



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월28일  
(11) 등록번호 10-2103909  
(24) 등록일자 2020년04월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B32B 15/085 (2006.01) C08J 5/04 (2006.01)  
C08K 7/06 (2006.01) C08L 23/06 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
B32B 15/085 (2013.01)  
C08J 5/041 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7036898(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2011년08월05일  
심사청구일자 2019년01월14일  
(85) 번역문제출일자 2018년12월19일  
(65) 공개번호 10-2019-0003998  
(43) 공개일자 2019년01월10일  
(62) 원출원 특허 10-2013-7005633  
원출원일자(국제) 2011년08월05일  
심사청구일자 2016년07월19일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/046778  
(87) 국제공개번호 WO 2012/019115  
국제공개일자 2012년02월09일  
(30) 우선권주장  
61/371,360 2010년08월06일 미국(US)  
(뒷면에 계속)  
(56) 선행기술조사문헌  
US20100040902 A1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
프로덕티브 리서치 엘엘씨  
미국 미시간 48334 파밍턴 힐스 스위트 310 노스  
웨스턴 하이웨이 31800  
(72) 발명자  
미즈라히, 시몬  
이스라엘 32972 하이파 세레니 스트리트 6  
나키즈, 모세  
이스라엘 34951 하이파 라본 스트리트 3  
(74) 대리인  
윤의섭, 김수진

전체 청구항 수 : 총 10 항

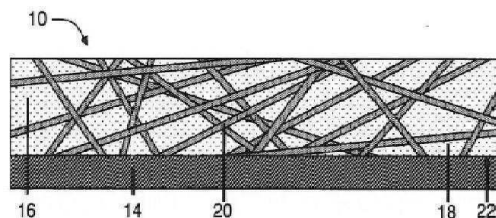
심사관 : 강영진

(54) 발명의 명칭 내박리성, 용접가능하고 성형 가능한 경량 복합물

(57) 요약

본 발명은 열가소성 중합체(18) 및 금속 섬유(20)를 포함하는 충전된 중합체 재료(16)로 이루어진 중합체 층 및, 금속 층(14)을 포함하는 경량 복합 재료(10, 12)에 관한 것이다. 중합체 층은 충전된 중합체 재료(16)를 포함한다. 본 발명의 복합 재료는 실온에서 종래의 스탬핑 장치를 사용하여 성형할 수 있다. 본 발명의 복합 재료는 종래의 용접 기술을 사용하여 다른 금속 재료에 용접 가능하다. 복합물은 박리에 대한 내성을 나타낸다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

**C08K 7/06** (2013.01)  
**C08L 23/06** (2013.01)  
*B32B 2250/03* (2013.01)  
*B32B 2250/40* (2013.01)  
*B32B 2255/06* (2013.01)  
*B32B 2262/103* (2013.01)  
*B32B 2305/08* (2013.01)  
*B32B 2307/514* (2013.01)  
*B32B 2323/046* (2013.01)

---

(30) 우선권주장

61/377,599	2010년08월27일	미국(US)
61/387,164	2010년09월28일	미국(US)
13/027,423	2011년02월15일	미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

첫 번째 금속 시트;

두 번째 금속 시트; 및

첫 번째 금속 시트에 부착된 충전된 중합체 재료의 압출물을 포함하는, 용접용 복합 재료에 있어서,  
충전된 중합체 재료는

a) (i) 첫 번째 열가소성 중합체; 및

(ii) 첫 번째 열가소성 중합체와 다른 두 번째 열가소성 중합체;

의 혼합물을 포함하는 중합체 기재의 매트릭스; 와

b) 매트릭스 전체에 분포되어 중합체 기재 매트릭스와 충전된 중합체 재료 복합물을 형성하는 금속 섬유의 덩어리(mass);

를 포함하고,

금속 섬유의 덩어리는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 3부피% 내지 25부피%로 존재하고, 금속 섬유의 덩어리는 충전된 중합체 재료 복합물의 두께로 연장되고, 다수의 금속 섬유를 포함하며,

금속섬유는

철 섬유이고;

0.5mm 내지 7mm의 길이를 가지며;

사각형의 단면은 가지는 리본 섬유의 형태이고;

두께에 대한 폭의 비는 2 내지 20이며;

서로 얹혀 있고;

충전된 중합체 재료 복합물의 두께로 연장되는, 개별(individual) 철 섬유의 분획은 0.2 이하이고,

ASTM D638-08에 따라 공칭 변형 속도  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정했을 때, 100% 연신에서 3MPa 이하의 인장 탄성률을 갖는 것을 특징으로 하는, 용접용 복합 재료.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

ASTM D638에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률이 첫 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률과 50% 이상 다르고; ASTM D648에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도는 첫 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도와  $35^{\circ}\text{C}$  이상 다르며;

첫 번째 열가소성 중합체는 폴리올레핀인 것을 특징으로 하는 복합 재료.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

ASTM D638에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률이 첫 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률과 70% 이상 다르고; ASTM D648에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도는 첫 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도와  $50^{\circ}\text{C}$  이상 다른 것을 특징으로 하는 복합 재료.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 두 번째 열가소성 중합체의 시차주사열량계에 의해 측정된 결정화도는 40% 이하인 것을 특징으로 하는 복합 재료.

#### 청구항 5

하기 단계를 포함하는, 제1항의 복합 재료를 포함하는 용접 스택의 용접 방법:

- i) 용접 스택에 압력을 가하고;
- ii) 압력을 가하면서 0.8 kA 이하의 초기 용접 전류를 용접 스택에 부가하고;
- iii) 용접 전류가 첫 번째 용접 전류보다 0.5 kA 이상 높은 두 번째 용접 전류에 도달할 때까지 상승시간(upslope time) 동안 용접 전류를 점진적으로 증가 또는 연속적으로 증가시키는 단계.

#### 청구항 6

첫 번째 금속 시트;

첫 번째 금속 시트와 다른, 두 번째 금속 시트; 및

첫 번째 금속 시트에 부착된 충전된 중합체 재료의 압출물을 포함하는, 복합 재료에 있어서,

금속 시트 중 하나는 280MPa 이상의 항복 강도를 갖는 고강도 강이고,

충전된 중합체 재료는

a) (i) 첫 번째 열가소성 중합체; 및

(ii) 첫 번째 열가소성 중합체와 다른 두 번째 열가소성 중합체;

의 혼합물을 포함하는 중합체 기재의 매트릭스; 와

b) 매트릭스 전체에 분포되어 중합체 기재 매트릭스와 충전된 중합체 재료 복합물을 형성하는 금속 섬유의 덩어리(mass);

를 포함하고,

충전된 중합체 재료의 부피는 복합재료 전체 부피를 기준으로 30부피% 내지 92부피%로 존재하고,

ASTM D638에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률이 첫 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률과 50% 이상 다르고; ASTM D648에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도는 첫 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도와 35℃ 이상 다르며;

금속 섬유는 철 섬유이고, 충전된 중합체 재료 복합물의 두께로 연장되는, 개별(individual) 철 섬유의 분획은 0.2 이하이고;

ASTM D638-08에 따라 공칭 변형 속도  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정했을 때, 100% 연신에서 3MPa 이하의 인장 탄성률을 갖는 것을 특징으로 하는 복합 재료.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

고강도 강의 항복 강도는 340MPa 이상이고,

ASTM D638에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률이 첫 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률과 70% 이상 다르고; ASTM D648에 따라 측정했을 때, 두 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도는 첫 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도와 50℃ 이상 다른 것을 특징으로 하는 복합 재료.

#### 청구항 8

제1항 내지 제4항, 제6항 내지 제7항 중의 어느 한 항의 복합 재료로 형성된 범퍼.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

금속 시트 중 하나는 부식을 감소시키는 표면 처리가 된 것을 특징으로 하는 범퍼.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

표면 처리는 복합 재료의 형성 전에 적용된 것을 특징으로 하는 범퍼.

## 청구항 11

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 섬유-충전된 중합체 재료, 섬유-충전된 중합체 재료 층을 포함하는 복합 재료, 및 특히 섬유-충전된 중합체 재료 층 및 금속 층을 포함하는 샌드위치 복합물에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 높은 강성, 높은 인성, 및 낮은 중량의 우수한 균형을 갖는 경량 복합물은 낮은 가요성과 감소된 중량이 필요한 여러 용도에 사용된다. 수송 분야는 그러한 재료가 필요한 한 산업으로, 예를 들어, 자동차 부품 또는 수송되는 대상(예를 들어, 컨테이너)에 사용될 수 있다.

[0004] 운송 수단, 및 수송되는 대상뿐 아니라 다른 경량 재료 및 종래의 강철 재료를 대체하는 재료에 대한 필요성이 새로운 복합 재료, 특히 샌드위치 복합 재료를 개발하는 산업을 일으켰다. 본 발명자에 의한 선행 출원들에 그러한 노력이 기재되어 있다.

[0005] 불행하게도, 많은 상업적 용도에 강조되는 성능 요건이 디자인을 제한하게 만든다. 한 조건(예를 들어, 스탬프 가능성)에 맞는 재료는 다른 조건, 예를 들어, 용접성에 맞지 않는다. 이와 같이, 본 발명의 발명자의 작업 전까지, 상업적인 다양한 요구에 맞는 재료는 사용된 적이 없었다. 샌드위치 복합물을 사용하려는 노력은 근사하게 성공한 적이 있었으나, 층 간의 결합이 온전하지 않고 장기간의 내부식성도 높지 않았다. 물론, 스탬프 가능성과 용접성이 동시에 요구될 때, 많은 그러한 재료들이 후보에서 제외된다. 따라서, 선행 기술의 많은 노력에도 불구하고, 최종 제품에 재료를 포함시키는데 많은 비용을 들이지 않고 종래의 강철 재료를 대체할 수 있는, 개선된 복합재료, 예를 들어 샌드위치 복합 재료에 대한 요구는 여전히 존재한다. 스탬프 될 수 있는 재료에 대한 요구도 존재한다. 또한 용접될 수 있는, 특히 종래의 용접 기술 및/또는 장치로 용접될 수 있는 재료에 대한 요구도 존재한다. 또한, 장기 내구 특성, 예를 들어, 내부식성 또는 내박리성(예를 들어, 일반적인 서비스 조건, 예를 들어, 자동차의 일반적인 서비스 조건에서 박리에 대한 내성과, 그러한 조건에서 장기간(예를 들어, 3, 5, 10, 년 또는 그 이상) 복합물 층의 박리 없이 견딜 수 있는) 재료에 대한 요구가 남아있다. 또한, 우수한 가공특성, 내구성, 전기적 성질(예를 들어, 전하 소멸 특성), 또는 이들의 조합을 나타내는, 단독으로 또는 다른 재료, 예를 들어, 적층된 재료, 와 결합하여 사용될 수 있는 중합체-기재의 복합물 덩어리에 대한 요구가 남아 있다.

[0006] 또, 개선된 용접성을 갖는(즉, 수용 가능한 용접을 얻기 위한 더 큰 가공창을 갖는)중합체 층을 포함하는 용접 가능한 경량 복합물에 대한 요구가 남아 있다. 용접성은 용접 전류 범위(즉, 수용 가능한 용접을 형성하는 최대 전류와 최소 전류의 차이, 다른 조건 예를 들어, 용접 압력 및 용접 시간은 고정되는데, 바람직하게는 최상을 용접을 형성하는 값으로 고정된다)로 측정할 수 있다. 용접성은 용접 시간 범위(즉, 수용가능한 용접을 형성하는 최대 시간과 최소 시간의 차이, 다른 조건 예를 들어, 용접 압력 및 용접 전류는 고정되는데, 바람직하게는 최상을 용접을 형성하는 값으로 고정된다)로 측정할 수도 있다.

## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 독특한 재료의 조합으로 상기 조건의 일부 또는 전부를 만족하고, 우수한 연신 성능을 나타내고 용접 가능하며(종래의 기술 및 장치를 사용하여서도 용접가능하며), 박리에 좋은 조건에서도 박리에 내성을 나타내는, 복합재료, 예를 들어, 샌드위치 복합 재료를 제공할 수 있다. 그러한 효과적인 재료는 강철을 대체하여 다양한 강철의 용도에 효과적으로 사용될 수 있다. 따라서, 새로운 장치나 다른 비용의 투자 없이 본 발명의 재료를 그 제조 공정에 사용할 수 있다. 제조되는 제품은 또한 중량 절감이 가능하다.

## 과제의 해결 수단

- [0009] 이하 본 발명을 상세하게 설명한다.
- [0010] 복합 재료는, 하나 이상의 첫 번째 열가소성 중합체; 및 첫 번째 열가소성 중합체와 다른 하나 이상의 두 번째 열가소성 중합체;의 혼합물을 포함하는 중합체 기재의 매트릭스 및 하나 이상의 일반적으로 평평한 표면을 갖는 다수의 금속 섬유를 임의로 포함하고, 복합물 덩어리 전체 부피를 기준으로 약 3부피% 이상의 농도로 존재하고, 매트릭스 전체에 분포되어 중합체 기재 매트릭스와 충전된 중합체 재료 복합물 덩어리를 형성하는 금속 섬유의 덩어리를 포함한다.
- [0011] 본 발명의 특징은 발명의 요약 부분과 하기 발명을 실시하기 위한 구체적인 수단에 걸쳐 상세하게 설명되어 있다.
- [0012] 하나 이상의 첫 번째 열가소성 중합체는 하나 이상의 폴리에틸렌계 중합체 (예를 들어, 선형 저밀도 폴리에틸렌)를 포함할 수 있고; 하나 이상의 두 번째 중합체는 탄성체, 예를 들어 예를 들어, 에틸렌-옥텐 공중합체를 포함한다. 중합체-기재의 매트릭스는 가고 가능한 중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 중합체-기재의 매트릭스는 방사(예를 들어, 자외선 방사 및/또는 적외선 방사), 수분, 열, 또는 이들의 조합으로부터 선택된 외부 자극에 의해 가교가능한 중합체를 포함한다. 첫 번째 열가소성 중합체 대 두 번째 열가소성 중합체의 상대적인 중량 및/또는 비는 약 1:1 내지 약 10:1, 보다 바람직하게는 약 2:1 내지 약 5:1이다.
- [0013] 복합체 덩어리는 기재, 예를 들어, 금속 시트에 부착될 수 있고 (예를 들어, 대향하는 금속 시트 사이에 샌드위치된다); 기재 또는 금속 시트는 복합체 덩어리에 부착되기 전 또는 후에 시트의 대향하는 주 표면이 내부식성 향상을 위해 하나 이상의 코팅(예를 들어, 아연, 인산염 또는 둘 다)으로 피복될 수 있고; 기재 금속 또는 시트는 알루미늄, 강철 (고강도 강(예를 들어, 등급에 부합하는 기계적 강도, 예를 들어, 항복 강도 약 240MPa 이상, 약 300MPa 이상, 약 400MPa 이상, 약 450MPa 이상, 약 500MPa 이상, 또는 약 550 이상; 최대 강도 약 340MPa 이상, 약 450MPa 이상, 약 500MPa 이상, 약 500MPa 이상, 약 600MPa 이상, 또는 약 650 이상; 또는 둘 다인 갖는 강철) 또는 니켈, 망간, 구리, 니오븀, 바나듐, 크롬, 몰리브덴, 티타늄, 칼슘, 하나 이상의 희토류 원소, 지르코늄, 질소 또는 이들의 조합으로부터 선택된 합금 성분을 포함하는 강철일 수 있다.
- [0014] 금속 섬유의 덩어리는 내부식성 향상을 위한 조성물로 코팅된 복수의 섬유를 포함할 수 있고; 예를 들어 복수의 섬유는 희생 양극을 규정하는 조성물로 피복될 수 있어서, 섬유가 복합체 덩어리가 부착되는 금속의 표준 전기화학적 환원 전위보다 적은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 것에 기인하여 복합체 덩어리가 부착되는 금속에 내부식성이 제공된다. 금속 섬유의 덩어리는 알루미늄 섬유, 아연 섬유, 마그네슘 섬유, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있고; 및/또는 섬유는 적어도 부분적으로 알루미늄, 아연, 마그네슘, 또는 이들의 조합으로 코팅될 수 있다. 금속 섬유의 덩어리는 리본 형태의 복수의 섬유를 포함한다. 예를 들어, 금속 섬유는 일반적으로 평평한 둘 이상의 표면을 가질 수 있고; 금속 섬유는 섬유의 길이 방향을 가로지르는 단면을 가지고; 금속 섬유의 단면은 일반적으로 다각형(예를 들어, 일반적으로 사각형)일 수 있고; 금속 섬유는 폭과 두께를 포함하는 단면을 가질 수 있고, 여기에서 폭과 두께의 비는 약 20:1 내지 약 1:1이다.
- [0015] 생성되는 복합 재료는 다양한 용도에서 강철을 대체할 수 있는 우수한 성질을 나타낸다. 예를 들어, 복합체 덩어리는 금속 층에 충분히 결합하여 DIN 11339의 박리시험에서 상당량의 응집파괴 (예를 들어, 약 25% 이상, 예를 들어, 약 40%, 50%, 60% 또는 그 이상의 응집파괴)를 나타낸다. 복합체 덩어리는 어떤 금속 층에 충분히 결합하여 DIN 11465하의 중첩 전단 시험에서, 복합물은 상당량의 응집파괴 (예를 들어, 약 25% 이상, 예를 들어, 약 40%, 50%, 60% 또는 그 이상의 응집파괴)를 나타낸다.
- [0016] 상기한 바와 같이, 본 발명에 의해 다량의, 또는 실질적인 양의 극성 중합체를 사용하지 않고(예를 들어, 중량으로 30%, 20%, 10%, 5% 또는 1% 이하), 우수한 결합 강도와 우수한 내박리성을 나타내는 복합체 덩어리를 얻을 수 있다. 또한, 중합체 매트릭스 복합물 덩어리 사이의 결합 강도는 예상과 달리 줄어들지 않고, 중합체 매트릭

스 복합물 덩어리 내에 존재하는 섬유에 의해, 인산염처리 및/또는 아연 도금 강철 시트의 사용에 의해, 또는 둘 다에 의해 사실 향상되었다. 예를 들어, 중합체를 포함하고 섬유를 포함하지 않으며 피복되지 않은 일반 탄소강 사이에 샌드위치된 샌드위치 복합물과, 본 발명의 복합물, 즉 섬유를 포함하고 인산염처리 및/또는 아연 도금 강 층을 샌드위치 층으로 포함하는 경우, 후자의 박리 강도가 예를 들어, DIN 11339에 따라 시험했을 때 2배 또는 3배 향상되었다.

[0017] 복합 재료를 사용하는 샌드위치 복합물의 항복 강도는 약 100MPa 이상이다. 복합 재료를 사용하는 샌드위치 복합물의 인장 강도는 약 160MPa 이상이다. 복합물은 두께 약 0.4mm 이상의 샌드위치 복합물일 수 있고, 복합체 덩어리의 두께는 샌드위치 복합물 전체 두께의 약 30% 이상이다.

[0018] 본 발명에 따라 용접된 제품을 제조하는 것도 가능하다. 예를 들어, 금속 섬유의 모양, 크기 농도 및 형태는, 복합 재료로 구성되는 용접 스택 및 경량 복합물과 거의 동일한 두께를 갖는 아연 도금된 강철 시트가 약 0.0020 Ω 이하의 정전 접촉 저항을 나타내도록 선택된다. 정전 접촉 저항은 대면 직경 약 4.8mm의 나란히 놓인 두 전극 사이에 놓고 약 500lb의 힘을 적용하여 측정한다. 실시 예에서, 금속 섬유의 모양, 크기 농도 및 형태는 경량 복합물의 정전 접촉 저항 비가 약 0.01 또는 그 이상이 되도록 선택되며, 여기에서 정전 접촉 저항 비는 : (i) 청구항 1 내지 23의 복합 재료로 구성되는 첫 번째 용접 스택 및 경량 복합물과 거의 동일한 두께를 갖는 강철 시트의 정전 접촉 저항, 대 (ii) 첫 번째 용접 스택과 동일한 두 강철 시트로 구성되는 두 번째 용접 스택의 정전 접촉 저항이다. 정전 접촉 저항은 대면 직경 약 4.8mm의 나란히 놓인 두 전극 사이에 놓고 약 500lb의 힘을 적용하여 측정한다.

[0019] 본 발명은 또한 제품을 제조하는 방법을 포함할 수 있고, 이 방법은 복합 재료를 연신율 약 1.5 이상(예를 들어 고속 스탬핑조작)으로 변형하거나, 복합 재료를 용접(예를 들어, 특별한 용접 파라미터의 사용 없이 종래의 용융 아연 도금강을 서로 용접할 때 사용하던 일반적인 용접 조건을 사용하여)하거나, 또는 둘 다를 포함할 수 있다. 본 발명은 또한 그 방법에 의해 제조된, 복합재료를 포함하는 제품도 포괄한다. 자동차 부품으로서의 재료의 용도 및 제품도 포함한다.

[0020] 복합 재료의 다른 특성은 하기와 같다. ASTM D790에 따라 측정된 복합 재료의 탄성 계수는 최소 약 200GPa이고, 충전된 중합체 층의 농도는 충분히 높아 복합 재료의 밀도는 약 0.8  $d_m$  이하이며, 여기에서  $d_m$  은 복합체 덩어리에 사용된 금속 시트의 중량평균 밀도이다. 금속 층의 표면은 하나 이상의 표면이(복합물 성형 전에) 아연도금, 예를 들어, 전기-아연도금 기술; 인산염 함유 층을 포함하도록 인산염 처리; 정전 피복; 또는 이들의 조합으로 내부식을 위한 처리가 될 수 있다.

[0021] 금속 섬유는 첫 번째 또는 두 번째 금속 층의 하나 또는 둘 다로부터 유도된 스크랩 및/또는 출발 재료(예를 들어, 코팅되거나 되지 않은, 스크랩의 잔 조각 스트립 또는 출발 재료의 잔 조각 스트립)로 형성될 수 있거나; 금속 섬유는 강철 섬유 및 강철 섬유의 용접보다 낮은 용점을 갖는 다른 금속을 포함할 수 있다.

[0022] 둘 이상의 중합체가 사용되는 경우, 한 중합체의 ASTM D638에 따라 측정된 인장 탄성률이 약 25% 이상이고 다른 중합체의 인장 탄성률과 다르다. 한 중합체는 ASTM D570에 따라 측정된 수분 흡수율이 약 25% 이상이고 다른 중합체의 수분 흡수율과 다르다. 한 중합체의 ASTM D648에 따라 측정된 열변형 온도는 약 5°C 이상이고 다른 중합체의 열변형 온도와 다르다. 하나 이상의 중합체는 실질적으로 산소 및 질소 원자를 포함하지 않는다. 하나 이상의 중합체의 중합체 전체 중량을 기준으로 하는 산소 및 질소 원자의 전체 농도는 다른 중합체의 산소 및 질소 원자의 전체 농도보다 적다.

[0023] 사용되는 하나 이상의 중합체는 폴리아미드일 수 있다. 사용되는 하나 이상의 중합체는 이오노머일 수 있다. 하나 이상의 중합체는 공-중합체일 수 있다. 두 중합체 사이의 인장 탄성률 비는 1.25:1 또는 그 이상일 수 있다. 한 중합체 대 다른 중합체의 중량 또는 부피비는 약 10:90 내지 약 90:10이다. 중합체 중 하나는 그래프트된 폴리올레핀, 예를 들어, 말레인산 무수물로 그래프트된 폴리올레핀을 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 복합물은 하기의 특성을 하나 이상 갖는다: 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 약 0.0017 Ω 이하이다; 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 약 0.0015 Ω 이하이다; 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 동일한 두께의 아연도금 강강의 정전 접촉 저항보다 클 수 있다; 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 동일한 두께의 아연도금 강강의 정전 접촉 저항보다 100% 이상 클 수 있다; 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 동일한 두께의 아연도금 강강의 정전 접촉 저항보다 20% 이상 클 수 있다; 경량 복합물의 정전 접촉 저항은 동일한 두께의 아연도금 강강의 정전 접촉 저항보다 400% 이상 클 수 있다. 경량 복합물은 약 0.0001 Ω 이상의 정전 접촉 저항을 가질 수 있다; 경량 복합물은 약 1.5 kA 이상의 전류 범위를 가질 수 있다; 경량 복합물은 약 2.1 kA 이상의 전류 범위를 가질 수 있다;



경량 복합물은 약 2.5 kA 이상의 전류 범위를 가질 수 있다; 경량 복합물은 동일한 두께의 강철의 전류 범위보다 큰 전류 범위를 가질 수 있다; 경량 복합물은 동일한 두께의 강철의 전류 범위보다 약 0.5 kA 이상 큰 전류 범위를 가질 수 있다; 경량 복합물은 동일한 두께의 강철의 전류 범위보다 약 1.0 kA 이상 큰 전류 범위를 가질 수 있다.

[0025] 금속 섬유는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 약 10부피% 내지 약 25부피%일 수 있다; 금속 섬유의 농도는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 약 12부피% 내지 약 23부피%일 수 있다; 길이 방향 축을 가로지르는 금속 섬유의 단면적은 약 0.0009mm<sup>2</sup> 이상이다; 길이 방향 축을 가로지르는 금속 섬유의 단면적은 약 0.0025mm<sup>2</sup> 이상이다; 금속 섬유는 길이 방향 축을 가로지르는 일반적으로 사각형의 단면을 갖는다; 또는 사각형 단면은 두께 및 폭으로 특징되고 두께에 대한 폭의 비는 약 20 또는 그 이하이다.

[0026] 본 발명은 또한 i) 용접 스택에 압력을 가하고; ii) 압력을 가하면서 약 0.8 kA 이하의 초기 용접 전류를 용접 스택에 부가하고; iii) 용접 전류가 첫 번째 용접 전류보다 약 0.5 kA 이상 높은 두 번째 용접 전류에 도달할 때까지 0.01 초 이상 걸리도록 연속적으로 용접 전류를 증가시키는 단계를 포함하는 용접 방법에 관한 것이다. 여기에서 용접 스택은 복합 재료를 포함하는 성분, 하나 이상의 금속 층을 각각 포함하는 하나 이상의 부가적인 성분을 포함할 수 있고; 여기에서 복합 재료는 두 금속 층; 및 두 금속 층 사이에 끼워지는 하나 이상의 중합체 층을 포함할 수 있고, 중합체 층은 하나 이상의 중합체를 함유할 수 있으며, 중합체 층은 하나 이상의 금속 섬유를 포함할 수 있고, 하나 이상의 중합체 층의 전체 부피는 복합 재료 전체 부피의 30% 이상이다. 바람직하게, 상기 공정은 두 번째 용접 전류에서 용접 전류를 0.06 초 이상 정지시키는 단계를 포함한다.

### 발명의 효과

[0027] 본 발명의 복합 재료는 강철을 대체하여 다양한 강철의 용도에 효과적으로 사용될 수 있다. 따라서, 새로운 장치나 다른 비용의 투자 없이 본 발명의 재료를 그 제조 공정에 사용할 수 있다. 제조되는 제품은 또한 중량 절감이 가능하다.

[0028]

### 도면의 간단한 설명

[0029] 도 1a는 중합체 층 및 금속 층을 갖는 복합 재료를 나타낸 것이다.

도 1b는 두 금속 층 사이에 끼워진 중합체 심재 층을 갖는 복합 재료를 나타낸 것이다.

도 2는 중합체 재료 또는 복합 재료를 관찰하는 과정을 나타내는 다이어그램이다.

도 3은 심재 층에 사용될 수 있는 금속 섬유를 나타내는 마크로그래프이다.

도 4는 금속 섬유 및 중합체를 포함하는 심재 층을 나타내는 마크로그래프이다.

도 5는 두 금속 층, 금속 섬유, 및 중합체를 포함하는 경량 복합물을 나타내는 마크로그래프이다.

도 6은 용접 전류 범위 약 2.0 kA 이상(예를 들어, 약 3.0 kA)을 갖는 아연도금 금속에 용접된 경량의 복합 재료에 대한, 용접 버튼 크기(mm 단위)와 용접 전류(kA 단위)의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 7은 용접 전류 범위 약 2.0 kA 이상(예를 들어, 약 2.8 kA)을 갖는 도금되지 않은 심 가공 강판에 용접된 경량의 복합 재료에 대한, 용접 버튼 크기(mm 단위)와 용접 전류(kA 단위)의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 8은 용접 전류 범위 약 1.5 kA 이상(예를 들어, 약 1.7 kA)을 갖는 아연도금 금속에 용접된 경량의 복합 재료에 대한, 용접 버튼 크기(mm 단위)와 용접 전류(kA 단위)의 관계를 나타낸 그래프이다.

도 9은 용접 전류 범위 약 1.5 kA 이상(예를 들어, 약 2.0 kA)을 갖는 도금되지 않은 심 가공 강판에 용접된 경량의 복합 재료에 대한, 용접 버튼 크기(mm 단위)와 용접 전류(kA 단위)의 관계를 나타낸 그래프이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 일반적으로, 본 발명의 재료는 하기의 충전된 중합체 재료, 특히 중합체 매트릭스에 분포된 금속 섬유 상을 포함한다. 일반적으로, 본 발명의 복합재료는 둘 이상의 층을 사용하고, 그 가운데 하나는 상기의 충전된 (예를 들어, 섬유 충전된) 중합체 재료 (예를 들어, 그 안에 섬유-충전된 중합체 층)이다. 특히, 본 발명의 재료는 샌드위치 구조를 포함하는 복합물로, 섬유-충전된 중합체 층이 둘 이상의 다른 층에 샌드위치된 것이다. 본 발



명의 재료는 또한 샌드위치 구조 전구체, 예를 들어, 첫 번째 층 위에 충전된 중합체 층이 부착되어 충전된 중합체 층이 외부에 노출된 것을 포함한다. 두 번째 층은 그 다음으로 충전된 중합체 층에 부착될 수 있다. 본 발명은 또한 본 발명에 따라 섬유-충전된 중합체 재료를 포함하는 원료 조성물 (예를 들어, 펠렛, 시트 등의 형태)을 포함한다. 본 발명의 재료는 독특하고 우수한 여러 가지 성질을 나타내어, 변형 조작 (예를 들어, 비교적 고 변형율의 성형 조작, 예를 들어 스탬핑), 용접 조작, 또는 둘 다에 적합한 재료이다. 즉, 충전된 중합체 층이 여러 상을 갖도록 디자인된다. 하나 이상의 상(예를 들어, 충전재)은 전도성 경로를 제공하고, 가소적으로 변형 가능하도록 하면서, 플라스틱 변형을 유도하는 응력이 가해졌을 때 변형 경화할 수도 있다. 또한, 중합체 상은 다른 재료 (예를 들어, 금속 층 예를 들어, 강철 시트)에 부착하여 용접 및/또는 변형(예를 들어, 성형, 예를 들어 스탬핑)을 위한 복합 재료 가공시에 복합물의 박리가 일어나지 않도록 한다. 중합체 상은 코팅(예를 들어, 화학 도금욕, 예를 들어 정전코팅조 또는 시트 금속 코팅에 일반적인 내부식성을 부여하는 다른 도금욕) 조작 시에 분해되지 않는다.

[0031] 본 발명의 복합 재료는, 일반적으로 낮은 전기전도성을 갖는 중합체를 포함하는데도 불구하고 우수한 용접성을 나타내어 전기 저항 용접 가능하다. 예를 들어 수용 가능한 용접을 얻기 위한 가공 창(창)의 크기는 일반적으로 넓다. 본 발명에서, 수용 가능한 용접은 용접 버튼 크기가 용접 전극 직경의 약 95% 이상일 수 있다. 본 발명에서, 복합 재료는 같은 두께의 강철 (예를 들어, 아연 도금강)보다 용접을 위한 더 넓은 가공창을 가질 수 있다.

[0032] 본 발명은 독특한 재료의 조합으로 매력적인 복합물, 특히 적층체 복합물을 제공한다. 예를 들어, 적층체는 공지의 시트 재료, 예를 들어 시트 금속((예를 들어, 스테인레스 및/또는 저탄소강)과 비슷한 방법으로 드로잉하거나(예를 들어, 딥 드로잉), 용접하거나 또는 둘 다 할 수 있다. 일반적으로, 본 발명은 여러 가지-상의 복합 재료를 사용하는데, 재료는 연신성, 용접성 또는 둘 다를 부여하도록 선택된다. 또, 재료는 생성 적층체가 일반적인 공지 기술의 얇은 벽 구조물로 가공될 수 있도록, 특히 장식 또는 기능적인 표면 처리 가공 (예를 들어, 코팅, 도금 등)을 할 수 있도록 선택된다.

[0033] 예를 들어, 특히 바람직한 조합의 재료는 심재를 갖는 두 개의 층을 포함할 수 있고, 심재는 바람직하게는 충전된 중합체 재료이다. 충전된 중합체는 재료 바람직하게는 하나 이상의 중합체를 포함하고, 중합체는 열가소성 중합체나 일반적으로 열가소성 중합체로서 가공 가능한 다른 재료를 포함하거나 그 재료로 구성된다. 충전된 중합체 재료 바람직하게는 충전재 상을 포함하고, 바람직하게는 충전재는 섬유 상, 특히 긴 섬유 상 가늘고 긴 섬유 상, 예를 들어, 가늘고 긴 금속 섬유 상을 포함하거나 그 상으로 구성되는 충전재를 갖는다. 그러한 상은 충분히 위치하거나 분포되고(예를 들어, 감싸거나, 끼거나, 나란히 배열되거나, 열기설기 얹히거나, 또는 이들의 조합), 충분한 부피로 사용되어 중합체 자체가 일반적으로 비전도성인 경우 충전된 중합체 재료에 전기 전도성을 부여하는 네트워크를 형성한다. 특히 바람직한 가늘고 긴 충전재 상은 그 자체로 연신되고(개별 섬유 또는 전체로) 변형 경화 가능하다.

[0034] 여기에서 사용된 "층"은 명확하게 구별된 재료를 요구하는 것은 아니다. 예를 들어, 층으로 된 복합물은 하나의 재료로 된 단일 시트를 접어서 그 재료로 된 두 개의 층을 형성할 수 있고, 공통의 모서리를 공유할 수 있으며 그 사이에 충전된 중합체 재료를 위치하게 할 수 있다.

[0035] 본 발명의 첫 번째 특징은 비슷하지 않은 재료가 결합한 층으로 만들어진 복합 재료이고, 하나 이상의 층 (예를 들어, 금속 층 예를 들어, 금속 먼 층) 및 하나 이상의 중합체 층을 포함하고, 복합물은 성형(예를 들어, 탄성 변형을 일으키는 응력을 가해 스탬핑 또는 프레스 기계 상에서 냉간 성형)하여 패널로 만들 수 있다. 복합 재료는 하나의 금속 층 및 하나의 중합체 층을 포함하거나, 하나 이상의 다른 층을 더 포함하는 복합물 적층체일 수 있다. 예를 들어, 두 중합체 층 사이에 금속 층을 끼운 적층체, 또는 중합체 층을 둘 이상의 마주보는 금속 층 사이에 샌드위치시킨 적층체일 수 있다. 특히 바람직한 구조는 후자이고, 전자의 구조는 후자를 위한 전구체로 사용할 수 있다. 그러한 샌드위치 구조를 형성하는 방법은 단계 한 층을 전구체에 적용하여 샌드위치 구조를 만드는 단계, 첫 번째 전구체를 두 번째 전구체에 적용하여 샌드위치 구조를 만드는 단계, 또는 둘 다를 포함할 수 있다.

[0036] 금속 층(14) 및 중합체 층(16)을 갖는 복합물 적층체(10)의 일례가 도 1a에 도시되어 있다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 샌드위치(12)는 첫 번째 금속 층(14), 두 번째 금속 층(14)' 및, 첫 번째 및 두 번째 금속 층 사이에 끼워진 중합체 층(16)(예를 들어, 중합체 심재 층)을 포함할 수 있다. 도 1a 및 1b에서, 중합체 층(16)은 하나 이상의 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)(18) 및 섬유(20)를 포함한다. 중합체 층(16) 및 첫 번째 금속 층(14)는 공통의 표면(22)을 가질 수 있다. 도 1a 및 1b에 도시된 바와 같이, 섬유의 일부 또는 전부는 길이와 방

향을 가지고 중합체 층의 한 표면으로부터 반대 표면으로 연장될 수 있다. 그러나 다른 섬유 길이와 방향도 본 발명의 범위 내에 포함된다. 예를 들어, 중합체 층의 대향면 사이에 연장되는 섬유(예를 들어, 금속 섬유) 분획은 20% 이하, 10% 이하, 5% 이하, 또는 1% 이하이다. 도 1a 및 1b에 도시된 섬유는 일반적으로 곧은 섬유이다. 바람직한 섬유는 일반적으로 곧은 섬유는 아니다. 바람직한 섬유는 길이를 따라 하나 이상의 굴곡이 있는 섬유이다.

[0037] 상기한 바와 같이, 복합물, 다층 구조 외에도, 본 발명은 전구체 중합체 층 시트 재료(즉, 중합체 층 단일 층)에 관한 것으로, 이 재료는 열가소성 중합체 및 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)를 포함하고, 두 금속 층 사이에 샌드위치 될 수 있다.

[0038] 본 발명은 또한 중합체 및 섬유를 포함하는 전구체 중합체 원료에 관한 것이다. 그러한 중합체 원료는 단일 재료 또는 하나 이상의 부가 재료((예를 들어, 하나 이상의 부가 중합체)와 함께 중합체 층(예를 들어, 시트로)으로 성형(예를 들어, 압축 또는 압출)된다. 전구체 중합체 원료는 복합 재료의 중합체 층 구성 성분의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 전구체 중합체 원료는 중합체 층을 위한 모든 섬유를 실질적으로 포함한다.

[0039] 사용시에, 복합물은 변형되거나(예를 들어, 성형, 예를 들어 스탬핑에 의한), 다른 구조물에 부착(예를 들어, 강철 또는 다른 복합 재료에)되거나, 또는 둘 다이다. 바람직한 방법은 본 발명의 복합물을 다른 구조물에 용접하는 단계를 사용하는 것이다. 성형된 패널은 필요하다면, 용접이 아닌 다른 기술, 예를 들어 접착제, 납땜 공정 등을 사용하여 다른 부품에 결합시킬 수 있다. 두 경우에, 복합 재료(예를 들어, 적층체 또는 샌드위치 시트)는 낮은-비용의 스탬핑 방법에 의해 성형될 수 있고 놀랍게도 공지 기술에서 직면했던 제한으로부터 자유로울 수 있었다. 복합 재료의 이러한 특성은 정규의 단일 금속 시트를 사용하는 적용 분야, 예를 들어 수송 (예를 들어, 자동차) 산업에서 사용되는 차체 패널에 매우 매력적인 후보가 될 수 있도록 한다.

[0040] 본 발명의 특징은 특정한 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 및 금속 섬유를 선택하고, 금속 섬유 및 임의의 입자, 그리고 다른 임의의 충전재를 중합체 매트릭스에 부가하여 낮은-비용의 스탬핑 조작으로 성형 가능한 신규의 복합 재료(예를 들어 샌드위치 또는 적층체 구조)를 제공하는 것이다. 다른 특징은 저항 용접(예를 들어, 스폿 용접, 시임 용접, 불꽃 용접, 돌기 용접, 또는 업셋 용접), 에너지 비임 용접 (예를 들어, 레이저 비임, 전자 비임, 또는 레이저 하이브리드 용접), 가스 용접 (예를 들어, 옥시아세틸렌과 같은 가스를 사용하는, 산소 연료 용접), 아크 용접 (예를 들어, 가스 금속 아크 용접, 금속 불활성 가스 용접, 또는 차폐 금속 아크 용접) 과 같은 일반적인 용접 기술에 의해 결합할 수 있는 스탬핑 가능한 샌드위치를 제공하는 것이다. 바람직한 결합 기술은 저항 스폿 용접 및 레이저 용접과 같은 고속 용접 기술을 포함하는 것이다.

[0041] 다양한 성형가능한/스탬핑가능한 재료, 시험 방법, 시험 범위, 용접 공정 및 특징, 및 상세한 성형 공정은 하기 문헌에 게시되어 있다:

[0042] 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 Material and Technology, October 2007, Volume 129, Issue 4, pp. 530-537.

[0043] D. Mohr and G. Straza, "Development of Formable All-Metal Snadwitch Sheets for Automotive Applications" Advanced Engineering Material, Volume 7 No. 4, 2005, pp. 243-246.

[0044] J. K. Kim and T. X. Yu, "Forming And Failure Behaviour Of Coated, Laminated And Sandwiched Sheet Metals: A Review" Journal of Material Processing Technology, Volume 63, No1-3, 1997, pp. 33-42.

[0045] 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 Material Processing Technology, Volume 139, Number 1, 20 August 2003 , pp. 1-7. Trevor William Clyne and Athina Markaki U.S. Patent Number 6,764,772 (filed Oct 31, 2001, issued Jul 20, 2004).

[0046] Frank 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 Of Sheets Of Multilayer Structure".

[0047] 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.

- [0048] Haward R. N., Strain Hardening of Thermoplastics, *Macromolecules* 1993, 26, 5860-5869.
- [0049] 국제특허공개공보 제 WO 2010/021899 호(2010, 2, 25 공개, Mizrahi).
- [0050] 미국특허출원번호 제 61/290,384 호(2009,12,28 출원, Mizrahi).
- [0051] 미국특허출원번호 제 61/089,704 호(2008,8,18 출원, Mizrahi).
- [0052] 미국특허출원번호 제 61/181,511 호(2009, 5,27 출원, Mizrahi).
- [0053] 미국특허공개공보 제 US2010/0040902A1 호, 2010,2,18 공개, Mizrahi.
- [0055] 재료
- [0056] 예를 들어, 중합체 층에 섬유 충전재를 사용하는 것이 복합물 제조를 용이하게 하고 놀랍게도 낮은 레벨을 사용하여 훌륭한 결과를 얻을 수 있다. 놀랍게도, 재료의 선택과 조합으로 같은 형태의 일반적인 금속 구조물(예를 들어, 시트 금속)보다 단위 부피당 더 적은 금속을 사용하면서도 비교할만한 성질과 특성을 나타낼 수 있다. 당업자는 통상 그러한 재료의 조합을 예견할 수 없었고 피해왔던 것이다. 이 점에서, 놀랍게도 회피할 것으로 예견되는 재료의 몇 행동 특성이 복합물에서 우수하게 사용되었다. 따라서, 생성 적층체는 기존 재료의 대체제로, 예를 들어, 강철 시트 대신에, 강철재료에 비해 가벼운 무게로, 재가공이나 특별한 공정 조건 없이 사용 가능하다. 재료
- [0057]
- [0058] 중합체 층
- [0059] 중합체 층은 일반적으로 충전된 중합체, (예를 들어, 강화 섬유, 예를 들어, 금속 섬유로 충전된 열가소성 중합체)를 포함하거나 충전된 중합체로 구성될 수 있다. 일반적으로, 중합체 매트릭스와 그 매트릭스에 분포된 섬유 덩어리로 이루어진 충전된 중합체 재료 복합물 덩어리이다.
- [0060] 중합체 층에 사용하기 위한 충전된 중합체 재료는 바람직하게는 일반적으로 비교적 단단하고, 비교적 강하고, 비교적 높은 파단 신율을 가지고, 높은 변형 경화 성질을 가지고, 경량이거나, 또는 이들의 조합으로, 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 (2010년 2월 25일 공개)호에 기재되어 있으며 여기에서 참고로 삽입된다.
- [0061] 바람직하게는, 충전된 중합체 재료의 적어도 일부의 중합체는 열가소성이지만, 열경화성 중합체, 특히 열가소성으로 가공 가능하나 경화되는 열경화성 중합체를 포함할 수 있다. 충전된 중합체 재료에 사용되는 중합체의 바람직하게는, 50중량% 이상의(보다 바람직하게는 70중량%, 80중량%, 90중량% 또는 95중량% 이상의) 중합체가 열가소성 중합체이다.
- [0062] 충전된 중합체 재료는 전기 전도성 (예를 들어, 충전된 중합체 재료는 전기 전도체일 수 있다)을 가져서 충전된 중합체 층을 통해 전도성 경로를 제공하고 복합 재료가 다른 구조물 예를 들어, 시트 금속에 잘 용접되도록 한다. 중합체 섬체의 전기 전도성은 금속 섬유 및, 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 적어도 두 가지 농도를 갖는 양으로 중합체에 분산된 임의의 금속 또는 카본블랙 입자에 의해 얻어진다. 본 발명의 충전된 중합체 재료 및 복합 재료는 공지의 용접 스케줄 또는 다른 용접 스케줄에 의해 용접될 수 있고, 그러한 용접 스케줄은 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 게시되어 있다. 예를 들어, 재료는 보다 빠르고 에너지 소모가 적거나 둘 다인, 보다 경제적인 용접 스케줄을 가능하게 한다.
- [0063] 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 충전된 중합체 재료의 중합체)는 부가적으로 중합체 혼합 기술에서 공지된 하나 이상의 첨가제, 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)호에 게시된 첨가제를 포함할 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 할로겐화된 미국특허등록 제 3,784,509 호 (1974년 1월 8일, 예를 들어 칼럼 1, 59줄부터 칼럼 4, 64줄까지에 게시된 치환된 이미드), 제 3,868,388 호(1975년 2월 25일, 예를 들어 칼럼 1, 23줄부터 칼럼 3, 39줄까지에 게시된 할로겐화된 비스이미드); 제 3,903,109 호(1975년 9월 2일, 예를 들어 칼럼 1, 46줄부터 칼럼 4, 50줄까지에 게시된 치환된 이미드); 제 3,915,930 호(1975년 10월 28일, 예를 들어 칼럼 1, 27줄부터 칼럼 3, 40줄까지에 게시된 할로겐화된 비스이미드); 및 제 3,953,397 호(1976년 4월 27일, 예를 들어 칼럼 1, 4줄부터 칼럼 2, 28줄까지에 게시된 브롬화된 이미드와 벤조일 클로라이드의 반응 생성물)에 게시된 방염 화합물을 포함할 수 있다.

- [0064] 충전된 중합체 재료는 가스제나 휘발할 수 있는(예를 들어, 저항 용접 공정 중에) 휘발할 수 있는 비교적 저분자량 재료는 포함하지 않을 수 있다. 만약 사용된다면, 가스제나 비교적 저분자량 재료의 농도는 (예를 들어, 충전된 중합체 재료 가 금속 층으로부터 벗겨지지 않도록) 충전된 중합체 재료 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 3중량% 이하, 보다 바람직하게는 0.5중량% 이하, 가장 바람직하게는 0.1중량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0065] 본 발명은 또한 공정 중에 충전된 중합체 재료가 금속 층으로부터 실질적으로, 또는 완전히 박리(예를 들어, 충전된 중합체 재료와 금속 층 사이 공간의 증기압에 의해 발생하는 박리)되지 않도록 재료, 가공 조건, 또는 둘 다를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0067] 중합체
- [0068] 본 발명의 중합체의 특정 예로서, 충전된 중합체 재료에 사용하기 위한 중합체는 바람직하게는 약 50℃ (바람직하게는 80℃ 이상, 보다 바람직하게는 100℃ 이상, 보다 바람직하게는 120℃, 보다 바람직하게는 160℃ 이상, 보다 바람직하게는 180℃ 이상, 가장 바람직하게는 205℃ 이상)의 피크 용점 (ASTM D3418-08에 따라 측정했을 때) 또는 유리 전이 온도 (ASTM D3418-08에 따라 측정했을 때)를 갖는 열가소성 중합체를 포함할 수 있다. 열가소성 중합체는 피크 용점, 유리 전이 온도, 또는 둘 다를 가질 수 있고, 300℃ 이하, 250℃ 이하, 150℃ 이하, 또는 100℃ 이하이다. 이들은 실온에서 적어도 일부는 결정성이거나 실질적으로 전체적으로 유리질이다. 적합한 중합체(예를 들어, 적합한 열가소성 중합체)는 하기 인장 성질(ASTM D638-08에 따라 공칭 변형 속도가  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에 측정했을 때) 중의 하나 이상으로 특징된다: 인장 탄성률 (예를 들어, 영율) 약 30MPa 이상, (예를 들어, 약 750MPa 이상, 또는 약 950MPa 이상); 공칭 인장 강도(즉,  $\sigma_e$ ), 진 인장 강도(즉,  $\sigma_t$ ,  $\sigma_t = (1 + \epsilon_e) \sigma_e$ , 여기서  $\sigma_e$ 는 공칭 인장 강도), 또는 둘 다가 약 8MPa 이상(예를 들어, 약 25MPa 이상, 약 60MPa 이상, 또는 약 80MPa 이상); 또는 파단 신율 최소 약 20% (예를 들어, 최소 약 50%, 최소 약 90%, 최소 약 300%). 본 발명에서 특별한 언급이 없는 한 인장 강도는 공칭 인장 강도를 의미한다.
- [0069] 중합체는 바람직하게는 변형 경화 성질(예를 들어, 비교적 높은 변형 경화 율, 비교적 낮은 외삽 항복 강도, 또는 둘 다), 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개), 예를 들어 단락 052-063에 게시된 성질을 갖는다. 그러한 변형 경화 성질은 Haward R. N., *Strain hardening of Plastics, Macromolecules* 1993, 26, 5860-5869에 게시된 방법으로 측정한다.
- [0070] 중합체 층에 사용되는 열가소성 중합체의 예로는 폴리올레핀류(예를 들어, 폴리에틸렌(예를 들어, 선형 저밀도 폴리에틸렌) 및 폴리프로필렌), 아세탈 공중합체, 폴리아미드, 폴리아미드 공중합체, 폴리아미드, 폴리에스테르(예를 들어, 폴리에틸렌 테레프탈레이트 및 폴리부틸렌 테레프탈레이트), 폴리카보네이트, 열가소성 폴리카보네이트, 열가소성 폴리에테르-에스테르 공중합체(예를 들어 ASTM D 6835-08에 게시된 열가소성 탄성체 에테르-에스테르 재료), 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 공중합체, 폴리스티렌, 60중량% 이상의 알파 올레핀 및 하나 이상의 부가 단량체를 포함하는 공중합체(예를 들어 80중량% 이상의 에틸렌을 포함하는 에틸렌 공중합체), 이들 중합체를 포함하는 공중합체, 이들 중합체를 포함하는 이오노머, 이들 중합체의 블렌드, 또는 이들의 조합이 있다. 하나 이상의 중합체는 탄성체, 예를 들어, 열가소성 탄성체일 수 있다.
- [0071] 충전된 중합체 재료는 바람직하게는 금속에 충분히 부착할 수 있는 하나 이상의 중합체를 포함하여 중합체가 금속 섬유, 금속 층, 또는 둘 다에 부착된다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 극성 그룹을 충분한 농도로 갖는 하나 이상의 중합체를 포함하여 중합체가 금속 섬유, 금속 층, 또는 둘 다에 부착된다.
- [0072] 물론, 일반적으로 비-극성 그룹을 포함하는 중합체가 주 중합체 성분으로 사용되어도 만족스러운 부착결과를 얻을 수 있다. 특히, 다량의, 또는 실질적인 양의 극성 중합체를 사용하지 않고도(예를 들어, 중량으로 30%, 20%, 10%, 5% 또는 1% 이하), 우수한 결합 강도와 우수한 내박리성을 나타내는 복합체 덩어리를 얻을 수 있다.
- [0073] 또한, 중합체 매트릭스 복합물 덩어리 사이의 결합 강도는 예상과 달리 줄어들지 않고, 중합체 매트릭스 복합물 덩어리 내에 존재하는 섬유에 의해, 인산염처리 및/또는 아연 도금 강철 시트의 사용에 의해, 또는 둘 다에 의해 사실 향상되었다. 예를 들어, 중합체를 포함하고 섬유를 포함하지 않으며 피복되지 않은 일반 탄소강 사이에 샌드위치된 샌드위치 복합물과, 본 발명의 복합물, 즉 섬유를 포함하고 인산염처리 및/또는 아연 도금 강 층을 샌드위치 층으로 포함하는 경우, 후자의 박리 강도가 예를 들어, DIN 11339에 따라 시험했을 때 2배 또는 3배 향상되었다. 그러한 결과는 극성 그룹을 갖는 중합체, 극성 그룹을 갖지 않는 중합체 또는 둘 다에 의해서도 얻을 수 있다. 열가소성 중합체 (예를 들어, 폴리올레핀, 예를 들어, 선형 저밀도 폴리에틸렌) 및 탄성체 (예를 들어, 열가소성 탄성체, 예를 들어, 에틸렌-함유 공중합체), 이오노머, 또는 둘 다의 혼합물을 사용하는 것도



가능하다.

[0074] 충전된 중합체 재료는 저온(예를 들어, 약 -30℃, 약 -40℃, 또는 둘 다)에서 연성인 하나 이상의 일반적으로 연성의 중합체(예를 들어, 탄성체, 예를 들어, 열가소성 탄성체)로 복합 재료는 고속으로 스탬핑 조작될 수 있고, 복합 재료는 -30℃ 또는 -40℃, 또는 둘 다에서도 부서지지 않는다. 예를 들어, 일반적으로 연성의 중합체는 유리 전이 온도 약 -25℃ 이하, 약 -30℃ 이하, 약 -35℃ 이하, 약 -40℃ 이하, 또는 약 -45℃ 이하의 중합체를 포함한다. 일반적으로 연성 중합체의 유리 전이 온도는 약 -100℃ 이상이다. 연성의 중합체는 약 90중량% 이하, 약 80중량% 이하, 약 70중량% 이하, 약 60중량% 이하, 약 50중량% 이하, 또는 약 40중량% 이하의 결정도를 갖는 반결정성 중합체일 수 있다. 그러한 중합체는 ASTM D638에 의해 측정했을 때 높은 인장 신율, 바람직하게는 약 50% 이상, 보다 바람직하게는 약 80% 이상, 가장 바람직하게는 약 110% 이상을 갖는다.

[0075] 본 발명의 복합 재료는 하나 이상의 전기 저항 용접 조작을 받게 된다. 그러한 용접 조작은 중합체가 저분자량 화합물로 분해될 수 있는 높은 온도에서 행해지고(즉, 화합물은 약 200℃, 또는 약 300℃에서 휘발할 수 있다), 저분자량 화합물을 휘발시킬 수 있다(복합물에 내부 압력을 추가하여 박리를 일으킬 수도 있다). 그러므로, 중합체는 용접조작 중에 분해되어 저분자량 화합물을 생성하지 않도록 선택된다. 중합체는 저분자량 화합물이 존재하더라도 그 농도가 충분히 낮아서 충전된 중합체 재료가 저항 용접 중에 금속 층으로부터 박리되지 않도록 선택된다. 또한, 복합 재료는 바람직하게는 용접 조작으로 가열될 때 금속, 예를 들어, 금속의 금속을 분해하는 화합물을 실질적으로 또는 전혀 포함하지 않는다.

[0076] 바람직한 중합체는, 특히, 습한 환경(예를 들어, 약 90% 상대 습도, 약 95% 상대 습도, 이상), 더운 환경(예를 들어, 약 25℃, 약 40℃, 또는 약 60℃), 부식 환경(예를 들어, 약 5 중량% 염화나트륨을 포함하는 식염수 분무), 또는 이들의 조합에서 금속, 예를 들어, 금속 층의 금속의 부식을 방지 또는 감소시킨다. 예를 들어, 중합체는 금속에 부착되어 금속 표면이 수분과 접촉하는 것을 방지한다. 따라서, 충전된 중합체 조성물은 평형 수분농도(예를 들어, 약 25℃, 상대 습도 약 90%에서 측정했을 때) 약 8중량% 이하, 바람직하게 약 3중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 1중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 0.2중량% 이하, 가장 바람직하게는 약 0.05중량% 이하를 갖는 하나 이상의 중합체를 포함한다. 충전된 중합체 재료는 금속을 부식시키는 중합체를 실질적으로 또는 전혀 포함하지 않는다. 금속을 부식시키는 중합체가 사용되는 경우, 중합체는 바람직하게는 하나 이상의 첨가제, 하나 이상의 추가의 중합체, 또는 둘 다와 함께 사용하여, 금속 부식을 감소시키거나 방지한다.

[0077] 단일 열가소성 중합체가 충전된 열가소성 조성물 또는 경량 복합 재료에 바람직한 특성을 제공할 수 있으며, 예를 들어, 그러한 특성은 본 명세서에 개시된다. 그러므로 열가소성 중합체는 단일 열가소성 중합체로 이루어질 수 있다. 그러나 하나 이상의 특성을 얻거나 비용절감, 또는 둘 다를 위해 열가소성 중합체의 혼합물이나 블렌드를 사용하거나, 다른 열가소성 중합체를 포함하는 복수의 층을 사용할 수도 있다. 충전된 열가소성 조성물은 i) 첫 번째 열가소성 중합체 및 ii) 첫 번째 열가소성 중합체와 다른 두 번째 열가소성 중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 충전된 열가소성 조성물은 하나 이상의 하기 특성을 갖는 첫 번째 열가소성 중합체 및 두 번째 열가소성 중합체를 포함할 수 있다: 첫 번째 열가소성 중합체는 하나 이상의 산소 원자, 하나 이상의 질소 원자, 또는 둘 다를 포함하고; 두 번째 열가소성 중합체는 실질적으로 산소 및 질소 원자를 포함하지 않고; 두 번째 열가소성 중합체의 산소 및 질소 원자의 전체 농도는, 중합체의 전체 중량%를 기준으로, 첫 번째 열가소성 중합체의 산소 및 질소 원자의 전체 농도보다 적다(바람직하게는 첫 번째 열가소성 중합체와 두 번째 열가소성 중합체의 산소 및 질소 원자의 농도 차이는 약 2 중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 4 중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 10중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 20중량% 이상이다). 두 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률은, ASTM D638에 따라 측정했을 때, 첫 번째 열가소성 중합체의 인장 탄성률과 약 15% 이상 다르다(바람직하게는 약 25% 이상 다르고, 보다 바람직하게는 약 50% 이상 다르고, 가장 바람직하게는 약 70% 이상 다르다). 두 번째 열가소성 중합체의 수분흡수율은, ASTM D570에 따라 측정했을 때, 첫 번째 열가소성 중합체의 수분흡수율과 약 15% 이상 다르다(바람직하게는 약 25% 이상 다르고, 보다 바람직하게는 약 50% 이상 다르고, 가장 바람직하게는 약 70% 이상 다르다). 두 번째 열가소성 중합체의 연화점 예를 들어, 열변형 온도는 ASTM D648에 따라 측정했을 때, 첫 번째 열가소성 중합체의 열변형 온도와 약 5℃ 이상 다르다(바람직하게 약 15℃ 이상 다르고, 보다 바람직하게는 약 25℃ 이상 다르고, 보다 바람직하게는 약 35℃ 이상 다르고, 가장 바람직하게는 약 50℃ 이상 다르다). 놀랍게도, 첫 번째 열가소성 중합체 및 두 번째 열가소성 중합체를 포함하는 혼합물은 단일 열가소성 중합체에서 발견되지 않은 성질을 갖는 재료를 생성한다.

[0078] 본 발명에 사용하기에 바람직한 폴리올레핀은 폴리프로필렌 단일 중합체(예를 들어, 이소타틱 폴리프로필렌 단일 중합체), 폴리프로필렌 공중합체(예를 들어, 랜덤 폴리프로필렌 공중합체, 임팩트 폴리프로필렌 공중합체, 또는 이소타틱 폴리프로필렌을 포함하는 다른 폴리프로필렌 공중합체), 폴리에틸렌 단일 중합체(예를 들어, 고

밀도 폴리에틸렌, 또는 0.94g/cm<sup>3</sup> 이상의 밀도를 갖는 다른 폴리에틸렌), 폴리에틸렌 공중합체(예를 들어, 바람직하게는 60중량% 이상의 에틸렌, 보다 바람직하게는 80중량% 이상의 에틸렌을 포함하는 폴리에틸렌 공중합체), 저밀도 폴리에틸렌, 이들 중합체의 블렌드, 또는 이들의 조합이다. 폴리프로필렌 단일 중합체 및 폴리프로필렌 공중합체는 실질적으로 아탁틱 폴리프로필렌을 포함하지 않는다. 만약 포함한다면, 폴리프로필렌 중의 아탁틱 폴리프로필렌의 농도는 바람직하게는 10중량% 이하이다. 공중합체는 하나 이상의 알파 올레핀으로 실질적으로 (예를 들어, 98 중량% 이상) 또는 완전히 구성되는 공중합체(예를 들어, 폴리프로필렌 공중합체 또는 폴리에틸렌 공중합체)일 수 있다. 더 바람직한 폴리올레핀은 고밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 0.945g/cm<sup>3</sup> 이상, 예를 들어 0.945 내지 0.990g/cm<sup>3</sup> 또는 0.945 내지 0.960g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 폴리에틸렌), 저밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 긴, 일반적으로 15 탄소 원자 이상의, 측쇄를 충분한 농도로 포함하여 0.945g/cm<sup>3</sup> 이하의 밀도를 갖는 폴리에틸렌), 선형 저밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 0.915 내지 0.930g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 공중합체), 중밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 0.930 내지 0.945g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 공중합체), 극저밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 0.900 내지 0.915g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 공중합체), 폴리에틸렌 플라스토퍼(예를 들어, 0.860 내지 0.900g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는 공중합체), 이소탁틱 폴리프로필렌 단일 중합체, 이소탁틱 폴리프로필렌 공중합체(예를 들어, 5 중량 % 이상의 결정성을 갖는 공중합체), 임팩트 폴리프로필렌, 이소탁틱 폴리프로필렌의 하나 이상의 블록을 포함하는 폴리프로필렌 블록 공중합체, 이들의 혼합물, 또는 이들의 조합이다. 보다 바람직한 폴리올레핀은 저밀도 폴리에틸렌, 선형 저밀도 폴리에틸렌, 극저밀도 폴리에틸렌, 또는 이들의 조합이다. 다른 폴리올레핀은 하나 이상의 올레핀과 올레핀이 아닌 하나 이상의 단량체의 공중합체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 다른 폴리올레핀은 하나 이상의 알파 올레핀(예를 들어, 60중량% 이상의 알파 올레핀) 및 ii) 예를 들어 아크릴레이트, (예를 들어, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 또는 둘 다), 비닐 아세테이트, 아크릴산 (예를 들어, 아크릴산, 메타크릴산, 또는 둘 다), 메틸 메타크릴레이트, 또는 이들의 조합으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상의 극성 공단량체로 실질적으로 또는 완전하게 구성되는 공중합체를 포함한다. 공단량체의 농도는 공중합체 전체 중량을 기준으로 40중량% 이하, 바람직하게는 25 중량% 이하, 보다 바람직하게는 20중량% 이하, 가장 바람직하게는 15 중량% 이하이다. 폴리에틸렌 공중합체의 예로는 에틸렌-공-비닐 아세테이트 (즉, 예를 들어 20중량% 이하의 비닐 아세테이트를 포함하는 EVA), 에틸렌-공-메틸 아크릴레이트 (즉, EMA), 에틸렌-공-메타크릴산 또는 이들의 조합이 있다. 알파 올레핀의 예로는 에틸렌, 프로필렌, 부텐, 헥센, 옥텐, 또는 이들의 조합이 있다.

[0079] 본 발명에 유용한 폴리아미드는 중합체의 주쇄에 하나 이상의 아미드 그룹 반복 단위를 포함하는 중합체이다. 예를 들어, 폴리아미드는 디아민과 이가 산의 반응물이다. 다른 예의 폴리아미드는 단일 원료의 폴리아미드를 포함한다. 일반적으로, 단일 원료의 폴리아미드는 개환 반응에 의해 형성된다. 디아민과 이가 산의 반응물인 폴리아미드의 예로는 아디프산과 테레프탈산을 디아민과 반응시킨 폴리아미드(예를 들어, 나일론)이 있다. 단일 원료 폴리아미드의 예로는 나일론 6, 및 폴리(p-벤즈아미드)가 있다. 나일론은 단일 중합체, 공중합체, 또는 이들의 혼합물일 수 있다. 본 발명에 사용되는 바람직한 폴리아미드 단일 중합체는 나일론 3, 나일론 4, 나일론 5, 나일론 6, 나일론 6T, 나일론 66, 나일론 610, 나일론 612, 나일론 69, 나일론 7, 나일론 77, 나일론 8, 나일론 9, 나일론 10, 나일론 11, 나일론 12, 및 나일론 91이다. 상기 폴리아미드를 포함하는 공중합체도 사용할 수 있다. 폴리아미드 공중합체는 랜덤 공중합체, 블록 공중합체, 또는 이들의 조합일 수 있다. 폴리아미드 공중합체의 예로는 복수의 다른 아미드를 갖는 공중합체(즉, 폴리아미드-폴리아미드 공중합체), 폴리에스테르아미드 공중합체, 폴리에테르에스테르아미드 공중합체, 폴리카보네이트-에스테르 아미드, 또는 이들의 조합이 있다.

[0080] 폴리아미드-폴리아미드 공중합체는 폴리아미드 단일 중합체에 대해 게시된 폴리아미드를 둘 이상 포함하는 것이다. 바람직한 폴리아미드-폴리아미드 공중합체로는 폴리아미드 6 및 폴리아미드 66, 폴리아미드 610, 또는 이들의 조합이 있다. 예를 들어, 폴리아미드-폴리아미드 공중합체는 폴리아미드 6, 폴리아미드 66, 폴리아미드 69, 폴리아미드 610, 폴리아미드 612, 및 폴리아미드 12로 구성된 그룹에서 선택된 둘 이상의 폴리아미드를 포함할 수 있다. 보다 바람직하게는 폴리아미드-폴리아미드 공중합체는 폴리아미드 6, 폴리아미드 66, 폴리아미드 69, 및 폴리아미드 610으로 구성된 그룹에서 선택된 둘 이상의 폴리아미드로 구성된다. 그러한 공중합체의 예로는 폴리아미드 6/66, 폴리아미드 6/69, 및 폴리아미드 6/66/610가 있다. 특히 바람직한 폴리아미드-폴리아미드 공중합체는 폴리아미드 6/66 공중합체이다. 폴리아미드 6/66 공중합체에서 폴리아미드 66의 농도는 공중합체 전체의 중량을 기준으로 약 90중량% 이하, 바람직하게는 약 70중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 60중량% 이하, 가장 바람직하게는 약 50중량% 이하이다. 폴리아미드 6/66 공중합체에서 폴리아미드 66의 농도는 공중합체 전체의 중량을 기준으로 약 10중량% 이상, 바람직하게는 약 30중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 40중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 50중량% 이상이다. 다른 특히 바람직한 폴리아미드-폴리아미드 공중합체는 폴리아미드 6 및 폴리아미드 69의 랜덤 또는 블록 공중합체이다. 폴리아미드 공중합체(즉, 하나 이상의 아미드 단량체를 포함하는 공중합체)는 폴리에테르, 예를 들어 지방족 에테르 또는 방향족 에테르를 포함할 수 있다.



- [0081] 폴리아미드 공중합체에 사용되는 폴리에테르는 디올, 예를 들어 글리콜(예를 들어, 하나 이상의 부가의 단량체와)의 중합에 의해 형성될 수 있다. 글리콜의 예로는 프로필렌 글리콜, 에틸렌 글리콜, 테트라메틸렌 글리콜, 부틸렌 글리콜, 또는 이들의 조합이 있다. 상기 공중합체는 비교적 부드러운 블럭과 비교적 단단한 블럭을 포함하는 블럭 공중합체일 수 있다. 비교적 단단한 블럭에 대한 비교적 부드러운 블럭의 탄성계수 비는 약 1.1 이상, 바람직하게는 약 2 이상, 보다 바람직하게는 약 10 이상이다. 비교적 단단한 블럭은 하나 이상의 방향족 아미드, 하나 이상의 반-방향족 아미드, 또는 하나 이상의 지방족 아미드를 포함할 수 있다. 비교적 부드러운 블럭은 폴리에스테르, 예를 들어 상기의 폴리에스테르(예를 들어, 지방족 폴리에스테르), 폴리카보네이트 (예를 들어, 지방족 폴리카보네이트), 폴리에테르 (예를 들어, 지방족 폴리에테르), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 아미드 공중합체는 첫 번째 단량체 (예를 들어, 첫 번째 아미드 단량체) 및 두 번째 단량체를 포함할 수 있고, 각각은 모두 독립적으로 공중합체 전체 중량을 기준으로 약 5 중량% 이상, 바람직하게는 약 20중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 30중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 40중량% 이상 포함된다. 첫 번째 단량체 및 두 번째 단량체를 합한 농도는 공중합체 전체 중량을 기준으로 약 95중량% 이하, 바람직하게는 약 80중량% 이하, 더욱 바람직하게는 약 70중량% 이하, 가장 바람직하게는 약 60중량% 이하이다. 첫 번째 단량체 및 두 번째 단량체를 합한 농도는 공중합체 전체 중량을 기준으로 약 50중량% 이상, 바람직하게는 약 75 중량% 이상, 보다 바람직하게는 90중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 95 중량% 이상이다.
- [0082] 폴리아미드 공중합체는 비교적 낮은 융점, 비교적 낮은 탄성계수, 또는 둘 다를 갖는 열가소성 탄성체로 특징지어진다. 예를 들어, 공중합체는 공중합체의 한 단량체로만 구성된 단일 중합체의 가장 높은 융점에 비해 비교적 낮은 융점을 갖는다. 예를 들어, 공중합체는 공중합체의 한 단량체로만 구성된 단일 중합체의 가장 높은 탄성계수에 비해 비교적 낮은 탄성계수를 갖는다. 바람직한 폴리아미드 공중합체는 ASTM D3418-08에 따라 측정된 융점이 220℃ 이하(바람직하게는 190℃ 이하, 보다 바람직하게는 170℃ 이하, 가장 바람직하게는 150℃ 이하)이고; 60℃ 이상(바람직하게는 80℃ 이상, 보다 바람직하게는 100℃ 이상, 가장 바람직하게는 110℃ 이상)이며; ASTM D638-08에 따라 측정된 탄성계수가 2.5GPa 이하(바람직하게는 1.2 GPa 이하, 보다 바람직하게는 800MPa 이하, 가장 바람직하게는 500MPa 이하)이고; 50MPa (바람직하게는 100MPa 이상, 보다 바람직하게는 200MPa 이상)이며; ASTM D638-08에 따라 측정된 파단 변형은 50% 이상(바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 300% 이상); 또는 이들의 조합이다.
- [0083] 본 발명에서는 둘 이상의 중합체의 조합을 사용할 수 있고, 그 중 하나 이상은 폴리올레핀, 예를 들어, 선형 저밀도 폴리에틸렌이다. 중합체는 약 50MPa 이상, 보다 바람직하게는 약 60MPa 이상(ASTM D882-10에 따라)의 최대 강도, 약 500%, 이상 및 보다 바람직하게는 약 600% 이상의 최대 신율( ASTM D882-10에 따라)을 갖는다. 상용 폴리올레핀의 예로는 HIFOR LT74104(Westlake Chemical); Dowlax<sup>TM</sup> 2553, 2045G, 2517(The Dow Chemical Company); Equistar Petrothene Select GS710060; MarFlex 7109(Chevron Phillips); 또는 SABIC LLDPE 726 시리즈(SABIC) 등이 있다.
- [0084] 바람직한 이오노머는 이온성 화합물과, 극성 단량체 및 비극성 단량체를 포함하는 공중합체의 혼합물이다. 이오노머의 공중합체에 사용되는 비극성 단량체는 알파 올레핀, 예를 들어 약 2 내지 약 20 탄소 원자 (예를 들어, 약 2 내지 약 8 탄소 원자)의 올레핀을 포함할 수 있다. 비극성 단량체의 예로는 에틸렌, 프로필렌, 1-부텐, 1-헥센, 및 1-옥텐, 또는 이들의 조합이 있다. 적합한 극성 단량체는 중합시에 이온 그룹을 갖는 단량체를 포함한다. 이오노머의 공중합체에 사용되는 극성 단량체의 예로는 산, 예를 들어 약 2 내지 약 20 탄소 원자의 산 (예를 들어, 메타크릴산, 에타크릴산)이 있다. 이오노머의 공중합체에서 극성 단량체의 농도는 이오노머의 중량을 기준으로 약 40중량% 이하, 바람직하게는 약 25 중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 20중량% 이하이다. 이오노머의 공중합체에서 극성 단량체의 농도는 이오노머의 중량을 기준으로 1 중량% 이상, 약 2 중량% 이상, 약 3 중량% 이상, 약 5 중량% 이상, 약 7 중량% 이상, 또는 약 10중량% 이상이다. 이오노머에 적합한 이온성 화합물에서 극성 단량체는 하나 이상의 알칼리금속, 하나 이상의 알칼리토금속, 또는 둘 다를 함유하는 화합물을 포함할 수 있다. 이온성 화합물은 나트륨, 칼륨, 리튬, 칼슘, 마그네슘, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 특히 바람직한 이온성 화합물은 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화칼슘 및 수산화마그네슘이다. 예를 들어, 상용 이오노머로는 SURLYN 폴리(에틸렌-공-메타크릴산)이오노머 및 NAFION 퍼플루오로술포네이트 이오노머가 있다. 일반적으로 비-극성 중합체의 예(예를 들어, 단독 또는 중합체 혼합물의 일부로)로는 에틸렌-옥텐 공중합체가 있다. 적합한 비-극성 중합체는 ASTM D638-08의 최대 강도(MPa), 약 7.5 이상, 보다 바람직하게는 약 9.0 이상, ASTM D638-08의 최대 신율(%) 최소 약 700, 및 보다 바람직하게는 최소 약 800, ASTM D790-10 (1% secant)의 굴곡 탄성률 (MPa) 약 13 이상, 보다 바람직하게는 약 15 이상, (2% secant)의 굴곡 탄성률 (MPa) 약 12 이상, 보다 바람직하게는 약 14 이상이다. 상용 중합체로는 Tafmer A-0550S(Mitsui Chemicals), Exact 9071(ExxonMobil),

Engage<sup>TM</sup> 8150(The Dow Chemical Company) 또는, Infuse 9007(The Dow Chemical Company)가 있다.

[0085] 사용되는 경우, 상기 이오노머 또는 비-극성 중합체는 단독으로 또는 하나 이상의 추가의 중합체, 예를 들어, 하나 이상의 추가의 열가소성 중합체와의 혼합물로 사용된다. 예를 들어, 혼합물에 사용되는 이오노머는 하나 이상의 폴리올레핀을 포함한다.

[0086] 실시 예에 사용될 수 있는 또는 임의로 이오노머와 혼합될 수 있는 폴리올레핀은 약 2 내지 약 10 탄소를 갖는 약 50중량% 이상의 알파 올레핀을 포함하는 단일 중합체 및 공중합체이다. 이오노머와 혼합하기에 바람직한 폴리올레핀은 약 50중량% 이상의 에틸렌, 프로필렌, 부탄, 또는 헥산을 포함하는 것들이다. 이오노머와 혼합하기에 더 바람직한 폴리올레핀은 약 50중량% 이상의 에틸렌, 또는 프로필렌을 포함하는 것들이다. 폴리올레핀 중의 알파 올레핀의 농도(예를 들어, 에틸렌 또는 프로필렌의 농도)는 폴리올레핀 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 약 60중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 70중량% 이상, 보다 바람직하게는 약 80중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 90중량% 이상이다. 바람직한 폴리올레핀은 하나 이상의 알파 올레핀으로만 구성되는 폴리올레핀이다. 예를 들어, 하나 이상의 알파 올레핀의 농도는 폴리올레핀 전체 중량을 기준으로 약 90중량% 이상, 약 95 중량% 이상, 약 98 중량% 이상, 약 99 중량% 이상, 또는 약 99.9 중량% 이상이다. 이오노머와 혼합되는 폴리올레핀은 고밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 밀도 약 0.945 내지 약 0.990g/cm<sup>3</sup>), 저밀도 폴리에틸렌, 선형 저밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 밀도 약 0.915 내지 약 0.930g/cm<sup>3</sup>의 공중합체), 중간 밀도 폴리에틸렌 (예를 들어, 밀도 약 0.930 내지 약 0.945g/cm<sup>3</sup>의 공중합체), 매우 저밀도의 폴리에틸렌 (예를 들어, 밀도 약 0.900 내지 약 0.915g/cm<sup>3</sup>), 폴리에틸렌 플라스틱머(예를 들어, 밀도 약 0.860 내지 약 0.900g/cm<sup>3</sup>, 바람직하게는 약 0.870 내지 약 0.895g/cm<sup>3</sup>의 공중합체), 이소탁틱 폴리프로필렌 단일중합체, 약 5중량% 이상의 결정도를 갖는 이소탁틱 폴리프로필렌 공중합체, 임팩트 폴리프로필렌, 하나 이상의 이소탁틱 폴리프로필렌 블럭을 포함하는 폴리프로필렌 블럭 공중합체, 이들의 혼합물, 또는 이들의 조합이 있다.

[0087] 예를 들어, 임의의 블렌딩 또는 다른 중합체 (예를 들어, 탄성체, 이오노머, 또는 다른 중합체)와 혼합하기에 본 발명에 적합한 다른 폴리올레핀류로는 i) 약 60중량% 이상의 알파 올레핀; 및 ii) 비닐 아세테이트, 메틸 아크릴레이트, 부틸 아크릴레이트, 아크릴산, 메틸메타아크릴레이트, 메타아크릴산, 및 이들의 조합에서 선택된 하나 이상의 단량체를 포함하는 공중합체가 있다. 이오노머와 폴리올레핀의 혼합물은 충분한 양의 이오노머를 포함하여 중합체가 금속 층, 금속 섬유, 또는 둘 다에 부착하도록 한다. 이오노머 대 폴리올레핀의 중량비는 약 1:99 이상, 약 3:97 이상, 약 5:95 이상, 약 10:90 이상, 또는 약 20:80 이상이다. 이오노머 대 폴리올레핀의 중량비는 약 99:1 이하, 약 90:10 이하, 약 70:30 이하, 약 50:50 이하, 또는 약 40:60 이하이다.

[0088] 바람직한 폴리우레탄은 하나 이상의 디이소시아네이트와 하나 이상의 디올의 중합으로 형성되는 열가소성 중합체를 포함한다. 보다 바람직한 폴리우레탄은 하나 이상의 디이소시아네이트와 둘 이상의 디올의 중합으로 형성되는 열가소성 중합체를 포함한다. 폴리우레탄은 열가소성 폴리우레탄 탄성체, 예를 들어 첫 번째 디올을 포함하는 첫 번째 중합체 블럭과 두 번째 디올을 포함하는 두 번째 중합체 블럭을 포함하고, 첫 번째 블럭은 비교적 단단한 블럭 (예를 들어, 비교적 고 강성을 갖는)이고 두 번째 블럭은 비교적 부드러운 블럭 (예를 들어, 비교적 단단한 블럭보다 낮은 강성을 갖는)인 것이다. 비교적 단단한 블럭과 비교적 부드러운 블럭의 농도는 각각 공중합체 전체 중량을 기준으로 5 중량% 이상, 바람직하게는 10중량% 이상, 보다 바람직하게는 20중량% 이상이다. 비교적 단단한 블럭과 비교적 부드러운 블럭의 농도는 각각 공중합체 전체 중량을 기준으로 95 중량% 이하, 바람직하게는 90중량% 이하, 보다 바람직하게는 20중량% 이하이다. 비교적 단단한 블럭과 비교적 부드러운 블럭의 전체 농도는 공중합체 전체 중량을 기준으로 60중량% 이상, 바람직하게는 80중량% 이상, 보다 바람직하게는 95 중량% 이상, 가장 바람직하게는 98 중량% 이상이다. 상용 열가소성 폴리우레탄(TPU)으로는 루브리졸 사에서 구입가능한 ESTANE 브랜드의 TPU, BASF에서 구입가능한 ELASTOLAN 브랜드의 TPU 및 바이엘에서 구입가능한 DESMOPAN 브랜드가 있다.

[0089] 열가소성 중합체는 비교적 긴 사슬을 갖도록 선택되고 수 평균 분자량 20,000 이상, 바람직하게는 60,000 이상, 가장 바람직하게는 140,000 이상이다. 가소제가 첨가되거나 첨가되지 않을 수 있고, 탄성체로 변성되거나 탄성체를 포함하지 않을 수 있다. 반-결정성 중합체의 결정화도는 10중량% 이상, 보다 바람직하게는 20중량% 이상, 보다 바람직하게는 35중량% 이상, 보다 바람직하게는 45중량% 이상, 가장 바람직하게는 55중량% 이상이다. 반-결정성 중합체의 결정화도는 90중량% 이하, 바람직하게는 85중량% 이하, 보다 바람직하게는 80중량% 이하, 가장 바람직하게는 68중량% 이하이다. 열가소성 중합체의 결정화도는 시차주사열량계로 용융열을 측정하고 특정 중합

체의 알려진 용융열과 비교하여 측정할 수 있다.

- [0090] 충전된 중합체 재료의 중합체는 극성 분자, 예를 들어 말레인산 무수물과 그래프트된 중합체(예를 들어, 이소탁틱 폴리프로필렌 단일 중합체 또는 공중합체와 같이 그래프트된 폴리올레핀)를 약 10중량% 이하 포함할 수 있다. 그래프트된 화합물의 농도는 그래프트된 중합체의 전체 중량을 기준으로 0.01중량% 이상이다. 특히 바람직한 그래프트된 중합체는 약 0.1 중량% 내지 약 3 중량%의 말레인산 무수물을 포함한다.
- [0091] 열가소성 중합체는 실질적으로 비정질인 중합체 (예를 들어, 시차주사열량계로 10℃/분으로 측정했을 때, 결정화도 10중량% 이하, 바람직하게는 5중량% 이하, 가장 바람직하게는 1중량% 이하를 갖는 중합체)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 열가소성 중합체는 1Hz 속도에서 동역학 분석을 했을 때 50℃ 이상, 바람직하게는 120℃ 이상, 보다 바람직하게는 160℃ 이상, 보다 바람직하게는 180℃ 이상, 가장 바람직하게는 205℃ 이상의 유리 전이 온도를 갖는 실질적으로 비정질인 중합체를 포함할 수 있다. 비정질 중합체의 예로는 폴리스티렌 함유 중합체, 폴리카보네이트 함유 중합체, 아크릴로니트릴 함유 중합체, 및 이들의 조합이 있다.
- [0092] 스티렌 함유 공중합체의 예로는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 ( 2010년 2월 25일 공개)에 게시된 충전된 중합체 재료에 사용된 것들이 있다.
- [0093] 열가소성 중합체 대신 또는 열가소성 중합체에 부가하여, 중합체 층은 하나 이상의 하기 성질을 갖는 탄성체를 사용할 수 있다: 100% 연신에서 비교적 낮은 인장 탄성률(예를 들어, 약 3MPa 이하, 바람직하게는 약 2MPa 이하), 비교적 높은 인장 파단 신율(예를 들어, 약 110% 이상, 바람직하게는 약 150% 이상). 두 성질 모두 ASTM D638-08에 따라 공칭 변형 속도 약  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정되었다. 탄성체의 예로는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 ( 2010년 2월 25일 공개)에 게시된 것들이 있다.
- [0094] 본 발명에 사용되는 하나 이상의 중합체는 가교 가능하거나 가교된다. 이들은 열경화성 재료 또는 단량체, 또는 열경화성 재료의 전구체일 수 있다. 이들은 에폭시 기재, 고무, 우레탄 또는 다른 적합한 재료일 수 있다. 자극, 예를 들어, 열, 방사(예를 들어, 자외선 및/또는 적외선), 수분 또는 이들의 조합에 반응하여 가교되는 하나 이상의 다른 체제를 사용할 수도 있다.
- [0095] 소량의 에폭시가 사용될 수 있으나, 충전된 중합체 재료의 중합체 바람직하게는 실질적으로 에폭시나 다른 깨지기 쉬운 중합체(예를 들어, ASTM D638-08에 따라 공칭 변형 속도 약  $0.1 \text{ s}^{-1}$ 에서 측정했을 때 약 20% 이하의 연신율을 갖는 중합), 또는 둘 다를 포함하지 않는다. 사용하는 경우, 에폭시, 다른 깨지기 쉬운 중합체, 또는 둘 다의 농도는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 20부피% 이하, 보다 바람직하게는 10부피% 이하, 보다 바람직하게는 5부피% 이하, 가장 바람직하게는 2부피% 이하이다.
- [0096] 특히 바람직한 예에서, 충전된 중합체 재료는 하나 이상의 폴리아미드 공중합체, 하나 이상의 열가소성 폴리우레탄, 하나 이상의 열가소성 폴리에테르-에스테르 공중합체, 하나 이상의 폴리올레핀, 하나 이상의 이오노머, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 폴리아미드 공중합체는 상기의 폴리아미드 공중합체 중 어느 것도 사용 가능하다. 바람직한 폴리아미드 공중합체는 폴리아미드-폴리아미드 공중합체, 폴리에스테르아미드 공중합체, 폴리에테르에스테르아미드, 폴리카보네이트-에스테르아미드 공중합체, 또는 이들의 조합이다. 열가소성 중합체는 랜덤 공중합체 또는 블록 공중합체일 수 있다. 열가소성 중합체는 열가소성 탄성체일 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 폴리에스테르 아미드 열가소성 탄성체, 폴리에테르에스테르아미드 열가소성 탄성체, 폴리카보네이트-에스테르아미드 열가소성 탄성체, 폴리에테르-에스테르 열가소성 탄성체, 아미드 블록 공중합체 열가소성 탄성체, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어 충전된 중합체 재료는 공중합체가 아닌 하나 이상의 폴리아미드 단일 중합체를 포함할 수 있다. 특히 바람직한 폴리아미드 단일 중합체는 폴리아미드 6 및 폴리아미드 6,6이다. 하나 이상의 폴리아미드 단일 중합체의 농도는 바람직하게는 비교적 낮다(예를 들어, 하나 이상의 공중합체의 농도에 비해). 하나 이상의 폴리아미드 단일 중합체의 농도는 충전된 중합체 재료에서 중합체의 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 50중량% 이하, 보다 바람직하게는 40중량% 이하, 보다 바람직하게는 30중량% 이하, 가장 바람직하게는 25 중량% 이하이다.
- [0097] 일반적으로 극성 중합체를 포함하는 충전된 중합체 재료는 극성 중합체 및 금속 섬유 사이의 인력이 충분하여 작용기를 갖는 중합체를 사용하여 플라스틱과 금속 섬유 사이의 부착을 향상시킬 필요가 없다. 그와 같이, 충전된 중합체 재료는 실질적으로 또는 완전히 말레인산 무수물, 아크릴산, 아크릴레이트, 아세테이트, 또는 이들의 조합을 갖는 중합체를 포함하지 않는다. 예를 들어, 충전된 중합체는 실질적으로 또는 완전히 말레인 그래프트된 중합체를 포함하지 않는다. 사용되는 경우, 말레인산 무수물, 아크릴산, 아크릴레이트, 아세테이트, 또는 이들의 조합을 갖는 중합체의 농도는 충전된 중합체 재료에서 중합체 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 20



중량% 이하, 보다 바람직하게는 10중량% 이하, 보다 바람직하게는 5 중량% 이하, 보다 바람직하게는 1 중량% 이하, 가장 바람직하게는 0.1 중량% 이하이다. 예를 들어, 일반적으로 극성 중합체는 아세탈 단일 중합체 또는 공중합체, 폴리아미드 단일 중합체 또는 공중합체, 폴리에스테르 단일 중합체 또는 공중합체, 폴리카보네이트 단일 중합체 또는 공중합체, 또는 이들의 조합을 포함한다. 일반적으로 극성 중합체를 포함하는 충전된 중합체 재료는 폴리올레핀 단일 중합체 및 약 50중량%의 하나 이상의 올레핀을 포함하는 공중합체를 실질적으로 또는 완전히 포함하지 않을 수 있다. 사용되는 경우, 폴리올레핀 단일 중합체 및 약 50중량%의 하나 이상의 올레핀을 포함하는 공중합체의 전체 농도는 충전된 중합체 재료에서 중합체 전체 중량을 기준으로 약 30중량% 이하, 바람직하게는 약 20중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 10중량% 이하, 보다 바람직하게는 약 5 중량% 이하, 가장 바람직하게는 약 1 중량% 이하이다.

[0098] 복합 재료 사용 기간 중에 복합 재료를 충분히 높은 온도로 가열하여 금속이 변형될 수도 있다. 그러므로 중합체가 그 온도로 가열되면 타거나 열적으로 분해될 수도 있다. 복합 재료 사용에 바람직한 중합체는 연소 또는 열적 분해시(예를 들어, 약 600℃ 이상에서)에 독성 화합물(예를 들어, 독성 가스 및/또는 발암 화합물)을 발생하지 않는 중합체이다.

[0100] 충전재

[0101] 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 충전된 열가소성 중합체 층)는 하나 이상의 충전재를 포함한다. 충전재는 강화 충전재, 예를 들어 섬유, 특히 금속 섬유일 수 있다. 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 게시된 금속 충전재(예를 들어, 금속 섬유)를 사용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 사용되는 금속 섬유는 금속, 예를 들어 강철 (예를 들어, 저탄소강, 스테인레스강 등), 알루미늄, 마그네슘, 티타늄, 구리, 40 중량% 이상의 구리를 포함하는 합금, 40중량% 이상의 철을 포함하는 다른 합금, 40중량% 이상의 알루미늄을 포함하는 다른 합금, 40중량% 이상의 티타늄을 포함하는 다른 합금, 또는 이들의 조합으로 형성된 섬유를 포함한다. 금속 섬유는 탄소강, 예를 들어, 약 10중량% 이하 크롬, 약 7 중량% 이하 크롬, 또는 약 3 중량% 이하 크롬을 포함하는 강철로 구성되거나 그 강철을 포함할 수 있다.

[0102] 금속 섬유는 충분히 낮은 용점을 가져서 용접(예를 들어, 전기 저항 점 용접) 중에, 하나 또는 두 금속 층이 녹기 전에 용접 팁 사이의 일부 또는 모든 금속 섬유가 적어도 부분적으로 녹는다 (예를 들어, 전부 녹는다). 충전된 중합체 재료의 전기 저항은 금속 층의 전기 저항보다 높아(예를 들어, 약 10 배 높거나, 약 100 배 높다), 금속 층이 녹기 시작하기 전에 금속 섬유가 녹기 시작한다. 용접 공정은 용접 팁을 충분히 냉각시키는 단계를 포함하여 금속 층이 녹기 시작하기 전에 금속 섬유가 녹는다. 그러므로 금속 섬유는 첫 번째 금속 층, 두 번째 금속 층, 또는 둘 다에 포함된 강철보다 낮은, 같은 또는 높은 용점을 갖는 금속 (예를 들어, 강철)을 포함할 수 있다. 충전된 중합체 재료는 다른 비-금속 전도성 섬유, 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 (2010년 2월 25일 공개)에 게시된 섬유를 포함할 수 있다.

[0103] 충전된 중합체 재료는 금속 층의 부식을 방지하거나 감소시킬 수 있는 금속 섬유 또는 다른 충전재를 포함할 수 있다. 충전된 중합체 재료 중의 하나 이상의 금속 섬유 또는 다른 충전재는 비교적 높은 갈바니 활성을 갖는다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료 중의 금속 섬유 또는 다른 충전재는 충전된 중합체 재료에 접하는 금속 층의 한 면, 바람직하게는 두 면에 사용되는 금속 층(복합 재료의)보다 높은 갈바니 활성을 갖는다. 그와 같이, 충전된 중합체 재료는 낮은 갈바니 활성을 갖는 충전재를 실질적으로, 또는 완전히 포함하지 않는다. 예를 들어, 복합 재료의 부식을 감소시키기 위해 카본 블랙을 실질적으로, 또는 완전히 포함하지 않는 충전된 중합체 재료를 사용할 수 있다. 비교적 높은 갈바니 활성을 갖는 하나 이상의 충전재는 바람직하게는 금속 층보다 약 0.05 V 이상, 보다 바람직하게는 약 0.1 V 이상, 보다 바람직하게는 약 0.20 V 이상, 가장 바람직하게는 약 0.25 V 이상 큰 양극 지수를 갖는다. 비교적 높은 갈바니 활성을 갖는 하나 이상의 충전재는 금속 층보다 높은 갈바니 활성을 갖는 공지의 재료일 수 있다. 예를 들어, 그러한 충전재는 하나 이상의 아연 함유 재료, 하나 이상의 마그네슘 함유 재료, 하나 이상의 알루미늄 함유 재료, 또는 이들의 조합을 포함한다. 하나 이상의 충전재는 첫 번째 충전재 및 첫 번째 충전재보다 높은 갈바니 활성을 갖는 두 번째 충전재를 가질 수 있고, 여기에서 두 번째 충전재는 희생 충전재이다. 충전된 중합체 재료가 첫 번째 충전재 및 희생 충전재를 포함한다면, 첫 번째 충전재는 바람직하게는 금속 섬유이다. 희생 충전재는 금속 층의 표면적 또는 첫 번째 충전재의 전체 표면적, 또는 둘 다에 비해 비교적 높은 전체 표면적(즉, 모든 희생 충전재 입자의)을 갖는다. 예를 들어, 금속 층의 표면적에 대한 희생 충전재의 전체 표면적의 비율은 약 1.5 이상, 바람직하게는 약 3 이상, 보다 바람직하게는 약 10 이상, 가장 바람직하게는 약 50 이상이다. 충전된 중합체 재료가 첫 번째 충전재 및 희생 충전재를 포함한다면, 첫 번째 충전재는 금속 층 표면의 갈바니 활성보다 적거나, 같거나, 큰 갈바니 활성을 갖는 표면을 가질 수 있다. 첫 번째 충전재가 금속 층 표면의 갈바니 활성보다 큰 갈바니 활성을 갖는 표면을 가진다면, 첫 번째 충전

재가 희생 충전재로 작용할 수 있다. 그와 같이, 두 번째 희생 충전재가 필요 없을 수도 있고 충전된 중합체는 실질적으로 또는 완전히 두 번째 희생 충전재를 포함하지 않는다.

[0104] 일부 또는 모든 금속 섬유는 복합 재료의 하나 이상의 금속 층에 대해 양극 보호를 제공할 수 있다. 예를 들어, 금속 섬유는 첫 번째 금속 층, 두 번째 금속 층, 또는 둘 다의 표준 전기화학적 환원 전위보다 적은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 재료로 코팅되거나 그러한 재료로 형성된 섬유를 포함한다. 일반적으로 낮은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 금속은 강철(예를 들어, SAE 탄소강 1015)보다 낮은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 금속을 포함한다. 일반적으로 낮은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 금속은 알루미늄, 아연, 및 마그네슘을 포함한다. 따라서, 일부 또는 모든 금속 섬유는 알루미늄, 아연, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 양극 보호에 특히 바람직한 섬유는 아연 섬유이다. 일부 또는 모든 금속 섬유는 하나 이상의 전기 코팅, 전기 도금, 또는 둘 다에 의해 피복되거나 및/또는 도금된 금속 (예를 들어, 강철)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 금속은 아연 도금에 의해 피복될 수 있다. 금속 섬유는 하나 이상의, 또는 모든 면이 피복될 수 있다. 섬유는 분무에 의해 피복, 도금(예를 들어, 용융 도금)에 의해 피복될 수도 있다. 예를 들어, 금속 섬유는 한 면 또는 두 면이 피복(예를 들어 분무 또는 도금에 의해)시트 또는 호일로 제조되어 좁은 스트립 또는 리본 형태로 절단될 수 있다. 다른 예로는, 섬유가 섬유 형태로 성형 된 후에 모든 면이 피복되도록 코팅될 수 있다. 또 다른 예에서는, 연속 필라멘트를 코팅하고 섬유로 절단하여 단부를 제외한 섬유의 모든 면이 코팅 되도록 하는 것이다. 코팅은 바람직하게는 알루미늄, 아연, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 그러므로 금속 섬유는 알루미늄, 아연, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함하는 하나 이상의 코팅층과 알루미늄, 아연, 마그네슘, 이들의 합금, 또는 이들의 조합을 포함하지 않는 하나 이상의 기재층으로 이루어질 수 있다. 특히 바람직한 코팅된 금속 섬유는 복합 재료의 금속층(예를 들어, 첫 번째 금속 층, 두 번째 금속 층, 또는 둘 다)의 표준 전기화학적 환원 전위보다 적은 표준 전기화학적 환원 전위를 갖는 코팅층을 포함하는 것이다. 특히 바람직한 코팅된 섬유는 아연 또는 아연 합금을 포함하는 층으로 코팅된 섬유이다.

[0105] 양극 보호를 제공하는 섬유는 충분한 양, 크기, 표면적 또는 이들의 조합을 갖도록 제공되어 부식 환경(예를 들어, 약 40℃에서, 식염수 분무(예를 들어, 약 5 중량% 염화나트륨을 포함하는)에서 장기간(예를 들어 200시간 이상) 노출되어도 금속 층 표면(예를 들어, 중합체 층과 접하는 면)의 부식이 줄거나 없어진다.

[0106] 금속 섬유는 바람직하게는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 크기와 분포를 갖는다. 금속 섬유의 중량 평균 길이,  $L_{avg}$ , 는 약 1mm 이상, 보다 바람직하게는 약 2mm 이상, 가장 바람직하게는 약 4mm 이상이다. 적합한 섬유의  $L_{avg}$ 는 약 200mm 이하, 바람직하게는 약 55mm 이하, 보다 바람직하게는 약 30mm 이하, 가장 바람직하게는 약 25mm 이하이다. 섬유의 중량 평균 직경은 약 0.1 $\mu$ m 이상, 보다 바람직하게는 약 1.0 $\mu$ m 이상, 가장 바람직하게는 약 4 $\mu$ m 이상이다. 섬유의 중량 평균 직경은 약 300 $\mu$ m 이하, 바람직하게는 약 50 $\mu$ m 이하, 보다 바람직하게는 약 40 $\mu$ m 이하, 가장 바람직하게는 약 30 $\mu$ m 이하이다.

[0107] 금속 섬유는 어떤 모양을 가져도 좋다. 금속 섬유는 곡선 부분을 포함할 수 있다. 일반적으로 선형 금속 섬유가 사용될 수 있다. 보다 바람직하게는 금속 섬유는 섬유의 길이 방향을 따라 직선 섬유가 아니다. 예를 들어, 금속 섬유는 직선 섬유가 아니고 하나 이상의 굴곡 부분, 호 모양, 일반적으로 나선형 모양, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 금속 섬유는 초기에는 직선이다가, 바람직하게는 열가소성 중합체와 결합되는 경우 직선이 아닌 섬유(상기와 같은)가 될 수도 있다.

[0108] 예를 들어, 섬유 길이에 수직인 금속 섬유의 단면은, 기하적인 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 단면은 일반적으로 직선 또는 일반적으로 호, 또는 이들의 조합인 하나 이상의 면을 가질 수 있다. 예를 들어, 금속 섬유는 타원, 다각형, 별-모양, 반원 등의 단면을 가질 수 있다.

[0109] 본 발명의 일례에서, 금속 섬유는, 예를 들어 섬유 길이를 가로지르는 방향으로, 하나 이상의 평면을 가진다. 이는 일반적으로 평평한 면을 갖는 금속 섬유가 일반적으로 원형의 금속 섬유에 비해 충전된 중합체 재료 및/또는 경량 복합물의 전기 전도성을 향상시키기 때문인 것으로 여겨진다. 섬유 길이를 가로지르는 방향( 즉, 섬유의 길이에 수직으로)의 금속 섬유의 단면은 하나 이상의 일반적으로 직선 면을 갖는다. 예를 들어, 가로지르는 방향으로 금속 섬유의 단면은 넷 이상의 직선면과 둘 이상의 평행면을 가질 수 있다. 금속 섬유의 단면은, 예를 들어, 일반적으로 직사각형, 일반적으로 평행사변형, 또는 일반적으로 정사각형 단면을 갖는다. 금속 섬유는 일반적으로 타원형, 예를 들어, 약 3 이상, 바람직하게는 약 5 이상, 보다 바람직하게는 약 7 이상의 비를 갖는 타원형일 수도 있다. 가로지르는 방향으로 금속 섬유의 단면은 폭(즉, 가장 긴 치수) 및 두께 (예를 들어, 가장 얇은 치수 및/또는 폭에 수직인 방향)로 특징된다. 섬유의 폭 대 두께 비율은 1 이상, 약 1.4 이상, 약 2

이상, 또는 약 3 이상이다. 섬유의 폭 대 두께의 비는 약 300 이하, 약 100 이하, 약 50 이하, 또는 약 15 이하이다. 그러한 섬유는 하나 이상의 섬유 형성 단계, 예를 들어, 금속 호일 (예를 들어, 거의 섬유 두께인 두께를 갖는)을 좁은 리본 스트립(예를 들어, 절단 사이의 공간이 섬유의 폭을 한정하는)으로 절단하는 단계를 포함한다. 금속 섬유는 단일 금속 호일, 또는 하나 이상의 코팅(예를 들어, 두 넓은 면에 코팅), 예를 들어, 아연 도금 보호를 제공하는 코팅을 갖는 금속 호일로 제조된다.

[0110] 금속 섬유는 폭 및 두께보다 긴 길이를 갖는다. 금속 섬유의 평균 길이는 바람직하게는 약  $200\mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는 약  $500\mu\text{m}$  이상, 보다 바람직하게는 약  $800\mu\text{m}$  이상, 가장 바람직하게는 약 1mm 이상이다. 금속 섬유의 중량 평균 길이는 약 10mm 이상, 또는 일반적으로 연속적일 수 있다. 점 용접을 위해, 금속 섬유는 바람직하게는 점 용접에 사용되는 용접 팁의 직경보다 적은 중량 평균 길이를 가져서, 금속 섬유가 용접 중에 더 쉽게 용접 구역으로부터 흘러가도록 한다. 예를 들어, 금속 섬유의 중량 평균 길이는 약 20mm 이하, 약 10mm 이하, 약 7mm 이하, 약 5mm 이하, 약 4mm 이하, 또는 약 3mm 이하이다. 섬유의 중형비는 섬유의 길이를  $(4A_T/\Pi)^{1/2}$ 로 나눈 것으로, 여기에서  $A_T$ 는 가로지르는 방향으로 섬유의 단면적이다. 섬유의 중형비는 약 5 이상, 약 10 이상, 약 20 이상, 또는 약 50 이상이다. 섬유의 중형비는 약 10,000 이하, 약 1,000 이하, 또는 약 200 이하이다. 10,000 이상의 중형비를 갖는 섬유도 사용될 수 있다.

[0111] 두 금속 층 사이의 중합체에 사용되는 경우, 금속 섬유는 바람직하게는 섬유 덩어리로 존재한다. 금속 섬유 덩어리는 서로 연결되어 있을 수 있다. 섬유 덩어리는 기계적으로 맞물릴 수 있다(즉, 둘 이상의 섬유가 기계적으로 맞물릴 수 있다). 금속섬유 덩어리는 바람직하게는 중합체 층의 두께로 퍼져 섬유 덩어리(예를 들어, 금속 섬유 망)가 전기적으로 두 금속 층을 연결한다. 개별(individual) 금속 섬유가 중합체 층의 두께로 연장될 수는 있지만, 개별 금속 섬유는 중합체 층의 두께로 연장되지 않는 것이 바람직하다. 개별 금속 섬유가 중합체 층의 두께로 연장되는 경우, 두께로 연장되는 섬유 분획은 바람직하게는 약 0.4 이하, 보다 바람직하게는 약 0.20 이하, 보다 바람직하게는 약 0.10 이하, 보다 바람직하게는 약 0.04 이하, 가장 바람직하게는 약 0.01 이하이다. 섬유 덩어리에서 섬유는 바람직하게는 불규칙하게 배열된다. 예를 들어, 일반적으로 나란히 배열된 이웃한 금속 섬유의 최대 숫자는 약 100 이하, 바람직하게는 약 50 이하, 보다 바람직하게는 약 20 이하, 보다 바람직하게는 약 10 이하, 가장 바람직하게는 약 5 이하이다. 보다 바람직하게는 섬유 덩어리는 일반적으로 불규칙하게 배열된다. 금속 층의 표면을 접촉하는 각각의 금속 섬유는 바람직하게는 평면 접촉을 하지 않는다. 그와 같이, 복합 재료는 실질적으로, 또는 완전히 금속 섬유와 금속 층 사이의 면 접촉이 없다. 금속 표면을 접촉하는 섬유는, 바람직하게는 선 접촉, 점 접촉, 또는 이들의 조합으로 접촉한다. 몇 금속 섬유는 금속 층 중의 하나와 접촉할 수 있으나, 금속 섬유 길이의 많은 부분을 금속 층과 접촉하는 금속 섬유는 거의 없다. 그와 같이, 금속 섬유의 많은 분획은 금속 층과 접촉하지 않거나 적어도 현저한 부분이 금속 층과 접촉하지는 않는다. 섬유 길이의 절반 이상을 따라 금속 층과 접촉하는 금속 섬유 분획은 바람직하게는 약 0.3 이하, 보다 바람직하게는 약 0.2 이하, 보다 바람직하게는 약 0.1 이하, 보다 바람직하게는 약 0.04 이하, 가장 바람직하게는 약 0.01 이하이다.

[0112] 금속 섬유는 바람직하게는 충분히 얇고 충분한 농도로 존재하여 많은 섬유가 층의 표면 사이에 배열된다. 예를 들어, 중합체 층의 두께 방향에 평행한 섬유의 평균 수는 바람직하게는 약 3 이상, 보다 바람직하게는 약 5 이상, 보다 바람직하게는 약 10 이상, 가장 바람직하게는 약 20 이상이다. 다수의 금속 섬유는 재료의 균일한 변형, 예를 들어 스탬핑 공정에 유리하다.

[0113] 금속 섬유의 농도는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 약 1부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 3부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 5부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 7부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 10부피% 이상, 가장 바람직하게는 약 12부피% 이상이다. 충전된 중합체 재료에서 금속 섬유의 농도는 약 60부피% 이하, 바람직하게는 약 50부피% 이하, 보다 바람직하게는 약 35부피% 이하, 보다 바람직하게는 약 33부피% 이하, 가장 바람직하게는 약 30부피% 이하(예를 들어, 약 25부피% 이하, 또는 약 20, 10, 또는 5부피% 이하)이다. 예를 들어 섬유의 양은 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 약 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 또는 10%이거나, 그 수치 범위 내이다(예를 들어 약 1% 내지 약 6%). 입자 충전재보다 실질적으로 낮은 양의 금속 섬유를 사용하여 놀랍게도 비슷한 용접 특성을 얻는 것이 가능하다. 또한, 섬유 및 재료를 적절하게 선택하여 비교적 낮은 농도의 금속 섬유를 사용하면서도 높은 농도의 금속 섬유를 사용하는 복합재료에 비해 우수한 용접성능을 얻는 것이 가능하다. 예를 들어, 놀랍게도 약 10부피% 금속 섬유를 갖는 충전된 중합체 재료로 높은 농도의 금속 섬유를 사용하는 복합재료에 비해 우수한 용접성능을 갖는 복합 재료를 생성할 수 있다.

[0114] 충전된 중합체 재료의 열가소성 중합체 재료의 농도는 약 40부피% 이상, 바람직하게는 약 65부피% 이상, 보다



바람직하게는 약 67부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 70부피% 이상, 가장 바람직하게는 약 75부피% 이상(예를 들어, 최소 약 80부피%, 최소 약 90부피%, 최소 약 95부피%)이다.

[0115] 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 대 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)의 부피비는 바람직하게는 약 2.2:1 이상, 보다 바람직하게는 약 2.5:1 이상, 가장 바람직하게는 약 3:1 이상이다. 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체) 대 섬유 (예를 들어, 금속 섬유)의 부피 비는 바람직하게는 약 99:1 이하, 보다 바람직하게는 약 33:1 이하, 보다 바람직하게는 약 19:1 이하, 가장 바람직하게는 약 9:1 이하, (예를 들어, 약 7:1 이하)이다.

[0116] 샌드위치 복합물의 심재 재료는 구멍이나 공극을 포함할 수도 있고, 실질적으로 포함하지 않을 수도 있다. 바람직하게는, 충전된 중합체 재료에서 구멍이나 공극의 부피는 충전된 중합체 재료 전체 부피를 기준으로 약 25부피% 이하, 보다 바람직하게는 약 10부피% 이하, 보다 바람직하게는 약 5부피% 이하, 가장 바람직하게는 약 2부피% 이하(예를 들어, 약 1부피% 이하)이다.

[0117] 섬유(예를 들어, 전도성 섬유, 예를 들어 금속 섬유)는 충전된 중합체 재료에서 충전재 전체 중량을 기준으로 바람직하게는 약 40부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 70부피% 이상, 가장 바람직하게는 약 80부피% 이상(예를 들어, 약 90부피% 이상, 또는 약 95부피% 이상)의 농도로 존재한다.

[0118] 중합체(예를 들어, 열가소성 중합체) 및 금속 섬유의 전체 부피는 충전된 중합체 재료의 전체 부피를 기준으로 바람직하게는 최소 약 90부피%, 보다 바람직하게는 최소 약 95부피%, 가장 바람직하게는 최소 약 98부피%이다.

[0119] 금속 섬유는 용접을 위한 전기 전도성, 강화를 위한 강도를 제공하거나, 또는 섬유를 사용하는 중합체 구조물을 금속처럼 연신할 수 있게 하고 중합체 심재에 변형 경화 성질을 부여한다. ASTM A370-03a에 따라 측정할 때, 금속 섬유의 파단시 인장 신율은 바람직하게는 약 5% 이상, 보다 바람직하게는 약 30% 이상, 가장 바람직하게는 약 60% 이상이다.

[0120] 본 발명의 재료는 섬유와 함께, 금속 입자를 사용하는 것도 가능하다. 금속 입자는 구형, 길쭉한 형 또는 섬유 모양이 아닌 어떠한 모양도 가능하다. 금속 입자는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 게시되어 있다.

[0121] 섬유(예를 들어, 금속 섬유) 또는 섬유 및 금속 입자의 조합은 바람직하게는 중합체 매트릭스에 전체 중합체 총 부피의 약 30% 이하(보다 바람직하게는 약 25 % 이하, 가장 바람직하게는 약 20% 이하)로 분산(예를 들어, 불규칙하게 분산)된다. 금속 입자가 사용되는 경우, 충전된 중합체 재료 층에서 섬유(예를 들어, 금속 섬유) 부피 대 금속 입자 부피의 비는 약 1:30 이상, 바람직하게는 약 1:1 이상, 가장 바람직하게는 약 2:1 이상이다.

[0122] 본 발명에서, 금속 입자, 금속 섬유, 또는 둘 다는 예를 들어, 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)의 단락 21에 게시된 마쇄 찌꺼기 또는 스크랩으로부터 얻을 수 있다. 본 발명의 샌드위치 복합물을 만드는데 사용되는 금속시트로부터 찌꺼기 또는 스크랩이 유도될 수도 있다. 따라서, 시트 금속이 코팅되거나 내부식 처리되는 한, 찌꺼기 또는 스크랩도 코팅이나 그러한 처리를 포함할 수 있다. 따라서, 섬유는 세분 또는 잘게 조각난 인사염 처리된 및/또는 아연도금된 강철, 고강도강일 수 있다.

[0123] 특히 바람직한 금속 섬유는, 임의로 하나 이상의 다른 섬유를 가지고, 길이에 수직인 방향으로 일반적으로 사각 단면(예를 들어, 일반적으로 평평한 리본 스트립에 대한 프로파일용 한정하는)을 갖는 강철 섬유(예를 들어, 탄소강 섬유)이다. 금속 섬유의 중량 평균 두께는 약 10 내지 약 70 $\mu$ m, 중량 평균 폭은 약 40 내지 약 200 $\mu$ m, 중량 평균 길이는 약 0.8 내지 약 5mm, 또는 이들의 조합이다. 놀랍게도 이 금속 섬유가 복합 재료에 사용되면 약 10 $\mu$ m 이하 직경의 둥근 단면을 가지는 섬유를 사용하는 복합재료에 비해 전체-두께 방향에서 전기전도성이 커진다 (예를 들어, 약 50% 이상, 또는 약 100% 이상)

[0124] 도 3에서, 금속 섬유(20)"은 길이 방향을 가로지르는 방향의 단면이 하나 또는 둘 이상의 일반적으로 직선 면을 포함한다(예를 들어, 일반적으로 사각형 단면이다). 금속 섬유의 길이는 일반적으로 직선인 구역과 호를 이루는 구역, 또는 둘 다를 포함한다. 금속 섬유는 충분히 길고, 충분히 구부러져(예를 들어, 섬유의 길이를 따라), 충분한 양으로 존재하거나 또는 이들의 조합으로, 섬유 덩어리를 형성한다.

[0125] 도 4는 금속 섬유(20) 및 중합체 18를 포함하는 심재 층(16)의 면을 보여주는 마이크로그래프이다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 섬유는 충분히 중첩되어 있어 전기 전류가 심재 층으로 전달된다. 예를 들어, 심재 층의 전기 전도성은 충분하여 복합 재료가 전기 저항 용접으로 용접될 수 있다.

[0126] 도 5는 섬유 길이 방향을 가로지르는 방향에서 일반적으로 사각형의 단면을 갖는 금속 섬유(20') 을 포함하는 복합재료를 보여주는 마이크로그래프이다. 심재 층 은 금속 섬유(20') 덩어리 및 중합체(18')을 포함하여 금속

층(14") 사이에 샌드위치된다.

- [0127] 금속 섬유는 바람직하게는 복합 재료가 우수한 용접 특성을 갖도록 선택된다. 예를 들어, 금속 섬유의 농도, 금속 섬유의 크기, 금속 섬유 사이의 접촉량, 금속 섬유의 모양, 금속 섬유와 금속 층 사이의 접촉량, 또는 이들의 조합은 복합 재료가 일반적으로 우수한 용접 가공창, 일반적으로 높은 전기전도성, 일반적으로 높은 정전 접촉 저항, 또는 이들의 조합을 갖도록 선택된다. 일반적으로 우수한 용접 가공창은 예를 들어 높은 용접 전류 범위, 높은 용접 시간 범위, 또는 둘 다에 의해 특징된다.
- [0128] 상기 충전재 외에, 하나 이상의 공지의 충전재를 공지 비율로 사용할 수 있는데, 예를 들어 탈크, 운모, 규회석, 나노점토, 탄산칼슘, 실리케이트 등이 있다.
- [0130] 용접 전류 범위 측정의 시험방법
- [0131] 용접 전류 범위를 위한 시험 방법
- [0132] 용접 가공 창 측정의 시험 방법은 전류 범위(즉, 용접 전류 범위)이다. 시험 재료에 대한 용접 전류 범위는 시험 재료의 시트 및 시험 재료의 시트와 동일한 두께를 갖는 대조군의 강철 시트(예를 들어 아연도금 강판)으로 구성된 스택을 용접하여 측정할 수 있다. 용접은 두 전극을 사용하여 수행된다. 시험 재료에 대한 전극은 면 직경, d를 갖는다. 대조군의 강철 시트에 대한 전극은 d와 동일하거나 더 크다. 용접 시간 및 용접 압력은 고정되고, 예를 들어 재료에 대한 표준 용접 스케줄로부터 미리 정할 수 있다. 용접 버튼 크기는 두 시트를 분리하는 것으로 측정하고 용접 버튼의 평균 직경으로 정해진다. 0.95 d 이상의 용접 버튼을 생성하는 전류를 선택하는 것으로 측정을 시작한다. 그러면 용접 전류는 용접 버튼의 직경이 d보다 작아질 때까지 급격히 감소하게 된다. 용접 전류의 하한은 수용 가능한 용접 (예를 들어, 최소 0.95 d의 용접 버튼 크기를 갖는 용접)을 생성하는 가장 낮은 전류이다. 용접 전류는 금속 방출, 전극에 시트의 부착, 시끄러운 용접 소음, 또는 이들의 조합 등에 의해 특징 지워지는 수용 불가능한 용접이 얻어질 때까지 다시 증가한다. 수용 가능한 용접을 생성하는 가장 높은 전류는 용접 전류의 상한이다. 용접 전류 범위는 용접 전류의 상한과 하한 사이이다. 예를 들어, 두께 약 0.8mm의 복합 재료 및 두께 약 0.8mm의 아연 도금 강판을 사용하여 용접 전류 범위 측정을 수행할 수 있다. 복합 재료상의 전극은 약 3.8mm의 직경을 가지고 아연 도금 강판 상의 전극은 두께 약 4.8mm를 갖는다. 약 2713 Nt (예를 들어, 610파운드)의 압축력이 적용될 수 있다. 용접 전류 범위 측정을 위한 용접 조건은 약 1,000Hz 파장을 갖는 중간 파장 DC 용접 전류, 약 50밀리초의 활성화 시간, 약 200밀리초의 용접시간을 포함한다. 재료는 바람직하게는 폭 약 25mm이고, 두께는 25mm 또는 75mm이다. 복합 재료와 동일한 두께의 강철에 용접될 때, 복합 재료의 용접 전류 범위 1c는, 바람직하게는 복합 재료와 동일한 두께의 두 강철 시트에 대한 전류 범위 1m보다 크다. 1m에 대한 1c의 비는 바람직하게는 약 1.1 이상, 보다 바람직하게는 약 1.2 이상, 더욱 바람직하게는 약 1.3 이상, 더욱 바람직하게는 약 1.4 이상, 가장 바람직하게는 약 1.5 이상이다. 복합 재료의 전류 범위, 1c는, 바람직하게는 약 1.5 kA 이상, 보다 바람직하게는 약 1.7 kA 이상, 더욱 바람직하게는 약 1.9. kA 이상, 더욱 바람직하게는 약 2.1 kA 이상, 더욱 바람직하게는 약 2.3 kA 이상, 가장 바람직하게는 약 2.5 kA 이상이다. 도 6은 놀라울 정도로 높은 용접 전류 범위를 갖는 복합 재료에 대한 용접 전류 범위를 도시한 것이다.
- [0134] 정전 접촉 저항(SCR)의 시험방법
- [0135] 재료 또는 두 재료 스택의 SCR은 복합물 시트와 두께 약 0.8mm의 냉연강 시트를 포함하는 스택을 대면 직경 약 4.8mm의 두 class I - RWNA 전극 사이에 놓고 측정한다. 특별한 언급이 없는 한, SCR은 전극에 의해 적용된 약 2220Nt(약 500lb)의 힘을 사용하여 측정한다. SCR 측정 동안, 전극에 부하가 걸리는 시간으로부터 약 45초 동안 저항을 측정한다. SCR은 저항이 안정된 다음, 5초 동안 재료 또는 두 재료 스택의 평균 저항에 의해 결정된다. 안정한 SCR은 초당 2% 이하, 1% 이하, 0.5% 이하의 변화로 결정한다. 약 1.2mm 이상 두께를 갖는 재료의 SCR 측정에는 고압이 사용될 수 있다. 재료의 SCR은 두께 약 0.8mm, 폭 약 25mm 및 길이 약 25mm 또는 75mm의 시료를 사용하여 측정한다. 그러나 다른 두께, 길이, 및 폭의 시료를 사용할 수도 있다.
- [0136] 복합 재료의 SCR은 바람직하게는 약 0.0020 Ω 이하, 보다 바람직하게는 약 0.0017 Ω 이하, 더욱 바람직하게는 약 0.0015 Ω 이하, 더욱 바람직하게는 약 0.0012 Ω 이하, 가장 바람직하게는 약 0.0008 Ω 이하이다.
- [0137] 단일재료의 강철보다 큰 정전 접촉 저항을 갖는 것이 높은 용접 전류 범위를 얻는데 유용하다. 따라서, 강철 (예를 들어, 냉연강, 아연 도금강, 또는 이들의 조합)의 정전 접촉 저항에 대한 복합재료의 정전 접촉 저항 비는 바람직하게는 약 1 이상, 보다 바람직하게는 약 1.2 이상, 보다 바람직하게는 약 1.5 이상, 보다 바람직하게는 약 2 이상, 보다 바람직하게는 약 3 이상, 보다 바람직하게는 약 4 이상, 보다 바람직하게는 약 5 이상 및 가장 바람직하게는 약 10 이상이다. 복합 재료의 SCR이 너무 높으면, 복합물이 전류를 통과시키는데 어려움을

겹어서 쉽게 용접되지 않는다. 따라서, 강철 (예를 들어, 냉연강, 아연 도금강, 또는 이들의 조합)의 정전 접촉 저항에 대한 복합재료의 정전 접촉 저항 비는 바람직하게는 약 1000 이하, 보다 바람직하게는 약 300 이하, 보다 바람직하게는 약 100 이하, 보다 바람직하게는 약 75 이하, 가장 바람직하게는 약 40 이하이다.

[0139] 금속 층

[0140] 상기한 바와 같이, 복합물은 샌드위치 구조를 사용하는데, 중합체 심재가 대향하는 층 사이에 끼워진다. 예를 들어, 구조물은 두 시트(예를 들어, 금속 시트)를 포함하고 금속 섬유 강화 중합체 심재가 시트 사이에, 바람직하게는 시트와 접촉하도록 끼워진다. 샌드위치 구조의 금속 층 (예를 들어, 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층)은 적합한 재료(예를 들어, 금속)로 호일, 시트 또는 층을 따라 같거나 다른 두께(예를 들어, 평균 두께)를 갖는 다른 층의 형태를 갖는다. 각 금속 층은 일반적으로 일정하거나 변화하는 두께를 갖는다. 각 면의 금속은 같거나 다른 성질을 갖는 재료로 만들어지고 같거나 다른 금속으로 만들어진다. 금속 면이 다른 두께의 금속 시트로 만들어진다면, 재료는 다른 성질을 갖거나, 다른 금속을 갖는다. 복합 재료는 다른 금속 면을 구별하기 위한 표시나 다른 수단을 가질 수 있다. 그 층은 다른 층과 같거나 다른 조성물, 크기(예를 들어, 두께, 폭, 부피 등), 모양, 등을 가진다. 금속 층은 내부식성에 도움이 되는 표면처리 (예를 들어 아연, 인 또는 둘 다로 피복)를 가질 수 있다. 충전된 중합체 층으로 복합물을 제조하기 전, 또는 후에, 하나 이상의 금속 층은 아연도금, 인산염 처리 또는 둘 다로 처리될 수 있다.

[0141] 금속 층의 예는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)의 단락 082-091에 게시되어 있다. 바람직한 금속 층은 하나 이상의 강철을 포함한다.

[0142] 패널용, 예를 들어 자동차 패널용의 고강도 강을 사용하는 강철의 다운 게이징 성능은 일반적으로 고강도 강철에 의해서가 아니라, 강철의 굴곡 탄성률에 의해 한정된다. 놀랍게도, 충전된 중합체층은 다운 게이징이 가능하도록 복합 재료의 굴곡 탄성률에 대한 충분한 강성을 제공한다. 예를 들어 고강도의 강철을 경량 복합 재료의 하나 이상의 금속 층(첫 번째 금속 층, 두 번째 금속 층 또는 둘 다)으로 사용할 수 있다. 고강도 강철은 약 200MPa 이상, 바람직하게는 약 320MPa 이상, 더 바람직하게는 310MPa 이상의 높은 항복 강도를 갖는다. 고강도 강철은 약 600MPa 이하의 항복 강도를 갖는다. 고강도 강철은 약 340MPa 이상, 바람직하게는 약 370MPa 이상, 보다 바람직하게는 약 400MPa 이상, 더 바람직하게는 약 430MPa 이상, 가장 바람직하게는 약 450MPa 이상의 인장 강도를 갖는다. 고강도 강철은 약 800MPa 이하의 인장 강도를 갖는다.

[0143] 첫 번째 금속 층, 두 번째 금속 층 또는 둘 다는 충분한 양의 고강도 강철을 포함하여 ASTM D790에 따라 측정된 복합 재료의 탄성 계수는 최소 약 200 GPa이고, 충전된 중합체 층의 농도는 충분히 높아 복합 재료의 밀도는 약 0.8 d<sub>m</sub> 이하이며, 여기에서 d<sub>m</sub> 은 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층의 중량평균 밀도이다. 놀랍게도 그러한 복합 재료는 하나 또는 두 가지의 하기 특성을 갖는다: 약 100MPa 이상, (바람직하게는 약 120MPa 이상, 보다 바람직하게는 약 140MPa 이상, 더 바람직하게는 약 170MPa 이상, 더 바람직하게는 약 200MPa 이상, 그리고 가장 바람직하게는 약 240MPa 이상)의 높은 항복 강도; 또는 약 160MPa 이상 (바람직하게는 약 200MPa 이상, 보다 바람직하게는 약 220MPa 이상, 더 바람직하게는 약 250MPa 이상, 더 바람직하게는 약 270MPa 이상, 더 바람직하게는 약 290MPa 이상, 그리고 가장 바람직하게는 약 310MPa 이상)의 높은 인장 강도.

[0144] 바람직한 금속 층은 복합 재료가, 예를 들어, 주기적인 패턴으로 변화하지 않도록, 일반적으로 균일한 두께를 갖는다. 예를 들어, 100mm x 100mm로 절단한 금속에서 가장 높은 두께와 가장 낮은 두께의 차이를, 평균 두께로 나누면, 약 20% 이하, 약 10% 이하, 또는 약 5% 이하이다.

[0145] 하나 또는 두 금속 면은 바람직하게는 비교적 두꺼워, 복합 재료의 제조 도는 가공 시에 금속 면이 주름이 지거나 찢어지거나, 다른 결점이 생기지 않는다. 바람직하게는, 하나 또는 두 금속 면의 두께는 최소 약 0.05mm, 보다 바람직하게는 최소 약 0.10mm, 보다 바람직하게는 최소 약 0.15mm, 가장 바람직하게는 최소 약 0.18mm이다. 시트는 3mm 이하, 바람직하게는 1.5mm 이하, 보다 바람직하게는 1mm 이하, 가장 바람직하게는 0.5mm 이하의 두께를 갖는다. 예를 들어, 복합 재료는 하나 이상의 A 또는 B 등급 표면, 바람직하게는 하나 이상의 A 등급 표면(예를 들어, 스탬핑 단계, 용접 단계, 전기코팅 단계, 페인팅 단계, 또는 이들의 조합 후에)을 요구하는 자동차 패널에 사용될 수 있다. 그러한 복합 재료는 첫 번째 표면은 A 등급 표면이고 두 번째 표면은 A 등급 표면이 아닐 수 있다. A 등급 표면인 첫 번째 금속 면은 비교적 두께가 두껍고 임의로 A 등급 표면이 아닌 두 번째 금속 면은 비교적 얇은 두께(예를 들어, 첫 번째 금속 면 두께의 약 20% 또는 약 40% 이하)를 가질 수 있다. 일반적으로, 두 번째 금속 층의 두께에 대한 첫 번째 금속 층의 두께(예를 들어, 평균 두께) 비율은 약 0.2 내지 약 5, 바람직하게는 약 0.5 내지 약 2.0, 보다 바람직하게는 약 0.75 내지 약 1.33, 가장 바람직하게는 약 0.91

내지 약 1.1이다.

[0147] 복합 재료

[0148] 복합 재료는 적층된 시트, 예를 들어, 금속 재료의 시트에 샌드위치된 충전된 중합체 재료를 포함하는 샌드위치 구조이다. 시트의 전체 평균 두께는 약 30mm 이하, 바람직하게는 약 10mm 이하, 보다 바람직하게는 약 4mm 이하, 가장 바람직하게는 약 2mm 이하이고; 바람직하게는 약 0.1mm 이상, 보다 바람직하게는 약 0.3mm 이상, 가장 바람직하게는 약 0.7mm 이상이다. 복합 재료는 일반적으로 균일한 두께를 가지거나 변화하는(예를 들어, 하나 이상의 방향으로 불규칙하게 또는 주기적으로 변화하는) 두께를 갖는다. 예를 들어, 두께 변화는 평균 두께의 약 10% 이하의 표준 편차를 갖는다. 두께의 표준 편차는 평균 두께의 바람직하게는 약 5% 이하, 보다 바람직하게는 약 2% 이하, 가장 바람직하게는 약 1% 이하이다.

[0149] 충전된 중합체 층의 두께는 복합 재료 전체 두께의 약 10%, 20% 30%, 40%, 이상이다. 충전된 중합체 층의 부피는 복합 재료 전체 부피의 약 10%, 20%, 30%, 40%, 이상이다. 바람직하게는, 충전된 중합체 층의 부피는 복합 재료 전체 부피의 50% 이상이다. 충전된 중합체 재료의 농도는 복합 재료 전체 부피를 기준으로, 보다 바람직하게는 약 60부피% 이상, 보다 바람직하게는 약 70부피% 이상이다. 충전된 중합체 재료의 농도는 일반적으로 복합 재료 전체 부피를 기준으로 92부피% 이하이다. 그러나 더 높은 농도도, 사용될 수 있는데, 특히 비교적 두꺼운 복합물 (예를 들어, 약 1.5mm 이상의 두께를 갖는 경우)에서 그러하다.

[0150] 샌드위치 복합물 구조의 외부 층(예를 들어, 금속 층)의 전체 두께는 복합 재료 전체 두께의 약 70% 이하, 바람직하게는 약 50% 이하, 보다 바람직하게는 약 40% 이하, 가장 바람직하게는 약 30% 이하이다. 외부 층(예를 들어, 금속 층)의 전체 두께는 복합 재료 전체 두께의 약 5% 이상, 바람직하게는 약 10% 이상, 보다 바람직하게는 약 20% 이상이다.

[0151] 중합체 심재 층은 바람직하게는 심재 층에 면하는 결합 층 (예를 들어, 하나 이상의 금속 층)의 적어도 일부 표면과 직접 또는 간접 접촉 (예를 들어 프라이머 및/또는 접착제 층)을 한다. 바람직하게는, 접촉 면적은 중합체 심재 층에 면하는 결합 층 표면 전체 면적의 최소 약 30%, 보다 바람직하게는 최소 약 50%, 가장 바람직하게는 최소 약 70%이다. 프라이머 또는 접착제 층이 사용되는 경우, 복합재료의 성질에 영향을 주지 않도록 두께는 바람직하게는 충분히 얇아야 한다. 사용되는 경우 중합체 심재 층의 두께에 대한 프라이머 및/또는 접착제 층의 두께 비율은 바람직하게는 약 0.30 이하, 보다 바람직하게는 약 0.20 이하, 보다 바람직하게는 약 0.10 이하, 보다 바람직하게는 약 0.05 이하, 가장 바람직하게는 약 0.02 이하이다. 두 인접한 금속 층은 바람직하게는 실질적으로 서로 접촉하지 않는다. 첫 번째 금속 층이 두 번째 금속 층을 접촉하는 경우에는, 첫 번째 금속 층의 표면에 대한 접촉면적의 비율은 바람직하게는 약 0.3 이하, 보다 바람직하게는 약 0.1 이하, 보다 바람직하게는 약 0.05 이하, 보다 바람직하게는 약 0.02 이하, 가장 바람직하게는 약 0.01 이하이다.

[0152] 복합 재료는 복수의 중합체 심재 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 복합 재료는 금속 층, 다른 심재 층 또는 둘 다에 접착하는 접착제를 포함하는 하나 이상의 심재 층을 포함할 수 있다.

[0153] 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899호에 기재된 바와 같이, 복합 재료는 밀도 비에 비해 비교적 고강성일 수 있다.

[0155] 충전된 중합체 층 및 복합물의 제조공정

[0156] 충전된 중합체 재료 및 복합 재료의 제조 공정은 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개) 단락 092-107에 기재된 방법으로 실시된다. 공정을 사용하여 제조된 복합 재료는 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 심재 층)이 하나 이상의 결합 층(예를 들어, 금속 시트)에 부가된 것으로, 바람직하게는 두 층 (예를 들어, 두 금속 층) 사이에 끼워져 하나 또는 두 층에 부착된 것이다. 공정은 가열, 냉각, 변형(예를 들어, 성형, 예를 들어 스탬핑), 또는 부착 중의 하나 이상을 거치게 되며 최종 제품에 도달하게 된다. 하나 이상의, 또는 모든 결합 층(예를 들어, 금속 층)은 압연 시트, 단조물, 주조물, 성형 구조물, 압출된 층, 소결된 층, 또는 이들의 조합으로 제공될 수 있다.

[0157] 시트는 90℃ 이상의 온도(예를 들어 130℃ 이상, 또는 180℃ 이상)로 가열될 수 있다. 바람직하게는, 시트는 약  $T_{min}$  이상의 온도로 가열될 수 있고, 여기에서  $T_{min}$  은 충전된 중합체 재료의 열가소성 재료의 최고 유리 전이 온도 ( $T_g$ ) 및 용점 ( $T_m$ ) 이다. 금속 시트, 충전된 중합체 재료, 또는 둘 다는 중합체 (예를 들어, 열가소성 중합체)가 현저한 분해를 진행하는 이상의 초고 온도로 가열될 수 있다. 열가소성 중합체는 바람직하게는 약 350℃ 이하, 보다 바람직하게는 약 300℃ 이하로 가열될 수 있다. 가열된 중합체는 금속 섬유, 및 부가의 충전



재와 혼합될 수 있다. 가열된 중합체(예를 들어, 열가소성 중합체)는 시트 층으로 압출될 수 있다. 시트 층은 직접 금속 면 사이로 압출되거나, 공정에서 또는 별도의 단계에서 금속 면 사이에 놓일 수 있다. 공정은 중합체가 미리 정해놓은 최대 수분 함량 이하로 물을 포함하도록 중합체를 건조하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다. 중합체 건조 단계는 중합체 가열 전, 가열 중, 또는 가열 단계 후에 행해질 수 있다. 공정은 중합체, 중합체 심재 층, 또는 복합 재료를 낮은 습도 환경에 보관하여 중합체의 수분 농도를 미리 정해놓은 최대 수분 함량 이하로 유지하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다.

[0158] 중합체 심재 층은 균일한 층이거나 다수의 하부 층으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료는 국제 특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 접착층을 포함할 수 있다.

[0159] 복합 재료의 제작 공정은 하나 이상의 금속 층을 가열, 층에 압력을 적용, 중합체(예를 들어, 열가소성 중합체 또는 금속 섬유 및 임의의 충전재와 혼합된 열가소성 중합체)를 캘린더링, 및 복합물 시트를 담금질(예를 들어, 재료에서 열가소성 중합체의 용점 이상에서)하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다.

[0160] 충전된 중합체 재료 (예를 들어, 샌드위치 복합물의 심재 층)의 제조 공정은 섬유를 중합체(예를 들어, 열가소성 중합체)의 적어도 일부와 접촉하는 단계, 섬유와 중합체의 적어도 일부를 블렌딩하는 단계, 또는 둘 다를 포함한다. 중합체 층을 성형하는 공정은 연속 공정 또는 배치 공정이다. 바람직하게는, 공정은 연속 공정이다. 블렌딩 또는 접촉 단계는 중합체를 약 90℃ 이상, 약 140℃ 이상, 약 170℃ 이상, 또는 약 190℃ 이상의 최대 온도로 가열하는 단계를 포함한다. 블렌딩 또는 접촉 단계는 중합체를 약 350℃ 이하, 약 300℃ 이하, 약 280℃ 이하, 약 270℃ 이하, 또는 약 250℃ 이하의 최대 온도로 가열하는 단계를 포함한다. .

[0161] 공정은 적어도 일부의 충전된 중합체 재료의 중합체가 약 80℃ 이상, 바람직하게는 120℃ 이상, 보다 바람직하게는 180℃ 이상, 보다 바람직하게는 210℃ 이상, 가장 바람직하게는 230℃ 이상의 온도에 있을 때 압력을 적용하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다. 압력 적용 단계는 0.01MPa 이상, 바람직하게는 0.1MPa 이상, 보다 바람직하게는 0.5MPa 이상, 보다 바람직하게는 1MPa 이상, 가장 바람직하게는 2MPa 이상의 최대 압력을 사용할 수 있다. 압력 적용 단계 중의 최대 압력은 200MPa 이하, 바람직하게는 100MPa 이하, 보다 바람직하게는 40MPa 이하, 가장 바람직하게는 25MPa 이하이다. 공정은 또한 복합 재료의 냉각 단계를 포함할 수 있다(예를 들어,  $T_{min}$  이하의 온도로, 바람직하게는 충전된 중합체 재료의 중합체의 용점 이하로, 보다 바람직하게는 약 50℃ 이하로).

[0162] 복합 재료는 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 적층체를 포함할 수 있다.

[0163] 중합체 재료에 수분함량을 낮춰서 중합체 재료의 충전재가 부식이 일어나지 않도록 중합체 재료가 물(액체, 가스 또는 고체)과 접촉하는 것을 막는 것이 바람직하다. 따라서, 복합 재료의 제조 공정은 복합 재료가 액체 또는 가스와 접촉하지 못하도록 모서리를 실질적으로 보호하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다. 예를 들어, 코팅 또는 보호층을 하나 이상의 (또는 바람직하게는 모든 ) 중합체 층(심재 층)의 모서리에 설치하거나, 또는 하나 이상의 (또는 바람직하게는 모든) 복합 재료의 모서리를 밀봉하거나, 또는 이들의 조합을 실시하는 것이다. 이러한 방법이 사용되는 경우, 중합체 층의 모서리에 설치되는 코팅 또는 보호층은 충전된 중합체 재료의 중합체에 비해 비교적 낮은 수분 투과성을 갖는 하나 이상의 재료를 포함한다. 비교적 낮은 수분 투과성을 갖는 어떤 재료를 사용해도 좋다. 낮은 투과성 재료는 폴리에틸렌 비닐 알코올 또는 이들의 공중합체 층, 폴리올레핀 단일 중합체 또는 하나 이상의 올레핀을 포함하는 공중합체 층, 또는 이들의 조합을 포함한다. 코팅 또는 보호층은 영구적으로 중합체 층, 금속 층 또는 둘 다에 부착될 수 있다. 또는, 코팅 또는 보호층은 일시적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 코팅 또는 보호층은 하나 이상의 성형 단계 전, 하나 이상의 용접 단계 전, 하나 이상의 전기코팅 단계 전, 또는 하나 이상의 페인팅 단계 전에 제거될 수 있다. 금속 층 사이의 하나 이상의 밀폐된 공간을 형성하는 공지 기술을 사용하여 복합 재료의 모서리를 밀봉할 수 있다. 예를 들어, 금속 층은 모서리 근처로 서로 용접될 수 있다. 금속 층은 복합 재료의 전체 주변을 따라 함께 용접될 수 있다 .

[0164] 중합체 층 또는 복합 재료의 구성성분을 조립하는 동안 또는 그 후에 사용되는 부품의 질을 모니터링하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다. 모니터링은 둘 이상의 층 사이의 결합 강도를 확인하거나, 복합물의 하나 이상의 층의 섬유의 적절한 분산을 확인하거나, 표면 이상(예를 들어 균열, 흠, 주름, 거칠기 등)을 검출하거나, 공극을 검출하거나, 두께 분포(예를 들어, 평균 두께, 두께 분포, 최소 두께, 최대 두께, 또는 이들의 조합)를 측정하거나 또는 이들의 조합이다.

[0165] 하나 이상의 프로브를 사용하여 부품(예를 들어, 중합체 재료 또는 복합 재료)을 모니터링 하는 방법도 있다.

모니터링은 광학적으로(예를 들어 표면 흠결의 검출, 두께나 두께 분포의 측정, 적외선 측정에 의한 온도, 또는 이들의 조합) 행해질 수도 있다. 하나 이상의 외부 자극에 대한 부품의 반응을 측정하는 것으로 행할 수도 있다. 예를 들어, 전기 전도성, 전기 저항, 임피던스, 또는 다른 전기적 특성은 적용된 전기 자극에 대한 반응으로 측정한다. 예를 들어 프로브를 사용하여 부품 상의 하나 이상의 부위에서 전기 특성을 측정할 수 있다(전기 자극에 대해 순차적으로 및/또는 동시에). 자기적 성질도 비슷한 방법으로 측정할 수 있다. 자극은 자기장일 수 있고 반응은 기계적 반응, 전기적 반응, 자기 반응, 또는 이들의 조합일 수 있다. 모니터링은 음향적으로 행해질 수도 있다(예를 들어, 프로브 또는 다른 음파, 예를 들어 초음파를 사용하여). 음향 측정은 공극, 균열, 조성물 분포 등을 측정하는데 사용된다.

[0166] 바람직한 모니터링 장치는 하나 이상의 프로브(예를 들어, 품질을 평가하기 위한 부품을 가로지르는, 일반적인 캐리어 상의 복수의 프로브(프로브 집합체도 가능) 및 프로브로부터 신호를 받는 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 프로세서는 조작, 예를 들어 신호를 측정된 부품에 대해 미리 예측된 값 범위와 비교하고, 신호가 예측된 값 범위 밖일 때 또는 미리 정해진 범위 내에 들 때 신호를 발생시킨다. 도 2는 그러한 시스템의 예를 나타낸다.

[0167] 본 발명의 적층된 작업편 12(예를 들어, 금속 층(14, 14') 사이에 금속 섬유를 포함한 중합체 층(16)이 샌드위치 된 적층체)이 장착된다. 층이 결합된 후 자극을(예를 들어, 전기 자극을 전원(102)에 의해 인가한다) 하나 이상의 금속 층(14, 14'), 중합체 층(16), 또는 이들의 조합에 인가한다. 전기 자극은 하나 이상의 와이어(110) 또는 다른 수단의 전기 통신을 이용해 하나 이상의 금속 층으로 전달된다.

[0168] 하나 이상의 프로브(104)는 캐리어(106)에 의해 이송되고, 작그에 대한 작업편의 반응을 측정한다. 프로브는 작업편의 한 면 또는 두 면에 올 수 있다. 측정된 반응은 프로세서(108)로 신호로 전송되고, 제어 상태에 있거나 자극원(예를 들어 전원(102))과 다른 신호 통신 상태에 있을 수 있다.

[0169] 본 발명의 모니터링 과정은 중합체 재료(예를 들어, 펠렛, 시트, 또는 다른 중합체 재료의 시료)를 모니터링하는데도 사용될 수 있다.

[0171] 성형 공정

[0172] 본 발명의 복합 재료는 적합한 성형 공정, 예를 들어, 재료를 가소적으로 변형하는 공정에 적용될 수 있고, 스탬핑, 롤 성형, 구부리기, 단조, 천공, 연신, 감기, 다른 금속 가공, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 바람직한 성형 공정은 복합 재료의 스탬핑 단계를 포함한다. 스탬핑 공정은 실온 또는 그 근처에서 일어난다. 예를 들어, 스탬핑 중 복합 재료의 온도는 약 65℃ 이하, 바람직하게는 약 45℃ 이하, 보다 바람직하게는 약 38℃ 이하이다. 성형 공정은 복합 재료의 영역을 다양한 연신비로 연신하는 공정을 포함할 수 있다. 본 발명에서, 복합 재료는 파단, 주름, 또는 좌굴 없이 비교적 높은 연신비로 연신하는 단계를 거치게 된다. 예를 들어, 연신 단계에서 적어도 일부의 복합물이 1.2이상의 연신비로 연신된다. 바람직하게는, 복합 재료는 약 1.5 이상, 바람직하게는 약 1.7 이상, 보다 바람직하게는 약 2.1 이상, 가장 바람직하게는 약 2.5 이상의 최대 연신비로 연신될 수 있다. 연신비의 균열 한계는 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 Material and Technology, October 2007, Volume 129, Issue 4, pp. 534-535에 기재된 원형 겹 연신시험을 사용하여 측정한다. 성형 공정은 복합재료가 접촉하는 다이(예를 들어, 모스 경도 스케일로 측정했을 때 금속 섬유의 경도보다 큰 경도를 갖는 다이)에 압력을 적용하는 단계를 포함한다.

[0173] 적합한 성형 공은 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 것을 포함할 수도 있다.

[0174] 복합 재료의 성형 후에, 공정은 충전된 중합체 재료로 수분의 투과를 막기 위해 복합 재료의 모서리를 보호하는 하나 이상의 단계를 포함할 수 있다. 복합 재료의 모서리를 보호하기 위한 상기에 언급된 단계들을 사용할 수 있다.

[0175]

[0176] 복합물의 특성

[0177] 중합체 층, 복합 재료, 또는 둘 다는, 낮은 스프링백 각도, 비교적 낮은 전기 저항, 우수한 용접 성능(예를 들어, 저항 용접을 사용하는 경우), 비교적 낮은 열 전도성, 비교적 낮은 음 전달, 또는 이들의 조합, 예를 들어 국제특허출원 공개공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 기재된 특성을 갖는다.



- [0178] 바람직하게는, 충전된 열가소성 재료, 복합 재료, 또는 둘 다는 용접 가능(예를 들어, 저항 용접 기술, 예를 들어 스폿 용접, 시임 용접, 불꽃 용접, 돌기 용접, 또는 업셋 용접을 사용하여 용접 가능)하고 비교적 낮은 전기 저항을 갖는다. 본 발명은 복합 재료를 용접하는 하나 이상의 단계를 포함한다. 복합 재료의 전기 저항은 금속 층 및 심재 층의 전기 저항의 합으로 표시된다. 일반적으로, 금속 층의 전기 저항은 심재 층의 전기 저항보다 훨씬 적기 때문에, 복합 재료의 전기 저항은 심재 층의 전기 저항으로 추정할 수 있다. 저항(예를 들어, 시트면에 대해 두께 방향으로 측정되는 저항)은 AC 변조를 사용하여 측정하고 전압 강하, V, 및 전류, I로부터 결정한다:
- [0179]  $\text{저항} = (V/I) (A/t)$
- [0180] 여기에서 A는 시트의 면적이고, t는 시트의 두께이다. 복합 재료, 심재 층, 또는 둘 다의 저항(두께 방향을 통하는)은 비교적 낮다(예를 들어, 복합 재료, 심재 층(예를 들어, 충전된 열가소성 재료), 또는 둘 다의 저항은 약 100,000  $\Omega \cdot \text{cm}$ , 바람직하게는 약 10,000  $\Omega \cdot \text{cm}$ , 보다 바람직하게는 약 3,000  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 가장 바람직하게는 약 1,000  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하이다).
- [0181] 바람직하게는, 복합 재료의 전기 저항성 충분히 낮아서 복합 재료와 동일한 두께를 갖는 두 개의 강판을 용접하는 것과 동일한 용접 스케줄을 사용하여 기체에 용접할 수 있다. 예를 들어, 충전된 중합체 재료, 또는 복합 재료의 전기 저항성은 두께 방향을 통해 바람직하게는 약 100  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 약 10  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 약 1  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 약 0.15  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 약 0.1  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하, 또는 약 0.075  $\Omega \cdot \text{cm}$  이하이다.
- [0182] 복합 재료는 일반적인 금속 용접 기술의 용접 공정을 사용하여 용접될 수 있다. 용접 공정은 국제특허출원 공개 공보 WO 2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개), 및 미국특허출원 제 61/290,384 호(2009년 12월 28일 출원)에 기재된 하나 이상의 단계, 장치, 또는 공정을 포함할 수 있다.
- [0183] 바람직한 복합 재료는 비교적 우수한 내부식성을 갖는다. 복합 재료는 바람직하게는 첨가제 및 금속 충전재를 포함하는 심재 층과 접하는 금속 층 표면의 부식물이 심재 층의 금속 충전재를 심재 층의 중합체로 대체한 것을 제외한 동일한 복합 재료의 심재 층과 접하는 금속 층 표면의 부식물보다 낮다(보다 바람직하게는 최소 50% 낮다). 예를 들어, 복합 재료는 희생 충전재를 포함하는 심재 층과 접하는 금속 층 표면의 부식물이 심재 층의 희생 충전재를 심재 층의 중합체로 대체한 것을 제외한 동일한 복합 재료의 심재 층과 접하는 금속 층 표면의 부식물보다 낮다. 물에서의 부식물은 시료를 미리 정해진 부식 시험 온도의 수조에 놓고 표면 부식의 양을 측정하는 것으로 정해진다. 염수에서의 부식물은 미리 정해진 염 농도를 갖는 염수조에 놓고 미리 정해진 부식 시험 온도에서 표면 부식의 양을 측정하는 것으로 정해진다. 부식 시험 온도는 약 40℃이고, 부식시험 시간은 약 168 시간일 수 있으나, 여기에 한정되는 것은 아니다.
- [0184] 본 발명의 다양한 복합물을 사용하여 만들어진 용접 이음은 복합물을 따라 다양한 미세구조, 예를 들어, 국제특허공개공보 제 WO2010/021899 호(2010년 2월 25일 공개)에 게시된 미세구조를 나타낸다.
- [0186] 복합 재료의 용접
- [0187] 복합 재료를 하나 이상의 단일 금속 재료(예를 들어, 강철 시트와 같은 강철 재료)에 스폿 용접할 때, 공정은 복합 재료를 접촉하는 첫 번째 전극과 단일 금속을 접촉하는 두 번째 전극을 사용할 수 있다. 첫 번째 전극 및 두 번째 전극은 같거나 다를 수 있다. 첫 번째 전극 및 두 번째 전극은 다른 것이 바람직하다. 예를 들어, 첫 번째 전극의 직경이 두 번째 전극의 직경보다 작을 때, 복합 재료의 두 금속 층은 단일 금속 재료에 보다 쉽게 용접될 수 있다. 더 작은 직경의 전극을 복합 재료에 접촉시키는 것이 보다 균형 있는 열 분포를 가져오고, 보다 효과적으로 중합체를 용접 구역에서 제거하는 것으로 여겨진다. 가장 바람직하게는, 첫 번째 전극이 두 번째 전극보다 충분히 작은 직경을 가져서 첫 번째 금속 층 및 두 번째 금속 층 모두가 스폿 용접 공정 중에 용접되는 것이다. 첫 번째 전극의 직경에 대한 두 번째 전극의 직경의 비는 바람직하게는 약 1.02 이상, 보다 바람직하게는 약 1.06 이상, 더욱 바람직하게는 약 1.12 이상, 가장 바람직하게는 약 1.2 이상이다. 첫 번째 전극의 직경에 대한 두 번째 전극의 직경의 비는 바람직하게는 약 5 이하, 보다 바람직하게는 약 3 이하, 가장 바람직하게는 약 2 이하이다.
- [0188] 본 발명의 복합 재료는 바람직하게는 하나 이상의 단일 금속 재료에 용접될 수 있다. 예를 들어, 금속 섬유의 모양, 크기, 농도, 및 형태는 복합 재료가 피복되지 않은 강판, 용융 아연도금 강판, 아연도금 강판, 또는 이들의 조합으로부터 선택된 강판에 용접(예를 들어, 스폿 용접)될 수 있도록 선택된다. 특히 바람직한 본 발명의 예에서, 복합 재료는 용접 시간, 전극 압력, 용접 시간, 또는 용접 전극 크기를 바꿀 필요 없이, 둘 이상의 다른 단일 철강 재료(예를 들어, 둘 이상의 피복되지 않은 강판, 용융 아연도금 강판, 또는 아연도금 강판), 또는

다른 두께를 갖는 둘 이상의 단일 철강 재료(예를 들어, 한 재료는 복합 재료와 거의 동일한 두께를 가지고 두 번째 재료는 복합 재료 두께의 약 1.5배 이상의 두께를 갖는 재료)에 대해 일반적으로 높은 용접 전류 범위 (예를 들어, 상기한 바와 같은) 를 갖는다. 마찬가지로, 복합 재료는 용접 조건을 바꿀 필요 없이 다양한 범위의 두께를 갖는 놀라울 정도로 다양한 재료에 용접될 수 있다. 용접 조건을 약간 바꿀 필요가 있더라도, 다른 재료에 비해 작은 변화에 큰 용접 전류 범위가 허용된다.

[0189] 예를 들어, 도 7, 8 및 9는 피복되지 않은 강판, 아연도금 강판, 및 용융 아연도금 강판에 각각 용접된 본 발명의 복합 재료에 대해 측정된 용접 전류 범위를 나타낸 것이다. 도 7, 8 및 9는 용접 전류의 함수로서 용접 버튼 크기를 보여주는 그래프이다. 수용 가능한 또는 우수한 용접은 i) 용접 버튼 크기가 용접 전극 직경의 약 95% 이상, ii) 금속 방출이 없는, 또는 둘 다인 용접이다. 예를 들어, 약 3.8mm의 전극 직경을 복합 재료를 접촉하는데 사용하는 경우, 우수한 용접은 약 3.6mm 이상의 용접 버튼 크기를 가질 수 있다. 도 7, 8, 및 9는 약 1.5 이상 (예를 들어, 약 1.7 이상)의 용접 전류 범위를 갖는 복합 재료를 나타낸 것이다. 도 7은 복합 재료를 첫 번째 강판(예를 들어, 피복되지 않은 강판)에 용접할 때 6.4 kA 내지 9.2 kA의 용접 전류로 우수한 용접이 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다. 도 8은 복합 재료를 다른 강판(예를 들어, 아연도금 강판)에 용접할 때 약 7.75 kA 내지 약 9.45 kA의 용접 전류로 우수한 용접이 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다. 도 9는 복합 재료를 또 다른 강판(예를 들어, 용융 아연도금 강판)에 용접할 때 약 7.35 kA 내지 약 9.35 kA의 용접 전류로 우수한 용접이 얻어질 수 있다는 것을 나타낸다. 먼저, 모든 세 재료는 일반적으로 높은 용접 전류 범위를 가진다. 두 번째로, 우수한 용접을 이루는 전류의 중복(즉, 중복되는 용접 전류 범위)은 일반적으로 높다. 예를 들어, 이들 세 가지 재료로 우수한 용접을 얻는 전류 범위는 약 7.8 kA 내지 약 9.2 kA이고, 중복 용접 전류 범위는 약 1.4 kA 이상이다.

[0190] 여러 용도에 사용 가능한 본 발명의 복합 재료는 비교적 저밀도, 비교적 낮은 열 전도성, 밀도에 비해 비교적 높은 강성, 또는 비교적 낮은 음 전달을 나타낸다. 본 발명의 복합 재료는 예를 들어 자동차 및 다른 수송 관련 용도, 빌딩 건설 관련 용도, 및 그와 관련된 장치에 사용될 수 있다. 복합 재료가 사용될 수 있는 용도는 예를 들어, 승용차 패널, 트럭 패널, 버스 패널, 컨테이너(예를 들어, 선적용 컨테이너), 기타 패널, 비행기 패널, 큐브(예를 들어, 자전거 튜브), 오토바이 패널 (예를 들어, 엔진 덮개 또는 페어링), 트레일러 패널, 문 내부 (예를 들어, 자동차 도어 내부), 루프 패널, 자동차 후드 내부, 자동차 바닥 팬, 자동차 뒷 선반 패널, 자동차 트렁크 패널, 자동차 뒷좌석 팬, 자동차 데크 뚜껑 내부, 레저용 차량 패널, 설상차 패널, 자동차 범퍼 판, 스포일러, 바퀴집 라이너, 해면 효과 또는 지면효과, 통기 차단벽, 용기, 침대 라이너, 분리 벽, 장치 하우징, 자동차 연료 충전제 도어, 자동차 범퍼, 장식, 덕트, 가로대, 수납 공간 도어, 전기 장치(예를 들어, 휴대폰, 컴퓨터, 카메라, 컴퓨터, 음악 또는 비디오 보관 장치, 또는 음악 또는 비디오 재생 장치)의 도어, 콘솔, 공기 유입 부품, 배터리 하우징, 그릴, 바퀴집, 또는 좌석 팬이다. 복합 재료는 빌딩 건설 재료, 예를 들어, 외부 트림 부품, 비막이, 홈통, 지붕널, 벽, 바닥, 카운터 갑판, 캐비닛 외장, 창틀, 문틀, 벽판, 환기구, 배관, 널빤지, 틀, 선반, 배관 고정구, 배수구, 샤워 팬, 욕조 및 봉입 용기이다. 예를 들어 자동차 차체 패널(예를 들어, 승용차와 같은 수송기구의 차체 외부 스킨)에 적용될 수 있다. 복합 재료를 사용할 수 있는 자동차 패널은 전방 패널, 후방 패널, 도어 패널, 후드 패널, 루프 패널 등이다. 자동차 패널은 A등급, B등급 또는 C등급의 표면을 가질 수 있고, 바람직하게는 A등급 또는 B등급 표면, 보다 바람직하게는 A등급 표면을 갖는다. 본 발명의 복합 재료는 하나 이상의 외부 장식 표면 또는 치장, 예를 들어, 금속 장식, 나무 장식, 중합체 장식 등을 포함할 수 있다. 외부 표면은 서로 마주보는 층과는 다른 질감, 색상 또는 외관을 가질 수 있다. 예를 들어, 강철 외부 층은 구리 색, 청동색, 황동색, 황금색, 또는 다른 색상으로 채색될 수 있다.

[0191] 본 발명의 복합 재료는 복합 재료의 코팅, 예를 들어, 전기코팅 공정, 페인팅 공정, 분말 코팅 공정, 이들의 조합 등을 포함하는 단계에 사용될 수 있다. 사용되는 경우, 코팅 공정은 세정 또는 표면 준비 단계, 코팅을 가열 또는 베이킹하는 단계(예를 들어, 약 100℃ 이상, 바람직하게는 약 120℃ 이상의 온도에서), 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 코팅은 일반적인 수단, 예를 들어 침지 공정, 분무 공정, 또는 예를 들어, 롤러 또는 브러쉬 등의 기구를 사용하는 공정으로 행해질 수 있다. 복합 재료는 바람직하게는 유출되어 코팅 공정의 욕, 예를 들어, 전기코팅 욕을 오염시키는 성분(예를 들어, 저분자량 성분)을 포함하지 않는다. 마찬가지로, 본 발명의 공정은 복합물에 기인한 욕의 오염이 없는 하나 이상의 코팅 단계를 포함한다.

[0192] 복합 재료(예를 들어, 복합 재료로 형성된 스탬프된 부품)는 하나 이상의 다른 재료나 부품에 결합되어야 하는 장치에 사용될 수 있다. 예를 들어 복합 재료는 패스너를 사용하여 기계적으로 다른 부품에 결합될 수 있거나, 접착제, 접착 증진제(예를 들어, 프라이머)를 사용하여 화학적으로 다른 부품에 결합될 수 있거나, 또는 둘 다이다. 다른 결합수단으로는 용접, 경납땜, 및 납땜이 있다. 이들 결합 방법 중 하나 또는 둘 이상을 조합하여

사용해도 좋다.

- [0193] 상기한 바와 같이, 본 발명에 의해 박리에 대한 내성이 우수한 고강도 적층체가 제공된다. 생성 복합 재료는 여러 용도에서 강철을 대체할 수 있는 우수한 성질을 나타낸다. 예를 들어, 복합체 덩어리는 금속 층에 부착되어 DIN 11339 하의 박리 시험에서, 복합물은 상당량의 응집파괴 (예를 들어, 약 25% 이상, 예를 들어, 최소 약 40%, 50%, 60% 또는 그 이상의 응집파괴)를 나타낸다. 복합체 덩어리는 충분히 금속 층에 부착하여 DIN 11465 하의 접착 이음 시험에서, 복합물은 상당량의 응집파괴 (예를 들어, 약 25% 이상, 예를 들어, 최소 약 40%, 50%, 60% 또는 그 이상의 응집파괴)를 나타낸다. 응집파괴는 일반적으로 중합체 매트릭스와 결합 금속 층 사이에 일어나는 접착 실패와는 대조적으로 중합체 매트릭스 내에 일어나는 실패를 의미하는 것이다. 따라서, 다량의 응집파괴는 샌드위치 복합물의 중합체 매트릭스와 하나 또는 두 금속 층의 결합 강도가 중합체 매트릭스 재료의 내부 강도를 초과한다는 것이다.
- [0194] 바람직하게는, 복합 재료는 복합 재료를 부품이나 장치로 가공하는 중에, 또는 부품을 사용하는 동안에 박리되지 않는다(예를 들어, 금속 층이 심재 층에서 박리되지 않는다). 마찬가지로, 복합 재료는 바람직하게는 스탬핑 조작, 결합 조작(예를 들어, 용접 조작), 또는 둘 다에서 박리되지 않는다.
- [0195] 본 발명은 또한 본 발명을 사용하여 제조된 부품의 회수 방법을 포함한다. 한 방법은 본 발명의 복합물 구조를 갖는 부품을 제공하는 단계, 및 금속 재료로부터 탄화수소 화합물을 분리하는 단계(예를 들어, 고온 가열에 의해)를 포함한다. 트타탄화수소 화합물 또는 금속재료는 회수되어 재사용될 수 있다. 다른 방법은 복합 재료를 분쇄하거나 복합 재료로부터 입자를 형성하고, 임의로 복합물 (예를 들어, 상기의 복합 재료) 심재의 성분으로 입자를 제공하여 재사용하는 방법을 포함한다.
- [0197] 실시 예
- [0199] 하기 실시 예의 조성은 약  $\pm 20\%$ 까지 변화할 수 있으며 비슷한 결과(예를 들어, 약  $\pm 20\%$  이내로)를 나타낸다. 또, 본 발명의 재료들도 상기의 다른 재료들로 대체될 수 있고 비슷한 결과를 나타낸다.
- [0201] 실시 예 1
- [0202] 경량 복합물의 심재를 약 45g 폴리아미드 6 및 약 72g 스테인레스 강철 섬유를 Brabender Plastograph 믹서에서 260°C의 온도, 약 20rpm의 속도로 혼합하고, 녹여 제조하였다. 스테인레스 강철 섬유의 직경은 약 3-10 $\mu$ m이고 길이는 약 2-4mm였다. 폴리아미드 6의 밀도는 약 1.142g/cm<sup>3</sup> 이고 강철의 밀도는 약 7.9g/cm<sup>3</sup>이다. 약 60분간 혼합 후, 혼합물을 Brabender 믹서에서 제거하였다. 당업자는 혼합시간을 더 길거나 짧게 조절할 수 있다(예를 들어, 약 30분 이하, 약 20분 이하, 약 10분 이하, 또는 약 5분 이하). 또, 그러한 혼합 시간은 본 발명의 다른 중합체에도 사용할 수 있다. 제조된 실시 예 1은 약 18.8부피% 강철 섬유 및 약 81.2부피% 폴리아미드 6를 포함하고 밀도 약 2.411g/cm<sup>3</sup>이다.
- [0204] 실시 예 2
- [0205] 실시 예 1의 방법과 동일한 방법으로 제조하되, 스테인레스 강철 섬유가 약 102g이고 폴리아미드 6의 중량이 약 40g으로 심재를 제조하였다. 제조된, 혼합물은 약 26.9부피% 강철 섬유 및 약 73.1부피% 폴리아미드 6를 포함하고 밀도 약 2.962g/cm<sup>3</sup>이다.
- [0207] 실시 예 3
- [0208] 실시 예 1의 방법과 동일한 방법으로 제조하되, 스테인레스 강철 섬유가 약 35.4g이고 폴리아미드 6의 중량이 약 50.6g으로 심재를 제조하였다. 제조된, 혼합물은 약 10부피% 강철 섬유 및 약 90부피% 폴리아미드 12를 포함하고 밀도 약 1.816g/cm<sup>3</sup>이다.
- [0210] 비교 예 4
- [0211] 실시 예 1의 방법과 동일한 방법으로 제조하되, 스테인레스 강철 섬유를 사용하지 않고 약 53g의 폴리아미드 6를 Brabender Plastograph 믹서에서 혼합하였다. 비교 예 4는 약 1.142g/cm<sup>3</sup>의 밀도를 갖는다.
- [0213] 비교 예 5-6
- [0215] \*두께 약 0.20mm, 길이 약 74.2mm 및 폭 약 124.2mm의 두 강판, 및 금속 판 사이에 끼워진 금속 섬유가 없는 폴리아미드 12를 포함하는 샌드위치 패널을 압축 성형하여 복합재료를 제조하였다. 강철 판은 AISA 1008 및 ASTM

A109 규격을 만족하는 No. 5 알루미늄 킬드 저탄소강으로 제조되었다. 비교 예 5 및 6의 심재 두께는 각각 약 0.30mm, 및 약 0.44mm이고, 표 1에 나타내었다. 비교 예 5 및 6의 압축 성형은 약 250℃ 및 약 12000 kg 부하의 몰드에서 행해졌다. 복합물 패널의 전체 밀도는 강판에 사용된 강철 밀도보다 약 32-46 중량% 낮았다. 비교 예 5 및 6의 전체-두께의 전기 저항은  $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$  이상이고, 절연 특성을 나타내었다. 스탬핑은 가능했으나, 비교 예 5 및 6을 단일 강판에 대한 용접 시도에서는 용접이 잘 되지 않았다. 이들 시료는 용접 시험에서 실패하였고 용접이 서로 용접된 패널보다 약했다.

표 1

[0216]

	비교 예 5	비교 예 6
금속 판 1		
재료	강철	강철
두께, mm	0.20	0.20
금속 판 2		
재료	강철	강철
두께, mm	0.20	0.20
심재		
두께, mm	0.30	0.44
두께, 전체의부피%	43%	57%
금속 함유, 심재의부피%	0%	0%
폴리아미드 12, 심재의부피%	100%	100%
전체 밀도, g/cm <sup>3</sup>	5.37	4.27
중량 절감, %	32%	46%
심재 층 저항, $\Omega \cdot \text{cm}$	$>10^{12}$	$>10^{12}$
용접 성질	Fail	Fail

[0217]

실시 예 7-8

[0218]

약 26.9부피%의 강철 함유 및 약 73.1부피% 폴리아미드 12를 포함하는 심재를 사용한 것 외에는 비교 예 5 및 6에 기재된 방법을 사용하여 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시 예 7 및 8의 복합 재료를 제조하였다. 심재의 강철 함유는 평균 직경 약 3-10 $\mu\text{m}$ , 평균 길이 약 2-4mm이고, 폴리아미드 12와 Brabender Plastograph 믹서에서 약 260℃ 온도로 혼합되었다. 실시 예 7 및 8의 심재의 두께는 각각 약 0.40mm 및 약 0.57mm이다. 이들 시료는 표 2에 게시하였다. 복합물 패널의 전체 밀도는 강철 밀도보다 약 29-36 중량% 낮다. 이들 복합물 패널은 두께 약 0.8mm의 강철 시트에 AC 저항 용접(점 용접)하는 경우 잘 용접되었다. 용접 전류 약 9.7 kA 및 8 용접 사이클, 압력 약 600psi를 사용하여 용접하는 경우 우수한 용접이 얻어졌다(즉, 용접이 용접되는 패널보다 강하여 용접 패널이 강제로 분리될 때 용접 버튼이 얻어진다). 이 조건은 0.8mm 두께의 강철 시트 두 장을 용접하는데 필요한 것(12.9 KA, 15 용접 사이클, 600psi 압력)보다 낮은 조건이다. 각 용접 사이클은 약 1/60 초이고 용접 파라미터는 약 1 사이클의 기울기 (즉, 약 1/60초), 약 10 사이클의 정지 시간(즉, 약 1/6초) 및 약 1초의 초기 가압시간을 포함한다.

표 2

[0219]

	실시 예 7	실시 예 8	실시 예 9	실시 예 10
금속 판 1				
재료	강철	강철	강철	강철
두께, mm	0.20	0.20	0.20	0.20
금속 판 2				
재료	강철	강철	강철	강철
두께, mm	0.20	0.20	0.20	0.20
심재				
두께, mm	0.40	0.57	0.37	0.55
두께, 전체의부피%	50%	59%	48%	58%
금속 함유, 심재의부피%	26.9%	26.9%	20.2%	20.2%



폴리아미드 12, 심재의부피%	73.1%	73.1%	79.8%	79.8%
전체 밀도, g/cm <sup>3</sup>	5.61	5.04	5.43	4.70
중량 절감, %	29%	36%	31%	41%
심재 층 저항, Ω · cm	910	480	740	500
용접 성질	우수한	우수한	우수한	우수한

[0220] 실시 예 9-10 약 20.2부피%의 강철 섬유 및 약 79.8부피% 폴리아미드 12를 포함하는 심재를 사용한 것 외에는 비교 예 5 및 6에 기재된 방법을 사용하여 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시 예 9 및 10의 복합 재료를 제조하였다. 심재의 강철 섬유는 평균 직경 약 3-10 $\mu$ m, 평균 길이 약 2-4mm이고, 폴리아미드 12와 Brabender Plastograph 믹서에서 약 260℃ 온도로 혼합되었다. 실시 예 9 및 10의 심재의 두께는 각각 약 0.37 및 약 0.55mm이다. 이들 시료는 표 2에 게시하였다. 복합물 패널의 전체 밀도는 강철 밀도보다 약 31-41 중량% 낮다. 이들 복합물 패널은 두께 약 0.8mm의 강철 시트에 AC 저항 용접(점 용접)하는 경우 잘 용접되었다. 용접 전류 약 9.7 kA 및 8 용접 사이클, 압력 약 600 psi를 사용하여 용접하는 경우 우수한 용접이 얻어졌다.

[0221] 둘 다 두께 약 0.87mm인, 실시 예 9 및 실시 예 9의 금속 층에 사용된 강철 재료와 동일한 재료의 강판의 강성 및 밀도를 전체 두께 방향으로 측정하였다. 실시 예 9가 강판보다 밀도에 비해 더 높은 강성을 나타내었다.

[0223] 실시 예 11

[0224] 실시 예 3의 심재를 사용하는 것 외에는 비교 예 5에 기재된 방법을 사용하여 샌드위치 패널을 압축 성형하여 실시 예 11의 복합 재료를 제조하였다. 이들 복합물 패널 시료는 두께 약 0.8mm의 강철 시트에 AC 저항 용접(점 용접)하는 경우 잘 용접되었다. 용접 전류 약 9.7 kA 및 8 용접 사이클, 압력 약 600 psi를 사용하여 용접하는 경우 우수한 용접이 얻어졌다.

[0226] 실시 예 12-14

[0227] 실시 예 12 내지 14는 중합체 및 실시예 1의 방법으로 제조된 스테인레스 강철 섬유를 포함하는 중합체 혼합물이다. 실시 예 12 내지 14는 각각 약 0중량%, 약 3중량%, 및 약 10중량% 스테인레스 강철 섬유를 갖는 폴리아미드 6를 사용하여 제조되었다. 실시 예 12의 심재의 인장 탄성률은 약 3.3 GPa이다. 강철 섬유가 농도 약 3중량%로 추가되는 경우(실시 예 13), 인장 탄성률은 17% 증가하여 약 3.9GPa가 된다. 강철 섬유가 약 10중량%로 추가되는 경우(실시 예 14), 인장 탄성률은 100% 증가하여 약 7.3 GPa가 된다. 폴리아미드를 폴리아미드 공중합체로 바꾸고 스테인레스 강철 섬유의 농도가 약 0% 중량%, 약 3 중량% 및 약 10중량%인 실시 예는 각각 15, 16, 및 17이다. 실시 예 15의 심재의 인장 탄성률은 약 700MPa이다. 강철 섬유가 농도 약 3 중량%로 추가되는 경우(실시 예 16), 인장 탄성률은 50% 이상 증가하여 약 1160MPa이다. 강철 섬유가 농도 약 10중량%로 추가된 경우(실시 예 17), 인장 탄성률은 200%이상 증가하여 약 2280MPa이다. 이와 같이, 본 발명의 일반적인 예 및 다른 예에서 금속 섬유를 포함하는 충전된 중합체 재료(예를 들어, 심재 층의 재료)의 인장 탄성률은 동일한 조성을 가지고 금속 섬유를 포함하지 않는 충전된 중합체 재료(예를 들어, 심재 층의 재료)의 인장 탄성률보다 최소 15%, 보다 바람직하게는 최소 50%, 보다 바람직하게는 최소 약 100%, 가장 바람직하게는 최소 약 200%까지 향상된다.

[0229] 실시 예 15-20 (전기 저항)

[0230] 표 3에 게시한 중합체 및 강철 섬유 농도를 사용하여 강철 섬유 및 열가소성 중합체를 Brabender 믹서에서 혼합하여 실시 예 15 내지 20을 제조하였다. 복합재료는 두 0.2mm 두께의 강판 사이에 0.4mm의 섬유 충전된 열가소성 중합체 층을 갖는 샌드위치를 압축 성형하여 제조하였다. AC 변조를 사용하여 측정한, 복합 재료의 전체-두께 전기 저항은 표 3에 게시하였다. 복합 재료 충전된 열가소성 중합체를 갖는 복합 재료는 모두 비교적 낮은 전기저항을 가지고 충전되지 않은 열가소성 중합체를 갖는 복합재료는 모두 상대적으로 높은 전기 저항을 나타내었다.

표 3

[0231]

	열가소성	강철 섬유 (부피 %)	전기 저항 Ω · cm
실시 예 15	폴리아미드	0	>10 <sup>11</sup>

실시 예 16	폴리아미드	26.9	250
실시 예 17	폴리아미드	10	300
실시 예 18	EVA	0	>10 <sup>11</sup>
실시 예 19	EVA	3	400
실시 예 20	Co폴리아미드	3	600

[0232] EVA= 에틸렌 비닐 아세테이트 공중합체

[0233] 실시 예 21

[0234] 충전된 열가소성 재료는 약 15부피%의, 직경 약 4 내지 약 40 $\mu$ m, 길이 약 1 내지 약 10mm의 저탄소강 섬유와 약 85 부피 %의 폴리아미드 공중합체(약 50중량% 폴리아미드 6 및 약 50중량% 폴리아미드 6,9의 공중합체, ISO 527-2에 의해 측정된 탄성 계수 약 300MPa, ISO 11357에 의해 측정된 용점 약 130℃, ISO 527-3에 의해 측정된 파단 신율 약 900 %)를 혼합하여 제조하였다. 충전된 열가소성 재료는 약 190℃ 내지 약 250℃에서 혼합되었다. 충전된 열가소성 재료를 두께 약 0.2mm의 두 개의 저탄소강 시트 사이에 넣는다. 재료를 약 200℃ 내지 약 230℃에서 약 1 내지 약 22MPa 압력으로 압축한다. 복합 재료의 충전된 열가소성 재료로 된 심재의 두께는 약 0.4mm이다. 복합 재료를 고속 스탬핑 조작으로 약 3 이상의 연신률을 갖도록 스탬핑하였고 균열이나 표면 결함은 발견되지 않았다. 스탬핑 후에, 복합 재료의 표면은 동일한 두께를 가지고 동일한 조건에서 스탬핑된 단일 재료의 저탄소강에 비해 비교적 매끄러웠다. 복합 재료를 일반적인 전기 코팅 공정을 거치게 하고 프라이머 및 검은 페인트를 칠하였다. 페인트된 표면은 점식, 박리, 및 다른 가시적인 표면 결함을 나타내지 않았다. 페인트된 표면은 등급 A 마감처리를 나타냈다. 페인트된 복합 재료의 표면은 비슷하게 처리된 두께 약 0.8mm의 저탄소강 단일 재료의 표면보다 더 매끄러웠다.

[0236] 실시 예 22

[0237] 섬유를 길이 방향에 수직인 방향의 단면이 사각인 저탄소강 섬유로 대체한 것 외에는 실시 예 21과 동일한 재료, 조성, 및 방법으로 복합 재료를 제조하였다. 섬유의 평균 길이는 약 2.3mm이다. 섬유의 평균 단면적은 약 0.0045mm<sup>2</sup>이다. 섬유의 두께에 대한 폭의 비는 약 2 내지 8이다. 복합 재료의 두께는 약 0.8mm이다. 복합 재료는 두께 약 0.8mm의 냉간 압연 강철 시트로 스택된다. 스택을 약 13mm의 직경을 갖는 한 쌍의 용접 팁 사이의 스폿 용접 기계에 놓는다. 약 2.2 kNt의 힘을 용접 팁에 가한다. 2.2 kNt의 힘 하에서, 두께 방향의 복합 재료의 저항을 측정한다. 측정된 실시 예 22의 복합재료의 전기 저항은 약 0.1  $\Omega$ .cm 이하이다. 두께는 약 0.8mm의 냉간 압연 강철 시트 두 장에 대해 일반적인 용접 스케줄로 용접했을 때, 용접 팁의 직경보다 큰 직경을 갖는 용접 버전을 생성한다. 추가의 가열, 추가의 용접 사이클, 추가의 전류 필요없이 실시 예 22로 우수한 용접을 얻는다.

[0239] 실시 예 22B

[0240] 실시 예 22B는 충전된 중합체 재료에서 금속 섬유의 농도를 약 20부피%로 증가시키고 중합체의 농도를 약 80부피%로 감소시킨 것 외에는 실시 예 22와 동일하다. 실시 예 22B의 복합재료를 두께 약 0.8mm의 아연 도금 강판에 용접한다. 대면 직경 약 3.8mm의 전극을 복합 재료를 갖는 용접 스택 쪽에 사용하고 대면 직경 약 4.8mm의 전극을 아연 도금 강판 쪽에 사용하였다. 약 610 lbs의 부하가 전극에 의해 용접 스택에 적용된다. 약 1,000 Hertz의 주파수를 갖는 중간 주파수 DC 용접을 사용하여 재료를 용접하였다. 폭 약 25mm 및 길이 약 75mm를 갖는 시료에 각 용접이 행해졌다. 용접시간은 약 200 밀리초로 일정하였다. 용접 전류 범위 약 8.8 ka 내지 13kA로 용접되었다. 복합물 시트의 용접 버튼의 크기를 용접 후에 측정하였다. 각 용접 시료(46)의 용접 버튼의 크기 및 용접 전류를 도 6의 그래프 30에 나타내었다. 영역(44)에 낮은 용접 전류가 주어진 경우, 용접 버튼 크기는 용접 단계 동안 복합 재료 쪽에 사용된 전극(36) 직경의 95% 이하이다. 구역(40)에 중간 용접 전류가 사용된 경우, 버튼 크기는 전극(36)의 직경의 95% 이상이다. 구역(42)의 높은 용접 전류에서는, 용접 중에 금속 방출이 있거나 소음이 심해서 용접이 불가능하였다. 수용 가능한 용접을 얻기 위한 최소 용접 전류(34)는 실시 예 22B에서 약 10 kA이다. 수용가능한 용접을 얻기 위한 최대 용접 전류(32)는 약 13kA이다. 최대 용접 전류(32)와 최소 용접 전류(34)의 차이는 전류 범위(38)이다. 따라서, 측정된 용접 전류 범위는 실시 예 22B에서 약 3.0 kA이다. 비교를 위해, 두께 약 0.8mm의 아연 도금 강판 두장으로 구성된 용접 스택에 대한 용접 전류 범위를 측정하였고 약 1.3kA 이하로 측정되었다. The 용접 전류 범위는 실시 예 22B와 동일한 방법으로 측정하였다. 놀랍게도, 실시 예 22B의 복합재료는 아연 도금강보다 더 용접되기 쉽고(즉, 용접을 위한 더 넓은 가공창을 갖



는다), 더 높은 용접 전류 범위를 갖는다(예를 들어 실시 예 22C에 비해).

[0242] 실시 예 22D

[0243] 실시 예 22D는 실시 예 22B와 동일한 조성, 충전된 열가소성 중합체, 및 구조를 갖는 복합 재료이다. 실시 예 22D는 실시 예 22B와 동일한 조건을 사용하여 용접 전류 범위를 측정하되, 용접 전극 상의 부하는 약 2.76 kN (약 600lb), 활승 시간은 약 50ms, 용접 시간은 약 300ms, 및 초기 용접 전류는 약 8-9 kA를 사용한다. 실시 예 22D의 복합 재료 및 두께 약 1.2mm의 피복되지 않은 심가공강(즉, DDQ)으로 구성된 용접 스택에 대해 용접 전류 범위를 먼저 측정한다. 도 7에 나타난 바와 같이 다른 용접 전류에서 용접 버튼 크기를 측정한다. 우수한 용접은 i) 직경 약 3.6mm 이상의 용접 버튼 크기 및 ii) 용접 전류 약 6.4 kA 내지 약 9.2 kA에서 금속 방출이 없는 것으로 특징지워진다. 1.2mm 두께의 피복되지 않은 DDQ에 실시 예 22D를 용접할 때 측정된 용접 전류 범위는 약 2.8 kA이다.

[0244] 다음으로, 복합 재료 및 0.8mm 두께의 아연도금 강판으로 구성된 용접 스택을 준비하여 피복되지 않은 DDQ 강과 동일한 조건을 사용하여 용접한다. 놀랍게도, 활승 시간, 용접 시간, 초기 용접 전류, 또는 용접 전극 상의 부하의 변화없이 없이 우수한 용접이 얻어진다. 도 8에 나타난 바와 같이 다른 용접 전류에서 용접 버튼 크기를 측정한다. 우수한 용접은 i) 직경 약 3.6mm 이상의 용접 버튼 크기 및 ii) 용접 전류 약 7.75 kA 내지 약 9.45 kA에서 금속 방출이 없는 것으로 특징지워진다. 0.8mm 두께의 아연도금 강판에 실시 예 22D를 용접할 때 측정된 용접 전류 범위는 약 1.7 kA이다.

[0245] 실시 예 22D의 복합 재료를 1.5mm 두께의 용융 아연도금 강판(즉, HDG)에 용접한다. 복합 재료 및 1.5mm 두께의 HDG로 이루어진 용접 스택을 준비하여 피복되지 않은 DDQ 강과 동일한 조건을 사용하여 용접한다. 놀랍게도, 활승 시간, 용접 시간, 초기 용접 전류, 또는 용접 전극 상의 부하의 변화없이 없이 우수한 용접이 얻어진다. 도 9에 나타난 바와 같이 다른 용접 전류에서 용접 버튼 크기를 측정한다. 우수한 용접은 i) 직경 약 3.6mm 이상의 용접 버튼 크기 및 ii) 용접 전류 약 7.35 kA 내지 약 9.35 kA에서 금속 방출이 없는 것으로 특징지워진다. 1.5mm 두께의 HDG에 실시 예 22D를 용접할 때 측정된 용접 전류 범위는 약 2.0 kA이다.

[0246] 놀랍게도, 복합 재료를 다른 종류의 강판(예를 들어, DDQ, HDG, 또는 아연도금 강판)에 용접하는 데 동일한 용접 조건을 사용할 수 있다. 또한, 용접 조건의 변화 없이 약 87%까지 변하는 다양한 두께(즉, 0.8mm 내지 0.8mm x 187% = 1.5mm)의 강판을 용접할 수 있다는 것은 놀라운 일이다. 또한, 다른 강판 형태와 다른 두께를 갖는 강판에 대해, 복합 재료를 용접하는 것이 일반적으로 큰 용접 전류 범위에 의해 특징 지워진다는 것도 놀라운 일이다.

[0248] 실시 예 23

[0249] 금속 시트를 0.2mm 두께의, 항복 강도 약 350MPa, 인장 강도 약 460MPa, 신율 약 22%를 갖는 고강도 강판으로 대체하는 것 외에는 실시 예 21과 동일한 재료, 조성물을 사용하여 동일한 방법으로 복합재료를 제조하였다. 복합 재료의 항복 강도는 약 193MPa, 인장강도 약 253MPa, 및 신율은 약 22%로 예견된다. 복합 재료의 밀도는 동일 두께 (약 0.8mm)의 저탄소강 시트보다 약 34 % 적을 것으로 예견된다. 복합 재료의 항복 강도는 동일 두께의 저탄소강 시트의 항복 강도보다 약 50MPa 이상 높다. 복합 재료의 인장 강도는 동일 두께 저탄소강 시트의 인장 강도의 약 90% 이상으로 예견된다. 복합 재료의 굴곡 탄성률은 동일 두께 저탄소강 시트의 굴곡 탄성률의 약 85% 이상으로 예견된다.

[0251] 다른 언급이 없는 한, 그 속에서 제외된 멤버나, 그 그룹에서 제외된 멤버를 포함할 수 있다.

[0252] 다른 언급이 없는 한, 본 발명에 기재된 숫자는 최소값과 최대값 사이의 모든 값을 포함하며 최대값과 최소값 사이의 간격은 적어도 2단위이다. 예를 들어, 성분의 양, 성질, 다양한 공정 조건, 예를 들어, 온도, 압력, 시간 등을 언급하는 경우, 예를 들어, 1 내지 90, 바람직하게는 20 내지 80, 보다 바람직하게는 30 내지 70은 그 사이의 중간 값을 모두 포함하는 것이다(예를 들어, 15 내지 85, 22 내지 68, 43 내지 51, 30 내지 32 등). 마찬가지로, 각각의 중간 값도 본 발명의 범위 내에 드는 것이다. 1 이하의 값에 대해, 한 단위는 0.0001, 0.001, 0.01 또는 0.1 등이 고려될 수 있다. 이들은 단지 예에 불과하고 최대치와 최소치 사이의 모든 수치 값이 고려되어야 한다. 본 발명에서 양을 표현할 때 "중량부"는 중량%로 전환하여 표현이 가능한 것이다. 즉 "x" 중량부를 해당하는 예를 들어 생성되는 버블랜드 조성물에서 "x" 중량 %로 전환하여 표현할 수 있다.

[0253] 다른 언급이 없는 한, 모든 범위는 양 종점과 그 종점 사이의 모든 수치를 포함한다. "약" 또는 "대략"은 범위의 양쪽 종점에 적용되는 범위를 연결한 것이다. 따라서, 약 20 내지 30은 약 20 내지 약 30을 다 충족하는 것

이고, 최소한 특정된 종점은 포함한다.

[0254] 특허출원이나 공개공보를 포함한 모든 문헌은 참고 목적으로 사용된다. "실질적으로 구성되는"은 원소, 성분, 구성요소 또는 단계를 포함하는 것이고, 다른 원소, 성분, 구성요소 또는 단계가 기본적인이고 신규한 특성에 영향을 주지 않는 것이다. "포함하는"은 원소, 성분, 구성요소 또는 단계로 실질적으로 구성되는, 또는 원소, 성분, 구성요소 또는 단계로 구성되는 것을 모두 포함하는 것이다.

[0255] 복수의 원소, 성분, 구성요소 또는 단계들은 하나의 원소, 성분, 구성요소 또는 단계에 의해 제공될 수 있다. 혹은 하나의 원소, 성분, 구성요소 또는 단계가 복수의 원소, 성분, 구성요소 또는 단계로 나누어질 수 있다. "한" 또는 "하나"는 구성요소, 원소, 성분, 구성요소 또는 단계가 부가의 원소, 성분, 구성요소 또는 단계를 필요로 하지 않는다는 것을 의미한다. 모든 원소 또는 금속은 CRC Press, Inc., 1989 에 의해 발행된 원소 주기율표의 특정 그룹에 기재된 것이다. 원소 주기율표의 특정 그룹의 번호는 IUPAC 시스템을 사용하여 명명한다.

[0256] "중합체" 및 "중합"은 일반적인 것이고 특정 경우의 "단일 및 공중합체" 그리고 "단일 및 공중합"을 각각 포함하는 것이다.

[0257] 본 발명의 명세서는 단지 본 발명을 설명하기 위한 것이며 본 발명이 여기에 한정되는 것은 아니다. 실시 예 이외에도 본 발명의 명세서에 의해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진자는 다양한 구현 예와 적용이 가능하다. 따라서, 본 발명의 범위는 상기 본 발명의 명세서에 의해 정해지는 것이 아니라 본 발명의 특허청구범위에 의해 정해지며 이에 균등한 범위에도 적용된다. 본 명세서에 참고로 삽입된 모든 문헌과 참고문헌, 특허출원 및 공개공보는 모든 목적을 위해 공개될 수 있다. 상기 특허청구범위에 기재되지 않은 부분이 그 부분에 대한 권리의 포기를 의미하는 것은 아니며, 그 대상을 발명자가 본 발명의 일부로 간주하지 않았다고 여겨져서도 아니된다.

### 부호의 설명

[0258] 10, 12 : 경량 복합물

14, 14' : 금속 층

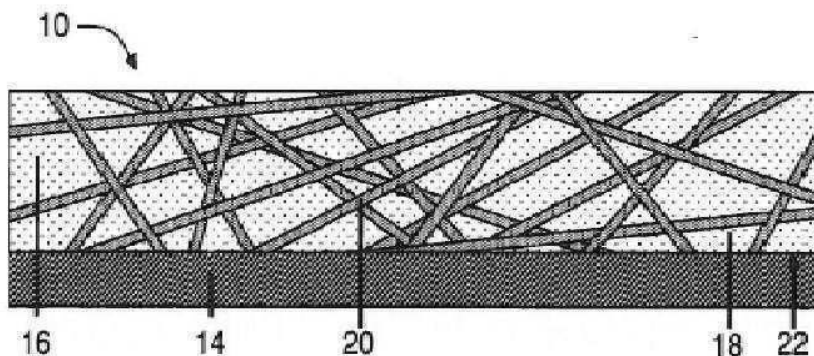
16 : 중합체 층

18 : 중합체

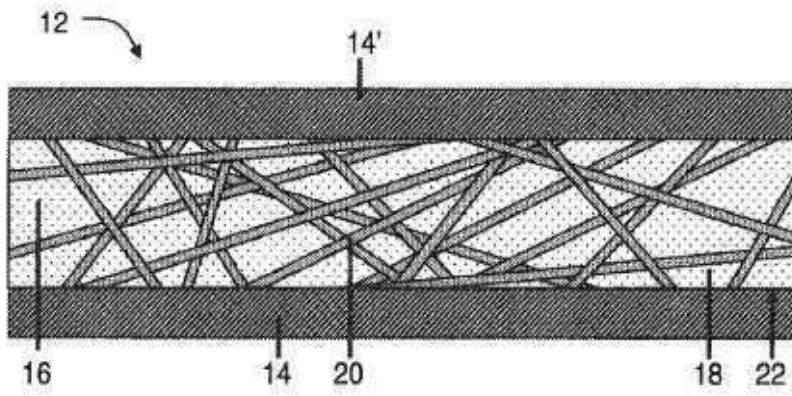
20 : 섬유

### 도면

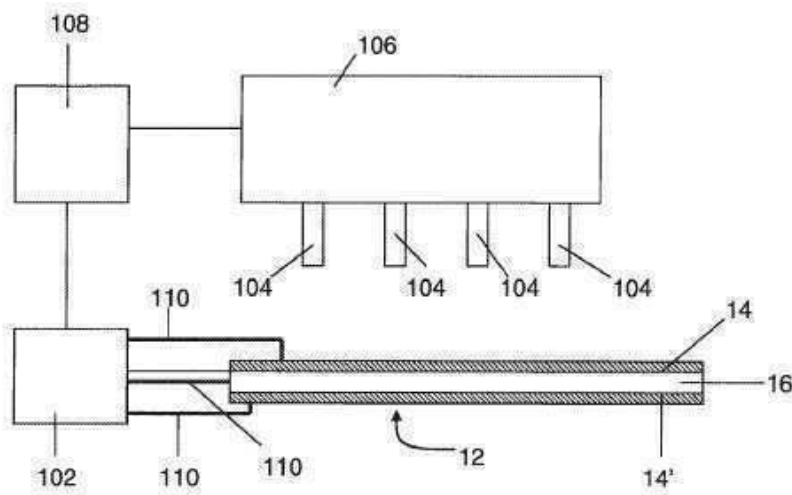
#### 도면1a



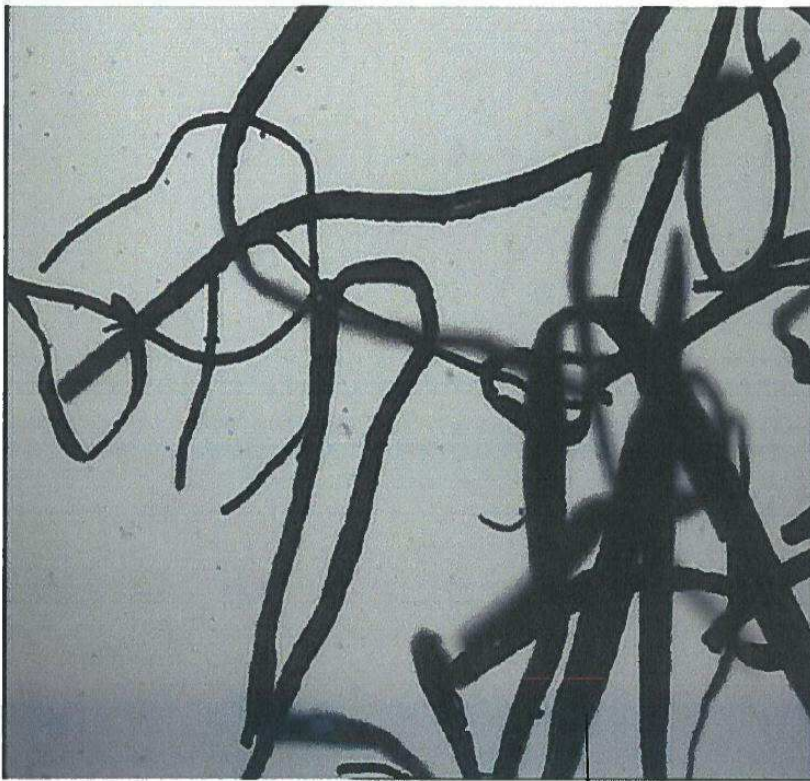
도면1b



도면2



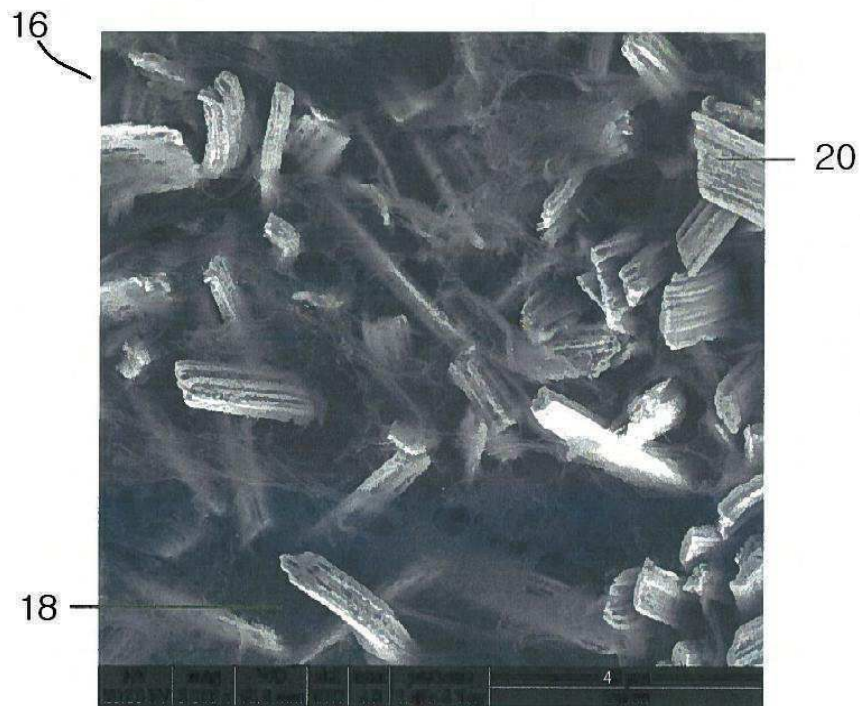
도면3



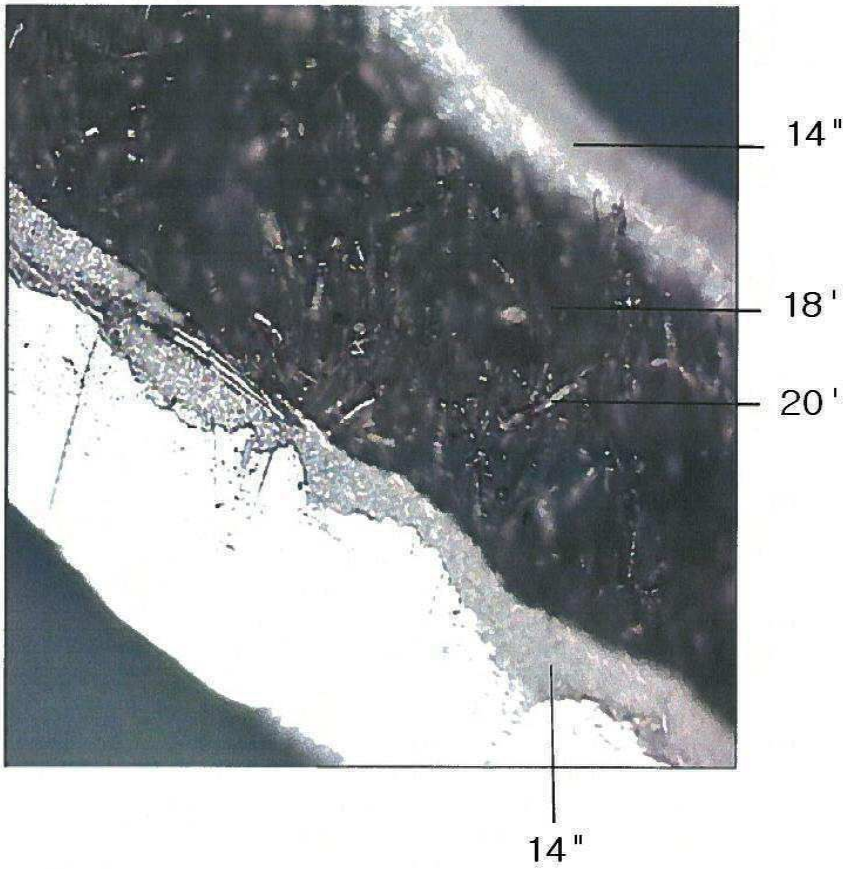
20"



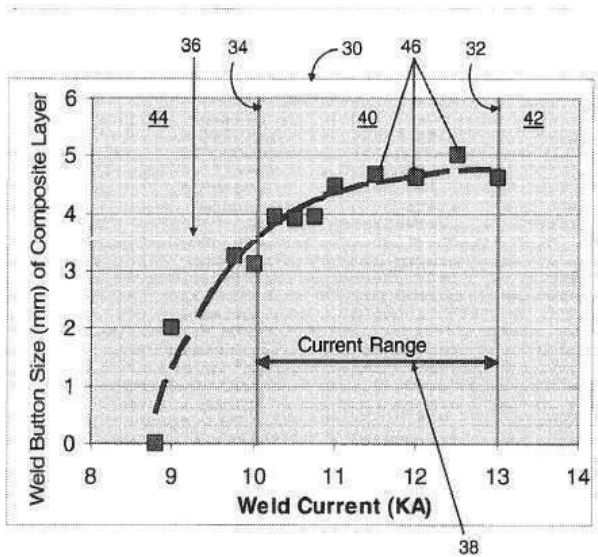
도면4



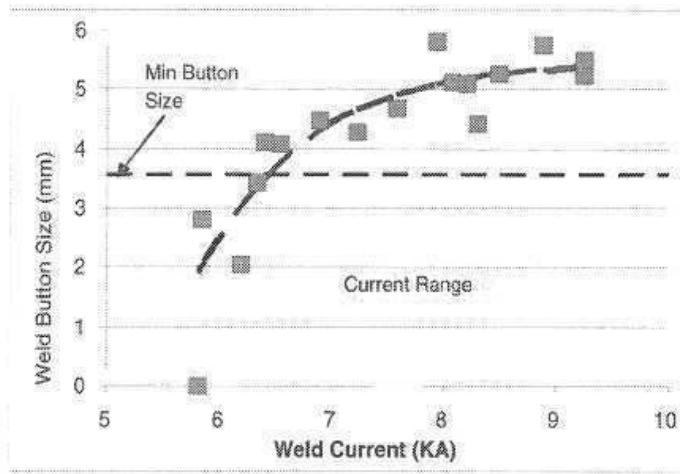
도면5



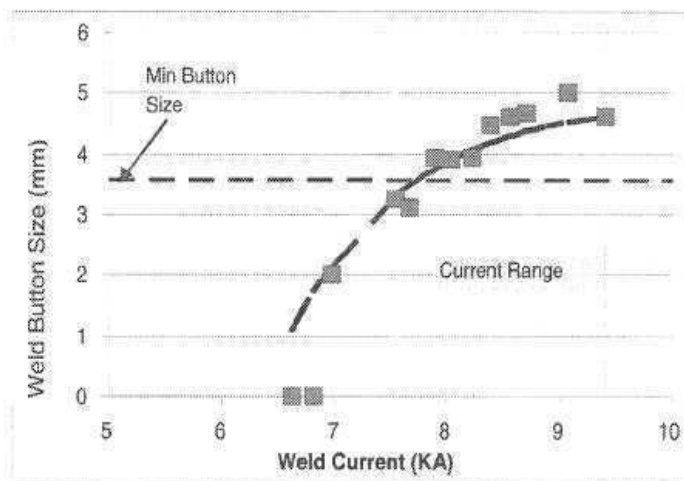
도면6



도면7



도면8



도면9

