



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월05일  
(11) 등록번호 10-1953727  
(24) 등록일자 2019년02월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B32B 15/08* (2006.01) *B23K 11/16* (2006.01)  
*B29B 9/12* (2006.01) *B32B 15/01* (2006.01)  
*B32B 15/082* (2006.01) *B32B 15/085* (2006.01)  
*B32B 37/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*B32B 15/08* (2013.01)  
*B23K 11/16* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7005577(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2009년08월13일  
 심사청구일자 2018년03월28일
- (85) 번역문제출일자 2018년02월26일
- (65) 공개번호 10-2018-0026553
- (43) 공개일자 2018년03월12일
- (62) 원출원 특허 10-2017-7009281  
 원출원일자(국제) 2009년08월13일  
 심사청구일자 2017년04월05일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2009/053676
- (87) 국제공개번호 WO 2010/021899  
 국제공개일자 2010년02월25일
- (30) 우선권주장  
 61/089,704 2008년08월18일 미국(US)  
 61/181,511 2009년05월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문현  
 JP소화58142845 A  
 JP소화61010445 A  
 JP소화63193831 A

- (73) 특허권자  
 프로덕티브 리서치 엘엘씨  
 미국 미시간 48334 파밍턴 힐스 스위트 310 노스  
 웨스턴 하이웨이 31800
- (72) 발명자  
 미즈라히, 쉬몬  
 이스라엘 하이파 32972 세레니 스트리트, 6
- (74) 대리인  
 윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이인철

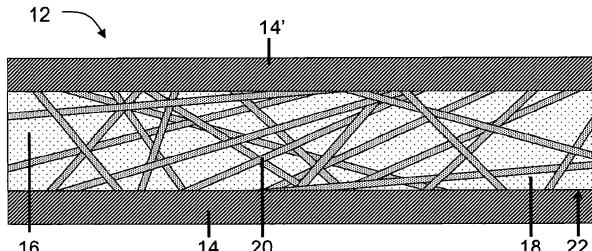
(54) 발명의 명칭 성형가능한 경량 복합체

## (57) 요 약

본 발명은 금속 층(14) 및 중합체 층을 포함하고; 중합체 층은 열가소성 중합체(18) 및 금속섬유(20)를 함유하는 충전된 열가소성 중합체(16)을 포함하는, 경량 복합체에 관한 것이다. 본 발명의 복합재료는 실온에서 공지의 스템핑 장치를 사용하여 성형가능하다. 본 발명의 복합재료는 또한 다른 금속 재료에, 저항 점 용접과 같은 저항

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1b



용접 방식으로 용접될 수 있다.

(52) CPC특허분류

*B29B 9/12* (2013.01)

*B32B 15/013* (2013.01)

*B32B 15/082* (2013.01)

*B32B 15/085* (2013.01)

*B32B 37/02* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

첫 번째 철판;

두 번째 철판; 및

첫 번째 및 두 번째 철판 사이에 위치한, 압출된 중합체 심재 층을 포함하고;

중합체 심재 층은 중합체 심재 층 전체 부피의 5 내지 25부피 %의 철 섬유 및 중합체 심재 층 전체 부피의 40부피 % 이상의 열가소성 중합체를 포함하는 충전된 중합체 재료를 포함하고,

열가소성 중합체는, 80% 이하의 결정성, ASTM D638-08에 따라 측정된  $0.1s^{-1}$ 의 인장 변형율에서 20% 이상의 파단 시 신율, 및 80°C 이상의 용점을 가지고,

철 섬유는 100 $\mu m$  이상 8mm 이하의 평균 길이를 가지고;

열가소성 중합체 대 철 섬유의 부피 비는 2.2:1 이상

인 것을 특징으로 하는 경량 복합체.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 열가소성 중합체는 하나 이상의  $\alpha$ -올레핀 및 임의의 하나 이상의 첨가제로 구성되는 폴리에틸렌 공중합체를 포함하고, 열가소성 중합체는 중합체 매트릭스를 형성하고 철 섬유가 중합체 매트릭스에 분산된 것을 특징으로 하는 경량 복합체.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 열가소성 중합체는 80중량% 이상의 에틸렌을 포함하는 폴리에틸렌 공중합체인 것을 특징으로 하는 경량 복합체.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

충전된 중합체 재료는 10 내지 20부피 %의 철 섬유를 포함하고;

경량 복합체는 0.7mm 내지 4mm의 전체 두께를 가지며;

첫 번째 및 두 번째 철판 전체 두께는 경량 복합체 전체 두께의 5 내지 50%이고;

첫 번째 및 두 번째 철판은 각각 0.05mm 내지 1.5mm의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 경량 복합체.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항의 경량 복합체를 포함하는 차량 범퍼.

#### 청구항 6

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항의 경량 복합체를 포함하고, 상기 경량 복합체는 스탬프된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 부품.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 부품은 철로 이루어진 부분과 그 부분에 용접된 경량 복합체를 포함하는 것을 특징으로 하는 부품.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 상기 부품은 경량 복합체의 하나 이상의 모서리를 덮는 커버를 포함하는 것을 특징으로 하는 부품.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 커버는 코팅 또는 적층으로 형성된 것을 특징으로 하는 부품.

**청구항 10**

제6항에 있어서, 경량 복합체는 첫 번째 및 두 번째 철판 사이에 적어도 부분적으로 스파이서가 놓인 것을 특징으로 하는 부품.

**청구항 11**

제6항에 있어서, 경량 복합체의 모서리 부분은 용접, 납땜 또는 경납땜에 의해 밀폐된 것을 특징으로 하는 부품.

**청구항 12**

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항의 경량 복합체를 철판에 용접하는 단계를 포함하는 부품의 제조방법.

**발명의 설명****기술 분야**

[0001]

본 발명 복합 재료에 관한 것이고, 특히 섬유 충전 중합체 층 및 금속 층을 포함하는 샌드위치 복합체에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003]

고 강성, 고 인성 및 경량의 균형이 우수한 경량 복합체는 낮은 가요성이 요구되는 다양한 용도에 사용되고 부품의 무게를 줄이는 이점이 있다. 운송은 그러한 재료가 요구되는 산업의 하나로, 예를 들어 자동차 부품 또는 운송 용품(예를 들어, 컨테이너)이 있다.

[0004]

1970년대 후반 및 1980년대 초반의 석유 위기 당시 금속 시트와 중합체의 경량 적층체의 일시적인 발전이 있었다. 이러한 노력들 중의 몇몇은 Jang-Kyo Kim and Tong-Xi Yu, "Forming and Failure Behavior of Coated, 적층체d and Sandwitched 시트 금속: A Review", J. Mater. Process. Technology 63:33-42, 1997에 게시되어 있다. 이 문헌에는 나일론 6 또는 폴리프로필렌 심재와 철로 이루어진 표면재로 구성된 0.2/0.4/0.2 mm 두께의 복합체인 자동차 차체용 패널이 게시되어 있다. 이 종류의 샌드위치는 무게 비에 대한 힘 강도가 특히 우수하여 많은 산업 부분에 적용이 가능하다(Mohr and Straza, 2005). 그러나, 자동차 산업용 얇은 샌드위치 시트를 고려하는 경우 특정 기술적 문제가 해결되어야 한다. 이러한 문제들은 그러한 샌드위치를 대량 생산, 특히 저 비용 성형 가공, 예를 들어 (특히 스템핑 장치를 사용하는)스템핑 공정에 적용하는 경우에 요구되는 것들과 관련이 있다. 표준 스템핑 라인을 사용할 수 있으면 비용을 절감시킬 수 있고 기존 설비를 용용할 수 있으며, 이행 및 적용 시간을 줄일 수 있고, 신규의 샌드위치-특정 제조 기술에 관련된 어려움을 줄일 수 있다.

[0005]

아주 얇은 샌드위치 시트의 개발을 고려하는 한, 두 가지의 주요 접근 방법이 있다. 첫 번째 접근 방식은 얇은 금속 표면재와 금속 심재로 구성된 모두 금속으로 이루어진 샌드위치 그룹이다. 일반적으로, 이 그룹은 전기를 전도하므로 일반적인 용접가능한 금속 시트와 마찬가지로 용접될 수 있다. 두 번째 접근 방식은 한 쌍의 얇은 금속 시트 표면재가 중앙의 중합체 심재 층 (일반적으로 유연한 점탄성 재료)에 의해 분리되고, 중합체 심재 층의 절연 및 비전도성으로 인해 심재 층을 가로질러 전기가 전도되지는 않는다. 이 구조의 심재인 중합체 재료는 사실 절연재이다. 따라서, 그러한 샌드위치 시트는 점 용접으로 결합시킬 수 없고 용접 조건 (예를 들어, 세기, 전류, 회수, 용접 시간) 을 요구할 수 없다. 그러한 용접 조건은 동일한 두께의 시트 금속에 요구되는 것보다 크게 될 것이다. 따라서, 용접성이 고려된다면 모든 금속성 샌드위치가 바람직하다.

[0006]

기싱어(Gissinger)의 미국특허 제 5,347,099 호에는 특정 배열의 롤러와 부분적으로 겹치는 샌드위치 시트를 사

용하여 용접을 가능하게 한 방법이 게시되어 있다. 스트라자(Straza)의 국제특허공개공보 제 WO2007/062061 호에는 8각형, 6각형, 5각형, 정사각형, 직사각형, 3각형, 원형으로 이루어진 그룹에서 선택된 형태를 갖는 셀 형의 금속 심재의 샌드위치 구조를 제조하는 방법이 게시되어 있다. 클린(Cylne)의 미국특허 6,764,772 호에는 일반적으로 공기에 노출되는 섬유성 금속 심재에 부착되고 그 심재에 의해 분리되는 두 금속 판의 샌드위치가 게시되어 있다. 여기에서 모든 섬유는 판에 대해 정확한 각도로 기울어져 있는 것이 특징이다. 그러나, 그러한 특이한 셀 형의 금속 심재가 가질 수 있는 어려움은 구조가 비연속적이어서 표면 시트가 셀 길이에 걸쳐 지지되지 않는다는 것이다. 부드러운 표면 시트의 경우 얇은 셀 벽이 부분적으로 손상을 입을 수 있다. 따라서, 용도가 제한되어 있는 경향이 있다. 또, 부식을 방지하기 위한 값비싼 재료를 일박으로 사용하여야 하므로 비용면에서 높아지게 된다.

- [0007] 일반적으로, 몇 금속 복합체의 성형성은 동일 두께의 상응하는 시트 금속에 필적하지 못한다. 복합체는 제한된 연신율과 주름이 쉽게 잡히는 경향이 있고 굽히는 경우에 몇몇 중요한 기하학적인 결점이 있다. 시트 금속에 비해 심재 재료가 약하므로, 몇 재료에서, 이를 결점은 총 사시의 큰 전단 변형을 가져올 수 있다. 여러 가지 복합체 (예를 들어, 샌드위치 또는 적층체)의 다른 가능한 약점은 흠이 생기기 쉽다는 것이다. 주름이 생기는 것은 심재의 낮은 항복 강도에 기인한 것이다.
- [0008] 김(Kim)(2003)은 자동차용으로 가능한 재료로서 몇몇 알루미늄/폴리프로필렌/알루미늄 샌드위치 시트의 성형성을 시험하였다. 이들의 분석은 몇 폴리프로필렌 심재가 샌드위치 시트에서 성형성을 개선한다는 것을 보여주었다.
- [0009] 섬유상을 도입하여 샌드위치 복합체의 중합체 심재를 변성하려는 노력은 일반적으로 신율을 제한하는 효과를 나타내게 되어 복합 재료의 연성을 감소시키게 된다. 따라서, 스템프 가능한 복합체에서 그러한 재료는 주목을 받지 못했다.
- [0010] 샌드위치 복합체의 용접을 향상시키는 기술은 일반적으로 상대적으로 다량의 전도성 충전제를 사용하여 샌드위치 복합체의 중합체 심재를 변성시키는 것에 관한 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0012] 따라서, 기존 재료에 비해 향상된 성형성을 갖는 경량 복합 재료가 필요하다. 즉, 저비용의 표준 시트 금속 성형 기술을 사용할 수 있는, 향상된 연성을 갖는 샌드위치 시트 또는 적층체가 필요하다.
- [0013] 또한, 용접을 자연시키지 않는 중합체 층을 갖는, 용접 가능한 경량 복합체가 필요하다. 복합체 부품을 다른 금속 함유 부품을, 특히 용접 (예를 들어, 점 용접과 같은 저항 용접 기술)에 의해 결합시킬 수 있는 것이 특히 바람직하다.
- [0014] 또, 외피 층(예를 들어, 장식 외피, 및/또는 접착제와 같은 다른 재료에 표면의 결합을 향상시키기 위한 기능성 코팅과 같은 기능성 외피)를 형성하도록 가공될 수 있는 경량 복합체가 필요하다.

### 과제의 해결 수단

- [0015] 상기 목적은 첫 번째 금속 층; 첫 번째 층 위에 위치한 중합체 층; 및 중합체 층에 분포된 금속 섬유를 포함하고; 중합체 층은 중합체를 함유하는 충전된 중합체 재료를 포함하고, 중합체는, 생성 복합재료가 (예를 들어, 공지의 저항 용접에 의해) 용접이 되도록, ASTM D638-08에 따라 측정된 약  $0.1\text{s}^{-1}$ 의 인장변형율에서 약 20% 이상의 파단시 신율을 가지거나, (예를 들어, 공지의 금속 스템프 조작에 의해 파열, 박리, 및/또는 분리되지 않도록) 약  $0.1\text{s}^{-1}$  이상의 변형율로 유연하게 변형되거나 둘 다인 것을 특징으로 하는 경량 복합체.
- [0016] 더욱 바람직하게, 중합체 층은 첫 번째 금속 층과 두 번째 금속 층 사이에 샌드위치된다.
- [0017] 본 발명은 또한 다음 특성들 중 하나 또는 이들의 조합에 의해 특정된다: 열가소성 중합체는 유리전이온도  $T_g$ 가  $80^\circ\text{C}$  이상이거나, 용점  $T_m$ 이  $80^\circ\text{C}$  이상; 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)대 금속 섬유의 비는 2.2:1 (바람직하게는 2.5:1 이상, 더욱 바람직하게는 3:1 이상); 복합체는 두 번째 금속 층을 포함하고, 중합체 층이 심재 층으로 첫 번째 금속 층과 두 번째 금속 층 사이에 위치; 열가소성 중합체는, 폴리프로필렌, 아세탈 공중합체, 폴리아미드, 폴리아미드 공중합체, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티

렌 공중합체 (즉, ABS), 폴리스티렌, 에틸렌 함량이 80% 이상인 에틸렌 공중합체, 및 이들의 혼합 또는 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택된 중합체를 포함; 열가소성 중합체는 결정화도 20% 내지 80%의 중합체를 포함; 충전된 열가소성 중합체는 항복 강도, Y, 및  $0.1\text{s}^{-1}$  의 변형율에서 측정한 변형경화율, G의 비율인 Y/G가 9 이하 (예를 들어, 3 이하); 충전된 열가소성 중합체는 변형경화율, G가 1MPa 이상; 충전된 열가소성 중합체는 항복 강도, Y가 120 MPa 이하; 인장 탄성율이 750 MPa 이상; 인장 강도가 25 MPa 이상이거나, 이들의 조합; 열가소성 중합체는 탄성체 변성된 중합체; 열가소성 중합체는 가소제를 포함하지 않고; 금속 섬유는 중합체 층 내에 균일하게 분포; 금속 섬유는 중합체 층 내에 선택적으로 위치; 금속 섬유는 중량평균 길이가 1mm 이상; 금속 섬유는 중량평균 직경이  $1.0\ \mu\text{m}$  내지  $50\mu\text{m}$ ; 충전체는 중량평균 입자 크기 0.10 mm 이하의 금속 입자를 더 포함; 충전체는 카본 블랙, 흑연, 인화철 또는 이들의 조합으로부터 선택된 충전체 입자를 더 포함하며, 충전체 입자는 심재 층의 전체 부피를 기준으로 5 부피 % 이하로 존재; 금속 섬유는 철, 마그네슘, 티타늄, 구리, 40 중량% 이상의 구리를 포함하는 합금, 40 중량% 이상의 철을 함유하는 합금, 40 중량% 이상의 알루미늄을 함유하는 합금, 40 중량% 이상의 티타늄을 함유하는 합금, 및 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택된 금속으로 형성된 하나 이상의 섬유; 금속 섬유 농도는 중합체 층의 전체 부피를 기준으로 20 부피 % 이하; 충전체는 스템핑 조작으로부터 회수된 재생 금속 입자 또는 재생 금속 섬유; 첫 번째 금속 층은 강, 고강도 강, 중강도 강, 초고강도 강, 티타늄, 알루미늄, 및 알루미늄 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 첫 번째 금속 재료를 포함; 두 번째 금속 층은 강, 고강도 강, 중강도 강, 초고강도 강, 티타늄, 알루미늄, 및 알루미늄 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 두 번째 금속 재료를 포함하고, 첫 번째 금속 재료와 두 번째 금속 재료는 동일한 금속 재료; 두 번째 금속 층은 강, 고강도 강, 중강도 강, 초고강도 강, 티타늄, 알루미늄, 및 알루미늄 합금으로 구성된 그룹으로부터 선택된 두 번째 금속 재료를 포함하고, 첫 번째 금속 재료와 두 번째 금속 재료는 다른 금속 재료; 복합체는 복수의 금속 층, 복수의 중합체 층, 또는 둘 다를 포함; 복합체는 두 중합체 층 사이에 놓여 진, 천공된 세 번째 금속 층을 포함; 복합체는 i) 에폭시를 포함하지 않거나, ii) 중합체 섬유를 포함하지 않거나, iii) 중합체 층과 첫 번째 금속 층 사이에 놓인 접착제 층을 포함하지 않거나, iv) (i) 내지 (iii) 중의 어느 조합; 복합체는 중합체 층과 첫 번째 금속 층 사이에 놓인 접착제 층을 포함하고, 접착제 층은 금속 섬유, 금속 입자, 금속 섬유, 카본 블랙, 흑연, 인화철, 또는 이들의 조합으로 구성된 그룹으로부터 선택된 전도성 충전체 입자 또는 둘 다를 포함; 또는 스템핑 조작에서 1.5 이상의 비율로 연신가능하다.

[0018] 또한 본 발명은 상기의 복합체의 제조방법에 관한 것으로, i) 금속 섬유 및 중합체를 넣어 첫 번째 금속 층에 부착되는 중합체 층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0019] 본 발명은 또한, 다음 특성을 중 하나 또는 이들의 조합에 의해 특징된다: 중합체 층은 첫 번째 금속 층에 직접 부착; 제조방법은 중합체 층을 첫 번째 금속 층에 가열 부착시키고, 중합체 층 및 첫 번째 금속 층을 가압하는 단계를 포함하고, 상기 가열 부착 단계는  $T_{\min}$  이상의 온도에서 중합체 층의 적어도 일부를 첫 번째 금속 층과 접촉시키고,  $10^{\circ}\text{C}/\text{분}$ 의 가열속도로 시차주사열량계로 측정했을 때  $T_{\min}$ 은 충전된 열가소성 재료의 하나 이상의 중합체의 최대 융점 및 최대 유리전이온도보다 높음; 제조방법은 두 번째 금속 층을 중합체 층에 부착하여, 중합체 층이 첫 번째 금속 층과 두 번째 금속 층 사이의 심재 층을 형성하도록 하는 단계를 더 포함; 제조방법은 금속 섬유와 하나 이상의 중합체를 포함하는 혼합물을  $T_{\min}$  이상의 온도에서 압출기에서 압출하는 단계를 더 포함; 금속 섬유 중 적어도 일부는 인발 단계에 의해 형성된 금속 섬유를 포함하는 미리 조합된 충전된 중합체 입자로서 압출기에 공급되고, 인발 단계는 다수의 금속 섬유 스트랜드를 하나 이상의 중합체로 코팅하고, 금속 섬유가 충전된 중합체 재료의 축 방향으로 배향하도록 코팅된 스트랜드를 세밀하여 금속 섬유를 포함하는 충전된 중합체 재료의 입자를 형성하고, 상기 금속 섬유의 농도는 충전된 중합체 재료 전체 부피에 대해 1 부피% 이상; 금속 섬유는 세밀된 금속 섬유; 금속 섬유는 세밀된 금속 섬유로 압출기의 하나 이상의 개구부로 공급; 제조방법은 복합 재료를 재활용 또는 재사용하는 단계를 포함; 첫 번째 및 두 번째 금속 층은 금속 호일의 롤로 제공되고, 상기 제조방법은, 충전된 열가소성 재료를  $T_{\min}$  이상의 온도에서 압출하고, 충전된 열가소성 재료를  $T_{\min}$  이하의 온도로 냉각하기 전에 첫 번째 및 두 번째 금속 층을 충전된 열가소성 재료의 표면에 대향하도록 접촉시키는 단계를 포함하는 연속공정이고, 가압 단계는 복합 재료를 하나 이상의 2중 반전 롤러 세트 사이로 통과시켜 두께를 2% 이상 감소시키는 단계를 포함; 제조방법은 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 적어도 부분적으로 스파이서를 두는 단계를 포함하고, 스파이서는  $T_{\min}$ 에서 고체; 스파이서의 첫 번째 부분은 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 위치하고 스파이서의 두 번째 부분은 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 위치하지 않으며, 스파이서의 두 번째 부분은 스파이서의 첫 번째 부분보다 두꺼움; 제조방법은 첫 번째 금속 층을 세정하는 단계를 더 포함; 심재 층은 전체 심재 층 부피에 대해 1 내지 30 부피 %의 금속 섬유를 포함; 심재 층은 전

체 심재 층 부피에 대해 5 내지 25 부피 %의 금속 섬유를 포함; 하나 이상의 중합체 대 금속 섬유의 부피 비는 2.2:1 이상; 충전된 열가소성 재료의 부피는 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이 공간의 90% 이상; 복합 재료는 AC 변조를 사용하는 두 판 사이의 전압강하에 의해 측정된 두께 방향의 저항이 10,000Ω · cm 이하; 혼합물은 재생된 금속 충전체 입자를 포함하고, 상기 제조방법은 스템핑 공정의 폐기물로부터 재생된 금속 충전체 입자를 중합체와 접촉시켜 혼합물을 형성하는 단계를 포함하고, 재생된 충전체 입자는 중량 평균 입자 직경이 0.10mm 이하이고 가로세로 비가 10 이하이며, 폐기물은 금속재료인 하나 이상의 폐기물 층과 열가소성 재료를 포함하는 하나 이상의 폐기물 층을 포함; 제조방법은 첫 번째 금속 층의 첫 번째 표면을 가로세로 비 10 이하의 금속 입자를 포함하는 프라이머, 가로세로비 10 이하의 금속 입자를 포함하는 접착 재료, 또는 둘 다로 코팅하는 단계를 더 포함; 첫 번째 금속 층의 첫 번째 표면은 프라이머, 접착재료 또는 둘 다를 포함하지 않음; 금속 섬유는 열가소성 재료에 불규칙하게 배열(예를 들어, 최고 농도를 갖는 심재 층의 면 방향으로 섬유의 부피 대 수직 방향으로 섬유의 부피 비율은 3:1 이하, 바람직하게는 2:1 이하); 제조방법은 금속 섬유와 다른 충전체 입자를 혼합하는 단계를 포함; 제조방법은 단계 금속 섬유의 스트랜드를 세절하여 세절된 섬유를 형성하고 세절된 섬유를 압출기로 공급하는 단계를 포함하고, 세절된 섬유를 용기에 넣는 단계를 포함하지 않음; 제조방법은 두 번째 금속 층의 첫 번째 표면을 두 번째 충전된 열가소성 재료의 첫 번째 표면에 부착하는 단계, 첫 번째 금속 층에 부착된 충전된 열가소성 재료의 두 번째 표면을 두 번째 금속 층에 부착된 충전된 열가소성 재료의 두 번째 표면에 접촉시켜, 두 충전된 열가소성 재료가 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 놓이도록 하는 단계, 및  $T_{min}$  보다 큰 온도를 갖는 충전된 열가소성 재료의 두 번째 표면을 가압하는 단계를 더 포함; 제조방법은 120°C 이상의  $T_{min}$ 에 의해 특정된다.

[0020] 본 발명은 또한, 상기의 복합재료를 스템핑하는 단계를 포함하는 복합체 부품의 성형 방법에 관한 것이다.

[0021] 본 발명은 또한, 다음 특성들 중 하나 또는 이들의 조합에 의해 특정된다: 복합체 재료의 하나 이상의 외부 표면을 코팅하는 단계를 더 포함; 복합 재료는 스템핑 단계에서 45°C 이하; 스템핑 단계는 복합 재료의 적어도 일부를 1.5 이상의 연신 비율로 연신하는 단계를 포함; 복합체 부품은 주름, 균열 및 흠이 없음; 복합체 부품의 표면은 등급 A; 성형 방법은 복합 재료를 하나 이상의 금속 함유 재료에 용접하는 단계를 포함하고, 상기 용접 단계는 저항 용접, 레이저 용접, 또는 전기 비임 용접; 용접 단계는 저항 용접 단계; 용접 단계는 i) 첫 번째 금속 층과 동일한 재료이고 복합 재료와 동일한 두께를 갖는 단일 금속 시트의 용접에 필요한 용접 전류보다 낮은 용접 전류를 추가의 금속 함유 재료에 사용하거나, ii) 첫 번째 금속 층과 동일한 재료이고 복합 재료와 동일한 두께를 갖는 단일 금속 시트의 용접에 필요한 용접 사이클을 수보다 적은 수의 용접 사이클을 추가의 금속 함유 재료에 사용하거나, 또는 iii) (i) 및 (ii)를 둘 다 사용; 복합체 부품은 범퍼, 휠 하우스 외장, 웬더 외장, 후드 외장, 앞문 외장, 뒷문 외장, 트렁크 덮개 외장, 내리닫이문 외장, 뒷좌석 패널, 뒷 선반 패널, 거치대, 뒷칸 팬, 여분의 타이어를 수납하기 위한 부품, 승차를 위한 부품, 지붕 외장, 바닥 팬, 차체 측면, 또는 이들의 조합에서 선택된 자동차 부품.

[0022] 본 발명은 또한, 상기의 경량 복합 재료를 이용한, 자동차 패널, 트렁크 패널, 버스 패널, 용기, 기차 패널, 제트기 패널, 자전거 튜브, 오토바이 패널, 트레일러 패널, 레저 차량 패널, 또는 설상차 패널에 관한 것이다.

[0023] 본 발명은 또한, i) 첫 번째 금속을 가지는 첫 번째 금속 층; ii) 두 번째 금속을 가지는 두 번째 금속 층; 여기에서 첫 번째 금속 층은 두 번째 금속 층과 접촉하여 용접되며, 접촉하여 용접되는 영역은 용접 구역으로 정해지고, 첫 번째 금속 및 두 번째 금속은 같거나 다르며; 및 iii) 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 위치한, 적어도 부분적으로 용접 구역을 둘러싸고 첫 번째, 두 번째, 또는 두 금속 층에 용접 이음에 부착되는 금속 링, 여기에서 금속 링은 첫 번째 금속 및 두 번째 금속과 다른 금속, 을 포함하는 용접 이음에 관한 것이다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명의 경량 복합 재료는 기존 재료에 비해 향상된 성형성을 갖는다. 즉, 저비용의 표준 시트 금속 성형 기술을 사용할 수 있는, 향상된 연성을 갖는다.

[0025] 또한, 용접을 지연시키지 않는 중합체 층을 갖는, 용접가능한 경량 복합체를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1a는 중합체 층 및 금속 층을 갖는 복합 재료를 도시한 것이다.

도 1b는 두 금속 층 사이에 놓인 중합체를 갖는 복합 재료를 도시한 것이다.

도 2는 연속상의 중합체 매트릭스에 분포된 본 발명의 마이크로구조의 일례를 도시한 것이다.

도 3a는 복합 재료와 시트 금속 사이 용접 부근 단면의 현미경사진.

도 3b는 복합 재료와 시트 금속 사이 용접 부근 단면의 현미경사진

도 3c는 금속 섬유를 포함하는 중합체 재료의 현미경사진.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028]

일반적으로, 본 발명에서 재료는 충전된 중합체 재료, 특히 중합체 매트릭스에 분포된 금속 섬유 상을 포함한다. 일반적으로, 복합 재료는 두 층 이상이고, 그 중 하나는 상기의 충전된 (예를 들어, 섬유 충전) 중합체 재료 (예를 들어, 섬유 충전 중합체 층)이다. 특히, 본 발명의 재료는 샌드위치 구조의 복합체를 포함하고, 여기에서 섬유 충전 중합체 층은 둘 이상의 다른 층 사이에 샌드위치 된다. 본 발명의 재료는 또한 샌드위치 전 구체, 예를 들어, 첫 번째 층이 충전된 중합체 층에 부착되어 충전된 중합체 층이 노출된 외부 표면을 갖는 구조를 포함한다. 두 번째 층이 연속적으로 충전된 중합체 층에 부착될 수 있다. 본 발명은 또한 본 발명의 충전된 중합체 재료를 포함하는 원료 조성물 (예를 들어, 펠렛, 시트, 또는 다른 형태)을 포함한다. 상기에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 재료는 독특하고 놀아운 성질의 조합을 나타내어 변형 조작 (예를 들어, 스템핑과 같은 비교적 높은 변형율의 성형 공정), 용접 공정, 또는 둘 다에 적합하다. 즉, 충전된 중합체 층은 여러 상을 갖도록 디자인된다. 하나 이상의 상 (예를 들어, 충전체)은 전도성 유동 경로를 제공하여, 가소성 변형가능하고, 가소성 변형을 유도하는 변형 경화될 수 있다. 또한, 중합체 상은 용접 및/또는 변형(예를 들어, 스템핑과 같은 성형)을 위한 복합 재료로 가공되는 다른 재료(예를 들어, 스틸 시트와 같은 금속 층)에 부착되어 복합체로부터 탈리되지 않는다. 중합체 상은 또한 코팅 조작하에서(예를 들어, 시트 금속의 코팅 공정에 일반적인, 내부식성을 부여하기 위한 정전 코팅 조(bath) 또는 다른 조(bath)에서) 분해에 견딜 수 있다.

[0029]

본 발명은 재료를 독특하게 조합하여 복합체, 특히 적층체 복합체를 만든다. 적층체는 시트 금속 (예를 들어, 스테인레스 및 또는 저탄소강)과 같은 공기 기술의 시트 재료와 유사한 방법으로 연신(예를 들어, 디프 드로잉 (deep drawing))되거나, 용접되거나, 또는 둘 다 될 수 있다. 일반적으로, 본 발명은 여러 상의 복합 재료를 사용하여 연신성, 용접성 또는 둘 다를 부여한다. 또한, 적층체를 생성하는 재료는 공기 기술의 벽 구조체와 유사한 방법으로 가공되어 장식 또는 기능성 표면 처리(예를 들어, 코팅, 도금 또는 다른 처리)될 수 있다.

[0030]

예를 들어, 특히 바람직한 재료의 조합은 심재 측면에 배치되는 두 층을 포함하는 것이고, 바람직하게는 충전된 중합체 재료를 포함하는 것이다. 충전된 중합체 재료는 바람직하게는 하나 이상의 중합체를 포함하고, 중합체는 열가소성 중합체를 포함하거나 열가소성 중합체로 구성되거나, 그렇지 않으면 일반적으로 열가소성 중합체로 가공가능한 것이다. 충전된 중합체 재료는 바람직하게는 충전체 상을 포함하고, 바람직하게는 충전체를 갖는 상은 섬유 상을 포함하거나 섬유 상으로 구성되며, 그 섬유 상은 특히 연신된 금속 섬유 상과 같은 연신된 섬유 상이다. 그러한 섬유 상은 중합체 자체가 일반적으로 전도성이 아니어도 적어도 일부의 충전된 중합체 재료를 따라 전기전도성 네트워크가 실현되기에 충분한 부피로 위치하거나 분포된다 (예를 들어, 둘러싸거나, 꼬거나, 가지런히 배치하거나, 얹거나, 또는 이들의 조합이다). 특히 바람직한 연신된 섬유 상은 또한 그 자체로 연신성(개별적인 섬유이거나 또는 전체 둉어리로)을 나타내고 변형 경화가능한 것이다.

[0031]

본 발명에서 "층"은 명확하게 분리된 재료 조각일 필요는 없다. 예를 들어, 단일재료로 된 시트를 접어서 두 개의 층이 되고 충전된 중합체 재료가 그사이에 위치하는 경우 공통의 모서리를 가지더라도 적층된 복합체는 본 발명의 범위 내에 속한다.

[0032]

본 발명의 복합 재료는 하나 이상의 층 (예를 들어, 금속 층) 및 하나 이상의 중합체 층을 포함하는 비유사한 재료를 결합시켜 형성되고, 복합체는 성형된 패널로 (예를 들어, 재료의 플라스틱 변형을 일으키는 (예를 들어, 비교적 빠른 속도로) 응력을 가하는 스템핑 또는 프레스 기계 상에서 냉각 성형할 수 있는 다른 조작에 의해) 성형가능하다. 복합 재료는 복합체 적층체이고, 하나의 금속 층과 하나의 중합체 층을 포함하거나, 하나 이상의 다른 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 적층체는 두 개의 중합체 층 사이에 놓인 금속 층을 포함하거나, 또는 둘 이상의 대량 금속 사이에 샌드위치 된 중합체 층을 포함할 수 있다. 특히 바람직한 것은 후자의 것으로, 전자는 후자의 구조를 형성하기 위한 전구체로 사용될 수 있다. 샌드위치 구조를 형성하는 방법은 층을 전구체에 적용하여 샌드위치 구조를 형성하거나, 첫 번째 전구체를 두 번째 전구체에 적용하여 샌드위치 구조를 형성하는 방법이 있다.

[0033]

금속 층 14 및 중합체 층 16을 가지는 복합체 적층체 10의 일례가 도 1a에 도시되어 있다. 샌드위치 12는 첫 번

째 금속 층 14, 두 번째 금속 층 14' 및 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 놓인 중합체 층 16 (예를 들어, 중합체 심재 층)을 포함할 수 있고, 도 1b에 도시되어 있다.

[0034] 도 1a 및 1b에서, 중합체 층 16은 하나 이상의 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 18 및 섬유 20을 포함한다. 중합체 층 16 및 첫 번째 금속 층 14은 공통의 표면 22를 가질 수 있다. 도 1a 및 1b에 도시된 바와 같이, 몇몇 또는 모든 섬유는 중합체 층의 표면에 대향하여 중합체 층의 표면으로부터 연장되는 방향과 길이를 갖는다. 그러나, 섬유의 길이 및 방향이 다른 것 또한 본 발명의 범위 내에 드는 것이다. 예를 들어, 중합체 층의 두 대향 면 사이에 연장된 금속 섬유 부분은 20% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 또는 1% 이하이다.

[0035] 상기한 바와 같이, 복합체, 다수 적층된 구조 외에도, 본 발명은 전구체 중합체 층 시트 재료(즉, 단일 층의 중합체 층)를 포함하고, 이 재료는 열가소성 중합체와 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)를 포함할 수 있고, 나중에 금속 층 사이에 샌드위치 될 수 있다.

[0036] 본 발명은 또한 중합체 및 섬유를 포함하는 전구체 중합체 원료 물질을 포함한다. 그러한 중합체 원료 물질은 성형 (예를 들어, 압축 또는 압출)되어 중합체 층 (예를 들어, 시트)을 형성하고, 단일 재료로 사용되거나 또는 하나 이상의 다른 재료 (예를 들어, 하나 이상의 다른 중합체)와 함께 사용된다. 전구체 중합체 원료 물질은 복합 재료의 중합체 층 성분의 일부 또는 전부를 포함한다. 바람직하게는, 전구체 중합체 원료 물질은 중합체 층에 사용되는 모든 섬유를 포함한다.

[0037] 사용 시에, 복합체는 (예를 들어, 스템핑과 같은 성형에 의해) 변형되거나, 다른 구조체(예를 들어, 철강 또는 다른 복합 재료)에 부착될 수 있다. 바람직한 방법은 본 발명의 복합체를 다른 구조체에 용접시키는 것이다. 성형된 패널은 필요한 경우, 용접이 아닌, 접착제나 납땜 등에 의해 다른 부품에 결합될 수 있다. 두 경우 모두, 복합 재료 (예를 들어, 적층체 또는 샌드위치 시트)는 저-비용 스템핑에 의해 성형가능하고 여전히 종래 기술과 같은 제한에서 자유로울 수 있다. 본 발명의 복합 재료의 특성으로 인해 일반적인 금속 시트, 예를 들어 수송, 특히 자동차 산업에서 본체 패널로 사용될 수 있다.

[0038] 본 발명은 특정 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 및 금속 섬유를 선별하고, 금속 섬유 및 임의의 입자, 그리고 다른 층전체를, 중합체 매트릭스에 삽입하여 저-비용 스템핑 조작으로 성형가능한 신규의 복합 재료 (예를 들어 샌드위치 또는 적층체 구조)를 만드는 것을 포함한다. 스템핑 가능한 샌드위치는 일반적인 용접, 예를 들어 저항 용접 (예를 들어, 점 용접, 시임 용접, 플래쉬 용접, 프로젝션 용접, 또는 업셋 용접), 에너지 비임 용접 (예를 들어, 레이저 비임, 전자 비임, 레이저 하이브리드 용접), 가스 용접 (예를 들어, 산화아세틸렌과 같은 가스를 이용하는 가스 용접), 아크 용접 (예를 들어, 가스 금속 아크 용접, 금속 불활성 가스 용접, 또는 차폐된 금속 아크 용접)에 의해 결합될 수 있다. 바람직한 결합 기술은 고속 용접, 예를 들어 저항 점 용접 및 레이저 용접이다.

[0039] 성형가능한/스템핑 가능한 재료의 시험 방법, 시험 항목, 성형 가공의 상세한 내용 등 다양한 내용은 하기 문헌에 게시되어 있다.:

[0040] M. Weiss, M. E. Dingle, B. F. Rolfe, and P. D. Hodgson, "The Influence of Temperature on the Forming Behavior of Metal/Polymer Laminates in Sheet Metal Forming", Journal of Engineering Materials and Technology, October 2007, Volume 129, Issue 4, pp. 530- 537.

[0041] D. Mohr and G. Straza, "Development of Formable All-Metal Sandwich Sheet for Automotive Applications", Advanced Engineering Materials, Volume 7 No. 4, 2005, pp. 243.246.

[0042] J. K. Kim and T. X. Yu, "Forming And Failure Behaviour Of Coated, Laminated And Sandwitched Sheet Metals: A Review", Journal of Materials Processing Technology, Volume 63, No1-3, 1997, pp. 33-42.

[0043] K.J. Kim, D. Kim, S.H. Choi, K. Chung, K.S. Shin, F. Barlat, K.H. Oh, J.R. Youn, "Formability of AA5182/Polypropylene/AA5182 Sandwich Sheet", Journal of Materials Processing Technology, Volume 139, Number 1, 20 August 2003 , pp. 1-7.

[0044] revor William Clyne and Athina Markaki U.S. Patent Number 6,764,772 (filed Oct 31, 2001, issued Jul 20, 2004).

[0045] rank Gissinger and Thierry Gheysens, U.S. Patent Number 5,347,099, Filed Mar 4, 1993, Issued Sep 13, 1994, "Method And Device For The Electric Welding Sheet Of Multilayer Structure".

- [0046] Straza George C P, International Patent Application Publication (PCT): WO2007062061, "Formed Metal Core Sandwich Structure And Method And System For Making Same", Publication date: May 31, 2007.
- [0047] Haward R. N., Strain Hardening of Thermoplastics, Macromolecules 1993, 26, 5860- 5869. MATERIALS
- [0048] 예를 들어, 섬유성 충전제를 중합체 층에 사용하면 복합체 제조를 용이하게 할 수 있는 정점이 있다. 재료의 선택과 조합으로 인해 공지의 금속 구조물(예를 들어, 시트 금속)에 비해 단위 부피당 더 적은 양의 금속을 사용하면서도 그에 비견할만한 성질과 특성을 나타낼 수 있다. 그러한 재료의 조합에서 예견되는 문제점은 당업자가 회피할 수 있다. 즉, 재료의 특성은 예견되어 회피가 가능한 것이거나, 생성 복합체에 유용하게 사용할 수 있는 것이다.
- [0049] 따라서, 생성되는 적층체는 현존 재료를 대체하는 강력한 후보 재료가 될 수 있다. 예를 들어, 이들은 설비에 대한 특별한 투자나 가공 조건의 변경 없이도 강판 시트를 대체할 수 있다.
- [0050] 중합체 층
- [0052] 중합체 층은 일반적으로 충전된 중합체, (예를 들어, 금속섬유와 같은 강화섬유로 충전된 열가소성 중합체)를 포함할 수 있다.
- [0053] 중합체 층에 사용되는 충전된 중합체 재료는 바람직하게는, 일반적으로 비교적 단단한 것이다(즉, 비교적 높은 강성, 예를 들어, -40°C 내지 50°C 범위의 온도에 걸쳐 ASTM D 1043-02에 따라 측정한 걸보기 강성을 200 MPa 이상).
- [0054] 재료의 강성은 충분히 높아서 얇고 부드러운 금속 시트(즉, 금속층)과 같은, 그것이 위치하는 사이의 어느 층을 충분히 지지할 수 있다. 그 결과 복합 재료는 휘거나 치지지 않고 자체적으로 지지가능하다(예를 들어, 0.5 내지 2 mm의 두께를 갖는 10 cm x 10 cm 시트의 복합 재료는, 일 센티미터 깊이의 모서리를 따라 물려서 자유 단부를 갖는 캔틸레버를 형성하는 경우, 대향하는 물려진 단부는 자유단부에 의해 5 mm 이하의 처짐을 나타낸다). 따라서, 생성 복합체는 충분히 강성을 가진다 되어 비교적 낮은 충격력에서 흠이 생기는 것과 같은 변형에 내성을 가지게 된다. 그러나, 파쇄 충격 부하가 부가되는 경우에는 가소성 (시트 금속과 유사) 변형된다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 이소탁틱 폴리프로필렌, 나일론 6, 충전제(충전된 중합체 재료에 사용된 재료와 동일한 충전제, 단 금속 섬유나 본 발명에 기재된 충전제는 없는)가 없는 중합체, 또는 이들의 조합보다 큰 강성을 (ASTM D 1043-02에 따라 측정했을 때)을 갖는다. 바람직하게는 충전제(충전된 중합체 재료에 사용된 재료와 동일한 충전제, 단 금속 섬유나 본 발명에 기재된 충전제는 없는)가 없는 중합체보다 강성을 110% 이상, 더욱 바람직하게는 125% 이상, 가장 바람직하게는 150% 이상 크다. 충전된 중합체 재료의 강성을 200 MPa 이상, 바람직하게는 400 MPa 이상, 더욱 바람직하게는 800 MPa 이상, 더 바람직하게는 1500 MPa 이상, 가장 바람직하게는 2500 MPa 이상이다.
- [0055] 바람직하게, 충전된 중합체 재료의 적어도 일부의 중합체는 열가소성이나, 열경화성 중합체, 특히 열가소성으로 가공가능하나 경화되어있는 열경화성 중합체 를 포함할 수도 있다. 바람직하게는, 충전된 중합체 재료에 사용되는 중합체 중량의 50% 이상 (더욱 바람직하게는 60%, 70%, 80%, 90% 또는 95% 이상, 100% 미만)이 열가소성 중합체이다.
- [0056] 충전된 중합체 재료는 비교적 강한 중합체 재료이다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 비교적 높은 인장 강도 (공칭 변형율  $0.1 \text{ s}^{-1}$  에서 ASTM D638-08에 따라 측정했을 때)를 갖는다. 충전된 중합체 재료의 인장 강도는 충전제(충전된 중합체 재료에 사용된 재료와 동일한 충전제, 단 금속 섬유나 본 발명에 기재된 충전제는 없는)가 없는 중합체의 인장강도보다 크다. 바람직하게는 인장 강도는 충전제(충전된 중합체 재료에 사용된 재료와 동일한 충전제, 단 금속 섬유나 본 발명에 기재된 충전제는 없는)가 없는 중합체의 인장 강도보다 110% 이상, 더욱 바람직하게는 125% 이상, 가장 바람직하게는 150% 이상 크다. 충전된 중합체 재료의 인장 강도는 10 MPa 이상, 바람직하게는 30 MPa 이상, 더욱 바람직하게는 60 MPa 이상, 특히 바람직하게는 90 MPa 이상, 가장 바람직하게는 110 MPa 이상이다.
- [0057] 충전된 중합체 재료는 또한 비교적 높은 파단시 연신율을 갖는다. 예를 들어 충전된 중합체 재료는 ASTM D638-08에 따라 공칭 변형율  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정했을 경우 50% 이상, 바람직하게는 80% 이상, 가장 바람직하게는 120% 이상의 파단시 연신율을 갖는다.
- [0058] 충전된 중합체 재료는 비교적 높은 변형 경화 성질을 갖는다(예를 들어, Y/G 비율은 9 이하, 더욱 바람직하게는

3 이하, 여기에서 Y는 항복강도이고 G는 변형경화율).

[0059] 충전된 중합체 재료는 전기전도성을 가져서 (예를 들어, 충전된 중합체 재료가 전기 전도체일 수 있다), 복합 재료가 시트 금속과 같은 다른 재료에 용접될 수 있고 충전된 중합체를 통해 전도성 경로가 제공될 수 있다. 중합체 심재의 전기전도성은 중합체에 분산된 금속 섬유 및 임의의 금속 또는 카본 블랙 입자에 의해 얻어질 수 있고, 분산되는 양은 삼투 농도 (즉, 연속 망에서 최소 농도 또는 금속 사이에 전도성 경로가 형성되는 최소 농도)이다. 바람직한 예에서, 그 농도는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 3-33 부피% (예를 들어, 5-33%, 10-30%, 또는 3-12%)이다. 물론, 더 높은 농도를 사용할 수도 있다. 복합 재료는 공지의 용접 스케줄에 의해 또는 다섯 개 이하의 추가 용접 사이클 및/또는 50% 이하의 용접 전류 증가, 및/또는 50% 이하의 용접 압력 증가로 가지고 용접될 수 있다. 본 발명의 복합 재료는 복합체에 사용되는 금속과 동일한 금속으로 구성되고 동일한 두께를 갖는 단일 금속시트에 좋은 용접을 얻기 위해 필요한 용접 사이클 및 용접 전류에 비해 예상보다 적은 용접 사이클 (예를 들어, 25% 이상 적은 용접 사이클), 및/또는 더 낮은 용접 전류 (예를 들어, 20% 이상 낮은 전류)로 우수한 용접을 얻을 수 있다.

[0060] 그러한 용접 조건은 빠르고 에너지 소모가 적은 보다 경제적인 용접 스케줄을 가능하게 한다.

[0061] 충전된 중합체 재료는 바람직하게는 경량이고 실온에서 금속 층의 금속(완전히 치밀하다고 가정할 때)보다 낮은 밀도(ASTM D792-00에 의해 측정했을 때)를 갖는다. 충전된 중합체 재료는 금속 층의 금속의 밀도보다 75%이하, 바람직하게는 60% 이하, 더욱 바람직하게는 40% 이하, 가장 바람직하게는 33% 이하의 밀도를 갖는다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료(예를 들어, 강철 섬유와 같은 금속 섬유를 포함)는 4g/cm<sup>3</sup> 이하, 바람직하게는 3g/cm<sup>3</sup> 이하( 예를 들어, 1,2 내지 2.8g/cm<sup>3</sup>, 더욱 바람직하게는 1,3 내지 2.6g/cm<sup>3</sup>)의 밀도를 갖는다.

[0062] 충전된 중합체 재료(예를 들어 충전된 중합체 재료의 중합체)는 하나 이상의 첨가제, 예를 들어 산화방지제, 안정제, 윤활제, 블럭화 방지제, 대전방지제, 커플링제 (예를 들어, 충전제를 위한), 기포제, 안료, 방염제, 및 중합체 배합 기술에서 알려진 다른 가공 보조제를 포함할 수 있다. 적합한 방염제는 할로겐을 포함할 수도 있고 포함하지 않을 수도 있다. 방염제는 또한 산화안티몬과 같은 안티몬 함유 화합물일 수 있다. 방염제로는 염소 함유 방염제, 불소 함유 방염제, 질소 함유 방염제 (예를 들어, 멜라민 시아누레이트), 인 함유 방염제 (예를 들어 인산염, 유기 인산염, 포스핀산염, 및 유기 포스파이트), 멜라민과 인산 또는 축합된 인산과의 축합물(예를 들어 멜라민 포스페이트, 멜람 폴리포스페이트, 멜론 폴리포스페이트 및 멜렘 폴리포스페이트), 수산화 마그네슘(Mg(OH)<sub>2</sub>) 알루미늄 트리하이드레이트(Al(OH)<sub>3</sub>), 및 이들의 조합이 있다. 할로겐화된 방염제는 화합물로는 미국 특허 제 3,784,509 호(Dotson et. al., January 8, 1974, 참조. 예를 들어 단락 1의 59 번째 줄 내지 단락 4의 64 번째 줄에 기재된 치환된 이미드), 제 3,868,388 호 (Dotson et al. February 25, 1975, 참조. 예를 들어 단락 1의 23 번째 줄 내지 단락 3의 39 번째 줄에 기재된 할로겐화된 비스이미드); 제 3,903,109 호 (Dotson et al. September 2, 1975, 참조. 예를 들어 예를 들어 단락 1의 46 번째 줄 내지 단락 4의 50 번째 줄에 기재된 치환된 이미드); 제 3,915,930 호(Dotson et al. October 28, 1975, 참조. 예를 들어 단락 1의 27 번째 줄 내지 단락 3의 40 번째 줄에 기재된 할로겐화된 비스이미드); 및 제 3,953,397 호(Dotson et al. April 27, 1976, 참조. 예를 들어 단락 1의 4 번째 줄 내지 단락 2의 28 번째 줄에 기재된 브롬화된 이미드와 벤조일 클로라이드의 반응생성물), 등이 있다. 사용되는 경우 하나 이상의 첨가제의 양은 중합체 및 첨가제 전체 중량을 기준으로 30 중량% 이하, 바람직하게는 20 중량% 이하, 보다 바람직하게는 10 중량% 이하이다.

[0063] 충전된 중합체 재료는 가소제나 (예를 들어, 저항 용접 공정 중에) 휘발가능한 비교적 저분자량의 재료를 포함하지 않을 수 있다. 사용되는 경우에는, 가소제나 다른 비교적 저분자량 재료의 양은 (예를 들어, 충전된 중합체 재료가 금속층으로부터 탈리되지 않도록) 충전된 중합체 재료 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 3 중량% 이하, 보다 바람직하게는 0.5 중량%, 가장 바람직하게는 0.1 중량%이다.

[0064] 본 발명은 재료를 선택하고 충전된 중합체 재료가 금속층으로부터 탈리되지 않도록(예를 들어, 탈리는 충전된 중합체 재료와 금속 층 사이의 증기압이 탈리를 일으키기에 충분한 경우 생긴다) 가공하는 단계를 포함한다.

[0065]

[0066] 중합체

[0067] 본 발명에서 사용되는 중합체, 충전된 중합체 재료로 사용되는 중합체는 바람직하게는 열가소성 중합체로서 50 °C 이상, 80°C 이상, 바람직하게는 100°C 이상, 더욱 바람직하게는 120°C, 특히 바람직하게는 160°C 이상, 더욱 바람직하게는 180°C, 가장 바람직하게는 205°C 이상의 퍼크 용접 (ASTM D3418-08에 따라 측정했을 때) 또는 유리전이온도 (ASTM D3418-08에 따라 측정했을 때)를 갖는 것이 바람직하다. 열가소성 중합체는 300°C이하, 250°C

이하, 150°C 이하, 혹은 100°C 이하의 피크 융점 또는 유리전이온도, 또는 그 둘 다를 가질 수 있다.

[0068] 중합체는 실온에서 적어도 부분적으로 결정성이거나 실질적으로 완전히 유리질이다. 적합한 중합체(예를 들어, 적합한 열가소성 중합체)는 하나 또는 그 이상의 하기 인장 성질(공칭 변형율  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 ASTM D638-08에 의해 측정)을 갖는다: 인장 탄성율(예를 들어, 탄성계수(Young's modulus) 30 MPa 이상, (예를 들어, 750 MPa 이상, 또는 950 MPa 이상); 공칭 인장 강도(즉,  $\sigma_e$ ), 진 인장 강도(즉,  $\sigma_t$ , 여기서  $\sigma_t = (1 + \varepsilon_e) \sigma_e$ ,  $\varepsilon_e$ 는 공칭 변형), 또는 둘 다가 8 MPa 이상(예를 들어, 25 MPa 이상, 60 MPa 이상, 또는 80 MPa 이상); 파단시 폴라스틱 연신율 20% 이상(예를 들어, 50% 이상, 90% 이상, 또는 300% 이상).

[0069] 특히 언급하지 않는 한, 인장 강도는 공칭 인장 강도를 의미한다.

[0070] 중합체는 바람직하게는 인장 진강도(St) 곡선과  $(L^2 - 1/L)$  형태의 중합체 중합체 연신율의 유도식을 갖는 변형 경화 성질을 가진다. 여기서 L은 연신 비율, 즉, 장력하에서 처음 길이와 최종 길이 사이의 비율이다(Haward R. N., 변형 경화 of Thermoplastics, Macromolecules 1993, 26, 5860-5869). 곡선은 식에 의해 맞게 된다:

$$S_t = Y + G(L^2 - 1/L) \quad (\text{식 } 1)$$

[0072] 여기에서 Y는 항복강도이고 G는 변형경화율이다.

[0073] 충전된 중합체 재료에 적합한 중합체 층(예를 들어, 샌드위치 복합체의 심재 층과 같은 중합체 층)은 비교적 높은 변형경화율, 비교적 낮은 항복 강도, 또는 둘 다를 갖는다. 중합체의 변형경화율은 1 MPa 이상, 바람직하게는 2 MPa 이상, 보다 바람직하게는 4 MPa 이상, 가장 바람직하게는 10 MPa 이상이다. 항복강도는 120 MPa 이하, 바람직하게는 80 MPa 이하, 보다 바람직하게는 30 MPa 이하이다. Y/G 비율은 9 이하, 바람직하게는 3 이하, 보다 바람직하게는 2 이하이다.

[0074] 중합체 층에 적합한 열가소성 중합체의 예로는 폴리올레핀(예를 들어 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌), 아세탈 공중합체, 폴리아미드, 폴리아미드 공중합체, 폴리아미드, 폴리에스테르(예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리부틸렌 테레프탈레이트), 폴리카보네이트, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체, 폴리스티렌, 80% 이상의 에틸렌을 함유하는 에틸렌 공중합체, 이들 중합체의 공중합체, 이들 중합체의 혼합물, 또는 이들의 조합이 있다.

[0075] 바람직한 폴리올레핀으로는 폴리프로필렌 단일 중합체(예를 들어, 이소탁티 폴리프로필렌 단일 중합체), 폴리프로필렌 공중합체(예를 들어, 랜덤 폴리프로필렌 공중합체, 임팩트 폴리프로필렌 공중합체, 또는 이소탁티 폴리프로필렌을 포함하는 다른 폴리프로필렌 공중합체), 폴리에틸렌 단일 중합체(예를 들어, 고밀도 폴리에틸렌, 또는 0.94 g/cm<sup>3</sup> 이상의 밀도를 갖는 다른 폴리에틸렌), 폴리에틸렌 공중합체(예를 들어, 80% 이상의 에틸렌을 포함하는), 이들 중합체의 혼합물, 또는 이들의 조합이 있다. 폴리프로필렌 단일 중합체 및 폴리프로필렌 공중합체는 실질적으로 아탁티 폴리프로필렌을 포함하지 않을 수 있다. 만약 존재하는 경우, 폴리프로필렌 중의 아탁티 폴리프로필렌의 농도는 바람직하게는 10 중량% 이하이다. 적절한 폴리프로필렌 공중합체 및 폴리에틸렌 공중합체는 실질적으로(예를 들어, 98 중량% 이상), 또는 완전히 하나 이상의 알파 올레핀으로 구성되는 공중합체이다. 다른 폴리프로필렌 공중합체 및 폴리에틸렌 공중합체로는 아크릴레이트, 비닐 아세테이트, 아크릴산, 또는 이들의 조합으로 구성된 그룹에서 선택된 공단량체를 하나 이상 포함하는 공중합체가 있다. 공단량체의 농도는 공중합체 전체의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 바람직하게는 20 중량% 이하, 보다 바람직하게는 15 중량% 이하이다. 폴리에틸렌 공중합체의 예로는 에틸렌-비닐 아세테이트 공중합체(즉, "EVA", 예를 들어 20 중량% 이하의 비닐 아세테이트 함유), 에틸렌-메틸 아크릴레이트 공중합체(즉, EMA), 에틸렌-메타크릴산 공중합체, 또는 이들의 조합이 있다.

[0076] 적절한 폴리아미드는 디아민과 이가산의 반응 생성물, 및 단원적 폴리아미드가 있다. 디아민과 이가산으로부터 생성되는 폴리아미드의 예로는 아디프산 또는 테레프탈산과 디아민의 반응생성물을 포함하는 폴리아미드(예를 들어, 나일론)이 있다. 단원적 폴리아미드로는 나일론 6, 및 폴리(p-벤즈아미드)가 있다. 본 발명에 사용할 수 있는 나일론으로는 나일론 3, 나일론 4, 나일론 5, 나일론 6, 나일론 6T, 나일론 66, 나일론 6/66, 나일론 6/66/610, 나일론 610, 나일론 612, 나일론 69, 나일론 7, 나일론 77, 나일론 8, 나일론 9, 나일론 10, 나일론 11, 나일론 12, 및 나일론 91이 있다. 상기의 폴리아미드를 포함하는 공중합체 또한 사용할 수 있다. 폴리아미드 공중합체는 폴리에테르를 포함할 수 있다. 폴리아미드 공중합체는 랜덤 공중합체, 블럭 공중합체, 또는 이들의 조합일 수 있다. 폴리아미드 공중합체로 사용가능한 폴리에테르는 글리콜을 포함한다. 글리콜의 예로는 프로필렌 글리콜, 에틸렌 글리콜, 테트라메틸렌글리콜, 부틸렌 글리콜, 또는 이들의 조합이 있다. 폴리아미드 공중

합체는 다수의 폴리아미드를 포함할 수 있다. 폴리아미드 공중합체는 예를 들어 폴리아미드 6 및 폴리아미드 66를 포함하는 폴리아미드 6/66일 수 있다. 적합한 폴리아미드 6/66 공중합체는 중합체 전체 중량을 기준으로 50 중량% 이하의 폴리아미드 66를 포함한다.

[0077] 열가소성 중합체는 바람직하게는 비교적 긴 사슬의 중합체, 예를 들어 중량 평균 분자량 20,000 이상, 바람직하게는 60,000 이상, 가장 바람직하게는 140,000 이상인 것이다.

[0078] 중합체는 가소화되거나, 가소화되지 않거나, 탄성체 변성되거나, 탄성체가 없을 수도 있다. 반-결정성 중합체는 10 중량% 이상, 보다 바람직하게는 20 중량% 이상, 보다 바람직하게는 35 중량% 이상, 보다 바람직하게는 45 중량% 이상, 가장 바람직하게는 55 중량% 이상의 결정화도를 갖는다.

[0079] 반-결정성 중합체는 90 중량% 이하, 바람직하게는 85 중량% 이하, 보다 바람직하게는 80 중량% 이하, 가장 바람직하게는 68 중량% 이하의 결정화도를 갖는다. 열가소성 중합체의 결정성은 시차주사열량계를 사용하여 용융열을 측정하여 특정 중합체에 대한 공지기술의 용융열과 비교하여 정한다.

[0080] 충전된 중합체 재료의 중합체는 또한 10 중량% 이하의 그래프트된 중합체 (예를 들어, 이소탁틱 폴리프로필렌 단일중합체 또는 공중합체와 같은 그래프트된 폴리올레핀)를 포함할 수 있고, 이 그래프트된 중합체는 말레인산 무수물과 같은 극성 분자에 그래프트된 것이다.

[0081] 열가소성 중합체는 비정질 중합체 (예를 들어, 10°C/분의 속도에서 시차주사열량계로 측정했을 때 10 중량% 이하, 바람직하게는 5 중량% 이하, 가장 바람직하게는 1 중량% 이하의 결정화도를 갖는 중합체)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 열가소성 중합체는 약 1 Hz의 속도로 동적기계 분석기로 측정했을 때 유리전이온도 50°C 이상, 바람직하게는 120°C 이상, 보다 바람직하게는 160°C 이상, 더욱 바람직하게는 180°C 이상, 가장 바람직하게는 205°C 이상의 비정질 중합체를 포함할 수 있다. 비정질 중합체의 예로는 폴리스티렌 함유 중합체, 폴리카보네이트 함유 중합체, 아크릴로니트릴 함유 중합체, 및 이들의 조합이 있다.

[0082] 폴리스티렌 함유 중합체의 예로는 폴리스티렌 단일중합체, 충격 변성된 폴리스티렌, 폴리스티렌 블럭 공중합체, 및 폴리스티렌 랜덤 공중합체가 있다. 사용 가능한 폴리스티렌 블럭 공중합체는 하나, 둘, 셋, 또는 그 이상의 폴리스티렌 블럭과 부타디엔, 이소프렌, 아크릴로니트릴, 또는 이들의 조합으로부터 선택된 하나 이상의 블럭을 포함하는 블럭 공중합체이다. 폴리스티렌 블럭 공중합체는 불포화되거나, 부분적으로 포화되거나, 완전히 포화된다 (예를 들어, 블럭 공중합체는 불화된 공단량체를 포함할 수 있고, 이것은 중합 후에 일부 또는 모든 이중 결합을 제거하는 반응을 더 진행할 수 있다). 스티렌 블럭 공중합체의 예로는 스티렌-부타디엔-스티렌 (SBS) 블럭 공중합체, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 (ABS) 블럭 공중합체, 스티렌-이소프렌-스티렌 (SIS) 블럭 공중합체, 및 스티렌-아크릴로니트릴 블럭 공중합체 (SAN)가 있다. 스티렌 함유 중합체와 다른 스티렌 함유 공중합체 또는 다른 비정질 중합체의 혼합물 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료의 중합체는 ABS, SBS, SIS, SAN, 및 폴리스티렌 단일 중합체로 구성된 그룹에서 선택된 스티렌 함유 중합체와 폴리카보네이트의 혼합물을 포함할 수 있다. 바람직한 비정질 공중합체는 ABS 및 폴리카보네이트의 혼합물이다. 바람직하게, ABS 및 폴리카보네이트의 혼합물은 30% 이상의 과단시 연신율을 갖는다.

[0083] 열가소성 중합체 대신 또는 열가소성 중합체에 부가하여, 중합체 충은 하기 성질 중 하나 또는 둘 다를 갖는 탄성체를 사용할 수 있다: 100% 연신시 비교적 낮은 인장 탄성율(예를 들어, 3 MPa 이하, 바람직하게는 2 MPa 이하), 비교적 높은 과단신율 (예를 들어, 110% 이상, 바람직하게는 150% 이상), 둘 다 ASTM D638-08에 따라 공칭 변형율  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정된다. 탄성체는 복합 재료의 성형성을 향상시키는 기능을 하거나, 충전된 중합체 재료의 유연성을 향상시킨다. 탄성체는 합성 탄성체, 천연 탄성체, 또는 이들의 조합이다. 적합한 탄성체는 스티렌 함유 탄성체, 에틸렌 함유 탄성체, 부타디엔 함유 탄성체, 천연 고무, 폴리이소프렌, 부탄 함유 탄성체, 및 아크릴로니트릴 함유 탄성체이다. 적합한 탄성체는 블럭 공중합체, 랜덤 공중합체, 및 단일 중합체를 포함한다. 탄성체는 말레인산 무수물, 카르복실산, 아민, 알콜, 또는 에폭사이드로부터 선택된 하나 이상의 작용기를 갖는 중합체 분자를 포함할 수 있다. 고무 강화 나일론에 특히 바람직한 탄성체는 작용기를 갖는 EPDM, 예를 들어 말레인산 무수물 그래프트된 EPDM이다. 탄성체는 가교되거나(예를 들어, 탄성체의 겔화 온도 이상으로 가교됨) 가교되지 않는다. 탄성체는 변형 (예를 들어, 스탬핑) 조작, 및/또는 용접 (예를 들어, 저항 용접) 조작 중에는 가교되지 않을 수 있다. 탄성체는 변형 조작 (예를 들어, 패널 상의 코팅을 건조하기 위해 사용되는 오븐과 같은 오븐에서) 후에 탄성체를 가교시키기 위한 가교제, 가교 촉진제, 또는 다른 화학물질을 포함할 수 있다. 탄성체는 바람직하게는 87 쇼어 A 이하, 보다 바람직하게는 70 쇼어 A, 가장 바람직하게는 50 쇼어 A, 이하의 ASTM D2240에 의해 측정된 경도를 갖는다.

- [0084] 약간의 에폭시를 사용할 수도 있으나, 충전된 중합체 재료의 중합체는 에폭시나 다른 취약한 중합체 (예를 들어, 공칭 변형율  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 ASTM D638-08에 따라 측정된 파단시 연신율이 20% 이하인 중합체)가 없는 것이 바람직하다. 있는 경우, 에폭시나 다른 취약성 중합체의 농도는 바람직하게는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 20부피% 이하, 보다 바람직하게는 10부피% 이하, 더욱 바람직하게는 5부피% 이하, 가장 바람직하게는 2부피% 이하이다.
- [0085] 충전된 중합체 재료에 유용한 중합체는 비교적 높은 열팽창 계수 예를 들어,  $80 \times 10^{-6}$  이상의 열팽창 계수를 갖는다.
- [0087] 충전체
- [0088] 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 충전된 열가소성 중합체 층)는 하나 이상의 충전체를 갖는다. 충전체는 강화 충전체, 예를 들어 섬유, 특히 금속 섬유일 수 있다. 섬유는 10 이상, 바람직하게는 20 이상, 가장 바람직하게는 50 이상의 직경 방향 면적에 대한 길이방향 면적의 비(예를 들어, 직경에 대한 길이 비)를 갖는다.
- [0089] 적어도 일부의 섬유(예를 들어, 금속 섬유의 길이 방향)는 우선적으로 배향되거나 충전된 중합체 재료에 불규칙하게 분산된다.
- [0090] 예를 들어, 전체적인 길이 방향의 적어도 일부의 섬유는 충전된 중합체 재료 층의 가로 방향에 수직으로 우선적으로 배향되거나, 그러한 층의 가로 방향에 대해 불규칙으로 배향된다. 금속 섬유는 (예를 들어, 금속 섬유의 길이방향)은 그러한 면 내에서 하나, 둘 또는 셋 이상으로 우선적으로 우선적으로 배향되거나, 그러한 층의 면 내에 불규칙하게 분산된다. 금속 섬유는 충전된 중합체 재료의 어느 층 내에 균일하게 분포될 수 있거나 충전된 중합체 재료의 어느 층 내에 선택적으로 위치한다.
- [0091] 도 2는 섬유가 어떻게 분포되는지를 나타내는 도면이다. 도 2에서, 다수의 섬유는 다수의 방향으로 배향되고 이를 중 일부는 서로 얹혀있고 중합체에 부착된다.
- [0092] 충전된 중합체 재료는 또한 하나 이상의 충전체, 예를 들어 입자로 된 충전체(예를 들어, 분말, 비드, 플레이크, 그레뉼, 등)를 포함할 수 있다. 본 발명에 사용되는 충전체 입자는 섬유가 아닌 충전체, 즉, 직경 방향에 대한 길이 방향의 비가 10 이상이 아닌 것이다. 충전체 입자는 직경 방향에 대한 길이 방향의 비가 10 이하, 바람직하게는 8 이하, 가장 바람직하게는 5 이하이다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료에 포함되는 충전체 입자는 금속 입자, 탄소, 카본 블랙 (예를 들어, SRF, GPF, FEF, MAF, HAF, ISAF, SAF, FT 및 MT), 표면-처리된 카본 블랙, 실리카, 활성 탄산칼슘, 경량 탄산칼슘, 중량 탄산칼슘, 활석, 운모, 탄산칼슘, 탄산마그네슘, 점토, 규산칼슘, 하이드로탈사이트, 규조토, 흑연, 부석, 에보나이트 분말, 면 플록, 코르크 분말, 황산바륨, 규회석, 제올라이트, 견운모, 카올린, 피로필라이트, 벤토나이트, 규산알루미늄, 알루미나, 산화규소, 산화마그네슘, 산화지르코늄, 산화타타늄, 산화철, 인화철, 백운석, 황산칼슘, 황산바륨, 수산화마그네슘, 수산화칼슘 및 수산화알루미늄, 질화붕소, 탄화규소, 유리, 및 이들의 조합으로부터 선택된다. 충전된 중합체 재료에 사용되는 충전체는 예를 들어 금속 입자, 카본 블랙, 흑연, 나노-클레이 입자, 또는 이들의 조합이다. 충전체 입자의 농도는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 10 부피% 이하, 보다 바람직하게는 5 부피% 이하, 가장 바람직하게는 2 부피% 이하이다. 하나 이상의 충전체는 나노튜브 구조, 층으로 된 구조, 계재된 구조, 또는 다른 구조를 가질 수 있다.
- [0093] 본 발명에 사용되는 금속 섬유는 예를 들어 강철 (예를 들어, 저탄소강, 스테인레스 스틸 등), 알루미늄, 마그네슘, 티타늄, 구리, 40 중량% 이상의 구리를 포함하는 합금, 40 중량% 이상의 철을 포함하는 합금, 40 중량% 이상의 알루미늄을 포함하는 합금, 40 중량% 이상의 티타늄을 포함하는 합금, 및 이들의 조합과 같은 금속으로 형성된 섬유이다. 금속 층에 사용되는 금속이 금속 섬유에 사용될 수도 있다. 금속 섬유의 일부 또는 전부는 내부식성을 갖는 금속 또는 금속 합금 (예를 들어 스테인레스 스틸)이거나, 금속 층 및/또는 다른 금속 섬유에 대해 전기 방식(Cathodic Protection)을 제공하는 금속 또는 금속 합금(예를 들어, 알루미늄, 마그네슘, 또는 둘다)이다. 충전된 중합체 재료는 동일 재료 또는 다른 재료의 금속 섬유를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 금속 섬유는 전기 방식(Cathodic Protection)을 제공하는 금속 또는 금속 합금이다. 바람직하게, 전기방식을 제공하는 금속 또는 금속 합금 섬유의 농도는 금속 섬유 전체 중량을 기준으로 60 중량% 이하, 보다 바람직하게는 20 중량% 이하, 가장 바람직하게는 10 중량% 이하이다. 다른 금속 섬유들의 혼합물도 또한 사용할 수 있다.
- [0094] 충전된 중합체 재료는 비-금속 전도성 섬유, 예를 들어 탄소 섬유, 전도성 중합체로 제조된 섬유, 등을 포함할 수 있다. 이러한 섬유를 포함하는 경우, 비금속섬유 대 금속섬유의 중량비는 바람직하게는 1:10 이상, 보다 바람직하게는 1:5 이상, 가장 바람직하게는 1:3 이상이다. 이러한 섬유를 포함하는 경우, 비금속섬유 대 금속섬유

의 중량비는 바람직하게는 10:1 이하, 보다 바람직하게는 5:1 이하, 가장 바람직하게는 3:1 이하이다. 용접 가능한 충전된 중합체 재료는 또한 금속 섬유 대신 비-금속 전도성 섬유로 제조될 수 있다. 사용가능한 전도성 중합체는 폴리(아세틸렌), 폴리(페롤), 폴리(티오펜), 폴리아닐린, 폴리티오펜, 폴리(p-페닐렌 셀파이드), 폴리(파라-페닐렌 비닐리덴) (즉, PPV), 폴리인돌, 폴리페렌, 폴리카르바졸, 폴리아줄렌, 폴리아제핀, 폴리(플루오렌), 및 폴리나프탈렌, 이들의 혼합물, 이들의 공중합체, 또는 이들의 조합이다.

[0095] PPV 및 용해가능한 이들의 유도체는 전형적인 방전 반도체 중합체로 부상되고 있다. 사용가능한 티오펜의 예로는 폴리(3-알킬티오펜)(예를 들어 폴리(3-옥틸티오펜) 및 폴리(3-(4-옥틸페닐)티오펜)), 폴리(3-(알킬술파닐)티오펜), 폴리브로모티오펜(예를 들어 폴리(2-브로모-3-알킬티오펜), 폴리(2,5-디브로모티오펜), 등 ), 폴리비티오펜(예를 들어 폴리(2,2'-비티오펜)), 또는 이들의 조합이 있다.

[0096] 금속 섬유의 중량 평균 길이  $L_{avg}$ 는  $0.5 \mu\text{m}$  이상, 바람직하게는  $5 \mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는  $100 \mu\text{m}$  이상, 더욱 바람직하게는  $1 \text{ mm}$  이상, 더 바람직하게는  $2 \text{ mm}$  이상, 가장 바람직하게는  $4 \text{ mm}$  이상이다. 적합한 섬유는 중량 평균 길이가  $200 \text{ mm}$  이하, 바람직하게는  $100 \text{ mm}$  이하, 보다 바람직하게는  $55 \text{ mm}$  이하, 가장 바람직하게는  $25 \text{ mm}$  이하이다. 금속 섬유는 또한 길이의 분산도로도 기술된다. 예를 들어 금속 섬유는 비교적 좁은 길이의 분산도를 갖는다. 예를 들어, 금속 섬유의 50% (또는 70%) 이상(예를 들어  $0.8* L_{avg}$  와  $1.2* L_{avg}$  사이의 길이)를 갖는다. 금속 섬유는 비교적 넓은 분산도를 가질 수도 있다. 즉, 50% 이하(또는 30% 이하)의 금속 섬유가  $0.8* L_{avg}$  와  $1.2* L_{avg}$  사이의 길이를 가질 수 있다. 금속 섬유는 또한 중량 평균 직경에 의해서도 특정될 수 있다. 섬유의 중량 평균 직경은  $0.01 \mu\text{m}$  이상, 바람직하게  $0.1 \mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는  $0.5 \mu\text{m}$  이상, 더 바람직하게는  $1.0 \mu\text{m}$  이상, 더욱 바람직하게는  $3 \mu\text{m}$  이상, 가장 바람직하게는  $12 \mu\text{m}$  이상이다. 섬유의 중량 평균 직경은  $300 \mu\text{m}$  이하, 바람직하게는  $100 \mu\text{m}$  이하, 보다 바람직하게는  $50 \mu\text{m}$  이하, 가장 바람직하게는  $30 \mu\text{m}$  이하이다.

[0097] 금속섬유의 농도는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 1 부피% 이상, 보다 바람직하게는 3 부피% 이상, 더욱 바람직하게는 5 부피% 이상, 더 바람직하게는 7 부피% 이상, 보다 바람직하게는 10 부피% 이상, 가장 바람직하게는 12 부피% 이상이다. 금속 섬유는 충전된 중합체 재료에 60 부피% 이하, 바람직하게는 50 부피% 이하, 보다 바람직하게는 35 부피% 이하 %, 더 바람직하게는 33 부피% 이하, 가장 바람직하게는 30 부피% 이하 (예를 들어, 25 부피% 이하, 또는 20, 10, 또는 5 부피% 이하)의 농도로 존재한다. 예를 들어 섬유의 양은 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 또는 10%, 또는 상기 기재된 범위 내 (예를 들어 1% 내지 6%)일 수 있다. 본 발명의 복합체에 사용되는 금속섬유의 농도는 비슷한 용접 특성을 얻기 위해 필요한 입자 충전제의 양보다 현저하게 적다. 게다가, 섬유 및 재료를 선택하여 고농도의 금속섬유를 포함하는 동일한 복합 재료에 비해 비교적 낮은 금속 농도로 더 나은 용접 성능을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 10 부피 % 금속 섬유를 포함하는 충전된 중합체 재료를 사용하여 더 고농도의 금속섬유를 포함하는 충전된 중합체 재료로 만들어진 것에 비해 복합재료에서 더 우수한 용접 성능을 나타낸다.

[0098] 충전된 중합체 재료에서 열가소성 중합체 재료는 40 부피% 이상, 바람직하게는 65 부피% 이상, 보다 바람직하게는 67 부피% 이상, 더 바람직하게는 70 부피% 이상, 가장 바람직하게는 75 부피% 이상(예를 들어, 80 부피% 이상, 90 부피 % 이상, 또는 95 부피% 이상)이다.

[0099] 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 대 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)의 부피 비는 바람직하게는 2.2:1 이상, 보다 바람직하게는 2.5:1 이상, 가장 바람직하게는 3:1 이상이다. 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 대 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)의 부피 비는 바람직하게는 99:1 이하, 보다 바람직하게는 33:1 이하, 더 바람직하게는 19:1 이하, 가장 바람직하게는 9:1 이하, (예를 들어, 7:1 이하)이다.

[0100] 샌드위치 복합체의 심재는 공극이나 기공을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다. 바람직하게는 충전된 중합체 재료에서 공극이나 기공의 농도는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 25 부피% 이하, 보다 바람직하게는 10 부피% 이하, 더 바람직하게는 5 부피% 이하, 가장 바람직하게는 2 부피% (예를 들어, 1 부피% 이하)이다.

[0101] 섬유 (예를 들어, 금속 섬유와 같은 전도성 섬유)는 충전된 중합체 재료에서 충전제의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 40 부피 이상 %, 보다 바람직하게는 70 부피% 이상, 가장 바람직하게는 80부피% 이상(예를 들어, 90 부피% 이상, 또는 95 부피% 이상)이다.

[0102] 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)와 금속 섬유의 전체부피는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 90 부피% 이상, 보다 바람직하게는 95 부피% 이상%, 가장 바람직하게는 98 부피% 이상이다.

- [0103] 금속 섬유는 용접을 위한 전기 전도성, 강도 강화, 또는 중합체 구조의 변형 경화를 제공한다, 금속 섬유는 중합체 심재에 더 나은 변형 경화 성질을 부여한다. ASTM A370-03a.에 따라 측정한 금속 섬유의 파단신율은 바람직하게는 5% 이상, 보다 바람직하게는 30% 이상, 가장 바람직하게는 60% 이상이다.
- [0104] 금속 섬유, 금속 입자, 또는 둘 다는 바람직하게는 충전된 중합체 재료의 용융 흐름 비율은 감소시킨다. 충전된 중합체 재료 용융 흐름 비율(ASTM D1238, 예를 들어, 방법 K에 의해 측정된)은 비-충전된 (i.e. 충전된 중합체 재료에서 사용된 것과 동일한 중합체, 단 금속 섬유 및 공지된 다른 충전제는 불포함)보다 바람직하게는 20% 이상, 보다 바람직하게는 40% 이상, 가장 바람직하게는 60% 이상 낮다.
- [0105] 섬유와 금속 입자를 함께 사용하는 것도 가능하다. 금속 입자는 구형이거나, 긴 모양이거나 섬유 모양이 아닌 다른 모양일 수 있다. 각 금속 입자는 입자로서 같은 부피를 갖는 구형 입자의 직경에 해당하는 크기에 의해 특정된다. 정의된, 금속 입자의 평균 크기는 2 mm 이하, 바람직하게는 1 mm 이하, 보다 바람직하게는 1 mm 이하, 가장 바람직하게는 0.07 mm 이하(예를 들어, 0.04 mm 이하)이다.
- [0106] 섬유 (예를 들어, 금속 섬유) 또는 섬유와 금속 입자의 조합은 바람직하게는 중합체 매트릭스에 30% 이하(보다 바람직하게는 25 % 이하, 가장 바람직하게는 20% 이하로) (예를 들어 불규칙하게)분산된다. 금속 입자가 사용되는 경우 섬유 대 금속 입자의 부피 비는 1:30 이상, 바람직하게는 1:1 이상, 가장 바람직하게는 2:1 이상이다.
- [0107] 본 발명에서 금속 입자 또는 금속 섬유, 또는 둘 다는 단일 금속 재료 또는 복합 재료(예를 들어 샌드위치 패널)의 스템핑 조작 또는 다른 조작에서 생기는 부스러기나 스크랩을 분쇄하는 단계로 얻어진다. 이 분쇄 조작은 또한 중합체 심재를 생성하는 열가소성 중합체와 함께 용융될 수 있는 재생된 중합체 재료를 생성한다. 그러한 재생 단계에서 비용 절감이 얻어진다.
- [0108] 금속 섬유와 금속 입자 외에, 예를 들어, 전기 전도성을 더 향상시키기 위해 분말 형태의 탄소, 흑연, 그래팜 (grapheme), 또는 이들의 조합을 바람직하게는 전체 중합체 총 부피에 대해 5 부피 % 이하의 농도로 부가할 수 있다.
- [0109] 나노-점토 입자도 사용될 수 있는데, 예를 들어, 중합체의 연성을 향상시키기 위해 사용된다. 사용되는 경우 나노-점토 입자의 농도는 바람직하게는 전체 중합체 총 부피에 대해 5 부피 % 이하이다.
- [0111] 금속 층
- [0112] 상기한 바와 같이, 본 발명의 복합체는 중합체 심재가 서로 대향하는 부분에 의해 사이에 끼워진 샌드위치 구조일 수 있다. 예를 들어, 두 개의 시트 사이에 금속 섬유 강화된 중합체 심재 재료가 놓인 구조일 수 있다. 샌드위치 구조의 금속 층 (예를 들어, 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층)은 적합한 재료 (예를 들어, 금속)로 만들어진 호일이나 시트 또는 층을 따라 같거나 다른 두께 (예를 들어, 평균 두께)를 갖는 다른 층일 수 있다. 각 금속 층은 일반적으로 일정한 두께를 가지거나 다양한 두께를 가질 수도 있다. 각 금속 층은 같거나 다른 금속으로 된 재료로 만들어져 같거나 다른 성질을 가질 수 있다. 금속 층이 다른 두께를 갖는 금속 시트로 만들어진 경우, 재료는 다른 성질을 가지거나 다른 금속을 가지거나 할 수 있다. 복합 재료는 다른 금속을 구별하는 표시나 다른 구별 수단을 가질 수 있다. 각 층들은 서로 같거나 다른 조성, 크기 (예를 들어, 두께, 폭, 부피 등), 모양, 또는 다른 면들을 가질 수 있다.
- [0113] 금속 층은 순수한 금속 또는 하기 금속을 40 몰% 이상 함유하는 금속 합금일 수 있다: Fe (철), Ni (니켈), Al (알루미늄), Cu (구리), V (바나듐), Cr (크롬), 또는 Ti(티타늄). 금속은 Fe, Ni, Al, Cu, V, Cr, Ti, Mo(몰리브덴), Mn(망간), Mg(마그네슘), 또는 W(텅스텐)에서 선택된 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다. 그러한 금속 또는 금속합금은 다른 금속 또는 비금속을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 금속 층에 적합한 금속은 C (탄소), 또는 Si (규소)를 10몰% 이하의 농도로 포함할 수 있다. 금속 층에 사용가능한 재료의 예로는 정규 강, 고강도 강, 중강도 강, 초고강도 강, 스테인레스 스틸, 티타늄, 알루미늄 및 이들의 조합이 있다. 금속 또는 금속합금은 하나 이상의 결정상을 포함할 수 있다. 예를 들어 금속 합금은 조밀육방격자, 면심입방격자, 단순입방 또는 체심입방격자로부터 선택된 결정상을 가질 수 있다. 금속 층은 페라이트 강, 오스테나이트 강, 세멘타이트, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 금속 층은 담금질, 냉간 처리, 열처리, 경화석출, 또는 다른 처리될 수 있다. 금속 층은 비교적 큰 입자 크기(예를 들어, 3 mm 이상), 또는 비교적 큰 작은 입자 크기(예를 들어, 3 mm)일 수 있다. 금속은 도금되거나 얇은 필름으로 코팅된 하나 이상의 표면을 가질 수 있다. 코팅 및 도금은 예를 들어 아연 도금, 전기 아연 도금, 크롬 도금, 니켈 도금, 내부식 처리, e-코팅, 아연 코팅, 그라노 코트, 보나징크 등이다. 바람직하게는, 금속의 하나 또는 두 면은  $10\Omega \cdot \text{cm}$  이하의 전기 전도성을 갖는 코팅을

갖지 않는다. 다른 금속 재료의 조합은, 예를 들어 중합체 층에 대향하는 다른 종류의 금속 면을 사용하거나 다른 합금 (예를 들어, 다른 등급의 철강) 및 두께의 금속을 결합시켜 블랭크 용접시키는 것으로 만들어질 수 있다. 하나의 금속 면 만을 포함하는 적층체를 위해, 상기의 금속이 금속 면에 사용될 수 있다(즉, 첫 번째 금속 층).

[0114] 금속의 하나 또는 두 면은 바람직하게는 비교적 두꺼워서, 예를 들어 복합재료의 제조 및/또는 가공시 금속 면이 주름지거나 파열되거나 다른 결점을 형성하지 않는다. 바람직하게는, 금속의 하나 또는 두 면의 두께는 0.05 mm 이상, 보다 바람직하게는 0.10 mm 이상, 더 바람직하게는 0.15 mm 이상, 가장 바람직하게는 0.18 mm 이상이다. 시트는 3 mm 이하, 바람직하게는 1.5 mm 이하, 보다 바람직하게는 1 mm 이하, 가장 바람직하게는 0.5 mm 이하이다.

[0115] 예를 들어, 자동차 패널에 사용되는 복합 재료는 하나 이상의 class A 또는 class B 표면, 바람직하게는 하나 이상의 class A 표면이 필요하다. 그러한 복합 재료는 첫 번째 표면이 class A 표면이고 두 번째 표면이 class A 표면이 아닐 수 있다. class A 표면은 비교적 큰 두께의 첫 번째 금속 면을 가지고 두 번째 금속을 가지는 두 번째 표면은 비교적 낮은 두께를 갖는다(예를 들어, 첫 번째 금속 면의 두께보다 20% 이하, 또는 40% 이하의 두께를 갖는다). 일반적으로, 두 번째 금속 층에 대한 첫 번째 금속 층의 두께 (예를 들어, 평균 두께) 비율은 0.2 내지 5, 바람직하게는 0.5 내지 2.0, 보다 바람직하게는 0.75 내지 1.33, 가장 바람직하게는 0.91 내지 1.1이다.

#### [0117] 복합 재료

[0118] 복합 재료는 다층 시트의 형태, 예를 들어, 샌드위치 구조일 수 있다. ㅅ새 샌드위치 구조는 금속과 같은 시트에 샌드위치된 충전된 중합체 재료의 심재를 포함한다. 시트는 전체 평균 두께가 30 mm 이하, 바람직하게는 10 mm 이하, 보다 바람직하게는 4 mm 이하, 가장 바람직하게는 2 mm이고; 바람직하게는 0.1 mm 이상, 보다 바람직하게는 0.3 mm 이상, 가장 바람직하게는 0.7 mm 이상이다. 복합 재료는 일반적으로 균일한 두께를 가지거나 다양한 (예를 들어, 불규칙 또는 한 방향 이상으로 주기적으로 변화하는) 두께를 가질 수 있다. 예를 들어, 두께의 변화는 두께의 표준 편차가 평균 두께의 10% 이하이다.

[0119] 두께의 표준 편차는 바람직하게는 평균 두께의 5% 이하, 보다 바람직하게는 평균 두께의 2% 이하, 가장 바람직하게는 평균 두께의 1% 이하이다.

[0120] 충전된 중합체 층의 두께는 복합 재료 전체 두께의 10%, 20%, 30%, 40%, 또는 그 이상이다. 충전된 중합체 층의 부피는 복합 재료 전체 부피의 10%, 20%, 30%, 40%, 또는 그 이상이다. 바람직하게는, 복합 재료 부피의 50% 이상이 충전된 중합체 재료일 수 있다. 충전된 중합체 재료의 농도는 복합 재료 전체 부피를 기준으로 보다 바람직하게는 60 부피% 이상이고 더 바람직하게는 70 부피% 이상이다. 충전된 중합체 재료의 농도는 복합 재료 전체 부피를 기준으로 일반적으로 92 부피% 이하이다. 그러나, 특히 비교적 두꺼운 복합체 (예를 들어, 1.5 mm 이상의 두께)에서는 더 높은 농도도 사용할 수 있다.

[0121] 샌드위치 복합체 구조의 외부 층 (예를 들어, 금속 층)의 전체 두께는 복합 재료 전체 두께의 70% 이하이다. 금속 층의 전체 두께는 복합 재료 전체 두께의 바람직하게는 50% 이하, 보다 바람직하게는 40% 이하, 가장 바람직하게는 30% 이하이다. 샌드위치 복합체 구조의 외부 층 (예를 들어, 금속 층)의 전체 두께는 복합 재료 전체 두께의 5% 이상, 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 20% 이상이다.

[0122] 중합체 심재 층은 바람직하게는 심재층에 면하는 결합 층(예를 들어, 하나 이상의 금속 층)의 하나 이상의 표면 부분과 (직접 또는 간접, 예를 들어 프라이머 및/또는 접착제 층을 통해) 접촉한다. 바람직하게는, 접촉면적은 심재 층에 면하는 결합 층의 30% 이상, 보다 바람직하게는 50% 이상, 가장 바람직하게는 70% 이상이다.

[0123] 복합 재료는 다수의 중합체 심재 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복합 재료는 금속 층, 다른 심재 층, 또는 둘 다에 접착되는 접착제를 포함하는 하나 이상의 심재 층을 포함할 수 있다.

[0124] 복합 재료는 밀도 비에 대한 강성(예를 들어, ASTM D747에 따라 20°C에서 측정된 휨 강성 (즉, 걸보기 굴곡률))이 비교적 높다. 예를 들어, 30부피% 이상의 심재를 포함하고 두께 t를 갖는 복합 재료는 동일한 재료(예를 들어, 금속)로 만들어진 시트에 비해 밀도 비에 대한 강성이 5% 이상, 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 14% 이상, 가장 바람직하게는 18% 이상 높다.

[0125] 충전된 중합체 재료에 부착된 층(예를 들어, 금속 층)은 일반적으로 비교적 낮은 선 열팽창 계수를 갖는다. 예를 들어, 금속 층 대 열가소성 중합체의 선 열팽창 계수는 1:30 내지 1:3, 보다 바람직하게는 1:15 내지 1:5이

다. 중합체 상과 부착된 재료 (예를 들어, 금속 재료) 사이에 선 열팽창 계수 차이가 큰데도 불구하고 극한 실온 사이(예를 들어, -40°C 내지 +40°C 사이)의 사이클에서 복합 재료는 놀랍게도 탈리되지 않는다. 이론에 구속되지 않고, 비교적 낮은 열팽창 계수의 금속 섬유가 충전된 중합체 재료의 선 열팽창 계수를 감소시켜 탈리가 감소되거나 없어지는 것으로 여겨진다.

[0127] 복합체 제조공정

[0128] 복합 재료는 하나 이상의 결합 층 (예를 들어, 금속 시트)에 결합되는, 바람직하게는 두 층(예를 들어, 두 금속 층)사이에 놓이는, 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 심재 층)를, 하나 또는 두 층과 결합시켜 제조한다. 제조방법은 가열, 냉각, 변형 (예를 들어, 스탬핑과 같은 성형), 또는 접착과 같은 단계를 하나 이상 포함하여 최종 필요 제품에 도달한다. 하나 이상의, 또는 모든 결합 층(예를 들어, 금속 층)은 룰 형태의 시트, 단조, 주조, 성형된 구조, 압출된 층, 소결된 층, 또는 이들의 조합이다.

[0129] 시트는 90°C 이상 (예를 들어 130°C 이상, 또는 180°C 이상)의 온도로 가열된다. 바람직하게는, 시트는  $T_{min}$  이상의 온도로 가열된다. 여기서  $T_{min}$ 은 충전된 중합체 재료의 가장 높은 유리전이온도 ( $T_g$ ) 및 융점 ( $T_m$ )이다.

[0130] 금속 시트, 충전된 중합체 재료, 또는 둘 다는 그 이상에서는 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)가 분해되는 최대 온도로 가열될 수 있다. 열가소성 중합체는 바람직하게는 350°C 이하, 보다 바람직하게는 300°C 이하로 가열된다. 가열된 중합체는 금속 섬유, 및 부가적인 충전제와 혼합될 수 있다. 가열된 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)는 시트 층으로 압출될 수 있다. 시트 층은 금속면 사이에 직접 압출되거나, 나중에 공정 중이나 별도의 단계에서 금속 면 사이에 놓이게 된다.

[0131] 중합체 심재 층은 균일한 층 또는 다수의 하부 층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 (예를 들어 하나 이상의 표면에) 접착제 층을 포함할 수 있다. 접착제 층이 사용되는 경우, 층은 바람직하게는 금속 섬유, 전도성 충전제 입자 (예를 들어, 금속 입자, 카본 블랙, 흑연, 인화철, 및 이들의 조합으로부터 선택된 전도성 충전제 입자), 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 그러한 접착제 층은 금속 면, 중합체 심재, 또는 둘 다에 충분히 우수한 접착성(예를 들어, 중합체 층으로부터 금속 층을 벗겨낼 때 응집파괴가 관찰되는 것)을 나타낸다. 또한 중합체 심재의 섬유는 접착제로(예를 들어, 접착제 층으로) 돌출되거나 침투될 수 있다. 접착제 층은 전도성 섬유를 포함할 수 있다(예를 들어, 접착제 층은 금속 섬유를 포함하는 섬유 충전 중합체 층일 수 있다). 복합 재료는 접착제 및/또는 접착제 층을 포함하지 않을 수도 있다.

[0132] 복합 재료의 제작공정은 또한 하나 이상의 금속 층을 가열하는 단계, 층을 가압하는 단계, 중합체(예를 들어, 열가소성 중합체 또는 금속 섬유 및 임의의 충전제와 혼합된 열가소성 중합체)를 캘린더링 하는 단계, 및 복합체 시트를 소둔 (예를 들어, 열가소성 중합체의 융점 이상의 온도에서)하는 단계를 하나 이상 포함한다.

[0133] 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 본 발명의 샌드위치 복합체를 위한 심재 층)의 제조공정은 섬유 및 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)를 접촉시키는 단계를 포함한다. 섬유 및 중합체를 접촉시키는 단계는 충전된 중합체 재료를 성형하는 단계 전 또는 단계 중에 일어난다. 예를 들어, 섬유와 적어도 일부의 중합체를 포함하는 충전된 중합체 재료의 예비 원료는 액상 중합체(예를 들어, 용융 열가소성 중합체)를 통해 단일 섬유 또는 다수의 섬유가 인발 공정에 의해 뽑히는 단계를 포함하고, 이 공정에 의해 섬유가 중합체로 코팅된다. 중합체 재료의 예비 원료를 제조하는 단계는 바람직하게는 연속 섬유를 사용하고 공급 원료는 바람직하게는 펠렛, 그래뉼, 봉 또는 중합체 압출기 또는 다른 중합 공정 장치에 적합한 다른 형태(일반적으로 각 2 그램 이하의 중량을 가짐)를 갖는다. 각 펠렛, 그래뉼, 또는 봉에서 섬유는 일반적으로 축을 따라 배열된다. 다른 예로, 충전된 중합체 재료의 예비 원료는 섬유와 적어도 일부의 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)를 압출기, 믹서, 밀 또는 다른 중합체 혼합 장치에서, 중합체가 흐르는 온도에서 혼합하는 것으로 제조된다. 다른 방법에서는, 중합체 층을 제조하는 공정 중에 섬유 및 중합체를 접촉시킨다. 예를 들어, 섬유 및 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 재료를 혼합하여 중합체 제조 장치에 공급하는 것이다. 이들은 각각 그러나 동시에 중합체 제조 장치에 공급되거나, 다른 구역에 다른 시각에 중합체 제조 장치에 공급된다. 충전된 중합체 재료 예비 원료의 성형 또는 중합체 층의 성형 공정은 섬유를 절단하고 이들을 직접 중합체 제조 장치에 공급하는 단계를 포함한다 (그러한 공정은 세밀된 섬유를 저장하는 단계는 포함하지 않고, 섬유를 예를 들어, 분말 충전제나 분말 중합체와 혼합하는 단계는 포함할 수 있다). 중합체 층의 성형 공정은 연속 공정 또는 배치 공정일 수 있다. 바람직하게는, 공정은 연속 공정이다.

[0134] 공정은 (첫 번째 및 두 번째 금속 층 외에) 세 번째 금속 층을 제공하는 단계를 포함할 수 있다. 공정은 두 번째 중합체 심재 층을 두 번째 금속 층과 세 번째 금속 층 사이에 놓아 두 번째 금속 층이 두 중합체 층 사이

에 놓이도록 하는 단계를 포함할 수 있다. 세 번째 금속 층을 사용하는 경우, 세 번째 금속 층은 바람직하게는 구멍이 형성되어 있다(예를 들어, 세 번째 금속 층 표면의 20% 이상, 보다 바람직하게는 40% 이상, 가장 바람직하게는 60% 이상을 커버하는 구멍을 갖는다).

[0135] 공정은 적층체의 충전된 중합체 재료 표면을 두 번째 금속 층 또는 두 번째 적층체의 충전된 중합체 재료의 표면과  $T_{min}$  이상의 온도에서 접촉시키는 단계를 포함한다. 여기서  $T_{min}$ 은 충전된 중합체 재료의 중합체의 가장 높은 융점 또는 가장 높은 유리전이온도보다 높아서 접촉 표면은 적어도 부분적으로 결합되고 충전된 중합체 재료 층이 금속 층 사이에 놓인 복합체를 형성한다. 공정은 또한 첫 번째 및 두 번째 금속 층을 가압하는 단계, 예를 들어, 복합 재료를 미리 정해진 공간을 갖는 하나 이상의 쌍으로 된 롤러에 공급하는 단계를 포함한다. 가압 단계는 바람직하게는 충전된 중합체 재료(예를 들어, 금속층과 접촉하는 열가소성 중합체)의 중합체의 적어도 일부가  $T_{mm}$  이상일 때 일어난다. 예를 들어, 가압 단계는 충전된 중합체 재료의 중합체의 적어도 일부가 80°C 이상, 바람직하게는 120°C 이상, 보다 바람직하게는 180°C 이상, 더 바람직하게는 210°C 이상, 가장 바람직하게는 230°C 이상일 때 일어난다. 공정은 또한 복합 재료를 냉각하는 단계를 포함한다(예를 들어  $T_{mm}$  이하, 바람직하게는 충전된 중합체 재료의 중합체의 융점 이하, 보다 바람직하게 50°C 이하로).

[0136] 공정은 또한 대향 층을 분리하기 위한 하나 이상의 스파이서를 만들고 그 공간(예를 들어, 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이)에 충전된 중합체 재료를 도입하는 단계를 포함한다. 따라서 본 발명의 구조는 또한 층 사이의 하나 이상의 스파이서를 포함한다. 예를 들어, 스파이서는 모두 대향 층 사이에 위치하거나, 스파이서가 두 대향 층 사이에 위치한 첫 번째 섹션과 두 대향 층 사이에 위치하지 않은 두 번째 섹션(첫 번째 섹션보다 더 두꺼운 두께를 가질 수 있다)을 가질 수 있다. 스파이서는 봉, 비드, 프로파일(예를 들어, 프로파일은 일반적으로 균일한 단면을 가짐)을 갖는 부재, 금속층으로 의도적으로 형성시킨 변형, 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0137] 복합 재료는 적층체일 수 있고, 바람직하게는 균일한 두께를 가진다. 적층체의 두께 범위는 상기 시트에서 기재한 바와 동일하다. 적층체의 제조공정은 시트의 제조공정과 유사하고, 금속 시트가 사용된다는 점만 상이하다.

[0138] 복합 재료의 제조공정은 복합 재료를 금속 섬유가 소결하거나 직접 서로 융합하는(예를 들어, 금속 결합으로)온도, 금속 섬유가 상 전이를 하는 온도, 금속 섬유의 내부 응력이 경감되는(예를 들어, 복합체의 스템핑 조작을 따라) 온도, 또는 이들의 조합인 온도로 가열하는 단계는 포함하지 않는 것이 바람직하다.

[0139] 섬유 대신, 또는 섬유에 부가하여, 심재 충전된 중합체 재료 층의 제조공정은 인쇄(예를 들어, 잉크젯 인쇄) 또는 석판인쇄(예를 들어, 사진제판) 공정을 사용하여 금속을 포함하는 다수의 층을 침적시켜 현성된 3-차원 전기 전도성 금속 망을 사용할 수 있다. 그러한 금속 망은 섬유에 대해 기재된 농도로 존재할 수 있다.

[0140] 또, 충전된 중합체 층은 섬유를 하나 이상의 예비중합체와 접촉시키고 하나 이상의 예비중합체를 중합하는 것으로 형성될 수 있다. 중합은 공정 장치(예를 들어, 압출기), 형, 또는 몰드; 금속 층 상, 두 금속 층 사이 등에서 이루어질 수 있다.

[0141] 일반적으로 샌드위치 구조는 가장자리가 개방되어 있다. 그러나, 공정은 복합 재료의 가장자리를 처리하여 밀폐시키는 단계를 포함할 수 있다. 복합 재료의 하나 이상의 가장자는 기계적 조작(예를 들어, 복합 재료의 주름잡기 또는 굽히기), 커버(예를 들어, 코팅, 적층, 또는 부착된 커버), 용접, 납땜, 또는 경납땜에 의해 밀폐될 수 있다.

#### 4. 성형 공정

[0144] 본 발명의 복합 재료는 적합한 성형 공정, 예를 들어 재료를 가소성 변형시키는 공정을 거칠 수 있고, 이 성형 공정은 스템핑, 로성형, 벤딩, 단조, 천공, 연신, 코일링, 다른 금속 가공, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 바람직한 성형 공정은 복합재료의 스템핑 단계를 포함한다. 스템핑 가공은 실온 근처에서 일어난다. 예를 들어, 스템핑 가공 중 복합 재료의 온도는 65°C 이하, 바람직하게는 45°C 이하, 보다 바람직하게는 38°C 이하이다. 성형 공정은 다양한 연신 비율로 복합 재료의 영역을 연신하는 것을 포함할 수 있다. 본 발명에서, 복합 재료는 비교적 높은 연신 비율로 연신되면서, 파단, 주름, 또는 좌굴이 생기지 않는다. 예를 들어, 연신 단계에서 복합체의 적어도 일부가 1.2 이상의 연신 비율로 연신된다. 바람직하게, 복합 재료는 최대 연신 비율이 1.5 이상, 바람직하게는 1.7 이상, 보다 바람직하게는 2.1 이상, 가장 바람직하게는 2.5 이상으로 연신된다.

[0145] 연신 비율의 균열 한계는 바이스의 문헌에 게시된 원형 컵 연신 시험을 사용하여 측정할 수 있다(M. Weiss, M. E. Dingle, B. F. Rolfe, and P. D. Hodgson, "The Influence of Temperature on the Forming Behavior of Metal/Polymer Laminates in Sheet Metal Forming", Journal of Engineering Materials and Technology,

October 2007, Volume 129, Issue 4, pp. 534-535). 성형 공정은 다이(예를 들어, 모스 경도에 의해 측정된 경도가 금속 섬유보다 큰 경도를 갖는 다이)에 압력을 적용하여 복합재료를 접촉시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0146] 스템핑 또는 연신 공정 중에, 섬유의 농도가 높거나 섬유가 28부피% 이상의 금속을 함유하는 천공된 금속으로 대체되지 않으면, 두 금속 층 사이에 놓인 금속 섬유 심재(즉, 심재는 열가소성 재료를 포함하지 않고 임의로 접착제 층을 포함)를 포함하는 다공성 복합체는 섬유가 찢어지거나 및/또는 두 금속 층이 탈리된다(Dirk Mohr, "On the Role of Shear Strength in Sandwich Sheet Deforming," International Journal of Solids and Structures, 42 (2005) 1491-1512). 본 발명에서, 모어에 의해 관찰되었던 그러한 단점은 놀랍게도 비교적 낮은 농도의 금속 섬유를 함유하는(예를 들어, 심재 전체 부피를 기준으로 28% 이하의 금속 섬유 함유) 중합체 심재를 사용하는 것에 의해 극복되었다. 이론에 구속되지 않고, 낮은 금속 섬유 농도에서 개선된 변형 특성은 심재 층이 실질적으로 또는 완전히 기공 및/또는 공극을 포함하지 않는 것과 관련이 있는 것으로 여겨진다. 본 발명의 복합체 구조는 섬유 파단 및/또는 금속 층이 탈리되기 전에 예상치 못한 높은 양의 변형(예를 들어, 높은 연신 비율)을 나타낸다.

[0147] 특히 바람직한 스템핑 또는 연신 공정은 분당 1 타(예를 들어, 1 부품) 이상, 보다 바람직하게는 5 타 이상, 더 바람직하게는 25 타 이상, 가장 바람직하게는 60 타 이상으로 이루어진다. 스템핑 공정은 블랭크의 주변(즉, 스템프되는 복합재료의 주변)을 홀딩하는 블랭크 홀딩력을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 블랭크 홀딩력은 0.03 kg/mm<sup>2</sup> 이상, 보다 바람직하게는 0.10 kg/mm<sup>2</sup> 이상, 가장 바람직하게는 0.18 kg/mm<sup>2</sup> 이상이다. 스템핑 공정은 하나, 둘 또는 그 이상의 연신 단계를 포함한다. 바람직하게는, 스템핑 공정의 첫 번째 연신의 최대 연신(두께의 최대 감소%로 측정했을 때)은 60% 이하, 보다 바람직하게는 50% 이하, 가장 바람직하게는 45% 이하이다. 재료의 연신 외에, 스템핑 공정은 부품의 천공, 부품의 트리밍, 부품의 플랜징, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있고, 이들 단계는 분리되거나 조합될 수도 있다(예를 들어, 연신 단계와).

#### 복합체의 특성

[0149] 복합 재료는, 바이스의 문헌(M. Weiss, M. E. Dingle, B. F. Rolfe, and P. D. Hodgson, "The Influence of Temperature on the Forming Behavior of 금속/중합체 Laminates in Sheet Metal Forming," Journal of Engineering Materials and Technology, October 2007, Volume 129, Issue 4, pp. 530-537)에 게시된 채널 굽힘 방법(예를 들어, 23°C에서)에 의해 측정했을 때 월 스프링백 각도는 10% 이하, 바람직하게는 8% 이하, 보다 바람직하게는 5% 이하, 가장 바람직하게는 2% 이하이다. 동일한 방법으로 시험했을 때, 복합 재료의 플랜지 스프링백 각도는 2% 이하, 바람직하게는 1.5% 이하, 보다 바람직하게는 1.0% 이하이다. 바람직하게는, 복합 재료는 용접가능하고(예를 들어, 점 용접, 시임 용접, 플래쉬 용접, 프로젝션 용접, 또는 업셋 용접과 같은 저항 용접 기술을 사용하여 용접가능) 비교적 낮은 전기 저항을 갖는다. 따라서, 본 발명은 또한 복합 재료의 하나 이상의 용접 단계를 포함한다. 복합 재료 전체의 전기저항은 금속 층과 심재 층의 전기저항의 합이다. 일반적으로, 금속 층의 전기 저항은 심재 층의 전기 저항보다 훨씬 적어서 복합 재료의 전기 저항은 심재 층의 전기 저항에 의해 추정할 수 있다. 저항(예를 들어, 전체 두께 방향에 걸친 저항)은 AC 변조를 사용하여 측정되고 전압강하, V, 및 전류 I로부터 결정된다.

$$\text{저항} = (V/I) (A/t)$$

[0151] 여기에서 A는 시트의 면적, t는 시트의 두께이다. 복합 재료, 심재 층, 또는 둘 다의 저항(예를 들어, 전체 두께 방향에 걸친 저항)은 비교적 낮다(예를 들어, 복합 재료, 심재 층, 또는 둘 다의 저항은 100,000 Ω · cm 이하, 바람직하게는 10,000 Ω · cm 이하, 보다 바람직하게는 3,000 Ω · cm 이하, 가장 바람직하게는 1,000 Ω · cm 이하이다).

[0152] 본 발명의 복합 재료는 동일한 면적을 갖는 단일 금속 재료에 비해 개선된 열적 특성을 갖는다. 바람직하게는, 복합 재료 비교적 낮은 열 전도성을 갖는다(예를 들어, 복합 재료는 전체 두께 방향에 걸쳐서 측정된 열 전도성이 비교적 낮은 시트일 수 있다). 예를 들어, 본 발명의 복합 재료의 열 전도성은(예를 들어, 전체 두께 방향에 걸쳐) 복합 재료와 동일한 면적을 가지고 복합체의 금속층과 동일한 조성을 가진 단일 금속 재료의 열전도성에 비해 바람직하게는 10% 이상, 보다 바람직하게는 50% 이상, 가장 바람직하게는 90% 이상 낮다. 복합 재료의 전체 두께 방향에 걸친 열 전도성(25°C에서 측정된)은 바람직하게는 25 W/m · °K 이하, 보다 바람직하게는 14 W/m · °K 이하, 더 바람직하게는 10 W/m · °K 이하, 보다 바람직하게는 5 W/m · °K 이하, 가장 바람직하게는 1 W/m · °K 이하이다.

[0153] 본 발명의 복합 재료는 음향 전달을 감소시키거나, 소음 발생을 감소시키거나, 진동을 감소시키는 심재 층을 포

함할 수 있다. 복합 재료를 통한 최대 음향 전달(예를 들어, SAE J1400에 따라 측정된), 최대 진동 전달 또는 둘 다는 바람직하게는 동일면적의 단일 금속의 값보다 10% 이상, 보다 바람직하게는 50% 이상, 가장 바람직하게는 90% 이상 감소된다.

[0156] 용접의 미세구조

[0157] 다양한 복합체를 사용하여 만들어진 용접 결합부위는 복합체를 따라 다양한 미소구조를 나타낸다. 예를 들어, 결합부위는 페라이트 및 임의의 세멘타이트(예를 들어, 펠라이트 구조로)를 포함하는 시트 금속을 갖는다(용접 측면 상에). 용접 자체는 페라이트, 카바이드, 및 임의의 오스테나이트 (예를 들어, 바나이트 구조로)를 갖는다. 재료 길이를 따라 진행되면서, 용접 결합부위의 측면으로부터 탄소 함량이 증가할 수 있다.

[0158] 도 3a에서, 용접 결합부위 30은 (첫 번째 금속 층 14, 두 번째 금속 층 14' 및 중합체 심재 층 16을 포함하는) 복합 재료 12 및 두 번째 금속 재료 36 (예를 들어, 두 번째 복합 재료 또는 철강 시트와 같은 단일 금속 재료) 사이에 형성된다. 용접 결합부위는 첫 번째 금속 층 14 및 두 번째 금속 층 14'으로부터 생성되는 첫 번째 용접 구역 32 및 두 번째 금속 층 14' 및 두 번째 금속 재료 36으로부터 생성되는 두 번째 용접 구역 34를 포함하는 둘 이상의 용접 구역을 가질 수 있다.

[0159] 용접 결합부위는 또한 복합 재료의 두 금속 층 사이에 위치하고 용접 결합부위에 인접한 금속이 풍부한 구역 38을 포함한다. 금속이 풍부한 구역은 용접 조작 동안 용접 팀에 의해 만들어진다. 예를 들어, 금속이 풍부한 구역은 복합체에서 금속 섬유로부터의 금속을 포함하거나 그 금속으로 이루어진다. 이론에 구속되지 않고, 용접 조작은 우선 중합체를 용접 팀 하에서 녹이고 용접 압력은 용접(예를 들어, 금속 용융 전에)으로부터 중합체의 일부 또는 전부를 밀고, 금속 섬유의 일부 또는 전부를 용접 팀 하에서 녹이고 금속 층을 녹이게 된다. 도 3a (32, 40, 41, 42)에 도시된 첫 번째 금속 층의 다양한 구역에서 금속의 탄소 농도(및 그로 인한 경도)는 같거나 다르고, 바람직하게는 같다. 용접 구역 32 근처의 첫 번째 금속 층의 미소구조는, 용접 구역 40으로부터의 미소구조와 같거나 다르다. 미소구조의 차이는 (첫 번째 금속 층을 두 번째 금속 층, 금속 섬유, 중합체, 또는 이들의 조합과 혼합하면서 생기는) 철, 탄소, 다른 금속, 또는 이들의 조합의 농도 차이, 또는 (예를 들어 용접의 가열 및 냉각 사이클로부터 생기는) 열처리 차이로부터 생긴다.

[0160] 본 발명에 따라, 용접 구역 32의 금속에서 미소구조는 중합체 층이 없이 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층을 용접했을 때 얻어진 것과 같은 동일 구조를 가질 수 있다 (예를 들어, 동일한 탄소 농도, 동일한 결정 구조, 예를 들어 바나이트 구조, 펠라이트 구조, 순수한 페라이트 구조, 마르텐사이트 구조, 오스테나이트 구조 등, 또는 이들의 조합). 이와 같이, 열가소성 중합체 및 금속 섬유를 포함하는 중합체 층은 용접 결합부위의 미소구조에 영향을 끼치지 않는다.

[0161] 공정은 용접 단계 이후에 작업편(즉, 용접된 구조)을 처리하여 미소구조를 변화시키는 하나 이상의 후속 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 작업편은 담금질, 기계적 가공, 또는 표면 경도 변성 단계 (예를 들어, 표면의 탄화)를 거칠 수 있다. 미소구조가 변화하는 단계에서는 또한 상 전이가 일어난다.

[0162] 도 3b는 용접 결합부위 30' 근처에 있는 구역의 미소구조를 나타낸 것이다.

[0163] 도 3b에 도시된 바와 같이, 용접 구역 32 근처의 중합체 층 16은 다양한 농도의 금속 섬유 20 및 용접 구역으로부터 옆으로 흐르는 중합체 18을 포함한다.

[0164] 예를 들어, 용접 구역은 부분적으로 또는 전체적으로 금속 링 38으로 둘러싸여지고, 하나 이상의 금속 섬유가 풍부한 구역 39 (예를 들어, 중합체가 녹아서 용접 구역이나 근처 구역 밖으로 빠져 나올 때 형성될 수 있다)가 진다. 금속 층 14 및 14'의 두께는 비교적 다양하게 변하는 중합체 층의 두께에 비해 용접구역으로부터 옆으로 이동할 때 비교적 적게 변화한다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 중합체 층의 두께는 용접 전의 중합체 층의 두께에 비해 용접 결합부위에 인접한 구역 39에서 실질적으로 감소한다. 예를 들어 용접 조작 전의 중합체 층의 두께에 비해 용접 결합부위 인접 구역의 중합체 층의 두께는 20% 이상, 바람직하게는 50% 이상, 보다 바람직하게는 60% 이상 감소한다. 도 3b에 도시되고 상기한 바와 같이, 용접 결합부위는 금속이 부분적으로 또는 전체적으로 용접결합부위를 둘러싸고 바람직하게는 용접 결합부위의 용접 구역 32에 부착되는 링 38을 포함한다. 링은 삼각, 사각, 직사각, 원형 등의 다양한 단면을 가질 수 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 링은 일반적으로 원형 단면을 갖는다.

[0165] 이론에 구애받지 않고, 링은 부분적으로 또는 전체적으로 금속 섬유 재료로부터 형성될 수 있고 (예를 들어, 금속 섬유가 용접 조작 중에 녹아서 밀려나옴), 용접 구역 32의 금속과 다른 금속일 수 있다 (즉, 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층과 다른 금속). 이와 같이 용접 결합부위는 두 번째 금속 층의 두 번째 금속과 용접되어

접촉되는 첫 번째 금속을 갖는 첫 번째 금속 층을 포함할 수 있고, 여기에서 첫 번째 금속 및 두 번째 금속은 같거나 다르며; 적어도 부분적으로 용접 구역 (예를 들어, 용접 구역은 첫 번째 및 두 번째 금속 층의 접촉 구역에 의해 정해진다)을 감싸는 금속 고리는 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 위치하고, 첫 번째, 두 번째, 또는 양쪽 금속 층에 용접 결합 부위에서 부착되며, 금속 링은 첫 번째 금속 및 두 번째 금속과 다른 금속이다.

[0166] 본 발명의 복합 재료는 비교적 낮은 밀도, 비교적 낮은 열 전도성, 밀도 비에 비해 비교적 높은 강성을, 또는 비교적 낮은 음향 전달 등이 필요한 다양한 용도에 사용될 수 있다. 이러한 용도는 단지 예시일 뿐이면 여기에 용도가 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 복합 재료는 자동차 및 다른 수송 수단과 관련된 용도 건축 관련 용도, 가정용 기기 관련 용도에 적용될 수 있다. 복합 재료는 자동차 패널, 트럭 패널, 버스 패널, 컨테이너 (예를 들어, 선적용 컨테이너), 열차용 패널, 제트기 패널, 튜브 (예를 들어, 자전거 튜브), 오토바이 패널, 트레일러 패널, 레저용자량 패널, 설상차 패널, 자동차 범퍼, 스포일러, 바퀴집 라이너, 해면효과 익선, 공기댐, 용기, 베드 라이너, 분리벽, 가정용 기기 하우징, 또는 좌석 등에 적용된다. 복합 재료는 건축 재료, 예를 들어 외장재, 비막이 장치, 배수로, 지붕널, 벽, 마루, 조리대, 캐비넷, 창틀, 문틀, 패널, 환기구, 도관, 널빤자, 프레임, 선반, 배관장치, 싱크, 샤워 팬, 욕조, 및 부속품에 적용될 수 있다. 적용 예로는 자동차 본체 패널 (예를 들어, 자동차 본체의 외부 스킨)이 있다.

[0167] 복합 재료가 사용되는 자동차 패널은 앞쪽 훈다 패널, 뒤쪽 훈다 패널, 도어 패널, 후드 패널, 지붕 패널, 또는 다른 패널 등을 포함한다. 자동차 패널은 class A, class B, 또는 class C 표면, 바람직하게는 class A 또는 class B 표면, 보다 바람직하게는 class A 표면을 갖는다. 복합 재료는 또한 하나 이상의 장식성 외부 표면 또는 베니어, 예를 들어 금속 베니어, 목재 베니어, 중합체 베니어, 또는 다른 베니어를 포함할 수 있다. 외부 표면은 대향 층과 다른 질감, 색상 또는 다른 외관을 가질 수 있다. 예를 들어, 철강 외부 층이 도색되어 구리색, 브론즈 색, 놋쇠 색, 금색, 또는 다른 색을 가질 수 있다.

[0168] 본 발명의 복합 재료는 복합 재료의 코팅, 예를 들어 정전 코팅, 폐인팅, 분말 코팅, 또는 이들의 조합 등과 같은 코팅 공정에 사용될 수 있다. 사용되는 경우, 코팅 공정은 하나 이상의 세척 또는 다른 표면을 준비하는 단계, 코팅을 가열 또는 베이킹하는 하나 이상의 단계 (예를 들어, 100°C 이상, 바람직하게는 120°C 이상에서), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 코팅은 일반적인 공자의 방법, 예를 들어 침지, 분무, 또는 롤러나 브러쉬를 사용하는 방법에 의해 행해질 수 있다. 이와 같이, 복합 재료는 바람직하게는 코팅 공정에서 유출되거나 정전 코팅의 코팅 조(bath)와 조(bath)를 오염시킬 수 있는 성분 (예를 들어, 저분자량 성분)을 포함하지 않는다. 마찬가지로, 하나 이상의 코팅 단계를 포함하는 방법은 복합체의 성분에 기인한 조(bath)의 오염을 포함하지 않는다.

[0169] 복합 재료 (예를 들어, 복합 재료로 성형된 스탬프된 부품)는 복합재료를 하나 이상의 다른 재료 또는 부품과 결합시킬 필요가 있는 장치에 사용될 수 있다. 예를 들어 복합 재료는 고정장치를 이용해 다른 부품에 기계적으로 결합되거나, 접착제, 접착 촉진제(예를 들어, 프라이머), 또는 둘 다를 이용하여 다른 부품에 화학적으로 결합된다. 다른 결합 수단으로 용접, 경납땜, 및 납땜이 있다. 이를 결합방법 중 하나 또는 그 이상을 조합하여 사용할 수도 있다.

[0170] 바람직하게는, 복합 재료는 부품으로 성형하거나 장치로 제조되는 과정 중에 탈리되지 않는다 (예를 들어, 금속 층이 심재 층으로부터 탈리되지 않는다). 이와 같이, 복합 재료는 바람직하게는 스탬핑 조작, 결합 조작 (예를 들어, 용접 조작) 중에 탈리되지 않는다. 복합 재료 가스가 고압으로 층 사이에 쌓이는 가스 포켓을 포함하지 않는다. 하나 이상의 층은 쌓이는 가스를 배기하는 하나 이상의 구멍을 가질 수 있다. 예를 들어, 금속 층에 형성된 다수의 구멍이 용접 부위를 둘러싸서 용접으로 생기는 가스를 방출할 수 있도록 되어 있다. 또한 중합체 층이 하나 이상의 셀을 포함하여 가스가 이동하여 압력이 쌓이는 것을 피할 수 있도록 할 수도 있다.

[0171] 단순한 탄소강 또는 다른 철강 섬유를 사용하여 비슷한 결과를 얻을 수 있다.

[0172] 상기의 성질은 복합 재료를 사용하여 만들어진 전체 부품 또는 일부 부품에 나타날 수 있다. 부품은 섬유를 포함하는 층 사이의 압축에 의해 생길 수 있는 육안으로 관찰가능한 어떠한 섬유 변형도 포함하지 않는다(즉. 외부 표면은 육안으로 고나찰했을 때 아무런 표시도 없다). 용접 전에, 금속의 미소구조는 부품 전체가 아닌 일부를 따라 연속적으로 형성될 수 있다.

[0173] 부품의 미리 정해진 영역에 상질 차이를 유도하는 것도 가능하다.

[0174] 본 발명은 또한 본 발명을 사용하여 만들어진 부품의 재활용 및 재생방법을 포함한다. 복합체를 갖는 부품을 제

공하고 금속 재료로부터 탄화수소 화합물을 분리하는 (예를 들어, 고온 가열 단계로) 단계를 포함할 수 있다. 탄화수소 화합물 및/또는 금속 재료는 재생가능하고 재활용할 수 있다.

[0175] 하기 실시예의 조성물은  $\pm 20\%$ 까지 변해도 유사한 결과를 얻을 수 있다 (예를 들어, 약  $\pm 20\%$  이내). 또, 본 발명에서 시사한 다른 재료로 치환하여도 유사한 결과를 얻을 수 있다.

[0177] 실시예

[0178] 실시예 1.

[0179] 45 g 나일론 6 및 평균 직경  $3\text{--}10\mu\text{m}$ , 평균 길이  $2\text{--}4\mu\text{m}$ 를 갖는 72 g 스테인레스 스틸 섬유를 Brabender Plastograph 믹서에 넣고  $260^\circ\text{C}$ 에서 20 rpm의 속도로 용융 혼합하여 경량 복합체를 위한 심재 재료를 제조하였다. 나일론 6의 밀도는  $1.142 \text{ g/cm}^3$ 이고 스테인레스 스틸의 밀도는  $7.9 \text{ g/cm}^3$ 이다. 60분간 혼합 후, 혼합물을 Brabender 믹서에서 제거하였다. 제조된, 실시예 1은 18.8 부피% 강철 섬유와 81.2 부피% 나일론 6를 포함하고 밀도는  $2.411 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

[0180] 실시예 2.

[0181] 실시예 1과 동일한 방법으로 심재 재료를 제조하되, 스테인레스 스틸 섬유의 무게는 102 g이고 나일론 6의 무게는 40g으로 하였다. 제조된 혼합물은 26.9 부피% 강철 섬유와 73.1 부피% 나일론 6를 포함하고 밀도는  $2.962 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

[0182] 실시예 3.

[0183] 실시예 1과 동일한 방법으로 심재 재료를 제조하되, 스테인레스 스틸 섬유의 무게는 48 g이고 나일론 6의 무게는 53.5g으로 하였다. 제조된 혼합물은 15 부피% 강철 섬유와 85 부피% 나일론 6를 포함하고 밀도는  $2.157 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

[0184] 실시예 4

[0185] 실시예 1과 동일한 방법으로 심재 재료를 제조하되, 스테인레스 스틸 섬유의 무게는 35.4 g이고 나일론 6의 무게는 50.6g으로 하였다. 제조된 혼합물은 10 부피% 강철 섬유와 90 부피% 나일론 6를 포함하고 밀도는  $1.816 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

[0186] 비교예 5.

[0187] 실시예 1과 동일한 방법으로 심재 재료를 제조하되, 스테인레스 스틸 섬유는 사용하지 않고 53 g의 나일론 6를 Brabender Plastograph 믹서에서 혼합하였다. 비교예 5의 밀도는  $1.142 \text{ g/cm}^3$ 이었다.

[0188] 비교예 6-7

[0189] 두개의 철판과 금속 판 사이에 놓인 금속 섬유를 포함하지 않는 나일론 12로 구성된 샌드위치 패널을 압축성형하여 복합 재료를 제조하였다. 철판 각각의 두께는 0.20 mm, 길이는 74.2 mm이고 폭은 124.2 mm였고, 철판은 AISA 1008 및 ASTM A109 표준에 적합한 저탄소강을 사용하였다.

[0190] 비교예 6 및 7을 위한 심재 재료의 두께는 각각 표 1에 게시한 바와 같이 약 0.30 mm, 및 0.44 mm였다. 비교예 6 및 7을  $250^\circ\text{C}$ 에서 12000 kg의 하중으로 압입형 몰드를 사용하여 압축 성형하였다. 복합체 패널 전체의 밀도는 철판에 사용된 강철의 밀도보다 32-46 중량% 낮았다. 비교예 6 및 7의 전체 두께에 걸친 전기 저항은  $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  이상이었고, 이는 이들 패널이 절연 특성을 가진다는 것을 나타낸다. 비교예 6-7의 철강 패널에 대한 용접을 시도하였으나, 서로 용접되지 않았다. 이들 시료는 용접 시험에서 실패하여 서로 용접되는 패널보다 용접이 더 약하였다.

[0191] 실시예 8-9

[0193] \*비교예 6 및 7과 동일한 방법으로, 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시예 8 및 9의 복합 재료를 제조하되, 심재 재료는 26.9 부피%의 강철 섬유 및 73.1 부피% 나일론 12를 사용하였다. 심재 재료의 강철 섬유는 평균 직경  $3\text{--}10\mu\text{m}$ , 평균 길이 2-4 mm이고 나일론 12와 Brabender Plastograph 믹서에서  $260^\circ\text{C}$ 에서 혼합하였다. 실시예 8 및 9의 심재 재료의 두께는 각각 약 0.40 mm 및 약 0.57 mm였다.

[0194] 이 시료는 표 2에 게시하였다. 복합체 패널 전체의 밀도는 철판에 사용된 강철의 밀도보다 29-36 중량% 낮았다. 이들 복합체 패널을 AC 저항 용접 (점 용접)을 사용하여 두께 0.8 mm의 강철 시트에 용접하였다. 용접 전류 9.7

kA, 8 용접 사이클, 600 psi 압력으로 우수한 용접이 얻어졌다(즉, 용접이 용접되는 패널보다 더 강해서 용접된 패널이 강제로 분리되었을 때 용접 베튼이 얻어졌다). 이러한 조건들은 두 개의 0.8 mm 두께의 강철 시트 용접에 필요한 조건(12.9 KA, 15 용접 사이클, 600 psi 압력)보다 낮은 것이다. 각 용접 사이클은 약 1/60초이고 용접 파라미터는 약 1사이클(즉, 약 1/60 초)의 기울기, 약 10 사이클(즉, 약 1/6 초)의 정지 시간 및 약 1초의 스퀴즈 타임을 포함한다.

표 1

	비교예 6	비교예 7
금속판 1		
재료	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20
금속판 2		
재료	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20
심재		
두께, mm	0.30	0.44
두께, 전체의 부피 %	43%	57%
금속섬유, 심재의 부피%	0%	0%
나일론 12, 심재의 부피%	100%	100%
전체밀도 g/cm <sup>3</sup>	5.37	4.27
중량 절감, %	32%	46%
심재층 저항 Ω · cm	>10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>
용접성	실패	실패

[0195]

[0196]

[0197] 실시예 10-11

[0198] 실시예 8 및 9와 동일한 방법으로, 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시예 10 및 11의 복합 재료를 제조하되, 금속 판의 두께는 0.30 mm였고 심재 재료의 두께는 각각 약 0.39 mm 및 약 0.54 mm였다.

[0199] a) 시료는 표 2에 게시하였다. 복합체 패널 전체의 밀도는 철판에 사용된 강철의 밀도보다 25-30 중량% 낮았다. 이를 복합체 패널을 AC 저항 용접 (점 용접)을 사용하여 두께 0.8 mm의 강철 시트에 용접하였다. 용접 전류9.7 kA, 8 용접 사이클, 600 psi 압력으로 우수한 용접이 얻어졌다.

표 2

	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11
금속판 1				
재료	철강	철강	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20	0.30	0.30
금속판 2				
재료	철강	철강	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20	0.30	0.30
심재				
두께, mm	0.40	0.53	0.39	0.54
두께, 전체의 부피 %	50%	59%	39%	47%
금속섬유, 심재의 부피%	26.9%	26.9%	26.9%	26.9%
나일론 12, 심재의 부피%	73.1%	73.1%	73.1%	73.1%
전체밀도 g/cm <sup>3</sup>	5.61	5.04	5.91	5.55
중량 절감, %	29%	36%	25%	30%
심재층 저항 Ω · cm	910	480	<150	170 <sup>2</sup>
용접성	우수	우수	우수	우수

[0202]

실시예 12-13

[0203] 비교예 6 및 7과 동일한 방법으로, 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시예 12 및 13의 복합 재료를 제조하되, 심재 재료는 20.2 부피%의 강철 섬유 및 79.8 부피% 나일론 12를 사용하였다. 심재 재료의 강철 섬유는 평균 직경 3-10 $\mu\text{m}$ , 평균 길이 2-4 mm이고 나일론 12와 Brabender Plastograph 막서에서 260°C에서 혼합하였다. 실시예 12 및 13의 심재 재료의 두께는 각각 약 0.37 mm 및 약 0.55 mm였다.

[0204] 이 시료는 표 3에 게시하였다. 복합체 패널 전체의 밀도는 철판에 사용된 강철의 밀도보다 31-41 중량% 낮았다. 이들 복합체 패널을 AC 저항 용접 (점 용접)을 사용하여 두께 0.8 mm의 강철 시트에 용접하였다. 용접 전류9.7 kA, 8 용접 사이클, 600 psi 압력으로 우수한 용접이 얻어졌다.

[0205] 각각 0.87 mm를 갖는 실시예 12 및 실시예 12의 금속 층에 사용된 동일한 강철 재료 시트의 강성도 및 밀도, 전체 두께 방향에 걸쳐 측정했다. 실시예 12는 강철 시트로만 된 것에 비해 밀도 비에 대한 강성도가 더 높았다.

[0206] 실시예 14

[0207] 비교예 6과 동일한 방법으로, 샌드위치 패널을 압축성형하여 실시예 14의 복합 재료를 제조하되, 심재 재료는 실시예 3의 것을 사용하였다. 이들 복합체 패널을 AC 저항 용접 (점 용접)을 사용하여 두께 0.8 mm의 강철 시트에 용접하였다. 용접 전류9.7 kA, 8 용접 사이클, 600 psi 압력으로 우수한 용접이 얻어졌다.

[0208] 실시예 15

[0209] 비교예 6과 동일한 방법으로, 샌드위치 패널을 압축성형하여 실시예 15의 복합 재료를 제조하되, 심재 재료는 실시예 4의 것을 사용하였다. 이들 복합체 패널을 AC 저항 용접 (점 용접)을 사용하여 두께 0.8 mm의 강철 시트에 용접하였다. 용접 전류9.7 kA, 8 용접 사이클, 600 psi 압력으로 우수한 용접이 얻어졌다.

표 3

	실시예 12	실시예 13
금속판 1		
재료	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20
금속판 2		
재료	철강	철강
두께, mm	0.20	0.20
심재		
두께, mm	0.37	0.55
두께, 전체의 부피 %	48%	58%
금속섬유, 심재의 부피%	20.2%	20.2%
나일론 12, 심재의 부피%	79.8%	79.8%
전체밀도 g/cm <sup>3</sup>	5.43	4.70
중량 절감, %	31%	41%
심재층 저항 Ω · cm	740	500
용접성	우수	우수

[0211] 실시예 16

[0212] 340 mm x 540 mm 면적과 실시예 12의 조성을 갖는 복합체 패널을 압축 성형 공정으로 제조하였다. 복합체 패널을 스템프 가공하여 패널 부분이 연신 비율 약 3을 갖도록 하였다. 스템핑 후, 패널은 균열이나 주름이 형성되지 않고 class A 표면을 가지게 되었다. 금속 섬유도 찢어지지 않고 심재 층은 금속 층으로부터 탈리되지 않았다.

[0213] 실시예 17-25

[0214] 실시예 17-19는 중합체만으로 이루어지거나 중합체와 실시예 1의 방법으로 제조된 스테인레스 스틸 섬유의 혼합물로 이루어진 것이다. 실시예 17-19는 나일론 6 0 중량%, 3 중량%, 및 10 중량%와 스테인레스 섬유로 각각 이루어진 것이다. 실시예 17의 심재 재료의 인장 탄성율은 약 3.3 GPa이다. 강철 섬유가 3 중량% (실시예 18)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 17% 이상 증가되어 3.9 GPa이다. 강철 섬유가 5 중량% (실시예 19)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 100% 이상 증가되어 7.3 GPa이다.

- [0215] 나일론을 코폴리아미드로 대체하고 스테인레스 스틸 섬유의 농도를 0% 중량%, 3 중량% 및 10 중량%로 한 것이 각각 실시예 20, 21, 및 22이다. 실시예 20의 심재 재료의 인장 탄성율은 약 700 MPa이다. 강철 섬유가 3 중량% (실시예 21)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 50% 이상 증가되어 1160MPa이다. 강철 섬유가 5 중량% (실시예 22)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 200% 이상 증가되어 2280MPa이다.
- [0216] 나일론을 19 중량% 비닐 아세테이트와 81 중량% 에틸렌을 포함하는 에틸렌비닐아세테이트 공중합체로 치환하고 스테인레스 스틸 섬유의 농도를 0% 중량%, 3 중량% 및 10 중량%로 한 것이 각각 실시예 23, 24, 및 25이다. 에틸렌비닐아세테이트 공중합체로만 된 (실시예 23)의 심재 재료의 인장 탄성율은 약 40 MPa, 파단시 신율은 680 %, 인성은 47 MPa로 증가하였다. 강철 섬유가 3 중량% (실시예 24)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 100% 이상 증가되어 110MPa이고, 파단시 신율은 강철 섬유가 부가되어도 그대로 유지되었다. 강철 섬유가 5 중량% (실시예 25)로 부가되는 경우, 인장 탄성율은 400% 이상 증가되어 210MPa, 파단시 신율은 약 70%, 인성은 약 3 MPa였다.
- [0217] 이와 같이, 일반적으로 이 실시예 및 다른 실시예에서 금속 섬유를 포함하는 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 심재 층의 재료)의 인장 탄성율은 금속 섬유를 포함하지 않는 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 심재 층의 재료)의 인장 탄성을 보다 바람직하게는 15% 이상, 보다 바람직하게는 50% 이상, 더 바람직하게는 100% 이상, 가장 바람직하게는 200% 이상 향상되었다.
- [0218] 실시예 26
- [0219] 저탄소강 시트와 20 부피% 스테인레스 스틸 섬유 와 80 부피 % 나일론으로 이루어진 복합체 층을 포함하는 복합체 샌드위치 시트를 제조하였다. 복합 재료를 저탄소강으로 만들어진 금속 시트에 점 용접하였다. 용접 조건은 약 1사이클(i.e., 약 1/60 초)의 기울기의 스퀴즈 타임, 13 사이클의 용접시간, 5 kA의 전류 및 약 10 사이클의 정지 시간을 포함한다.
- [0220] 용접 부분을 절단하여, 연마하고 현미경 관찰, 미소경도 측정, 및 에너지 분산 분광분석(EDS)을 시행하였다. 도 3a, 3b, 및 3c는 절단된 용접 부위를 다른 배율과 다른 구역에서 관찰한 현미경 사진이다.
- [0221] EDS 및 미소경도 (ASTM E 384-08에 따라 측정된 비커스 경도)는 첫 번째 금속 층의 탄소 농도가 (예를 들어, 구역 32, 40, 41, 및 42 사이에) 실질적으로 차이가 없고 32 구역 근처의 소량의 스테인레스 스틸에 대해서만 차이가 있다. 용접 구역으로부터 떨어진 다른 구역(예를 들어, 40으로 표시된 지역)에서, 첫 번째 금속 층은 수수한 페라이트 입자를 갖는다.
- [0222] 실시예 27-34 (전기 저항)
- [0223] 표 4에 게시된 철강 섬유 농도를 사용하여 섬유를 열가소성 중합체에 Brabender 믹서를 사용하여 혼합하여 실시예 27 내지 34를 제조하였다. 0.2 mm 두께의 철강 시트 사이에 0.4 mm의 섬유 충전된 열가소성 중합체 층을 갖는 샌드위치를 성형하여 복합 재료를 제조하였다. 복합 재료의 전체 두께에 걸친 전기 저항을 , AC 변조를 사용하여 측정하였고 표 4에 게시하였다. 모든 충전된 열가소성 재료는 비교적 낮은 전기 저항을 나타냈고 모든 비충전된 열가소성 재료는 비교적 높은 전기 저항을 나타냈다.

표 4

	열가소성 재료	금속섬유(부피%)	전기저항 $\Omega \cdot \text{cm}$
실시예 27	나일론	0	$>10^{11}$
실시예 28	나일론	26.9	250
실시예 29	나일론	20	250
실시예 30	나일론	15	270
실시예 31	나일론	10	300
실시예 32	EVA	0	$>10^{11}$
실시예 33	EVA	3	400
실시예 34	공중합체	3	600

- [0225] 본 발명에서, 특별한 언급이 없는 한, 한 분류의 어떤 부재는 그 분류로부터 부터 제외될 수도 있고; 마퀴쉬 그루핑의 일원은 그 그루핑으로부터 제외될 수도 있다.
- [0226] 특별한 언급이 없는 한, 본 발명의 숫자 값은 낮은 값에서 높은 값까지 한 단위씩 증가되고 최소값과 최대값의

간격은 적어도 두 단위 이상이다.

[0227] 실시예에서, 성분의 양, 성질, 또는 공정 변수 값, 예를 들어, 온도, 압력, 시간 등이, 예를 들어, 1 내지 90, 바람직하게는 20 내지 80, 보다 바람직하게는 30 내지 70으로 언급된다면, 그것은 중간 값(예를 들어, 15 내지 85, 22 내지 68, 43 내지 51, 30 내지 32 등)이 본 발명의 명세서의 범위 내에 든다는 것이다. 마찬가지로, 각 중간 값은 또한 본 발명의 범위 내에 속한다. 1 이하의 값에 대해, 한 단위가 0.0001, 0.001, 0.01 또는 0.1로 적당하게 고려될 수 있다. 이들은 특별히 언급된 예일 뿐이고 최고치와 최저치 사이의 모든 가능한 숫자의 조합이 마찬가지로 고려될 수 있다. "중량부"로 표현된 양 또한 중량 %와 마찬가지의 범위를 의미한다. 따라서, 본 발명의 상세한 설명에서 생성된 중합체 블렌드 조성물의 'x' 중량부는 생성된 중합체 블렌드 조성물의 'x' 중량%와 동일한 양을 의미한다.

[0228] 특별한 언급이 없는 한, 모든 범위는 양 말단과 양 말단 사이의 모든 수를 포함한다. "약" 또는 "대략"은 양 단부 모두를 커버하는 것이다. 따라서, "약 20 내지 30"은 "약 20 내지 약 30"을 커버하는 것으로, 적어도 명세서에 기재된 양 말단을 포함한다.

[0229] 특허출원과 공개특허공보를 포함하는 공지된 모든 문헌과 참고문헌은, 여기에서도 참고 문헌으로 사용된다. "필수적으로 구성되는"은 요소, 성분, 구성성분, 또는 정해진 단계들에 대해 다 사용가능하고 그러한 요소, 성분, 구성성분, 또는 정해진 단계들은 기본적이고 신규한 특성에 대해 서로 영향을 주지 않는다. "포함하는"은 요소, 성분, 구성성분, 또는 정해진 단계들에 대해 다 사용가능하고 요소, 성분, 구성성분, 또는 정해진 단계들로 필수적으로 구성되는 것도 포함하는 개념이다.

[0230] 원소나 금속이 어떤 그룹에 속하느냐는 CRC Press, Inc.에 의해 1989년 발행된 원소의 주기율 표에 의한다. 그룹은 IUPAC 시스템을 사용하여 원소의 주기율표를 반영하여 분류될 것이다.

[0231] 명세서에 사용된 "중합체" 및 "중합"은 일반적인 것으로 "단일-" 및/또는 공중합체" 그리고 "단일- 및/또는 공중합"을 각각 포함하는 것이다.

[0232] 상기 설명은 본 발명을 상세하게 설명하기 위한 것이며 제한하기 위한 것은 아니다. 상기의 실시예 이외에도 많은 구현예와 응용이 본 발명의 명세서에 의해 당업자에게 제공될 수 있음을 명백하다. 따라서, 본 발명의 범위는 상기 명세서에 의해 정해지는 것은 아니고 첨부된 특허청구범위 및 특허청구범위에 의해 균등한 영역에 의해 정해져야 한다.

[0233] 본 발명에 게시되었으나 하기 특허청구범위에 누락된 부분은 그러한 부분을 청구 포기한다는 의사로 해석되어서는 안 되고, 발명자가 그러한 부분을 인식하지 못했다고 취급되어서도 아니 된다.

### 부호의 설명

[0235] 10 : 복합체 적층체

12 : 샌드위치

14 : 금속 층

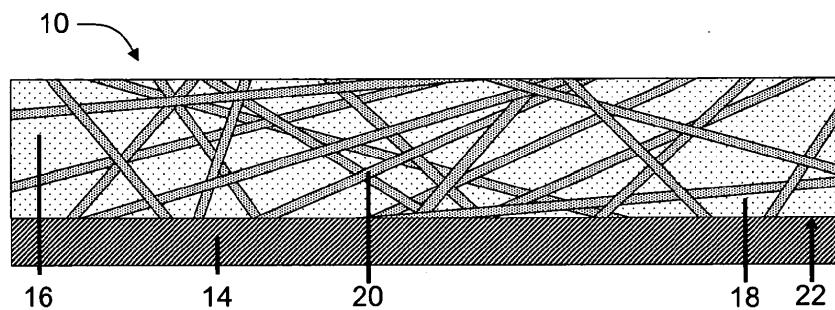
16, 18 : 열가소성 중합체

20 : 금속 섬유

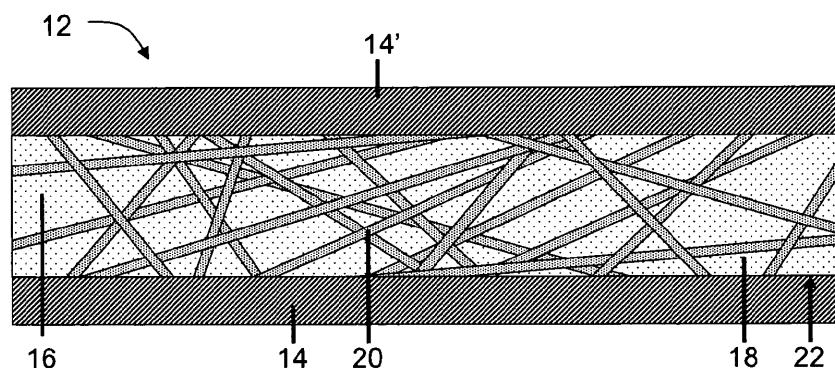
22 : 표면

도면

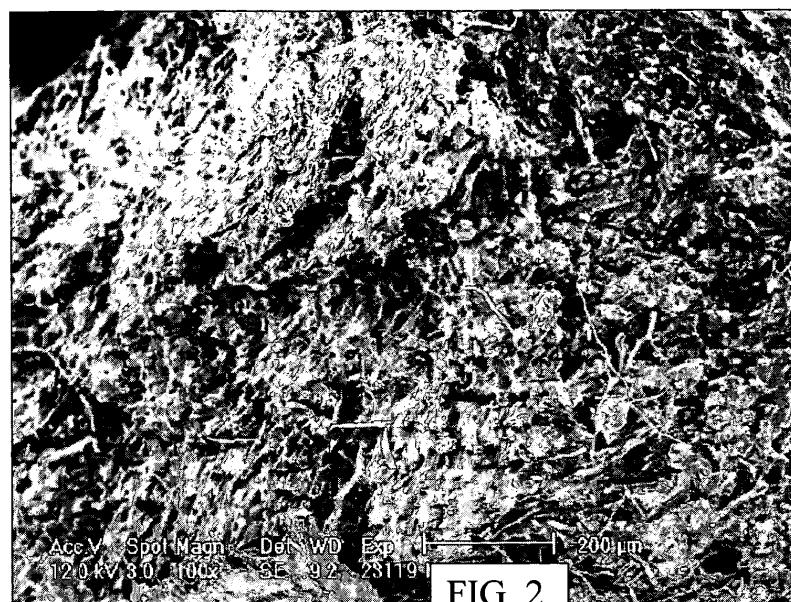
도면1a



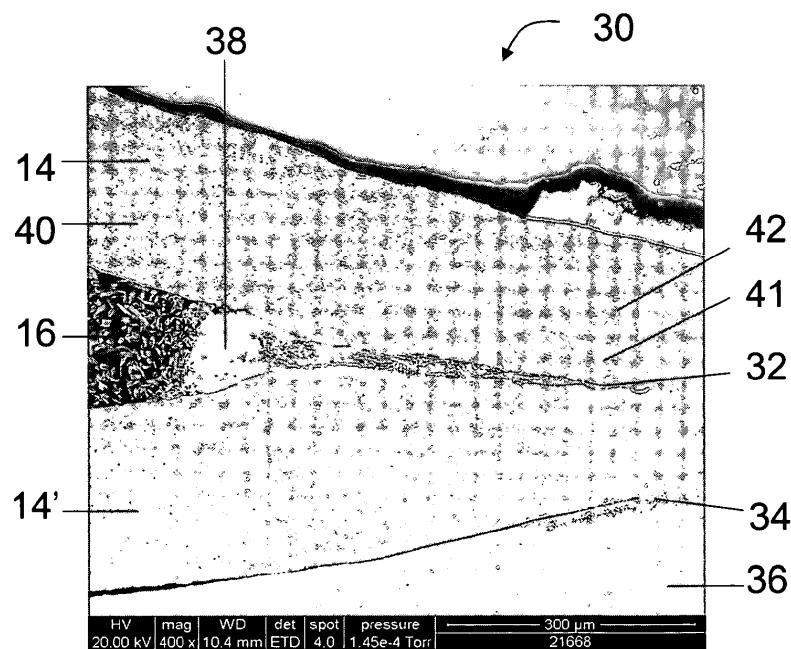
도면1b



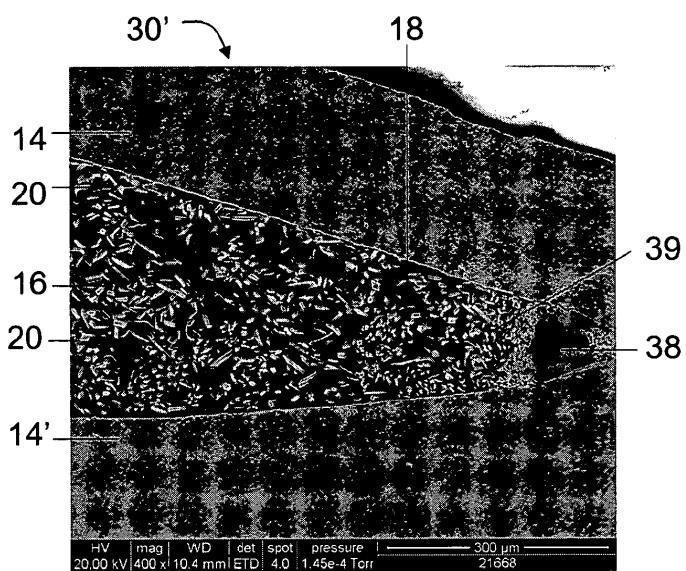
도면2



도면3a



도면3b



도면3c

