(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0000532
(43) 공개일자 2017년01월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 1/057 (2006.01) *H01F 41/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 1/0571 (2013.01)
H01F 1/0579 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0089515
(22) 출원일자 2015년06월24일
심사청구일자 2015년06월24일

(71) 출원인
(주)창성
충청북도 청주시 청원구 내수읍 청암로 302
(72) 발명자
이태경
인천 남구 용현2동 낙섬동로 111(556-61)
양승남
경기도 의왕시 내손중앙로 11(의왕내손 이편한세상) 1108동 302호
최성진
경기도 평택시 청북면 청북남로 277 부영사랑으로 214동 603호
(74) 대리인
한상수

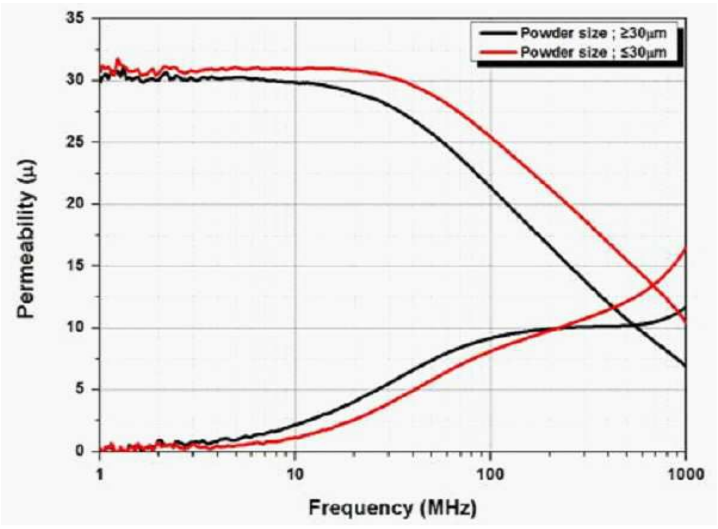
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **연자성금속분말을 포함하는 자성시트 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은, 자성시트의 3축 방향에 대해 투자율 및 주파수특성의 등방성을 갖고, 양호한 고주파 안정성, 낮은 코어손실값 및 높은 포화자속값 특성을 보유하는 자성 시트 및 그 제조방법에 관한 것으로, 연자성속분말체, 바인더로서의 폴리머수지를 포함하여 이루어지고, 연자성금속분말체는 애스펙트비(aspect ratio)가 1.0 이상 1.5 이하인 구형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 이루어지고, 자성시트의 3축(x축, y축, z축)에 대한 투자율 및 주파수 특성이 등방성을 보유하는 것을 특징으로 하는 자성시트를 제공한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01F 41/0233 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 S2342684
부처명 산업통상자원부
연구관리전문기관 한국산업기술진흥원
연구사업명 WC300 R&D
연구과제명 금속 연자성 복합체를 이용한 초소형(1608) 파워인덕터 개발
기 여 율 1/1
주관기관 (주)창성인천지점
연구기간 2014.09.01 ~ 2017.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

연자성금속분말체;

바인더로서의 폴리머수지;

를 포함하여 이루어지는 자성시트에 있어서,

상기 연자성금속분말체는 애스펙트비(aspect ratio)가 1.0 이상 1.5 이하인 구형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 이루어지고,

자성시트의 3축(x축, y축, z축)에 대한 투자율 및 주파수 특성이 등방성을 보유하는 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 연자성금속분말체는, 1종의 연자성금속분말로 이루어지고,

상기 연자성금속분말의 평균입도는 0 초과 30마이크로미터 이하인 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 연자성 금속분말체는, 제1연자성금속분말 및 제2연자성금속분말로 이루어지고, 상기 제1연자성금속분말은 평균입도가 15 이상 30마이크로미터 이하 인 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제2연자성금속분말은 평균입도가 4 이상 6 마이크로미터 이하인 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 제2연자성금속분말은 평균입도가 1 이상 3 마이크로미터 이하인 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 6

청구항 3 내지 청구항 5 중 선택되는 어느 한 항에 있어서,

제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말은,

제1연자성금속분말은 60wt% 내지 90wt%, 제2연자성금속분말은 10wt% 내지 40wt%의 비율로 혼합되는 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 연자성금속분말체는, 순철, 카보닐철, 철-규소 합금(Fe-Si alloy), 철-규소-크롬 합금(Fe-Si-Cr alloy), 샌더스트(Fe-Si-Al alloy), 퍼멀로이(Permalloy) 및 몰리브덴 퍼멀로이(Mo-permalloy)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 폴리머수지는, 에폭시 수지, EPDM수지, 실리콘 수지, 아크릴 수지를 포함하여 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 폴리머수지는, 상기 자성시트의 총 중량 대비 0.5 wt% 내지3.5wt% 로 포함되는 것을 특징으로 하는 자성시트.

청구항 10

청구항 2의 자성시트를 제조하는 방법에 있어서,

(i) 1 내지 1.5의 애스펙트비를 갖는 구형의 연자성분말을 사별하여 소정의 크기 이하의 평균입도를 갖는 연자성금속분말체를 제조하는 단계;

(ii) 상기 (i)단계에서 제조된 상기 연자성금속분말체와 바인더로서의 폴리머수지를 소정의 배합비율로 슬러리 상태로 혼합하는 단계;

(iii) 테잎 캐스트 공정을 이용하여 상기 (ii)단계에서 형성된 슬러리 상태의 혼합물을 시트 형상으로 형성하는 단계;

를 포함하여 이루어지는 자성시트의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 (i)단계와 상기 (ii)단계의 사이에 상기 연자성분말의 표면을 세라믹 코팅하여 절연하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 자성시트의 제조방법.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 (ii)단계에서, 상기 연자성금속분말체와 상기 폴리머수지의 결합을 공고화하는 기능을 갖는 보조제를 추가하는 것을 특징으로 하는 자성시트의 제조방법.

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 보조제는, 커플링제, 분산제, 경화촉매, 경화제로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 자성시트의 제조방법.

청구항 14

청구항 6의 자성시트를 제조하는 방법에 있어서,

(i) 1 내지 1.5의 애스펙트비를 갖는 구형의 연자성분말을 사별분급하여 소정의 크기 의 평균입도를 갖는 제1연자성금속분말 및 제2연자성금속분말을 각각 제조하는 단계;

(ii) 상기 제1연자성금속분말 및 상기 제2연자성금속분말을 혼합하여 상기 연자성금속분말체를 제조하는 단계;

(iii) 상기 (ii)단계에서 제조된 상기 연자성금속분말체와 바인더로서의 폴리머수지를 소정의 배합비율로 슬러리 상태로 혼합하는 단계;

(iv) 테잎 캐스트 공정을 이용하여 상기 (iii)단계에서 형성된 슬러리 상태의 혼합물을 시트 형상으로 형성하는 단계;

를 포함하여 이루어지는 자성시트의 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 자성시트 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 자성시트의 3축 방향에 대해 투자율 및 주파수특성의 등방성을 갖고, 양호한 고주파 안정성, 낮은 코어손실값 및 높은 포화자속값 특성을 보유하는 자성 시트 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 반도체 제조기술의 진보에 따른 IC 의 고성능화에 의해 스위칭 주파수의 고주파화가 더욱 진행되고 있으며, 세라믹 재료 기술의 진화에 의하여 적층형 파워 인덕터 등이 주목을 받고 있다. 이러한 적층형 인덕터 등에 포함되는 자성 시트에 있어서 자성체 재료로서 산화물 페라이트계 분말이 주로 사용되고 있다.

[0003] 한편, 종래에는 자성 시트의 높은 투자율을 얻기 위해 소정 이상의 애스펙트비를 갖는 편형이나 판상형의 분말을 사용하여 왔다. 그러나, 종래의 편형이나 판상형 분말과 폴리머를 활용한 복합재의 경우에는 특정 방향으로만 높은 투자율을 가지고 그 이외의 방향으로는 매우 낮은 투자율을 보이는 문제가 존재하였다.

[0004] 대한민국 공개특허 제 2005-0016398호(발명의 명칭 : 복합 연자성체 형성용 경화성 실리콘 조성물 및 복합 연자성체, 이하 종래기술1이라 함)에서는, (A) 경화성 오가노폴리실록산, (B) 경화제, (C) 연자성 분말 및 (D) 소정의 화학식을 갖는 오가노실록산으로 이루어진 복합 연자성체 형성용 경화성 실리콘 조성물 및 당해 조성물을 경화시켜 이루어진 복합 연자성체에 관하여 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) KR 2005-0016398 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 종래기술 1은, 페라이트 분말의 경우, 1000? 이상에서 소결을 진행하여야 높은 투자율 특성의 확보가 가능하고, 수축이 심하고 휨 현상이 심해 두께 제어와 얇고 넓은 면적의 부품 제조에 제약이 있는 문제가 있었다. 또한, 페라이트 분말을 활용하여 소결을 해서 사용하는 경우 높은 소결 온도 때문에 적층형 부품의 제조시에 이종 재료와의 결합에 있어 유사한 소결 공정의 재료를 사용하여야 하고 결합 강도의 확보에 어려움이 존재한다는 제1 문제점 및 페라이트 분말을 사용하여 소결하는 경우, 포화 자속 특성이 낮고 온도에 따른 투자율 저하 현상이 나타나므로 이를 향상시키기 위해서는 소결시의 수축특성 및 결합특성 등을 고려하여야 한다는 제2 문제점, 소결 후에 부서지기 쉽고 열전도 성능이 매우 떨어진다는 제3 문제점이 있었다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 문제점을 해결하기 위한 본 발명은, 연자성금속분말체, 바인더로서의 폴리머수지를 포함하여 이루어지고, 연자성금속분말체는 애스펙트비(aspect ratio)가 1.0 이상 1.5 이하인 구형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 이루어지며, 자성시트의 3축(x축, y축, z축)에 대한 투자율 및 주파수 특성이 등방성을 보유하는 것을 특징으로 하는 자성시트를 제공한다.

[0008] 또한, 연자성금속분말체는, 1종의 연자성금속분말로 이루어지고, 연자성금속분말의 평균입도는 0 초과 30마이크로미터 이하인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0009] 또한, 연자성 금속분말체는, 제1연자성금속분말 및 제2연자성금속분말로 이루어지고, 제1연자성금속분말은 평균입도가 15 이상 30마이크로미터 이하 인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0010] 또한, 제2연자성금속분말은 평균입도가 4 이상 6 마이크로미터 이하인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0011] 또한, 제2연자성금속분말은 평균입도가 1 이상 3 마이크로미터 이하인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0012] 또한, 제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말은, 제1연자성금속분말은 60wt% 내지 90wt%, 제2연자성금속분말은 10wt% 내지 40wt%의 비율로 혼합되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 또한, 연자성금속분말체는, 순철, 카보닐철, 철-규소 합금(Fe-Si alloy), 철-규소-크롬 합금(Fe-Si-Cr alloy), 샌더스트(Fe-Si-Al alloy), 퍼멀로이(Permalloy) 및 몰리브덴 퍼멀로이(Mo-permalloy)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상으로 되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0014] 또한, 폴리머수지는, 에폭시 수지, EPDM수지, 실리콘 수지, 아크릴 수지를 포함하여 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 이상으로 되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 또한, 폴리머수지는, 상기 자성시트의 총 중량 대비 0.5 wt% 내지3.5wt% 로 포함되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 본 발명은, 1 내지 1.5의 애스펙트비를 갖는 구형의 연자성분말을 사별하여 소정의 크기 이하의 평균입도를 갖는 연자성금속분말체를 제조하는 단계, 제조된 상기 연자성금속분말체와 바인더로서의 폴리머수지를 소정의 배합비율로 슬러리 상태로 혼합하는 단계, 테이프 캐스트 공정을 이용하여 슬러리 상태의 혼합물을 시트 형상으로 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 자성시트의 제조방법을 제공한다.

[0017] 또한, 연자성분말의 표면을 세라믹 코팅하여 절연하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한, 연자성금속분말체와 상기 폴리머수지의 결합을 공고화하는 기능을 갖는 보조제를 추가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 또한, 보조제는, 커플링제, 분산제, 경화촉매, 경화제로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1 종 이상으로 되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 평균입도가 30㎛ 이하이며, 애스펙트비가 1.0 ~ 1.5 인 구형 연자성금속분말을 사용하여 자성시트를 제조하여, 3축방향에 대해 등방성을 갖고, 고투자율을 구현할 수 있다는 제1효과와, 상기 구형 연자성금속분말

과 평균입도가 4~6㎛인 금속 분말 또는 평균입도가 1~3㎛인 금속 분말과 혼합하여 사용함으로써, 낮은 자기손실 특성을 구현할 수 있다는 제2효과, 10MHz 대의 고주파 영역까지 안정적인 투자율과 온도에 따른 주파수 특성이 안정적이며 높은 포화자속 특성을 갖는 자성시트를 제공할 수 있다는 제3효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은, 연자성금속분말 자성시트와 페라이트시트의 온도 및 전류 변화에 따른 특성 비교하기 위한 그래프이다.

도 2는, 연자성금속분말의 애스펙트비에 따른 자성 특성을 비교 설명하기 위한 설명도이다.

도 3은, 30마이크로미터의 입도값을 경계로 나타낸 주파수에 따른 투자율 변화를 보여주는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시예 1에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시예 2에 따른 투자율의 주파수특성을 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시예 3에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시예 4에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시예 5에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이다.

도 9는, 본 발명의 실시예 6에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 자성시트는, 연자성금속분말체, 바인더로서의 폴리머수지를 주요 구성요소로 갖는데, 이하, 각 구성요소에 대해 상술하기로 한다.

[0023] 연자성금속분말체는 1 종 이상의 연자성 금속분말의 혼합물로 이루어지며, 본 발명의 자성시트에 있어서, 각종 자성 특성을 나타나게 하는 요소이다. 연자성 금속분말로는 순철, 카보닐철, 철-규소 합금(Fe-Si alloy), 철-규소-크롬 합금(Fe-Si-Cr alloy), 샌더스트(Fe-Si-Al alloy), Ni-Fe계 퍼몰로이 합금 등이 사용될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 특히 Ni-Fe계 퍼멀로이 합금은, MPP(Molybdenum Permalloy Powder), High Flux합금, 또는 Mega Flux 합금 중 선택되는 하나 이상을 선택하여 포함할 수 있다. MPP는 높은 투자율을 가지며, 코어손실이 매우 낮으나, 상대적으로 포화자속밀도가 작아 높은 DC Bias시 안정성이 충분하지 못하며, 사용 주파수는 1MHz 이하이며, 다량의 니켈을 함유하고 있어, 가격이 높은 편이다. High Flux(50% Ni-50%Fe)는 포화자속밀도가 커 직류 중첩시 안정성이 좋고, 코어손실은 MPP와 유사하나 투자율이 상대적으로 낮고 니켈을 50%함유하고 있으므로 가격도 높다. Mega Flux는 Si을 6.5wt%포함한 조성으로 큰 포화자속밀도를 가지며, 가격이 저렴하나 투자율이 상대적으로 낮고 코어손실이 높다. Sendust 합금은 비교적 큰 포화자속밀도를 갖고 코어손실이 낮으며 가격도 저렴한 장점이 있으나 규소를 다량(9.5wt%) 함유하고 있어, 분말의 탄성이 높은 관계로 고압성형을 하여도 밀도가 낮아 포화자속밀도 대비 직류 중첩 특성이 낮다.

[0024] 또한, 본 발명의 자성시트에 사용되는 연자성금속분말체는 애스펙트비(aspect ratio)가 1.0 이상 1.5 이하인 구형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 되는 것이 바람직한데, 이는 연자성금속분말의 입상에 따라, 이를 이용하여 제조하는 자성시트의 특성에 차이가 생기는 것에 기인한다. 도 3은, 각각 구형 입상 및 편형/판상형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 제조되는 자성시트에 대한 모식도 및 이러한 자성시트가 나타내는 자기 특성에 대해 나타내고 있다. 구형 입상을 갖는 연자성금속분말로 제조된 자성시트의 경우, X축, Y축, Z축 방향에 대한 투자율이 비슷하게 나타나는 특성(3축 등방성)을 가지는 반면, 편형/판상형의 입상을 갖는 연자성금속분말로 제조된 자성시트의 경우, Z축 방향(배열방향과 수직방향)의 투자율과 X축/Y축 방향의 투자율이 서로 다른 특성(비등방성)을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 나아가, 후자의 경우, Z축 방향의 투자율에 대한 주파수 특성이 X축/Y축 방향의 투자율에 대한 주파수 특성에 대해 현저하게 열악하게 된다.

[0025] 즉, 편형/판상형의 입상을 갖는 연자성금속분말을 이용하여 자성시트를 제조함에 있어서는, 분말입자들을 한 방향으로 배열하는 배향공정이 필수적으로 포함되어야 하고, 나아가, 제조된 자성시트를 인덕터 등 다른 제품을

제조하는데 사용함에 있어서, 배향된 방향을 감안해야 하는 등, 제품설계 및 공정상 난점이 존재하게 된다.

[0026] 반면, 본 발명의 자성시트는 구형의 입상을 갖는 연자성금속분말을 이용하여 제조되므로, 배향공정이 필요하지 않고, 투자율 및 주파수 특성이 3축(x축, y축, z축)에 대한 등방성을 갖게 됨과 동시에, 3축 모두의 각 방향에 대한 투자율 및 주파수 특성이 양호하게 나타나게 되므로, 인덕터 등의 제품 제조시, 품질을 더욱 높일 수 있어 유리하다.

[0027] 연자성금속분말의 애스펙트비는, 연자성금속분말입자의 가장 짧은 지름의 길이에 대한 가장 긴 지름의 비율로 정의되며, 그 값은 1.0 이상 1.5 이하로 제어되는 것이 바람직하다. 애스펙트비가 1.0이면, 당해 연자성금속분말이 완전한 구상이라는 것을 의미하며, 애스펙트비가 1.5이면, 당해 연자성금속분말이 타원단면을 갖는 구형입체라는 것을 의미한다. 애스펙트비가 1.5보다 커지면, 편형/판상형의 입상이라고 하기는 어려울 것이나, 이들 경우에서와 같이 X축/Y축 방향 특성보다 Z축 방향 특성이 열악하다는 비등방성 특성이 현저하게 되므로, 문제가 된다.

[0028] 연자성금속분말체는, 평균입도가 0 초과 30마이크로미터 이하인 1종의 연자성금속분말로 이루어질 수 있다. 1종의 연자성금속분말로 연자성금속분말체를 구성하는 경우, 연자성금속분말의 입자 크기가 중요한데, 이는 입자 크기에 따라, 성형체의 밀도, 코어손실특성, 투자율, 주파수특성, DC Bias특성 등의 자기 특성이 결정되기 때문이다. 1종의 연자성금속분말로 연자성금속분말체를 구성하는 실시예에서, 평균입도가 30 마이크로미터 초과인 경우, 와전류손실의 증가로 코어손실특성이 악화되고, 성형체의 밀도가 낮아져, DC Bias특성이 나빠지게 된다. 반면, 본 발명에서 제안하는 바와 같이 1종의 연자성금속분말의 평균입도가 30마이크로미터 이하인 경우, 도 2에 도시된 바와 같이 고주파영역에서 요구되는 투자율 등의 특성을 양호하게 보유할 수 있게 된다.

[0029] 또한, 연자성금속분말체는, 제1연자성금속분말 및 제2연자성금속분말의 혼합물로 구성하는 것을 고려할 수 있다. 이처럼 2종 이상의 연자성금속분말로 연자성금속분말체를 구성하는 경우에도, 각 연자성금속분말의 입자 크기가 중요한데, 그 이유도 역시 전술한 바와 같다. 다만, 2종 이상의 연자성금속분말로 연자성금속분말체를 형성하는 경우, 두 종의 연자성금속분말의 입도에 차이를 둔다면, 한 종의 연자성금속분말 중 형성되는 공극 내부에 나머지 연자성금속분말의 입자가 위치할 수 있게 되므로, 이를 고려하여, 전체적인 자기 특성을 개선할 수 있게 된다.

[0030] 본 발명에서는, 제1연자성금속분말은 평균입도가 15 이상 30마이크로미터 이하로 하고, 제2연자성금속분말은 평균입도가 4 이상 6 마이크로미터 이하인 것으로 구성하는 것을 제안한다. 이 때, 제1연자성금속분말은, 투자율 및 주파수특성을 확보하는 역할을 하며, 제2연자성금속분말은, 제1연자성금속분말의 공극 내부에 위치함으로써, 제품의 밀도를 높아지게 하여, 전반적으로 DC Bias특성을 개선하는 역할을 한다. 특히, 제1연자성금속분말의 평균입도가 15 마이크로미터 이상으로 제한하는것은, 15 마이크로미터 미만인 경우, 히스테리시스 손실의 증가로 코어손실특성이 악화되고, 투자율도 낮아지게 되는 문제가 있기 때문이다.

[0031] 또한, 또다른 실시예로서, 제1연자성금속분말은 평균입도가 15 이상 30마이크로미터 이하로 하고, 제2연자성금속분말은 평균입도가 1 이상 3 마이크로미터 이하인 것으로 구성하는 것을 제안한다. 이 때, 제1연자성금속분말은, 투자율 및 주파수특성을 확보하는 역할을 하며, 제2연자성금속분말은, 제1연자성금속분말의 공극 내부에 위치함으로써, 제품의 밀도를 높아지게 하여, 전반적으로 DC Bias특성을 개선하는 역할을 하며, 나아가, 제1연자성금속분말의 공극을 더욱 밀하게 채울 수 있으므로, 와전류 손실에 의한 코어손실을 더욱 감소시키는 역할을 추가로 수행한다.

[0032] 전술한, 제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말의 혼합비율로서 본 발명은 제1연자성금속분말을 60wt% 내지 90wt%, 제2연자성금속분말을 10wt% 내지 40wt%의 비율로 혼합하는 것을 제안한다. 제1연자성금속분말을 90wt%초과하여 혼합하는 경우, 와전류에 의한 코어손실이 커지고, 제품 밀도가 낮아져, DC Bias특성이 저하되며, 60wt%

미만으로 혼합하는 경우, 투자율 측면에서 열악해진다. 제2연자성금속분말을 40wt% 초과하여 혼합하는 경우, 히스테리시스 손실에 의한 코어손실이 커지게 되며, 10wt% 미만으로 혼합하는 경우, 제품 밀도가 낮아져, DC Bias 특성이 저하됨을 감안한다.

[0033] 연자성금속분말체는, 바인더 역할을 하는 폴리머수지에 장입되어 자성시트를 구성하게 되는데, 이러한 폴리머수지로서는, 에폭시 수지, EPDM 수지, 실리콘 수지, 아크릴 수지 및 이들의 혼합물 등과 같이 연성과 점착성을 갖는 것을 적용할 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 폴리머수지는 연자성금속분말체를 장입한 이후, 완전응고 이전에 당해 연자성금속분말체의 침강 등이 발생하여서는 안되므로, 점도, 응고속도 측면을 고려하여 선택하여야 한다.

[0034]

[0035] 고투자율의 자성시트를 얻기 위해는 연자성금속분말체 비율을 높이는 것이 필요하다는 것을 감안하여, 본 발명에서는, 폴리머수지는, 자성시트의 총 중량 대비 0.5wt% 내지 3.5wt%로 포함되도록 혼합하는 것을 제안한다. 폴리머수지가 자성시트의 총 중량 대비 0.5wt% 미만인 경우, 절연효과가 떨어져, 고주파 특성에 불리하고, 3.5wt% 초과인 경우, 제품의 밀도가 저하되어 DC Bias특성이 저하된다.

[0036] 이하에서는, 본 발명의 자성시트를 제조하는 방법에 대해 기술하기로 한다.

[0037] 첫째, 수분사 또는 가스 분사 등의 분무법과 기상 또는 습식 환원법을 통해 제조된 연자성금속분말 중 1 내지 1.5의 애스펙트비를 갖는 구형 연자성금속분말을 사별하고, 소정의 크기 이하의 평균입도를 갖는 연자성금속분말만을 분급하여 연자성금속분말체를 제조한다. 전술한 바대로, 1종의 연자성금속분말만을 이용하여 자성시트를 제조하는 경우, 연자성금속분말의 평균입도는 15 내지 30 마이크로미터로 하는 것이 바람직하며, 서로 다른 평균입도를 갖는 2종 이상의 연자성금속분말을 이용하여 자성시트를 제조하는 경우에는, 큰 입도의 연자성금속분말은, 15 내지 30마이크로미터의 평균입도를, 작은 입도의 연자성금속분말은 4 내지 6 마이크로미터(또는 1 내지 3 마이크로미터)의 평균입도를 갖도록 하는 것이 바람직하다. 이렇게 2 종이상의 연자성금속분말을 혼합하는 방법은 공지의 방법을 적용할 수 있다.

[0038] 둘째, 첫째 단계에서 제조된 상기 연자성금속분말체와 바인더로서의 폴리머수지를 소정의 배합비율로 슬러리 상태가 되도록 혼합한다. 이 때, 혼합의 비율은 폴리머수지를 자성시트의 총 중량 대비 0.5wt% 내지 3.5 wt%로 결정하는 것이 바람직하다. 혼합된 슬러리의 상태에 따라서 다음 단계인 테이프 캐스트 공정에서 테이프 특성(밀도, 확산도, 유연성, 기공 등)의 차이가 발생되므로, 본 단계에서는, 연자성금속분말체와 폴리머수지의 결합을 공고화하는 기능 등을 갖는 보조제를 추가하여 슬러리 상태를 제어할 수 있으며, 이러한 보조제로는, 커플링제, 분산제, 경화촉매, 요변제, 경화제 기타 용매로 이루어지는 1 군으로부터 선택되는 1 종 이상을 고려할 수 있다. 분산제나 요변제(thixotropic agent)는 유기 첨가제로서, 유변특성에 개선을 주며, 이들은 소량의 양이지만 제품 물성 및 특성을 크게 변화시키므로, 총중량의 1% 내외로도 효과를 얻을 수 있다. 분산제(dispersion agent)로는 지방족 다가 카본산 에스테르, 불포화지방산 아민염; 소르비탄 모노올레이트와 같은 계면 활성제; 및 폴리에스테르 아민염, 폴리아미드와 같은 고분자 화합물 등으로부터 선택할 수 있는데, 이들의 사용을 통해, 기공을 줄이고, 폴리머수지 내부에 연자성금속분말체를 고르게 분산시키는 효과를 가져올 수 있다. 경화제 및 경화촉매는 분말의 종류와 입도에 따라 결정하여야 하며, 제품 밀도에 영향을 준다. 구체적으로는 바인더로서의 폴리머수지를 용매에 충분히 용해시킨 후, 보조제를 첨가하고, ball 믹싱 등을 수행하여 사용한다.

[0039] 이러한 단계를 통해 제조된 자성시트는 연자성금속분말의 최대밀도를 확보하게 함으로써, 등방성의 고투자율을 보유하게 한다.

[0040] 셋째, 테이프 캐스트 공정을 이용하여 둘째 단계에서 형성된 슬러리 상태의 혼합물을 시트 형상으로 형성하는데, 테이프 캐스트 공정은, 슬러리를 주입하여 수 마이크로미터부터 수백 마이크로미터의 다양한 두께로 연속적으로 형성되는 후막을 제조할 수 있는 공정이다. 이후, 건조(섭씨 50도 내지 섭씨 80도의 건조열원 적

용 가능)하는 단계를 수행하고, 추가적으로 자성시트의 내구성 향상을 위해, 표면에 수지 코팅 처리를 수행할 수도 있다.

[0041] 상기 첫째 단계와 둘째 단계의 사이에는 사용되는 자성분말의 표면을 세라믹 코팅 처리하는 단계를 둘 수 있다. 본 발명에서는, 폴리머수지에 의해 각 연자성금속분말입자들이 절연되어 와전류에 의한 손실을 저감하는 기능을 갖지만, 추가적으로 연자성금속분말의 표면을 세라믹 코팅 처리하여 사용한다면, 이러한 절연의 효과를 배가시킬 수 있을 것인데, 탈크, 카올린 등을 이용하여 처리할 수 있다. 연자성금속분말입자에 대한 또 다른 절연을 위한 방법으로, 산처리(acidification)을 수행할 수 있는데, 일례로 인산처리를 할 수 있다. 이러한 산처리는 부수적으로 연자성금속분말입자의 표면을 세정, 연마하는 효과를 가져올 수도 있다.

[0042] [실시예 1]

[0043] <연자성금속분말체 제조>

[0044] Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말을 고압질소 분무를 통해 얻은 후, 사별(분급)하였다. Air separator와 초음파체 사별을 통해 평균입도 20㎛의 애스펙트비가 1~1.5인 구형의 분말을 확보하였다.

[0045] <슬러리 제조>

[0046] 확보한 분말을 습식 절연 공정을 통해 절연 처리한 후 에폭시계 수지 및 유기첨가제를 혼합하였다. 혼합비율은 연자성금속분말체의 중량이 혼합물 총 중량의 96.5wt%가 되도록 하였다.

[0047] <자성시트의 제조>

[0048] 테이프 캐스트 공정을 통하여 100㎛ 두께의 자성시트의 그린시트를 제조하였다.

[0049] [실시예 2]

[0050] 20㎛급 Fe-Si조성의 연자성금속분말을 적용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건을 적용하였다.

[0051] [실시예 3]

[0052] 5㎛급 카보닐철분말을 적용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건을 적용하였다.

[0053] [실시예 4]

[0054] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 5㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)을 혼합(제1연자성금속분말 70wt%, 제2연자성금속분말 30wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건을 적용하였다.

[0055] [실시예 5]

[0056] 20㎛급 Fe-Si 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)을 적용한 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0057] [실시예 6]

[0058] 2㎛급 카보닐철 분말(제2연자성금속분말로서)를 적용한 것으로 제외하고는, 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0059] [비교예 1]

[0060] 애스펙트비가 10:1을 넘는 판상의 Fe-Si-Al 연자성금속분말을 적용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건을 적용하였다.

[0061] [비교예 2]

[0062] 25 마이크로미터의 평균입경을 갖는 페라이트분말을 적용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 조건을 적용하였다.

[0063] [실험예 1]

[0064] ㄱ. 투자율 측정 방법 및 조건

[0065] 자성시트 제조 후 시트를 원하는 두께로 적층 하여 가압 후 경화시켜 측정을 위한 시편을 준비하였다. 시편의 두께는 낮을 경우 노이즈로 인하여 편차가 발생할 수 있으므로 1.4~1.7㎜사이가 적당하며, 측정장비는 Agilent 사의 Impedance E4991A를 사용하며 3MHz 주파수에서 투자율을 확인하였다.

[0066] ㄴ. 투자율의 주파수 안정성 측정 방법 및 조건

[0067] 주파수 안정성은 상기 투자율 측정 방법과 동일하며 안정성 확인은 초기 투자율 대비 90%인 측정 주파수로 확인하였다.

[0068] ㄷ. DC Bias 검사 방법 및 조건

[0069] DC Bias 측정 시에는 투자율을 측정한 시편을 활용하여 측정하였다. 투자율 측정한 시편에 Cu wire를 권선하여 측정하였다. 시편의 size에 따라서 권선 수는 변경될 수 있으며, 해당 실험에서는 0.24Φ, 50Ts로 측정하였으며, 측정장비는 Agilent사의 LCR Meter 4284A를 사용한다. 측정시 주파수는 100kHz, 전압은 0.1V이며, DC Bias는 300 Oe까지 측정하였다.

[0070] ㄹ. 코어 손실 특성 측정 방법 및 조건

[0071] 코어 손실 측정은 BH Analyzer SY-8712를 사용하였으며, 측정을 위한 시편 size는 투자율 측정 시편과 동일하며, 본 측정은 Teflon wire를 사용하여 8Ts 권선하여 측정하였다. 시편의 size에 따라 권선 수는 조정 가능하며, 측정 조건은 300G@1MHz에서 측정하였다.

[0072] 비교예 1의 경우,주파수안정성 및 DC Bias특성은 z 축방향에 대해 측정하였다.

[0073] 이하, 실험예 1에 대한 실험결과를 표 1을 통해 나타내었다.

표 1

[0074]

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	비교예1	비교예 2
투자율 (x, y) [μ]	23	25	26	30	30	30	100	25
투자율 (z) [μ]	23	25	26	30	30	30	3	25
주파수안정성 [MHz]	80	50	100	100	80	80	5	60
DC-Bias특성 [Oe]	90	120	150	100	130	130	5	90
Core Loss [mW/cc]	700	750	300	600	700	50	850	750

[0075] 투자율 측면에서, 비교예 1에 따르면, x축 및 y축 방향에서의 값은 상대적으로 크게 측정되나, z축 방향으로의 값은 현저하게 작은 것을 알 수 있다. 이렇게 되면, z 축방향으로 자기 경로(magnetic flux path)가 형성되는 경우, 큰 문제를 발생시키게 된다. 반면, 실시예 1 내지 실시예 6의 경우, 3축방향에 대해 투자율이 등방성을

보유함을 확인할 수 있다. 이러한 특성은 자성시트 제조시 배향공정 등을 둘 필요가 없을 뿐만 아니라, 본 발명의 자성시트를 인덕터 등의 제품 제조시 사용하는 경우에도, 자성시트 내부의 배향 방향에 대해 고려하지 않을 수 있어 공정 측면에서 유리함을 의미한다. 다만, 비교예 2의 경우, 구형 입자를 이용하였으므로, 등방성을 나타내고 있다.

[0076] 도 4 내지 도 9는 각각 본 발명의 실시예 1 내지 실시예 6에 따른 투자율의 주파수특성과 DC Bias 특성을 나타내는 그래프이며, 이를 참고하여 설명하기로 한다.

[0077] 주파수안정성은, 투자율값에 대한 주파수응답(frequency response)을 얻은 후, 초기의 투자율 대비 90%가 되는 측정주파수값으로 대표하였다. 해당 90% 측정주파수값이 높다면, 우수한 고주파 안정성을 보유한 것으로 볼 수 있다. 비교예 1의 경우, 90% 측정주파수값이 5MHz 에 불과해, 고주파 특성을 갖는 각종 전기기기에 사용되는 경우, 자성시트는 자성소자로서 기능을 하지 못하게 됨을 나타낸다. 비교예 2의 경우도 90% 측정주파수값이 60MHz로서 비교예 1의 경우보다는 양호하지만, 본 발명의 실시예들에 대비하여서는 열악함을 확인할 수 있다. 반면 실시예 1 내지 실시예 6에 따르면, 90% 측정주파수는 최소 50MHz를 나타내고 있고, 일부 실시예에서는 100MHz를 나타내는 등, 고주파에서의 안정적인 자성 거동을 나타내고 있다.

[0078] DC Bias특성(DC Bias)는 초기의 투자율 대비 80%가 되는 지점의 자화강도값으로 대표하였다. 해당 80% 자화강도값이 높다면, DC Bias특성이 우수한 것으로 볼 수 있다. 비교예 1의 경우, 80% 자화강도값이 5oe 에 불과해, 본 발명의 자성시트가 각종 응용제품에서 활용될 때, 일부 직류가 유입되는 경우, 투자율이 급격하게 낮아지는 특성을 보이므로, 자성소자로서 기능을 하지 못하게 됨을 나타낸다. 비교예 2의 경우도 80% 자화강도값이 90oe로서 비교예 1의 경우보다는 양호하지만, 본 발명의 실시예들에 대비하여서 열악함을 확인할 수 있다. 반면 실시예 1 내지 실시예 6에 따르면, 80% 자화강도값은 최소 90oe를 나타내고 있고, 일부 실시예에서는 150oe를 나타내는 등, 직류가 유입되더라도서의 안정적인 자성 거동을 나타내고 있다.

[0079] 코어 손실(core loss)는 그 값이 낮을수록 우수한 것으로 볼 수 있다. 비교예 1 및 비교예 2의 경우, 코어손실값이 각각 850mW/cc, 750mW/cc인데 반해, 실시예 1 내지 실시예 6에 따르면, 코어손실값이 50mW/cc(실시예 6의 경우)까지 개선된 특성을 나타내었다.

[0080] 이하, 제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말의 혼합 조성비에 따른 자성 특성을 측정하기 위한 실험을 수행한 결과를 제시한다.

[0081] [비교예 3]

[0082] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 5㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 50wt%, 제2연자성금속분말 50wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0083] [실시예 7]

[0084] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 5㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 85wt%, 제2연자성금속분말 15wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 6와 동일한 조건을 적용하였다.

[0085] [비교예 4]

[0086] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 5㎛급 카보닐철

분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 95wt%, 제2연자성금속분말 5wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0087] [비교예 5]

[0088] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 2㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 50wt%, 제2연자성금속분말 50wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0089] [실시예 8]

[0090] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 2㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 85wt%, 제2연자성금속분말 15wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 6와 동일한 조건을 적용하였다.

[0091] [비교예 6]

[0092] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 2㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)의 혼합비율을, 제1연자성금속분말 95wt%, 제2연자성금속분말 5wt%)하여 연자성금속분말체를 제조하는 것을 제외하고는 실시예 4와 동일한 조건을 적용하였다.

[0093] [실험예 2]

[0094] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 5㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)을 이용하여 연자성금속분말체를 제조하는 실시예 4, 실시예 7 및 비교예 3, 비교예 4에 대하여 상기 실험예 1에 기재된 것과 동일한 실험을 수행하여, 고주파 대역에서의 주파수안정성, DC Bias 특성, core loss 값을 측정하였고, 그 결과를 하기 표 2에 제시하였다.

표 2

[0095]

	비교예 3	실시예 4	실시예 7	비교예 4
제1연자성금속분말 비율(wt%)	50	70	85	95
제2연자성금속분말 비율(wt%)	50	30	15	5
주파수 안정성 [MHz]	80	100	90	90
DC-Bias특성 [Oe]	100	100	90	80
Core Loss [mW/cc]	700	600	300	600

[0096] 실시예 4 및 실시예 7은 본 발명의 자성시트의 제조방법에서 제안하는 제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말의 혼합비율의 범위 내에서의 실시이고, 비교예 3 및 비교예 4는 본 발명의 제조방법에서 제안하는 범위 밖에서의 실시이다.

[0097] 비교예 4는, 제2연자성금속분말의 비율이 작은 경우인데, 제품의 밀도가 작게 되므로 DC Bias 특성이 좋지 않고, 와전류 손실의 증가로 코어손실도 상대적으로 큼을 알 수 있다. 비교예 3은, 제2연자성금속분말의 비율이 큰 경우인데, 제품의 밀도가 크게 되므로 DC Bias 특성은 상대적으로 양호하나, 히스테리시스 손실의 증가로 인

해 코어손실이 열악해짐을 확인할 수 있다.

[0098] [실험예 3]

[0099] 20㎛급 Fe-Si-Cr 조성의 연자성금속분말(제1연자성금속분말로서)에 2㎛급 카보닐철분말(제2연자성금속분말로서)을 이용하여 연자성금속분말체를 제조하는 실시예 6, 실시예 8 및 비교예 5, 비교예 6에 대하여 상기 실험예 1에 기재된 것과 동일한 실험을 수행하여, 고주파 대역에서의 주파수안정성, DC Bias 특성, core loss 값을 측정하였고, 그 결과를 하기 표 3에 제시하였다

표 3

[0100]

	비교예 5	실시예 6	실시예 8	비교예 6
제1연자성금속분말 비율(wt%)	50	70	85	95
제2연자성금속분말 비율(wt%)	50	30	15	5
주파수 안정성 [MHz]	75	80	75	70
DC-Bias특성 [Oe]	130	130	110	100
Core Loss [mW/cc]	200	50	200	350

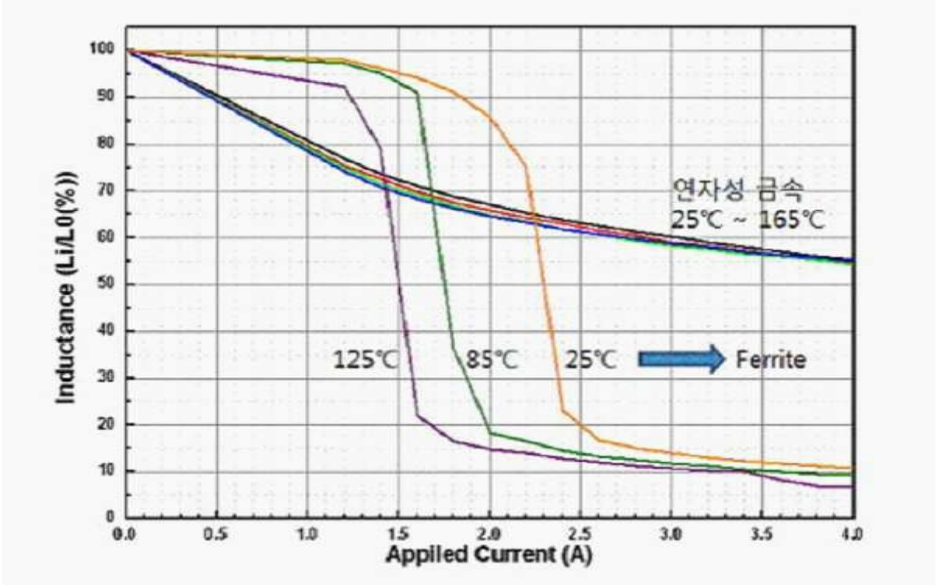
[0101] 실시예 6 및 실시예 8은 본 발명의 자성시트의 제조방법에서 제안하는 제1연자성금속분말과 제2연자성금속분말의 혼합비율의 범위 내에서의 실시이고, 비교예 5 및 비교예 6은 본 발명의 제조방법에서 제안하는 범위 밖에서의 실시이다.

[0102] 비교예 6은, 제2연자성금속분말의 비율이 작은 경우인데, 제품의 밀도가 작게 되므로 DC Bias 특성이 좋지 않고, 와전류 손실의 증가로 코어손실도 상대적으로 큼을 알 수 있다. 비교예 5는, 제2연자성금속분말의 비율이 큰 경우인데, 제품의 밀도가 크게 되므로 DC Bias 특성은 상대적으로 양호하나, 히스테리시스 손실의 증가로 인해 코어손실이 열악해짐을 확인할 수 있다.

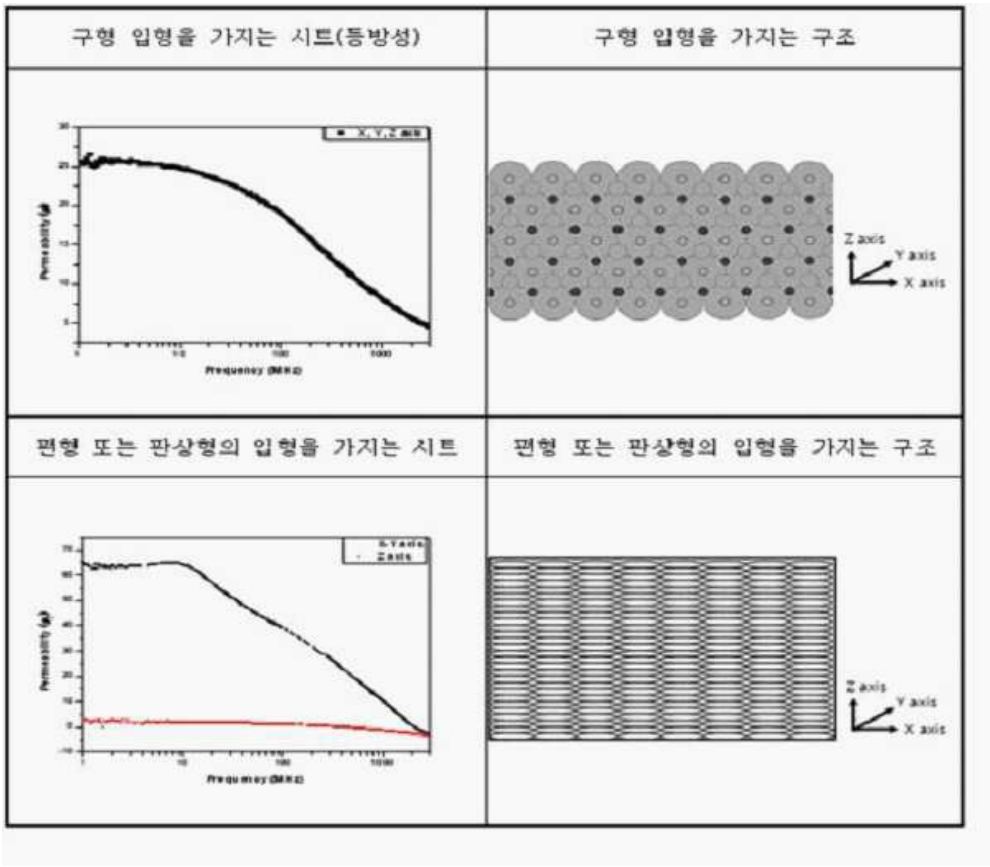
[0103] 본 발명을 첨부된 도면과 함께 설명하였으나, 이는 본 발명의 요지를 포함하는 다양한 실시 형태 중의 하나의 실시예에 불과하며, 당업계에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있는 것으로, 본 발명은 상기 설명된 실시예에만 국한되는 것이 아님은 명확하다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 하기의 청구범위에 의해 해석되어야 하며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서의 변경, 치환, 대체 등에 의해 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함될 것이다. 또한, 도면의 일부 구성은 구성을 보다 명확하게 설명하기 위한 것으로 실제보다 과장되거나 축소되어 제공된 것임을 명확히 한다.

도면

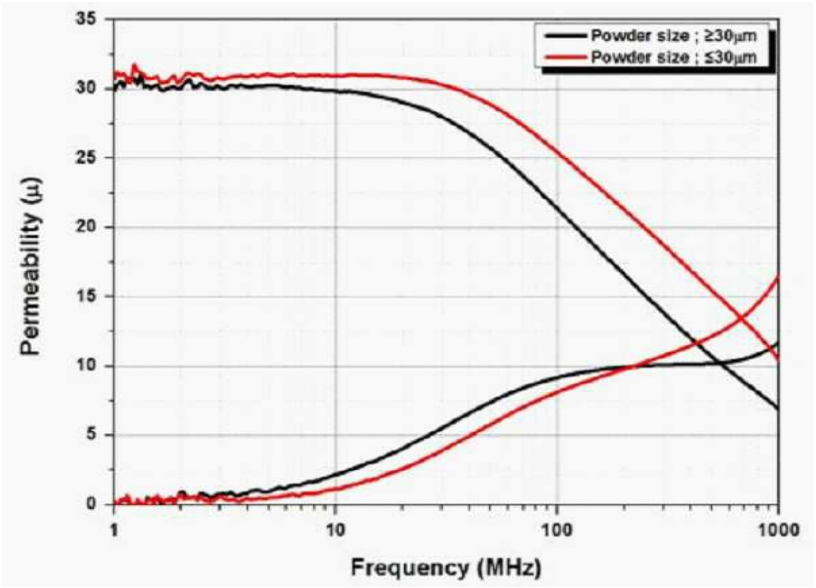
도면1


Inductance (Li/L0(%))
Applied Current (A)
연자성 금속
25℃ ~ 165℃
125℃
85℃
25℃
Ferrite

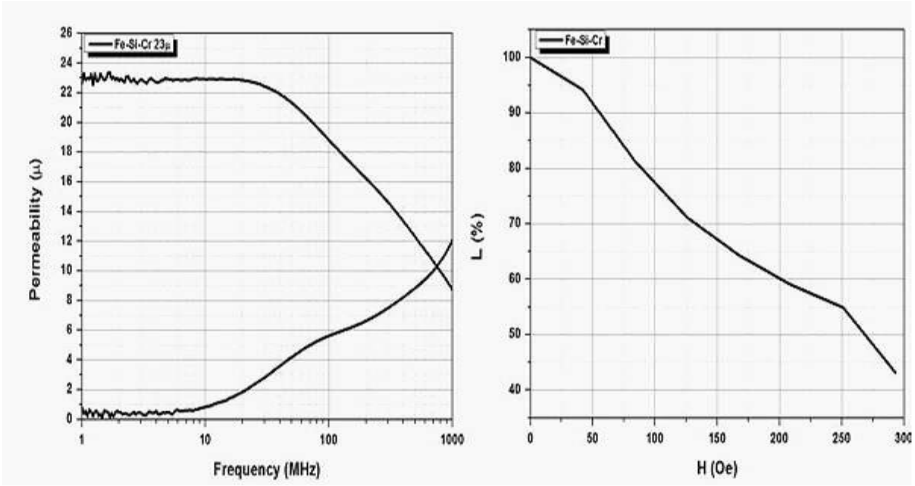
도면2


구형 입형을 가지는 시트(등방성)
구형 입형을 가지는 구조
편형 또는 판상형의 입형을 가지는 시트
편형 또는 판상형의 입형을 가지는 구조
Z axis
Y axis
X axis

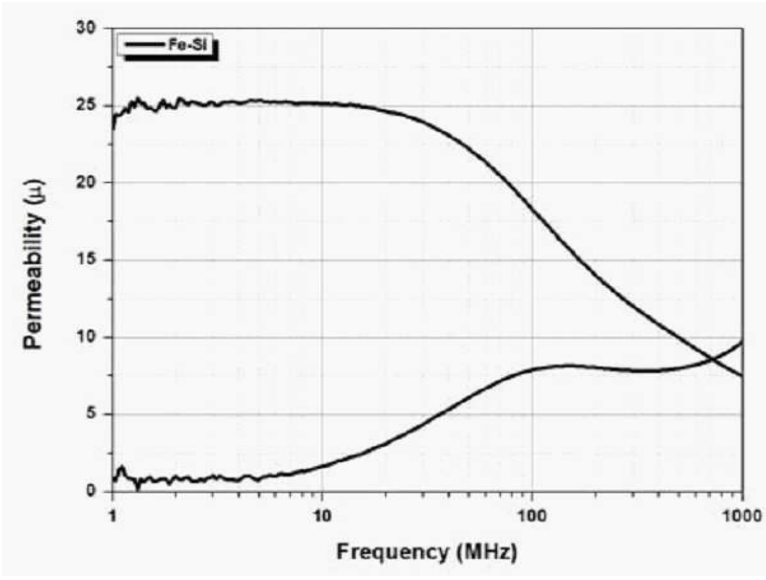
도면3


Powder size ; ≥30μm
Powder size ; ≤30μm
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
35
30
25
20
15
10
5
0
1
10
100
1000

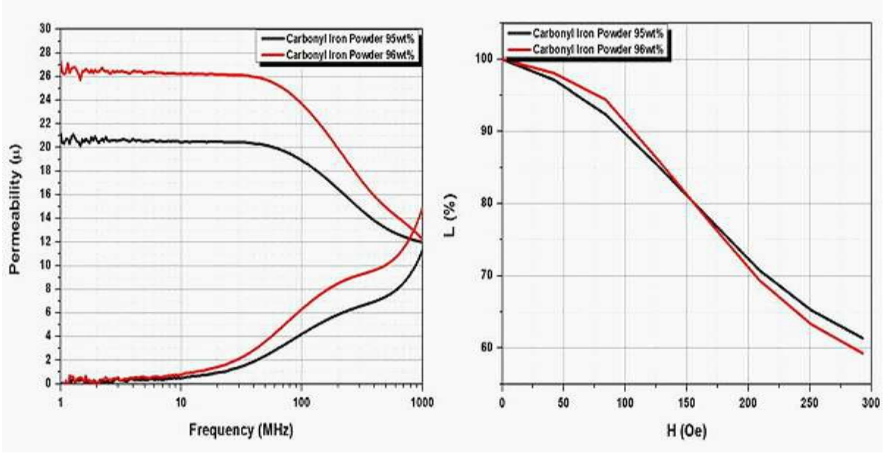
도면4


Fe-Si-Cr 23μ
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
Fe-Si-Cr
L (%)
H (Oe)

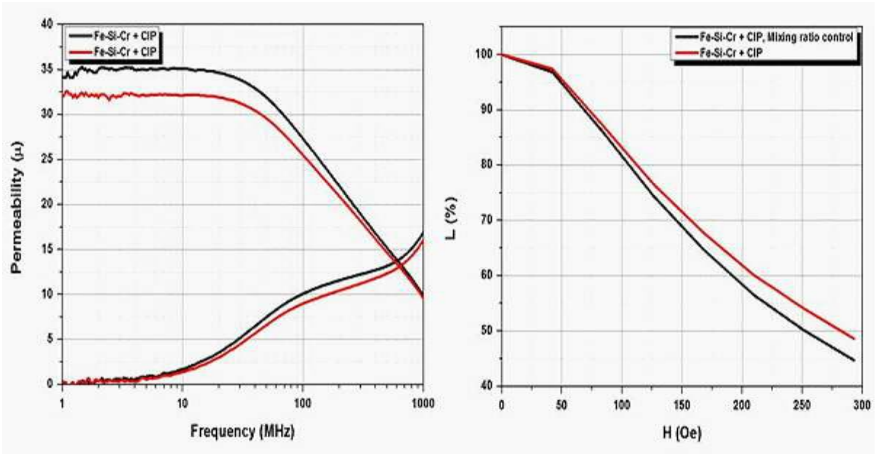
도면5


Fe-Si
Permeability (μ)
Frequency (MHz)

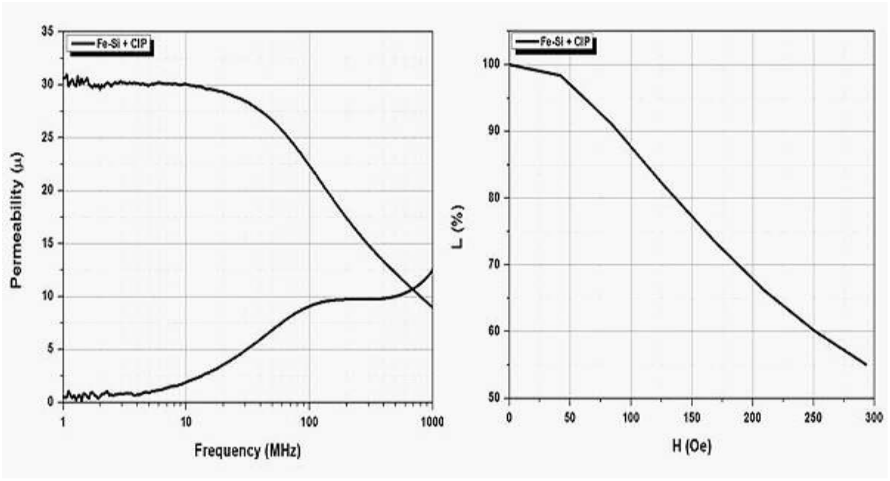
도면6


Carbonyl Iron Powder 95wt%
Carbonyl Iron Powder 96wt%
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
L (%)
H (Oe)

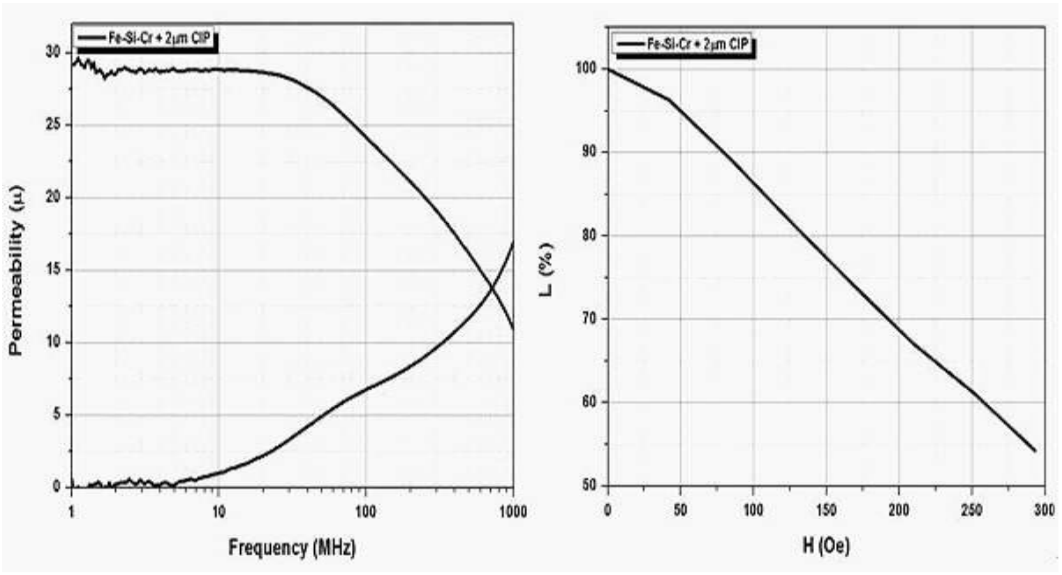
도면7


Fe-Si-Cr + CIP
Fe-Si-Cr + CIP
Fe-Si-Cr + CIP, Mixing ratio control
Fe-Si-Cr + CIP
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
L (%)
H (Oe)

도면8


Fe-Si + CIP
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
Fe-Si + CIP
L (%)
H (Oe)

도면9


Fe-Si-Cr + 2μm CIP
Permeability (μ)
Frequency (MHz)
Fe-Si-Cr + 2μm CIP
L (%)
H (Oe)