(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0139200
(43) 공개일자 2014년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/00 (2006.01) *B22D 21/04* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0059511
(22) 출원일자 2013년05월27일
심사청구일자 2013년05월27일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
조영희
경남 창원시 성산구 동산로 115, 111동 705호 (상남동, 대동아파트)
김형욱
경남 창원시 성산구 대암로 253, 104동 402호 (성주동, 일신대동프리빌리지아파트)
이정무
경남 창원시 성산구 삼정자로 79, 115동 502호 (성주동, 유니온빌리지)
(74) 대리인
이성재

전체 청구항 수 : 총 6 항

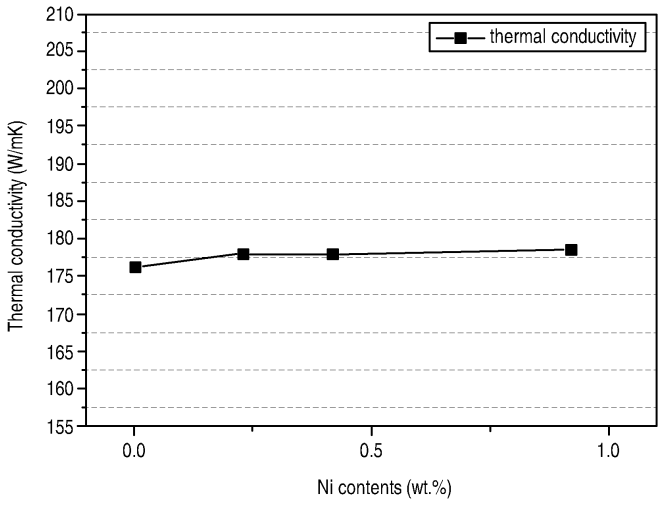
(54) 발명의 명칭 **고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금**

(57) 요 약

본 발명은 고열전도성 금형주조용 알루미늄 합금에 관한 발명으로, 상세하게는 높은 열 전도성을 가지면서 주조성이 향상되고, 금형으로의 소착이 방지되는 알루미늄 합금에 관한 것이다.

본 발명에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금은, 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 실리콘; 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 니켈; 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 철; 및 나머지 잔부가 기타 불가피한 불순물을 포함하는 알루미늄으로 이루어진다. 이러한 본 발명에 의해 열 전도성이 높으면서 유동도를 가지는 알루미늄 합금의 구성이 가능하여, 다양하고 복잡한 형상의 방열 제품을 알루미늄 합금을 이용하여 제작할 수 있게 되는 장점을 가지게 되고, 이로 인해, 제품의 방열성이 향상되어 발열로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있으며, 제품의 수명을 연장할 수 있는 장점을 가지게 된다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10040100
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	30W/kg급 고출력 복잡형상 경량 방열부품 제조 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 실리콘;

최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 니켈;

최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 철; 및

나머지 잔부가 기타 불가피한 불순물을 포함하는 알루미늄으로 이루어지는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 니켈의 중량%가 1.0까지 증가하여도 열 전도도가 유지되는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 니켈의 중량%가 0.4 ~ 0.6 일 때, 유동도가 가장 높은 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 니켈의 중량%가 1.0까지 증가할수록 공정 조직 또는 이차상이 미세화되면서 구상화되는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 니켈은 0.5 중량%까지 첨가되는 상태에서 유동도가 증가하여 유동도가 가장 높게 나타나며, 1.0 중량%까지 첨가되어도 유동도의 감소 비율은 증가하는 비율보다 작은 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 철의 중량%가 1 이하인 상태에서, 금형의 소착성을 방지하면서 높은 열 전도도를 가지는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고열전도성 금형주조용 알루미늄 합금에 관한 발명으로, 상세하게는 높은 열 전도성을 가지면서 주조성이 향상되고, 금형으로의 소착이 방지되는 알루미늄 합금에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 알루미늄은 은백색의 부드러운 금속으로 전성과 연성이 커서 얇은 박막이나 철사로도 제조가 가능하여 다양하게 활용되고 있으며, 양도체이고 전형적인 경금속으로 전기 전도성이 좋아 고압 전선의 재료로도 많이 활용되고 있다.

[0003] 또한, 알루미늄은 가볍고 내구성이 큰 특성을 가지므로 항공기, 선박, 차량의 주요 재료로도 널리 활용되고 있

으며, 산소와 쉽게 반응하지만 산화 피막이 형성된 후에는 피막에 의해 산소와의 접촉이 차단되어 녹이 잘 발생되지 않아 광택이 오래 지속될 필요가 있는 부분에 많이 사용된다.

[0004] 그리고, 알루미늄은 다양한 합금으로도 널리 활용되고 있으며, 구리 또는 마그네슘 등 다양한 금속을 첨가하여 그 특성을 향상시킬 수 있게 된다. 즉, 알루미늄 합금은 선택적으로 다양한 금속을 첨가하여 알루미늄이 우수한 특성을 가지도록 개량함으로써 다양한 분야에 활용 가능하도록 알루미늄의 활용성을 향상시킬 수 있게 된다.

[0005] 예를 들어, 알루미늄에 구리를 첨가하게 되면, 두랄루민이라는 강도가 큰 알루미늄 합금이 형성되고, 알루미늄에 마그네슘과 아연 등을 첨가하여 합금을 형성하게 되면, 내식성이 우수하여 철도차량, 교량 등에 사용될 수 있는 알루미늄 합금이 형성된다.

[0006] 알루미늄에 규소를 첨가하게 되면 주물용으로 사용되는 알루미늄 합금이 형성되고, 내열, 광휘 등의 목적에 따라 다른 금속을 배합하여 다양한 알루미늄 합금의 제조가 가능할 수 있다.

[0007] 알루미늄 캐스팅 합금은 알루미늄과 실리콘, 마그네슘을 혼합하는 합금이며, 이는 알루미늄의 강도 및 연성을 증가시켜 주며, 합금의 청결한 유지와 고순도 성분의 사용에 의해 다양한 강도와 연성을 나타낼 수 있게 된다.

[0008] 이러한 알루미늄 캐스팅 합금에 의해 알루미늄 주조품의 성질은 동등한 조성의 단조 제품의 성질에 접근할 수 있게 된다. 이로 인해 경량 방열 부품에도 알루미늄이 활용될 수 있게 된다.

[0009] 기존의 방열 부품의 경우 주로 A6061, A6063 등과 같은 가공재 알루미늄 합금이 사용되고 있으며, 이들 가공재 알루미늄 합금의 경우 180W/mK에 이르는 높은 열 전도도 특성에도 불구하고 낮은 주조성으로 인해 방열판 내부에 다량의 수축공을 생성시키고 표면에 열 균열 등을 발생시켜 소형 또는 단순 형상의 부품 등으로 그 활용이 제한적이고, 제조단가가 높은 단점을 가지게 된다.

[0010] 최근 요구되고 있는 고출력형 방열부품의 경우 높은 열 전도도 특성과 더불어 방열 성능을 극대화할 수 있는 복잡한 형상이나 얇은 박막 형태 등 최적의 외형 구조를 요구하고 있으며, 이를 구현하기 위하여서는 높은 주조성을 가지는 방열 소재가 필수적으로 요구되고 있는 실정이다.

[0011] 상용적으로 사용되고 있는 주조용 ADC12(A383) 합금 또는 A356 합금 등은 열전도도가 현저히 낮아 이를 개선시킬 수 있는 방열 전용 소재의 개발이 우선적으로 요구되고 있다.

[0012] 그리고, 실리콘의 중량%가 8~10인 알루미늄과 실리콘의 합금은 우수한 주조성을 바탕으로 중력 주조 및 다이캐스팅 등에 널리 이용되고 있으나, 높은 실리콘 함량으로 인하여 주조 후 방열 특성의 향상을 위해 필수적으로 수행되는 표면 처리의 공정을 불가능하게 하는 단점을 가지며, 이로 인해 표면 처리가 가능하도록 실리콘의 첨가량을 감소시킴과 동시에 저하된 주조성은 대체 합금원소 첨가에 의해 보완할 필요성이 요구되고 있는 실정이다.

[0013] 한편, 대한민국 공개특허 제2011-0019045호에는 열전도성이 높은 다이캐스팅용 알루미늄 기초 합금에 관한 발명이 개시되며, 상기 공개특허에는 취성이 생기지도 않고 열전도성이 뛰어나 사용이 용이한 다이캐스팅용 합금의 구성이 개시되고, 중량%로 나타낸 조성비는 마그네슘 0.2~2.0 : 철 0.1~0.3 : 코발트 0.1~1.0 을 함유하고 잔부는 알루미늄으로 이루어지는 합금이 개시된다.

[0014] 그리고, 대한민국 공개특허 제2012-0020406호에는 열처리를 하지 않고도 고강도를 유지하면서 주조성이 좋은 알루미늄과 아연 합금을 제공하기 위하여 중량%로 실리콘 0.35~0.5 : 마그네슘 0.55~0.9 : 구리 2.0~2.1 : 아연 19.5~40.5 : 철 최대 0.6 : 망간 최대 0.2 : 니켈 최대 0.05 : 티타늄 0.03~0.05 : 기타 불순물 최대 0.05 및 잔부는 알루미늄으로 이루어지는 합금이 개시된다.

[0015] 다만, 상기되는 대한민국 공개특허와 같은 선행기술에서는 표면 처리가 가능하면서 주조성이 향상되는 알루미늄 합금에 대한 다양한 기술의 개발이 진행되고 있음을 나타내고 있으며, 이처럼, 다양한 기술의 개발에 따라 표면 처리와 주조성이 동시에 만족되는 알루미늄 합금의 필요성이 대두되고 있는 현 실정이 잘 나타나고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 표면 처리의 불가능한 문제점을 해결하면서 다양한 형태의 제조가 어려운 문제점을 해결하기 위한 발명으로,

[0017] 본 발명의 목적은, 높은 방열 특성을 가지면서 주조성의 향상을 위하여 실리콘과 니켈의 첨가량을 제한하는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금을 제공하는 것이다.

[0018] 본 발명의 다른 목적은, 주물의 금형 소착이 방지되는 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 본 발명에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금은, 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 실리콘; 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 니켈; 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 철; 및 나머지 잔부가 기타 불가피한 불순물을 포함하는 알루미늄으로 이루어진다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금은, 실리콘과 니켈, 철 및 알루미늄과 기타 필수 불가결한 불순물을 포함하는 구성을 가지도록 조성된다.

[0021] 상세하게는 실리콘의 최대 중량%가 1.0 이하로 함유되는 알루미늄-실리콘 합금에 최대 중량%가 1.0 이하의 니켈과 최대 중량%가 1.0 이하의 철이 함유되면, 상온에서 일정 정도의 높은 열 전도성을 유지하면서 유동이 향상되고, 금형과의 소착이 방지되는 효과를 기대할 수 있게 된다.

[0022] 유동성이 향상되면서 일정 정도 이상의 열 전도도를 유지하므로 높은 열 전도성을 가지면서 주조성이 향상되는 효과를 기대할 수 있으며, 주조성의 향상으로 인해 알루미늄 합금의 주조가 용이하여 복잡하고 다양한 형상의 알루미늄 합금 제품의 제조가 가능한 효과를 기대할 수 있게 된다.

[0023] 또한, 복잡하고 다양한 형상의 알루미늄 합금 제품의 제조가 가능함에 따라 알루미늄 합금의 활용성이 향상되는 효과를 기대할 수 있게 된다.

[0024] 그리고, 알루미늄 합금의 활용성 향상으로 인해 알루미늄 합금 재질의 방열 부품 제조가 가능해지는 효과를 기대할 수 있으며, 이에 따라 방열 부품의 무게를 감소시킬 수 있는 효과를 기대할 수 있게 된다.

[0025] 경량화된 방열 부품에 의해 제품의 수명이 증가하고, 운반 등에 따른 방열 부품의 제조 및 생산과 이송 등의 비용이 절감되고, 제품의 수명이 증가하는 효과를 기대할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1 은 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 화학 조성 및 열전도도와 유동도를 나타낸 도표.

도 2 는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 열전도도 변화를 나타낸 그래프.

도 3 은 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 유동도의 변화를 나타낸 그래프.

도 4 는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 미세 조직에 미치는 영향을 나타낸 광학 사진.

도 5 는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금과 상용 합금의 유동도 및 열전도도를 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 구성을 첨부되는 도면을 참조하여 실시 예를 들어 살펴보기로 한다.

[0028] 다만, 본 발명의 사상은 이하에서 살펴보는 실시 예에 의해 그 실시 가능 상태가 제한된다고 할 수는 없고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 기술적 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시 예를 이용하여 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 기술적 사상에 포함된다고 할 것이다.

[0029] 그리고, 본 명세서 또는 청구범위에서 사용되는 용어는 설명의 편의를 위하여 선택한 개념으로, 본 발명의 기술

적 내용을 파악함에 있어서 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미로 적절히 해석되어야 할 것이다.

[0030] 본 발명에서는 상용 합금인 A6061과 유사한 수준의 높은 방열 특성을 가지면서 주조성을 동시에 확보할 수 있도록 실리콘의 첨가량을 1.0 중량% 이하로 제한하는 대신 니켈을 최대 1.0 중량%까지 첨가하면서 다수의 실험을 진행하여 이러한 실험을 통해 합금을 설계하고자 한다.

[0031] 이때, 근래에 개발된 방열소재 합금과 비교하였을 때, 합금의 유동성을 향상시키기 위하여 알루미늄 합금에 포함되는 아연을 제거한 상태에서, 나선형 몰드를 이용하여 유동도를 측정하면서 주조용 상용 합금인 ADC12의 유동도에 대한 상대 값으로 나타내면서 진행하게 된다.

[0032] 먼저, 도 1에는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 화학 조성 및 열전도도와 유동도를 나타낸 도표가 도시되며, 도 2에는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 열전도도 변화를 나타낸 그래프가 도시된다.

[0033] 또한, 도 3에는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 유동도 변화를 나타낸 주조용 상용 합금인 ADC12의 유동도에 대한 상대 값을 나타낸 그래프가 도시된다.

[0034] 먼저, 도 1을 참조하여 보면, 알루미늄과 실리콘 및 철로 이루어지는 알루미늄 합금에 주조성 향상을 위한 니켈의 중량%를 점차적으로 증가시키면서 유동도를 측정하게 된다.

[0035] 이때, 알루미늄과 실리콘 및 철의 합금에 니켈을 최대 1.0 중량%까지 첨가하게 되며, 알루미늄과 철 및 실리콘을 포함하는 알루미늄 합금에 열 전도성을 유지하기 위하여 니켈의 중량%를 소정의 변동 값으로 변화시키면서 열 전도도를 측정하게 될 수 있다.

[0036] 알루미늄과 실리콘 및 철로 이루어지는 알루미늄 합금의 경우 니켈의 중량%가 증가하게 될수록 열 전도도는 일정 범위(대략 178 W/mK)를 유지하게 되거나, 다소 향상되고, 유동도는 상승하게 되는 특성을 다수의 실험을 통해 알 수 있게 된다.

[0037] 이는 아연을 첨가하는 알루미늄-실리콘-철- 아연 합금에서 니켈의 첨가에 의해 열전도도가 174.50 W/mK에서 157.94 W/mK로 크게 저하되는 상태와 비교하여 볼 때, 니켈이 첨가되더라도 열 전도도가 높은 상태에서 일정 정도의 범위를 유지하게 되는 특성을 가지는 것으로 다수의 실험을 통해 비교할 수 있게 된다.

[0038] 또한, 알루미늄-실리콘-철-니켈의 합금에서 니켈의 첨가에 따라 상용 합금인 ADC12의 유동도와 대비하여 보더라도 유동도가 소정의 범위로 향상되는 특성을 알 수 있게 된다.

[0039] 그리고, 알루미늄-실리콘-철-니켈의 합금에서 니켈의 첨가에 따른 유동성 실험 결과를 살펴보면, 대략 0.5 중량%의 니켈이 첨가되는 경우 유동성이 더욱 뚜렷이 개선되는 특징을 확인할 수 있게 된다.

[0040] 도 4에는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금의 니켈 첨가에 따른 미세 조직 변화를 나타낸 광학 사진이 도시되며, 도 5에는 본 발명의 실시 예에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금과 상용 합금의 유동도 및 열전도도를 나타낸 그래프가 도시된다.

[0041] 이들 도면을 참조하여 보면, 알루미늄-실리콘-철-니켈의 합금에서 니켈의 첨가에 따른 유동성 증가와 더불어 미량의 니켈 첨가는 알루미늄-철-실리콘 합금의 미세조직을 이루고 있는 금속간 화합물을 미세화시키는 특성을 알 수 있게 된다.

[0042] 다시 말해, 알루미늄 수지 상간에 분포하는 공정상 특히, 그 공정상을 이루고 있는 알루미늄-철-실리콘 금속 화합물의 미세 조직이 대략 0.42 중량% 수준의 미량 니켈 첨가에 의하여 크게 미세화되는 동시에 그 형상이 개량화 된 것을 확인할 수 있게 된다. 이러한 공정조직 미세화가 유동도에 미치는 영향은 아직 정확하게 규명되지 않고 있는 상태이다.

[0043] 다만, 알루미늄-실리콘-철-니켈의 합금이 금형 주조용 합금으로서 용도를 고려하였을 때 공정 조직의 미세화 및 형상의 개량화는 인장 물성, 상세하게는 연성을 개선할 수 있을 것으로 예상하고 있는 상태이다.

[0044] 도 5를 참조하여 보면, 알루미늄-실리콘-철-니켈의 합금에서 니켈은 0.5 중량%로 첨가될 때 가장 높은 유동성을 가지는 상태임을 알 수 있는 상태이며, 전체적으로 니켈의 첨가에 따라 유동성도 다소 향상되는 구성을 알 수 있는 상태이다.

[0045] 본 발명의 실시 예에 따른 다수의 실험들에 의하면, 높은 열 전도성을 가지면서 주조성을 동시에 확보할 수 있는 금형 주조용 알루미늄 합금을 위하여 실리콘의 첨가를 1.0 중량% 이하로 제한하면서 금형과의 소착을 방지

하기 위하여 철을 1.0 중량% 이하로 첨가하며, 적은 실리콘 함량으로 인한 주조성의 감소를 방지하기 위하여 니켈을 최대 1.0 중량% 첨가하게 된다.

[0046] 이때, 다수의 실험을 통해 0.5 중량% 정도의 니켈 첨가는 알루미늄-실리콘-철 합금의 높은 열전도성을 유지하면서, 주조성이 우수한 상용 합금의 유동성 범위 내에서 값을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

[0047] 이와 같은, 본 실시 예에서의 알루미늄 합금은 유동도는 주조성이 우수한 상용합금인 ADC12 또는 A356의 유동도 범위 내에서 유동도 값을 확보하는 동시에 높은 열 전도도 상세하게는, 185~203 W/mK를 확보할 수 있는 우수한 구성임을 알 수 있다.

[0048] 전술한 바와 같은 본 발명의 설명은 본 발명의 기술적 사상을 예시적으로 설명한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위로 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다.

산업상 이용가능성

[0049] 본 발명에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금은, 실리콘과 니켈 및 철의 각 요소별 최대 중량%가 1.0 이하이면서, 나머지 잔부가 기타 불가피한 불순물을 포함하는 알루미늄으로 이루어지도록 구성된다.

[0050] 이러한 구성에 의해 상온에서 일정 정도 이상의 열 전도도를 가지면서 높은 유동도를 유지하는 장점을 가지게 되고, 이에 따라, 다양하고 복잡한 형상의 방열 제품을 알루미늄 합금을 이용하여 제작할 수 있게 되는 장점을 가지게 된다.

[0051] 이로 인해, 제품의 방열성이 향상되어 발열로 인한 제품의 손상을 방지할 수 있으며, 제품의 수명을 연장할 수 있는 장점을 가지게 된다.

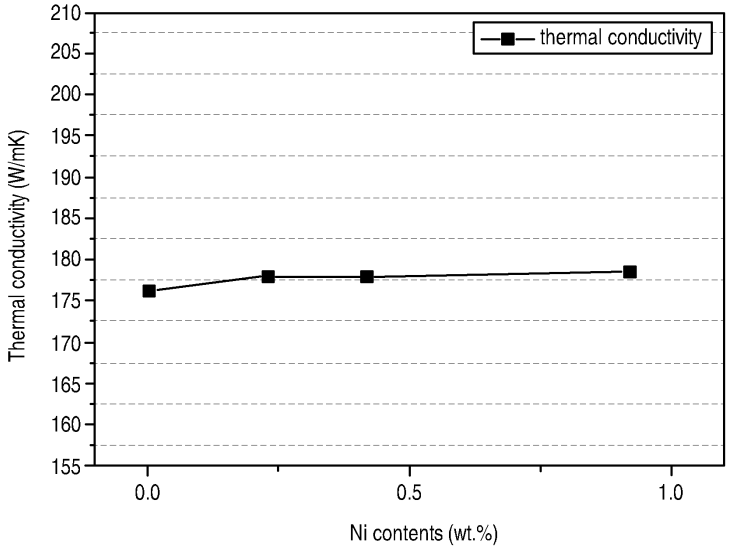
[0052] 이러한 많은 장점들로 인해 본 발명에 의한 고열전도성 금형 주조용 알루미늄 합금은 알루미늄 합금의 생산 산업뿐만 아니라, 이와 관련된 다양한 산업에 그 이용 가능성이 크다 할 것이다.

도면

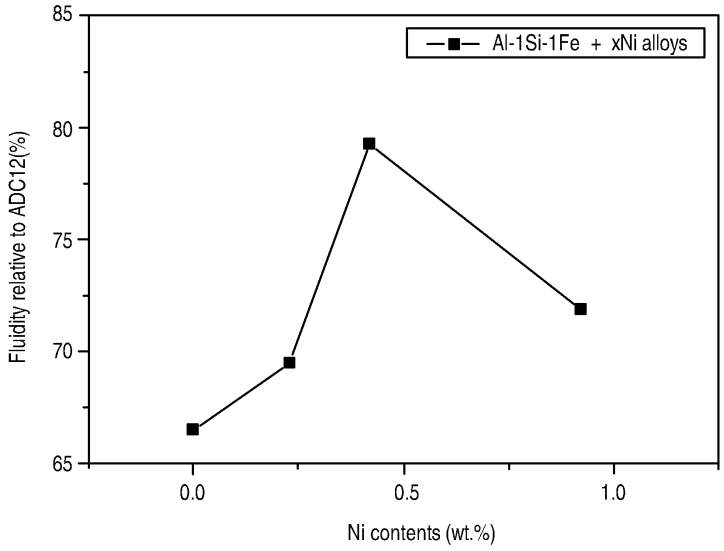
도면1

개발 합금	Si wt.%	Fe wt.%	Ni wt.%	Al wt.%	열전도도 W/mK	ADC12대비 유동도, %
Al-1Si-1Fe	0.99	1.08	0.004	bal.	176.22	66.51
Al-1Si-1Fe-0.25Ni	1.02	1.11	0.23	bal.	177.96	69.50
Al-1Si-1Fe-0.5Ni	0.96	1.03	0.42	bal.	177.98	79.30
Al-1Si-1Fe-1.0Ni	1.02	1.09	0.92	bal.	178.51	71.94

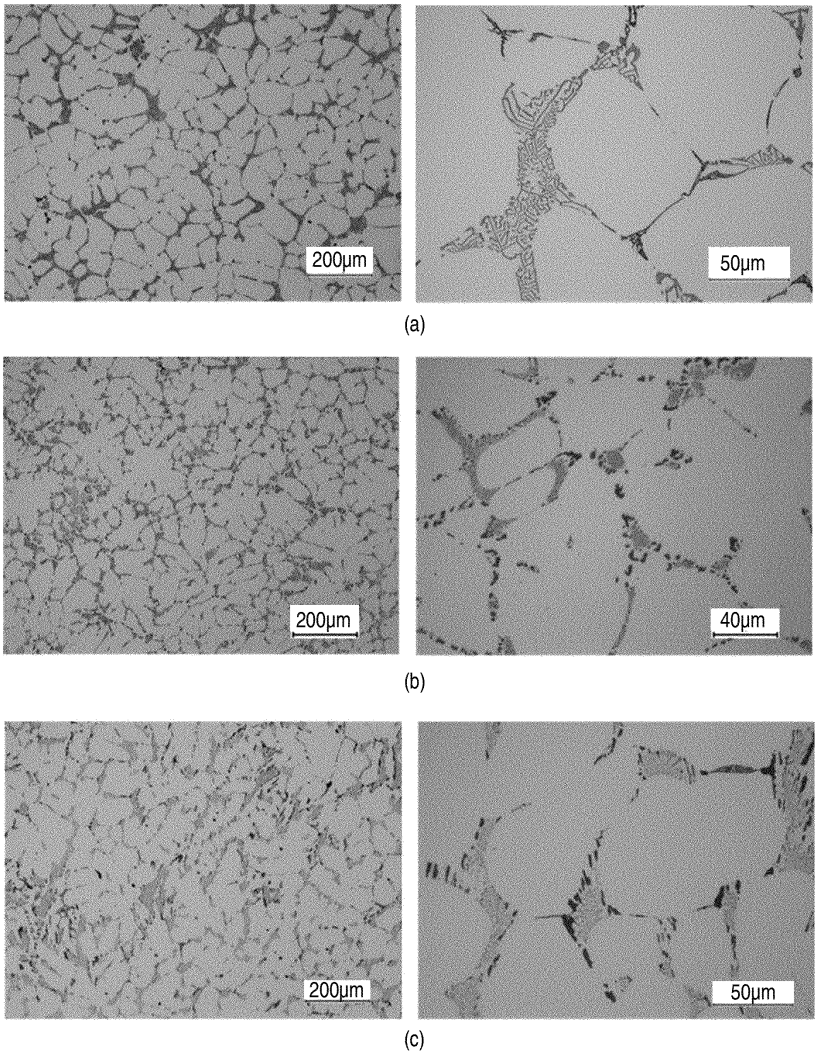
도면2


thermal conductivity
Thermal conductivity (W/mK)
210
205
200
195
190
185
180
175
170
165
160
155
0.0
0.5
1.0
Ni contents (wt.%)

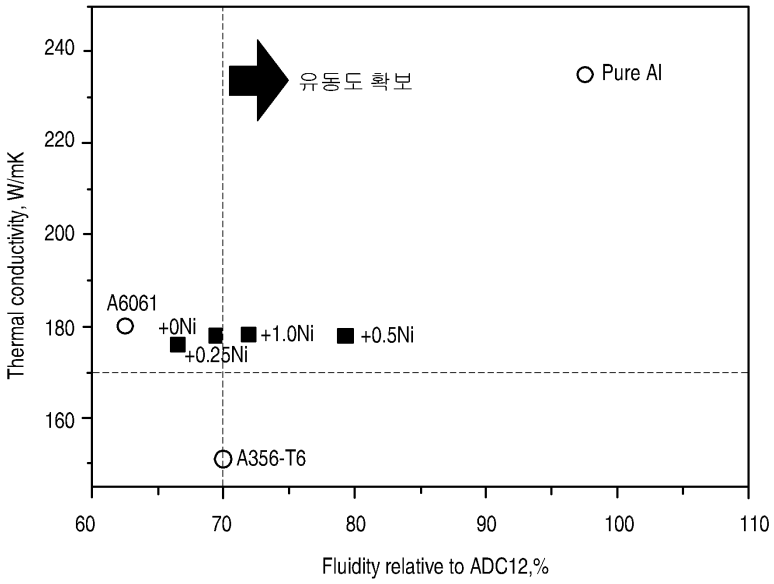
도면3


Al-1Si-1Fe + xNi alloys
Fluidity relative to ADC12(%)
85
80
75
70
65
0.0
0.5
1.0
Ni contents (wt.%)

도면4


200μm
50μm
(a)
200μm
40μm
(b)
200μm
50μm
(c)

도면5


240
220
200
180
160
Thermal conductivity, W/mK
유동도 확보
Pure Al
A6061
+0Ni
+1.0Ni
+0.5Ni
+0.25Ni
A356-T6
60
70
80
90
100
110
Fluidity relative to ADC12,%