



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0057501
(43) 공개일자 2014년05월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 11/115 (2006.01) B22D 27/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0026760(분할)
(22) 출원일자 2014년03월06일
심사청구일자 2014년03월06일
(62) 원출원 특허 10-2010-0096082
원출원일자 2010년10월01일
심사청구일자 2012년12월27일
(30) 우선권주장
MI2010A001500 2010년08월05일 이탈리아(IT)

(71) 출원인
다니엘리 앤드 씨. 오피시네 메카니케 쏘시에떼
페 아찌오니
이탈리아 우디네 아이-33042 부트리오 비아 나찌
오날레 41
(72) 발명자
구아스티니, 파비오
이탈리아, 34070 돌레냐 델 콜리오, 비아 레스토
치나 9/아
코두티, 안드레아
이탈리아, 33030 모루쑈, 프라쑈. 브라쑈코, 비아
스트라다 데이 콜리, 14/1
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
손민

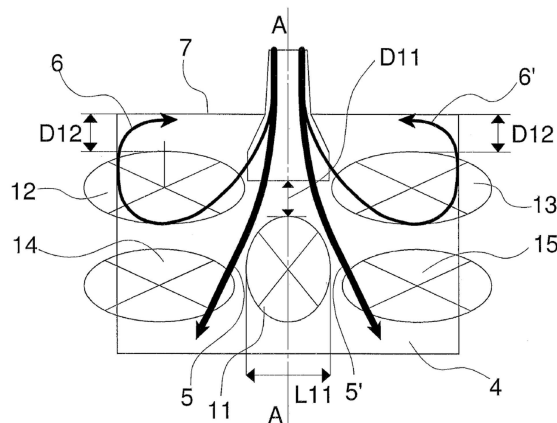
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **얇고 평탄한 슬래브의 연속 주조를 위한 결정화 장치에서 액체 금속의 유동을 제어하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 얇은 슬래브의 연속 주조를 위한 결정화 장치에서 액체 금속 유동의 분포를 제어하기 위한 방법에 관한 것이다. 특히, 이 방법은 용탕의 중간에 배치된 배출 장치를 통하여 도입될 수 있는 액체 금속 용탕을 위한 수용 체적을 형성하는 주변 벽을 구비한 결정화 장치에 적용된다. 이 방법은 상기 용탕 안에 브레이크 영역을 각각 발생시키는, 복수개의 전자기 브레이크를 배치하는 단계 및, 용탕 안의 액체 금속의 유체 역학적 조건들의 특징적인 파라미터들에 따라서 그룹으로 또는 독립적으로 상기 전자기 브레이크들을 활성화시키는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

미넨, 미첼레

이탈리아, 33100 우디네, 비아 로비고 42

베치에트, 파비오

이탈리아, 33052 체르비냐노 델 프리울리, 비아 데
이 프루니 40

특허청구의 범위

청구항 1

얇은 슬래브를 위한 연속 구조 장치로서,

- 결정화 장치(1);
- 유출 부분(27)을 가지며, 상기 결정화 장치(1) 안으로 액체 금속을 배출시키도록 부합된 배출 장치(3),
- 상기 결정화 장치(1) 내의 액체 금속의 유동을 제어하는 장치로서, 상기 장치는 다수의 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')를 포함하고, 각 전자기 브레이크는, 서로 대향하는 상기 결정화 장치(1)의 2개의 전방 벽(16, 16') 및 상기 전방 벽(16, 16')에 직각이고 서로 대향하는, 상기 결정화 장치(1)의 2 개의 측벽(17, 18)에 의해 경계가 결정되는 액체 금속 용탕 내에, 대응하는 브레이크 영역(11, 12, 13, 14, 15)을 발생시키도록 활성화될 수 있으며, 상기 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')는, 상기 전방 벽(16, 16')에 실질적으로 평행한 상기 결정화 장치(1)의 대칭 평면(B-B)에 대하여 대칭적으로 배치된 한 쌍의 자극(magnetic pole)을 포함하고, 각 자극은 코어 및 직류가 공급되는 코일을 포함하고, 상기 자극들은 상기 결정화 장치(1)의 상기 전방 벽(16, 16')에 실질적으로 직각인 방향을 따라서 상기 용탕(4)을 가로지르는 자기장을 발생시키도록 구성된 액체 금속의 유동 제어 장치를 포함하며,

상기 연속 구조 장치는 각각 상기 결정화 장치의 상기 전방 벽(16, 16') 중 하나에 외부로부터 근접하는 한 쌍의 강화 벽(20, 20')을 포함하고, 상기 연속 구조 장치는 각각 상기 제거 벽(20, 20') 중 하나에 평행하게 배치된 한 쌍의 강자성 플레이트(21, 21')를 포함하여, 상기 대칭 평면(B-B)에 대하여 같은 측에 배치된 자극들이 상기 강화 벽(20, 20') 중 하나와 상기 강자성 플레이트(21, 21') 중 하나의 사이에 포함되고,

- 제1 전자기 브레이크(11')는, 활성화되면, 상기 배출 장치(3)의 상기 유출 부분(27) 아래 위치의 상기 용탕(4)의 상기 중앙 부분(41)에 제 1 브레이크 영역(11)을 발생시키고;
- 제2 전자기 브레이크(12')는, 활성화되면, 실질적으로 상기 전방 벽(16, 16') 사이에 포함되는 제1 주변 측벽(17)과 상기 중앙 부분(41) 사이의 상기 용탕(4)의 제1 측부 부분(42)에 제2 브레이크 영역(12)을 발생시키고;
- 제3 전자기 브레이크(13')는, 활성화되면, 상기 전방 벽(16, 16')에 실질적으로 직각인 대칭 평면(A-A)에 대하여 상기 용탕(4)의 상기 제 1 중앙 부분(41)에 대칭인 상기 용탕(4)의 제 2 측부 부분(43)에 제3 브레이크 영역(13)을 발생시키고;
- 제4 전자기 브레이크(14')는, 활성화되면, 주로 상기 제2 브레이크 영역(12) 아래의 위치에서 상기 용탕(4)의 상기 제 1 측부 부분(42)에 제4 브레이크 영역(14)을 발생시키고;
- 제5 전자기 브레이크(15')는, 활성화되면, 주로 상기 제3 브레이크 영역(13) 아래의 위치에서 상기 용탕(4)의 상기 제 2 측부 부분(43)에 제5 브레이크 영역(15)을 발생시키며

상기 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')는 서로로부터 독립적으로 또는 그룹으로 활성화되거나 비활성화되는, 얇은 슬래브를 위한 연속 구조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

측부 부분(43, 42)의 첫번째를 향하는 액체 금속의 유량이 측부 부분(42, 43)의 두번째를 향하는 유량보다 높으면 상기 용탕(4)의 측부 부분(43, 42)의 상기 첫번째에 위치하는 브레이크 영역(12, 13, 14, 15)을 발생시키는 전자기 브레이크(12', 13', 14', 15')가 활성화되는 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

액체 금속의 가장 높은 유량을 가진 측부 부분(43)에 대한 브레이크 영역(13, 15)을 발생시키는 상기 전자기 브레이크(13', 15')가 가장 낮은 유량을 가진 다른 측부 부분(42)에 대한 브레이크 영역(12, 14)에 비하여 더 높은

브레이크 작용을 전개시키도록 활성화되는 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 용탕(4)의 표면(7)에 근접한 상기 액체 금속의 속도와 파동(waviness)이 미리 결정된 기준 값을 초과할 때 상기 용탕(4)의 측부 부분(43,42)에 대한 브레이크 영역(12,14,13,15)을 발생시키는 전자기 브레이크(12',14',13',15')가 활성화되고, 상기 제2 전자기 브레이크(12')와 상기 제3 전자기 브레이크(13')가 상기 제4 전자기 브레이크(14')와 상기 제5 전자기 브레이크(15')에 비하여 더 높은 브레이크 작용을 전개시키도록 활성화되는 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 전자기 브레이크(11')가 또한 활성화되는 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 용탕(4)의 표면(7)에 근접한 상기 액체 금속의 속도가 미리 결정된 기준 값을 초과할 때 상기 용탕(4)의 측부 부분(43,42)에 대한 브레이크 영역(12,14,13,15)을 발생시키는 전자기 브레이크(12',14',13',15')가 활성화되는 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 전자기 브레이크(11')가 또한 활성화되는 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

메니스커스(meniscus)에서의 속도(V)가 미리 결정된 값보다 높을 때 각각 상기 제2 브레이크 영역(12)과 상기 제3 브레이크 영역(13)을 발생시키는 상기 제2 전자기 브레이크(12')와 상기 제3 전자기 브레이크(13')가 활성화되는 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 브레이크 영역(11)을 발생시키는 상기 제1 전자기 브레이크(11')가 또한 활성화되는 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 용탕의 제1 측부 부분(42) 내의 브레이크 영역(12,14)을 발생시키는 전자기 브레이크(12',14')가 그룹으로 활성화되고, 또는, 상기 용탕(4)의 제2 측부 부분(43) 내의 브레이크 영역(13,15)을 발생시키는 전자기 브레이크(13',15')가 그룹으로 활성화되는 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

오직 상기 제1 전자기 브레이크(11'), 상기 제2 전자기 브레이크(12') 및 상기 제3 전자기 브레이크(13')만이 장착되는 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

특정 주조 조건에 따라 상기 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15') 중 하나 또는 그 이상이 장착될 수 없는 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 용탕(4)의 중앙 부분(41) 내의 액체 금속의 유량이 미리 결정된 값을 초과할 때 상기 제4 전자기 브레이크(14')와 상기 제5 전자기 브레이크(15')가 활성화되는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 전자기 브레이크(11')가 또한 활성화되는 장치.

청구항 15

얇은 슬래브의 연속적인 주조에서 액체 금속의 유동을 제어하는 방법으로서,

- 액체 금속 용탕(4)을 위한 포함 체적(containment volume)을 정의하는 주변 벽(16, 16', 17, 18)을 포함하는 결정화 장치(1);
- 유출 부분(27)을 가지며, 상기 액체 금속을 배출시키도록 상기 용탕(4) 중앙에 배열된 배출 장치(3);
- 상기 배출 장치(3)의 상기 유출 부분(27) 아래 위치의 상기 용탕(4)의 상기 중앙 부분(41)에 제 1 브레이크 영역(11)을 발생시키는 제1 전자기 브레이크(11');
- 실질적으로 상기 전방 벽(16, 16')과 직각인 제1 주변 측벽(17)과 상기 중앙 부분(41) 사이의 상기 용탕(4)의 제1 측부 부분(42)에 제2 브레이크 영역(12)을 발생시키는 제2 전자기 브레이크(12');
- 상기 전방 주변 벽(16, 16')에 실질적으로 직각인 대칭 평면(A-A)에 대하여 상기 용탕(4)의 상기 제 1 측부 부분(42)에 대칭인, 상기 용탕(4)의 제 2 측부 부분(43)에 제3 브레이크 영역(13)을 발생시키는 제3 전자기 브레이크(13');
- 주로 상기 제2 브레이크 영역(12) 아래의 위치에서 주로 상기 용탕(4)의 상기 제 1 측부 부분(42)에 제4 브레이크 영역(14)을 발생시키는 제4 전자기 브레이크(14');
- 주로 상기 제3 브레이크 영역(13) 아래의 위치에서 상기 용탕(4)의 상기 제 2 측부 부분(43)에 제5 브레이크 영역(15)을 발생시키는 제5 전자기 브레이크(15');

가 제공되며,

상기 방법은 상기 용탕(4) 내의 상기 액체 금속의 유체역학적 조건의 특징적 매개변수에 따라 독립적으로 또는 그룹으로 상기 브레이크 영역(11, 12, 13, 14, 15)을 활성화시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 용탕(4)의 측부 부분(43, 42)의 첫번째에 위치한 브레이크 영역(12, 14, 13, 15)의 활성화는, 측부 부분(43, 42)의 첫번째를 향하는 상기 액체 금속의 유량이 측부 부분(42, 43)의 두번째를 향하는 유량보다 높을 때 제공되는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

액체 금속의 가장 높은 유량을 가진 측부 부분(43)에 대한 브레이크 영역(13, 15)은, 가장 낮은 유량을 가진 다른 측부 부분(42)에 대한 브레이크 영역(12, 14)에 비하여 더 높은 브레이크 작용을 전개시키도록 활성화되는 방법.

청구항 18

제15항에 있어서,

상기 용탕(4)의 측부 부분(43,42)과 관련된 브레이크 영역(12,14,13,15)의 활성화는, 상기 용탕(4)의 표면(7)에 근접한 상기 액체 금속의 속도와 파동(waviness)이 미리 결정된 기준 값을 초과할 때 제공되고, 상기 제2 전자기 브레이크(12')와 상기 제3 전자기 브레이크(13')는 상기 제4 전자기 브레이크(14)와 상기 제5 전자기 브레이크(15)에 비하여 더 높은 브레이크 작용을 전개시키도록 활성화되는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 제1 브레이크 영역(11)의 활성화가 제공되는 방법.

청구항 20

제15항에 있어서,

메니스커스(meniscus)에서의 속도(V)가 미리 결정된 값보다 높을 때 상기 제2 브레이크 영역(12)과 상기 제3 브레이크 영역(13)이 활성화되는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제1 브레이크 영역(11)의 활성화가 제공되는 방법.

청구항 22

제15항에 있어서,

상기 용탕(4)의 중앙 부분(41) 내의 액체 금속의 유량이 미리 결정된 값을 넘을 때 상기 제4 브레이크 영역(14)과 상기 제5 브레이크 영역(15)이 활성화되는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 제1 브레이크 영역(11)의 활성화가 또한 제공되는 방법.

청구항 24

제15항에 있어서,

상기 용탕(4)의 상기 제1 측부 부분(42) 내에서 활성화될 수 있는 브레이크 영역(12,14) 그룹의 활성화; 및/또는

상기 용탕(4)의 상기 제2 측부 부분(43) 내에서 활성화될 수 있는 브레이크 영역(13,15) 그룹의 활성화가 제공되는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 금속 동체를 제조하기 위한 연속 주조 방법의 분야에 관한 것이다. 상세하게는, 본 발명은 얇은 슬래브(slab)를 연속적으로 주조하기 위한 결정화 장치에서 액체 금속 유동의 분포를 제어하기 위한 방법에 관한 것이다. 본 발명은 또한 그러한 공정을 수행하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 공지된 바와 같이, 연속 주조 기술은 150 mm 보다 작은 두께의 얇은 슬래브를 포함하는, 다양한 형상 및 크기의 금속 동체의 제조에 널리 이용된다. 도 1 을 참조하면, 이러한 반 가공된(semi-finished) 제품의 연속적인 주조

는 액체 금속 용탕(4)을 위한 체적을 형성하는 구리 결정화 장치(1)를 이용하는 것을 포함한다. 그 체적은 통상적으로 배출 장치(3)의 도입을 위한 중앙 용기(central basin)를 포함하는데, 이것은 도입되는 강의 속도를 최소화시키기 위하여 액체 용탕에 비해 상대적으로 넓은 부분을 가진다.

[0003] 공지된 바로서, 이러한 유형의 구조에 있어서 결정화 장치의 최적 유체 분포를 얻는 것은 빠른 속도로 (예를 들어 4.5 m/min 보다 빠른 속도로) 주조함으로써 높은 생산 속도를 보장하기 위하여 기본적인 것이다. 용융된 분말에 의해 주물의 정확한 윤활을 보장하고 "뭉침(sticking)"의 위험성을 회피하도록 정확한 유체 분포가 더 필요하다. 뭉침의 위험성은 결정화 장치의 내측 벽에 응고된 외피 층(22)이 결정화 장치로부터 액체 금속이 재해를 일으킬 수 있을 정도로 누설되게 파괴되는 것으로서 ("파괴 누출"(break-out)) 이는 주조 라인을 정지시킨다. 공지된 바와 같이, 뭉침의 현상은 반 가공된 제품의 품질을 현저하게 저하시킨다.

[0004] 미국 특허 US 6,464,154 에 개시되고, 예를 들어 도 1 에 도시된 바와 같이, 액체 금속을 결정화 장치 안으로 도입하기 위한 대부분의 배출 장치는 하방향으로 향하는 액체 강(steel)의 2 개의 중앙 제트(5,5') 및 소위 메니스커스(meniscus)로 불리우는 용탕의 표면(7)을 향하는 2 개의 2 차적인 재순환(6,6')을 발생시키도록

[0005] 구성되며, 용탕 표면은 전체적으로 다양한 산화물 기반의 주조 분말의 층으로 덮이고, 주조 분말은 용융되어 표면 자체를 산화물로부터 보호한다. 그러한 분말 층의 액화된 부분은, 외피 층과 결정화 장치의 구리 벽의 내측 표면 사이에 도입됨으로써, 주조의 윤활을 증진시키기도 한다. 우수한 내부 유체 역학을 달성하기 위하여, 최종 제품에서 오류를 야기하는 액체상 또는 고체상에서의 주조 분말의 포착(entrapment)을 회피하도록, 메니스커스(7)에서 약 0.5 m/sec 보다 평균적으로 낮은 최대 속도의 액체 금속을 얻을 필요성이 알려져 있다. 그러나 이러한 속도는 "냉 지점(cold spot)"의 형성을 회피하도록 약 0.08 m/sec 보다 낮지 않아야 하는데, 냉 지점은 분말이 용융되는 것을 허용하지 않아서 특히 배출 장치와 결정화 장치 벽 사이에 응고 브리지(solidification bridge)를 형성하고, 분말층의 부정확한 용융을 일으켜서, 결과적으로 주조에서 불충분한 윤활이 이루어진다. 이것은 명백히 주조성의 뚜렷한 문제를 나타낸다. 속도에 관한 이들 제한에 더하여, 주로 2 차적인 재순환(6,6')에 의해서 야기되는, 메니스커스에 근접하여 액체 금속의 파동(waviness)을 포함시켜야 하는 다른 필요성이 알려져 있다. 그러한 파동이 바람직하게는 용융된 분말을 통한 주조 윤활에서의 곤란성 뿐만 아니라 분말의 포함에 의해 야기되는 최종 제품에서의 결함을 회피하기 위하여 15 mm 보다 작은 최대 순간 폭 및, 10 mm 보다 작은 평균 폭을 가져야 한다. 상기 후자의 조건은 누설 배출 현상을 야기할 수 있다. 이러한 최적의 주조 파라미터들은 통상적인 연속 주조 방법 및 장치를 통하여 메니스커스 표면상에서 관찰될 수 있다.

[0006] 따라서 결정화 장치에서 액체 금속 유동의 제어는 연속 주조 공정에서 가장 중요하다. 이와 관련하여, 이용되는 배출 장치는 미리 결정된 결정화 장치의 크기 및 특성의 유량(flow rate) 범위에 걸쳐서 항상 유동을 제어하기 위하여 최적화된 기하 형상을 가진다. 이러한 조건들 이외에, 결정화 장치는 발생될 수 있는 모든 다중의 주조 조건들 하에서의 정확한 유체 역학을 허용하지 않는다. 예를 들어, 높은 유량의 경우에, 하방향의 제트(5,5') 및 상방향의 재순환(6,6')은 과도하게 격렬할 수 있으며, 따라서 빠른 속도 및 메니스커스(7)의 최적화되지 않은 파동을 야기한다. 반대로, 낮은 유량의 경우에, 상방향의 재순환(6,6')이 너무 약하며, 따라서 주조성(castability)의 문제를 나타낸다.

[0007] 도 1a 에 개략적으로 도시된 다른 주조 조건하에서, 배출 장치가 부정확하게 도입될 수 있으며 따라서 액체 금속의 유량이 비대칭적이거나, 또는 예를 들어 배출 장치의 내측 벽에 축적되는 산화물로 인한 부분적인 비대칭적 폐색부(occlusion)의 존재 때문에, 유량이 비대칭적이다. 이러한 조건하에서, 액체 용탕의 제 1 절반을 향하는 유동의 유량 및 속도는 다른 절반을 향하는 유동의 유량 및 속도와 상이하다. 이러한 위험한 상황은 정제된 파동의 형성에 이르게 할 수 있으며, 이는 메니스커스에 있는 분말 층의 정확한 주조를 방해하여, 주조 품질을 손상시키는 결과를 가진 포착 현상(entrapment phenomena)을 일으키고, 심지어는 부정확한 윤활에 기인한 누설 배출 현상을 일으킨다.

[0008] 액체 금속 용탕에서의 유체 역학적 분포를 향상시키는 다양한 방법 및 장치들이 개발되었는데, 이들은 관련된 상기 문제를 적어도 부분적으로 해결했지만 150 mm 보다 두꺼운 통상적인 슬래브의 구조에 대해서만 해결한 것이다.

[0009] 이러한 방법들 중 제 1 유형은 예를 들어 선형 모터들의 이용을 포함하는데, 그 선형 모터의 자기장은 용융된 금속의 내부 유동을 가속시키고 그리고/또는 제동시키도록 이용된다. 그러나 얇은 슬래브를 연속 주조하는 데는 선형 모터들을 이용하는 것이 매우 효율적이지 않다는 점이 관찰되었으며, 그러한 방법에서는 통상적으로 결정화 장치를 형성하는 구리 플레이트가 통상적인 슬래브보다 2 배 이상 두꺼워서, 선형 모터에 의해 발생된 교류 자기장의 침투에 대한 방벽으로 작용하여, 액체 금속 용탕 내의 브레이크 힘을 발생시키는데 오히려 비효율적이

다.

- [0010] 제 2 유형의 방법은 dc 전자기 브레이크의 이용을 포함하는데, 이것은 보통 정확한 유체 역학적 조건의 존재시에만 액체 금속의 내부 분포를 제어하고 브레이크 작용하도록 구성된다. 예를 들어, 미국 특허 US 6,557,623 B2에 설명된 해법의 경우에, 전자기 브레이크를 이용하는 것은 높은 유량의 존재시에만 유동을 느리게 하는데 유용하다. 일본 특허 출원 JP 4344858에 설명된 장치는 높은 유량 및 낮은 유량 모두의 존재시에 액체 금속을 느리게 하는 것을 허용하지만, 있을 수 있는 비대칭의 수정을 허용하지 않는다. 예를 들어 유럽 특허 출원 EP09030946에 설명된 것과 같은 일부 장치들은 (도 1a에 개략적으로 도시된 바와 같은) 있을 수 있는 유동의 비대칭을 수정하는 것을 허용하지만, 주조가 낮은 유량으로 발생된다면 전체적으로 비효율적이다.
- [0011] FR 2772294 출원에 기재된 장치는 일반적으로 두 개 또는 세 개의 위상 선형 모터의 형태를 갖는 전자기 브레이크의 사용을 제공한다. 특히, 이러한 브레이크는 플레이트 형태의 강자성 재료 케이싱(요크)로 구성되어 통상의 실시형태와는 대조적으로 직류에 의해 공급되는 전류 컨덕터가 내부에 수용된 구비된 공동을 정의한다. 강자성 케이싱(요크)는 결정화 장치의 벽에 인접한 위치에 장착되어 직류에 의해 공급되는 컨덕터가 구분되는 방식으로 다양한 전류 컨덕터를 공급함으로써 액체 금속 용탕 내에서 배타적으로 움직이도록 할 수 있다고 발명자가 주장하는 정적인 자기장을 생성하도록 한다.
- [0012] 그러나, 이러한 기술적 해결책은 저항(reluctance)이 적은 경로를 통해 컨덕터에 의해 생성된 자기 플럭스가 필연적으로 강자성 케이싱(요크)를 향해 닫히고 따라서 액체 용탕을 다시 교차한다. 이러한 조건은 불리하게도 액체 금속 용탕 내에 불필요한 브레이크 영역을 생성한다. 달리 말하자면, FR 2772294에 기재된 해결책으로는, 단일 영역에 집중된 브레이크 영역을 얻을 수 없으며, 이와는 반대로, 컨덕터에 의해 생성된 자기장은 실질적으로 금속 액체 용탕의 대부분 내에 재분배되어 국소적으로 더한 또는 덜한 강도를 초래한다.
- [0013] FR 2772294에 기재된 해결책과 관련하여 앞서 지적한 것과 밀접하게 연결된 다른 단점은 연장범위(extension)와 기하학적 구조의 면에서 액체 금속 용탕 내에 브레이크 영역을 구분하는 것의 불가능성과 관련된다. 이러한 단점은 주로 컨덕터가 모두 동일한 기하학적 단면을 나타내며 이를 포함하는 강자성 케이싱(요크)이 직사각형, 그리고 모든 경우에서 일정한 형태를 갖는다는 사실에 기인한다.
- [0014] 따라서, 상술한 바를 요약하면, FR 2772294에 기재된 해결책에 의해서는 액체 금속 용탕 내에서 특정한 완전히 분리된 브레이크 영역, 즉 자기장이 작용하지 않는 영역에 의해 둘러싸인 영역을 얻을 수 없을 뿐만 아니라, 그러한 특정한 브레이크 영역을 기하학적으로 구분되도록 하는 것이 불가능하다. 이들은 동일한 기하학적 구조, 즉 공간 내에서 동일한 연장범위(extension)를 갖는다.
- [0015] 일본특허 JP61206550A는 금속 물질 용탕의 메니스커스에서의 파의 진동을 줄이기 위한 전자기력 발생기의 사용을 나타낸다. 이러한 발생기는 파/진동의 폭을 제한하기 위하여 이의 함수로 활성화되는 제어 시스템에 의해 활성화된다. 활성화 제어 시스템으로서, 인가된 전류는 특정한 주조 상황에서 일정하지 않으며, 반대로 파동의 함수로 연속하여 변동한다. 이러한 연속적인 전류 변동성으로 인하여, JP61206550A에 기재된 해결책은 액체 금속 용탕의 내부 영역, 즉 메니스커스로부터 상대적으로 먼 거리에 위치한 영역에 대한 효과적인 제어를 허용하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 본 발명의 주 목적은 상기 언급된 단점들을 극복할 수 있는, 얇은 슬래브의 연속 주조를 위한 결정화 장치에서 액체 금속의 유동을 제어하기 위한 방법을 제공하는 것이다. 이러한 과제의 범위에서, 본 발명의 목적은 작업에서 융통성이 있는, 즉, 주조 공정 동안에 전개될 수 있는 다양한 유체 역학적 조건들, 특히 주조 공정이 메니스커스의 높은 파동과 높은 유속을 갖는 조건 하에서 액체 금속의 유동을 제어할 수 있는 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 경쟁력 있는 비용으로 수행되기에 용이하고 신뢰성 있는 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 따라서 본 발명은 청구항 1에 따른 장치와 청구항 15에서 개시된 얇은 슬래브의 연속 주조를 위한 결정화 장치 내에서 액체 금속의 흐름을 제어하는 방법에 관련된다. 특히, 이 방법은 용탕 내의 중앙에 배열된 배출 장치를 통해 도입될 수 있는 액체 금속 용탕을 위한 격납 체적을 정의하는 주변 벽을 포함하는 결정화 장치에

적용된다. 이 방법은 각각 전자기 브레이크를 통하여 상기 용탕 내에서 상기 액체 금속 흐름의 다수의 브레이크 영역을 발생시키는 것을 포함한다. 특히 다음의 것이 포함된다.

- [0018] - 주로 제1 브레이크 영역 아래의 위치에서 용탕의 중앙 부분에 제1 브레이크 영역을 발생시키는 제1 전자기 브레이크;
- [0019] - 실질적으로 상기 전방 벽과 직각인 제1 주변 측벽과 상기 중앙 부분 사이의 용탕의 제1 측부 부분에 제2 브레이크 영역을 발생시키는 제2 전자기 브레이크;
- [0020] - 결정화 장치의 전방 측벽에 실질적으로 직각인 대칭 평면에 대하여 제1 측부 부분에 대칭인 액체 금속 용탕의 제2 측부 부분에 제3 브레이크 영역을 발생시키는 제3 전자기 브레이크;
- [0021] - 주로 상기 제3 브레이크 영역 아래의 위치에서 용탕의 제1 측부 부분에 제4 브레이크 영역을 발생시키는 제4 전자기 브레이크;
- [0022] - 주로 제4 브레이크 영역 아래의 위치에서 용탕의 상기 제2 측부 부분에 제5 브레이크 영역을 발생시키는 제5 전자기 브레이크.
- [0023] 이 방법은 상기 용탕 내의 액체 금속의 유체역학적 조건의 특징적 매개변수에 따라 상기 브레이크 영역을 독립적으로 또는 그룹으로 활성화하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 따른 방법은 미리 결정된 목적 및 과제들을 완전히 수행할 수 있게 한다. 특히, 독립적으로 또는 그룹으로 활성화/비활성화될 수 있는 복수개의 브레이크 영역들의 존재는 주조 공정 동안에 발생하는 임의의 유체 역학적 조건하에서 용탕내의 유동의 분포를 유리하게 제어할 수 있게 한다. 차별화된 브레이크 영역들을 포함하여, 본 발명의 방법은 유리하게 융통성이 있고, 신뢰성이 있으며, 수행이 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 본 발명의 다른 특징 및 장점들은 첨부된 도면을 참조하여 비제한적인 예로서 도시되어 있는, 바람직하지만 배타적이지 않은, 본 발명에 따른 방법이 적용되는 결정화 장치 및 그러한 결정화 장치를 구비하는 장치의 구현예들에 대한 다음의 상세한 설명에 비추어 명백해질 것이다.

도 1 및 도 2 는 공지된 유형의 결정화 장치에 대한 도면으로서, 이것은 결정화 장치에 포함되어 제 1 및 제 2 의 가능한 유체 역학적 조건을 각각 겪고 있는 액체 금속 용탕을 도시한다.

도 3 및 도 4 는 본 발명에 따른 방법이 적용될 수 있는 결정화 장치의 정면도 및 평면도를 각각 도시한다.

도 5 는 본 발명의 장치의 결정화 장치의 액체 금속 용탕에 대한 도면으로서, 여기에서는 제 1 의 유체 역학적 조건의 존재시에 활성화된 액체 금속의 브레이크 영역들이 표시되어 있다.

도 6 은 도 5 의 결정화 장치의 액체 금속 용탕에 대한 도면으로서, 여기에서는 제 2 의 유체 역학적 조건의 존재시에 활성화된 액체 금속의 브레이크 영역들이 표시되어 있다.

도 7 은 도 5 의 결정화 장치의 액체 금속 용탕에 대한 도면으로서, 여기에서는 브레이크 영역의 그룹들이 도시되어 있다.

도 8 및 도 9 는 도 5 의 결정화 장치의 액체 금속 용탕에 대한 도면으로서, 여기에서는 제 3 의 유체 역학적 조건의 존재시에 활성화된 액체 금속의 브레이크 영역들이 표시되어 있다.

도 10 및 도 11 은 도 5 의 결정화 장치의 액체 금속 용탕에 대한 도면으로서, 여기에서는 다른 유체 역학적 조건의 존재시에 활성화된 액체 금속의 브레이크 영역들이 표시되어 있다.

도 12 는 본 발명에 따른 장치의 제 1 구현예에 대한 도면이다.

도 13 은 본 발명에 따른 장치의 가능한 설치 모드를 나타낸다.

도 14 는 도 5에 나타난 장치의 개략도이다.

도면에서 동일한 참조 부호 및 문자들은 동일한 요소 또는 구성부를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 상기 설명된 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 방법은 얇은 슬래브(slab)를 연속 주조하기 위한 결정화 장치에서 액체 금속의 유동을 조절하고 제어하는 것을 허용한다. 그러한 결정화 장치(1)는 금속 재료, 바람직하게는 구리로 만들어진 주변 벽에 의해 형성되는데, 주변 벽은 액체 금속, 바람직하게는 강철의 용탕(bath, 4)을 포함하도록 적합화된 내측 체적을 형성한다. 도 3 및 도 4 는 점선으로 표시된 결정화 장치(1)의 가능한 구현예를 도시하며, 이것은 2 개의 상호 대향하는 전방 벽(16,16') 및, 전방 벽(16,16')에 실질적으로 직각인 2 개의 상호 평행한 측벽(17,18)을 구비한다.
- [0027] 주변의 벽(16,16',17,18)들에 의해 한정되는 내측 체적은 전방 벽(16,16')에 평행한 제 1 길이 방향 대칭 평면(B-B) 및, 길이 방향 평면(B-B)에 직각인 횡방향 대칭 평면(A-A)을 가진다. 결정화 장치(1)에 의해 형성되는 내측 체적은 액체 금속의 도입을 허용하도록 상부에서 개방되고, 주변 벽(16,16',17,18)의 내측 표면에서 외측 표면 층(22)의 응고시에, 실질적으로 직사각형의, 반 가공된 제품의 형태로 금속 자체가 배출되는 것을 허용하도록 저부에서 개방되어 있다.
- [0028] 전방의 주변 벽(16,16')은 중앙의 확대 부분(2)을 구비하는데, 이것은 중앙의 용기를 형성하고, 그 크기는 배출 장치(3)의 도입을 허용하기에 적절하며, 이를 통해서 액체 금속이 용탕(4) 안으로 연속적으로 도입된다. 이러한 배출 장치(3)는 결정화 장치(1)의 벽(16,16', 17,18)의 상부 가장자리(1B)로부터 측정된 깊이(P)(도 3 참조)로 결정화 장치의 내측 체적 안에 잠긴다. 배출 장치(3)는 유출 부분(27)을 구비하고, 이는 횡방향 대칭 평면(A-A) 및 길이 방향 대칭 평면(B-B)에 대하여 대칭적으로 전개된다. 유출 부분(27)은 하나 또는 그 이상의 개구들을 형성하며, 그 개구들을 통해서 용탕(4)에 예를 들어 국자(ladle)로부터 금속 액체가 공급된다.
- [0029] 다시 도 3 을 참조하면, 결정화 장치(1)의 내부 체적, 즉, 그 안에 포함된 액체 금속 용탕(4)은 중앙 부분(41) 및, 중앙 부분(41)에 대하여 대칭인 2 개의 측부 부분(42,43)들로 나뉘어진다. 특히, "중앙 부분(41)"이라는 용어는, 도 4 에 도시된 바와 같이 수직 축(A-A)에 대하여 대칭적인 중앙의 용기를 형성하는 벽(16,16')들의 확장 부분(2)들의 연장부에 대응하는 거리(LS)에 걸쳐 길이 방향으로 (즉, 평면(B-B)의 방향에 평행하게) 연장되는 부분을 의미한다. 더욱이, 중앙 부분(41)은 결정화 장치(1)의 전체 연장에 걸쳐 수직으로 전개된다. "측부 부분(42,43)"이라는 용어는 위에서 정의된 바와 같은 중앙 부분(41) 및 결정화 장치(1)의 측벽(17,18)들 중 하나로부터 각각 전개된 용탕(4)의 2 개 부분을 의미한다. 특히, 중앙 부분(41)과 제 1 측벽(17)(도 3 의 좌측) 사이의 부분은 제 1 측부 부분(42)으로서 표시될 것이고, 중앙 부분(41)과 제 2 측벽(18) 사이에 있는, 횡단 평면(AA)에 대하여 대칭적으로 반대편의 부분은 제 2 측부 부분(43)으로서 표시될 것이다.
- [0030] 본 발명에 따른 방법은 액체 금속 용탕(4) 내의 복수개의 브레이크 영역(11,12,13,14,15)을, 각각 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')를 통해 발생시키는 것을 포함한다. 그 방법은 또한 용탕(4)내의 액체 금속의 유체 역학적 조건의 특징적인 파라미터들에 따라서 브레이크 영역(11,12,13,14,15)들을 활성화시키는 것을 포함한다. 특히, 브레이크 영역들은 용탕(4)의 표면(7) (또는 메니스커스(meniscus, 7))에 근접한 액체 금속의 파동 또는 속도에 관련된 파라미터들에 따라서 그룹(group)으로, 그리고 서로로부터 독립적으로 활성화된다. 더욱이, 이후에 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 브레이크 영역은 액체 용탕(4)의 다양한 부분(41,42,43)들에 있는 액체 금속 유량에 따라서 활성화된다.
- [0031] 각각의 브레이크 영역(11,12,13,14,15)은 도 12 에 도시된 바와 같이, 결정화 장치(1)의 외부에 배치된 대응 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')에 의해 발생된 자기장이 가로지르는 액체 금속 용탕(4)의 영역으로 정의된다. 보다 상세하게는, 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')는 전방벽(16,16')에 근접한 강화 측벽(20,20')의 외부에 배치된다. 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')는 그로부터 발생된 자기장이 용탕(4)을 가로지르고, 바람직하게는 길이 방향 평면(B-B)에 실질적으로 직각인 방향을 따라서 가로지르도록 구성된다. 이러한 해법은 유리하게도 브레이크(11',12',13',14',15') 자체의 크기를 포함하는 것을 허용하면서 액체 용탕에서의 더 큰 브레이크 작용을 허용한다. 그러나, 이러한 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')는 용탕(4) 안에서, 실질적으로 수직의, 즉, 횡단 대칭 평면(A-A)에 평행한 선들을 가진 자기장이나, 또는 대안으로서 수평의 선, 즉, 횡단 평면(A-A)에 직각이고 길이 방향 평면(B-B)에 평행인 선들을 가진 자기장을 발생시키기 위하여 구성될 수 있다.
- [0032] 이후에, 본 발명의 목적을 위하여, 액체 용탕(4) 내의 "활성화된 브레이크 영역"은, 전자기장이 활성화된 상태를 의미하며, 그 전자기장은 대응하는 전자기 브레이크에 의해 발생되고, 대응 전자기 브레이크는 영역 자체에 관련된 액체 금속(4)의 브레이크 작용을 결정한다. "비활성화된 브레이크 영역"이라는 용어는 적어도 대응하는 전자기 브레이크의 새로운 재활성화가 있을 때까지 그러한 브레이크 작용을 중지시키도록 전자기장이 "비활성화

되는" 상태를 의미한다. 아래에서 나타내는 바와 같이, 브레이크 영역(11,12,13,14,15) 각각은 다른 브레이크 영역(11,12,13,14,15)과 결합하여 또는 한번에 하나씩, 즉 다른 브레이크 영역(11,12,13,14,15)의 동시 "비활성화"를 포함하여, 활성화될 수 있다.

- [0033] 도 5 는 본 발명에 따른 방법이 적용되는 결정화 장치(1)를 정면에서 도시한다. 특히, 상기 도면은 용탕(4) 안의 유체 역학적 조건에 따라서 활성화될 수 있는 브레이크 영역(11,12,13,14,15)을 도시한다.
- [0034] 본 발명에 따라서, 제 1 전자기 브레이크(11')는 횡방향 대칭 평면(A-A)에 대하여 대칭적으로 연장되며, 바람직하게는 용탕(4)의 중앙 부분(41) 내에 포함되는 제 1 브레이크 영역(11)을 발생시키도록 설정된다. 중앙 부분(41)의 측부 크기(LS)에 대한 제 1 브레이크 영역(11)의 측부 연장(L11)의 비율이 바람직하게는 1/8 내지 2/3 이다 (도 5 참조). 제 1 브레이크 영역(11)은 결정화 장치(1)의 저부로부터 배출 장치(3)의 유출 부분(27)으로 수직으로 연장될 수 있고, 바람직하게는 결정화 장치(1)의 높이(H)의 1/6 로부터, 유출 부분(27)의 폭의 약 1/4 에 해당하는 배출 장치(3)의 유출 부분(27)으로부터의 거리(D11)까지 연장될 수 있다.
- [0035] 제 2 전자기 브레이크(12')는 제 1 주변 벽(17)의 내측 표면과 횡방향 대칭 평면(A-A) 사이에 측방향으로 포함되기 위하여 용탕(4)의 제 1 측부 부분(42)에서 제 2 브레이크 영역(12)을 발생시키도록 배치된다. 그러한 제 2 브레이크 영역(12)은 제 1 측벽(17)을 향하는 배출 장치(3)의 제 1 측부 가장자리와 제 1 측벽(17)의 내측 표면 사이에서 측방향으로 연장되는 것이 바람직하다. 제 2 브레이크 영역(12)은 결정화 장치(1)의 높이(H)의 1/3 로부터 용탕(4)의 메니스커스(7)로 수직으로 전개될 수 있으며, 바람직하게는 결정화 장치(1)의 높이(H)의 절반으로부터, 배출 장치(3)의 측부 크기의 1/6 과 같은 용탕(4)의 표면(7)으로부터의 거리(D12)까지 전개될 수 있다.
- [0036] 제 3 전자기 브레이크(13')는, 횡방향의 대칭축(A-A)에 대하여 제 2 브레이크 영역(12)을 실질적으로 거울상으로 하는(mirroring) 제 3 브레이크 영역(13)을 발생시키도록 배치된다. 보다 정확하게, 그러한 제 3 브레이크 영역(13)은 제 2 측벽(18)의 내측 표면과 결정화 장치(1)의 횡방향 대칭 평면(A-A) 사이에, 그리고 바람직하게는 상기 제 2 측벽(18)을 향하는 배출 장치(3)의 제 2 측부 가장자리(19")와 내측 표면 사이에 측방향으로 포함되기 위하여, 용탕(4)의 제 2 부분(43) 안에 전개된다. 제 2 브레이크 영역(12)에 관하여, 제 3 브레이크 영역(13)은 결정화 장치(1)의 높이의 1/3 로부터 용탕(4)의 메니스커스(7) 까지 수직으로 전개될 수도 있고, 바람직하게는 결정화 장치(1)의 높이의 절반으로부터, 결정화 장치(3)의 측부 크기의 1/6 과 같은 용탕(4) 표면(7)으로부터의 거리(D12) 까지 전개될 수 있다.
- [0037] 제 4 전자기 브레이크(14')는 주로 용탕(4)의 제 1 측부 부분(42) 및 주로 위에서 정의된 제 3 브레이크 영역(12) 아래의 위치에 있는 대응의 제 4 브레이크 영역(14)을 발생시키도록 배치된다. 제 4 브레이크 영역(14)이 바람직하게는 제 1 측벽(17)과 중앙 부분(41) 사이에 완전하게 포함되도록 연장된다. 제 4 브레이크 영역(14)은 배출 장치(3)의 유출 부분(27)과 결정화 장치(1)의 하부 가장자리 사이에 수직으로 연장될 수 있고, 바람직하게는 결정화 장치(1)의 높이(H)의 약 1/7 의 높이(d)로부터, 배출 장치 자체의 폭의 약 1/3 과 같은 배출 장치(3)의 유출 부분으로부터의 거리까지 연장된다.
- [0038] 제 5 전자기 브레이크(15')는 횡방향 대칭 축(A-A)에 대하여 제 4 브레이크 영역(14)에 대한 실질적으로 거울상이 되는 제 5 브레이크 영역(15)을 발생시키도록 구성된다. 따라서 제 5 브레이크 영역(15)은 액체 용탕(4)의 제 2 측부 부분(43) 내에 위치되고 주로 제 3 브레이크 영역(13) 아래의 위치에서 연장된다. 제 5 브레이크 영역(15)이 바람직하게는 용탕(4)의 제 2 측부 부분(43) 내에 완전히 위치되고, 즉, 제 2 측벽(18)과 중앙 부분(41) 사이에 위치된다. 제 4 브레이크 영역(14)에 관하여, 제 5 브레이크 영역(15)은 결정화 장치(1)의 하부 가장자리와 배출 장치(3)의 하부 부분(27) 사이에서 수직으로 연장될 수 있고, 바람직하게는 결정화 장치(1)의 높이의 약 1/7 과 같은 높이로부터, 배출 장치 자체의 폭의 약 1/3 과 같은 유출 부분(27)으로부터의 거리까지 연장된다.
- [0039] 도시된 바와 같이, 5 개의 브레이크 영역(11,12,13,14,15)들의 배치는 유리하게도 다수의 유체 역학적 상황을 교정하는 것을 허용하며, 그렇지 않다면 반 가공된 제품에 오류를 일으키게 되고, 심지어는 파괴되는 파손 현상에 이르게 될 것이다. 제 2 브레이크 영역(12) 및 제 3 브레이크 영역(13)(이후에는 "상부의 측부 브레이크 영역들"이라고 칭함)의 활성화는 메니스커스(7)를 향하여 지향되는 금속 유동(6,6')을 느리게 할 수 있는데 반해, 제 4 브레이크 영역(14) 및 제 5 브레이크 영역(15)(이후에는 "하부의 측부 브레이크 영역들"이라고 칭함)의 활성화는 용탕(4)의 저부에 근접한 유동을 느리게 할 수 있다. 이후에 보다 상세하게 설명되는 바로서, 브레이크 영역은 개별의 자기 브레이크들에 의해서 발생된 자기장의 강도에 따라서 상이한 브레이크 작용을 전개할 수 있다. 특히, 각 브레이크 영역(11,12,13,14,15)은 유리하게 브레이크 영역(11,12,13,14,15)에 대하여 분리될 수 있다, 즉, "브레이크되지 않은(non-braked)" 영역에 의해 둘러싸일 수 있다. 모든 경우에서, 이들 자기장들이

용탕(4) 내에서 중첩될 수 있고, 따라서 브레이크 영역(11,12,13,14,15)들의 중첩을 결정하는 가능성이 본 발명의 범위 내에서 고려된다.

[0040] 도 6 은 배출 장치(3)로부터 용탕(4)의 측부 부분(42,43)들로 지향된 금속 유량의 비대칭 조건이 명백한 가능한 유체 역학적 상황에 관한 것이다. 이러한 조건하에서, 용탕(4)의 측부 부분(42,43)에 위치한 브레이크 영역들이 유리하게 활성화되는데, 측부 부분에 대하여 높은 유량이 가해진다. 도 6 에 도시된 경우에서, 금속 용탕(4)의 제 2 측부 부분(43)을 향하는 금속 유동(5',6')은 다른 부분을 향하는 것보다 더 강하다(즉, 더 빠른 속도이다). 이러한 조건하에서, 주로 제 2 부분(43)에 정확하게 위치한 제 3 브레이크 영역(13) 및 제 5 브레이크 영역(15)들이 유리하게 활성화된다. 이러한 해법은 가장 강력한 유동(5',6')을 향하여 유체 역학적 저항을 발생시킴으로써, 액체 금속 용탕(4)내에서 유량이 보다 대칭적으로 다시 분포되게 한다.

[0041] 다시 도 6 을 참조하면, 만약 모든 경우에 유량이 과도하다면, 낮은 유량이 향하는 측부 부분에 위치한 측부 브레이크 영역들은 최적의 조건을 얻도록 유리하게 활성화될 수 있다. 이러한 경우에, 그 영역들에서의 브레이크 작용의 강도는 다른 측부 영역들에서의 브레이크 작용의 강도보다 낮도록 설정된다. 도 6 에 도시된 그러한 경우에, 예를 들어, 제 2 브레이크 영역(12) 및 제 4 브레이크 영역(14)에서의 브레이크 강도는, 대부분의 강력한 유동(5',6')이 작용하는 제 3 브레이크 영역(13) 및 제 5 브레이크 영역(15)에서의 강도보다 낮도록 설정된다.

[0042] 도 5 는 거의 대칭적인, 빠른 유동이 존재하는 다른 가능한 조건에 관한 것으로서, 이것은 메니스커스(7) 상에 과도한 속도 및 파동의 결과를 가져오고, 그러한 것은 주조 공정을 위한 최적의 조건들을 보장하지 않는다. 이러한 조건하에서, 표면(7)에 근접한 상기 액체 금속의 파동 및 속도(V)가 미리 결정된 기준 값을 초과할 때, 모든 관련 측부 영역(제 2 브레이크 영역(12), 제 3 브레이크 영역(13), 제 4 브레이크 영역(14) 및 제 5 브레이크 영역(15))이 유리하게 활성화된다. 더욱이, 이러한 조건하에서, 하부의 측부 브레이크 영역(제 4 브레이크 영역(14) 및 제 5 브레이크 영역(15))에 의해 전개된 것과 비교하여, 상부의 측부 브레이크 영역(제 2 브레이크 영역(12) 및 제 3 브레이크 영역(13))이 보다 강력한 브레이크 작용을 전개시키도록 브레이크 작용의 강도가 차별화된다. 주조 공정 및 조건을 향상시키기 위하여, 중간의 유동을 느리게 하도록 제 2 의 하부 중앙 브레이크 영역(즉, 제 1 브레이크 영역(11))이 바람직하게는 또한 활성화된다.

[0043] 용탕의 표면(7)에 근접하여, 오직 2 차적인 재순환(6,6')만이 특별히 강력한 (즉, 메니스커스(7)에서의 속도(V)가 미리 결정된 값보다 빠른) 다른 유체 역학적 조건하에서(도 8 및 도 9), 오직 상부의 측부 브레이크 영역(제 2 브레이크 영역(12) 및 제 3 브레이크 영역(13))만이 유리하게 활성화될 수 있다. 제 1 브레이크 영역(11)의 가능한 활성화는 용탕(4)의 중간에서 액체 금속의 유동(5,5')에 브레이크 작용을 유리하게 허용함으로써, 최적의 유체 역학적 조건들을 다시 설정한다. 실제로, 제 1 브레이크 영역(11)에 근접하여, 금속 유동은 제 2 브레이크 영역(12) 및 제 3 브레이크 영역(13)의 이전의 활성화에 의해 영향을 받을 수 있다.

[0044] 도 10 은 주요 제트(5,5')들이 특히 브레이크 작용을 받을 필요가 있는 다른 가능한 유체 역학적 조건에 관한 것이며, 즉, 용탕(4)의 중앙 부분(41)에서의 유량이 미리 결정된 값을 초과하는 조건에 관한 것이다. 내부 움직임을 정확하게 다시 분포시키기 위하여, 하부의 측부 브레이크 영역(제 4 브레이크 영역(14) 및 제 5 브레이크 영역(15))이 유리하게 활성화될 수 있다. 분포를 최적화시키기 위하여, 도 11 에 도시된 바와 같이 용탕(4)의 같은 중앙 부분(41) 안에 있는 제 1 측부의 브레이크 영역(11)이 활성화될 수 있다.

[0045] 앞서 지적된 바와 같이, 브레이크 영역(11,12,13,14,15)들은 서로로부터 독립적으로 각각 활성화될 수 있지만, 대안으로서 그룹을 이루어 활성화될 수 있으며, 이는 일부 영역들이 적어도 부분적으로 하나의 작용 영역에 결합되도록 몇 개의 브레이크 영역들이 함께 활성화될 수 있는 가능성을 나타낸다. 예를 들어, 도 7 을 참조하면, 액체 용탕(4)의 같은 측부 부분(42,43)에 주로 위치한 측부 브레이크 영역(도면 번호 12,14,13,15 로 표시됨)들은 (도 7 에서 점선으로 표시됨) 단일의 측부 브레이크 영역을 발생시키기 위하여 함께 활성화될 수 있다. 도 7 에 도시된 경우에, 제2 브레이크 영역(12) 및 제 4 브레이크 영역(14)은 제 1 측부 브레이크 영역(81)을 발생시키기 위하여 함께 활성화되는데 반해, 제 3 브레이크 영역(13) 및 제 5 브레이크 영역(15)은 제 2 측부 브레이크 영역(82)을 발생시키도록 함께 활성화됨으로써, 횡방향 대칭 평면(A-A)에 대하여 제 1 측부 브레이크 영역(81)의 거울상을 만든다.

[0046] 본 발명은 또한 결정화 장치(1), 배출 장치(3) 및 결정화 장치(1) 내의 액체 금속의 유동을 제어하는 장치를 포함하는, 얇은 슬래브의 연속 주조 장치에 관한 것이다. 특히, 상기 장치는 복수개의 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')를 포함하고, 그 각각은 활성화시에 결정화 장치(1)의 주변 벽(16,16',17,18)에 의해 형성된 액체 금속 용탕(4) 안에 브레이크 영역(11,12,13,14,15)을 발생시킨다. 상기 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')는 서로로부터 독립적으로 활성화 및 비활성화될 수 있거나, 또는 대안으로 그룹으로 활

성화 및 비활성화될 수 있다. 본 발명에 따라서, 5 개의 전자기 브레이크들이 있으며, 그 각각은 활성화되었을 때 위에서 설명된 바와 같은 브레이크 영역을 발생시키기 위한 것이다.

[0047] 바람직하게는, 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15') 각각은 결정화 장치(1)의 밖에 대칭적으로 배치된 적어도 한 쌍의 자극(magnetic pole)들을 포함하고, 그 각각은 대응하는 전방 벽(16, 16')에 근접한 열-기계 강화벽(20 또는 20')에 대하여 외부의 근접 위치에 있다. 바람직한 구현예에서, 자극의 각 쌍(하나의 양극으로서 작용하고, 다른 것은 음극으로서 작용함)은 그것의 활성화시에 결정화 장치(1)의 전방 벽(16, 16')에 실질적으로 직각인 방향을 따라서 액체 금속 용탕(4)을 가로지르는 자기장을 발생시킨다. 이러한 구성으로, 각각의 자극(양극 및 음극)은 코어 및 상기 코어 주위에 감긴 공급 코일을 포함한다. 동일한 브레이크의 자극에 관련된 공급 코일들에는 대응하는 자기장을 발생시키도록 (즉, 대응하는 브레이크 영역을 활성화시키도록) 동시에 전류 공급이 이루어지는데, 그 강도는 코일의 공급 전류에 비례할 것이다.

[0048] 각각의 전자기 브레이크에 대하여, 자극은 자기장을 발생시키도록 구성될 수 있으며, 자기장의 선은 용탕(4)을 가로지르고, 바람직하게는 전방 벽(16, 16')에 직각인 방향을 따라서 가로지른다. 대안으로서, 자극은 자기장의 선이 수직 또는 수평의 자기 플럭스를 가로지르는 자기장을 발생시킨다.

[0049] 예를 들어, 가능한 구현예에서, 동일한 자기 브레이크의 자극은 자기장의 선이 용탕(4)을 수직 또는 수평으로 가로지르는 자기장을 발생시키도록 배치된 2 개의 공급 코일들을 각각 포함한다.

[0050] 다른 구현예에서, 용탕(4)을 가로지르는 자기장은 다양한 전자기 브레이크들에 속하지만 용탕(4)에 대하여 같은 측에 배치된 자극들의 협동에 의해서 발생될 수도 있다. 예를 들어, 용탕(4)에 대하여 같은 측에 배치된 제 2 전자기 브레이크(12')의 자극 및 제 3 브레이크(13')의 자극은, 하나는 양극으로서 작용하고 다른 하나는 음극으로서 작용하여 자기장의 선이 용탕(4)을 가로지르는 자기장을 발생시키도록 구성될 수 있다.

[0051] 모든 경우에서, 코어와 상기 코어에 감긴 공급 코일을 갖는 두 개의 자극에 의해 형성되는 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')의 사용은 대응하는 브레이크 영역(11, 12, 13, 14, 15)을 얻도록 하며, 이들 각각은 다른 영역에 대하여 분리되고 잘 정의될 수 있다. 또한, 강도에 따라, 각 브레이크 영역(11, 12, 13, 14, 15)은 유리하게 다른 것들과 다른 기하학적 구조를 표시할 수 있다. 본질적으로, FR 2772294에 기재된 해결책과는 반대로, 본 발명의 장치에 채용된 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')는 각각 서로로부터 가능하게 분리되고 특정한 기하학적 구조를 갖는 브레이크 영역을 얻는 것을 허용한다.

[0052] 도 12 는 본 발명의 장치의 다른 도면으로서, 길이 방향 평면(B-B)에 대하여 각각의 브레이크의 자극에 의해 취해진 결정화 장치(1) 외부의 대칭 위치를 볼 수 있게 한다. 도 12 에서는 단순히 나타내기 위하여 제 1 전자기 브레이크(11'), 제 4 전자기 브레이크(14') 및 제 5 전자기 브레이크(15')에 관련된 자극(11A, 11B, 14A, 14B, 15A, 15B)들만이 도시되어 있다.

[0053] 예를 들어, 제 1 전자기 브레이크(11)를 고려하면, 제 1 자극(11A) 및 제 2 자극(11B)은 횡방향 대칭 평면(AA)상에 중심을 맞춘 위치에서 대칭 평면(B-B)에 대하여 대칭적으로 배치된다. 마찬가지로, 제 4 브레이크(14') 및 제 5 브레이크(15')에 대한 자극(14A, 14B 및 15A, 15B)들의 쌍은 각각 평면(B-B)에 대하여 대칭적으로 배치되지만, 제 1 전자기 브레이크(11')의 자극(11A, 11B)에 대하여 제공된 것들과는 다른 길이 방향 위치 및 상이한 높이에 배치되는 점을 유의할 만하다.

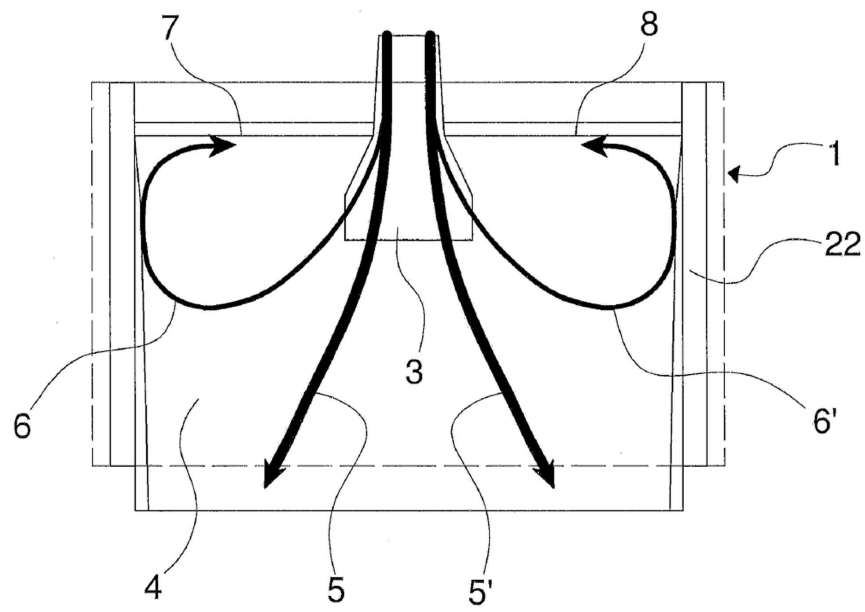
[0054] 바람직한 구현예에 따라서, 장치는 한 쌍의 강화 벽(20, 20')을 포함하고, 강화 벽 각각은 결정화 장치(1)의 전방벽(16, 16')과 접촉하도록 배치되어 그것의 열-기계적 저항(thermal-mechanical resistance)을 증가시킨다. 다양한 전자기 브레이크들의 자극들은 강화 벽(20, 20')에 근접한 위치에 배치되는데, 강화 벽은 오스테나이트 강철로 제작되어 용탕(4) 안에서 자극(magnetic pole)들에 의해 발생된 자기장이 통과하는 것을 허용한다.

[0055] 본 발명에 따른 장치가 바람직하게는 한 쌍의 강자성 플레이트(21, 21')들도 포함하며, 그 각각은 강화 벽(20, 20')에 평행하게 배치됨으로써, 각각의 전자기 브레이크(11', 12', 13', 14', 15')에 대하여, 각각의 자극은 강자성 플레이트(21, 21')와 강화 벽(20, 20') 사이에 있다. 예를 들어 도 12 를 참조하면, 자극(11A, 14A, 15A)들은 제 1 전방 벽(16)에 근접한 강화 벽(20)과 강자성 플레이트(21) 사이에 있는 반면에, 자극(11B, 14B, 15B)들은 결정화 장치(1)의 제 2 전방 벽(16')에 근접한 다른 강화 플레이트(20')와 강자성 플레이트(21') 사이에 있는 점을 유의할 만하다. 강자성 플레이트(21, 21')를 이용하는 것은 액체 금속 용탕(4)에 대향하는 측으로부터 자기 코어에 의해 발생하는 자기 플럭스를 유리하게 폐쇄시킬 수 있게 한다. 그에 의해서 회로의 자기 저항이 감소되어 자극을 활성화시키는데 소비된 전력이 감소되는 장점이 이루어지는데, 자기 플럭스 강도는 상수로서 간주된다.

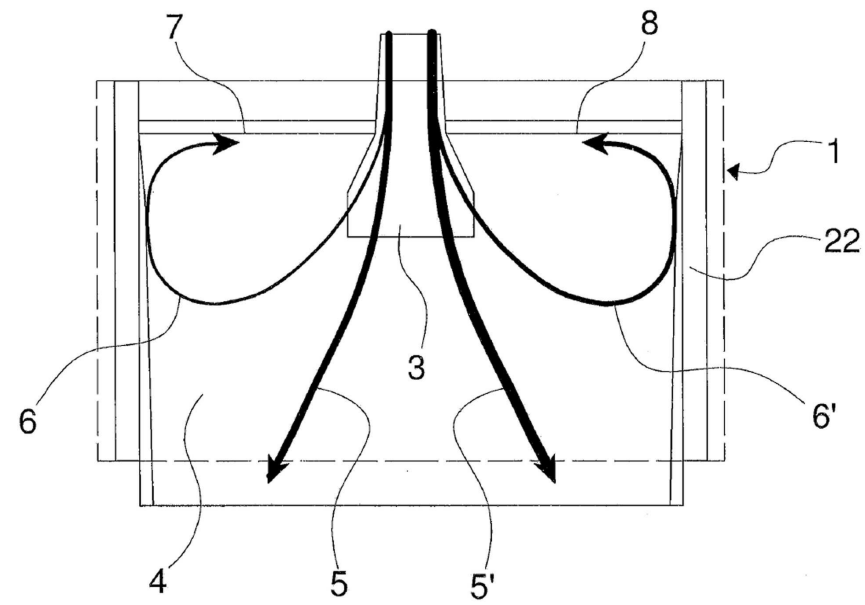
- [0056] 도 8 에 도시된 경우에는 상부의 측부 영역(12,13)의 활성화가 제공되는데, 강자성 플레이트(21,21')는 전자기 브레이크(12',13')의 자극들 사이에 발생된 자기 플럭스가 폐쇄되는 것을 허용하는 반면에, 도 9 에 도시된 조건에서 강자성 플레이트(21,21')는 전자기 브레이크(12', 13' 및 11')에 의해 자극들 사이에 발생된 자기 플럭스가 폐쇄되는 것을 허용한다. 도 5, 도 7 에 도시된 경우에, 전자기 브레이크들의 자극들 사이의 자기 플럭스는 다양한 방법으로 유리하게 폐쇄될 수 있다. 예를 들어, 도 7 의 경우에, 자기 플럭스는 함께 활성화된 브레이크(15')의 자극(15A, 15B)과 브레이크(13')의 자극(13A,13B) 사이에서 부분적으로 폐쇄될 수 있고 함께 활성화된 브레이크(14')의 자극(14A,14B)과 브레이크(12')의 자극(12A,12B) 사이에서 부분적으로 폐쇄될 수 있다.
- [0057] 만약 감소될 필요가 있는 중량 및 치수와 그리고/또는 주조 공정이 강자성 재료로 만들어진 플레이트(21,21')들에 의해 보장된 모든 유연성 및 구성을 필요로 하지 않는다면, 자극에 의해 발생된 자기 플럭스는 다양한 자극들 사이의 직접적인 강자성 연결에 의해 폐쇄될 수 있다. 2 차적인 재순환(6,6')이 느려질 필요가 있는 주조 조건에 의해 지배되는 도 9 의 활성화 모드에서, 2 개의 뒤집혀진, T 형상 플레이트들이 넓은 강자성 플레이트(21,21') 대신에 유리하게 이용될 수 있다. 이러한 경우에, 각각의 T 형상 플레이트는 자기 플럭스가 폐쇄되는 것을 허용할 것이며, 이는 길이 방향 대칭 평면(B-B)에 대하여 같은 측에 배치되고 활성화된 전자기 브레이크(11',12',13')들에 속하는 자극에 의해 발생된 것이다.
- [0058] 위에서 설명된 모든 구현예들에 대하여, 유동을 제어하기 위한 장치가 결정화 장치(1)에 연결될 수 있으며, 따라서 수직으로 그것과 함께 진동할 수 있다. 그러나, 움직이는 질량을 제한하기 위하여, 장치가 바람직하게는 결정화 장치(1)로부터 독립적이고 결정화 장치에 대하여 고정된 위치를 유지한다. 더욱이, 고려된 모든 경우들에서, 자기장의 강도는 각각의 브레이크 영역(11,12,13,14,15)에 대하여 독립적으로 설정될 수 있거나, 또는 몇 개의 브레이크 영역들이 같은 강도를 가질 수 있다. 그러한 강도는 0.5 T 에 도달할 수 있다. 자기장의 강도가 0.01 T 내지 0.3 T 사이일 때 성능 및 에너지 절감과 관련하여 우수한 결과들이 도출된다.
- [0059] 도 13 및 14를 참조하면, 장치의 구조는 배출 장치(3) 내부의 연속적인 주조 공정의 가변성에 따라 단순화될 수 있다. 특히, 주조 조건이 안정적이면, 장치는 액체 금속의 유동을 제어하기 위하여 실질적으로 유용한 전자기 브레이크(11',12',13',14',15')만으로 타협할 수 있다. 이러한 해결책은 유리하게 운영 비용을 감소시킬 뿐만 아니라, 무엇보다도 장치의 전체 크기를 줄일 수 있도록 한다.
- [0060] 주조 공정 및 배출 장치(3)의 구조가 도 8 및 9에 도식적으로 나타난 조건에 따른 2차적 재순환 속도(6,6)를 수반하면, 도 13에 도식적으로 나타난 바와 같은 배열에 따라 제 2 전자기 브레이크(11'), 제3 전자기 브레이크(12'), 제 3 전자기 브레이크(13')만을 장치에 설치하는 것이 가능할 것이다.
- [0061] 언급된 도 13, 14 각각은 특정한 주조 조건에 대해 제공되는 특정한 구성을 나타낸다. 이러한 도면에서, 장치의 특정한 구성은 제1 강자성 플레이트(21)와 그러한 제1 강자성 플레이트에 배열된 각 전자석(11',12',13',14',15')의 자극(11A,12A,13A,14A,15A)에 의하여 단순화된 방법으로 도시되었음을 지적해둘 필요가 있다. 이러한 도면에서, 단속선(dashed line)으로 도시된 사각형은 5개의 전자석 구성에 대하여 "설치되지 않은" 전자석을 가리키는 목적을 갖고 있다.
- [0062] 본 발명에 따른 방법은 미리 결정된 목적 및 과제들을 완전히 수행할 수 있게 한다. 특히, 독립적으로 또는 그룹으로 활성화/비활성화될 수 있는 복수개의 브레이크 영역들의 존재는 주조 공정 동안에 발생하는 임의의 유체 역학적 조건하에서 용탕내의 유동의 분포를 유리하게 제어할 수 있게 한다. 차별화된 브레이크 영역들을 포함하여, 본 발명의 방법은 유리하게 융통성이 있고, 신뢰성이 있으며, 수행이 용이하다.
- [0063] 마지막으로, 본 발명에 따른 결정화 장치(1) 내의 금속의 유동을 제어하는 장치는 여러 브레이크 영역의 동시 활성화뿐만 아니라 단일 브레이크 영역의 활성화도 허용함을 언급할 만하다.

도면

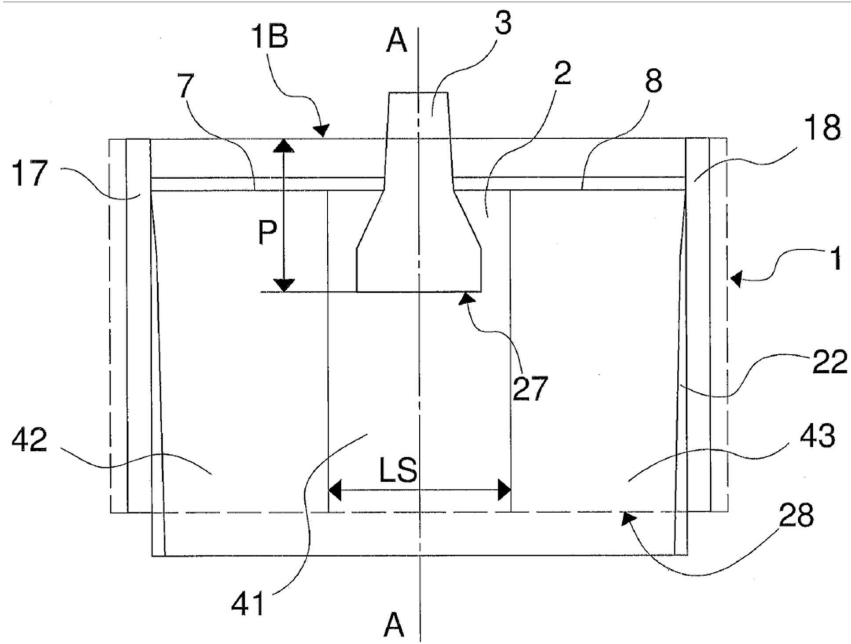
도면1



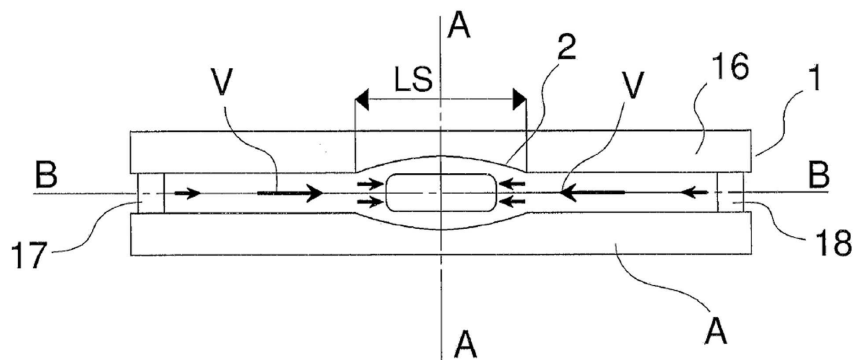
도면2



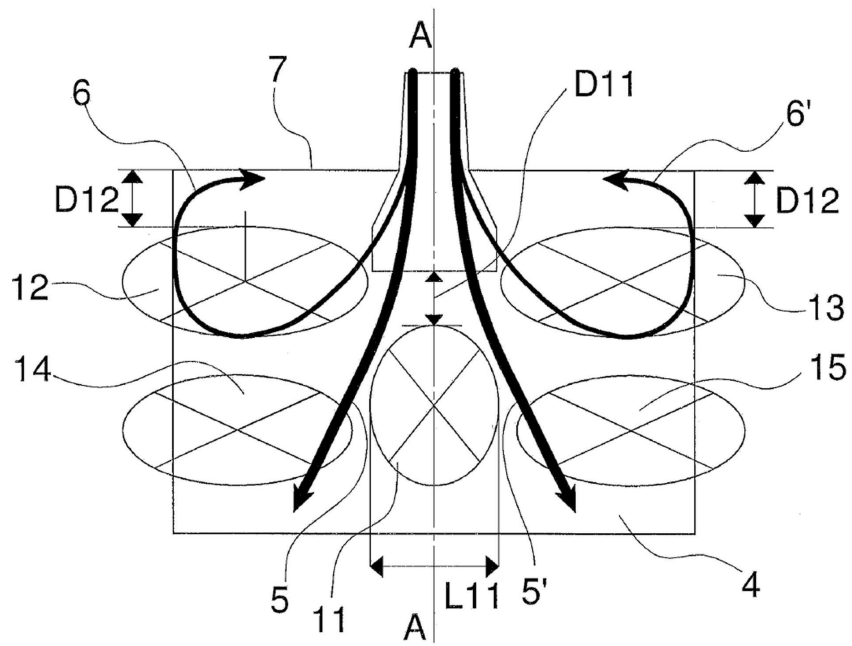
도면3



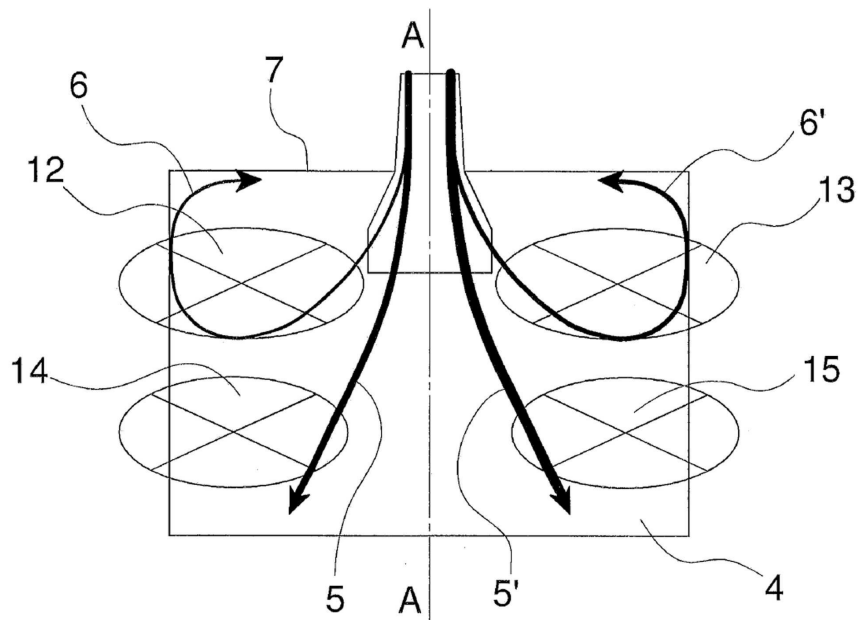
도면4



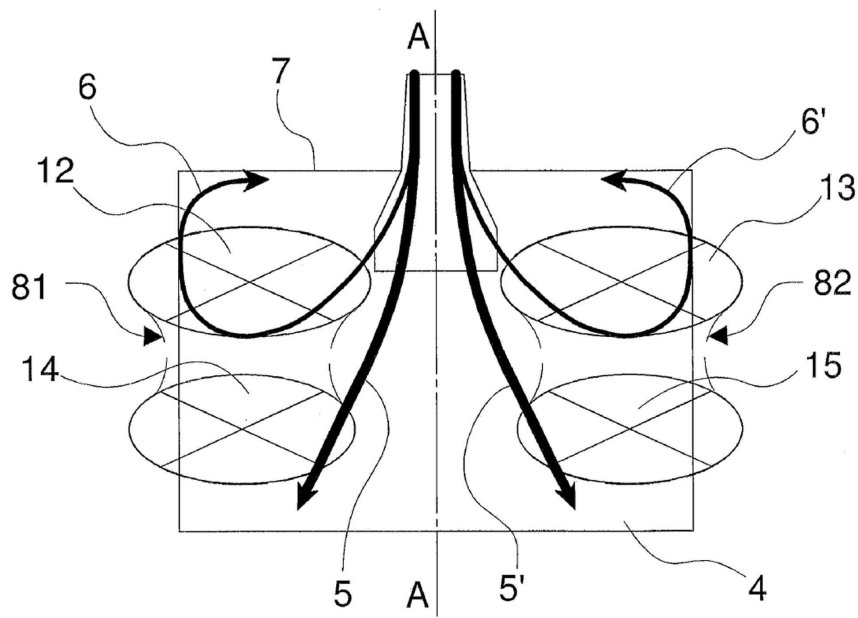
도면5



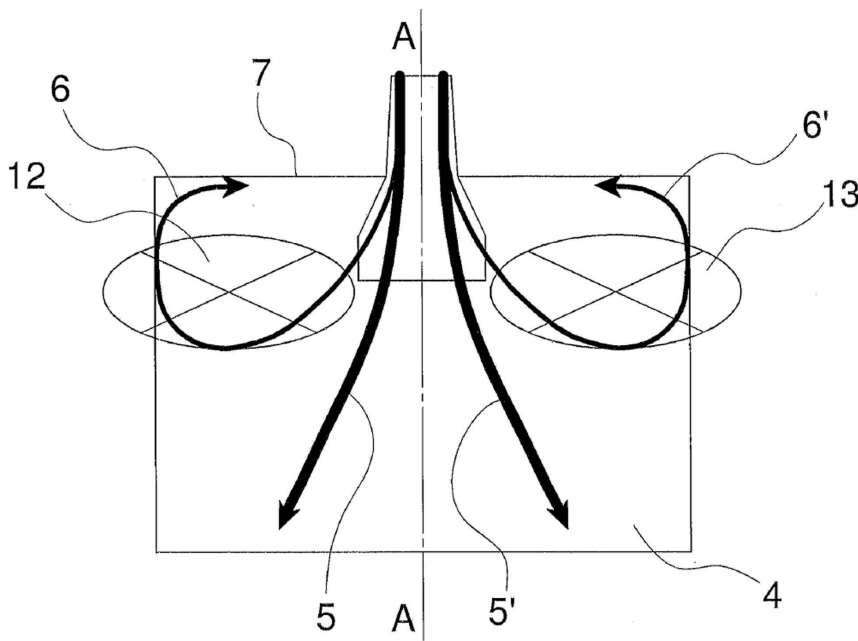
도면6



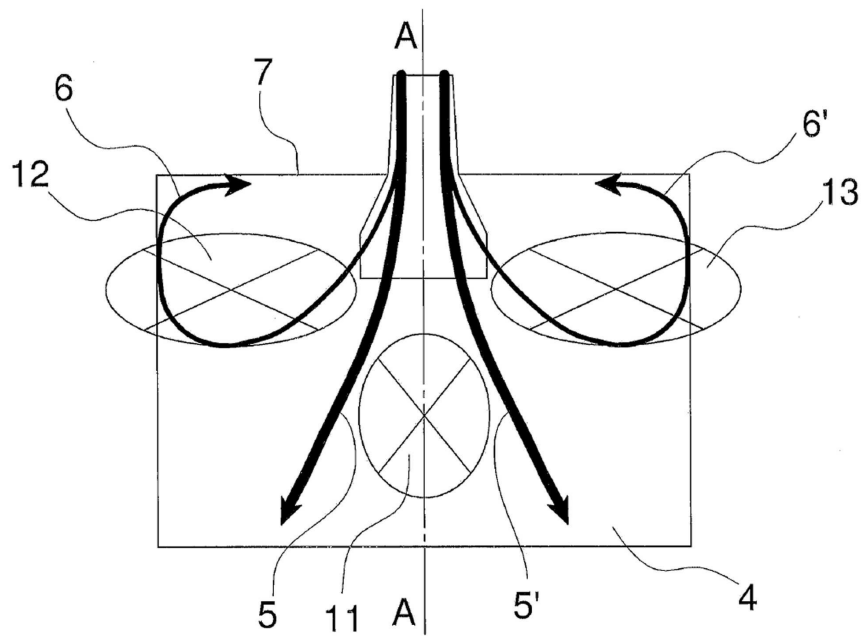
도면7



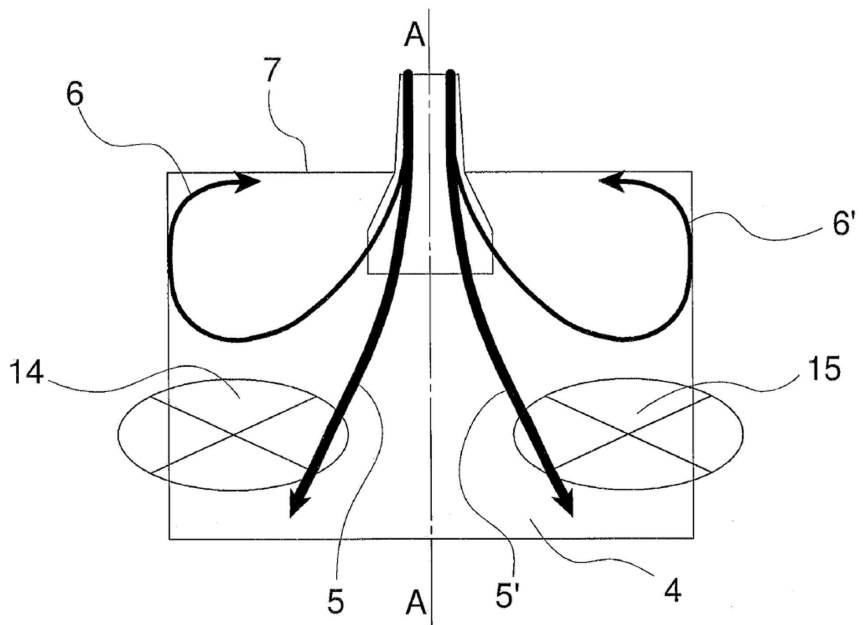
도면8



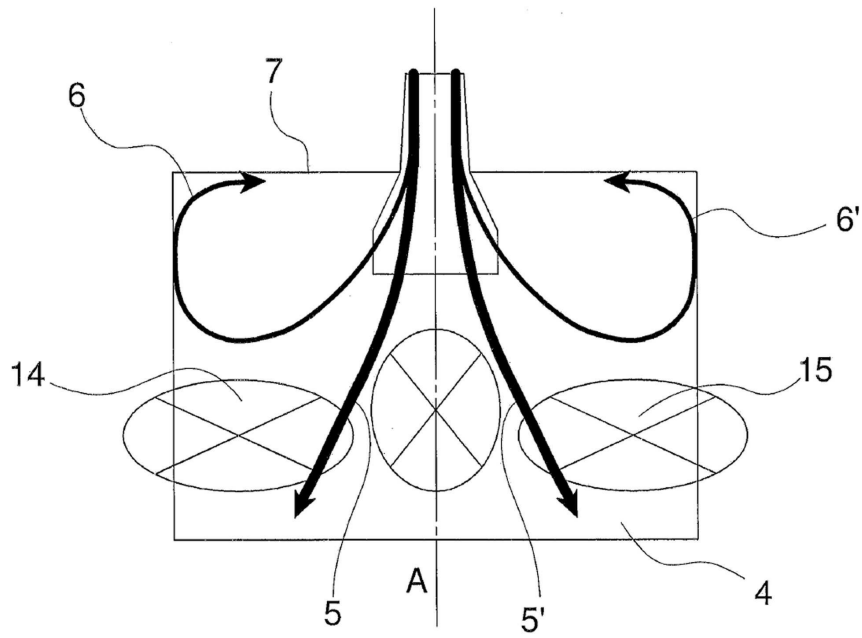
도면9



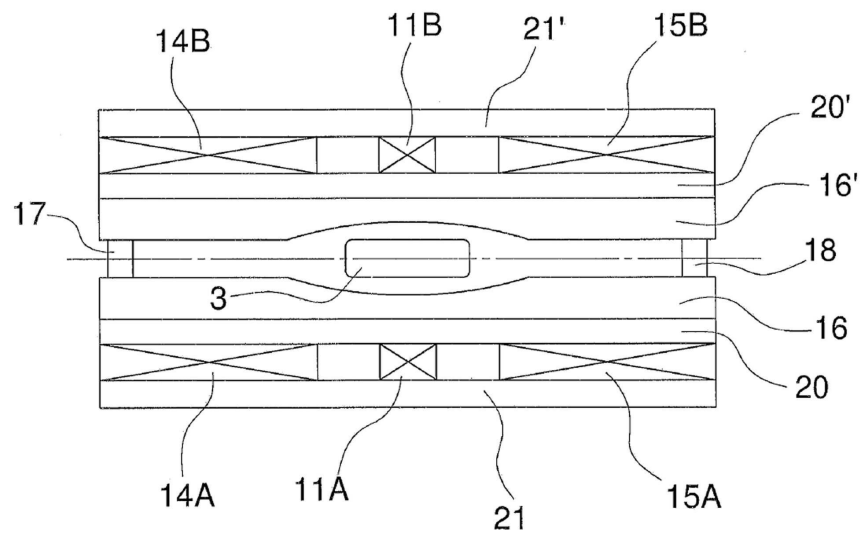
도면10



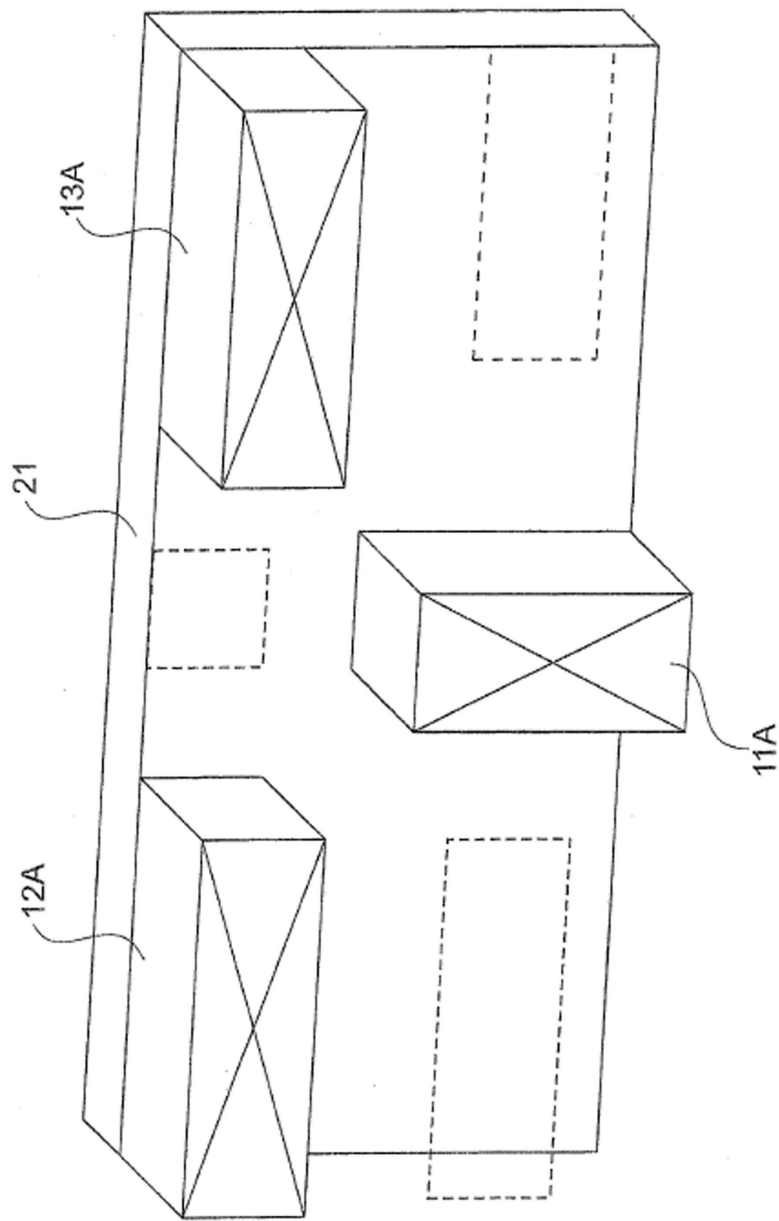
도면11



도면12



도면13



도면14

