(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0052926
(43) 공개일자 2020년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B22D 11/103 (2006.01) *B22D 11/049* (2006.01)
B22D 11/18 (2006.01) *B22D 41/56* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B22D 11/103 (2013.01)
B22D 11/049 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7010314
(22) 출원일자(국제) 2018년09월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년04월09일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2018/056947
(87) 국제공개번호 WO 2019/053596
국제공개일자 2019년03월21일
(30) 우선권주장
15/701,536 2017년09월12일 미국(US)

(71) 출원인
왁스타프, 인크.
미국 99216 워싱톤주 스포케인 플로라 로드 노쓰 3910
(72) 발명자
장 빈
미국 99019 워싱턴주 리버티 레이크 이스트 카탈도 코트 24216
샤버 크레이그 리
미국 99016 워싱턴주 리버티 레이크 이스트 녹스 에비뉴 19700
앤더슨 마이크
미국 99027 워싱턴주 오티스 오차드 노쓰 캠벨 로드 7121
(74) 대리인
유미특허법인

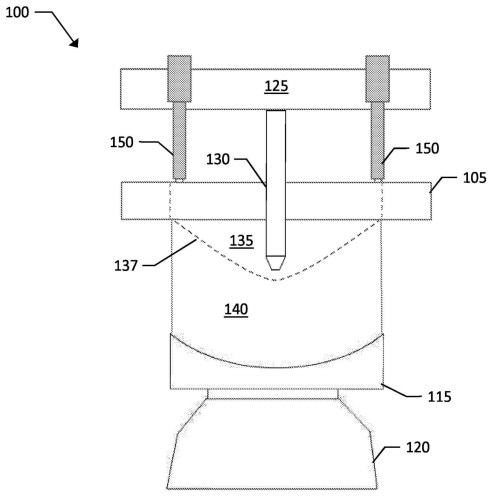
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 **주조 작업 중 금속 분배를 위한 동적으로 위치되는 디퓨저**

(57) 요 약

본원에서 제공되는 것은 금속을 연속 주조하는 장치 및 방법이고, 더 구체적으로는 주둥이 선단 또는 디퓨저를 주조품 내의 응고 전선, 즉 액체 금속과 고체 금속 사이의 전이 위치 근처에 유지시키기 위해 주조 공정 동안 주둥이 선단 또는 디퓨저의 위치를 제어하는 메커니즘을 통해 거시적 편석을 감소시키는 장치 및 방법에 관한 것이다. 장치는, 주형 공동을 획정하는 주형을 지지하는 주형 프레임; 액체 디퓨저; 및 주형 프레임과 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된 액추에이터를 포함할 수 있으며, 상기 액추에이터는 적어도 하나의 센서로부터의 신호에 응답하여 주형 프레임과 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
B22D 11/182 (2013.01)
B22D 41/56 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치로서,

주형 공동을 획정하는 주형을 지지하는 주형 프레임;

액체 디퓨저; 및

상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된 액추에이터를 포함하며,

상기 액추에이터는 적어도 하나의 센서로부터의 신호에 응답하여 상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 액체 디퓨저는 선단을 포함하며 그를 관통하는 액체 통로를 획정하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 디퓨저의 선단에 근접하게 배치된 열전대를 포함하는, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 액추에이터는 선형 액추에이터를 포함하고, 주조품이 인출되는 축이 상기 주형 공동을 관통해서 형성되고, 상기 액추에이터는 상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 상기 축을 따라 서로에 대해 이동시키도록 구성된, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 액체는 금속을 포함하고, 상기 액체 디퓨저의 선단은 상기 주형 공동 내의 액체 금속의 풀에 침지되고, 상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 사이의 상대 이동은 상기 액체 디퓨저를 상기 액체 금속의 풀 내에서 이동하게 하는, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 선형 액추에이터는 상기 열전대로부터의 신호에 응답하여 상기 액체 디퓨저의 선단을 상기 액체 금속의 사전에 정의된 온도 범위에 대응하는 위치에서 상기 액체 금속의 풀 내에 유지시키도록 구성된, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 액추에이터는 열전대로부터의 신호에 응답하여 상기 액체 디퓨저의 선단을 주조 작업 동안 상기 액체 금속 풀의 금속 응집점 근처의 영역에 유지시키도록 구성된, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 제어기를 추가로 포함하고, 상기 제어기는 상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 사이의 상대 위치 및 상기 액추에이터를 제어하도록 구성되고, 상기 주형 프레임과 상기 액체 디퓨저 사이의 상기 위치는 열전대로부터의 신호와, 디퓨저에 의해 분배되는 액체의 적어도 하나의 특성에 적어도 부분적으로 기초하여 확립되는, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 8

제6항에 있어서, 액체의 상기 적어도 하나의 특성은 소정의 압력에서 분배되는 액체의 액상 온도를 포함하는, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치.

청구항 9

방법으로서,

주형의 공동에서 주조할 재료의 표시를 수신하는 단계;

재료 유형의 표시로부터 재료 유형의 온도 프로파일을 확립하는 단계;

액체 형태의 재료를 디퓨저를 통해 상기 주형의 공동 안으로 분배하는 단계;

상기 주형의 공동 내에서의 상기 디퓨저의 선단의 온도를 검출하는 단계; 및

상기 온도 프로파일과 관련된 사전에 정의된 온도 범위에 기초하여 상기 디퓨저의 선단을 액체 형태의 재료의 풀 내에 유지시키기 위해 상기 디퓨저의 선단의 온도에 응답하여 상기 디퓨저 또는 상기 주형 중 적어도 하나를 다른 하나에 대해 이동시키는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 디퓨저를 통한 재료의 흐름을 상기 재료의 풀의 하나 이상의 특성에 응답하여 제어하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 주형의 공동에 대한 상기 디퓨저의 초기 위치를 상기 재료 유형에 기초하여 결정하는 단계; 및

상기 디퓨저를 통해 재료를 분배하기 전에 상기 디퓨저 또는 상기 주형 중 적어도 하나를 다른 하나에 대해서 이동시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

재료가 상기 디퓨저로부터 분배되기 시작해서 주조가 정상 상태에서 이루어지고 있는 후에, 상기 재료 유형과 관련된 알고리즘에 기초하여, 상기 디퓨저 또는 상기 주형 중 적어도 하나를 다른 하나에 대해서 초기 위치로부터 2차 위치로 이동시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

주조가 종료된다는 표시에 응답하여 상기 재료 유형과 관련된 알고리즘에 기초하여 상기 디퓨저 또는 직접 냉경 주형(direct chill mold) 중 적어도 하나를 다른 하나에 대해서 2차 위치로부터 3차 위치로 이동시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 상기 주형은 시작 블록을 포함하는 직접 냉경 주형이고, 당해 방법이

상기 시작 블록을 상기 주형 공동과 상기 디퓨저에 대해서 이동시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 15

장치로서,

프레임;

상기 프레임에 부착된 적어도 하나의 주형 공동으로서, 주형에서 주조된 재료가 연속 주조 공정에서 주형을 빠져나가는 축을 획정하는, 적어도 하나의 주형 공동; 및

프레임 지지체를 포함하고,

상기 프레임은, 상기 프레임과 상기 주형 공동을 상기 주형 공동에 의해 획정된 축에 평행한 축을 따라서 지지 아암에 대해서 이동시키도록 구성된 액추에이터에 의해, 상기 프레임 지지체에 부착된, 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 액추에이터는 웜 기어, 선형 액추에이터, 유압 피스톤, 또는 볼 스크류 중 적어도 하나를 포함하는, 장치.

청구항 17

제15항에 있어서, 주조 액체 분배 디퓨저를 추가로 포함하고, 상기 주조 액체 분배 디퓨저는 상기 프레임 지지체에 대해 고정된 상태로 유지되고, 상기 액추에이터는 상기 주형 공동을 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 대해서 이동시키도록 구성된, 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 부착된 열전대를 추가로 포함하고, 상기 액추에이터는 상기 열전대로부터의 신호에 응답하여 상기 프레임을 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 대해 이동시키는, 장치.

청구항 19

제18항에 있어서, 제어기를 추가로 포함하고, 상기 제어기는 상기 액추에이터에게 상기 주조 액체 분배 디퓨저로부터 분배된 주조 액체의 온도 프로파일에 따라서 상기 열전대로부터의 신호에 응답하여 상기 프레임을 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 대해 이동시키게 하도록 구성된, 장치.

청구항 20

제15항에 있어서,

주조 재료 및 주형 형태를 각각이 포함하는 복수의 프로파일을 저장하도록 구성된 메모리; 및

주조 작업 동안 적어도 2개의 상이한 위치 사이에서 선택된 프로파일에 기초하여 상기 프레임과 상기 주형 공동을 상기 지지 암에 대해서 이동시키도록 구성된 제어기를 추가로 포함하는 장치.

청구항 21

제20항에 있어서,

액체를 상기 주형 공동 내로 분배하는 디퓨저; 및

상기 디퓨저 상의 열전대를 추가로 포함하고, 상기 제어기는 상기 열전대로부터 수신된 신호에 응답하여, 선택된 프로파일을 조정하고 프레임과 주형 공동의 위치를 지지 암에 대해 변경하도록 구성된, 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속을 연속 주조하는 시스템, 장치 및 방법에 관한 것이고, 더 구체적으로는 주둥이 선단 또는 디퓨저를 주조품 내의 응고 전선(solidification front) 근처에, 즉 액체 금속과 고체 금속 사이의 전이 위치 근처에 유지시키기 위해 주조 공정 동안 주둥이 선단 또는 디퓨저의 위치를 제어하는 메커니즘을 통해 거시적 편석을 감소시키는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 금속 제품은 다양한 방식으로 형성될 수 있지만, 다수의 성형 방법은 금속 최종 제품을 제조할 수 있는 원자재 역할을 할 수 있는 잉곳, 빌릿, 또는 기타 주조품을 우선적으로 필요로 한다. 잉곳 또는 빌릿을 제조하는 한 가지 방법은 수직으로 배향된 주형 공동이 주조 피트(casting pit)를 따라 수직으로 아래로 병진하는 플랫폼 위에 위치되는, 직접 냉경 주조로 알려진 반-연속 주조 공정을 통한 것이다. 주조 공정을 시작하기 위해, 적어도 초기에, 출발 블록(starting block)이 플랫폼 상에 위치되고 주형 공동의 바닥부를 형성할 수 있다. 용탕이 주형 공동 내로 주입되며, 이때 용탕은 전형적으로 냉각 유체를 사용하여 냉각된다. 출발 블록이 위에 있는 플랫폼은

주형 공동을 빠져나가고 출발 블록과 함께 하강하는 용탕이 응고되도록 하기 위해 사전에 한정된 속도로 주조 피트 내로 하강할 수 있다. 더욱 많은 용탕이 주형 공동에 들어감에 따라 플랫폼은 계속 낮아져서, 고체 금속이 주형 공동을 빠져나간다. 이러한 연속 주조 공정은 주조 피트 깊이와 그 안에서 이동하는 유압 작동식 플랫폼에 의해서만 제한되는 길이를 갖는 주형 공동의 프로파일에 따라 금속 잉곳 및 빌릿이 형성되게 한다.

[0003] 주형 공동을 빠져나가는 주조품의 용융-지속 영역(still-molten region) 내에서와 주형 공동 내에서의 금속 분포는 주조 공정 전반에 걸쳐 온도 프로파일과 구배가 변화함에 따라 복잡하다. 응고 물리학은 거시적 편석(macrosegregation)의 형성을 나타내 보이며, 이에 의해 주조품은 당해 주조품의 치수에 걸쳐 불균일한 화학적 조성을 가질 수 있다. 주조 공정으로부터 형성된 거시적 편석은 주조 공정 동안 비가역적이고, 그 결과 주조 공정 동안 거시적 편석을 최소화하는 것은 절대로 필요하다.

발명의 내용

[0004] 본 발명의 실시형태들은 일반적으로는 금속을 연속 주조하는 장치 및 방법에 관한 것이고, 더 구체적으로는 주둥이 선단 또는 디퓨저를 주조품 내의 응고 전선 근처에, 즉 액체 금속과 고체 금속 사이의 전이 위치 근처에 유지시키기 위해 주조 공정 동안 주둥이 선단 또는 디퓨저의 위치를 제어하는 메커니즘을 통해 거시적 편석을 감소시키는 것에 관한 것이다. 실시형태들은 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치로서, 주형 공동을 획정하는 주형을 지지하는 주형 프레임; 액체 디퓨저; 및 주형 프레임과 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된 액추에이터를 포함하며, 상기 액추에이터는 적어도 하나의 센서로부터의 신호에 응답하여 주형 프레임과 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 서로에 대해 이동시키도록 구성된, 주형 공동 내로 액체를 분배하는 장치는 제공한다. 액체 디퓨저는 선단을 포함할 수 있고, 그를 관통하는 액체 통로를 획정할 수 있으며, 이 경우에서, 적어도 하나의 센서는 디퓨저의 선단에 근접하게 배치된 열전대를 포함할 수 있다.

[0005] 일부 실시형태들에 따르면, 액추에이터는 선형 액추에이터를 포함하고, 이 경우에서, 주조품이 인출될 수 있는 축이 주형 공동을 관통해서 형성되며, 액추에이터는 주형 프레임과 액체 디퓨저 중 적어도 하나를 축을 따라 서로에 대해 이동시키도록 구성된다. 액체는 금속을 포함할 수 있고, 이 경우에서 액체 디퓨저의 선단은 주형 공동 내의 액체 금속의 풀에 침지될 수 있고, 주형 프레임과 액체 디퓨저 사이의 상대 이동은 액체 디퓨저를 액체 금속의 풀 내에서 이동하게 할 수 있다. 선형 액추에이터는 열전대로부터의 신호에 응답하여 액체 디퓨저의 선단을 액체 금속의 사전에 정의된 온도 범위에 대응하는 위치에서 액체 금속의 풀 내에 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0006] 일부 실시형태들의 액추에이터는 열전대로부터의 신호에 응답하여 액체 디퓨저의 선단을 주조 작업 동안 액체 금속의 풀의 금속 응집점(coherency point) 근처의 영역에 유지시키도록 구성될 수 있다. 실시형태들은 제어기를 포함할 수 있고, 이 경우에서 상기 제어기는 주형 프레임과 액체 디퓨저 사이의 상대 위치 및 액추에이터를 제어하도록 구성될 수 있고, 주형 프레임과 액체 디퓨저 사이의 상기 위치는 열전대로부터의 신호와, 디퓨저에 의해 분배된 액체의 적어도 하나의 특성에 적어도 부분적으로 기초하여 확립될 수 있다. 액체의 상기 적어도 하나의 특성은 소정의 압력에서 분배되는 액체의 액상 온도를 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 실시형태들은, 주형 공동에서 주조할 재료의 표시를 수신하는 단계; 상기 재료 유형의 표시로부터 재료 유형의 온도 프로파일을 확립하는 단계; 액체 형태의 재료를 디퓨저를 통해 주형의 공동 안으로 분배하는 단계; 주형의 공동 내에서의 디퓨저 선단의 온도를 검출하는 단계; 및 온도 프로파일과 관련된 사전에 정의된 온도 범위에 기초하여 디퓨저의 선단을 액체 형태의 재료의 풀 내에 유지시키기 위해 디퓨저의 선단에 응답하여 디퓨저 또는 주형 중 적어도 하나를 다른 것에 대해 이동시키는 단계를 포함하는 방법을 제공할 수 있다. 실시형태들은 디퓨저를 통한 재료의 흐름을 재료의 풀의 하나 이상의 특성에 응답하여 제어하는 것을 포함할 수 있다.

[0008] 예시적인 실시형태들의 방법은 주형의 공동에 대한 디퓨저의 초기 위치를 재료 유형에 기초하여 결정하는 단계; 및 디퓨저를 통해 재료를 분배하기 전에 디퓨저 또는 주형 중 적어도 하나를 다른 것에 대해서 이동시키는 단계를 선택적으로 포함할 수 있다. 본 방법은 재료가 디퓨저로부터 분배되기 시작해서 주조가 정상 상태에서 이루어지고 있는 후에, 재료 유형과 관련된 알고리즘에 기초하여, 디퓨저 또는 주형 중 적어도 하나를 다른 것에 대해서 초기 위치로부터 2차 위치로 이동시키는 단계를 포함할 수 있다. 본 방법은 주조가 종료된다는 표시에 응답하여 재료 유형과 관련된 알고리즘에 기초하여 디퓨저 또는 직접 냉경 주형(direct chill mold) 중 적어도 하나를 다른 것에 대해서 2차 위치로부터 3차 위치로 이동시키는 단계를 선택적으로 포함할 수 있다. 상기 주형은 시작 블록을 포함하는 직접 냉경 주형일 수 있고, 이 경우에서 본 방법은 상기 시작 블록을 주형 공동과 디퓨저

에 대해서 이동시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 본원에서 설명되는 실시형태들은 장치로서, 프레임; 주형에서 주조된 재료가 연속 주조 공정에서 주형을 빠져나가는 축을 획정하며, 프레임에 부착된 적어도 하나의 주형 공동; 및 프레임 지지체를 포함하고, 상기 프레임은, 상기 프레임과 상기 주형 공동을 상기 주형 공동에 의해 획정된 축에 평행한 축을 따라서 지지 아암에 대해서 이동시키도록 구성된 액추에이터에 의해, 상기 프레임 지지체에 부착된, 장치를 제공할 수 있다. 액추에이터는 웜 기어, 선형 액추에이터, 유압 피스톤, 또는 볼 스크류 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 장치는 주조 액체 분배 디퓨저를 포함할 수 있고, 이 경우에서 상기 주조 액체 분배 디퓨저는 프레임 지지체에 대해 고정된 상태로 유지되고, 액추에이터는 주형 공동을 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 대해서 이동시키도록 구성된다.

[0010] 일부 실시형태들에 따르면, 본 장치는 주조 액체 분배 디퓨저에 부착된 열전대를 포함할 수 있고, 이 경우에서 액추에이터는 열전대로부터의 신호에 응답하여 상기 프레임을 상기 주조 액체 분배 디퓨저에 대해 이동시킨다. 실시형태들은 제어기를 포함할 수 있으며, 이 경우에서 상기 제어기는 액추에이터에게 상기 주조 액체 분배 디퓨저로부터 분배된 주조 액체의 온도 프로파일에 따라서 열전대로부터의 신호에 응답하여 프레임을 주조 액체 분배 디퓨저에 대해 이동시키게 하도록 구성된다.

[0011] 장치의 실시형태들은 주조 재료 및 주형 형태를 각각이 포함하는 복수의 프로파일을 저장하도록 구성된 메모리; 및 주조 작업 동안 적어도 2개의 상이한 위치들 사이에서 선택된 프로파일에 기초하여 프레임과 주형 공동을 지지 암에 대해서 이동시키도록 구성된 제어기를 포함한다. 실시형태들은 액체를 주형 공동 내로 분배하는 디퓨저와, 디퓨저 상의 열전대를 포함하며, 이 경우에서 제어기는 열전대로부터 수신된 신호에 응답하여 선택된 프로파일을 조정하고 프레임과 주형 공동의 위치를 지지 암에 대해 변경하도록 구성된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 이와 같이 본 발명을 개괄적으로 설명하였으므로, 이제부터는 반드시 실척으로 도시된 것이 아닌 첨부된 도면을 참조할 것이다.

도 1은 종래 기술에 따른 공정에서의 직접 냉경 주조의 단면도를 도시하고 있다.

도 2는 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 주조 공정 시작 시에 동적으로 위치시킬 수 있는 디퓨저를 사용하는 주조의 단면도를 예시하고 있다.

도 3은 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 주조 공정의 시작 단계 동안에 동적으로 위치시킬 수 있는 디퓨저를 사용하는 주조의 단면도를 예시하고 있다.

도 4는 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 주조 공정의 정상 상태 주조 동안에 동적으로 위치시킬 수 있는 디퓨저를 사용하는 주조의 단면도를 예시하고 있다.

도 5는 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 주조 공정 종료 시에 동적으로 위치시킬 수 있는 디퓨저를 사용하는 주조의 단면도를 예시하고 있다.

도 6은 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 주조 공정 동안의 주둥이 또는 디퓨저와 섬프의 위치의 그래프를 예시하고 있다.

도 7은 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 것으로, 실린더와 주형 프레임을 주입되는 잉곳의 전체 주조 길이에 대해 조정하는 속도의 그래프를 예시하고 있다.

도 8은 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 것으로, 각각이 다른 형상을 갖는 3개의 디퓨저를 도시하고 있다.

도 9는 본 발명의 예시적인 일 실시형태에 따른 것으로, 각각이 다른 크기를 갖는 3개의 디퓨저를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이제부터 이하에서는, 본 발명의 모든 실시형태는 아니지만 일부 실시형태들이 도시된 첨부 도면을 참조하여, 본 발명의 예시적인 실시형태들이 더욱 상세히 설명될 것이다. 실제로, 본 발명은 많은 상이한 형태로 실시될 수 있고, 본원에 기재된 실시형태들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 되며, 오히려, 이들 실시형태들은 본 개시가 적용가능한 법적 요건을 충족시키도록 제공된다. 유사한 도면 부호는 명세서 전체에 걸쳐 유사한 구성요

소를 지칭한다.

[0014] 본 발명의 실시형태들은 일반적으로 연속 주조 주형 공동 내로 금속을 분배하는 방법, 장치, 및 시스템에 관한 것이다. 본원에 기술된 실시형태들은 수직 직접 냉경 주조에 특히 유리할 수 있지만, 다양하게 상이한 주조 응용에 사용될 수 있다. 수직 직접 냉경 주조는 다양한 제조 응용에서 사용하기 위해 작거나 또는 큰 단면을 가질 수 있는 잉곳 또는 빌릿을 생산하는 데 사용되는 공정이다. 수직 직접 냉경 주조 공정은 수평 테이블이 그것 내에 배치된 하나 이상의 수직-배향 주형 공동을 포함하는 상태로 시작된다. 주형 공동 각각은 그 주형 공동이 밀봉되도록 초기에 바닥부에서 출발 블록(starting block)으로 폐쇄된다. 용탕이 금속 분배 시스템을 통해 각각의 주형 공동에 도입되어 주형 공동을 충전한다. 주형의 바닥부에 근접한, 즉 출발 블록에 인접한 용탕이 응고됨에 따라, 출발 블록은 선형 경로를 따라 수직으로 하향으로 이동된다. 출발 블록의 이동은 출발 블록이 부착된 유압식-하강 플랫폼에 의해 유발될 수 있다. 출발 블록의 수직 하향 이동은 응고된 금속을 주형 공동으로부터 인출시키면서 추가의 용탕을 주형 공동 내로 도입시킨다. 이러한 공정은 일단 시작되면, 주형 공동에 의해 획정되는 프로파일, 및 플랫폼과 출발 블록이 이동하는 깊이에 의해 한정되는 높이를 갖는 금속 잉곳을 형성하는 반-연속 주조 공정 동안 비교적 정상-상태(steady-state)로 이동한다.

[0015] 주조 공정 동안, 금속이 주형 공동을 빠져나가고 출발 블록이 하향으로 전진함에 따라 금속 쉘의 응고를 촉진하기 위해 주형 공동의 출구 부근에 냉각제가 분사될 수 있다. 이 냉각 유체는 주조 금속 잉곳으로부터 열을 흡출하고 잉곳의 현재 응고된 쉘(shell) 내의 용탕을 응고시키기 위해 금속이 주조됨에 따라 주형 공동 부근으로부터 금속의 표면으로 도입된다. 출발 블록이 하향으로 전진함에 따라, 냉각 유체는 잉곳 상에 직접 분사되어 냉각시킬 수 있다.

[0016] 직접 냉경 주조 공정은 잉곳을 다양한 프로파일 형상과 함께 광범위하게 다양한 크기 및 길이로 주조할 수 있게 한다. 원형 빌릿 및 직사각형 잉곳이 가장 일반적이지만, 그 밖의 다른 프로파일 형상도 가능하다.

[0017] 금속이 주형 공동 내에 분배되는 방식을 포함하여 금속 부품의 주조, 특히 수직 직접 냉경 연속 주조에 다양한 복잡성이 존재한다. 금속 합금은 일반적으로 순수한 금속 성분 외에 원소들을 포함한다. 이 원소들은 잉곳 또는 빌릿과 같은 금속물 전체에 걸쳐 일관된 금속 합금 조성물을 제공하기 위해서는 용체에 균일하게 결합되는 것이 이상적이다. 이 원소들은 고체 형태일 때에는 이동하지 않는 고정된 농도로 존재한다.

[0018] 금속 합금이 액체로부터 응고되는 동안의 용질 재분배 및 수축으로 인한 효과의 조합으로 인해, 액체가 고체로 변하는 응고 전선을 따르는, 열-용매 대류, 수상 돌기 단편화, 및 입자 이동은 잉곳 또는 빌릿의 외부 표면으로부터 잉곳 또는 빌릿의 중심까지의 화학 변화를 일으킬 수 있다. 이러한 화학 변화는 거시적 편석이라고 알려져 있다. 금속의 부분들 사이의 화학 변화는 잉곳 또는 빌릿으로부터 생산되는 재료의 품질에 영향을 미치는 불만족스러운 특성을 야기할 수 있으므로, 이러한 거시적 편석은 바람직하지 않다.

[0019] 본 발명의 실시형태들은 거시적 편석을 최소화하여 잉곳 또는 빌릿과 같은 주조 금속물의 품질 및 일관성을 향상시키는 방법, 장치, 및 시스템을 제공한다. 본원에 기술된 실시형태들은 잉곳 또는 빌릿과 같은 금속물이 주조됨에 따라 주조 공정 전체에 걸쳐, 금속 응집점 근처의 액체 금속을 잉곳 또는 빌릿과 같은 금속물의 고상 영역(통칭적으로 "고액공존대(mushy zone)"로 알려짐)에 공급할 수 있도록 개발된 독특한 금속 분배 시스템을 제공한다. 100% 액체와 응집점 온도(결정 조직을 통해 응고가 시작되고 입자가 응집되어 강도가 발생하기 시작하는 지점) 사이의 경계 영역을 통상적으로 "슬러리 구역"이라고 칭하고 있다. 본원에 기술된 실시형태들은 거시적 편석을 감소시키기 위해 섬프 내에 금속을 분포시키는 것을 통해 잉곳 중심에 단편화된 입자가 축적되는 것을 감소시킨다. 자동화 시스템은 주조 시작 단계에서부터 주조 종료 단계까지 금속 분배 주둥이를 정확한 금속 깊이(응고 전선에서 일정한 깊이)로 유지시킬 수 있도록 주형 프레임(주형 공동 또는 공동들을 포함)을 금속 분배 주둥이에 대해 이동시킬 수 있다. 주둥이와 통합될 수 있는, 주둥이의 선단에 근접하게 배치된 열전대는 주둥이 선단에 대한 주형 공동과 그 안의 용탕의 풀의 적합한 위치를 결정할 수 있도록 제어기에 피드백을 제공할 수 있다. 이러한 적합한 위치는 온도 프로파일이 여러 가지의 합금들 또는 금속들 사이에서 실질적으로 다양할 수 있기 때문에 주조되는 재료에 따라 다를 수 있다.

[0020] 예시적인 실형태들의 시스템은 전형적인 금속 유동장을 조작하기 위한 최적의 유동 조건을 생성하고 거시적 편석을 감소시킬 수 있도록 분배하는 동안의 최적의 금속 유동을 섬프 및 제어 알고리즘에 제공하기 위한 아래에서 더 설명되는 여러 종류의 독특한 금속 디퓨저/분배기를 포함할 수 있다.

[0021] 주조 금형의 전형적인 금속 분배 시스템은 주둥이와, 주조 시작 단계에 필요한 주둥이 및 주형 위치의 전형적인 고정된 제약들로 인해 직접 냉경 주형 내의 액체 금속 표면 바로 아래에 금속을 공급하는 세라믹 직물 금속 분

배 백(ceramic cloth metal distribution bag)을 포함한다. 형상과 무관하게 임의의 직접 냉경 주조 잉곳의 경우, 전통적인 주둥이 및 세라믹 직물 분배 백 시스템에서처럼, 표면 근처의 소정 위치(예를 들어, 표면의 약 6 인치 이내)에서 용탕을 공급하게 되면 어느 정도의 거시적 편석이 유발될 수 있다. 유입되는 금속은 응고 전선(예를 들어, 응집 온도)을 따라서 잉곳 단편화의 중심을 향하여 최고 속도로 스위핑되어, 용질이 희박한 입자들을 먼저 형성하고서 그 입자들을 섬프의 바닥에 부려 놓는다. 이는 직접 냉경 주조에서 잉곳의 중심에 부정적인 편석의 형성을 초래한다. 본원에 기술된 실시형태들은 자연 대류 셀의 속도를 낮추고 용질이 희박한 입자들이 섬프 위치에 축적되는 것을 줄임으로써 거시적 편석을 감소시킬 수 있도록 하기 위해 금속을 분배기로부터 섬프 바닥 영역 내에 공급하기 위한 자동 제어를 갖춘 금속 분배 시스템을 제공한다.

[0022] 도 1은 주조 공정 동안의 직접 냉경 주조 주형(100)의 단면의 일반적인 도해를 도시하고 있다. 예시된 주형은 예를 들어 빌릿 또는 잉곳을 위한 것일 수 있다. 도시된 바와 같이, 주형 벽(105)은 주조품(110)이 형성되는 주형 공동을 형성한다. 주조 공정은 스타터 블록(115)을 가지고 주형 공동의 바닥부를 주형 벽(105)에 대해 밀봉하는 것으로 시작된다. 플랫폼(120)이 화살표(145)를 따라 주조 피트 쪽으로 이동하고 주조품이 주형 벽(105) 내의 가장자리에서 응고되기 시작함에 따라, 주조품(110)은 주형 공동을 빠져나간다. 금속은 가열된 리저버(reservoir) 또는 노(kiln)로부터 공급받는 리저버일 수 있는 주입 트로프(125)로부터, 예를 들어 주둥이(130)를 통해, 주형 공동 안으로 흐른다. 도시된 바와 같이, 주둥이(130)는 용탕 풀(135) 위에서 공급되는 경우에 발생하게 되는 금속의 산화를 피하기 위해 용탕 풀(135) 내에 일부가 침지된다. 응고된 금속(140)은 잉곳과 같은 형성된 주조품을 구성한다. 주둥이(130)를 통한 유동은, 예컨대 주입 트로프(125)의 공동을 주둥이(130)를 통해 유동 채널과 연결하는 오리피스 내의 테이퍼형 플러그 피팅에 의해, 주입 트로프(125) 내에서 제어된다. 통상적으로, 주입 트로프(125)와 주둥이(130)와 주형 공동/주형 벽(105)은 주조 작업 시작에서부터 주조 작업 종료에 이르기까지 고정된 관계로 유지된다. 플랫폼(120)이 화살표(145)를 따라 주조 피트 쪽으로 계속 하강함에 따라 주둥이(130)를 통한 금속의 흐름은 계속된다. 플랫폼이 이동의 바닥에 있게 되어 금속 공급이 적어지거나 주조품이 완성된 크기에 도달함으로써 주조 작업이 종료되는 때에, 주둥이(130)를 통한 금속의 흐름이 멈추고, 트로프 상에 조립된 주둥이가 용탕 풀(135)에서 제거되어서, 용탕 풀이 응고되어 주조품이 완성되게 한다.

[0023] 도 1에 예시된 방법을 사용하여서는, 거시적 편석 형성이 제어되지 않으며, 도 1의 실시형태를 통해 형성된 주조품이 그 주조품 전체의 단면에 걸쳐 만족스러운 조성 일관성을 갖지 못할 수 있다. 본원에 기술된 실시형태들은 거시적 편석을 최소화하며, 주조품 전체에 걸쳐 금속 조성 일관성을 보장하는 데 도움이 된다.

[0024] 도 2는 주형(105)을 트로프(125) 및 주둥이(130)에 대해 이동시키고 유지하는 데 사용될 수 있는, 선형 액추에이터, 웜 기어, 솔레노이드, 애크미 나사(acme thread), 볼 스크류, 케이블, 유압 피스톤, 또는 기타 유형의 기구일 수 있는 액추에이터(150)를 사용하여 위치되는 주형(105)을 포함하는 본 발명의 예시적인 실시형태를 예시한다. 주형(105)은 주형 프레임(도시되지 않음)에 의해 지지될 수 있고, 여기서 액추에이터는 주형의 상대 위치를 제어하기 위해 주형 또는 주형 프레임에 부착될 수 있다. 사전에 프로그램된 관행 및/또는 주조품이 제조됨에 따른 주조품의 능동 측정치에 기초하여 주형 프레임 및 주형(105)을 트로프(125) 및 주둥이(130)에 대해 위치시키기 위해 프로그램 가능 논리 제어기(PLC: Programmable Logic Controller)와 같은 자동화 제어 시스템이 액추에이터에 연결된다. 상기 측정치들은 주둥이(130)로부터 나오는 금속의 온도 또는 주조품의 주형(105)을 빠져나갈 때의 온도와 같은 주조 온도, 섬프 내부의 주둥이 선단 주위의 금속 온도, 플랫폼(120)이 하강하는 속도, 주둥이(130)를 관통하는 금속의 유량, 또는 주조 공정에 영향을 미치는 임의의 다른 파라미터일 수 있다. 도 2의 예시된 실시형태는 주둥이(130)의 선단이 플랫폼(120)에 의해 지지되는 스타터 블록(115)에 근접하게 위치되는 시작 위치를 포함한다. 액추에이터(150)는 시작하는 동안의 위치를 보장하며, 여기서 상기 시작 위치는, 주조할 재료, 스타터 블록(115) 프로파일, 주형(105) 프로파일 등에 좌우될 수 있는, 스타터 블록(115) 및 주형(105)에 대한 주둥이(130)의 사전에 프로그램된 위치일 수 있다.

[0025] 예시적인 일 실시형태에 따르면, 주둥이(130)는 그의 길이를 따라 하나 이상의 위치에, 특히 금속이 트로프(125)로부터 주둥이(130)를 빠져나가게 되는 주둥이(130)의 선단에, 주둥이(130)의 온도를 결정하기 위한 하나 이상의 열전대를 포함할 수 있다. 열전대는 섬프 내 주둥이(130) 선단의 위치에서의 액체 금속의 온도를 결정할 수 있다. 본원에 기술된 실시형태들은 주둥이(130) 선단에 금속 분배기 또는 디퓨저를 포함할 수 있고, 상기 금속 분배기 또는 디퓨저는 당해 디퓨저/분배기를 통해 흐르는 금속의 온도 및/또는 섬프 내의 디퓨저/분배기 주위의 금속의 온도를 제공하기 위해 하나 이상의 열전대를 포함하도록 구성될 수 있다. 주둥이(130)의 선단 또는 부착된 디퓨저 근방으로부터의 온도 피드백은 용탕 풀 내의 주둥이 또는 디퓨저의 위치를 능동적으로 제어함으로써, 주둥이 또는 디퓨저의 선단을 섬프 내에(예를 들어, 용탕과 고체 금속 사이의 전이 영역에) 적합하게 위치시키기 위해서 주둥이(130)에 대한 주형(105)의 계획되지 않은 이동을 요구할 수 있는, 금속 온도, 산화물 발

생, 또는 기타 주조 조건의 변화를 조정하게 할 수 있다. 예시적인 실시형태들의 주둥이(130)는 바람직한 것으로 여겨지는 바와 같이 선단을 섬프 근방에 위치시킬 수 있게 하기 위해 용탕 풀 내에서의 이러한 위치 변화를 수용할 수 있는 길이로 구성한다.

[0026] 예시적인 실시형태들의 주둥이(130)는 주조 시작 시의 금속 튀김을 감소시키고 주조 공정 동안의 금속 분배를 최적화하기 위해 주둥이의 팁에 특별히 한정된 디퓨저들을 구비할 수 있다. 이 디퓨저들은 주둥이(130)에 조립되는 별도의 부품일 수 있다. 이러한 디퓨저들의 기하학적 형태는 상이한 크기의 주조품들과 용융 액체 공급 방향 및 속도를 수용하기 위해 삼각형, 직사각형, 또는 기타 불규칙한 형상일 수 있다. 이 디퓨저들은 유리 섬유 직물, 섬유 강화 세라믹, 또는 다양한 유형의 열 세라믹 또는 고온 초합금과 같은 임의의 공지된 내화 재료로 제조될 수 있다. 이러한 디퓨저의 예시적인 실시형태들은 이하에서 예시되고 설명된다.

[0027] 본원에 설명된 예시적인 실시형태에 따르면, 하나 이상의 주형이 부착될 수 있는 주형 프레임(이와 달리 "주형 테이블"이라고도 알려져 있음)의 위치를 제어하기 위해 프로그램 가능 논리 제어기에 주조 사양이 입력될 수 있다. 프로그램 가능 논리 제어기는 예시적인 실시형태에 따라 주둥이에 대한 주형 프레임(및 그 안에 유지된 주형)의 위치를 제어하는 데 사용된다. 도 2의 예시적인 실시형태는 주형(105) 및 주형 프레임을 주둥이(130)에 대해 이동시키는 선형 액추에이터를 예시하고만, 선택적으로, 예시적인 실시형태들은 주형 트로프(125) 및 주둥이(130)를 주형(105)에 대해 이동시킬 수 있다. 또한, 주형(105)이 주형 프레임 내에서 위치를 변경함으로써 주형(105)과 주둥이(130) 사이의 이동이 이루어질 수 있도록 주형이 주형 프레임 내에서 이동 가능할 수 있다. 이동이 어떻게 달성되는지에 관계없이, 본원에 기술된 실시형태들은 본원에 기술된 본 발명의 이점을 달성할 수 있도록 주둥이(130)를 주형(105)에 대해 이동시키는 방법을 제공한다.

[0028] 주조 시작 시에, 주형(105)과 주형 프레임은 금속 분배기 주둥이(130)를 청소하기 위해 주둥이(130)에 대해서 충분히 낮게 위치될 수 있다. 도 2는 주조 시작의 예시적인 일 실시형태를 예시하고 있다. 주조가 시작됨에 따라, 주조 프레임이 올라가면서 주조품들이 주형의 바닥 밖으로 주조된다. 도 3은 스타터 블록(115)이 주형(105)의 주형 공동으로부터 이동하는 이러한 일 실시형태를 예시하고 있다. 주형 프레임은 주둥이(130)를 응고되는 용탕 풀에 대해 원하는 위치에 유지시키기 위해 특정의 프로그램된 이동을 따라간다. 예시적인 실시형태들은, 예컨대 상류(트로프(125)의 상류) 금속 온도 제어가 가변적어서 주둥이(130) 선단 또는 분배기가 섬프 안에서 응결되는 결과를 일으키거나 기타 비상 상황을 일으킬 수 있는 경우에, 용탕 풀에 대한 주둥이(130)의 자동 조정이 수행될 수 있도록 능동 피드백을 제공하기 위해 주조 주둥이에 통합되는 열전대를 포함할 수 있다. 도 3은 주조 공정의 시작에서부터 용탕의 온도 프로파일 및 주조 속도가 안정되는 정상 상태 전까지의 전이 동안의 주조 시작 단계 동안일 수 있다.

[0029] 도 4는 주조 공정의 조업 상태 단계를 예시하는 것으로, 이 경우에서, 주형(105)은 주둥이(130)에 가까이 위치하여 주둥이의 선단을 용탕 풀(135)의 섬프 내에 맞물리게 하고, 점선(137)은 액체 금속 (135)과 응고 금속(140) 사이의 전이를 정의한다. 도 5에 도시된 바와 같이 주조 종료 시, 액추에이터(150)는 주둥이/디퓨저의 선단이 주조 금속 내에 응결되지 않도록 하기 위해 주형(105)을 주둥이(130)에 대해 이동시킨다. 프로그램 가능 논리 제어기는, 액체 풀의 바닥에 대한 원하는 주둥이 위치를 유지하면서, 주조의 시작 부분 및 조업 부분에 필요한 상대 주조 속도를 얻기 위해 주형(105) 및 주조품의 위치를 주둥이(130)에 대해 배치시키는 프로그래밍된 사양에 따라, 시스템을 제어한다. 이 독특한 균형은 금속 분포와 거시적 편석에 긍정적인 영향을 미친다.

[0030] 도 6은 주조 재료가 액체에서 고체로 응집성을 가지고 전이되는 섬프 위치에 대한 바람직한 주둥이/디퓨저 위치의 플롯을 예시하고 있다. 섬프 위치는 선 210으로 도시되고 주둥이 선단 위치는 선 220으로 도시된다. 도시된 바와 같이, 주조 길이가 영에 가까운 주조 시작 시, 섬프 위치는 용탕 풀의 상단에 대해 대략 50 ㎜ 깊이에 있다. 이 단계에서 주둥이/디퓨저의 선단은 용탕 풀의 상단과 거의 같은 높이에 있다. 주조 공정이 시작되어 주조품 길이가 성장함에 따라(x 축에 도시됨) 섬프 위치는 시작 시에 약 50 ㎜에서 시작에서 주조품이 약 1,000 밀리미터 또는 1 미터의 길이에 이르게 된 때에는 약 620 ㎜까지로 주조품 안으로 더 깊어진다. 도 6의 예시된 실시형태에 따르면, 이 실시형태는 조업 상태 주조가 시작되고 섬프의 깊이가 약 620 ㎜에서 일정 또는 거의 일정하게 유지되는 것이다. 이 깊이에서, 바람직한 주둥이 선단 위치는 대략 580 ㎜이거나, 또는 액체 금속이 응집 고체로 응고되는 섬프 위치 위의 40 ㎜에 떠 있는 것이다. 종래의 주조 방법은 이 깊이에서 액체 금속을 분배할 수 없으며, 주둥이 선단을 섬프의 위치를 따라 위치시키기 위해 주형을 이동시키는 것을 훨씬 적게 이동시킨다.

[0031] 주조 공정이 주조 조업 종료에 가까워짐에 따라 섬프는 더 얕아지고, 주형은 주둥이를 주형에 대해서 올리는 상대적인 효과를 가지면서 아래로 이동한다. 주형 및 실린더가 낮아짐에 따라 용탕 풀 내의 주둥이 선단 위치는 주조 공정 종료 시에 섬프에 대해서 상당히 상승한다. 용탕 주입이 중단되고 주둥이가 후퇴되어 용탕이 응고되

게 한다. 도 6은 주조 전체에 걸친 섬프 위치에 대한 주둥이 위치의 예시적인 일 실시형태를 예시하고 있으며, 이는 주조 공정에 영향을 미치는 다른 변수들 중에서도 주조되는 합금, 주조 속도, 및 주형의 크기 및 형상에 있어서 특이하다.

[0032] 각 합금과 주조품 크기의 조합에 특이한 특유의 제어 알고리즘이 결정된다. 이 알고리즘은 주둥이/분배기가 주조 지속 시간 동안 주조품의 섬프의 바닥에서의 응집점 온도에 가깝게 유지되는 것을 보장하기 위해 전형적인 열 균형을 주둥이 위치 지정 요건과 결부시킬 수 있다. 제어 알고리즘의 예시적인 예시가 도 7에 예시되어 있는데, 이 도면은 주형 프레임 속도를 선 230으로 도시하고 있으며, 주조 피트 내에서의 유압 실린더의 이동에 의해 생성될 수 있는 "실린더 속도" 또는 플랫폼 하강 속도를 도시하고 있다. 예시된 바와 같이, 이 예에서 정상 상태 동안 가속하여 분 당 약 40 ㎜의 정상 상태 속도를 달성하기 전에, 실린더 속도는 특정 속도로 시작하여 느려진다. 상대 운동을 제공하는 메커니즘에 관계없이 주형 프레임 속도 또는 주둥이가 주형에 대해 이동하는 속도는 초기에는 실린더 속도와 비슷하지만, 일단 정상 상태 주조가 달성되면, 도 4에 도시된 바와 같이 주둥이가 주조품의 정상 상태 주조 동안 주형에 대해 일정한 위치로 유지되므로, 0의 속도가 된다. 주조 작업이 종료에 가까워지면, 주조 종료 시에 주둥이와 주형 둘 다가 이동을 멈추기 전에, 실린더 속도를 증가시키면서 주둥이를 통한 용탕 주입이 중지되고 주형이 낮추어져서 주둥이가 용탕 풀로부터 후퇴하게 하게 한다. 이 공정의 특정 적용에서, 주조 종료에 이르기 전의 공동 수축을 줄이기 위해 실린더 속도는 주조 종료 시에 감소시킬 수도 있다.

[0033] 각각의 합금 및 주조품 크기에 대한 제어 알고리즘이 개발될 수 있지만, 주둥이/디퓨저 선단의 열전대는 표준 또는 이상적인 주조 작업 중에 예상되지 않은 온도의 피드백을 제공하거나, 또는 작업이 예상한 대로 진행 중인지 확인하게 할 수 있다. 이러한 실시형태에서, 제어 알고리즘은 주둥이 선단으로부터의 온도 피드백을 사용하여, 필요에 따라 섬프에 대한 주둥이의 위치를 조정하고, 온도 이상이 관찰되는 경우에는 주둥이 선단을 적절하게 위치시킬 수 있다. 이는, 주조 조건이 이상적이지 않은 경우나 또는 주조 중에 직면하게 되는 문제로서, 주둥이 위치에 대한 주형 및 섬프의 재배치에 의해 교정될 수 있는, 문제가 있는 경우에도, 재료의 단면 전체에 걸쳐 재료의 신뢰성 있는 일관성을 제공할 수 있다.

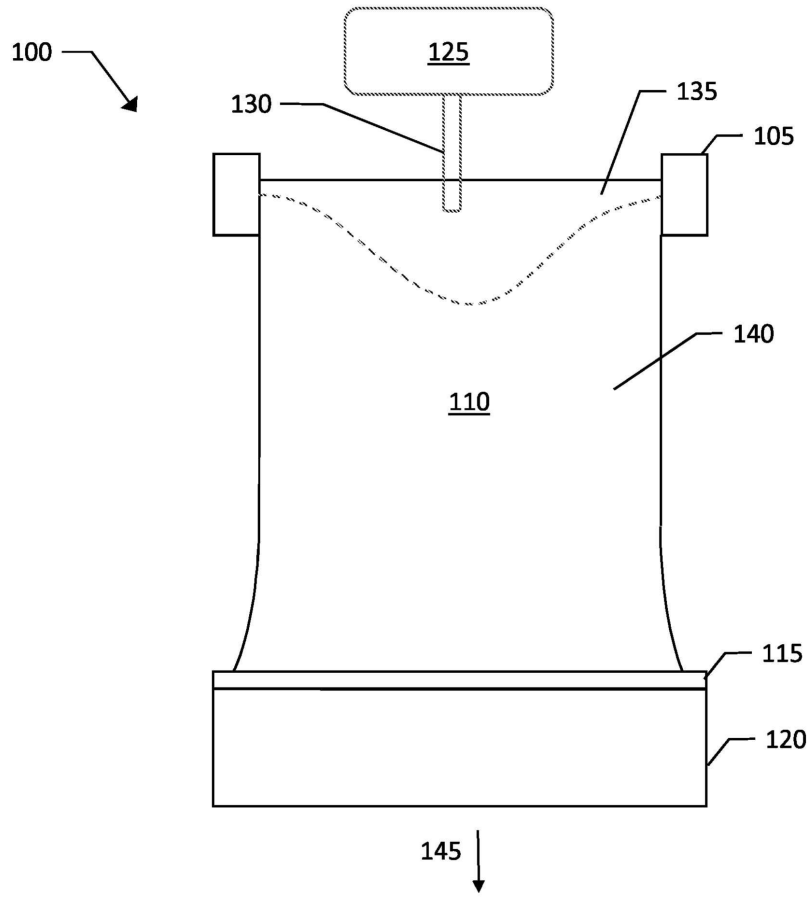
[0034] 본원에 설명되고 위에서 예시된 주둥이(130) 및 주둥이 선단은 특정의 기하학적 특성이 없는 주둥이를 제공하며, 본원에 기술된 실시형태들은 섬프 내의 바람직한 금속 유동을 촉진하기 위해 주둥이의 선단에 디퓨저를 포함할 수 있다. 상이한 금속 합금 및 상이한 주조 크기는 섬프 내에서의 독특한 금속 유동 패턴들로부터 혜택을 받는 상이한 특성들을 가질 수 있다. 도 8은 정사각형 또는 직사각형 디퓨저(310), 타원형 또는 부분적 구형 또는 섬프형 디퓨저(320), 및 삼각형 디퓨저(330)를 예시하고 있다. 화살표는 예시된 디퓨저 각각과 관련된 가능한 금속 공급 방향을 나타낸다. 다양한 다른 디퓨저들에 더해지는 이들 구성 각각은 대향류 흐름을 제공함으로써 거시적 편석을 완화시키기 위해 본원에 설명된 예들과 조합하여 사용될 수 있다.

[0035] 상이한 형상 이외에, 디퓨저의 프로파일, 디퓨저 오리피스(개구부), 및 디퓨저의 크기를 섬프 내에서의 금속의 최적 유동을 달성하기 위해 원하는 대로 변경할 수 있다. 도 9는 짧은 디퓨저(410), 중간 길이 디퓨저(420), 및 긴 디퓨저(430)인 상이한 길이의 3개의 직사각형 디퓨저를 예시하고 있다. 또한, 도 9의 디퓨저들 각각은 유동을 원하는 대로 촉진시키기 위해 도 8에 예시된 바와 같은 단부 프로파일 형상을 가질 수 있다. 디퓨저는 주조하는 동안 금속이 흐르는 다수의 상이한 오리피스를 가질 수 있다. 디퓨저 크기와 개방 오리피스의 개수 및 크기는 주조품 크기 및 합금 유형에 따라 달라질 수 있다. 직사각형 금속 디퓨저의 조립체는 2개의 부분, 즉 주둥이에 부착된 2개의 강성 세라믹재 부품일 수 있는 상부 부분; 및 금속 유동을 최적화하기 위해 국부화된 개방 오리피스를 갖는 바닥부를 포함할 수 있다. 유리 섬유 직물, 섬유 강화 세라믹, 열 세라믹, 또는 고온 초합금과 같은 바닥 부분을 위한 다양한 재료가 사용될 수 있다. 유리 섬유 직물의 경우, 직물은 예를 들어 내화 클램프 및/또는 고온 금속 부품 또는 와이어를 사용하여 상부에 홈 안에 부착될 수 있다.

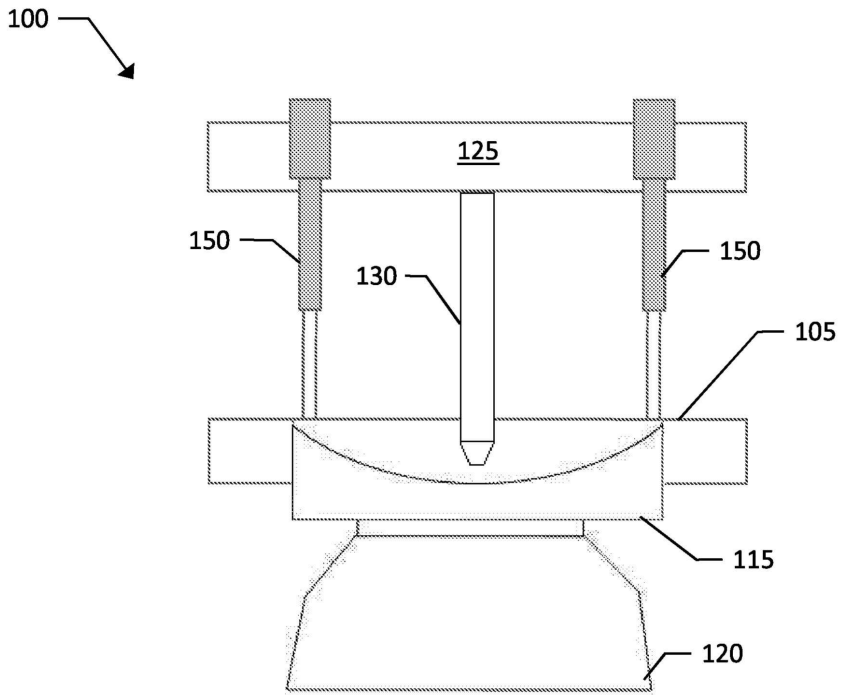
[0036] 본원에 설명된 본 발명의 많은 수정 및 그 밖의 다른 실시형태들은 전술한 설명 및 관련 도면에 제공되는 교시의 이점을 지닌 채로 본 발명에 속하는 기술분야의 숙련된 기술자에게 착안될 것이다. 따라서, 본 발명은 개시된 특정 실시형태들에 한정되지 않으며 수정들과 그 밖의 다른 실시형태들은 첨부된 청구범위 내에 포함되도록 의도된다. 본원에서는 특정 용어들이 사용되지만, 이들은 제한의 목적이 아닌 일반적이고 서술적인 의미로만 사용된다.

도면

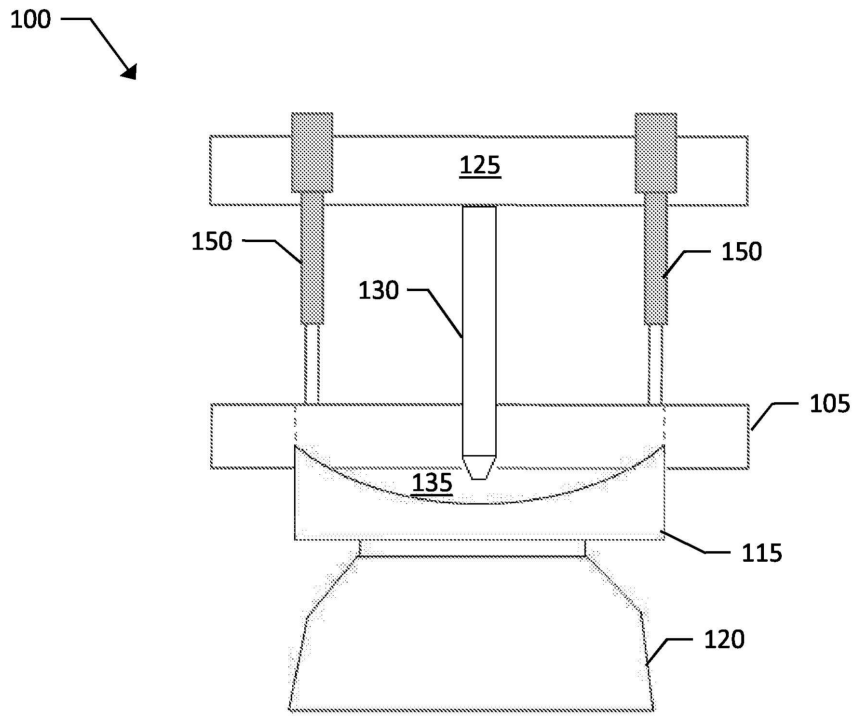
도면1



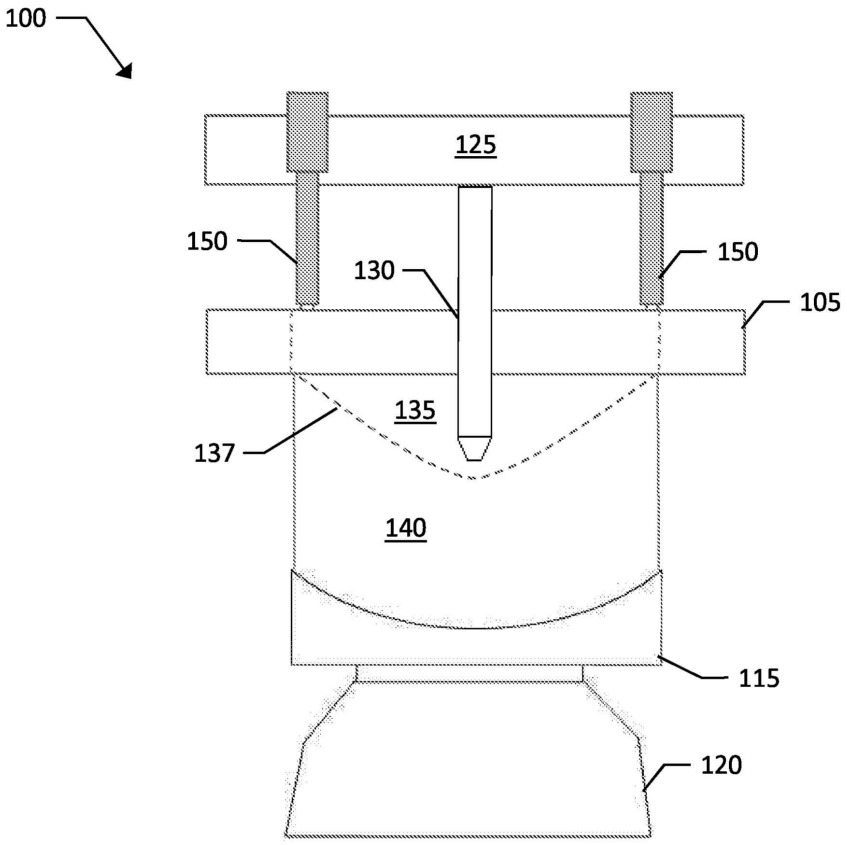
도면2


100
125
150
130
150
105
115
120

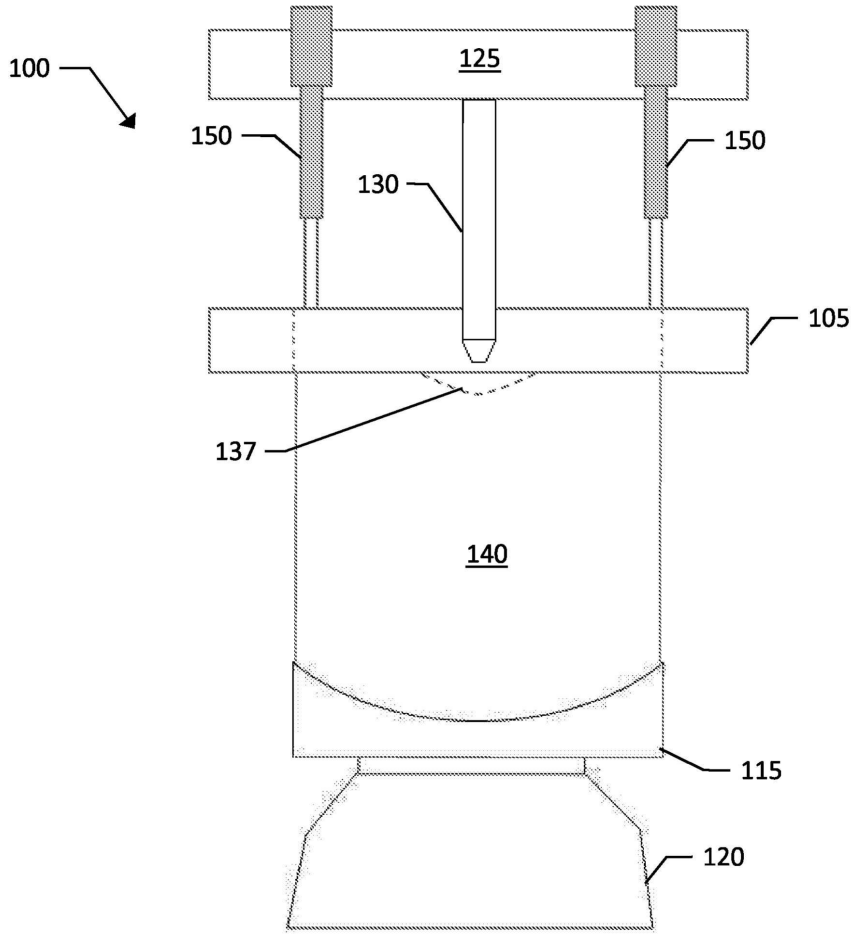
도면3


100
125
150
130
150
105
135
115
120

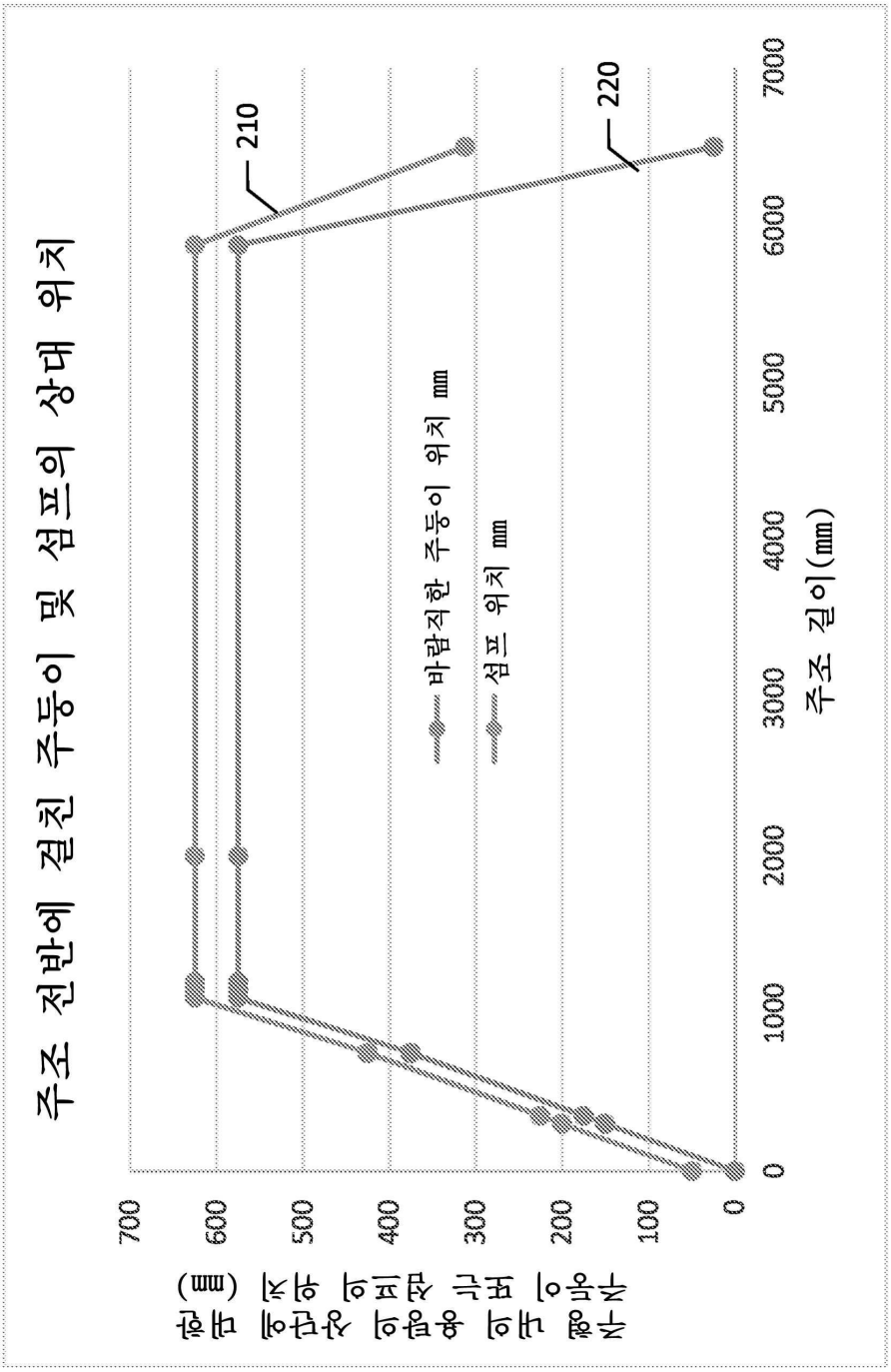
도면4



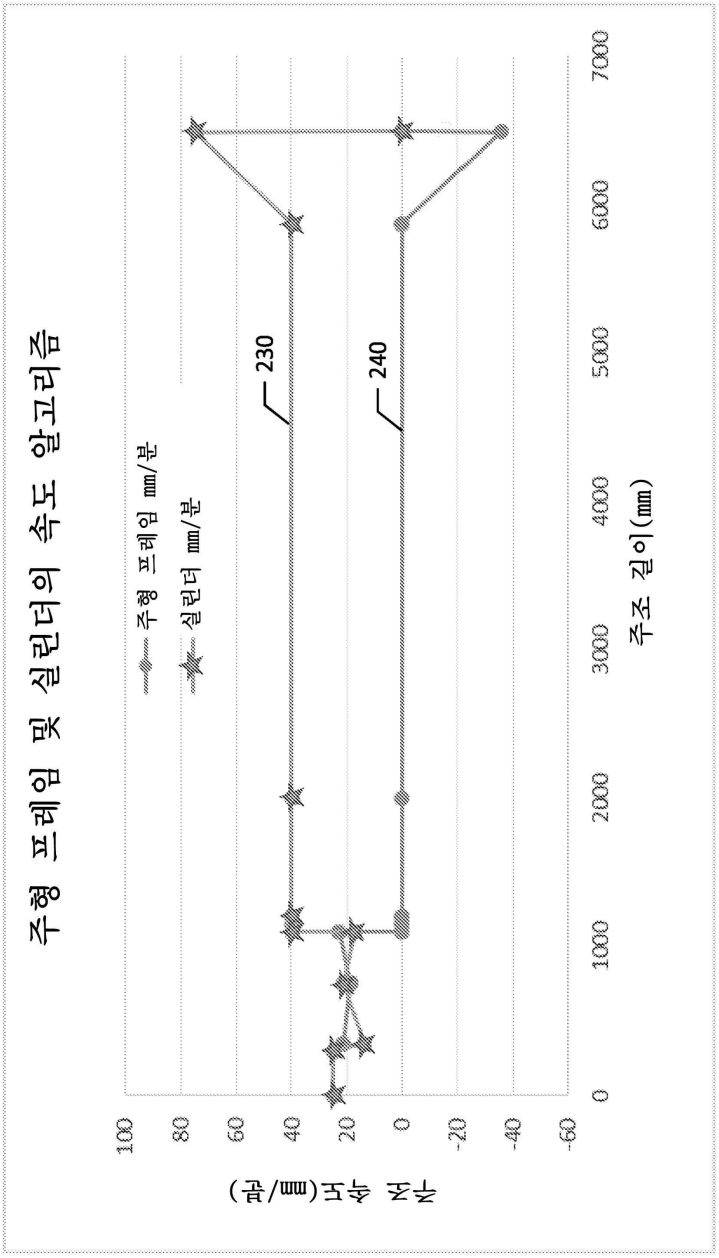
도면5



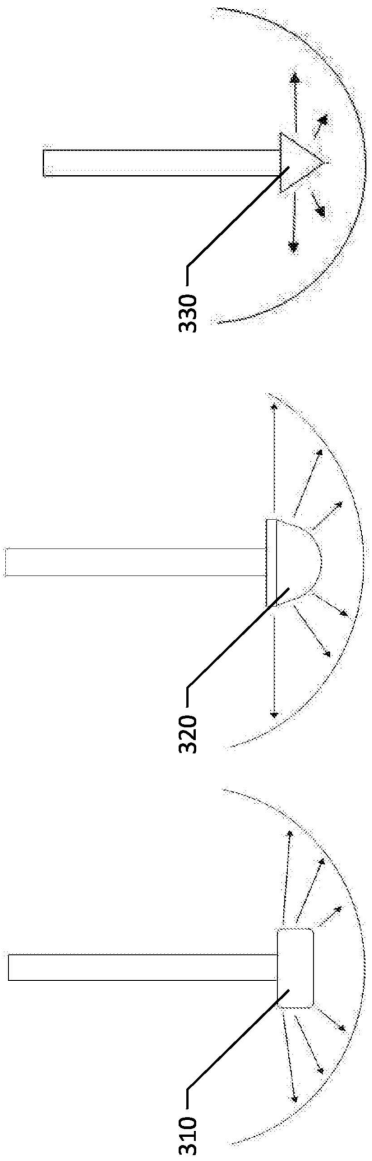
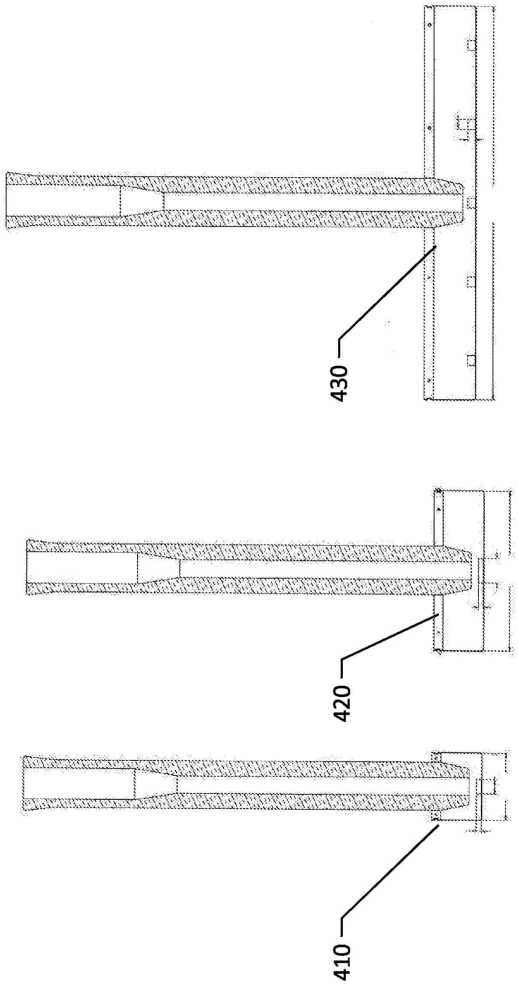
도면6


주조 전반에 걸친 주등이 및 섬프의 상대 위치
주형 내의 용탕의 상단에 대한 주등이 또는 섬프의 위치 (mm)
700
600
500
400
300
200
100
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
주조 길이(mm)
바람직한 주등이 위치 mm
섬프 위치 mm
210
220

도면7


주형 프레임 및 실린더의 속도 알고리즘
주형 프레임 ㎜/분
실린더 ㎜/분
230
240
주조 길이(㎜)
속도(㎜/분)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60

도면8



도면9