

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 4월 18일 (18.04.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/055074 A2

- (51) 국제특허분류:
C22C 21/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/008161
- (22) 국제출원일: 2012년 10월 9일 (09.10.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0103116 2011년 10월 10일 (10.10.2011) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 331-825 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 김기태 (KIM, Ki Tae); 100-763 서울시 중구 신당4동 삼성아파트 105-1901, Seoul (KR). 신계식 (SHIN, Je Sik); 420-020 경기도 부천시 원미구 중동 포도마을아파트 810-1002, Gyeonggi-do (KR). 고세현 (KO, Se Hyun); 446-915 경기도 용인시 기흥구 청덕동 물푸레마을 경남아너스빌 403-1402, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인아이엠 (IAM PATENT FIRM); 463-824 경기도 성남시 분당구 서현동 249-2 기영프라자 501, Gyeonggi-do (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: HIGH HEAT CONDUCTIVITY AL-MG-FE-SI ALLOY FOR DIE CASTING

(54) 발명의 명칭: 다이캐스팅용 고열전도도 Al-Mg-F e-S i 합금

[Fig. 1]



(57) Abstract: The present invention relates to an aluminum alloy for die casting, which has a superior casting property, a fair mechanical characteristic, while also providing superior heat conductivity, and which thus can be applicable to various casting products that require protection against heat. The aluminum alloy, according to the present invention, comprises: 1.0 to 2.0 wt.% of magnesium (Mg); 0.8 to 1.6 wt.% of iron (Fe); 0.5 to 0.9 wt.% of silicon (Si); and a remainder of aluminum (Al) and inevitable impurities.

(57) 요약서: 본 발명은 우수한 주조성과 양호한 기계적 특성을 가지면서 동시에 우수한 열전도도를 얻을 수 있어, 방열특성이 요구되는 각종 구조용 제품에 적용될 수 있는 다이캐스팅용 알루미늄 합금에 관한 것이다. 본 발명에 따른 다이캐스팅용 알루미늄 합금은, 마그네슘 (Mg) 1.0~2.0 중량%, 철(Fe) 0.8~1.6 중량% 및 실리콘(Si) 0.5~0.9 중량%를 포함하고, 나머지는 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물로 이루어진 것을 특징으로 한다.

명세서

발명의 명칭: 다이캐스팅용 고열전도도 Al-Mg-Fe-Si 합금

기술분야

- [1] 본 발명은 다이캐스팅용 고열전도도 알루미늄 합금에 관한 것으로서 특히, 우수한 주조성을 가지면서 동시에 우수한 열전도도를 얻을 수 있는 알루미늄 합금에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 다이캐스팅은 다이 주조라고도 한다. 필요한 주조형상에 완전히 일치하도록 정확하게 기계가공된 강재(鋼製)의 금형(金型)에 용융금속(熔融金屬)을 주입하여 금형과 똑같은 주물을 얻는 정밀주조법이며, 이 주조법을 통해 제조한 제품을 다이캐스트 주물이라고 한다.
- [3] 다이캐스팅 주물은 치수가 정확하므로 다듬질할 필요가 거의 없는 장점 외에 기계적 성질이 우수하며, 대량생산이 가능하다는 특징이 있다. 한편, 다이캐스팅 주조에 이용되는 금속은 일반적으로 아연, 알루미늄, 주석, 구리, 마그네슘 등의 합금이며, 이들 합금은 용융되어 용탕으로 만들어진 후, 공기압, 수압, 유압 등의 가압장치를 통해 다이캐스트 장치의 금형에 주입되어 금속 냉각 응고된다.
- [4] 이러한 과정을 통해 만들어진 다이캐스팅 주조품은 여러 분야에 사용되고 있으며, 특히 자동차부품에 많이 적용되고 있고, 전기기기, 광학기기, 차량, 망직기, 건축, 계측기 등의 부품 제작 등에도 널리 사용되고 있다.
- [5] 한편, 다이캐스팅용 알루미늄 합금으로는 주조성이 우수한 Al-Si계 합금 및 Al-Mg계 합금 등이 주로 사용되고 있다. 그런데 Al-Si계 합금 또는 Al-Mg계 합금의 경우, 주조성은 우수하나 열전도도가 90~140W/mK로 낮기 때문에, 160W/mK 이상의 높은 열전도도를 필요로 하는 전기, 전자 및 자동차용 방열부품에는 사용이 제한되어 왔다.
- [6] 이와 같은 높은 열전도도를 요구하는 방열부품에는, 종래 열전도도가 220W/mK 이상으로 매우 높은 순 알루미늄을 그대로 다이캐스팅한 제품이 전기, 전자제품용 로터 등에 일부 사용되고 있는데, 순 알루미늄은 열전도도는 매우 우수하지만 인장 강도가 낮고 주조성이 좋지 않기 때문에, 열전도도와 함께 우수한 기계적 특성을 요구하는 구조용 부품에까지 적용하기에는 한계가 있다.
- [7] 이에 따라, 전기, 전자 및 자동차용 방열부품 등에 사용하기 위하여 우수한 주조성을 가지면서 동시에 160W/mK 이상의 높은 열전도도를 갖는 다이캐스팅용 알루미늄 합금 개발에 대한 필요성이 절실히 요구되고 있지만, 현재까지는 우수한 주조성을 가지면서 동시에 160W/mK 이상의 열전도도를 갖는 다이캐스팅용 알루미늄 합금이 개발되지 못한 상태이므로, 열전도도가 90~140W/mK인 Al-Si계 합금 및 Al-Mg계 합금 등이 다이캐스팅용 알루미늄

합금으로 사용되고 있는 실정이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로서 마그네슘(Mg)과 철(Fe)을 주 합금원소로 하고 실리콘(Si)의 함량을 조절함으로써, 양호한 주조성 및 기계적 특성과 함께, 160W/mK 이상의 양호한 열전도도를 갖는 다이캐스팅용 알루미늄 합금을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

과제 해결 수단

- [9] 상기의 과제의 해결수단으로 본 발명은, 마그네슘(Mg) 1.0~2.0중량%, 철(Fe) 0.8~1.6중량%, 및 실리콘(Si) 0.5~0.9중량%를 포함하고, 나머지는 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물로 이루어진 다이캐스팅용 알루미늄 합금을 제공한다.
- [10] 또한, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은, 열전도도가 160W/mK 이상이며, 바람직하게는 170W/mK 이상이다.
- [11] 또한, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은, 주조성을 나타내는 다른 지표인 고상온도와 액상온도의 차이인 ΔT 는 70°C 이하이다.
- [12] 또한, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은, 인장강도는 140 MPa 이상이다.
- [13] 또한, 본 발명에 따른 알루미늄 합금은, 미세조직내에 분산된 Fe화합물을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [14] 본 발명에 따른 알루미늄 합금은, 마그네슘(Mg)과 철(Fe)을 주 합금원소로 하면서, 실리콘(Si)의 성분의 제어를 통해, 다이캐스팅 주조법에서 건전한 주물을 얻을 수 있는데 요구되는 주조성을 확보함과 동시에, 160W/mK 이상의 매우 우수한 열전도도와 130MPa 이상의 인장강도를 가져, 높은 열전도도를 요구하면서 상당한 수준의 기계적 강도를 요하는 전기, 전자 및 자동차용 방열부품의 제조에 적합하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [15] 도 1은 본 발명에 따른 알루미늄 합금의 주조성을 평가하기 위한 유동장 측정장치의 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [16] 이하 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 알루미늄 합금에 대하여 상세하게 설명하겠지만 본 발명이 하기의 실시예에 제한되는 것은 아니다. 따라서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 변경할 수 있음은 자명하다.
- [17] 또한, 본 발명의 실시예를 설명하기 위해 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함하는 것을 의미한다.

- [18] 본 발명에 의한 알루미늄 합금은, 마그네슘(Mg), 철(Fe) 및 실리콘(Si)이 합금되어 구성된 다이캐스팅용 고열전도도 알루미늄 합금으로서, 마그네슘(Mg) 1.0~2.0중량%, 철(Fe) 0.5~1.6중량% 및 실리콘(Si) 0.5~0.9중량%을 포함하고, 나머지는 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물로 구성된다.
- [19] 본 발명은 상기 각각의 조성량에 따라서 알루미늄의 주조성을 향상시킬 수 있는 합금원소와 알루미늄 기지 금속에 고용되어 고용강화 효과를 얻을 수 있는 합금원소, 그리고 알루미늄 기지 금속에의 고용도가 매우 낮아서 열전도도 저하를 최소화할 수 있는 합금원소를 복합적으로 첨가함으로써, 우수한 주조성과 기계적 특성을 나타내면서 동시에 160W/mK 이상의 양호한 열전도도를 나타낼 수 있는 다이캐스팅용 고열전도도 알루미늄 합금이다.
- [20] 상기 각 합금원소의 첨가 및 함량 한정 이유는 다음과 같다.
- [21] 마그네슘(Mg)은 알루미늄에 합금원소로 첨가되어 주조성을 향상시키고 고용강화 효과에 따라서 인장강도를 증가시킬 수 있는 원소이다. 본 발명에 의한 다이캐스팅용 알루미늄 합금에는 마그네슘이 1.0~2.0중량% 첨가되는데, 이는 상기 마그네슘의 함량이 1.0중량% 미만이면 주조성이 저하되어 다이캐스팅에 의하여 제품을 성형할 때에 일부 미성형부가 발생하는 주조결합이 생기기 쉽고, 상기 마그네슘의 함량이 2.0중량%를 초과하면 열전도도가 저하되어 160W/mK 이상의 열전도도를 얻을 수 없기 때문이다.
- [22] 철(Fe)은 상온에서 알루미늄에의 고용도가 0.052중량%로서 매우 낮아 주조 후에는 대부분 Al_3Fe 등의 금속간화합물로 정출되기 때문에 알루미늄에 첨가되어 알루미늄의 열전도도 저하를 최소화하면서 강도를 증가시킬 수 있고, 동시에 다이캐스팅에 의하여 알루미늄 합금 제품을 성형할 때에 금형소착을 줄일 수 있도록 하는 합금원소이다. 본 발명에 의한 다이캐스팅용 합금에는 철이 0.5~1.6중량% 첨가되는데, 이는, 상기 철의 함량이 0.5중량% 미만이면 금형소착 방지 효과가 낮아져 다이캐스팅에 의하여 제품을 성형할 때에 일부 금형부위에 제품의 소착현상이 발생하고 기계적 강도도 충분하지 못하게 되고, 상기 철의 함량이 1.6중량% 초과하면 합금내에서 Fe-부화상(Fe-rich상)이 과도하게 정출되어, 합금의 주조성을 저하시키기 때문이다. 보다 바람직한 철의 함량은 1.0~1.2중량%이다.
- [23] 실리콘(Si)은 본 발명에 의한 알루미늄에 합금원소로 첨가되어 주조성을 향상시키고 고용강화 효과에 따라서 인장강도를 증가시킬 수 있는 원소이다. 본 발명에 따른 합금에는 실리콘이 0.5~0.9중량% 첨가된다. 이는 상기 실리콘의 함량이 0.5중량% 미만이면 합금의 주조성이 저하되어 다이캐스팅에 의하여 제품을 성형할 때에 일부 미성형부가 발생되어 주조품의 건전성이 크게 훼손될 수 있고, 상기 실리콘의 함량이 0.9중량% 초과하면 열전도도가 저하되어, 본 발명에서 목적으로 하는 160W/mK 이상의 열전도도를 얻을 수 없기 때문이다. 보다 바람직한 실리콘의 함량은 0.5~0.6중량%이다.
- [24] 불가피한 불순물이란, 본 발명에 의한 합금을 제조하는 과정에서 원료 또는

제조 장치에 의해 의도하지 않게 혼입된 불순물을 의미하며, 이들 불순물 각 성분은 합금 특성에 영향을 주지 않도록 0.1중량% 이하, 바람직하게는 0.01% 이하, 보다 바람직하게는 0.01% 이하가 되도록 유지한다.

[25]

[26] [실시예]

[27] 본 발명의 실시예에 따른 다이캐스팅용 고열전도도 Al-Mg-Fe-Si 합금에 대하여 하기 표 1 및 2를 참조하여, 상세하게 설명한다.

[28] 본 발명자들은 다이캐스팅용 고열전도도 Al-Mg-Fe-Si 합금을 제조하기 위해 하기 표 1에 나타낸 조성을 갖는 합금을, 다이캐스팅 제조시에 통상적으로 사용되는 용융 교반식 알루미늄 합금 제조 방법으로 시험편을 제조하였다.

[29] 표 1

[Table 1]

합금(중량%)		조성(중량%)			
		Mg	Fe	Si	Al
실시예	1	1.07	1.15	0.54	bal.
	2	1.65	1.14	0.56	bal.
	3	1.13	0.56	0.79	bal.
	4	1.27	0.56	0.79	bal.
비교예	1	0.21	1.17	10.20	bal.
	2	0.53	1.11	0.55	bal.
	3	2.5	1.30	0.50	bal.
	4	1.4	0.50	1.4	bal.
	5	1.4	0.7	0.4	bal.
	6	1.5	2.0	0.8	bal.

[30]

[31] 구체적으로, 상기 표 1과 같은 조성이 되도록 알루미늄 합금의 원료를 준비한 후, 전기저항식 용해로에 장입하여 대기 중에서 원료를 용해하여 용탕을 제조한 후에, 금형을 이용하여 주조성 평가를 위한 유동성 시험편을 제조하였고 또한 열전도도, 액상 온도 및 고상 온도 등을 측정하기 위한 특성평가용 시험편을 제조하였다.

[32] 본 발명의 실시예에 따른 합금의 주목적 중 하나인 열전도도에 대해서는, 먼저 제조한 시험편을 도전율 측정기를 이용하여 상온에서 도전율을 측정한 후, 하기 [식 1]의 환산식으로 환산하는 방식을 통해 열전도도를 얻었다.

[33] [식 1]

[34] $K = 5.02\sigma T \times 10^{-9} + 0.03$

[35] (여기서, K는 열전도도, σ 는 도전율, T는 절대온도임)

[36] 또한, 다이캐스팅 주조에 필수적인 주조성 평가를 위해, 합금 용탕을 200°C의 온도로 유지된 폭 12mm, 두께 5mm, 최대길이 780mm의 도 1과 같은 유동성 시험 금형에 주입하고 합금 용탕이 일정한 거리를 유동한 후에 응고된 길이를 측정하는 방법으로 유동장을 측정하였으며, 또한 열분석기를 이용하여 액상 온도 및 고상 온도의 차이를 측정하는 방식으로 고액공존영역의 크기(ΔT)를 측정하였다.

[37] 하기 표 2는 각 합금의 유동장, 열전도도, 액상 온도와 고상 온도 및 그 차이를 평가한 결과를 나타낸 것이다.

[38] 표 2

[Table 2]

합금		유동장(mm)	열전도도(W/mK)	액상온도(°C)	고상온도(°C)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$
실시예	1	780	175	652	618	34
	2	780	167	654	588	66
	3	780	182	656	601	55
	4	780	182	653	598	55
비교예	1	780	95	582	557	74
	2	558	179	655	631	24
	3	-	146	630	585	45
	4	-	147	645	563	82
	5	720	191	652	627	25
	6	520	-	-	-	-

[39]

[40] 상기 표 2에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예(No. 1~4)에 따른 알루미늄 합금들은 모두 열전도도가 165W/mK 이상(나아가서는 175W/mK 이상)으로, 다양한 방열부품에서 요구되는 수준 또는 그 이상의 우수한 열전도도를 가진다.

[41] 또한, 상기 표 2에서 나타낸 유동장과 액상 온도와 고상 온도의 차이인 ΔT 는 합금의 주조성을 평가할 수 있는 주요한 지표인데, 유동장은 클수록 합금의 유동성이 우수한 것을 의미하며 액상 온도와 고상 온도의 차이인 ΔT 는 작을수록 주조성이 우수한 것을 의미한다.

[42] 상기 표 2에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금들은 유동장의 길이가 모두 780mm로, 다이캐스팅용 알루미늄 합금으로 널리 사용되고 있는 Al-Si 합금(ADC 12, 비교예 1)과 비교하여 동등한 수준임을

알 수 있다.

- [43] 또한 본 발명의 실시예 1 내지 4에 따른 알루미늄 합금의 액상 온도와 고상 온도의 차이 ΔT 는 70°C 이하로, 다이캐스팅용 알루미늄 합금으로 널리 사용되고 있는 Al-Si 합금(ADC 12)인 비교예 1에 비해 낮은 수준이다. 다시 말해, 본 발명의 실시예 1 내지 4에 따른 알루미늄 합금의 다이캐스팅 주조성은 종래 널리 사용되어 온 Al-Si 합금과 동등하거나 보다 나은 수준이다.
- [44] 한편, 비교예 2는 마그네슘 함량이 0.53중량%로, 본 발명의 실시예들에 비해 마그네슘 함량이 낮는데, 그 결과 유동장이 558mm로, 본 발명의 실시예들에 의한 합금들에 비해 현저히 낮아 주조성이 떨어진다.
- [45] 또한, 비교예 3은 마그네슘 함량이 2.5중량%로, 본 발명의 실시예들에 비해 마그네슘 함량이 높는데, 그 결과 열전도도가 146W/mK로, 본 발명의 실시예들에 비해 열전도 특성이 떨어진다.
- [46] 또한, 비교예 4는 실리콘 함량이 1.4중량%로, 본 발명의 실시예들에 비해 실리콘 함량이 높는데, 그 결과 열전도도가 147W/mK로, 본 발명의 실시예들에 비해 열전도 특성이 떨어진다.
- [47] 또한, 비교예 5는 실리콘 함량이 0.4중량%로, 본 발명의 실시예들에 비해 실리콘 함량이 낮는데, 그 결과 유동장이 720mm로, 본 발명의 실시예들에 비해 주조성이 떨어진다.
- [48] 또한, 비교예 6은 철 함량이 2.0중량%로, 본 발명의 실시예들에 비해 철 함량이 높는데, 그 결과 유동장이 520mm로, 본 발명의 실시예들에 비해 주조성이 현저하게 떨어진다.
- [49] 하기 표 3은 본 발명의 실시예에 따른 각 합금과 비교예 1 합금으로 제조한 인장시편으로 시험한 인장시험 결과를 나타낸 것이다.

[50] 표 3

[Table 3]

합금(중량%)		Mg	Fe	Si	Al	인장강도(MPa)	항복강도(MPa)	연신율(%)
실시예	1	1.07	1.15	0.54	bal.	143	136	10
	2	1.65	1.14	0.56	bal.	153	132	8
	3	1.13	0.56	0.79	bal.	130	108	18
	4	1.27	0.56	0.79	bal.	138	103	18
비교예 1		0.21	1.17	10.20	bal.	134	120	3

[51]

- [52] 상기 표 3에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1, 2 및 4에 따른 합금은, 다이캐스팅용 알루미늄 합금으로 널리 사용되고 있는 기존의 Al-Si 합금(ADC 12, 비교예 1)에 비해서 높은 인장강도(138 ~ 153MPa)를 나타낼 뿐 아니라

연신율도 우수하다. 또한, 본 발명의 실시예 3에 따른 합금은 비교예 1과 대비할 때, 유사한 인장강도를 가지면서도 우수한 연신율을 나타낸다.

- [53] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금은 종래의 Al-Si 합금에 비해 기계적 특성과 열전도 특성이 우수할 뿐 아니라, 주조성은 동등한 수준으로, 방열부품용 다이캐스팅용 알루미늄 재료로 적합하게 사용될 수 있다.

[54]

청구범위

- [청구항 1] 마그네슘(Mg) 1.0~2.0중량%, 철(Fe) 0.5~1.6중량% 및 실리콘(Si) 0.5~0.9중량%를 포함하고, 나머지는 알루미늄(Al)과 불가피한 불순물로 이루어진 다이캐스팅용 알루미늄 합금.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 철(Fe)의 함량이 1.0 ~ 1.2중량%인 것을 특징으로 하는 다이캐스팅용 알루미늄 합금.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 실리콘(Si)의 함량이 0.5 ~ 0.6중량%인 것을 특징으로 하는 다이캐스팅용 알루미늄 합금.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금의 열전도도는 160W/mK 이상인 것을 특징으로 하는 다이캐스팅용 알루미늄 합금.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금의 고상 온도와 액상 온도의 차이 ΔT 는 70°C 이하인 다이캐스팅용 알루미늄 합금.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금의 인장강도가 140MPa 이상인 것을 특징으로 하는 다이캐스팅용 알루미늄 합금.

[Fig. 1]

