



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월03일
 (11) 등록번호 10-1403764
 (24) 등록일자 2014년05월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B22D 7/02 (2006.01) B22D 15/04 (2006.01)
 B22D 27/04 (2006.01) B22D 7/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7005709
 (22) 출원일자(국제) 2008년06월23일
 심사청구일자 2013년05월03일
 (85) 번역문제출일자 2010년03월15일
 (65) 공개번호 10-2010-0057064
 (43) 공개일자 2010년05월28일
 (86) 국제출원번호 PCT/CA2008/001182
 (87) 국제공개번호 WO 2009/026671
 국제공개일자 2009년03월05일
 (30) 우선권주장
 60/966,603 2007년08월29일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 US04724896 A
 US20050011630 A1
 US20070215313 A1
 전체 청구항 수 : 총 9 항

(73) 특허권자
노벨리스 인코퍼레이티드
 캐나다 온타리오(엠8제드 1제이5) 토론토 에반스
 에비뉴 191
 (72) 발명자
왁스테프, 로버트 브루스
 미국 워싱턴주 그린에크레스 피.오. 박스 891
비쇼프 토드 에프
 미국 워싱턴주 스포케인 밸리 이스트 21번 카
 운티 15702
 (74) 대리인
원석희, 김명신, 박장규, 이동기

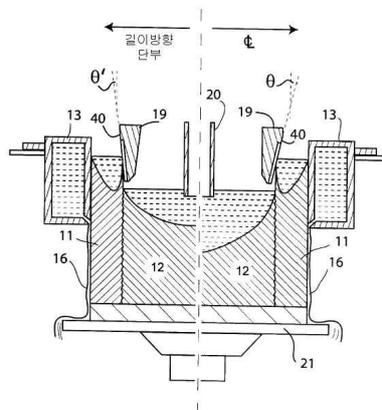
심사관 : 이정엽

(54) 발명의 명칭 동일 또는 유사한 수축계수를 갖는 금속의 순차 주조

(57) 요약

방법과 장치는 순차 응고에 의해 형성되는 2 이상의 층을 구비하는 잉곳 또는 제품을 형성하기 위해 직접냉각 주형에서 금속을 주조하는 것에 관하여 개시된다. 장치는 주입 단부를 2 이상의 공급 챔버로 분할하기 위해 주형의 주입 단부에 제공되는 하나 이상의 냉각 분할벽을 구비한다. 금속이 내부층과 하나 이상의 외부층을 형성하기 위해 챔버들로 공급된다. 분할벽은, 아래로 향하는 방향에서 외부층용 금속으로부터 멀어지게 경사지는 각도로 배열되며 하나 이상의 외부층용 금속과 접촉하기 위한 금속 접촉 표면을 구비한다. 각도는 각 길이방향 단부에 인접한 위치에서의 각도와 비교하여 분할벽의 중심에서 더 크다. 장치는 생성되는 잉곳 또는 이로부터 생산되는 압연 제품의 층들 사이에서의 접착 문제들을 최소화하도록 유사한 수축계수를 갖는 금속들을 동시 주조하는데 적당하다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

복합 금속 잉곳 주조용 장치에 있어서,

주입 단부, 방출단 개구부, 및 상기 방출단 내에 결합되며 주조 도중에 주형의 축방향으로 이동하는 가동 바닥 블록을 갖는, 직사각형 단부 개방 주형 캐비티;

상기 주입 단부를 2 이상의 공급 챔버로 분할하기 위해 상기 주형의 주입 단부에 제공되는 하나 이상의 냉각 분할벽; 및

상기 2 이상의 공급 챔버 중 하나에 내부층용 금속을 공급하기 위한 공급기 와 상기 공급 챔버 중 다른 하나 이상에 하나 이상의 외부층용 금속을 공급하기 위한 하나 이상의 부가 공급기;를 포함하며,

상기 하나 이상의 분할벽은, 공정중에, 상기 하나 이상의 외부층용의 금속과 접촉하는 금속 접촉 표면을 갖고, 상기 표면은 상기 주형 중심을 향하여 경사지고, 상기 주형을 통한 금속 흐름의 방향으로 상기 외부층용의 금속으로부터 멀어지게 경사지는 각도로 배열되며, 상기 각도는 상기 하나 이상의 분할벽의 길이방향 단부에 인접한 위치에서보다 상기 하나 이상의 분할벽의 중심에서 더 큰 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 부가 공급기는 상기 내부층용 금속을 공급하기 위한 상기 공급기보다 주형의 상기 주입 단부에 더 근접한 상기 주형 내의 위치에서, 상기 주형 내부로 상기 외부층용 금속을 주입하기 위해 배치되는 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 표면의 중심에서의 상기 각도는 상기 길이방향 단부에 인접한 위치에서의 상기 각도의 두 배 이상인 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 각도는 상기 중심에서 3° 이상이고 상기 길이방향 단부에 인접한 위치에서 2° 이하인 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 각도는 상기 중심에서 3° 내지 7° 이고 상기 길이방향 단부에 인접한 위치에서 1° 내지 2° 인 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽은 연장된 중앙 영역을 갖고,

상기 각도는 상기 중앙 영역에서 일정하게 유지된 다음 상기 중앙 영역을 넘어서 상기 길이방향 단부에 인접한 위치까지 감소하는 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 내부층은, 공정중에, 하나의 길이방향 단부에서부터 다른 길이방향 단부까지 깊이 변화를 수반하는 용융 금속 셉프를 갖고,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 표면의 상기 각도의 변화는 상기 셉프의 깊이의 현저한 변화에 대응하는 위치에서 일어나는 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 표면의 상기 각도의 변화는 상기 길이방향 단부들 사이에서 점진적으로 그리고 선형적으로 일어나는 것을 특징으로 하는 주조용 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 분할벽의 상기 표면의 테이퍼 각도의 변화는 상기 분할벽의 1/4 지점 및 3/4 지점에서 일어나는 것을 특징으로 하는 복합 금속 잉곳을 주조하기 위한 주조용 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 직접냉각(direct chill: DC) 주조 기술에 의한, 금속, 특히 알루미늄 및 알루미늄 합금의 주조에 관한 것이다. 더욱 상세하게, 본 발명은 순차 응고(sequential solidification)를 수반하는 직접냉각 주조에 의한 금속층들의 동시 주조(co-casting)에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 금속 잉곳(metal ingot)은 통상적으로 용융 금속의 직접냉각 주조에 의해 생산된다. 이것은, 냉각된 벽들과, 개방 상단부 및 (시동 후) 개방 하단부를 구비하는, 주형 내부로 용융 금속을 주입하는 것을 수반한다. 용융 금속은 개방 상단부에서 주형 내부로 주입되고, 주형을 통과함에 따라 냉각되고 (적어도 외면적으로) 응고된다. 잉곳 형태의 응고 금속은, 주조 작업이 진행됨에 따라, 주형의 개방 하단부로부터 배출되어 하강한다. 다른 경우들에서, 주조는 수평적으로 일어나지만, 방법은 실질적으로 동일하다. 이와 같은 주조 기술은 알루미늄 및 알루미늄 합금의 주조에 특히 적합하지만, 다른 금속에 대해서도 또한 채택될 수 있을 것이다.

[0003] 이런 종류의 직접냉각 주조 기술은 오로지 단일 잉곳(monolithic ingot), 즉 전체적으로 동일한 금속으로 만들어지고 단일 층으로 주조되는 잉곳의 주조에 관한, Wagstaff 에게 허여된 미합중국 특허등록번호 제6,260,602

호에서 폭넓게 논의되고 있다. 순차 응고 기술에 의해 층상 구조를 주조하는 것에 대한 장치와 방법이 Anderson 등에 의한 미합중국 특허공개번호 제2005/0011630 A1호에 개시되어 있다. 순차 응고는, 첫 번째 층의 주조와, 이어서 동일한 주조 작업으로 수행되는 것으로, 일단 적당한 정도의 응고가 이루어진 첫 번째 층 위에 다른 금속층을 주조하는 것을 수반한다. 변형은, 다층 잉곳의 외부층을 먼저 주조한 다음, 일단 외부층이 적당히 응고되었을 때, 외부층 내에 코어층을 주조하는 것을 포함한다.

[0004] 비록 이러한 기술들이 효과적이고 성공적이지만, 특정 조합의 합금들, 특히 응고와 냉각시에 동일한 또는 매우 유사한 수축계수를 갖는 합금들에 순차 응고 기술을 채택하려고 시도할 때 어려움에 직면하게 될 수도 있다라는 것이, 본 발명의 발명자에 의해 발견되었다. 구체적으로, 그러한 금속들이 순차적으로 주조될 때, 특히 복합 잉곳(composite ingot)의 중심 영역에서, 피복층(cladding layer)이 요구되는 만큼 단단하게 코어층과 접착되지 않는다는 것이 발견되었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러므로, 이러한 종류의 금속들을 동시 주조할 때, 개선된 주조 장비와 기술에 대한 요구가 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 하나의 실시예는 복합 금속 잉곳을 주조하기 위한 장치를 제공한다. 장치는, 주입 단부(entry end portion), 방출단 개구부(discharge end opening) 및, 상기 방출단 내에 결합되며 주조 도중에 주형의 축방향으로 이동하는 가동 바닥 블록을 갖는, 거의 직사각형 단부 개방 주형 캐비티(mold cavity)를 포함한다. 하나 이상의 냉각 분할벽이, 주입 단부를 2 이상의 공급 챔버로 분할하기 위해, 주형의 주입 단부에 제공된다. 장치는, 2 이상의 공급 챔버 중 하나에 내부층용 금속을 공급하기 위한 공급기와 상기 공급 챔버 중 다른 하나 이상에 하나 이상의 외부층용 금속을 공급하기 위한 하나 이상의 부가 공급기를 포함한다. 하나 이상의 분할벽은, 공정 중에, 하나 이상의 외부층의 금속과 접촉하는 금속 접촉 표면을 갖고, 상기 표면은 주형을 통한 금속 흐름의 방향에서 외부층의 금속으로부터 멀어지게 경사지는 각도로 배열되며, 상기 각도는 하나 이상의 분할벽의 길이방향 단부에 인접한 위치에서보다 하나 이상의 분할벽의 중심에서 더 크다.

[0007] 다른 하나의 실시예는, 주입 단부와 방출단 개구부 및 상기 방출단 내에 결합되며 주조 도중에 주형의 축방향으로 이동하는 가동 바닥 블록을 구비하는 거의 직사각형 단부 개방 주형 캐비티, 주입 단부를 2 이상의 공급 챔버로 분할하기 위해 주형의 주입 단부에 제공되는 하나 이상의 냉각 분할벽, 및 2 이상의 공급 챔버 중 하나에 내부층용 금속을 공급하기 위한 공급기 및 상기 공급 챔버 중 다른 하나 이상에 하나 이상의 외부층용 금속을 공급하기 위한 하나 이상의 부가 공급기를 포함하며, 상기 하나 이상의 분할벽은, 공정 중에, 하나 이상의 외부층의 금속과 접촉하는 금속 접촉 표면을 갖고, 상기 표면은 주형을 통한 금속 흐름의 방향에서 외부층의 금속으로부터 멀어지게 경사지는 각도로 배열되며, 상기 각도는 하나 이상의 분할벽의 길이방향 단부에 인접한 위치에서보다 하나 이상의 분할벽의 중심에서 더 큰 복합 금속 잉곳 주조용 장치를 제공하는 단계; 2 이상의 공급 챔버 중 하나에 내부층용 금속을 공급하는 단계; 공급 챔버 중 다른 하나 이상에 내부층용 금속과 동일하거나 유사한 수축계수를 갖도록 선택되는 하나 이상의 외부층용 금속을 공급하는 단계; 및 잉곳이 장치의 방출단 개구부로부터 방출되도록 주형의 축방향으로 바닥 블록을 이동시키는 단계;를 포함하는, 복합 잉곳 주조 방법을 제공한다.

[0008] 또 다른 하나의 실시예는, 장치 내부에 2 이상의 챔버를 형성하는 하나 이상의 분할벽을 구비하는 직접냉각 주조 장치에서 금속으로 제조되는 하나의 내부층 및 다른 금속으로 제조되는 하나 이상의 외부층을 주조하는 방법에 있어서, 내부층용 금속과 하나 이상의 외부층용 금속은 동일하거나 유사한 수축계수를 갖도록 선택되고, 하나 이상의 분할벽을 하나 이상의 외부층을 위해 공급되는 금속으로부터 멀어지도록 아래로 향하는 방향에서 외측으로 경사지는 각도로 각도 설정하며, 그리고 하나 이상의 분할벽의 중심에서의 각도를 하나 이상의 분할벽의 길이방향 단부에 인접한 위치에서의 각도에 비해 증가시키는 것을 포함하는 개선점을 제공한다.

[0009] 왜 유사한 수축계수를 갖는 금속들의 동시 주조가 생성되는 금속층들 간의 접착 문제점들을 야기할 수 있는지에 관해 실제로 이해되지 않지만, 본 발명의 발명자들에 의해 경험적으로 관찰되어왔다.

[0010] 금속과 합금의 수축계수는, 금속의 다양한 용도를 위해 알려질 필요가 있는 필수적인 특성 중의 하나로 고려됨에 따라, 일반적으로 잘 알려져 있으며 참고 자료로부터 쉽게 이용가능하다. 그러므로, 수축계수의 비교와 수축계수의 퍼센트 차이에 대한 계산은 단순산술수단(simple arithmetical means)으로 구체적인 금속의 조합에 관

해 이루어질 수 있다.

[0011] 여기서 사용되는 "유사한 수축계수"라는 용어는 합금의 수축계수가 30% 미만으로 차이 나는 것을 의미한다. 수축계수의 차이가 30% 이상일 때 본 발명의 사용으로부터의 이득이 적거나 이득이 없는 것으로 나타난다. 많은 경우에서, 본 발명과 함께할 때 유의한 사용에 대한 적절한 수축계수 차는, 25% 미만, 20% 미만, 15% 미만, 및, 가장 일반적으로는, 10% 미만이다.

[0012] 청구범위 및 명세서의 상세한 설명에 사용되는 "직사각형(rectangular)"이라는 용어는 "정사각형(square)"이라는 용어를 포함하는 것을 의미하고, 상 및 하(상방으로 및 하방으로)와 같은 용어는 수직 구조 기술과 연관된 예들에 관련되며 수평 구조 기술을 고려할 때에는 적절하게 수정되어야 함을 인식해야 할 것이다.

[0013] "외부층용 금속으로부터 멀어지게 경사지는 각도로"와 같은 용어 및 명세서에 사용되는 유사한 전문용어에 의해, 구조 잉곳의 외부층용 금속과 접촉하는 분할벽의 표면은, 구조 잉곳의 내부층 쪽으로, 따라서 구조 방향, 즉 주형을 통과하는 금속의 흐름 방향에서, 외부층으로부터 멀어지게 경사지거나 테이퍼진다는 것을 의미하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 실시예로 사용하기 적당한 제안된 구조 장치의 종단면도이고;
 도 2는, 구조 도중에 발생하는 것으로 발명자가 믿고 있는 바에 따른 고체와 액체 및 반고체의 영역들을 도시하는, 도 1의 장치의 일부에서의 금속 합금들 사이의 접촉 영역에 대한 개략적 예시도이며,
 도 3A 내지 도 3D는, 도 1에 도시된 유형의 장치에 사용되며, 투시도 및 예시적 단면도로 도시되는, 분할벽의 일 형태를 예시한 도면들이고;
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 구성되는 분할벽에 대한 대안적인 예를 도시한 도면이며,
 도 5는, 잉곳의 단부 표면에 인접한 위치에서의 용융 금속 섬프(sump)의 깊이를 도시하는 도면으로서, (잉곳의 중심선을 따르는 종단면도처럼 보이는) 도 1에 도시된 유형의 장치에서 구조되는 잉곳의 일 단부에 대한 설명도 이고;
 도 6은, 잉곳의 길이방향 일 단부에 인접한 하나의 부분 단면과 잉곳의 중심에서의 두 번째 부분 단면을 도시하는, 도 1에 도시된 것과 다소 유사하지만 본 발명의 일 실시예에 따라 구성된 구조 장치의 분할 종단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은, 예를 들어, Anderson 등의 이름으로 2005년 1월 20일에 공개된 미합중국 특허공개번호 제 2005/0011630호(이 건에 대한 개시가 참고로 여기에 포함된다.)에 설명된 유형의 구조 장치에 채택되거나 함께 사용될 수 있을 것이다. 이 장치는 하나의 내부층(예를 들어, 코어층 또는 잉곳) 위에 하나 이상의 외부층(예를 들어, 피복층)을 형성하기 위해 순차 응고에 의해 금속을 구조하는 것을 가능하게 한다. 본 발명은 또한 Wagstaff에 허여된 미합중국 특허번호 제6,260,602호(이 건에 대한 개시가 또한 참고로 여기에 포함된다.)에 개시된 기술을 채택하고 확장한다.

[0016] "외부" 및 "내부"와 같은 용어는 여기서 매우 느슨하게 사용되는 것으로 설명되어야 할 것이다. 예를 들어, 2층 구조에서, 엄격하게 말하자면 그와 같은 외부층이나 내부층이 없을 수도 있으나, 외부층은 일반적으로 최종 제품으로 제작되었을 때 대기, 기후 또는 시야에 노출되도록 한 것으로 고려된다. 또한, "외부"층은 흔히, 통상적으로 상당히, "내부"층 보다 얇고, 따라서 기초적인 "내부"층 또는 코어 잉곳 위의 피복 또는 얇은 코팅층으로 제공된다. 시트형 물품을 형성하기 위해 열간 및/또는 냉간 압연하게 될 잉곳의 경우, 확실히 인식할 수 있는 "내부"층과 "외부"층이 있는 경우에, 흔히 잉곳의 두 주된 (압연)면을 모두 코팅하는 것이 바람직하다. 이러한 환경에서, 내부층은 흔히 "코어" 또는 "코어 잉곳"으로 언급되고, 외부층은 "피복층" 또는 "피복"으로 언급된다.

[0017] 도 1은, 직사각형 내부층 또는 코어 잉곳(12)의 두 주된 표면(압연면)에 모두 외부층(11)을 구조하기 위해 사용되는, Anderson 등에 허여된 특허문헌에 개시된 개념에 근거하는, 제안된 구조 장치(10)를 도시한다. 이러한 버전의 장치에서, 코팅층이 (적어도 부분적으로) 구조 도중에 먼저 응고된 다음, 코어층(12)이 코팅층과 접촉하도록 구조된다는 것을 알아차리게 될 것이다. 본 실시예들은 주로 이러한 종류의 구성과 관련된다. 장치는, 냉각수의 주변 흐름(16)이 배출 잉곳(17) 상으로 분배되도록 하는 물 제킷(water jacker: 15)의 일부를 형성하

는 주형벽(14)을 갖는, 거의 직사각형인 주조 주형 조립체(13)를 포함한다. 이러한 방법으로 주조되는 잉곳은 일반적으로 직사각형 단면이며, 통상 최대 70인치×35인치의 크기를 갖는다. 이들은 흔히 전통적인 열간 및 냉간 압연 과정에 의해 압연기에서 피복시트로의 압연을 위해 사용된다. 주형벽(14)은, 몇몇 실시예에서, 냉각으로 인한 잉곳의 수축을 허용하도록 (평면도에서 고려될 때) 중심에서 외부로 약간 휘어져 있으며, 그로 인해 냉각된 잉곳이 더욱 정확한 직사각형의 형상을 갖도록 한다.

[0018] 주형의 주입 단부(18)는 (때때로 "냉경(冷硬)" 또는 "냉각벽"으로 언급되는) 2개의 분할벽(19)에 의해, 잉곳 구조체의 개별층 당 하나씩인, 3개의 공급 챔버로 분할된다. 흔히 좋은 열전도성을 위해 구리로 만들어지는 분할벽(19)은, 용융 금속의 레벨 보다 높은 위치에서 분할벽과 접촉하는, 수냉식 냉각 장비(도시 안됨)에 의해 차갑게 유지된다. 따라서, 분할벽은 자체와 접촉하게 되는 용융 금속을 냉각시키고 종국적으로 응고시킨다. 화살표 A로 나타난 바와 같이, 3개의 챔버는 각각, 각각의 공급 챔버에서 금속의 일정한 높이를 유지하기 위하여 조절가능한 스톱(도시 안됨)이 장착된 개별 용융 금속 운반 노즐(20)을 경유하여, 소망의 레벨까지 용융 금속으로 채워진다. 외부층(11)을 위해 선택된 금속(24)은, 비록 때때로 동일한 금속의 개별 층들을 동시 주조하는데 바람직한 것과 같은 경우에 항상 이러한 필요가 있는 것은 아니지만, 일반적으로 코어(12)의 금속(23)과는 다르다. 수직가동 바닥 블록 유닛(21)은, 주형의 개방된 바닥 단부(22)를 초기에 폐쇄하고, 이후 주형으로부터 배출되는 엠브리오 복합 잉곳(17)을 지지하는 가운데 (화살표 B로 지시되는 바와 같이) 주조 도중에 하강하게 된다.

[0019] 도 2는, 주형 내에서 (또는 몇몇의 경우에 주형의 아래에서) 코어층(12)의 금속(23)과 좌측 피복층(11)의 금속(24)이 공통으로 접촉하는 좌측 분할벽(19)에 인접한 도 1의 장치의 영역을 확대한 것이다. 액상에서 고상으로 변화될 때 금속 합금은, 금속의 온도가 관련 금속의 액상선 온도와 고상선 온도 사이에 놓이는,中间的 반고체 또는 "반응고(mushy)" 상태를 거치게 된다. 피복층(11)을 형성하는 금속(24)은, 용융 셉프 영역(25)(즉, 용융 금속의 웅덩이(pool))과, 아래에서 용융 셉프를 둘러싸는 반고체 또는 반응고 영역(26) 및, 일반적으로 반응고 영역 아래의 완전한 고체 영역(27)을 구비하며, 이러한 영역들은 주형벽(14) 및 분할벽(19)의 냉각 효과에 따라 대략 도시된 방식으로 윤곽을 이루게 된다. 냉각된 분할벽(19) 바로 아래의 피복층(11)의 표면(28)은 완전히 고체가 되지만, 단지 관련 금속의 고상선 온도 약간 아래에 머무르는 온도가 되는 것으로 이론상 상정된다. 이 표면은 분할벽(19)의 하단으로부터 얼마간 아래에서 코어층(12)의 용융 금속(23)과 접촉하며, 코어의 용융 금속으로부터의 열이 처음 접촉 위치에서 피복층의 고체 표면(28)의 온도를 상승시킨다. 이러한 온도 상승은, 금속 표면(28)의 얇은 영역(29) 내의 금속이, 피복 금속의 고상선 온도와 액상선 온도 사이의 수준으로 그 온도가 상승하게 됨에 따라, 반응고 상태가 되도록 하는 원인이 된다. 피복층의 얇은 영역(29)은 고체 금속(27)에 둘러싸인 채로 남게 된다.

[0020] 현재 완전히 이해되지 않는 이유에 관한 것으로서, 본 발명자들은, 코어 및 피복층의 금속들이 동일하거나 유사한 수축계수(예를 들어, 30% 미만, 바람직하게는 10% 미만)를 가질 때, 피복층은 주조가 진행됨에 따라 냉각된 분할벽의 내측 표면(40) 위를 부드럽게 흐르는 대신에, 이 표면에 대해 일시적으로 결합될 수 있다는 것을 발견하였다. 이 효과는 아마도 금속이 냉각됨에 따라 생성되는 수축력으로 인한 것이며, 주형의 중심, 즉 주형의 길이방향 단부들 사이의 중앙 영역에서 가장 두드러진다. 피복층의 하향 이동은 약간의 시간 동안 멈추었다가 이후 지연된 운동을 보상하기 위해 급속히 미끄러지는 것으로 관찰되었다. 피복층이 이동을 멈춘 시간 동안, 열은 냉각된 분할벽(19)에 의해 계속해서 빠져나갈 수 있고, 표면(28)의 금속은 과냉각될 수 있다. 이러한 과냉각된 표면이 하강하여 코어 잉곳의 용융 금속(23)과 접촉할 때에는, 피복층에 반응고 부분(29)을 형성하기 위한 재가열이 전혀 일어나지 않거나, 다른 경우일 때보다 더욱 제한적일 것이다. 그러므로 재가열에 의해 생성되는 바람직한 접착력이 감소되거나 제거된다. 이것은 피복된 잉곳의 후속되는 압연 또는 다른 처리 도중에 층들의 바람직하지 않은 분리를 야기할 수 있다.

[0021] 나타난 문제점은, 코어층의 용융 금속 셉프가 (용융 금속이 주입되는) 배출 잉곳의 중심에서 가장 깊기 때문에, 단부들에서 보다 잉곳의 중심에서 더욱 나쁜 것으로 이론상 상정된다. 이러한 상당한 깊이는 이러한 영역의 코어 잉곳 내부에서 더 큰 수축력이 발달하도록 하는 원인이 되며, 그로 인해 분할벽 쪽으로 피복층을 끌어당기도록 한다. 용융 금속이 응고함에 따라, 수축력은 응고 표면과 평행하게 발달한다. 결과적으로, 셉프가 깊을 때, 피복층과 잉곳 중심 간의 응고 표면의 길이가 더 길고, 발달된 힘은 따라서 셉프가 더 얇은 위치에서보다 더 크다.

[0022] 본 실시예들은, 피복층(들)의 금속과 접촉하는 표면(40)에서 분할벽(19)을 테이퍼지게 하거나 기울어지게 함에 의해, 이러한 문제를 극복한다. 이는, 외부층 또는 피복층의 금속과 접촉하고 구속하는 분할벽(19)의 표면(40)이 분할벽의 상부로부터 바닥으로의 방향에서 외부층용 금속으로부터 멀어지게 경사지는 (즉, 코어층을 향해

내측으로 경사지게 되는) 각도로 배열된다는 것을 의미한다. 경사 각도는 주형의 중앙 영역에 상대적으로 크게 만들어지며, 주형의 중심과 길이방향 단부들 사이에서 감소하게 된다. 테이퍼 각도는 분할벽의 표면과 피복층의 금속 사이에 가해지는 힘 및 접촉을 최소화한다. 테이퍼 각도는, 금속의 냉각과 적당한 안내를 위해 충분한 접촉을 지속적으로 유지하는 가운데, 힘의 감소를 최적화하도록 (그리고 이 때문에 주조 도중에 금속의 찢김(snagging) 또는 결합(binding) 가능성을 최소화하도록) 선택되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 도 1에 도시된 유형의 주조 장치에서, 분할벽(19)은, 주형의 중심에서, 바람직하게 1° 내지 10°의 범위 이내의, 더욱 바람직하게 3° 내지 7°의 범위 이내의 각도만큼, 수직으로부터 테이퍼지거나 기울어질 것이며, 반면 수축력이 낮을 것으로 믿어지는 주형의 길이방향 단부 또는 이에 인접한 위치에서는 3° 미만, 더욱 바람직하게는 2° 미만 또는 심지어 1° 미만까지 감소하게 될 것이다. 실제로 선택되는 각도는 임의의 경우에서의 내부층과 외부층의 금속의 상대적인 수축계수에 의존할 것이다.

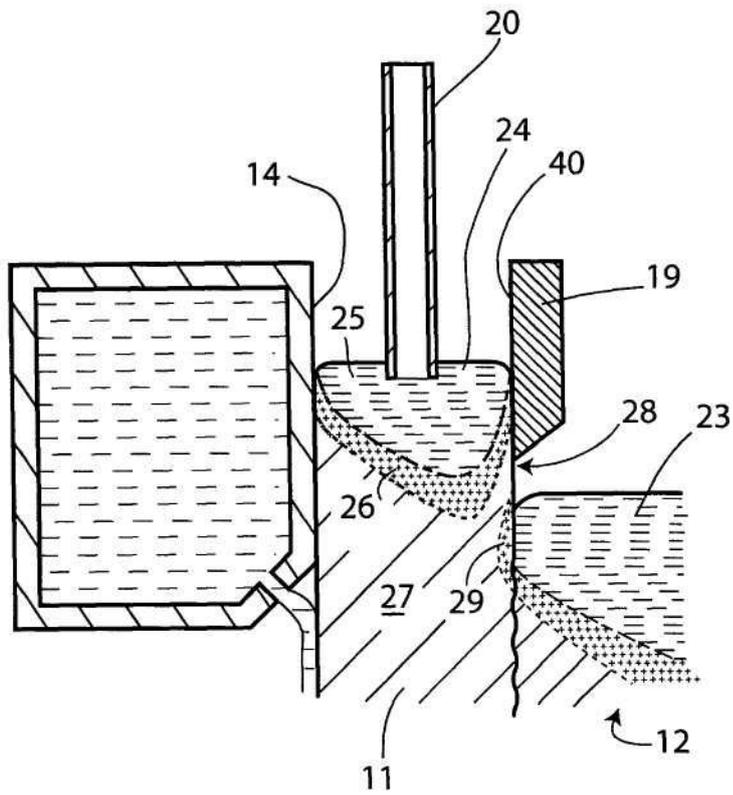
[0023] 각각의 중심을 향한 분할벽들의 테이퍼 증가는, 중심에서의 테이퍼각은 각도 θ 로 나타나며 길이방향 단부 또는 이에 인접한 위치에서의 테이퍼각은 각도 θ' 로 나타나는, 도 3A 내지도 3D에 개략적으로 예시된다. 중심에서의 각도 θ 는 단부에서의 각도 θ' 의 적어도 두 배인 것이 바람직하지만, 이것은 채택되는 특정한 합금들에 의존한다. 분할벽의 중심 쪽에서의 테이퍼각의 어떠한 정도로의 증가도 흔히 유익한 것으로 확인되지만, 바람직하게 2배 이상의 증가는 상당한 개선을 준다. 어떤 특정한 설정 상황에 대한 가장 바람직한 각도는 다양한 각도들을 사용하고 그 결과를 관찰하는 시험 주조 작업을 수행함에 의해 실험적으로 용이하게 결정될 수 있다. 물론, 분할벽 표면의 각도 설정은 단지 표면이 잉곳의 외부층의 금속과 접촉하는 즉, 분할벽의 바닥 단부 쪽의 영역에서만 필요로 하지만, 생산과 작업의 단순화를 위해 전체 표면이 각도 설정될 수 있다는 것을 인식하게 될 것이다.

[0024] 분할벽(19)의 표면(40)의 중심을 향한 테이퍼각의 증가는 분할벽의 길이를 따라 중심에서 길이방향 단부까지 점진적으로 그리고 선형으로 일어날 것이다. 그러나, 항상 이러한 방식으로 테이퍼각이 증가할 필요는 없다. 또 다른 실시예에서, 분할벽의 단부에서의 테이퍼각은 특정한 구간에 걸쳐 일정하게 유지된 다음, 중앙 영역에 적합한 각도로 증가한다. 단부들로부터 내측의 각 측에서 테이퍼각이 증가하는 (또는 증가하기 시작하는) 위치들은 대략 잉곳 길이의 1/4 지점을 취할 수 있다. 말하자면, 일정한 (최대의) 테이퍼의 중앙 영역은, 중앙 영역(2/4 및 3/4 영역)을 가로질러 분할벽을 따라 대략 1/4 지점과 3/4 지점까지 연장되며, 이어서 테이퍼각은 더 멀리 떨어진 1/4 및 4/4 영역에서 감소한다(그리고, 이어서 일정하게 유지될 것이다). 이러한 방식으로 테이퍼지게 되는 분할벽이 도 4에 도시된다. 이에 대한 가능한 이유는 도 5를 참조함으로써 설명될 수 있을 것이다.

[0025] 도 5는, (열 발산 평면으로 불리는) 중심선에서의 수직 단면(vertical section)을 따라 취한, 주조가 진행됨에 따른 잉곳의 일단부 영역에 대한 설명도이다. 이 도면에서, 주조 장치는 생략되고, 단지 주조 금속만이 도시된다. 용융 금속은 명백함을 이유로 투명하게 도시되며, 이에 반하여 고체 금속은 해칭으로 표시된다. (파선으로 도시된) 표면들은 용융 금속에서 고체 금속으로의 변화를 나타낸다(간결함을 위해 반고체 영역은 생략되어 있다). 냉각이 측표면(52) 뿐만 아니라 잉곳의 단부 표면(50)에서부터 일어나게 되어, 단부 표면(50)에 접근함에 따라 용융 금속 섬프가 점진적으로 더 얇아지게 된다. 통상적으로 섬프의 바닥이 가파른 비율로 상방으로 기울어지는 (흔히 잉곳을 따르는 1/4 또는 3/4 위치 주변의) 지점(54)과, 이어서 섬프의 바닥이 더욱 가파르게 되는 추가 지점(56)이 있으며, 일반적으로 단부 표면 및 측표면에 평행한 섬프 벽들이 만남에 따른 분기점이 있다. 용융 금속이 주입되는 잉곳의 중심 쪽 지점(54)의 다른 측에서, 섬프의 바닥은 일반적으로, 지점(54)에 상응하는 지점이 잉곳의 반대편에서 마주치게 될 때까지, 수평으로 유지되거나 단지 얇은 각도로 변화한다. 이러한 경우에, 잉곳과 피복층에 작용하는 수축력은, 섬프가 덜 얇아지는 지점들에서 시작하여, 단부 표면(50)이 접근하게 됨에 따라 감소한다. 이것은 섬프의 깊이가 감소함에 따라 수축력이 감소하기 때문이다. 대응하는 분할벽의 테이퍼각은 섬프가 가장 깊고 바닥이 거의 수평인 잉곳의 중앙 영역에서 일정하게 (최고로) 유지되고, 지점(54) 또는 어쩌면 지점(56)에 인접한 위치에서 (더 적은 각도로 테이퍼지게 되도록) 변화한다. 테이퍼각은 짧은 구간에 걸쳐 갑자기, 또는 잉곳의 단부 표면으로 갈수록 점진적으로 변화할 수 있다. 테이퍼의 변화는 잉곳을 따르는 위치들에서의 섬프의 깊이의 변화에 정확하게 들어맞을 것이지만(즉, 테이퍼각이 잉곳의 중심에서부터 단부로 섬프의 깊이에 비례하여 감소한다), 이는 실제로는 달성하기 어려울 것이며 일반적으로 불필요하다. 잉곳이 주조됨에 따른 섬프의 바닥의 정확한 윤곽을 결정하기 어려울 것이기 때문에 보통 근사치로 족할 것이다.

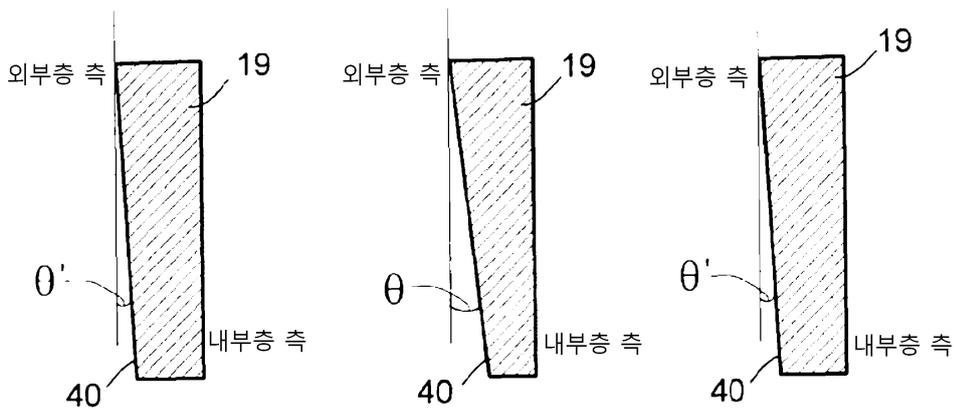
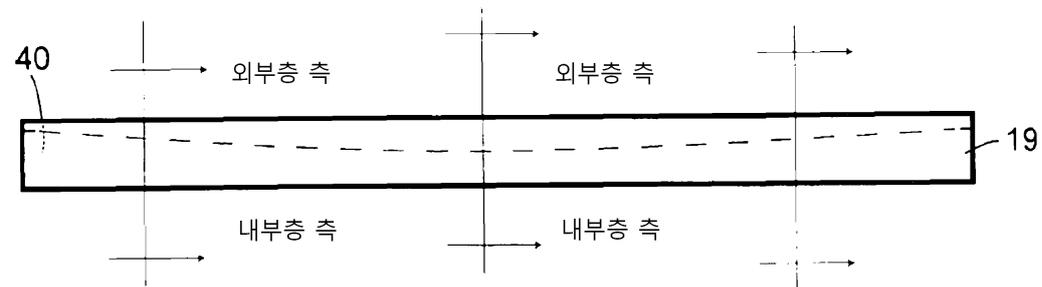
[0026] 분할벽(19)은, 중심을 향해 증가하는 각도로 테이퍼짐과 더불어, 냉각 및 응고 도중에 잉곳의 긴측면들(long side faces)의 수축을 수용하기 위해 (미합중국 특허공개번호 제2005/0011630호의 도 7에 도시된 방식으로) 외측으로 활모양으로 휘게 형성될 수도 있다. 이는 긴측면들의 내측 활모양 힘을 보상할 것이고, 시트형 제품의

도면2



도면3

도 3A



도 3B

도 3C

도 3D

도면3a

삭제

도면3b

삭제

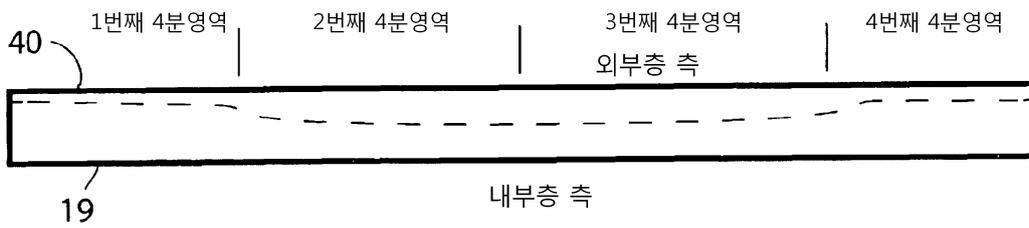
도면3c

삭제

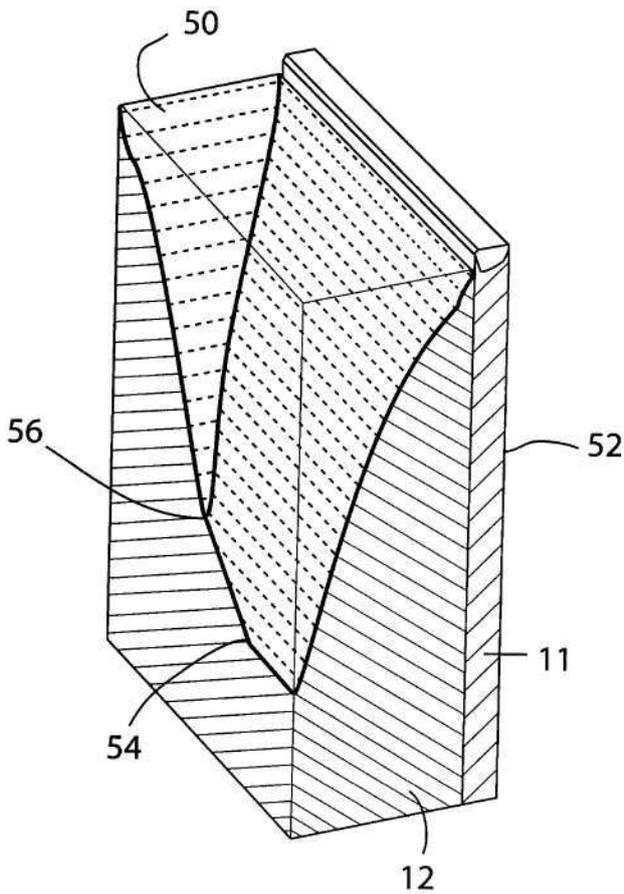
도면3d

삭제

도면4



도면5



도면6

