

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁸ (45) 공고일자 2006년01월31일
G02F 1/13 (2006.01) (11) 등록번호 10-0546978

(24) 등록일자 2006년01월20일

(21) 출원번호 10-2003-0068541

(65) 공개번호 10-2004-0031603

(22) 출원일자 2003년10월02일

(43) 공개일자 2004년04월13일

(30) 우선권주장 10/263,851 2002년10월03일 미국(US)

(73) 특허권자 인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드

(72) 발명자 파과도널드에스.
미국뉴욕주13760엔디코트로드맨로드1106

폴릭스마크디.
미국뉴욕주13850베스탈테라스드라이브1724

(74) 대리인 김진희
강승욱

심사관 : 정성태

(54) 액정 중합체 유전체 필름의 적층

요약

본 발명은 다층 구조체 및 형성 방법에 관한 것이다. 페이지는 정렬된 순서로 N 개의 부구조체를 스택킹함으로써 형성된다. 각 쌍의 인접 부구조체의 제1 구조체는 한 쌍의 인접 부구조체의 제2 부구조체와 결합하고자 하는 액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함한다. 이 페이지는 이 페이지 내 LCP 유전체 재료의 네마틱 대 등방성 전이 온도 미만의 온도로 처리된다. 체류 시간 및 고압은 임의의 외래 접착제 층을 각 쌍의 인접 부구조체의 제1 및 제2 부구조체 사이에 배치하지 않고도 페이지 내 모든 LCP 유전체 재료를 각 쌍의 인접 부구조체를 가소적으로 변형 및 적층시키기에 충분하다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른, 중합체 층의 방향성 정렬로 액정 중합체(LCP) 유전체의 액정상 내 편재된 분자 도메인을 도시한다.

도 2는 본 발명의 구체예에 따른, 중합체 층의 방향성 정렬이 거의 또는 전혀 없는, LCP 유전체 층의 등방성 상 내 편재된 분자 도메인을 도시한다.

도 3 및 4는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 재료를 포함하는 스택킹된 층의 편평 베드 프레스 적층을 예시한다.

도 5는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 재료를 포함하는 스택킹된 층의 적층을 위한 오토클레이브 적층 프레임을 예시한다.

도 6a-6b는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 층의 유전체 층으로의 적층을 도시한다.

도 7a-7b는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 층의 DS 부구조체로의 적층을 도시한다.

도 8a-8b는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 층의 파워 플레인(plane)으로의 적층을 도시한다.

도 9a-9b는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 층의 관통공을 갖춘 파워 플레인으로의 적층을 도시한다.

도 10a-10b는 본 발명의 구체예에 따른, 제1 및 제2 LCP 유전체 층의 파워 플레인의 대향면으로의 적층을 도시한다.

도 11a-11b는 본 발명의 구체예에 따른, 제1 및 제2 LCP 유전체 층의 관통공을 갖춘 파워 플레인의 대향면으로의 적층을 도시한다.

도 12는 본 발명의 구체예에 따른, 부구조체의 정렬된 스택킹을 도시한다.

도 13은 본 발명의 구체예에 따른, 부구조체의 표이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다층 적층 구조체를 형성하기 위한 액정 중합체(LCP) 유전체 필름의 적층에 관한 것이다.

다층 적층체를 포함하는 유기 기판은 많은 용도를 위해 계속해서 개발되고 있다. 그러나, 현재 다층 적층체의 제조를 특성화하는 비용 및 비효율성을 감소시킬 것이 요망되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

제1 구체예에서, 본 발명은

제1층; 및

제2층

을 포함하며, 상기 제1층이 제1 액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하고, 제1 LCP 재료를 제2층에 결합시키는 외래 접착제 재료없이, 제1 LCP 재료가 제2층에 직접 결합되도록 상기 제1층이 제2층에 결합되는 다층 구조체를 제공한다.

제2 구체예에서, 본 발명은

N이 2 이상이도록 정렬된 순서로 N 개의 부구조체를 스택킹하는 것을 포함하는 페이지(page)의 형성 단계로서, 각 쌍의 인접 부구조체의 제1 부구조체는 상기 쌍의 인접 부구조체의 제2 부구조체와 결합시키고자 하는 액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 것인 단계; 및

임의의 외래 접착제 층을 각 쌍의 인접 부구조체의 제1 및 제2 부구조체 사이에 배치하지 않고도 페이지 내 모든 LCP 유전체 재료를 각 쌍의 인접 부구조체를 가소적으로 변형 및 적층시키기에 충분한 체류 시간 및 고압에서, LCP 유전체 재료의 최저 네마틱 대 등방성 전이 온도 미만의 온도로 페이지를 처리하는 단계

를 포함하는 다층 구조체의 제조 방법을 제공한다.

유리하게, 본 발명은 다층 적층체의 제조에서 공정 시간 및 공정 비용을 줄이고, 유전체 층 두께를 줄인다.

발명의 구성 및 작용

액정 중합체(LCP) 유전체 재료는 양호한 유전 특성, 저렴한 비용 및 양호한 기계적 성질을 비록하여, 유전체 층을 형성하는 데 많은 긍정적인 속성을 가진다. LCP 유전체 재료는 폴리이미드의 특성과 유사한 특성, 예컨대 양호한 내과단성 및 양호한 내연신성을 갖는데, 이는 LCP 유전체 재료를 매우 얇은 층 내에서 가공(예컨대, 회로화, 도금 등)하기에 적당하게 한다. LCP 필름은 보다 나은 전기적 특성, 보다 나은 내습성, 보다 나은 치수 안정성 및 보다 저렴한 비용과 같은, 폴리이미드 필름에 비해 이점을 제공할 수 있다. 그러나, LCP 또는 폴리이미드 필름으로 다층 구조체를 형성하는 것은 접착성 유전체 필름의 사용을 대체로 요구한다. 본 발명은 외래 개입 접착제 층에 대한 필요성없이 LCP 유전체 재료를 재료의 층(예컨대, 금속 층 또는 유전체 층)에 부착시키는 방법을 개시하며, 이는 층 두께, 가공 비용 및 재료 비용을 감소시킨다. 또한, 이 유형의 LCP 유전체 필름은 할로젠계 첨가제를 사용하지 않는 난연성이다. 또한, 이러한 유전체로 제조된 다층 복합체는 할로젠을 사용하지 않는 난연성일 수 있다.

본 발명에 함께 사용될 수 있는 시중 구입 가능한 LCP 유전체 재료는 열 가소성 거동을 나타내고, W.L. 고어 앤드 어소시에이츠, 인코포레이티드에서 시트 또는 롤 형태로 제조한 BIAC 굴열성 액정 중합체이다. BIAC 액정 중합체에 대한 정보는 웹 사이트: <http://www.gore.com/electronics>에서 구할 수 있다. 본 발명에서 함께 사용될 수 있는 다른 시중 구입 가능한 LCP 유전체 재료는 열가소성 거동을 나타내고, 로저스 코포레이션에서 롤 형태로 제조한 ZYVEX LCP 굴열성 액정 중합체이다. 일반적으로, 어떠한 LCP 유전체 재료도 소정의 용도에 바람직한 재료 특성에 따라 본 발명에서 잠재적으로 이용 가능하다.

본 명세서에서 그 전체를 참고 인용하는 미국 특허 제6,274,242호(Onodera 등, 2001)("Onodera '242")에는 널리 공지되어 있는 굴열성 액정 중합체 및 굴열성 액정 폴리에스테르 아미드를 포함하는 LCP 필름의 제조 방법이 개시되어 있다. 상기 LCP 필름은 Onodera '242 특허의 표 1 내지 4에 확인되어 있는 네 가지 부류의 화합물로부터 제조된다. 네 가지 부류의 화합물로부터 유도된 생성된 LCP 구조 단위의 예는 Onodera '242 특허의 표 5에 예시되어 있다. Onodera '242 특허에 개시되어 있는 LCP 유전체는 단순히 예시일 뿐이며, 많은 다른 LCP 유전체는 본 발명의 범주에 있다. 일반적으로, 당업자에게 공지된 어떠한 방법도 LCP 유전체 재료를 제조하는 데 사용할 수 있다.

LCP 유전체는 액정 상(예컨대, 네마틱, 스멕틱, 콜레스테릭), 등방성 상 및 화학적 불안정성 상의 세 가지 상 중 하나로 존재할 수 있으며, 이들 각각은 세 가지 온도 도메인, 즉 액정 온도 도메인, 등방성 도메인 및 화학적 불안정성 온도 도메인에 해당한다.

액정 상 또는 액정 온도 도메인에서, LCP 유전체의 편재된 분자 영역 또는 도메인은 가공에 의해서와 같이 방향성을 가지며 정렬된(즉, 비등방적 분포된) 중합체 쇄를 포함한다. 액정 상에서, 상이한 편재된 분자 도메인은 상이한 방향성 정렬을 가지며, 많은 편재된 분자 도메인은 거의 또는 전혀 방향성 정렬을 가지지 않는다. 통상적으로, 이러한 중합체 쇄는 완전한 강성보다는 덜 하다. 방향성 정렬을 가진 그러한 편재된 분자 도메인은 분자의 도메인 및/또는 인접 분자의 기를 포함할 수 있는데, 편재된 분자 도메인의 공간 정도는 1000 또는 100 Å 이하 정도이다. LCP 유전체의 거시적인 재료 특성(예컨대, 열 팽창 계수(CTE), 유전 상수, 열 전도도 등)은 편재된 분자 영역 내 방향성 정렬에 민감하고, LCP 유전체 재료의 재료 특성은 방향성 정렬에 따라 이방성이다. 또한, LCP 유전체의 거시적 재료 특성은 편재된 분자 영역의 형태, 크기, 형태 분포 및 크기 분포에 의존한다.

LCP 유전체 재료는 당업자에게 공지된 기술에 의해 제조되어 액정 상에서 소정 재료 특성을 제공한다. 그러한 기술로는, 그 중에서도 특히, LCP 유전체 재료는 규정된 온도 및 속도로 풀리기 때문에 롤 방향으로 필름 압출 또는 연신을 통하여, 그리고 롤 방향에 직교하는 방향으로 연신하여 LCP 유전체 재료에 부과되는 이차원 전단을 포함한다. 대안으로, 전단은 강한 분극 전기장에 의해 부여될 수 있다.

LCP 유전체 재료는 그 온도가 액정 온도 범위 내, 즉 네마틱 대 등방성 전이 온도(T_{NI})라고 하는 온도 이하인 경우, 액정 상으로 유지된다. 따라서, T_{NI} 는 사용되는 특정 LCP 유전체 재료에 의존한다. 또한, LCP 유전체 재료의 방향성 정렬과 그 결과의 거시적 재료 특성은 온도가 액정 온도 범위 내에 있고, 액정 온도 범위에서 벗어나지 않는다면, 실질적으로 온도 변화를 겪지 않는다. 거시적 재료 특성은 온도가 액정 온도 도메인 내에서 변하기 때문에 보존되는데, 그 이유는 액정 상에는 LCP 유전체 재료의 중합체 쇄의 방향성을 재배열하기에(즉, 분자내 인력을 극복하기에) 불충분한 에너지가 있기 때문이다.

LCP 유전체 재료는 액정 상에서 고압을 받을 때 가소적으로 변형된다. 예를 들면, 칩 캐리어의 제조에서, 고압은 표면 거칠기, 시그널 라인, 바이어스 등으로부터 생성되는 응력 집중과 같은, 인가된 정상압과 국소 기하학적 요철의 조합으로부터 생성된다. 따라서, LCP 유전체 재료가 액정 상 내에서 고압 및 고온에서 재료(유전체, 금속 등으로 이루어짐)의 층에 적층되는 경우, LCP 유전체 재료는 가소적으로 변형되고, 재료의 층의 표면 및 표면 형상(예컨대, 바이어스)의 거시적인 기하 구조에 다르게 될 것이다. 체류 시간 중에 액정 상태로 있는 중에 충분한 가압 하에서 인접 층의 표면 및 표면 형상에 가소적으로 순응하는 LCP 유전체 재료의 능력은 본 발명의 발명자에 의한 실험을 통하여 결정된 예기치 않은 결과이며, 본 발명의 기초적인 토대로서 역할한다. 본 발명으로, LCP 유전체 재료는 액정 온도 도메인 내에서 온도를 상승시키고, 가소 변형 및 그 결과로서 인접면에 대한 부착에 영향을 미치기에 충분한 가압 하에서, 그 거시적인 재료 특성을 보존하면서, 재료의 층의 인접면에 적층될 수 있다. 가소 부착의 이러한 공정은 LCP 유전체 재료를 인접 층에 결합시키기 위한 외래 접촉 층의 존재를 요하지 않는다.

도 1은 본 발명의 구체예에 따라 중합체 쇄의 방향성 정렬을 가진 네마틱형 액정 상 내 편재된 분자 도메인(200)을 도시한다. 도메인(200)은 중합체 쇄(201-208)의 방향성 배향에 대하여 각을 이루어 합체된 평균 방향성 배향이 대략 방향(201)이 되도록 방향성 정렬된 중합체 쇄(201-208)를 포함한다. 그러한 각진 합체는 당업자에게 공지된 바와 같은 다양한 방식으로 수행될 수 있다(예컨대, 소정의 중합체 쇄의 상이한 성분은 각진 합체에서 중량이 상이할 수 있음). 그러나, 각 평균을 한정하는 데 사용되는 이러한 특정 한정과는 무관하게, 방향성 배향의 각 분포는 방향(210)이거나 이에 근접한 바람직한 방향이도록 명백하게 이방성이다.

이 설명에서, 각각의 중합체 쇄(201-208)는 교호하는 강성 및 반가요성 성분의 직쇄로서 나타나 있다. 예를 들면, 중합체 쇄(205)는 일련의 중합체 성분(221-226)을 포함하며, 여기서 성분(221, 223 및 225)은 강성 성분이고, 성분(222, 224 및 226)은 반가요성 성분이다. 강성 성분의 예는 미국 특허 제6,274,242호(Onodera 등, 표 1, 2, 3, 4 및 5 참조) 및 미국 특허 제5,900,292호(Moriya, 화학식 1, 2, 3 및 4 참조)에 개시된 바와 같이 치환 방향족 고리(예컨대, 벤젠, 비페닐, 나프탈렌 등)의 반복 유닛트를 포함하는 중합체 골격을 가진 중합체이다. 강성 성분은 반응성 작용기(예컨대, 히드록시, 아민, 시아네이트, 카르복실산 및 이들의 조합 등)를 가질 수 있다. 반가요성 성분의 예는 지방족 세그먼트와 같은 반복 단위(예컨대, 옥시메틸렌 단위, 옥시에틸렌 단위, 비닐 에테르 단위, 실록산 단위 등)를 포함하는 지방족 골격을 가진 중합체이다. 반가요성 성분은 화학적 작용기(예컨대, 히드록시, 아민, 시아네이트, 카르복실산 및 이들의 조합 등)를 가질 수 있다. 그러한 중합체는 두 가지 방식으로 제조될 수 있다. 첫째, 인접 강성 및 반가요성 성분의 말단은 서로 화학적으로 커플링되어 중합체 쇄 내에서 에스테르, 에테르, 아마이드 등의 결합을 형성할 수 있다. 둘째, 인접 강성 성분의 말단은 서로 화학적으로 커플링되어 중합체 쇄 내에서 에스테르, 에테르, 아마이드(등) 결합을 형성할 수 있다. 이 제2 경우에서, 결합 또는 연결 세그먼트(에스테르, 에테르, 아마이드 등)는 오로지 반가요성 성분일 수 있다.

도 1이 중합체 쇄(201-208)를 각기 교호하는 강성 및 반가요성 성분의 직쇄로서 도시하고 있지만, 강성 및 반가요성 성분의 임의의 직쇄(예컨대, 강성 및 반가요성 성분의 교호하지 않는 서열)도 편재된 분자 도메인 내에 있다. 도 1이 중합체 쇄(201-208)를 성분의 직쇄로서 도시하고 있지만, 임의의 중합체 토포그래피도 편재된 분자 도메인의 범주 내에 있다. 예를 들면, 편재된 분자 도메인은 마찬가지로 또는 대안으로 직쇄에 결합된 1 이상의 측쇄를 포함하는 쇄 구조를 포함할 수 있다. 도 1은 직쇄를 2차원으로 표현하여 도시하였지만, 일반적으로 편재된 분자 도메인은 삼차원 공간으로 배향된 쇄 구조를 가진다. 예를 들면, 중합체 쇄(201-208) 중 어떠한 부분도 도 1에 도시된 면 위 또는 아래로 연장할 수 있다. 따라서, 도 1은 삼차원의 편재된 분자 도메인의 이차원 표면으로의 투시도로 볼 수 있으며, 도시된 쇄는 도시된 면의 위 및 아래로 연장할 수 있다.

네마틱 대 등방성 전이 온도(T_{NI}) 또는 그 근방의 온도에서 존재하는 등방성 상 또는 등방성 온도 도메인에서, LCP 유전체 내 방향성 정렬을 변화시키도록 분자 확산 및 운동을 허용하기에 충분한 유용한 열 에너지가 있다. 따라서, 온도가 T_{NI} 아래에서 T_{NI} 위로 변할 때, 방향성 손실이 있으며, 방향성 배향이 보다 무작위로 된다. 그 결과, 대체로 거시적 재료 특성은 T_{NI} 아래에서 T_{NI} 위로 온도 전이가 변하는데, 그 이유는 전술한 바와 같이, 거시적 재료 특성이 LCP 유전체 재료 내 중합

체 쇄의 방향성 배향에 민감하기 때문이다. 재료의 층에 대한 LCP 유전체 재료의 적층이 등방성 온도 범위 내 온도에서 수행될 경우, LCP 유전체 재료는 연화되고 액화되어 재료의 층의 표면 및 표면 형상의 거시적 기하구조로 유동한다. 이 후에 냉각 후, 그 열 내력 및 가공 방향성 정렬은 변한다. 이와는 대조적으로, 재료의 층에 대한 LCP 유전체 재료의 적층이 충분히 가압하면서 액정 온도 범위 내 온도에서 수행되는 경우, LCP 유전체 재료는 유동하지 않지만, 전술한 바와 같이 재료의 층의 표면 및 표면 형상의 거시적 기하구조로 가소 변형된다. 본 발명은 액정 온도 범위 내 온도에서만 재료의 층에 대한 LCP 유전체 재료의 적층을 교시하며, 따라서 적층 공정 중에 거시적 재료 특성을 보존하는 발명을 교시한다. 액정 온도 범위 내의 보다 낮은 온도는 재료 용융 또는 대형 영역의 도메인 재배향의 위험을 방지한다. 추가 이점은 LCP 유전체 재료를 재료의 층에 결합하는 데 외래 접착제 층이 필요없다는 것이다.

도 2는 본 발명의 구체예에 따른, 중합체 쇄의 방향성 정렬이 거의 또는 전혀 없는 등방성 상 내 편재된 분자 도메인(250)을 도시한다. 도메인(250)은 중합체 쇄(201-208)의 방향성 배향에 대하여 각을 이루어 합체된 평균 방향성 배향이 대략 "영(0)"이 되도록 방향성 정렬된 중합체 쇄(251-260)를 포함하는데, 즉 도메인(25)과 관련된 바람직한 각진 배향 또는 방향은 실질적으로 없다.

각각의 중합체 쇄(251-260)는 교호하는 강성 및 반가요성 성분의 직쇄로서 나타나 있다. 예를 들면, 중합체 쇄(259)는 일련의 중합체 성분(271-277)을 포함하며, 여기서 성분(271, 273, 275 및 277)은 반가요성 성분이고, 성분(272, 274 및 276)은 강성 성분이다. 도 2의 중합체 쇄 내 강성 및 반가요성 성분은 각각 도 1의 중합체 쇄 내 강성 및 반가요성 성분과 유사하며, 도 1에 관하여 상기 논의된 강성 및 반가요성 성분의 예를 도 2의 강성 및 반가요성 성분에 마찬가지로 적용한다.

도 2가 중합체 쇄(251-260)를 각기 교호하는 강성 및 반가요성 성분의 직쇄로서 도시하고 있지만, 강성 및 반가요성 성분의 임의의 직쇄(예컨대, 강성 및 반가요성 성분의 교호하지 않는 서열)도 편재된 분자 도메인 내에 있다. 도 2가 중합체 쇄(251-260)를 성분의 직쇄로서 도시하고 있지만, 임의의 중합체 토포그래피도 편재된 분자 도메인의 범주 내에 있다. 예를 들면, 편재된 분자 도메인은 마찬가지로 또는 대안으로 직쇄에 결합된 1 이상의 측쇄를 포함하는 쇄 구조를 포함할 수 있다. 도 2는 직쇄를 2차원으로 표현하여 도시하였지만, 일반적으로 편재된 분자 도메인은 삼차원 공간으로 배향된 쇄 구조를 가진다. 예를 들면, 중합체 쇄(251-260) 중 어떠한 부분도 도 1에 도시된 면 위 또는 아래로 연장할 수 있다. 따라서, 도 2는 삼차원의 편재된 분자 도메인의 이차원 표면으로의 투시도로 볼 수 있으며, 도시된 쇄는 도시된 면의 위 및 아래로 연장할 수 있다.

네마틱 대 등방성 전이 온도(T_{NI})보다 상당히 더 높은 온도에서 일어나는 화학적 불안정성 상 또는 화학적 불안정성 온도 도메인에, LCP 유전체 내에서 화학적 분해를 유발하기에 충분히 유용한 열 에너지가 있다. 화학적 불안정성 상은 본 발명과 관련없다.

본 발명은 LCP 유전체 재료를 재료의 층(예컨대, 유전체 층 또는 금속 층 또는 이들의 조합)에 결합시키는 방법을 개시한다. 본 발명에 대한 배경으로서, 하기 논의는 본 발명의 발명자가 수행한 테스트를 설명하는 것이다. 1994년에 행한 테스트에서, 본 발명자들은 당업계에 공지되고 교시된 바와 같이 LCP의 용융 가공을 시도하여 다층 구조체를 구축하였으며, 정확한 온도 조절을 이용한 접근법으로 차동 주사 열량계 및 평행판 유동계에 의해 결정된 바와 같은 "용융" 온도(즉, T_{NI}) 바로 위 또는 바로 아래의 온도에서 재료를 적층시켰다. 이러한 실험은 생성된 적층체의 부착, 적층체 두께, 단부 밀림(edge squeeze out) 및 중요하게는 물성의 일관되지 않은 결과를 특징으로 한다. 열 팽창 계수에서 일어나는 일관되지 않은 변화를 특히 주목해야 한다. 이것은 기본 적층체의 특성이 변화되어, 실질적으로 소정 용도에 대한 그 실용성을 파괴하고, 따라서 다층 회로를 형성하기 위해 접착제 층을 사용해야 함을 명백히 가리킨다.

이와는 대조적으로, 2002년 6월에서 9월까지 수행된 실험에서는 온도를 T_{NI} 아래로 저하시킴으로써, 기본 적층체의 특성을 변화시키지 않으면서 일관된 부착을 달성하는 것으로 나타났다. 예를 들면, 각각의 면 상에 구리 피복물 15 um를 갖춘 두께가 2 mil인 Gore BIAC 재료를 사용하였다. 구리를 에칭에 의해 제거하여, 본 발명자들은 열 팽창 계수(CTE)가 제조자로부터 접수한 바와 같이 20 내지 25 ppm/°C인 것으로 측정하였다. 열 기계 분석기를 사용하여 대략 13 x 18 인치 치수인 패널 상의 다양한 위치에서 CTE를 측정하였다. CTE는 x 좌표와 y 좌표에서(즉, BIAC 층의 두께 방향에 직각이고, 또한 서로 직각인 두 방향에서) 측정하였다. 필름-섬유 구조체와 보다 통상적인 접촉 프로브를 사용하여 이러한 측정을 행하였다.

LCP의 개별 파일의 특성을 특징화한 후, 다중 플라이 적층체를 제조하였다. 적층체는 Gore BIAC 재료를 사용하여 형성된 4 플라이 및 6 플라이 두께 복합체로 이루어졌으며, 이로부터 구리 피복물을 에칭에 의해 제거하였다. 부재는 15°F/분의 가열 상승 속도로 560°F로 가열한 다음, 대략 20 내지 30 분의 체류 시간 후, 대략 20°F/분으로 실온으로 냉각시키는 것을

수반하는 적층 공정을 수행하였다. 체류 시간은 청구범위를 포함한 본 명세서에서, 적층된 부재가 전체 적층 공정 중에 겪게 되는 최고온(정적 산란 및 다른 미소 변화로 인한 상기 최고온의 합당한 온도 내성 내에서)에 놓이게 되는 동안의 시간 간격으로서 정의되며, 상기 전체 적층 공정은 모든 공정 단계를 포함한다. 560°F의 최대 온도는 Gore BIAC 재료의 635°F의 액정 전이 온도(본 명세서에서 T_{NI} 와 실질적으로 동일한 것으로 가정함)보다 작다는 것에 주목해야 한다. 적층은 전기 가열된 강판을 갖춘 편평 베드 프레스를 사용하여 수행하였다. 압력은 가공을 통하여 2500 psi에서 유지시켰다. 스테인레스 강 플래니싱 플레이트 및 구리 릴리스 시트를 사용하였으며, 뿐만 아니라 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 및 구리의 삼입층을 사용하여 압형 위 아래에 프레스 패드를 제조하였다. 프레스로부터 제거할 때, 본 발명자들은 적층체의 단부에서 유전체 밀립의 증거를 발견하지 못하였다.

열 기계 분석을 반복하고, x 좌표 및 y 좌표(플레인 내) CTE가 적층 공정에 의해 변경되지 않았음을 결정하였다. 부착 테스트는 1 인치/분의 180도 당겨서 수행하였으며, 과잉의 6 lbf/인치에서 내층 부착력을 측정하였다.

동일한 적층 공정을 반복하여 실제 회로 형상과 관련된 토포그래피가 수용될 수 있는 정도를 평가하였다. Roger 2800 유전체(PTFE/SiO₂ 충전제)의 층을 사용하였으며, Roger 2800 유전체의 층은 폭이 30 내지 50 um인 회로 라인으로 형성된 12 um 두께 Cu를 포함하는 표면 형상을 가졌다. Gore BIAC LCP(50 um 두께)의 층을 Roger 2800 유전체 표면 위에 위치시키고, 적층을 전술한 조건에서 수행하였다. 제거 및 후속 단면화시, 회로 형상은 완전히 캡슐화된 것으로 밝혀졌다. 상기와 같이 단부 밀립은 없었다. 부착력 실험은 LCP와 Roger 2800 유전체 간에 과잉의 4 lbf/인치의 내층 부착 강도를 나타내었다.

다른 실험에서, 표준 사진석판술을 LCP의 구리 피복(즉, 15 um 구리를 Gore BIAC LCP에 피복함)에 적용하여 구리 표면 중 일면 상에 50 내지 500 um 직경 범위의 통공 패턴을 형성하였다. Gore BIAC LCP의 제2 시트(구리를 제거함)를 천공을 갖춘 제1 시트의 면에 대하여 위치시켰다. 전술한 바와 같은 적층 공정을 반복한 후, 부재를 단면화하였으며, 그 통공이 BIAC LCP 유전체 재료로 완전히 충전된 것으로 결정되었다. 마찬가지로, 단부 밀립의 증거는 없었으며, 부착이 패널을 가로질러 일정하였다.

적층 실험은 PHI 코포레이션에서 제조한 진공 밀봉이 없는, 전기 가열된 75 톤 실험실 프레스로 4" x 4" 정도로 작은 패널 크기로 먼저 수행하였다. 결과는 진공 밀봉이 있는 전기 가열된 125 톤 와바쉬(Wabash) 프레스, 그리고 최종적으로 600 톤 전기 가열된 TMP 프레스로 13" x 18" 포맷으로 2 번 얻었다. 이들 더 큰 샘플은 실제로 제조되는 패널 크기에 대하여 부착, 구멍 충전 및 물성의 균일성을 달성하는 데 사용하였다.

액정 및 등방성 상으로 구별되는 바와 같이 LCP 유전체 재료의 방향성 정렬 특성의 모델(전술함)과 양립하는 선행 실험 및 보충 분석을 토대로, 재료의 층(예컨대, 유전체 층 또는 금속 층 또는 이들의 조합)에 LCP 유전체 재료를 적층하기 위한 본 발명의 기본 기술은 등방성 온도 범위의 편위없이 오로지 액정 온도 범위(즉, $T < T_{NI}$) 내 온도 T에서 LCP 유전체 재료가 재료의 층에 효과적으로 적층될 수 있도록 하기에 충분한 가압 하 및 충분한 시간 동안 적층을 수행하는 것이다.

Gore BIAC LCP 재료의 경우, T_{NI} 는 약 635°F이다. Gore BIAC LCP 재료의 경우, 최대 적층 온도는 635°F 미만이어야 하지만, 온도 불확실성 및 공간 변동으로 인하여 적층을 위한 최대 가공 온도는 약 620°F일 수 있으며, 대표적인 적층 온도 범위로는, 그 중에서도 특히 540°F 내지 620°F 및 545°F 내지 580°F가 있다. Rogers ZYVEC LCP 재료의 경우, T_{NI} 는 약 536°F이다. Rogers ZYVEC LCP 재료의 경우, 최대 적층 온도는 536°F 미만이어야 하지만, 온도 불확실성 및 공간 변동으로 인하여 적층을 위한 최대 가공 온도는 약 520°F일 수 있으며, 대표적인 적층 온도 범위로는, 그 중에서도 특히 440°F 내지 520°F 및 465°F 내지 590°F가 있다.

비록 선행 실험은 2500 psi의 압력에서 수행하였지만, 본 발명자들은 1000 내지 3000 psi 범위의 압력을 사용하였으며, 양호한 부착을 달성하였다. 압력의 효율성은 적층 동안에 충전되어야 하는 형상의 종횡비에 의존한다. 지금까지 본 발명자들이 수행한 테스트는 2000 내지 2500 psi의 압력 범위가 특히 효율적인 뿐만 아니라, 종래의 제조 환경에서 사용하기에 실용적이고 경제적이라는 것을 가리킨다. 극단적인 압력은 공구와 압반에 대하여 단축된 수명의 결점을 가질 수 있으며, 또한 프레스 자체에 대하여 용량 증가를 요할 수 있다.

본 발명자들이 사용한 체류 시간은 재료 LCP 유전체를 2 내지 5 분 정도로 짧은 지속 기간 내지 60 분 정도로 긴 지속 기간 동안 최대 온도에서 가압을 유지시키는 것을 포함한다. 바람직하지 않은 "단부 밀립" 또는 과잉의 유동의 다른 증거가 장기간 동안 일어나지 않은 것으로 밝혀졌지만, 부착 균일성의 약간의 개선이 결과될 것이다. 따라서, 온도 및 압력에 대한 최대 체류 시간은 대체로 2 분 이상이어야 하며, 체류 시간의 적용 가능한 범위로는, 그 중에서도 특히 2 내지 60 분 및 15

내지 30 분이 있다. 최소 체류는 온도를 균일하게 하는 데 요구된다. 그러나, 형상의 충전의 질은 체류 시간을 증가시키기에 따라 개선되어야 한다. 반면에, 더 단시간이 제조 경제성에 바람직하고, 더 짧은 체류 시간은 경제성의 이 목표를 반영한다. 그럼에도 불구하고, 체류 시간의 상한은 적층체의 생성된 특성에 의해 관찰되지 않는다.

적층 주기를 2 회 반복하면 부착 균일성이 개선될 수 있으며, 생성물을 적층 프레스에 재위치 설정함으로써(아마도 이것을 180 도 회전시킴으로써), 저 스폿은 고 스폿이 되어, 특히 단부를 따라 보다 균일하게 부착된다.

LCP 유전체 재료의 논의 및 LCP 유전체 재료의 재료 층으로의 적층에 관한 테스트에 따라서, 본 발명에 사용되는 LCP 재료는 LCP 유전체의 제조 중에 현미경적 액정 도메인을 부분적으로 방향성 배향시키는 다양한 가공 단계로부터 생성되는 부분 정렬된 액정 중합체일 수 있다. 고 정렬 스펙트릭(즉, 배향 및 위치 정렬) 상도 존재할 수 있다. 상기 논의는 균일한 LCP 유전체에 초점을 맞춘 것이지만, 본 발명의 무접착 적층 공정도 충전제, 예컨대 세라믹 또는 유기물, 미립자 또는 섬유형 또는 심지어 금속성 입자를 함유하는 LCP 재료에 적용할 수 있다. 또한, LCP 재료의 보강재로서 연신된 PTFE도 본 발명의 범주 내에 있다.

본 발명에 관하여, LCP 유전체 재료에 대한 소정 재료 특성은 용도에 따른다. 다양한 용도에 대하여, 재료 특성은 약 10 내지 25 ppm/°C의 플레인 내 CTE(즉, LCP 유전체 층의 두께 방향에 수직인 방향의 CTE); 약 3 내지 6 GPa의 영 모듈러스; 약 0.003 미만의 소산 인자; 및 96 시간 동안 121°C 및 2 atm에서 약 0.2% 미만의 흡습률을 포함한다. LCP 유전체 층의 두께는 다층 인터커넥트 구조체의 소정 디자인 성능 특성에 따라 변할 수 있으며, 상기 두께는 다지인 성능 요건에 그렇게 기재되어 있다면 대략 동일할 수 있다. 제조 효율에 대하여, 전형적으로 적층은 다층 페이지를 포함하는 "북(book)"으로 수행된다.

하기 논의는 다층 인터커넥트 구조체의 적층을 수행하는 두 가지 실제 방법("페이지", 즉 편평 베드 프레스 적층(도 3 내지 4 참조) 및 오토클레이브 적층(도 5 참조)라고 함)을 개시한다.

도 3 및 도 4는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 재료를 포함하는 스테킹된 층의 적층을 위한 편평 베드 프레스 적층을 예시한다. 도 3에서, 편평 베드 프레스(300)는 밀봉되고, 프레임(302)에 의해 구조적으로 지지된다. 도 3은 상부 볼스터(304), 중간 볼스터(308), 하부 볼스터(306), 상부 압반(322), 중간 압반(324 및 326), 하부 압반(328), 북(311-313), 가이드 로드(320), 유압 시스템(329), 진공 펌프(340) 및 진공 공급 통로(342)를 갖춘 3 방향 개구 편평 베드 적층 프레스(300)를 도시하고 있다. 압반(322, 324, 326 및 328) 및 북(311-313)은 중간 볼스터(308)에 의해 아래로부터 지지될 수 있으며, 상부 볼스터(304)에 의해 위로부터 압박된다. 압반(322, 324, 326 및 328)은 가이드 로드(320)에 의해 측면으로 지지되고, 수직으로 가이드된다. 유압 시스템(329)은 유압 실린더(322), 유체(334), 피스톤(330) 및 펌프(도시하지 않음)를 포함하는데, 펌프는 펌프에 연결된 공급 라인(도시하지 않음)을 사용함으로써 유체(334)를 순환시킨다. 유압 실린더(334)는 압력을 압반에 인가하는 데 사용된다. 유체(334)에 대한 통상적인 작동 압력은 5000 psi 이하의 범위이다. 북에 인가되는 압력은 북 내 유압 피스톤(330)의 상대 크기에 따른다. 본 발명에서는, 그 중에서도 특히 1000 내지 3000 psi 범위의 압력을 북 내 생성물 층에 인가할 수 있다. 프레스의 챔버는 적층 공정 중에 산화 및 공극의 포획을 최소화하도록 진공 공급 통로(342)를 갖춘 진공 펌프(340)에 의해 생성된 진공을 받을 수 있다. 대안으로, 진공 펌프(340)는 적층 공정 중에 생략되거나, 중지되어 사용되지 않을 수도 있다. 전기적으로, 또는 유체 가열 및 유체 냉각될 수 있는 압반 가열 및 냉각 시스템을 위한 공급 통로 및 공급 라인은 도시하지 않는다.

북(311)은 상부 압반(322)과 중간 압반(324) 사이에 배치된다. 북(312)은 중간 압반(324)과 중간 압반(326) 사이에 배치된다. 북(313)은 중간 압반(326)과 하부 압반(328) 사이에 배치된다. 도 3은 세 개의 북(311-313)을 도시하고 있지만, 편평 베드 적층 프레스(300)는 그러한 북 중 하나로 작동하거나, 압반과 북의 방향(310)에서의 두께를 고려하여 상부 볼스터(304)와 중간 볼스터(308) 사이에 기하학적으로 적합할 수 있는 만큼의 많은 북으로 작동할 수 있다. 북(311-313) 각각은 1 이상의 페이지를 포함하며, 각각의 페이지는 북의 각 면 상에서 북을 접촉시키는 압반 사이에서 각각의 북을 압축시키도록(예컨대, 북(312)은 압반(324 및 326) 사이에서 압축됨) 방향(310)으로의 피스톤(330)의 이동을 통한 가압에 의하여 함께 적층하고자 하는 다층 및 다층 구조를 포함한다. 각 페이지의 다층 및/또는 다층 구조는 1 이상의 LCP 유전체 층을 포함한다. 프레스의 작동시, 피스톤(330)은 방향(310)으로 위로 이동하고, 압반(322, 324, 326, 328)은 북(311-313)과 접촉한다. 적층 공정 중에 북을 접촉하는 압반은 적층 중에 북을 압축시키기 위한 표면을 제공할 뿐만 아니라, 후술되는 바와 같이 각각의 북의 각각의 페이지 내 LCP 유전체 층의 온도를 상승시키기 위한 열원을 제공한다.

도 4는 본 발명의 구체예에 따른, 도 3의 북(312) 및 압반(324 및 326)의 상세 구조를 도시한다. 북(312)은 프레스 패드(362 및 364) 사이에서 교대로 정렬된 압반 층과 페이지를 포함한다. 특히, 북(312)은 교대로 정렬된 압반 층(370), 페이지(357), 플레이트 층(380), 페이지(358) 및 플레이트 층(390)을 포함한다. 플레이트 층(370)은 릴리스 시트(371 및 373) 사이에 끼워진 플래니싱 플레이트(372)를 포함한다. 플래니싱 플레이트(372)는 페이지(357)를 평면화하는 것을 돕는다.

두께, 크기 및 열 팽창 특성을 비롯하여, 플래니싱 플레이트(372)의 재료를 선택하는 데 여러 가지 고찰이 이루어진다. 많은 용도에서, 플래니싱 플레이트(372)는 스테인레스 강을 포함할 수 있다. 릴리스 시트(371 및 373)는 적층 공정의 종료 후 플레이트 층이 페이지(357)로부터 용이하게 탈착될 수 있는 재료(예컨대, 구리)를 포함해야 한다. 플레이트 층(380)은 릴리스 시트(381 및 383) 사이에 끼워진 플래니싱 플레이트(382)를 포함하고, 플래니싱 플레이트(382) 및 릴리스 시트(381 및 383)는 각각 플래니싱 플레이트(372) 및 릴리스 시트(371 및 373)와 유사하다. 플레이트 층(390)은 릴리스 시트(391 및 393) 사이에 끼워진 플래니싱 플레이트(392)를 포함하고, 플래니싱 플레이트(392) 및 릴리스 시트(391 및 393)는 각각 플래니싱 플레이트(372) 및 릴리스 시트(371 및 373)와 유사하다. 프레스 패드(362 및 364)는 페이지 및 릴리스 시트의 공간 두께 불균일성을 보상함으로써 보다 균일한 적층을 제공하기 위하여 컴플라이언트 재료를 포함할 수 있다.

압반(324 및 326)은 유사하게 구축된다. 압반(324)에서, 가열 요소(354)는 전기 저항 가열기 또는 가열된 순환 유체(예컨대, 오일)에 의한 열 발생과 같은, 당업자에게 공지된 임의의 형태로 열을 발생시킬 수 있다. 입구 튜브(351) 및 출구 튜브(352)는 냉각 목적을 위해 압반(324)을 통하여 유체(예컨대, 공기, 물 등)를 순환시키는 데 사용된다. 또한, 압반(324)은 압반(324) 온도 측정을 위한 열전쌍을 사용하기 위하여 열전쌍 포트(353)를 포함한다. 압반(324)은 북(312)이 가압됨에 따라서 북(312)을 평편화시키기 위한 마모 플레이트(355)에 의해 제한된다. 마모 플레이트(355)는 열 전도성이고, 가열 요소(354)에 의해 발생된 열을 북(312)에 전달한다. 마모 플레이트(355)는 양호한 열 전도성을 가져야 하며, 일부 용도에서는 경화강을 포함할 수 있다.

도 5는 본 발명의 구체예에 따른, LCP 유전체 재료를 포함하는 스테킹된 층의 적층을 위한 오토클레이브 적층 프레스를 예시한다. 도 5에서, 오토클레이브(400)는 밀봉체(402)에 의해 둘러싸인 챔버(404)를 포함한다. 챔버(404)는 가요성 멤브레인(418)에 의해 밀봉된 진공 백(419)을 포함한다. 북(410)은 진공 백(419) 내에 위치된다. 진공 백(419)은 다양한 구조를 가질 수 있지만, 백(419)을 완전히 감싸야 하며, 비울 때 진공 백(419)이 북(410)에 정합하도록 어느 정도 가요성을 제공해야 한다(후술됨). 진공 백(419)과 그 안의 북(410)은 챔버(404) 내에 위치한 다음, 밀봉된다. 북(410)이 포함된 진공 백(419)은 캐리어 트레이(412)에 의해 기계적으로 지지된다. 가요성 멤브레인(418)은 가요성 멤브레인(418) 외부에 있는 챔버(404)의 부분 내에서 가압되고 가열된 가스(420)(예컨대, 질소)와 인터페이스된 압력 경계를 제공한다. 가요성 멤브레인(418) 외부의 공간과 진공 백(419) 내의 공간 사이의 압력차는 진공 공급 라인(408)을 경유하여 진공 펌프(406)에 의해 진공 백(419) 내로부터 공기를 배기함으로써 더 제어될 수 있다. 가압되고 가열된 가스(420)는 가스 입구 튜브(416)를 통하여 공급원(414)에 의해 챔버(404)로 공급된다. 따라서, 가스(420)는 북(410) 내에 포함된 페이지를 적층하도록 고온 및 고압을 북(410)에 인가하는 매체이다. 생성된 적층은 편평 베드 적층 프레스에서 달성되는 적층과 유사한데, 여기서 북(410)에 범선인 응력이 달성된다. 그러나, 일반적으로 압력 균일성은 오토클레이브(400)를 사용함으로써 달성되는데, 그 이유는 북(410)의 외면 상에 전단 인력이 부재하기 때문이다. 도 5는 한 개의 진공 백(419)을 도시하지만, 본 발명의 범주는 챔버(404) 내에 다수개의 그러한 진공 백을 포함할 수도 있다.

편평 베드 적층 프레스와 오토클레이브 적층 프레스 둘 다의 경우, 온도, 압력 및 체류 시간은 후술되는 바와 같이, LCP 유전체 재료의 1 이상의 층을 재료의 다른 층에 적층하는 필요성에 따른다. 따라서, 적층 공정 중에, LCP 유전체 재료는 등방성 온도 범위의 편위없이 오로지 액정 온도 범위(즉, $T < T_{NI}$) 내 온도 T에서 LCP 유전체 재료가 재료의 층에 효과적으로 적층될 수 있도록 하기에 충분한 가압 하 및 충분한 시간 동안 적층되어야 한다. 많은 용도의 경우, 1000 내지 3000 psi 범위의 압력이 양호한 부착에 유효할 것이다. 일반적으로, 최대 온도 및 압력에 대한 체류 시간은 2 분 이상이어야 하고, 체류 시간의 적용 가능한 범위로는, 그 중에서도 특히 2 내지 60 분 및 15 내지 30 분이 있다.

종래의 열경화성 유전체 층(예컨대, 에폭시/유리 프레-프레그)의 적층에 대하여, 필적할 만한 결과(예컨대, 부착성 및 유동성에 관하여)가 편평 베드 프레스에 대한 오토클레이브의 감압에서 얻어질 수 있다는 것은 공지이다. 이는 LCP 적층의 경우에서, 감압(추정상 2 개 정도의 인자에 의해서)이 효과적이며, 따라서 오토클레이브 적층과 관련된 비용을 줄이는 데 바람직하다.

스테킹된 LCP 유전체 층을 다른 층에 적층하기 위하여 편평 베드 적층 프레스와 오토클레이브 적층 프레스를 사용하는 것 이외에, 당업자에게 공지되어 있는 다른 적층 프레스 설비를 온도, 압력 및 체류 시간에 대한 전문한 조건에 따라서 그러한 적층을 달성하는 데 사용할 수 있다.

적층 공정은 유전체 재료(즉, LCP 유전체 또는 비LCP 유전체)의 층 또는 금속 층(예컨대, 시그널 플레인, 파워 플레인, 그라운드 플레인 등) 및 이들의 시그널로 LCP 유전체 재료의 층을 스테킹하는 데 사용될 수 있다. 그러한 스테킹으로, 정확한 층 대 층 정렬을 달성하는 데 주의를 기울여야 한다. 각각의 구리 피복 유전체 코어는 층 대 층 정렬을 제공하기 위해 기계 핀에 사용되는 기준(기점) 구멍을 갖출 수 있다. 회로 형상을 형성하기 위한 사진석판술 단계와 적층 공정은 이러한 기준 구멍을 이용할 수 있다. 핀을 수용하는 해당 구멍을 갖춘 플레이트를 포함하는 특수 공구를 사용한다. 유전체 코어 내

기준 구멍은 사진석판술 단계 이전에 형성하여 이를 위한 기준으로서 사용할 수 있거나, 대안으로 이들은 사진석판술 이후에 형성한 다음, 회로 형상에 관하여 드릴 처리한다. 이 기술은 코어의 왜곡 또는 크기 변화가 사진석판술(특히, 박층의 경우) 도중에 일어날 수 있는 경우에 핀 홀에 대한 최적 위치를 계산할 수 있다. 또 다른 대안은 최적 정렬의 수단을 사용하는 거신데, 여기서 코어 상의 회로 형상을 검출한 다음, 층을 위치시키고, 핀을 사용하지 않으면서 적층 공정에 대해 적소에 유지시킨다.

하기 도면은 1 이상의 LCP 유전체 층을 수반하는 적층을 도시한 것이다:

도 6a-6b(총괄적으로, "도 6"); 도 7a-7b(총괄적으로, "도 7"); 도 8a-8b(총괄적으로, "도 8"); 도 9a-9b(총괄적으로, "도 9"); 도 10a-10b(총괄적으로, "도 10"); 및 도 11a-11b(총괄적으로, "도 11"). 도 6 내지 11과 관련된 적층, 뿐만 아니라 도 12 내지 13과 함께 후술되는 적층에 대해서, 유전체가 LCP 유전체 재료를 포함하는, 인접 표면으로의 유전체 층의 모든 적층은 등방성 온도 범위로의 편위없이 오로지 액정 온도 범위(즉, $T < T_{NI}$) 내에 있는 적층 온도에서 LCP 유전체 재료가 재료의 층에 효과적으로 적층될 수 있도록 하기에 충분한 가압(예컨대, 1000 내지 3000 psi) 하 및 충분한 체류 시간 동안 적층되어야 한다. 일반적으로, 최대 온도 및 압력에 대한 체류 시간은 2 분 이상이어야 하고, 체류 시간의 적용 가능한 범위로는, 그 중에서도 특히 2 내지 60 분 및 15 내지 30 분이 있다. 다중 LCP 유전체 층 및/또는 다중 LCP 유전체 부구조체가 각각의 인접 표면에 동시에 적층되는 경우, $T < T_{NI}$ 를 만족시키는 데 사용하고자 하는 T_{NI} 의 값은 상기 LCP 다중 유전체 층 및/또는 다중 LCP 유전체 부구조체 내에 포함된 모든 LCP 유전체 재료의 T_{NI} 의 최저치이다. 모든 LCP 유전체 층은 LCP 유전체 재료를 포함하는 것으로 추정된다. 온도, 압력 및 체류 시간의 상기 조합은 "본 발명의 TPD 조건"으로서 하기에서 언급될 것이다.

도 13은 본 발명에 따라 수행된 적층을 위한 구성 블록 역할을 하는 다양한 부구조체를 나타낸다.

도 13에서, 부구조체(500)는 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층인 "D" 부구조체이다. 부구조체(500)가 LCP 유전체 재료를 포함하는 경우, 부구조체(500)는 LCP D 부구조체이다. 부구조체(500)가 LCP 유전체 재료를 포함하는 경우, 부구조체(500)는 비LCP D 부구조체이다.

부구조체(510)는 연속 전도성 층(예컨대, 금속, 금속 합금 등)인 "파워 플레인"이라고도 하는 "P" 부구조체이며, 연속 전도성 층 내에 1 이상의 구멍(도시하지 않음)을 포함할 수 있고, 사이 구멍은 당업자에게 공지된 임의의 방법(예컨대, 화학 에칭, 레이저 드릴링 등)에 의해 형성된다.

부구조체(520)는 D 부구조체(521) 상에 시그널 플레인(522)을 포함하는 "DS" 부구조체이다. D 부구조체(521)는 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 시그널 플레인(522)은 전기 전도성 회로를 포함하는 층의 포함을 특징으로 한다. 부구조체(520)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, 연속 금속 시트(예컨대, 구리 피복된 유전체 재료) 또는 대안으로 플레이트(또는 부착물)에 이미 적층된 D 부구조체(521)를 구입하는 것이 가능할 수 있으며, D 부구조체(521) 상의 연속 금속 시트는 당업계에 공지되어 있다. 그 다음, 부구조체(520)는 금속 시트를 사진석판술로 패터닝한 후, 금속 시트 내 금속을 화학 에칭하여 시그널 플레인(522)의 회로 라인을 형성함으로써 형성된다.

부구조체(530)는 D 부구조체(531)의 대향면 상에 시그널 플레인(532 및 533)을 포함하는 "SDS" 부구조체이다. D 부구조체(531)는 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(530)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성된다. 예를 들면, 금속 시트는 당업계에 공지된 바와 같이 D 부구조체(531)의 대향면에 도금될 수 있다. 그 다음, 부구조체(530)는 금속 시트를 사진석판술로 패터닝한 후, 금속 시트 내 금속의 화학 에칭에 의해 시그널 플레인(532 및 533)을 형성함으로써 형성될 수 있다.

부구조체(540)는 D 부구조체(541)와 D 부구조체(542) 사이에 인터페이스된 "DSD" 부구조체이다. D 부구조체(541 및 542)는 각기 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(540)는 당업자에게 공지된 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, DS 부구조체(예컨대, 전술한 DS 부구조체(520))로 시작하여 D 부구조체를 DS 부구조체의 시그널 플레인 표면에 적층하도록 D 부구조체를 DS 부구조체 상에 적층할 수 있다. D 부구조체(541 및 542) 중 1 이상이 LCP 유전체 층인 경우, 부구조체(540)는 도 7과 함께 후술되는 바와 같은 본 발명에 따라서 형성될 수 있다.

부구조체(550)은 P 부구조체(552)에 적층된 D 부구조체(551)를 포함하는 "PD" 부구조체이다. D 부구조체(551)는 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(550)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, 부구조체(550)를 구입하는 것이 가능할 수 있다. 다른 예로서, 당업계에 공지된 바와 같이 D 부구조체(551) 상에 연속 금속 시트를 도금할 수 있다.

부구조체(560)는 D 부구조체(561)와 D 부구조체(563) 사이에 인터페이스된 P 부구조체(562)를 포함하는 "DPD" 부구조체이다. D 부구조체(561 및 563)는 각기 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(560)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, P 부구조체(562)의 제1 면에 적층된 D 부구조체(561)를 포함하는 PD 부구조체(예컨대, 전술한 PD 부구조체(550))로 출발하여, P 부구조체(562)의 제1 면에 대향하는 P 부구조체(562)의 제2 면에 D 부구조체(563)를 적층할 수 있다.

부구조체(570)는 D 부구조체(572) 상에 시그널 플레인(573)을 포함하는 DS 부구조체에 적층된 P 부구조체(571)를 포함하는 "PDS" 부구조체이다. P 부구조체(571)는 D 부구조체(572)의 표면에 적층되는데, 여기서 사이 표면은 시그널 플레인(573)을 포함하지 않는다. D 부구조체(572)는 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(570)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, D 부구조체(572)의 제1 면에 적층된 파워 플레인(571)을 포함하는 PD 부구조체로 출발하여, DS 부구조체(520) 내 시그널 라인(522) 형성에 관하여 전술한 바와 같은 D 부구조체(572)의 표면(574) 상에 시그널 플레인(573)을 형성할 수 있다.

부구조체(580)는 도시된 바와 같이, D 부구조체(583) 상의 시그널 플레인(585), D 부구조체(581) 상의 시그널 플레인(584) 및 P 부구조체(582)의 대향면에 각기 적층된 D 부구조체(581 및 583)를 포함하는 "SDPDS" 부구조체이다. D 부구조체(581 및 583)는 각기 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함하는 유전체 층이다. 부구조체(580)는 당업자에게 공지된 임의의 방법에 의해 형성될 수 있다. 예를 들면, D 부구조체(581 및 583) 사이에 인터페이스된 P 부구조체(582)를 포함하는 DPD 부구조체로 시작하여, 각각 DS 부구조체(520) 내 시그널 라인(522) 형성에 관하여 전술한 바와 같은 D 부구조체(581 및 582)의 표면(586 및 587) 상에 시그널 플레인(584 및 585)을 형성할 수 있다.

도 6 내지 11은 1 이상의 LCP 유전체 층을 수반하는 적층물을 도시한다.

도 6a-6b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(10)을 D 부구조체(11)에 적층하여 부구조체(12)를 형성하는 것을 도시한다. 유전체 층(11)은 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함할 수 있다.

도 7a-7b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(13)을 DS 부구조체(14)에 적층하여 부구조체(17)를 형성하는 것을 도시한다. DS 부구조체(14)는 유전체 층(16) 상에 시그널 플레인(15)을 포함한다. 유전체 층(16)은 당업자에게 공지된 임의의 유형의 유전체 재료(예컨대, 유기 유전체 재료; 세라믹 유전체 재료; LCP 유전체 재료; 비LCP 유전체 재료; 등)를 포함할 수 있다. 부구조체(17)는 DSD 부구조체임을 유념해야 한다(도 13 참조).

도 8a-8b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(20)을 파워 플레인(21)에 적층하여 부구조체(22)를 형성하는 것을 도시한다. 부구조체(22)는 PD 부구조체임을 유념해야 한다(도 13 참조).

도 9a-9b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(23)을 파워 플레인(24)에 적층하여 부구조체(26)를 형성하는 것을 도시한다. 도 9는 적층 공정으로 인해 구멍(25)이 LCP 유전체 층(23)으로부터 유전체 재료로 충전되는 것을 보여준다. 부구조체(26)는 PD 부구조체임을 유념해야 한다(도 13 참조).

도 10a-10b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(31 및 33)을 파워 플레인(32)의 대향면에 동시 적층하여 부구조체(34)를 형성하는 것을 도시한다. 부구조체(34)는 DPD 부구조체임을 유념해야 한다(도 13 참조).

도 11a-11b는 본 발명의 구체예에 따른 본 발명의 TPD 조건에 따라 LCP 유전체 층(41 및 43)을 구멍(44)이 관통하는 파워 플레인(42)에 적층하여 부구조체(45)를 형성하는 것을 도시한다. 도 11은 적층 공정으로 인해 구멍(44)이 유전체 층(41), 유전체 층(43) 또는 이들의 조합으로부터 유전체 재료로 충전되는 것을 보여준다. 부구조체(45)는 DPD 부구조체임을 유념해야 한다(도 13 참조).

도 12는 본 발명의 구체예에 따라서 N 개의 부구조체 $S_1, S_2, \dots, S_N (N \geq 2)$ 을 순서대로 스택하여 적층된 페이지를 형성하는 것을 도시한다. 상기 N 개의 부구조체 각각은 도 13에 열거된 임의의 부구조체 또는 도 13에 열거된 부구조체의 조합을 함께 적층함으로써 형성될 수 있는 임의의 부구조체를 나타내는데, 단 하기 조건을 충족해야 한다: N 개의 부구조체의 인접 부구조체 각 쌍의 제1 부구조체는 인접 부구조체의 상기 쌍의 제2 부구조체와 결합하고자 하는 액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함한다. 그 다음, N 개의 부구조체의 정연한 스택을 포함하는 페이지는 본 발명의 구체예에 따라서 본 발명의 TPD 조건에 따라 적층된다.

구조체 및 부구조체의 제조는 추가의 공정 단계, 예컨대 그 중에서도 특히, 당업자에게 공지되어 있는 바와 같은 블라인드 바이어스 및 관통공의 드릴링 및 도금 단계를 포함할 수 있음을 이해해야 한다. 도금된 블라인드 바이어스 및 도금된 관통공의 목적은 층 대 층 전기 커넥션을 만들기 위한 것이다.

발명의 효과

본 발명의 구체예를 예시 목적을 위해 본 명세서에 기재하였지만, 많은 개량과 변형이 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 특허 청구의 범위는 본 발명의 진정한 사상과 범주 내에 있는 것으로서 모든 그러한 개량과 변형을 포함하고자 한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

삭제

청구항 2.

제1액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 제1층 및 제2층을 포함하는 다층 구조체로서, 제1 LCP 재료를 제2층에 결합시키는 외래 접착제 재료없이, 제1 LCP 재료가 제2층에 직접 결합되도록 제1층이 제2층과 결합하며, 상기 제1 LCP 유전체 재료가, 중합체 쉘 구조 및 중합체 쉘 구조와 동일한 조합 방향성 배향 및 상기 제1층을 상기 제2층에 결합하기 전에 상기 제1 LCP 유전체 재료에 존재하는 조합 방향성 배향을 가지는 것인 다층 구조체.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 제1 LCP 유전체 재료가, 상기 제1층을 상기 제2층에 결합하기 전에 상기 제1 LCP 유전체 재료에 존재하는 열 팽창 계수(CTE)와 동일한 CTE를 가지는 것인 다층 구조체.

청구항 4.

제1액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 제1층 및 제2층을 포함하는 다층 구조체로서, 제1 LCP 재료를 제2층에 결합시키는 외래 접착제 재료없이, 제1 LCP 재료가 제2층에 직접 결합되도록 제1층이 제2층과 결합하며, 상기 제2층이 어떠한 LCP 유전체 재료도 포함하지 않는 유전체 층인 다층 구조체.

청구항 5.

제2항에 있어서, 상기 제2층이 제2 LCP 유전체 재료를 포함하고, 그리고 상기 제1 LCP 재료를 상기 제2 LCP 재료에 결합하는 외래 접착제 재료없이 상기 제1 및 제2 LCP 재료가 서로 직접 결합되는 것인 다층 구조체.

청구항 6.

제1액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 제1층 및 제2층을 포함하는 다층 구조체로서, 제1 LCP 재료를 제2층에 결합시키는 외래 접착제 재료없이, 제1 LCP 재료가 제2층에 직접 결합되도록 제1층이 제2층과 결합하며, 상기 제2층이 유전체 재료를 포함하고, 다층구조체가 상기 제1 및 제2층과 접촉하도록 상기 다층 구조체의 내부 내에 매립된 시그널 플레인을 더 포함하고, 그리고 상기 시그널 플레인이 전기적으로 도전성인 회로를 포함하는 층을 포함하는 것인 다층 구조체.

청구항 7.

제1액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 제1층 및 제2층을 포함하는 다층 구조체로서, 제1 LCP 재료를 제2층에 결합시키는 외래 접착제 재료없이, 제1 LCP 재료가 제2층에 직접 결합되도록 제1층이 제2층과 결합하며, 상기 제1 LCP 재료를 파워 플레인에 결합하는 외래 접착제 재료없이 상기 제2층이 상기 제1층의 상기 제1 LCP 유전체 재료에 결합되는 파워 플레인을 포함하고, 그리고 상기 파워 플레인이 연속 도전층을 포함하는 것인 다층 구조체.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 파워 플레인이 이를 관통하는 구멍을 포함하고, 그리고 상기 구멍이 상기 제1 LCP 유전체 재료로 충전되는 것인 다층 구조체.

청구항 9.

제7항에 있어서, 제2 LCP 유전체 재료를 포함하는 제3 층을 더 포함하고, 상기 제2층이 상기 제1층과 상기 제3층 사이에 개재되도록 상기 제3층이 제2층에 결합되며, 그리고 상기 상기 제2 LCP 재료를 파워 플레인에 결합하는 외래 접착제 재료없이 제2 LCP 재료가 파워 플레인에 직접 결합되는 것인 다층 구조체.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 파워 플레인이 이를 관통하는 구멍을 포함하고, 그리고 제1 LCP 유전체 재료, 제2 LCP 유전체 재료 및 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택되는 재료로 상기 구멍이 충전되는 것인 다층 구조체.

청구항 11.

N 이 2 이상이도록 정렬된 순서로 N 개의 부구조체(substructure)를 스택킹하는 것을 포함하는 페이지의 형성 단계로서, 각 쌍의 인접 부구조체의 제1부구조체가 상기 쌍의 인접 부구조체의 제2부구조체와 결합하게 되는 액정 중합체(LCP) 유전체 재료를 포함하는 것인 단계; 및

임의의 외래 접착제 층을 각 쌍의 인접 부구조체의 제1 및 제2부구조체 사이에 배치하지 않고도 페이지 내 모든 LCP 유전체 재료가 각 쌍의 인접 부구조체를 가소적으로 변형 및 적층시키는 체류 시간 및 고압에서, LCP 유전체 재료의 최저 네마틱 대 등방성 전이 온도 미만의 온도로 페이지를 처리하는 단계

를 포함하는 다층 구조체의 제조방법.

청구항 12.

제11항에 있어서, 페이지 내 모든 LCP 유전체 재료가, 상기 체류 시간 전체에서 불변인 중합체 쇄 구조 및 조합 방향성 배향을 가지는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 13.

제11항에 있어서, 페이지 내 모든 LCP 유전체 재료가, 상기 체류 시간 전체에서 불변인 열 팽창 계수(CTE)를 가지는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 14.

제11항에 있어서, 고압이 약 1000 psi 내지 약 3000 psi 범위인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 15.

제11항에 있어서, N 개의 부구조체 중 부구조체 제1쌍의 제1부구조체가 제1 LCP 유전체 재료를 가진 D 부구조체를 포함하고, 그리고 상기 부구조체 제1쌍의 제2부구조체가 유전체 층을 포함하는 것인 다층 구조체의 제조 방법.

청구항 16.

제11항에 있어서, N 개의 부구조체 중 부구조체 제1쌍의 제1부구조체가 제1 LCP 유전체 재료를 가진 D 부구조체를 포함하고, 그리고 상기 부구조체 제1쌍의 제2부구조체가 P 부구조체를 포함하는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 17.

제16항에 있어서, 상기 P 부구조체가 이를 관통하는 구멍을 포함하고, 그리고 상기 페이지 처리 단계가 상기 구멍을 제1 LCP 유전체 재료로 충전하는 것을 포함하는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 18.

제11항에 있어서, N 개의 부구조체 중 부구조체 제1쌍의 제1부구조체가 제1 LCP 유전체 재료를 가진 D 부구조체를 포함하고, 그리고 상기 부구조체 제1쌍의 제2부구조체가 DS 부구조체를 포함하며, 그리고 상기 D 부구조체가 상기 D 부구조체와 상기 DS 부구조체의 시그널 플레인 사이에 외래 접착제 재료를 개재하지 않고 상기 페이지 처리 단계에서 DS 부구조체의 시그널 플레인에 적층되도록 상기 제1 및 제2부구조체가 순서대로 정렬되는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 19.

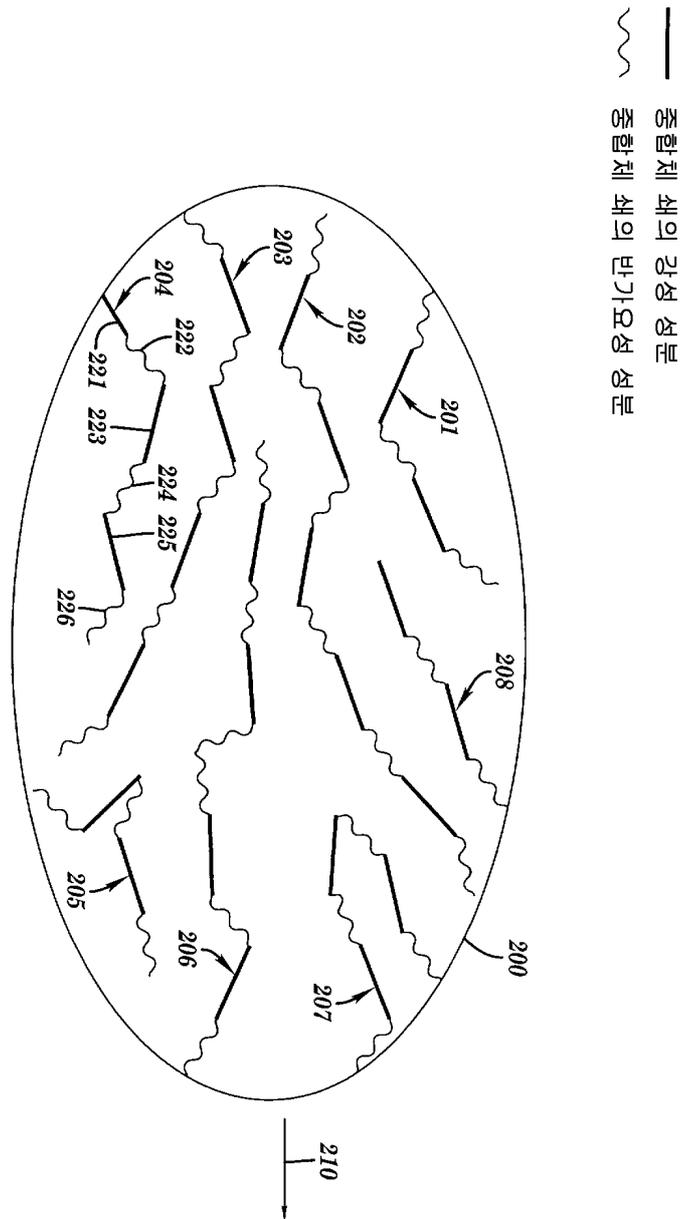
제11항에 있어서, N 부구조체 중 제1부구조체가 제1 LCP 유전체 재료를 가진 D 부구조체를 포함하고, N 부구조체 중 제2부구조체가 P 부구조체를 포함하며, N 부구조체 중 제3부구조체가 제2 LCP 유전체 재료를 가진 D 부구조체를 포함하고, 그리고 상기 제1 및 제3 부구조체가 각각 상기 페이지 처리 단계에서 상기 제2 부구조체의 대향면에 적층되도록 상기 제1, 제2 및 제3부구조체가 순서대로 정렬되는 것인 다층 구조체의 제조방법.

청구항 20.

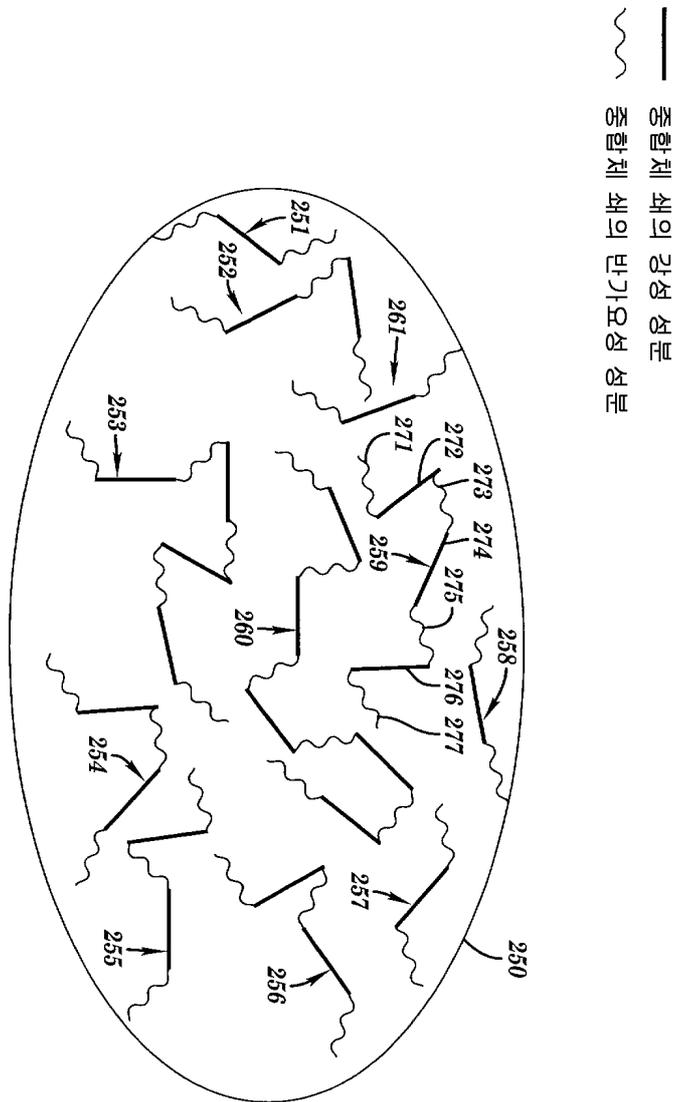
제19항에 있어서, 상기 P 부구조체가 이를 관통하는 구멍을 포함하고, 그리고 상기 폐이지 처리 단계가 상기 구멍을 제1 LCP 유전체 재료, 제2 LCP 유전체 재료 및 이들의 조합으로 구성된 군 중에서 선택되는 재료로 충전하는 것을 포함하는 것인 다층 구조체의 제조방법.

도면

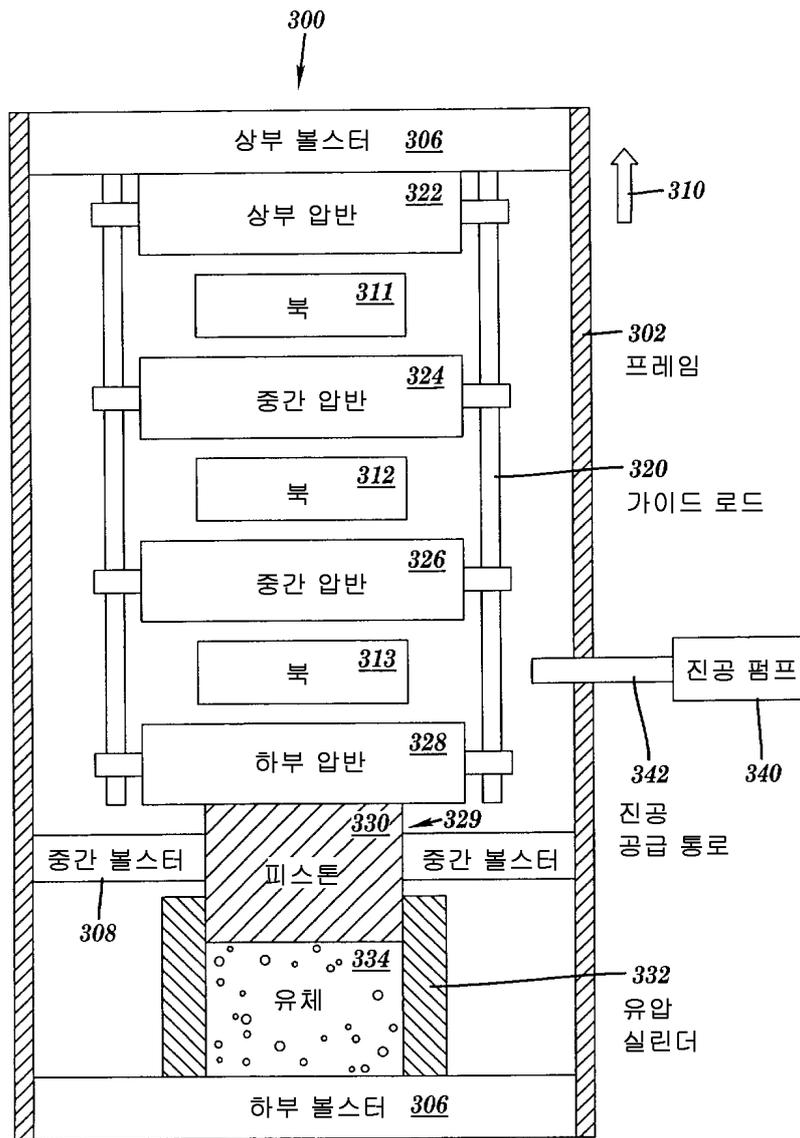
도면1



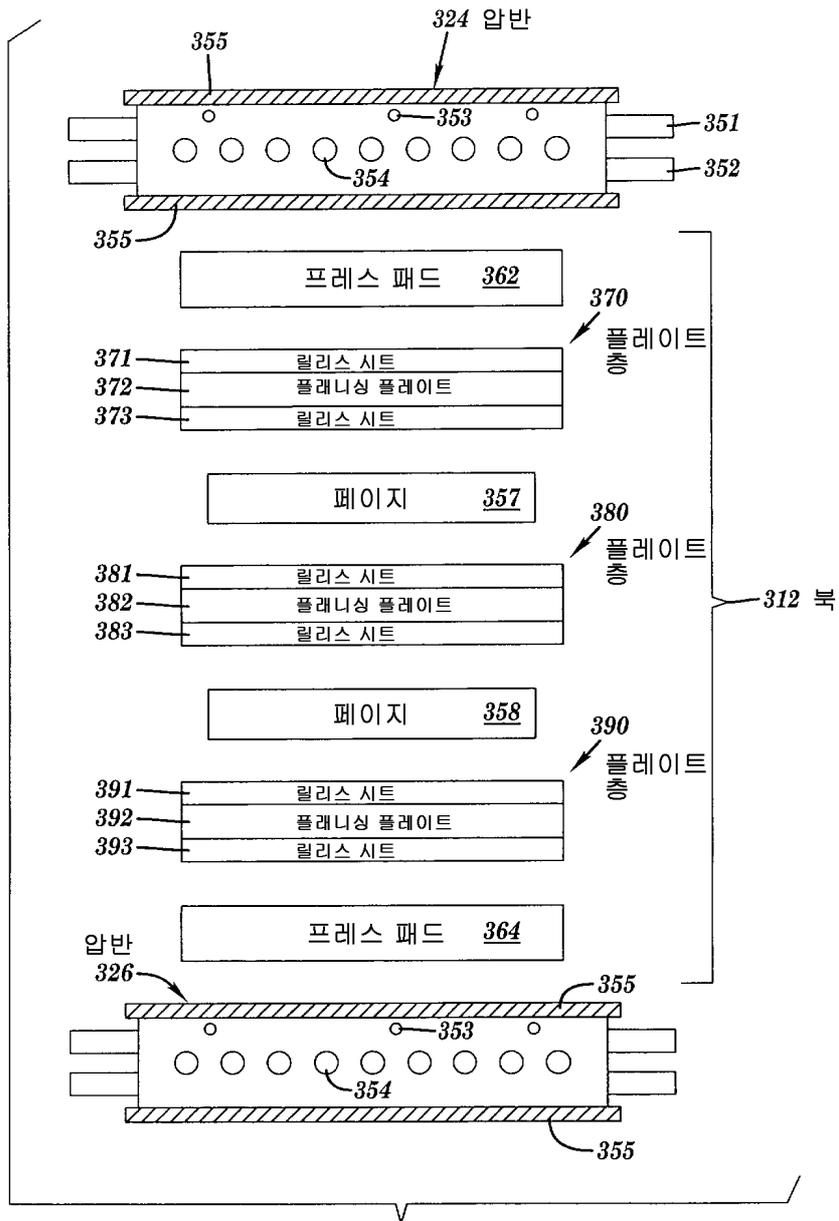
도면2



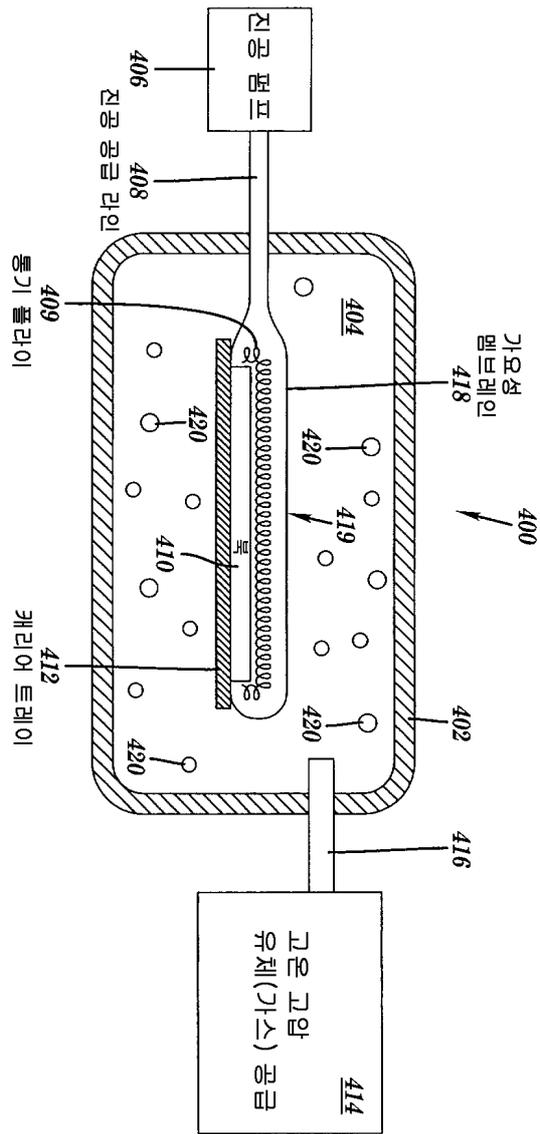
도면3



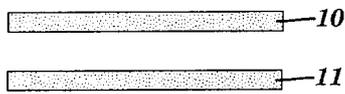
도면4



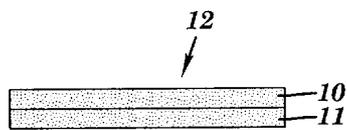
도면5



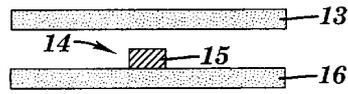
도면6a



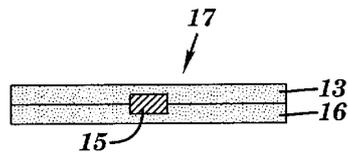
도면6b



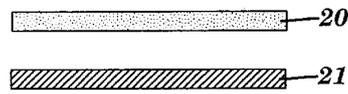
도면7a



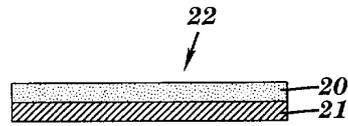
도면7b



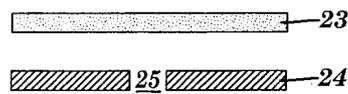
도면8a



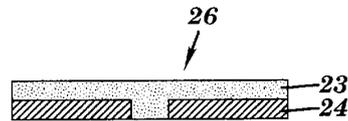
도면8b



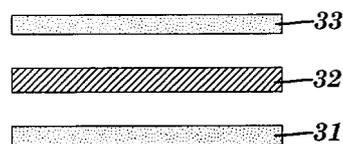
도면9a



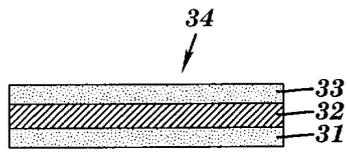
도면9b



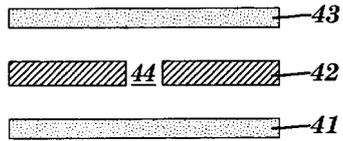
도면10a



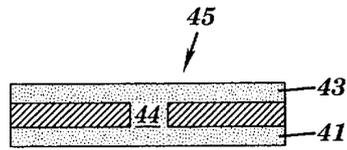
도면10b



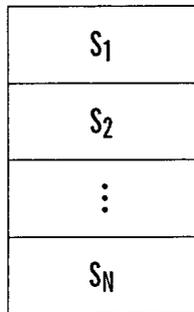
도면11a



도면11b



도면12



도면13

