃인 매우 낮은 온도에서 수행되는 특징이 있으며, 상기 b) 단계의 양극접합시 인가되는 전압의 최대값은 800 내지 1000V인 특징이 있다.

[0015] 강화 유리기관의 제조방법(I 및 II)에서, 상기 b) 단계의 양극접합시, 상기 전압의 최대값까지 일정 시간 간격으로 8 내지 12회에 걸쳐 순차적으로 승압되는 다단계 승압이 수행되는 특징이 있으며, 상기 다단계 승압이 이루어지는 시간 간격은 3분 내지 10분인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 강화유리의 제조방법은 화학적 구동력이 아닌 양극 접합의 전기적 구동력에 의해 알루미늄 이온 확산시켜 단시간에 알루미늄 이온을 침투시킬 수 있으며, 알루미늄 이온의 침투 및 유리 기관의 표면에 존재하는 표면 결함(flaw)의 치유에 의해 유리기관의 강도가 증가하는 장점이 있으며, 유리의 조성과 무관하게 단시간에 매우 저온에서 유리의 강화가 이루어지는 장점이 있으며, 대면적의 강화 유리기관을 단시간에 대량생산하기에 적합한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명에 따른 강화유리 제조방법(I)의 공정도를 도시한 일 예이며,
 도 2는 본 발명에 따른 강화유리 제조방법(II)의 공정도를 도시한 일 예이며,
 도 3은 본 발명에 따른 제조방법에 의해 제조되는 강화유리의 단면도를 도시한 일 예로, 도 3(a)는 강화유리 제조방법(I)에 의해 제조되는 강화유리의 단면도이며, 도 3(b)는 강화유리 제조방법(II)에 의해 제조되는 강화유리의 단면도이며,
 도 4는 본 발명에 따른 제조방법(I 및 II) 중 양극 접합 공정에서 수행되는 다단계 승압 프로파일(profile)의 일 예를 도시한 도면이며,
 도 5는 양극접합 후, 알루미늄 막과 유리기관의 계면을 관찰한 고배율 주사전자현미경(HR-TEM) 사진이며,

도 6은 본 발명에 따라 제조된 강화 유리기관의 굽힘시험결과를 도시한 도면이다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

100 : 표면 결함이 존재하는 유리기관

210, 220 : 알루미늄 막

300 : 양극접합 처리 후의 유리기관

230 : 양극접합 처리 후의 알루미늄 막

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 제조방법을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다. 일 예로, 하기에 제시된 도면에서 유리기관에 존재하는 표면 결함은 수 나노미터 오더(order)의 매우 미세한 결함을 주로 의미하나, 발명의 명확한 이해를 돕기 위하여 매우 과장되게 도시되어 있다. 또한 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0019] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 양태에 따른 강화유리 제조방법(I)의 공정도를 도시한 일 예로, 도 1에 도시한 바와 같이, 표면 결함(flaw)이 존재하는 유리기관(100)의 일 면에 알루미늄 막(foil, 210)이 위치하도록 정렬한 후, 압착하여 알루미늄막(210)과 유리기관(100)이 적층된 적층체를 제조한다.
- [0021] 대면적의 유리기관의 처리, 유리기관과 알루미늄막간의 높은 밀착력, 표면 결함 부위에서의 알루미늄막과의 양호한 접촉 측면에서, 진공 압착을 이용하여 상기 알루미늄 막(210)과 유리기관(100)의 적층체를 제조하는 것이 바람직하며, 상세하게, 유리기관(100)이 위치한 용기를 진공상태로 만들어 진공압력을 가해 알루미늄막(210)을 유리기관(100)쪽으로 팽창시켜 유리기관(100)에 접촉시킴으로써 유리기관(100)과 알루미늄막(210)이 압착되도록 한다.
- [0022] 이때, 진공 압착되는 상기 알루미늄막(210)은 알루미늄 포일(foil)인 것이 바람직하며, 상기 알루미늄 포일의 두께는 특별히 한정되지 않으나, 실질적으로 2 내지 10 μ m이다.
- [0023] 진공압착에 의해 알루미늄막(210)과 유리기관(100)이 적층된 적층체를 제조한 후, 적층체의 알루미늄막(210)을 양극으로 하고, 유리기관(100)을 사이에 두고 상기 진공압착된 알루미늄막(210)과 대향하도록 위치시킨 전극을 음극으로 하여, 양극접합(anodic bonding)을 수행한다.
- [0024] 상세하게, 상기 양극접합시, 상기 알루미늄막(210)에는 양의 전압이 인가되며, 알루미늄막(210)이 형성된 유리기관(100)의 대향면에 위치한 전극에는 그라운드(ground)를 포함한 음의 전압이 인가된다. 상기 양극접합에 의해 상기 알루미늄막(210)과 유리기관(100)이 적층된 적층체에 전기장(electric field)이 형성되며, 전기적 힘에 의해 상기 알루미늄막(210)에 존재하는 알루미늄 이온이 상기 유리기관(100)으로 확산됨과 동시에 상기 유리기관(100) 표면에 존재하는 결함(flaw)이 치유되어 유리기관(100)의 강도를 증진시킨다.
- [0025] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 강화유리의 제조방법은 단순한 화학적 구동력 또는 열적 구동력이 아닌 전기적 구동력에 의해 알루미늄 이온이 상기 유리기관(100)으로 확산되어 유입됨에 따라, 양극접합시 인가되는 전압의 크기, 양극접합시 인가되는 전압의 프로파일(profile) 및 양극접합이 수행되는 시간에서 선택된 인자를 조절하여, 상기 유리기관(100)에 유입되는 알루미늄 이온의 양, 유리기관에 유입된 알루미늄 이온의 유리기관 두께에 따른 이온 농도 프로파일(profile) 및 알루미늄 이온이 유리기관에 유입된 깊이가 제어되는 특징이 있으며, 상대적으로 단시간에 낮은 온도에서 유리기관의 강화가 이루어지는 특징이 있다.
- [0026] 상기 양극접합이 수행된 후, 알루미늄 이온이 확산되고 및 표면 결함이 치유(healing)된 유리기관(300)에 존재하는 알루미늄막(210)은 습식 에칭(wet etching)을 통해 제거된다. 상기 습식 에칭시 이용되는 에칭액은 상기 알루미늄막만을 선택적으로 용해시키는 통상의 에칭액을 사용하여 수행될 수 있으며, 일 예로 질산, 초산, 인산, 또는 이들의 혼합산을 이용하여 알루미늄막(210)의 습식 에칭이 수행될 수 있다. 상기 습식 에칭에 의해

알루미늄막(210)이 제거된 후 양극접합이 수행된 유리기관(300)의 세척이 이루어질 수 있음은 물론이다.

- [0027] 도 2는 본 발명의 제2 양태에 따른 강화유리 제조방법(II)의 공정도를 도시한 일 예로, 도 2에 도시한 바와 같이, 표면 결함(flaw)이 존재하는 유리기관(100)의 일 면에 알루미늄을 증착하여 투명한 알루미늄 막(220)을 형성한다.
- [0028] 상기 알루미늄의 증착은 열, 이온빔 또는 레이저에 의한 증발(evaporation)에 의한 증착 또는 스퍼터(sputter)를 이용한 증착일 수 있으며, 본 발명의 제2 양태에 따른 강화유리 제조방법(II)에서, 상기 알루미늄의 증착시, 알루미늄의 증착 두께를 조절하여 투명한 알루미늄막(220)이 형성되도록 하는 특징이 있다.
- [0029] 알루미늄의 증착에 의해 유리기관(100)의 투명성을 저하시키지 않으면서 양극접합시 우수한 전기전도도를 갖는 전극의 역할을 수행하기 위해 상기 증착에 의해 형성되는 알루미늄막(220)의 두께는 10 내지 30nm인 것이 바람직하다.
- [0030] 상기 유리기관(100)에 알루미늄을 증착하여 투명한 알루미늄막(220)과 유리기관(100)이 적층된 적층체를 제조한 후, 상술한 제조방법(I)과 유사하게 양극접합을 수행한다.
- [0031] 상세하게, 증착에 의해 투명한 알루미늄막(220)과 유리기관(100)이 적층된 적층체를 제조한 후, 적층체의 투명한 알루미늄막(220)을 양극으로 하고, 유리기관(100)을 사이에 두고 상기 투명한 알루미늄막(220)과 대향하도록 위치시킨 전극을 음극으로 하여, 양극접합(anodic bonding)을 수행한다. 상기 투명한 알루미늄막(220)에는 양의 전압이 인가되며 알루미늄막(220)이 형성된 유리기관(100)의 대향면에 위치한 전극에는 그라운드(ground)를 포함한 음의 전압이 인가된다.
- [0032] 상기 양극접합에 의해 상기 투명한 알루미늄막(220)과 유리기관(100)이 적층된 적층체에 전기(electric field)가 형성되며, 전기적 힘에 의해 상기 투명한 알루미늄막(220)에 존재하는 알루미늄 이온이 상기 유리기관(100)으로 확산됨과 동시에 상기 유리기관(100) 표면에 존재하는 결함(flaw)이 치유되어 유리기관(100)의 강도를 증진시킨다.
- [0033] 알루미늄 포일의 진공압착을 이용한 제조방법(I)과는 달리, 본 발명의 제2 양태에 따른 제조방법(II)에서 상기 양극접합 이후 상기 투명한 알루미늄막이 제거되지 않는 특징이 있으며, 상기 양극접합된 투명한 알루미늄막(230)과 알루미늄 이온이 확산된 유리기관(300)의 적층체 자체가 제조하고자 하는 강화유리인 특징이 있다.
- [0034] 도 3은 본 발명에 따라 제조되는 강화유리의 단면을 도시한 도면으로, 도 3(a)는 본 발명의 제1 양태에 따른 강화유리 단면도의 일 예이며, 도 3(b)는 본 발명의 제2 양태에 따른 강화유리 단면도의 일 예이다.
- [0035] 도 3(a) 및 도 3(b)에서 본 발명의 제조방법(I 또는 II)에 의해 제조되는 강화유리는 알루미늄막(210 또는 220)과 접하여 양극접합이 수행된 유리기관(100) 면을 기준으로 점차적으로 연해지는 명암(shading)은 양극접합에 의해 유리기관(100)으로 유입된 알루미늄 이온의 농도를 도시한 일 예이다.
- [0036] 알루미늄막을 습식etching에 의해 제거하는 제1 양태에 따른 도 3(a) 및 투명한 알루미늄막이 적층된 강화유리가 제조되는 제2 양태에 따른 도 3(b)에 도시한 바와 같이, 본 발명의 제조방법(I 또는 II)에 의해 전기적 힘에 의해 알루미늄 이온이 유리기관(100)에 도입되며 알루미늄 이온에 의해 유리기관의 일정 영역에 압축응력이 형성됨과 동시에, 놀랍게도 도 1 및 도 2의 양극접합 전 유리기관(100)에 존재하는 표면 결함(flaw)이 알루미늄막과의 양극접합에 의해 제거되어, 유리기관(100)의 굽힘 강도가 본 발명의 처리 전과 대비하여 30 내지 50% 증가하였다.
- [0037] 이하, 도 4를 기반으로, 본 발명의 제조방법(I 또는 II)에서 수행되는 양극접합의 바람직한 예를 상술한다.
- [0038] 본 발명의 제조방법에서 수행되는 양극접합은 상기 b) 단계의 양극 접합시 인가되는 전압의 최대값은 800 내지 1000V인 특징이 있다. 상기 양극 접합시 인가되는 전압의 최대값은 유리기관 내부에 유입되는 알루미늄 이온의 유입량 및 알루미늄 이온의 침투 깊이에 주로 영향을 미칠 뿐만 아니라, 유리 기관 표면에 존재하는 결함(flaw)의 제거 여부에도 영향을 미친다.
- [0039] 또한, 본 발명의 제조방법에서 수행되는 양극접합은 250 내지 300℃ 온도에서 수행되는 특징이 있다. 상기 양극 접합시 알루미늄막(210 또는 220)과 유리기관(100)이 적층된 적층체가 250 내지 300℃로 유지됨으로써, 동일한 전기적 힘이 인가되는 경우, 단시간에 보다 효과적으로 다량의 알루미늄 이온이 유리기관(100)에 유입될 수 있다.
- [0040] 상기 250 내지 300℃의 온도는 유리의 서냉점(annealing point, 연유리의 경우 약 390℃)보다 훨씬 낮은 온도이며, 이에 따라, 유리의 변형, 왜곡 또는 손상을 전혀 야기하지 않으며 유리 기관의 효과적인 강화가 이루어지는

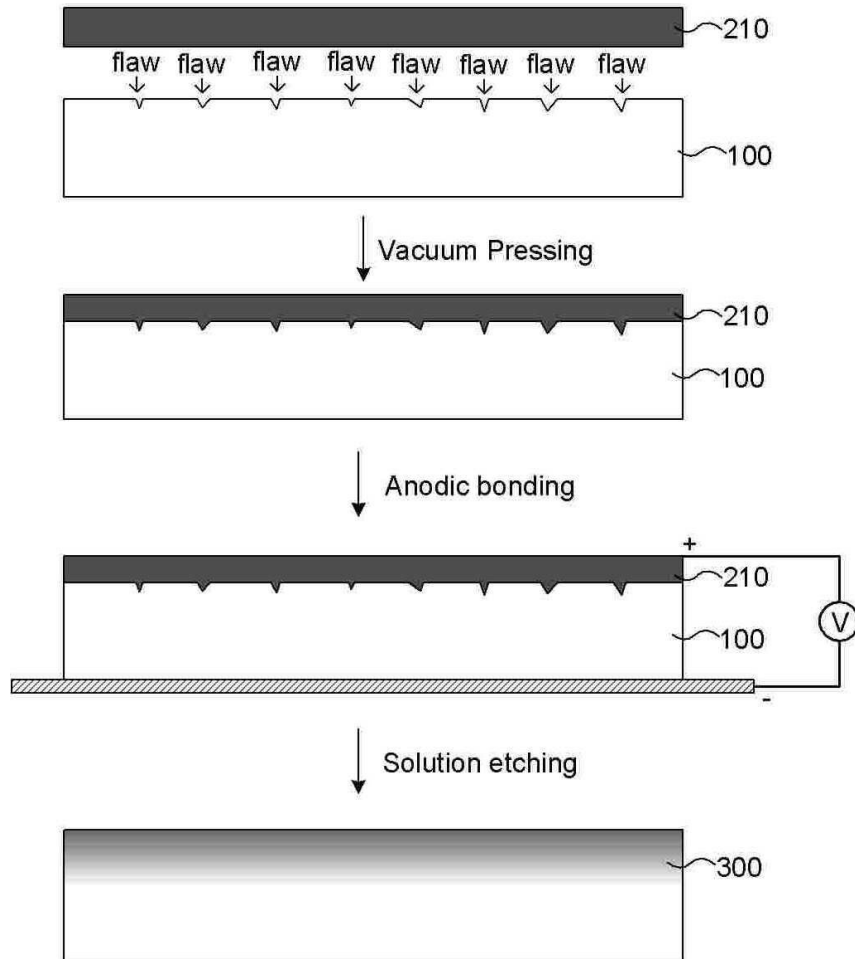
특징이 있다.

- [0041] 또한 화학적 강화와는 달리 유리 내부의 알칼리 이온과 외부의 이온과의 교환이 아닌 알루미늄 막에 존재하는 외부 알루미늄 이온을 전기적 힘을 이용하여 유리 기판 내부로 강제로 유입시킴에 따라, 유리의 주 조성 및 첨가물에 무관하게 어떠한 유리기판에도 적용 가능한 장점이 있으며, 유리기판의 주 조성이 달라져도 유사한 조건에 의해 유사한 강화정도를 얻을 수 있는 장점이 있다. 실질적으로, 본 발명의 제조방법으로 강화될 수 있는 유리기판은 규산염계 유리, 봉산염계 유리 또는 인산염계 유리를 포함하며, CCD, CMOS를 포함하는 광학 소자와의 패키징, 디스플레이 장치등에의 활용을 고려할 때, 상기 유리기판은 소다라임(sodalime) 유리를 포함한다.
- [0042] 상술한 바와 같이, 양극전압시 인가되는 전압의 크기, 양극접합시 인가되는 전압의 프로파일(profile) 및 양극접합이 수행되는 시간에 의해, 상기 유리기판(100)에 유입되는 알루미늄 이온의 양, 유리기판에 유입된 알루미늄 이온의 유리기판 두께에 따른 이온 농도 프로파일(profile) 및 알루미늄 이온이 유리기판에 유입된 깊이가 제어된다.
- [0043] 도 4에 도시한 바와 같이, 상기 양극접합시, 인가되는 전압이 그라운드에서부터 상기 전압의 최대값까지 일정 시간 간격으로 다수회에 걸쳐 순차적으로 증압되는 다단계 증압이 수행되는 것이 바람직하다.
- [0044] 상기 다단계 증압에 의해 알루미늄막(210 또는 220)과 접하여 양극접합이 수행된 유리기판(100) 면의 하부영역에 고 농도의 알루미늄 이온이 국부적으로 유입되어, 알루미늄 이온에 의해 유발되는 응력의 크기를 증진시키고 유리기판(100)의 표면 영역에 응력을 집중시키는 효과가 있다.
- [0045] 상기 다단계 증압의 횟수는 8 내지 12회인 것이 바람직하며, 상기 다단계 증압시 증압되는 전압의 값은 일정한 값인 것이 바람직하다. 즉, 도 4에 도시한 바와 유사하게, 일정한 전압을 증압값으로하여 일정 시간 간격으로 다단계로 전압이 증가하여 전압의 최대값에 이르는 전압 인가 프로파일(profile)에 따라 양극 접합이 수행되는 것이 바람직하다. 상기 다단계 증압이 수행되는 시간 간격(t1)은 서로 다르거나 동일할 수 있으며, 상기 시간 간격은 2분 내지 10분인 것이 바람직하다. 다단계 증압이 이루어진 후 전압의 최대값이 유지되는 시간 또한 다단계 증압이 수행되는 시간 간격(t1)과 유사하게 2분 내지 10분인 것이 바람직하다. 이때, 강화하고자 하는 유리기판의 두께를 고려하여 상기 다단계 증압의 횟수, 최대 인가 전압에 다다른 후의 유지시간 및 상기 다단계 증압간의 시간간격(t1)이 적절히 조절될 수 있음은 물론이다.
- [0046] 도 5는 0.5mm 두께의 소다라임 유리기판에 6mm 두께의 알루미늄 포일을 진공압착한 후, 0 부터 900 V까지 동일한 전압값이 증압되도록 5분 간격으로 10단계에 걸쳐서 다단계 증압을 수행하고 900V로 5분간 유지되도록 양극접합을 수행한 후, 양극접합된 알루미늄 포일과 유리기판의 계면을 고배율 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다. 도 5에서 알 수 있듯이 오른쪽 상부의 Al 원자들이 왼쪽 하부의 유리(비정질) 쪽으로 확산되어 유입됨을 확인 할 수 있으며, 도 5에서 점선과 화살표로 표시한 바와 같이, 유리기판에 존재하는 수 나노미터 크기의 미세 표면 결함이 알루미늄막과의 양극접합에 의해 제거된 것을 알 수 있다.
- [0047] 도 6은 본 발명에 따라 제조된 강화유리의 굽힘강도를 측정 도시한 도면으로, 도 6에 도시된 'glass with Al anodic bonding layer'는 스퍼터(sputter)를 이용하여 0.5mm 두께의 소다라임 유리기판에 10~20 nm 두께의 알루미늄막을 형성한 후, 0 부터 900 V까지 동일한 전압값이 증압되도록 5분 간격으로 10단계에 걸쳐서 다단계 증압을 수행하고 900V로 5분간 유지되도록 양극접합을 수행하여 제조된 강화유리기판의 굽힘강도를 시험한 결과를 의미하며, 'bare-glass'는 강화되지 않은 유리기판 자체의 굽힘강도를 시험한 결과를 의미하며, 'glass with sputtered TiW/Cu layers'는 강화되지 않은 유리기판에 진공 증착을 통해 TiW(300 nm) 및 Cu(600 nm)의 다층박막을 형성한 비교 샘플의 굽힘강도를 시험한 결과를 의미한다.
- [0048] 도 6을 통해, 본 발명에 따라 제조된 강화유리기판은 모두, 강화되지 않은 유리기판에 비하여 30% 내지 50%로 굽힘강도가 증가함을 알 수 있다. 또한 유리기판에 다층의 금속막을 증착한 샘플을 통해 유리기판의 표면에 다층의 금속막이 증착되어 있다 하더라도 강화되지 않은 유리기판에 비해 강도의 증가는 매우 미미함을 알 수 있다. 또한 알루미늄막을 제거한 경우에 측정된 굽힘 강도 또한 투명한 알루미늄막이 존재하는 경우(도 6의 'glass with Al anodic bonding layer')와 유사하게 강화되지 않은 유리기판에 비하여 30% 내지 50%로 굽힘강도가 증가함을 알 수 있었다.
- [0049] 이상과 같이 본 발명에서는 특정된 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0050] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이

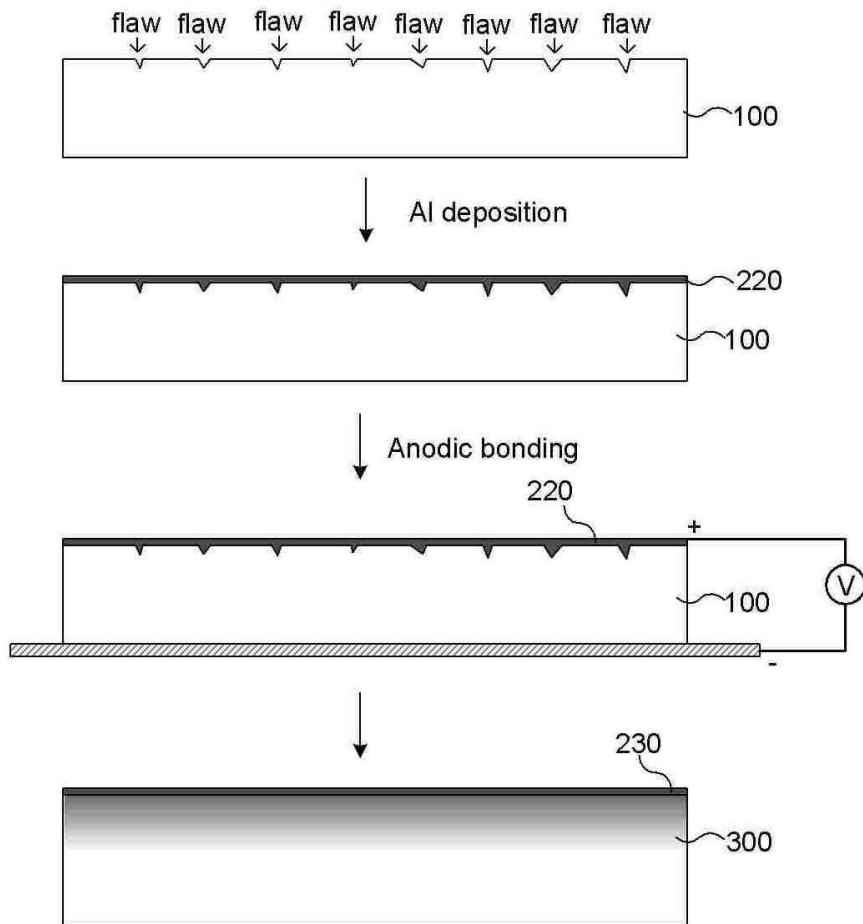
특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

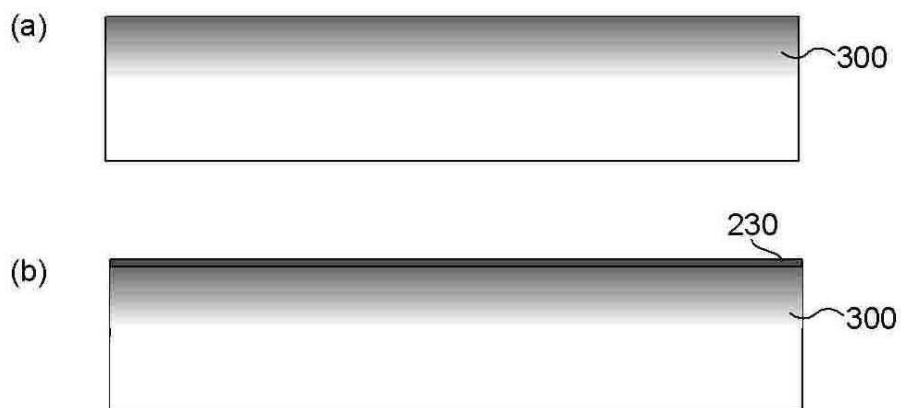
도면1



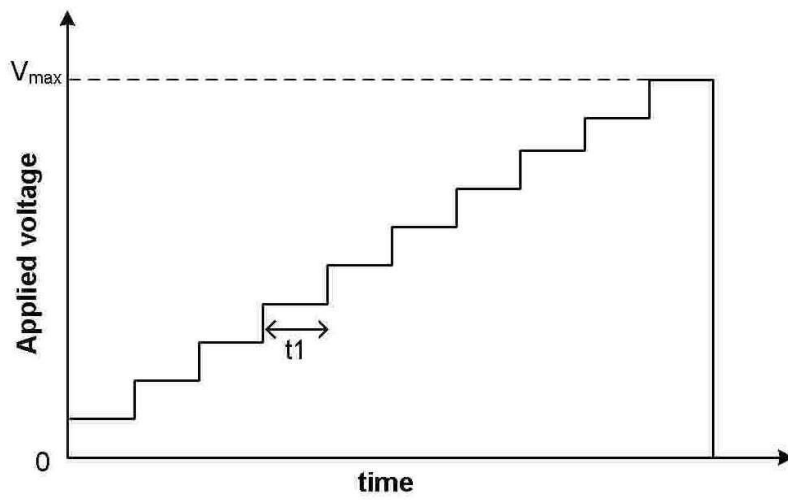
도면2



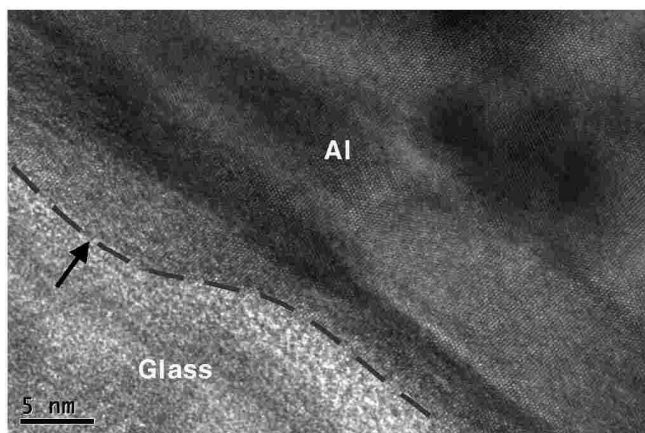
도면3



도면4



도면5



도면6

