



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0136023  
(43) 공개일자 2020년12월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05K 9/00 (2018.01) B32B 7/023 (2019.01)  
B32B 7/025 (2019.01) D21H 13/26 (2006.01)  
D21H 13/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H05K 9/009 (2019.01)  
B32B 7/023 (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7030941
- (22) 출원일자(국제) 2019년01월29일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년10월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2019/002882
- (87) 국제공개번호 WO 2019/187596  
국제공개일자 2019년10월03일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2018-067119 2018년03월30일 일본(JP)  
JP-P-2018-097641 2018년05월22일 일본(JP)

- (71) 출원인  
듀폰 테이진 어드밴스드 페이퍼 가부시끼가이샤  
일본 100-6111 도쿄도 지요다꾸 나가따쨌 2쨌메 11방 1고
- (72) 발명자  
나루세, 신지  
일본 1006111 도쿄도 지요다꾸 나가따쨌 2쨌메 11방 1고 듀폰 테이진 어드밴스드 페이퍼 가부시끼가이샤 내  
후지모리, 다츠시  
일본 1006111 도쿄도 지요다꾸 나가따쨌 2쨌메 11방 1고 듀폰 테이진 어드밴스드 페이퍼 가부시끼가이샤 내  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 오현식

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 전자파 흡수 시트 및 그의 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명은 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는, 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트를 제공한다.

(52) CPC특허분류

*B32B 7/025* (2019.01)

*D21H 13/26* (2013.01)

*D21H 13/50* (2013.01)

(72) 발명자

**우키가야, 고이치**

일본 1006111 도쿄도 지요다쑈 나가따쑈 2쑈메 11  
방 1고 듀푼 테이진 어드밴스드 페이퍼 가부시끼가  
이샤 내

**다나카, 야스노리**

일본 1006111 도쿄도 지요다쑈 나가따쑈 2쑈메 11  
방 1고 듀푼 테이진 어드밴스드 페이퍼 가부시끼가  
이샤 내

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는, 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상인 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 절연 재료가 폴리메타페닐렌이소프탈아미드인 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하인 것을 특징으로 하는 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 1% 이하인 것을 특징으로 하는 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는 시트가 배향되어 있는 전자파 흡수 시트.

#### 청구항 7

도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는 시트를 일 방향으로 이동시키고 동시에, 저공극률화하는 것을 포함하는, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트의 제조 방법.

#### 청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트를 이방향 또한 비대칭으로 중첩한 전자파 흡수 다층 시트.

#### 청구항 9

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트를 직교 방향 또한 비대칭으로 중첩한 전자파 흡수 다층 시트.

#### 청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트를 중첩한 뒤에 프레스 가공한 전자파 흡수 다층 시트.

#### 청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서, 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트를 중첩한 뒤에 가열 프레스 가공한 전자파 흡수 다층 시트.

#### 청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상인 전자파 흡수 다층 시트.

**청구항 13**

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 주파수 범위가 6 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상인 전자파 흡수 다층 시트.

**청구항 14**

제8항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하인 것을 특징으로 하는 전자파 흡수 다층 시트.

**청구항 15**

제8항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 1% 이하인 것을 특징으로 하는 전자파 흡수 다층 시트.

**청구항 16**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트, 또는 제8항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 다층 시트를 장착한 전기·전자 회로.

**청구항 17**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 시트, 또는 제8항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 전자파 흡수 다층 시트를 장착한 케이블.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 전자파 흡수 시트에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 고도 정보화 사회의 발전, 멀티미디어 사회의 도래에 따라, 전자 기기로부터 발생하는 전자파가 다른 기기에 대하여 또한 인체에 대하여 악영향을 미치는 전자파 장애가 큰 사회 문제로 되어가고 있다. 전자파 환경이 점점 악화되어 가는 중, 각각에 대응한 전자파를 흡수하는 다양한 전자파 흡수 시트가 제공되고 있다(일본 특허 공개 제2004-140335호 공보 참조). 예를 들어, 전자파 흡수는, 페라이트 등을 사용한 전자파 흡수체, 카본 블랙 등을 사용한 전자파 흡수체 등이 제안되어 있다.

[0003] 그러나, 이들 전자파 흡수체는 특정한 흡수 파장 영역에서만 흡수하는 것에 지나지 않아, 폭넓은 파장 영역에 대응할 수 없다. 예를 들어, 페라이트 등을 사용한 전자파 흡수체는 수GHz의 대역을 흡수하지만, 수십GHz의 대역에서는 흡수할 수 없다. 한편, 카본 블랙 등을 사용한 전자파 흡수체는, 수십GHz에서의 흡수는 가능하지만, 수GHz의 대역에 있어서의 흡수에는 적합하다고는 하기 어렵다. 실제로, 전자파 흡수체는 원하는 흡수 주파수나 그 주파수에 있어서의 최대 흡수량 등의 조건을 만족시키기 위해, 복수의 종류의 전자파 흡수체로부터 적절히 선정하는 방법 등이 사용되고 있어, 실용에 제공하는 것은 곤란하다.

[0004] 또한, 고효율 및 대용량이 요구되는 발전기, 모터, 인버터, 컨버터, 프린트 기판, 케이블 등의 고주파 기기의 소형화, 경량화가 진행되고, 고주파 대전류가 흐르는 것에 의한 도선의 발열에 견딜 수 있는 내열성이 높은 전자파 흡수 재료가 요구되고 있다. 특히 고전압이 부가되는 인버터, 모터 등의 전기·전자 기기에 있어서는, 기기의 온도 상승도 커지기 때문에, 내열성이 높은 재료가 요구된다.

[0005] 또한, 고주파 기기의 소형화, 경량화가 진행되고, 특히 전자파 발생원의 근방에서는 특정한 방향성을 갖고 복사하는 전자파가 많아져서, 소형, 경량이어도 특정한 방향으로 강한 전자파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트가 요구되고 있다.

**발명의 내용**

[0006] 본 발명은 고주파수에서 광범위한 전자파를 흡수할 수 있는 내열성이 높은, 보다 경량의 전자파 흡수 시트를 제공하는 것을 목적으로 한다.

- [0007] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하기 위하여 예의 검토한 결과, 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는, 일 방향으로 특히 큰 전자 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트 및 상기 전자파 흡수 시트를 비대칭 또한 이방향으로 중첩한 것을 특징으로 하는 전자파 흡수 다층 시트에 의해 상기 과제를 해결할 수 있음을 알아내고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
  - [0008] 본 발명의 일 실시 형태는, 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는, 일 방향으로 특히 큰 전자 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트이다. 바람직하게는, 전자파 흡수 시트는, 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상이다. 또한 바람직하게는, 상기 절연 재료는, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드이다. 또한 바람직하게는, 전자파 흡수 시트는, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하이고, 더욱 바람직하게는 1% 이하이다. 또한 바람직하게는, 상기 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는 시트는 배향하고 있다.
  - [0009] 나아가, 도전성 단섬유와 절연 재료를 포함하는 시트를 일 방향으로 이동시킴과 동시에, 저공극률화하는, 상기 전자파 흡수 시트의 제조 방법이다.
  - [0010] 나아가, 상기 전자파 흡수 시트를 이방향 또한 비대칭으로 중첩한, 전자파 흡수 다층 시트이다. 바람직하게는, 상기 전자파 흡수 시트를 직교 방향 또한 비대칭으로 중첩한, 전자파 흡수 다층 시트이다. 바람직하게는, 상기 전자파 흡수 시트를 중첩한 뒤에 프레스 가공한, 전자파 흡수 다층 시트이다. 바람직하게는, 상기 전자파 흡수 시트를 중첩한 뒤에 가열 프레스 가공한, 전자파 흡수 다층 시트이다. 또한 바람직하게는, 전자파 흡수 다층 시트는, 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상이다. 더욱 바람직하게는, 주파수 범위가 6 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상이다. 또한 바람직하게는, 전자파 흡수 다층 시트는, 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하이고, 더욱 바람직하게는 1% 이하이다.
  - [0011] 나아가, 상기 전자파 흡수 시트 또는 상기 전자 흡수 다층 시트를 장착한 전기·전자 회로이다.
  - [0012] 나아가, 상기 전자파 흡수 시트 또는 상기 전자 흡수 다층 시트를 장착한 케이블이다.
  - [0013] 이하, 본 발명에 대하여 상세하게 설명한다.
- 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**
- [0014] (도전성 단섬유)
  - [0015] 본 발명에서 사용하는 도전성 단섬유로서는, 약  $10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$  이하의 체적 저항률을 갖는 도체로부터, 약  $10^{-1}$  내지  $10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항률을 갖는 반도체까지, 광범위하게 걸치는 도전성을 갖는 섬유물로 섬유 직경과 섬유 길이의 관계가 하기 식으로 표현되는 도전성 단섬유를 들 수 있다.
  - [0016]  $100 \leq \text{섬유 길이} / \text{섬유 직경} \leq 20000$
  - [0017] 이러한 도전성 단섬유로서는, 예를 들어 금속 섬유, 탄소 섬유, 등의 균질한 도전성을 갖는 재료, 혹은 금속 도금 섬유, 금속 분말 혼합 섬유, 카본 블랙 혼합 섬유 등, 도전 재료와 비도전 재료가 혼합되어서 전체적으로 도전성을 나타내는 재료를 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다. 이 중에서, 본 발명에 있어서는 탄소 섬유를 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명에서 사용하는 탄소 섬유는, 섬유상 유기물을 불활성 분위기에서 고온 소성하여 탄화한 것이 바람직하다. 일반적으로 탄소 섬유는, 폴리아크릴로니트릴(PAN) 섬유를 소성한 것과, 피치를 방사한 후에 소성한 것으로 크게 구별되지만, 이외에도 레이온이나 페놀 등의 수지를 방사 후, 소성하여 제조하는 것도 있고, 이들도 본 발명에 있어서 사용할 수 있다. 소성에 앞서서 산소 등을 사용하여 산화 가공 처리를 행하여, 소성 시의 용단을 방지하는 것도 가능하다.
  - [0018] 본 발명에서 사용하는 도전성 단섬유의 섬유 길이는 1mm 내지 20mm의 범위로부터 선택된다.
  - [0019] 도전성 단섬유의 선택에 있어서는, 도전성이 높고, 또한, 후술하는 습식 초조법에 있어서 양호한 분산을 나타내는 재료를 사용하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 일 방향을 따라서 저공극률화될 때에, 도전성 단섬유가 변형, 절단됨으로써, 인덕터가 형성되어, 고주파수에서 광범위한 전자파를 흡수하는 전자파 흡수 시트를 얻는 것이 가능하게 된다.
  - [0020] 전자파 흡수 시트에 있어서의 도전성 단섬유의 함유량은, 바람직하게는 시트 전체 중량의 1wt% 내지 40wt%이

며, 보다 바람직하게는 3wt% 내지 20wt%이다.

- [0021] (절연 재료)
- [0022] 본 발명에 있어서 절연 재료란, 체적 저항률이  $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$  이상인 재료이며, 절연 재료 자신의 유전 손실을 활용하여 전자파를 흡수하기 위해서, 20°C 주파수 60Hz에서의 유전 정접이 0.01 이상이고 20°C 주파수 60Hz에서의 비유전율이 4 이하인 것이 바람직하지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0023] 유전 정접이 0.01 이상의 절연 재료란, 20°C에서 60Hz의 전자파가 조사되는 조건에서 유전 정접이 0.01 이상인 물질을 말한다. 절연 재료는, 일반적으로, 하기 식으로 표현되는 유전 손실이 클수록, 전자파의 흡수량이 많아진다.
- [0024] 
$$P = E^2 \times \tan \delta \times 2 \pi f \times \epsilon_r \times \epsilon_0 \times S / d \quad (\text{W})$$
- [0025] 식 중, P는 유전 손실(W), E는 전압(V),  $\tan \delta$ 는 절연 재료의 유전 정접, f는 주파수(Hz),  $\epsilon_r$ 은 절연 재료의 비유전율,  $\epsilon_0$ 은 진공의 유전율( $8.85418782 \times 10^{-12} (\text{m}^{-3} \text{kg}^{-1} \text{s}^4 \text{A}^2)$ ), S는 도전성 물질과 절연 재료의 접촉 면적( $\text{m}^2$ ), d는 도전성 물질 간의 거리(m)를 의미한다.
- [0026] 절연 재료의 형상은, 상기 식에 나타내지는 바와 같이, 유전 손실은 도전성 물질과 절연 재료의 접촉 면적에 비례하기 때문에, 접촉 면적이 커지는 필름상 미소 입자가 바람직하지만, 이것에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 절연 재료의 20°C 주파수 60Hz에서의 비유전율이 4 이하이면 전자파가 반사되기 어려워져, 본 발명의 절연 재료로서 적합하다고 생각된다.
- [0028] 절연 재료로서는, 예를 들어, 20°C, 60Hz에서 유전 정접이 0.01 이상인 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 및 그의 공중합체, 폴리염화비닐, 폴리메틸메타크릴레이트, 메틸메타크릴레이트/스티렌 공중합체, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 폴리불화비닐리덴, 폴리염화비닐리덴, 나일론6, 나일론66 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 이들 절연 재료 중에서, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드 및 그의 공중합체, 폴리메틸메타크릴레이트, 메틸메타크릴레이트/스티렌 공중합체, 폴리클로로트리플루오로에틸렌, 나일론66이, 20°C 주파수 60Hz에서의 비유전율이 4 이하로 작고, 전자파가 반사되기 어려워져, 본 발명의 절연 재료로서 적합하다고 생각된다.
- [0030] 이들 절연 재료 중에서는, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 파이브리드(이하 아라미드 파이브리드), 및/또는 단섬유(이하 아라미드 단섬유)가 양호한 성형 가공성, 난연성, 내열성 등의 특성을 구비하고 있는 점에서 바람직하게 사용된다. 특히 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 파이브리드는 그의 필름상 미소 입자의 형태로부터, 도전성 물질과의 접촉 면적이 증대되어, 상술한 유전 손실이 커져, 전자파의 흡수량이 많아진다는 점에서 바람직하게 사용된다.
- [0031] 전자파 흡수 시트에 있어서의 절연 재료의 함유량은, 바람직하게는 시트 전체 중량의 60wt% 내지 99wt%이며, 보다 바람직하게는 80wt% 내지 97wt%이다.
- [0032] (일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트)
- [0033] 본 발명에 있어서 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성이란, 시트의 적어도 일 방향의 후술하는 전송 감쇠율 Rtp의 최솟값의 절댓값과 그 일 방향과 직교하는 방향의 Rtp의 최솟값의 절댓값의 비가 1.2 이상인 것을 의미한다. 상기 비는, 바람직하게는 1.5 이상이다.
- [0034] 본 발명의 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트는, 일반적으로, 전술한 도전성 단섬유와 절연 재료를 혼합한 후 시트화하고, 일 방향으로 이동시킴과 동시에, 저공극률화하는 방법 혹은, 장망 초지기, 원망 초지기, 경사형 초지기 등에 의해, 도전성 단섬유를 일 방향으로 배향시킴으로써 제조할 수 있다. 구체적으로는, 시트화에는, 예를 들어, 도전성 단섬유, 상기 파이브리드 및 단섬유를 건식으로 블렌드한 후에, 기류를 이용하여 시트를 형성하는 방법, 도전성 단섬유, 상기 아라미드 파이브리드 및 아라미드 단섬유를 액체 매체 중에서 분산 혼합한 후, 액체 투과성의 지지체, 예를 들어 망 또는 벨트 상에 토출하여 시트화하고, 액체를 제거하여 건조시키는 방법 등을 적용할 수 있는데, 이들 중에서도 물을 매체로서 사용하는, 소위 습식 초조법이 바람직하게 선택된다.
- [0035] 습식 초조법에서는, 적어도 도전성 단섬유, 상기 아라미드 파이브리드 및 아라미드 단섬유의 단일 또는 혼합물

의 수성 슬러리를 초지기에 송액하여 분산한 후, 탈수, 착수 및 건조 조작을 행함으로써, 시트로서 권취하는 방법이 일반적이다. 초지기로서는, 예를 들어, 장망 초지기, 원망 초지기, 경사형 초지기 및 이들을 조합한 콤비네이션 초지기 등을 이용할 수 있다. 콤비네이션 초지기에 의한 제조의 경우, 배합 비율이 다른 수성 슬러리를 시트 성형하여 합일함으로써, 복수의 종이층을 포함하는 복합 시트를 얻는 것도 가능하다.

- [0036] 또한, 본 발명의 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는 전자파 흡수 시트는 장망 초지기, 원망 초지기, 경사형 초지기에 의해, 도전성 단섬유를 일 방향으로 배향시키는 쪽이, 후술하는 일 방향으로 이동시킴과 동시에, 저공극률화하고, 도전성 단섬유를 변형, 절단시킬 때에, 보다, 인덕터가 형성되기 쉬워진다.
- [0037] 습식 초조 시에 필요에 따라 분산성 향상제, 소포제, 지력 증강제 등의 첨가제를 사용하는 것은 지장없지만, 본 발명의 목적을 저해할 일이 없도록, 그의 사용에는 주의할 필요가 있다.
- [0038] 또한, 본 발명의 전자파 흡수 시트에는, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서, 상기 성분 이외에, 기타의 섬유상 성분을 첨가할 수도 있다. 또한, 상기 첨가제나 다른 섬유상 성분을 사용하는 경우에는, 시트 전체 중량의 20wt% 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0039] 이와 같이 하여 얻어진 시트를, 예를 들어, 한 쌍의 회전하는 금속제 롤 사이에서 압축함으로써, 일 방향으로 이동시킴과 동시에, 저공극률화할 수 있다. 일 방향을 따라, 저공극률화될 때에, 도전성 단섬유가 변형, 절단됨으로써, 인덕터가 형성되어, 고주파수에서 광범위한 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내는(바람직하게는 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상) 전자파 흡수 시트를 얻는 것이 가능하게 된다. 또한, 전자파 흡수 시트는, 바람직하게는 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하이고, 보다 바람직하게는 1% 이하이다.
- [0040] 본 발명에 있어서 저공극률화란, 상기 한 쌍의 회전하는 금속제 롤 사이에서 압축하는 등의 방법에 의해, 저공극률화 전의 공극률의 3/4 이하의 공극률로 하는 것을 의미하고, 구체적으로는, 저공극률화 전의 공극률이 80% 이면, 저공극률화 후의 공극률은 60% 이하, 바람직하게는 55% 이하로 한다.
- [0041] 일 방향을 따라, 저공극률화하기 위한 압축 가공의 조건은, 일 방향을 따라, 도전성 단섬유가 변형, 절단되면, 특별히 제한은 없다. 예를 들어, 한 쌍의 회전하는 금속제 롤 사이에서 압축하는 경우, 금속 롤의 표면 온도 100 내지 400℃, 금속 롤 사이의 선압 50 내지 1000kg/cm의 범위 내를 예시할 수 있다. 높은 인장 강도와 표면 평활성을 얻기 위해서, 롤 온도는 270℃ 이상으로 하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 300℃ 내지 400℃이다. 또한, 선압은 100 내지 500kg/cm인 것이 바람직하다. 또한, 일 방향으로 배향한 인덕터의 형성을 위해서, 시트의 이동 속도는 1m/분 이상으로 하는 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 2m/분 이상이다.
- [0042] 상기 압축 가공은 복수회 행해도 되고, 또한, 상술한 방법에 의해 얻은 시트상물을 복수매 중첩하여 압축 가공을 행해도 된다.
- [0043] 또한, 상술한 방법에 의해 얻은 시트를 복수매 중첩하여 전자파 흡수 다층 시트로 해도 되고, 중첩한 뒤에 프레스 가공 또는 가열 프레스 가공에 의해 접착하거나, 접착제 등으로 접합하여 전자파 투과 억제 성능, 두께를 조정해도 된다. 통상 전자파의 전계 방향과 자계의 방향은 직교하고 있고, 중첩할 때에 상기 시트를 이방향, 바람직하게는 직교 방향으로 중첩함으로써 흡수되는 전자파의 전계, 자계의 양쪽 방향을 인덕터와 평행 방향으로 배치하는 것이 가능하게 된다. 또한, 본 발명과 같이, 도전성 단섬유의 유전 손실을 활용하여 전자파를 흡수하는 경우, 전계의 방향과 인덕터의 방향이 평행이 되는 시트를 전자파의 발생원에 가깝게, 자계의 방향과 인덕터의 방향이 평행이 되는 시트를 전자파의 발생원으로부터 멀리 배치하는 비대칭의 중첩 쪽이, 시트 중의 인덕터로부터 발생하는 역기전력에 의해 전자파 흡수성이 약화시켜지지 않기 때문에, 높은 전자파 흡수성을 나타낸다(바람직하게는 주파수 범위가 14 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상, 보다 바람직하게는 주파수 범위가 6 내지 20GHz인 전자파의 적어도 일 방향의 전자파 흡수율이 99% 이상). 또한, 전자파 흡수 다층 시트는, 바람직하게는 300℃에서 30분간 열처리한 후의 주파수 5GHz에서의 전자파 흡수율의 열처리 전에 대한 적어도 일 방향의 변화율이 10% 이하이고, 보다 바람직하게는 1% 이하이다.
- [0044] 본 발명의 전자파 흡수 시트 또는 전자파 흡수 다층 시트는, (1) 전자파 흡수성을 갖고 있는 것, (2) 특히 일 방향으로 특히 큰 전파 흡수성을 나타내기 위해서, 특정 방향의 전자파를 선택적으로 흡수 가능한 것, (3) 고주파를 포함하는 넓은 범위의 주파수에서, (1), (2)의 특성을 발현하는 것, (4) 내열성, 난연성을 구비하고 있는 것, (5) 양호한 가공성을 갖고 있는 것 등의 우수한 특성을 갖고 있으며, 전기 전자 기기, 특히 경량화가 필요하게 되는 하이브리드카, 전기 자동차 중의 전자 기기 등의 전자파 흡수 시트로서 적합하게 사용할 수 있고, 특

히 본 발명의 전자파 흡수 시트 또는 전자파 흡수 다층 시트를 예를 들어 점착제 등의 절연물을 통하여, 예를 들어 프린트 기판 등의 전기·전자 회로, 케이블에 장착하면 전자파의 발생이 억제된다. 또한, 전기·전자 회로를 예를 들어 금속, 수지 등의 하우징으로 덮는 경우, 본 발명의 전자파 흡수 시트 또는 전자파 흡수 다층 시트를 하우징의 내부에 예를 들어 점착제 등으로 고정함으로써 장착해도 된다. 이 경우, 전기·전자 회로와 전자파 흡수 시트의 사이에 절연물(공기, 수지 등)이 존재하는 것이 바람직하다. 본 발명의 전자파 흡수 시트를 제조할 때, 상술한 프레스 가공 시에 미리 절연성의 시트를 중첩하여 프레스 가공하여, 표면을 절연으로 하는 것도 가능하다. 또한, 상술한 절연성의 시트란, 상술한 절연 재료를 포함하는 시트를 의미한다.

[0045] 이하, 본 발명을, 실시예를 들어서 더욱 구체적으로 설명한다. 또한, 이들 실시예는 단지 예시이며, 본 발명의 내용을 한정하기 위한 것이 전혀 아니다.

[0046] 실시예

[0047] (측정 방법)

[0048] (1) 시트의 단위 면적당 중량, 두께, 밀도, 공극률

[0049] JIS C 2300-2에 준하여 실시하고, 밀도는 (단위 면적당 중량/두께)에 의해 산출하였다. 공극률은, 밀도, 원료 조성과 원료의 비중으로부터 산출하였다.

[0050] (2) 인장 강도

[0051] 폭 15mm, 척 간격 50mm, 인장 속도 50mm/min으로 실시하였다.

[0052] (3) 유전율, 유전 정접

[0053] JIS K6911에 준하여 실시하였다.

[0054] (4) 전자파 흡수 성능

[0055] IEC 62333에 준거한 근방계용 전자파 평가 시스템을 사용하여, 마이크로스트립 라인(MSL)에 샘플 시트를 폴리에틸렌 필름(두께 38 $\mu$ m)을 사이에 두고 적층하고, 시트 상에 절연성의 추로 500g의 하중을 가하고 50MHz 내지 20GHz의 입사파에 대하여 반사파 S11의 전력 및 투과파 S21의 전력을 네트워크·애널라이저로 측정하였다.

[0056] 하기 식에 의해 전송 감쇠율 Rtp를 구하였다.

[0057] 
$$Rtp=10 \times \log[10^{S21/10}/(1-10^{S11/10})]$$
 (dB)

[0058]  $[10^{S21/10}/(1-10^{S11/10})]$ 은 전자파 감쇠율을 나타내고,

[0059]  $1-[10^{S21/10}/(1-10^{S11/10})]$ 은 전자파 흡수율을 나타낸다.

[0060] Rtp=-20(dB)인 때, 전자파 흡수율은 99%이고,

[0061] Rtp<-20(dB)인 때, 전자파 흡수율은 99% 초과가 된다.

[0062] Rtp가 작을수록 전자파의 감쇠가 커서, 전자파 흡수 성능이 높다고 할 수 있다.

[0063] 또한, 샘플 시트를 300℃에서 30분간 열처리한 후, 하기 식에 의해, 주파수 5GHz의 전자파 흡수율의 변화율 Cr을 구하였다.

[0064] 
$$Cr=|(열처리한 후의 전자파 흡수율-열처리 전의 전자파 흡수율)/열처리 전의 전자파 흡수율|$$

[0065] Cr이 작을수록 내열성이 높다고 할 수 있다.

[0066] (원료 조제)

[0067] 일본 특허 공개 소52-15621호 공보에 기재된, 스테이터와 로터의 조합으로 구성되는 펄프 입자의 제조 장치(습식 침전기)를 사용하여, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 파이브리트(이하 「메타아라미드 파이브리트」라고 기재)를 제조하였다. 이것을 고해기로 처리하여 길이 가중 평균 섬유 길이를 0.9mm로 조절했다(여수도 200cm<sup>3</sup>). 한편, 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 단섬유로서, 듀폰사제 메타아라미드 섬유(노멕스(등록 상표), 단사 섬유 2.2dtex)를 길이 6mm로 절단(이하 「메타아라미드 단섬유」라고 기재)하여 초지용 원료로 하였다.

[0068] (유전율, 유전 정접 측정)

[0069] 폴리메타페닐렌이소프탈아미드의 캐스트 필름을 제작하고, 브리지법으로 유전율, 유전 정접을 20℃에서 측정한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

주파수	비유전율	유전 정접
Hz		
60	2.81	0.013
1k	2.74	0.015
1M	2.79	0.028

[0070]

[0071] (실시예 1 내지 5)

[0072] (시트 제작)

[0073] 상기한 바와 같이 조제한 메타아라미드 파이브리드(체적 저항률  $1 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ), 메타아라미드 단섬유(체적 저항률  $1 \times 10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ ), 및 탄소 섬유(도호 테낙스 가부시키가이샤제, 섬유 길이 3mm, 단섬유 직경 7 $\mu\text{m}$ , 섬도 0.67dtex, 체적 저항률  $1.6 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ )를 각각 수중에 분산하여 슬러리를 제작하였다. 이 슬러리를, 메타아라미드 파이브리드, 메타아라미드 단섬유, 및 탄소 섬유가, 표 2에 나타내는 배합 비율이 되도록 혼합하고, 탑피식 수초기(단면적 325 $\text{cm}^2$ )로, 수류를 가하고, 배향성(세로와 가로의 인장 강도의 비)을 조정하고, 처리하여 시트상물(공극률 79%)을 제작하였다. 수류의 방향을 세로 방향, 세로 방향과 수직인 평면 방향을 가로 방향으로 하였다. 이어서, 얻어진 시트를 1대의 금속제 캘린더 롤 사이를, 세로 방향으로 이동하고, 표 2에 나타내는 조건에서 압축 가공하여 시트상물을 얻었다.

[0074] 또한, 상기 시트상물을 표 2에 나타내는 조건에서 중첩하였다.

[0075] 이와 같이 하여 얻어진 시트의 주요 특성값을 표 2에 나타내었다.

[0076] (원료의 비중에 대해서는, 메타아라미드 파이브리드의 비중 1.38, 메타아라미드 단섬유의 비중 1.38, 탄소 섬유의 비중 1.8로 하였다.)

표 2

특성	단위	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5
원료 조성	중량 %					
메타아라미드		50	50	50	50	50
파이버리드						
메타아라미드 단섬유		45	45	45	45	45
탄소 섬유		5	5	5	5	5
압축 조건						
온도	°C	300	300	300	300	300
선압	kgf/cm	200	200	200	200	200
속도	m/분	2	2	2	2	2
평량	g/m <sup>2</sup>	41	123	123	123	123
두께	μm	59	177	177	177	177
밀도	g/cm <sup>3</sup>	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
공극률	%	51	51	51	51	51
인장 강도	kgf/15mm	9.7	29.1			
세로						
가로	kgf/15mm	2.4	7.2			
중첩 방법 (MSL에 가까운 순으로, MSL과 세로가 평행일 때)		—	세로 세로 세로	세로 세로 가로	세로 가로 가로	세로 가로 세로
MSL과 세로가 평행						
Rtp<-20dB의 주파수	GH z	없음	7.2~20	7.2~20	8.4~20	6.6~20
Rtp의 최솟값	dB	-18	-31	-31	-34	-36
그때의 주파수	GH z	18.4	18.4	16.3	18.4	16.1
300°C 30분의 열처리 전후의 주파수 5GHz의 Cr	%	7.0	0.3	0.3	0.5	0.3
MSL과 가로가 평행						
Rtp<-20dB의 주파수	GH z	13~20	7.2~20	5.7~20	5.9~20	6.4~20
Rtp의 최솟값	dB	-29	-48	-59	-56	-46
그때의 주파수	GH z	19.2	19	18.3	16.2	18.9
300°C 30분의 열처리 전후의 주파수 5GHz의 Cr	%	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Rtp의 최솟값의 절댓값의 비		1.61	1.55	1.90	1.65	1.28

[0077]

[0078] (비교예)

[0079] (시트 제작)

[0080] 상기한 바와 같이 조제한 메타아라미드 파이버리드, 메타아라미드 단섬유, 및 탄소 섬유(도호 테낙스 가부시키 가이샤제, 섬유 길이 3mm, 단섬유 직경 7μm, 섬유 0.67dtex, 체적 저항률 1.6×10<sup>-3</sup> Ω·cm)를 각각 수중에 분산하여 슬러리를 제작하였다.

[0081] 이 슬러리를, 메타아라미드 파이버리드, 메타아라미드 단섬유, 및 탄소 섬유가, 표 3에 나타내는 배합 비율이 되도록 혼합하고, 탑피식 수조기(단면적 325cm<sup>2</sup>)로 처리하여 표 3에 나타내는 시트상물을 제작하였다.

[0082] 이어서, 얻어진 시트를 1대의 금속판에 의해 표 3에 나타내는 조건에서 압축 가공하여 시트상물을 얻었다. 특히 방향성은 없지만, 일 방향을 세로 방향, 세로 방향과 수직인 평면 방향을 가로 방향으로 하였다.

[0083] 이와 같이 하여 얻어진 시트의 주요 특성값을 표 3에 나타내었다.

표 3

특성	단위	비교예
원료 조성 메타아라미드 파이버리드 메타아라미드 단섬유 탄소 섬유	중량 %	50 45 5
평량	g/m <sup>2</sup>	41
두께	μ m	58
밀도	g/cm <sup>3</sup>	0.71
공극률	%	49
인장 강도 세로	kgf/15mm	6.1
가로	kgf/15mm	6.1
압축 조건 프레스 온도 면압 시간	°C kgf/cm <sup>2</sup> 분	300 2000 1
MSL과 세로가 평행 Rtp<-20dB의 주파수 Rtp의 최솟값 그때의 주파수 300°C 30분의 열처리 전후의 주파수 5GHz의 Cr	GH z dB GH z %	15.5~20 -23 19.8 5.8
MSL과 가로가 평행 Rtp<-20dB의 주파수 Rtp의 최솟값 그때의 주파수 300°C 30분의 열처리 전후의 주파수 5GHz의 Cr Rtp의 최솟값의 절댓값의 비	GH z dB GH z %	16~20 -22 18.4 6 1.05

[0084]

[0085] 표 2에 나타난 바와 같이, 실시예 1 내지 5의 전자파 흡수 시트는, 20GHz까지의 고주파를 포함하는 넓은 범위의 주파수에서, 적어도 일 방향의 전자파 흡수성에 대하여 우수한 특성을 나타냈다. 특히 실시예 3, 4에 나타나는 이방향 또한 비대칭으로 중첩한 시트는, 우수한 특성을 나타냈다.

[0086] 이에 반해, 표 3에 나타난 바와 같이, 비교예의 시트 전자파 흡수성을 나타내는 주파수 범위는 좁아, 목적으로 하는 전자파 흡수 시트로서는 불충분하였다.