(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0124963
(43) 공개일자 2017년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/08 (2006.01) *B22D 21/00* (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01) *C22F 1/047* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 21/08 (2013.01)
B22D 21/007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0051714
(22) 출원일자 2017년04월21일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020160065534 2016년05월27일 대한민국(KR)
1020160054861 2016년05월03일 대한민국(KR)

(71) 출원인
손희식
서울특별시 양천구 목동동로 339, C동 1807호 (목동, 목동트윈빌)
(72) 발명자
손희식
서울특별시 양천구 목동동로 339, C동 1807호 (목동, 목동트윈빌)
(74) 대리인
박준연

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **고내식 주물용 알루미늄 합금**

(57) 요 약

본 발명은 주물용 알루미늄 합금에 실리콘(Si), 마그네슘(Mg) 및 희토류 원소 등을 첨가함으로써 내식성과 유동성을 향상시킨 주물용 알루미늄 합금 및 그 합금의 제조방법에 관한 것이다. 특히 주물용 알루미늄 AC7A, AC7B, ALDC5, ALDC6, ALDC10 및 ALDC12 계열의 합금에 대한 개량 알루미늄 합금에 관한 것이다. 그의 구성은; 0.61~12.0중량%의 마그네슘(Mg); 1.0~12.0중량%의 실리콘(Si);을 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류
B22D 21/04 (2013.01)
C22F 1/047 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

0.61~12.0중량%의 마그네슘(Mg);

1.0~12.0중량%의 실리콘(Si);

을 포함하는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 원자번호57(La) 내지 71번(Lu)의 희토류금속 또는 이들의 조합 중 어느 하나의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 아연(Zn)의 함량이 0.001~4.0중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 구리(Cu)의 함량이 0.001~7.0중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 철(Fe)의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 망간(Mn)의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 티타늄(Ti)의 함량이 0.001~0.40중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는,

고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 코발트(Co)의 함량이 0.001~0.2중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 베릴륨(Be)의 함량이 0.001~0.02%중량%의 범위로 더 포함되는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 Zr, Sr, Cr, V, Ni, In, Pb, Bi, Ca, Ag, Pd, Sb, Sc, Nb, Hf, 또는 Y 중 선택된 1종 이상을 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 실리콘(Si)의 함량이 4.0~12.0중량%의 범위인 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 마그네슘(Mg)의 함량이 0.61~3.99중량% 또는 4.0~10.0중량% 범위 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 잉곳(ingot)으로 제조되어, 다이캐스팅 공정 또는 주조 공정으로 형상화되는 것을 특징으로 하는, 고내식 알루미늄 합금.

청구항 14

제1항 또는 제13항 중 어느 하나에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 350～450℃에서 소둔열처리가 실시되는 것을 특징으로 하는, 고내식 알루미늄 합금.

청구항 15

제1항 또는 제13항 중 어느 하나에 있어서,

상기 알루미늄 합금은 시효열처리가 실시되는 것을 특징으로 하는, 고내식 알루미늄 합금.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 알루미늄 합금에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 주물용 합금에 실리콘(Si), 마그네슘(Mg) 및 희토류 원소 등을 첨가함으로써 내식성과 유동성을 향상시킨 주물용 알루미늄 합금 및 그 합금의 제조방법에 관한 것이다. 특히 AC7A, AC7B, ALDC5, ALDC6, ALDC10 및 ALDC12 계열의 합금에 대한 개량 알루미늄 합금에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 알루미늄 주조용 합금은 AC(Aluminium Casting)의 부호로 표시되고 다이캐스팅용 합금은 ALDC(Aluminium Die Casting)의 부호로 표시되어 널리 사용되고 있다.

[0003] 현재 알루미늄 다이캐스팅용 합금으로 대량 사용되고 있는 Al-Si-Cu 계 합금으로는 ALDC10과 ALDC12 가 있으며, Cu의 첨가로 기계적 성질을 개선하고 Si의 첨가로 주조성을 증가시킨 합금이다. 이 ALDC10 및 ALDC12 합금의 화학적 조성을 표 1에 나타내었다. 현재 자동차용 미숀 케이스, 크랭크 케이스, 산업기계부품, 가정용 등 여러 분야에 걸쳐 폭 넓게 사용되고 있다. 그러나 내식성이 좋지 않아 내식성의 용도로는 사용하기 부족한 점이 있다.

표 1

[0004]

합금 종류	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Pb	Sn	Cr	Al
ALDC 10	2.0~4.0	7.5~9.5	0.3 이하	1.0 이하	1.3 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.30 이하	0.20 이하	0.2 이하	-	나머지
ALDC 12	1.5~3.5	9.6~12.0	0.3 이하	1.0 이하	1.3 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.30 이하	0.20 이하	0.2 이하	-	나머지

[0005] 알루미늄 주조용 합금 중 Al-Mg계 합금으로 AC 7종은 하이드로날륨(Hydronalium)으로 불리고, 내식성이 강화된 합금이다. 특히 내해수성이 좋다. 저농도의 Mg 합금은 AC7A, 고농도의 Mg 합금은 AC7B가 있다.

[0006] AC 7종 합금의 조성을 표 2에 나타내었다. 이 합금은 내식성이 꽤 강하므로 우유, 식료용 기구, 요리 용구, 건축 철물, 장식 용구, 선박용 부품 등에 사용되고, Mg 함량이 높은 주물은 강도와 내충격성을 필요로 하는 항공기용 설치 부품, 객차 프레임 등에 이용되고 있다.

표 2

[0007]

종 류	조성(%)							
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Al
AC7 A	0.1 이하	0.3 이하	3.5~5.5	0.1 이하	0.4 이하	0.8 이하	0.2 이하	나머지
AC7 B	0.1 이하	0.35 이하	9.5~11.0	0.1 이하	0.35 이하	0.1 이하	0.2 이하	나머지

[0008] 그러나 이 합금은 좋은 내식성을 가지고 있으나, Al-Cu, Al-Si 계에 비교하면 주조성이 떨어지며, 특히 두께가 얇은 주물에는 적용하기가 어렵다.

[0009] AC7B 합금은 AC7A 합금보다 기계적 성질과 양극산화성은 우수하지만, 응력부식성과 주조성은 나쁘다. 열처리시 완전한 용체화처리가 되지 않으면 β(Al_3Mg_2) 상이 α(Al 고용체) 상으로 확산해 나가는 과정에서 Mg의 농도에 차를 생기게 하여 결정입내에 Mg의 농도차가 생김과 동시에 석출 현상이 일어나 내식성을 해치게 되며, 이때 β상이 입계에 필름상으로 석출하기 때문에 연신율이 극도로 감소하는 경향이 있다.

[0010] 다이캐스팅용 Al-Mg 합금은 아래 표 3의 합금이 있으며, Mg 첨가로 인한 특성는 상술한 AC7종과 유사하

다.

표 3

[0011]

종 류	조성(%)							
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Al
ALDC 5	0.2 이하	0.3 이하	4.0~ 8.5	0.1 이하	0.8 이하	0.3 이하	0.3 이하	나머지
ALDC 6	0.1 이하	1.0 이하	2.5~ 4.0	0.4 이하	0.8 이하	0.4~ 0.6	0.3 이하	나머지

[0012] 한편, Al-Mg계 합금에서 Mg 함량을 증가시켜 경도와 내식성을 향상시킨 선행기술로는 대한민국 등록특허 10-0741660호가 있다. 이 문헌에서는 700~750℃에서 가압 주조함으로써 주조물을 만들고, 상기 주조물을 380~440℃에서 1~18시간동안 용체화처리하는 단계를 순차적으로 수행함으로써, 인장강도, 경도 및 샤르피 흡수에너지를 증가시켰다. 이때, 합금의 조성은 중량 %로, Mg 11~14%, Fe 0.5%이하, Si 0.01~0.5%, Mn 0.1~0.5%, Ti 0.01~0.3%, Co0.01~0.2%, Be 0.003~0.02%, 잔부 Al 및 기타 불가피하게 함유되는 성분을 개시하고 있다.

[0013] 또한 대한민국 등록특허 10-0978558호에서는 Mg 9~18wt%, Si 0.1~0.3wt%, Fe 0.1~0.3wt%, Mn 0.3~1.0wt%, Ti 0.15~0.25wt%이고 잔부는 Al인 합금을 제조하는 방법으로서, Mg을 제외한 합금을 흑연 도가니에 투입하고 600~700℃로 가열하여 용탕을 만들고, 상기 용탕에 용제(FLUX)를 투입하여 용탕 표면에 산화방지층인 용제층(FLUX)을 형성하고, 상기 산화방지층이 형성된 용탕속으로 긴 파이프를 통해 Mg을 투입하고 이를 600~700℃에서 0.5~1시간 유지한 후 주조하여 자연냉각시키는 것을 특징으로 하는 알루미늄-마그네슘 합금 제조방법을 개시하고 있다.

[0014] 상기 특허 문헌들은 Mg의 함량은 상용의 합금(AC7B) 보다 증가시킨 개량 합금 조성에 해당한다. Mg 함량의 증가로 인해 비중이 작아지고 강도가 증가하며, 내식성이 증가하는 효과가 있으나 용탕의 유동성과 주조성이 감소하여 생산성이 감소하고 합금원소의 추가로 인한 합금 가격이 상승한다는 문제점이 있다.

[0015] 따라서 본 발명에서는 알루미늄 주물 및 다이캐스팅용 합금에 있어서, 높은 내식성, 양호한 주조성, 높은 강도 및 경제적인 가격의 합금 조성과 제조방법을 제시하고자 하였다.

선행기술문헌

[0016] 대한민국 등록특허 10-0741660호

[0017] 대한민국 등록특허 10-0978558호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0018] 위와 같은 문제에 대한 본 발명의 목적은, 주물 또는 주조용 알루미늄 합금과 관련하여, 전술한 문제점을 해결하려는 것이다. 본 발명의 목적은 내식성이 우수하고 유동성과 주조성이 우수한 주조 또는 다이캐스팅용 Al 합금 조성과 그 제조 방법을 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명의 목적은,

[0020] 0.61~12.0중량%의 마그네슘(Mg);

[0021] 1.0~12.0중량%의 실리콘(Si);

[0022] 을 포함하는 것을 특징으로 하는, 고내식 주물용 알루미늄 합금에 의해 달성된다.

[0023] 본 발명의 특징에 의하면,

[0024] 상기 알루미늄 합금은 원자번호57(La) 내지 71번(Lu)의 희토류금속 또는 이들의 조합 중 어느 하나의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0025] 본 발명의 다른 특징에 의하면,

[0026] 상기 알루미늄 합금은 아연(Zn)의 함량이 0.001~4.0중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0027] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0028] 상기 알루미늄 합금은 구리(Cu)의 함량이 0.001~7.0중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0030] 상기 알루미늄 합금은 철(Fe)의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0031] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0032] 상기 알루미늄 합금은 망간(Mn)의 함량이 0.001~2.0중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0033] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0034] 상기 알루미늄 합금은 티타늄(Ti)의 함량이 0.001~0.40중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0035] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0036] 상기 알루미늄 합금은 코발트(Co)의 함량이 0.001~0.2중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0037] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0038] 상기 알루미늄 합금은 베릴륨(Be)의 함량이 0.001~0.02%중량%의 범위로 더 포함될 수 있다.

[0039] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0040] 상기 알루미늄 합금은 Zr, Sr, Cr, V, Ni, In, Pb, Bi, Ca, Ag, Pd, Sb, Sc, Nb, Hf, 또는 Y 중 선택된 1종 이상을 더 포함할 수 있다.

[0041] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0042] 상기 실리콘(Si)의 함량이 4.0~12.0중량%의 범위일 수 있다.

[0043] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0044] 상기 마그네슘(Mg)의 함량이 0.61~3.99중량% 또는 4.0~10.0중량% 범위 중 어느 하나일 수 있다.

[0045] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0046] 상기 알루미늄 합금은 잉곳(ingot)으로 제조되어, 다이캐스팅 공정 또는 주조 공정으로 형상화될 수 있다.

[0047] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0048] 상기 알루미늄 합금은 350~450℃에서 소둔열처리가 실시되는 것일 수 있다.

[0049] 본 발명의 또 다른 특징에 의하면,

[0050] 상기 알루미늄 합금은 시효열처리가 실시되는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0051] 본 발명에 따르면, 내식성을 위하여 사용되는 주물용 알루미늄 합금에서, 유동성을 개선하기 위해 Si를 첨가하고, 내식성을 위해 Mg를 첨가하여, Si와 Mg의 조성을 최적화함으로써 주조 또는 다이캐스팅 공정을 용이하게 수행할 수 있게 하였다. 이로 인해 높은 내식성을 유지함과 동시에 합금 제조비용이 감소하여 비용절감을 달성할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하 본 발명에 의한 알루미늄 합금 조성 및 그의 제조 공정에 관해서 설명한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서 본 명세서에 기재된 실시예는

본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0053] 한편 본 발명에서의 함량표시는 알루미늄 합금 전체 중량에 대한 비율이다. 본 발명의 설명 및 청구항에서의 모든 함량표시도 같다.

[0054] **- 합금 원소의 첨가 영향**

[0055] 알루미늄 합금에서 주요 합금원소인 Si, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn 등이 합금의 특성에 미치는 영향은 다음과 같다.

[0056] ① Si

[0057] Si은 다이 캐스팅(Die Casting) 공정 도중 용융 상태에서 합금의 유동성을 증진시키는 주요 성분으로서, 이를 첨가하여 얻어진 합금은 낮은 수축성 및 좁은 응고점 범위를 가지므로 양호한 고온 내열성과 양호한 용접 특성을 나타낸다. 11wt%까지 첨가시 융점이 감소하며 주조성이 향상된다.

[0058] Si은 Al 기지(matrix)에 고용되어 Al 합금의 피로강도, 경도 및 내마모성을 향상시키는 원소로 작용하나, 내충격성은 저하시킨다. Mg와 공존할 경우 Mg_2Si를 형성하여 시효처리에 의해 강도가 향상될 수 있다. 또한 Si의 첨가에 따라 양극산화 피막이 회색의 색상을 보인다. 함량이 0.3wt%를 초과하면 Si입자가 조대하게 석출되어 가공성이 나빠지는 경향이 있으므로 0.3wt%를 초과하여 Si를 첨가할 경우 입자 미세화제의 첨가가 바람직하다.

[0059] ② Mg

[0060] 고용효과에 의해 기계적 강도를 향상시키고 Si와 Zn의 공존 여부에 따라 시효 강화 특성이 생길 수 있다. 절삭 가공성이 우수해지며 특히 해수에 대한 내식성이 양호해지고 응고시 수축율이 적어진다. 용접성 및 표면 마감 특성도 좋아진다. 그러나 용탕의 유동성이 약화되고 특히 산소와의 결합력이 강해서 산화물 유입에 주의해야 한다. 12중량% 이상의 경우 다이캐스팅이 어려워지고, 합금 표면에서 미세기포가 발생하기 쉬워진다. 이는 Mg가 수소(H)를 흡수하는 소위 금속-주형 반응(Metal-mold reaction)을 일으키기 때문이다. 이때 소량(0.001~0.02중량%)의 Be 첨가 또는 주형사에 붕산 불화암모늄 등을 약 2%정도 섞어 주형을 만들면 방지 효과가 있다.

[0061] ③ Fe

[0062] 합금원소 Fe는 Al 합금에서 금속간 화합물로서 석출되고 내마모성을 향상시키는 원소이다. 그 함량이 0.1wt% 미만에는 내마모 효과가 거의 없고 0.3wt%를 초과하면 입자가 조대화 되어 가공성이 떨어진다.

[0063] 또한 극히 소량으로도 Al_3Fe화합물을 형성하며, Si와 결합하여 Al-Fe-Si금속간 화합물을 형성하므로 기계적 성질의 저하 요인이 된다. 소량으로도 표면 광택이 나빠지며, 내식성 및 연성을 취약하게 한다.

[0064] Fe은 다이캐스팅 공정 중에 Al-Mg 합금이 금형에 소착되는 것을 방지하므로 금형으로부터 알루미늄 합금의 탈형성을 증가시킬 목적으로 일반적으로 첨가되는 성분이다. 이때 첨가되는 양은 0.5중량% 내지 2.0중량% 이하이면 충분하며, 0.5중량%를 초과하면 합금의 연성을 감소시키는 경향이 있다.

[0065] ④ Cu

[0066] 합금원소 Cu는 기지(Matrix)에 고용하여 알루미늄 합금의 강도를 증가시키나, Mn과 비교하여 압출성을 크게 저하시키는 단점이 있다. Cu를 첨가하면 부식전위가 높아진다고 알려져 있다. Zn과 Cu가 공존하는 경우에는, 특히 Zn 함유량이 적은 경우에는 Cu에 의한 전위 상승효과가 우세하다. 즉 Cu의 함유량이 많으면, Zn에 의한 전위 저하효과보다도 Cu에 의한 전위 상승효과 쪽이 우세해진다. 함량이 0.12중량% 미만일 경우 내식성 등 구리를 첨가한 효과가 나타나기 어려우며, 그 함량이 0.45중량%를 초과할 경우에는 압출성과 내식성이 동시에 저하된다. Cu가 적정함량 이상일 경우 입계에 석출물이 형성되는 경향이 있어 입계 부식 및 국부 부식에 대한 민감성이 높아진다. 0.15% 소량 첨가의 경우 응력 부식균열에 대한 저항성을 향상시킨다.

[0067] ⑤ Zn

[0068] 합금원소 Zn는 Mg와 공존하여 기계적 성질을 향상시킨다. 주조성이 나쁜 경우 금형 주조가 어려우며 이때 Zn과 Si을 첨가함으로써 주조성을 크게 개선시킬 수 있다. 이 때 Zn의 첨가량은 0.001-4.0중량% 범위이다. 일반적으로 Zn을 첨가하면 부식전위는 낮아지나, Cu에 비해서 부식전위의 변화량이 작은 편이다.

[0069] ⑥ Mn

[0070] 합금원소 Mn은 알루미늄 합금의 강도를 증가시킨다. Mn 함유량이 0.5중량% 미만이면 강도가 증가하는 효과는 작고, 1.2 내지 2.0중량%를 넘어서면 압출성이 저하된다. 함량이 0.6중량% 미만일 경우 내식성 등 망간을 첨가한 효과가 적은 편이다. 또한 Fe 첨가의 나쁜 효과를 제거하는 효과와 결정립 미세화 효과가 있으며, 내식성을 해치지 않는 화합물을 형성하게 된다. 따라서 내식성을 저하시키지 않고 강도향상이 가능하다. 그러나 과량의 망간은 알루미늄 합금의 기계적 강도를 낮출 수 있으므로 주의해야 한다. Mn의 함량은 0.001~2.0중량% 범위인 것이 바람직하다. 또한 전기 전도도를 저하시키며, 주물에서는 Hot Spot의 원인이 되기도 한다.

[0071] ⑦ Cr

[0072] 기계적 성질을 향상시키고, 결정립 미세화 효과가 있다. 결정립 미세화 효과는 B(보론)와 함께 첨가되면 효과가 더욱 향상된다. 또한 입계 부식의 방지효과가 있으며, 열전도율와 전기 전도도를 저하시킨다.

[0073] ⑧ Ti

[0074] Ti은 입자 미세화 원소로서 입자미세화로 인한 기계적 성질을 향상시키며, 0.01중량% 미만에서는 희망하는 효과를 얻지 못하며, 0.4중량%를 초과하면 취성을 유발하는 문제가 있으므로 0.01~0.4중량% 범위내에서 첨가되는 것이 바람직하다. 0.25wt%를 초과하면 조대한 금속간 화합물을 형성하여 성형성(가공성)을 감소시키고 0.15wt% 미만이면 합금의 강도 향상에 기여하지 못한다.

[0075] ⑨ Co

[0076] Co는 오스테나이트 안정화 원소이며, 망간 등과는 달리 Ms점을 거의 저하시키지 않는다. 따라서 코발트는 Ms점을 희망하는 온도범위내로 조절하기 위하여 매우 유효한 원소이다. 이때 바람직한 함량은 0.001~0.2중량% 범위이다.

[0077] ⑩ 희토류 금속 (RE : Rare Earth metal)

[0078] 본 발명에 따른 희토류금속의 첨가 효과는 다음과 같다.

[0079] 원자번호57(La) 내지 71번(Lu)의 희토류 금속은 기지 내에 석출된 석출물로 인한 국부부식의 음극반응을 감소시켜, 결과적으로 주변의 국부부식 양극반응을 감소시키는 효과가 있으므로 국부부식을 완화시키는 작용을 한다. 또한 알루미늄 제조시 용탕내에 존재하는 내식성 취약 원소인 Fe, Ni 등의 성분을 감소시켜 내식성을 강화한다. 따라서 Fe 등 불순물 농도가 0.2중량% 이상의 경우에도 내식성 유지에 도움이 된다.

[0080] 또한 희토류 금속은 부식전위를 상승시키는 효과가 있으므로, 부식전위 상승 목적을 위한 Cu의 첨가를 최소화시키거나 Cu를 대체하는 것도 가능하다. 따라서 부식전위의 상승을 위해 Cu 함량이 높아질 경우 이러한 부작용을 최소화하는 효과가 있으므로 내식성을 개선하게 된다.

[0081] 이외에, 입계 또는 표면에서 형성된 산화막의 연성과 밀착성을 개선함으로써 산화막의 수명을 연장하여 내식성을 개선한다. 또한 알루미늄 합금의 강도와 유동성을 증가시켜 금속의 소성 가공성을 개선하며, 브레이징 특성을 개선하는 효과도 있다. 본 발명에서의 경우, 희토류 첨가는 0.001~2.0중량%의 범위가 바람직하다.

[0082] 희토류 금속은 그 유익한 성질 때문에 많은 연구개발이 진행되고 있으나, 개발활동이 주로 마그네슘(합금)의 내식성 증가 분야, 일부 주물용 알루미늄 합금의 강도증가 분야 그리고 알루미늄 합금 표면에 화성코팅(conversion coating)에 의한 내식성 증가 분야에 집중되어 왔다.

[0083] ⑪ 기타 원소

[0084] 전술한 모든 경우에서 알루미늄 합금은 알루미늄 산업에서 널리 이용되고 있는 합금원소(Zr, Sr, Ti, Cr, V, Ni, In, Pb, Bi, Ca, Ag, Pd, Sb, Sc, Nb, Hf, Y)와 불가피한 불순물을 추가적으로 더 포함할 수 있다.

[0085]

[0086] 주조용 Mg 첨가 알루미늄 합금 AC7 A는 내식성 특히 해수에 대한 내식성과 절삭성이 우수하다. AC7 B 합금은 AC7 A 합금보다 기계적 성질과 양극산화성은 우수하지만, 응력부식성과 주조성은 더 우수하지 못하다. 다이캐스팅용 ALDC 5, ALDC 6의 경우도 내식성은 우수하나 유동성이 좋지 않아 다이캐스팅 공정을 적용하기가 까다로운 편이다. 따라서 본 발명에서는 Mg이 첨가된 내식용 알루미늄 합금의 단점인 유동성을 개선하기 위하여 Si을 첨가하고 Mg의 첨가량을 이에 맞게 조절하였다. 또한 유동성의 개선을 위해 Mg의 함량을 감소시킬 경우,

이에 대한 보완책으로 내식성 개선에 탁월한 특성을 보이는 희토류 금속을 첨가하여 주물용 알루미늄 합금의 내식성 및 유동성을 최적화하였다. 즉, 본 발명에서는 Mg의 첨가로 인한 유동성 감소를 해결하기 위하여 Si를 적절하게 첨가하고 내식성과 유동성의 균형을 위하여 Mg 와 Si 의 비율을 최적화하였다. 또한 희토류 금속을 추가적으로 첨가하여 내식성과 유동성을 더욱 개선하였다.

[0087] 본 발명에서, 내식성의 개선을 위한 Mg의 함량은 0.61중량% 내지 12중량%의 범위가 바람직하며, 0.61중량% 내지 3.99중량%의 범위 또는 4.0중량% 내지 10.0중량%의 범위가 더욱 바람직하다. 또한 용탕의 유동성을 개선하기 위해 Si를 첨가할 경우 유동성, 열간취성 및 내압성 등은 개량되나 다량의 첨가는 인성이 저하되므로 적절한 수준의 첨가량이 선정되어야 하며, 본 발명에서는 1.0중량% 내지 12.0중량 %의 범위가 바람직하며, 4.0중량% 내지 12.0중량%의 범위가 더욱 바람직하다.

[0088] Zn 의 첨가도 유동성을 개선하여 주조성을 개선하며, Zn의 첨가량은 0 내지 4중량%의 범위가 바람직하다. Cu는 주로 응력 부식균열에 대한 저항성과 기계적 성질을 향상시키나, 과량의 Cu 첨가는 국부부식을 야기시킬 수 있으므로 신중해야 한다. 본 발명에서는 7.0중량% 이하가 바람직하다. 또한 Fe는 금형의 소착방지 등을 위해 2.0중량%이하가 바람직하다. Mn은 기계적 성질과 내식성 및 주조성 등을 향상시키나, 너무 과잉으로 첨가되면 오히려 기계적 성질을 해치게 된다. 본 발명에서는 2.0중량% 이하가 바람직하다. Ti은 입자미세화를 위해 첨가되고 본 발명에서는 0.4중량% 이하가 바람직하다.

[0089] 표 4는 본 발명에 따른 바람직한 실시예와 기존의 합금 조성과의 비교표를 나타낸 것이다. 본 발명에서의 합금조성은 기존 상용의 합금과는 달리 Si 함량이 높고 Mg이 첨가되었으며, 필요에 따라 Zn 및 희토류 금속을 첨가할 수 있다.

표 4

[0090]

종 류	조성(%)								
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Re	Al
AC7 A (주조 그대로)	0.1 이하	0.3 이하	3.5~ 5.5	0.1 이하	0.4 이하	0.8 이하	0.2 이하	-	나머지
AC7 B (주조 또는 담금질)	0.1 이하	0.35 이하	9.5~ 11.0	0.1 이하	0.35 이하	0.1 이하	0.2 이하	-	나머지
ALDC 5	0.2 이하	0.3 이하	4.0~ 8.5	0.1 이하	0.8 이하	0.3 이하	0.3 이하	-	나머지
ALDC 6	0.1 이하	1.0 이하	2.5~ 4.0	0.4 이하	0.8 이하	0.4~ 0.6	0.3 이하	-	나머지
본 발명의 합금 1	7.0 이하	1.0~ 12.0	0.61~ 12.0	0.0~ 4.0	2.0 이하	2.0 이하	0.4 이하	2.0 이하	나머지
본 발명의 합금 2	5.0 이하	4.0~ 12.0	0.61~ 3.99	1.5 이하	0.8 이하	0.5 이하	0.3 이하	0.01 ~1.0	나머지

[0091] (실시예)

[0092] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 표 5의 구체적인 실시예(1~12)와 이에 대비되는 비교예(1~3)를 통하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다. 그러나 하기의 실시예는 본 발명의 예시에 불과할 뿐, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0093] 본 발명에 따른 알루미늄 합금(실시예1~12)과 이에 대비되는 알루미늄 합금(비교예 1~3)을 제작하였다. 이들 합금 조성의 성분을 표 5에 나타내었다. 표 5에서, 이들 합금의 조성은 중량%로 나타내었으며, 각 합금에는 불가피한 불순물을 함유할 수 있다는 점을 고려하였다.

[0094] 본 발명에 따른 합금의 제조는 도가니 전기로를 사용하여 합금 용탕의 온도를 670 내지 850℃의 온도범위에서 제어하고 주조를 통하여 잉곳(ingot)으로 제조하였다. 이 잉곳을 다이캐스팅 장치를 통해 1Kg 중량으로 금형 주조하였으며, 이때의 공정변수는 알루미늄 다이캐스팅에서 사용되는 통상적인 범위를 사용하였다.

[0095] 각 샘플은 5개씩 만들어 시험하였고 표 5의 염수분무 시험결과는 각 종류별로 5개의 평균값을 나타내었다. 염수분무시험은 ASTM 규격 ASTM B117, 100H에 따른 평가를 실시하였으며, 결과는 mm/year 로 표시하였다.

[0096] 실시예 1 내지 4의 경우는 Si 의 함량을 변화시킨 예이고, 실시예 3, 5, 6, 7, 8은 Mg의 함량을 변화시킨 것이

다. 또한 실시예 3, 9, 10, 11는 희토류 금속 중 란타늄(La)의 함량을 변화시킨 실시예이다. 실시예 12는 주조성, 내식성, 강도특성 등이 조화를 이룬 실시예이다. 비교예 1 내지 3은 각각 상용의 알루미늄 합금인 ALDC 10, ALDC 5, AC7A인 경우이다.

표 5

[0097]

시편 No.	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	La	Al	염수분무시험 (mm/year)	유동성
실시예											
1	0.8	1.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.63	중간
2	0.8	4.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.66	좋음
3	0.8	8.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.69	좋음
4	0.8	12.0	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.72	좋음
5	0.8	5.00	0.60	0.8	1.00	0.25	0.15		Rem	0.70	좋음
6	0.8	5.00	1.50	0.8	1.00	0.25	0.15		Rem	0.65	좋음
7	0.8	5.00	4.00	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.54	좋음
8	0.8	5.00	12.0	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	0.48	좋음
9	0.8	5.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	0.50	Rem	0.60	좋음
10	0.8	5.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	1.00	Rem	0.54	좋음
11	0.8	5.00	6.00	0.8	1.00	0.25	0.15	2.00	Rem	0.45	좋음
12	0.8	8.00	1.50	0.8	1.00	0.25	0.15	0.50	Rem	0.55	좋음
비교예											
1 (ALDC10)	3.00	8.50	0.10	0.8	1.00	0.25	0.15	-	Rem	1.30	좋음
2 (ALDC5)	0.08	0.20	6.00	0.05	0.20	0.25	0.15	-	Rem	0.58	나쁨
3 (AC7 A)	0.08	0.20	5.50	0.05	0.20	0.25	0.15	-	Rem	0.45	나쁨

[0098] 상기 표 5를 통해 확인할 수 있는 바와 같이, 실시예 1 내지 12는 비교예 1 보다 우수한 내식성 결과를 보이고 있으며, 비교예 2 또는 3 과 비슷한 결과를 보이고 있다. 실시예의 경우 Fe 의 함량이 높아 내식성면에서 비교예보다 불리한 상황인 것을 감안하면, 본 발명에 따른 합금은 우수한 내식성을 보이고 있다. 또한 Si의 첨가로 인해 유동성은 비교예 2 또는 3보다 크게 개선된 것을 알 수 있다.

[0099] 한편, 본 발명에서의 알루미늄 합금은 Si와 Mg이 동시에 첨가되어 있기 때문에 시효경화 특성을 나타내므로 시효경화 열처리를 통해서 강도와 경도를 더욱 증가시킬 수 있다. 또한 Al-Mg계 합금의 특성상 편석 현상에 주의하여야 하므로 필요시 용체화 열처리를 실시하여 조직을 안정화시킬 수 있다. 이때 용체화 열처리의 온도범위는 350℃ 내지 450℃ 범위가 바람직하다.

[0100]

[0101] 이상에서 본 발명은 비록 한정된 실시예에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.