



- (51) 국제특허분류:
H01F 41/02 (2006.01) H01F 1/22 (2006.01)
B22F 3/02 (2006.01) B22F 9/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/000571
- (22) 국제출원일: 2014년 1월 21일 (21.01.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0008068 2013년 1월 24일 (24.01.2013) KR
- (71) 출원인: 주식회사 아모그린텍 (AMOGREENTECH CO., LTD.) [KR/KR]; 415-868 경기도 김포시 통진읍 김포대로 1950 번길 91, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 이병기 (LEE, Byoung Ki); 415-780 경기도 김포시 김포한강 2로 192, 305-501 호, Gyeonggi-do (KR).
윤세중 (YOON, Se Joong); 415-090 경기도 김포시 김포한강 8로 333, 311-605 호, Gyeonggi-do (KR). 김미래 (KIM, Mi Rae); 415-770 경기도 김포시 통진읍 김포대로 1991, 106-1501 호, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 이재화 (LEE, Jae Hwa); 135-920 서울시 강남구 테헤란로 28길 7, 4층, Seoul (KR).

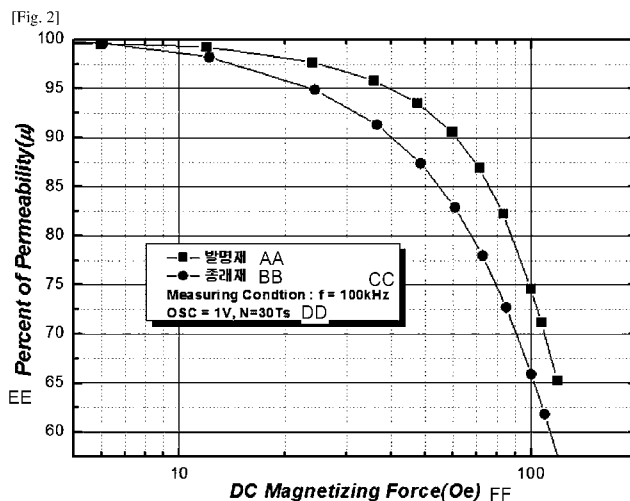
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING FE-BASED AMORPHOUS METAL POWDER AND METHOD FOR MANUFACTURING AMORPHOUS SOFT MAGNETIC CORES USING SAME

(54) 발명의 명칭: Fe계 비정질 금속분말의 제조방법 및 이를 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법



(57) Abstract: The invention provides a method for manufacturing an amorphous soft magnetic core using Fe-based amorphous metal powder having a superior direct current superimposition characteristic and good core loss characteristics by classifying amorphous metal powder obtained by crushing an amorphous ribbon manufactured by a Rapid Solidification Process (RSP) and then using an amorphous metal powder with a grain size distribution of 75-100 μm : 10-85% by weight; 50-75 μm : 10-70% by weight; and 5-50 μm : 5-20% by weight.

(57) 요약서: 본 발명은 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 비정질 리본을 분쇄하여 얻어진 비정질 금속분말을 분급한 후 입도분포가 75~100μm: 10~85 중량%, 50~75μm: 10~70 중량%, 5~50μm: 5~20 중량%가 되도록 비정질 금속분말을 사용하여 비정질 연자성 코어의 제조함에 의해 대전류에서 우수한 직류중첩특성을 가지며 코어손실 특성도 양호한 Fe계 비정질 금속분말을 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법을 제공한다.

AA ... Present invention
 BB ... Prior art
 CC ... Measuring condition: f = 100kHz
 DD ... OSC = 1V, N = 30Ts
 EE ... Percent of permeability (μ)
 FF ... DC Magnetizing force (Oe)

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: Fe계 비정질 금속분말의 제조방법 및 이를 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 Fe계 비정질 금속분말을 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법에 관한 것으로, 구체적으로는 급속응고 방법(Rapid Solidification Process; RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 리본을 분쇄하여 대전류에서 우수한 직류중첩특성을 가지며, 코어손실 특성도 양호한 Fe계 비정질 금속분말의 제조방법 및 이를 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래 일반적으로 고주파용 연자성체로 사용되는 Fe계 비정질 연자성체는 포화자속밀도(Bs)는 높지만 투자율이 낮고 자기변형이 크며 고주파 특성이 나쁘고, Co계 비정질 연자성체는 포화자속밀도가 낮고, 원료상의 제약으로 고가라는 단점이 있다. 또한, 비정질 연자성 합금은 스트립 형상으로 가공이 어렵고 토로이달(toroidal) 형상과 같은 제품의 형상에 제약이 있고, 페라이트 연자성체는 고주파 손실은 작으나, 포화자속밀도가 작아서 소형화가 어려우며, 비정질 및 페라이트 연자성체는 모두 낮은 결정화 온도로 인하여 열 안정성 측면에서 신뢰성이 떨어진다는 문제가 있다.
- [3] 현재 연자성 코어로는 RSP로 제조한 비정질 리본을 권취한 것을 사용하고 있는데, 이 경우 직류중첩특성 및 고주파 투자율이 현저히 낮으며, 코어손실도 비교적 크다. 그 이유는 분말코어 제품의 경우 분말과 분말 사이에 에어 갭이 균일하게 분포하는 반면, 비정질 리본 권취형 코어의 경우 리본 내에 에어 갭이 존재하지 않기 때문이다. 고주파에서 투자율과 코어손실 특성이 우수한 코어를 얻기 위해서는 내부에 에어 갭이 균일하게 분포하는 분말코어가 바람직하다.
- [4] 한편, 전자 노이즈의 억제 또는 평활용 초크코일에 사용되는 연자성 코어는 통상 순철, Fe-Si-Al 합금(이하 "샌더스트(sendust)"라 함), Ni-Fe-Mo계 퍼멀로이(이하 "MPP(Moly Permalloy Powder)"라 함), Ni-Fe계 퍼멀로이(이하 "하이플럭스(high flux)"라 함), Fe계 비정질 분말 코어, 또는 나노 결정립(Nano-crystalline) 분말코어 등의 금속 자성분말에 세라믹 절연체를 코팅한 후 성형 윤활제를 첨가하여 가압, 성형 후 열처리하여 제조하였다.
- [5] 종래에는 이와 같이 연자성 코어 제조시 분말과 분말 사이에 절연층을 형성하여 에어 갭(air gap)을 균일하게 분포시킴으로써 고주파에서 급격하게 증가하는 와전류 손실(eddy current loss)을 최소화하고, 전체적으로 에어 갭을 유지시켜 대전류에서 직류중첩특성을 양호하게 하였다. 예컨대, 순철 분말코어의 경우 스위칭 주파수 50KHz 이하의 스위칭모드 전원공급장치(SMPS)의 초크코일에서 고주파 전류가 중첩하는 전자 노이즈의

억제에 사용되며, 샌더스트 코어는 스위칭 주파수 100KHz~1MHz 범위의 스위칭모드 전원공급장치의 2차측 평활 초크코일용 코어 및 노이즈 억제용 코어로 사용되고 있다. 여기서 '직류중첩특성'이란 전원장치의 교류 입력을 직류로 변환하는 과정에서 발생하는 미약한 교류에 직류가 중첩된 파형에 대한 자기 코어의 특성으로서 통상적으로 교류에 직류가 중첩된 경우 직류 전류에 비례하여 코어의 투자율이 떨어지게 되는데, 이때 직류가 중첩되지 않는 상태의 투자율에 대한 직류중첩시의 투자율의 비율(%μ;percent permeability)로 직류중첩특성을 평가한다.

- [6] MPP와 하이플렉스 코어도 샌더스트 코어와 동등한 주파수 범위에서 사용되며 샌더스트 코어보다 우수한 직류중첩특성과 낮은 코어손실 특성을 갖고 있지만 가격이 비싸다는 단점이 있다. 이에 MPP와 하이플렉스와 동등한 정도의 특성을 가지면서도 저렴한 가격의 코어 개발의 필요성은 여전히 존재한다. 한편, 이러한 용도에 사용되는 연자성 코어는 스위칭모드 전원공급장치의 소형화, 집적화, 고신뢰성화의 경향에 따라 요구되는 특성이 더욱 까다로워지고 있다.
- [7] SMPS의 평활 초크코일용 코어는 적절한 인덕턴스(L), 낮은 코어손실 및 우수한 직류중첩특성 등을 요구하고 있고, 이러한 요구에 부응하고자 철계 비정질 분말을 100~+140 메쉬 통과분(107~140 μ m)을 35~45%, -140~+200 메쉬 통과분(74~107 μ m)을 55~65%가 되도록 분말의 입도분포를 조절한 혼합분말을 이용하는 비정질 연자성 코어의 제조방법이 한국특허 제 10-0545849 호에 제안되어 있다.
- [8] 그러나 상기 특허에서 채택한 입도분포에서는 100 μ m를 상회하는 사이즈가 큰 분말의 함량이 많은 비율을 차지함으로써 분말과 분말 사이의 공극의 크기가 지나치게 커진다. 특히, 비정질 분말의 경우 성형시의 성형압력에 의해서 소성변형이 거의 이루어지지 않는다는 사실을 고려하면 후속하는 성형과정에서도 이러한 공극의 크기는 실질적으로 감소되지 않아서 이것이 직류중첩특성 향상에 한계로 작용하게 된다. 또한, 분말과 분말간의 공극이 과다하면 성형품의 강도가 작아져 제품의 취급성이나 작업성에도 나쁜 영향을 미친다. 또 다른 문제점으로는, 분말의 입도가 커지게 되면 와전류 손실이 증가하므로 전체적으로는 코어손실을 1,000mW/cm²미만으로 감소시키는 것이 어렵다(한국특허 제10-0545849호의 <표1> 참조).
- [9] 한편, 분말의 사이즈가 매우 작은 미분이 상대적으로 많은 비율을 차지하게 되면 히스테리시스 손실이 증가하는 문제가 있어 바람직하지 않다. 일반적으로, 코어손실(core loss)은 히스테리시스 손실과 와전류 손실로 나눌 수 있고, 히스테리시스 손실은 자기이력곡선의 면적만큼의 손실을 나타내며, 와전류 손실은 유도 기전력에 의해 발생하는 와전류에 의한 전력손실을 나타낸다. 이러한 와전류 손실(eddy current loss)은

$$[10] \quad P_{e(\text{eddy current loss})} = \frac{\pi^2 B^2 f^2 d^2}{C\rho}$$

B = Flux Density, f = Frequency, d = thickness

- [11] 로 표시되어 코어내부 입자 두께(직경)의 제곱에 비례하는 것을 알 수 있다. 따라서 전체적으로 분말의 입도를 작게 하면 와전류 손실의 감소는 기대할 수 있으나, 반대로 투자율 감소와 자기이력곡선의 Hc 증가로 히스테리시스 손실이 증가하므로 50 μ m 미만의 미세한 분말의 함량은 제한적으로 사용되어야 한다.
- [12] 더욱이 최근 스위칭 전원장치 산업은 서버 PC, 텔레콤 파워(Telecom Power)등이 주도하고 있고, 주요 메이커는 IBM, DELL, HP 등이며, PC의 대용량화 및 고급화, 슬림화에 따라, 전원장치의 설계사양에도 큰 변화가 일어나고 있다. 우선 CPU 사양이 고주파수화, 대전류화 되고 있으며, 이에 따른 전원의 안정적 공급이 이슈화되고 있다. 또, PC의 다기능화에 따라, 전원장치의 용량이 증가하고 있어, 이에 따른 역률 개선회로 추가가 의무적으로 채택되고, 역률 개선회로 추가에 따른 전원장치 부피 증가를 최소화하기 위해 고성능의 PFC용 쇼크로서 대전류 안정성, 주파수 안정성, 저손실 분말 코어가 요구되고 있다. 이러한 현실적인 요구를 충족하기 위해서는 상기 한국특허 제 10-0545849 호에서 제안된 철계 비정질 분말을 이용한 연자성 코어의 자기적 특성을 시장의 요구 수준까지 개선할 필요가 있다.
- [13] 본 발명자들은 상술한 바와 같은 배경에서 Fe계 비정질 연자성 코어의 제조방법에 대해 예의 연구를 한 결과, 연자성 코어를 구성하는 분말의 입도분포를 효율적으로 제어하여 최적화함으로써 코어 성형체의 성형밀도가 증가하고, 대전류에서 직류중첩 특성이 향상되고, 코어손실 특성이 개선될 수 있음을 발견하여 본 발명을 완성하게 되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [14] 따라서 본 발명의 목적은 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 금속리본을 이용하여 직류중첩특성이 우수한 비정질 연자성 코어를 제조하기 위해 에어 갭이 균일하게 분포하며 성형성이 우수한 입도분포 구성을 통해 대전류 직류중첩 특성의 향상 및 코어손실 특성의 개선이 가능한 Fe계 비정질 금속분말의 제조방법과 이 분말을 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [15] 이러한 목적 달성을 위해 본 발명에 따르면, 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 금속리본을 예비 열처리하는 단계; 상기 비정질 금속리본을 분쇄하여 비정질 금속분말을 얻는 단계; 및 상기 비정질 금속분말을 분급한 후

입도분포가 75~100 μm : 10~85 중량%, 50~75 μm : 10~70 중량%, 5~50 μm : 5~20 중량%가 되도록 비정질 금속분말을 혼합하여 혼합분말을 얻는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 Fe계 비정질 금속분말의 제조방법이 제공된다.

[16] 상기 본 발명에 의하면, 바람직하기로는 상기 비정질 금속분말은 직류중첩특성이 우수한 연자성 코어를 제조하는 원료로 사용된다.

[17] 또한 본 발명에 의하면, 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 금속리본을 예비 열처리하는 단계; 상기 비정질 금속리본을 분쇄하여 비정질 금속분말을 얻는 단계; 상기 비정질 금속분말을 분급한 후 입도분포가 75~100 μm : 10~85 중량%, 50~75 μm : 10~70 중량%, 5~50 μm : 5~20 중량%가 되도록 비정질 금속분말을 혼합하여 혼합분말을 얻는 단계; 상기 혼합분말에 바인더를 첨가하고 성형하여 코어 성형체를 얻는 단계; 및 상기 코어 성형체를 소둔 처리한 후 절연수지로 코팅하여 연자성 코어를 얻는 단계를 포함하는 비정질 연자성 코어의 제조방법이 제공된다.

[18] 상기 본 발명에 의하면, 상기 바인더는 페놀, 폴리이미드 및 에폭시 중에서 선택된 어느 하나를 0.5~3중량% 포함하는 것이 바람직하다.

[19] 또한, 상기 본 발명에 의하면, 원하는 자기적 특성을 얻기 위해 상기 소둔 처리는 대기 분위기 하에서 300~500°C의 온도로 0.3시간 내지 4.3시간 범위에서 행해지는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[20] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 Fe계 비정질 금속리본을 출발물질로 하여 얻어진 비정질 금속분말로 연자성 코어를 제조하는 것으로, 종래의 Fe계 비정질 연자기 코어에 비해 대전류에서 우수한 직류중첩특성과 낮은 코어손실을 나타낸다.

[21] 또한, 본 발명에서는 특정의 입도분포를 가지도록 비정질 금속분말을 혼합하여 연자성 코어를 제조함으로써 사용조건이 가혹한 대전류에서의 직류중첩특성이 요구되는 범위뿐만 아니라, 스위칭모드 전원공급장치(SMPS)의 평활 초크코어에도 광범위하게 활용될 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[22] 도 1은 본 발명에 따른 비정질 금속분말의 제조에서 인덕터 성형까지의 제조공정을 나타낸 개략 공정도이다.

[23] 도 2는 본 발명에 따라 제조한 연자성 코어의 직류중첩특성 변화를 종래제와 비교하여 나타낸 그래프이다.

[24] 도 3은 본 발명에 따라 제조한 연자성 코어의 100kHz에서의 코어손실을 종래제와 비교하여 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

[25] 이하, 본 발명의 Fe계 비정질 금속분말의 제조방법 및 이를 이용한 비정질 연자성 코어의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.

- [26] 도 1은 본 발명에 따라 비정질 금속분말의 제조에서 연자성 코어 성형까지의 제조공정을 나타낸 개략 공정도이다. 도 1을 참고하면, 먼저 Fe계 비정질 금속분말을 얻기 위해 원하는 조성으로 RSP방법으로 제조된 비정질 금속리본을 대기 중에서 100~400°C에서 1시간 정도 예비 열처리한 후 분쇄공정을 진행한다.
- [27] 예비열처리를 실시한 비정질 금속리본을 분쇄기를 사용하여 분쇄함으로써 비정질 금속분말을 얻을 수 있다, 분쇄 시 분쇄속도와 분쇄시간을 적절히 선정함으로써 다양한 형태 및 입도분포를 가지는 분말을 제조할 수 있다. 이어서 상기 분쇄된 비정질 금속분말은 분급공정을 거쳐 75~100 μ m와 50~75 μ m, 및 5~50 μ m의 입도를 가지는 분말로 분급한다.
- [28] 본 발명에서 사용되는 비정질 금속분말의 바람직한 입도분포는 75~100 μ m: 10~85%, 50~75 μ m: 10~70%, 5~50 μ m: 5~20%이다. 이는 최적의 물리적 특성과 자기적 특성을 얻기 위한 입도 구성비로서 이러한 구성비를 갖는 경우 성형과정에서 83~84 정도의 우수한 성형밀도를 나타내는 코어 성형체를 얻을 수 있다.
- [29] 본 발명에서 상기와 같은 입도분포를 설정한 이유에 대해 상세히 설명한다.
- [30] 먼저, 75~100 μ m 분말을 85% 초과 사용할 경우, 와전류 손실(eddy current loss)의 증가로 코어손실 특성이 나빠지고 성형체 밀도가 82% 이하로 낮아져 직류중첩특성 개선을 기대하기 어렵고, 반대로 10% 미만일 경우 원하는 투자율을 얻을 수 없다. 50~75 μ m 분말이 70% 초과할 경우, 와전류 손실은 작아지나 리본의 분쇄과정에서 분말의 일부가 결정화되어 히스테리시스 손실(hysteresis loss)이 증가하여 코어손실 특성이 나빠지며, 반대로 10% 미만 사용할 경우, 성형체 밀도가 낮아져 직류중첩특성의 개선 효과가 미미하다. 5~50 μ m 분말을 20% 초과 사용할 경우, 히스테리시스 손실의 증가로 코어손실 특성이 현저히 나빠지고, 원하는 투자율을 얻을 수 없다. 반대로 5%미만 사용할 경우 성형 후 코어 표면에 미세한 크랙이 발생하고, 성형체 밀도가 낮아져 직류중첩특성 개선을 기대할 수 없다.
- [31] 이어서 상기와 같이 제조된 비정질 금속분말을 연자성 코어로 제조하기 위해서는 바인더로 페놀, 폴리이미드, 에폭시 혹은 물 유리를 전체에 대해 0.5wt%~3wt% 혼합한 후 건조한다. 건조과정은 페놀, 폴리이미드, 에폭시 혹은 물 유리를 혼합할 때 사용된 용매를 제거하기 위함이다.
- [32] 건조 후 뭉친 분말은 밀링을 수행하여 다시 분쇄한다. 밀링 후 분쇄된 분말에 Zn, ZnS, 스테아린산 중에서 선택된 어느 하나의 윤활제를 첨가하여 혼합한 후, 프레스를 이용하여 약 20~26ton/cm²의 성형압력으로 성형하여 토로이달 코어를 제조한다. 윤활제는 분말과 분말 사이 또는 성형체와 금형 간의 마찰력을 저감하기 위하여 사용하며, 일반적으로 사용하는 아연-스테아린산(Zn-Stearate)을 전체에 대해 2wt% 이하로 혼합하는 것이 바람직하다.
- [33] 다음에, 성형을 완료한 토로이달 코어를 300~500°C의 대기 분위기하에서

0.3~4.3 정도 열처리(소둔 처리)하여 잔류응력 및 변형을 제거한 후, 습기 및 대기로부터의 코어 특성 보호를 위하여 코어 표면에 폴리에스테르나 에폭시 수지 등을 코팅하여 연자성 코어를 제조한다. 이때, 에폭시 수지 코팅층의 두께는 일반적으로 50~200 μm 정도가 바람직하다.

[34] (실시예)

[35] 이하에서는, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다.

[36] [실시예 1~4]

[37] RSP방법으로 제조된 조성 Fe78-Si13-B9 비정질 금속리본을 대기 분위기 하에서 300°C, 1시간 예비 열처리하였다. 이렇게 얻어진 비정질 금속리본을 분쇄기를 이용하여 분쇄하여 비정질 금속분말을 얻었다. 얻어진 비정질 금속분말을 분급하여 본 발명에 따라 표 1에 나타난 입도분포 구성비가 되도록 비정질 금속분말을 혼합하여 비정질 금속의 혼합분말을 제조하였다. 여기에서 %는 중량%이다.

[38] 얻어진 혼합분말을 물유리 2.0wt%와 혼합하고 건조를 실시하였다. 건조 후 뭉친 분말은 볼밀을 이용하여 다시 분쇄한 다음, 아연-스테아린산을 0.5wt% 첨가하여 혼합한 후, 코어 금형을 사용하여 22ton/cm²의 성형압력으로 성형하여 토로이달 코어 성형체를 제조하였다.

[39] 이후, 상기 코어 성형체를 450°C의 온도에서 30분 동안 소둔 처리한 다음, 코어 성형체 표면을 100 μm 두께의 에폭시 수지로 코팅하여 연자성 코어를 제조하여 투자율, 직류중첩특성, 코어손실 특성을 각각 측정하고 그 결과를 표 1에 나타냈다.

[40] 표 1

[Table 1]

본 발명에 따른 연자성 코어의 자기적 특성

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4
75~100 μm (중량%)	70	85	40	60
50~75 μm (중량%)	20	10	50	20
5~50 μm (중량%)	10	5	10	20
투자율(μ)	60	60	60	60
성형밀도(%)	84	83	83	83
직류중첩특성(% μ)	74	73	73	73
코어손실(mW/cm ³)	700	750	800	750
표면크랙 유,무	X	X	X	X

[41] 표 1에서 투자율(μ)은 에나멜 동선으로 30회 권선한 다음에 정밀 LCR meter를 사용하여 인덕턴스(L; μH)를 측정한 후 환형 코어(Toroidal Core)의

관계식($L=(0.4\pi N^2 A \times 10^{-2})/\ell$)에 의하여 구하였으며(여기서, N 은 턴수, A 는 코어 단면적, ℓ 은 평균 자로길이), 측정 조건은 주파수 100kHz, 교류전압 1V, 직류를 중첩시키지 않은 상태($I_{DC}=0A$)에서 측정하였다. 또한, 직류 전류를 변화시키면서 투자율 변화를 측정하여 직류중첩특성을 검사하는데, 이때 측정조건은 100kHz, 교류전압 1V, 측정자화강도(100 Oersted, $H_{DC}=0.4\pi NI/\ell$ 수식에서 피크자화전류(I) 계산)이다. 코어 손실은 B-H 분석기(Analyzer)에서 측정하며, 1차, 2차 권선을 각각 30회, 5회 권선하여 측정하였다.

[42] 표 1에 나타낸 본 발명의 실시예 1 내지 4의 결과로부터, 비정질 분말의 입도분포를 본 발명에서 특정한 범위로 한정하여 연자성 코어를 제조할 경우, 코어의 표면 상태의 개선은 물론, 직류중첩특성의 향상, 및 코어손실의 감소 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[43] 한편, 본 발명과의 비교를 위해 100~150 μm 40%, 75~100 μm 60%의 혼합비로 실시예의 조성과 동일한 조성의 비정질 분말을 혼합하여 제조한 비정질 연자성 코어를 종래재(한국특허 제 10-0545849 호)로 하여 본 발명의 실시예와 동일한 조건에서 자기적 특성을 측정하여 그 결과를 표 2에 나타내었다.

[44] 표 2

[Table 2]

본 발명과 종래재의 특성비교

	투자율(μ)(100KHz, 1V)	직류중첩특성(% μ)(100Oe)	코어 손실(mW/cm ³)(100KHz, 0.1T)
종래재	60	65	1000
실시예 1	60	74	700
실시예 2	60	73	750
실시예 3	60	73	800
실시예 4	60	73	750

[45] 표 2에서 보는 바와 같이, 본 발명은 종래재에 비해 연자성 코어의 직류중첩 특성과 코어손실이 현저하게 개선된 것을 알 수 있다. 즉, 본 발명에서는 비정질 금속분말의 입도분포에서 상대적으로 작은 사이즈의 분말함량을 증가시켜 분말표면의 바인더에 의한 절연효과가 증가하여 누설자속이 감소하고, 또 분말과 분말 사이에 형성되는 큰 공극들이 미세한 분말로 채워지므로 성형체 내부의 큰 공극들은 제거되며, 미세공극이 균일하게 분포되어 직류중첩특성 개선과 와전류손의 감소로 코어손실 특성이 향상되는 결과를 얻었다.

[46] 도 2는 표 2에 제시된 본 발명의 실시예 1(발명재)과 종래재의 100kHz, 1V에서의 직류중첩에 따른 투자율의 변화를 각각 나타내는 그래프인데, 여기에서 보는 바와 같이, 본 발명에 따라 제조된 연자성 코어인 발명재(■)는 종래재(●)에 비하여 우수한 직류중첩특성을 나타낸다는 사실을 확인할 수 있다.

즉, 본 발명에 따라 비정질 분말의 입도분포의 변화를 통해 직류중첩 특성이 종래제보다 8 내지 10%(100 Oe 기준) 정도 개선된 효과를 얻을 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명 연자성 코어의 100kHz에서의 코어손실을 종래제와 함께 나타낸 도 3의 그래프로부터, 코어손실 특성에 있어서도 본 발명의 발명재(점선)가 종래제(직선)에 비해 상당히 개선되었음을 알 수 있다.

[47] 한편, 비정질 혼합분말의 입도분포의 변화에 따른 특성 변화를 알아보기 위해 입도분포를 본 발명의 범위를 벗어나도록 조성하여 특성실험을 수행하였다.

[48] [비교예 1]

[49] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 90%, 50~75 μ m; 5%, 5~50 μ m; 5%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[50] [비교예 2]

[51] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 5%, 50~75 μ m; 75%, 5~50 μ m; 20%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[52] [비교예 3]

[53] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 20%, 50~75 μ m; 75%, 5~50 μ m; 5%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[54] [비교예 4]

[55] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 80%, 50~75 μ m; 5%, 5~50 μ m; 15%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[56] [비교예 5]

[57] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 60%, 50~75 μ m; 15%, 5~50 μ m; 25%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[58] [비교예 6]

[59] 비정질 분말의 입도분포를 75~100 μ m; 60%, 50~75 μ m; 38%, 5~50 μ m; 2%으로 한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일한 방법으로 연자성 코어를 제조하였다.

[60] 상기 비교예에서 얻어진 각 연자성 코어의 투자율, 직류중첩특성, 코어손실, 및 표면 크랙 유무 등을 검사하고, 그 결과를 실시예 1의 결과와 함께 표 3에 나타내었다.

[61] 표 3

[Table 3]

	비교예 1	비교예 2	비교예3	비교예4	비교예5	비교예6	실시예1
75~100 μ m(%)	90	5	20	80	60	60	70
50~75 μ m(%)	5	75	75	5	15	38	20
5~50 μ m(%)	5	20	5	15	25	2	10
투자율(μ)	60	51	60	60	49	60	60
성형밀도(%)	81	82	82	80	82	81	84
직류중첩특 성(%)	66	68	70	65	68	66	70
코어손실(m W/cm ³)	1,000	800	950	800	1,050	700	700
표면크랙유, 무	O	X	X	O	X	O	X

- [62] 표 3으로부터, 75~100 μ m 입도 분말이 10%미만이거나, 85%초과할 경우 코어 성형체 표면에 미세한 크랙이 발생하거나, 투자율 저하, 코어손실 특성 저하 등 자기적 특성의 개선 효과를 얻을 수 없다는 것을 알 수 있다. 또, 50~75 μ m 입도의 분말이 10% 미만이거나, 70% 초과할 경우, 성형체 표면에 미세 크랙이 발생하거나, 직류중첩 특성, 코어손실 특성 개선의 정도가 적다는 것도 알 수 있다. 또, 5~50 μ m 입도 분말이 5% 미만이거나, 20% 초과일 경우, 원하는 투자율을 얻을 수 없으며, 직류중첩 특성 개선의 효과가 미미하다는 것을 알 수 있다.
- [63] 구체적으로, 비교예 1의 경우 코어 표면에 미세 크랙이 발생하였으며, 코어 손실특성 개선이 없었으며, 성형밀도가 낮아 직류중첩특성의 개선이 이루어지지 않았다.
- [64] 비교예 2의 경우 투자율이 51정도로 나타났는데, 이는 본 발명 실시예 1의 투자율보다 15% 정도 낮은 값이다. 따라서 이러한 금속분말의 입도분포를 통해서는 원하는 투자율을 얻을 수 없다는 것을 알 수 있다.
- [65] 또 비교예 3의 경우 투자율과 직류중첩특성은 어느 정도 만족하나, 리본의 분말화 과정에서 발생하는 스트레스에 의해 히스테리시스 손실이 증가하여 코어손실 특성 개선을 실질적으로 기대하기 어렵다. 비교예 4의 경우 코어 성형시 표면에 미세 크랙이 발생하였으며, 80%의 성형밀도가 얻어져 직류중첩특성 개선을 실질적으로 기대하기 어렵다.
- [66] 비교예 5의 경우에는 투자율이 49 정도로 나타났는데, 이는 본 발명의 실시예 1의 코어의 투자율보다 19% 정도 낮은 값이다. 또한, 코어손실 특성 역시 비정질의 결정화가 진행된 분말의 함량이 증가하여 종래 조건보다 열화된

특성을 나타내었다($1,050\text{mW/cm}^3$). 따라서 이러한 금속분말의 입도분포에서는, 원하는 투자율과 자기적 특성을 얻을 수 없다는 것을 알 수 있다. 비교예 6의 경우 코어 표면에 미세 크랙이 발생되었으며, 성형체 밀도가 81%로 낮아져 직류중첩특성 개선의 효과를 기대하기 어렵다.

- [67] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예를 예를 들어 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며 본 발명의 정신을 벗어나지 않는 범위 내에서 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변경과 수정이 가능할 것이다.

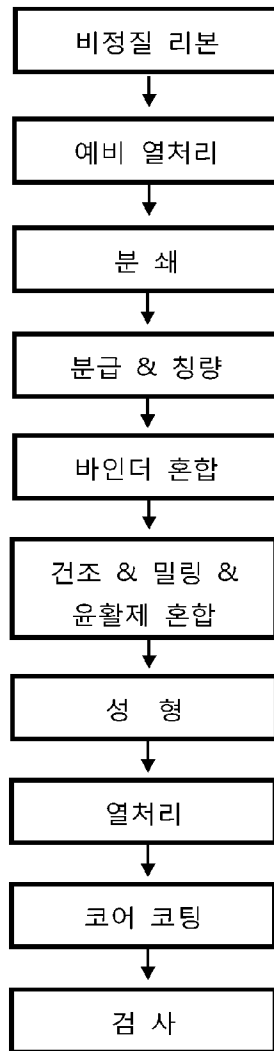
산업상 이용가능성

- [68] 본 발명은 금속응고 방법으로 제조된 Fe계 비정질 리본을 분쇄하여 대전류에서 우수한 직류중첩 특성을 가지며, 코어손실 특성도 양호한 Fe계 비정질 금속분말의 제조에 관한 것으로, 비정질 연자성 코어의 제조에 적용된다.

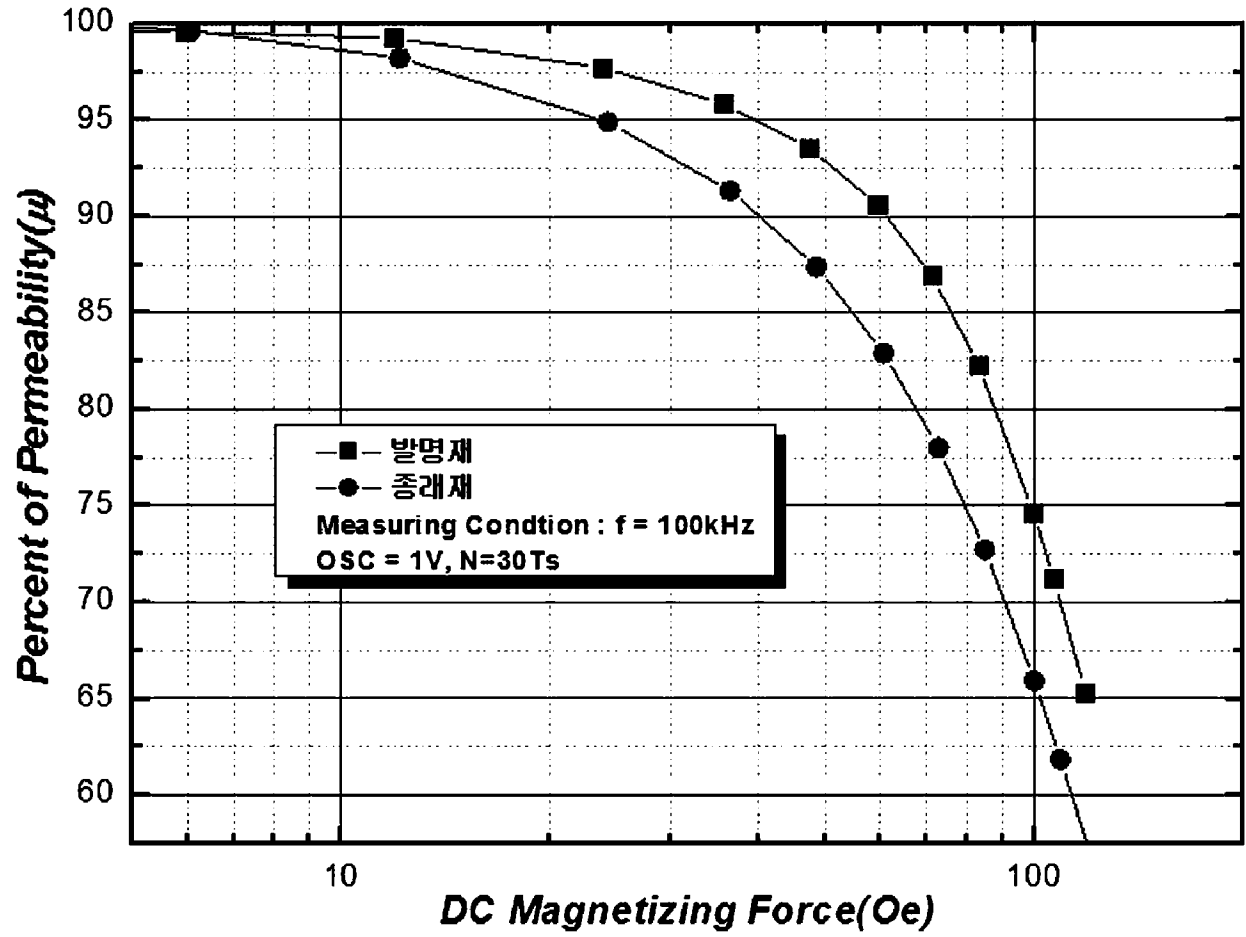
청구범위

- [청구항 1] 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 금속리본을 예비 열처리하는 단계;
 상기 비정질 금속리본을 분쇄하여 비정질 금속분말을 얻는 단계;
 상기 비정질 금속분말을 분급한 후 입도분포가 75~100 μm : 10~85 중량%, 50~75 μm : 10~70 중량%, 5~50 μm : 5~20 중량%가 되도록 비정질 금속분말을 혼합하여 혼합분말을 얻는 단계;
 상기 혼합분말에 바인더를 첨가하고 성형하여 코어 성형체를 얻는 단계; 및
 상기 코어 성형체를 소둔 처리한 후 절연수지로 코팅하여 연자성 코어를 얻는 단계를 포함하는 비정질 연자성 코어의 제조방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 바인더는 페놀, 폴리이미드 및 에폭시 중에서 선택된 어느 하나를 0.5~3중량% 포함하는 것을 특징으로 하는 비정질 연자성 코어의 제조방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 소둔 처리는 대기 분위기 하에서 300~500°C의 온도로 0.3시간 내지 4.3시간 범위에서 행해지는 것을 특징으로 하는 비정질 연자성 코어의 제조방법.
- [청구항 4] 급속응고 방법(RSP)으로 제조된 Fe계 비정질 금속리본을 예비 열처리하는 단계;
 상기 비정질 금속리본을 분쇄하여 비정질 금속분말을 얻는 단계; 및
 상기 비정질 금속분말을 분급한 후 입도분포가 75~100 μm : 10~85 중량%, 50~75 μm : 10~70 중량%, 5~50 μm : 5~20 중량%가 되도록 비정질 금속분말을 혼합하여 혼합분말을 얻는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 비정질 금속분말의 제조방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서, 상기 비정질 금속분말은 직류중첩특성이 우수한 연자성 코어용으로 사용되는 것을 특징으로 하는 비정질 금속분말의 제조방법.

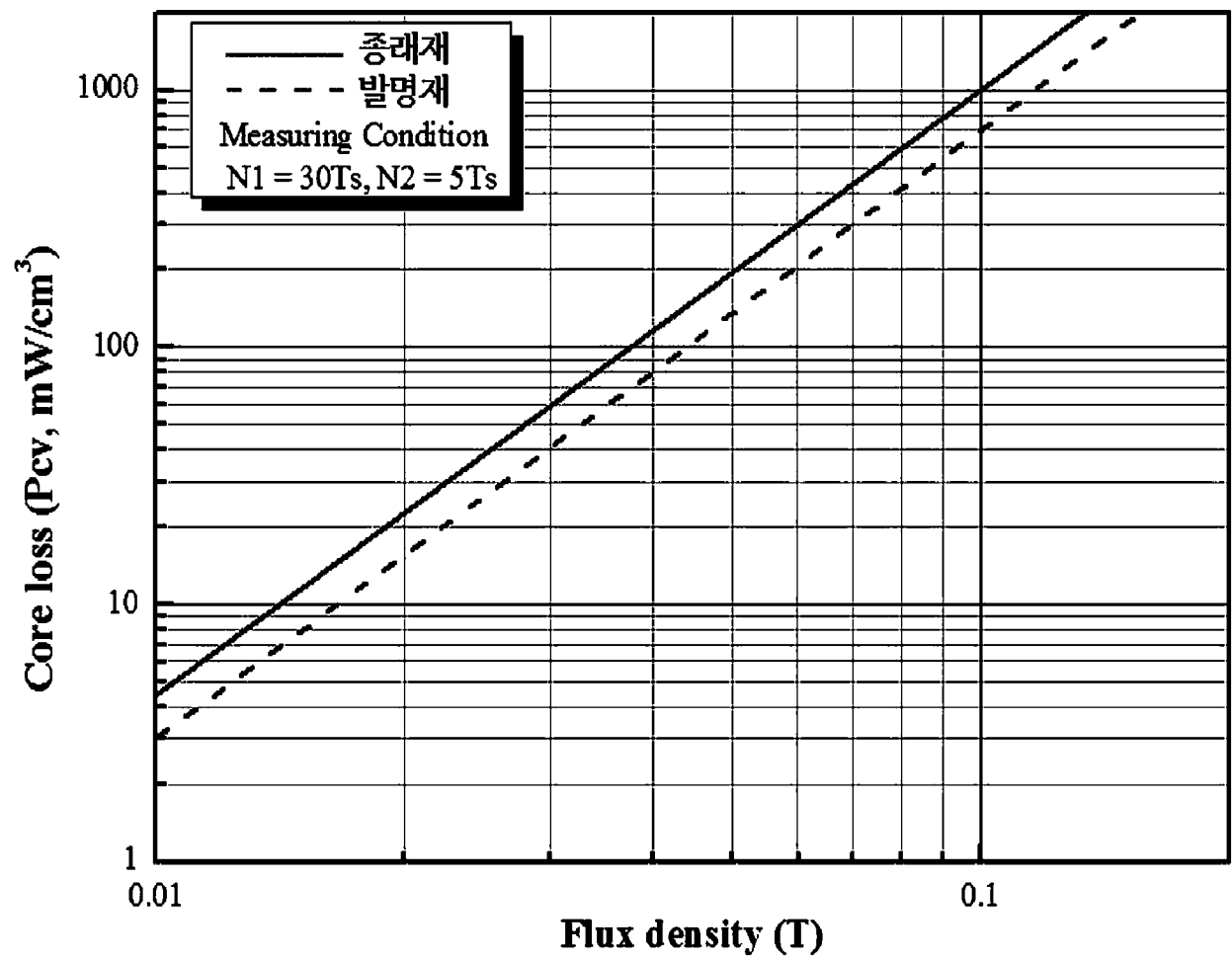
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/000571

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 41/02(2006.01)i, B22F 3/02(2006.01)i, H01F 1/22(2006.01)i, B22F 9/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01F 41/02; B82Y 40/00; H01F 1/24; H01F 1/153; B22F 3/00; H01F 1/33; B22F 3/02; H01F 1/22; B22F 9/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: iron, Fe, amorphous, amorphous, metal, alloy, alloy, powder, magnetic, magnet, Ferrite, sintering, sintering, heat treatment, heating, grain size, diameter, outer diameter, diameter, mixing, mixing, dc bias, pulverization, crushing, coating, coat

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2005-0015563 A (AMOTECH CO., LTD.) 21 February 2005 See abstract, claims 1-7 and figure 1.	1-5
A	KR 10-2005-0018235 A (AMOGREENTECH CO., LTD.) 23 February 2005 See abstract, claims 1-8 and figure 1.	1-5
A	JP 2012-204744 A (HITACHI METALS CO., LTD.) 22 October 2012 See abstract, claim 1 and figure 1.	1-5
A	JP 2010-034102 A (TOKO INC.) 12 February 2010 See abstract, claim 1 and figure 4.	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 APRIL 2014 (18.04.2014)

Date of mailing of the international search report

21 APRIL 2014 (21.04.2014)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/000571

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2005-0015563 A	21/02/2005	CN 1232375 C0	21/12/2005
		CN 1579681 A	16/02/2005
		DE 10348808 A1	03/03/2005
		JP 04274897 B2	10/06/2009
		JP 2005-057230 A	03/03/2005
		KR 10-0545849 B1	24/01/2006
		US 2005-0028889 A1	10/02/2005
		US 7172660 B2	06/02/2007
KR 10-2005-0018235 A	23/02/2005	CN 1232376 C0	21/12/2005
		CN 1579682 A	16/02/2005
		DE 10348810 A1	17/03/2005
		JP 04274896 B2	10/06/2009
		JP 2005-064444 A	10/03/2005
		KR 10-0531253 B1	28/11/2005
		US 2005-0034787 A1	17/02/2005
		US 7175717 B2	13/02/2007
JP 2012-204744 A	22/10/2012	NONE	
JP 2010-034102 A	12/02/2010	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01F 41/02(2006.01)i, B22F 3/02(2006.01)i, H01F 1/22(2006.01)i, B22F 9/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01F 41/02; B82Y 40/00; H01F 1/24; H01F 1/153; B22F 3/00; H01F 1/33; B22F 3/02; H01F 1/22; B22F 9/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 철, Fe, 비정질, 아몰퍼스, 금속, 합금, alloy, 분말, 자성, 마그넷, 페라이트, 소결, 소성, 열처리, 가열, 입도, 입경, 외경, 직경, 혼합, 혼련, 직류중첩, 분쇄, 파쇄, 코팅, coat

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2005-0015563 A (아모텍주식회사) 2005.02.21 요약, 청구항1-7 및 도면1 참조.	1-5
A	KR 10-2005-0018235 A (아모센스주식회사) 2005.02.23 요약, 청구항1-8 및 도면1 참조.	1-5
A	JP 2012-204744 A (HITACHI METALS CO., LTD.) 2012.10.22 요약, 청구항1 및 도면1 참조.	1-5
A	JP 2010-034102 A (TOKO INC.) 2010.02.12 요약, 청구항1 및 도면4 참조.	1-5

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 04월 18일 (18.04.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 04월 21일 (21.04.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

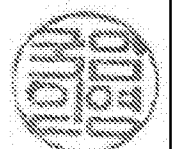
 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

임영국

전화번호 +82-42-481-5958



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2005-0015563 A	2005/02/21	CN 1232375 C0 CN 1579681 A DE 10348808 A1 JP 04274897 B2 JP 2005-057230 A KR 10-0545849 B1 US 2005-0028889 A1 US 7172660 B2	2005/12/21 2005/02/16 2005/03/03 2009/06/10 2005/03/03 2006/01/24 2005/02/10 2007/02/06
KR 10-2005-0018235 A	2005/02/23	CN 1232376 C0 CN 1579682 A DE 10348810 A1 JP 04274896 B2 JP 2005-064444 A KR 10-0531253 B1 US 2005-0034787 A1 US 7175717 B2	2005/12/21 2005/02/16 2005/03/17 2009/06/10 2005/03/10 2005/11/28 2005/02/17 2007/02/13
JP 2012-204744 A	2012/10/22	없음	
JP 2010-034102 A	2010/02/12	없음	