



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0015175  
(43) 공개일자 2018년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H01F 1/26** (2006.01) **B22F 1/02** (2006.01)  
**H01F 1/44** (2006.01) **H01F 41/00** (2016.01)

(52) CPC특허분류  
**H01F 1/26** (2013.01)  
**B22F 1/02** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7037510

(22) 출원일자(국제) 2016년06월01일  
심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2017년12월27일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/066148

(87) 국제공개번호 WO 2016/194936  
국제공개일자 2016년12월08일

(30) 우선권주장  
JP-P-2015-112704 2015년06월02일 일본(JP)

(71) 출원인  
도와 일렉트로닉스 가부시키가이샤  
일본, 도쿄, 치요다쿠, 소토칸다 4쵸메, 14-1

(72) 발명자  
우에야마 토시히코  
일본, 1010021, 도쿄, 치요다-ку, 소토칸다 4-쵸  
메, 14-1, 도와 일렉트로닉스 가부시키가이샤 내  
고토 마사히로  
일본, 1010021, 도쿄, 치요다-ку, 소토칸다 4-쵸  
메, 14-1, 도와 일렉트로닉스 가부시키가이샤 내  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
청운특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 자성 분말 복합체, 안테나 및 전자기기와 이의 제조 방법

### (57) 요 약

유전 손실이 적은 수지에 양호하게 분산하는 금속 자성 분말을 제공하는 것으로, 유전 손실이 적은 자성 콤파운드, 나아가서는 이의 자성 콤파운드로부터 형성되는 안테나 및 이의 안테나가 조합된 전자 기기를 제공하는 것을 과제로 한다. 금속 자성 분말과, 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 자성 분말 복합체이며, IEC60250 또는 JISC2138 : 2007에 규정된 1MHz에 있어서의  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하인 열가소성 수지에, 상기 금속 자성 분말의 100질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 30체적% 함유시켰을 때, 측정 주파수 2GHz에서 투자율의 실수부  $\mu'$ 가 1.45 이상,  $\tan \delta \mu$  가 0.1 이하,  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 값을 나타내는 성질을 갖는 자성 분말 복합체를 제공한다.

(52) CPC특허분류

*H01F 1/442* (2013.01)

*H01F 41/00* (2013.01)

(72) 발명자

**요시다 타카유키**

일본, 1010021, 도쿄, 치요다-쿠, 소토칸다 4-  
쵸메, 14-1, 도와 일렉트로닉스 가부시키가이샤 내

**바바 타쿠유키**

일본, 1010021, 도쿄, 치요다-쿠, 소토칸다 4-  
쵸메, 14-1, 도와 일렉트로닉스 가부시키가이샤 내

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

금속 자성 분말, 및

카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 자성 분말 복합체이며,

IEC60250 또는 JISC2138 : 2007에 규정된 1MHz에 있어서의  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하인 열가소성 수지에, 상기 금속 자성 분말의 100질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 30체적% 함유시켰을 때, 측정 주파수 2GHz에서 투자율(透磁率)의 실수부  $\mu'$ 가 1.45 이상,  $\tan \delta \mu$  가 0.1 이하,  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 값을 나타내는 성질을 갖는 자성 분말 복합체.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 열가소성 수지가 방향환을 갖는 열가소성 수지인 자성 분말 복합체.

#### 청구항 3

금속 자성 분말, 및

카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 자성 분말 복합체이며,

SPS, m-PPE, PPS로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 재료에 상기 금속 자성 분말의 100질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 30체적% 함유시켰을 때, 측정 주파수 2GHz에서 투자율의 실수부  $\mu'$ 가 1.45 이상,  $\tan \delta \mu$  가 0.1 이하,  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 값을 나타내는 성질을 갖는 자성 분말 복합체.

#### 청구항 4

청구항 1 내지 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 카르본산은 방향족 카르본산 또는 불포화 카르본산, 디카르본산으로부터 선택되는 1종 이상인 자성 분말 복합체.

#### 청구항 5

청구항 1 내지 4 중 어느 한 항에 있어서,

상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체중 어느 하나를 구성하는 탄소수는 4 이상 30 이하인, 자성 분말 복합체.

#### 청구항 6

청구항 1 내지 5 중 어느 한 항에 있어서,

상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체란 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상인 자성 분말 복합체.

#### 청구항 7

청구항 1 내지 6중 어느 하나에 기재된 자성 분말 복합체, 및

SPS, m-PPE로부터 선택되는 1종 이상의 수지를 포함한 자성 콤파운드.

**청구항 8**

상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로서, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 청구항 6에 기재된 자성 분말 복합체 및 PPS 수지를 포함한 자성 콤파운드.

**청구항 9**

청구항 1 내지 6 중 어느 한 항에 기재된 자성 분말 복합체에 의해 구성된 안테나.

**청구항 10**

청구항 1 내지 6 중 어느 하나에 기재된 자성 분말 복합체에 의해 구성된 안테나를 구비한 전자기기.

**청구항 11**

금속 자성 분말, 및

카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종을 혼합하는 것으로 자성 분말 복합체를 제조하는 자성 분말 복합체의 제조 방법.

**청구항 12**

청구항 11에 있어서,

금속 자성 분말, 및

카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종을 혼합하는 공정에서, 1기압에 있어서의 비접이 100°C 이하의 용액을 개재시켜 자성 분말 복합체를 제조하는 자성 분말 복합체의 제조 방법.

**발명의 설명****기술 분야**

[0001]

본 발명은 자성 분말 복합체, 안테나 및 전자기기에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002]

전자기기나 통신 기기에서 시장의 다양한 기능에 부응할 수 있도록, 다양한 재료의 개발이 성황이다. 상기 상황 하에, 고주파 영역 등에 사용하는 기기에서 복합적인 기능재료가 통신 기기의 성능을 좌우하기 때문에, 중요한 기술 요소가 되고 있다.

[0003]

예를 들면, 특히 문헌 1에는 고주파 영역에서도 기능하는 자성체 복합재료에 대해 기재되어 있다. 이 자성체 복합재료는 바람직하게는 어스펙트비(장축비/단축비)가 1.5~20의 침 형태의 자성 금속 입자를 예를 들면, 폴리아릴렌에테르 수지나 폴리에틸렌 수지 등의 유전체 재료 중에 분산시킴으로써 형성되어 있다(특히 문헌 1 청구항 1, 2, [0025] 참조).

[0004]

상기 구성에 의해, 대체로 고주파 영역에서 사용하는 전자기기, 통신 기기에 장비하는 고주파 전자 부품에 매우 적합하게 사용되며, 게다가, 소정의 침 형태 금속 입자를 사용하는 것으로, 유전체 재료 중에서 자성 금속 입자를 배향시키는지에 관계없이, 소정의 자기 특성을 구비할 수 있는 것이 기재되어 있다(특히 문헌 1 [0024] [0029] 참조).

[0005]

또, 특히 문헌 2에는 광대역에서 사용 가능한 소형 안테나에 사용될 수 있는 복합 자성 재료에 대해 기재되어 있다. 이 복합 자성 재료는 절연성 재료 중에 복합 자성 재료를 분산시킨 것이다. 상기 복합 자성 분말은 연자성 금속을 포함한 거의 구 형태의 분말이며, 그 평균 입자 지름  $D_{50}$ 가 0.1~3 $\mu\text{m}$ , 또한, 입자 내에 평균 결정자 지름이 2~100nm인 결정자를 갖고, 상기 절연성 재료로서 각종 수지가 기재되어 있다(특히 문헌 2 [0018] ~ [0021] 참조). 예를 들면, 실시예에서 자성 분말과 열가소성의 PC/ABS계 수지와 용제 등을 혼합하는 것으로, 안테나를 제작하고 있다(동일 [0069] 참조). 이 안테나는 주파수 2GHz에 있어서의  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.01 미만이며, 전체

적에 대한 상기 자성 분말의 체적 비율이 2~50vol%의 구성으로, 소형화를 도모할 수 있는 것이 기재되어 있다 (동일 [0031], [0032] 참조).

[0006] 특히 문헌 3에는 금속 자성 분말의 사용에 의해, 인덕터나 안테나 등에 있어서의  $\text{GHz}$ 대에서의 손실 계수를 낮게 억제할 수 있다고 기재되어 있다. 철을 주성분으로 하는 연자성 금속 분말이며, 평균 입자 지름이 100nm 이하, 축비(=장축비/단축비)가 1.5 이상, 보자력(Hc)이 39.8~198.9kA/m(500~25000e), 포화 자화 100Am<sup>3</sup>/kg 이상인 금속 분말을 성형하여 얻어진 자성 부품은 kHz~GHz대에서의 손실 계수를 낮게 억제할 수가 있다고 기재되어 있다(특히 문헌 3 [0011] ~ [0026] 참조).

[0007] 특히 문헌 4에는 내열성을 갖는 본드 자석이며, 자석 분말과 폴리페닐렌 살파이드(PPS) 수지와 폴리아미드(PA) 수지를 포함한 자성 콤파운드 중에 있어서의 자석 분말의 함유 비율이 79~94.5wt%, PPS 수지의 함유 비율이 5~20wt%, PA수지의 함유 비율이 0.1~2 wt%인 것이 기재되어 있다(특히 문헌 4 [청구항 1] 참조).

[0008] 이와 같이 금속 자성 분말과 수지를 포함한 자성 복합체(또는, 「자성 콤파운드」라고도 함)에 대해서는 기재가 있지만, 금속 자성 분말과 수지를 포함한 자성 복합체에서 금속 자성 분말은 무기 화합물의 미립자이며, 수지는 고분자 화합물이다. 즉, 금속 자성 분말과 수지와는 각각 화학 성질 및 물성도 완전히 다른 것이다. 이 때문에, 자성 복합체가 어떠한 성능이 되는지는 예측 곤란하고, 선행 기술과 같이 다양한 시행 착오에 따른 검토가 필요하다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 JP 2014-116332 A

(특허문헌 0002) 특허 문헌 2 JP 2011-096923 A

(특허문헌 0003) 특허 문헌 3 JP 2013-236021 A

(특허문헌 0004) 특허 문헌 4 JP 2013-077802 A

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 자성 재료와 수지 재료 등과의 혼련에 의해 제작되는 자성 콤파운드는 전자기기의 고성능화의 요망에 따라, 그 특성 향상이 요구되며, 또한, 소형화의 요청으로부터 기계적인 강도의 향상도 요구되고 있다.

[0011] 특히 문헌 1에서 4에서는 자성 콤파운드에서 자성 분말의 함유 비율이 높은 것이 개시되어 있다. 그러나 출원인들의 검토에 의해서 달성할 수 있던 금속 자성 분말의 성능의 향상에 따라, 예를 들면, 출원인이 특허 문헌 3에 개시한 금속 자성 분말을 사용하는 것으로, 자성 콤파운드 중의 금속 자성 분말의 함유량을 어느 정도 줄여도 충분한 고주파 특성을 얻을 수 있게 되었다. 그러나 이러한 금속 자성 분말을 수지에 분산시키는 경우, 혼련 단계에서 발화하거나 금속 자성 분말을 첨가하지 않는 경우와 비교하여 현저한 강도의 저하가 생기거나 하는 것을 알 수 있다. 즉, 기계적 강도와 고주파 특성을 모두 만족하는 자성 콤파운드용 재료는 아직도 얻지 못하고 있다.

[0012] 예를 들면, 특허 문헌 4에서는 PPS 수지와 자성 분말의 습윤성이 나쁜 것 등으로부터 혼련·성형 시에 다른 예기하지 못한 영향이 생기는 경우가 있는 것 등이 기재되어 있다(특히 문헌 4의 [0008], [0035] ) 참조). 고주파 영역에서 유전손실이 작은 수지는 많이 볼 수 있지만, 단순하게 좋은 것만을 취하기 때문에 금속 자성 분말과 수지를 혼련해 봄도, 유전손실이 작은 자성 콤파운드를 얻는 것은 곤란하다는 것이 확인되었다.

[0013] 따라서, 해결해야 할 과제는 유전손실이 작은 수지에 양호하게 분산하는 금속 자성 분말을 제공하는 것으로, 유전손실이 작은 자성 콤파운드, 나아가서는 그 자성 콤파운드로 형성되는 안테나 및 이의 안테나가 조합된 전자기기와, 이의 제조 방법을 제공하는 것으로 했다.

## 과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명자가 파악한 바에 따르면, 금속 자성 분말을 수지에 혼입한 것으로부터 안테나를 형성하면, 파장 단축 효과에 의해 안테나 그 자체를 작게 할 수 있고, 나아가서는 휴대 기기나 스마트폰의 소형화에 공헌할 수 있다.
- [0015] 종래에는, 특히 문현 1로 대표되는 바와 같이, 안테나 등에 사용되는 자성 콤파운드용 재료로서는 수지에 혼합하는 구성을 취하는 것이라도 금속재료에 관한 검토에 머무르고 있었다.
- [0016] 이에 대해, 본 발명자는 수지에 대해서 혼입하여 특성을 발현할 수 있는 금속 자성 분말 단체(單體)가 아니고, 금속 자성 분말을 혼합하는 대상이 되는 수지와의 융합을 어떻게 개선할지에 상술한 과제를 해결할 수 있는 실마리가 있다, 라는 획기적인 착상에 상도하여 검토를 진행시켰다.
- [0017] 우선, 혼입의 후보가 될 수 있는 수지로서는, 기계 특성(특히 굴곡강도)이 뛰어나고, 또 수지 그 자체의 손실이 작은 재료를 선택하는 것이 지름길이라고 생각했다. 그러나 상술한 바와 같이, 예를 들면 특히 문현 3에 개시한 금속 자성 분말을 후보가 될 수 있는 수지에 대해 혼합해도, 금속 자성 분말이 대기에 접했을 때에 발화에 의한 소실이 생겨 버린다고 하는 지견을 얻었다.
- [0018] 또, 그 혼입 수법으로서는, 수지 비율을 높게 하는 것으로 금속 자성 분말을 수지로 밀봉하여 발화를 방지하는 방법도 생각되었지만, 당연히 금속 자성 분말의 함유 비율이 저하되어, 자성 콤파운드 그 자체의 투자율(透磁率)이 저하되기 때문에, 안테나로서 충분히 동작하지 않을 가능성이 생각되었다.
- [0019] 따라서, 본 발명자들은 자성 분말을 수지에 혼입하는 수법에 대해 검토한바, 금속 자성 분말을 가공하여 자성 분말 복합체로 하는 것으로, 원하는 수지에 대해서 혼입할 수 있게 되는 것을 발견하였다.
- [0020] 본 발명의 제1 형태는
- [0021] 금속 자성 분말, 및
- [0022] 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 자성 분말 복합체이며,
- [0023] IEC60250 또는 JISC2138 : 2007에 규정된 1MHz에 있어서의  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하인 열가소성 수지에, 상기 금속 자성 분말의 100질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 30체적% 함유시켰을 때, 측정 주파수 2GHz에서 투자율의 실수부  $\mu'$ 가 1.45 이상,  $\tan \delta \mu$  가 0.1 이하,  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 값을 나타내는 성질을 갖는 자성 분말 복합체이다.
- [0024] 본 발명의 제2 형태는
- [0025] 상기 열가소성 수지가 방향환을 포함한 열가소성 수지인 자성 분말 복합체이다.
- [0026] 본 발명의 제3 형태는
- [0027] 금속 자성 분말, 및
- [0028] 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 자성 분말 복합체이며,
- [0029] SPS, m-PPE, PPS로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 재료에 상기 금속 자성 분말의 100질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 30체적% 함유시켰을 때, 측정 주파수 2GHz에서 투자율의 실수부  $\mu'$ 가 1.45 이상,  $\tan \delta \mu$  가 0.1 이하,  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 값을 나타내는 성질을 갖는 자성 분말 복합체이다.
- [0030] 본 발명의 제4 형태는
- [0031] 제1~3의 형태에 기재된 발명에서
- [0032] 상기 카르본산은 방향족 카르본산 또는 불포화 카르본산, 디카르본산으로부터 선택되는 1종 이상인 자성 분말 복합체이다.
- [0033] 본 발명의 제5 형태는
- [0034] 제1~제4 중 어느 하나의 발명에서,
- [0035] 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체 중 어느 하나를 구성하는 탄소수는

4 이상 30 이하인, 자성 분말 복합체이다.

[0036] 본 발명의 제6 형태는

[0037] 제1~제5 중 어느 하나의 형태에 기재된 발명에서,

[0038] 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체란 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상인 자성 분말 복합체이다.

[0039] 본 발명의 제7 형태는

[0040] 제1~제5 중 어느 하나의 형태에 기재된 자성 분말 복합체, 및

[0041] SPS, m-PPE로부터 선택되는 1종 이상의 수지를 포함한 자성 콤파운드이다.

[0042] 본 발명의 제8 형태는

[0043] 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로서, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상을 포함한 제6 형태에 기재된 자성 분말 복합체 및 PPS 수지를 포함한 자성 콤파운드이다.

[0044] 본 발명의 제9 형태는

[0045] 제1~제6 중 어느 하나의 형태에 기재된 자성 분말 복합체에 의해 구성된 안테나이다.

[0046] 본 발명의 제10 형태는

[0047] 제1~제6 중 어느 하나의 형태에 기재된 자성 분말 복합체에 의해 구성된 안테나를 구비한 전자기기이다.

[0048] 본 발명의 제11 형태는

[0049] 금속 자성 분말, 및

[0050] 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종을 혼합하는 것으로 자성 분말 복합체를 제조하는 자성 분말 복합체의 제조 방법이다.

[0051] 본 발명의 제12 형태는

[0052] 금속 자성 분말, 및

[0053] 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종을 혼합하는 공정에서, 1기압에 있어서의 비점이 100°C 이하의 용액을 개재시켜 자성 분말 복합체를 제조하는 제11 형태에 기재된 자성 분말 복합체의 제조 방법이다.

### **발명의 효과**

[0054] 본 발명에 의하면, 유전손실이 작은 수지에 양호하게 분산하는 자성 분말 복합체를 제공하는 것으로, 유전손실이 작은 자성 콤파운드, 나아가서는 그 자성 콤파운드로 형성되는 안테나 및 이의 안테나가 조합된 전자기기를 제공할 수 있다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0055] 이하, 본 실시 형태에 대해서, 다음의 순서로 설명을 실시한다.

[0056] <1. 자성 콤파운드를 구성하기 위한 자성 분말 복합체>

[0057] 1-1. 금속 자성 분말

[0058] 1-2. 피복물과 자성 분말 복합체

[0059] <2. 자성 콤파운드의 제조 방법>

[0060] 2-1. 사용되는 수지

[0061] 2-2. 준비 공정

- [0062] 2-3. 피복 공정(표면 처리)
- [0063] 2-4. 수지와의 훈련공정
- [0064] <3. 변형예 등>
- [0065] 본 명세서에서 「～」는 소정의 값 이상 또한 소정의 값 이하를 가리킨다.
- [0066] <1. 자성 콤파운드를 구성하기 위한 자성 분말 복합체>
- [0067] 본 실시 형태에 있어서의 자성 콤파운드를 구성하기 위한 자성 분말 복합체는 금속 자성 분말과 카르본산 또는, 그 분자 내에 있어서의 탈수, 또는 복수의 카르본산의 탈수 작용에 의해서 생성한 무수물, 방향족 카르본산 애스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 피복물을 포함한다. 이하, 각 구성에 대해 설명한다.
- [0068] 1-1. 금속 자성 분말
- [0069] 본 실시 형태에 있어서의 금속 자성 분말의 일례는 이하의 구성을 갖는다.
- [0070] 금속 자성 분말은 자성 특성, 입경 등을 적절히 설계한 것을 사용할 수 있다. 자성 특성으로서는, 포화 자화( $\sigma_s$ )에 의해 자성 콤파운드의 투자율, 유전율을 설정할 수 있다. 그 밖에는, 보자력(Hc), 각형비(SQ) 등, 또 분체 특성으로서 입경, 형상, BET(비표면적), TAP(탭) 밀도를 조정할 수 있다. 예를 들면, 본 실시 형태에 있어서의 금속 자성 분말에는, Fe(철) 또는, Fe와 Co(코발트)에, 희토류 원소(Y(이트륨)를 포함, 이후 동일), Al(알루미늄), Si(규소), Mg(마그네슘)로부터 선택되는 1종 이상(이후 「Al 등」이라고 함)이 포함된다.
- [0071] 금속 자성 분말의 원재료가 되는 원소를 포함한 수용액 중에서 Y를 포함한 희토류 원소량을 변화시키는 것으로, 최종적으로 얻어지는 금속 입자의 축비(=장축 길이/단축 길이)를 변경할 수 있다.
- [0072] 희토류 원소가 적은 경우는 축비가 커져서 보다 손실을 저감한 금속 분말을 얻을 수 있지만, 투자율은 저감된다. 한편, 희토류 원소가 많은 경우는 축비가 작아져서 손실은 약간 커지지만, 희토류 원소가 적은 경우와 비교하면 투자율이 커진다.
- [0073] 즉, 금속 자성 분말에서 적절한 희토류 함유량으로 하는 것으로, 더욱 낮은 손실과 높은 투자율을 가지게 된다. 그 결과, kHz로부터 MHz 대역이라는 넓은 범위에서 사용할 수 있을 수 있는 금속 자성 분말이 얻어진다.
- [0074] 여기서, 상술한 바와 같이 특성의 밸런스를 유지하기 위해서 적절한 원소의 구체적인 함유 범위는 Fe와 Co의 총 합에 대한 희토류 원소 함유량으로 0at%(바람직하게는, 0at%를 초과)~10at%로 하는 것이 바람직하고, 0at% 초과 5at% 이하인 것이 더욱 바람직하다. 또, 사용하는 희토류 원소종으로서는 Y나 La가 바람직하다.
- [0075] 금속 자성 분말이 Co를 포함한 경우, Co 함유량에 관해서는, 원자 비율로 Fe에 대한 Co의 비율(이하 「Co/Fe 원자비」라고 한다)에서 0~60at%를 함유시키는 것이 바람직하다. Co/Fe 원자비가 5~55at%의 것이 더욱 바람직하고, 10~50at%의 것이 더욱 더 바람직하다. 이와 같은 Co/Fe 원자비의 범위에서 금속 자성 분말은 포화 자화가 높고, 또한 안정된 자기 특성을 얻기 쉽다.
- [0076] 또, Al 등은 소결 억제 효과도 가지고 있어 열처리 시의 소결에 의한 금속 자성 분말의 입자의 조대화(粗大化)를 억제할 수 있다. 본 발명에서는 Al 등을 「소결 억제 원소」의 하나로서 취급하고 있다.
- [0077] 다만, Al 등은 비자성 성분이므로, 금속 자성 분말의 자기 특성을 담보할 수 있는 범위에서 함유시키는 것이 바람직하다. 구체적으로는, Fe와 Co와의 총 합에 대한 Al 등의 함유량은 1at%~20at%로 하는 것이 바람직하고, 3at%~18at%가 보다 바람직하며, 5at%~15at%가 더욱 바람직하다.
- [0078] 본 실시 형태에 있어서의 금속 자성 분말은 금속 성분으로 이루어진 코어와 주로 산화물 성분으로 이루어진 쉘로 구성되는 코어/쉘 구조를 갖는 것이 바람직하다. 코어/쉘 구조로 되어 있는지는, 예를 들면, TEM 사진에 의해 확인할 수 있고, 또 조성 분석은 예를 들면, ICP 발광 분석, ESCA(별명 XPS), TEM-EDX, SIMS 등의 방법을 채용할 수 있다.
- [0079] 또한, 금속 자성 분말의 평균 1차 입자 지름은 10nm 이상 500nm 이하(바람직하게는 100nm 이하)의 나노 입자인 것이 바람직하다. 또한, 마이크로 레벨( $\mu\text{m}$ )의 크기의 금속 자성 분말이라도 사용할 수 있지만, 통신 특성의 향상, 기기의 소형화의 관점에서 보다 작은 입경이 바람직하다.
- [0080] 또, 금속 자성 분말의 함유량은 소정의 수지(후술)에 대해, 50체적% 이하, 바람직하게는 40체적% 이하, 더욱 바람직하게는 35체적% 이하가 되도록 배합을 조정할 수 있다. 원하는 뛰어난 통신 특성을 얻으면서, 수지의 굴곡

강도를 해치는 일 없이 탄성률의 향상을 도모할 수 있기 때문이다.

#### [0081] 1-2. 피복물과 자성 분말 복합체

본 실시 형태에 있어서의 피복물은 후술하는 표면 처리 공정에 의해 금속 자성 분말의 표면에 형성되고, 자성 분말 복합체가 된다. 아마, 상기 피복물은 금속 자성 분말의 표면의 적어도 일부에 부착되어 자성 분말 복합체를 형성하고 있다고 생각된다. 또한, 피복물은 카르본산 또는 그 분자 내의 탈수 작용에 의해서 생성한 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상이다. 여기서 「유도체」란, 관능기의 도입, 산화, 환원, 원자의 치환 등, 모체의 구조나 성질을 큰 폭으로 바꾸지 않을 정도의 개변이 이루어진 화합물을 가리키며, 「원자의 치환」이란 말단이 알칼리 금속으로 치환이 이루어지고 가용성으로 된 것도 포함한 개념이다.

본 발명자가 검토한바, 카르본산 중에서도 수지와 같이 분자량이 몇만이나 있는 고분자보다, 분자량이 500 이하의 카르본산이 바람직하다. 또한, 탄소수는 4에서 30까지의 것이 바람직하다. 구체적으로는, 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체 중에서도, 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸 및 이들의 유도체인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는, 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸을 주골격으로 하면서 탄소수가 4 이상 30 이하인 구조를 갖는 것이 바람직하다.

또한, 이들 카르본산 또는 그 유도체는 반드시 1종만으로 사용할 필요는 없고, 복수종의 카르본산을 사용할 수도 있다.

탄소수가 상기의 범위 내라면, 수지와 자성 분말 복합체와의 융합이 더욱 개선되므로 적당하다. 또한, 여기서 말하는 「무수물」이란, 화합물로부터 물분자가 가열 등에 의해 제거(분자 내 탈수)되는 것으로 형성되는 화합물(프탈산과 무수 프탈산의 관계)과 함께, 옥소산 2분자가 탈수 축합한 화합물(안식향산과 무수 안식향산의 관계)도 포함한다.

또한, 금속 자성 분말의 표면을 피복한 자성 분말 복합체에 있어서의 피복 물량은 고주파 연소법으로의 탄소 계측값이 자성 분말 복합체 중의 0.1질량% 이상 10질량% 이하인 것이 바람직하다.

#### [0087] <2. 자성 콤파운드의 제조 방법>

[0088] 이하, 자성 콤파운드의 제조 방법에 대해 설명한다.

#### [0089] 2-1. 사용되는 수지

본 실시 형태에 있어서의 수지로서 매우 적합한 것은, IEC60250 또는 JIS-C2138 : 2007에 규정된 1MHz에 있어서의  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.05 이하의 열가소성 수지이다. 상기 수지를 사용하는 것으로 본 실시 형태의 효과를 나타낼 수 있다. 특히, 방향환을 갖는 열가소성 수지를 사용하면  $\tan \delta \varepsilon$  가 양호하기 때문에 바람직하고, 특히, SPS(신디오텍틱 폴리스티렌), PPS(폴리페닐렌 철파이드) 및 m-PPE(변성 폴리페닐렌에테르)로부터 선택되는 1종 이상을 사용하는 것이 바람직하다.

[0091] 실시예의 항목에서 후술하는 바와 같이, PPS, SPS 및 m-PPE로부터 선택되는 1종 이상을 수지로서 채용하고, 상기 수지와 본 발명에 관한 자성 분말 복합체로 혼련하고, 본 발명에 관한 자성 콤파운드를 제조하는 것이 가능하다.

[0092] 본 발명에 따르는 자성 콤파운드(복합체 중에 있어서의 금속 자성 분말의 구성 : 30체적% 상당)에 의해 주어지는 성형체의 고주파(2GHz) 영역에 있어서의 자기 특성으로서는 복소비 투자율의 실수부  $\mu'$ 가 1.450 이상, 바람직하게는 1.50 이상, 더욱 바람직하게는 1.70 이상인 것이 바람직하다. 이러한 특성을 갖는 자성 콤파운드는 투자율이 높기 때문에 충분한 소형화 효과를 발휘할 수 있고, 또한, 리턴 로스(return loss)가 작은 안테나의 구축에 매우 유용하다.

[0093] 또, 본 발명에 따르는 자성 콤파운드에 의해 형성된 성형체의 자기 손실에 대해서는, 예를 들면, 상기 열가소성 수지, 또는, 상기 PPS, SPS 및 m-PPE로부터 선택되는 1종 이상의 수지에 상기 자성 분말 복합체로서 상기 금속 자성 분말 100 질량부에 대해서, 상기 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상의 5질량부를 첨가하여 제작한 자성 분말 복합체를 체적 비율로 30% 함유시켜 자성 콤파운드로 만들었을 때, 측정 시 주파수 2GHz에서,  $\tan \delta \mu$  가 0.10 이하, 보다 바람직하게는 0.05 이하이며, 더욱

바람직하게는 0.02 이하를 나타내는 것이라면 된다. 또  $\tan \delta \varepsilon$  가 0.10 이하, 보다 바람직하게는 0.05 이하, 더욱 바람직하게는 0.02 이하를 나타내는 것이라면 된다.

[0094] 2-2. 준비 공정

[0095] 본 공정에서는 자성 콤파운드의 제작에 관한 여러 가지 준비를 한다. 예를 들면, 상기의 금속 자성 분말 등의 각종 원재료나, 피복체의 원재료, 혼입 대상이 되는 수지를 준비한다.

[0096] 2-3. 피복 공정(표면 처리)

[0097] 금속 자성 분말에 대해, 소정의 유기 화합물(카르본산, 카르본산 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체로부터 선택되는 1종 이상)을 첨가하여 혼합표면 처리하는 것으로, 자성 분말 복합체를 얻는다. 카르본산 중에서도, 수지와 같이 분자량이 몇만이나 있는 고분자보다 분자량이 500 이하의 카르본산이 바람직하다. 또한, 탄소수는 4에서 30까지의 것으로 하는 것이 좋다. 구체적으로는, 카르본산, 카르본산 무수물, 방향족 카르본산 에스테르 및 이들의 유도체 중에서도, 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸 및 이들의 유도체인 것이 바람직하고, 더욱 바람직하게는, 프탈산, 무수 프탈산, 말레산, 무수 말레산, 호박산, 무수 호박산, 말론산, 푸마르산, 글루탈산, 아젤라산, 세바스산, 안식향산, 프탈산 디메틸을 주골격으로 하면서, 탄소수가 4 이상 30 이하인 구조로 하는 것이 좋다.

[0098] 또한, 이들 카르본산, 카르본산 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체는 반드시 1종만으로 구성 할 필요는 없고, 복수종의 카르본산, 카르본산 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체를 사용할 수도 있다.

[0099] 또, 자성 분말 복합체에서, 상기 유기 화합물에 관한 탄소량이 0.1질량% 이상 있으면, 자성 분말 복합체의 수지에의 분산이 매우 적합하게 실시할 수 있으므로 바람직하다. 한편, 탄소량이 10질량% 이하면 비자성 성분이 과잉이 되지 않고, 자성 분말 복합체 또는 그 후에 형성하는 자성 콤파운드로 했을 때의 투자율이 저하되지 않기 때문에 바람직하다.

[0100] 구체적으로는, 자성 분말 복합체에서 유기 화합물의 첨가량은 질량비로 금속 자성 분말 100에 대해서 2~15, 보다 바람직하게는 2.5~10, 더욱 바람직하게는 5~10이다.

[0101] 상기 질량비가 2 이상이면, 금속 자성 분말과 수지가 잘 융합되기 때문에, 생산했을 때의 제품의 성질 안정성이 향상된다. 15 이하면 금속 자성 분말에 있어서의 비자성 성분이 적당량이 되어, 피복체가 피복된 금속 자성 분말에 의해 구성되는 자성 분말 복합체 그 자체의 자기 특성의 저하를 억제할 수 있다. 나아가서는, 자성 분말 복합체를 수지에 혼입하여 자성 콤파운드로 했을 때의 고주파 특성을 비교적 높게 유지할 수 있고, 최종적으로 형성되는 안테나의 특성에 대해서도 동일하게 비교적 높게 유지할 수 있다.

[0102] 상기의 유기 화합물이 상기 표면 처리된 금속 자성 분말과 상기 수지와의 사이의 「습윤성」을 향상시키는 메커니즘에 대한 자세한 것은 불명하기 때문에, 추측에 머무르지만, 유기 화합물의 구조식을 감안하면, 카르복실기 측이 금속 자성 분말의 표면에 끌어 당겨지는 반면, 반대측(카르복실기가 존재하지 않는 쪽)이 소수성의 수지 측에 융합되어, 결과적으로 금속 자성 분말이 수지에 좋게 융합된다고 생각된다. 또, 금속 자성 분말과 소정의 유기 화합물을 혼합하여 그 일부를 자성분에 피복시키지만, 「피복에 이용되지 않은」프리한 상태의 상기 유기 화합물을 굳이 제거하지 않고 금속 자성 분말 중에 잔존시켜서 그대로의 상태로 했기 때문에, 상술한 「습윤성」작용 이외에도 어떠한 분산 작용도 일으키게 하고 있다고도 추측하고 있다.

[0103] 또한, 표면 처리 시에, 소정의 용매(분말과 피복물과의 융합을 향상시키기 위해서 첨가하는 액체)를 첨가하는 것이 바람직하다. 특히, 1기압에 대해 비점이 100°C 이하인 용제를 첨가하면, 금속 자성 분말과 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체와의 융합을 개선할 수 있다. 첨가하는 용제의 비점은 100°C 이하의 것을 선택하는 것으로, 약간의 가열에 의해서, 첨가한 용제를 제거할 수 있다. 상기 소정의 용매로서는, 각종의 알코올, 탄화수소 용매, 케톤, 에테르 등을 사용할 수 있고, 상술한 카르본산 또는 그 무수물, 방향족 카르본산 에스테르, 및 이들의 유도체 유기 화합물이 반드시 완전하게 용해하는 것이 필요하지 않는다.

[0104] 구체적으로는, 에탄올, 메탄올, 프로판올, IPA, 헥산, 아세톤, 부타논 등을 들 수 있지만, 이들로 한정되지 않는다. 특히 바람직한 형태는 알코올류, 그 중에서도 취급의 용이함으로부터 에탄올로 하는 것이 바람직하다.

[0105] 따라서, 건조한 자성 분말 복합체를 얻으려면, 상기의 유기 화합물과 상기 용매를 더한 것에 금속 자성 분말을

더하여 금속 자성 분말을 상기 용매에 함침시킨 후, 용매를 제거하는 방법을 채용하면 간편하다.

[0106] 또, 자성 분말 복합체를 제조하는데, 상기의 유기 화합물의 용액에 금속 자성 분말을 더하여 자전 공전 병용식 교반기로 교반, 또는 전단력을 더하면서 교반하는 것으로 페이스트화 시키는 방법을 채용할 수도 있다. 페이스트화의 공정을 거치는 것으로, 상기의 유기 화합물과 금속 자성 분말이 잘 융합하도록 혼합되며, 이 때문에, 금속 자성 분말의 표면에 유기 화합물이 흡착하기 쉬워지고, 나아가서는 피복체가 형성되기 쉬워진다.

[0107] 즉, 금속 자성 분말에 대해서 첨가한 유기물이 골고루 퍼진다면 문제는 없다. 또, 혼련을 실시하면서 용매의 제거, 건조를 실시하기 때문에, 믹서 등을 사용할 수도 있다. 또한, 상기 제거, 건조 후에서 유기 화합물을 금속 자성 분말의 입자 표면에 잔존시키는 것이 중요하다.

[0108] 또, 자성 분말 복합체를 제조하는데, 금속 자성 분말과 상기의 유기 화합물과의 사이의 접촉을 효율적으로 발생시키면서 개개 피복체를 형성할 필요가 있으므로, 높은 전단력을 갖는 분산, 혼련기를 사용할 수도 있고, 상기 용매에 대해서 강한 전단력을 더하면서 금속 자성 분말을 상기 용매에 대해서 분산시키는 방법을 채용할 수도 있다.

[0109] 페이스트의 제작 후에, 건조하여 분말 상태로 하는 방법을 채용했을 때에 사용되는, 강한 전단력을 갖는 분산기로서, 터빈·고정자형 교반기로서 알려진 프라이믹스 가부시키가이샤 T.K.호모 믹서(등록상표), IKA사의 Ultra-Turrax(등록상표) 등을 예시할 수 있고, 콜로이드 밀로서, 프라이믹스 가부시키가이샤의 T.K.마이콜로이더(등록상표), T.K.호모믹 라인밀(등록상표), T.K.하이라인 밀(등록상표)이나, 노리타케 컴퍼니 리미티드의 스탠티 믹서(등록상표)의 스탠티 믹서(등록상표), 고압 마이크로리액터(등록상표), 고압 호모지나이저(등록상표) 등을 예시할 수 있다.

[0110] 상술한 전단력의 강약은 교반 날개를 갖는 장치라면 교반 날개의 날개 주속도로 평가할 수 있다. 본 실시 형태에서 「강한 전단력」이란, 날개 주속도가 3.0(m/s) 이상, 바람직하게는 5.0(m/s) 이상의 것을 가리킨다. 날개 주속도가 상기의 값 이상이면, 전단력이 적당히 높고, 페이스트화의 시간을 단축화할 수 있어 생산 효율이 적절하게 좋다. 다만, 금속 자성 분말에 주는 데미지를 저감하는 것을 고려하면, 날개 주속도를 낮게 조정하여 데미지를 저감하는 것도 가능하다.

[0111] 또한, 날개 주속도는 원주율×터빈 날개의 직경(m)×1초당 교반 회전수(회전수)로 산출할 수 있다. 예를 들면, 터빈 날개의 직경이 3.0 cm(0.03 m)로, 교반 회전수가 8000rpm이면, 1초당 회전수는 133.3(rps)이 되고, 날개 주속도는 12.57(m/s)이 된다.

[0112] 얻어진 페이스트상의 처리물은 건조하여 용매를 제거하면 좋다. 이때는, 페이스트를 배트(vat) 상에 넓혀 용매의 건조 온도 이상, 피복 물질의 분해 온도 미만으로 설정하여 건조할 수 있다. 용매의 건조는 예를 들면, 산화하기 쉬운 물질에 대해서 피복 처리를 실시하고 있는 경우에는, 불활성 분위기 하, 코스트면에서 생각하면 질소 중에서 건조 처리를 실시하는 것이 바람직하다.

[0113] 여기서 금속 자성 분말에 대해 강고하게 피복될 수 있는 유기 화합물을 사용하여 표면 처리를 실시하는 경우에는, 예를 들면, 여과를 실시하여 어느 정도의 용매를 제거한 후에, 건조를 실시한다는 수법을 채용할 수도 있다. 이렇게 하는 것으로, 미리 용매의 함유량을 줄일 수 있으므로 건조 시간을 단축할 수도 있다. 또한, 상기 피복이 강고한지를 확인하려면, 예를 들면, 액을 증발시켜서 잔류 성분이 어느 정도 있는지로 평가할 수도 있다.

[0114] 한편, 페이스트화하지 않고, 용매와 피착될 수 있는 유기 화합물을 혼합 후에, 금속 자성 분말을 첨가하여 교반 혼합을 실시하면서 표면 처리를 실시하는 방법을 채용할 때, 닛폰 코크스 가부시키가이샤의 FM믹서, 가부시키가이샤 가와타의 슈퍼 믹서를 사용할 수 있다. 또, 이러한 장치에 용매를 증발시키기 위해서 가열 장치가 부속된 것을 사용하면, 처리 후의 분말을 꺼내 건조시키는 조작이 필요 없게 되므로 바람직하다.

[0115] 이러한 처리를 실시할 때, 금속 자성 분말의 산화에 의한 특성 저하를 억제할 목적으로, 불활성 분위기 하에서 처리를 가하는 것이 바람직하다. 또한, 일단 용매와 유기 화합물을 혼합한 액에 불활성 가스(비용적으로는 질소)를 환기시키는 조작을 하는 것이 보다 바람직하다. 처리 용기 내를 불활성 가스로 치환한 후, 금속 자성 분말을 산화하지 않게 첨가하여, 용매, 유기 화합물, 금속 자성 분말을 혼합하여 혼합체를 제작한 후, 가열 처리를 실시하고 용매의 건조 온도 이상, 피복 물질의 분해 온도 미만으로 설정하여 건조할 수 있다. 보다 단시간에 건조하려면, 믹서를 운전하여, 혼합체를 전동시키면서 건조시키는 것이 바람직하다.

[0116] 이렇게 하여 얻어진 피복체가 표면에 형성된 자성 분말 복합체의 응집체에 있어서 분급기나 체 등을 사용하여

조 입자를 제거하는 것이 좋다. 큰 조입자를 제거하는 것으로, 안테나를 제작했을 때에 조입자가 있는 부분에 힘이 걸려 버려, 기계적 특성이 악화되는 사태를 회피할 수 있기 때문이다. 체를 사용하여 분급할 때에는, 500 폐쉬 이하의 구멍의 것을 사용하는 것이 적당하다.

[0117] 또한, 상기의 공정을 거쳐 얻어진 자성 분말 복합체의 특성 및 조성은 이하의 방법에 의해 확인했다.

[0118] (BET 비표면적)

[0119] BET 비표면적은 유아사아이오닉스 가부시키가이샤 제조의 4솔브(sorb) US를 사용하여 BET 일점법에 의해 구할 수 있다.

[0120] (자성 분말 복합체의 자기 특성 평가)

[0121] 얻어진 자성 분말 복합체(또는 금속 자성 분말)의 자기 특성(밸크 특성)으로서 도우히데 고교 가부시키가이샤 제조의 VSM 장치(VSM-7 P)를 사용하여, 외부 자장 10kOe(795.8kA/m)로, 보자력 Hc(Oe 또는 kA/m), 포화 자화  $\sigma_s$ (Am<sup>3</sup>/kg), 각형비 SQ, 보자력 분포 SFD를 측정 가능하다.  $\Delta \sigma_s$ 는 자성분을 60°C, 90%의 고온 다습 환경 하에 일주일간 방치했을 때의 포화 자화의 저하 비율을 백분율(%)로 나타낸 것이다.

[0122] (TAP 밀도의 측정)

[0123] 일본 특허공개 공보 제2007-263860호 명세서에 기재된 방법으로 측정 가능하다. 또, JISK-5101 : 1991의 수법을 채용해도 측정 가능하다.

[0124] 2-4. 수지와의 혼련 공정

[0125] 얻어진 자성 분말 복합체와 상술의 수지를 혼련하여 자성 콤파운드를 형성한다. 혼련 공정에 의해 수지 중에 금속 자성 분말이 분산된 상태가 된다. 혼련 후 상태는 수지 중에 자성 분말이 균일 농도에 분산되어 있는 것이 바람직하다. 수지에 혼입할 수 있는 자성 분말 복합체의 양이 많은 경우, 고주파를 더했을 때의 투자율이 높아지는 한편, 수지가 갖는 기계적 특성은 저하된다. 이 때문에, 자성 콤파운드로의 자성 분말 복합체의 첨가량은 기계적 특성과 고주파 특성과의 사이의 밸런스를 고려하여 검토하는 것이 바람직하다.

[0126] 자성 콤파운드를 제작하는 수단으로서, 특별히 제한은 없다. 예를 들면, 시판의 혼련기를 사용하여 혼련 강도 등을 조정할 수 있다. 수지, 금속 자성 분말, 상기의 유기 화합물을 포함한 혼합물을 가열하여, 자성 콤파운드를 제작하는 방법을 채용할 수도 있고 수지를 용해시킨 것에 자성 분말 복합체를 첨가하는 방법을 채용할 수도 있다.

[0127] 또한, 수지의 용융 온도는 수지의 용융 온도보다 높은 온도로 통상 실시하고, 수지의 분해성이 높을 때에는 분해 온도 이하로 설정한다.

[0128] 또, 수지의 기계적 강도 등을 개선하기 위하여, 통상 알려진 첨가물로서 알려진, 섬유 형태인 유리 섬유, 탄소 섬유, 흑연 섬유, 아라미드 섬유(aramid fiber), 비닐론 섬유, 폴리아미드 섬유, 폴리에스테르 섬유, 삼 섬유, 케나프 섬유, 대나무 섬유, 스틸 섬유, 무명, 레이온, 알루미늄 섬유, 카본 나노 섬유, 카본 나노 튜브, 코튼 피브릴, 질화규소 휘스커, 알루미나 휘스커, 탄화규소 휘스커, 니켈 휘스커, 판 형태인 탈크, 카울린 클레이, 마이카, 유리 플레이크, 아라고나이트, 황산칼슘, 수산화알루미늄, 유기화 몬모릴로나이트, 팽윤성 합성 마이카, 흑연, 입상인 탄산칼슘, 실리카, 글라스 비드, 산화티탄, 산화아연, 월라스토나이트(wollastonite), 베 미큐라이트(vermiculite), 시라스 별분, 유리 별분, 나노 산화 티탄, 나노 실리카, 카본 블랙을 첨가할 수 있다. 그 외, 첨가에 의해 안테나로서의 특성이 저하되지 않는 범위에서, 시간 경과 열화(劣化) 억제 물질을 첨가할 수도 있다.

[0129] (자성 콤파운드의 특성 평가)

[0130] 상술한 방법에 의해 얻어진 자성 분말 복합체와 특정의 수지로 구성되는 자성 콤파운드 0.2g을 도넛 형태의 용기 내에 넣고, 핸드 프레스기, 또는 핫 프레스기를 사용하여 외경 7mm, 내경 3mm의 토로이달 형상의 자성 콤파운드의 성형체를 형성한다. 그 후, 아지랜드 · 테크놀로지 가부시키가이샤 제조의 네트워크 · 애널라이저(E8362 C)와 칸토 일렉트로닉스 어플리케이션 앤드 디벨로먼트 인코퍼레이티드 제조의 같은 축형 S파라미터법 샘플 훌더 킷(제품 제품번호 : CSH2-APC7, 시료 치수 :  $\phi 7.0\text{mm} - \phi 3.04\text{mm} \times 5\text{ mm}$ )를 사용하여 얻어지는 자성 콤파운드의 성형체의 고주파 특성, 즉 0.5~5GHz의 구간, 측정 폭은 0.05GHz 단위로 실시하여, 투자율의 실수부( $\mu'$ ), 투자율의 허수부( $\mu''$ ), 유전율의 실수부( $\epsilon'$ ), 유전율의 허수부( $\epsilon''$ )를 측정하고 고주파 특성을 확인했다. 여기서,  $\tan \delta \epsilon = \epsilon'' / \epsilon'$ 이며,  $\tan \delta \mu = \mu'' / \mu'$ 로 산출할 수 있다.

- [0131] 이상, 본 실시 형태에 의하면, SPS(신디오택틱 폴리스티렌), PPS(폴리페닐렌 살파이드), 및,  $m$ -PPE(변성 폴리페닐렌에테르) 중 어느 하나의 수지를 사용하여, 고주파 특성이 뛰어나며 또한 기계적 강도가 뛰어난 자성 콤파운드 및 이의 관련물을 제공할 수 있다.
- [0132] <3. 변형 예 등>
- [0133] 또한, 본 발명의 기술적 범위는 상술한 실시의 형태로 한정되는 것이 아니고, 발명의 구성 요건이나 그 조합에 의해서 얻어지는 특정 효과를 이끌어낼 수 있는 범위에서 여러 가지의 변경이나 개량을 더한 형태도 포함한다.
- [0134] (금속 자성 입자, 피복체, 자성 분말 복합체 및 수지)
- [0135] 본 실시 형태에서는 금속 자성 입자, 피복체, 자성 분말 복합체 및 수지에 관해, 주가 되는 원소나 화합물에 대해 상술했다. 한편, 상기에서 열거한 원소나 화합물 이외의 것을, 금속 자성 입자, 피복체, 자성 분말 복합체 및 수지를 함유하고 있어도 된다.
- [0136] (어플리케이션)
- [0137] 본 실시 형태에 있어서의 얻어진 자성 분말 복합체와 특정의 수지로부터 구성되는 자성 콤파운드는 안테나, 인더터, 전파 차폐재에 사용할 수 있다. 특히, 상기 자성 콤파운드에 의해 구성되는 안테나, 또한 상기 안테나를 구비한 전자 통신 기기(전자기기)에 있어서도, 후술하는 실시예의 항목으로 나타낸 바와 같이 비교적 높은 통신 특성을 향수(享受)하는 것이 가능하다. 즉, 본 실시 형태에 있어서의 자성 콤파운드는 상기와 같은 전자 부품, 안테나, 전자기기 등에서 가공 가능한 것이다.
- [0138] 이러한 전자 통신 기기로서는, 예를 들면, 본 실시 형태에 있어서의 안테나가 수신한 전파에 근거하여 전자 통신 기기로서의 기능을 갖는 부분과 수신한 전파에 근거하여 상기 부분을 제어하는 제어부를 갖는 것을 들 수 있다.
- [0139] 또한, 본 실시 형태에 있어서의 전자 통신 기기로서는, 안테나를 구비한 관계상, 통신 기능을 갖는 통신 기기인 것이 바람직하다. 그러나 안테나에 의해 전파를 수신하여 기능을 발휘하는 전자기기라면, 통화 등의 통신 기능을 구비하지 않는 전자기기라도 상관없다.
- [0140] 실시예
- [0141] 이어서 실시예를 나타내며, 본 발명에 대해 구체적으로 설명한다. 물론 본 발명은, 이하의 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0142] 또한, 본 항목에서 드는 각 실시예에 있어서의 조건 및 측정 결과를 표 1~5에 기재한다.
- [0143] 표 1은 실시예 1~20, 비교예 1~6에 관한 시료의 원료에 대해 기재한다.
- [0144] 표 2는 실시예 1~20, 비교예 1~6에 관한 시료의 자기적 특성 및 기계적 특성에 대해 기재한다.
- [0145] 표 3은 실시예 1~20, 비교예 1~6에 관한 시료의 고주파 특성( $750\text{MHz}$ ~ $1\text{GHz}$ ,  $2\text{GHz}$ )에 대해 기재한다.
- [0146] 표 4는 실시예 1~20, 비교예 1~6에 관한 시료의 고주파 특성( $800\text{MHz}$ ,  $1.5\text{GHz}$ )에 대해 기재한다.
- [0147] 표 5는 실시예 1~20, 비교예 1~6에 관한 시료의 고주파 특성( $2.5\text{GHz}$ ,  $3.0\text{GHz}$ )에 대해 기재한다.

표 1

	피복물	수지	금속 자성 분말 (vol%)	유리 섬유 (질량%)
실시예 1	프탈산	PPS	30	0
실시예 2	무수 말레산	PPS	30	0
실시예 3	말레산	PPS	30	0
실시예 4	프탈산디메틸	PPS	30	0
실시예 5	호박산	PPS	30	0
실시예 6	무수 호박산	PPS	30	0
실시예 7	무수 프탈산	PPS	30	0
실시예 8	안식향산	PPS	30	0
실시예 9	말론산	PPS	30	0
실시예 10	푸마르산	PPS	30	0
실시예 11	글루탈산	PPS	30	0
실시예 12	아젤라산	PPS	30	0
실시예 13	세바스산	PPS	30	0
실시예 14	프탈산	PPS	30	0
실시예 15	프탈산	PPS	30	30
실시예 16	프탈산	SPS	20	0
실시예 17	프탈산	SPS	30	0
실시예 18	프탈산	SPS	40	0
실시예 19	프탈산	PPE	30	0
실시예 20	프탈산	PPE	30	30
비교예 1	없음	에폭시	30	0
비교예 2	프탈산	에폭시	30	0
비교예 3	없음	PPS	30	0
비교예 4	없음	SPS	30	0
비교예 5	없음	PPE	30	0
비교예 6	없음	PPS/PA6T	30	0

[0148]

표 2

	Hc (Oe)	Hc (kA/m)	$\sigma_s$ (Am <sup>2</sup> /kg)	SQ (-)	SFD (-)	$\Delta\sigma_s$ (%)	BET (m <sup>2</sup> /g)	TAP (g/cc)	굽힘 강도 (MPa)	탄성율 (MPa)
실시예 1	697	55.5	173.8	0.318	3.333	6.4	33.3	1.574	55.8	6021
실시예 2	703	55.9	171.7	0.319	3.313	8.7	31.3	1.517	80.6	6415
실시예 3	696	55.4	172.2	0.310	3.409	9.7	31.1	1.537	83.5	6533
실시예 4	698	55.5	173.4	0.312	3.355	4.8	33.5	1.535	62.4	5832
실시예 5	702	55.9	172.6	0.319	3.310	9.9	32.1	1.44	60.0	7352
실시예 6	704	56.0	173.8	0.315	3.329	8.4	33.4	1.605	71.8	7403
실시예 7	695	55.3	173	0.311	3.369	5.4	28.2	1.558	51.8	5929
실시예 8	687	54.7	174.9	0.304	3.450	4.8	29.3	1.702	56.7	5632
실시예 9	707	56.3	173.1	0.326	3.281	10.7	32.1	1.365	57.6	6523
실시예 10	716	57.0	170.900	0.325	3.249	9.0	36.2	1.37	69.4	5837
실시예 11	721	57.4	173.8	0.324	3.277	7.4	30.4	1.374	47.5	6533
실시예 12	708	56.3	174.7	0.328	3.249	5.1	28.8	1.368	60.1	5355
실시예 13	703	55.9	174.7	0.321	3.319	4.9	28.8	1.408	67.7	5714
실시예 14	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	50.0	5529
실시예 15	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	77.8	10527
실시예 16	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	43.3	3400
실시예 17	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	38.6	3952
실시예 18	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	35.0	5642
실시예 19	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	39.1	4424
실시예 20	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	60.6	7721
비교예 1	757	60.2	179.3	0.337	3.141	7.6	37.3	1.093	—	—
비교예 2	724	57.6	173.5	0.322	3.268	5.7	34.9	1.373	—	—
비교예 3	757	60.2	179.3	0.337	3.141	7.6	37.3	1.093	—	—
비교예 4	757	60.2	179.3	0.337	3.141	7.6	37.3	1.093	—	—
비교예 5	757	60.2	179.3	0.337	3.141	7.6	37.3	1.093	—	—
비교예 6	757	60.2	179.3	0.337	3.141	7.6	37.3	1.093	—	—

[0149]

표 3

	750MHz~1GHz				2.0GHz				
	$\mu'$		$\epsilon'$		$\mu'$	$\mu''$	$\tan\delta\mu$	$\epsilon'$	$\epsilon''$
	평균	표준편차	평균	표준편차					
실시예 1	1.739	0.002	6.066	0.001	1.786	0.062	0.034	6.074	0.061
실시예 2	1.738	0.003	6.190	0.002	1.786	0.059	0.033	6.184	0.089
실시예 3	1.776	0.002	6.376	0.002	1.826	0.064	0.035	6.361	0.099
실시예 4	1.747	0.003	6.108	0.002	1.794	0.056	0.031	6.111	0.066
실시예 5	1.854	0.004	6.696	0.007	1.912	0.088	0.046	6.658	0.146
실시예 6	1.825	0.003	6.718	0.009	1.878	0.079	0.042	6.657	0.190
실시예 7	1.724	0.002	5.930	0.002	1.770	0.058	0.032	5.937	0.054
실시예 8	1.731	0.002	6.310	0.007	1.776	0.054	0.030	6.261	0.148
실시예 9	1.720	0.005	6.405	0.007	1.756	0.068	0.039	6.363	0.138
실시예 10	1.774	0.003	6.028	0.004	1.821	0.088	0.048	6.013	0.095
실시예 11	1.823	0.004	6.452	0.009	1.880	0.082	0.043	6.392	0.176
실시예 12	1.809	0.008	6.075	0.008	1.857	0.093	0.050	6.044	0.124
실시예 13	1.838	0.002	6.259	0.010	1.894	0.081	0.043	6.178	0.203
실시예 14	1.730	0.003	5.364	0.004	1.776	0.052	0.029	5.364	0.052
실시예 15	1.749	0.002	5.921	0.001	1.793	0.057	0.032	5.926	0.059
실시예 16	1.436	0.001	3.983	0.001	1.459	0.033	0.022	3.989	0.031
실시예 17	1.676	0.003	5.291	0.001	1.718	0.052	0.030	5.293	0.055
실시예 18	1.836	0.003	5.877	0.001	1.888	0.072	0.038	5.883	0.055
실시예 19	1.730	0.003	5.364	0.004	1.776	0.052	0.029	5.364	0.052
실시예 20	1.749	0.002	5.921	0.001	1.793	0.057	0.032	5.926	0.059
비교예 1	1.859	0.005	6.710	0.039	1.916	0.113	0.059	6.466	0.470
비교예 2	1.921	0.005	7.848	0.057	1.980	0.120	0.060	7.494	0.664
비교예 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[0150]

## 표 4

	800MHz						1.5GHz					
	$\mu'$	$\mu''$	$\tan\delta\mu$	$\epsilon'$	$\epsilon''$	$\tan\delta\epsilon$	$\mu'$	$\mu''$	$\tan\delta\mu$	$\epsilon'$	$\epsilon''$	$\tan\delta\epsilon$
실시예 1	1.738	0.015	0.009	6.064	0.029	0.005	1.763	0.034	0.019	6.069	0.040	0.007
실시예 2	1.736	0.012	0.007	6.189	0.059	0.010	1.762	0.029	0.016	6.184	0.070	0.011
실시예 3	1.776	0.015	0.008	6.377	0.063	0.010	1.802	0.035	0.020	6.365	0.079	0.012
실시예 4	1.745	0.011	0.006	6.106	0.029	0.005	1.771	0.031	0.017	6.108	0.043	0.007
실시예 5	1.850	0.018	0.010	6.700	0.126	0.019	1.886	0.045	0.024	6.670	0.129	0.019
실시예 6	1.823	0.017	0.010	6.724	0.171	0.025	1.854	0.042	0.023	6.675	0.173	0.026
실시예 7	1.725	0.014	0.008	5.926	0.017	0.003	1.748	0.031	0.018	5.935	0.034	0.006
실시예 8	1.732	0.015	0.008	6.311	0.125	0.020	1.755	0.033	0.019	6.275	0.132	0.021
실시예 9	1.719	0.034	0.020	6.411	0.121	0.019	1.747	0.044	0.025	6.377	0.123	0.019
실시예 10	1.773	0.037	0.021	6.025	0.056	0.009	1.801	0.059	0.033	6.020	0.066	0.011
실시예 11	1.822	0.017	0.009	6.456	0.154	0.024	1.856	0.043	0.023	6.411	0.160	0.025
실시예 12	1.809	0.036	0.020	6.076	0.104	0.017	1.839	0.053	0.029	6.050	0.105	0.017
실시예 13	1.835	0.017	0.009	6.267	0.193	0.031	1.869	0.038	0.020	6.204	0.194	0.031
실시예 14	1.700	0.027	0.016	5.987	0.036	0.006	1.725	0.037	0.021	5.984	0.048	0.008
실시예 15	1.854	0.018	0.010	6.959	0.061	0.009	1.890	0.043	0.022	6.947	0.073	0.010
실시예 16	1.436	0.018	0.013	3.983	0.007	0.002	1.448	0.023	0.016	3.986	0.015	0.004
실시예 17	1.676	0.024	0.014	5.291	0.025	0.005	1.700	0.032	0.019	5.290	0.034	0.006
실시예 18	1.834	0.025	0.013	5.877	0.020	0.003	1.865	0.042	0.022	5.878	0.033	0.006
실시예 19	1.734	0.023	0.013	5.359	0.023	0.004	1.755	0.033	0.019	5.362	0.033	0.006
실시예 20	1.747	0.018	0.011	5.922	0.026	0.004	1.769	0.034	0.019	5.926	0.038	0.006
비교예 1	1.858	0.052	0.028	6.726	0.470	0.070	1.896	0.070	0.037	6.542	0.461	0.070
비교예 2	1.920	0.044	0.023	7.872	0.688	0.087	1.958	0.073	0.037	7.604	0.660	0.087
비교예 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[0151]

표 5

	2.5GHz						3.0GHz					
	$\mu'$	$\mu''$	$\tan\delta\mu$	$\epsilon'$	$\epsilon''$	$\tan\delta\epsilon$	$\mu'$	$\mu''$	$\tan\delta\mu$	$\epsilon'$	$\epsilon''$	$\tan\delta\epsilon$
실시예 1	1.801	0.101	0.056	6.059	0.087	0.014	1.807	0.141	0.078	6.038	0.109	0.018
실시예 2	1.804	0.098	0.055	6.166	0.114	0.018	1.809	0.141	0.078	6.145	0.134	0.022
실시예 3	1.843	0.107	0.058	6.344	0.123	0.019	1.849	0.150	0.081	6.319	0.145	0.023
실시예 4	1.810	0.098	0.054	6.098	0.088	0.014	1.816	0.136	0.075	6.076	0.110	0.018
실시예 5	1.927	0.139	0.072	6.634	0.172	0.026	1.932	0.190	0.098	6.603	0.193	0.029
실시예 6	1.895	0.125	0.066	6.625	0.212	0.032	1.902	0.172	0.090	6.590	0.233	0.035
실시예 7	1.785	0.097	0.054	5.927	0.078	0.013	1.790	0.134	0.075	5.907	0.101	0.017
실시예 8	1.794	0.092	0.051	6.236	0.168	0.027	1.803	0.128	0.071	6.204	0.187	0.030
실시예 9	1.770	0.095	0.054	6.348	0.156	0.025	1.774	0.132	0.074	6.323	0.178	0.028
실시예 10	1.830	0.129	0.071	6.007	0.102	0.017	1.829	0.174	0.095	5.986	0.125	0.021
실시예 11	1.898	0.132	0.069	6.358	0.196	0.031	1.902	0.179	0.094	6.327	0.211	0.033
실시예 12	1.871	0.135	0.072	6.029	0.133	0.022	1.870	0.188	0.101	6.005	0.152	0.025
실시예 13	1.911	0.131	0.068	6.141	0.221	0.036	1.921	0.181	0.094	6.096	0.234	0.038
실시예 14	1.758	0.095	0.054	5.977	0.096	0.016	1.764	0.133	0.075	5.957	0.119	0.020
실시예 15	1.934	0.120	0.062	6.928	0.124	0.018	1.950	0.168	0.086	6.900	0.149	0.022
실시예 16	1.467	0.050	0.034	3.984	0.046	0.012	1.475	0.068	0.046	3.970	0.061	0.015
실시예 17	1.732	0.082	0.047	5.285	0.077	0.014	1.742	0.116	0.066	5.268	0.096	0.018
실시예 18	1.903	0.113	0.059	5.875	0.079	0.013	1.916	0.156	0.082	5.852	0.100	0.017
실시예 19	1.789	0.080	0.045	5.362	0.074	0.014	1.808	0.114	0.063	5.338	0.092	0.017
실시예 20	1.809	0.090	0.050	5.917	0.084	0.014	1.823	0.127	0.070	5.896	0.105	0.018
비교예 1	1.922	0.163	0.085	6.399	0.485	0.076	1.919	0.212	0.111	6.333	0.496	0.078
비교예 2	1.987	0.178	0.090	7.399	0.673	0.091	1.978	0.241	0.122	7.312	0.682	0.093
비교예 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
비교예 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[0152]

[0153] 또한, 각 표의 공란은 미측정 또는 측정 불능인 항목이다.

[0154] 이하, 각 실시예에 대해 설명한다.

[0155] <실시예 1>

[0156] 본 실시예에 있어서는 소량 샘플을 제작했다.

[0157] 우선, 금속 자성 분말(DOWA일렉트로닉스 가부시키가이샤 제조 : 철-코발트 금속 입자, 장축 길이 : 40nm, BET :  $37.3\text{m}^2/\text{g}$ ,  $\sigma s : 179.3\text{Am}^2/\text{kg}$ , 탄소 함유량(고주파 연소법) : 0.01질량%)을 500메쉬체로 체질하고, 체 하의 금속 자성 분말(50g)에, 프탈산(와코준아쿠고교 제조 특급 시약)을 자성분에 대해서 5%(2.5g), 에탄올을 자성분에 대해서 30중량%(15g) 첨가하고, 마노 유발 중에서 5분간 혼합시켰다. 건조는  $60^\circ\text{C}$ 에서 2시간 실시하고, 본 실시예

에 있어서의 자성 분말 복합체를 얻었다. 또한, 얻어진 자성 분말 복합체의 진밀도를 기상(He 가스) 치환법으로 구한바,  $5.58\text{g/cm}^3$ 이었다. 구한 진밀도의 값은 콤파운드 중의 자성 분말 복합체의 함유량을 원하는 비율로 하기 위한 배합비의 산출에 사용했다.

[0158] 산소 농도계로 0%가 될 때까지 질소에서 충만시킨 분위기 중에 둔 소형 혼련기(DSM Xplore(등록상표) MC15, Xplore Instruments 사제) 내에서, 폴리페닐렌 살피아드 수지(PPS/폴리플라스틱 가부시키가이샤 제조 주라파이드(등록상표) 0220A9) 13.2g을 설정 온도 300°C에서 혼련 교반 속도 100rpm로 용해 시키면서, 자성 분말 복합체를 용해 수지에 혼입하였다. 또한, 자성 분말 복합체의 양으로서는 성형체 형성 시의 체적 충전율이 30체적%에 상당하는 23.4g으로 했다. 그리고 10분간 혼련(수지 및 자성분의 투입 시간을 포함한다)하여 혼련물 즉 자성 콤파운드를 제작했다.

[0159] 얻어진 자성 콤파운드는 소형 혼련기의 옵션 장치인 사출 성형기에 실린더 온도 300°C, 금형 온도 130°C의 조건으로 투입하여, 굽힘 시험용 성형체(ISO178 규격 사이즈 : 80mm×10mm×4mm)를 제작한 후, 디지털 포스 게이지(가부시키가이샤 이마다 제조 ZTS-500 N)를 사용하여, 지점간 거리를 16mm로 하여 굴곡강도를 측정하고, 휨변위를 산출한 다음 탄성률(MPa)을 측정했다.

[0160] 또한, 고주파 특성을 측정하기 위해, 자성 콤파운드 0.2g을 직경 6mm의 도너츠형 지그 중에 투입 후, 소형 핫프레스기(아즈원 제조)에서 300°C에서 20분간 가열했다. 이렇게 하는 것으로 자성 콤파운드 중의 수지를 용해 시킨 후, 가압하면서, 외경 7mm, 내경 3mm의 토로이달 형상의 성형체로 성형하여 냉각하고, 얻어진 성형체에 대해, 상기의 실시의 형태에 기재의 방법으로 고주파 특성을 측정했다.

<실시예 2>

[0162] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 무수 말레산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 3>

[0164] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 말레산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 4>

[0166] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 프탈산 디메틸로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 5>

[0168] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 호박산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 6>

[0170] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 무수 호박산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 7>

[0172] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 무수 프탈산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 8>

[0174] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 안식향산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 9>

[0176] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 마론산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 10>

[0178] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 푸마르산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 11>

[0180] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 글루탈산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 12>

[0182] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 아젤라산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

<실시예 13>

[0184] 본 실시예에서는 실시예 1에서 첨가하는 처리제를 세バス산으로 한 것 이외는 실시예 1과 동일하게 했다.

[0185] <실시예 14>

[0186] 본 실시예에 있어서, 중량 샘플을 제작했다. 우선, 프탈산(와코준야쿠고교 가부시키가이샤 제조 특급 시약) 25g에 에탄올(와코준야쿠고교 가부시키가이샤 제조 특급 시약)을 500g가 되도록 첨가하고 프탈산을 에탄올로 용해시켰다. 이 용액에 대해, 금속 자성 분말(DOWA 일렉트로닉스 가부시키가이샤 제조: 철-코발트 금속 입자, 장축길이: 40nm, BET: 37.3m<sup>2</sup>/g, σs: 179.3Am<sup>2</sup>/kg, 탄소 함유량(고주파 연소법): 0.01질량%) 500g을 불활성 분위기 하에서 첨가하여 용액 중에서 금속 자성 분말을 침강시켰다. 이것을 대기 중에서 고속 교반기(프라이믹스 가부시키가이샤 제조 TK호모 믹서 MarkII)로 8000rpm에 대해 2분간 교반하여, 금속 자성 분말의 페이스트 상태로 했다.

[0187] 얻어진 페이스트를 알루미늄의 배트 상에 넓혀 에탄올의 휘발 온도 근방(78°C)에서 1시간, 그 후 120°C에 온도상승시키고 1.5시간 가열하여, 페이스트로부터 에탄올을 제거하여 프탈산과 금속 자성 분말이 혼재한 응집체를 얻었다. 얻어진 응집체를 500메쉬의 체로 체질하여 조대 입자를 제거하여 본 실시예에 관한 자성 분말 복합체로 했다. 얻어진 자성 분말 복합체는, BET: 34.9m<sup>2</sup>/g, σs: 173.5Am<sup>2</sup>/kg, 탄소 함유량(고주파 연소법): 2.82질량%의 특성을 갖는 것이었다. 여기서, 자성 분말 복합체의 진밀도를 기상(He가스) 치환법으로 구하고, 구한 진밀도의 값을 콤파운드 중의 자성 분말 복합체의 함유량을 원하는 비율로 하기 위한 배합비의 산출에 사용했다. 이후는 실시예 1과 동일하게 하여 평가했다.

[0188] <실시예 15>

[0189] 본 실시예에서는 유리 섬유가 30% 함유된 비중 1.57g/cm<sup>3</sup>의 쥬라파이드(등록상표) 1130A64(PPS/폴리플라스틱스 가부시키가이샤 제조 폴리페닐렌 설파이드)로 수지를 변경한 이외는 실시예 14와 같게 했다.

[0190] <실시예 16>

[0191] 본 실시예에서는 성형체 형성 시의 체적 충전율이 20체적%에 상당하는 자성 분말 복합체와 비중 1.18g/cm<sup>3</sup>의 XAREC(등록상표) SP105(SPS/이데미츠 고우산 가부시키가이샤 제조, 신디오텍틱 폴리스티렌)를 11.5g 각각 질소 중에서 침량하여 5호 규격병에 넣고 뚜껑을 닫았다. 가볍게 손으로 털은 뒤, 소형 혼련기(DSMXplore(등록상표) MC15, Xplore Instruments 사제)로 질소 분위기 중에서, 설정 온도 300°C, 혼련교반 속도 100rpm에서, 10분간 혼련(수지 및 자성분의 투입 시간을 포함함)하고, 혼련물 즉 자성 콤파운드를 제작했다. 그 나머지는 실시예 1과 동일하게 하여 평가했다.

[0192] <실시예 17>

[0193] 본 실시예에서는 실시예 16에서 자성 분말 복합체의 체적 충전율이 30 체적%, 자성 분말 복합체와 SPS의 첨가량을 조정한 이외는 실시예 16과 같게 했다.

[0194] <실시예 18> 본 실시예에서는, 실시예 16에 대하고, 자성 분말 복합체의 체적 충전율이 40 체적%, 자성 분말 복합체와 SPS의 첨가량을 조정한 이외는 실시예 16과 같게 했다.

[0195] <실시예 19>

[0196] 본 실시예에서는 수지를 비중 1.06g/cm<sup>3</sup>의 자이론(등록상표) AH-40(PPE/아사히카세이 케미컬즈 가부시키가이샤 제조 변성 폴리페닐렌 에테르)으로 변경한 것 이외는 실시예 16과 동일하게 했다.

[0197] <실시예 20>

[0198] 본 실시예에서는 유리 섬유가 30% 함유된 비중 1.31g/cm<sup>3</sup>의 자이론(등록상표) GH-30(PPE/아사히카세이 케미컬즈 가부시키가이샤 제조 변성 폴리페닐렌에테르)으로 수지를 변경한 것 이외는 실시예 16과 동일하게 했다.

[0199] <비교예 1>

[0200] 본 실시예에서는 실시예 1에서 프탈산으로 표면 처리하고 있지 않은 금속 자성 입자를 사용했다. 또한, 열가소성 수지는 아니고 열강화성 수지인 에폭시 수지(1액형 에폭시 수지 테스크 가부시키가이샤제)를, 금속 자성 분말이 30 질량%가 되도록 침량하고, 가부시키가이샤 EME사 제조 진공 교반·탈포믹서(V-mini300)를 사용하고, 상기 금속 자성 분말을 에폭시 수지에 분산시켜 페이스트상으로 했다. 이 페이스트를 핫 플레이트상에서 60°C, 2시간 건조시키고, 금속 자성 분말-수지의 복합체를 얻었다. 이 복합체를 해립하여 복합체의 분말을 제작하고, 이 복합체 분말 0.2g을 도너츠 형태의 용기 내에 넣고, 핸드 프레스기에 의해 1t의 하중을 걸치는 것으로, 외경

7mm, 내경 3mm의 토로이달 형상의 성형체로 했다. 이후는 실시예 1과 동일하게 하여 평가했다.

[0201] <비교예 2>

본 실시예에서는 비교예 1에 사용한 금속 자성 분말을 실시예 14에서 사용한 자성 분말 복합체로 변경한 것 이외는 동일하게 하였다.

[0203] <비교예 3>

본 실시예에서는 실시예 14에서 금속 자성 분말을 프탈산으로 표면 처리하지 않았던 것 이외는 동일하게 하였다.

본 실시예에서는 혼련물의 제작 시, 혼련물을 대기 중에 꺼낸 단계에서 금속 자성 분말이 발화하고 발연이 생겨 원래 혼련물을 제작할 수 없었다.

[0206] <비교예 4>

본 실시예에서는 실시예 17에서 금속 자성 분말을 프탈산으로 표면 처리하지 않았던 것 이외는 동일하게 하였다.

본 실시예에서는 혼련물의 제작 시, 혼련물을 대기 중에 꺼낸 단계에서 금속 자성 분말이 발화하고 발연이 생겨 원래 혼련물을 제작할 수 없었다.

[0209] <비교예 5>

본 실시예에서는 실시예 19에서 금속 자성 분말을 프탈산으로 표면 처리하지 않았던 이외는 동일하게 했다.

본 실시예에서는 혼련물의 제작 시, 혼련물을 대기 중에 꺼낸 단계에서 금속 자성 분말이 발화하고 발연이 생겨 원래 혼련물을 제작할 수 없었다.

[0212] <비교예 6>

본 실시예에서는 기존의 기술인 열가소성 수지와 방향족 나일론의 혼합 수지를 사용하여 자성 분말 복합체에 동일한 효과를 볼 수 있는지 확인했다. 구체적으로는 실시예 1에서 금속 자성 분말을 프탈산으로 표면 처리하지 않고, 또한, 수지를 쥬라파이드(등록상표)(PPS/폴리페닐렌 설파이드 수지 폴리플라스틱스 가부시키가이샤 제조 A0220A9)와 방향족 나일론 6T 베스타미드(등록상표)(다이 셀 · 에보닉 가부시키가이샤 제조 HTplusM1000)를 혼합한 것 이외는 동일하게 했다.

본 실시예에서는 혼련물의 제작 시, 혼련물을 대기 중에 꺼낸 단계에서 금속 자성 분말이 발화하고 발연이 생겨 원래 혼련물을 제작할 수 없었다.

[0215] <결과>

[0216] 상기의 내용을 정리한 것이 먼저 예를 든 표 1~5이다.

[0217] 상기의 각 표를 보면, 어느 실시예에서도 각 표에 기재한 모든 주파수에서, 투자율의 실수부( $\mu'$ ), 투자율의 허수부( $\mu''$ ), 유전율의 실수부( $\epsilon'$ ), 유전율의 허수부( $\epsilon''$ ), ( $\tan \delta \mu$ ) 및 ( $\tan \delta \epsilon$ ), 또한, 750MHz~1GHz에 있어서의  $\mu'$ 나  $\epsilon'$ 의 표준 편차도 포함하여 모두가 양호한 값이 되고 있었다. 그에 더하여 굴곡강도나 탄성을 에 대해서도 양호했다.

[0218] 한편, 비교예에서는 비교예 3~6에 대해 자성 콤파운드를 제작할 때에, 발화전에 발연이 생겨서 혼련물을 얻을 수 없었다.

[0219] 비교예 1, 2에서는 자성 콤파운드를 제작할 수 있었다. 그러나 고주파 특성에 대해 실시예보다 뒤떨어지는 결과가 되고 있었다.

[0220] 이상의 결과, 상기의 실시예에 의하면, 전자 통신 기기의 소형화를 도모하는 것을 가능하게 하면서도 원하는 통신 특성을 실현 가능한 자성 분말 복합체 및 이의 관련물을 제공할 수 있는 것이 분명해졌다.