



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0124330
(43) 공개일자 2012년11월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22B 9/02 (2006.01) C22B 34/12 (2006.01)

C22B 15/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0042173

(22) 출원일자 2011년05월03일

심사청구일자 2011년05월03일

(71) 출원인

한국기술교육대학교 산학협력단

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

김기영

서울특별시 서초구 서초중앙로 200, 6동 1105호 (서초동, 삼풍아파트)

강복현

충청남도 천안시 동남구 북면 충절로 1456, 103동 1205호 (중앙아파트)

조주영

충청남도 천안시 동남구 북면 충절로 1456, 103동 1205호 (중앙아파트)

(74) 대리인

나동규

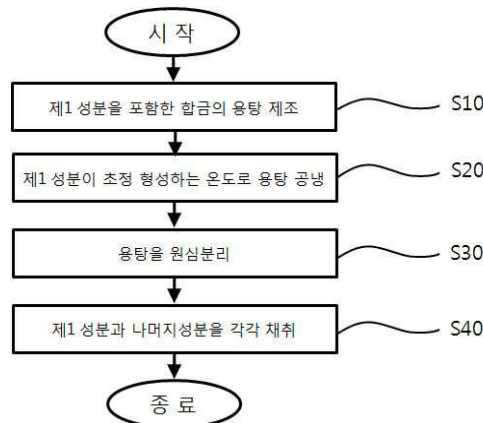
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법과 이를 이용하여 제조된 순물질

(57) 요약

본 발명은, 제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계와, 상기 원심분리를 통해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함하는 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계;

상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계;

상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계; 및

상기 원심분리를 통해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 성분은,

금속 간 화합물을 형성하지 않고, 침상 혹은 판상으로 초정을 형성하는 물질인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 성분은 실리콘, 철, 티타늄, 구리 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 합금은, 상기 제1 성분을 제외한 나머지 성분이 알루미늄, 마그네슘, 철, 구리 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 합금은, 알루미늄-실리콘 합금인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도는,

상기 합금의 상태에서 액상선이 따르는 온도와 고상선이 따르는 온도 사이인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리하는 단계에서,

상기 원심분리를 위한 회전수에 따른 중력가속도(g) 값은 35g~1250g인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리하는 단계에서,

상기 제1 성분은 폼(foam)의 형태로 분리되는 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리된 상기 제1 성분을 산 용액으로 세척하여, 상기 제1성분에 용착된 타 성분들을 제거하는 단계를 더 포함하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 제1 성분을 산 용액 세척하는 단계에서,

상기 제1 성분은 플레이크(flake) 형태로 분리되는 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 원심분리하는 단계에서,

상기 원심분리하는 시간은 10분 이내인 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 12

청구항 1에 있어서,

상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계는,

상기 제1 성분이 타 성분과 분리되어, 상기 제1 성분과 타 성분이 별도의 공간에서 채취되는 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법.

청구항 13

청구항 1항 내지 청구항 12항 중 어느 한 항의 방법으로 제조된 제1 성분으로 이루어진 순물질.

청구항 14

제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계;

상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계;

상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계; 및

상기 원심분리를 통해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함하는, 원심분리를 이용한 합금 정련 방법.

청구항 15

청구항 13에서,

상기 원심분리 하는 단계 이후의 상기 제1 성분의 순도는, 상기 원심분리 하는 단계 이전의 상기 제1 성분의 순도보다 높은 것을 특징으로 하는, 원심분리를 이용한 합금 정련 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 합금 내에서 초정을 형성하는 물질을 원심분리에 의해 분리하는 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법과 이를 이용하여 제조된 순물질에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 합금은 두 가지 이상의 원소를 포함한 금속 화합물이기 때문에 합금 내에서 하나의 물질을 분리해 내는 것은 어려운 일이다. 종래에 합금을 분리하기 위하여 사용된 방법으로, 일정한 원소와 반응하는 화학 용매를 사용하여 합금 중에서 일정한 원소만을 녹여내는 방법을 사용하거나, 합금 원소 중 일정한 원소만을 태워버리고 남은 물질을 취하는 방법 등이 사용되기도 했다. 그러나 이러한 방법들은 공정이 복잡하거나, 원하는 물질 이외의 금속을 버려야하는 등의 문제가 있을 뿐 아니라, 분리 효율이 떨어지는 문제점이 있었다.

[0003] 또 다른 방법으로는, 합금을 구성하는 물질 사이의 비중차를 이용하여 원심분리하는 방법이 사용되기도 하였다. 이와 관련하여, 대한민국 등록특허 0182230호(이하 '종래기술 1'이라 함)에는 원심력을 이용하여 순금속 및 경사합금으로 분리, 정제하는 장치 및 그 방법이 기재되어 있다. 종래기술 1은 가열로 내에서 합금을 용융한 후, 약 1시간 가량 원심분리하여 용융된 합금에 원심력을 가하여 합금을 이루는 각 금속의 비중차에 의해 분리하는 방법에 관한 것이다. 종래기술 1은 합금을 이루는 각 금속들의 비중차에 따라 하나의 분리관 내에서 원심분리가 이루어지기 때문에 채취된 금속 덩어리에서 원심력을 많이 받은 바깥 부분은 비중이 큰 금속들이 모이고, 원심력을 적게 받은 안쪽 부분에는 비중이 낮은 금속들이 모이게 된다. 그러므로 하나의 물질만을 합금 내에서 분리하기에는 또 다른 공정이 필요할 뿐 아니라, 완벽하게 합금 내에서 하나의 순물질만을 분리해 내는데에 어려움이 있다.

[0004] 또한, 일본 등록특허 2636162호(이하 '종래기술 2'라 함)는 알루미늄 합금재의 탈철법이 기재되어 있다. 종래기술 2는 철 함유량이 높은 알루미늄 합금재를 용융한 후 이를 원심분리하여 원심분리기 외벽에는 비중이 높은 철을 함유한 성분이 분리되고, 철이 분리된 나머지 성분들은 원심분리기 내측에서 하부를 통해 외부로 배출되어 알루미늄 합금재 내에서 철 성분을 낮추는 방법에 관한 것이다. 종래기술 2는 합금을 구성하는 금속원소의 비중차를 이용하여 알루미늄 합금에서 탈철을 행하는 것으로서, 비중이 비슷한 금속 간 분리를 위해서는 사용할 수 없으며, 미응고 상태에서 분리가 행해지기 때문에 하나의 순물질만을 고순도로 분리하여 얻기에는 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 목적은, 합금을 구성하는 원소 간 비중 차이가 적게 나는 경우에도 초정을 형성하는 순물질을 고순도로 분리할 수 있는 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법을 제공하는 것이다. 또한, 합금 내 순물질을 분리함으로써, 합금 스크랩을 재활용할 수 있고, 간단한 공정을 이용하여 단시간에 금속 내에서 순물질을 분리할 수 있는 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법을 제공하는 것이다. 뿐만 아니라, 합금 제조 이전에 합금 내에 첨가되었던 성분의 순도보다 합금 분리 후 획득한 성분의 순도를 더 향상시킬 수 있는 합금 정련 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 실시예와 관련된 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법은, 제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계와, 상기 원심분리를 통해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0007] 상기 제1 성분은, 금속 간 화합물을 형성하지 않고, 침상 혹은 판상으로 초정을 형성하는 물질인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0008] 상기 제1 성분은 실리콘, 철, 티타늄, 구리 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0009] 상기 합금은, 상기 제1 성분을 제외한 나머지 성분이 알루미늄, 마그네슘, 철, 구리 중 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0010] 상기 합금은, 알루미늄-실리콘 합금인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0011] 상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도는, 상기 합금의 상태도에서 액상선이 따르는 온도와 고상선이 따르는 온도 사이인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0012] 상기 원심분리하는 단계에서, 상기 원심분리를 위한 회전수에 따른 중력가속도(g) 값은 35g~1250g인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0013] 상기 원심분리하는 단계에서, 상기 제1 성분은 폼(foam)의 형태로 분리되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0014] 상기 원심분리된 상기 제1 성분을 산 용액으로 세척하여, 상기 제1 성분에 용착된 타 성분들을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 제1 성분을 산 용액 세척하는 단계에서, 상기 제1 성분은 플레이크(flake) 형태로 분리되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0016] 상기 원심분리하는 단계에서, 상기 원심분리하는 시간은 10분 이내인 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0017] 상기 원심분리하는 단계는, 상기 제1 성분이 타 성분과 분리되어, 상기 제1 성분과 타 성분이 별도의 공간에서 채취되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0018] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 실시예와 관련된 원심분리를 이용한 합금 정련 방법은, 제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계와, 상기 원심분리를 통해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 원심분리 하는 단계 이후의 상기 제1 성분의 순도는, 상기 원심분리 하는 단계 이전의 상기 제1 성분의 순도보다 높은 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0020] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 실시예와 관련된 원심분리를 이용한 합금 정련 방법으로 제조된 제1 성분으로 이루어진 순물질을 특징으로 할 수 있다.
- [0021] 상기한 과제를 실현하기 위한 본 발명의 일 실시예와 관련된 원심분리를 이용한 합금 정련 방법은, 제1 성분을 포함한 합금을 용융시켜 용탕을 제조하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하는 온도로 상기 용탕을 공냉하는 단계와, 상기 제1 성분이 초정을 형성하면 상기 용탕을 원심분리 하는 단계와, 상기 원심분리를 통

해 상기 제1 성분과 나머지 성분을 각각 채취하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 원심분리 하는 단계 이후의 상기 제1 성분의 순도는, 상기 원심분리 하는 단계 이전의 상기 제1 성분의 순도보다 높은 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0023] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 관련된 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법에 의하면, 합금을 구성하는 원소 간 비중차가 적은 경우에도 합금 내 순물질을 분리해 낼 수 있는 효과가 있다. 또한, 합금 내에서 초정을 형성하는 순물질을 원심분리하여 고순도로 분리하므로 고철로 버려지는 합금 내 물질을 회수하여 재활용할 수 있으며, 간단한 공정으로 단시간에 고순도의 순물질을 분리할 수 있는 효과가 있다. 뿐만 아니라, 합금 제조 이전에 합금 내에 첨가되었던 성분의 순도보다 합금 분리 후 획득한 성분의 순도를 더 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법을 순서에 따라 도시한 순서도이다.

도 2는 알루미늄-실리콘 합금의 상태도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 원심분리가 완료된 후 채취된 초정 실리콘 품의 사진이다.

도 4는 도 3의 초정 실리콘 품을 제외한 성분으로 이루어진 부분의 사진이다.

도 5는 도 3의 초정 실리콘 품을 산으로 세척한 후 얻어진 실리콘 플레이크의 사진이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 원심분리 회전수에 의한 중력가속도에 따른 실리콘 분리 수율을 나타낸 그래프이다.

도 7은 도 3의 초정 실리콘 품의 내부 결정을 나타낸 광학현미경 사진이다.

도 8은 초정 실리콘 품을 산 침출하기 전·후의 EDS mapping 사진이다.

도 9는 도 5의 실리콘 플레이크를 XRD(X-ray Diffraction) 성분 분석한 결과를 나타낸 그래프이다.

도 10은 원심분리 회전수에 의한 중력가속도에 따른 도 5의 실리콘 플레이크의 최종 수율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법에 대하여 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 본 명세서에서는 서로 다른 실시예라도 동일·유사한 구성에 대해서는 동일·유사한 참조번호를 부여하고, 그 설명은 처음 설명으로 갈음한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법을 순서에 따라 도시한 순서도이다. 도면을 참조하면 먼저 제1 성분을 포함하고 있는 합금을 용융시켜 합금 용탕으로 제조한다(S10). 이때 합금은 제1 성분 이외에 다양한 성분을 포함할 수 있다. 합금은 유도로 등에 장입하여 녹는점 이상으로 가열하여 액체 상태의 용탕으로 제조한다.

[0027] 합금을 구성하는 성분 중 제1 성분은, 용탕을 냉각하는 과정에서 금속 간 화합물을 형성하지 않고 침상 또는 판상으로 초정을 형성하는 물질이다. 구체적으로, 제1 성분은 실리콘, 철, 티타늄, 구리일 수 있으며, 이러한 성분 중 선택된 1종 이상일 수 있다. 또한, 합금을 구성하는 성분 중 제1 성분을 제외한 나머지 성분들은 알루미늄, 마그네슘, 철, 구리일 수 있으며, 이러한 성분 중 선택된 1종 이상일 수 있다.

[0028] 이와 같이 제조된 합금의 용탕을, 합금 내에 포함된 제1 성분이 초정을 형성하는 온도까지 공냉한다(S20). 제1 성분이 초정을 형성하는 온도는, 합금 내에 포함된 제1 성분이 초정을 형성하는 온도는 합금의 상태도에서

액상선이 따르는 온도와 고상선이 따르는 온도 사이이다. 이러한 제1 성분이 초정을 형성하는 온도는 합금의 종류에 따라 상태도가 달라지기 때문에 합금의 종류에 따라 용탕을 공냉하는 온도 역시 달라질 수 있다.

[0029] 용탕을 공냉하여 제1 성분이 초정을 형성하면, 용탕에 원심력을 가하여 용탕을 구성하는 성분을 원심분리한다(S30). 원심분리를 위한 원심분리기의 회전수에 따른 중력가속도 g 값은 35~1250일 수 있다. 중력가속도가 35g 미만인 경우 초정을 형성하는 제1 성분을 타 성분과 분리하는 원심력이 약해 제1 성분을 분리하는 수율이 저하될 수 있다. 또한, 중력가속도가 1250g을 초과하는 경우는 원심력이 과다하게 작용하여 초정을 형성한 제1 성분과 타 성분이 함께 움직이게 되어 분리 효율이 떨어지는 문제점이 발생할 수 있다.

[0030] 용탕을 원심분리할 때에는 초정 형성 온도 구간에 들어간 제1 성분이 초정으로 결정을 형성하면서 타 성분보다 먼저 고체로 응고된다. 그러므로 제1 성분을 제외한 나머지 성분들을 분리하기 위하여 제1 성분을 채취하는 공간과 제1 성분을 제외한 나머지 성분들을 채취하는 공간을 별도로 구성할 수 있다. 구체적으로, 용탕을 소정의 공간에 투입하여 원심력을 가하면 원심분리기의 내측에는 고체로 응고되는 제1 성분이 응고되어 남게 되고, 원심분리기의 외측에는 원심력에 의하여 제1 성분과 분리되어 액체로 빠져나간 타 성분들이 모이게 될 수 있다. 이러한 방법으로 제1 성분과 이를 제외한 타 성분들을 별도의 공간에서 각각 분리된 형태로 채취하게 된다(S40).

[0031] 용탕에 원심력을 가하여 원심분리하는 시간은 10분 이내일 수 있다. 원심분리 시간이 10분을 초과하는 경우 제1 성분까지 타 성분에 용착되어 원심분리기의 외측으로 빠져나갈 수 있으므로 원심분리 시간을 10분 이내로 할 수 있다.

[0032] 용탕을 원심분리하여 제1 성분과 타 성분을 분리하면, 고체로 채취되는 제1 성분은 폼(Foam)의 형태로 분리된다. 제1 성분은 초정을 형성할 때 침상 혹은 판상으로 결정을 형성하는 물질이므로, 제1 성분이 원심분리에 의하여 고체로 응고되면서 분리되면 이러한 결정의 형태로 결정과 결정 사이에 공간이 있는 폼의 형태로 응고될 수 있다. 제1 성분과 분리된 나머지 타 성분은 원심분리하는 동안과 원심분리 이후 응고되어 별도의 공간에서 고체 덩어리 형태로 채취된다.

[0033] 폼의 형태로 채취된 제1 성분의 표면에는 제1 성분과 용착되어 완전히 분리되지 못한 타 성분들이 잔재할 수 있다. 그러므로 폼의 형태로 얻어진 제1 성분의 순도를 더욱 향상시키기 위하여 산 용액을 이용하여 폼의 형태로 얻어진 제1 성분을 세척할 수 있다. 이러한 산 세척에 의하여 제1 성분에 용착되었던 타 성분들이 녹아서 제거될 수 있다. 산 세척은 산 용액에 침출하는 방법 등 제1 성분을 제외한 타 성분들만을 선택적으로 녹여낼 수 있는 방법이면 어떠한 것이든 가능하다. 이때 산 용액은 염산, 황산, 질산 혹은 이러한 산 중 1종 이상의 혼합액 등 제1 성분을 제외한 타 성분을 녹여낼 수 있는 것이면 어떠한 종류의 산 용액이든 모두 가능하다. 도 5에 도시한 바와 같이, 산에 의해 폼 형태의 제1 성분을 세척하고 나면 제1 성분은 플레이크(Flake) 형태로 분리되어 채취될 수 있다. 이때 플레이크 형태로 얻어진 제1 성분은 그 순도가 99.9% 이상일 수 있다.

[0034] <실시예 1>

[0035] 이하 도 2내지 도 10을 참조하여 본 발명의 실시예 1에 대하여 상세히 설명한다. 실시예 1의 합금은 알루미늄-실리콘 합금이며, 상세하게는 알루미늄-50wt%실리콘 과공정 합금을 사용하였다. 이와 같은 합금을 유도로에서 가열하여 용탕으로 제조한 후, 이를 원심분리한다. 이때 원심분리 시간은 약 1분 이내로 하였다. 이 합금에서 용탕이 공냉되면서 초정을 형성하는 성분은 실리콘이며, 이때 실리콘 입자는 침상으로 결정화되면서 초정을 형성한다. 도 3의 사진과 같이, 원심분리가 완료되면 초정 실리콘 폼이 채취된다. 초정 실리콘 폼을 제외한 알루미늄 및 기타 성분을 포함한 성분은 고체 덩어리 형태로 얻어지며, 그 형태는 도 4의 사진과 같다. 또한, 도 3의 초정 실리콘 폼을 산으로 세척한 후 얻어진 실리콘 플레이크는 도 5의 사진과 같다. 본 실시예 1에서 원심분리 회전수에 따른 중력가속도는 약 32g, 40g, 57g, 72g로 설정하였으며, 각각의 회전수에 따라 실험을 진행하였다.

[0036] 도 2의 알루미늄-실리콘 합금의 상태도를 보면, 액상선 이상의 온도에서는 알루미늄과 실리콘 모두 액체로 존재하며, 알루미늄-실리콘 합금이 용해되었다가 냉각될 때 실리콘이 먼저 초정을 형성하며 응고되고, 577℃ 이하에서 알루미늄이 응고되는 것을 알 수 있다. 그러므로, 알루미늄-실리콘 합금의 경우 용탕을 577℃~1414℃ 이내의 온도로 공냉할 수 있다. 본 실시예 1에서는 알루미늄-50wt%실리콘 과공정 합금을 사용하였고, 이 경우 상태도를 통한 계산으로 초정 실리콘의 고상율은 24%이므로 합금에서 실리콘을 완전히 분리하였을 때 전체 합금의 24%의 실리콘이 얻어지면 완전히 회수되었다고 할 수 있다. 도 6을 참조하면, 원심분리 회전수에 따른

중력가속도 32g인 경우 실리콘의 분리 수율이 75%정도이다. 이러한 결과를 통해 중력가속도 32g에서는 조정 실리콘의 표면 혹은 조정 실리콘의 미소균열 내부에 알루미늄이 효과적으로 분리되지 않고 잔재되어 있음을 알 수 있다. 그러나, 중력가속도가 약 40g, 57g, 72g로 증가할수록 실리콘 분리 수율이 약 43%, 37%, 35%로 낮아지면서 조정 실리콘의 고상율인 24%에 가까이 다가가는 것으로 보아 원심분리기의 회전수에 따른 중력가속도 g값이 32g이상이어야 실리콘 분리 효율이 높아지는 것을 알 수 있다.

[0037] 본 실시예 1에서 얻어진 조정 실리콘 품의 내부 결정 형태를 광학현미경을 통하여 관찰한 결과를 도 7에 나타냈다. 도 7의 (a)는 중력가속도 약 32g일 때의 사진이며, (b)는 중력가속도 약 40g일 때의 사진이다. 도 7에서 검은 색으로 보이는 침상의 결정이 실리콘이며, 실리콘 결정을 감싸고 있는 푸른색을 띄는 부분이 알루미늄이다. 도 7의 (a)는 중력가속도가 약 32g일 때의 사진이며, (b)는 중력가속도가 약 40g일 때의 사진이다. 도 7에서 보는 바와 같이, 중력가속도가 32g일 때는 실리콘 결정 주변에 알루미늄 성분이 다량 존재하여 실리콘 분리 수율이 좋지 않음을 보여주고 있으며, 중력가속도가 약 40g일 때는 중력가속도가 32g일 때와 비교하여 실리콘 결정 주변에 알루미늄 성분이 많이 분리되어 나갔음을 알 수 있다. 그러나, 일부 알루미늄 성분이 실리콘 결정에 유착되어 남아있기 때문에 조정 실리콘 품을 왕수로 산 침출하였다.

[0038] 도 8은 조정 실리콘 품을 산 침출하기 전·후의 EDS mapping 사진이다. 도 8의 (a)는 산 침출 전의 조정 실리콘 품의 사진이며, (b)는 산 침출 후의 조정 실리콘 품의 사진이다. 도 8의 결과를 보면, 조정 실리콘 품을 산 침출하기 전에는 실리콘과 알루미늄이 혼재되어 있으나, 산 침출을 한 이후에는 알루미늄 성분이 거의 사라지고 실리콘 성분만이 남아있는 것을 알 수 있다. 산 침출 처리를 한 이후 실리콘 품은 실리콘 플레이크 형태로 채취된다.

[0039] 도 9는 산 침출 후의 얻어진 실리콘 플레이크를 XRD(X-ray Diffraction) 성분 분석한 결과를 나타낸 것으로, 산 침출 후 명확한 실리콘 피크가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 도 10은 산침출 후 조정 실리콘 플레이크의 최종 수율을 나타낸 그래프이다. 조정 실리콘 플레이크의 최종 수율은 얻어진 최종 조정 실리콘 플레이크의 무게를 최초 장입 무게로 나눈 후 백분율로 나타낸 것이다. 그 결과, 중력가속도가 약 32g일 때는 상태도에 따른 이론상의 실리콘 고상율인 24%보다 많은 37%의 수율이 확인되었으나, 중력가속도가 증가할수록 상태도에 따라 계산된 고상율의 수치에 근접하는 것을 알 수 있다. 중력가속도가 약 72g일 때는 최종 실리콘 수율이 약 25%로 상태도에 따라 계산된 실리콘 고상율 24%와 거의 일치하는 것을 볼 수 있다.

[0040] 산 침출 처리까지 완료된 최종 실리콘 플레이크의 순도를 아래 표 1에 나타냈다.

표 1

[0041]

gravitational acceleration (g)	Elements(ppm)												Purity (wt%)	Purity except Al (wt%)
	Al	Ca	Cr	Cu	Fe	Mg	Mn	Mo	Ni	Ti	V	Zn		
40	1822	9	0	34	18	1	0	124	8	1	<.0000	1	99.798226	99.980383
57	2698	23	1	20	23	3	0	9	7	1	<.0000	1	99.721418	99.991177
72	1191	4	1	7	20	0	0	0	2	1	<.0000	1	99.877283	99.996386

[0042] 표 1에서 Purity는 조정 실리콘 품을 산 침출하기 전에 측정한 순도이며, Purity except Al는 조정 실리콘 품을 산 침출한 후 얻어진 실리콘 플레이크의 순도를 측정한 결과이다. 표 1의 결과와 같이, 본 실시예 1에서 원심분리의 회전수에 따른 중력가속도가 약 40g일 경우 최종적으로 얻어진 조정 실리콘 플레이크의 순도는 99.98%이상이며, 중력가속도가 증가할수록 최종 산물인 조정 실리콘 플레이크의 순도도 향상되는 것을 알 수 있다. 원심분리 회전수에 따른 중력가속도가 약 72g일 때의 경우 최종 산물인 조정 실리콘 플레이크의 순도는 99.996386%로 99.99%이상임을 알 수 있다. 또한, 최종 산물인 조정 실리콘 플레이크에서 실리콘을 제외한 나머지 성분은 알루미늄이 가장 많았으나, 중력가속도가 증가할수록 알루미늄 성분의 양이 줄어드는 것을 확인할 수 있으며, 이때의 알루미늄량도 1000~3000ppm으로 미량인 것을 알 수 있다.

[0043] <실시예 2>

[0044] 실시예 2의 합금은 알루미늄-실리콘 합금이며, 상세하게는 알루미늄-50wt%실리콘 과공정 합금을 사용하였다. 이와 같은 합금을 유도로에서 가열하여 용탕으로 제조한 후, 이를 원심분리한다. 이때 원심분리 시간은 약 1

분 이내로 하였다. 이 합금에서 용탕이 공냉되면서 초정을 형성하는 성분은 실리콘이며, 이때 실리콘 입자는 침상으로 결정화되면서 초정을 형성한다. 실시예 1과 같이, 원심분리가 완료되면 초정 실리콘 품이 채취된다. 채취된 초정 실리콘 품을 산으로 세척한 후 최종적으로 실리콘 플레이크를 획득할 수 있다. 실시예 2에서 원심분리 회전수에 따른 중력가속도는 약 72g로 설정하였다.

[0045] 합금을 원심분리 하기 전, 즉 합금 제조 시 첨가된 실리콘의 순도를 측정하고, 합금을 원심분리 한 후 최종적으로 얻어진 실리콘 플레이크의 순도를 측정하여 이를 비교한 결과를 표 2에 나타냈다.

표 2

	성분(ppm)								실리콘 순도 (wt%)
	Ba	Cr	Cu	Fe	Mg	Ni	Ti	Zn	
원심분리 전	1	15	23	54	3	6	40	<.0002	99.9854863
원심분리 후	1	<.0000	23	<.0000	<.0000	7	<.0002	<.0000	99.9953579

[0047]

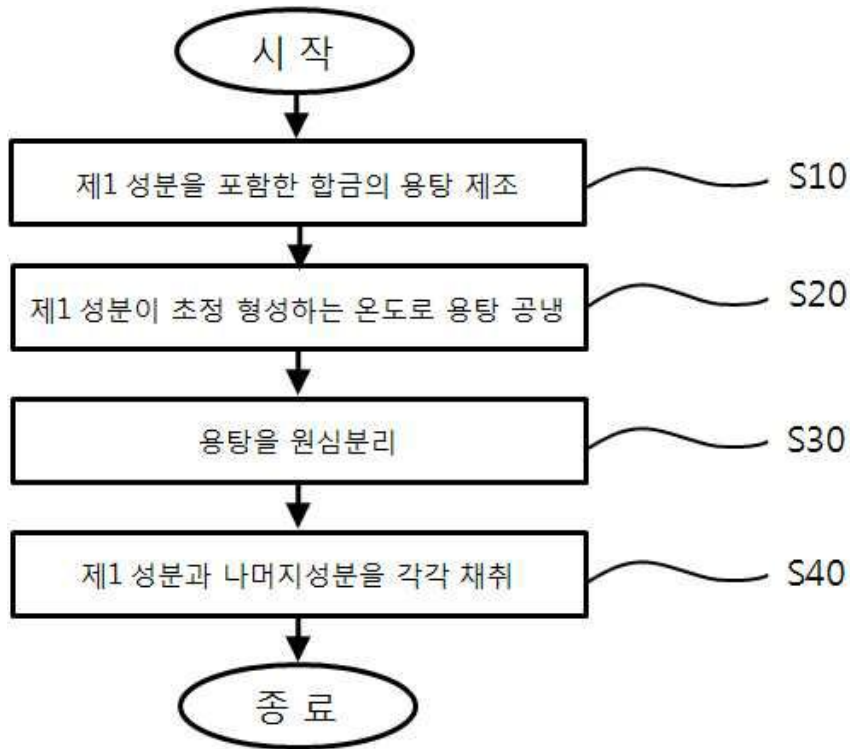
[0048] 표 2를 참조하면, 합금을 원심분리 하기 전 합금에 첨가된 실리콘의 순도는 99.9854863이었으나, 합금을 원심분리하여 정련하고 난 후, 얻어진 실리콘 플레이크의 순도는 99.9953579로 최종 산물인 실리콘 플레이크의 순도는 99.99%이상으로 증가하였음을 알 수 있다. 이러한 결과는 합금을 원심분리하여 합금 내 초정을 형성하는 성분이 고순도로 정련되는 것을 나타내는 것이다.

[0049] 이와 같이 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법은 합금을 구성하는 원소 간 비중차가 적은 경우에도 합금 내 순물질을 분리해 낼 수 있는 효과가 있을 뿐 아니라, 합금 내에서 초정을 형성하는 순물질을 원심분리하여 고순도로 분리하므로 고철로 버려지는 합금 내 물질을 회수하여 재활용할 수 있는 효과가 있다. 또한, 간단한 공정으로 단시간에 고순도의 순물질을 분리할 수 있는 효과가 있다. 또한, 원심분리를 이용하면 합금 내 성분을 고순도로 정련할 수 있는 효과가 있음을 알 수 있다.

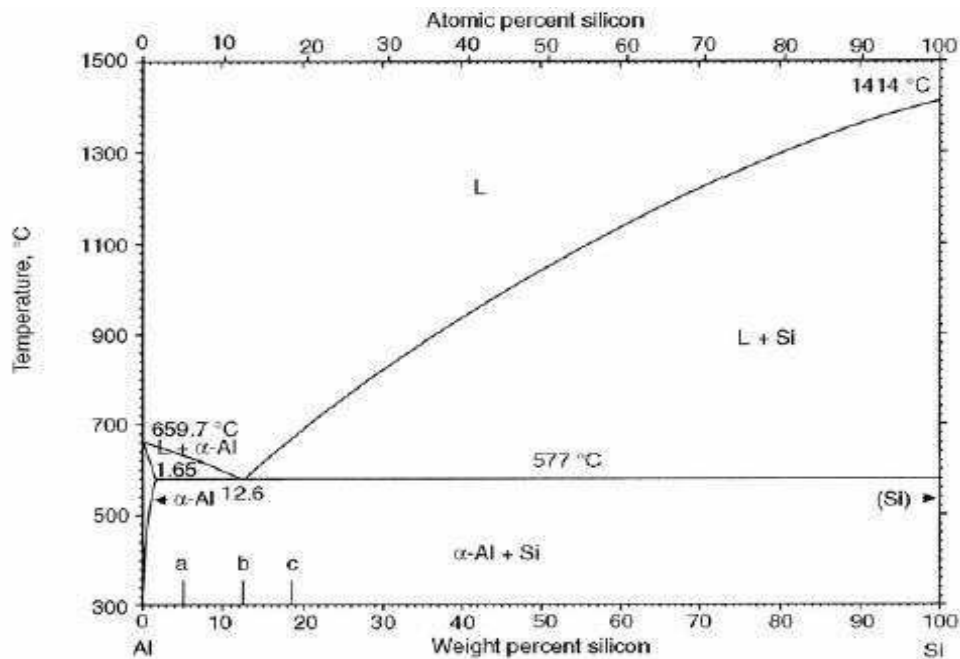
[0050] 상기와 같은 원심분리를 이용한 합금 내 순물질 분리 방법 및 합금 정련 방법은 위에서 설명된 실시예들의 구성과 작동 방식에 한정되는 것이 아니다. 상기 실시예들은 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 구성될 수도 있다.

도면

도면1



도면2



도면3



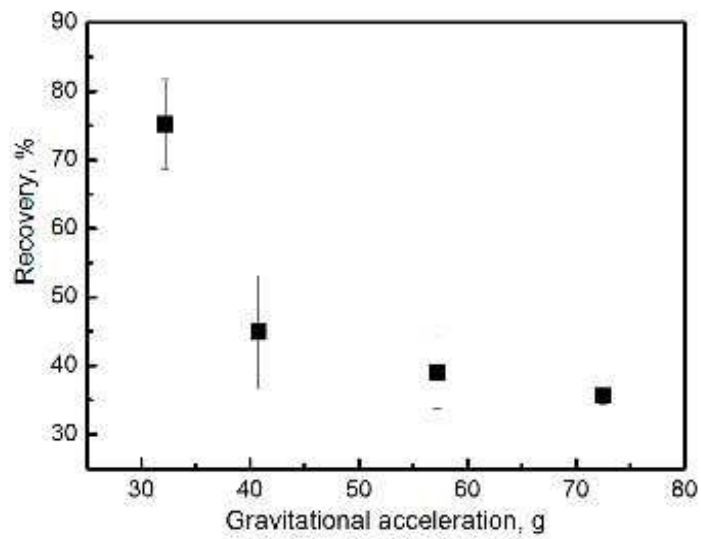
도면4



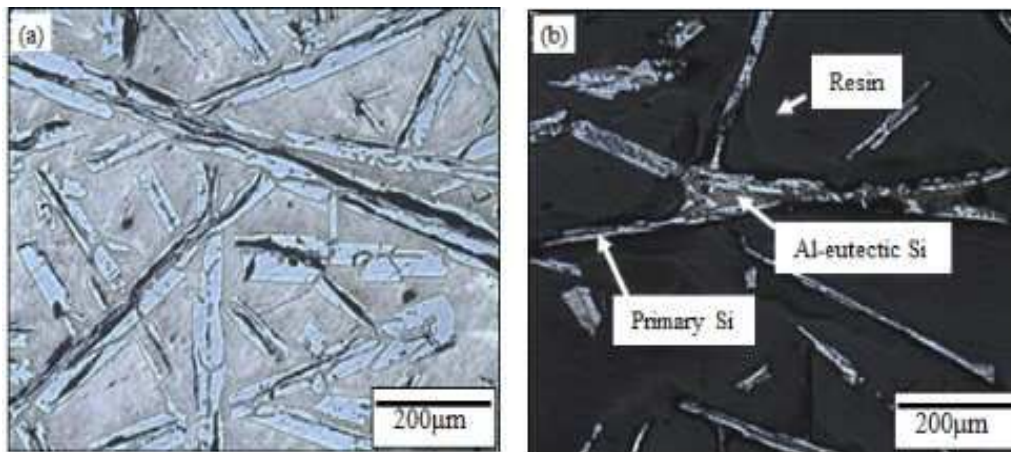
도면5



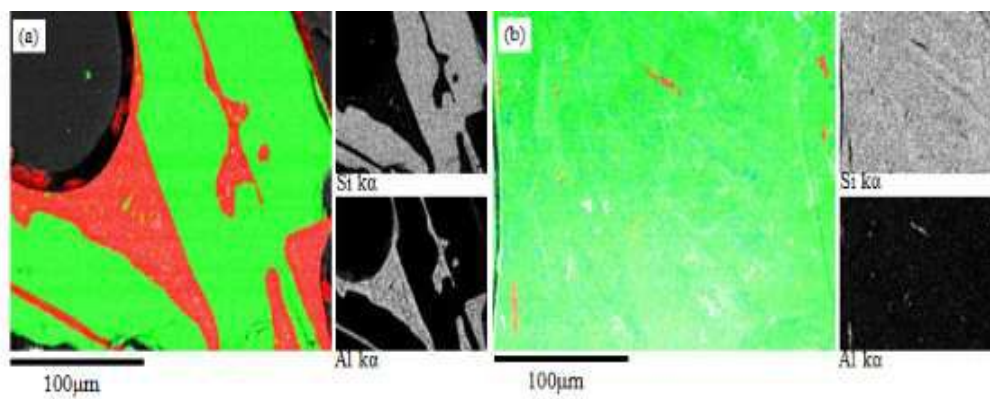
도면6



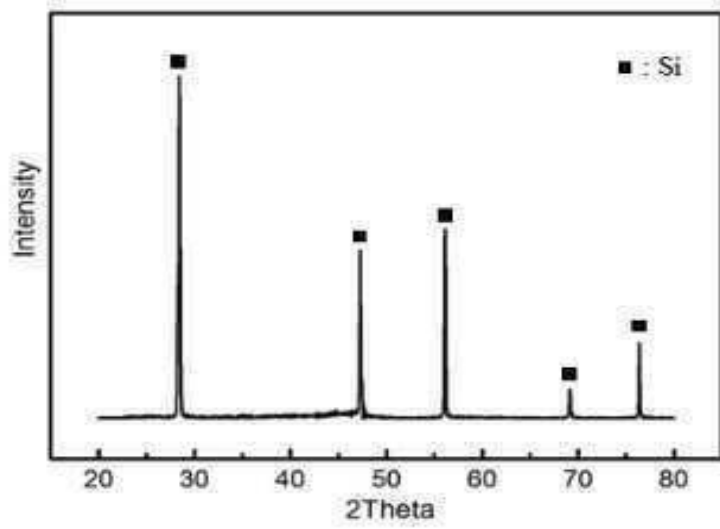
도면7



도면8



도면9



도면10

