

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

| | |
|--|--|
| (51) Int. Cl. ⁶ H01F 1/14 | (45) 공고일자 2000년01월15일 (11) 등록번호 10-0238371 (24) 등록일자 1999년10월13일 |
| (21) 출원번호 10-1996-0052715 (22) 출원일자 1996년11월05일 | (65) 공개번호 특 1997-0029912 (43) 공개일자 1997년06월26일 |
| (30) 우선권주장 95-287697 1995년11월06일 일본(JP) 95-337386 1995년12월25일 일본(JP) | |
| (73) 특허권자 세이코 엡슨 가부시키가이샤 일본국 도쿄도 163 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1 아키오카 고지 일본국 나가노켄 수와시 오와 3-3-5 세코 에푸손 가부시키가이샤내 시라이 히야토 일본국 나가노켄 수와시 오와 3-3-5 세코 에푸손 가부시키가이샤내 이쿠마 겐 일본국 나가노켄 수와시 오와 3-3-5 세코 에푸손 가부시키가이샤내 다케이 미추루 일본국 나가노켄 수와시 오와 3-3-5 세코 에푸손 가부시키가이샤내 나카무라 요시키 일본국 나가노켄 수와시 오와 3-3-5 세코 에푸손 가부시키가이샤내 이병호 | |
| (74) 대리인 | |

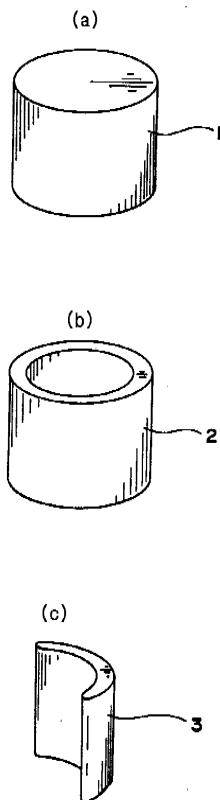
심사관 : 김범용

(54) 희토류본드자석, 희토류본드자석용 조성물 및 희토류본드자석의 제조방법

요약

희토류 자석분말을 결합수지로 결합하여 형성되는 희토류 본드자석은, 압출성형 또는 사출성형에 의해 제조된다. 압출성형에 의해 제조된 희토류 본드자석은, 희토류 자석분말의 함유량이 78.1 내지 83 vol%이다. 또한, 사출성형에 의해 제조된 희토류 본드자석은, 희토류 자석분말의 함유량이 68 내지 76 vol%이다. 희토류 자석분말로서는, 예를들면 Sm-Co 계 합금, R-Fe-B 계 합금(단, R은 Y를 포함하는 희토류 원소중 적어도 1종), Sm-Fe-N 계 합금중 적어도 1 종이 적합하게 사용된다. 상기 열가소성 수지로서는, 예를들면 폴리아미드, 액정폴리머, PPS가 적합하게 사용된다. 이 희토류 본드자석에 있어서, 바람직한 공공율은 2 vol%이하이다. 이러한 희토류 본드자석은, 희토류 자석분말과 열가소성 수지를 혼합하여 형성되는 희토류 본드자석용 조성물을 혼련하고, 이 혼련물을 사용하여 압출성형법 또는 사출성형법에 의해 제조된다. 압출성형에 제공되는 희토류 본드자석용 조성물은, 희토류 자석분말을 77.6 내지 82.5 vol% 함유하고, 사출성형에 제공되는 희토류 본드자석용 조성물은, 희토류 자석분말을 67.6 내지 75.5 vol% 함유한다. 또한, 이러한 희토류 본드자석용 조성물은, 퀼레이트화제와 같은 산화방지제를 함유하는 것이 바람직하다. 상기와 같은 구성에 의해, 소량의 결합수지로, 성형성, 자기특성이 우수하고, 고기계적 강도의 희토류 본드자석이 얻어진다.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

제 1 도는 본 발명의 회토류 본드자석의 실시예를 나타낸 사시도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1, 2, 3 : 회토류 본드 자석

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 회토류 자석분말을 결합수지(바인더)로 결합하여 형성되는 회토류 본드자석, 이 회토류 본드자석을 제조하기 위한 회토류 본드자석용 조성물 및 회토류 본드자석용 조성물을 사용한 회토류 본드자석의 제조방법에 관한 것이다.

회토류 본드자석은, 회토류 자석분말과 결합수지(유기 바인더)와의 혼합물(컴파운드)을 사용하고, 이것을 원하는 자석형상으로 가압성형하여 제조되는 것이지만, 그 성형방법에는, 압축성형법, 사출성형법 및 압출성형법이 이용되고 있다.

압축성형법은, 상기 컴파운드를 프레스 금형중에 충전하고, 이것을 가압압축하여 성형체를 얻고, 그 후, 결합수지인 열경화성수지를 가열경화시켜 자석을 제조하는 방법이다. 이 방법은 다른 방법에 비해, 결합수지의 양이 적더라도 성형이 가능하기 때문에, 얻어진 자석중의 수지량이 적어져, 자기특성의 향상에 있어서 유리하지만, 자석의 형상에 대한 자유도가 작고, 또한, 생산효율이 낮다고 하는 결점이 있다.

사출성형법은, 상기 컴파운드를 가열용융하여, 충분한 유동성을 갖게 한 상태로 해당 용융물을 금형내에 주입하고, 소정의 자석형상으로 성형하는 방법이다. 이 방법에서는, 자석의 형상자유도가 크고, 특히, 이 형상(異形狀)의 자석도 용이하게 제조할 수 있다고 하는 이점이 있다. 그러나, 성형시에 있어서의 용융물의 유동성은, 높은 레벨이 요구되기 때문에, 결합수지의 첨가량을 많게 할 필요가 있고, 따라서, 얻어진 자석중의 수지량이 많아져, 자기특성이 낮다고 하는 결점이 있다.

압출성형법은, 압출성형기내에 공급된 상기 컴파운드를 가열용융하고, 이 컴파운드를 압출성형기의 금형으로부터 밀어냄과 동시에 냉각고화하고, 얻어진 긴 성형체를 원하는 길이로 절단하여, 자석으로 하는 방법이다. 이 방법은, 상기 압축 성형법의 이점과 상기 사출성형법의 이점을 결합한 방법이다. 즉, 압출성형법은, 금형의 선택에 의해 자석의 형상을 어느 정도 자유롭게 설정할 수 있고, 얇고 긴 자석도 용이하

게 제조할 수 있음과 동시에, 용융률의 유동성이 사출성형과 같은 고레벨이 요구되지 않기 때문에, 결합수지의 첨가량을 사출성형법의 그것에 비해 적게 할 수 있어, 자기특성의 향상에 기여한다.

그런데, 일본국 특허공보인 특허공개 소 56-31841호 공보, 특허공개 소 56-44561호 공보에 나타나 있는 것과 같이, 상기 컴파운드중의 결합수지로서는, 에폭시수지와 같은 열경화성수지가 사용되고 있고, 또한 열경화성 수지의 특성으로부터, 그 첨가량도 0.5 내지 4 wt%정도로 낮은 값으로 하는 것이 가능하였다.

그러나, 결합수지로서 열가소성 수지를 사용한 경우에는, 상기 각 성형법에 대응한 적합한 조건에 대하여, 특히 희토류 자석분말의 첨가량과, 성형성, 자기 특성, 기계적 특성등과의 관계에 관하여는, 아직 해명되어 있지 않다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 제 1 의 목적은, 상기 압출성형의 이점을 살리면서, 소량의 열가소성 수지에 의한 결합수지로, 성형성, 자기특성이 우수하고, 기계적 강도가 높은 희토류 본드자석, 이것을 제조하기 위한 희토류 본드자석용 조성물 및 희토류 본드자석의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

또한, 본 발명의 제 2 의 목적은, 상기 사출성형의 이점을 살리면서, 소량의 열가소성 수지에 의한 결합수지로, 성형성, 자기특성이 우수하고, 기계적 강도가 높은 희토류 본드자석, 이것을 제조하기 위한 희토류 본드자석용 조성물 및 희토류 본드자석의 제조방법을 제공하는 것에 있다.

이러한 제 1 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화 방지제를 포함하는 희토류 자석 조성물로부터 압출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 78.1 내지 83 vol%이고 상기 희토류 본드 자석은 공공율(void ratio)이 2 vol%이하이므로 여러 가지 다른 형상 및 크기의 자석이 형성되도록 압출성형중 우수한 유동성을 가지며 고자기 에너지적을 가져오고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 희토류 본드자석이다[청구항 1].

또한, 제 2 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화 방지제를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물로부터 사출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 68 내지 76 vol%이고 상기 희토류 본드 자석은 공공율이 2 vol%이하이므로 여러 가지 다른 형상 및 크기의 자석이 형성되도록 압출성형중 우수한 유동성을 가지며 고자기에너지적을 가져오고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석이다[청구항 9].

이러한 본 발명에 의해, 압출성형, 사출성형의 각각에 있어서, 소량의 열가소성 수지로, 성형성, 자기특성이 우수하고, 기계적 강도가 높고, 또한 내식성이 우수한 희토류 본드자석이 얻어진다.

이들 희토류 본드자석은, 그 공공율(空孔率)이 2 vol%이하인 것이 바람직하다. 이것에 의해, 희토류 본드자석의 기계적 강도 및 내식성이 더욱 향상된다.

또한, 결합수지로서 사용되는 열가소성 수지는, 융점이 400°C이하인 것이 바람직하다. 또한, 결합수지로서 사용되는 열가소성 수지는, 폴리아미드, 액정폴리머, 폴리페닐렌 슬파이드중 어느 1 종인 것이 바람직하다.

또한, 사용되는 희토류 자석분말은, Sm을 주로 하는 희토류 원소와, Co를 주로 하는 천이(遷移)금속을 기본성분으로 하는 제 1 의 조성, R(단, R은 Y를 포함하는 희토류 원소중 적어도 1 종)과, Fe를 주로 하는 천이금속과, B를 기본성분으로 하는 제 2 의 조성, 및 Sm을 주로 하는 희토류 원소와, Fe를 주로 하는 천이금속과, N을 주로 하는 격자간 원소를 기본성분으로 하는 제 3 의 조성중 적어도 1 종으로 구성되는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 보다 한층 더 우수한 자기특성의 희토류 본드자석이 얻어진다.

또한, 사용되는 희토류 자석분말은, 조성 및/또는 평균입경이 다른 2종 이상의 자석분말을 혼합하는 것이 바람직하다. 다른 2종 이상의 자석분말을 혼합한 것을 사용한 경우, 혼합하는 각 자석분말의 이점을 함께 가질 수 있어, 보다 한층 더 우수한 자기특성을 용이하게 얻을 수 있다. 또한, 평균입경이 다른 2종 이상의 자석분말을 혼합한 것을 사용한 경우, 충분한 혼합, 혼련에 의해서, 입경이 큰 자석분말사이에 입경이 작은 자석분말이 들어 가는 것과 같은 상태가 될 확률이 높게 되어, 컴파운드내에서의 자석분말의 충전율을 높이는 것이 가능하게 된다.

또한, 2종 이상의 이방성의 자석분말을 혼합한 것을 사용한 경우, 또한, 자석의 배향성을 높일 수 있다.

또한, 압출성형에 의해 제조된 희토류 본드자석은, 무자장중에서 성형된 경우의 자기에너지적(BH)max0 8

MG0e이상인 것이 바람직하고, 자장중에서 성형된 경우의 자기에너지적(BH)_{max}이 12 MG0e이상인 것이 바람직하다.

또한, 사출성형에 의해 제조된 희토류 본드자석은, 무자장중에서 성형된 경우의 자기에너지적(BH)_{max}이 6 MG0e이상인 것이 바람직하고, 자장중에서 성형된 경우의 자기에너지적(BH)_{max}이 10 MG0e이상인 것이 바람직하다.

또한, 상기 제 1 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 또하나의 특징은,

희토류 자석분말과 열가소성 수지를 포함하며, 압출성형에 제공되는 희토류 본드자석용 조성물로서,

상기 희토류 본드자석용 조성물중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이, 77.6 내지 82.5 vol%인 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석용 조성물이다[청구항 17].

이것에 의해, 자기특성이 우수하고, 기계적 강도가 높은 희토류 본드자석을 형상자유도가 넓고, 생산성이 우수하다고 하는 압출성형의 이점을 살려, 용이하게 제조할 수 있다.

또한, 상기 제 1 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 다른 특징은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 압출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 압출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성물중의 상기 열가소성 수지와 상기 산화방지제의 합계 함유량이 15.0 내지 22.4 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석용 조성물이다[청구항 22].

이것에 의해, 압출성형시에 있어서의 재료의 유동성, 성형성, 자석분말등의 산화방지에 기여하여, 저 공공율, 고기계적강도, 고자기특성의 자석이 얻어진다.

또한, 상기 제 2 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 또하나의 특징은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 사출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 사출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성물중의 상기 희토류 자석 분말의 함유량이 67.6 내지 75.5 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물이다[청구항 24].

이것에 의해, 자기특성이 우수하고, 기계적 강도가 높은 희토류 본드자석을, 형상자유도가 압출성형에 비해 또한 넓은 등의 사출성형의 이점을 살려, 용이하게 제조할 수 있다.

또한, 상기 제 2 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 다른 특징은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 사출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 사출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성물중의 상기 열가소성 수지와 상기 산화방지제의 합계 함유량이 24.5 내지 32.4 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물이다[청구항 29].

이것에 의해, 사출성형시에 있어서의 재료의 유동성, 성형성, 자석분말 등의 산화방지에 기여하여, 저 공공율, 고기계적 강도, 고자기특성의 자석이 얻어진다.

이들 희토류 본드자석용 조성물중에는, 또한, 산화방지제를 함유하는 것이 바람직하다. 이것에 의해, 자석의 제조과정에 있어서 희토류 자석분말이라든지 열가소성 수지의 산화가 억제되고, 보다 적은 열가소성 수지의 첨가량으로, 훈련성, 성형성이 향상한다. 이 산화방지제는, 자석분말표면을 불활성화시키는 킬레이트화제인 것이 바람직하다. 이 킬레이트화제는, 산화방지효과가 특히 높다.

또한, 희토류 본드자석용 조성물중의 산화방지제의 함유량은 2.0 내지 12.0 vol%인 것이 바람직하다.

또한, 희토류 본드자석용 조성물중에는, 또한, 상기 열가소성 수지를 가소화하는 가소제, 윤활제중의 적

어도 한쪽을 함유하는 것이 바람직하다. 가소제라든지 윤활제의 첨가는, 희토류 본드자석용 조성물의 혼련시라든지, 성형시의 재료의 유동성을 향상시키기 때문에, 보다 적은 열가소성 수지의 첨가량으로 같은 특성을 얻을 수 있어, 자기특성의 향상에 기여한다.

또한, 상기 제 1 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 다른 특징은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 산화 방지제를 포함하며. 상기 희토류 자석분말의 함유량이 77.6 내지 82.5 vol%인 희토류 자석 조성물을 혼련하는 공정과,

상기 혼련물을 특정 자석형상으로 압출성형하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석의 제조방법이다[청구항 32].

이것에 의해, 압출성형법의 이점을 살리면서, 공공율이 낮고, 자기특성이 우수하고, 고기계적 강도인 희토류 본드자석을 용이하게 제조할 수 있다.

또한, 상기 제 2 의 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 다른 특징은,

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 산화방지제를 포함하며, 상기 희토류 자석분말의 함유량이 67.6 내지 75.5 vol%인 희토류 본드자석용 조성물을 혼련하는 공정과,

상기 혼련물을 특정 자석형상으로 사출성형하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석의 제조방법이다[청구항 35].

이것에 의해, 사출성형법의 이점을 살리면서, 공공율이 낮고, 자기특성이 우수하고, 고기계적 강도인 희토류 본드자석을 용이하게 제조할 수 있다.

이러한 희토류 본드자석의 제조방법에 있어서 사용되는 희토류 본드자석용 조성물은, 상기 산화방지제를 포함하는 것이 바람직하고, 또한, 상기 가소제, 윤활제중의 적어도 한쪽을 포함하는 것이 보다 바람직하다. 이것에 의해, 산화방지제라든지, 가소제, 윤활제를 침가하는 것에 의한 상술한 효과가 얻어진다.

이 경우, 희토류 본드자석용 조성물중의 산화방지제의 함유량은, 2.0 내지 12.0 vol%인 것이 바람직하다.

또한, 본 발명의 희토류 본드자석의 제조방법에 있어서, 희토류 본드자석용 조성물의 혼련은, 그것에 사용되는 열가소성 수지의 열변형온도 또는 연화온도이상의 온도로 행하여지는 것이 바람직하다. 이러한 온도로 혼련함으로써 혼련의 효율이 향상하고, 보다 단시간에 균일하게 혼련할 수 있는 동시에, 얻어진 희토류 본드자석중의 공공율이 보다 작게 된다.

본 발명의 다른 목적, 구성, 효과는, 이하에 서술하는 실시예에서 분명하게 될 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 희토류 본드자석, 희토류 본드자석용 조성을 및 희토류 본드자석의 제조방법에 대하여, 첨부도면을 참조하면서 상세히 설명한다. 또한, 본 명세서에 있어서, 자석의 성형방법에 특히 조건, 예외 등을 추가하지 않는 한, 압출성형에 의한 것과 사출성형에 의한 것의 쌍방을 대상으로 한 설명으로 한다.

우선, 본 발명의 희토류 본드자석에 대하여 설명한다. 본 발명의 희토류 본드자석은, 예를들면, 도 1의 (a)에 나타낸 것과 같은 원주상의 희토류 본드자석 (1), 도 1의 (b)에 나타낸 것과 같은 원통형의 희토류 본드자석(2), 또는 도 1의 (c)에 나타낸 것과 같은 횡단면이 원호상인 희토류 본드자석(3)이다.

이러한 본 발명의 희토류 본드자석(1, 2, 3)은, 이하와 같은 희토류 자석 분말과 열가소성 수지를 포함하며, 또한 필요에 따라 산화방지제를 포함한다.

1. 희토류 자석분말

희토류 자석분말로서는, 희토류 원소와 천이금속을 포함하는 합금으로 구성되는 것이 바람직하고, 특히, 다음의 [1] 내지 [5]가 바람직하다.

[1] Sm을 주로 하는 희토류 원소와, Co를 주로 하는 천이금속을 기본성분으로 하는 것(이하, Sm-Co 계 합금이라고 함).

[2] R(단, R은 Y를 포함하는 희토류 원소중 적어도 1 종)과, Fe를 주로 하는 천이금속과, B를 기본성분으로 하는 것(이하, R-Fe-B 계 합금이라고 함).

[3] Sm을 주로 하는 희토류 원소와, Fe를 주로 하는 천이금속과, N을 주로하는 격자간 원소를 기본성분으로 하는 것(이하, Sm-Fe-N 계 합금이라고 함).

[4] R(단, R은 Y를 포함하는 희토류 원소중 적어도 1 종)과 Fe 등의 천이 금속을 기본성분으로 하고, 나노미터레벨로 자성상(磁性相)을 가지는 것(나노결정자석).

[5] 상기 [1] 내지 [4]의 조성의 것중, 적어도 2 종을 혼합한 것. 이 경우, 혼합하는 각 자석분말의 이점, 특히 자기특성상의 이점을 함께 가질 수 있어, 보다 우수한 자기특성을 용이하게 얻을 수 있다. 특히, 2종 이상의 이방성을 가지는 자석분말을 혼합한 경우, 자석의 배향도가 향상한다.

Sm-Co 계 합금의 대표적인 것으로서는, SmCo₅, Sm₂TM₁₇(단, TM은 천이금속)을 들 수 있다.

R-Fe-B 계 합금의 대표적인 것으로서는, Nd-Fe-B 계 합금, Pr-Fe-B 계 합금, Nd-Pr-Fe-B 계 합금, Ce-Nd-Fe-B 계 합금, Ce-Pr-Nd-Fe-B 계 합금, 이들에 있어서의 Fe의 일부를 Ni, Co 등의 다른 천이금속으로 치환한 것 등을 들 수 있다.

Sm-Fe-N 계 합금의 대표적인 것으로서는, Sm₂Fe₁₇ 합금을 질화하여 제작한 Sm₂Fe₁₇N₃을 들 수 있다.

자석분말에 있어서의 상기 희토류 원소로서는, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, 미슈메탈(Mischmetal)을 들 수 있고, 이들을 1종 또는 2종 이상 포함할 수 있다. 또한, 상기 천이금속으로서는, Fe, Co, Ni 등을 들 수 있고, 이들을 1종 또는 2종 이상 포함할 수 있다. 또한, 자기특성을 향상시키기 위해서, 자석분말중에는, 필요에 따라, B, Al, Mo, Cu, Ga, Si, Ti, Ta, Zr, Hf, Ag, Zn 등을 함유하는 것도 가능하다.

또한, 자석분말의 평균입경은, 특히 한정되지 않지만, 0.5 내지 50 μm 정도가 바람직하고, 1 내지 30 μm 정도가 보다 바람직하다. 또한, 자석분말의 입경은, 예를들면, F.S.S.S.(Fischer Sub-Sieve Sizer) 법에 의해 측정할 수 있다.

또한, 후술하는 것과 같은 소량의 결합수지로 사출성형, 압출성형에 있어서의 양호한 성형성을 얻기 위해서, 자석분말의 입경분포는, 어느 정도 분산되어 있는(불균일이 있는) 것이 바람직하다. 이것에 의해, 얻어진 본드자석의 공공율을 감소시키는 것도 가능하다.

또한, 상기 [5]의 경우, 혼합하는 자석분말의 조성마다, 평균입경이 다르더라도 좋다. 이와 같이, 평균입경이 다른 2종 이상의 자석분말을 혼합한 것을 사용한 경우, 충분한 혼합, 혼련에 의해서, 입경이 큰 자석분말 사이에 입경이 작은 자석분말이 들어 가는 것과 같은 상태가 될 확률이 높게 되고, 따라서, 컴파운드내에서의 자석분말의 충전율을 높일 수 있고, 본드자석의 자기특성의 향상에 기여한다.

자석분말의 제조방법은, 특히 한정되지 않고, 예를들면, 용해·주조에 의해 합금잉곳(ingot)을 제작하고, 이 합금잉곳을 적절한 입도(粒度)로 분쇄하여(또한 분급하여) 얻어진 것, 비정질합금을 제조하는 것에 사용하는 급냉박대(急冷薄帶) 제조장치에서, 리본상의 급냉박편(미세한 다결정이 집합)을 제조하고, 이 박편(박대)을 적절한 입도로 분쇄하여(또한 분급하여) 얻어진 것등, 어느것이라도 된다.

이러한 자석분말의 자석중에서의 함유량은, 자석의 성형방법에 따른 적합한 범위가 있다.

즉, 압출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석인 경우, 희토류 자석분말의 함유량은, 78.1 내지 83 vol% 정도이고, 특히, 79.5 내지 83 vol% 정도인 것이 바람직하고, 81 내지 83 vol% 정도인 것이 보다 바람직하다. 자석분말의 함유량이 지나치게 적으면, 자기특성(특히 자기에너지적)의 향상을 도모할 수 없고, 또한, 자석분말의 함유량이 지나치게 많으면, 상대적으로 결합수지의 함유량이 적어지기 때문에, 압출성형시에 있어서의 유동성이 저하하여, 성형이 곤란 또는 불가능하게 된다.

또한, 사출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석인 경우, 희토류 자석분말의 함유량은, 68 내지 76 vol% 정도이고, 특히, 70 내지 76 vol% 정도인 것이 바람직하고, 72 내지 76 vol% 정도인 것이 보다 바람직하다. 자석분말의 함유량이 지나치게 적으면, 자기특성(특히 자기에너지적)의 향상을 도모할 수 없고, 또한, 자석분말의 함유량이 지나치게 많으면, 상대적으로 결합수지의 함유량이 적어지기 때문에, 사출성형시에 있어서의 유동성이 저하하여, 성형이 곤란 또는 불가능하게 된다.

2. 결합수지(바인더)

결합수지(바인더)로서는, 열가소성 수지가 사용된다. 결합수지로서 종래부터 사용하고 있는 예를들면 에폭시수지와 같은 열경화성수지를 사용한 경우에는, 압출성형 또는 사출성형시에 있어서의 유동성이 나쁘기 때문에, 성형성이 뒤떨어지고, 자석의 공공율이 증대하고, 기계적 강도 및 내식성이 낮지만, 열가소성 수지를 사용한 경우에는, 이러한 문제가 해소된다.

사용할 수 있는 열가소성 수지로서는, 예를들면, 폴리아미드(예: 나일론6, 나일론46, 나일론66, 나일론610, 나일론612, 나일론11, 나일론12, 나일론6-12, 나일론6-66), 열가소성 폴리아미드, 방향족 폴리에스테르등의 액정폴리머, 폴리페닐렌 옥사이드, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌등의 폴리올레핀, 변성 폴리올레핀, 폴리카보네이트, 폴리메칠 메타크릴레이트, 폴리에테르, 폴리에테르케톤, 폴리에테르 아미드, 폴리아세탈 등, 또는 이들을 주로 하는 공중합체, 블랜드체, 폴리머 얼로이등을 들 수 있고, 이것들 중 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.

이것들 중에서도, 자석분말과의 혼련성이 좋고, 성형성이 우수하고, 또한, 기계적 강도도 높은 것으로부터, 폴리아미드, 액정폴리머 또는 폴리페닐렌 설파이드를 주로 하는 것이 바람직하다. 또한, 폴리아미드는, 성형성의 향상이 보다 현저한 것, 액정폴리머, 폴리페닐렌 설파이드는, 내열성의 향상을 도모할 수 있는 것에서도 바람직하다.

이러한 열가소성 수지는, 그 종류, 공중합화등에 의해, 예를들면 성형성을 중시한 것이나, 내열성, 기계적 강도를 중시한 것과 같이, 광범위한 선택이 가능하게 된다고 하는 이점이 있다.

사용되는 열가소성 수지는, 융점이 400°C이하의 것이 바람직하고, 300°C이하인 것이 보다 바람직하다. 융점이 400°C를 넘으면, 성형시의 온도가 상승하여, 자석분말등의 산화가 생기기 쉽게 된다.

또한, 자석분말과의 혼련성, 유동성, 성형성을 보다 향상시키기 위해서, 사용되는 열가소성 수지의 평균분자량(중합도)은, 10000 내지 60000 정도인 것이 바람직하고, 12000 내지 30000 정도인 것이 보다 바람직하다.

3. 산화방지제

산화방지제는, 후술하는 희토류 본드자석용 조성물을 혼련할 때 등에, 희토류 자석분말의 산화(열화, 변질)라든지 결합수지의 산화(희토류 자석분말의 금속성분이 촉매로서 작용하는 것에 의해 생기는 것으로 추정됨)를 방지하기 위해서 해당 조성물중에 첨가되는 첨가제이다. 이 산화방지제의 첨가에 의해, 다음과 같은 효과가 얻어진다.

우선 제 1로, 희토류 자석분말 및 결합수지의 산화를 방지하고, 희토류 자석분말의 표면에 대한 결합수지가 양호한 습윤성을 유지하기 때문에, 자석분말과 결합수지와의 혼련성이 향상한다.

제 2로, 희토류 자석분말의 산화를 방지하고, 자석의 자기특성의 향상에 기여함과 동시에, 희토류 본드자석용 조성물의 혼련시, 성형시에 있어서의 열적 안정성의 향상에 기여하여, 적은 결합수지량으로 양호

한 성형성을 확보할 수 있다.

이 산화방지제는, 희토류 본드자석용 조성물의 훈련시라든지 성형시등의 중간공정에서 휘발하거나, 변질하거나 하기 때문에, 제조된 희토류 본드자석중에는, 그 일부가 잔류한 상태로 존재하고 있다. 따라서, 희토류 본드자석중의 산화방지제의 함유량은, 희토류 본드자석용 조성물중의 산화방지제의 첨가량에 대하여, 10 내지 90% 정도, 특히 20 내지 80% 정도가 된다. 이 산화방지제는, 상술한 바와 같이, 자석의 제조시에 있어서의 희토류 자석분말 및 결합수지의 산화를 방지할 뿐만아니라, 얻어진 자석의 내식성의 향상에도 기여한다.

산화방지제로서는, 희토류 자석분말등의 산화를 방지 또는 억제할 수 있는 것이면 어떠한 것이라도 되고, 예를들면, 아민계 화합물, 아미노산계 화합물, 니트로 카르본산류, 히드라진 화합물, 시안화합물, 황화물등의, 자석분말표면을 불활성화시키는 퀼레이트화제가 적합하게 사용된다. 이 퀼레이트화제는, 산화방지효과가 특히 높다. 또한, 산화방지제의 종류, 조성등에 관하여는, 이들에 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다.

또한, 본 발명의 희토류 본드자석에는, 필요에 따라, 예를들면, 결합수지를 가소화하는 가소제(예를들면, 스테아르산염, 지방산), 윤활제(예를들면, 실리콘오일, 각종 왁스, 지방산, 알루미나, 실리카, 티타니아등의 각종 무기윤활제), 기타 성형조제등의 각종 첨가제를 함유하고 있어도 된다. 가소제, 윤활제중 적어도 한쪽을 첨가하면, 희토류 본드자석용 조성물의 훈련시라든지, 본드자석의 성형시에 있어서의 재료의 유동성이 보다 향상한다.

이러한 본 발명의 희토류 본드자석에 있어서, 공공율은, 2 vol% 이하인 것이 바람직하고, 1.5 vol%이하인 것이 보다 바람직하다. 공공율이 지나치게 높으면, 열가소성 수지의 조성, 함유량, 자석분말의 조성, 입경등의 다른 조건에 의해서는, 자석의 기계적 강도 및 내식성이 저하할 우려가 있다.

이러한 본 발명의 희토류 본드자석은, 자석분말의 조성, 자석분말의 함유량의 많음 등으로부터, 이방성자석인 경우는 물론이고, 등방성자석이라도, 우수한 자기특성을 가진다.

즉, 압출성형에 의해 제조된 본 발명의 희토류 본드자석은, 무자장중에서 성형된 것인 경우, 자기에너지적(BH)_{max}이 8 MGoe이상, 특히 9.5 MGoe이상을 달성할 수 있고, 자장중에서 성형된 것인 경우, 자기에너지적(BH)_{max}이 12 MGoe이상, 특히 14 MGoe이상을 달성할 수 있다.

또한, 사출성형에 의해 제조된 본 발명의 희토류 본드자석은, 무자장중에서 성형된 것인 경우, 자기에너지적(BH)_{max}이 6 MGoe이상, 특히 7 MGoe이상을 달성할 수 있고, 자장중에서 성형된 것인 경우, 자기에너지적(BH)_{max}이 10 MGoe이상, 특히 12 MGoe 이상을 달성할 수 있다.

또한, 본 발명의 희토류 본드자석의 형상, 치수등은 특히 한정되지 않고, 예를들면, 형상에 관하여서는, 도 1에 나타낸 것과 같은 원주상, 원통형, 횃단면이 원호상의 것 이외는, 예를들면, 중공(中空) 또는 중실(中實)의 각주상(角柱狀), 평판상등의 모든 형상의 것이 가능하고, 그 크기도, 대형인 것으로부터 초소형의 것까지 모든 크기의 것이 가능하다.

다음에, 본 발명의 희토류 본드자석용 조성물에 대하여 설명한다.

본 발명의 희토류 본드자석용 조성물은, 주로, 상술한 희토류 자석분말과 상술한 열가소성 수지로 구성되어 있다. 또한, 상술한 산화방지제를 포함하는 것이 바람직하다.

희토류 본드자석용 조성물중의 희토류 자석분말의 첨가량은, 얻어지는 희토류 본드자석의 자기특성과, 성형시에 있어서의 해당 조성물의 용융율의 유동성을 고려하여 결정된다.

즉, 압출성형에 제공되는 희토류 본드자석용 조성물인 경우, 해당 조성물중의 희토류 자석분말의 함유량(첨가량)은, 77.6 내지 82.5 vol% 정도로 하는 것이 바람직하고, 79 내지 82.5 vol%정도로 하는 것이 보다 바람직하고, 80.5 내지 82.5 vol% 정도로 하는 것이 더욱 바람직하다. 자석분말의 함유량이 지나치게 적으면, 자기특성(특히 자기에너지적)의 향상을 도모할 수 없고, 또한, 자석분말의 함유량이 지나치게 많으면, 상대적으로 결합수지의 함유량이 적어지기 때문에, 압출성형시에 있어서의 유동성이 저하하여, 성형이 곤란 또는 불가능하게 된다.

또한, 사출성형에 제공되는 희토류 본드자석용 조성물인 경우, 해당 조성물중의 희토류 자석분말의 함유량(첨가량)은, 67.6 내지 75.5 vol% 정도로 하는 것이 바람직하고, 69.5 내지 75.5 vol% 정도로 하는 것이 보다 바람직하고, 71.5 내지 75.5 vol% 정도로 하는 것이 더욱 바람직하다. 자석분말의 함유량이 지나치게 적으면, 자기특성(특히 자기에너지적)의 향상을 도모할 수 없고, 또한, 자석분말의 함유량이 지나치게 많으면, 상대적으로 결합수지의 함유량이 적어지기 때문에, 사출성형시에 있어서의 유동성이 저하하여, 성형이 곤란 또는 불가능하게 된다.

또한, 희토류 본드자석용 조성물중의 열가소성 수지 및 산화방지제의 각각의 함유량(첨가량)은, 열가소성 수지, 산화방지제의 종류, 조성, 성형온도, 압력등의 성형조건, 성형물의 형상, 치수등의 여러가지 조건에 따라서 다르다. 얻어진 희토류 본드자석의 자기특성의 향상을 위해서는, 희토류 본드자석용 조성물중의 열가소성 수지의 첨가량은, 훈련 및 성형이 가능한 범위에서, 될 수 있는 한 적은 것이 바람직하다.

또한, 희토류 본드자석용 조성물중의 산화방지제의 첨가량은, 2.0 내지 12.0 vol% 정도인 것이 바람직하고, 3.0 내지 10.0 vol% 정도인 것이 보다 바람직하다. 상기의 경우, 산화방지제의 첨가량은, 결합수지의 첨가량에 대하여 10 내지 150% 정도인 것이 바람직하고, 25 내지 90% 정도인 것이 보다 바람직하다.

또한, 본 발명에서는, 산화방지제의 첨가량은, 상기 범위의 하한치이하라도 되고, 또한, 무첨가라도 된다.

희토류 본드자석용 조성물중의 열가소성 수지의 첨가량이 지나치게 적으면, 희토류 본드자석용 조성물을 훈련할 때의 훈련물의 정도가 높게 되어 훈련도오크가 증대하여, 발열에 의해 자석분말등의 산화가 촉진되는 경향으로 되기 때문에, 산화방지제등의 첨가량이 적은 경우에, 자석분말등의 산화를 충분히 억제할 수 없게됨과 동시에, 훈련물(수지용융물)의 정도상승등에 의해 성형성이 뒤떨어지고, 저 공공율, 고기계

적 강도의 자석이 얻어지지 않는다. 또한, 열가소성 수지의 첨가량이 지나치게 많으면, 성형성은 양호하지만, 얻어진 자석중의 결합수지 함유량이 많아져, 자기특성이 저하한다.

한편, 희토류 본드자석용 조성물중의 산화방지제의 첨가량이 지나치게 적으면, 산화방지효과가 적고, 자석분말의 함유량이 많은 경우에, 자석분말등의 산화를 충분히 억제할 수 없게 된다. 또한, 산화방지제의 첨가량이 지나치게 많으면, 상대적으로 수지량이 감소하고, 성형체의 기계적 강도가 저하하는 경향을 나타낸다.

이와 같이, 열가소성 수지의 첨가량이 비교적 많으면, 산화방지제의 첨가량을 적게 할 수 있고, 반대로, 열가소성 수지의 첨가량이 적으면, 산화방지제의 첨가량을 많게 할 필요가 있다.

따라서, 압출성형에 제공되는 것인 경우, 희토류 본드자석용 조성물중의 열가소성 수지와 산화방지제와의 합계 첨가량은, 15.0 내지 22.4 vol%인 것이 바람직하고, 15.0 내지 20.5 vol%인 것이 보다 바람직하고, 15.0 내지 18.5 vol%인 것이 더욱 바람직하다. 또한, 사출성형에 제공되는 것인 경우, 희토류 본드자석용 조성물중의 열가소성 수지와 산화방지제와의 합계 첨가량은, 24.5 내지 32.4 vol%인 것이 바람직하고, 24.5 내지 30.5 vol%인 것이 보다 바람직하고, 24.5 내지 28.0 vol%인 것이 더욱 바람직하다. 이러한 범위로 하는 것에 의해, 압출성형, 사출성형의 각각에 있어서, 성형시에 있어서의 유동성, 성형성, 자석분말등의 산화방지의 향상에 기여하여, 저 공공율, 고기계적 강도, 고자기특성의 자석이 얻어진다.

또한, 희토류 본드자석용 조성물에는, 필요에 따라, 상술한 바와 같은 각종 첨가제를 첨가할 수 있다.

가소제의 첨가는, 성형시의 유동성을 향상시키기 때문에, 보다 적은 결합 수지의 첨가량으로 같은 특성을 얻을 수 있어 바람직하다. 윤활제의 첨가에 대하여도 마찬가지이다. 가소제의 첨가량은, 0.1 내지 2.0 vol% 정도인 것이 바람직하고, 윤활제의 첨가량은, 0.2 내지 2.5 vol% 정도인 것이 바람직하다. 이것들의 첨가량에 있어서, 특히, 가소제, 윤활제로서의 기능을 유효하게 발휘한다.

희토류 본드자석용 조성물의 형태로서는, 희토류 자석분말 및 열가소성 수지를 혼합한 혼합물, 그위에 이것에 산화방지제라든지 그 밖의 첨가제를 가하고, 이들을 혼합한 혼합물 이외에, 이것들의 혼합물을 혼련한 혼련물이라든지, 상기 혼련물을 펠렛화한 것(예를들면, 입경이 1 내지 12mm정도) 등을 들 수 있다. 이러한 혼련물이라든지 그 펠렛을 사용하면, 압출성형, 사출성형의 성형성이 보다 향상한다. 또한, 펠렛의 사용은, 취급성의 향상에도 기여한다.

상기 혼합물의 혼련은, 예를들면 률식혼련기, 니더(kneader), 2축 압출혼련기와 같은 혼련기등을 사용하여 행하여진다.

이 때, 혼련온도는, 사용하는 열가소성 수지의 조성이라든지 특성등에 따라서 적당하게 결정되지만, 열가소성 수지의 열변형온도 또는 연화온도(연화점 또는 글라스 천이점) 이상의 온도로 행하여지는 것이 바람직하다. 또한, 사용하는 열가소성 수지가 비교적 융점이 낮은 것인 경우에는, 혼련온도는, 그 열가소성 수지의 융점부근 또는 그 이상의 온도인 것이 바람직하다.

이러한 온도로 혼련을 행하는 것에 의해, 혼련의 효율이 향상하고, 보다 단시간에 균일하게 혼련할 수 있음과 동시에, 열가소성 수지의 점도가 내려 간 상태로 혼련되기 때문에, 희토류 자석분말의 주위를 열가소성 수지가 덮는 것 같은 상태가 되기 쉽고, 따라서, 얻어진 희토류 본드자석중의 공공율의 감소에 기여한다.

다음에, 본 발명의 희토류 본드자석의 제조방법의 적합예에 대하여 설명한다.

본 발명의 희토류 본드자석의 제조방법은, 상술한 희토류 본드자석용 조성물을 사용하여, 다음에 서술하는 것과 같은 압출성형 또는 사출성형에 의해 행하여 진다.

[I] 압출성형

희토류 자석분말과, 열가소성 수지와, 필요에 따라 산화방지제를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물(혼합물)을, 상술한 바와 같은 혼련기를 사용하여 충분히 혼련하여, 혼련물을 얻는다. 이 때, 혼련온도는, 상술한 바와 같은 조건을 고려하여 결정되며, 예를들면 150 내지 350°C정도로 된다. 또한, 혼련물은, 또한 펠렛화되어 사용되어도 된다.

상기와 같이하여 얻어진 희토류 본드자석용 조성물의 혼련물(컴파운드)을, 압출성형기의 실린더내에서, 열가소성 수지의 용융온도이상의 온도로 가열하여 용융하고, 이 용융물을 자장중 또는 무자장중(배향자장이 예를들면 10 내지 20 kOe)에서, 압출성형기의 다이로부터 압출한다. 이 때, 실린더내에서의 재료온도는, 20 내지 330°C정도가 바람직하고, 압출속도는 0.1 내지 10mm/sec정도가 바람직하고, 금형 온도는 200 내지 350°C정도가 바람직하다.

성형체는, 예를들면 다이로부터 압출될 때에 냉각되어 고화한다. 그 후, 압출된 긴 성형체를 적당히 절단함으로써, 원하는 형상, 치수의 희토류 본드자석을 얻는다.

희토류 본드자석의 횡단면형상은, 압출성형기의 다이(내부다이 및 외부다이) 형상의 선정에 의해 결정되고, 박육의 것이라든지 이형단면의 것이라도 용이하게 제조할 수 있다. 또한, 성형체의 절단길이의 조정에 의해, 긴 자석을 제조하는 것도 가능하다.

상기와 같은 방법에 의해, 자석의 형상에 대한 자유도가 넓고, 적은 수지량이라도 유동성, 성형성이 우수하고, 치수정밀도가 높고, 또한, 연속적인 제조가 가능하고, 대량생산에 알맞은 희토류 본드자석을 제조할 수 있다.

[II] 사출성형

희토류 자석분말과, 열가소성 수지와, 필요에 따라 산화방지제를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물(혼합물)을, 상술한 바와 같은 혼련기를 사용하여 충분히 혼련하여, 혼련물을 얻는다. 이 때, 혼련온도는, 상술한 바와 같은 조건을 고려하여 결정되고, 예를들면 150 내지 350°C정도로 된다. 또한, 혼련물은, 또

한 펠렛화되어 사용되어도 된다.

상기와 같이 하여 얻어진 희토류 본드자석용 조성물의 혼련물(컴파운드)을, 사출성형기의 사출실린더내에서, 열가소성 수지의 용융온도이상의 온도로 가열하여 용융하고, 이 용융물을 자장중 또는 무자장중(배향자장이 예를들면 6 내지 18 kOe)에서, 사출성형기의 금형내에 주입한다. 이 때, 사출실린더내의 온도는 220 내지 350°C정도가 바람직하고, 사출압력은 30 내지 100 kgf/cm² 정도가 바람직하고, 금형온도는 70 내지 100°C 정도가 바람직하다.

그 후, 성형체를 냉각고화하여, 원하는 형상, 치수의 희토류 본드자석을 얻는다. 이 때, 냉각시간은 5 내지 30초 정도가 바람직하다.

희토류 본드자석의 형상은, 사출성형기의 금형형상에 의존하고, 이 금형의 캐버티 형상의 선정에 의해, 박육의 것이라든지 이형(異形)의 것이라도 용이하게 제조할 수 있다.

상기와 같은 방법에 의해, 자석의 형상에 대한 자유도가 압출성형의 경우 보다 더욱 넓고, 적은 수지량이라도 유동성, 성형성이 우수하고, 치수정밀도가 높고, 또한, 성형사이클이 짧고, 대량생산에 알맞은 희토류 본드자석을 제조할 수 있다.

또한, 본 발명의 희토류 본드자석의 제조방법에 있어서, 혼련조건, 성형조건등은, 상기 범위의 것에 한정되지 않는 것은, 말할 필요도 없다.

[실시예]

이하, 본 발명의 구체적 실시예에 대하여 설명한다.

[실시예 1 내지 13, 비교예 1, 2]

하기조성 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦의 7 종의 희토류 자석분말과, 하기 A, B, C의 3종의 열가소성 수지(결합수지)와, N, N-디페닐 옥사이드(산화방지제: 퀼레이트화제)와, 금속비누(가소제)와, 지방산(윤활제)을 준비하고, 이들을 하기 표 1에 나타낸 소정의 조합으로 혼합하였다.

다음에, 이 혼합물을, 스크루식 혼련기를 사용하여 하기 표 2 및 표 3에 나타낸 조건으로 혼련하고, 얻어진 희토류 본드자석용 조성물(컴파운드)을 사용하여, 표 2 및 표 3에 나타낸 성형조건으로 성형하고, 희토류 본드자석을 얻었다. 얻어진 자석의 형상, 치수, 조성, 외관(육안관찰), 여러가지 특성을 하기 표 4, 표 5 및 표 6에 나타낸다.

- ① 급냉 Nd₁₂Fe₈₂B₆ 분말(평균입경=18 μm)
- ② 급냉 Nd₈Pr₄Fe₈₂B₆ 분말(평균입경=17 μm)
- ③ 급냉 Nd₁₂Fe₇₈Co₄B₆ 분말(평균입경=19 μm)
- ④ Sm_{(Co_{0.604}Cu_{0.06}Fe_{0.32}Zr_{0.016})_{8.3}} 분말(평균입경=21 μm)
- ⑤ Sm₂Fe₁₇N₃ 분말(평균입경=2 μm)
- ⑥ HDDR 법에 의한 이방성 Nd₁₃Fe₆₉Co₁B₆Ga₁ 분말(평균입경=28 μm)
- ⑦ 나노결정 Nd_{5.5}Fe₆₆B_{18.5}Co₅Cr₅ 분말(평균입경=15 μm)

A. 폴리아미드(나일론12), 융점: 175°C

B. 액정폴리머(중합체), 융점: 180°C

C. 폴리페닐렌 설파이드(PPS), 융점: 280°C

또한, 표4 내지 표6중의 기계적 강도는, 별도로 외경 15mm, 높이 3mm의 시험편을 무자장에서, 표 2 및 표 3에 나타낸 조건으로 압출성형하고, 이 시험편을 사용하여, 전단(剪斷)편침법에 의해 평가하였다.

또한, 표 4 내지 표 6중의 내식성은, 얻어진 희토류 본드자석에 대하여, 항온항습조에 의해 80°C, 90% RH의 조건으로 가속시험을 행하고, 녹의 발생까지의 시간에 의해, 해당 시간이 긴 것으로부터 순서대로 ◎, ○, △, ×의 4단계로 평가 하였다.

[비교예 3]

상기 조성①의 자석분말과 에폭시수지(열경화성수지)를 표 1에 나타낸 비율로 혼합하고, 이 혼합물을 실온하에서 혼련하고, 얻어진 컴파운드에 의해 하기 표 3에 나타낸 조건으로 압축성형(프레스성형)하고, 이 성형체를 150°C로 1 시간 열처리하여 수지경화를 행하고, 희토류 본드자석을 얻었다.

얻어진 자석의 형상, 치수, 조성, 외관(육안관찰), 여러가지 특성을 하기 표 6에 나타낸다.

또한, 표 6중의 기계적 강도는, 별도로 외경 15mm, 높이 3mm의 시험편을 무자장에서, 표 3에 나타낸 조건으로 압축성형하고, 이 시험편을 사용하여 전단편침법에 의해 평가하였다. 또한, 내식성의 평가는, 상기와 같이하여 행하였다.

[표 1]

| 조성 [vol%] | | 조성 [vol%] | |
|-----------|---|-----------|--|
| 실시예 1 | 자분① : 77.6 폴리아미드: 22.4 | 실시예 9 | 자분④ : 40 자분⑤ : 40 폴리아미드: 12.5 산화방지제: 6.1 윤활제 : 1.4 |
| 실시예 2 | 자분② : 79 폴리아미드: 16 산화방지제: 5.0 | | |
| 실시예 3 | 자분③ : 80.5 폴리아미드: 12.3 산화방지제: 6.0 윤활제 : 1.2 | 실시예 10 | 자분③ : 81.5 PPS : 9.7 산화방지제: 7.0 윤활제 : 1.4 가소제 : 0.4 |
| 실시예 4 | 자분③ : 82.5 폴리아미드: 9.0 산화방지제: 6.5 윤활제 : 1.5 가소제 : 0.5 | 실시예 11 | 자분④ : 40 자분⑤ : 20 자분⑥ : 20 PPS : 12.1 산화방지제: 6.5 윤활제 : 1.4 |
| 실시예 5 | 자분④ : 82.5 폴리아미드: 11.5 산화방지제: 4.5 윤활제 : 1.2 가소제 : 0.3 | 실시예 12 | 자분④ : 42 자분⑤ : 20 자분⑥ : 20 액정폴리머: 10 산화방지제: 6.4 윤활제 : 1.6 |
| 실시예 6 | 자분⑤ : 81 폴리아미드: 10 산화방지제: 6.5 윤활제 : 1.8 가소제 : 0.7 | 실시예 13 | 자분① : 60 자분⑦ : 22.5 폴리아미드: 9.0 산화방지제: 6.5 윤활제 : 1.5 가소제 : 0.5 |
| 실시예 7 | 자분④ : 60 자분⑤ : 22.5 폴리아미드: 10.3 산화방지제: 5.5 윤활제 : 1.2 가소제 : 0.5 | 비교예 1 | 자분① : 84 폴리아미드: 16 |
| 실시예 8 | 자분② : 80 액정폴리머: 12.5 산화방지제: 6.0 윤활제 : 1.5 | 비교예 2 | 자분① : 84 폴리아미드: 10 산화방지제: 5 윤활제 : 1.0 |
| | | 비교예 3 | 자분① : 80 에폭시수지: 20 |

[표 2]

| | 혼련조건 | | 성형조건 | | | |
|-------|--------------|---------------|------|-----------------|--------------|---------------|
| | 혼련온도 [°C] | 혼련강도* [cm] | 성형방법 | 실린더내 온도 [°C] | 금형온도 [°C] | 배향자계 [kOe] |
| 실시예 1 | 230 | 25 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 실시예 2 | 230 | 25 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 실시예 3 | 230 | 30 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 실시예 4 | 230 | 35 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 실시예 5 | 230 | 35 | 압출성형 | 240 | 250 | 15 |
| 실시예 6 | 230 | 30 | 압출성형 | 240 | 250 | 15 |
| 실시예 7 | 230 | 35 | 압출성형 | 240 | 250 | 15 |
| 실시예 8 | 250 | 35 | 압출성형 | 270 | 275 | 무자장증 |

*: 혼련기에 있어서의 니팅 디스크부의 총길이

표 3에 계속

[표 3]

| | 혼련조건 | | 성형조건 | | | |
|--------|--------------|---------------|------|---------------------------|--------------|---------------|
| | 혼련온도 [°C] | 혼련강도* [cm] | 성형방법 | 실린더내의 재료온도 [°C] | 금형온도 [°C] | 배향자계 [kOe] |
| 실시예 9 | 230 | 30 | 압출성형 | 240 | 250 | 18 |
| 실시예 10 | 300 | 35 | 압출성형 | 320 | 320 | 무자장증 |
| 실시예 11 | 300 | 35 | 압출성형 | 320 | 320 | 18 |
| 실시예 12 | 250 | 30 | 압출성형 | 270 | 275 | 18 |
| 실시예 13 | 230 | 35 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 비교예 1 | 230 | 40 | 압출성형 | 240 | - | 무자장증 |
| 비교예 2 | 230 | 40 | 압출성형 | 240 | 250 | 무자장증 |
| 비교예 3 | 실온 | - | 압축성형 | 프레스압력: 7t/cm ² | 실온 | 무자장증 |

*: 혼련기에 있어서의 니팅 디스크부의 총길이

[표 4]

| | 자석형상 | 자석치수 [mm] | 자석조성 [vol%] | 자기에너지적 (BH)max[MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공급율 [%] | 외관 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|-------|------|----------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 1 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분① : 78.1 폴리아미드 : 19.9 | 9.2 | 6.06 | 1.1 | 양호 | 9.4 | ○ |
| 실시예 2 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분② : 79.5 폴리아미드 : 15.5 산화방지제 : 약 4 | 11.0 | 6.22 | 1.0 | 양호 | 8.8 | ○ |
| 실시예 3 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분③ : 81 폴리아미드 : 12 산화방지제 : 약 5 윤활제 : 미량 | 12.6 | 6.32 | 1.4 | 양호 | 7.6 | ○ |
| 실시예 4 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분④ : 83 폴리아미드 : 8.5 산화방지제 : 약 5 윤활제 · 기소제: 미량 | 14.0 | 6.51 | 1.2 | 양호 | 6.1 | ○ |
| 실시예 5 | 판상 | 폭 : 8 두께: 1 길이: 10 | 자분⑤ : 83 폴리아미드 : 12 산화방지제 : 약 4 윤활제 · 기소제: 미량 | 18.6 | 7.24 | 1.0 | 양호 | 10.0 | ○ |

표 5에 계속

[표 5]

| | 자석형상 | 자석치수 [mm] | 자석조성 [vol%] | 자기에너지적 (BH)max[MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공급율 [%] | 외관 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|--------|------|----------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 6 | 판상 | 폭 : 8 두께: 1 길이: 10 | 자분⑤ : 81.5 폴리아미드: 9.4 산화방지제: 약 5 윤활제 · 기소제: 미량 | 18.8 | 6.34 | 1.5 | 양호 | 7.1 | ○ |
| 실시예 7 | 판상 | 폭 : 8 두께: 1 길이: 10 | 자분④ : 60 자분⑤ : 23 폴리아미드: 9.5 산화방지제: 약 5 윤활제 · 기소제: 미량 | 19.5 | 7.11 | 1.0 | 양호 | 7.0 | ○ |
| 실시예 8 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분② : 81 액정폴리머: 12.5 산화방지제: 약 5 윤활제: 미량 | 12.2 | 6.39 | 1.5 | 양호 | 8.2 | ○ |
| 실시예 9 | 판상 | 폭 : 8 두께: 1 길이: 10 | 자분④ : 41 자분⑥ : 40 폴리아미드: 12 산화방지제: 약 5 윤활제: 미량 | 19.0 | 6.80 | 1.1 | 양호 | 8.6 | ○ |
| 실시예 10 | 원통상 | 폭 : 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분④ : 82 PPS : 10 산화방지제: 약 6 윤활제 · 기소제: 미량 | 12.9 | 6.42 | 1.5 | 양호 | 9.0 | ○ |

표 6에 계속

[표 6]

| | 자석형상 | 자석치수 [mm] | 자석조성 [vol%] | 자기에너지적 (BH)max[MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공급율 [%] | 외관 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|-----------|------|----------------------------|---|-------------------------|-----------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 11 | 판상 | 폭 : 8 두께: 1 길이: 10 | 자분④ : 41 자분⑤ : 21 자분⑥ : 20 PPS : 11 산화방지제: 약 4 윤활제: 미량 | 19.2 | 6.83 | 1.2 | 양호 | 9.3 | ○ |
| 실시예 12 | 판상 | 폭: 8 두께: 1 길이: 10 | 자분④ : 43 자분⑤ : 20 자분⑥ : 20 액정폴리머: 9 산화방지제: 약 6 윤활제: 미량 | 19.4 | 6.79 | 1.3 | 양호 | 8.6 | ○ |
| 실시예 13 | 원통상 | 외경: 18 두께: 0.7 길이: 8 | 자분① : 82 자분⑦ : 21 폴리아미드: 8.5 산화방지제: 5 윤활제 · 기소제: 미량 | 13.1 | 6.42 | 1.3 | 양호 | 6.3 | ○ |
| 비교예 1 원주상 | | | | | | | | | |
| 비교예 2 원통상 | | | | | | | | | |
| 비교예 3 원통상 | | | | | | | | | |

[실시예 14 내지 26, 비교예 4 내지 6]

하기조성 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦의 7 종의 희토류 자석분말과, 상기 A, B, C의 3종의 열가소성 수지 (결합수지)와, 하드라진계 산화방지제(킬레이트화제)와, 스테아린산아연(기소제)과, 실리콘오일(윤활제)을 준비하고, 이들을 하기 표 7에 나타낸 소정의 조합으로 혼합하였다.

다음에, 이 혼합물을, 스크루식 혼련기를 사용하여 하기 표 8 및 표 9에 나타난 조건으로 혼련하고, 얻어진 희토류 본드자석용 조성물(컴파운드)을 사용하여, 표 8 및 표 9에 나타난 성형조건으로 성형하고, 희토류 본드자석을 얻었다. 얻어진 자석의 형상, 치수, 조성, 외관(육안관찰), 여러가지 특성을 하기 표

10, 표11 및 표 12에 나타낸다.

- ① 급냉 Nd₁₂Fe₈₂B₆ 분말(평균입경=19μm)
- ② 급냉 Nd₈Pr₄Fe₈₂B₆ 분말(평균입경=18μm)
- ③ 급냉 Nd₁₂Fe₇₈Co₄B₆ 분말(평균입경=20μm)
- ④ Sm (Co_{0.604}Cu_{0.06}Fe_{0.32}Zr_{0.016})_{8.3} 분말(평균입경=22μm)
- ⑤ Sm₂Fe₁₇N₃ 분말(평균입경=2 μm)
- ⑥ HDDR법에 의한 이방성 Nd₁₃Fe₆₉Co₁₁B₆Ga₁ 분말(평균입경=30μm)
- ⑦ 나노결정 Nd_{5.5}Fe₆₆B_{18.5}Co₅Cr₅ 분말(평균입경=15μm)

또한, 표 10 내지 표 12 중의 기계적강도는, 별도로 외경 15mm, 높이 3mm의 시험편을 무자장에서, 표 8 및 표 9에 나타낸 조건으로 사출성형하고, 이 시험편을 사용하여, 전단편침법에 의해 평가하였다. 또한, 내식성의 평가는, 상기와 같이하여 행하였다.

[표 7]

| 조성 [vol%] | | 조성 [vol%] | |
|-----------|---|-----------|--|
| 실시예 14 | 자분① : 67.6 폴리아미드: 32.4 | 실시예 22 | 자분④ : 50 자분⑤ : 25 폴리아미드: 18 산화방지제: 6 운활제 : 1.0 |
| 실시예 15 | 자분② : 70 폴리아미드: 24 산화방지제: 6 | | |
| 실시예 16 | 자분③ : 72 폴리아미드: 20 산화방지제: 6.5 운활제 : 1.5 | 실시예 23 | 자분③ : 72 PPS : 18 산화방지제: 7.5 운활제 : 1.7 가소제 : 0.8 |
| 실시예 17 | 자분③ : 75 폴리아미드: 15.5 산화방지제: 7 운활제 : 1.8 가소제 : 0.7 | 실시예 24 | 자분④ : 55 자분⑤ : 10 자분⑥ : 5 PPS : 22.5 산화방지제: 7.5 |
| 실시예 18 | 자분④ : 75 폴리아미드: 18 산화방지제: 5 운활제 : 1.5 가소제 : 0.5 | 실시예 25 | 자분④ : 50 자분⑤ : 12 자분⑥ : 10 액정폴리머: 19.5 산화방지제: 7.5 운활제 : 1.0 |
| 실시예 19 | 자분⑤ : 72 폴리아미드: 19 산화방지제: 6 운활제 : 2.0 가소제 : 1.0 | 실시예 26 | 자분③ : 55 자분⑦ : 20 폴리아미드: 15.5 산화방지제: 7 운활제 : 1.8 가소제 : 0.7 |
| 실시예 20 | 자분④ : 57 자분⑤ : 18 폴리아미드: 17 산화방지제: 5.5 운활제 : 1.8 가소제 : 0.7 | 비교예 4 | 자분① : 80 폴리아미드: 20 |
| 실시예 21 | 자분② : 70 액정폴리머: 23.5 산화방지제: 5.5 운활제 : 1.0 | 비교예 5 | 자분① : 78 폴리아미드: 15 산화방지제: 6 운활제 : 1.0 |
| | | 비교예 6 | 자분② : 55 폴리아미드: 45 |

[표 8]

| | 혼련조건 | | 성형조건 | | | | |
|--------|--------------|---------------|------|-----------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| | 혼련온도 [°C] | 혼련강도* [cm] | 성형방법 | 실린더내 온도 [°C] | 사출압력 [kgf/cm ²] | 금형온도 [°C] | 비향자계 [kOe] |
| 실시예 14 | 230 | 20 | 사출성형 | 260 | 50 | 90 | 무자장중 |
| 실시예 15 | 230 | 20 | 사출성형 | 260 | 50 | 90 | 무자장중 |
| 실시예 16 | 230 | 25 | 사출성형 | 260 | 50 | 90 | 무자장중 |
| 실시예 17 | 230 | 30 | 사출성형 | 260 | 60 | 90 | 무자장중 |
| 실시예 18 | 250 | 30 | 사출성형 | 300 | 60 | 90 | 15 |
| 실시예 19 | 240 | 35 | 사출성형 | 270 | 60 | 90 | 15 |
| 실시예 20 | 250 | 25 | 사출성형 | 290 | 60 | 90 | 15 |
| 실시예 21 | 250 | 25 | 사출성형 | 280 | 70 | 90 | 15 |

* : 혼련기에 있어서의 나딩 디스크부의 총길이

표 9에 계속

[표 9]

| | 혼련조건 | | 성형조건 | | | | |
|--------|--------------|---------------|------|-----------------|--------------------------------|--------------|---------------|
| | 혼련온도 [°C] | 혼련강도* [cm] | 성형방법 | 실린더내 온도 [°C] | 사출압력 [kgf/cm ²] | 금형온도 [°C] | 비향자계 [kOe] |
| 실시예 22 | 240 | 25 | 사출성형 | 290 | 60 | 90 | 18 |
| 실시예 23 | 300 | 30 | 사출성형 | 320 | 80 | 90 | 무자장중 |
| 실시예 24 | 300 | 30 | 사출성형 | 320 | 80 | 90 | 18 |
| 실시예 25 | 250 | 25 | 사출성형 | 280 | 70 | 90 | 18 |
| 실시예 26 | 230 | 20 | 사출성형 | 260 | 50 | 90 | 무자장중 |
| 비교예 4 | 230 | 30 | 사출성형 | 혼련 불능 | | | 무자장중 |
| 비교예 5 | 230 | 30 | 사출성형 | 성형 불능 | | | 무자장중 |
| 비교예 6 | 230 | 10 | 사출성형 | 260 | 40 | 90 | 무자장중 |

* : 혼련기에 있어서의 나딩 디스크부의 총길이

[표 10]

| | 자석형상 | 자석좌수 [mm] | 자석조성 [vol%] | 자기에너지적 (BH) _{max} [MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공공율 [%] | 회전 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|--------|------|-----------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 14 | 원통상 | 외경: 20 두께: 1.0 길이: 10 | 자분① : 68 폴리아이드: 32 | 64 | 6.38 | 1.4 | 양호 | 6.6 | 0 |
| 실시예 15 | 원통상 | 외경: 20 두께: 1.0 길이: 10 | 자분② : 72 폴리아이드: 25 산화방지제: 약 2 | 75 | 5.58 | 1.1 | 양호 | 7.8 | 0 |
| 실시예 16 | 원통상 | 외경: 20 두께: 1.0 길이: 10 | 자분③ : 74 폴리아이드: 21 산화방지제: 약 4 운활제: 미량 | 83 | 5.70 | 1.1 | 양호 | 7.4 | 0 |
| 실시예 17 | 원통상 | 외경: 20 두께: 1.0 길이: 10 | 자분④ : 77 폴리아이드: 16 산화방지제: 약 5 운활제·기소제: 미량 | 90 | 5.87 | 1.2 | 양호 | 5.5 | 0 |
| 실시예 18 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분④ : 76 폴리아이드: 19 산화방지제: 약 3 운활제·기소제: 미량 | 15.6 | 7.03 | 1.3 | 양호 | 5.7 | 0 |

표 11에 계속

[표 11]

| | 자석형상 | 자석치수 [mm] | 자석조성 [wt%] | 자기에너지적 (BH)max[MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공공률 [%] | 외관 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|--------|------|----------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 19 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 73 자분② : 10 플리아이드: 약 4 산화방지제: 약 4 윤활제: 기소제: 미첨 | 14.8 | 5.75 | 1.2 | 양호 | 5.2 | ○ |
| 실시예 20 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 68 자분② : 19 플리아이드: 18 산화방지제: 약 3 윤활제: 기소제: 미첨 | 16.2 | 7.05 | 1.1 | 양호 | 5.0 | ○ |
| 실시예 21 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 72 자분② : 24 액정플리미: 24 산화방지제: 약 3 윤활제: 미첨 | 7.3 | 5.61 | 1.2 | 양호 | 8.1 | ○ |
| 실시예 22 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 51 자분② : 26 플리아이드: 18.5 산화방지제: 약 3.5 윤활제: 미첨 | 15.6 | 6.99 | 1.3 | 양호 | 8.0 | ○ |
| 실시예 23 | 원통상 | 외경: 20 두께: 10 길이: 10 | 자분① : 73 PES : 18 산화방지제: 약 5 윤활제: 기소제: 미첨 | 7.9 | 6.73 | 1.2 | 양호 | 8.2 | ○ |

표12에 계속

[표 12]

| | 자석형상 | 자석치수 [mm] | 자석조성 [wt%] | 자기에너지적 (BH)max[MGOe] | 밀도 ρ [g/cm ³] | 공공률 [%] | 외관 | 기계적강도 [kgf/mm ²] | 내식성 |
|-----------|------|----------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|------------|----|---------------------------------|-----|
| 실시예 24 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 56 자분② : 11 자분③ : 5 PMS : 22 산화방지제: 약 5 | 13.4 | 6.06 | 1.1 | 양호 | 8.3 | ○ |
| 실시예 25 | 원주상 | 외경: 15 길이: 10 | 자분① : 51 자분② : 12 자분③ : 11 액정플리미: 20 산화방지제: 약 5 기소제: 미첨 | 14.1 | 6.82 | 1.2 | 양호 | 6.0 | ○ |
| 실시예 26 | 원통상 | 외경: 20 두께: 10 길이: 10 | 자분① : 57 자분② : 20 플리아이드: 16 산화방지제: 5 윤활제: 기소제: 미첨 | 8.3 | 5.83 | 1.2 | 양호 | 5.6 | ○ |
| 비교예 1 원주상 | | | | | | | | | |
| 비교예 2 | 원통상 | - | - | 실험불능 때문에 측정할 수 없음 | | | | | |
| 비교예 3 | 원통상 | 외경: 20 두께: 10 길이: 10 | 자분① : 55 플리아이드: 44 | 4.5 | 4.72 | 1.0 | 양호 | 4.3 | △ |

다음에, 상기 결과의 고찰을 행한다.

각 표 4 내지 6, 10 내지 12에 나타낸 바와 같이, 실시예 1 내지 26의 희토류 본드자석은, 어느것이나, 성형성이 우수하고, 또한, 공공률이 낮고, 기계적 강도가 높고, 자기특성(자기에너지적) 및 내식성이 우수한 것이 확인되었다.

이것에 대하여, 비교예 1 및 4의 희토류 본드자석은, 희토류 자석분말의 함유량이 지나치게 많기 때문에, 희토류 본드자석용 조성물의 혼련이 불가능하였다.

또한, 비교예 2 및 5에서는, 산화방지제 및 윤활제를 첨가했기 때문에, 희토류 본드자석용 조성물의 혼련은 가능하지만, 역시 희토류 자석분말의 함유량이 지나치게 많기 때문에, 성형이 불가능하였다.

또한, 비교예 3에서는, 자석의 외면으로 수지가 스며나가기 시작한다고 하는 이상이 발생하였다.

또한, 비교예 6의 희토류 본드자석은, 성형성은 양호하지만, 희토류 자석분말의 함유량이 지나치게 적기 때문에, 자기특성(자기에너지적)이 뒤떨어지고 있다.

발명의 효과

이상 기술한 것으로부터 이해되는 것같이, 본 발명에 의하면, 자석의 형상이라든지 치수에 대한 자유도가 넓고, 치수정밀도가 높고, 생산성이 높아 대량생산에 알맞는다고 하는 압출성형의 이점을 가지면서, 적은 결합수지량으로, 성형성, 내식성이 우수하고, 기계적 강도가 높고, 자기특성이 우수한 희토류 본드자석을 제공할 수 있다.

또한, 본 발명에 의하면, 자석의 형상이라든지 치수에 대한 자유도가 더욱 넓고, 치수정밀도가 높고, 성형사이클이 짧다고 하는 사출성형의 이점을 가지면서, 적은 결합수지량으로, 성형성, 내식성이 우수하고, 기계적 강도가 높고, 자기특성이 우수한 희토류 본드자석을 제공할 수 있다.

(57) 청구항의 범위

청구항 1

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화 방지제를 포함하는 희토류 자석 조성물로부터 압출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 78.1 내지 83 vol%이고 상기 희토류 본드 자석은 공공율(void ratio)이 2 vol%이하이므로 여러 가지 다른 형상 및 크기의 자석이 형성되도록 압출성형중 우수한 유동성을 가지며 고자기 에너지적을 가져오고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 융점이 400°C이하인 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 폴리아미드 수지, 액정폴리머, 폴리페닐렌 설파이드 수지로 구성되는 군으로부터 선택되는 수지인 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 희토류 자석분말은,

주성분으로서 Sm을 포함하는 희토류 원소와 주성분으로 Co를 포함하는 천이금속을 포함하는 제 1 의 조성과,

Y를 포함하는 희토류 원소중 1 종 이상의 R과, 주성분으로서 Fe포함하는 천이금속과, B를 포함하는 제 2 의 조성 및

주성분으로서 Sm을 포함하는 희토류 원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이금속과, 주성분으로서 N을 포함하는 격자간 원소를 포함하는 제 3 의 조성으로 구성되는 군으로부터 선택된 1 종 이상의 조성을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 희토류 자석분말은 조성 또는 평균입경이 다른 2종 이상의 희토류 자석분말을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 6

희토류 자석분말과 열가소성 수지를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물을 사용하고, 압출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 78.1 내지 83 vol%이고, 상기 자석이 8 MG0e이상의 자기에너지적(BH)_{max}을 가지도록 상기 희토류 본드 자석은 무자장중에서 성형되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 7

희토류 자석분말과 열가소성 수지를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물을 사용하고, 압출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 78.1 내지 83 vol%이고, 상기 자석이 12 MG0e이상의 자기에너지적(BH)_{max}을 가지도록 상기 희토류 본드자석은 자장중에서 성형되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 8

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화 방지제를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물로부터 사출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 68 내지 76 vol%이고 상기 희토류 본드 자석은 공공율이 2 vol%이하이므로 여러 가지 다른 형상 및 크기의 자석이 형성되도록 압출성형중 우수한 유동성을 가지며 고자기에너지적을 가져오고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 융점이 400°C이하인 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 열가소성 수지는 폴리아미드 수지, 액정폴리머 및 폴리페닐렌 설파이드 수지로

구성되는 군으로부터 선택되는 수지인 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 희토류 자석분말은,

주성분으로서 Sm을 포함하는 희토류 원소와 주성분으로 Co를 포함하는 천이금속을 포함하는 제 1 의 조성과,

Y를 포함하는 희토류 원소중 1 종 이상의 R과, 주성분으로서 Fe포함하는 천이금속과, B를 포함하는 제 2 의 조성 및

주성분으로서 Sm을 포함하는 희토류 원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이금속과, 주성분으로서 N을 포함하는 격자간 원소를 포함하는 제 3 의 조성으로 구성되는 군으로부터 선택된 1 종 이상의 조성을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 상기 희토류 자석분말은 조성 또는 평균입경이 다른 2종 이상의 희토류 자석분말을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 13

희토류 자석분말과 열가소성 수지를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물을 사용하고, 사출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 68 내지 76 vol%이고, 상기 자석이 6 MG0e이상의 자기에너지적(BH)max을 가지도록 상기 희토류 본드자석은 무자장중에서 성형되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 14

희토류 자석분말과 열가소성 수지를 포함하는 희토류 본드자석용 조성물을 사용하고, 사출성형에 의해 제조되는 희토류 본드자석으로서,

희토류 본드자석중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 68 내지 76 vol%이고, 상기 자석이 10 MG0e이상의 자기에너지적(BH)max을 가지도록 상기 희토류 본드자석은 자장중에서 성형되는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석.

청구항 15

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화 방지제를 포함하며, 압출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 압출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성을 중의 상기 희토류 자석분말의 함유량이 77.6 내지 82.5 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 산화방지제는 자석분말표면을 불활성화시키는 퀼레이트화제인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 희토류 자석 조성물중의 상기 산화방지제의 함유량은 2.0 내지 12.0 vol%인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 희토류 자석 조성물은 가소제 및 윤활제중 1종 이상을 부가로 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 19

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 압출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 압출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성을 중의 상기 열가소성 수지와 상기 산화방지제의 합계 함유량이 15.0 내지 22.4 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 산화방지제는 자석분말표면을 불활성화시키는 키크레이트화제이고, 그 함유량은 2.0 내지 12.0 vol%인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 21

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 사출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 사출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성을 종의 상기 희토류 자석 분말의 함유량이 67.6 내지 75.5 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 22

제 21 항에 있어서, 상기 산화방지제는 자석분말표면을 불활성화시키는 키크레이트화제인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 23

제 21 항에 있어서, 상기 희토류 자석 조성물중의 상기 산화방지제의 함유량은 2.0 내지 12.0 vol%인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 24

제 21 항에 있어서, 상기 희토류 자석 조성물은 가소제 및 윤활제중 1종 이상을 부가로 함유하는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 25

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 상기 희토류 자석 분말과 상기 열가소성 수지의 산화를 방지하기 위한 산화방지제를 포함하며, 사출성형에 사용되는 희토류 자석 조성물로서,

조성물이 사출성형중 우수한 유동성을 가지도록 상기 희토류 자석 조성을 종의 상기 열가소성 수지와 상기 산화방지제의 합계 함유량이 24.5 내지 32.4 vol%이므로 고자기에너지를 가진 여러 가지 다른 형상 및 크기의 이방성 자석이 만들어지도록 허용하고, 상기 희토류 자석 분말은:

(1) Y를 포함하는 희토류 원소중 1종 이상의 R과, (2) 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 (3) B를 포함하는 제 1 조성과;

주성분으로서 Sm을 함유하는 희토류원소와, 주성분으로서 Fe를 포함하는 천이 금속 및 주성분으로서 N을 함유하는 격자간 원소를 포함하는 제 2 조성을 포함하는 군으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 산화방지제는 자석분말표면을 불활성화시키는 키크레이트화제이고, 그 함유량은 2.0 내지 12.0 vol%인 것을 특징으로 하는 희토류 자석 조성물.

청구항 27

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 산화 방지제를 포함하며, 상기 희토류 자석분말의 함유량이 77.6 내지 82.5 vol%인 희토류 자석 조성물을 혼련하는 공정과,

상기 혼련물을 특정 자석형상으로 압출성형하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석의 제조방법.

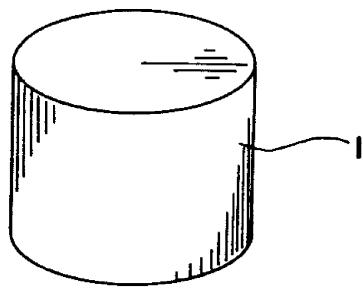
청구항 28

희토류 자석분말, 열가소성 수지 및 산화방지제를 포함하며, 상기 희토류 자석분말의 함유량이 67.6 내지 75.5 vol%인 희토류 본드자석용 조성물을 혼련하는 공정과,

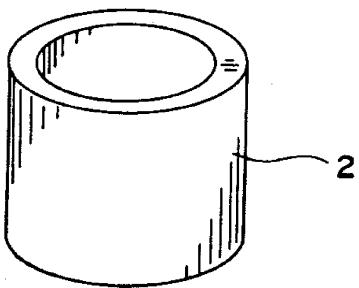
상기 혼련물을 특정 자석형상으로 사출성형하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 희토류 본드자석의 제조방법.

도면

도면 1a



도면 1b



도면 1c

