



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년08월24일  
 (11) 등록번호 10-1133775  
 (24) 등록일자 2012년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 C22C 23/00 (2006.01) C22C 23/02 (2006.01)  
 B22D 21/04 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2009-0088959  
 (22) 출원일자 2009년09월21일  
 심사청구일자 2009년09월21일  
 (65) 공개번호 10-2011-0031629  
 (43) 공개일자 2011년03월29일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP11001737 A\*  
 KR100860091 B1\*  
 KR1020070027642 A\*  
 KR1020080069377 A\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
 한국생산기술연구원  
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89  
 (72) 발명자  
 김세광  
 서울특별시 금천구 금하로 793, 벽산1단지아파트  
 112동 1903호 (시흥동)  
 서정호  
 경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 503동  
 1305호 (상남동, 성원아파트)  
 김인경  
 충청북도 충주시 국원초1길 48, 엘리시아아파트  
 104동 1206호 (안림동)  
 (74) 대리인  
 서경민, 서만규

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 소현영

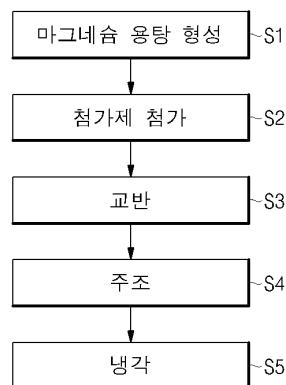
(54) 발명의 명칭 **마그네슘 모합금, 이의 제조 방법, 이를 이용한 금속 합금, 및 이의 제조 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 마그네슘 모합금, 이의 제조 방법, 이를 이용한 금속 합금, 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 해결하고자 하는 기술적 과제는 산화 특성 및 발화 특성이 개선된 마그네슘 모합금 및 이의 제조 방법을 제공하고, 이를 이용하여 저비용으로 설계 목적에 적합한 금속 합금 및 이의 제조 방법을 제공하는데 있다.

이를 위해 본 발명은 다수의 마그네슘 결정립과, 마그네슘 결정립의 내부에 고용된 스칸듐 또는 마그네슘 결정립의 내부가 아닌 외부로서 결정립계에 존재하는 스칸듐 화합물을 포함하여 이루어진 마그네슘 모합금을 제공한다. 또한, 본 발명은 위와 같이 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금을 마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금에 첨가함으로써, 저비용으로 설계 목적에 적합한 금속 합금 및 이의 제조 방법을 제공한다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

다수의 마그네슘 결정립; 및,  
 상기 마그네슘 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함하고,  
 상기 스칸듐(Sc)은 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )으로부터 환원된 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
 상기 스칸듐(Sc)은  
 마그네슘 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 존재함을 특징으로 하는 마그네슘 모합금.

**청구항 3**

결정립계를 갖는 다수의 마그네슘-알루미늄 결정립; 및,  
 상기 마그네슘-알루미늄 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 정출(晶出)된 스칸듐 화합물을 포함하고,  
 상기 스칸듐 화합물은 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )으로부터 환원된 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,  
 상기 스칸듐 화합물은  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 인 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금.

**청구항 5**

제 3 항에 있어서,  
 상기 스칸듐 화합물중 스칸듐(Sc)은  
 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 존재함을 특징으로 하는 마그네슘 모합금.

**청구항 6**

마그네슘을 도가니에 넣고 600~800℃의 온도로 용해하여 마그네슘 용탕을 형성하는 마그네슘 용탕 형성 단계;  
 상기 마그네슘 용탕에 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )을 첨가하는 산화 스칸듐 첨가 단계;  
 상기 마그네슘 용탕을 1~400분 동안 교반하는 교반 단계;  
 상기 마그네슘 용탕을 상온~400℃의 주형에 넣어 주조하는 주조 단계; 및,  
 상기 주조된 마그네슘을 냉각하는 냉각 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금의 제조 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,  
 상기 마그네슘 용탕 형성 단계에서  
 상기 마그네슘은 순수 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄인 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금의 제조 방법.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

상기 산화 스칸듐 첨가 단계에서 첨가되는 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )은

순수 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부인 것을 특징으로 하는 마그네슘 모합금의 제조 방법.

**청구항 9**

결정립계를 갖는 다수의 금속 결정립; 및,

상기 금속 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함하거나, 금속 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 존재하는 스칸듐 화합물을 포함하고,

상기 스칸듐(Sc) 또는 상기 스칸듐 화합물은 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )으로부터 환원된 것을 특징으로 하는 금속 합금.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 금속은 AZ91D, AM20, AM30, AM50, AM60, AZ31, AZ61, AZ80, AS41, AS31, AS21X, AE42, AE44, AX51, AX52, AJ50X, AJ52X, AJ62X, MRI153, MRI230, AM-HP2, Mg-Al, Mg-Al-Re, Mg-Al-Sn, Mg-Zn-Sn, Mg-Si 및 Mg-Zn-Y 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 금속 합금.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

상기 금속은 1000 계열, 2000 계열, 3000 계열, 4000 계열, 5000 계열, 6000 계열, 7000 계열 및 8000 계열의 소성 가공용(Wrought) 알루미늄 또는 100 계열, 200 계열, 300 계열, 400 계열, 500 계열 및 700 계열 주조용(Casting) 알루미늄 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 금속 합금

**청구항 12**

제 9 항에 있어서,

상기 스칸듐 화합물은  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 인 것을 특징으로 하는 금속 합금.

**청구항 13**

제 9 항에 있어서,

상기 금속 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc) 또는 상기 스칸듐 화합물중에서 상기 스칸듐(Sc)은 금속 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부 존재함을 특징으로 하는 금속 합금.

**청구항 14**

금속 용탕을 형성하는 금속 용탕 형성 단계;

상기 금속 용탕에 고용된 스칸듐 또는 스칸듐 화합물을 갖는 마그네슘 모합금을 첨가하는 마그네슘 모합금 첨가 단계;

상기 금속 용탕을 1분 ~ 400분 동안 교반하는 교반 단계;

상기 금속 용탕을 상온~400℃의 주형에 넣어 주조하는 주조 단계; 및,

상기 주조된 금속을 냉각하는 냉각 단계를 포함하고,

상기 마그네슘 모합금 첨가 단계에서 이용된 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금은 순수 마그네슘 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것이거나,

마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것이거나,

순수 마그네슘 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것과, 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것을 특징으로 하는 금속 합금의 제조 방법.

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

제 14 항에 있어서,

상기 금속 용탕은

AZ91D, AM20, AM30, AM50, AM60, AZ31, AZ61, AZ80, AS41, AS31, AS21X, AE42, AE44, AX51, AX52, AJ50X, AJ52X, AJ62X, MRI153, MRI230, AM-HP2, Mg-Al, Mg-Al-Re, Mg-Al-Sn, Mg-Zn-Sn, Mg-Si 및 Mg-Zn-Y 중에서 선택된 어느 하나로 형성됨을 특징으로 하는 금속 합금의 제조 방법.

**청구항 20**

제 14 항에 있어서,

상기 금속 용탕은

1000 계열, 2000 계열, 3000 계열, 4000 계열, 5000 계열, 6000 계열, 7000 계열 및 8000 계열 소성 가공용(Wrought) 알루미늄 또는 100 계열, 200 계열, 300 계열, 400 계열, 500 계열 및 700 계열 주조용(Casting) 알루미늄 중에서 선택된 어느 하나로 형성됨을 특징으로 하는 금속 합금의 제조 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 마그네슘 모합금, 이의 제조 방법, 이를 이용한 금속 합금, 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 현재 초고경도 알루미늄 합금(예를 들면, 2000계, 5000계, 6000계 및 7000계 등)에는 경도, 내부식성 및 용접성과 같은 합금 특성이 우수해지도록 스칸듐(Sc)을 첨가 원소로 사용하는 기술이 연구되고 있다. 이와 같이 스칸듐(Sc)이 첨가된 알루미늄 합금은 용접성 및 내피로 특성이 요구되는 군수용(예를 들면 전투차량 보강재, 소총 몸체 등)으로 이용되거나, 고경도와 용접성이 요구되는 민수용(고속철도차량, 전동차용 부품 등)으로 이용될 수 있다.

[0003] 그러나, 이러한 스칸듐(Sc)은 희토류로서 지구상에 소량밖에 존재하지 않고, 또한 광물에서 분리하기 어려움으로써, 매우 고가인 단점이 있다.

[0004] 따라서, 저비용의 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 알루미늄 합금에 첨가되는 방법이 고려되고 있다.

[0005] 그러나, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 직접 알루미늄에 첨가되면, 상기 스칸듐의 산화물로 인해 경도, 내부식성 및 용접성과 같은 각종 합금의 특성이 저하되는 문제가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 산화 특성 및 발화 특성이 개선된 마그네슘 포함금 및 이의 제조 방법을 제공하는데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 저비용으로 설계 목적에 적합하고, 경도 특성, 내부식성 및 용접 특성과 같은 합금 특성이 저하되지 않는 금속 합금 및 이의 제조 방법을 제공하는데 있다.

#### 과제 해결수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 의한 마그네슘 포함금은 다수의 마그네슘 결정립; 및, 상기 마그네슘 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함한다.

[0009] 상기 스칸듐(Sc)은 마그네슘 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 존재할 수 있다.

[0010] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 의한 마그네슘 포함금은 결정립계를 갖는 다수의 마그네슘-알루미늄 결정립; 및, 상기 마그네슘-알루미늄 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 정출(晶出)된 스칸듐 화합물을 포함한다.

[0011] 상기 스칸듐 화합물은  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 일 수 있다.

[0012] 상기 스칸듐 화합물중 스칸듐(Sc)은 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 존재할 수 있다.

[0013] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 마그네슘 포함금의 제조 방법은 마그네슘을 도가니에 넣고 600~800℃의 온도로 용해하여 마그네슘 용탕을 형성하는 마그네슘 용탕 형성 단계; 상기 마그네슘 용탕에 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )을 첨가하는 산화 스칸듐 첨가 단계; 상기 마그네슘 용탕을 1~400분 동안 교반하는 교반 단계; 상기 마그네슘 용탕을 상온~400℃의 주형에 넣어 주조하는 주조 단계; 및 상기 주조된 마그네슘을 냉각하는 냉각 단계를 포함한다.

[0014] 상기 마그네슘 용탕 형성 단계에서 상기 마그네슘은 순수 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄일 수 있다.

[0015] 상기 산화 스칸듐 첨가 단계에서 첨가되는 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )은 순수 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부일 수 있다.

[0016] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 의한 금속 합금은 결정립계를 갖는 다수의 금속 결정립; 및 상기 금속 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함하거나 금속 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 존재하는 스칸듐 화합물을 포함한다.

[0017] 상기 금속은 AZ91D, AM20, AM30, AM50, AM60, AZ31, AZ61, AZ80, AS41, AS31, AS21X, AE42, AE44, AX51, AX52, AJ50X, AJ52X, AJ62X, MRI153, MRI230, AM-HP2, Mg-Al, Mg-Al-Re, Mg-Al-Sn, Mg-Zn-Sn, Mg-Si 및 Mg-Zn-Y 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0018] 상기 금속은 1000 계열, 2000 계열, 3000 계열, 4000 계열, 5000 계열, 6000 계열, 7000 계열 및 8000 계열의 소성 가공용(Wrought) 알루미늄 또는 100 계열, 200 계열, 300 계열, 400 계열, 500 계열 및 700 계열 주조용(Casting) 알루미늄 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다.

[0019] 상기 스칸듐 화합물은  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 일 수 있다.

[0020] 상기 금속 결정립의 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc) 또는 상기 스칸듐 화합물중에서 상기 스칸듐(Sc)은 금속 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부 존재할 수 있다.

[0021] 또한, 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 의한 금속 합금의 제조 방법은 금속 용탕을 형성하는 금속 용탕 형성 단계; 상기 금속 용탕에 고용된 스칸듐 또는 스칸듐 화합물을 갖는 마그네슘 포함금을 첨가하는 마그네슘 포함금 첨가 단계; 상기 금속 용탕을 1분 ~ 400분 동안 교반하는 교반 단계; 상기 금속 용탕을 상온~400

℃의 주형에 넣어 주조하는 주조 단계; 및 상기 주조된 금속을 냉각하는 냉각 단계를 포함한다.

- [0022] 상기 마그네슘 모합금 첨가 단계에서 이용된 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금은 금속 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 첨가될 수 있다.
- [0023] 상기 마그네슘 모합금 첨가 단계에서 이용된 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금은 순수 마그네슘 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조될 수 있다.
- [0024] 상기 마그네슘 모합금 첨가 단계에서 이용된 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금은 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조될 수 있다.
- [0025] 상기 마그네슘 모합금 첨가 단계에서 이용된 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금은 순수 마그네슘 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것과, 마그네슘-알루미늄 100중량부에 대하여 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 0.0001 내지 30중량부 첨가되어 제조된 것일 수 있다.
- [0026] 상기 금속 용탕은 AZ91D, AM20, AM30, AM50, AM60, AZ31, AZ61, AZ80, AS41, AS31, AS21X, AE42, AE44, AX51, AX52, AJ50X, AJ52X, AJ62X, MRI153, MRI230, AM-HP2, Mg-Al, Mg-Al-Re, Mg-Al-Sn, Mg-Zn-Sn, Mg-Si 및 Mg-Zn-Y 중에서 선택된 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [0027] 상기 금속 용탕은 1000 계열, 2000 계열, 3000 계열, 4000 계열, 5000 계열, 6000 계열, 7000 계열 및 8000 계열 소성 가공용(Wrought) 알루미늄 또는 100 계열, 200 계열, 300 계열, 400 계열, 500 계열 및 700 계열 주조용(Casting) 알루미늄 중에서 선택된 어느 하나로 형성될 수 있다.

**효과**

- [0028] 상술한 바와 같이, 본 발명은 마그네슘 모합금에 산화 스칸듐이 첨가됨으로써, 마그네슘 모합금의 산화 특성 및 발화 특성이 향상된다. 또한, 본 발명은 상기와 같이 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금이 마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금과 같은 금속 합금에 첨가됨으로써, 금속 합금이 저가로 제조될 수 있으며, 또한 금속 합금의 경도 특성, 내부식성 및 용접 특성과 같은 합금 특성이 저하되지 않는다.
- [0029] 더불어 본 발명에서는 두가지 형태의 모합금(결정립 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함한 마그네슘 모합금 및 스칸듐이 정출(晶出)된 마그네슘 모합금)이 제조됨으로써, 용도나 목적에 알맞은 금속 합금이 제조될 수 있다. 예를 들면, 스칸듐이 고용된 형태의 금속 합금이 필요할 경우 상기 결정립 내부에 스칸듐이 고용된 마그네슘 모합금이 이용될 수 있다. 또한, 스칸듐이 정출된 형태의 금속 합금이 필요할 경우 상기 스칸듐이 정출된 마그네슘 모합금이 이용될 수 있다. 물론, 결정립 내부에 고용(固溶)된 스칸듐(Sc)을 포함한 마그네슘 모합금 및 스칸듐이 정출(晶出)된 마그네슘 모합금이 모두 첨가되어 금속 합금이 제조될 수도 있다. 따라서, 본 발명에 따르면 용도나 목적에 알맞은 금속 합금을 다양한 방법으로 제조할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0030] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0031] 도 1은 본 발명에 따른 마그네슘 모합금의 제조 방법을 도시한 순서도이다.
- [0032] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 마그네슘 모합금의 제조 방법은 마그네슘 용탕 형성 단계(S1), 첨가제 첨가 단계(S2), 교반 단계(S3), 주조 단계(S4) 및 냉각 단계(S5)를 포함한다.
- [0033] 상기 마그네슘 용탕 형성 단계(S1)에서는 마그네슘을 도가니에 넣고 600 내지 800℃로 가열한다. 그러면, 상기 도가니 내의 마그네슘은 용융되어 마그네슘 용탕을 형성한다. 여기서, 상기 온도가 600℃ 미만이면 마그네슘 용탕이 형성되기 어렵고, 온도가 800℃를 초과하면 마그네슘 용탕이 발화할 위험이 있다.
- [0034] 또한, 상기 마그네슘 용탕의 발화를 방지하기 위해 부가적으로 소량의 보호 가스가 제공될 수 있다. 상기 보호 가스는 통상의  $SF_6$ ,  $SO_2$ ,  $CO_2$ , HFC-134a, Novec™612, 비활성기체 및 그 등가물과, 또한 이들의 혼합 가스를 이용하여, 상기 마그네슘의 발화를 억제할 수 있다. 그러나, 본 발명에서 이러한 보호 가스가 반드시 필요한 것은 아니며, 제공되지 않을 수도 있다.

- [0035] 또한, 상기 마그네슘 용탕 형성 단계에서 이용된 마그네슘은 순수 마그네슘, 마그네슘-알루미늄 및 그 등가물 중에서 선택된 어느 하나일 수 있다.
- [0036] 상기 첨가제 첨가 단계(S2)에서는 상기 마그네슘 용탕에 분말 형태의 첨가제를 첨가한다.
- [0037] 여기서, 상기 첨가제 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 고가의 순수 스칸듐(pure Sc)이 아닌 저가의 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ ) 및 그 등가물중에서 선택된 어느 하나일 수 있다. 이러한, 첨가제는 마그네슘 모합금의 산화력은 줄이고, 발화 온도는 높여, 보호 가스의 필요량을 현저히 줄이는 역할을 한다.
- [0038] 상기 첨가제 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 마그네슘 모합금 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 첨가될 수 있다. 상기 첨가제가 0.0001중량부 미만인 경우에는 첨가제에 의한 효과(경도 증가, 산화 감소, 발화 온도 증가 및 보호 가스 감소)가 작을 수 있다. 또한, 상기 첨가제가 30중량부를 초과하게 되면 원래의 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 특성이 나타나지 않을 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 첨가제 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 크기가 0.1~500 $\mu m$ 일 수 있다. 상기 첨가제의 크기가 0.1 $\mu m$  미만인 것은 현실적으로 만들기 어렵고 비용이 많이 든다. 또한, 상기 첨가제의 크기가 500 $\mu m$ 를 초과할 경우에는 상기 첨가제가 상기 마그네슘 용탕과 반응하지 않을 수 있다.
- [0040] 상기 교반 단계(S3)에서는 상기 마그네슘 용탕을 1~400분 동안 교반한다.
- [0041] 여기서 교반 시간이 1분 미만이면 마그네슘 용탕에 첨가제가 충분히 섞이지 않고, 교반 시간이 400분을 초과하면 마그네슘 용탕의 교반 시간이 불필요하게 길어질 수 있다.
- [0042] 여기서, 상기 마그네슘 용탕에 첨가된 첨가제는 산화물 형태로 존재하지 않는다. 예를 들면, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 마그네슘 용탕에 첨가제로 첨가되었을 경우, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )의 형태로 존재하지 않는다. 즉, 상기 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )은 환원된 후 용탕 내 원소들과 반응하여 결정립 내부에 스칸듐이 고용(固溶)되어 합금 형태로 존재하거나, 또는 정출(晶出)되어 화합물 형태로 존재한다.
- [0043] 통상적으로 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 마그네슘보다 열역학적으로 안정하기 때문에, 마그네슘 용탕내에서 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 환원되지 않을 것으로 예상된다. 그러나 본 발명자들에 의한 실험에 따르면, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 마그네슘 용탕내에서 환원되는 것으로 밝혀졌다. 환원 메카니즘은 아직 밝혀지지 않고 있으며, 따라서 상기 환원 메카니즘을 규명하기 위한 연구가 본 발명자들에 의해 계속 진행 중에 있다.
- [0044] 실질적으로 순수 마그네슘에 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 첨가되었을 경우, 순수 마그네슘에 스칸듐(Sc)이 고용된다. 즉, 스칸듐이 마그네슘과 함께 합금 원소를 이룬다. 또한, 마그네슘-알루미늄에 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )이 첨가되었을 경우, 마그네슘-알루미늄의 결정립계에 스칸듐 화합물이 정출(晶出)된다. 즉, 스칸듐이 마그네슘과 함께 합금 원소를 이루지 않고 스칸듐 화합물 형태를 한다. 여기서, 스칸듐 화합물은 통상  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 의 형태이다.
- [0045] 물론, 첨가제를 이루는 나머지 원소( $O_2$ )는 모두 마그네슘 용탕의 표면에 부유하게 되며, 이는 수동 또는 자동 설비에 의해 제거될 수 있다.
- [0046] 상기 주조 단계(S4)에서는 상기 마그네슘 용탕을 상온(예를 들면, 25 $^{\circ}C$ )~400 $^{\circ}C$ 의 주형에 넣어 주조한다.
- [0047] 여기서, 상기 주형은 금형, 세라믹형, 그라파이트형 및 그 등가물 중에서 선택된 어느 하나를 이용할 수 있다. 또한, 주조 방식은 중력 주조, 연속 주조 및 그 등가 방식이 가능하다. 그러나 여기서 상기 주형의 종류 및 상기 주조의 방식을 한정하는 것은 아니다.
- [0048] 상기 냉각 단계(S5)에서는 상기 주형을 상온으로 냉각시킨 후 주형에서 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄(eg. 잉곳)을 꺼낸다.

- [0049] 여기서, 상기와 같은 방법으로 제조된 마그네슘 모합금은 아래에서 설명하겠지만 결정립계를 갖는 다수의 마그네슘 결정립과, 상기 마그네슘 결정립의 내부에 고용된 스칸듐(Sc)을 포함하거나 또는 상기 마그네슘 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 존재하는 스칸듐 화합물로 이루어질 수 있다.
- [0050] 도 2는 순수 마그네슘에 산화 스칸듐이 첨가되어 스칸듐이 고용된 상태를 도시한 조직 사진이다. 일례로 상기 조직 사진은 순수 마그네슘에 0.5%의 산화 스칸듐이 첨가되어 얻어진 것이다.
- [0051] 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명에 따라 제조된 마그네슘 모합금(100)은 다수의 마그네슘 결정립(110)과, 상기 마그네슘의 결정립(110)의 내부에 고용된 스칸듐을 포함한다. 여기서, 실질적으로 상기 스칸듐은 마그네슘 결정립(110)과 구별되지 않는다. 왜냐하면, 스칸듐이 마그네슘과 함께 합금을 이루기 때문이다.
- [0052] 이와 같이 하여, 순수 마그네슘에 비하여 산화 스칸듐이 첨가되어 제조된 마그네슘 모합금의 경도 특성이 향상된다. 더불어, 상기 스칸듐은 마그네슘 모합금의 원래 조성비를 변화시키지 않고, 또한 마그네슘 모합금의 재활용을 위한 처리 동안 소멸되지 않음으로써, 마그네슘 모합금의 재활용성을 크게 향상시킨다. 즉, 일례로 마그네슘 모합금의 재활용시 다시 스칸듐 또는 산화 스칸듐을 넣어줄 필요가 없다.
- [0053] 또한, 상기 산화 스칸듐은 마그네슘 100중량부에 0.0001 내지 30중량부가 첨가되어 제조될 수 있다. 또한, 상기 산화 스칸듐은 크기가 0.1~500 $\mu$ m일 수 있다. 이러한 수치 범위의 의미는 이미 위에서 설명하였다.
- [0054] 도 3은 마그네슘-알루미늄에 산화 스칸듐이 첨가되어 스칸듐 화합물이 정출된 상태를 도시한 조직 사진이다. 일례로 상기 조직 사진은 마그네슘-알루미늄(Mg-3Al)에 0.5%의 산화 스칸듐이 첨가되어 얻어진 것이다.
- [0055] 도 3에 도시된 바와 같이 본 발명에 따라 제조된 마그네슘 모합금(200)은 다수의 마그네슘-알루미늄 결정립(210)과, 스칸듐 화합물(211)을 포함한다.
- [0056] 상기 다수의 마그네슘-알루미늄 결정립(210)은 결정립계를 가지며, 상기 스칸듐 화합물(211)은 상기 마그네슘-알루미늄 결정립(210)의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 존재한다. 여기서, 상기 스칸듐 화합물(211)은 Al<sub>2</sub>Sc, AlSc 또는 Al<sub>3</sub>Sc의 형태를 한다. 즉, 상기 스칸듐은 마그네슘과 함께 합금을 이루지 않는다.
- [0057] 이와 같이 하여, 마그네슘 모합금(200)은 아래에서 설명하겠지만 경도 특성이 향상된다. 또한 스칸듐은 마그네슘 모합금의 원래 조성비를 변화시키지 않고, 마그네슘 모합금의 재활용을 위한 처리 동안 소멸되지 않음으로써, 마그네슘 모합금의 재활용성을 크게 향상시킨다. 일례로 마그네슘 모합금의 재활용시 다시 스칸듐 또는 산화 스칸듐을 넣어줄 필요가 없다.
- [0058] 또한, 상기 스칸듐 화합물(211)은 마그네슘-알루미늄 100중량부에 0.0001 내지 30중량부가 첨가될 수 있다. 또한, 상기 스칸듐 화합물(211)은 크기가 0.1~500 $\mu$ m일 수 있다. 이러한 수치 범위의 의미는 이미 위에서 설명하였다.
- [0059] 한편, 이러한 마그네슘 모합금은 난연 합금, 캐스팅 합금(casting alloy), 러트 합금(wrought alloy), 크립 합금(creep alloy), 댐핑 합금(damping alloy), 분해 가능한 바이오 합금(degradable bio alloy) 및 파우더 메탈러지(powder metallurgy)중에서 선택된 적어도 어느 하나로 이용될 수 있다.
- [0060] 일례로, 상기 캐스팅 합금은 AZ91D, AM20, AM50, AM60에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0061] 상기 러트 합금은 AZ31, AM30, AZ61, AZ80에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0062] 상기 크립 합금은 Mg-Al, Mg-Al-Re에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다. 더불어, 상기 크립 합금은 Mg-Al-Sn 또는 Mg-Zn-Sn에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0063] 상기 댐핑 합금은 순수 Mg, Mg-Si, SiCp/Mg에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0064] 상기 분해 가능한 바이오 합금은 순수 Mg에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0065] 상기 파우더 메탈러지는 Mg-Zn-(Y)에 산화 스칸듐을 혼합하여 형성한 것일 수 있다.
- [0066] 물론, 상기 모든 합금에는 최종적으로 산화 스칸듐에서 O<sub>2</sub>가 제거된 스칸듐만이 결정립계에 정출되어 존재하



거나, 또는 결정립계의 내부에 고용되어 존재한다.

- [0067] 도 4는 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 순수 마그네슘 사이의 경도 비교 결과를 도시한 그래프이다. 도 4에서 X축은 순수 마그네슘, 및 산화 스칸듐 0.5%가 첨가된 마그네슘이고, Y축은 경도값(HR)이다.
- [0068] 도 4에 도시된 바와 같이 마그네슘 모합금의 제조 공정중 산화 스칸듐의 첨가되면 경도가 증가함을 알 수 있다. 즉, 산화 스칸듐이 첨가되지 않은 순수 마그네슘의 경도는 대략 HRF41이지만, 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금의 경도는 대략 HRF53까지 상승됨을 알 수 있다.
- [0069] 도 5는 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금 사이의 산화 실험 결과를 도시한 그래프이다. 도 5에서 X축은 경과 시간(min)이고, Y축은 산화량(%)이다. Y축의 기본값은 100으로 설정되어 있다.
- [0070] 도 5에 도시된 바와 같이 순수 마그네슘의 경우 시간이 경과함에 따라 산화가 촉진되어 Y축 값이 증가함을 볼 수 있다. 그러나, 제조 공정중 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 합금의 경우에는 시간이 경과하여도 Y축 값 즉, 산화량이 증가하지 않음을 볼 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 마그네슘 모합금은 시간이 경과하여도 산화되지 않음으로써, 각종 애플리케이션에 안전하다.
- [0071] 도 6은 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금 사이의 발화 실험 결과를 도시한 그래프이다. 도 6에서 X축은 순수 마그네슘, 및 산화 스칸듐 0.5%가 첨가된 마그네슘이고, Y축은 발화 온도(℃)이다.
- [0072] 도 6에 도시된 바와 같이, 제조 공정중 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금의 경우 발화 온도가 증가함을 볼 수 있다. 즉, 산화 스칸듐이 첨가되지 않은 순수 마그네슘의 발화 온도는 대략 600℃이지만, 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금은 발화 온도가 대략 700℃까지 상승됨을 알 수 있다.
- [0073] 도 7은 마그네슘-알루미늄 합금과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘-알루미늄 합금 사이의 경도 비교 결과를 도시한 그래프이다. 도 4에서 X축은 마그네슘-알루미늄 합금, 및 산화 스칸듐 0.5%가 첨가된 마그네슘-알루미늄 합금이고, Y축은 경도값(HR)이다.
- [0074] 도 7에 도시된 바와 같이 마그네슘-알루미늄의 제조 공정중 산화 스칸듐의 첨가되면 경도가 증가함을 알 수 있다. 즉, 산화 스칸듐이 첨가되지 않은 마그네슘-알루미늄 합금의 경도는 대략 HRF50이지만, 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘-알루미늄 합금의 경도는 대략 HRF68까지 상승됨을 알 수 있다.
- [0075] 도 8은 본 발명에 따른 금속 합금의 제조 방법을 도시한 순서도이다.
- [0076] 도 8에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 금속 합금의 제조 방법은 금속 용탕 형성 단계(S11), 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금 첨가 단계(S12), 교반 단계(S13), 주조 단계(S14) 및 냉각 단계(S15)를 포함한다.
- [0077] 상기 금속 용탕 형성 단계(S11)에서는 마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금을 도가니에 넣고 600 내지 800℃로 가열한다. 그러면, 상기 도가니 내의 금속은 용융되어 금속 용탕을 형성한다. 여기서, 상기 온도가 600℃ 미만이면 금속 용탕이 형성되기 어렵고, 온도가 800℃를 초과하면 금속 용탕이 발화할 위험이 있다.
- [0078] 여기서, 일례로 상기 금속은 AZ91D, AM20, AM30, AM50, AM60, AZ31, AZ61, AZ80, AS41, AS31, AS21X, AE42, AE44, AX51, AX52, AJ50X, AJ52X, AJ62X, MRI153, MRI230, AM-HP2, Mg-Al, Mg-Al-Re, Mg-Al-Sn, Mg-Zn-Sn, Mg-Si, Mg-Zn-Y중에서 선택된 어느 하나의 마그네슘 합금일 수 있다.
- [0079] 또한, 상기 금속은 1000 계열, 2000 계열, 3000 계열, 4000 계열, 5000 계열, 6000 계열, 7000 계열 및 8000 계열 소성 가공용(Wrought) 알루미늄 또는 100 계열, 200 계열, 300 계열, 400 계열, 500 계열, 700 계열 주조용(Casting) 알루미늄 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 금속 합금일 수 있다.

[0080] 여기서, 상기 알루미늄 합금에 대해 좀더 구체적으로 설명한다. 알루미늄 합금은 그 사용 용도에 따라 종류도 다양하게 개발되었으며, 알루미늄 합금의 종류는 오늘날 거의 모든 나라에서 미국알루미늄협회(Aluminum Association of America)의 규격을 채택하여 분류하고 있다. 표 1은 합금 계열별로 주요 합금 원소의 구성을 천단위로 보이고 있으며, 각 합금 계열에 다른 개량 원소를 추가로 첨가하여 4자리 숫자를 더 세분화하여 합금명을 붙인다.

[0081] [표 1] 합금계열에 따른 알루미늄의 분류 방법

합금 계열	주요 합금 성분
1000계열 알루미늄	순수한 알루미늄
2000계열 알루미늄	Al-Cu-(Mg)계 알루미늄 합금
3000계열 알루미늄	Al-Mn계 알루미늄 합금
4000계열 알루미늄	Al-Si계 알루미늄 합금
5000계열 알루미늄	Al-Mg계 알루미늄 합금
6000계열 알루미늄	Al-Mg-Si계 알루미늄 합금
7000계열 알루미늄	Al-Zn-Mg-(Cu)계 알루미늄 합금
8000계열 알루미늄	기타

[0082]

[0083] 첫 번째 숫자는 상기와 같이 주요합금원소를 나타내는 합금계열을 표시하고, 두 번째 숫자는 기본합금을 0으로 표시하고 개량한 합금을 1-9라는 숫자로 표시하며 독자적으로 개발한 새로운 합금은 N자를 붙인다. 예로서 2xxx는 Al-Cu계열 알루미늄의 기본 합금이고 21xx-29xx는 Al-Cu계열 기본 합금을 개량한 합금이며 2Nxx는 협회규격이외로 개발한 새로운 합금인 경우이다. 세 번째와 네 번째 숫자는 순수한 알루미늄의 경우 알루미늄의 순도를 표시하며, 합금일 경우 과거에 사용하던 알코아 회사의 합금 이름이다. 예로서 순수 알루미늄의 경우 1080은 알루미늄이 99.80%Al 이상이고 1100은 99.00%Al을 나타낸다.

[0084] 주요 가공 합금의 구성은 아래 표 2에 기재된 바와 같다. 각각의 합금이 가지는 성질은 그 구성 금속 및 함량 뿐만 아니라 가공 방법에 따라서도 크게 달라진다.

[0085] 상기 알루미늄 합금의 주요 구성은 아래 표 2와 같다.

[0086] [표 2] 알루미늄 합금의 주요 구성

등급 번호	첨가금속(원소기호), 단위는 %							용도
	Si	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	기타	
1100		0.12					Si 1%, Fe 다량	금속박판, 주방용기
1350							기타 0.5% 정도	전도물질
2008	0.7	0.9		0.4				자동차용 금속판
2014	0.8	4.4	0.8	0.5				비행기 외부, 트럭 프레임
2024		4.4	0.6	1.5				비행기 외부, 트럭 휠
2036		2.6	0.25	0.45				자동차용 금속판
2090		2.7					Li 2.2, Zr 0.12	비행기용 금속
2091		2.2		1.5			Li 2.0, Zr 0.12	비행기용 금속
2219		6.3	0.3				V 0.1, Zr 0.18, Ti 0.06	우주선용 금속, 용접가능
2519		5.9	0.3	0.2			V 0.1, Zr 0.18	군사장비, 우주선용 금속, 용접가능
3003		0.12	1.1					일반적 용도, 주방용기
3004			1.1	1.0				일반적 용도, 금속 캔
3105			0.6	0.5				건축자재
5052				2.5	0.25			일반적 용도
5083			0.7	4.4	0.15			내열/내압용기
5182			0.35	4.5				금속 캔, 자동차용 금속
5252				2.5				차체 외장용
6009	0.8	0.33	0.33	0.5				자동차용 금속판
6010	1.0	0.33	0.33	0.8				자동차용 금속판
6013	0.8	0.8	0.5	1.0				우주선용 금속
6061	0.6	0.25		1.0	0.20			일반적 목적
6063	0.4			0.7				일반적 목적, 사출형성
6201	0.7			0.8				전도물질
7005			0.45	1.4	0.13	4.5	Zr 0.14	트럭 차체, 열차
7075		1.6		2.5	0.25	5.6		비행기용 금속
7150		2.2		2.3		6.4	Zr 0.12	우주선용 금속
8090		1.3		0.9			Li 2.4, Zr 0.12	우주선용 금속

[0087]

[0088] 상기 마그네슘 모합금 첨가 단계(S12)에서는 상기 금속 용탕에 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금을 첨가한다. 여기서, 상술한 바와 같이 상기 금속 용탕은 마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금임은 이미 위에서 설명하였다.

- [0089] 여기서, 상기 마그네슘 포함금 첨가 단계에서 이용된 것은 고가의 순수 스칸듐(pure Sc)에 비해 저가의 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ ) 및 그 등가물 중에서 선택된 어느 하나가 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄에 첨가되어 제조된 것일 수 있다. 이러한 마그네슘, 마그네슘-알루미늄 및 그 제조 방법에 대해서는 이미 위에서 충분히 설명하였으므로 더 이상의 설명은 생략한다.
- [0090] 이와 같이 하여, 본 발명은 저비용으로 제조한 스칸듐을 갖는 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄 합금을 금속 용탕에 첨가함으로써, 산화 스칸듐을 금속 용탕에 직접 넣을 때의 여러 가지 문제를 해결할 수 있다. 예를 들어, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )을 직접 알루미늄에 첨가하면 산화물로서 합금의 품질을 저하시키는 문제가 있으나, 본 발명에서와 같이 스칸듐(Sc)을 함유하는 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 알루미늄에 첨가함으로써 합금의 품질을 저하시키지 않게 된다. 좀 더 구체적으로 설명하면, 산화 스칸듐( $Sc_2O_3$ )을 직접 알루미늄에 첨가하면, 경도 특성, 내부식성 및 용접 특성의 합금 특성이 저하되지만, 본 발명에서와 같이 이미 스칸듐이 함유된 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 알루미늄에 첨가하면, 경도 특성, 내부식성 및 용접 특성의 합금 특성이 그대로 유지된다.
- [0091] 여기서, 일례로 5000 계열의 금속 합금은 3000 계열의 금속 합금보다 강하며, 형태를 만들어내기가 쉽고, 부식에도 더 강하다. 또한 용접이 가능한 잇점이 있다. 특히, 5182번 합금은 알루미늄 캔의 뚜껑에 사용될 수 있다. 더불어, 5005번과 5083번, 그리고 5052, 5056, 5086번 및 그 변종들은 전기설비, 각종 주방용기, 금속 판, 내압용기, 전파송신탑, 용접구조물, 보트, 화학물질 저장고 등에 널리 사용될 수 있다. 방충망, 못 및 고정기구 등은 대개 5000 계열의 합금으로 만들어질 수 있다. 이와 같은 특성을 갖는 5000 계열의 금속 합금에 상술한 바와 같이 이미 스칸듐이 포함된 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 첨가하게 되면, 저가인 동시에, 경도 특성, 내부식성 및 용접성이 저하되지 않는 알루미늄 합금을 얻게 된다.
- [0092] 한편, 상기 마그네슘 포함금 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 금속 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 첨가될 수 있다. 상기 첨가제가 0.0001중량부 미만인 경우에는 마그네슘에 의한 효과(경도, 내부식성, 용접성)가 작을 수 있다. 또한, 상기 첨가제가 30중량부를 초과하게 되면 원래의 금속 합금의 특성이 나타나지 않을 수 있다.
- [0093] 또한, 상기 마그네슘 포함금 첨가 단계에서 이용된 첨가제의 크기가 0.1~500 $\mu m$ 일 수 있다. 상기 첨가제의 크기가 0.1 $\mu m$  미만인 것은 현실적으로 만들기 어렵고 비용이 많이 든다. 또한, 상기 첨가제의 크기가 500 $\mu m$ 를 초과할 경우에는 상기 마그네슘이 상기 금속 용탕과 반응하지 않을 수 있다.
- [0094] 더불어, 상기 마그네슘-알루미늄 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 금속 합금 100중량부에 대하여 0.0001 내지 30중량부가 첨가될 수 있다. 상기 첨가제가 0.0001중량부 미만인 경우에는 마그네슘에 의한 효과(경도, 내부식성, 용접성)가 작을 수 있다. 또한, 상기 첨가제가 30중량부를 초과하게 되면 원래의 금속 합금의 특성이 나타나지 않을 수 있다.
- [0095] 또한, 상기 마그네슘-알루미늄 첨가 단계에서 이용된 첨가제는 크기가 0.1~500 $\mu m$ 일 수 있다. 상기 첨가제의 크기가 0.1 $\mu m$  미만인 것은 현실적으로 만들기 어렵고 비용이 많이 든다. 또한, 상기 첨가제의 크기가 500 $\mu m$ 를 초과할 경우에는 상기 마그네슘-알루미늄이 상기 금속 용탕과 반응하지 않을 수 있다.
- [0096] 상기 교반 단계(S13)에서는 상기 금속 용탕을 1~400분 동안 교반한다.
- [0097] 여기서 교반 시간이 1분 미만이면 금속 용탕에 첨가제가 충분히 섞이지 않고, 교반 시간이 400분을 초과하면 금속 용탕의 교반 시간이 불필요하게 길어질 수 있다.
- [0098] 여기서, 상기 금속 용탕이 알루미늄일 경우, 그 알루미늄 용탕에 첨가된 마그네슘중 스칸듐은 알루미늄과 스칸듐의 높은 원소 친화력으로 인해  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$  로 존재하게 된다.
- [0099] 또한, 상기와 같은 교반 단계에서 상기  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 는 금속 결정립의 내부에 존재하지 않고, 결정립의 외부 즉, 결정립계에서 금속간 화합물 형태로 존재하게 된다. 즉, 이러한 교반 단계에서 상기  $Al_2Sc$ ,  $AlSc$  또는  $Al_3Sc$ 의 금속 화합물이 형성된다.

[0100] 상기 주조 단계(S14)에서는 상기 금속 용탕을 상온(예를 들면, 25℃)~400℃의 주형에 넣어 주조한다.

[0101] 여기서, 상기 주형은 금형, 세라믹형, 그래파이트형 및 그 등가물 중에서 선택된 어느 하나를 이용할 수 있다. 또한, 주조 방식은 중력 주조, 연속 주조 및 그 등가 방식이 가능하다. 그러나 여기서 상기 주형의 종류 및 상기 주조의 방식을 한정하는 것은 아니다.

[0102] 상기 냉각 단계(S5)에서는 상기 주형을 상온으로 냉각시킨 후 주형에서 금속 합금(eg. 금속 합금 잉곳)을 꺼낸다.

[0103] 여기서, 상기와 같은 방법으로 제조된 금속 합금은 결정립계를 갖는 다수의 금속 결정립과, 상기 금속 결정립의 내부가 아닌 외부로서, 상기 결정립계에 존재하는 금속간 화합물(즉, Al<sub>2</sub>Sc 또는 AlSc 또는 Al<sub>3</sub>Sc)로 이루어진다. 물론, 경우에 따라 순수한 마그네슘과 같은 금속의 경우 스칸듐은 금속 결정립의 내부에 고용(固溶)된 형태를 한다.

[0104] 이와 같이 하여, 본 발명은 마그네슘 모합금(스칸듐을 갖는 마그네슘 또는 스칸듐을 갖는 마그네슘-알루미늄)을 금속 용탕(마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금)에 첨가함으로써, 산화 스칸듐을 금속 용탕에 직접 넣을 때의 여러 가지 문제를 해결할 수 있다. 일례로, 산화 스칸듐(Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)을 직접 알루미늄에 첨가하면 산화물로서 합금의 품질을 저하시키는 문제가 있으나, 본 발명에서와 같이 스칸듐을 함유하는 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 알루미늄에 첨가함으로써 합금의 품질(강도, 내부식성 및 용접성 등)을 저하시키지 않으면서도 저가로 알루미늄 합금을 제조할 수 있다.

[0105] 한편 상기와 같은 방법으로 제조된 알루미늄 합금의 강도 실험 데이터를 아래의 표 3에 기재하였다.

[표 3] 알루미늄 합금의 강도 실험 데이터

7000계열 알루미늄 합금의 강도	Sc 포함	650-700MPa
	Sc 미포함	550-600MPa
5000계열 알루미늄 합금의 강도	Sc 포함	450-500MPa
	Sc 미포함	350-400MPa

[0107]

[0108] 위의 표 3에서와 같이 7000계열의 알루미늄 합금에 상술한 방법으로 스칸듐이 이미 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 첨가하였을 경우, 강도가 550-600MPa에서 650-700MPa로 증가함을 알 수 있다.

[0109] 또한, 위의 표 3에서와 같이 5000계열의 알루미늄 합금에 상술한 방법으로 스칸듐이 이미 첨가된 마그네슘 또는 마그네슘-알루미늄을 첨가하였을 경우, 강도가 350-400MPa에서 450-500MPa로 증가함을 알 수 있다.

[0110] 이와 같이 하여, 본 발명에 따른 금속 합금 및 그 제조 방법에 의하면, 스칸듐을 갖는 마그네슘 모합금이 마그네슘 합금 또는 알루미늄 합금과 같은 금속 합금에 첨가됨으로써, 금속 합금이 저가로 제조되며, 또한 금속 합금의 경도 특성, 내부식성 및 용접 특성과 같은 합금 특성이 저하되지 않는다.

[0111] 더불어 본 발명에서는 금속 결정립의 내부에 스칸듐이 고용된 마그네슘 모합금 형태 또는 결정립계에 스칸듐이 정출된 마그네슘 모합금 형태로 제조됨으로써, 용도나 목적에 알맞는 금속 합금이 쉽게 제조될 수 있다. 예를 들면, 스칸듐이 고용된 형태의 금속 합금이 필요할 경우 상기 금속 결정립의 내부에 스칸듐이 고용된 마그네슘 모합금이 이용될 수 있다. 또한, 스칸듐이 정출된 형태의 금속 합금이 필요할 경우 상기 결정립계에 스칸듐이 정출된 마그네슘 모합금이 이용될 수 있다. 물론, 금속 결정립의 내부에 스칸듐이 고용된 마그네슘 모합금 형태 또는 결정립계에 스칸듐이 정출된 마그네슘 모합금이 모두 첨가되어 금속 합금이 제조될 수도 있다.

[0112] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 마그네슘 모합금, 이의 제조 방법, 이를 이용한 금속 합금, 및 이의 제조 방법을 실시하기 위한 하나의 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것

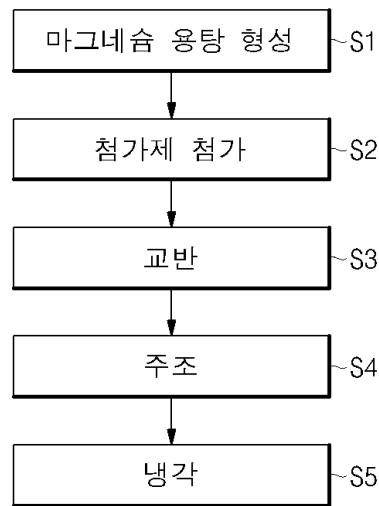
이다.

**도면의 간단한 설명**

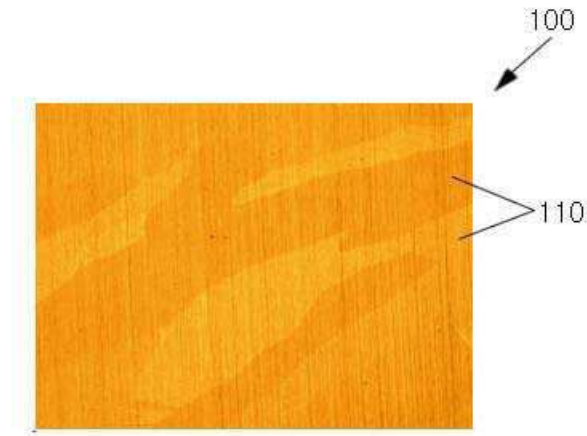
- [0113] 도 1은 본 발명에 따른 마그네슘 모합금의 제조 방법을 도시한 순서도이다.
- [0114] 도 2는 순수 마그네슘에 산화 스칸듐이 첨가되어 스칸듐이 고용된 상태의 마그네슘 모합금을 도시한 조직 사진이다.
- [0115] 도 3은 마그네슘-알루미늄에 산화 스칸듐이 첨가되어 스칸듐이 정출된 상태의 마그네슘 모합금을 도시한 조직 사진이다.
- [0116] 도 4는 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금 사이의 경도 비교 결과를 도시한 그래프이다.
- [0117] 도 5는 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금 사이의 산화 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0118] 도 6은 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금 사이의 발화 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0119] 도 7은 순수 마그네슘과 본 발명에 따라 산화 스칸듐이 첨가된 마그네슘 모합금(마그네슘-알루미늄) 사이의 경도 비교 결과를 도시한 그래프이다.
- [0120] 도 8은 본 발명에 따른 금속 합금의 제조 방법을 도시한 순서도이다.

**도면**

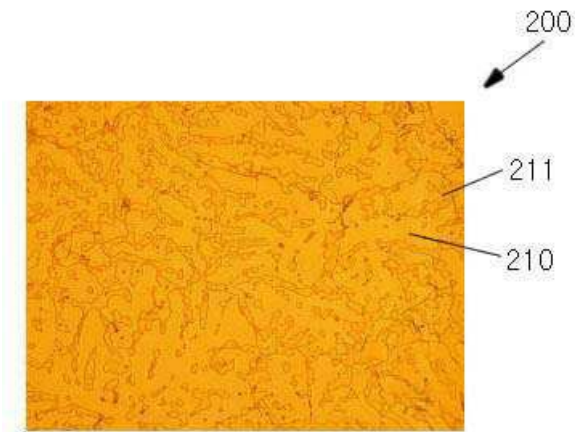
**도면1**



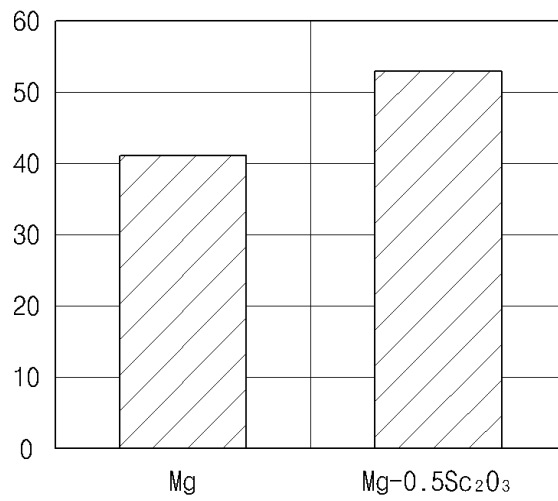
도면2



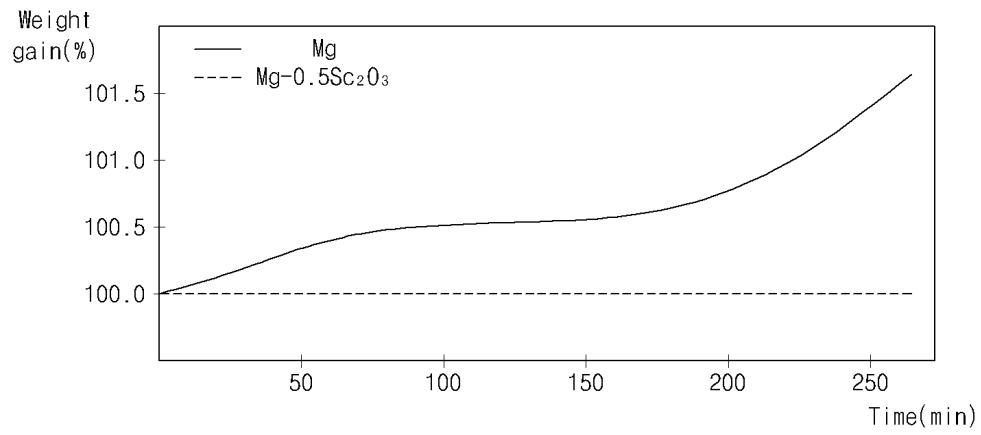
도면3



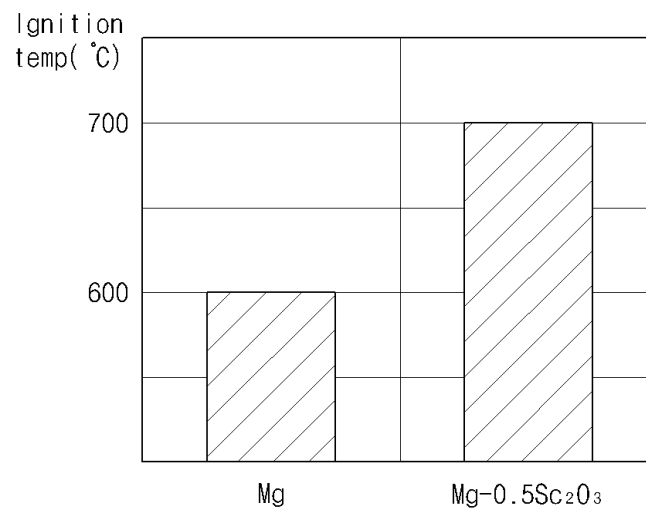
도면4



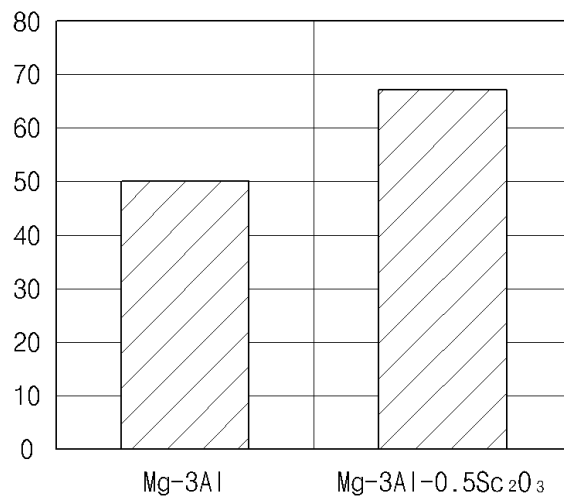
도면5



도면6



도면7



도면8

