



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2022년05월02일  
 (11) 등록번호 10-2392562  
 (24) 등록일자 2022년04월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*B32B 19/06* (2006.01) *B32B 17/02* (2006.01)  
*B32B 19/02* (2006.01) *B32B 3/26* (2006.01)  
*B32B 5/02* (2020.01) *B32B 5/24* (2006.01)  
*B32B 5/30* (2006.01) *B32B 7/12* (2019.01)  
 (52) CPC특허분류  
*B32B 19/06* (2013.01)  
*B32B 17/02* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2018-7030225  
 (22) 출원일자(국제) 2017년05월01일  
 심사청구일자 2020년04월14일  
 (85) 번역문제출일자 2018년10월19일  
 (65) 공개번호 10-2019-0004265  
 (43) 공개일자 2019년01월11일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2017/030348  
 (87) 국제공개번호 WO 2017/192424  
 국제공개일자 2017년11월09일  
 (30) 우선권주장  
 62/331,561 2016년05월04일 미국(US)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US03523061 A1\*  
 US03811005 A\*  
 US06153301 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니**  
 미국 19805 델라웨어주 윌밍톤 피.오. 박스 2915  
 센터 로드 974 체스트넛 런 플라자  
 (72) 발명자  
**강, 병 삼**  
 미국 23112 버지니아주 미들로티안 워터스 쇼어  
 드라이브 14601  
**이, 상 우**  
 서울특별시 양천구 목동동로 350 (목동, 목동신시  
 가지아파트5단지) 517동 408호  
 (74) 대리인  
**양영준**

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 배근태

(54) 발명의 명칭 **수지 호환성이 있는 라미네이트 구조체**

**(57) 요약**

본 발명은 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임); 및 단방향 필라멘트 또는 단방향사 또는 직조사를 포함하는 지지층을 포함하되, 지지층이 제1 종이층에 직접 결합된, 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체에 관한 것이며, 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도, 400초 이하의 걸리 다공성, 및 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다. 라미네이트 구조체는 지지층에 결합된 제2 종이층을 더 포함할 수 있으며, 제2 종이층은 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하고, 지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태이다.

(52) CPC특허분류

*B32B 19/02* (2013.01)

*B32B 3/266* (2013.01)

*B32B 5/024* (2013.01)

*B32B 5/24* (2013.01)

*B32B 5/30* (2013.01)

*B32B 7/12* (2019.01)

*B32B 2260/025* (2013.01)

*B32B 2260/046* (2013.01)

*B32B 2307/206* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전기 절연체로 사용하기 위한 라미네이트 구조체로서,

a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층, 이때 상기 지지 물질 중량의 50 중량% 초과는 아라미드 플록 형태이며, 상기 지지 물질은 아라미드 피브리드인 바인더를 추가로 포함함; 및

b) 단방향 필라멘트 또는 단방향사 또는 직조사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층을 포함하되,

상기 지지층의 제1면이 상기 제1 종이층의 면에 직접 결합되고,

상기 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도, 400초 이하의 걸리 다공성, 및 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖고,

상기 제1 종이층에서 플록은 제1 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 60 중량% 이상의 양으로 존재하는, 라미네이트 구조체.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

전기 절연체로 사용하기 위한 라미네이트 구조체로서,

a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층, 이때 상기 지지 물질 중량의 50 중량% 초과는 아라미드 플록 형태이며, 상기 지지 물질은 아라미드 피브리드인 바인더를 추가로 포함함;

b) 단방향 또는 직조 필라멘트사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층; 및

c) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제2 종이층, 이때 상기 지지 물질 중량의 50 중량% 초과는 아라미드 플록 형태이며, 상기 지지 물질은 아라미드 피브리드인 바인더를 추가로 포함함을 포함하되,

상기 지지층의 제1면이 상기 제1 종이층의 면에 직접 결합되고, 상기 지지층의 제2면이 상기 제2 종이층의 면에 직접 결합되며,

상기 라미네이트 구조체는 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖고,

상기 제1 및 제2 종이층 둘 다에서 플록은 각 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 60 중량% 이상의 양으로 존재하는, 라미네이트 구조체.

#### 청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

제1항 또는 제6항에 있어서, 0.635 내지 5.1 cm(0.25 내지 2 인치)의 폭을 갖는 테이프 형태인 라미네이트 구조체.

청구항 15

제1항 또는 제6항에 있어서, 함침 수지, 바니쉬, 또는 이들의 혼합물을 더 포함하는 라미네이트 구조체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 모터, 발전기, 및 인버터와 같은 것에서 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 당업자에게, 용어 "운모 종이"는 종이에 약간의 기계적 무결성을 부여하는 바인더를 잔부로 한 고농도(일반적으로 적어도 90 중량% 이상의 양)의 무기질 미네랄 운모로 제조된 시트를 의미한다. 그러나, 결과적으로 수득된 운모 종이는 기계적으로 강한 종이 아니다.

[0003] Levit 등의 미국 특허 6,991,845호 및 7,399,379호에는 운모 농후면과 운모 결핍면을 갖는 장벽층(barrier ply) 및 장벽층의 운모 결핍면에 부착된 가포화성 지지층을 함유한 보강층(reinforcing ply)을 포함하는 전기 절연성 또는 난연성 시트 구조체가 개시되어 있다.

[0004] Levit 등의 미국 특허 6,991,845호 및 Forsten 등의 미국 특허 6,312,561호에는 m-아라미드 섬유, m-아라미드 피브리트, 및 운모의 균질 혼합물로 제조된 아라미드-운모 혼합 종이 개시되어 있다. Levit 등은 이러한 "아라미드-운모 종이"는 "운모 종이"에 비해 우수한 기계적 특성을 가지며, 어떠한 지지 보강재 없이도 사용될 수 있음을 추가로 교시한다.

[0005] 일부 경우에, 하소 운모는 "하소되지 않은" 운모에 비해 향상된 절연 특성을 갖기 때문에, 고전압 전기 절연 시장에서 활용되는 시트 구조체에 "하소" 운모를 사용하는 것이 바람직하다. 하소는 천연의 또는 하소되지 않은 운모 플레이크에 비해 더 작은 크기의 운모 판상체(platelet)를 제공하며, 이는 시트 내 운모의 절연 성능을 향상시키는 것으로 여겨진다. 불행하게도, 이러한 더 작은 크기의 운모 판상체는 또한 덜 다공성인 층을 형성하는데, 이는 이러한 층이 함침 매트릭스 수지로 젖기 어려울 수 있음을 의미한다.

[0006] 따라서, 향상된 다공성을 갖는 하소 운모를 함유하는 라미네이트 구조체를 제조하기 위한 개선된 방법이 필요하다.

**발명의 내용**

- [0007] 본 발명은,
- [0008] a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임); 및
- [0009] b) 단방향 필라멘트 또는 단방향사 또는 직조사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층을 포함하되,
- [0010] 지지층의 제1면이 제1 종이층의 면에 직접 결합된, 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체에 관한 것이며,
- [0011] 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도, 400초 이하의 걸리 다공성, 및 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다.
- [0012] 본 발명은 또한,
- [0013] a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임);
- [0014] b) 단방향 또는 직조 필라멘트사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층; 및
- [0015] c) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제2 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임)을 포함하되,
- [0016] 지지층의 제1면이 제1 종이층의 면에 직접 결합되고, 지지층의 제2면이 제2 종이층의 면에 직접 결합된, 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체에 관한 것이며,
- [0017] 라미네이트 구조체는 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다. 바람직하게, 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도 및 400초 이하의 걸리 다공성을 갖는다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0018] 본 발명은 놀라울 정도로 높은 다공성 및 높은 절연 특성의 조합을 갖는 라미네이트 구조체로서, 적어도 제1 종이층(하소 운모 및 지지 물질을 함유), 및 지지층을 포함하는 라미네이트 구조체에 관한 것이다. 제1 종이층의 면은 지지층의 면에 직접 균일하게 결합된다. 직접 균일하게 결합된다는 것은 두 층이 본질적으로 서로 접촉됨을 의미하며, 단, 어구 "접촉"은 두 층을 서로 부착시키는 데 사용되는 접착제를 포함하나 이에 한정되지는 않는 것으로 이해된다.
- [0019] 본 발명은 또한, 적어도 제1 종이층 및 제2 종이층을 포함하는 다층 라미네이트 구조체에 관한 것이며, 각각의 종이층은 하소 운모 및 지지 물질을 함유하고, 두 종이층 사이에 위치한 지지층이 두 종이층에 부착되어 있다.
- [0020] 본원에서 사용된 "하소 운모"는 천연 운모를 고온(보통 800°C 초과, 때로는 950°C 초과)까지 가열하여 얻어지는 백운모 또는 금운모, 또는 이들의 혼합물과 같은 운모를 의미한다. 이러한 처리는 수분 및 불순물을 제거하고, 운모의 온도 저항성을 향상시킨다. 하소 운모는 보통 플레이크 입자의 형태로 사용되며, 백운모 유형의 운모가 바람직하다. 하소 운모는 천연의 또는 하소되지 않은 운모에 비해 향상된 절연 특성 및 코로나 저항성을 갖는다. 하소는 천연의 또는 하소되지 않은 운모 플레이크에 비해 더 작은 크기의 운모 판상체를 제공한다. 불행하게도, 이러한 더 작은 크기의 운모 판상체는 또한 덜 다공성인 층을 형성하는데, 이는 이러한 층이 함침 매트릭스 수지로 젖기 어려울 수 있음을 의미한다. 층 또는 라미네이트 구조체의 다공성은 층 또는 라미네이트 구조체의 걸리 다공성(Gurley Porosity)을 측정함으로써 입증되며, 걸리 다공성은 특정 압력 차에서 특정 물질 영역을 통해 특정 부피의 공기를 통과하는 데 걸리는 시간을 초로 측정한다. 더 높은 값, 즉 더 긴 시간은 덜 다공성인 구조를 의미한다. 더 작은 값은 더 다공성인 구조를 나타낸다.
- [0021] 본원에서 사용된 "하소되지 않은 운모"는 결합 및 불순물을 제거하기 위해 바람직하게는 균질화되고 정제된 본질적으로 순수한 천연 형태의 백운모 또는 금운모와 같은 운모를 의미한다. 하소되지 않은 운모는 천연 운모 플레이크의 더 큰 크기로 인해 매우 다공성인 운모층을 형성할 수 있다. 하소되지 않은 운모는 매트릭스 수지에

의해 쉽게 습윤되고 함침된다. 불행하게도, 하소되지 않은 운모는 하소 운모보다 낮은 절연 강도를 갖는다.

- [0022] 라미네이트 구조체에 사용되는 제1 종이층은 층 내의 하소 운모 및 지지 물질의 총량을 기준으로 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함한다. 일부 바람직한 구현예에서, 제1 종이층은 층 내의 하소 운모 및 지지 물질의 총량을 기준으로 95 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 5 중량%의 지지 물질을 포함한다. 균일하게 분포된다는 것은, 종이층 전체에 운모가 균질하게 분포될 수 있거나, 층의 면 중 하나에 더 가까운 종이의 농축 평면 구역 전체에 운모가 면적 관점에서 균일하게 분포될 수 있음을 의미한다. 이 정의에 내포된 의미는 운모가 최종 라미네이트 구조체의 원하는 전기적 성능을 제공하도록 충분히 분포된다는 것이다.
- [0023] 제1 종이층에서, 단지 소량의 지지 물질이 존재하지만, 그 지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태이다. 지지 물질 중량의 대부분(즉, 50 중량% 초과)이 플록인 경우, 생성된 종이층은 상당량(90 내지 99 wt%)의 하소 운모가 존재함에도 불구하고 놀랄 정도로 양호한 다공성을 갖는다는 것이 확인되었다. 바람직하게, 플록은 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 60 중량% 이상의 양으로 제1 종이층의 지지 물질에 존재한다. 다른 구현예에서, 플록은 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 80 중량% 이상의 양으로 제1 종이층의 지지 물질에 존재한다. 일부 구현예에서, 플록은 아라미드, 셀룰로오스, 아세테이트, 아크릴, 폴리올레핀, 폴리아미드, 폴리에스테르, 유리, 압면, 다결정형 알루미늄, 단결정형 티탄산칼륨, 또는 이들의 혼합물이다.
- [0024] 일 구현예에서, 제1 종이층 내 지지 물질은 층의 지지 물질 내 플록의 총량을 기준으로 50 중량% 초과 내지 65 중량%의 플록을 포함한다. 다른 구현예에서, 제1 종이층 내 지지 물질은 층의 지지 물질 내 플록의 총량을 기준으로 60 내지 80 중량%의 플록을 포함한다. 일부 바람직한 구현예에서, 제1 종이층 내 지지 물질은 층의 지지 물질 내 바인더와 플록의 양을 기준으로 1 내지 20 중량%의 바인더 및 80~99 중량%의 플록을 포함한다.
- [0025] 지지 물질은 대부분의 플록을 함유하고, 나머지 지지 물질은 하나 이상의 바인더일 수 있다. 바인더는 한 가지 이상의 유형의 바인더일 수 있으며, 바인더(들)는 플록 또는 섬유 물질을 결합시켜 종이를 형성하기 위한 당업계에 알려진 임의의 화학제 또는 처리제 또는 첨가제일 수 있지만, 바람직한 일 구현예에서, 바인더는 바인더 입자, 바람직하게는 막 구조를 갖는 입자이다. 바람직한 바인더 입자는 피브리드이고, 바람직한 피브리드는 아라미드 피브리드이다. 바람직한 일 구현예에서, 제1 종이층 내 지지 물질은 아라미드 피브리드 형태의 아라미드 바인더, 및 아라미드 플록만으로 이루어진다. 바인더, 피브리드, 및 플록을 위한 바람직한 아라미드는 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드)를 포함한다.
- [0026] 제1 종이층은 그 자체로 바람직하게 50 g/m<sup>2</sup> 이상의 평량을 갖는다. 일부 구현예에서, 100 g/m<sup>2</sup> 이상의 평량이 바람직하다. 실용적인 관점에서, 층은 150 g/m<sup>2</sup>의 최대 평량을 갖는다. 바람직한 구현예에서, 제1 종이층은 그 자체로 350초 이하의 걸리 다공성을 갖는다. 바람직하게, 제1 종이층은 그 자체로 300초 이하의 걸리 다공성을 갖는다.
- [0027] 라미네이트 구조체에서, 제1 종이층은 지지층에 직접 결합된다. 지지층은 라미네이트 구조체에 기계적 무결성을 제공한다. 지지층은 단방향 필라멘트 또는 단방향사, 또는 직조사를 포함하며, 지지층을 제1 종이층의 면에 직접 결합시키기 위한 제1면, 및 선택적인 제2 종이층의 면에 직접 결합할 수 있는 반대측 제2면을 갖는다. 바람직한 일 구현예에서, 지지층의 필라멘트 또는 섬유는 유리 필라멘트 또는 섬유를 포함한다.
- [0028] 지지층을 위한 유용한 필라멘트 및 섬유는 10 내지 50 μm의 범위일 수 있다. 지지층을 위한 유용한 평량은 10 내지 30 g/m<sup>2</sup>의 범위일 수 있다.
- [0029] 많은 테이프 용도에 가장 유용한 지지층의 형태는 필라멘트 또는 필라멘트사의 단방향 경사(warp)인 것으로 여겨진다. 이는 지지층이 라미네이트 구조체에 최소량의 중량 및 두께를 기여하게 한다. 이는 지지층의 물질이 일반적으로 운모 종이층(들)의 절연 성능을 갖지 않는다는 점에서 중요하다.
- [0030] 라미네이트 구조체는 전기 절연체로 사용하기에 적합하며, 하소 운모와 지지 물질을 함유하는 제1 종이층, 및 지지층을 포함한다. 지지층은 제1면 및 제2면을 가지며, 지지층의 제1면은 제1 종이층의 면에 직접 결합된다.
- [0031] 구체적으로, 일 구현예에서, 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체는,
- [0032] a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임); 및

- [0033] b) 단방향 필라멘트 또는 단방향사 또는 직조사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층을 포함하되,
- [0034] 지지층의 제1면이 제1 종이층의 면에 직접 결합되고, 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도, 400초 이하의 걸리 다공성, 및 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다. 이 구현예는 또한 본원에서 2층 구현예로 지칭된다.
- [0035] 일 구현예에서, 제1 종이층은 접착제를 사용하여 지지층에 결합된다. 유용한 접착제는 폴리우레탄, 에폭시, 폴리이미드, 페놀 수지, 멜라민, 알키드, 폴리에스테르, 폴리에스테르이미드, 벤족사진, 실리콘 및 이들의 조합과 같은 것을 기본으로 하는 접착제를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 라미네이트 구조체는 놀랍게도 하소 운모의 사용으로 인한 라미네이트 구조체 두께 1 mm당 15 kV 이상의 높은 절연 강도; 및 종이층 내 지지 물질 중량의 대부분이 플록으로 존재함으로 인한 400초 이하의 낮은 걸리 다공성의 원하는 조합을 갖는다. 일부 구현예에서, 절연 강도는 라미네이트 구조체 두께 1 mm당 17.5 kV 초과, 바람직하게는 라미네이트 구조체 두께 1 mm당 20 kV 초과이다. 절연 강도는 상이한 두께를 갖는 물질의 절연 항복 전압을 비교하는 데 의미가 있는 값이다. 절연 항복 전압 또는 전기 항복 전압은 두 전극 사이에 위치한 전기 절연 물질에서 소정의 조건 하에 절연 파괴가 일어나는 전위차이다.
- [0037] 라미네이트 구조체는, 본원에서 총칭하여 매트릭스 수지라고도 지칭되는, 함침 수지, 바니쉬, 또는 이들의 혼합물을 더 포함할 수 있다. 바람직한 일 구현예에서, 수지, 바니쉬, 또는 이들의 혼합물은 라미네이트 구조체에서 부분적으로 또는 완전히 경화된다. 일반적으로, 라미네이트 구조체 또는 테이프가 먼저 도체에 적용되고 나서 전체 구조체가 함침되지만, 라미네이트 구조체가 절연체로서 사용되기 전에 수지로 미리 함침되는 일부 경우가 있을 수 있다.
- [0038] 전체 라미네이트 구조체의 걸리 다공성 측정값이 더 낮은 것이 바람직하다. 이러한 라미네이트 구조체는 걸리 다공성의 측정값이 더 높은 라미네이트 구조체보다 더 다공성이며, 이는 라미네이트 구조체가 예컨대 모터 및 발전기에서 전기 부품 또는 주요 벽 절연체에 사용될 때 매트릭스 수지로 빠르게 함침될 수 있음을 의미한다. 이는 라미네이트 구조체가 진공 함침되어 전기 부품 또는 벽 절연체를 형성하는 경우 특히 중요하다. 라미네이트 구조체는 400초 이하의 걸리 다공성을 갖지만, 바람직하게 라미네이트 구조체는 375초 이하의 걸리 다공성을 갖는다.
- [0039] 일부 바람직한 구현예에서, 라미네이트 구조체는 테이프 형태의 전기 절연체로 사용된다. 본원에서 사용된 바와 같이, 테이프라는 단어는 비교적 좁은 폭의 라미네이트 구조체 스트립을 의미하며, 테이프는 바람직하게 약 0.635 내지 5.1 cm(0.25 내지 2 인치)의 폭을 갖는다. 일부 구현예에서, 폭은 0.635 내지 2.54 cm(0.25 내지 1 인치)이다. 일부 구현예에서, 폭은 바람직하게 10 내지 25 mm(1 내지 2.5 cm 또는 0.39 내지 1.0 인치)이다. 일반적으로, 이러한 라미네이트 구조체 테이프는 더 큰 폭의 라미네이트 구조체 시트 또는 롤을 정밀하게 슬리팅하여 제조된다.
- [0040] 라미네이트 구조체는 어떠한 함침 매트릭스 수지도 없는 라미네이트 구조체의 총 중량 및 운모의 양을 기준으로 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다. 적절한 전기 절연 성능을 제공하기 위해 라미네이트 구조체에서 이러한 총량의 운모가 필요한 것으로 여겨진다. 일부 구현예에서, 전체 라미네이트 구조체의 총 운모 함량은 어떠한 매트릭스 수지도 없는 라미네이트 구조체의 총 중량 및 운모의 양을 기준으로 75 중량% 이상이다.
- [0041] 일부 구현예에서, 지지층은 매트릭스 수지가 없는 전체 라미네이트 구조체 조성의 5 내지 30 중량%만을 구성한다. 일부 다른 구현예에서, 지지층은 매트릭스 수지가 없는 전체 라미네이트 구조체 조성의 10 내지 20 중량%를 구성한다. 또한, 일부 구현예에서, 매트릭스 수지가 없는 전체 라미네이트 구조체의 0 내지 8 중량%의 양으로 접착제가 라미네이트 구조체에 존재할 수 있고, 일부 구현예에서, 접착제는 매트릭스 수지가 없는 전체 라미네이트 구조체의 4 내지 8 중량%이다. 일부 다른 구현예에서, 접착제의 양은 매트릭스 수지가 없는 전체 라미네이트 구조체의 0 내지 3 중량%이다. 접착제가 사용될 경우, 접착제는 바람직하게 최대 약 9 g/m<sup>2</sup>의 양으로 도포될 수 있다.
- [0042] 일부 구현예에서, 전체 라미네이트 구조체의 평량은 약 70 g/m<sup>2</sup> 내지 300 g/m<sup>2</sup> 정도이지만, 일부 바람직한 구현예에서, 평량은 약 100 g/m<sup>2</sup> 내지 225 g/m<sup>2</sup>이다. 전체 라미네이트 구조체의 다른 특정의 바람직한 특성은 0.10 내지 1.0 mm 범위의 총 두께를 포함한다.
- [0043] 또한, 라미네이트 구조체는 자동화 기계적 랩핑기로 도체 둘레에 감겨지기 적절한 기계적 강도를 갖는 것이 바

람직하다. 이는 종이 또는 테이프에 대한 최소 인장 강도로서 표현될 수 있다. 일부 구현예에서, 랩핑용 테이프에 대한 최소 인장 강도는 폭 1 cm당 20 뉴턴이다. 라미네이트 구조체의 바람직한 인장 강도는 70 N/cm 이상, 바람직하게는 100 N/cm이다. 또한, 다층 라미네이트 구조체의 테이프를 이용한 도체의 유용한 랩핑을 위해, 라미네이트 구조체는 고속 기계 테이프-랩핑 공정에서 사용하기 위해 약 100 N/m 미만, 바람직하게는 약 50 N/m 미만의 가요성 또는 강성을 갖는 것이 바람직하다.

[0044] 모터, 인버터, 발전기, 및 기타 전기 장치는 하나의 전선 또는 도체가 다른 것과 접촉하지 않도록 개별적으로 절연된 다수의 권선 또는 도체를 포함할 수 있다. 많은 경우, 이들 절연 권선 또는 도체는 모터 권선의 고밀도의 균일한 패키징을 보장하기 위해 단면이 직사각형이지만, 임의의 단면 형상의 도체가 사용될 수 있다. 도체 및 전선이라는 단어는 본원에서 상호 교환적으로 사용된다.

[0045] 일부 구현예에서, 라미네이트 구조체는 도체 둘레에 폭이 좁은 라미네이트 구조체 테이프를 와선형으로 감아 중첩 층들을 형성함으로써 적용된다. 일부 경우에, 이는 바니쉬 수지 또는 매트릭스 수지가 절연체의 층들 사이에 침투하여 존재하도록 경로를 허용할 수 있다. 본원에서 사용된 바와 같이, "와선형으로 감긴"은 도체의 외주 둘레에 하나 이상의 테이프를 와선형 또는 나선형으로 감는 것을 포함하는 의미한다.

[0046] 임의의 하나의 도체 상의 절연체의 전체 두께는 단일 랩의 테이프 또는 여러 중첩 테이프로 이루어질 수 있기 때문에, 일부 구현예에서, 도체 상의 전기 절연체의 전체 피복 밀도는 약 0.2 내지 0.6 g/cm<sup>3</sup>, 바람직하게는 약 0.3 내지 0.5 g/cm<sup>3</sup>이다. 일부 구현예에서, 임의의 하나의 도체 상의 절연체의 전체 두께는 0.635 내지 1.3 mm(0.025 내지 0.05 인치)일 수 있다. 약 0.635 밀리미터(mm) 미만의 절연체 두께는 충분한 절연 강도를 제공하기에는 너무 적은 양의 절연 물질을 제공하는 것으로 여겨진다. 약 1.3 mm(0.05 인치) 초과 두께는 많은 전기 장치에서 비실용적이라고 여겨진다. 절연체의 전체 두께 또는 "빌드"는 중요한 파라미터일 수 있기 때문에, 중첩되는 테이프의 실제 층 수는 다를 수 있고, 절연체는 라미네이트 구조체의 1층 또는 2층 내지 10층 정도 내지 심지어 라미네이트 구조체의 100층 이상의 두께를 가질 수 있다.

[0047] 다른 구현예에서, 전기 절연체로 사용하기에 적합한 라미네이트 구조체는,

[0048] a) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제1 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임);

[0049] b) 단방향 또는 직조 필라멘트사를 포함하며 제1면 및 제2면을 갖는 지지층; 및

[0050] c) 90 내지 99 중량%의 균일하게 분포된 하소 운모 및 1 내지 10 중량%의 지지 물질을 포함하는 제2 종이층(지지 물질 중량의 대부분은 플록 형태임)을 포함하되,

[0051] 지지층의 제1면이 제1 종이층의 면에 직접 결합되고, 지지층의 제2면이 제2 종이층의 면에 직접 결합되며, 라미네이트 구조체는 60 중량% 이상의 총 운모 함량을 갖는다. 다시 말해, 이 구현예에서, 지지층은 제1 종이층과 제2 종이층 사이에 개재되고, 두 층 모두에 직접 결합된다. 바람직하게, 이 구현예의 라미네이트 구조체는 15 kV/mm 이상의 절연 강도 및 400초 이하의 걸리 다공성을 갖는다. 이 구현예는 또한 본원에서 3층 구현예로 지칭된다.

[0052] 이 구현예에서, 제1 종이층 및 제2 종이층은 원하는 경우 동일한 조성을 가질 수 있거나, 본원에 명시된 범위 내에 들어간다면 조성이 다를 수 있다. 구체적으로, 제1 종이층과 제2 종이층의 두 층 내 플록은 각각의 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 60 중량% 이상의 양으로 존재할 수 있거나, 제1 종이층과 제2 종이층의 두 층 내 플록은 각각의 종이층 내 지지 물질의 총량을 기준으로 80 중량% 이상의 양으로 존재할 수 있다. 제2 종이층의 속성, 특징, 및 선호도의 다른 범위는 본원에 기술된 제1 종이층과 동일하다. 접착제를 포함하여 앞서 본원에 기술된 바와 같이 제1 종이층을 지지층에 결합시키는 방법이 제2 종이층을 지지층에 결합시키는 데에도 적용된다. 일부 구현예에서, 제2 종이층은 제1 종이층과 동일하다. 또한, 바람직하게, 라미네이트 구조체의 이러한 3층 구현예의 특성은 2층 구현예에 대해 본원에 개시된 특성 값들의 범위 내에 있거나 그러한 값들에 의해 설명된다.

[0053] 본원에 사용된 용어 플록은 습식 적층(wet-laid) 시트 및/또는 종이의 제조에 통상적으로 사용되는 길이가 짧은 섬유를 의미한다. 일반적으로, 플록은 약 3 내지 약 20 mm의 길이를 갖는다. 바람직한 길이는 약 3 내지 약 7 mm이다. 플록은 일반적으로 연속 섬유를 당업계에서 잘 알려진 방법을 이용하여 필요한 길이로 절단하여 제조된다.

- [0054] 본원에 사용된 용어 아라미드는 아미드(-CONH-) 결합의 적어도 85%가 두 개의 방향족 고리에 직접 결합된 방향족 폴리아미드를 의미한다. 선택적으로, 첨가제가 아라미드와 함께 사용될 수 있고, 폴리머 구조체 전체에 분산될 수 있다. 최대 약 10 중량% 정도의 다른 지지 물질이 아라미드와 혼합될 수 있음이 확인되었다. 아라미드의 디아민을 치환한 약 10% 정도의 다른 디아민 또는 아라미드의 이산 염화물을 치환한 약 10% 정도의 다른 이산 염화물을 갖는 코폴리머가 사용될 수 있음이 또한 확인되었다.
- [0055] 바람직한 아라미드는 메타-아라미드이다. 두 개의 고리 또는 라디칼이 분자 사슬을 따라 서로에 대해 메타 배향된 경우, 아라미드 폴리머는 메타-아라미드로 간주된다. 바람직한 메타-아라미드는 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드) (MPD-I)이다. 미국 특허 3,063,966호; 3,227,793호; 3,287,324호; 3,414,645호; 및 5,667,743호는 아라미드 플록을 제조하는 데 사용될 수 있는 아라미드 섬유를 제조하기 위한 유용한 방법의 예시이다.
- [0056] 대안적으로, 아라미드 플록은 파라-아라미드 또는 아라미드 코폴리머일 수 있다. 두 개의 고리 또는 라디칼이 분자 사슬을 따라 서로에 대해 파라 배향된 경우, 아라미드 폴리머는 파라-아라미드로 간주된다. 파라-아라미드 섬유를 제조하는 방법은, 예를 들어, 미국 특허 3,869,430호; 3,869,429호; 및 3,767,756호에 일반적으로 개시되어 있다. 하나의 바람직한 파라-아라미드는 폴리(파라페닐렌 테레프탈아미드)이고; 하나의 바람직한 파라-아라미드 코폴리머는 코폴리(p-페닐렌/3,4' 디페닐 에스테르 테레프탈아미드)이다. 바람직한 아라미드 플록은 메타-아라미드 플록이며, 메타-아라미드 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드) (MPD-I)로 제조된 플록이 특히 바람직하다.
- [0057] 본원에 사용된 용어 피브리드는 3차원 치수 중 적어도 하나가 가장 큰 치수에 비해 작은 크기를 갖는 매우 작은 비과립상의 섬유질 또는 필름과 같은 입자를 의미한다. 이러한 입자는, 예를 들어 미국 특허 2,988,782호 및 2,999,788호에 개시된 바와 같이, 높은 전단력 하에 비용매를 사용하여 지지 물질의 용액을 침전시켜 제조된다. 아라미드 피브리드는 320°C보다 높은 용점 또는 분해점을 갖는 방향족 폴리아미드의 비과립상 필름과 같은 입자이다. 바람직한 아라미드 피브리드는 메타-아라미드 피브리드이며, 특히 바람직한 것은 메타-아라미드 폴리(메타-페닐렌 이소프탈아미드) (MPD-I)로 제조된 피브리드이다.
- [0058] 피브리드는 일반적으로 약 0.1 mm 내지 약 1 mm 범위의 가장 큰 치수 길이를 가지며, 길이-대-너비의 종횡비는 약 5:1 내지 약 10:1이다. 두께 치수는 마이크론의 일부 정도, 예를 들어 약 0.1 마이크론 내지 약 1.0 마이크론이다. 필요한 것은 아니지만, 피브리드가 건조되지 않은 상태에 있는 동안 아라미드 피브리드를 층에 혼입시키는 것이 바람직하다.
- [0059] 제1 종이층 및 제2 종이층에 사용된 용어 "층"은 바람직하게 특정 조성의 얇은 평면 물질을 의미한다. 용어 "층"은 또한 모든 평면 웹이 동일한 조성을 갖는 서로 부착된 복수의 얇은 평면 웹으로 만들어진 종이를 의미한다. 용어 "면"은 종이층의 2개의 주 표면 중 하나, 또는 지지층의 2개의 주 표면 중 하나(즉, 종이층 또는 지지층의 일측 또는 타측)를 의미한다.
- [0060] 일부 구현예에서, 하소 운모 및 지지 물질을 함유한 개별 종이층은 0.5 mm 이하의 두께를 갖는다. 일부 다른 구현예에서, 개별 종이층은 0.25 mm 이하의 두께를 갖는다. 바람직한 일 구현예에서, 개별 종이층은 0.13 mm 이하의 두께를 가지며; 다른 바람직한 구현예에서, 개별 종이층은 0.1 mm 이하의 두께를 갖는다. 또한, 개별 종이층은 적어도 0.06 mm의 두께를 가져야 적절한 운모를 라미네이트 구조체에 제공하는 것으로 여겨진다.
- [0061] 2층 구현예에서, 제1 종이층은 접착제의 연속 또는 불연속 층을 사용하여 지지층에 직접 결합될 수 있다. 3층 구현예에서, 제1 종이층 및 제2 종이층은 접착제의 연속 또는 불연속 층을 사용하여 지지층에 결합될 수 있다. 이러한 3층 구현예의 일 실시예에 있어서, 각각의 층이 개별적으로 제조되고 나서, 그 사이에 제공된 접착제층으로 결합되며, 이 층들은 순서대로 제1 종이층, 지지층, 및 이어서 제2 종이층이다. 모든 구현예에서, 제1 종이층 및 제2 종이층 각각은 원하는 양과 비율의 운모와 지지 물질의 수성 분산액을 헤드박스에 제공한 후 조성물을 제지 와이어 상에 웹으로서 습식 적층하여 제지 기계에서 개별적으로 제조될 수 있다. 이어서 습윤 웹을 건조기 드럼에서 건조하여 종이를 형성할 수 있다. 이어서, 종이를 원하는 두께의 종이층으로 통합하고 고밀화하기 위해, 종이는 바람직하게 가압 및 가열 하에 고온의 롤 캘린더의 nip에서, 또는 다른 수단에 의해 추가로 캘린더링된다. 원하는 경우, 동일 조성의 둘 이상의 더 가벼운 평량 또는 더 얇은 습윤 웹 또는 종이를 개별적으로 제조한 후 캘린더링하고 서로 통합하여 단일 종이층으로 만들 수 있다. 바람직한 구현예에서, 각각의 종이층은 라미네이트 구조체에서 지지층과 결합되기 전에 개별적으로 캘린더링된다.
- [0062] 바람직한 일 구현예에서, 각 종이층의 면을 지지층의 면에 균질하게 연속적으로 결합시키기 위해, 층의 적어도 한 면에 비교적 균일한 방식으로 액체 접착제가 도포된다. 층의 일면에 접착제를 균일하게 연속적으로 틈 없이

도포하는 임의의 방법을 이용하여 종이층 또는 지지층에 접착제를 도포할 수 있으며, 이러한 방법은 롤 코팅 또는 블레이드 코팅 또는 스프레이 코팅을 수반하는 것들을 포함한다. 바람직하게, 접착제는 균일한 두께로 도포되며, 접착제는 라미네이트 구조체에서 연속적이다. 대안적으로, 접착제는 각각의 운모 함유층과 지지층 사이에 삽입된 고체 시트 형태로 제공될 수 있다. 이어서, 층 사이에 접착제를 위치시키고, 층들을 서로 압착하거나 통합할 수 있는 임의의 방법을 이용하여 층과 접착제를 서로 압착한다. 이러한 방법은 한 세트의 캘린더 롤의 닙(들)에서 (접착제를 사이에 두고) 층을 닙핑(nipping)하는 것을 포함할 수 있다. 이는 층들을 원하는 두께의 라미네이트 구조체로 통합시키고, 층들을 서로 완전히 그리고 직접 결합시킨다. 필요한 경우, 층이 가압 압착되기 전, 압착된 후, 또는 압착되는 동안에 가해진 열을 이용하여 추가적으로 접착제를 경화시킬 수 있다.

[0063] 일부 바람직한 구현예에서, 최종 라미네이트 구조체는 (1) 지지층에 부착된 제1 종이층 및 이 층들 사이에 위치한 선택적 접착제; 또는 (2) 제2 종이층에 결국 부착되는 지지층에 부착된 제1 종이층 및 이 층들 각각의 사이에 위치한 선택적 접착제만으로 이루어지거나, 본질적으로 이들로 이루어진다.

[0064] 일부 구현예에서, 여러 가능한 방법을 이용하여 시트 형태의 라미네이트 구조체는 결과적으로 수지로 함침될 수 있는 테이프로 슬리팅된다. 하나의 통상적인 방법은 테이프 형태의 라미네이트 구조체를 절연될 물품에 삽입하거나 그 둘레에 권취한 후 수지로 함침시키는 것을 포함한다. 이어서 수지는 경화된다. 두 번째 통상적인 방법은 테이프 형태의 라미네이트 구조체를 절연될 물품에 삽입하거나 그 둘레에 권취하기 전에 수지로 함침시키고 나서 수지를 경화시키는 것을 포함한다.

[0065] 라미네이트 구조체는 산업용 모터, 풍력 터빈 발전기에 즉시 사용될 수 있다고 여겨지지만, 견인 모터, 터빈 및 수력 발전기, 및 산업용 전력 인버터와 같은 것들을 포함해(이에 한정되는 것은 아님) 다른 용도 및 적용이 가능하다.

[0066] **시험 방법**

[0067] 이하 제공된 실시예에서 하기 시험 방법을 사용하였다.

[0068] 평량은 ASTM D 645 및 ASTM D 645-M-96에 따라 측정하였고,  $g/m^2$ 로 보고하였다.

[0069] 두께는 ASTM D 646-96에 따라 측정하였고 mm로 보고하였다.

[0070] 인장강도는 2.54 cm 폭의 시험편 및 18 cm의 게이지 길이로 ASTM D 828-93에 따라 측정하였고 N/cm로 보고하였다.

[0071] 걸리 다공성은 TAPPI T460에 따라 1.22 kPa의 압력차를 이용하여 종이의 약  $6.4 \text{ cm}^2$  원형 영역에 대한 100 mL의 실린더 변위당 초 단위 공기 저항에 의해 측정하였다.

[0072] 강성(가요성) 또는 굽힘 저항은 IEC 60371-2에 따라 시험편을 구부리는 최대 굽힘 하중을 시험편(폭 15 mm × 길이 200 mm)의 길이로 나눈 값이며, N/m로 보고된다.

[0073] 절연 강도는 특정 조건 하에서 절연 물질의 절연 파괴가 일어나는 전압 구배이다. 절연 강도는 본원에서 ASTM D 149-97A에 따라 측정하였고 kV/mm로 보고하였다.

[0074] 내압(voltage endurance)은 절연 물질이 표면 코로나의 작용 하에 장기간의 교류 전압 스트레스를 견딜 수 있는 시간이다. 본원에서 내압은 ASTM D 2275-01에 따라 코로나 조건 하에서 장기간의 교류 전압 스트레스에 대한 저항성이 파괴되는 중앙값 시간으로서 측정하였고, 12 kV/mm, 360 hz에서의 시간으로 보고하였다.

[0075] **실시예**

[0076] **실시예 1**

[0077] 운모 종이층 및 직조 유리섬유(glass cloth) 지지층으로 라미네이트 구조체를 제조하였다. 운모 종이층은 0.15 mm의 두께였고, 하소 운모 플레이크(버몬트주, 러틀랜드의 Electrical Samica Flake Co.로부터 입수 가능한 백운모 형태) 95 중량% 및 미국 특허 3,756,908호에 일반적으로 기술된 방식으로 제조된 폴리(메타페닐렌 이소프탈아미드) (MPD-I) 피브리드 2 중량% 및 텔러웨어주, 윌밍턴의 DuPont Co.로부터 입수 가능한 0.22 tex 선밀도와 0.64 cm 길이의 Nomex® 섬유인 플록 3 중량%를 함유하였다. 따라서, 운모 종이층 내 지지 물질의 비율은 60 wt% 플록 및 40 wt% 피브리드였다.

[0078] 직조 유리섬유계 지지층은 50  $\mu\text{m}$ 의 유리실을 함유하였다. 이를 운모 종이층과 직조 유리섬유 사이에 배치된 예

폭시 접착제(약  $9 \text{ g/m}^2$ )로 운모 종이층에 부착하였다. 이어서,  $150^\circ\text{C}$ 로 가열되고  $2500 \text{ N/cm}$ 의 압력으로 작동하는 납핑된 캘린더 롤 사이에서 이 조립체를 캘린더링하여 접착제를 경화시키고, 운모 종이층, 접착제, 및 직조 유리섬유 지지층을 갖는 라미네이트 구조체를 제조하였다. 생성된 라미네이트 구조체는  $0.16 \text{ mm}$ 의 두께 및  $191 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가졌고, 잘 결합되어 있었으며, 우수한 인장 강도, 가요성 및 양호한 걸리 다공성을 나타냈다. 이 라미네이트 구조체에 대한 데이터를 표 1 및 표 2에 나타냈다.

[0079] **비교예 A**

[0080] 어떠한 폴리머 플록도 함유하지 않는 대신 폴리(메타페닐렌 이소프탈아미드) 피브리드 5 중량% 및 하소 운모 플레이크(버몬트주, 러틀랜드의 Electrical Samica Flake Co.로부터 입수 가능한 백운모 형태) 95 중량%를 함유한 것을 제외하고 실시예 1과 유사한 방식으로 비교예 A를 제조하였다. 생성된 라미네이트 구조체는 잘 결합되어 있었고,  $0.151 \text{ mm}$ 의 두께 및  $188 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가졌다. 이 라미네이트 구조체에 대한 데이터를 표 1 및 표 2에 나타냈다.

[0081] 표 2에 나타낸 바와 같이, 라미네이트 구조체의 절연 강도는 실시예 1의 라미네이트 구조체와 유사하다. 그러나, 비교예 A의 라미네이트 구조체의 걸리 다공성은 실시예 1의 라미네이트 구조체보다 훨씬 높았고, 훨씬 덜 다공성인 구조를 나타낸다. 따라서, 운모 종이층의 지지 물질 내 플록의 부재는 최종 라미네이트 구조체의 걸리 다공성에 예상 밖의 영향을 미치며, 이는 고온 캘린더링 하에서의 얇은 하소 운모 플레이크 및 막 피브리드의 극단적인 치밀화의 결과인 것으로 여겨진다.

[0082] **비교예 B**

[0083] 비교예 A를 반복하였지만, 운모 종이층에 하소 운모 대신 하소되지 않은 운모 플레이크(한국의 SWECO Inc.로부터 입수 가능한 백운모 형태)를 사용하였다. 생성된 전체 라미네이트 구조체는  $0.18 \text{ mm}$ 의 두께 및  $183 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가졌다. 이 라미네이트 구조체에 대한 데이터를 표 1 및 표 2에 나타냈다.

[0084] 표 2에 나타낸 바와 같이, 하소되지 않은 운모의 사용은 낮은 걸리 다공성이 나타내는 바와 같이 다공성이 높은 기판을 제공했지만, 절연 강도 또한 바람직하지 않게 감소되었다.

[0085] **비교예 C**

[0086] 하소되지 않은 운모 플레이크(한국의 SWECO Inc.로부터 입수 가능한 백운모 형태)만을 100 중량% 함유한 운모 종이층인 것을 제외하고, 실시예 A와 유사한 방식으로 비교예 C를 제조하였다. 생성된 전체 라미네이트 구조체는  $0.20 \text{ mm}$ 의 두께 및  $182 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가졌다. 이 라미네이트 구조체에 대한 데이터를 표 1 및 표 2에 나타냈다.

[0087] 표 2에 나타낸 바와 같이, 하소되지 않은 운모를 피브리드 없이 사용한 것은 낮은 걸리 다공성이 나타내는 바와 같이 적절한 다공성의 기판을 제공했지만, 절연 강도는 비교예 B에 비해 훨씬 더 감소되었다.

[0088] **실시예 2**

[0089] 두 운모 종이층 사이에 위치한 직조 유리 지지층이 두 운모 종이층에 부착된 다층 라미네이트 구조체를 3개의 개별 층으로부터 제조하였다. 운모 종이층은 실시예 1에서와 같지만,  $90 \text{ g/m}^2$ 의 더 낮은 평량을 가졌다.

[0090] 직조 유리섬유계 지지층은  $50 \mu\text{m}$ 의 유리실을 함유하였다. 이를 에폭시 접착제(약  $9 \text{ g/m}^2$ )로 두 운모 종이층 각각에 부착한 후,  $150^\circ\text{C}$ 로 가열되고  $2500 \text{ N/cm}$ 의 압력으로 작동하는 납핑된 캘린더 롤 사이에서 이 조립체를 캘린더링하여 운모 종이층, 접착제, 직조 유리섬유 지지층, 접착제, 및 다른 운모 종이층을 갖는 라미네이트 구조체를 제조하였다. 전체 라미네이트 구조체 두께는  $0.17 \text{ mm}$ 였다. 생성된 라미네이트 구조체는  $0.17 \text{ mm}$ 의 두께 및  $201 \text{ g/m}^2$ 의 평량을 가졌고, 잘 결합되어 있었으며, 우수한 인장 강도, 가요성 및 양호한 걸리 다공성을 나타냈다. 이 라미네이트 구조체에 대한 데이터를 표 1 및 표 2에 나타냈다. 추가층이 있더라도, 3층 라미네이트 구조체는 절연 강도와 걸리 다공성의 양호한 조합을 가졌다.

[0091] **실시예 3**

[0092] 실시예 1 및 2의 다층 라미네이트 구조체를  $15 \text{ mm}$  폭의 테이프의 롤로 슬라이딩한다. 이어서, 이 테이프를 사용하여  $150 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$ 의 단면 치수를 갖는 금속 도체를 와선형으로 감는다. 도체가 적절히 절연될 때까지 테이프

를 하프 랩(50% 중첩랩)으로 감는다. 랩핑된 도체 중 일부는 그대로 모터에 사용하는 한편, 나머지는 모터에 사용하기 전에 에폭시 수지로 함침시킨다. 테이프는 도체에 양호한 전기 절연성을 제공한다.

표 1

실시예	운모층(들)의 조성	전체 라미네이트 구조체 조성			
		운모 (wt%)	아라미드 (wt%)	유리 (wt%)	접착제 (wt%)
1	하소 운모 95%, 플록 3%, 피브리드 2%	75.2	5.9	13.5	5.1
2	하소 운모 95%, 플록 3%, 피브리드 2%	74.7	4.7	13.8	6.8
A	하소 운모 95%, 피브리드 5%	76.4	6.6	12.3	4.7
B	하소되지 않은 운모 95%, 피브리드 5%	75.7	4.7	13.2	7.4
C	하소되지 않은 운모 100%	80.9	0.0	13.4	5.7

[0093]

표 2

특성	실시예				
	1	2	A	B	C
두께(mm)	0.16	0.17	0.15	0.18	0.20
평량(g/m <sup>2</sup> )	191	201	188	183	182
인장 강도(N/cm)	147	141	142	171	113
걸리 다공성(초)	364	316	>1,000	130	286
절연 강도(kV/mm)	23.5	21.8	20.9	13.6	9.5
내압(시간)	>400	>400	356	79.7	46.1
강성(N/m)	33	30	46	51	48

[0094]