(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0135826
(43) 공개일자 2024년09월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10N 30/073 (2023.01) *H10N 30/50* (2023.01)
H10N 30/85 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10N 30/073 (2023.02)
H10N 30/50 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2024-7027371
(22) 출원일자(국제) 2023년01월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년08월14일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/050567
(87) 국제공개번호 WO 2023/135179
국제공개일자 2023년07월20일
(30) 우선권주장
FR2200381 2022년01월17일 프랑스(FR)

(71) 출원인
소이텍
프랑스, 에프-38190 베흔느, 슈망 데 프랑크, 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느
(72) 발명자
브뢰카르트 마르셀
프랑스 38190 베흔느 슈망 데 프랑크 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느
찰스-알프레드 세드리크
프랑스 38190 베흔느 슈망 데 프랑크 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태헌

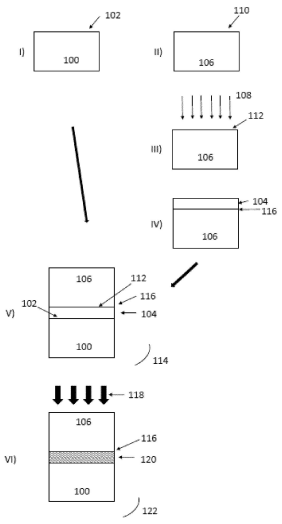
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **압전층 전사를 위한 도너 기판의 제조 방법 및 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법**

(57) 요 약

본 발명은 압전층을 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법에 관한 것으로서: 핸들링 기판, 특히 규소계 기판을 제공하는 단계, 압전 기판을 제공하는 단계, 압전 기판의 또는 핸들링 기판의 자유 표면 상에 중합체층을 증착하는 단계, 중합체층이 압전 기판과 핸들링 기판 사이에 개재되어 위치하도록 핸들링 기판 상에 압전 기판을 조립하는 단계를 포함하는 상기 도너 기판의 제조 방법에 있어서, 압전 기판을 핸들링 기판 상에 조립하는 단계 이전에 중합체층과 접촉하고 있는 압전 기판의 표면의 표면 활성화 처리 단계를 수행하는 것을 특징으로 한다. 본 발명은 또한 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H10N 30/85 (2023.02)
(72) 발명자
카펠로 루시아나
프랑스 38190 베흔느 슈망 데 프랑크 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느
로지오우 모르간
프랑스 38190 베흔느 슈망 데 프랑크 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느
바르지 티에리
프랑스 38190 베흔느 슈망 데 프랑크 빡 떼끄놀로지끄 데 풍뗀느

명 세 서

청구범위

청구항 1

압전층을 지지 기판(140) 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법으로서,

- 핸들링 기판(100), 특히 규소계 기판을 제공하는 단계,

- 압전 기판(106)을 제공하는 단계,

- 상기 압전 기판(106)의 자유 표면(110) 상에 중합체층(104)을 증착하는 단계,

- 상기 중합체층(104)이 상기 압전 기판(106)과 상기 핸들링 기판(100) 사이에 개재되어 위치하도록 상기 핸들링 기판(100) 상에 상기 압전 기판(106)을 조립하는 단계를 포함하고,

상기 압전 기판(106)을 상기 핸들링 기판(100) 상에 조립하는 단계 이전에 상기 중합체층(104)과 접촉하고 있는 상기 압전 기판(106)의 표면(110)의 표면 활성화 처리(108) 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 중합체층(104)이 상기 압전 기판(106)의 상기 활성화된 표면(112) 상에 직접 증착되는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 3

압전층을 지지 기판(140) 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법으로서,

- 핸들링 기판(100), 특히 규소계 기판을 제공하는 단계,

- 상기 핸들링 기판(100)의 자유 표면(102) 상에 중합체층(152)을 증착하는 단계,

- 상기 중합체층(152)이 상기 압전 기판(106)과 상기 핸들링 기판(100) 사이에 개재되어 위치하도록 상기 핸들링 기판(100) 상에 압전 기판(106)을 조립하는 단계를 포함하고,

상기 압전 기판(106)을 상기 핸들링 기판(100) 상에 조립하는 단계 이전에 상기 조립하는 단계 동안 상기 핸들링 기판(100)의 상기 중합체층(152)과 접촉하고 있는 상기 압전 기판(106)의 표면(110)의 표면 활성화 처리(108) 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 중합체층(152)의 증착 단계 동안, 상기 중합체층(152)은 상기 핸들링 기판(100) 바로 위에 위치하는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 조립하는 단계는 상기 핸들링 기판(100)을 상기 압전 기판(106)에 결합하기 위해 가교 중합체층(120)을 얻기 위한 상기 중합체층(104, 152)의 처리 단계(108)를 포함하는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 표면 활성화 처리(108) 단계는 상기 중합체층(104, 152)과 접촉하고 있는 상기 압전 기판(106)의 표면(110) 상에 펜던트 결합들(pendant bonds)을 생성하는 산소계 표면 활성화 처리(108)인, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압전 기판(106)의 상기 표면 활성화 처리(108) 단계는 특히 습식 경로에 의한 또는 UV에 의해 보조되는 오존 처리인, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압전 기판(106)의 상기 표면 활성화 처리(108) 단계는 과산화수소계 용액을 이용한 처리인, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압전 기판(106)의 상기 표면 활성화 처리(108) 단계는 플라즈마 처리, 특히 산소계 플라즈마 처리인, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압전 기판(106)은 탄탈산 리튬(LTO), 니오브산 리튬(LNO), 질화 알루미늄(AlN), 티탄산 지르콘산 납(PZT), 랑가사이트 또는 랑가테이트 기판인, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도너 기판(128)의 상기 압전 기판(106)을 얇게 하는 단계는 특히 연삭에 의해 수행되는, 도너 기판의 제조 방법.

청구항 12

압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법에 있어서:

- 제11항에 따른 제조 방법의 구현에 의해 얻어진 도너 기판(128, 138)을 제공하는 단계,

- 상기 도너 기판(128, 138)의 압전 기판(106) 내부에 약화된 구역(146)을 형성하는 단계,

- 지지 기판(140), 특히 규소계 기판을 제공하는 단계,

- 지지 기판-도너 기판 조립체(156)를 얻기 위해 상기 도너 기판(128, 138)을 상기 지지 기판(140)에 부착하는 단계, 및

- 도너 기판(156)의 나머지(158)로부터 압전층(148)을 분리하기 위해 상기 약화된 구역(146)을 따라 파단(fracture)을 생성하는 단계를 포함하는 압전층의 지지 기판 상으로의 전사 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 압전층의 전사(transfer)를 위한 도너 기판의 제조 방법 및 이러한 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 절연체-상-압전(POI: piezoelectric-on-insulator) 기판은 기판 상에 압전 재료의 얇은 층을 포함한다. 이러한 POI 기판을 제조하기 위해, 사용된 방법은 압전 재료의 두꺼운 기판으로부터 시작하여 얇은 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 것을 포함한다.

[0003] 이를 위해, 먼저, 압전 재료의 벌크 기판이 중합체층을 이용하여 결합함으로써 핸들링 기판과 조립되는 도너 기판이 사용된다. 이어서, 도너 기판은 지지 기판과 조립되기 전에, 더 얇은 압전층을 형성하기 위해 벌크 압전 기판을 얇게 하는 단계를 거친다. 최종적으로, 압전층의 지지 기판 상으로의 전사는 얇아진 압전층에 미리 생성된 파단 영역 수준에서 기계적으로 또는 열적으로 수행된다. POI의 압전 재료와 지지 기판 사이의 열팽창 계수들 차이의 부정적인 영향을 제한하기 위해 도너 기판이 방법에 도입된다. 이것은 상이한 기판들 사이의 결합 계면을 강화하고, 얇은 층의 전사를 위해, 열 처리들이 수행되기 때문이다. 이러한 유형의 방법의 예는 WO 2019/186032 A1에 기술되어 있다.

[0004] 따라서, POI 기판의 제조 방법 동안, 도너 기판은 여러 단계들의 열적 및/또는 기계적 처리들을 거쳐야 하며 상

이한 처리들에 대해 우수한 기계적 강도를 나타내야 한다.

[0005] 그러나, 압전 재료 기판과 도너 기판의 중합체층 사이의 결합 계면 수준에서의 결합해제(debonding)는 압전층 전사 방법의 연속적인 열적 및/또는 기계적 단계들 동안 발생할 수 있다.

발명의 내용

[0006] 본 발명의 목적 중 하나는 위에서 언급한 단점들을 극복하는 것이며, 특히 압전 재료 기판의 압전층을 압전층 전사 방법에서 더 우수한 기계적 강도를 나타내는 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판을 설계하는 것이다.

[0007] 본 발명의 요지는, 압전층을 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법으로서, 핸들링 기판, 특히 규소계 기판을 제공하는 단계, 압전 기판을 제공하는 단계, 압전 기판의 자유 표면 상에 중합체층을 증착하는 단계, 중합체층이 압전 기판과 핸들링 기판 사이에 개재되어 위치하도록 핸들링 기판 상에 압전 기판을 조립하는 단계를 포함하고, 압전 기판을 핸들링 기판 상에 조립하는 단계 이전에 중합체층과 접촉하고 있는 압전 기판의 표면의 표면 활성화 처리 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 도너 기판의 제조 방법에 의해 달성된다.

[0008] 표면 처리란 기계적, 화학적, 전기화학적 또는 물리적 처리를 말하며, 그 목적은 재료들 표면의 외관 또는 기능을 주어진 용도에 맞게 수정하는 것이다. 표면 처리는 표면의 기능화, 활성화 또는 세척, 또는 이러한 효과들의 조합을 가능하게 한다. 따라서, 본 발명에 따른 방법에서 압전 기판의 표면 처리 단계는 압전 재료와 중합체층 사이의 더 우수한 계면을 얻기 위해, 압전 기판 표면이 중합체층과 접촉하도록 조정하기 위해 압전 기판 표면의 외관 또는 기능을 수정하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 본 발명에 따른 방법은 최신 기술에 비해 향상된 기계적 안정성을 갖는 도너 기판을 얻는 것을 가능하게 한다.

[0009] 일 실시예에 따르면, 압전 기판 상에 중합체층을 증착하는 단계 동안, 중합체층은 압전 기판의 처리된 표면 상에 직접 증착될 수 있다. 압전 기판의 처리된 표면은 상단에 증착될 중합체층에 향상된 접착력을 제공하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 중합체층만으로도 압전 기판의 다른 층 또는 다른 기판에 대한 우수한 접착력을 생성하는 것을 가능하게 한다. 중합체층은 예를 들어 압전 기판 상에 직접 원심 증착 방법(centrifugal deposition process)에 의해 증착될 수 있다.

[0010] 본 발명의 요지는 또한, 압전층을 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법으로서, 핸들링 기판, 특히 규소계 기판을 제공하는 단계, 압전 기판을 제공하는 단계, 핸들링 기판의 자유면 상에 중합체층을 증착하는 단계, 중합체층이 압전 기판과 핸들링 기판 사이에 개재되어 위치하도록 핸들링 기판 상에 압전 기판을 조립하는 단계를 포함하는 도너 기판의 제조 방법에 있어서: 압전 기판을 핸들링 기판 상에 조립하는 단계 이전에 조립 단계 동안에 중합체층과 접촉하고 있는 압전 기판의 표면의 표면 활성화 처리 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 상기 도너 기판의 제조 방법에 의해 달성된다.

[0011] 마찬가지로, 본 발명에 따른 방법에서 압전 기판의 표면 처리 단계는 압전 재료와 중합체층 사이의 더 우수한 계면을 얻기 위해, 압전 기판 표면이 핸들링 기판의 중합체층과 접촉하도록 조정하기 위해 압전 기판 표면의 외관 또는 기능을 수정하는 것을 가능하게 한다. 따라서, 본 발명에 따른 방법은 최신 기술에 비해 향상된 기계적 안정성을 갖는 도너 기판을 얻는 것을 가능하게 한다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 핸들링 기판 상에 중합체층을 증착하는 단계 동안, 중합체층은 핸들링 기판 상에 직접 위치될 수 있다. 중합체층만으로도 다른 층 또는 다른 기판에 대한 우수한 접착력을 생성하는 것을 가능하게 한다. 중합체층은 예를 들어 핸들링 기판 상에 직접 원심 증착 방법에 의해 증착될 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 도너 기판의 제조 방법의 조립 단계는 핸들링 기판을 압전 기판에 결합하기 위해 가교 중합체층을 얻기 위한 중합체층의 처리 단계를 포함할 수 있다. 중합체층의 처리 단계에 의한 가교된 중합체층의 형성은 수행하기가 간단하고 비용이 많이 들지 않는다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 표면 활성화 처리 단계는 중합체층과 접촉하고 있는 압전 기판의 표면 상에 펜던트 결합들(pendant bonds)을 생성하는 산소계 표면 활성화 처리일 수 있다. 산소계 표면 활성화 처리는 재료 표면의 산화로 구성된다. 표면 분자들의 산화는 지지체의 표면 장력을 증가시키는 것을 가능하게 한다. 산소계 표면 활성화 처리는 표면에 자유 라디칼들(free radicals)을 생성하는 것을 가능하게 하며, 이들은 이러한 자유 라디칼들과 접촉하는 얇은 층의 접착을 촉진한다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 압전 기판의 표면 활성화 처리 단계는 특히 습식 경로에 의한 또는 UV에 의해 보조되는 오존 처리일 수 있다. 오존 처리는 중합체층과 압전 기판 표면 사이의 계면을 향상시키기 위해 압전 기판의 표면을 수정하는 것을 가능하게 하는 처리이다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 압전 기판의 표면 활성화 처리 단계는 과산화수소계 용액을 이용한 처리일 수 있다. 과산화수소계 용액으로 처리하면 중합체층과 압전 기판 표면 사이의 계면을 향상시키기 위해 압전 기판의 표면을 수정하는 것을 가능하게 한다.

[0017] 일 실시예에 따르면, 압전 기판의 표면 활성화 처리 단계는 플라즈마 처리, 특히 산소계 플라즈마 처리일 수 있다. 플라즈마 표면 처리는 코팅층에 대한 우수한 접착력을 위해 재료의 화학적 특성들을 향상시키는 것을 가능하게 하는 건식 경로에 의한 처리이다. 따라서, 본 발명에 따른 방법의 플라즈마 처리 단계는 중합체층과 도너 기판의 압전 기판 표면 사이의 접착력을 향상시키는 것을 가능하게 하고, 그 결과 최신 도너 기판의 기계적 안정성이 향상된다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 압전 기판은 탄탈산 리튬(LTO), 니오브산 리튬(LNO), 질화 알루미늄(AlN), 티탄산 지르콘산 납(PZT), 랑가사이트 또는 랑가테이트 기판일 수 있다. 본 발명에 따른 방법은 압전 효과를 이용하는 디바이스들에서 중요한 역할을 하는 이들 재료들에 사용될 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 도너 기판의 압전 기판을 얇게 하는 단계는 조립 단계 이후, 특히 조립 단계의 중합체층의 처리 단계 후에 수행되어, 압전 기판의 두께 t_1보다 작은 두께 t를 갖는 얇아진 압전 기판, 또는 압전 기판의 두께 t_1보다 작은 두께 t_2를 갖는 압전층을 얻을 수 있다. 이에 따라, 두꺼운 압전 기판으로부터 출발하여, 더 얇은 압전 기판 또는 원하는 두께의 압전층이 얻어지고, 본 발명의 방법에 따라 제조된 도너 기판은 절연체-상-압전(POI) 기판을 얻기 위해 얇은 압전층을 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판으로 사용될 수 있다.

[0020] POI 기판의 제조 방법에서, 압전 재료와 지지 기판의 재료는 매우 상이한 열팽창 계수들을 나타내며, 조립체의 심각한 변형이 발생한다. 이러한 방법에서, 도너 기판의 사용으로 인해, 두꺼운 압전 기판이 핸들링 기판과 지지 기판 사이에 유지된다. 핸들링 기판과 지지 기판의 재료들과 두께들의 선택은 열팽창 계수들의 일정한 대칭성을 보장하는 것을 가능하게 하고, 따라서 절연체-상-압전(POI) 기판의 제조 방법 중 열처리들을 적용하는 동안 조립체의 변형을 최소화하는 것을 가능하게 한다.

[0021] 본 발명의 요지는 또한, 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법에 있어서, 상술한 제조 방법에 의해 얻어진 도너 기판을 제공하는 단계, 압전 기판 내부에 약화된 구역을 형성하는 단계, 지지 기판, 특히 규소계 기판을 제공하는 단계, 지지 기판-도너 기판 조립체를 얻기 위해 도너 기판을 지지 기판에 부착하는 단계, 및 도너 기판의 나머지로부터 압전층을 분리하기 위해 약화된 구역을 따라 파단(fracture)을 생성하는 단계를 포함하는 압전층의 지지 기판 상으로의 전사 방법에 의해 달성될 수 있다. POI 기판의 제조 방법에서, 압전 재료와 지지 기판의 재료는 매우 상이한 열팽창 계수들을 나타내며, 조립체의 심각한 변형이 발생한다. 이러한 방법에서, 도너 기판의 사용으로 인해, 두꺼운 압전 기판이 핸들링 기판과 지지 기판 사이에 유지된다. 핸들링 기판과 지지 기판의 재료들과 두께들의 선택은 열팽창 계수들의 일정한 대칭성을 보장하는 것을 가능하게 하고, 따라서 절연체-상-압전(POI) 기판의 제조 방법 중 열처리들을 적용하는 동안 조립체의 변형을 최소화하는 것을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0022] 본 발명 및 그 이점들은 바람직한 실시예들에 의해 그리고 특히 다음 첨부 도면들의 지원을 통해 후속적으로 더욱 상세히 설명될 것이며, 여기서 참조 번호들은 본 발명의 특징을 식별한다.

[도 1]은 본 발명의 제1 실시예에 따른 도너 기판의 제조 방법을 도식적으로 나타낸다.

[도 2]는 본 발명의 제1 실시예의 대안적인 형태에 따른 도너 기판의 제조 방법을 도식적으로 나타낸다.

[도 3]은 본 발명의 제2 실시예에 따른 도너 기판의 제조 방법을 도식적으로 나타낸다.

[도 4]는 본 발명의 제3 실시예에 따른 압전층의 전사 방법을 도식적으로 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 본 발명은 예시적인 방식으로 도면들을 참조하여 유리한 실시예들을 사용하여 더욱 상세히 기술될 것이다. 기술

된 실시예들은 단지 가능한 구성들일 뿐이며, 본 발명을 구현하는 동안 상술한 개별적인 특징들이 서로 독립적으로 제공될 수도 있거나, 완전히 생략될 수도 있다는 점을 염두에 두어야 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따라 도너 기판의 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 데 사용되는 도너 기판의 제조 방법을 도식적으로 도시한다.

[0025] 도너 기판의 제조 방법은 핸들링 기판(100), 특히 벌크 기판을 제공하는 단계 Ⅰ)에서 시작된다. 벌크 기판은 통상적으로 두께가 300㎛ 내지 800㎛인 단 하나의 재료를 기반으로 하는 기판이다. 핸들링 기판(100)은 열팽창 계수가 압전층이 전사되려고 하는 지지 기판 재료와 가까운 재료로 이루어진다. "가까운(close)"이라는 용어는 핸들링 기판(100)의 재료와 지지 기판의 재료 사이의 열팽창 계수 차이가 5% 이하, 바람직하게는 0%와 같거나 그 부근인 것을 의미하는 것으로 이해된다. 핸들링 기판(100)은 규소, 사파이어, 질화 알루미늄(AlN), 탄화규소(SiC) 또는 갈륨 비소(GaAs)를 기반으로 하는 기판일 수 있다. 핸들링 기판(100)은 결정질 또는 다결정질 기판일 수 있다.

[0026] 제1 실시예에 따른 방법의 단계 Ⅱ) 동안, 압전 기판(106)이 제공된다. 이것은 바람직하게는 그 두께가 통상적으로 대략 적어도 300㎛, 바람직하게는 적어도 350㎛인 압전 재료의 벌크 기판이다. 대안적인 형태에 따르면, 압전 재료 기판(106)은 또한 다른 기판 상에 증착된 25㎛ 내지 50㎛의 두께를 갖는 두꺼운 압전 재료층일 수 있다.

[0027] 압전 재료는 예를 들어, 탄탈산 리튬(LTO), 니오브산 리튬(LNO), 질화 알루미늄(AlN), 티탄산 지르콘산 납(PZT), 랑가사이트 또는 랑가테이트일 수 있다.

[0028] 압전 기판(106)은 연속적인 층 증착을 후속적으로 수행하기 위해 입자들 또는 먼지를 제거하고 따라서 깨끗하고 우수한 품질의 자유 표면(110)을 얻기 위해 먼저 그 자유 표면(110)을 세척, 솔질 또는 연마하는 하나 이상의 단계들을 거칠 수 있다.

[0029] 본 발명에 따르면, 압전 기판(106)은 활성화된 표면(112)을 얻기 위해 자유면들(110) 중 하나 상에 대한 표면 처리(108) 단계 Ⅲ)을 후속적으로 받게 된다.

[0030] 압전 기판(106)의 표면(110)의 표면 처리(108)는 처리될 표면의 활성화를 가능하게 하는 처리이다. 이러한 표면 활성화 처리(108)는 연속적인 증착 동안 또는 다른 기판과 접촉시키는 동작 동안 연속적인 층과의 접촉을 위한 재료의 표면을 준비하는 것을 가능하게 한다. 이를 위해, 표면 활성화 처리(108)는 표면의 특성들을 수정한다. 표면 활성화 처리는 기계적, 화학적, 전기화학적 또는 물리적일 수 있다.

[0031] 표면 활성화 처리(108)는 산소계 표면 활성화 처리일 수 있다. 표면 분자들의 산화는 표면 상에 펜던트 결합들을 생성하는 지지체의 표면 장력을 증가시키는 것을 가능하게 한다. 산소계 표면 활성화 처리(108)는 표면에 자유 라디칼들을 생성하는 것을 가능하게 하며, 이들은 이러한 자유 라디칼들과 접촉하는 얇은 층의 접착을 촉진한다. 따라서, 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)은 펜던트 결합들을 포함한다. 이러한 펜던트 결합들은 결합 부위들을 나타내며, 이들은 펜던트 결합들과 접촉하게 된 재료 표면과 더 우수한 결합을 얻는 것을 가능하게 한다. 이것은 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)의 펜던트 결합들이 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)과 접촉하게 된 재료 표면의 펜던트 결합들과 공유 결합들을 생성할 것이기 때문이다.

[0032] 일 실시예에 따르면, 압전 기판(106)의 표면 활성화 처리(108) 단계 Ⅲ)는 특히 습식 경로에 의한 또는 UV에 의해 보조되는 오존 처리일 수 있다. 오존이 존재하면 표면 분자들을 산화시키는 것을 가능하게 한다. UV에 의한 조사를 사용하면 자유 라디칼들을 생성하는 것을 가능하게 한다.

[0033] 다른 실시예에 따르면, 압전 기판(106)의 표면 활성화 처리(108) 단계 Ⅲ)는 과산화수소계 용액을 이용한 처리일 수 있다. 과산화수소를 이용한 처리는 활성 산소 처리라고도 알려져 있으며 산화에 의해 자유 라디칼들의 형성을 가능하게 한다.

[0034] 다른 실시예에 따르면, 압전 기판(106)의 표면 활성화 처리(108) 단계 Ⅲ)는 플라즈마 처리, 특히 산소계 플라즈마 처리일 수 있다. 플라즈마 처리는 표면의 활성화를 가능하게 하는 건식 경로에 의한 처리이다. 플라즈마 표면 처리는 재료 표면의 매우 강한 산화로 구성된다.

[0035] 따라서, 본 발명에 따른 방법의 표면 처리(108)는 사후 방법에서 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)에 증착되거나 접촉하게 되는 층에 대한 더 우수한 접착력을 위한 결합 부위들을 생성함으로써 압전 기판(106)의 표면(112)의 화학적 특성들을 향상시키는 것을 가능하게 한다.

[0036] 이어서, 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 상에 중합체층(104)을 증착하는 단계 Ⅳ)가 수행된다.

[0037] 중합체층(104)의 증착은 스핀 코팅에 의해 유리하게 수행된다. 이 기술은 원심력에 의해 압전 기판(106)의 전체 자유 표면(112)에 걸쳐 상기 중합체층(104)을 균일하게 확산시키기 위해, 중합체층의 증착이 발생하려고 하는 기판을 주어진 속도로 빙글빙글 회전하는 것으로 구성된다. 이를 위해, 압전 기판(106)은 통상적으로 회전판 상에 진공을 가하여 배치되고 유지된다. 얻어진 중합체층(104)의 두께는 층의 증착 동안 사용된 파라미터들에 따라 달라지며, 즉, 예를 들어 기판의 회전 속도 및 구간과 기판(106) 표면(112) 상에 증착된 중합체 용액의 부피에 따라 달라진다. 중합체층(104)의 두께는 통상적으로 1㎛ 내지 6㎛, 바람직하게는 대략 3.5㎛이다.

[0038] 중합체층(104)은 티올렌 수지를 기반으로 하는 광중합성 층일 수 있다. 예를 들어, 노랜드 제품들(Norland Products)에 의해 참조 번호 "NOA 61"로 판매되는 층은 본 발명에서 중합체층(104)으로 사용될 수 있다.

[0039] 중합체층(104)의 증착 단계 동안, 중합체층(104)은 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)과 직접 접촉하여 증착된다.

[0040] 압전 기판(106)의 자유 표면(110)은 자유 표면(110)의 활성화를 위한 표면 처리 단계(108)를 미리 실시하여 압전 기판(106)의 자유 표면(110)에 대한 중합체층(104)의 우수한 접착력을 얻도록 하였다.

[0041] 따라서, 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 상에 존재하는 펜던트 결합들은 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 상에 형성된 중합체층(104)의 접착을 촉진하는 결합 부위들을 생성한다. 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 상에 존재하는 펜던트 결합들은 중합체층(104)의 펜던트 결합들과 공유 결합을 형성할 것이다. 따라서, 압전 기판(106)과 중합체층(104) 사이의 접촉 계면(116)은 통합/강화된다.

[0042] 압전 기판(106) 상에 중합체층(104)을 스핀 코팅에 의해 증착한 후, 계면(116)에서 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)에 대한 중합체층(104)의 접착력을 향상시키기 위해 열 처리가 수행될 수 있다.

[0043] 단계 Ⅳ) 후에 얻어진 압전 기판(106)은 이어서 조립 단계 Ⅴ) 동안 단계 Ⅰ)에서 제공된 핸들링 기판(100)과 조립되어 도너 기판(114)을 얻는다.

[0044] 핸들링 기판(100) 상에 압전 기판(106)을 조립하는 것은 중합체층(104)이 압전 기판(106)과 핸들링 기판(100) 사이에 개재되어 위치하도록 수행된다.

[0045] 압전 기판(106)과 중합체층(104) 사이의 접촉 계면(116)은 통합/강화되어 최신 기술에 비해 도너 기판(114)의 기계적 안정성이 향상된다.

[0046] 2개의 기판들이 조립되면, 안정한 도너 기판(122)을 형성하기 위해 압전 기판(106)을 핸들링 기판(100)에 결합하기 위한 결합 단계 Ⅵ)가 수행된다.

[0047] 중합체층(104)은 중합체층(104)의 기계적 특성들을 수정하기 위해 중합체층(104)을 가교시키는 처리(118)를 거친다. 가교는 2개의 중합체 사슬들을 연결하기 위해 공유 결합들의 형성 방법 또는 상대적으로 짧은 화학적 결합 시퀀스들을 나타내는 일반적인 용어이다. 중합체 사슬들이 가교되면, 중합체층(104)은 더 단단해진다. 공유 화학 가교들은 기계적, 열적으로 안정적이므로 일단 형성되면 깨지기 어렵다.

[0048] 가교 처리(118)는 열, 압력, pH 변화 또는 조사에 의해 수행될 수 있다. 본 발명에 따르면, 가교 처리(118)는 중합체층(104)의 광속(118)에 의한 조사에 의해 수행될 수 있다. 조사(118)는 중합체층(104)을 가교하고 중합된 층(120)이라고도 불리는 가교된 중합체층(120)을 얻기 위해 압전 기판(106) 또는 기판(100)을 통해 수행된다.

[0049] 도너 기판(114)의 조사(118)는 광원, 바람직하게는 레이저를 사용하여 수행된다. 광 방사선(118) 또는 광속은 바람직하게는 자외선(UV), 바람직하게는 320㎚ 내지 365㎚의 파장을 갖는다.

[0050] 가교 중합체층(120)의 두께는 바람직하게는 1 ㎛ 내지 6.5 ㎛, 특히 대략 3.5 ㎛이다. 이 두께는 특히 결합 전에 증착된 중합체층(104)의 재료에 따라 달라지고, 상기 중합체층의 두께 및 조사 조건들에 따라 달라진다.

[0051] UV 조사(118)에 의한 중합체층(104)의 가교는 중합체층(104)의 중합을 촉발할 라디칼들을 방출하는 것을 가능하게 한다. 중합체층(104)의 중합은 기계적 및 열적으로 안정한 화학적 결합들을 유발하므로, 일단 형성되면 깨지기가 어렵다. 따라서, 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)의 펜던트 결합과 가교된 중합체층(120) 사이의 연결은 기계적으로나 열적으로 안정한 연결을 유발한다.

[0052] 따라서, 중합된 층(120)은 도너 기판(122)을 형성하는 핸들링 기판(100)과 압전 기판(106)을 서로 결합시켜 유지함으로써, 도너 기판(122)의 기계적 응집을 보장한다.

[0053] 표면 활성화 처리(108) 덕분에, 가교 중합체층(120)과 압전 기판(106) 사이의 계면(116)은 중합체층(120)과 압전 기판(106) 표면 사이의 접착력이 향상되고; 본 발명에 따른 제조 방법에 의해 얻어진 도너 기판(122)은 중합체-압전 계면에서 향상된 기계적 안정성을 나타낸다.

[0054] 도 2는 본 발명의 제1 실시예의 대안적인 형태에 따라 압전층을 지지 기판 상으로 전사하기 위한 도너 기판의 제조 방법을 도식적으로 나타낸다. 제1 실시예와 공통되고 위와 동일한 참조 번호를 사용하는 특징들 중 어느 것도 다시 기술되지 않을 것이며, 위의 상세한 설명을 참조한다.

[0055] 제1 실시예에 따른 방법은 도 1에 예시된 단계 VI) 후에, 제1 실시예의 방법에 따라 얻어진 도너 기판(122)의 압전 기판(106)을 얇게 하는 단계 VII)를 포함한다.

[0056] 이러한 얇게 하는 단계 VII)는 t_1 미만의 두께 t를 갖는 얇아진 압전 기판(140), 또는 약 20 μm나 또한 5 μm 내지 25 μm의 두께 t_2를 갖는 압전층(124)을 얻기 위해, 도너 기판(122)의 압전 재료 기판(106)의 두께 t_1를 감소시키기 위해 압전 기판(106)의 연삭 방법 또는 화학적 에칭 방법에 의해 수행될 수 있다.

[0057] 얻어진 압전층(124)의 자유 표면(126)의 처리는 압전층(124)의 자유 표면(126)의 품질을 향상시키기 위해 얇게 하는 단계 VII)가 완료된 후에 수행될 수도 있다.

[0058] 제1 실시예에 따른 방법에 의해 얻어진 도너 기판(122)의 기계적 안정성이 주어지면, 도너 기판(122)에 적용되는 얇게 하는 단계 및 처리 단계는 중합체-압전 계면(116)이 이러한 기계적 및/또는 열적 단계들에 의해 영향을 받지 않으면서 수행될 수 있고, 이 계면(116)에서의 결합해제 위험이 감소되고, 특히 제거된다. 따라서, 도너 기판(128)은 압전층(124)을 지지 기판(140) 상으로 전사하는 방법의 하류에서 사용될 수 있게 하는 기계적 안정성을 나타낸다.

[0059] 따라서 도너 기판(128)은 핸들링 기판(100)과 압전층(124) 사이에 위치한 가교 중합체층(120)을 이용하여 얻어지며, 핸들링 기판(100)은 압전층(124)의 가교 중합체층(120)과 접촉한다.

[0060] 기술된 실시예들에 따라, 핸들링 기판(100)을 압전 기판(106)과 함께 조립하거나, 이전 섹션에 기술된 압전 기판(106)을 얇게 만든 후 압전층(124)과 함께 조립하는 것은 도너 기판(122, 128)으로서 유리할 뿐만 아니라, 음향 부품들의 제조에 사용될 수 있는 기판 자체를 구성할 수 있다.

[0061] 도 3은 중합체층(152)의 증착 단계 IV)가 제1 실시예와 상이한 본 발명의 제2 실시예를 도시한다. 중합체층(152)의 증착 단계는 핸들링 기판(100) 상에서 수행된다. 다른 모든 단계들 I), II), III) 및 V) 내지 VII)는 제1 실시예 및 그 대체 형태와 동일하다. 제1 실시예와 공통되고 위와 동일한 참조 번호를 사용하는 특징들 중 어느 것도 다시 기술되지 않을 것이며, 위의 상세한 설명을 참조한다.

[0062] 중합체층의 증착 단계 IV) 동안, 중합체층(152)은 핸들링 기판(100)의 자유 표면(102)과 직접 접촉하여 증착된다. 핸들링 기판(100)은 중합체층(152)의 증착을 후속적으로 수행하기 위해 입자들 또는 먼지를 제거하고 따라서 깨끗하고 우수한 품질의 자유 표면(102)을 얻기 위해 먼저 그 자유 표면(102)을 세척, 솔질 또는 연마하는 하나 이상의 단계들을 거칠 수 있다.

[0063] 조립 단계 V) 동안, 핸들링 기판(100)의 중합체층(152)은 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)과 직접 접촉하게 된다. 따라서, 중합체층(152)과 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 사이의 접촉 계면(116)은 또한 더 우수한 접착력을 나타낸다. 이것은, 상술한 바와 마찬가지로, 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112) 상에 존재하는 펜던트 결합들이 핸들링 기판(100) 상에 형성된 중합체층(152)과 압전 기판(106)의 활성화된 표면(112)의 접착을 촉진하는 결합 부위들을 생성하기 때문이다. 따라서, 압전 기판(106)과 중합체층(152) 사이의 접촉 계면(116)은 통합/강화되어 최신 기술에 비해 도너 기판(114)의 기계적 안정성이 향상된다.

[0064] 도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 압전층의 전사 방법을 도식적으로 나타낸다.

[0065] 본 발명에 따라 압전층을 지지 기판 상으로 전사하는 방법은 본 발명의 제1 실시예 및 그 대체 형태와 본 발명의 제2 실시예 및 그 대체 형태에 따라 도 1 내지 도 3에 대해 기술된 도너 기판의 제조 방법을 구현함으로써 얻어진 도너 기판을 제공하는 단계를 포함한다.

[0066] 단계 A) 동안, 도너 기판(128) 및 지지 기판(140)이 제공된다.

[0067] 지지 기판(140)은 규소, 사파이어, 질화 알루미늄(AlN), 탄화 규소(SiC) 또는 갈륨 비소(GaAs)계의 벌크 기판일 수 있다. 지지 기판(140)은 결정질 또는 다결정질 기판일 수 있다.

[0068] 도 4에 도시된 바와 같이, 지지 기판(140)은 스핀 코팅에 의한 증착 또는 플라즈마 증착이나 증발 증착과 같은 증착 기술에 의해 지지 기판(140)의 자유 표면(144) 상에 미리 증착된 유전체층(142)을 포함할 수 있다. 이러한 유전체층(142)의 지지 기판(140)에 대한 접착을 최적화하기 위해 유전체층(142)의 증착 후에 열 처리가 수행될 수도 있거나, 증착된 유전체층(142)의 표면 품질을 향상시키기 위해 표면 처리도 수행될 수 있다.

[0069] 대안적인 형태에서, 지지 기판(140)은 지지 기판(140)의 자유 표면(144) 상에 형성된 자연 산화물층을 포함할 수 있다.

[0070] 유전체층(142)은 예를 들어 이산화규소층이다. 그러나, 유전체층(142)은 또한 질화물층, 또는 질화물과 산화물의 조합을 포함하는 층, 또는 산화물층과 질화물층의 중첩일 수 있다. 예를 들어, 규소로 만들어진 지지 기판의 경우, 산화물층, 또는 질화 규소층(Si_3N_4), 질화물과 산화물의 조합을 포함하는 층(SiO_xN_y), 또는 산화물층과 질화 규소층(Si_3N_4)의 중첩을 형성하는 것이 가능할 것이다.

[0071] 대안적인 형태에서, 지지 기판(140)은 또한 다른 층들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 브래그 미러(Bragg mirror)를 생성하기 위한 층들 또는 트랩핑층이 지지 기판(140) 상에 존재할 수 있다. 특히, 다결정질, 비정질 또는 다공성 규소 유형의 트랩핑층이 존재할 수 있으며, 두께는 500nm 내지 5㎛에서 다양하다.

[0072] 대안적인 형태에서, 지지 기판(140)은 유전체층(142) 없이 및/또는 자연 산화물층 없이 제공된다.

[0073] 대안적인 형태에서, 유전체층은 지지 기판(140) 상에 제공되는 대신 도너 기판(138)의 압전층(132) 상에 제공될 수 있다.

[0074] 다른 대안적인 형태에서, 유전체층은 도너 기판(128)과 지지 기판(140)의 2개의 기판들 상에 제공될 수 있다.

[0075] 도너 기판(128)의 압전층(124)에 약화된 구역(130)을 형성하는 단계 B)가 지지 기판(140) 상으로 전사될 압전층(132)의 범위를 정하기 위해 수행된다.

[0076] 이러한 약화된 구역(130) 형성 단계는 도너 기판(128)의 압전층(124)에 원자 또는 이온 엔티티들의 주입(134)에 의해 수행된다. 원자 또는 이온 주입(134)은 약화된 구역(130)이 압전층(124) 내부에 위치하고 압전층(136)을 압전층(124)의 나머지 부분(132)으로부터 분리하는 방식으로 수행된다. 원자 또는 이온 엔티티들은, 전사될 압전층(136)의 두께 t_3과 압전층(124)의 나머지 부분(132)의 두께 t_4를 결정하는 압전층(124)의 미리 결정된 깊이에 주입된다. 두께 t_3은 통상적으로 50nm 내지 1㎛, 특히 대략 600nm이다.

[0077] 얻어진 도너 기판(138)은 압전층(124)의 나머지 부분(132)으로부터 전사될 압전층(136)을 분리하는 약화된 구역(130)을 포함한다.

[0078] 본 발명에 따른 전사 방법 단계 C)는 이종 구조체(148)를 형성하는 지지 기판-도너 기판 조립체를 얻기 위해 도너 기판(138)을 지지 기판(140)과 조립하는 단계를 포함한다. 도너 기판(138)과 지지 기판(140)의 조립은 도너 기판(138)의 압전층(136)이 지지 기판(140)의 유전체층(142)과 접촉하는 방식으로 유전체층(142)의 레벨에서 발생한다.

[0079] 지지 기판(140)이 유전체층(142)을 포함하지 않는 대안적인 형태에서, 도너 기판(148)의 압전층(136)이 지지 기판(140)의 자유 표면(144)과 직접 접촉하고 있는 방식으로 조립이 발생한다. 압전-지지 기판 계면에서, 2개의 기판들 사이의 분자 접착에 의해 조립이 발생한다.

[0080] 대안적인 형태에서, 도너 기판(138)과 기판(140)의 조립은 상술한 바와 같이 유전체층(142)과 도너 기판(140) 상에 형성된 유전체층 사이에서 발생한다. 이 유전체층은, 예를 들어 산화 규소층, 질화 규소층(Si_3N_4), 또는 산화질화규소(SiO_xN_y)로도 알려져 있는 질화 규소와 산화물의 조합을 포함하는 층, 또는 산화물층과 질화물층의 중첩이다. 대안적인 형태에 따르면, 이 유전체층의 형성 후에 압전층(124)에 대한 유전체층의 접착력을 향상시키기 위해 열처리가 이어질 수 있다. 이 유전체층의 표면 품질을 향상시키기 위한 표면 처리가 또한, 특히 위에서 언급한 주입 단계(134) 이후 및 단계 C) 이전에 수행될 수도 있다.

[0081] 이어서, 도너 기판(148)의 나머지 부분(146)으로부터 압전층(136)을 분리하기 위해 도너 기판(148)의 약화된 구역(130)을 따라 파단을 생성하는 단계 D)가 수행된다. 이 파단 단계는 열적으로 또는 기계적으로 수행될 수 있다. 열 분리 중에 사용되는 온도는 300℃ 이하이다.

[0082] 본 발명에 따라 제조된 도너 기판(128)을 사용하면 더 우수한 기계적 안정성을 포함하여 중합체층(120)과 압전

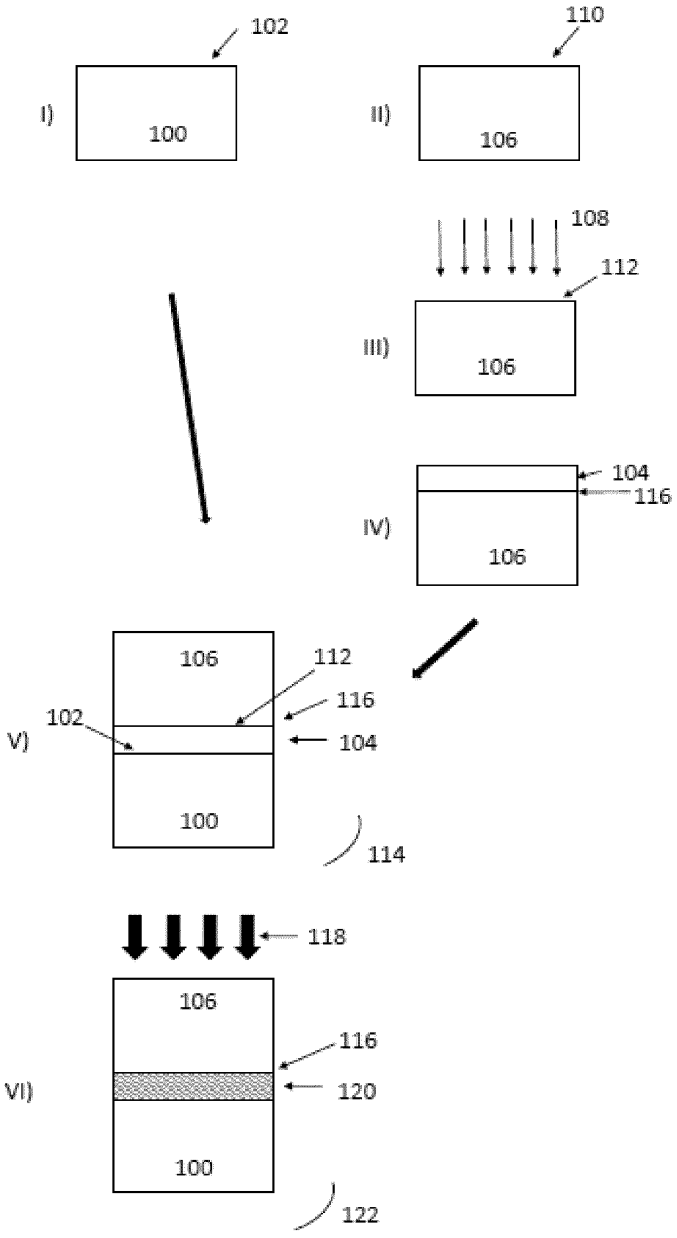
층(124) 사이의 계면(116) 덕분에, 도너 기판(128)의 파단 동안 압전층(124)과 도너 기판(128)의 중합체층(120) 사이의 결합해제를 방지하는 것을 가능하게 한다. 이것은 POI 기판(150)을 얻기 위해 약화된 구역(130)에서 도너 기판(148)의 실제 파단을 얻는 것을 가능하게 한다.

[0083] 도 4 단계 D)에 예시된 POI 기판(150)은 본 발명에 따른 압전층의 전사 방법에 의해 제조되고, 지지 기판(140), 유전체층(142) 및 압전층(136)을 포함한다.

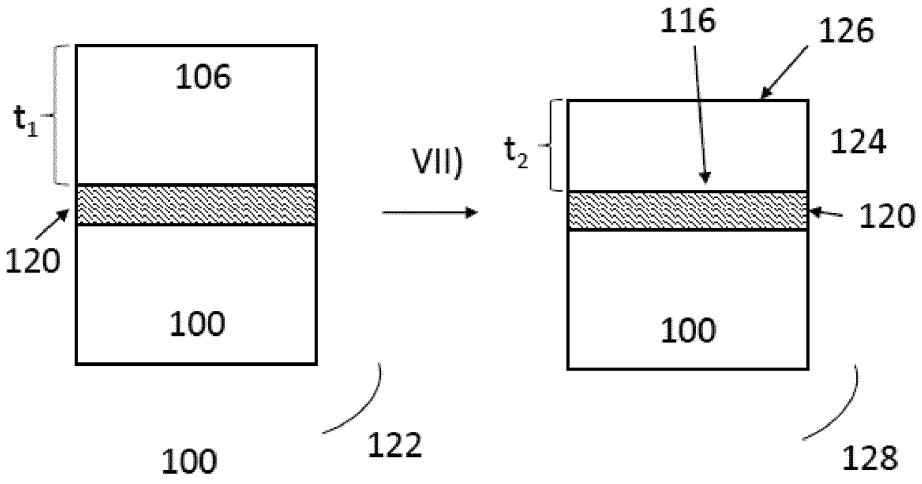
[0084] 기술된 실시예들은 단순히 가능한 구성들일 뿐이며, 상이한 실시예들의 개별적인 특성들은 서로 조합되거나 서로 독립적으로 제공될 수 있다는 점을 염두에 두어야 한다.

도면

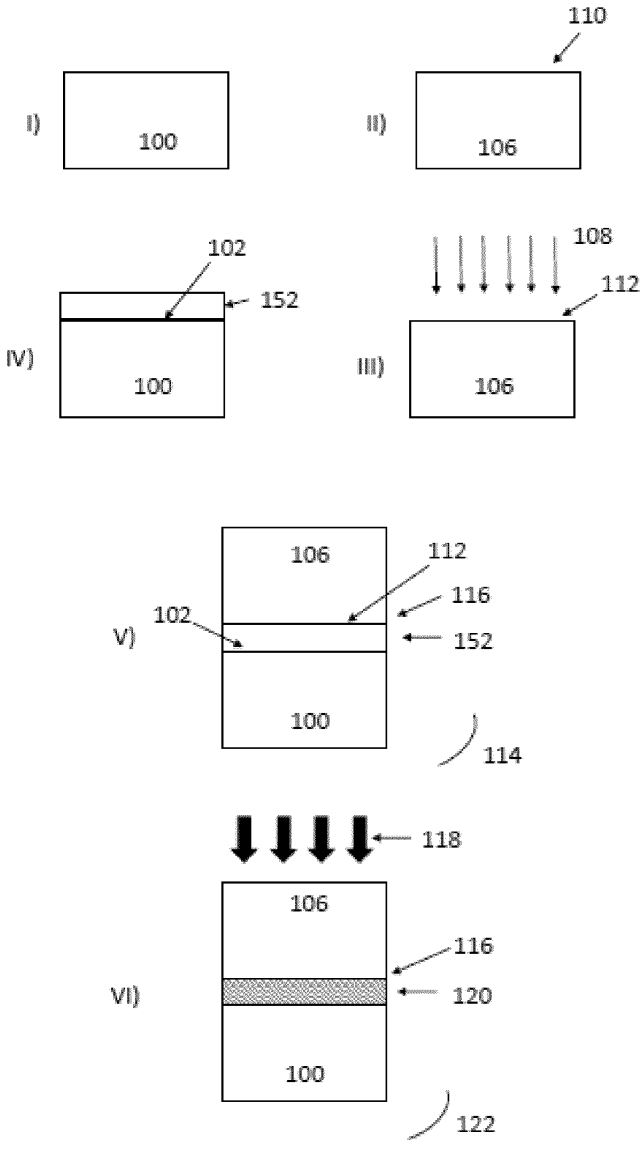
도면1



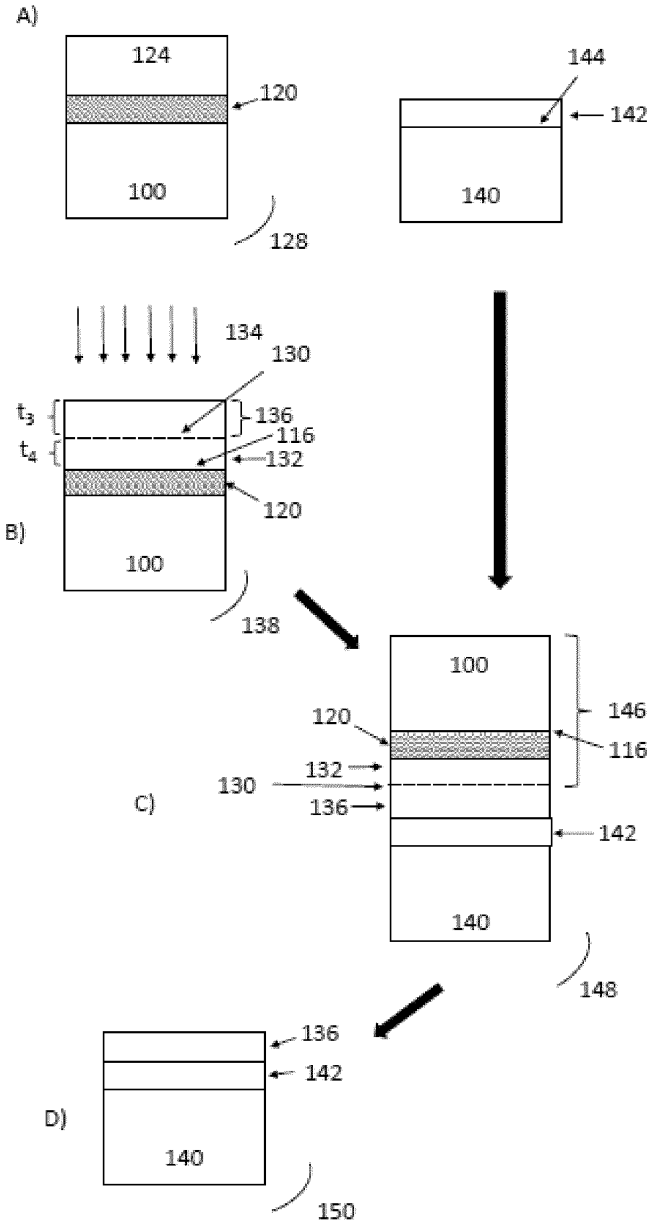
도면2


106
t_1
120
100
100
VII)
116
126
t_2
124
120
100
122
128

도면3


I)
100
110
II)
106
102
152
IV)
100
108
112
III)
106
106
112
116
102
V)
152
100
114
118
106
116
VI)
120
100
122

도면4


A)
124
120
100
128
144
142
140
134
130
t_3
136
t_4
116
132
120
B)
100
138
100
120
146
116
132
130
136
C)
142
140
148
136
142
D)
140
150