



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월23일
 (11) 등록번호 10-0933523
 (24) 등록일자 2009년12월15일

(51) Int. Cl.

H01F 1/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0113830

(22) 출원일자 2006년11월17일

심사청구일자 2006년11월17일

(65) 공개번호 10-2007-0082014

(43) 공개일자 2007년08월20일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00037004 2006년02월14일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

GB 863127호*

미국특허공보 0324541호*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

스미다 코포레이션 가부시키가이샤

일본국 도쿄 추오쿠 야에스 1-6-6 야에스 센터 비
루

(72) 발명자

사카모토 신이치

일본국 도쿄 추오쿠 니혼바시 난교초 3쵸메 3-6
스미다 덴키가부시키가이샤내

(74) 대리인

유미특허법인

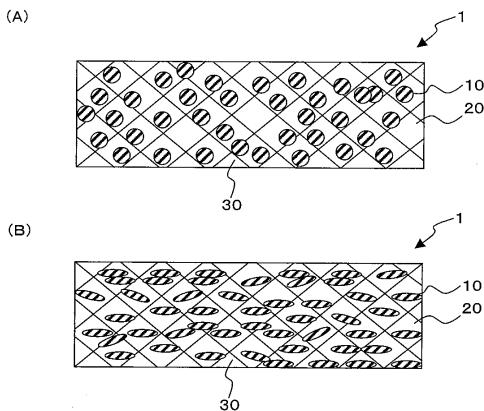
전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이성준

(54) 복합 자성 시트 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 간단하면서, 낮은 제조 비용으로, 투자율이 높은 복합 자성 시트를 제공한다. 본 발명은, 자성체 분말(10)과, 폴리테트라플루오로에틸렌 분말(20)을 포함하는 복합 자성 시트(1)로 이루어진다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

자성체 분말; 및

폴리테트라플루오로에틸렌 분말로 구성된 복합 자성 시트에 있어서,

상기 폴리테트라플루오로에틸렌 분말이 망상구조를 구성하고, 상기 자성체 분말이 상기 망상구조에 들어가 있는 조직

을 포함하는 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자성체 분말은, 철계 합금 자성체 분말인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자성체 분말은, 구형 분말인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 자성체 분말은, 구형 분말인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자성체 분말은, 편평한 분말인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 자성체 분말은, 편평한 분말인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자성체 분말의 함유율은, 상기 복합 자성 시트에 대하여 85중량% 이상인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복합 자성 시트의 밀도는, 3.5g/cm^3 이상인 것을 특징으로 하는 복합 자성 시트.

청구항 9

자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 혼합하는 분말 혼합 공정; 및

상기 분말 혼합 공정 후의 혼합 분말을 전단력을 부여하면서 가압해서 형성하는 성형 공정

을 포함하며,

상기 성형 공정에는 압연 롤이 사용되고, 한쪽 압연 롤의 회전 속도와 다른 쪽의 압연 롤의 회전 속도가 상이한

것

을 특징으로 하는 복합 자성 시트의 제조 방법.

청구항 10

자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 혼합하는 분말 혼합 공정;

상기 분말 혼합 공정 후의 혼합 분말을 전단력을 부여하면서 가압하여 성형하는 성형 공정; 및

상기 성형 공정 후의 복합 자성 시트를 다시 가압하는 재가압 공정

을 포함하며,

상기 성형 공정에는 압연 류이 사용되고, 한쪽 압연 률의 회전 속도와 다른 쪽의 압연 률의 회전 속도가 상이한 것

을 특징으로 하는 복합 자성 시트의 제조 방법.

청구항 11

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<9> 본 발명은, 코일의 자성 부품에 적합한 복합 자성 시트 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

<10> 최근, 전자 기기가 박형화, 소형화 또는 고밀도 실장화되고 있고, 기관 구성이 다중 배열로 되는 등의 동향에 따라서, 전자 기기에 탑재되는 코일 부품 등의 자성 부품에도 소형화, 슬림화 또는 박형화에 대한 요구가 강해지고 있다. 또한, 전원 회로에 이용할 수 있는 코일 부품에 대하여 대전류 대응 등의 전기 특성을 고성능화하고, 자성 부품의 제조 비용도 낮추어야 할 필요성이 강하게 요구되고 있다.

<11> 종래부터, 코일 부품에 이용할 수 있는 자성 부품은, 예를 들면, 다음과 같은 방법으로 제조되고 있다. 우선, 페라이트 자성체 분말을 바인더 및 용매 등과 혼합해서 페이스트화하여 두께 $10\sim100\mu\text{m}$ 의 얇은 자성 시트를 성형한다. 이어서, 자성 시트의 표면에 도체 선로 또는 접속 전극을 형성하여 복수로 적층한다. 상기 자성 시트 적층체는, 코일 부품의 자성 부재로서, 프레스기를 이용해서 압착되어, 소성로에서 일체로 소성 처리된다. 이어서, 소결체의 측단면에 외부 전극을 형성하여, 적층 칩 코일로 한다(예를 들면, 특히 문헌 1 참조).

<12> 또한, 다음과 같은 제조 방법도 채용된다. 수지 재료 중에, 편평한 형상의 금속 자성 분말의 표면에 절연체층을 피복한 분말을 첨가해서 유기 용매 중에 충분히 혼합·분산시킨다. 이어서, 지지체 위에 상기 슬러리를 도포해서 도막을 형성한다. 이어서, 자장 강도를 조정하고, 면내 배향 처리를 행한 후, 도막을 건조시켜, 복합 자성 시트를 제조하는 방법이 알려져 있다(예를 들면, 특히 문헌 2 참조).

<13> [특히 문헌 1] 일본 특개 평 6-333743호 공보(단락 번호 0010, 도 1)

<14> [특히 문헌 2] 특개 2004-247663호 공보(단락 번호 0009~0036, 도 1)

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<15> 그러나, 상기 종래의 자성 부품에는, 다음과 같은 문제가 있다. 특히 문헌 1에 개시된 자성 시트의 경우에는, 슬림형 적층 칩 코일의 부품으로서 적절하다. 그러나, 상기 자성 시트는, 주로 Ni-Cu-Zn계 페라이트 등으로 이루어지는 자성체 분말과, 수지 및 유기 용제 등의 혼합물로 이루어지는 결착제를 습식 혼합하여, 얻어진 슬러리를 도막 형성한 후에 건조 공정을 거쳐서 제조된다. 따라서, 코일 부품의 자성 코어로서 양호한 자기 특성을 획득하기 위해서는, 소결 공정이 필수적이며, 제조 공정, 시간이 대단히 길어지고, 또한 비용이 높아지는 문제도 있다.

<16> 또한, 특히 문헌 2에 개시된 복합 자성 시트의 경우에는, 프린트 배선판에 탑재되는 인더터스 소자로서 적합하다. 그러나, 상기 복합 자성 시트의 제조도, 자성체 분말과, 수지 및 유기 용제 등의 혼합물로 이루어진 결착제를 습식 혼합하여, 얻어진 슬러리를 도막 형성한 후에 건조 공정을 거쳐서 제조되므로, 실질적인 자성 시트의 제조 공정, 및 이에 필요한 조건, 요소 등은 참고 문헌 1과 동일하고, 시간, 비용이 높아지는 문제는 여전하다. 또한, 도포 후의 복합 자성 시트의 건조시에, 용매가 탈기하여, 그 부분이 보이드(void)가 되어서 잔류함으로써, 자성체 분말의 실질적인 충전율이 낮아지며, 상기 복합 자성 시트로서 주로 이용할 수 있는 금속계 자성체 분말은 일반적으로 페라이트계 자성체 분말 등에 비하여 투자율(μ)이 낮은 등의 요인으로 인하여, 복합 자성 시트의 실질적인 투자율(μ)이 낮아지는 경향이 있으므로, 편평한 형상의 금속계 자성체 분말을 이용하거나, 금속계 자성체 분말을 최대한 많은 양으로 배합시키는 등의 방법으로, 복합 자성 시트에 대한 자성체 분말의 충전율을 증가시킬 필요가 있다. 그러나, 유연성 및 결착성을 가지는 수지 및 용매의 첨가량이 적어지면, 자성 시트가 현저하게 취화(脆化)되므로, 첨가할 수 있는 금속 자성체 분말의 양에는 한계가 있으며, 이에 따라 높은 투자율을 얻는 데에도 한계가 있다.

<17> 본 발명은, 상기 문제를 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은, 간단하며, 낮은 비용으로 제조할 수 있고, 높은 투자율을 구비한 복합 자성 시트 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

<18> 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은, 자성체 분말과, 폴리테트라플루오로에틸렌 분말로 이루어지는 복합 자성 시트를 제공한다.

<19> 이러한 구성의 복합 자성 시트에 의하면, 우수한 자기 특성을 보유할 수 있다. 복합 자성 시트의 투자율은, 시트 내에 포함된 자성체 분말의 자기 특성 및 자성 분체의 충전량에 크게 의존한다. 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 이용하면, 자성체 분말과 건식으로 혼합할 수 있다. 이로 인하여, 습식 혼합과는 상이하고, 용매의 휘산에 의한 잔류 보이드 및 이에 따른 저밀도화의 문제는 생기지 않는다. 따라서, 자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 고밀도로 충전할 수 있고, 복합 자성 시트 내의 잔존 보이드의 부피를 지극히 낮출 수 있다. 이 결과, 복합 자성 시트의 자기 특성을 높일 수 있다. 또한, 화학적으로 안정적이고 내식성 및 내열성이 우수한 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)을 사용함으로써, 복합 자성 시트의 내열성 및 내고습성을 개선할 수 있다.

<20> 또한, 본 발명은, 자성체 분말로서 철-규소계 합금 자성체 분말을 이용한 복합 자성 시트를 제공한다.

<21> 본 발명은, 자성체 분말로서 구형 분말을 이용한 복합 자성 시트를 제공한다.

<22> 본 발명은, 자성체 분말로서 편평한 분말을 이용한 복합 자성 시트를 제공한다.

<23> 본 발명은, 자성체 분말의 함유율이, 복합 자성 시트에 대하여 85중량% 이상인 복합 자성 시트를 제공한다.

<24> 본 발명은, 밀도가 3.5g/cm^3 ³ 이상인 복합 자성 시트를 제공한다.

<25> 또 다른 본 발명은, 자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌 분말로 이루어지는 복합 자성 시트의 제조 방법으로서, 자성체 분말과, 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 혼합하는 분말 혼합 공정과, 분말 혼합 공정 후의 혼합 분말을 가압해서 성형하는 가압 성형 공정을 포함하는 복합 자성 시트의 제조 방법을 제공한다.

<26> 이러한 제조법을 채용함으로써, 투자율이 높은 복합 자성 시트를, 용이하고, 낮은 비용으로 제조할 수 있다. 자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말의 혼합 분말을 가압하면, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말은, 가압에 의해 망상 구조의 성형체가 된다. 자성체 분말은, 성형에 의해, 상기 망상 구조의 공극부로 들어가게 된다. 이로 인하여, 자성체 분말의 충전량을 높일 수 있고, 자성체 분말이 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)으로부터 유출되는 위험성도 낮출 수 있다. 또한, 용매를 이용하지 않고, 2종류의 분말을 건식으로 혼합하므로, 용매의 휘산에 의한 잔류 보이드 및 이에 따른 저밀도화 문제는 생기지 않는다. 따라서, 제조 공정의 간략화 및 저비용화를 실현하고, 원하는 자기 특성 및 강도를 가지는 복합 자성 시트를 제조할 수 있다.

<27> 또한, 본 발명은, 자성체 분말과 폴리테트라플루오로에틸렌 분말을 혼합하는 분말 혼합 공정과, 분말 혼합 공정 후의 혼합 분말을 가압해서 성형하는 가압 성형 공정과, 가압 성형 공정 후의 복합 자성 시트를 다시 가압하는 재가압 성형 공정을 포함하는 복합 자성 시트의 제조 방법을 제공한다.

<28> 본 발명은, 가압 성형 공정이 압연 롤 성형에 의해 이루어지는 복합 자성 시트의 제조 방법을 제공한다.

- <29> 본 발명은, 압연 롤 성형에 있어서, 일 방향의 압연 롤의 회전 속도와 타 방향의 압연 롤의 회전 속도가 상이한 복합 자성 시트의 제조 방법을 제공한다.
- <30> 본 발명에 따른 복합 자성 시트에 포함되는 자성체 분말로서는, 기타의 철-규소계 합금, 철-니켈계 합금, 철-규소-알루미늄계 합금, 철, 알루미늄, 백금, 아연, 티타늄, 철계 나노 결정체 등의 금속계 자성체 분말을 이용하는 것이 바람직하다.
- <31> 또한, 경우에 따라서는, 니켈-아연계, 망간-아연계, 니켈-구리-아연계, 망간-마그네슘-아연계 등의 소결 페라이트 분말 또는 소성 페라이트 분말을 이용할 수도 있다. 단, 상기 자성체 분말은 일례에 불과하여, 다른 자성체 분말을 채용해도 좋다. 자성체 분말은, 한 종류의 분말 또는 2종류 이상의 분말의 혼합물이라도 좋다.
- <32> 자성체 분말의 형상으로는, 구형뿐만 아니라, 편평한 형상, 침상 등을 이용할 수 있다. 이들 중, 특히 편평한 형상의 자성체 분말이 바람직하다. 한편, 자성체 분말은, 단일 형상의 분말을 사용하거나, 2종 이상의 형상을 가진 분말을 이용할 수도 있다.
- <33> [발명을 실시하기 위한 최선의 형태]
- <34> 아래에, 본 발명에 따른 복합 자성 시트 및 그 제조 방법의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상술한다. 단, 본 발명이, 하기 설명하는 바람직한 실시예에 한정되지는 않는다.
- <35> 도 1은, 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트(1)의 단면을 모식적으로 나타내는 도면이다. 도 1에 있어서, 긴 측의 방향은 시트의 길이 방향을, 짧은 측의 방향은 시트의 두께 방향을 각각 나타낸다. (A)는 구형의 자성체 분말을 이용해서 제조한 시트를, (B)는 편평한 형상의 자성체 분말을 이용해서 제조한 시트를 각각 나타낸다.
- <36> 도 1의 (A)에 나타낸 바와 같이, 복합 자성 시트(1)는, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)로 이루어지는 가압 성형체의 망상 구조의 공극부(30)에, 자성체 분말(10)이 들어 있는 구조의 시트이다. 자성체 분말(10)은, 거의 구형의 분말이다. 한편, 자성체 분말(10)로는, 도 1의 (B)에 나타낸 바와 같이, 장축과 단축을 가지는 편평한 분말을 이용할 수도 있고, 이 경우, 구형 분말에 비하여, 자성체 분말의 충전율을 한층 높일 수 있다. 이로 인하여, 복합 자성 시트의 실질적인 투자율(μ)을 향상시킬 수 있다. 또한, 복합 자성 시트(1)는, 3.5g/cm^3 이상의 밀도, 바람직하게는, 3.8g/cm^3 이상 5.0g/cm^3 이하의 범위의 밀도를 가지며, 복합 자성 시트의 밀도를 높임으로써, 코일 부품의 자성 코어로서 채용할 경우에, 원하는 인덕턴스나 임피던스의 값을 용이하게 얻을 수 있다. 여기에서, "밀도"란, 복합 자성 시트(1)의 중량을 복합 자성 시트(1)의 부피로 나눈 값을 말한다.
- <37> 이 실시예에서 이용할 수 있는 자성체 분말(10)은, 철-규소계 합금의 금속계 자성체 분말이다. 또한, 자성체 분말(10)의 함유율은, 바람직하게는, 복합 자성 시트(1)에 대하여 85중량% 이상이며, 보다 바람직하게는, 복합 자성 시트(1)에 대하여 90중량% 이상 98중량% 이하의 범위이다. 자성체 분말(10)의 함유율을, 복합 자성 시트(1)에 대하여 85중량% 이상으로 하면, 자성체 분말(10)의 실질적인 충전 비율을 높일 수 있다. 이로 인하여, 자기 특성이 우수한 복합 자성 시트(1)가 가능해진다.
- <38> 이 실시예에서 이용할 수 있는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)은, 내식성 및 내열성 등이 우수한 플루오르 수지의 일종이다. 또한, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)을 가압/압연하면, 그 가압 성형체 내에 망상 구조가 형성되므로, 자성체 분말(10)이 상기 망상 구조의 공극부(30)에 들어가게 된다. 그 결과, 밀도가 높은 복합 자성 시트(1)가 완성되는 동시에, 자성체 분말(10)의 충전율을 높일 수 있고, 결과적으로, 투자율(μ)이 높은 복합 자성 시트를 얻을 수 있다.
- <39> 도 2는, 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트(1)의 제조 공정의 일부에 이용할 수 있는 복합 자성 시트 제조 장치(5)의 개략적인 구성도이다.
- <40> 도 2에 나타낸 바와 같이, 복합 자성 시트 제조 장치(5)는, 수평이면서 평행하게 설치된 2개의 압연 롤(51, 52)과, 압연 롤(51)과 압연 롤(52)의 사이의 간격 부분 위쪽에 배치되어, 혼합 분말을 공급하는 투입 용기(55)로 이루어진다. 압연 롤(51)은, 압연 롤(52)과 대향하여 배치되어 있으며, 각각이 독립적으로 회전할 수 있고, 또한 서로 역방향으로 회전하도록 제어된다. 또한, 복합 자성 시트(1)를 제조할 경우, 시트 재료에 전단력을 가하기 위해서, 개별적으로, 소정 속도로 회전하도록 제어할 수 있다. 압연 롤(51)과 압연 롤(52)의 사이의 간격은, 임의로 설정 가능하며, 이에 의해, 복합 자성 시트(1)의 두께를 임의로 변경할 수 있다.
- <41> 투입 용기(55)는, 미리 제조한 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)의 혼합 분말을 투

입하는 용기이다. 투입 용기(55)는, 아래쪽으로 공급구(56)를 구비하며, 혼합 분말의 공급량을 변경할 수 있도록, 공급구(56)에는 제어 기구가 구비되어 있다.

<42> 복합 자성 시트 제조 장치(5)를 사용하면, 투입 용기(55)의 아래쪽으로부터 공급되는 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)의 혼합 분말은, 압연 룰(51)과 압연 룰(52) 사이의 틈에서 압연되어, 복합 자성 시트(1)가 된다. 여기에서, 복합 자성 시트(1)의 두께는, 투입되는 자성체 분말(10)이 충분한 양인 것을 전제로 했을 경우, 압연 룰(51)과 압연 룰(52) 사이의 캡(틈)의 관리에 의해 조정/제어 가능하다. 다시 말해, 압연 룰(51)과 압연 룰(52) 사이의 룰간 거리가 커지면, 얹어지는 복합 자성 시트(1)의 두께가 두꺼워지고, 압연 룰(51)과 압연 룰(52) 사이의 룰간 거리가 작아지면, 얹어지는 복합 자성 시트(1)의 두께도 얇아진다. 게다가, 압연 룰(51)의 회전 속도와 압연 룰(52)의 회전 속도를 상대적으로 조정함으로써, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)에 인가되는 전단력을 조정/제어할 수 있으므로, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)의 망상 구조를 변화시킬 수 있는 동시에, 그 망상 구조에 들어가는 자성체 분말(10)의 양도 조정/제어할 수 있다. 따라서, 복합 자성 시트(1)의 밀도나 투자율(μ) 등도 조정/제어할 수 있게 된다. 예를 들면, 압연 룰(51)과 압연 룲(52)의 회전 속도비를 크게 하면, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)이 강한 전단력을 받으므로, 망상 구조의 공간이 커지기 때문에, 소량의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말로, 많은 양의 자성체 분말을 받아 들일 수 있으며, 투자율(μ)이 높은 복합 자성 시트를 얻을 수 있다. 반대로, 압연 룰(51)과 압연 룰(52)의 회전 속도비를 작게 하면, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)이 받는 전단력은 작아지지만, 미세 망상 구조가 되어 복합 자성 시트(1)의 강도가 향상된다. 이렇게, 각각의 압연 룰의 룰간 거리 및 속도비를 조정함으로써, 복합 자성 시트(1)의 두께, 밀도, 강도, 투자율(μ) 등의 물성을 조정할 수 있다.

<43> 이어서, 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트(1)의 제조 공정에 대하여 설명한다.

<44> 도 3은, 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트(1)의 제조 공정을 나타내는 흐름도이다.

<45> 우선, 복합 자성 시트(1)에 이용할 수 있는 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)을, 각각 원하는 중량비로 칭량한다(단계 S101). 이 실시예에서는, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)로서, 비중 2.22, 평균 입경 약 550 μm 인 것을 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 자성체 분말(10)로서, 철-규소를 주성분으로 하는 금속계 자성체 분말을 이용하는 것이 바람직하다.

<46> 자성체 분말(10)의 중량비는, 바람직하게는, 복합 자성 시트(1)에 대하여 85중량% 이상이며, 보다 바람직하게는, 복합 자성 시트(1)에 대하여 90중량% 이상 98% 이하의 범위이다. 이러한 비율로 함으로써, 복합 자성 시트(1)의 강도 및 가요성을 양호하게 하는 동시에, 자기 특성, 특히, 투자율을 보다 높일 수 있다. 85중량% 이상의 중량비에서는, 자성체 분말(10)의 충전율이 높고, 충분한 자기 특성이 얹어진다. 98중량% 이하의 중량비로 하면, 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)을 균일하게 혼합할 수 있고, 성형되는 복합 자성 시트(1)의 강도 및 가요성을 양호하게 유지할 수 있다. 자성체 분말(10)의 형상은, 거의 구형이지만, 편평한 형상인 것이 바람직하다. 편평한 형상의 자성체 분말(10)을 사용하면, 상기 자성체 분말(10)은, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)에 의해 서로 결착되어, 시트의 면내 방향으로 이러한 편평면이 가지런한 상태로 배향되기 용이해진다. 그 결과, 자성체 분말(10)의 상호 반자계 작용을 저감시켜서, 복합 자성 시트(1)의 투자율이 보다 높아진다.

<47> 이어서, 칭량한 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)을 혼합기를 이용해서 혼합하여, 혼합 분말을 준비한다(단계 S102: 분말 혼합 공정). 이 실시예에서는, 각 원료 분말을 균일하게 혼합하기 위해서, 회전식 V형 혼합기를 사용하는 것이 바람직하다. 단, 상기 혼합 방법은, 하나의 예에 불과하며, 각 원료 분말이 균일하게 혼합·분산될 수 있는 수단이라면, 다른 혼합 방법을 채용해도 좋다.

<48> 이어서, 혼합 분말을 복합 자성 시트 제조 장치(5)를 이용해서 압연하여, 시트 형상으로 성형한다(단계 S103: 가압 성형 공정). 이 실시예에서는, 압연 룰(51)과 압연 룰(52)은, 복합 자성 시트(1)의 두께에 근접한 간극으로 배치되어 있다. 2개의 압연 룰(51, 52)의 회전 방향은, 서로 역방향이며, 이들의 회전 속도의 비는 2:3이다. 자성체 분말(10)과 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)의 혼합 분말은, 상이한 회전 속도로 회전하는 2개의 압연 룰(51, 52)의 간격 부분의 위쪽에 배치된 투입 용기(55)의 공급구(56)로부터 연속적으로 공급된다. 혼합 분말은, 압연 룰(51, 52) 사이의 틈을 통과할 때 압연되는 동시에, 전단력도 받는다. 이로 인하여, 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말(20)이 망상 구조로 성형됨과 동시에, 자성체 분말(10)은, 그 망상 구조의 공극부(30)에 들어가게 된다. 이와 같이, 소정의 두께를 가진 복합 자성 시트(1)가 성형된다.

<49> 한편, 압연 룰(51, 52)의 회전 속도는, 특별히 한정되지 않고, 복합 자성 시트(1)의 두께에 따라서 조정가능하

다. 또한, 이 실시예에서는, 압연 방법으로서, 2개의 압연 롤법을 사용했지만, 압연 방법으로서는, 카렌다 롤법 등의 다른 방법을 이용할 수 있다. 단, 상기 압연 방법은 일례에 불과하여, 상기 방법 이외의 압연 방법을 채용해도 좋다.

<50> 이상, 본 발명에 따른 복합 자성 시트 및 그 제조 방법의 실시예에 대하여 설명했지만, 본 발명에 따른 복합 자성 시트 및 그 제조 방법은, 상기 실시예에 한정되지 않으며, 여러 가지 변형한 형태로 실시가능하다.

<51> 고투자율의 복합 자성 시트(1)을 얻기 위해서는, 복합 자성 시트(1)의 밀도를 높이는 것이 효과적이다. 도 4에 나타낸 바와 같이, 상기 제조 공정(단계 S101~단계 S103)을 거쳐서 얻어진 복합 자성 시트(1)에 대하여, 다시 가압 성형 처리(단계 S104: 가압 성형 공정)를 실시함으로써(예를 들면, 프레스기를 이용해서 재가압 처리를 행함), 새로운 고밀도화의 실현이 가능하다. 그 이유는, 복합 자성 시트(1) 내에 존재하는 잉여 공기, 즉 보이드를 제거할 수 있기 때문이다. 2개의 압연 롤법에 의해 한번만 가압한 경우에 비하여, 자성체 분말(10)의 충전량이 더 높아지고, 자기 특성이 높은 복합 자성 시트를 얻을 수 있다.

<52> 이어서, 본 발명의 각 실시예 및 비교예를 설명한다. 단, 본 발명이 하기 예시하는 각 실시예에 한정되지 않는다.

<53> A. 복합 자성 시트의 제조 순서

<54> 표 1에, 각 실시예 및 비교예의 제조 조건 및 평가 결과를 나타낸다.

<55>

[표 1]

평가 검토 결과		실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	비교 예 1	비교 예 2
제가압 유무	무	무	무	무	무	무	유	유	유	유	유	무	유
준형비 (wt%)	85	90	93	97	98	85	90	93	97	98	83	83	83
지성체 분말 PTFE 분말 결착제	15	10	7	3	2	15	10	7	3	2	—	—	—
시트 (g/cm ²) 밀도	3.4	3.8	4.1	4.8	4.9	4.2	4.2	4.5	4.8	5.0	2.9	3.0	3.0
제가압에 의한 변화(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
부피 점유율 (%)	39.1	46.7	52.3	62.2	65.6	47.7	51.6	56.1	63.0	66.3	33.1	33.8	33.8
부피 점유율 (%)	37.7	35.8	34.9	30.8	30.9	24.0	29.1	30.2	29.9	30.2	44.1	42.9	42.9
at 1MHz	8.7	10.2	11.5	15.9	18.0	14.2	15.8	17.5	18.3	19.2	5.1	5.1	5.1
투자율	제가압에 의한 변화(%)	—	—	—	—	—	—	1.6	1.5	1.5	1.2	1.1	1.0
시트 물성 (양기)	외관	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양
가요성	양	양	양	양	양	가	양	양	양	가	양	양	양
강도	양	양	양	양	양	가	양	양	양	가	양	양	양
평면도	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양	양

<56>

<57> (실시예 1)

<58>

표 1에 나타낸 바와 같이, 철-규소를 주성분으로서, 입경이 30 μm 이상 250 μm 이하의 범위인 철계 비정질(무정형) 분말 85중량%와, 비중 2.22, 평균 입경 약 550 μm인 PTFE 분말 15중량%를, 약 200cc 용량의 회전식 V형 혼합기에 투입했다. 상기 혼합기의 회전 속도를 120rpm으로 하고, 혼합 시간을 30min으로 설정하여, 균일한 혼합 분말을 얻었다. 이어서, 2개의 압연 롤법에 의해, 상기 혼합물을, 상이한 회전 속도로 회전하는 2개의 압연 롤의 위쪽으로부터 공급했다. 한 방향의 압연 롤의 회전속도를 10rpm로 설정하고, 다른 방향의 압연 롤의 회전 속도를 15rpm으로 설정했다. 이에 의해, 복합 자성 시트가 형성되었다.

<59>

<59> (실시예 2)

<60>

얻어지는 복합 자성 시트에 대하여, 자성체 분말 및 PTFE 분말의 양을 각각 90중량% 및 10중량%로 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 조건으로 제조했다.

<61>

<61> (실시예 3)

<62>

얻어지는 복합 자성 시트에 대하여, 자성체 분말 및 PTFE 분말의 양을 각각 93중량% 및 7중량%로 사용한 것 이

외에는, 실시예 1과 동일한 조건으로 제조했다.

<63> (실시예 4)

얻어지는 복합 자성 시트에 대하여, 자성체 분말 및 PTFE 분말의 양을 각각 97중량% 및 3중량%로 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 조건으로 제조했다.

<65> (실시예 5)

얻어지는 복합 자성 시트에 대하여, 자성체 분말 및 PTFE 분말의 양을 각각 98중량% 및 2중량%로 사용한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 조건으로 제조했다.

<67> (실시예 6)

실시예 1에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

<69> (실시예 7)

실시예 2에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

<71> (실시예 8)

실시예 3에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

<73> (실시예 9)

실시예 4에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

<75> (실시예 10)

실시예 5에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

<77> (비교예 1)

특히 문헌 2와 유사한 종래의 복합 자성 시트로서, 얻어지는 복합 자성 시트에 대하여, 자성체 분말 및 폴리비닐부티랄계 수지 및 용제로 이루어지는 결착제의 양을 각각 83중량% 및 17중량%로 하여, 도 5에 도시한 종래의 제조 방법에 의해 복합 자성 시트를 얻었다.

<79> (비교예 2)

비교예 1에 의해 얻어진 복합 자성 시트에 대하여, 프레스기를 이용해서 재가압 공정을 행했다.

B. 복합 자성 시트의 특성 평가 방법

얻어진 복합 자성 시트의 외관 및 평면도를 육안으로 조사했다. 또한, 복합 자성 시트를 접어서 굽힘으로써, 복합 자성 시트의 가요성 및 강도를 조사했다. 외관의 평가에 있어서, 결함이 전혀 없는 상태를 "양"으로, 사용에 문제가 없는 작은 결함이 있는 상태를 "가"로 했다. 평면도의 평가에 있어서, 거의 평면인 상태를 "양"으로, 요철이 다소 있지만 사용에 문제가 없는 상태를 "가"로 했다. 가요성의 평가에 있어서, 접어서 굽힘에 의해 파손 등이 없고 원래의 상태로 복원할 수 있는 상태를 "양"으로, 접어서 굽힘에 의해 때때로 저항이 다소 있지만 사용에 문제가 없는 상태를 "가"로 했다. 강도의 평가는, 2mm×2mm×20mm의 복합 자성 시트의 시험편을 준비하고, 양단을 고정한 후, 중심부에 하중을 가하는 3점 굴곡 시험을 행하고, 3mm까지의 가압 도중에 파손되는지의 여부로 평가했다. 3mm의 가압에 의해 파손되지 않은 것은 "양"으로, 3mm의 가압에 의해 표면에, 자성 코어에 사용하기에 지장은 없지만 잔주름이나 미소한 크랙 등의 결함이 생긴 것을 "가"로 했다. 또한, 특정 크기의 복합 자성 시트의 부피 및 중량을 측정하고, 이들의 값으로부터, 밀도 및 보이드률을 계산했다. 또한, 복합 자성 시트의 특성을 조사하기 위해서, 다음과 같이 가공했다. 우선, 얻어진 복합 자성 시트에 외경 약 12mm, 내경 약 6mm의 원환형 판을 뚫고, 얻어진 판형 시험편에 30턴의 권선(S1-UEW-0-30-NTL)을 설치했다. 이를 시험 대상으로 하여, 임피던스 분석기/게인 페이즈(gain phase) 분석기를 이용하여, 주파수를 변화시켜서 투자율(μ)을 측정했다.

C. 복합 자성 시트의 특성 평가 결과 및 고찰

표 1에 나타낸 바와 같이, 실시예 1에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 3.4g/cm^3 및 8.7이었다. 또한, 상기 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 "양"이었다.

- <85> 실시예 2에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 3.8g/cm^3 및 10.2였다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <86> 실시예 3에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.1g/cm^3 및 11.5였다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <87> 실시예 4에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.8g/cm^3 및 15.9였다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성 및 평면도는, "양"이었다. 해당 시트의 강도는 "가"였다.
- <88> 실시예 5에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.9g/cm^3 및 18.0이었다. 또한, 해당 시트의 외관 및 평면도는 "양"이었다. 해당 시트의 가요성 및 강도는 "가"였다.
- <89> 실시예 6에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.2g/cm^3 및 14.2였다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <90> 실시예 7에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.2g/cm^3 및 15.8이었다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <91> 실시예 8에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.5g/cm^3 및 17.5였다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <92> 실시예 9에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 4.8g/cm^3 및 18.3이었다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <93> 실시예 10에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 5.0g/cm^3 및 19.2였다. 또한, 해당 시트의 외관 및 평면도는, "양"이었다. 해당 시트의 가요성 및 강도는 "가"였다.
- <94> 비교예 1에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 2.9g/cm^3 및 5.1이었다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는, 모두 "양"이었다.
- <95> 비교예 2에서 얻어진 복합 자성 시트의 밀도 및 1MHz에서의 투자율(μ)은, 각각 3.0g/cm^3 및 5.1이었다. 또한, 해당 시트의 외관, 가요성, 강도 및 평면도는 모두 "양"이었다.
- <96> 상기로부터 명확한 바와 같이, 실시예 1~5의 각 조건으로 제조한 복합 자성 시트의 투자율(μ) 및 밀도의 값은, 비교예 1의 투자율(μ) 및 밀도보다 커졌다. 이는, 비교예 1의 복합 자성 시트에 있어서, 건조 공정 때의 탈기에 의해 발생한 보이드의 부피 점유율과, 결착제의 부피 점유율을 합산한 값이 커기 때문이며, 자성체 분말의 충전량이 낮기 때문이다. 즉, 실시예 1~5의 각 조건으로 제조한 복합 자성 시트는, 비교예 1의 복합 자성 시트보다도 자성체 분말의 충전량을 높일 수 있기 때문에, 밀도 및 투자율(μ)을 대폭 향상시킬 수 있는, 바람직한 특성 결과가 얻어졌다. 특히, 실시예 2 및 3의 조건으로 얻어진 복합 자성 시트는, 외관, 가요성, 강도 및 평면도가 우수했다.
- <97> 한편, 실시예 4 및 실시예 5의 각 조건으로 얻어진 복합 자성 시트는, 시트의 강도가 약간 낮고, 실시예 5의 경우에는, 시트의 가요성도 약간 낮았다. 이는, 복합 자성 시트에 대하여, PTFE 분말의 양이 3중량% 이하로 적었기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과에 따라서, 복합 자성 시트의 배합율로서는, 복합 자성 시트에 대하여, PTFE의 비율을 7중량% 이상 10중량% 이하로 하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.
- <98> 실시예 6~10의 각 조건으로 제조한 복합 자성 시트의 투자율(μ) 및 밀도의 값은, 비교예 2의 투자율(μ) 및 밀도보다 커졌다. 이는, 비교예 2의 복합 자성 시트에서 이용한 폴리비닐부티랄계 수지 및 유기 용제 등의 혼합물로 이루어지는 용융성 결착제 내부에 잔존한 틈이, 재가압 성형을 행해도 제거되지 않았고, 그 결과, 자성체 분말의 충전량을 높일 수 없었기 때문으로 생각된다.
- <99> 또한, 실시예 6~10과 실시예 1~5를 대비하면 명확한 바와 같이, 동일한 조성의 자성체 분말 및 PTFE 분말을 이용한 경우라도, 재가압 성형 공정을 채용함으로써, 복합 자성 시트 내에 잔존하는 잉여 공기를 최대 약 36% 저감할 수 있는 것을 알 수 있었다. 즉, 자성체 분말의 혼합비가 낮은 복합 자성 시트일지라도, 재가압 성형 처리를 행하여 밀도 및 투자율(μ)을 효과적으로 향상시킬 수 있다. 이는, 본 발명에 따른 복합 자성 시트의

밀도나 투자율(μ)이, 만일, 원하는 값이 아닌 경우에, 프레스기에 의한 재가압 성형을 행하는 지극히 간단한 처리에 의해, 원하는 값으로 조정할 수 있다는 큰 장점이 있다.

발명의 효과

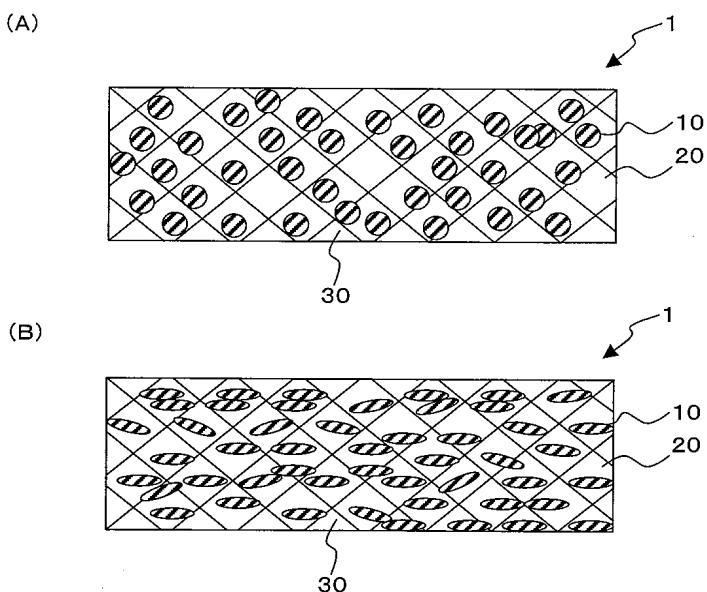
본 발명의 복합 자성 시트는 복합 자성 시트를 제조하거나 또는 사용하는 산업에서 이용할 수 있다. 본 발명에 의하면, 간단하고 낮은 비용으로, 높은 투자율을 가지는 복합 자성 시트 및 그 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

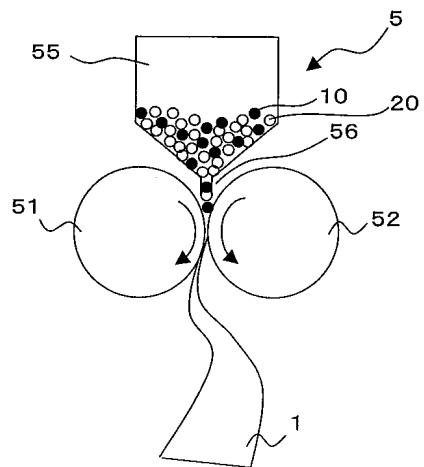
- <1> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트의 단면을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 - <2> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트의 제조 공정의 일부에 이용할 수 있는 복합 자성 시트 제조 장치의 개략적인 구성도이다.
 - <3> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 복합 자성 시트의 제조 공정을 나타내는 흐름도이다.
 - <4> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복합 자성 시트의 제조 공정을 나타내는 흐름도이다.
 - <5> 도 5는 비교예에서 사용된 종래의 복합 자성 시트의 제조 공정을 나타내는 도면이다.
 - <6> [도면의 부호에 대한 설명]
 - <7> 1: 복합 자성 시트
 - 10: 자성체 분말
 - <8> 20: 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말

도면

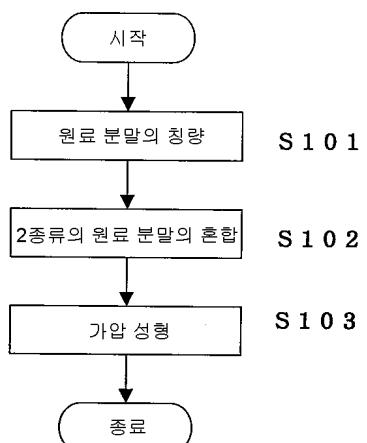
도면1

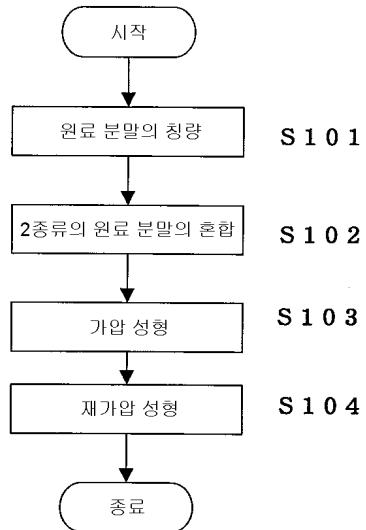


도면2



도면3



도면4**도면5**