



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0032465
(43) 공개일자 2009년04월01일

(51) Int. Cl.

B22D 13/00 (2006.01) B22D 19/08 (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0097736

(22) 출원일자 2007년09월28일

심사청구일자 2007년09월28일

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울 서초구 양재동 231

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

홍준표

서울 은평구 수색동 1번지 대림한숲아파트 108동 1306호

김재민

서울 마포구 공덕동 삼성래미안아파트 310동 704호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

백남훈, 이학수

전체 청구항 수 : 총 6 항

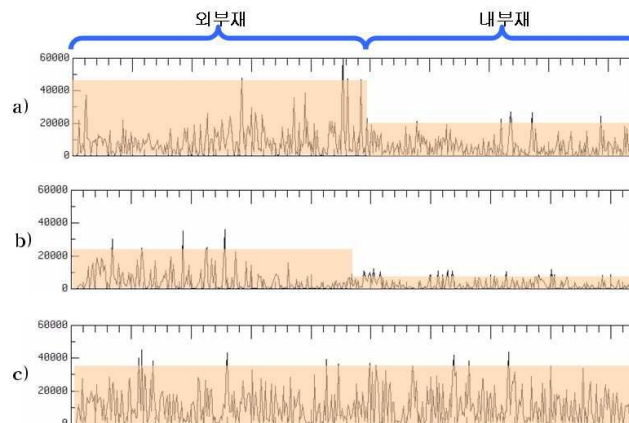
(54) 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법

(57) 요약

본 발명은 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 원심주조 시, 빠른 냉각속도와 교반에 의해 과공정의 실린더형 외부재의 조직의 미세화를 이루고, 원심력에 의해 생성되는 밴드층의 우선용융을 활용하여 아공정의 내부재와의 접합을 실현함으로써, 과공정 합금의 사용량을 줄이고 부위별로 기계적 성질을 달리하여 재료비를 절감하고 원가를 낮추며 품질을 높일 수 있도록 한 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 진원심 주조기의 몰드내벽을 가열하는 제1단계; 외부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하는 제2단계; 내부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하며 교반운동을 가하는 제3단계; 및 상기 용융금속을 응고시킨 후 냉각시키는 제4단계; 로 이루어진 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법을 제공한다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

심재기

인천 남동구 만수동 853-16 동신빌라 가-302

문준영

경기 용인시 기흥구 마북동 삼성래미안1차아파트
104동 1702호

장영수

경기 용인시 수지구 상현동 성원3차상떼빌아파트
231동 704호

이문형

경기 화성시 정남면 망월리 269번지

오기환

서울 관악구 신림7동 관악산 휴먼시아 102동 201호

특허청구의 범위

청구항 1

진원심 주조기의 몰드내벽을 가열하는 제1단계;
외부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하는 제2단계;
내부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하며 교반운동을 가하는 제3단계;
상기 용융금속을 응고시킨 후 냉각시키는 제4단계;
로 이루어진 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 제2단계에서 몰드의 배치형태, 몰드 회전속도, 몰드온도, 외부재 및 내부재의 주입온도에 따라 밴드층이 형성되고, 이 밴드층은 상기 제3단계의 내부재 주입에 의해 재용해가 일어나 내부재와 접합될 수 있도록 한 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 몰드온도는 200℃~300℃이고, 외부재 및 내부재로 사용될 용융금속의 주입온도는 액상선 이상의 과열도가 15℃~50℃인 것을 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 몰드를 상방에서 벽면으로 45도 가량 기울이고 회전축은 지축에 대하여 45도 기울이며, 몰드 회전속도는 1300rpm으로 설정된 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 교반운동을 가하는 제3단계는 내부재로 사용될 용융금속을 주입함과 동시에 전자기 교반장치를 사용하여 몰드 회전방향의 역방향으로 교반하여, 역방향의 전자기장의 인가로 외부재와 마찰로 인한 용융접합이 이루어지되, 상기 전자기 교반장치의 전자기장의 세기는 250~5,000Gauss이고, 전류는 10~100A으로 설정된 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 외부재는 과공정 합금이고, 내부재는 아공정 합금인 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 원심주조 시, 빠른 냉각속도와 교반에 의해 과공정의 실린더형 외부재의 조직의 미세화를 이루고, 원심력에 의해 생성되는 밴드층의 우선용융을 활용하여 아공정의 내부재와의 접합을 실현함으로써, 과공정 합금의 사용량을 줄이고 부위별로 기계적 성질을 달리하여 재료비를 절감하고 원가를 낮추며 품질을 높일 수 있도록 한 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 원통형 혹은 원주형의 제품의 제조 시, 그 강도를 높이하고자 하는 부위에 상대적으로 강도가 높게 구현되는 합금 재료를 선택 사용함과 함께 그 양과 조직을 제어하는 기술은 특히 자동차의 엔진 피스톤과 같이 격렬한 기계적 운동을 통해 마모성과 윤활성이 요구되는 곳이나, 또는 알루미늄 엔진 라이너 제작 시 강력한 접합을 통해 이탈

을 방지하고자 하는 부위에 적용이 가능할 것이고, 나아가 선박/항공기의 새시부품이나 엔진부품 등의 가혹조건 제품군에 적용이 가능하 할 것이다.

- <3> 대한민국 특허등록번호 제10-67826호에서는 모재보다 용융 온도가 높은 삽입재(insert materials)를 사용한 액상확산접합 방법이 공개되어 있는 바, 이 등록특허에서는 삽입재로서 순도가 95%이상인 B, C, Hf, Si에서 선택된 원소를 사용하고, 모재로서는 Ni, Co, Fe, Ti로 구성된 그룹 중에서 선택된 것을 사용하여 삽입재와 모재 사이의 확산반응을 이용하는 방법을 제시하지만, 이중 알루미늄의 접합계면에서의 용융접합은 모재의 재용해에 의한 확산접합을 시도할 경우, 모재와 삽입재 조직이 모두 조대화하고 형상이 유지되기 어려우므로, 이 기술을 적용하는데 어려움이 있다.
- <4> 대한민국 특허등록번호 제10-205160호에서는 Ni-Ti계 합금과 이중금속의 접합부 및 그 접합방법이 공개되어 있는 바, 이 등록특허에서는 Ni-Ti계 합금성분과 이중금속성분의 접합면을 접촉하고, 접합부의 어느 한 성분의 용융온도로 가열, 국부 반응 융합시키고 고온 연화시켜서 양쪽에 고압력을 동시 적용시켜 용해 접합된 조직을 접합계면에 성형하는 방법을 개시하고 있지만, 이중 알루미늄의 접합시 실린더형의 외부재와 내부재를 압력에 의해 용해 접합시키기는 어려운 문제점이 있다.
- <5> 또한, 대한민국 특허등록번호 제10-112538호 및 제10-143744호에는 할로우형 실린더의 이중금속 접합방법이 공개되어 있는 바, 이들 등록특허에서는 접합하려는 접합재를 모재의 할로우 내에 넣고, 접합재의 할로우 내면에 방향성 응고를 이루기 위한 보온 또는 단열재를 충전하고, 이를 일반 분위기로나 진공로에서 모재의 용융점보다는 낮고 접합재의 용융점보다는 높은 온도로 가열 유지한 다음 냉각하는 방법 및 그 첨가제로서 Zn, P성분 중 하나를 포함하는 할로우형 실린더의 이중금속 접합방법이 개시되어 있지만, 이중 알루미늄의 접합계면에 접합재를 사용한 용융접합은 새로운 접합재의 사용 및 적절한 온도범위 내에서의 조업으로 까다로운 공정이므로, 이들 등록특허 또한 실제 적용이 어려운 문제점이 있다.
- <6> 또한, 대한민국 특허등록번호 제10-136954호에는 알루미늄-스테인레스강과 같은 이중금속간이나 금속-세라믹과 같은 이중소재간의 접합방법을 공개하고 있는데, 여기서는 접합 대상재료의 접합면에 활성금속 증발물질을 진공 증착하고, 활성금속 증착층을 접합 대상재료에 침투 확산 시킨 후, 두 접합 대상 재료 사이에 충전금속을 삽입하고 진공분위기 하에서 900-950℃의 온도로 10-50분간 열처리하여 이루어지는 방법을 개시하고 있지만, 이중 알루미늄의 접합계면에 접합재 즉 활성금속 증발물질을 진공증착하기 위해서는 진공분위기 제공 및 특정 물질의 사용으로 경제성이 떨어지고 충전금속의 삽입 공정 및 재가열 열처리 공정의 도입으로 공정이 길고 까다로우므로, 마찬가지로 실제 적용에 어려움이 따르는 문제점이 있다.
- <7> 또한, 대한민국 특허등록번호 제10-541120호에는 금속모재에 경질분말을 브레이징 금속필러를 이용하여 경질층을 형성하고 경질분말과 브레이징 금속필러를 고분자 결합재를 이용하여 하나의 가요성 매트릭스 반죽 형성 후 금속모재에 접합하는 이중재질의 접합방법을 개시하고 있고, 대한민국 특허등록번호 제10-651331호에서 동합금 분말을 이용하여 라이닝 접합재를 소정의 형태로 별도 제작한 후, 이라이닝 접합재를 모재 위의 올려놓고 0.1-40kgf/cm²으로 가압하면서 650-900℃의 온도로 가압소결 하는 방법이 개시되어 있지만, 이중 알루미늄의 접합계면에 경질층의 제작과 결합재의 사용은 새로운 재질의 도입으로 경제성이 떨어지며 접합재를 가압소결하는 공정은 제품단가를 상승시키는 단점이 있다.
- <8> 또한, 대한민국 특허공개번호 제2002-26768호에는 비철합금 판재와 철합금 부재간을 접합하는 것으로 비철합금 판재를 철합금 부재 위에 놓고 용점이하의 온도에서 일정압력을 가해 밀착성을 향상시킨 후, 환원성 분위기 또는 비산화성 분위기에서 재결정 온도 이상으로 열처리하여 접합하는 이중금속 판재의 접합방법이 개시되어 있고, 대한민국 특허등록번호 제10-479468호에는 고온 가열로에서 고압으로 모재와 라이닝을 접합시키는 방법이 개시되어 있으며, 대한민국 특허등록번호 제10-393900호에는 동합금 분말을 모재 위에 도포하여 가압한 후 880-980℃의 온도에서 소결 후 서냉하여 이중금속을 접합하는 방법이 개시되어 있지만, 이중 알루미늄의 이중금속 중 한쪽 부재를 용해하는 것은 정밀한 온도조절이 필요하고 밀착성을 위해 가압하는 단계는 특별한 장비의 도입을 필요로 하며 모재에 분말을 도포하고 가압한 후 소결하여 서냉하는 일련의 과정은 공정이 복잡하고 까다로우며 새로운 장비의 도입을 필요로 하는 단점이 있다.
- <9> 또한, 상기와 같은 종래 기술들은 별도의 열처리 과정을 거치거나 부재를 만들어야 하는 등 실제 사용에 있어서 많은 번거로움이 있는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 본 발명은 상기한 종래의 이중금속의 접합방법이 가지고 있던 문제점들을 해결하기 위해 연구된 결과물로서, 종래의 방법에 비해 보다 치밀한 조직을 얻는 동시에 제조비 절감, 주조공정의 간편화 및 제조시간 단축 등의 이점을 실현할 수 있는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- <11> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은: 진원심 주조기의 몰드내벽을 가열하는 제1단계; 외부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하는 제2단계; 내부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하며 교반운동을 가하는 제3단계; 및 상기 용융금속을 응고시킨 후 냉각시키는 제4단계; 로 이루어진 것을 특징으로 하는 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법을 제공한다.
- <12> 바람직한 구현예로서, 상기 제2단계에서 몰드의 배치형태, 몰드 회전속도, 몰드온도, 외부재 및 내부재의 주입온도에 따라 밴드층이 형성되고, 이 밴드층은 상기 제3단계의 내부재 주입에 의해 재용해가 일어나 내부재와 접합될 수 있도록 한 것을 특징으로 한다.
- <13> 바람직한 구현예로서, 상기 몰드온도는 200℃~300℃이고, 외부재 및 내부재로 사용될 용융금속의 주입온도는 액상선 이상의 과열도가 15℃~50℃인 것을 특징으로 한다.
- <14> 바람직한 다른 구현예로서, 상기 몰드를 상방에서 벽면으로 45도 가량 기울이고 회전축은 지축에 대하여 45도 기울이며, 몰드 회전속도는 1300rpm으로 설정된 것을 특징으로 한다.
- <15> 바람직한 또 다른 구현예로서, 상기 교반운동을 가하는 제3단계는 내부재로 사용될 용융금속을 주입함과 동시에 전자기 교반장치를 사용하여 몰드 회전방향의 역방향으로 교반하여, 역방향의 전자기장의 인가로 외부재와 마찰로 인한 용융접합이 이루어지되, 상기 전자기 교반장치의 전자기장의 세기는 250~5,000Gauss이고, 전류는 10~100A으로 설정된 것을 특징으로 한다.
- <16> 바람직하게는, 상기 외부재는 과공정 합금이고, 내부재는 아공정 합금인 것을 특징으로 한다.

효 과

- <17> 상기한 과제 해결 수단을 통하여, 본 발명은 다음과 같은 효과를 제공할 수 있다.
- <18> 1) 혼합율이 높지 않은 접합재를 제조함과 아울러 매우 단순하고 빠른 방법으로 내부재의 조직을 제어할 수 있다.
- <19> 2) 주조조직이 미세화되어 보다 강도가 높고 내마모성이 향상된 제품을 제조할 수 있고, 또한 주조조직이 치밀화 되어 불량률의 저감과 생산성을 높이는 효과가 있다.
- <20> 3) 원심주조에 의해 발생하는 외부재의 밴드층을 활용하여 내부재의 주입시 용해에 의한 접합이 보다 원활하여 다른 부재나 열처리가 없이 간단하게 접합이 가능하며, 역방향의 전자기장의 활용으로 동시에 내부재의 주조조직을 제어하는 것이 가능한 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <21> 이하, 본 발명을 첨부도면을 참조로 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- <22> 원심주조란, 주형의 회전에 의한 액상의 강제유동을 주어 결정립의 증식을 야기시키는 방법으로 결정립의 미세화가 가능하며, 원심력의 작용으로 비금속 개재물의 분리 및 몰드 벽면과의 밀착력 증가에 의한 급속냉각을 이용하여 수축의 발생을 원천적으로 막을 수 있는 특수한 주조법의 일종이다.
- <23> 원심주조한 주물의 응고조직은 응고초기 액상유동과 원심력의 작용으로 온도분포 또는 조성분포의 비대칭에 따라 응고조직의 불연속이 나타나는 밴드현상을 수반한다.
- <24> 또한, 원심주조 시 발생하는 밴드현상은 밴드층에서의 용질의 농도가 증가되므로 온도 상승 시 초기 용융의 장소로 2종 원소의 접합 시에 전체제품을 녹이지 않고 원활한 2종 접합이 일어나게 할 수 있다.
- <25> 또한, 제조된 셸(shell)층의 성질을 그대로 유지하면서 인성이 높은 재료를 용이하게 접합시킴으로써, 제품의 기계적 성질 향상 및 재료비 절감의 효과를 거둘 수 있다.

- <26> 따라서, 밴드층의 두께와 분포를 조절하고, 셸(shell) 층의 조성의 Si분포를 고르게 할 수 있는 원심주조에 의한 이중 접합기술은 피스톤 제조분야에서 획기적인 기술이라 할 수 있다.
- <27> 진원심주조기를 통한 알루미늄 합금의 응고조직은 회전속도, 용질농도, 몰드온도, 주입온도에 따라 결정립의 미세화가 이루어지며, 특히 전자기 교반과 같은 격렬한 유동은 미세화에 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다.
- <28> 또한, 회전방향과 반대의 전자기 교반에 의한 유동은 접합 시 접합면에서의 용융층의 확산에도 영향을 미치므로 접합을 보다 원활하게 하고 나아가 교반에 의한 용질층의 균일화를 통해 내부재의 강도를 일정하게 할 수 있다.
- <29> 본 발명에 따른 원심주조를 이용한 이중 알루미늄의 접합방법은 진원심 주조기의 몰드내벽을 가열하는 단계(1); 외부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하는 단계(2); 내부재로 사용될 용융금속을 몰드에 주입하며 교반운동을 가하는 단계(3); 및 상기 용융금속을 응고시킨 후 냉각시키는 단계(4)로 이루어진다.
- <30> 상기에서 단계(1)에서의 몰드온도는 200℃~300℃까지가 바람직하고, 상기 금속의 주입온도는 액상선 이상의 과열도 15℃~50℃까지가 바람직하며, 몰드온도를 200℃이하로 낮출 경우 급속응고에 의해 벽면에서의 Si발현에 불리하고 300℃이상으로 증가시키는 것은 조직제어에 유리하나 가열에 드는 비용과 시간 및 에너지의 효율 측면에서 권장하지 않는다.
- <31> 이때의 주입은 상방에서 벽면으로 45도 가량 기울이고 회전축은 지축에 대하여 45도 가량 기울어지는 것이 바람직한데, 그 이유는 주입각도는 수직을 피하는 것이 상하의 균일 두께로 제작하는 것에 유리하지만, 수평으로 제작할 경우 내부까지 충전하기 어렵고, 따라서 주입각도를 중간으로 설정하는 것이 충전과 형상제어에 유리하나, 작업조작상의 편의성을 고려하여 45도로 주입하는 것이 제조에 유리하다.
- <32> 또한, 주입량은 내경에 따라 다르나 외벽으로부터 7mm가량이 바람직한데, 그 이유는 외벽으로부터의 두께가 증가할 경우 응고가 일어나는 외부와 달리 열전달이 원활하지 않은 내부에 수축성 결함이 발생하기 쉽우므로 이를 극복하기 위해서 조직제어 및 제품의 크기와 Si합금량에 맞추어 7mm이하에서 결함의 제거가 가능하므로 이를 권장한다.
- <33> 또한, 교반을 위한 회전속도는 상층의 두께가 하층의 두께의 95%이상이 되는 속도가 적합한데, 그 이유는 파이프 형상의 원심주조품에 대해 수직식으로 제조하는 유럽형 방식에서는 두께의 상하차이가 5%이내일 때에 원활한 제조가 가능한 것으로 판단되므로, 따라서 본 발명에서 제시하는 형상을 제조하기 위해 상층의 두께가 하층의 두께의 95%이상이 되는 것이 바람직하다.
- <34> 상기 금속의 용질농도는 사용처에 따라 각기 다르나 용질농도의 증가 시에는 외벽으로의 열방출 및 원심력에 의해 내외부 조직의 균일도에 영향을 미치며 용질의 편석을 유발한다.
- <35> 첨부한 도 1은 각기 Si wt.%가 12%, 15%, 18%, 21%, 25%인 Al-Si binary 합금을 지면에 대해 45도 기울기의 회전축을 가진 몰드에서 1300rpm의 회전속도로 250℃의 몰드온도에서 제조된 외부재의 벽면을 관찰한 결과를 보여준다.
- <36> 도 1에서 보는 바와 같이 15%~18%는 경계층을 가진 Si의 편석대가 관찰되지 않으나, 21%, 25%에서는 편석이 일어난 밴드층이 관찰되며, 25%에서는 Si조정의 크기가 매우 조대함을 알 수 있다.
- <37> 또한, 상기 단계(2)에서의 접합하고자 하는 외부재의 내벽에 생성된 편석대는 용질농도의 증가에 의해 액상선의 저하를 일으키는 상태이면 사용가능하다.
- <38> 즉, 내부재를 주입할 경우 외부재의 내벽이 재용해가 이루어지기 용이하도록 용질의 편석대가 나타나는 것이 바람직하다.
- <39> 첨부한 도 2의 EPMA조사에서 보는 바와 같이, 각기 12%, 15%, 18%, 21%, 25%의 Si을 함유한 Al-Si binary 합금으로 제조된 외부재는 용질의 밴드가 나타나는 층이 18%를 지날 경우 시작되며, 25%의 경우 밴드층이 내벽의 안쪽으로 이동하는 것을 볼 수 있다.
- <40> 따라서, 외부재로는 18~21%의 Si wt.%를 적용할 경우 접합이 용이한 밴드층을 형성하는 것이 가능하다.
- <41> 또한, 상기 단계(2)에서 몰드벽면의 온도와 회전속도가 너무 낮을 경우 형상이 이루어지기 이전에 응고하기 쉬우며 벽면에 가스포켓과 같은 수분과 이물질에 의한 결함이 발생하기 쉽다. 사용되는 몰드의 온도가 너무 높을 경우 조직이 조대화되어 기계적 성질의 저하를 가져온다.
- <42> 또한, 상기 단계(2)에서 외부재를 제작하는 몰드의 내벽에는 BN을 도포하여 이형이 쉽게 이루어지도록 하는 것

이 바람직하고, 도포는 균일분사 후 건조하기를 5회 이상 반복하여 급냉에 의한 찰을 방지하고 이형이 용이하고 가스포켓이 발생하지 않도록 하는 것이 바람직하다.

<43> 또한, 상기 단계(2)의 외부재를 주입한 후 연속적으로 주입하는 것이 바람직하고, 상기 단계(3)에서 내부재의 주입온도는 내부재의 액상선 이상의 과열도 15℃~50℃까지가 바람직하며, 과열도를 더욱 낮추게 되면 내부재의 응고가 일어남과 동시에 접합면의 혼합율과 접합율이 떨어지게 되고 산화막이 접합면에 생성되어 접합의 성능이 떨어지게 된다.

<44> 또한, 상기 단계(3)의 내부재를 주입함과 동시에 상기 단계(3)에서 전자기 교반장치를 사용하여 회전방향의 역방향으로 교반을 가하는 것은 내부재 주입에 의한 재용해 효과와 더불어 마찰에 의한 접합도 증가의 효과를 가져온다.

<45> 또한, 교반장치가 전자기장 발생기인 경우, 전자기장의 세기는 최소 45Gauss 이상으로 됨이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 250~5,000Gauss이며, 그 이유는 45Gauss 이하에서는 전자기장의 효과가 충분하지 못하기 때문이다.

<46> 특히, 상기 전자기장 발생기의 전류는 5A 이상으로 됨이 바람직하고, 더욱 바람직하게는 10~100A이며, 그 이유는 5A 이하에서는 자기장의 효과가 충분하지 못하기 때문이다.

<47> 전자기장과 전류의 세기는 클수록 교반의 효과가 비례하나, 장치가 소모하는 전력과 차지하는 공간의 효율로 보아 한계가 있다.

<48> 또한, 상기 단계(4)의 교반을 가하는 시간은 작업공정이 진행되는 동안 응고가 완전해지는 30초 전후로 하는 것이 바람직하고, 5초 이하로 하는 것은 주입시간을 고려할 때 비효율적이며 30초 이상을 하게 될 경우 응고조직에 전혀 영향을 미치지 못하므로 내부재 주입 후 완전응고가 되는 공정온도에서 바로 멈추는 것이 바람직하다.

<49> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예들을 첨부한 도면을 참조하여 더욱 상세히 설명하기로 하며, 다만, 하기 실시예들은 본 발명의 전반적인 이해를 돕기 위하여 제공되는 것이며, 본 발명은 상기 실시예들로만 한정되지는 아니한다.

<50> 실시예1

<51> 실시예1로서, 외부재의 소재로 Si wt.%가 18%인 Al-Si binary 합금을 사용하였고, 회전축은 45도, 몰드온도는 250℃, 회전속도는 1300rpm, 주입온도는 액상선으로부터 과열도 50℃로 하여 상기 단계(2)의 외부셀을 제작하였다.

<52> 또한, 실시예1에 의한 원심주조 장치에 있어서 실린더의 두께는 7mm로 일정하였다.

<53> 이에 따라 제조된 외부셀에 연속적으로 A356을 620℃에서 주입하고 역방향으로 전자기 교반을 주어 600Gauss, 전류의 세기는 15A를 인가하였다.

<54> 10초간 인가한 후, 몰드에서 취출하여 실린더의 표면에 수직하게 조직을 관찰한 결과를 도 3에 나타내었는 바, 그 결과 외부재와 내부재가 모두 균일한 조정입자를 가짐을 알 수 있었다.

<55> 실시예2

<56> 실시예2로서, 외부재의 소재로 Si wt.%가 18%인 Al-Si binary 합금을 사용하였고, 회전축은 45도, 몰드온도는 250℃, 회전속도는 1300rpm, 주입온도는 액상선으로부터 과열도 50℃로 하여 상기 단계(2)의 외부셀을 제작하였다.

<57> 또한, 실시예2에 의한 원심주조 장치에 있어서 실린더의 두께는 7mm로 일정하였다.

<58> 이에 따라 제조된 외부셀에 연속적으로 A356을 620℃에서 주입하고 30초 후 몰드에서 취출하여 실린더의 표면에 수직하게 조직을 관찰한 결과를 도 4에 나타내었는 바, 그 결과 외부재와 내부재가 섞인 구역이 발현되며 내부재의 조직이 수직상으로 성장하였음을 알 수 있었다.

<59> 실시예3

<60> 실시예3에 있어서, 외부재의 소재로 Si wt.%가 18%인 Al-Si binary 합금을 사용하였고, 회전축은 45도, 몰드온도는 250℃, 회전속도는 1300rpm, 주입온도는 액상선으로부터 과열도 50℃로 하여 상기 단계(2)의 외부셀을 제작하였다.

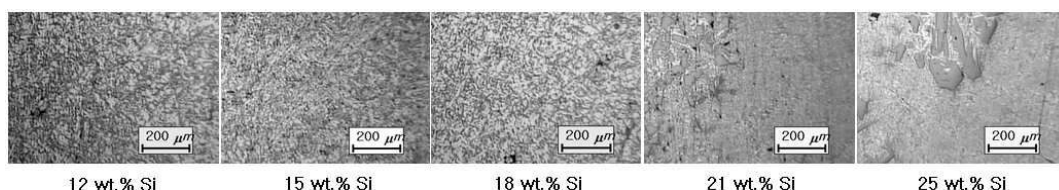
- <61> 또한, 실시예3에 의한 원심주조 장치에 있어서 실린더의 두께는 7mm로 일정하였다.
- <62> 이에 따라 제조된 외부셀에 연속적으로 A356을 690℃에 주입하고 30초 후 몰드에서 취출하여 실린더의 표면에 수직하게 조직을 관찰한 결과를 도 5에 나타내었는 바, 실시예2에 비하여 외부재와 내부재가 섞인 구역이 더 크게 발견되며 내부재의 조직이 조대한 수지상으로 성장함을 알 수 있었다.
- <63> 이러한 본 발명의 실시예1 내지 실시예3에 의하면, 본 발명에 의한 원심주조 이중접합법으로 제조된 접합 조직은 역방향 전자기장을 가한 경우 혼합율이 가장 적었으며, 내부재의 조직이 단순한 용융접합에 의한 경우보다 미세한 등축정으로 성장하는 것을 알 수 있었다.
- <64> **실험예**
- <65> 실시예1 내지 3에 의하여 제작된 이중접합재를 EPMA조사를 통해 외부재 및 내부재의 용질 특성을 측정하였는 바, 그 결과는 도 6에 나타낸 바와 같다.
- <66> 도 6에서 보는 바와 같이, (a)는 전자기장을 가한 경우로서 외부재와 내부재의 특성을 유지하는 것을 알 수 있었고, (b)는 전자기장을 가하지 않고 620℃에 내부재를 주입한 경우로서 전체적으로 Si의 발현량이 적은 것을 알 수 있었으며, (c)는 전자기장을 가하지 않고 690℃에 내부재를 주입한 경우로서 Si의 발현량은 많으나 내부재와 외부재 사이에 혼합율의 증가와 열처리 효과에 의해 재료의 고유 특성을 잃기 쉬운 상태로 변함을 알 수 있었으며, 이는 혼합율의 증가에 따른 접합의 의미를 상실하는 것임을 알 수 있었다.

도면의 간단한 설명

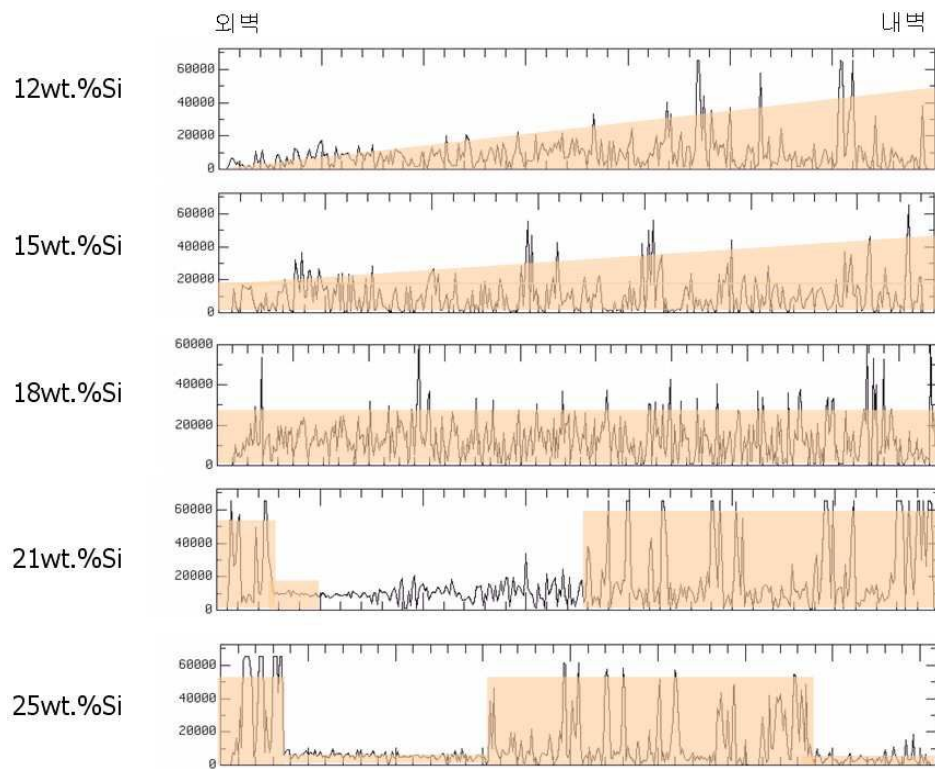
- <67> 도 1은 진원심주조에 의해 제조된 외부재 외벽의 미세조직 단면의 현미경사진,
- <68> 도 2은 진원심주조에 의한 외부재의 EPMA 측정에 의해 나타낸 Si의 피크를 나타내는 그래프,
- <69> 도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예들로 제조된 원심주조에 의한 이중접합재의 미세조직 단면의 현미경사진,
- <70> 도 5는 비교예로서, 종래의 용융접합기술로 제조된 원심주조에 의한 이중접합재의 미세조직 단면의 현미경사진,
- <71> 도 6은 실시예 및 비교예로 제조된 원심주조에 의한 이중접합재의 EPMA 측정에 의해 나타낸 Si의 피크를 나타내는 그래프.

도면

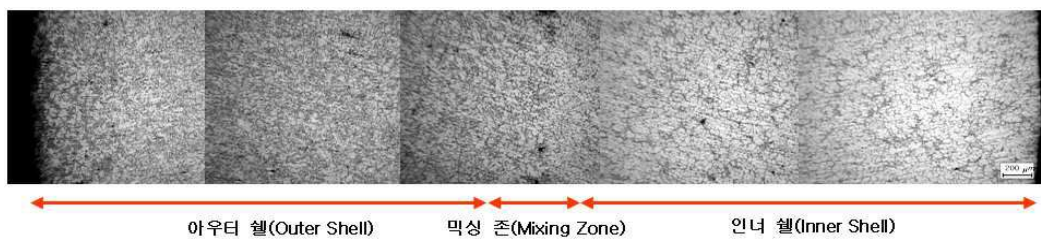
도면1



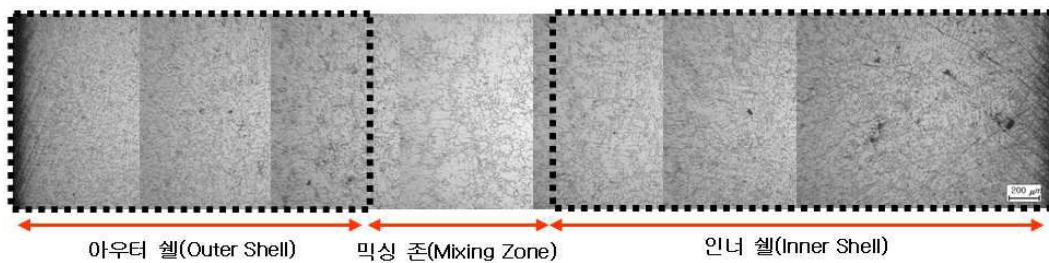
도면2



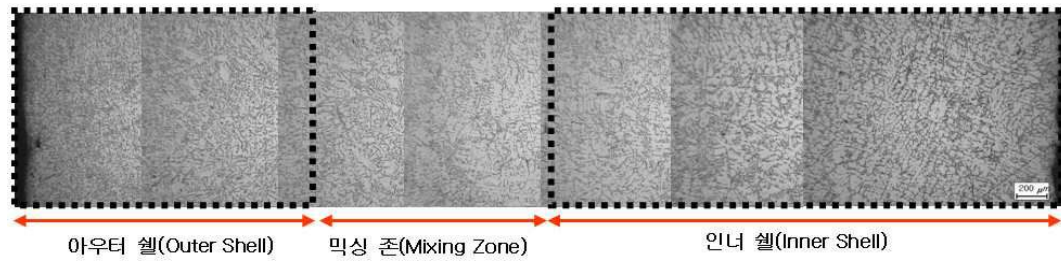
도면3



도면4



도면5



도면6

