



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월17일
(11) 등록번호 10-1727470
(24) 등록일자 2017년04월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D06H 5/00 (2006.01) C08J 5/24 (2006.01)
D06M 17/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D06H 5/00 (2013.01)
C08J 5/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0159321
(22) 출원일자 2015년11월13일
심사청구일자 2015년11월13일
(56) 선행기술조사문헌
US07217453 B2*
JP2015112866 A
KR1020150077640 A
JP2005205902 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
최진호
경상남도 진주시 진주대로 1317 이현하이클래스웰
가아파트 106-2301
권진희
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5 (가좌동, 가
좌제일풍경채) 102-801
(74) 대리인
특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 6 항

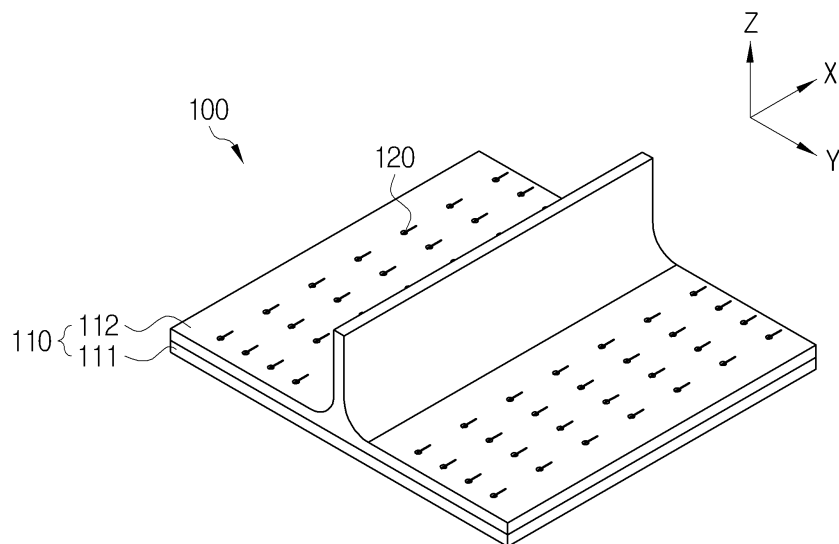
심사관 : 이해인

(54) 발명의 명칭 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조

(57) 요약

본 발명은 복합재 구조물의 체결구조에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복합재료를 적층하여 접합하는 복합재 구조물에 있어서, 상대적으로 취약한 복합재 구조물의 적층방향 강도를 향상시킨 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조에 관한 것이다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

D06M 17/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

열경화 전의 복수 개의 복합재료가 적층된 복합재 적층체;

상기 복합재 적층체의 적층방향으로 상기 복합재 적층체를 관통하는 일정 길이를 가진 열경화 전의 복합재 섬유; 를 포함하며,

상기 복합재 섬유는 끝단이 상기 복합재 적층체의 최외각에서 외측으로 일정거리 돌출되도록 관통되며, 돌출된 끝단이 절곡되어 복합재 적층체의 평면방향으로 배치되며,

상기 복합재 적층체의 열경화 과정을 통해 상기 복합재 섬유의 절곡 및 고정시 수행되는, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 복합재 섬유는, 불연속 단일 섬유로 이루어진, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 복합재 섬유의 일측 끝단과 타측 끝단은 절곡 방향이 복합재 적층체 표면상의 특정방향으로 배열되는, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 복합재 섬유는 복수의 가닥으로 이루어지며, 상기 복합재 섬유의 끝단은 복수 개의 가닥이 방사상으로 절곡되는, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 복합재 섬유의 일측 끝단과 타측 끝단은 절곡 방향이 서로 대향되는, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 복합재 섬유는 상기 복합재료의 적층 방향으로 상기 복합재 적층체를 관통하되, 복수 개가 복합재료의 면 방향을 따라 이격되어 배치되는, z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 복합재 구조물의 체결구조에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 복합재료를 적층하여 접합하는 복합재 구조물에 있어서, 상대적으로 취약한 복합재 구조물의 적층방향 강도를 향상시킨 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 고성능 고분자 복합재료를 제조하는 가장 일반적인 방법은 프리프레그를 일정한 크기로 절단하여 적층한 후 오토클레이브 내에서 진공 가열하여 경화시키는 성형법이다. 그러나 이러한 단순 적층 복합재료는 사용 중에 충격 하중에 의하여 쉽게 층과 층 사이가 갈라지는 층간 분리가 일어난다.

[0003] 이러한 층간분리를 억제하는 방법 중 가장 효과적인 것은 두께 방향의 섬유 보강을 통하여 3차원적인 섬유 배열 구조를 사용하는 것이다. 두께 방향의 구조는 일반적으로 3차원 직조에 의하여 얻을 수 있는데 대표적인 기술로서 브레이딩(braiding), 위빙(weaving), Z-pinning 또는 스티칭(stitching) 등이 있다.

[0004] 상기 3차원 브레이딩이나 위빙 직조 공정은 제조할 수 있는 크기가 제한되어 있고 제조시간이 매우 길기 때문에 특수한 제품 이외에는 많이 사용되지 않고 있다.

[0005] 상기 Z-pinning 기술은 금속 핀 또는 경화된 복합재 핀을 복수 개의 복합재료 적층 구조물에 삽입한 후, 복합재료 적층 구조물을 성형시키는 방법으로 복합재의 z-방향 물성 증가는 다소 있으나, 금속 핀 또는 경화된 복합재 핀의 삽입에 많은 시간과 노력이 요구되어지는 단점이 있다.

[0006] 또한 상기 스티칭 기술은 적층된 여러 장의 직물 전체를 두께방향의 바늘 관통에 의하여 결속시키는 방법으로, 이 기술은 제품의 크기에 크게 제한 받지 않으며 생산성이 매우 높은 장점이 있는 반면에 바늘의 관통으로 인하여 섬유 손상이 생기고 복합재료 성형 시 수지함침이 불완전 할 수 있다는 단점이 있다.

[0007] 도 1에는 종래의 스티칭 방법에 대한 단면도가 도시되어 있다. 기존의 스티칭 방법은 도 1에서 보는 바와 같이 윗실(노랑)과 아랫실(초록)이 연속적으로 꼬여 연결되는 구조로 되어 있으며, 이로 인하여 윗실과 아랫실 각각이 180도 각도로 휘어짐이 발생해 부드러운 섬유만 스티칭 할 수 있는 단점이 있다. 복합재의 경우, 아라미드 섬유와 같이 유연성이 우수한 폴리머 계열의 섬유가 스티칭에 주로 사용되며 고강성, 고강도의 탄소섬유는 스티칭 과정 또는 사용 중에서 스티칭 섬유의 파손이 발생하므로 충분한 강도를 발휘하지 못하고 있다. 따라서 복합재의 z-방향 물성향상을 위하여 고강성, 고강도의 탄소섬유를 스티칭할 수 있는 방법에 대한 요구가 증가되고 있다.

[0008] 특히 프리프레그를 적층하여 접합할 경우 z-방향(적층방향)의 강도가 취약하기 때문에 z-방향 강도를 향상시키면서 제조가 용이한 스티칭 구조를 적용한 복합재 구조물의 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 특개2013-000946호(2013.01.07. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서 본 발명의 목적은, 복수 개의 복합재료가 적층된 복합재료 적층체의 적층 방향을 따라 일정길이를 가진 고강도의 단일 섬유를 관통 배치시키고 섬유의 끝단이 복합재 구조물의 외측으로 돌출되도록 구성하여 돌출된 끝단을 90도 이내로 복합재 평면방향으로 배열, 절곡시켜 복수 개의 복합재료 적층 구조물을 접합시킨 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조는, 복수 개의 복합재료가 적층된 복합재 적층체; 및 상기 복합재 적층체의 적층방향으로 상기 복합재 적층체를 관통하는 일정 길이를 가진 복합재 섬유;를 포함하며, 상기 복합재 섬유는 끝단이 상기 복합재 적층체의 최외각에서 외측으로 일정거리 돌출되도록 관통되며, 돌출된 끝단이 절곡되어 복합재 적층체의 평면방향으로 배치된다.
- [0012] 또한, 상기 복합재 섬유는, 불연속 단일 섬유로 이루어진다.
- [0013] 이때, 상기 복합재 섬유의 일측 끝단과 타측 끝단은 절곡 방향이 복합재 적층체 표면상의 특정방향으로 배열된다.
- [0014] 다른 실시 예로, 상기 복합재 섬유는 복수의 가닥으로 이루어지며, 상기 복합재 섬유의 끝단은 복수 개의 가닥이 방사상으로 절곡된다.
- [0015] 또한, 상기 섬유의 일측 끝단과 타측 끝단은 절곡 방향이 서로 대향된다.
- [0016] 아울러, 상기 복합재 섬유는 상기 복합재료의 적층 방향으로 상기 복합재 적층체를 관통하되, 복수 개가 복합재료의 면 방향을 따라 이격되어 배치된다.

발명의 효과

- [0017] 상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조는, 보강섬유가 90도 이상 절곡되지 않는 구조로 되어 있으므로 탄소섬유와 같은 고강성, 고강도 섬유를 스티칭 할 수 있으며, 스티칭 섬유의 손상을 최소화 시킬 수 있고, 90도 이내로 복합재 평면방향으로 절곡, 배열시킨 섬유로 인하여 복합재 구조물의 z-방향(적층방향) 물성이 획기적으로 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 종래의 스티칭 구조 단면도
 도 2는 섬유 꺾임이 180도 이상인 스티칭된 섬유의 사진
 도 3은 z-방향 하중으로 인한 스티칭 섬유손상 사진
 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 복합재료 스티칭 구조 사시도
 도 5는 도 4의 AA' 단면도
 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 복합재료 스티칭 구조 평면도
 도 7은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복합재료 스티칭 구조 평면도
 도 8은 본 발명의 복합재료 스티칭 구조 제조방법 공정도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 도 1에는 윗실(노랑)과 아랫실(초록)이 연속적으로 꼬여 섬유 꺾임이 180도 이상인 기존 스티칭 구조가 도시되어 있고, 도 2에는 섬유 꺾임이 180도 이상인 스티칭 섬유 사진을 나타낸 사진이 도시되어 있고, 복합재의 z-방향으로 하중이 작용할 때 도 3에서 보는 바와 같이 180도로 절곡된 부분에서 쉽게 파손이 발생함을 볼 수 있다.
- [0020] 즉 기존의 스티칭 구조는 180도 이상 섬유 꺾임이 필연적으로 발생하는 구조이기 때문에 z-방향 하중 발생 시 강도가 취약하여 손상 또는 파손이 발생할 가능성이 매우 높은 구조로 되어 있으며, 강도 보강을 위해 탄소 섬유와 같은 고강도 섬유의 적용이 불가능한 단점이 있다.
- [0021] 이를 개선하기 위한 본 발명의 z-방향 섬유로 보강된 복합재료 스티칭 구조를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

- [0022] 도 4에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 복합재료 스티칭 구조의 사시도가 도시되어 있고, 도 5에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 복합재료 스티칭 구조(100)의 AA' 단면도가 도시되어 있다.
- [0023] 편의상 복합재료의 면 방향에 직교하는 방향을 z-방향으로 정의하여 설명하기로 한다. 따라서 복합재료(110)가 적층되는 방향 역시 z-방향으로 정의하여 설명하기로 한다.
- [0024] 도시된 바와 같이 복합재료 스티칭 구조는 복수의 복합재료(110)가 z-방향을 따라 적층된 복합재 적층체(100)를 포함한다. 이때 복합재료(110)는 도시된 바와 같이 평판형 복합재료(111) 일수도 있고, 단면이 "T" 자형인 T형 복합재료 보강패널(112)일 수도 있다. 복합재 적층체(100)는 도시된 바와 같이 단수의 평판형 복합재료(111)와 단수의 T형 복합재료 보강패널(112)의 결합으로 이루어질 수도 있고, 둘 이상의 평판형 복합재료(111)와 단수의 T형 복합재료 보강패널(112)의 결합으로 이루어질 수도 있다. 즉 복합재 적층체(100)에 요구되는 강도에 따라 평판형 복합재료(111)의 수가 가감될 수 있다.
- [0025] 복수의 복합재료(110)를 접합하기 위해 본 발명은 단일 소재로 구성된 복합재 섬유(120)를 포함한다. 일반적으로 복합재 섬유(120) 한 가닥(120a)의 직경은 수 μm ~ 수십 μm 정도이며, 일정 가닥이상이 하나의 번들 형태로 제공되어 섬유를 형성하며, 1K는 1,000가닥이 하나의 섬유번들을 나타낸다. 일반적으로 복합재 스티칭을 위해서는 1K 형태의 복합재 섬유가 자주 사용된다.
- [0026] 다만, 상술된 복합재 섬유(120)의 형태를 1K 형태로 제한하는 것은 아니며, 복합재료(110)의 접합에 요구되는 강도 조건에 따라 1K 이하 또는 1K 이상의 복합재 섬유가 적용될 수도 있다.
- [0027] 복합재 섬유(120)는 복합재 적층체(100)의 z-방향 강도를 보강하기 위해 고강도 재질로 이루어질 수 있다. 일례로 복합재 섬유(120)는 탄소섬유(carbon fiber)일 수 있다. 탄소섬유는 많은 유기(有機) 고분자 섬유를 약 1000~3000℃로 소성하면 생성되는데, 현재 아크릴(폴리아크리로나이트릴, PAN) 섬유, 피치섬유, 액정 피치섬유로부터 생산되고 있다. 탄소섬유는 주로 탄소원자 6각망 평면으로 구성되어 있지만 이 망평면(網平面)이 섬유축에 평행에 가깝게 배열된 것(고배향, 이방성)과 난잡하게 집합한 것(등방성)이 있다. PAN계, 액정(液晶) 피치계는 전자의 전형(典型)이고, 피치계는 후자의 전형이다. 비중이 낮고 산, 알칼리에 침해당하는 일이 없으며, 불활성(不活性) 분위기 속에서 내열성이 높다. 전기 전도성, 내마모성이 있다. 고배향(高配向) 탄소섬유는 인장강도, 탄성률이 높아 고성능(하이그레이드) 탄소섬유로 취급되며, 선팽창계수가 낮다. 그리고 수지와의 접착성을 높이기 위해 표면 처리가 되어 있다. 레이온, PAN, 페놀 섬유에서 제조되는 활성 탄소섬유는 입상(粒狀) 활성탄과 같은 정도의 흡착 성능과 훨씬 높은 흡탈착(吸脫着) 속도를 나타낸다. 이밖에 벤젠 등을 1000℃ 전후로 가열하여 10cm 정도까지 성장시킬 수 있는 탄소섬유가 있다. 탄소섬유는 비강도, 비탄성율이 높고, 특히 비탄성률이 높은 특징을 갖으며, 수지로 굳히면 가볍고 변형이 잘되지 않는 재료로 쓰이게 된다.
- [0028] 상기와 같은 탄소섬유로 이루어진 복합재 섬유(120)는 복합재 적층체(100)의 적층 방향을 따라 복합재 적층체(100)를 관통하여 형성된다. 복합재 섬유(120)는 단일 소재의 한 개의 번들형태의 섬유가 복합재료(111)의 면 방향을 따라 이격되어 배치된다. 이때 복합재 섬유(120)는 끝단(121, 122)이 복합재 적층체(100)의 최외각에서 외측으로 돌출되도록 복합재 적층체(100)를 관통하여 형성될 수 있다. 돌출된 끝단(121, 122)은 관통방향에 90도 이내로 절곡되며, 보다 바람직하게는 수직하게 절곡되어 복합재 적층체(100)를 견고히 접합시킬 수 있다.
- [0029] 도 6에는 본 발명의 일 실시 예에 따른 복합재 적층체(100)의 평면도가 도시되어 있고, 도 7에는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 복합재 적층체(100)의 평면도가 도시되어 있다.
- [0030] 도시된 바와 같이 복합재 섬유(120) 끝단의 절곡 방향은 도 6에 도시된 바와 같이 복수 개의 섬유 가닥이 서로 일정한 방향으로 절곡 형성될 수 있다. 또한, 복합재 섬유(120)의 일측 끝단(121)과 타측 끝단(122)의 절곡 방향은 서로 대향되는 방향으로 형성될 수 있다.
- [0031] 다른 실시 예로 복합재 섬유(120)는 일천개 이상의 섬유 가닥으로 형성되어 있으므로, 도 7에 도시된 바와 같이 복수 개의 섬유가닥이 방사상으로 절곡 형성될 수 있다. 복합재 섬유(120)의 끝단(121, 122)이 방사상으로 절곡되어 고정될 경우 복합재 적층체(100)의 z-방향 강도가 상술된 도 6에 도시된 복합재 적층체(100) 보다 향상될 수 있다.

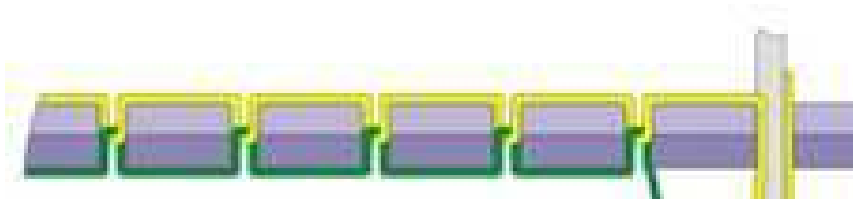
- [0032] 이하에서는 상기와 같이 구성된 본 발명의 제조 방법에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.
- [0033] 도 8를 참조하면, 우선 복합재 적층체(100) 상에 단일 소재 복합재 섬유(120)를 관통시키는 단계를 수행한다. 복합재 섬유(120)의 관통을 위해 복합재 섬유(120)가 연속적으로 공급되는 니들 구조를 적용할 수 있고, 상기 니들을 통해 우선 복합재 적층체(100)를 관통한 후 니들에서 공급되는 복합재 섬유(120)가 관통된 복합재 적층체(100) 상에 수용되도록 수행될 수 있다.
- [0034] 이때 복합재 섬유(120)의 일측 끝단(121)과 타측 끝단(122)이 복합재 적층체(100)의 최외각에서 외측으로 돌출되도록 배치시키는 것이 중요하다. 즉 복합재 섬유(120)의 일측 끝단(121)은 복합재 섬유(120)의 최하측에서 하방으로 돌출되며, 복합재 섬유(120)의 타측 끝단(122)이 복합재 섬유(120)의 최상측에서 상방으로 돌출되도록 구성된다.
- [0035] 다음으로 복합재 적층체(100)의 일면을 타방향으로 가압하여 복합재 섬유(120)의 일측 끝단(121)을 절곡 고정시키며, 복합재 적층체(100)의 타면을 일방향으로 가압하여 복합재 섬유(120)의 타측 끝단(122)을 절곡 고정시키는 단계를 수행한다. 상기 절곡 고정 단계는 복합재 적층체(100)의 열경화 과정에서 동시에 수행되며, 일정길이 간격으로 절단하여 복합재 섬유(120)를 불연속적으로 보강하는 구조로 되어 있다.
- [0036] 본 발명의 상기한 실시 예에 한정하여 기술적 사상을 해석해서는 안 된다. 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당업자의 수준에서 다양한 변형 실시가 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 당업자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 된다.

부호의 설명

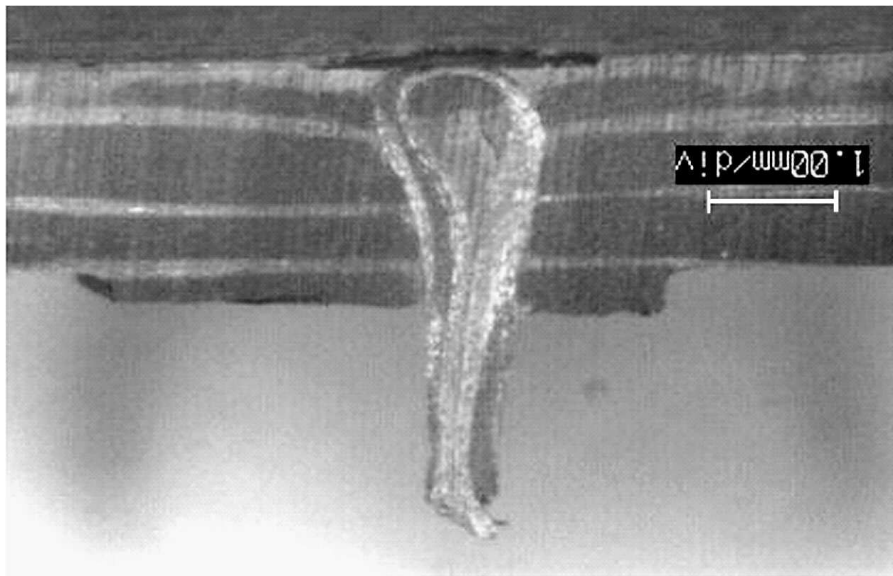
- [0037] 100 : 복합재 적층체
 110 : 복합재료 111 : 평판형 복합재료
 112 : T형 복합재료 보강패널
 120 : 복합재 섬유 120a : 가닥
 121 : 일측 끝단 122 : 타측 끝단

도면

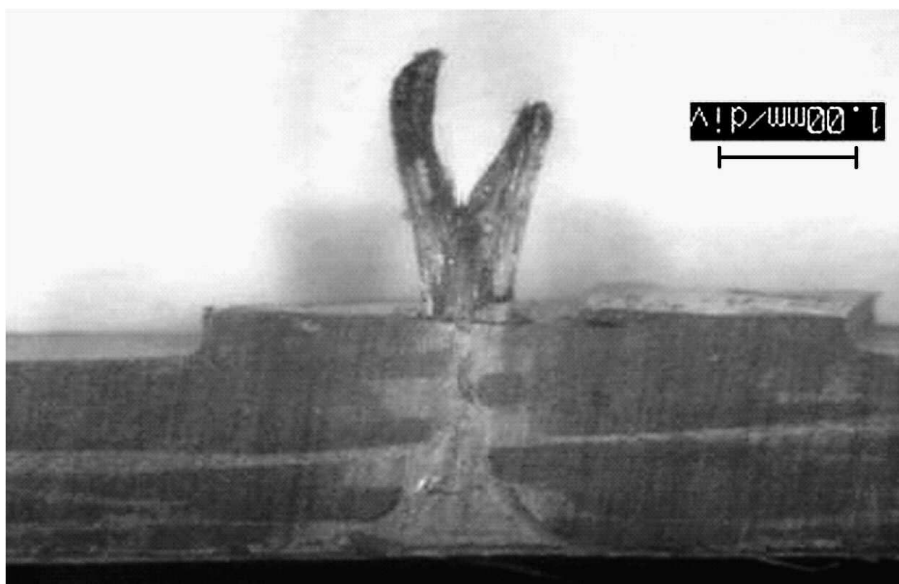
도면1



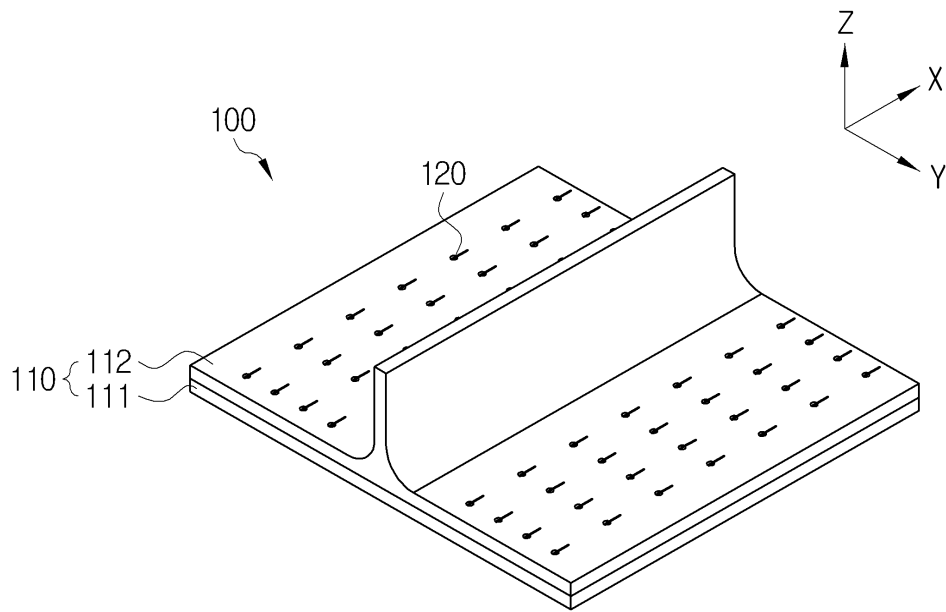
도면2



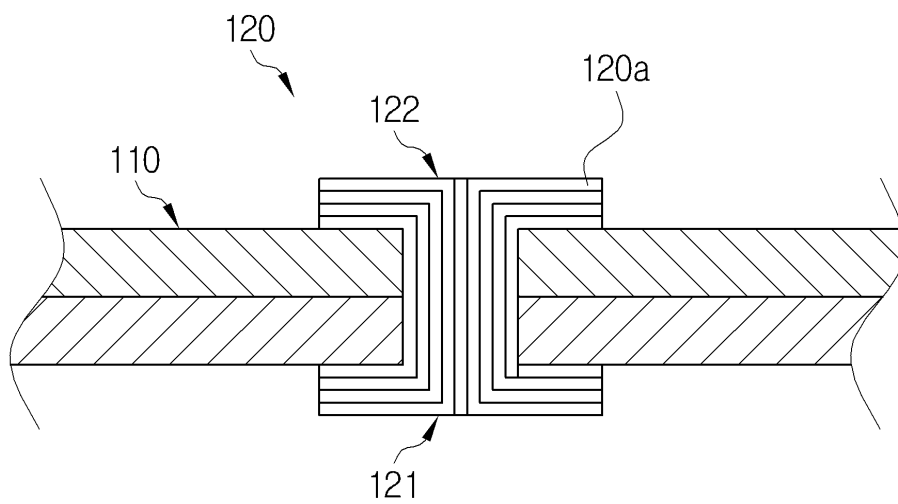
도면3



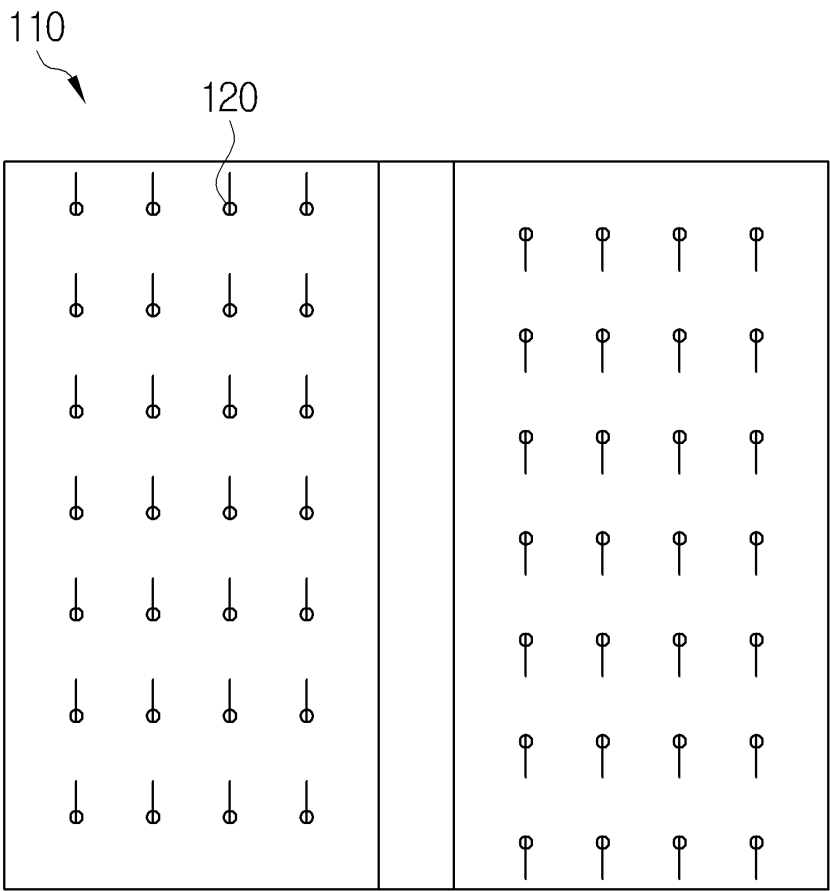
도면4



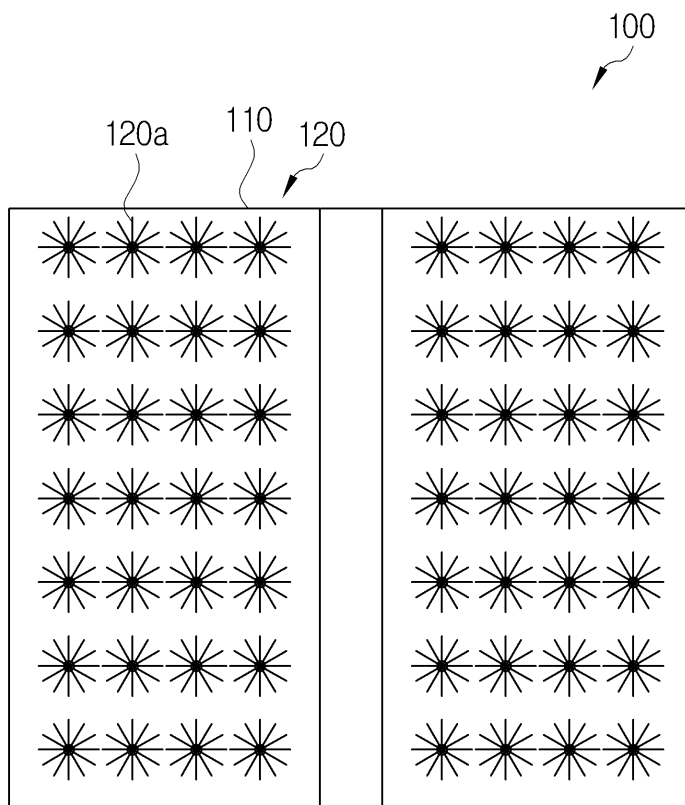
도면5



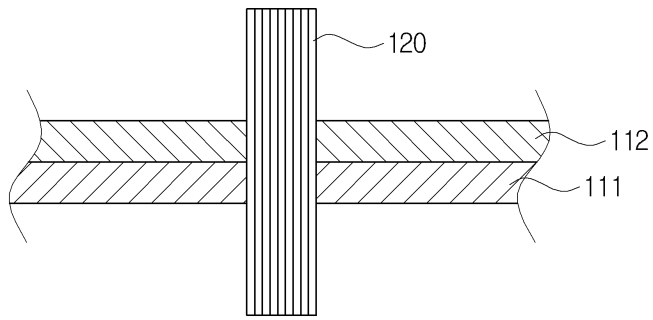
도면6



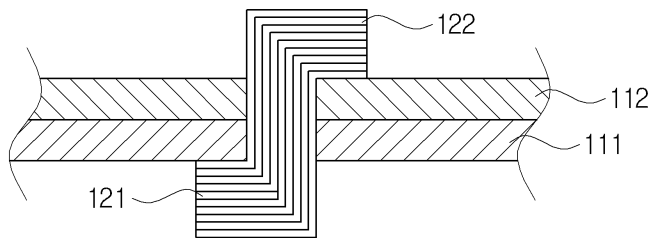
도면7



도면8



(a)



(b)