



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

(11) 공개번호 10-2022-0047781  
(43) 공개일자 2022년04월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05K 9/00 (2018.01) B32B 7/025 (2019.01)  
H01F 1/117 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H05K 9/0075 (2019.01)  
B32B 7/025 (2019.01)  
(21) 출원번호 10-2022-7005479  
(22) 출원일자(국제) 2022년07월30일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2022년02월17일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/029362  
(87) 국제공개번호 WO 2021/033517  
국제공개일자 2021년02월25일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2019-150011 2019년08월19일 일본(JP)

(71) 출원인  
고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠  
일본, 도쿄, 분쿄구, 혼고 7-초메 3-1  
도오쿄오까오오교 가부시키가이샤  
일본국 가나가와켄 가와사끼시 나카하라구 나카마루코 150반찌  
(72) 발명자  
오쿄시 신이치  
일본, 도쿄, 분쿄구, 혼고 7-초메 3-1 고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠 나이  
나마이 아스카  
일본, 도쿄, 분쿄구, 혼고 7-초메 3-1 고쿠리츠다이가쿠호우진 도쿄다이가쿠 나이  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인코리아나

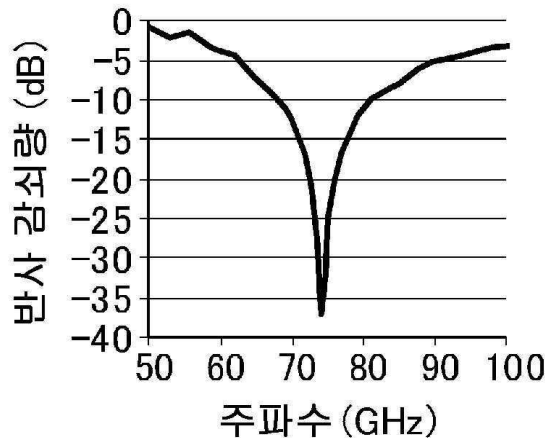
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **전파 흡수체 필름, 및 그 제조 방법**

**(57) 요약**

박막이고 전파 흡수 성능이 우수한 전파 흡수체 필름과, 당해 전파 흡수체 필름의 제조 방법을 제공하는 것. 기재층 상에 형성된 전파 흡수체 필름에 있어서, 전파 흡수층에 자성체와 바인더 수지를 함유시키고, 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 사용한다. 바인더 수지의 유리 전이 온도는, 100 ℃ 이하가 바람직하고, 0 ℃ 이하가 보다 바람직하다. 자성체는, 엡실론형 산화철, 바륨페라이트 자성체, 및 스트론튬페라이트 자성체로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개가 바람직하다.

**대표도** - 도1



(52) CPC특허분류

*H01F 1/117* (2013.01)

(72) 발명자

**요시키키요 마리에**

일본, 도쿄, 분쿄구, 혼고 7-쵸메 3-1 고쿠리츠다  
이가쿠호우진 도쿄다이가쿠 나이

**하라 마사유키**

일본 가나가와켄 가와사끼시 나카하라구 나카마루  
쵸 150반쵸 도오쿄오까고오쿄 가부시끼가이샤 나이

**아사이 다카히로**

일본 가나가와켄 가와사끼시 나카하라구 나카마루  
쵸 150반쵸 도오쿄오까고오쿄 가부시끼가이샤 나이

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기재층 상에 형성된 전과 흡수층을 구비하는 전과 흡수체로서,  
상기 전과 흡수층이, 자성체와 바인더 수지를 포함하고,  
상기 바인더 수지가, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함하는, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 바인더 수지의 유리 전이 온도가, 100 °C 이하인, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
상기 바인더 수지의 유리 전이 온도가, 0 °C 이하인, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 자성체가 엡실론형 산화철, 바륨페라이트 자성체, 및 스트론튬페라이트 자성체로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 포함하는, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 전과 흡수층이 카본 나노튜브를 포함하는, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
두께가 200  $\mu\text{m}$  이하인, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,  
상기 전과 흡수층의 두께가 50  $\mu\text{m}$  이하인, 전과 흡수체 필름.

#### 청구항 8

기재층 상에, 자성체와 바인더 수지를 포함하는 페이스트를 도포하여 도포막을 형성한 후, 도포막을 건조시켜 전과 흡수층을 형성하는, 전과 흡수층 형성 공정을 포함하고,  
상기 바인더 수지가, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함하는, 전과 흡수체 필름의 제조 방법.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,  
상기 전과 흡수층 형성 공정에서 얻어진, 상기 기재층과 상기 전과 흡수층을 구비하는 적층체를 절단하여, 미리 정해진 사이즈의 전과 흡수체 필름을 취득하는, 절단 공정을 포함하는, 전과 흡수체 필름의 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은, 전파 흡수 성능이 우수한 전파 흡수체 필름과, 그 제조 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 휴대 전화, 무선 LAN, ETC 시스템, 고속 도로 교통 시스템, 자동차 주행 지원 도로 시스템, 위성 방송 등의 다양한 정보 통신 시스템에 있어서, 고주파 대역의 전파의 사용이 확대되고 있다. 그러나, 고주파 대역의 전파의 이용의 확대에는, 전자 부품끼리의 간섭에 의한 전자 기기의 고장이나 오동작 등을 초래할 우려가 있다. 이와 같은 문제의 대책으로서, 불필요한 전파를 전파 흡수체에 의해 흡수하는 방법이 취해지고 있다.

[0003] 이 때문에, 고주파 대역의 전파를 이용하는 레이더 등에 있어서도, 본래 수신되어야 하는 것이 아닌 불필요한 전파의 영향을 경감시키기 위해, 전파 흡수체가 이용되고 있다.

[0004] 이와 같은 요구에 대응하기 위해, 고주파수 대역의 전파를 양호하게 흡수할 수 있는 전파 흡수체가 다양하게 제안되어 있다. 구체예로는, 예를 들어, 카본 나노코일 및 수지를 함유하는 전파 흡수 시트 (예를 들어, 특허 문헌 1) 가 알려져 있다.

[0005] 고주파 대역의 전파의 용도 중에서도, 자동차의 운전 지원 시스템에 대해 연구가 진행되고 있다. 이러한 자동차의 운전 지원 시스템에서는, 차간 거리 등을 검지하기 위한 차재 레이더에 있어서, 76 GHz 대역의 전파가 이용되고 있다. 그리고, 자동차의 운전 지원 시스템에 한정되지 않고, 다양한 용도에 있어서, 예를 들어 100 GHz 이상의 고주파수 대역의 전파의 이용이 확대될 것으로 예측된다. 이 때문에, 76 GHz 대역이나 그것보다 고주파수 대역의 전파를 양호하게 흡수할 수 있는 전파 흡수체가 요망되고 있다.

[0006] 이와 같은 요구에 대응하기 위해, 고주파수 대역에 있어서의 넓은 범위에 있어서 양호하게 전파를 흡수할 수 있는 전파 흡수체로서, 예를 들어,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 계의 철 산화물로 이루어지는 자성 결정을 포함하는 전파 흡수층을 구비하는 전파 흡수체가 제안되어 있다 (예를 들어, 특허문헌 2, 비특허문헌 1 ~ 3).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2009-060060호  
(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 2008-277726호

**비특허문헌**

[0008] (비특허문헌 0001) A. Namai, S. Sakurai, M. Nakajima, T. Suemoto, K. Matsumoto, M. Goto, S. Sasaki, and S. Ohkoshi, J. Am. Chem. Soc., 131, 1170-1173 (2009).  
(비특허문헌 0002) A. Namai, M. Yoshikiyo, K. Yamada, S. Sakurai, T. Goto, T. Yoshida, T Miyazaki, M. Nakajima, T. Suemoto, H. Tokoro, and S. Ohkoshi, Nature Communications, 3, 1035/1-6 (2012).  
(비특허문헌 0003) S. Ohkoshi, S. Kuroki, S. Sakurai, K. Matsumoto, K. Sato, and S. Sasaki, Angew. Chem. Int. Ed., 46, 8392-8395 (2007).

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 그러나, 특허문헌 1 에 기재되는 바와 같은 전파 흡수 시트에 대해, 박막화와 보다 우수한 전파 흡수 성능의 양립에 대한 강한 요구가 있다.

[0010] 본 발명은, 상기 종래 기술의 문제점을 감안하여 이루어진 것으로서, 박막이고 전파 흡수 성능이 우수한 전파 흡수체 필름과, 당해 전파 흡수체 필름의 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명자들은, 기재층 상에 형성된 전파 흡수체 필름에 있어서, 전파 흡수층에 자성체와 바인더 수지를 함유시키고, 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 사용함으로써 상기 과제를 해결할 수 있는 것을 알아내어, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0012] 본 발명의 제 1 양태는, 기재층 상에 형성된 전파 흡수층을 구비하는 전파 흡수체로서,

[0013] 전파 흡수층이, 자성체와 바인더 수지를 포함하고,

[0014] 바인더 수지가, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함하는, 전파 흡수체 필름이다.

[0015] 본 발명의 제 2 양태는, 기재층 상에, 자성체와 바인더 수지를 포함하는 페이스트를 도포하여 도포막을 형성한 후, 도포막을 건조시켜 전파 흡수층을 형성하는, 전파 흡수층 형성 공정을 포함하고,

[0016] 바인더 수지가, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함하는, 전파 흡수체 필름의 제조 방법이다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명에 의하면, 박막이고 전파 흡수 성능이 우수한 전파 흡수체 필름과, 당해 전파 흡수체 필름의 제조 방법을 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 도 1 은, 실시예 1 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 나타내는 도면이다.

도 2 는, 실시예 2 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 나타내는 도면이다.

도 3 은, 실시예 3 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 나타내는 도면이다.

도 4 는, 실시예 4 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 나타내는 도면이다.

도 5 는, 비교예 1 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 나타내는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0019] 이하, 본 발명의 실시양태에 대해 상세하게 설명하지만, 본 발명은, 이하의 실시양태에 전혀 한정되는 것이 아니며, 본 발명의 목적의 범위 내에 있어서, 적절히 변경을 부가하여 실시할 수 있다.

[0020] 또, 본 명세서에 있어서, 「~」는 특별히 언급이 없으면 이상 내지 이하를 나타낸다.

[0021] <<전파 흡수체 필름>>

[0022] 전파 흡수체 필름은, 기재층 상에 형성된 전파 흡수층을 구비한다. 전파 흡수층은, 자성체와 바인더 수지를 포함한다. 바인더 수지가, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함한다.

[0023] 전파 흡수층에, 자성체와, 바인더 수지로서의 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 함유시킴으로써, 얇은 필름 형태여도, 전파 흡수 특성이 우수한 전파 흡수체 필름을 제조할 수 있다.

[0024] 전파 흡수체 필름에 대해, 밀리파 대역 이상의 고주파수의 전파를 보다 확실하게 흡수할 수 있는 관점에서, 30 기가헤르츠 (GHz) 이상, 바람직하게는 30 GHz 이상 300 GHz 이하, 보다 바람직하게는 40 GHz 이상 200 GHz 이하의 주파 대역이 바람직하다. 전파 흡수층을 구비하는 면의 측으로부터 측정된 반사 감쇠량에 있어서, 절대값이 30 dB 이상인 피크가 존재하는 것이 바람직하다.

[0025] 투과 감쇠량의 값은, 특별히 언급하지 않는 한, 후술하는 실시예에서 측정된 조건에 의해 측정되는 값으로 한다.

[0026] 전파 흡수체 필름의 형상은, 곡면을 갖고 있어도 되고, 평면만으로 구성되어 있어도 되며, 평판상이 바람직하다.

[0027] 전파 흡수체 필름의 두께는, 본 발명의 효과를 저해하지 않고, 그 필름을 얇게 하거나 소형화하거나 하는 관점

에서, 1000  $\mu\text{m}$  이하가 바람직하고, 900  $\mu\text{m}$  이하가 보다 바람직하고, 450  $\mu\text{m}$  이하가 더욱 바람직하고, 200  $\mu\text{m}$  이하가 특히 바람직하다.

- [0028] 전과 흡수체 필름의 두께는, 균일해도 되고, 불균일해도 된다.
- [0029] <전과 흡수층>
- [0030] 전술한 바와 같이 전과 흡수층은, 자성체와 함께 바인더 수지를 포함한다. 바인더 수지는, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함한다.
- [0031] 전과 흡수층의 막두께는, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 전과 흡수층의 막두께는, 전과 흡수체 필름의 박막화와 전과 흡수 성능의 밸런스의 점에서, 100  $\mu\text{m}$  이하가 바람직하고, 50  $\mu\text{m}$  이하가 보다 바람직하다.
- [0032] 전과 흡수층의 두께의 하한값으로는 본 발명의 효과를 저해하지 않는 한 특별히 제한은 없지만, 예를 들어, 1  $\mu\text{m}$  이상, 10  $\mu\text{m}$  이상 등을 들 수 있다.
- [0033] 전과 흡수층의 두께는, 균일해도 되고, 불균일해도 된다.
- [0034] 이하, 전과 흡수층의 필수 또는 임의의 구성에 대해 설명한다.
- [0035] [바인더 수지]
- [0036] 전과 흡수층은, 자성체와 함께 바인더 수지를 포함한다. 바인더 수지는, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함한다. 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 사용함으로써, 자성체를 바인더 수지 중에 양호하게 분산시키면서, 얇아도 우수한 전과 흡수 특성을 나타내는 전과 흡수체 필름을 제조할 수 있다.
- [0037] 또, 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 사용하는 경우, 전과 흡수층에 절곡시나 절단시의 크랙 내성이나, 저(低) 휨성을 부여할 수 있다.
- [0038] 전과 흡수층의 크랙 내성이나 저휨성이 양호한 점에서는, 바인더 수지의 유리 전이 온도는, 100  $^{\circ}\text{C}$  이하가 바람직하고, 0  $^{\circ}\text{C}$  이하가 보다 바람직하다. 이 때문에, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체의 유리 전이 온도도, 100  $^{\circ}\text{C}$  이하가 바람직하고, 0  $^{\circ}\text{C}$  이하가 보다 바람직하다.
- [0039] 방향족 에스테르-우레탄 공중합체는, 에스테르 결합(-CO-O-)과 우레탄 결합(-NH-CO-O-)을 포함하고, 또한 주사슬 골격 중에 방향족기를 포함하는 공중합체이다.
- [0040] 주사슬 골격 중에 방향족기는, 방향족 탄화수소기여도 되고, 복소 고리형 방향족기여도 되며, 방향족 탄화수소기가 바람직하다. 방향족 에스테르-우레탄 공중합체는, 분자 사슬 중에 에스테르 결합과 우레탄 결합이 랜덤하게 도입된 랜덤 공중합체여도 되고, 1 이상의 에스테르 블록과 1 이상의 우레탄 블록으로 이루어지는 블록 공중합체여도 된다.
- [0041] 방향족 에스테르-우레탄 공중합체의 제조 방법은 특별히 한정되지 않는다. 방향족 에스테르-우레탄 공중합체는, 전형적으로는, 디올 성분 (a1), 디카르복실산 (a2), 하이드록시카르복실산 성분 (a3), 및 디이소시아네이트 성분 (a4) 로 이루어지는 군에서 선택되는 1 종 이상의 단량체를, 일단계 또는 다단계로 중합시킴으로써 제조할 수 있다.
- [0042] 디카르복실산 성분 (a2) 및 하이드록시카르복실산 성분 (a3) 은, 메틸에스테르나 에틸에스테르 등의 에스테르 유도체, 카르복실산클로라이드 등의 카르복실산할라이드 등의 에스테르 또는 우레탄 형성성의 유도체로서 사용되어도 된다.
- [0043] 방향족 에스테르-우레탄 공중합체의 제조에 사용되는 상기 모노머는, 비분기 구조의 2 개의 탄화수소기에, 수산기, 카르복시기, 및 이소시아네이트기로 이루어지는 군에서 선택되는 2 개의 관능기가 결합한 화합물인 것이 바람직하다.
- [0044] 비분기 구조의 2 개의 탄화수소기로는, 알킬렌기, 알케닐렌기, 알키닐렌기, 아릴렌기, 또는 이들 기의 조합을 들 수 있다. 알킬렌기, 알케닐렌기, 및 알키닐렌기는, 직사슬 구조인 것이 바람직하다.
- [0045] 비분기 구조의 2 개의 탄화수소기가 알킬렌기, 알케닐렌기, 또는 알키닐렌기인 경우, 이들 기의 탄소 원자수는, 1 이상 8 이하가 바람직하고, 2 이상 6 이하가 보다 바람직하고, 2 이상 4 이하가 더욱 바람직하다.
- [0046] 비분기 구조의 2 개의 탄화수소기가 아릴렌기인 경우, 당해 아릴렌기로는, 페닐렌기, 및 나프틸렌기가 바람직하

고, 페닐렌기가 보다 바람직하고, p-페닐렌기가 더욱 바람직하다.

- [0047] 이상 설명한 비분기 구조의 2 개의 탄화수소기 중에서는, 알킬렌기, 및 아릴렌기, 그리고 알킬렌기와 아릴렌기의 조합이 바람직하다.
- [0048] 디올 성분 (a1) 의 바람직한 구체예로는, 에틸렌글리콜, 1,3-프로판디올, 1,4-부탄디올, 네오펜틸글리콜, 1,6-헥산디올, 1,4-시클로헥산디메탄올, 및 1,5-헵탄디올 등을 들 수 있다.
- [0049] 디카르복실산 (a2) 의 바람직한 구체예로는, 테레프탈산, 이소프탈산, 2,6-나프탈렌디카르복실산, 2,7-나프탈렌디카르복실산, 1,4-나프탈렌디카르복실산, 1,4-시클로헥산디카르복실산, 숙신산, 글루타르산, 아디프산, 옥살산, 및 말론산 등을 들 수 있다.
- [0050] 하이드록시카르복실산 성분 (a3) 의 바람직한 구체예로는, 4-하이드록시벤조산, 3-하이드록시벤조산, 6-하이드록시나프탈렌-2-카르복실산, 글리콜산, 락트산, 및  $\gamma$ -하이드록시부티르산 등을 들 수 있다.
- [0051] 디이소시아네이트 성분 (a4) 의 바람직한 구체예로는, 에틸렌디이소시아네이트, 트리메틸렌디이소시아네이트, 테트라메틸렌디이소시아네이트, 헥사메틸렌디이소시아네이트, 이소포론디이소시아네이트, m-자일렌디이소시아네이트, p-페닐렌디이소시아네이트, 톨릴렌디이소시아네이트, 4,4'-디페닐메탄디이소시아네이트, 및 및 1,5-나프탈렌디이소시아네이트 등을 들 수 있다.
- [0052] 방향족 에스테르-우레탄 공중합체의 중량 평균 분자량 (Mw) 은, 5000 이상 500000 이하가 바람직하고, 10000 이상 200000 이하가 보다 바람직하다. 본 출원의 명세서에 있어서, 중량 평균 분자량 (Mw) 이란, GPC 에 의해 측정된 폴리스티렌 환산에 의한 중량 평균 분자량이다.
- [0053] 방향족 에스테르-우레탄 공중합체의 시판품으로는, 바일론 시리즈 (상품명) (토요보 (주) 제조) 등을 들 수 있다. 보다 구체적으로는, 바일론 UR-1400, 바일론 UR-1410, 바일론 UR-1700, 바일론 UR-2300, 바일론 UR-3200, 바일론 UR-3210, 바일론 UR-3500, 바일론 UR-6100, 바일론 UR-8300, 및 바일론 UR-8700 등을 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0054] 바인더 수지는, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체 이외의 다른 수지를 포함하고 있어도 된다. 다른 수지의 종류는, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 한 특별히 한정되지 않는다. 다른 수지는, 엘라스토머나 고무와 같은 탄성 재료여도 된다. 또, 다른 수지는, 열가소성 수지여도 되고 경화성 수지여도 된다. 다른 수지가 경화성 수지인 경우, 경화성 수지는, 광경화성 수지여도 되고 열경화성 수지여도 된다.
- [0055] 다른 수지가 열가소성 수지인 경우의 바람직한 예로는, 폴리아세탈 수지, 폴리아미드 수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지 (폴리부틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리아릴레이트 등), FR-AS 수지, FR-ABS 수지, AS 수지, ABS 수지, 폴리페닐렌옥사이드 수지, 폴리페닐렌술파이드 수지, 폴리술폰 수지, 폴리에테르술폰 수지, 폴리에테르에테르케톤 수지, 불소계 수지, 폴리이미드 수지, 폴리아미드이미드 수지, 폴리아미드비스말레이미드 수지, 폴리에테르이미드 수지, 폴리벤조옥사졸 수지, 폴리벤조티아졸 수지, 폴리벤조이미다졸 수지, BT 수지, 폴리메틸헥센, 초고분자량 폴리에틸렌, FR-폴리프로필렌, 셀룰로오스 수지 (예를 들어, 메틸셀룰로오스, 에틸셀룰로오스), (메트)아크릴 수지 (폴리메틸메타크릴레이트 등), 및 폴리스티렌 등을 들 수 있다.
- [0056] 다른 수지가 열경화성 수지인 경우의 바람직한 예로는, 페놀 수지, 멜라민 수지, 에폭시 수지, 및 알키드 수지 등을 들 수 있다. 광경화성 수지로는, 다양한 비닐 모노머나, 다양한 (메트)아크릴산에스테르 등의 불포화 결합을 갖는 단량체를 광경화시킨 수지를 사용할 수 있다.
- [0057] 다른 수지가 탄성 재료인 경우의 바람직한 예로는, 올레핀계 엘라스토머, 스티렌계 엘라스토머, 폴리아미드계 엘라스토머, 폴리에스테르계 엘라스토머, 및 폴리우레탄계 엘라스토머 등을 들 수 있다.
- [0058] 바인더 수지의 전체 질량에 대한 다른 수지의 질량의 비율은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 바인더 수지의 전체 질량에 대한 다른 수지의 질량의 비율은, 원하는 성능의 전과 흡수체 필름을 얻기 쉬운 점에서, 예를 들어, 20 질량% 이하가 바람직하고, 10 질량% 이하가 보다 바람직하고, 5 질량% 이하가 더욱 바람직하고, 1 질량% 이하가 보다 더 바람직하고, 0 질량% 가 가장 바람직하다.
- [0059] 전과 흡수층에 있어서의 바인더 수지의 함유량은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 바인더 수지의 함유량은, 전과 흡수층의 고형분 질량에 대하여, 5 질량% 이상 30 질량% 이하가

바람직하고, 10 질량% 이상 25 질량% 이하가 보다 바람직하다.

- [0060] [자성체]
- [0061] 자성체의 종류로는, 전파 흡수체 필름이 원하는 전파 흡수 특성을 나타내는 한 특별히 한정되지 않는다.
- [0062] 상기 자성체는, 밀리파 대역 이상의 고주파수의 전파를 흡수할 수 있는 관점에서, 30 GHz 이상의 주파 대역에 있어서 자기 공명하는 자성체가 바람직하고, 30 GHz 이상 300 GHz 이하의 주파 대역에 있어서 자기 공명하는 자성체가 보다 바람직하다.
- [0063] 상기 자기 공명으로는, 밀리파 대역 이상의 주파 대역에 있어서, 원자에 있어서의 전자가 스핀 운동할 때의 세차 운동에 기초한 자기 공명을 들 수 있다. 밀리파 대역 이상의 주파 대역에 있어서의 세차 운동에 기초한 차이로 자기 효과에 의한 자연 자기 공명이 바람직하다.
- [0064] 상기 자성체로는, 밀리파 대역 이상의 고주파수의 전파를 흡수할 수 있는 한 특별히 제한은 없다. 바람직한 자성체로는, 엡실론형 산화철, 바륨페라이트 자성체, 및 스트론튬페라이트 자성체로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 개를 포함하는 자성체를 들 수 있다.
- [0065] 이하 엡실론형 산화철에 대해 설명한다.
- [0066] (엡실론형 산화철)
- [0067] 엡실론형 산화철로는,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정, 및 결정 구조와 공간군이  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 과 동일하며,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 Fe 사이트의 일부가 Fe 이외의 원소 M 으로 치환된 것이고, 식  $\epsilon$ -M<sub>x</sub>Fe<sub>2-x</sub>O<sub>3</sub> 으로 나타내고, 상기 x 가 0 이상 2 이하 (바람직하게는 0 이상 2 미만) 인 결정으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종인 것이 바람직하다. 이와 같은 엡실론형 산화철의 결정은 자성 결정이기 때문에, 본원의 명세서에서는, 그 결정에 대해 「자성 결정」이라고 부르는 경우가 있다.
- [0068]  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정에 대해서는, 임의의 것을 사용할 수 있다. 결정 구조와 공간군이  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 과 동일하며,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 Fe 사이트의 일부가 Fe 이외의 원소 M 으로 치환된 것이고, 식  $\epsilon$ -M<sub>x</sub>Fe<sub>2-x</sub>O<sub>3</sub> 으로 나타내고, 상기 x 가 0 이상 2 이하 (바람직하게는 0 이상 2 미만) 인 결정에 대해서는, 후술한다.
- [0069] 또한, 본원 명세서에 있어서  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 Fe 사이트의 일부가 치환 원소 M 으로 치환된  $\epsilon$ -M<sub>x</sub>Fe<sub>2-x</sub>O<sub>3</sub> 을 「M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>」이라고도 부른다.
- [0070]  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정을 자성상에 갖는 입자의 입자경은 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 후술하는 바와 같은 방법으로 제조되는, 엡실론형 산화철의 자성 결정을 자성상에 갖는 입자는, TEM (투과형 전자 현미경) 사진으로부터 측정되는 평균 입자경이 5 nm 이상 200 nm 이하의 범위에 있다.
- [0071] 또, 후술하는 바와 같은 방법으로 제조되는, 엡실론형 산화철의 자성 결정을 자성상에 갖는 입자의 변동 계수 (입자경의 표준 편차/평균 입자경)는 80 % 미만의 범위에 있어, 비교적 미세하고 입자경이 가지런해진 입자군이다.
- [0072] 바람직한 전파 흡수층에 있어서, 이와 같은 엡실론형 산화철의 자성 입자 (즉,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정을 자성상에 갖는 입자)의 분체를, 전파 흡수층 중의 전파 흡수 재료인 자성체로서 사용한다. 여기서 말하는 「자성상」은 당해 분체의 자성을 담당하는 부분이다.
- [0073] 「 $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정을 자성상에 갖는다」는 것은, 자성상이  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정으로 이루어지는 것을 의미하며, 그 자성상에 제조상 불가피적인 불순물 자성 결정이 혼재하는 경우를 포함한다.
- [0074] 엡실론형 산화철의 자성 결정은,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정과 공간군이나 산화 상태를 달리하는 철 산화물의 불순물 결정 (구체적으로는,  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, 및 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, 그리고 이들 결정에 있어서 Fe 의 일부가 다른 원소로 치환된 결정)을 포함하고 있어도 된다.

- [0075] 엡실론형 산화철의 자성 결정이 불순물 결정을 포함하는 경우,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 자성 결정이 주상인 것이 바람직하다. 즉, 당해 전과 흡수 재료를 구성하는 엡실론 철 산화물의 자성 결정 중에서,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및/또는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 자성 결정의 비율이, 화합물로서의 몰비로 50 몰% 이상인 것이 바람직하다.
- [0076] 결정의 존재비는, X 선 회절 패턴에 기초한 리트베틀법에 의한 해석으로 구할 수 있다. 자성상의 주위에는 줄-겔 과정에서 형성된 실리카 (SiO<sub>2</sub>) 등의 비자성 화합물이 부착되어 있는 경우가 있다.
- [0077] (M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- [0078] 결정과 공간군이  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 과 동일하며,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 Fe 사이트의 일부가 Fe 이외의 원소 M 으로 치환된 것이라는 조건을 만족하는 한, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 에 있어서의 원소 M 의 종류는 특별히 한정되지 않는다. M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 은, Fe 이외의 원소 M 을 복수 종 포함하고 있어도 된다.
- [0079] 원소 M 의 바람직한 예로는, In, Ga, Al, Sc, Cr, Sm, Yb, Ce, Ru, Rh, Ti, Co, Ni, Mn, Zn, Zr, 및 Y 를 들 수 있다. 이것들 중에서는, In, Ga, Al, Ti, Co 및 Rh 가 바람직하다. M 이 Al 인 경우,  $\epsilon$ -M<sub>x</sub>Fe<sub>2-x</sub>O<sub>3</sub> 으로 나타내는 조성에 있어서, x 는 예를 들어 0 이상 0.8 미만의 범위 내인 것이 바람직하다. M 이 Ga 인 경우, x 는 예를 들어 0 이상 0.8 미만의 범위 내인 것이 바람직하다. M 이 In 인 경우, x 는 예를 들어 0 이상 0.3 미만의 범위 내인 것이 바람직하다. M 이 Rh 인 경우, x 는 예를 들어 0 이상 0.3 미만의 범위인 것이 바람직하다. M 이 Ti 및 Co 인 경우에는, x 는 예를 들어 0 이상 1 미만의 범위인 것이 바람직하다.
- [0080] 전과 흡수량이 최대가 되는 주파수는, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 에 있어서의 원소 M 의 종류 및 치환량 중 적어도 일방을 조정함으로써 조정할 수 있다.
- [0081] 이와 같은 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정은, 예를 들어 후술하는, 역미셀법과 줄-겔법을 조합한 공정 및 소성 공정에 의해 합성할 수 있다. 또, 일본 공개특허공보 2008-174405호에 개시되는 바와 같은, 직접 합성법과 줄-겔법을 조합한 공정, 및 소성 공정에 의해 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정을 합성할 수 있다.
- [0082] 구체적으로는,
- [0083] Jian Jin, Shin-ichi Ohkoshi and Kazuhito Hashimoto, ADVANCED MATERIALS 2004, 16, No.1, January 5, p.48-51,
- [0084] Shin-ichi Ohkoshi, Shunsuke Sakurai, Jian Jin, Kazuhito Hashimoto, JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 97, 10K312 (2005),
- [0085] Shunsuke Sakurai, Jian Jin, Kazuhito Hashimoto and Shin-ichi Ohkoshi, JOURNAL OF THE PHYSICAL SOCIETY OF JAPAN, Vol.74, No.7, July, 2005, p.1946-1949,
- [0086] Asuka Namai, Shunsuke Sakurai, Makoto Nakajima, Tooru Suemoto, Kazuyuki Matsumoto, Masahiro Goto, Shinya Sasaki, and Shin-ichi Ohkoshi, Journal of the American Chemical Society, Vol.131, p.1170-1173, 2009. 등에 기재되는 바와 같은, 역미셀법과 줄-겔법을 조합한 공정 및 소성 공정에 의해, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정을 얻을 수 있다.
- [0087] 역미셀법에서는, 계면 활성제를 포함한 2 종류의 미셀 용액, 즉 미셀 용액 I (원료 미셀) 과 미셀 용액 II (중화제 미셀) 를 혼합함으로써, 미셀 내에서 수산화철의 침전 반응을 진행시킨다. 다음으로, 줄-겔법에 의해, 미셀 내에서 생성된 수산화철 미립자의 표면에 실리카 코트를 실시한다. 실리카 코트층을 구비하는 수산화철 미립자는, 액으로부터 분리된 후, 소정의 온도 (700 ~ 1300 °C 의 범위 내) 에서 대기 분위기하에서의 열처리에 제공된다. 이 열처리에 의해  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 미립자가 얻어진다.
- [0088] 보다 구체적으로는, 예를 들어 이하와 같이 하여 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정이 제조된다.
- [0089] 먼저, n-옥탄을 유상으로 하는 미셀 용액 I 의 수상에, 철원으로서의 질산철 (III) 과, 철의 일부를 치환시키는 M 원소원으로서의 M 질산염 (Al 의 경우, 질산알루미늄 (III) 9 수화물, Ga 의 경우, 질산갈륨 (III) 수화물, In 의 경우, 질산인듐 (III) 3 수화물, Ti 및 Co 인 경우, 황산티탄 (IV) 의 수화물과 질산코발트 (II) 6 수화물)

과, 계면 활성제 (예를 들어 브롬화세틸트리메틸암모늄) 를 용해시킨다.

- [0090] 미셀 용액 I 의 수상에는, 적당량의 알칼리 토금속 (Ba, Sr, Ca 등) 의 질산염을 용해시켜 둘 수 있다. 이 질산염은 형상 제어제로서 기능한다. 알칼리 토금속이 액 중에 존재하면, 최종적으로 로드 형상의 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 입자가 얻어진다. 형상 제어제가 없는 경우에는, 구상에 가까운 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 입자가 얻어진다.
- [0091] 형상 제어제로서 첨가한 알칼리 토금속은, 생성되는 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 표층부에 잔존하는 경우가 있다. M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 있어서의 알칼리 토금속의 질량은, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 있어서의 치환 원소 M 의 질량과 Fe 의 질량의 합계에 대하여, 20 질량% 이하인 것이 바람직하고, 10 질량% 이하인 것이 보다 바람직하다.
- [0092] n-옥탄을 유상으로 하는 미셀 용액 II 의 수상에는 암모니아 수용액을 사용한다.
- [0093] 미셀 용액 I 및 II 를 혼합한 후, 졸-겔법을 적용한다. 즉, 실란 (예를 들어 테트라에틸오르토실란) 을 미셀 용액의 혼합액에 적하하면서 교반을 계속하여, 미셀 내에서 수산화철, 또는 원소 M 을 함유하는 수산화철의 생성 반응을 진행시킨다. 이로써, 미셀 내에서 생성된 미세한 수산화철의 침전의 입자 표면이, 실란의 가수분해에 의해 생성되는 실리카로 코팅된다.
- [0094] 이어서, 실리카 코팅된 M 원소 함유 수산화철 입자를 액으로부터 분리·세정·건조시켜 얻은 입자 분체를 노 내에 장입하고, 공기 중에서 700 °C 이상 1300 °C 이하, 바람직하게는 900 °C 이상 1200 °C 이하, 더욱 바람직하게는 950 °C 이상 1150 °C 이하의 온도 범위에서 열처리 (소성) 한다.
- [0095] 이 열처리에 의해 실리카 코팅 내에서 산화 반응이 진행되어, 미세한 M 원소 함유 수산화철의 미세한 입자가, 미세한 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 입자로 변화한다.
- [0096] 이 산화 반응시에, 실리카 코트의 존재가  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이나  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 결정이 아니라,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 과 공간군이 동일한 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 생성에 기여함과 함께, 입자끼리의 소결을 방지하는 작용을 한다. 또, 적당량의 알칼리 토금속이 공존하고 있으면, 입자 형상이 로드상으로 성장하기 쉽다.
- [0097] 또, 전술한 바와 같이, 일본 공개특허공보 2008-174405호에 개시되는 바와 같은, 직접 합성법과 졸-겔법을 조합한 공정, 및 소성 공정에 의해 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정을 보다 경제적으로 유리하게 합성할 수 있다.
- [0098] 간결하게 설명하면, 처음에 3 개의 철염과 치환 원소 M (Ga, Al 등) 의 염이 용해되어 있는 수용매에, 교반 상태에서 암모니아수 등의 중화제를 첨가함으로써, 철의 수산화물 (일부가 다른 원소로 치환되어 있는 경우도 있다) 로 이루어지는 전구체가 형성된다.
- [0099] 그 후에 졸-겔법을 적용하여, 전구체 입자 표면에 실리카의 피복층을 형성시킨다. 이 실리카 피복 입자를 액으로부터 분리한 후, 소정의 온도에서 열처리 (소성) 를 실시하면, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 미립자가 얻어진다.
- [0100] 상기와 같은 M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 합성에 있어서,  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정과 공간군이나 산화 상태를 달리하는 철 산화물 결정 (불순물 결정) 이 생성되는 경우가 있다. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 의 조성을 가지면서 결정 구조가 상이한 다형 (polymorphism) 에는 가장 보편적인 것으로서  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 이 있다. 그 밖의 철 산화물로는 FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 등을 들 수 있다.
- [0101] 이와 같은 불순물 결정의 함유는, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 결정의 특성을 가능한 한 높게 끌어내는 데에 있어서 바람직하다고는 할 수 없지만, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 범위에서 허용된다.
- [0102] 또, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 보자력 H<sub>c</sub> 는, 치환 원소 M 에 의한 치환량에 따라 변화한다. 요컨대, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 있어서의 치환 원소 M 에 의한 치환량을 조정함으로써, M 치환  $\epsilon$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 보자력 H<sub>c</sub> 를 조정할 수 있다.
- [0103] 구체적으로는, 예를 들어 Al, Ga 등을 치환 원소 M 으로서 사용한 경우에는, 치환량이 증가할수록, M 치환  $\epsilon$ -

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 보자력 H<sub>c</sub> 가 저하된다. 한편, Rh 등을 치환 원소 M 으로서 사용한 경우에는, 치환량이 증가할수록, M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 보자력 H<sub>c</sub> 는 증대된다.

- [0104] 치환 원소 M 에 의한 치환량에 따라 M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 보자력 H<sub>c</sub> 를 조정하기 쉬운 점에서는, 치환 원소 M 으로서, Ga, Al, In, Ti, Co 및 Rh 가 바람직하다.
- [0105] 그리고, 이 보자력 H<sub>c</sub> 의 저하에 수반하여, 엡실론형 산화철의 전과 흡수량이 최대가 되는 피크의 주파수도 저주파수측 혹은 고주파수측으로 시프트된다. 요컨대, M 원소의 치환량에 의해 전과 흡수량의 피크의 주파수를 컨트롤할 수 있다.
- [0106] 일반적으로 사용되고 있는 전과 흡수체의 경우, 전과의 입사 각도나 주파수가 설계한 값에서 벗어나 버리면 흡수량이 거의 제로가 된다. 이것에 대하여, 엡실론형 산화철을 사용한 경우, 조금 값이 벗어나도, 넓은 주파수 범위 및 전과 입사 각도에서 전과 흡수를 나타낸다. 이 때문에, 폭넓은 주파수 대역의 전과를 흡수 가능한 전과 흡수층을 제공할 수 있다.
- [0107] 엡실론형 산화철의 입자경에 대해, 예를 들어 상기 공정에 있어서 열처리 (소성) 온도를 조정함으로써 컨트롤 가능하다.
- [0108] 진술한 역미셀법과 졸-겔법을 조합한 수법이나, 일본 공개특허공보 2008-174405호에 개시되는 직접 합성법과 졸-겔법을 조합한 수법에 의하면, TEM (투과형 전자 현미경) 사진으로부터 측정되는 평균 입자경으로서, 5 nm 이상 200 nm 이하의 범위의 입자경을 갖는 엡실론형 산화철의 입자를 합성하는 것이 가능하다. 엡실론형 산화철의 평균 입자경은, 10 nm 이상이 보다 바람직하고, 20 nm 이상이 보다 바람직하다.
- [0109] 또한, 수평균 입자경인 평균 입자경을 구할 때, 엡실론형 산화철의 입자가 로드상인 경우, TEM 화상 상에서 관찰되는 입자의 장축 방향의 직경을 당해 입자의 직경으로 하여 평균 입자경을 산출한다. 평균 입자경을 구할 때의 측정 대상의 입자수는 평균값을 산출하는 데에 있어서 충분히 많은 수이면 특별히 한정되지 않지만, 300 개 이상인 것이 바람직하다.
- [0110] 또, 졸-겔법으로 수산화철 미립자의 표면에 코팅된 실리카 코트가, 열처리 (소성) 후의 M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정의 표면에 존재하는 경우가 있다. 결정의 표면에 실리카와 같은 비자성 화합물이 존재하는 경우, 자성 결정의 취급성이나, 내구성, 내후성 등이 향상되는 점에서 바람직하다.
- [0111] 비자성 화합물의 바람직한 예로는, 실리카 외에, 알루미늄이나 지르코니아 등의 내열성 화합물을 들 수 있다.
- [0112] 단, 비자성 화합물의 부착량이 지나치게 많으면, 입자끼리가 격렬하게 응집되는 경우가 있어 바람직하지 않다.
- [0113] 비자성 화합물이 실리카인 경우, M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 있어서의 Si 의 질량은, M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 있어서의 치환 원소 M 의 질량과 Fe 의 질량의 합계에 대하여, 100 질량% 이하인 것이 바람직하다.
- [0114] M 치환 ε-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 자성 결정에 부착된 실리카의 일부 또는 대부분은, 알칼리 용액에 침지시키는 방법에 의해 제거할 수 있다. 실리카 부착량은 이와 같은 방법으로 임의의 양으로 조정 가능하다.
- [0115] 전과 흡수층에 있어서의 자성체의 함유량은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 자성체의 함유량은, 전과 흡수층의 고형분 질량에 대하여, 30 질량% 이상이 바람직하고, 40 질량% 이상이 보다 바람직하고, 60 질량% 이상이 특히 바람직하고, 60 질량% 이상 91 질량% 이하가 가장 바람직하다.
- [0116] (비유전율 조정 방법)
- [0117] 전과 흡수층의 비유전율로는 특별히 제한은 없지만, 6.5 이상 65 이하인 것이 바람직하고, 10 이상 50 이하인 것이 보다 바람직하고, 15 이상 30 이하인 것이 더욱 바람직하다. 전과 흡수층의 비유전율을 조정하는 방법은 특별히 한정되지 않는다. 전과 흡수층 각각의 비유전율의 조정 방법으로는, 전과 흡수층에 유전체의 분말을 함유시키고, 또한 유전체의 분말의 함유량을 조정하는 방법을 들 수 있다.
- [0118] 유전체의 바람직한 예로는, 티탄산바륨, 티탄산스트론튬, 티탄산칼슘, 티탄산마그네슘, 티탄산비스무트, 티탄산지르코늄, 티탄산아연, 및 이산화티탄을 들 수 있다. 전과 흡수층은, 복수 종류의 유전체의 분말을 조합하여 포함하고 있어도 된다.

- [0119] 전과 흡수층의 비유전율의 조정에 사용되는 유전체의 분말의 입자경은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 유전체의 분말의 평균 입자경은, 1 nm 이상 100 nm 이하가 바람직하고, 5 nm 이상 50 nm 이하가 보다 바람직하다. 여기서, 유전체의 분말의 평균 입자경은, 전자 현미경에 의해 관찰되는, 유전체의 분말의 일차 입자의 수평균 직경이다.
- [0120] 유전체의 분말을 사용하여 전과 흡수층의 비유전율을 조정하는 경우, 전과 흡수층의 비유전율이 소정의 범위 내인 한, 유전체의 분말의 사용량은 특별히 한정되지 않는다. 유전체의 분말의 사용량은, 전과 흡수층 각각의 고형분 질량에 대하여, 0 질량% 이상 20 질량% 이하가 바람직하고, 5 질량% 이상 10 질량% 이하가 보다 바람직하다.
- [0121] 또, 전과 흡수층에 카본 나노튜브를 함유시킴으로써 비유전율을 조정할 수 있다. 카본 나노튜브는, 상기 유전체의 분말과 병용해도 된다.
- [0122] 전과 흡수층에 대한 카본 나노튜브의 배합량은, 전과 흡수층의 비유전율이 상기 소정의 범위 내인 한 특별히 한정되지 않는다. 단, 카본 나노튜브는 도전성 재료이기도 하기 때문에, 카본 나노튜브의 사용량이 과다하면, 전과 흡수층에 의해 초래되는 전과 흡수 특성이 저해되는 경우가 있다.
- [0123] 카본 나노튜브의 사용량은, 전과 흡수층의 고형분 질량에 대하여, 0 질량% 이상 20 질량% 이하가 바람직하고, 1 질량% 이상 10 질량% 이하가 보다 바람직하다.
- [0124] (비투자율 조정 방법)
- [0125] 전과 흡수층의 비투자율은 특별히 한정되지 않지만, 1.0 이상 1.5 이하가 바람직하다. 전과 흡수층의 비투자율을 조정하는 방법은 특별히 한정되지 않는다. 전과 흡수층 각각의 비투자율의 조정 방법으로는, 전술한 바와 같이, 엡실론형 산화철에 있어서의 치환 원소 M 에 의한 치환량을 조정하는 방법, 전과 흡수층에 있어서의 자성체의 함유량을 조정하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0126] (분산제)
- [0127] 상기 자성체, 비유전율 및 비투자율을 조정하기 위해 첨가되는 물질을 전과 흡수층 중에서 양호하게 분산시킬 목적으로, 전과 흡수층은 분산제를 포함하고 있어도 된다. 분산제는, 상기 자성체, 폴리머 등과 함께 균일하게 혼합되어도 된다. 분산제는 바인더 수지 중에 배합되어도 된다. 또, 분산제에 의해 미리 처리된, 상기 자성체, 비유전율 및 비투자율을 조정하기 위해 첨가되는 물질을, 전과 흡수층을 구성하는 재료에 배합해도 된다.
- [0128] 분산제의 종류는 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 종래부터 다양한 무기 미립자나 유기 미립자의 분산 용도로 사용되고 있는 다양한 분산제 중에서, 분산제를 선택할 수 있다.
- [0129] 분산제의 바람직한 예로는, 실란 커플링제 (예를 들어, 페닐트리메톡시실란), 티타네이트 커플링제, 지르코네이트 커플링제, 및 알루미늄네이트 커플링제 등을 들 수 있다.
- [0130] 분산제의 함유량은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서 특별히 한정되지 않는다. 분산제의 함유량은, 전과 흡수층의 고형분 질량에 대하여, 0.1 질량% 이상 30 질량% 이하가 바람직하고, 1 질량% 이상 15 질량% 이하가 보다 바람직하고, 1 질량% 이상 10 질량% 이하가 특히 바람직하다.
- [0131] [그 밖의 성분]
- [0132] 전과 흡수층은, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서, 상기 성분 이외의 다양한 첨가제를 포함하고 있어도 된다. 전과 흡수층이 포함할 수 있는 첨가제로는, 착색제, 산화 방지제, 자외선 흡수제, 난연제, 난연 보조제, 가소제, 및 계면 활성제 등을 들 수 있다. 이들 첨가제는, 본 발명의 목적을 저해하지 않는 범위에서, 그것들이 종래 사용되는 양을 감안하여 사용된다.
- [0133] <전과 흡수층 형성용 페이스트>
- [0134] 전과 흡수층을 형성하는 방법으로는, 특별히 두께의 제한없이 고효율로 전과 흡수층을 형성할 수 있는 점과, 기재층 상에 직접 전과 흡수층을 형성할 수 있는 점에서, 전과 흡수층 형성용 페이스트를 사용하여 형성하는 방법이 바람직하다.
- [0135] 전과 흡수층 형성용 페이스트는, 상기 바인더 수지와 상기 자성체를 함유하는 것이 바람직하다. 전과 흡수층 형성용 페이스트는, 전과 흡수층에 대해 전술한, 비유전율, 비투자율 등의 조정을 위해 첨가되는 물질, 및

그 밖의 성분 등을 함유하고 있어도 된다. 또한, 바인더 수지가 경화성 수지를 포함하는 경우, 전과 흡수층 형성용 페이스트는, 경화성 수지의 전구체인 화합물을 포함한다. 이 경우, 전과 흡수층 형성용 페이스트는, 경화제, 경화 촉진제, 및 중합 개시제 등을 필요에 따라 함유한다.

[0136] 또, 전과 흡수층 형성용 페이스트가 광중합성 또는 열중합성의 화합물을 포함하는 경우, 도포막에 대하여, 필요에 따라 노광 또는 가열을 실시하여, 전과 흡수층을 형성해도 된다.

[0137] 전과 흡수층 형성용 페이스트는, 분산매를 추가로 포함하는 것이 바람직하다. 분산매로는, 물, 유기 용제, 및 유기 용제의 수용액을 사용할 수 있다. 분산매로는, 유기 성분을 용해시키기 쉬운 점이나, 증발 잠열이 낮아 건조에 의한 제거가 용이한 점 등에서, 유기 용제가 바람직하다.

[0138] 분산매로서 사용되는 유기 용제의 바람직한 예로는, N,N,N',N'-테트라메틸우레아 (TMU), N-메틸-2-피롤리돈 (NMP), N,N-디메틸아세트아미드 (DMAc), N,N-디메틸이소부틸아미드, N,N-디에틸아세트아미드, N,N-디메틸포름아미드 (DMF), N,N-디에틸포름아미드, N-메틸카프로락탐, 1,3-디메틸-2-이미다졸리디논 (DMI), 피리딘 등의 함질소 극성 용제 ; 디에틸케톤, 메틸부틸케톤, 디프로필케톤, 시클로헥사논 등의 케톤류 ; n-펜탄올, 4-메틸-2-펜탄올, 시클로헥산올, 디아세톤알코올 등의 알코올류 ; 에틸렌글리콜모노메틸에테르, 에틸렌글리콜모노에틸에테르, 에틸렌글리콜모노부틸에테르, 프로필렌글리콜모노메틸에테르, 프로필렌글리콜모노에틸에테르, 디에틸렌글리콜모노메틸에테르, 디에틸렌글리콜모노에틸에테르, 디에틸렌글리콜디메틸에테르, 디에틸렌글리콜디에틸에테르 등의 에테르계 알코올류 ; 아세트산-n-부틸, 아세트산아밀 등의 포화 지방족 모노카르복실산알킬에스테르류 ; 락트산에틸, 락트산-n-부틸 등의 락트산에스테르류 ; 아세톤, 메틸에틸케톤, 시클로헥사논, 아세토펜논, 벤조페논 등의 케톤류 ; 메틸셀로솔브아세테이트, 에틸셀로솔브아세테이트, 프로필렌글리콜모노메틸에테르아세테이트, 프로필렌글리콜모노에틸에테르아세테이트, 에틸-3-에톡시프로피오네이트, 2-메톡시부틸아세테이트, 3-메톡시부틸아세테이트, 4-메톡시부틸아세테이트, 2-메틸-3-메톡시부틸아세테이트, 3-메틸-3-메톡시부틸아세테이트, 3-에틸-3-메톡시부틸아세테이트, 2-에톡시부틸아세테이트, 4-에톡시부틸아세테이트, 4-프로폭시부틸아세테이트, 2-메톡시펜틸아세테이트 등의 에테르계 에스테르류 등을 들 수 있다. 이것들은, 단독으로 또는 2 종 이상을 조합하여 사용할 수 있다.

[0139] 전과 흡수층 형성용 페이스트의 고형분 농도는, 전과 흡수층 형성용 페이스트를 도포하는 방법, 전과 흡수층의 두께 등에 따라 적절히 조정된다. 전형적으로는 전과 흡수층 형성용 페이스트의 고형분 농도는, 3 질량% 이상 60 질량% 이하가 바람직하고, 10 질량% 이상 50 질량% 이하가 보다 바람직하다. 또한, 페이스트의 고형분 농도는, 분산매에 용해되어 있지 않은 성분의 질량과 분산매에 용해되어 있는 성분의 질량의 합계를 고형분의 질량으로 하여 산출되는 값이다.

[0140] <기재층>

[0141] 진술한 전과 흡수층은, 기재층 상에 적층된다. 기재층으로는, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 한 임의의 기재를 포함하는 층이어도 되는데, 예를 들어, 수지를 포함하는 층 등을 들 수 있다.

[0142] 상기 수지로는, 예를 들어, 폴리에틸렌테레프탈레이트 (PET), 폴리에틸렌나프탈레이트 (PEN), 아크릴 (PMMA), 폴리카보네이트 (PC), 시클로올레핀 폴리머 (COP), 폴리에테르술폰, 폴리이미드, 폴리아미드이미드 등을 들 수 있다. 그 중에서도, 내열성이 우수하고, 치수 안정성과 비용의 밸런스가 양호한 점에서 PET 가 바람직하다.

[0143] 기재층의 형상은, 곡면을 갖고 있어도 되고, 평면만으로 구성되어 있어도 되며, 평판상이 바람직하다.

[0144] 기재층의 두께로는, 본 발명의 효과를 저해하지 않고, 그 필름을 얇게 하거나 소형화하거나 하는 관점에서, 800 μm 이하가 바람직하고, 500 μm 이하가 보다 바람직하고, 300 μm 이하가 더욱 바람직하고, 150 μm 이하가 특히 바람직하다.

[0145] 기재층의 두께의 하한값으로는 본 발명의 효과를 저해하지 않는 한 특별히 제한은 없지만, 예를 들어, 1 μm 이상, 10 μm 이상, 50 μm 이상 등을 들 수 있다.

[0146] <금속층>

[0147] 기재층의 전과 흡수층이 형성되어 있는 면과 반대측의 면에는 금속층이 형성되어도 된다. 금속층을 형성하는 경우, 금속층에 의해 반사되는 전파를 감소시킬 수 있다. 금속층을 구성하는 금속으로는, 예를 들어, 알루미늄, 티탄, SUS, 구리, 놋쇠, 은, 금, 및 백금 등이 바람직하다.

[0148] 금속층의 두께는 특별히 한정되지 않고, 전과 흡수층 필름을 얇게 하는 관점에서, 600 μm 이하가 바람직하고,

400  $\mu\text{m}$  이하가 보다 바람직하고, 100  $\mu\text{m}$  이하가 더욱 바람직하고, 50  $\mu\text{m}$  이하가 특히 바람직하다.

- [0149] 금속층의 두께의 하한값으로는 본 발명의 효과를 저해하지 않는 한 특별히 제한은 없지만, 예를 들어, 0.1  $\mu\text{m}$  이상, 1  $\mu\text{m}$  이상, 5  $\mu\text{m}$  이상, 10  $\mu\text{m}$  이상 등을 들 수 있다.
- [0150] <용도>
- [0151] 상기 전과 흡수체 필름은, 휴대 전화, 무선 LAN, ETC 시스템, 고속 도로 교통 시스템, 자동차 주행 지원 도로 시스템, 위성 방송 등의 다양한 정보 통신 시스템에 있어서의 각종 소자 (차재 소자, 고주파 안테나 소자 등을 포함한다) 에 사용되는 전과 흡수용의 필름으로서 바람직하게 사용할 수 있다.
- [0152] <<전과 흡수체 필름의 제조 방법>>
- [0153] 전술한 전과 흡수체 필름을 제조하는 방법은, 소정 구조의 전과 흡수체 필름을 제조할 수 있는 한 특별히 한정되지 않는다.
- [0154] 바람직한 방법으로는, 기재층 상에, 자성체와 바인더 수지를 포함하는 페이스트를 도포하여 도포막을 형성한 후, 도포막을 건조시켜 전과 흡수층을 형성하는, 전과 흡수층 형성 공정을 포함하는 방법을 들 수 있다.
- [0155] 전술한 바와 같이, 바인더 수지는, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함한다.
- [0156] 전과 흡수층 형성 공정에 있어서의 사용하는 페이스트로는, 전술한 전과 흡수층 형성용 페이스트를 사용할 수 있다.
- [0157] 기재층 상에 전과 흡수층 형성용 페이스트를 도포하는 방법은, 원하는 두께의 전과 흡수층을 형성할 수 있는 한 특별히 한정되지 않는다. 도포 방법으로는, 예를 들어, 스프레이 코팅법, 딥 코팅법, 롤 코팅법, 커튼 코팅법, 스핀 코팅법, 스크린 인쇄법, 닥터 블레이드법, 및 어플리케이션법 등을 들 수 있다.
- [0158] 상기 방법에 의해 형성되는 도포막을 건조시켜 분산매를 제거함으로써 전과 흡수층을 형성할 수 있다. 도포막의 막두께는, 건조 후에 얻어지는 전과 흡수층의 두께가 원하는 두께가 되도록 적절히 조정된다.
- [0159] 건조 방법은, 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어, (1) 핫 플레이트에서 80  $^{\circ}\text{C}$  이상 180  $^{\circ}\text{C}$  이하, 바람직하게는 90  $^{\circ}\text{C}$  이상 160  $^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 1 분간 이상 30 분간 이하 건조시키는 방법, (2) 실온에서 수 시간 ~ 수 일간 방치하는 방법, (3) 온풍 히터나 적외선 히터 중에 수십 분간 ~ 수 시간 넣어 용제를 제거하는 방법 등을 들 수 있다.
- [0160] 전과 흡수체 필름의 제조 방법은, 전과 흡수층 형성 공정에서 얻어진, 기재층과 전과 흡수층을 구비하는 적층체를 절단하여, 미리 정해진 사이즈의 전과 흡수체 필름을 취득하는, 절단 공정을 포함하고 있어도 된다.
- [0161] 전술한 바와 같이, 본 발명의 전과 흡수층은, 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 포함하기 때문에, 양호한 내크랙성을 구비한다. 이 때문에, 전과 흡수체 필름을 절단해도, 절단면에 있어서 전과 흡수층에 크랙이 잘 발생하지 않는다.
- [0162] 실시예
- [0163] 이하에 실시예에 기초하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 의해 한정되지 않는다.
- [0164] [실시예 1]
- [0165] (전과 흡수층 형성용 페이스트의 조제)
- [0166] TMU 35 질량부에 대하여, 하기 엡실론형 산화철 40 질량부, 하기 카본 나노튜브 (CNT) 2 질량부, 하기 분산제 3 질량부 및 하기 바인더 수지 용액 20 질량부를 첨가하였다. 자전·공전 믹서에 의해 교반하여, 각 성분을 균일하게 용해 또는 분산시켜 전과 흡수층 형성용 페이스트를 얻었다.
- [0167] 엡실론형 산화철로서  $\epsilon\text{-Ga}_{0.45}\text{Fe}_{1.55}\text{O}_3$  을 사용하였다. 엡실론형 산화철의 평균 입자경은, 20 nm 이상 30 nm 이하였다.
- [0168] CNT 로는, 장경 150 nm 의 다층 카본 나노튜브 (상품명 VGCF-H ; 쇼와 전공사 제조) 를 사용하였다.
- [0169] 분산제로는, 페닐트리메톡시실란을 사용하였다.

- [0170] 바인더 수지 용액으로서, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체 (토요보 (주) 제조, 바일론 UR-3210, 유리 전이 온도  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 중량 평균 분자량 40000, 수지 5 질량부 및 메틸에틸케톤 15 질량부로 이루어진다) 를 사용하였다.
- [0171] (전파 흡수체 필름의 제조)
- [0172] PET 필름 (두께  $125\text{ }\mu\text{m}$ ) 에 상기 전파 흡수층 형성용 페이스트를 사용하여 어플리케이션에 의해 도포하였다. 그 후, 도포막을  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  10 분 및  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$  10 분의 조건에서 건조시켜, 두께  $35\text{ }\mu\text{m}$  의 전파 흡수층을 형성하여, 전파 흡수체 필름을 얻었다. 건조 직후에 얻어진 전파 흡수체 필름을 가로 세로 5 cm 의 정방형 형상으로 절단하여, 이하의 평가용의 시험편을 제조하였다.
- [0173] <반사 감쇠량>
- [0174] 가로 세로 5 cm 의 정방형의 전파 흡수체 필름의 시료를 알루미늄판 상에 첩부하였다. 알루미늄판 상의 측정용 시료에 대하여, 50 ~ 100 GHz 의 전파를 입사시키고, 그 반사 감쇠량을 테라헤르츠 분광 장치 (아드반테스 트사 제조) 를 사용하여 측정하였다.
- [0175] 주파수  $f$  에 있어서의 반사 감쇠량  $RL(f)$  는,  $RL(f) = -10\text{Log}(R(f)/100)$  으로 구해진다. 여기서,  $R(f)$  는 반사율 (%) 이다.
- [0176] 주파수 (Frequency) 50 ~ 100 GHz 의 범위에 있어서의 실시예 1 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량 (Reflection Loss (dB)) 을 도 1 에 나타낸다.
- [0177] <크랙 내성 (절곡)>
- [0178] 얻어진 전파 흡수체 필름의 시료를  $180^{\circ}$  절곡한 후, 접힌 자국 부근에서의 필름 양면에 있어서의 크랙 발생의 유무를 확인하였다. 크랙이 발생하지 않았던 경우를 ○ 로 판정하고, 크랙이 발생한 경우를 × 로 판정하였다.
- [0179] <크랙 내성 (절단)>
- [0180] 얻어진 전파 흡수체 필름의 복수의 시료를 커터를 사용하여 절단한 후, 절단면 부근에 있어서의 크랙 발생의 유무를 확인하였다. 모든 시료에서 크랙이 발생하지 않았던 경우를 ○ 로 판정하고, 복수의 시료의 일부에서 크랙이 발생한 경우를 △ 로 판정하고, 모든 시료에서 크랙이 발생한 경우를 × 로 판정하였다.
- [0181] <휨>
- [0182] 얻어진 건조 직후의 전파 흡수체 필름의 시료를 평탄한 대 상에 놓고, 전파 흡수체 필름과 대의 평탄면이 이루는 각을 측정하여, 휨을 평가하였다. 각도가  $15^{\circ}$  미만인 경우를 ○ 로 판정하고, 각도가  $15^{\circ}$  이상인 경우를 × 로 판정하였다.
- [0183] [실시예 2]
- [0184] 바인더 수지를, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체 (토요보 (주) 제조, 바일론 UR-8300, 유리 전이 온도  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 중량 평균 분자량 30000, 수지 5 질량부 및 메틸에틸케톤 15 질량부로 이루어진다) 로 변경하는 것 외에는, 실시예 1 과 동일하게 전파 흡수체 필름의 제조와 평가를 실시하였다. 각 평가 결과를 표 1 에 기재한다. 또, 50 ~ 100 GHz 의 범위에 있어서의 실시예 2 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 도 2 에 나타낸다.
- [0185] [실시예 3]
- [0186] 바인더 수지를, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체 (토요보 (주) 제조, 바일론 UR-1400, 유리 전이 온도  $83\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 중량 평균 분자량 40000, 수지 5 질량부 및 메틸에틸케톤 15 질량부로 이루어진다) 로 변경하는 것 외에는, 실시예 1 과 동일하게 전파 흡수체 필름의 제조와 평가를 실시하였다. 각 평가 결과를 표 1 에 기재한다. 또, 50 ~ 100 GHz 의 범위에 있어서의 실시예 3 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 도 3 에 나타낸다.
- [0187] [실시예 4]
- [0188] 바인더 수지를, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체 (토요보 (주) 제조, 바일론 UR-8700, 유리 전이 온도  $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 중량 평균 분자량 32000, 수지 5 질량부 및 메틸에틸케톤 15 질량부로 이루어진다) 로 변경하는 것 외에는, 실시예 1 과 동일하게 전파 흡수체 필름의 제조와 평가를 실시하였다. 각 평가 결과를 표 1 에 기재한다. 또, 50 ~ 100 GHz 의 범위에 있어서의 실시예 4 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 도 4 에 나타낸다.

- [0189] [비교예 1]
- [0190] (전파 흡수층 형성용 페이스트의 조제)
- [0191] TMU 50.9 질량부에 대하여, 상기 엡실론형 산화철 35.1 질량부, 상기 카본 나노튜브 (CNT) 2.2 질량부, 하기 분산제 3.5 질량부 및 하기 바인더 수지 8.3 질량부를 첨가하였다. 자전·공전 믹서에 의해 교반하여, 각 성분을 균일하게 용해 또는 분산시켜 전파 흡수층 형성용 페이스트를 얻었다.
- [0192] 바인더 수지 용액으로서, 에틸셀룰로오스 (닛신 화성 (주) 제조) 를 사용하였다.
- [0193] (전파 흡수체 필름의 제조)
- [0194] PET 필름 (두께 125 μm) 에 상기 전파 흡수층 형성용 페이스트를 사용하여 어플리케이터에 의해 도포하였다. 그 후, 도포막을 90 °C 10 분 및 130 °C 10 분의 조건에서 건조시켜, 두께 35 μm 의 전파 흡수층을 형성하여, 전파 흡수체 필름을 얻었다. 건조 직후에 얻어진 전파 흡수체 필름을 가로 세로 5 cm 의 정방형 형상으로 절단하여, 평가용의 시험편을 제조하였다. 각 평가 결과를 표 1 에 기재한다. 또, 50 ~ 100 GHz 의 범위에 있어서의 비교예 1 의 전파 흡수체 필름의 반사 감쇠량을 도 5 에 나타낸다.

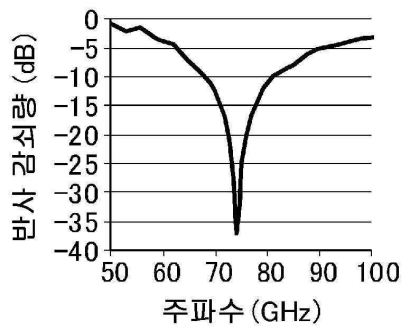
**표 1**

		실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	비교예 1
바인더 수지	종류	방향족 에스테르-우레탄 공중합체				에틸 셀룰로오스
	Tg	-3 °C	23 °C	83 °C	-22 °C	약 130 °C
	Mw	40000	30000	40000	32000	77180
전파 흡수층 막두께		35 μm	35 μm	35 μm	35 μm	75 μm
최대 흡수량 (50 ~ 100 GHz)		36.8 dB	35.8 dB	34.9 dB	35.1 dB	25.6 dB
크랙 내성	절곡	○	×	×	○	×
	절단	○	○	△	○	×
휨		○	○	○	○	○

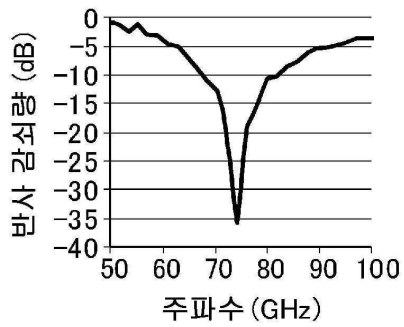
- [0195]
- [0196] 표 1 에 의하면, 바인더 수지로서 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 사용하여 형성된 전파 흡수층을 구비하는 실시예의 전파 흡수체 필름은, 전파 흡수층이 얇음에도 불구하고, 50 ~ 100 GHz 의 주파수 범위에 있어서의 전파 흡수량이 큰 것을 알 수 있다.
- [0197] 한편, 바인더 수지로서 에틸셀룰로오스를 사용하여 형성된 전파 흡수층을 구비하는 비교예의 전파 흡수체 필름은, 실시예보다 전파 흡수층이 두꺼움에도 불구하고, 50 ~ 100 GHz 의 주파수 범위에 있어서의 전파 흡수량이 실시예의 전파 흡수체 필름보다 떨어지는 것을 알 수 있다.
- [0198] 또, 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 바인더 수지로서 사용한 실시예의 전파 흡수체 필름에서는, 절단시의 크랙이 잘 발생하지 않고, 특히, 0 °C 이하의 Tg 를 나타내는 방향족 에스테르-우레탄 공중합체를 바인더 수지로서 사용한 실시예 1 및 실시예 4 의 전파 흡수체 필름에서는 180° 절곡시에도 크랙이 잘 발생하지 않았다.
- [0199] 한편, 바인더 수지로서 에틸셀룰로오스를 사용하여 형성된 전파 흡수층을 구비하는 비교예의 전파 흡수체 필름은, 절곡시에도 절단시에도 크랙이 발생하였다.

도면

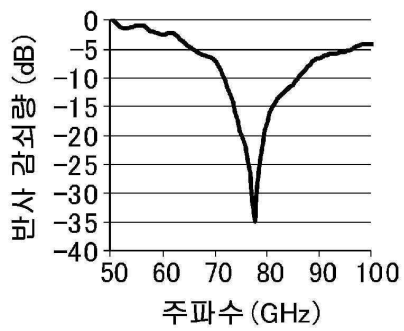
도면1



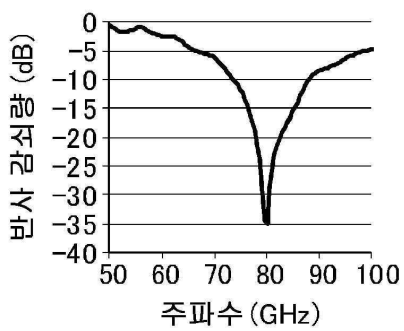
도면2



도면3



도면4



도면5

