(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0006729
(43) 공개일자 2009년01월15일

(51) Int. Cl.
H05K 9/00 (2006.01) *H01B 1/22* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0055723
(22) 출원일자 2008년06월13일
심사청구일자 2008년06월13일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00182958 2007년07월12일 일본(JP)

(71) 출원인
알프스 덴키 가부시키가이샤
일본국 도쿄도 오타구 유키가야 오츠카마치 1반 7고
(72) 발명자
미즈시마 다카오
일본 도쿄도 오타쿠 유키가야오츠카쵸 1방 7고 알프스 덴키가부시키가이샤 나이
아비코 세이이치
일본 도쿄도 오타쿠 유키가야오츠카쵸 1방 7고 알프스 덴키가부시키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 8 항

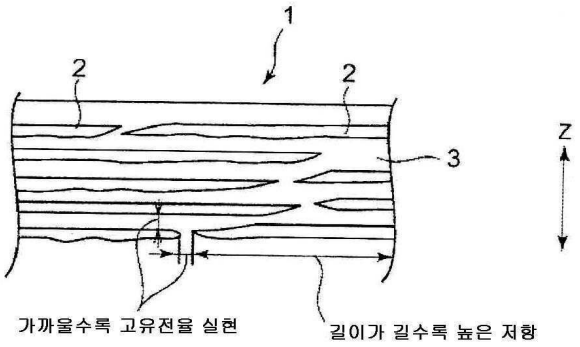
(54) 전자파 억제 시트

(57) 요 약

(과제) 특히, 얇은 시트 두께로, 유전율을 높여 전파 흡수 특성을 향상시키는 것이 가능한 전자파 억제 시트를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

(해결 수단) 본 발명의 전자파 억제 시트는, 자성 분말 (2) 과 절연재 (3) 로 이루어지는 시트로, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가 각각 ε ' ≥ 200, ε " ≥ 25 를 갖는 것을 특징으로 하는 것이다. 이로써, 시트 면내 방향에 대해 전자파 흡수량이 커 우수한 전파 흡수 특성을 발휘하는 전자파 흡수 시트를 얻는 것이 가능해진다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

가와세 교이치

일본 도쿄도 오타쿠 유키가야오츠카쵸 1방 7고 알프스 덴키가부시키가이샤 나이

다카하시 도시오

일본 도쿄도 오타쿠 유키가야오츠카쵸 1방 7고 알프스 덴키가부시키가이샤 나이

마루야마 사토시

일본 도쿄도 오타쿠 유키가야오츠카쵸 1방 7고 알프스 덴키가부시키가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

자성 분말과 절연재로 이루어지는 시트로, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε') 및 허수부 (ε") 가 각각 ε' ≥ 200, ε" ≥ 25 를 갖는 것을 특징으로 하는 전자파 억제 시트.

청구항 2

상기 자성 분말과 절연재로 이루어지는 시트로, 유전율 (ε) 의 실수부 (ε') 및 허수부 (ε") 가 시트 면내 방향에 이방성을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 전자파 억제 시트.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 자성 분말의 충전 밀도는, 2.3 (g/㎤) ~ 3.5 (g/㎤) 의 범위 내인 전자파 억제 시트.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 자성 분말의 함유량은, 30 체적% 이상이고 45 체적% 보다 작은 범위 내인 전자파 억제 시트.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자성 분말의 함유량은, 30 체적% 이상이고 40 체적% 이하의 범위 내인 전자파 억제 시트.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은, 24 ~ 70㎛ 의 범위 내인 전자파 억제 시트.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 자성 분말의 에스펙트비는, 10 ~ 800 의 범위 내인 전자파 억제 시트.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

5 원자% 이하의 저 어닐화 촉진 원소 M 과, 10 원자% 이하의 Ni 를 함유하는 Fe 기 비정질 합금으로, M 은, Sn, In, Zn, Ga, Co 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 하나이며, 조성식 $Fe_{100-a-b-x-y-z-w-t}M_aNi_bCr_xP_yC_zB_wSi_t$ (0 < a ≤ 5 원자%, 0 < b ≤ 10 원자%, 0 ≤ x ≤ 4 원자%, 6 원자% ≤ y ≤ 13 원자%, 2 원자% ≤ z ≤ 12 원자%, 0 ≤ w ≤ 5 원자%, 0 ≤ t ≤ 4 원자%) 로 나타내어 이루어지는 편평상 자성 금속 합금이고, 각 자성 분말은, 막두께 방향으로 상기 절연재를 개재시킨 층상으로 분산되어 있고, 상기 절연재는, 염소화율 30 질량% ~ 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌으로 형성되며, 시트 두께는 20㎛ 이상 200㎛ 이하인 전자파 억제 시트.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은, 전파 흡수 특성이 우수한 전자파 억제 시트에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 휴대전화나 퍼스널 컴퓨터 등에는 노이즈 대책으로서 전자파 억제 시트가 내장된다. 전자파 억제 시트는, 전자파를 흡수하는 특성을 갖는 것으로, 자성 분말과 절연재가 혼합된 내부 구조로 형성된다.

<3> 전파 흡수 특성 (노이즈 흡수 효과) 을 향상시키는 데에는, 전파 흡수체 시트의 도전율, 유전율, 투자율을 높이는 것이 바람직하다.

<4> 예를 들어, 특허 문헌 1 에는, 유전율을 크게 하여 전파 흡수 특성을 향상시키는 것이 기재되어 있다. 이 특허 문헌 1 에서는 예를 들어, 자성 분말로서 Fe-Al-Si 합금을 사용하고 있는데, Fe-Al-Si 합금을 사용한 경우에는, 얇은 시트 두께로, 유전율을 높여 전파 흡수 특성을 향상시키는 것은 불가능하였다.

<5> 또 다른 특허 문헌에 있어서도, 얇은 시트 두께로, 유전율을 높여 전파 흡수 특성을 향상시키는 것은 조금도 기재되어 있지 않다.

<6> 하기의 각 특허 문헌에는 전파 흡수체에 관해서 기재되어 있다.

<7> 특허 문헌 1 : 일본 공개특허공보 2005-209686호

<8> 특허 문헌 2 : 일본 공개특허공보 2005-159337호

<9> 특허 문헌 3 : 일본 공개특허공보 2005-116819호

<10> 특허 문헌 4 : 일본 공개특허공보 2005-307291호

<11> 특허 문헌 5 : 특허 제3710226호

<12> 특허 문헌 6 : 특허 제3771224호

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<13> 그래서 본 발명은 상기 종래의 과제를 해결하기 위한 것으로, 특히, 얇은 시트 두께로, 유전율을 높여 전파 흡수 특성을 향상시키는 것이 가능한 전자파 억제 시트를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제 해결수단

<14> 본 발명에 있어서의 전자파 억제 시트는,

<15> 자성 분말과 절연재로 이루어지는 시트로, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가 각각 ε ' ≥ 200, ε " ≥ 25 를 갖는 것을 특징으로 하는 것이다.

<16> 이로써, 시트 면내 방향에 대해 전자파 흡수량이 커 우수한 전파 흡수 특성을 발휘하는 전자파 흡수 시트를 얻는 것이 가능해진다.

<17> 혹은 본 발명에 있어서의 전자파 억제 시트는, 상기 자성 분말과 절연재로 이루어지는 시트로, 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가 시트 면내 방향에 이방성을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

<18> 여기서「이방성」이란, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가, 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 에 비해 크고, 또한 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') / 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε '), 및, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 허수부 (ε ") / 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 허수부 (ε ") 가 10 이상, 바람직하게는 20 이상, 보다 바람직하게는, 100 이상인 것을 가리킨다.

<19> 이로써, 시트 면내 방향에 대해 전자파 흡수량이 커 우수한 전파 흡수 특성을 발휘하는 전자파 흡수 시트를 얻는 것이 가능해진다.

<20> 본 발명에서는, 상기 자성 분말의 충전 밀도는, 2.3 (g/㎤) ~ 3.5 (g/㎤) 의 범위 내인 것이 바람직하다. 고밀화에 의해, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 를 각각 크게 할 수 있다.

<21> 또 본 발명에서는, 상기 자성 분말의 함유량은, 30 체적% 이상이고 45 체적% 보다 작은 범위 내인 것이 바람

직하다. 또 상기 자성 분말의 함유량은, 30 체적% 이상이고 40 체적% 이하의 범위 내인 것이 바람직하다.

이로써, 효과적으로 자성 분말-자성 분말 간의 거리를 접근시킬 수 있음과 함께, 자성 분말-자성 분말 간에 적절히 절연재를 개재시켜 기포의 형성을 억제할 수 있어, 얇은 시트 두께로 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 를 각각 크게 할 수 있다.

<22> 본 발명에서는, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은, 24 ~ 70㎛ 의 범위 내인 것이 바람직하다. 입경은 큰 편이 자성 분말의 비저항을 크게 할 수 있고, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 를 각각 크게 할 수 있다.

<23> 또 본 발명에서는, 상기 자성 분말의 에스펙트비는, 10 ~ 800 의 범위 내인 것이 바람직하다. 이로써, 자성 분말을 시트 내부 전체에 적절히 분산 배치할 수 있어 자성 분말-자성 분말 간의 거리를 효과적으로 접근시킬 수 있음과 함께, 각 자성 분말 간의 절연성을 유지하는 것이 가능하고, 우수한 전파 흡수 특성을 얻는 것이 가능하다.

<24> 또 본 발명에서는, 5 원자% 이하의 저 어닐화 촉진 원소 M 과, 10 원자% 이하의 Ni 를 함유하는 Fe 기비정질 합금으로, M 은, Sn, In, Zn, Ga, Co 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 하나이며, 조성식 $Fe_{100-a-b-x-y-z-w-t}M_aNi_bCr_xP_yC_zB_wSi_t$ ($0 < a \leq 5$ 원자%, $0 < b \leq 10$ 원자%, $0 \leq x \leq 4$ 원자%, 6 원자% $\leq y \leq 13$ 원자%, 2 원자% $\leq z \leq 12$ 원자%, $0 \leq w \leq 5$ 원자%, $0 \leq t \leq 4$ 원자%) 로 나타내어 이루어지는 편평상 자성 금속 합금이고, 각 자성 분말은, 막두께 방향으로 상기 절연재를 개재시킨 층상으로 분산되어 있고, 상기 절연재는, 염소화율 30 질량% ~ 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌으로 형성되고, 시트 두께는, 20㎛ 이상 200㎛ 이하인 것이 바람직하다. 상기 시트 두께는, 100㎛ 이하로 하는 것이 더욱 바람직하다.

효 과

<25> 이와 같이 본 발명에서는, 얇은 시트 두께이어도, 우수한 전파 흡수 특성을 발휘하는 것이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<26> 도 1 은 본 실시형태에 있어서의 전자파 억제 시트의 사시도이다. 상기 전자파 억제 시트 (1) 는, 사용 용도나 사용 범위에 따라서 바뀌지만, 예를 들어 가로 치수 (T1) (도시된 X 방향에 대한 치수) 는 10㎜ 이상, 세로 치수 (L1) (도시된 Y 방향에 대한 치수) 는 10㎜ 이상의 범위 내에서 형성된다. 또, 상기 전자파 억제 시트 (1) 의 시트 두께 (H1) (도시 Z 방향에 대한 치수) 는, 20㎛ 이상 200㎛ 이하로 형성된다. 본 실시형태에서는, 상기 시트 두께 (H1) 를 200㎛ 이하, 100㎛ 이하보다 얇게 형성해도 우수한 전파 흡수 특성 (노이즈 억제 효과) 을 발휘할 수 있다. 상기 시트 두께 (H1) 는 50㎛ 이상인 것이 바람직하고, 80㎛ 이상인 것이 보다 바람직하다.

<27> 도 2 에 나타내는 바와 같이, 상기 전자파 억제 시트 (1) 는, 자성 분말 (2) 과 절연재 (3) 가 혼합되어 구성된다. 도 2 는 상기 전자파 억제 시트 (1) 를 막두께 방향 (도시 Z 방향) 에서 절단한 절단면의 부분 확대 모식도이다.

<28> 상기 자성 분말 (2) 은, 조성식이, $Fe_{100-a-b-x-y-z-w-t}M_aNi_bCr_xP_yC_zB_wSi_t$ ($0 < a \leq 5$ 원자%, $0 < b \leq 10$ 원자%, $0 \leq x \leq 4$ 원자%, 6 원자% $\leq y \leq 13$ 원자%, 2 원자% $\leq z \leq 12$ 원자%, $0 \leq w \leq 5$ 원자%, $0 \leq t \leq 4$ 원자%) 로 나타내어 이루어지는 편평상의 비정질 자성 합금이다. 여기서, 저 어닐화 촉진 원소 M (Sn, In, Zn, Ga, Co 및 Al 로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 하나의 원소) 을 5 원자% 이하와, 10 원자% 이하의 Ni 중 어느 일방 혹은 양방을 포함해도 된다.

<29> 본 실시형태의 자성 분말 (2) 은, 자성을 나타내는 Fe 와 비정질 형성능을 갖는 P, C, B 와 같은 반금속 원소를 구비하고 있으므로, 비정질상을 주상으로 함과 함께 우수한 연자기 특성을 나타낸다.

<30> 또한, 상기 자성 분말 (2) 은, $\Delta Tx = Tx - Tg$ (단 Tx 는 결정화 개시 온도, Tg 는 유리 전이 온도를 나타낸다) 의 식으로 나타내는 과냉각 액체의 온도 간격 ΔTx 가 20K 이상을 나타내는데, 조성에 따라서는 ΔTx 가 30K 이상, 나아가서는 50K 이상이라는 현저한 온도 간격을 갖고, 또, 연자성에 대해서도 실온에서 우수한 특성을 가지고 있다.

<31> 본 실시형태의 자성 분말 (2) 의 Fe 량 (100-a-b-x-y-z-w-t) 은, 70 원자% 이상 80 원자% 이하인 것이 바람직하고, 72 원자% 이상 79 원자% 이하인 것이 보다 바람직하며, 73 원자% 이상 78 원자% 이하인 것이 더욱

바람직하다. 이와 같이 Fe 량이 많음으로써 높은 포화 자화를 나타낸다. 또한 Fe 의 첨가량이 80 원자% 를 초과하면, 합금의 비정질 형성능의 정도를 나타내는 환산 유리화 온도 (Tg/Tm) 가 0.54 미만이 되어, 비정질 형성능이 저하되므로 바람직하지 않다. 또한, 상기 식에 있어서 Tm 은 자성 분말 (2) 의 융점을 나타낸다.

<32> Fe 기 비정질 합금에 있어서는, 저 어닐화 촉진 원소 M 중에서도 특히 Sn 량이 3.5 원자% 이고, Ni 량이 4 원자% 이상일 때에, 결정화 온도 (Tx) 가 662K 정도로 낮다. 또, Fe 기 비정질 합금에 있어서는, 저 어닐화 촉진 원소인 Sn 량이 3.5 원자% 인 경우에, Ni 첨가량이 4 원자% 이상일 때에, 융점 (Tm) 이 1256K 이하로 낮다. 이와 같은 첨가량 범위에 있어서, 비정질 상태를 형성하는 것을 고려하면, 저 어닐화 촉진 원소의 첨가량이 3.5 원자% 이고, Ni 의 첨가량이 4 원자% 이상인 것이 가장 바람직하다.

<33> 본 발명의 Fe 기 비정질 합금은, 조성식 $Fe_{100-a-b-x-y-z-w-t}M_aNi_bCr_xP_yC_zB_wSi_t$ 를 갖는 것이 바람직하다.

<34> 저 어닐화 촉진 원소 M 은, 상기 서술한 바와 같이, Ni 와 함께 함유함으로써, 결정화 온도 (Tx), 융점 (Tm) 을 낮춘다. 그 함유량은, 비정질 상태의 형성을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 $0 < a \leq 5$ 원자% 로 설정하는 것이 바람직하다.

<35> Ni 는, Fe 와의 치환에 의해 유리 전이 온도 (Tg), 결정화 온도 (Tx), 융점 (Tm) 을 저하시킨다. 그 함유량은, 포화 자화나 융점 (Tm) 을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 $0 < b \leq 10$ 원자%, 바람직하게는 4 원자% $\leq b \leq 6$ 원자% 인 것이 바람직하다.

<36> Cr 의 함유량은, 합금의 내식성, 열적 안정성, 포화 자화를 고려하여, 상기 조성식에 있어서 $0 \leq x \leq 4$ 원자%, 특히 2 원자% $\leq x \leq 4$ 원자% 인 것이 바람직하다.

<37> P 의 함유량은, Fe-P-C ($Fe_{79.4}P_{10.8}C_{9.8}$) 의 3 원 합금의 공정 조성 부근이 바람직한 것을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 6 원자% $\leq y \leq$ 13 원자%, 특히 6 원자% $\leq y \leq$ 11 원자% 인 것이 바람직하다.

<38> C 의 함유량은, Fe-P-C ($Fe_{79.4}P_{10.8}C_{9.8}$) 의 3 원 합금의 공정 조성 부근이 바람직한 것을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 2 원자% $\leq z \leq$ 12 원자%, 특히 6 원자% $\leq z \leq$ 11 원자% 인 것이 바람직하다.

<39> B 의 함유량은, 유리 전이 온도 (Tg), 결정화 온도 (Tx), 융점 (Tm) 이 상승하는 것을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 $0 \leq w \leq 5$ 원자%, 특히 $0 \leq w \leq 2$ 원자% 인 것이 바람직하고, $1 \leq w \leq 2$ 원자% 인 것이 보다 바람직하다.

<40> Si 의 함유량은, 유리 전이 온도 (Tg), 결정화 온도 (Tx), 융점 (Tm) 이 상승하는 것을 고려하여, 상기 조성식에 있어서 $0 \leq t \leq 4$ 원자%, 특히 $0 \leq t \leq 2$ 원자% 인 것이 바람직하고, $1 \leq w \leq 2$ 인 것이 보다 바람직하다.

<41> 상기의 어느 경우의 조성에 있어서도, 본 실시형태에 있어서는, 과냉각 액체의 온도 간격 ΔTx 는 20K 이상, 조성에 따라서는 35K 이상이 얻어진다.

<42> 또 상기의 조성으로 나타내는 원소 외에 불가피적 불순물이 함유되어 있어도 된다.

<43> 도 2 에 나타내는 바와 같이, 상기 자성 분말 (2) 은, 편평상으로 형성되고, 각 자성 분말 (2) 은, 막두께 방향 (도시 Z 방향) 으로 절연재 (3) 를 개재하여 층상으로 분산되어 있다.

<44> 본 실시형태에서는, 상기 절연재 (3) 는, 염소화율이 30 질량% ~ 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌으로 형성된다. 상기 염소화 폴리에틸렌에는 예를 들어, 쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌 (ELASLEN) 을 사용할 수 있다. 또한 상기 절연재 (3) 에는, 윤활제나 실란 커플링제 등의 미량 첨가물이 첨가되어 있어도 된다.

<45> 염소화율이 30 질량% ~ 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌을 절연재 (3) 로서 사용함으로써, 상기 자성 분말 (2) 의 상기 절연재 (3) 에 대한 로딩성 (충전성) 을 높게 할 수 있고, 자성 분말 (2)-자성 분말 (2) 간의 거리를 적절히 접근시킬 수 있다. 또, 본 실시형태의 상기 조성으로 이루어지는 자성 분말 (2) 은, 예를 들어 Fe-Al-Si 합금에 비해 충분히 비저항이 높다 (구체적으로는 2 배 이상이다). 또 본 실시형태의 상기 조성으로 이루어지는 편평상의 자성 분말 (2) 은, 막두께 방향 (도시 Z 방향) 으로 절연재 (3) 를 개재하여 층상으로 분산됨과 함께, 상기 자성 분말 (2) 과 염소화 폴리에틸렌 간의 상호 작용은 강하고, 상기 자성 분말 (2) 과 염소화 폴리에틸렌의 절연재 (3) 사이가 적절히 밀접하고 있어, 상기 자성 분말 (2) 과 절연재 (3) 간에 기포가 형성되기 어렵다. 이상에 의해, 200㎛ 이하, 특히 100㎛ 이하의 얇은 시트 두께에 있어서도, 시트 면내 방

향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를 함께 높게 할 수 있어, 얇은 시트 두께로 우수한 전파 흡수 특성을 얻는 것이 가능해진다.

<46> 구체적으로는, 수백 MHz ~ 수십 GHz 까지의 주파수 대역에 있어서, 200 ~ 900 정도의 시트 면내 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 25 ~ 900 정도의 시트 면내 방향의 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를, 200㎛ 이하, 특히 100㎛ 이하의 얇은 시트 두께로 얻을 수 있다. 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 는, 30 이상인 것이 보다 바람직하다. 본 발명의 전자파 억제 시트 (1) 가 이와 같은 높은 비유전율을 나타내는 것은, 염소화 폴리에틸렌과 본 발명에서 사용하는 비정질 자성 합금 (자성 분말) 의 표면의 활성화 상태에 크게 영향을 받고 있다. 그러나, 예를 들어 후술하는 실험에서 나타내는 바와 같이 자성 분말 (2) 로서 Fe-Al-Si 합금이나 NiFe 합금을 이용해도 상기와 같은 비유전율을 얻는 것은 불가능하다. 이것은, 자성 분말 표면과 염소화 폴리에틸렌의 상호 작용의 차이에 의한 것으로 생각된다.

<47> 또한, 본 발명의 전자파 억제 시트는, 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가 시트 면내 방향에 이방성을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 것이다.

<48> 여기서「이방성」이란, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 가, 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') 및 허수부 (ε ") 에 비해 크고, 또한 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε ') / 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 실수부 (ε '), 및, 시트 면내 방향의 유전율 (ε) 의 허수부 (ε ") / 시트 두께 방향의 유전율 (ε) 의 허수부 (ε ") 가 10 이상, 바람직하게는 20 이상, 보다 바람직하게는 100 이상인 것을 가리킨다.

<49> 이것은, 금속과 수지의 혼합 상태는, 작은 콘덴서의 집합체라고 볼 수 있다. 이 때문에, 상기의 조밀 구조를 취함으로써 각각의 콘덴서 용량이 올라가, 전체적으로 고유전율을 나타낸다. 본 발명의 비정질 자성 합금 (자성 분말) 의 경우, 자성 분말이 아모르퍼스 (amorphous) 구조이기 때문에 표면 활성이 높고, 염소화 폴리에틸렌과의 밀착성이 다른 결정성 수지보다 높다. 따라서, 시트 내의 미세 조직이 조밀해져, 결정 금속 시트보다 고충전 상태를 실현한다. 또, 면내 방향에서 본 경우에는, 금속-금속 사이의 거리가 보다 근접하고 있는 것, 금속의 길이 방향에 대한 길이가 길수록 저항이 높아지는 것에서 기인하여 고유전율을 실현하기 쉬워지는 점에서 본 발명의 비정질 자성 합금 (자성 분말) 을 갖는 전자파 억제 시트 (1) 는 시트 면내 방향에서 높은 유전율을 실현한다.

<50> 그리고 상기 전자파 억제 시트 (1) 를 극박으로 형성할 수 있어서, 예를 들어 휴대전화와 같은 소형기기의 케이싱 내부의 벽면에 상기 전자파 억제 시트 (1) 를 접착해도 부품의 설치를 방해하지 않는다. 또 전자파 억제 시트 (1) 는 도 1 과 같은 평면이 4 각형 형상인 것에 한정되지 않고 여러가지 형상으로 가공 가능하고 또한 절곡성에도 우수하기 때문에, 상기 전자파 억제 시트 (1) 의 설치에 관한 자유도는 매우 높아, 어떠한 전자기기에 대해서도 본 실시형태의 전자파 억제 시트 (1) 를 사용함으로써 노이즈 대책에 만전을 기할 수 있다.

<51> 본 실시형태에서는, 상기 자성 분말 (2) 의 충전 밀도는, 2.3 (g/㎤) ~ 3.5 (g/㎤) 의 범위 내인 것이 바람직하다. 후술하는 실험에 나타내는 바와 같이 상기 자성 분말 (2) 의 충전 밀도는, 염소화 폴리에틸렌의 염소화율과 밀접하게 관계하고 있다. 그러나, 예를 들어 자성 분말 (2) 로서 Fe-Al-Si 합금이나 NiFe 합금을 이용해도 상기의 충전 밀도를 얻기는 곤란하다. 자성 분말 (2) 로서 염소화 폴리에틸렌과의 상호 작용이 강한 상기한 조성의 비정질 자성 합금을 사용함으로써, 충전 밀도가 높은 상태에서 상기 서술한 바와 같은 시트 면내 방향에 높은 비유전율 (ε ', ε ") 을 얻는 것이 가능해진다.

<52> 또한, 상기 자성 분말 (2) 의 함유량은, 30 체적% 이상이고 45 체적% 이하보다 작은 범위 내인 것이 바람직하다. 이로써 효과적으로 자성 분말 (2)-자성 분말 (2) 간의 거리를 접근시킬 수 있음과 함께, 자성 분말 (2)-자성 분말 (2) 간에 절연재 (3) 를 적절히 개재시킬 수 있어, 기포의 형성을 억제할 수 있다. 이상에 의해, 시트 두께 (H1) 를 적절히 200 이하 혹은 100㎛ 이하로 얇게 형성할 수 있음과 함께, 이와 같은 얇은 시트 두께에 있어서도, 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를 효과적으로 높게 할 수 있다. 또 투자율 (복소 비투자율의 실수부 (μ ') 및 허수부 (μ ")) 도 적절히 높게 할 수 있다. 본 실시형태에서는, 상기 자성 분말 (2) 의 함유량은, 35 체적% ~ 40 체적% 인 것이 보다 바람직하다.

<53> 또 상기 자성 분말 (2) 의 평균 입경 (D50) 은, 24㎛ ~ 70㎛ 의 범위 내인 것이 바람직하다. 여기서 D50 란, 누적 50% 입경 (메디안 입경) 이다. 또 평균 입경은, 본 실시형태의 자성 분말 (2) 이 편평상이기 때문에, 장변과 단변의 평균치로 구해진다. 또, 상기 평균 입경 (D50) 은, 50㎛ 이하인 것이 보다

바람직하다.

<54> 후술하는 실험에도 나타내는 바와 같이, 평균 입경이 크면 자성 분말 (2) 의 비저항을 크게 할 수 있어, 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를 효과적으로 높게 할 수 있다. 그러나, 상기 평균 입경이 너무 지나치게 커지면 상대적으로 절연재 (3) 의 양이 줄어들어, 자성 분말 (2) 끼리가 접촉하기 쉬워지고, 또 자성 분말 (2) 간에 개재하는 절연재 (3) 의 양이 줄어들어 기포가 형성되기 쉬워지거나 하여, 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 가 저하되기 쉬워진다. 따라서 본 실시형태에서는, 상기 자성 분말 (2) 의 평균 입경 (D50) 을, 24㎛ ~ 70㎛ 의 범위 내로 규정하고 있다.

<55> 또 편평상으로 형성된 자성 분말 (2) 의 에스펙트비 (종횡비) 는, 10 ~ 800의 범위 내인 것이 바람직하다. 이로써, 상기 자성 분말 (2) 끼리의 접촉을 억제할 수 있고, 또 상기 자성 분말 (2) 을 균일하게 분산 배치할 수 있으며, 상기 자성 분말 (2) 의 충전 밀도를 높일 수 있어, 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를 효과적으로 높이는 것이 가능하다. 상기 에스펙트비의 상한치는 300 인 것이 보다 바람직하고, 가장 바람직한 상한치는 100 이다.

<56> 본 실시형태의 상기 자성 분말 (2) 은, 예를 들어, 수 (水) 아토마이즈법에 의해 대략 구상인 비정질의 자성 분말을 제조하여, 애트라이터 (attritor) 등에 의해 편평상으로 가공시킨 것이다.

<57> 또 염소화율이 30 질량% ~ 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌을, 톨루엔이나, 메틸에틸케톤 (MEK) 등의 용제에 녹여 용액을 조제한다.

<58> 계속해서, 상기 자성 분말 (2) 을 상기 용액 중에 투입·교반하여 슬러리를 얻고, 상기 슬러리를 예를 들어 닥터 블레이드법으로 도공한 후, 가열 처리를 실시하여, 시트상의 전자파 억제 시트 (1) 를 형성한다.

<59> 실시예

<60> [실험예 1 : 염소화율]

<61> 다음의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<62> 실시예에서는, 염소화율이 30 질량%, 혹은 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 이용하고, 또 자성 분말의 함유량을 35 체적%, 혹은 40 체적% 로 하였다.

<63> 한편, 비교예에서는, 염소화율이 45 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 이용하고, 또 자성 분말의 함유량을 35 체적%, 혹은 40 체적% 로 하였다.

<64> 실시예 및 비교예 모두 자성 분말에는, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%) 로 이루어지는 비정질 자성 합금을 사용하였다. 상기 자성 분말은 편평상이고, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 58㎛, 에스펙트비는 102 이었다.

<65> 또 실시예의 전자파 억제 시트의 시트 두께는 90㎛, 비교예의 전자파 억제 시트의 시트 두께는 92㎛ 이었다.

<66> 실험에서는, 500MHz 혹은 1GHz 의 주파수에서, 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 및 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 를 각각 구하였다. 그 실험 결과를 이하의 표 1 에 나타낸다.

표 1

	염소화율wt%	자성분말함유량(vol%)		500MHz	1GHz
비교예	45	40	ε'	105	98
			ε"	10	8
		35	ε'	120	118
			ε"	18	12
실시예	40	40	ε'	218	205
			ε"	34	29
		35	ε'	228	216
			ε"	39	31
	30	40	ε'	673	616
			ε"	210	175
		35	ε'	535	497
			ε"	139	119

<67>

<68> 이것에 대해, 추가로 비교 실험으로서 Fe-Al-Si 합금 (산요 특수강 (주) 제조 편평 분말 PST-4-FM60, D50 = 약

50㎛, 에스펙트비 100) 을 사용하여 염소화율 30 질량%, 35 질량%, 40 질량% 인 염소화 폴리에틸렌을 사용하여 전자파 억제 시트를 제작하였다. 실험에서는 상기 표 1 의 실험과 마찬가지로 시트 면내 방향에서의 비유전율 (ε', ε") 을 구하였다. 그 실험 결과를 이하의 표 2 에 나타낸다.

표 2

Fe-Al-Si 시트의 유전율

염소화율 %	분말충전율 (vol%)		500MHz	1GHz
40	35	ε'	188	185
		ε"	11	10
	40	ε'	242	238
		ε"	15	18
35	35	ε'	179	173
		ε"	13	11
	40	ε'	298	297
		ε"	23	22
30	35	ε'	169	164
		ε"	13	12
	40	ε'	273	270
		ε"	22	20

<69>

<70> 표 1 에 나타내는 바와 같이, 실시예에서는 비교예보다 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 및 복소 비유전율의 허수부 (ε") 가 모두 높아졌다. 실시예에서는, 주파수 대역이 500MHz ~ 1GHz 의 범위 내에서, 복소 비유전율의 실수부 (ε') 를 약 200 이상, 바람직하게는 약 500 이상, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 약 25 이상, 바람직하게는 약 30 이상, 보다 바람직하게는 약 100 이상으로 할 수 있음을 알 수 있었다. 또, 표 2 에 나타내는 바와 같이, Fe-Al-Si 합금에 있어서는 염소화 폴리에틸렌을 사용해도 그다지 큰 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 및 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 얻을 수 없고, 또한 염소화율에 대한 명확한 의존성도 관찰되지 않았다.

<71> 이 실험 결과로부터 염소화 폴리에틸렌의 염소화율을 30 질량% ~ 40 질량% 로 규정하는 것으로 하였다.

<72> [실험예 2 : 자성 분말의 충전 밀도]

<73> 실험에서는, 염소화율이 30 질량%, 40 질량%, 혹은 45 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용한 전자파 억제 시트를 형성하여, 염소화율과 자성 분말의 충전 밀도의 관계를 조사하였다.

<74> 실험에 사용한 자성 분말은, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ 로 이루어지는 비정질 자성 합금으로, 상기 자성 분말은 편평상이고, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 56㎛, 에스펙트비는 100 이었다.

<75> 또 전자파 억제 시트의 시트 두께는 90㎛ 이었다.

<76> 염소화율과 자성 분말의 충전 밀도의 관계를 이하의 표 3 및 도 3 에 나타낸다.

표 3

염소화율 (%)	밀도 (g/cm^3)
30	2.837
40	2.496
45	1.118

<77>

<78> 표 3 및 도 3 에 나타내는 바와 같이, 염소화율이 40 질량% 를 초과하면, 급격하게 상기 자성 분말의 충전 밀도가 저하되는 것을 알 수 있었다. 상기 염소화율이 커지면, 염소화 폴리에틸렌끼리의 결합력이 강해져, 상기 자성 분말이 염소화 폴리에틸렌의 메시 구조의 내부에 침입하기 어려워지기 때문에 충전 밀도가 저하되는 것으로 생각된다.

<79> [실험예 3 : 자성 분말의 함유량]

<80> 다음의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<81> 자성 분말의 함유량을, 35 체적%, 37.5 체적%, 40 체적%, 45 체적%, 혹은 50 체적% 로 하였다.

<82> 자성 분말에는, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ 로 이루어지는 비정질 자성 합금을 사용하였다. 상기 자성 분말은 편평상이며, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 56㎛, 에스펙트비는 100 이었다.

<83> 또 염소화율이 30 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다.

<84> 실험에서는, 각 전자파 억제 시트의 시트 두께, 시트 면내 방향의 복소 비투자율의 실수부 (μ') (13.56MHz), 복소 비투자율의 허수부 (μ") (1GHz), 자성 분말의 충전 밀도, 상대 밀도를 각각 구하였다. 그 실험 결과를 이하의 표 4 에 나타낸다.

표 4

Samp.	함유량 (vol%)	두께 (㎛)	μ' 13.56M	μ" 1G	밀도 (g/cm^3)	상대밀도 (%)
1	35	86.00	24.97	6.35	3.122	96.3
2	37.5	81.67	25.21	6.32	3.122	92.0
3	40	90.67	24.71	6.30	3.055	86.2
4	45	137.00	21.83	5.61	2.272	59.0
5	50	185.33	20.76	5.54	1.897	45.7

<85>

<86> 도 4 는, 자성 분말의 함유량과 자성 분말의 충전 밀도의 관계, 도 5 는, 자성 분말의 함유량과 복소 비투자율의 실수부 (μ') (13.56 MHz) 의 관계, 도 6 은, 자성 분말의 함유량과 복소 비투자율의 허수부 (μ") (1GHz) 의 관계, 도 7 은, 자성 분말의 함유량과 상대 밀도의 관계를 나타내고 있다.

<87> 또 상기 자성 분말의 함유량은, 35 체적% ~ 40 체적% 인 것이 보다 바람직한 것을 알 수 있었다.

<88> 도 4 에 나타내는 바와 같이, 상기 자성 분말의 충전 밀도는, 예를 들어 상기 자성 분말의 함유량을 40 체적% 이하로 하면 매우 높아지는 것을 알 수 있었다.

<89> 표 3, 표 4 및 도 4 에 나타내는 실험 결과에 의해, 자성 분말의 충전 밀도를, 2.3 (g/cm^3) ~ 3.5 (g/cm^3) 의 범위 내로 규정하는 것으로 하였다.

<90> 도 5 내지 도 7 에 나타내는 바와 같이, 복소 비투자율의 실수부 (μ') (13.56 MHz), 복소 비투자율의 허수부 (μ") (1GHz) 및 상대 밀도는, 모두, 상기 자성 분말의 함유량을 40 체적% 이하로 하면 매우 높아진다는 것을 알 수 있었다.

<91> 다음으로, 상기한 자성 분말의 함유량이 상이한 각 전자파 억제 시트를 이용하여 900MHz 의 주파수에서, 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε"), 복소 비투자율의 실수부 (μ') 및, 복소 비투자율의 허수부 (μ") 를 각각 구하였다. 그 실험 결과가 이하의 표 5 에 나타나 있다.

표 5

충전율	ε'	ε"	μ'	μ"
35%	559.53	84.24	10.48	6.50
37.50%	655.91	115.86	9.28	4.82
40%	938.78	223.56	10.44	6.12
45%	490.64	72.57	8.26	5.39
50%	297.60	30.73	8.23	5.75

<92>

<93> 도 8 은, 상기의 실험 결과로부터 구한 자성 분말의 함유량과 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 의 관계를 나타내는 그래프이다.

<94> 도 8 을 보면 알 수 있는 바와 같이, 자성 분말의 함유량이 40 체적% 까지 커짐에 따라 서서히 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 는 커져 가고, 자성 분말의 함유량이 40 체적% 보다 커져 가면, 서서히 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 는 작아져 가는 것을 알 수 있었다.

<95> [실험예 4 : 자성 분말의 평균 입경 (D50)]

<96> 다음의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<97> 평균 입경 (D50) 이 50㎛, 혹은 24㎛ 인 편평상의 자성 분말을 사용하였다. 평균 입경 (D50) 이 50㎛ 인 자성 분말의 에스펙트비는 92, 평균 입경 (D50) 이 24㎛ 인 자성 분말의 에스펙트비는 83 이었다.

<98> 자성 분말의 함유량을, 35 체적% 로 하였다. 자성 분말에는, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%) 로 이루어지는 비정질 자성 합금을 사용하였다.

<99> 또 염소화율이 30 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다.

<100> 실험에서는, 주파수가 1GHz 혹은 700MHz 일 때의 각 전자파 억제 시트의 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 구하였다. 그 실험 결과가 이하의 표 6 에 나타나있다.

표 6

	1GHzのε'	1GHzのε"	700MHzのε'	700MHzのε"
D50=50μm	195.2	38.1	203.0	42.3
D50=24μm	130.9	8.0	132.4	8.2

<101>

<102> 표 6 에 나타내는 바와 같이, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 이 큰 편이 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 현격히 크게 할 수 있는 것을 알 수 있었다.

<103> 또한 이 실험 결과에 기초하여, 자성 분말의 평균 입경 (D50) 을 24㎛ ~ 50㎛ 로 하면, 보다 바람직한 것으로 판명되었다.

<104> [실험예 5 : 실시예와 비교예 (Fe-Si-Al 합금) 의 내부 구조]

<105> 다음의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<106> 실시예에서는, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ 로 이루어지는 비정질의 자성 분말 (함유량 35 체적%) 을 사용하였다. 실시예의 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 56㎛, 에스펙트비는 100 이었다.

<107> 한편, 비교예에서는, 실험예 1 에서 사용한 Fe-Si-Al 합금의 자성 분말 (함유량 35 체적%) 을 사용하였다. 비교예의 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 약 50㎛, 에스펙트비는 100 이었다.

<108> 실시예 및 비교예 모두 염소화율이 30 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 이용하였다.

<109> 도 9(a) 는, 본 실시예의 전자파 억제 시트를 막두께 방향으로 절단한 단면의 주사 전자 현미경 사진 (SEM 사진), 도 9(b) 는, 비교예의 전자파 억제 시트를 막두께 방향으로 절단한 단면의 주사 전자 현미경 사진 (SEM

사진) 이다.

<110> 대략 평면 방향으로 선상으로 보이는 것이 편평상 자성 분말의 단면이다. 자성 분말이 층상으로 분산되어 있는 것을 알 수 있다.

<111> 도 9(a) 의 실시예가, 도 9(b) 의 비교예에 비해 내부에 기포의 발생이 적고, 자성 분말 간에 염소화 폴리에틸렌이 조밀하게 채워져 있는 것을 알 수 있었다.

<112> 또한 도 9(a) 의 실시예의 전자파 억제 시트의 시트 두께는 86㎛ 이고, 도 9(b) 의 비교예의 전자파 억제 시트의 시트 두께는 205㎛ 이었다.

<113> [실험예 6 : 500MHz ~ 9GHz 까지의 주파수 대역과 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 와의 관계]

<114> 다음의 4 개의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<115> 제 1 전자파 억제 시트에서는, 조성이 $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%), 평균 입경 (D50) 이 80㎛, 에스펙트비가 96 인 자성 분말 및, 염소화율이 40% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다. 시트 두께는 91㎛ 이었다.

<116> 제 2 전자파 억제 시트에서는, 조성이 $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%), 평균 입경 (D50) 이 80㎛, 에스펙트비가 87 인 자성 분말 및, 염소화율이 35% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다. 시트 두께는 86㎛ 이었다.

<117> 제 3 전자파 억제 시트에서는, 조성이 $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%), 평균 입경 (D50) 이 80㎛, 에스펙트비가 102 인 자성 분말 및, 염소화율이 40% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다. 시트 두께는 65㎛ 이었다.

<118> 제 4 전자파 억제 시트에서는, 조성이 $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%), 평균 입경 (D50) 이 80㎛, 에스펙트비가 98 인 자성 분말 및, 염소화율이 35% 인 염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조의 엘라스렌) 을 사용하였다. 시트 두께는 59㎛ 이었다.

<119> 각 전자파 억제 시트를 이용하여, 500MHz ~ 9GHz 까지의 주파수 대역에 있어서의 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 측정하였다.

<120> 도 10 은, 제 1 전자파 억제 시트를 이용하여 얻어진 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 의 측정 결과, 도 11 은 제 2 전자파 억제 시트를 이용하여 얻어진 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 의 측정 결과, 도 12 는 제 3 전자파 억제 시트를 이용하여 얻어진 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 의 측정 결과, 도 13 은 제 4 전자파 억제 시트를 이용하여 얻어진 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 복소 비유전율의 허수부 (ε") 의 측정 결과이다.

<121> 어느 실험 결과에 있어서도, 500MHz ~ 9GHz 까지의 주파수 대역에 있어서, 높은 시트 면내 방향에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε'), 및 복소 비유전율의 허수부 (ε") 가 얻어졌다.

<122> 구체적으로는, 도 10 ~ 도 13 에 나타내는 바와 같이, 200 ~ 600 정도의 복소 비유전율의 실수부 (ε') 를 얻을 수 있고, 25 ~ 500 정도의 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 얻을 수 있었다. 또 이미 설명한 도 8 과 같이, 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 900 정도까지 크게 하는 것도 가능하다는 것을 알 수 있었다.

<123> [실험예 7 : 복소 비유전율 (ε', ε") 의 이방성]

<124> 다음의 전자파 억제 시트를 제작하였다.

<125> 염소화율이 30 질량% 인 염소화 폴리에틸렌 (다이소 (주) 사 제조의 다이소락 (DAISORAC) C130) 을 사용한 전자파 억제 시트를 형성하고, 전자파 억제 시트의 면내 방향과 두께 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε") 를 측정하였다.

<126> 자성 분말에는, $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$ (at%) 로 이루어지는 비정질 자성 합금을 사용하였다. 상기 자성 분말은 편평상이고, 상기 자성 분말의 평균 입경 (D50) 은 56㎛, 에스펙트비는 100 이었다. 또, 자성 분말

의 함유량은 35 체적% 로 하였다.

<127> 도 14 는 전자파 억제 시트의 두께 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 의 주파수 특성을 나타낸 것이며, 도 15 는 전자파 억제 시트의 면내 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 의 주파수 특성을 나타낸 것이다.

<128> 도 14 와 도 15 로부터 본 실시예의 전자파 억제 시트의 면내 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 는 두께 방향과 비교하여 500MHz 에서 약 100 배, 1GHz 에서 약 70 배로 되어 있고, 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 에 대해서는 500MHz 에서 약 150 배, 1GHz 에서 약 20 배로 되어 있는 것을 알 수 있다. 이와 같은 큰 복소 비유전율의 이방성을 가짐으로써 전자파 억제 능력을 현격히 향상시키는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

<129> 도 1 은 본 실시형태에 있어서의 전자파 억제 시트의 사시도이다.

<130> 도 2 는 본 실시형태의 전자파 억제 시트를 막두께 방향으로 절단한 절단면의 모식도 (부분 확대도) 이다.

<131> 도 3 은 염소화 폴리에틸렌의 염소화율과 자성 분말의 충전 밀도의 관계를 나타내는 그래프이다.

<132> 도 4 는 자성 분말의 함유량과 자성 분말의 충전 밀도의 관계를 나타내는 그래프이다.

<133> 도 5 는 자성 분말의 함유량과 복소 비투자율의 실수부 (μ ') (13.56MHz) 의 관계를 나타내는 그래프이다.

<134> 도 6 은 자성 분말의 함유량과 복소 비투자율의 허수부 (μ ") (1GHz) 의 관계를 나타내는 그래프이다.

<135> 도 7 은 자성 분말의 함유량과 상대 밀도의 관계를 나타내는 그래프이다.

<136> 도 8 은 자성 분말의 함유량과, 시트 면내 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε) 의 관계를 나타내는 그래프이다.

<137> 도 9(a) 는 본 실시예 (자성 분말 ; $Fe_{67.9}Co_4Ni_4Sn_{3.5}P_{8.8}C_{10.8}B_1$) 의 전자파 억제 시트를 막두께 방향으로 절단한 단면의 주사 전자 현미경 사진 (SEM 사진), 도 9(b) 는, 비교예 (자성 분말 ; Fe-Si-Al 합금) 의 전자파 억제 시트를 막두께 방향으로 절단한 단면의 주사 전자 현미경 사진 (SEM 사진) 이다.

<138> 도 10 은 본 실시예의 제 1 전자파 억제 시트 (염소화 폴리에틸렌 (쇼와 전공 (주) 사 제조 (염소화율 40%) 시트 두께 : 91㎛) 를 이용하여, 500MHz ~ 9GMz 의 주파수 대역에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 복소 비유전율의 허수부 (ε) 의 측정 결과이다.

<139> 도 11 은 본 실시예의 제 2 전자파 억제 시트 (염소화 폴리에틸렌 : 쇼와 전공 (주) 사 제조 (염소화율 35%) 시트 두께 : 86㎛) 를 이용하여, 500MHz ~ 9GMz 의 주파수 대역에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 복소 비유전율의 허수부 (ε) 의 측정 결과이다.

<140> 도 12 는 본 실시예의 제 3 전자파 억제 시트 (염소화 폴리에틸렌 : 쇼와 전공 (주) 사 제조 (염소화율 40%) 시트 두께 : 65㎛) 를 이용하여, 500MHz ~ 9GMz 의 주파수 대역에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 복소 비유전율의 허수부 (ε) 의 측정 결과이다.

<141> 도 13 은 본 실시예의 제 4 전자파 억제 시트 (염소화 폴리에틸렌 : 쇼와 전공 (주) 사 제조 (염소화율 35%) 시트 두께 : 59㎛) 를 이용하여, 500MHz ~ 9GMz 의 주파수 대역에서의 복소 비유전율의 실수부 (ε '), 복소 비유전율의 허수부 (ε) 의 측정 결과이다.

<142> 도 14 는 본 실시예에 있어서의 전자파 억제 시트의 두께 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 의 주파수 특성을 나타내는 그래프이다.

<143> 도 15 는 본 실시예에 있어서의 전자파 억제 시트의 전자파 억제 시트의 면내 방향의 복소 비유전율의 실수부 (ε ') 및, 복소 비유전율의 허수부 (ε ") 의 주파수 특성을 나타내는 그래프이다.

<144> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

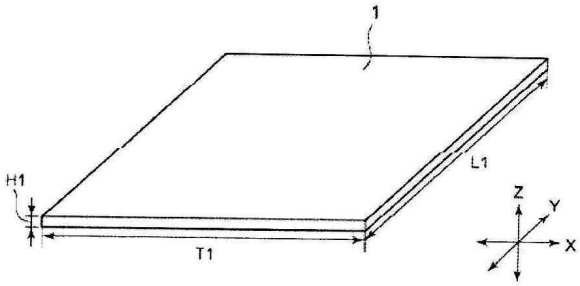
<145> 1 시트

<146> 2 자성 분말

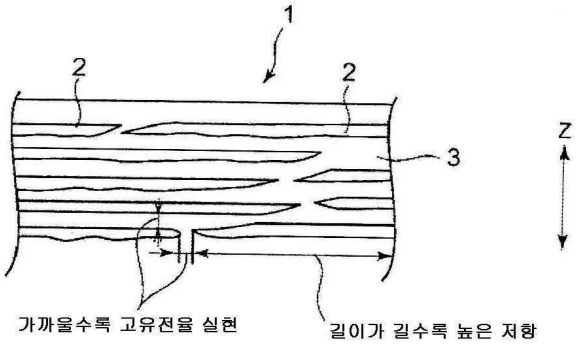
<147> 3 절연재

도면

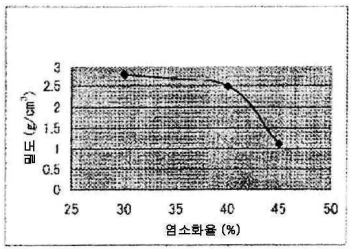
도면1



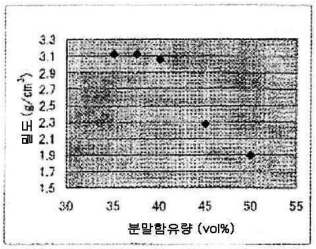
도면2



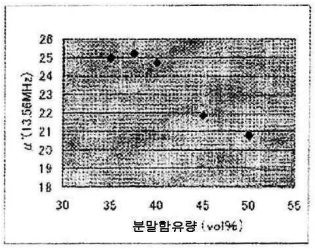
도면3



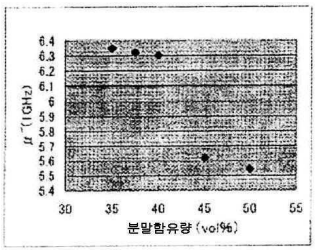
도면4



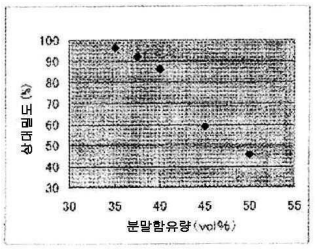
도면5



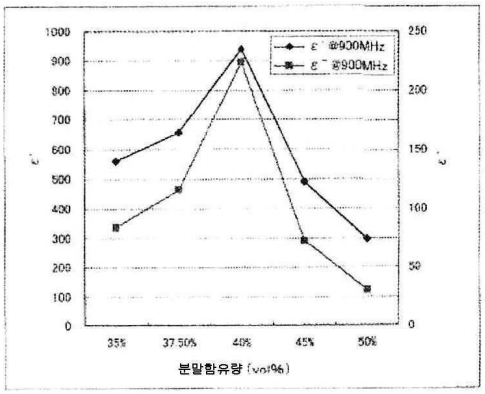
도면6



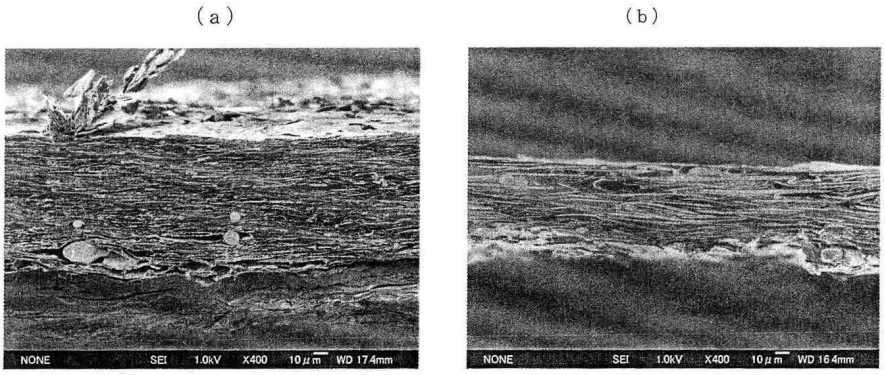
도면7



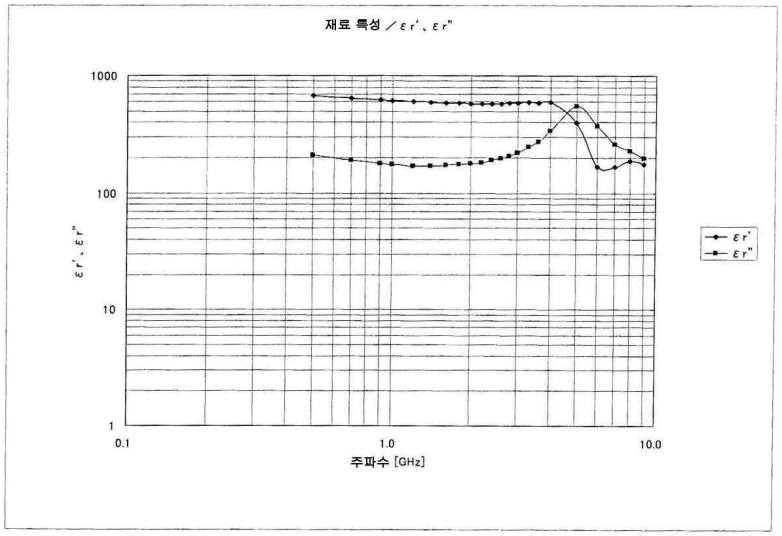
도면8



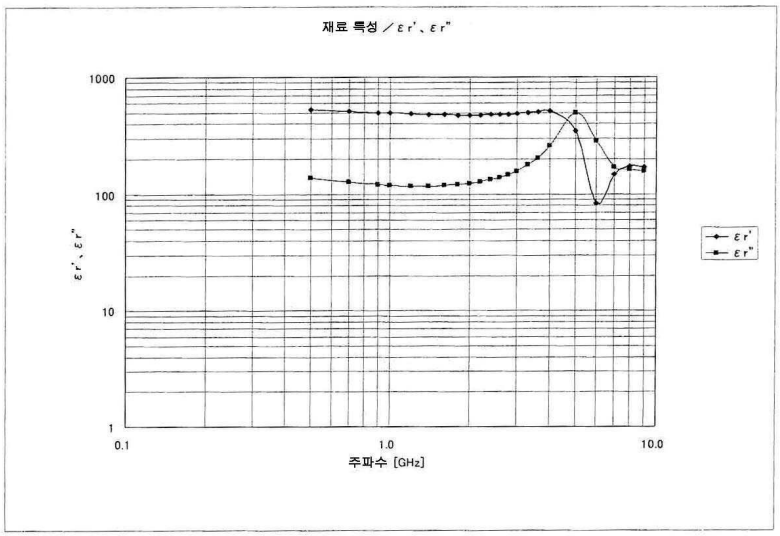
도면9



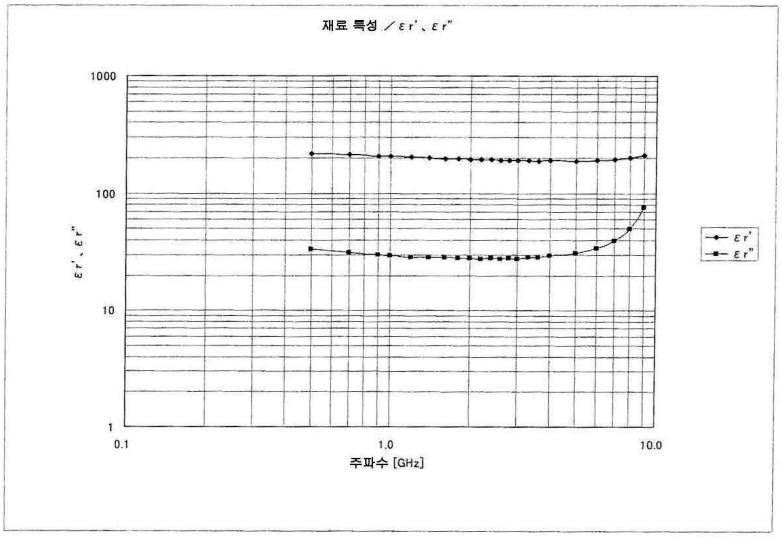
도면10



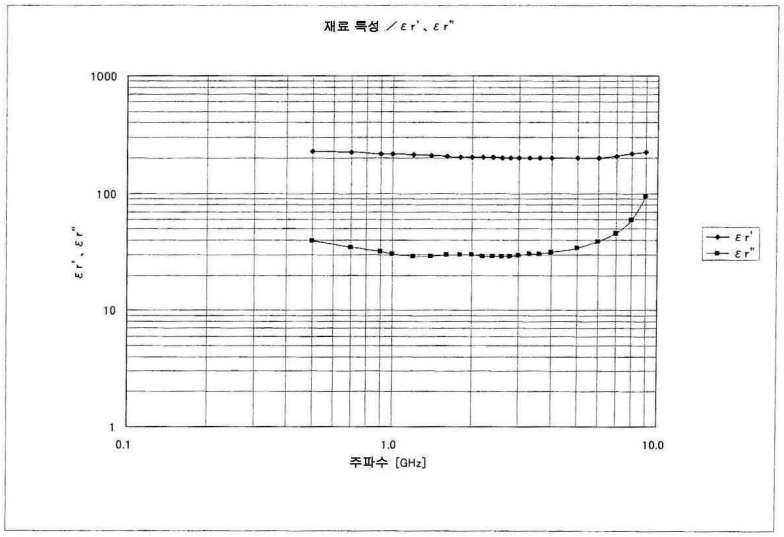
도면11



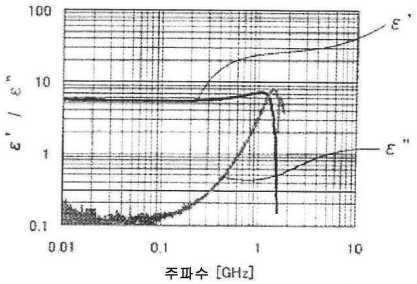
도면12



도면13



도면14



도면15

