



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월25일
(11) 등록번호 10-1247416
(24) 등록일자 2013년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C03B 5/00 (2006.01) *C03B 5/16* (2006.01)
C03B 5/18 (2006.01) *C03B 5/187* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0133652
(22) 출원일자 2007년12월18일
심사청구일자 2011년01월11일
(65) 공개번호 10-2008-0058216
(43) 공개일자 2008년06월25일
(30) 우선권주장
10 2006 060 972.7 2006년12월20일 독일(DE)
(56) 선행기술조사문현
US20030101750 A1
US7127919 B2
US6763684 B2

전체 청구항 수 : 총 39 항

(73) 특허권자
쇼오토 아게
독일, 마인츠 55122, 하텐베르그슈트라쎄 10
(72) 발명자
크리스토프 베른트호이제르
독일, 55268 니데르-올름, 푸스트슈트라쎄 16
프랑크-토마스 렌테스
독일, 55411 빙겐, 괴테슈트라쎄 9
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태원

심사관 : 이준석

(54) 발명의 명칭 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 하나 이상의 교반 장치(10, 11)가 교반기 샤프트(10)와 다수의 교반기 블레이드(11)를 포함하며, 틈(16)이 상기 용융물을 용기(2)의 내벽과 상기 교반기 블레이드(11) 사이에 형성되는, 용융물을 용기 내의 유리 용융물을 균질화하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 각 교반 장치는 교반기 샤프트(10)를 따라 용융물을 교반 영역에 공급하기 위해 교반기 샤프트(10)와 교반기 블레이드(11) 사이의 내부 교반 영역(12)에 축방향 이송 작용을 유발한다. 축방향 이송 작용에 의해 발생된 용융물 유동은 틈(16)을 밀봉하여 용융물의 직접적인 통과를 방지한다.

본 발명에 따르면, 매우 높은 틈 너비가 달성될 수 있으므로, 한계 틈의 영역에서의 재료의 마모를 방지한다. 또한, 장치를 조절하기 위해 요구되는 복잡성이 감소된다. 본 발명에 따르면, 높은 수준의 균질화가 불균일성의 진입점에 상관없이 달성될 수 있다.

대 표 도 - 도1

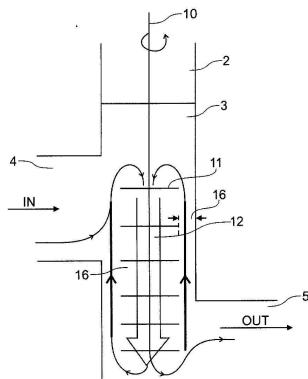


Fig. 1

(72) 발명자

카린 나우만

독일, 55270 오베르-올름, 구텐베르크슈트라쎄 19

한스 뒤롤프

독일, 55296 가우-비쇼프스하임, 안 데르 말스타이
크 10

홀거 후니우스

독일, 55122 마인츠, 암 유겐트베르크 11

특허청구의 범위

청구항 1

용융물 용기(2) 내의 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법으로서,

교반기 샤프트(10)와 다수의 교반기 블레이드(11)를 포함하는 하나 이상의 교반 장치가 용융물 용기 내에 배치되며,

틈(16)이 용융물 용기(2)의 내벽과 교반기 블레이드(11) 사이에 형성되며,

상기 방법은 다음의 단계:

용융물을 교반기 샤프트(10)를 따라 내부 교반 영역으로 공급하기 위해 각 교반 장치를 가지고 축방향 이송 작용을 교반기 샤프트(10)와 교반기 블레이드(11) 사이의 내부 교반 영역(12)에 가하는 단계;

상기 축방향 이송 작용에 의해 발생한 용융물 유동으로 용융물의 직접적인 통과에 대해 틈(16)을 밀봉하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

내부 교반 영역(3)으로의 용융물의 직접적인 진입이 하나 이상의 교반기 블레이드(11)에 의해 방지되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 용융물 용기의 입구(4)의 일부 단면을 가로질러 연장되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 축방향 이송 작용의 방향으로 볼 경우 입구(4)의 단면의 50% 이상을 가리는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

축방향 이송 작용은 비스듬히 경사진 교반기 블레이드(11)에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

용융물은 용융물 용기(3)를 통과하여 일 처리 방향으로 연속적으로 유동하며, 축방향 이송 작용은 상기 처리 방향으로 발생하는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

다수의 교반 장치들이 용융물 용기(3) 내에 직렬로 배치되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

용융물 용기(3) 내의 각 교반 장치는 가상 교반기 용기를 형성하며, 축방향 이송 작용에 의해 발생한 축방향 질량 유동이 용융물 용기(3)를 통과하는 유출 유동에 비해 큰 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

용융물 용기(3)는 적어도 그 부분들에서 용융물이 소정의 방향으로 통과하여 유동하는 유로로서 형성되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

틈(16)의 너비는 용융물 용기(2)의 직경의 5% 이상이고 최대 15%인 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

하나 이상의 교반 장치는 용융물의 온도 및 점도 중 하나 이상에 상관없이 용융물 용기 내의 용융물의 질량 유동을 제어하는 데 사용되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

용융물(3)을 수용하기 위한 용융물 용기(2)와;

용융물 용기 내에 배치되고 교반기 샤프트(10) 및 다수의 교반기 블레이드(11)를 구비하는 하나 이상의 교반 장치를 포함하는, 유리 용융물을 균질화하기 위한 장치로서,

용융물 용기(2)의 내벽과 교반기 블레이드(11) 사이에 틈(16)이 형성되고,

각 교반 장치는 교반기 샤프트(10)와 교반기 블레이드(11) 사이의 내부 교반 영역(12)에서 축방향 이송 작용을 유발하고 용융물을 교반기 샤프트(10)를 따라 내부 교반 영역(12)에 공급하도록 구성되며,

상기 장치는 축방향 이송 작용에 의해 발생된 용융물 유동이 용융물의 직접 통과에 대해 틈(16)을 밀봉하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

내부 교반 영역(3)으로의 용융물의 직접적인 진입이 하나 이상의 교반기 블레이드(11)에 의해 방지되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 용융물 용기의 입구(4)의 일부 단면을 가로질러 연장되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 축방향 이송 작용의 방향으로 볼 경우에 입구(4) 단면의 50% 이상을 가리는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 17

제13항에 있어서,

축방향 이송 작용은 비스듬히 경사진 교반기 블레이드(11)에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 18

제13항에 있어서,

용융물은 용융물 용기(3)를 통과하여 일 배출 방향으로 연속 유동하며, 축방향 이송 작용은 상기 배출 방향으로 발생하는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 19

제13항에 있어서,

다수의 교반 장치는 용융물 용기(3) 내에 직렬로 배치되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

용융물 용기(3) 내의 각 교반 장치는 가장 교반기 용기를 형성하며, 축방향 이송 작용에 의해 발생된 축방향 질량 유동이 용융물 용기(3)를 통한 배출 유동에 비해 많은 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 21

제19항에 있어서,

용융물 용기(3)는 적어도 그 부분들에서 용융물이 소정의 방향으로 통과하여 유동하는 유로로서 형성되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 22

제13항에 있어서,

틈(16)의 너비는 용융물 용기(2)의 직경의 5% 이상이고 최대 15%인 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 23

제13항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 금속으로 제조되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 24

제13항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 세라믹 내화 재료로 제조되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 25

제13항에 있어서,

용융물의 온도 또는 점도에 상관없이 하나 이상의 교반 장치의 도움으로 용융물 용기 내의 용융물의 질량 유동을 제어하기 위해 제어 장치를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 26

삭제

청구항 27

제3항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 축방향 이송 작용의 방향으로 볼 경우 입구(4)의 단면의 3분의 2 이상을 가리는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 28

제1항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 기하학적 형상에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 29

제5항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 기하학적 형상에 의해 추가로 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 30

제1항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 나선형 배치에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 31

제30항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 나선형 배치에 의해 추가로 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 방법.

청구항 32

제15항에 있어서,

교반 장치의 교반기 블레이드(11)는 축방향 이송 작용의 방향으로 볼 경우에 입구(4) 단면의 3분의 2 이상을 가리는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 33

제13항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 기하학적 형상에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 34

제17항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 기하학적 형상에 의해 추가로 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 35

제13항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 나선형 배치에 의해 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 36

제34항에 있어서,

축방향 이송 작용은 교반기 블레이드(11)의 나선형 배치에 의해 추가로 발생되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 37

제23항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 귀금속으로 제조되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 38

제23항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 귀금속 합금으로 제조되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 39

제13항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 귀금속으로 제조되거나 코팅되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 40

제13항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 귀금속 합금으로 제조되거나 코팅되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

청구항 41

제13항에 있어서,

용융물 용기 및 교반 장치(들)는 세라믹 내화 재료로 코팅되는 것을 특징으로 하는 유리 용융물 균질화 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 2006년 12월 20일에 출원된 "유리 용융물 균질화 방법 및 장치" 독일 특허 출원 DE 10 2006 060 972.7호의 우선권을 주장하며, 상기 특허 출원의 전 내용이 본 출원의 참조 문헌으로 통합된다.

[0002] 본 발명은 유리 용융물의 균질화에 관한 것으로, 특히 디스플레이 유리와 같이 고품질과 낮은 개재물 밀도 및/ 또는 결함 밀도를 갖는 유리 또는 유리 세라믹 제품의 제조에 사용되는 유리 용융물의 균질화에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 유리 용융물을 균질화하는 목적은 제품 요구사항에 따라 상기 유리 용융물의 화학적 조성에서의 공간적 편차와 일시적 편차를 줄이기 위한 것이다. 화학적 불균일성은, 예를 들어 광학적 묘사(optical depiction)를 손상할 수 있는 굴절률에서의 불균일성을 초래할 수 있으며, 예를 들어 열간 마무리 공정 또는 열간 공정 중에 제어되지 않은 기하학적 편차를 일으킬 수 있는 점성에서의 불균일성을 초래할 수 있다. 이를 위해, 매크로-불균일성, 다시 말해서 예를 들어 작은 공간 기울기를 갖는 몇 센티미터의 상대적으로 넓은 공간 규모에서의 화학적 조성에서의 편차와, 마이크로-불균일성(또는, 스트라이에이션(striation)으로 불림), 다시 말해서 부분적으로 넓은 공간 기울기를 갖는 예를 들어 0.1 내지 2 mm의 작은 공간 규모에서의 화학적 조성의 편차 사이에 차별화가 이루어진다. 균질화 공정의 목표는, 예를 들어 굴절률의 완만한 진행이 획득될 수 있도록 하기 위해 매크로-불균

일성과 마이크로-불균일성을 가능한 한 제거하는 것이다.

[0004] 교반 시스템에 통상적으로 사용되는 유리 용융물은, 상기 유리 용융물이 유리 용융물의 층류(레이놀즈수 < 1)를 일으키는 1 내지 200 Pa · s 범위의 점도를 가지며, 확산에 의한 균질화가 무시할 정도로 작은 일반적으로 10^{-12} m²/s 이하의 화학적 확산 계수를 갖는 것을 특징으로 한다. 오히려, 유리 용융물의 균질화는 국지적 불균일성 및/또는 스트라이에이션을 팽창, 재배치 및 절단(chopping)함으로써만 일반적으로 달성될 수 있다. 이를 위해, 교반 시스템이 사용되며, 상기 교반 시스템은 유리 용융물을 일시적으로 수용하기 위한 용융물 용기(melt receptacle)와, 상기 용융물 용기 내의 유리 용융물을 교반하기 위한 하나 이상의 교반 장치를 포함한다.

[0005] 상기 조건, 특히 고점도와 낮은 화학적 확산 계수를 갖는 조건 하에서 적합한 균질화를 달성하기 위해, 교반 장치의 교반기 블레이드와 용융물 용기의 벽 사이의 틈(gap)은 전통적으로 최소로 유지된다. 하지만, 교반기 블레이드와 용융물 용기 벽 사이의 과도하게 좁은 틈은 교반기가 용융물을 용기의 벽과 접촉할 위험을 제공하며, 결과적으로 교반기 및/또는 교반기 용기에 손상을 가한다. 여기서, 교반기는 용융물 용기가 냉각된 상태에서만 조절될 수 있다는 점을 주지해야 한다. 가동 온도로 가열되는 경우에 교반기 또는 교반 시스템의 열유도 변형이 불가피하므로, 부재의 조정은 가동 온도에서는 흔히 정확하지 않다. 이는 교반기 블레이드와 용융물 용기 벽 사이의 과도하게 좁은 간격을 초래할 수 있으므로, 재료와의 직접 접촉을 야기할 수 있으며, 이는 최종적으로 교반 시스템의 파괴를 유발한다.

[0006] 상대적인 한계 틈 너비, 즉 $0.5 * (\text{교반 장치의 직경 또는 용융물 용기의 직경 빼기 교반기의 직경}) / (\text{교반 장치의 직경 또는 용융물 용기의 직경})$ 은, 통상적으로 용융물 용기 직경 또는 교반 장치의 직경의 약 5% 이하이거나 심지어 1% 이하이다. 장치를 가동 온도로 가열할 경우에 부재의 전술한 열변형으로 인해, 틈의 너비가 일정하게 유지될 수 없으며, 그로 인해 넓은 한계 틈이 일반적으로 특정되어야 한다. 이런 연유로 인해, 종래 기술에 따르면, 특히 고점도 유리 용융물의 경우에 불만족스러운 균질화 결과가 달성된다.

[0007] 좁은 한계 틈으로 인한 교반기 블레이드와 용융물 용기 사이의 높은 전단 응력은 교반 시스템의 사용 수명을 상당히 손상시킬 수 있다. 또한, 교반 틈이 과도하게 좁은 경우에는, 용융물 용기 벽에 접착한 기포가 전단되어 제품 내부로 전달될 수 있는 위험이 있다. 높은 전단 응력은 용융물 용기 또는 교반기 용기의 벽 재료의 마모를 초래할 수도 있으며, 이는 특히 디스플레이 유리 제품에서 바람직하지 않은 유리 또는 유리 세라믹 내의 마이크로-개재물을 발생시킨다.

[0008] 미국 공개 특허 공보 US 2003/0101750 A1호는 디스플레이 유리로 된 제품용 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법 및 장치를 개시하고 있다. 교반기 직경, 교반기 속도 및 한계 틈에 의해 결정되는 소정의 교반 효율에서, 소정의 전단률이 선택된다. 한계 틈은 상대적으로 좁으며 교반기 용기의 자유 직경의 약 6% 내지 9%에 해당한다.

[0009] 또한, 균질화는 실제 교반기 블레이드의 기하구조에 의해 달성될 수도 있다. 교반기 블레이드의 경사와 그로 인한 교반기의 이송 작용은 상기 블레이드가 유리 용융물 용기 내의 유리 유동 방향에 반대로 작동하도록 설정되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 축방향 이송 작용은 교반기 블레이드의 각도, 교반기 블레이드의 기하학적 형상 및/또는 교반기 축 상의 교반기 블레이드의 나선형 배치에 의해 달성될 수 있다. 예를 들어, 일본 공개 특허 공보 JP 10265226 A호는 개선된 균질화를 달성하기 위해 내부 교반기 블레이드는 아래로 공급하는 반면 외부 교반기 블레이드는 위로 공급하는 구조를 개시하고 있다. 일본 공개 특허 공보 JP 63008226 A호는 블레이드가 유리 유동의 반대 방향으로 작동하도록 조절될 수 있는 교반기 블레이드의 경사와 그로 인한 교반기의 이송 작용을 개시하고 있다. 이러한 방식에 있어서, 유리 용융물 용기 내의 무효공간이 방지되어야 한다.

[0010] 앞서 제시된 이유의 경우에, 종래 기술에 따르면, 최소 가능한 한계 틈은 최대 가능한 균일성을 달성하는 측면에서 항상 바람직하다.

[0011] 미국 특허 공보 US 2,831,664호는 서로에 대해 축방향으로 이격된 다수의 교반기 블레이드를 구비한 교반 장치를 포함하는 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법 및 장치를 개시한다. 교반 장치는 원통형 교반기 포트(pot) 내에 배치되며, 상부 모서리에 유리 용융물용 입구와 하단부에 유리 용융물을 위한 출구를 구비한다. 교반기 포트의 내벽과 교반기 블레이드 사이의 한계 틈에 있어서, 교반기 블레이드는 반경방향 유리 유동과 동시에 수직 유리 유동을 갖는 다수의 영역을 형성한다. 교반 장치의 치수는 매우 좁은 한계 틈을 형성하며, 이는 적용된 매우 높은 전단률에 의해 유발되는 매우 높은 재료 응력을 야기한다.

[0012] 일본 공개 특허 공보 JP2001-72426 A호 및 그 영문 요약서는 유리 용융물을 균질화하기 위한 장치를 개시하고 있다. 교반 장치는 원통형 교반기 포트 내에 배치되며, 상기 교반기는 상단부에 유리 용융물용 입구와 하단부에 유리 용융물용 출구를 구비한다. 교반기 포트의 내벽과 교반기 블레이드 사이의 한계 틈 내의 유리 유동과 교반

기 회로 내의 유리 유동은 부가된 처리 유동과 관련하여 동일한 방향으로 흐르는 유동이다. 이는 상대적으로 조악한 균질화 결과를 야기한다.

[0013] 미국 공개 특허 공보 US 2002/0023464 A1호는 특히 혼합 측의 내부 상의 중앙선 재순환 유로 또는 별도의 외부 재순환 유로를 포함하는, 유리 용융물을 균질화하기 위한 장치를 개시한다. 유리 용융물은 본 발명에 의해 한정된 한계 틈에서 결과적으로 역류하지 않는다. 교반기 포트의 내벽과 혼합 블레이드 사이의 매우 좁은 틈이 개시되며, 이는 교반기와 교반기 용기 상에 매우 높은 기계적 하중을 형성한다.

[0014] 미국 공개 특허 공보 US 2003/0101750 A1호는 상기 미국 특허 공보 US2,831,664호와 비교하여 변형된 방법을 개시하고 있으며, 여기서 매우 좁은 한계 틈의 단점은 증가한 질량 처리량을 갖는 균일성을 보장하기 위해 교반기 시스템의 규모가 확대되는 점으로 인해 완화된다. 이는 회전 속도를 증가시키거나 또는 교반기 체적을 늘림으로써 달성된다. 하지만, 회전 속도 증가는 전단률의 증가와 그로 인해 높아진 귀금속 노출 수준을 야기하며, 이는 교반기 용기 내에서 귀금속 입자의 바람직하지 않은 생성을 포함한다. 확대된 교반기 체적은 더 많은 재료 사용 및 비용과 관련이 있다.

[0015] 양 해결책은 비차원 균일성 수(non-dimensional homogeneity number)(H)의 도움으로 수학적으로 한정되며, 이는 교반 장치의 균질화 잠재성을 한정한다. 고정된 균질성 수와 소정의 배출량에서, 교반 장치의 회전 속도는 선형 방식으로 고려되며, 교반기 시스템은 크기는 기하학적 유사성의 경우에 고려되며, 입방근 역수(reciprocal third root)(cubic root)이다. 따라서, 소망한 균질화 수준은 회전 속도의 증가보다 교반기 시스템의 규모를 확대함으로써 보다 용이하게 구현될 수 있는데, 왜냐하면 회전 속도를 증가시키는 것은 한계 틈 내부의 전단력과 재료 응력 또는 입자 마모를 증가시키기 때문이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0016] 본 발명이 속한 기술분야에서의 기존의 다양한 노력에도 불구하고, 유리 용융물의 더욱 효율적인 균질화를 가능하게 하는 방법 및 장치에 대한 수요가 꾸준하다. 특히, 본 발명에 따르면, 장치의 부재에 작은 응력을 가하고, 상기 장치를 더욱 용이하고도 정밀하게 조정할 수 있게 하며 감소한 마멸 또는 낮은 기포 전단률을 생성하는 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

과제 해결수단

[0017] 따라서, 본 발명은, 예를 들어 원통형 용기 또는 용융물 유로와 같이 교반기 용기로서의 역할을 하는 용융물 용기 내의 유리 용융물을 균질화하기 위한 방법에 기초한 것으로, 교반기 샤프트와 상기 교반기 샤프트에 의해 운송되고 상기 샤프트로부터 돌출하는 다수의 교반기 블레이드를 포함한 하나 이상의 교반 장치가 용융물 용기 내에 배치되며, 용융물 용기의 벽 영역과 교반기 블레이드 사이에 틈 또는 교반 틈이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명에 따르면, 교반 장치 또는 기구는 교반 장치의 내부 영역, 즉 교반기 샤프트와 교반기 블레이드 사이의 영역에서 교반기 샤프트를 따라 내부 교반 영역에 유리 용융물을 제공하기 위해 축방향 이송 작용이 가해진다. 교반 장치 및/또는 기구를 본 발명에 따른 적절하게 추가 구성함으로써, 상기 축방향 이송 작용에 의해 발생된 용융물 유동이 용융물 용기의 벽 영역과 교반기 블레이드 사이의 틈을 밀봉하여 유리 용융물의 직접적인 통과가 방지되도록 상기 축방향 이송 작용이 적용된다.

[0019] 놀랍게도, 본 발명에 따른 한계 틈의 동적 밀봉은 상당히 넓은 한계 틈 너비에도 불구하고 유리 용융물, 특히 고점도 유리 용융물의 우수한 균질화를 가능하게 한다. 따라서, 본 발명에 따르면, 종래 가능한 한계 틈 너비에 비해 상당히 넓은 한계 틈 너비가 사용될 수 있다. 본 발명에 따르면, 상당히 넓은 한계 틈 너비로 인해, 장치의 부재에 가해지는 응력이 상당히 감소될 수 있다. 본 발명에 따르면, 특히 미미한 재료 마멸과 낮은 기포 전단률이 달성될 수 있으며, 상기 장치의 부재의 조절에 필요한 복잡성이 낮은 수준으로 유지될 수 있다.

[0020] 따라서, 본 발명에 따르면, 모든 유리 불균일성은 교반기 시스템 내로의 진입점에 상관없이 교반기 샤프트와 교반기 블레이드의 단부 사이의 내부 교반 영역에 도달하며 팽창, 절단 및 공간적 재배치에 의해 감소된다. 본 발명에 따른 방법을 이용하여, 상당히 넓은 틈 너비가 교반기 블레이드와 용융물 용기의 내벽 사이에 달성될 수 있다. 이러한 방식으로, 용융물 용기의 라이닝 재료 및/또는 교반기 블레이드 재료의 마모로 인한 마모, 부식 또는 함입과 같이 고전단률에 의해 발생된 간섭이 방지될 수 있다. 본 발명에 따르면, 밀봉 효과를 달성하기 위

해 각 교반 장치의 축방향 이송 작용에 의해 발생한 용융물 이동이 진입 유리 용융물에 실제로 대향되게 이동하는 것은 필수적이지 않다. 오히려, 틈이 유리 용융물로 제조된 스토퍼 방식으로, 다시 말해서 유리 용융물 재료의 축적으로 인해 능동적으로 또는 동적으로 밀봉되는 것으로 충분하다. 하지만, 유입하는 유리 용융물 전체가 한계 틈 내에서 상승하는 유리 용융물에 의해 교반 장치의 상단부로 반출되도록 하기 위해, 교반 장치에 의해 적용된 축방향 이송 작용 방향의 반대 방향으로 지향된 유동이 상기 틈 내에 존재하는 것이 바람직하다. 어느 경우이든, 한계 틈을 통해 교반기 용기 또는 용융물 용기 외부로 통과하는 유입 유리 용융물의 직접 통과가 방지된다.

[0021] 또 다른 실시예에 따르면, 내부 교반 영역으로의 유리 용융물의 직접 진입은 하나 이상의 교반기 블레이드에 의해 능동적으로 또는 동적으로 방지된다. 이를 위해, 진입하는 유리 유동의 재배향이 발생될 수 있으며, 예를 들어 내부 교반 영역의 축방향 단부를 향하며, 이곳으로부터 상기 진입 유리 용융물은 내부 교반 영역 또는 교반기 샤프트의 대향 축방향 단부로 공급되며, 상기 유동은 용융물 용기의 벽 영역과 교반기 블레이드 사이의 틈을 밀봉하는데 능동적으로 또는 동적으로 기여한다.

[0022] 또 다른 실시예에 따르면, 교반 장치의 교반기 블레이드는 용융물 용기의 입구 단면의 일부를 거쳐 연장한다. 따라서, 상기 입구를 통해 유입하는 용융물 유동의 단면의 일정 부분은 내부 교반 영역으로의 유입 유리 용융물의 직접적인 진입을 방지하기 위해 교반기 블레이드에 의해 가려진다. 유입 유리 용융물은 진입점에 상관없이 교반 장치의 상단부로 전향되며 이곳에서만 상기 용융물이 내부 교반 영역으로 진입한다. 유입 유리 용융물의 단면이 교반기 블레이드에 의해 가려지는 비율은 적어도 50%일 수 있다. 유입 유리 용융물의 단면이 교반기 블레이드에 의해 3분의 2 이상 가려지면, 유리 용융물의 한층 우수한 균질화가 또 다른 실시예에 따라 달성될 수 있다. 따라서, 교반기 블레이드는 종래 기술과 달리 입구의 하부 모서리 위로 돌출한다.

[0023] 또 다른 실시예에 따르면, 교반 장치의 축방향 이송 작용은 내부 교반 영역을 통한 유리 용융물의 수차례 통과가 발생될 수 있도록 교반기 속도를 적절히 증가함으로써 치수화 될 수 있다. 다시 말해서, 내부 교반 영역의 축방향 단부를 빠져 나오는 유리 용융물은 내부 교반 영역의 축방향 이송 방향에 반대 방향으로 용융물 용기의 벽 영역과 교반기 블레이드의 틈을 통해 유동하며, 그로 인해 전술한 틈 영역의 능동 밀봉을 달성한다.

[0024] 축방향 이송 작용을 달성하기 위해, 하나 이상의 아래의 매개변수가 필요에 따라 설정될 수 있다. 교반기 블레이드의 각도 또는 경사, 교반기 블레이드의 기하학적 형상, 교반기 샤프트의 둘레를 따라서 교반기 블레이드의 나선형 배치, 교반기의 회전 속도, 교반 장치의 직경, 교반기 블레이드의 수, 교반기 블레이드의 이송 작용 등.

[0025] 전술한 파라미터는 유리 용융물 용기 내의 유동 조건의 수학적 및/또는 물리적 시뮬레이션의 도움으로 현저하게 시뮬레이션되고 시스템적으로 설정될 수 있으며, 그로 인해 이러한 시뮬레이션 기반의 최적화된 교반 결과가 필요 상세사항의 함수로서 달성될 수 있다. 물리적 시뮬레이션을 위해, 특히 필적하거나 작은 크기의 치수 및 점도 수준을 갖는 모델 시스템이 사용될 수 있으며, 균질화는 유입하는 점성 유체에 색 줄무늬를 도입함으로써 시각적으로 관찰되어 평가될 수 있다.

[0026] 또 다른 실시예에 따르면, 교반기 용기로서 역할을 하는 용융물 용기는 유리 용융물이 연속적으로 내부를 통과하여 유동하는 유로형 용기이다. 또 다른 실시예에 따르면, 용융물 용기를 통과하는 유동이 단속적이며, 예를 들어 용융물 용기를 간헐적으로 보충함으로써 달성될 수 있다. 이어서, 유리 용융물은 소정의 배출 방향으로 유리 용융물 용기를 통과하여 유동한다. 또 다른 바람직한 실시예에 따르면, 각 교반 장치에 의해 발생되는 축방향 이송 작용은 유리 용융물의 배출 방향으로 발생한다.

[0027] 또 다른 실시예에 따르면, 다수의 가상 교반기 용기는 용융물 용기 내의 축방향 이송 작용하에서 형성하고, 상기 용기는 전술한 바와 같이 구성되며, 상기 가상 교반기 용기는 직렬로 연결되어 하류 교반 장치의 내부 교반 영역에서 상부 교반 장치에 의해 제공된 유리 용융물이 축방향 단부로 이송되므로, 하류 교반 장치에 의해 이송되는 유리 용융물의 직접적인 진입은 하나 이상의 교반기 블레이드에 의해 능동적으로 방지된다. 각각의 가상 교반기 용기에 있어서, 유리 용융물은 교반기 용기의 개별적으로 선택된 매개변수의 함수로서 균질화되며, 각 교반기 용기의 균질화 수준의 n 차 멱수(n th power)인 전체 균질화 수준을 달성한다. 이러한 실시예는 용융물 유로로 구성된 용융물 용기에 특히 적합하며, 이를 통해 유리 용융물이 소정의 방향으로 연속적으로 유동한다.

[0028] 바람직한 실시예에 따르면, 교반기 블레이드의 전단부와 용융물 용기 또는 교반기 용기의 내면 사이의 한계 틈은 교반 장치의 직경의 약 5% 이상이고 최대 약 20%이며, 바람직하게는 약 5% 이상이고 최대 약 15%이다. 그 결과, 한계 틈이 상대적으로 넓어지며 본 발명에 따른 용융물 용기 및/또는 교반 장치의 벽 재료의 마모 또는 부식과 같이 바람직하지 못한 간섭이 방지될 수 있다.

- [0029] 또 다른 실시예에 따르면, 하나 이상의 이러한 교반 장치는 전술한 바와 같이 유리 용융물의 온도 및/또는 점도에 상관없이 용융물 용기의 유리 용융물의 질량 유동을 제어하기 위해 사용된다. 이를 위해, 교반기 회전 속도가 특히 적합하게 제어될 수 있다.

효과

- [0030] 본 발명에 따르면, 내부 교반 영역의 축방향 단부를 빠져나오는 유리 용융물이 용융물 용기의 벽 영역과 교반기 블레이드의 틈을 통해 내부 교반 영역의 축방향 이송 방향에 반대 방향으로 유동함으로써 상기 틈 영역을 능동적으로 밀봉한다.
- [0031] 본 발명에 따르면, 용융물 용기 및/또는 교반 장치의 벽 재료의 마모 또는 부식과 같은 간섭이 방지된다.
- [0032] 본 발명에 따르면, 점성 유체에 색 줄무늬를 도입함으로써 균질화 수준이 시각적으로 관찰되어 평가된다.
- [0033] 본 발명에 따르면, 여러 교반 장치를 결합함으로써 n차 멱수인 전체 균질화 수준을 달성한다.
- [0034] 본 발명에 따르면, 유리 용융물의 온도 및/또는 점도에 상관없이 유리 용융물을 균질화한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0035] 본 발명은 첨부 도면을 참조로 하여 실시예를 통해 아래에 보다 상세하게 설명하며, 달성하기 위한 추가적인 특징, 장점 및 목적을 기술한다.
- [0036] 도 1에 따르면, 도 2a 및 도 3a를 참조로 하여 아래에 더 자세히 설명되는 다수의 교반기 블레이드(11)들을 포함한 교반기는 점대칭 형태로 일반적으로 원통형인 교반기 용기(2) 내에 배치된다. 유리 용융물(3)이 용기(2) 내에 수용된다. 상기 유리 용융물(3)은 교반기 용기(2)를 통하여 입구(4)로부터 출구(5)로 연속적으로 또는 비연속적으로 유동할 수 있다. 화살표(12)로 표시된 바와 같이, 축방향 이송 작용은 교반기 샤프트(10)와 교반기 블레이드(11)의 전단부 사이의 내부 교반 영역에 가해지며, 내부 영역(12)의 축방향 상단부로부터 진입하는 유리 용융물을 내부 영역의 축방향 하단부로 이송한다. 이는 교반기를 적절하게 형성함으로써 달성되며, 이에 관해 더 자세하게 아래에서 설명한다. 내부 교반 영역(12)의 축방향 하단부에 존재하는 유리 용융물은, 진입 유리 용융물 특히 입구(4)를 통해 진입하는 유리 용융물이 틈(16)을 통해 내부 교반 영역(12)의 축방향 하단부로 유동하지 못하여 교반기 샤프트(10)에 직접 도달하지 못하도록 교반 장치의 영역의 원통형 교반기 용기의 내벽과 교반기 블레이드(11)의 전단부 사이의 틈(16)을 능동 밀봉을 일으키며, 반면에 화살표로 표기된 바와 같이 내부 교반 영역(12)의 축방향 상단부를 향해 먼저 상향으로 변환된 이후에 내부 교반 영역(12)으로 유입된다. 이러한 방식으로, 교반기 블레이드(11)의 전단부와 원통형 교반기 용기(2) 사이의 한계 틈(16)은 과도하게 좁은 한계 틈이 필요 없이도 완전하게 밀봉되며, 이는 아래에 더욱 자세하게 설명된다.
- [0037] 이러한 방식으로, 유리 용융물(3)의 스트라이에이션 및/또는 불균일부가 내부 교반 영역(12)으로 유입되어 교반되므로, 유리 용융물의 균일성이 달성된다.
- [0038] 도 1에 따른 실시예에 있어서, 화살표로 표기된 상향 유동은 한계 틈(16)에서 생성되며, 상기 한계 틈(16)을 통한 그 결과 스트라이에이션 및/또는 불균일부의 하향 통과가 차단되고 한계 틈이 동적으로 밀봉된다. 하지만, 원칙적으로 이러한 축방향 상향 유동은 결코 필수적이지 않다. 한계 틈(16)이 내부 교반 영역(12)의 축방향 하부 영역에 존재하는 유리 용융물에 의해 유리 용융물로 제조된 스토퍼 또는 재료 축적물의 형태로 충분하게 밀봉되거나 차단되면 충분하다.
- [0039] 이러한 방식으로, 교반기 시스템으로의 진입 지점에 상관없이 모든 유리 불균일은 교반기 샤프트와 교반기 블레이드의 단부 사이의 내부 교반 영역에 도달하며, 팽창, 절단, 공간 재배치에 의해 충분하게 제거된다. 균질화는 이러한 2개 이상의 이러한 교반 장치들을 잔존하는 유리 불균일은 잔존하는 유리 불균일의 n차 멱수로 감소하는 다단 방식으로 교반 장치의 하류에 배치함으로써 더욱 향상될 수 있음은 본 발명이 속한 기술분야의 당업자에게 자명하다. 도 1에 따르면, 축방향 이송 작용은 입구(4)로부터 출구(5)까지 일반적인 유리 유동의 방향으로 발생한다.
- [0040] 도 1에 분명하게 도시된 바와 같이, 입구(4)의 단면은 내부 교반 영역(12)으로 향하는 유리 용융물의 직접 진입이 방지되도록 교반기의 부분, 즉 교반기 블레이드(11)에 의해 가려진다. 더욱 상세하게는, 도 1에 따른 실시예에 있어서, 입구(4)의 50% 이상의 단면이 교반기에 의해 가려진다. 50% 이상의 범위, 더욱 바람직하게는 3분의 2의 범위를 나타내는 발명자에 의한 추가 분석은 상대적으로 넓은 한계 틈(16)을 갖는 만족스런 균일화 결과를

초래한다.

[0041] 도 2a는 종래 교반기의 일 실시예를 도시한다. 도 2a에 따르면, 교반기는 원통형 교반기 샤프트(10)를 포함하며, 원형 단면을 갖는 면(13)들을 구비하며 대향되게 배치된 한 쌍의 원통형 반경 방향 돌출부(11)들이 원통형 교반기 샤프트의 외주로부터 서로에 대해 이격되게 축방향으로 돌출한다. 도 2a에 따르면, 총 다섯 쌍의 교반기 블레이드(11)들이 전체적인 나선형 구조로 교반기 샤프트(10)의 외주 상에 배치된다. 발명자에 의한 분석은 축방향 이송 작용과 본 발명에 의해 한정된 한계 틈의 밀봉이 종래의 이러한 교반기의 축방향 이송 작용에 의해 생성될 수 없음을 보여준다.

[0042] 도 2b는 유리 용융물(3)을 위한 입구(4)와 출구(5)를 구비한 원통형 교반기 용기 내의 이러한 교반기의 배치를 보여준다. D가 원통형 교반기 용기의 내경을 나타내고 d가 교반기 블레이드(11)의 직경을 나타내는 경우에, 아래의 등식이 한계 틈에 유효하다: $s = (D-d)/2$. 이러한 한계 틈은 일정 수준의 균질화가 달성될 수 있도록 조정된다. 상대적인 한계 틈(s/D)은 본 발명에 따른 교반기 내에서 비해 상당히 작도록 조절될 수 있음을 나타낸다. 전형적으로, 상대적인 한계 틈(s/D)은 5% 이하의 상당히 작은 수준에서 선택되어야 한다.

[0043] 도 2b의 선은 이러한 유형의 교반 장치의 작동의 물리적 시뮬레이션 결과를 개략적으로 도시한다. 이를 위해, 투명 벽을 구비한 교반 장치가 설치되고 상기 교반 장치는 의도한 가동 조건을 갖는 상당한 점성의 투명 유체를 사용하여 가동된다. 입구(4)를 통하여 유입하는 유체에 염료가 포함된 색 줄무늬가 형성된다. 따라서, 유체의 균질화를 시각적으로 관찰하고 평가할 수 있다.

[0044] 도 2b에 명확하게 도시된 바와 같이, 진입 유체는 교반기의 상부 영역으로 변경되지 않으며, 대신에 상기 유체는 입구(4)로부터 교반기의 내부 교반 영역으로 직접 진입한다. 나선형 선이 나타내는 바와 같이, 색 줄무늬는 일정한 정도로 회오리친다. 출구(5)의 상단부에서만 상대적으로 좁은 색 줄무늬가 점 밀도가 나타내는 바와 같이 관찰되며, 이는 출구(5)의 단면의 약 3분의 1을 거쳐 연정하는 줄무늬의 한계 영역을 향하여 감소하는 중앙 영역에서 상대적으로 높은 염료 농도를 갖는다. 따라서, 전체적으로 유체 내의 불균일성이 출구(5)의 전체 단면을 통해 균일하게 분포되지 않았다. 발명자 측의 또 다른 분석은 이러한 줄무늬의 위치 및 농도 형태가 입구(4)의 색 줄무늬의 진입점과 무관하지 않음을 보여준다. 따라서, 달성된 균일화 수준이 바람직하지 않다. 출구(5) 내의 줄무늬의 선이 표시하는 바와 같이, 소정의 혼돈 효과가 출구(5)의 농도 형태에서 발생한다.

[0045] 도 3a는 또 다른 실시예에 따른 교반기를 도시하며, 교반기 블레이드(11)는 사선으로 각진(경사진) 판으로서 형성되거나, 또 다른 실시예에 따르면 실질적으로 패들형으로 형성된다. 도 3a에 따른 실시예에 있어서, 총 여섯 쌍의 교반기 블레이드(11)가 교반기 샤프트(10)의 외주 상에 나선형으로 배치된다. 이를 위해, 교반기 샤프트(10) 이동은 베벨 견부(15)로부터 교반기의 전단부의 넓어진 영역으로 향하며, 상기 넓어진 영역으로부터 교반기 블레이드(11)가 돌출한다.

[0046] 도 3b는 원통형 교반기 용기 내에 배치된 도 3a에 따른 교반기를 도시한다. 도 3b에 따르면, 입구(4)의 단면의 약 50%가 교반기의 교반기 블레이드(11)에 의해 가려진다. 선은 물리적 시뮬레이션의 결과를 요약하며, 여기서 색 줄무늬는 입구(4)의 하단부에서 의도한 가동 조건을 갖는 유체와 필적하는 점성을 갖는 투명 유체 내로 유입된다. 상기 선으로부터 알 수 있는 바와 같이, 먼저 진입하는 모든 유체는 교반기의 상단부를 향해 전환된다. 여기서, 진입한 모든 유체는 교반기의 내부 교반 영역으로 들어가며 축방향 하부로 공급된다.

[0047] 도 3b에 있어서, 선과 점 밀도는 색 농도 형태를 개략적으로 도시한다. 유체의 강력한 균질화는 내부 교반 영역의 상위 3분의 1 영역에서 이미 달성되었으며, 그 결과 진입한 색 줄무늬가 완전하고 균일하게 분배되었음을 도 3b로부터 알 수 있다. 색 농도 형태는 출구(5)의 전체 단면에 걸쳐 균일하다. 이러한 결과는 입구(4)의 색 줄무늬의 진입점에 상관없이 관찰된다.

[0048] 발명자에 의해 수행된 또 다른 분석 및 수학적 시뮬레이션은 입구(4)를 통과하여 출구(5)로 유동하는 유체의 직접 통과는 축방향 이송 작용의 반대 방향으로 유동하는 유체 유동이 한계 틈(16) 내에서 발생함으로 인해 방지되며, 그 결과 상기 유동은 한계 틈(16)을 동적으로 밀봉한다. 이러한 방식으로, 유입하는 유체 전부가 교반기의 상단부를 향해 전환된다. 따라서, 유입하는 유체 전부는 교반기의 내부 교반 영역에 도달하며, 그로 인해 유체의 강력한 균질화가 발생한다.

[0049] 특히 우수한 균질화는, 교반기 이송 장치가 입구(4)와 출구(5) 사이에 투입되는 유리의 방향과 일치하며, 하나 이상의 교반기 블레이드(11)가 교반기 샤프트(10) 주변의 내부 교반 영역으로 직접 진입하는 것을 방지하도록 교반 장치로의 유리 용융물이 진입하는 경우에 달성될 수 있다.

[0050] 이러한 방식으로, 진입점에 실질적으로 상관없이, 모든 스트라이에이션 및/또는 유리 불균일은 내부 교반 영역,

즉 교반기 샤프트(10)와 교반기 블레이드(11)의 전단부 사이의 영역을 통과해야 하며, 그로 인해 팽창되고 공간적으로 재배치되며 절단된다. 본 발명에 따르면, 높은 유리 균일성이 이러한 방식으로 달성되며, 이는 교반기 용기와 교반기 블레이드 사이의 틈을 매우 좁게, 예를 들어 약 5 mm이하로 유지할 필요가 없도록 한다.

[0051] 물리적 또는 수학적 시뮬레이션을 통하여, 교반기 블레이드의 수, 그 형상, 그 방위각 및 서로에 대한 거리뿐만 아니라 교반기 용기 내의 설치 높이가 각 교반 업무에 맞춰 최적화될 수 있다. 교반기 회전 속도는 가능한 최대 교반 결과가 달성되고 사용된 재료의 뒤끓음(reboil) 또는 과도한 부식과 같이 바람직하지 못한 부작용이 발생하지 않도록 조절된다.

[0052] 많은 경우에 있어서, 원통형 교반기 용기의 사용은 여러 원인으로 인해 기술적으로 바람직하지 않으며, 예를 들어 높은 원료 처리 질량 비율을 원하는 경우에 바람직하지 않다. 이하, 본 발명의 원리를 기초로 한 유로 교반기 시스템이 도 4a 및 도 4b를 참조로 하여 기술된다.

[0053] 도 4a에 따르면, 유리 용융물은 유로(2)를 통과하여 유동하며, 여기서 용융물은 입구(4)를 통해 유입되고 출구(5) 영역의 유로(2)를 통해 배출된다. 도 4b의 평면도로부터 알 수 있는 바와 같이, 한계 틈(16)은 교반기 블레이드의 전단부와 유로의 측벽 사이에 형성되며, 본 발명에 따른 틈의 너비는 각 용융물 용기의 직경의 약 5% 내지 최대 약 15% 사이에 위치한다.

[0054] 교반기는 화살표(12)로 표시되고 전술한 축방향 이송 작용을 각각 수행한다. 이러한 방식으로 각 교반기의 내부 교반 영역으로의 유리 용융물의 직접적인 진입이 교반기 블레이드(11)를 회전시킴으로써 방지된다. 입구(4)로 유입하는 유리 용융물은 먼저 상향 이동되고 전방 교반기의 축방향 상단부로 전향된 후 내부 교반 영역으로 유입된다. 이러한 실시예에 있어서, 교반기의 회전 속도는 유리 용융물이 유동 화살표로 표시된 각 교반기의 영역에서 수차례 선회하도록 선택된다. 따라서 각 교반기는 본 발명에 의해 한정된 가상 교반 용기를 형성한다. 공급된 유리 용융물의 일부만이 하류에 배치된 또 다른 가상 교반기 용기로 이송되며, 회전 교반기 블레이드(11)로 인해 내부 교반 영역으로의 유리 용융물의 직접적인 진입이 방지되고 하류 교반기의 축방향 이송 작용으로 인해 유리 용융물은 먼저 상향 이동된 후 하류 교반기의 축방향 단부를 향해 전환되며, 여기서 용융물이 내부 교반 영역으로 유입된다.

[0055] 도 4a의 선 이동 및/또는 점 밀도는 도 2b 및 도 3b를 기초로 하여 기술한 바와 같이 물리적 시뮬레이션의 결과를 개략적으로 도시한다. 유체의 완전한 균질화는 제1 교반기의 상부 3분의 1 영역에서 이미 달성되었다.

[0056] 발명자의 또 다른 수학적 시뮬레이션은 이러한 유형의 유로형 교반기 장치를 구비하면 축방향 이송 작용에 의해 발생한 축방향 질량 유동이 유로를 통과한 처리 유동에 비해 항상 많음을 보여준다.

[0057] 축방향 이송 작용으로 인해 가상 교반기 용기 전체가 형성되며, 유리 용융물이 교반기 회로로 진입하지 않고서 상단으로부터 하단으로 또는 하단으로부터 상단으로 공급된다. 그 결과, 용융물 유로의 벽으로부터 교반기의 거리가 증가될 수 있으며, 상기 틈을 통해 불균일물이 통과하지 않는다. 교반기의 회전 속도, 직경, 교반기 블레이드의 수, 교반기 블레이드의 이송 작용, 교반기 샤프트 상의 교반기 블레이드의 나선형 배치 및 이에 상응하는 매개변수를 최적화할 뿐만 아니라 수학적 및/또는 물리적 시뮬레이션을 통해, 최적화된 교반 결과가 각 경우에 대해 달성될 수 있다.

[0058] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 유로형 교반 장치의 또 다른 실시예를 도시하며, 교반기들은 유로의 통과 방향으로 직렬로 연결되는 반면에 축을 따라 배치되어 정렬되어 상기 유로와 직교한다.

[0059] 본 발명이 속한 기술분야의 당업자에게 자명한 바와 같이, 교반 장치는 용융물의 온도 및/또는 점도에 상관없이 용융물 용기 내의 유리 용융물의 질량 유동을 제어하는 데 사용될 수 있다. 교반기 및/또는 교반기 용기는 부분적으로 또는 전체적으로 귀금속으로 제조될 수 있거나 내화 금속으로 제조될 수 있다. 높은 용융 온도를 달성하기 위해 귀금속 합금, 특히 플래티늄-로듐 합금을 사용하는 것이 특히 바람직하다.

[0060] 유리 용융물을 균질화하기 위한 본 발명의 기본 원리는 디스플레이 유리, 특히 LCD, OLED 또는 플라즈마 디스플레이의 제조에 사용될 수 있으며, 유리 세라믹, 봉규산 유리 또는 광학 유리의 제조에 사용될 수 있다. 한계 틈의 동적 밀봉으로 인해, 상당히 넓은 틈 너비가 달성될 수 있으므로, 본 발명에 따르면 유리 마열이 감소될 수 있다. 본 발명에 따르면, 이는 종래 기술에 따른 유리 품질의 입자 및 손상을 실어나르는 것이 더 이상 발생하지 않는 것을 의미한다.

도면의 간단한 설명

- [0061] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 장치의 개략적인 단면도;
- [0062] 도 2a는 종래의 교반 장치를 도시하는 도면;
- [0063] 도 2b는 본 발명에 따른 방법을 수행하기에 기본적으로 적합한, 원통형 교반기 용기 내의 도 2a에 따른 상기 교반 장치의 구성을 도시하는 도면;
- [0064] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 교반 장치를 도시하는 도면;
- [0065] 도 3b는 원통형 교반기 용기 내의 도 3a에 따른 상기 교반 장치의 배치를 도시하는 도면;
- [0066] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유리 용융물 유로 내의 가상 교반 장치를 형성하기 위해 본 발명에 따른 다수의 교반 장치들의 일련의 결합의 개략적은 측단면도 및 개략적인 평면도; 및
- [0067] 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유리 용융물 유로 내의 가상 교반 장치를 형성하기 위해 본 발명에 따른 다수의 교반 장치의 평행 배치의 개략적인 측단면도 및 개략적인 평면도이다.
- [0068] 도면에서, 동일한 도면 부호는 동일하거나 실질적으로 동등한 부재 또는 부재의 집합을 나타낸다.
- [0069] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0070] 1: 교반 장치
- [0071] 2: 용융물 용기/교반기 용기
- [0072] 3: 용융물
- [0073] 4: 입구
- [0074] 5: 출구
- [0075] 10: 교반기 샤프트
- [0076] 11: 교반기 블레이드
- [0077] 12: 축방향 이송 작용을 갖춘 교반 영역
- [0078] 13: 교반기 블레이드의 단면
- [0079] 14: 회전축
- [0080] 15: 단차부
- [0081] 16: 틈/한계 틈

도면

도면1

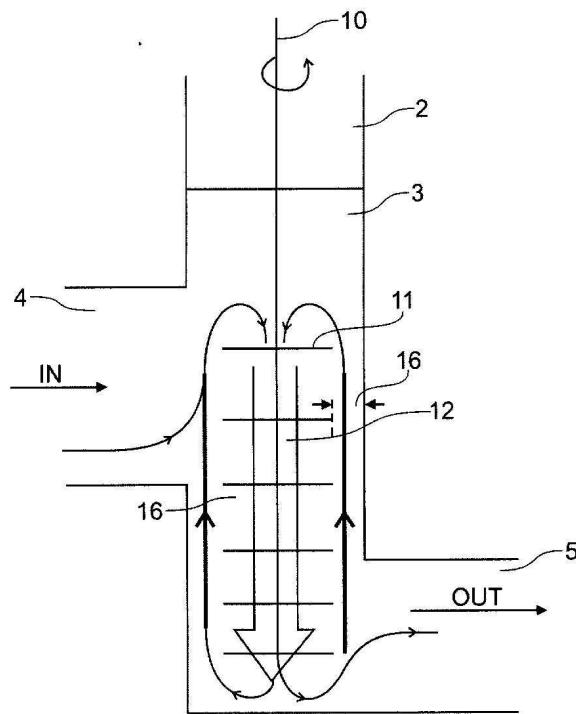


Fig. 1

도면2a

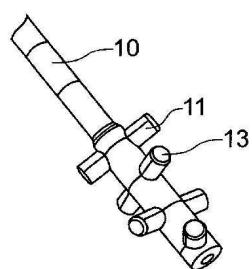


Fig. 2a

도면2b

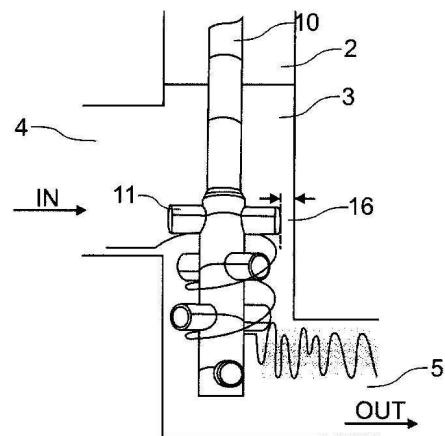


Fig. 2b

도면3a

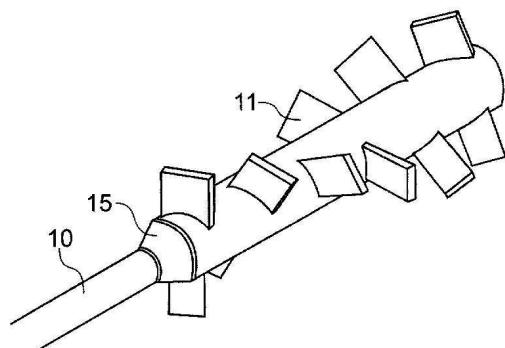


Fig. 3a

도면3b

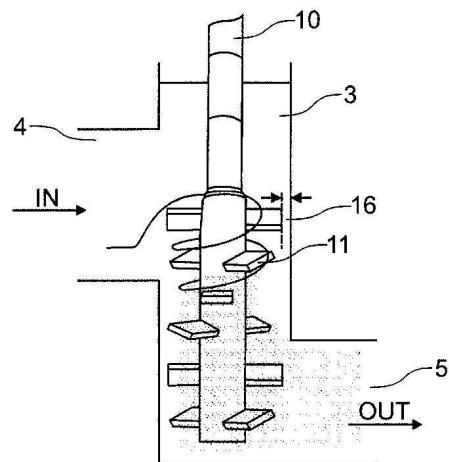


Fig. 3b

도면4a

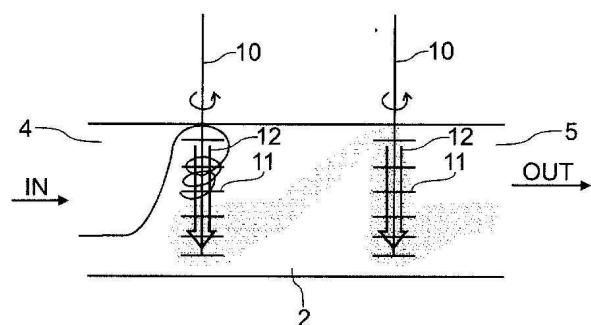


Fig. 4a

도면4b

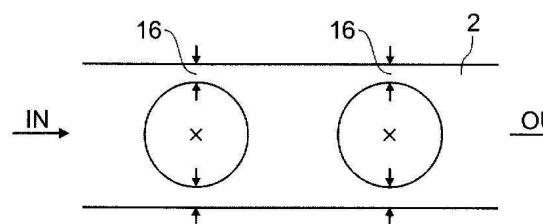


Fig. 4b

도면5a

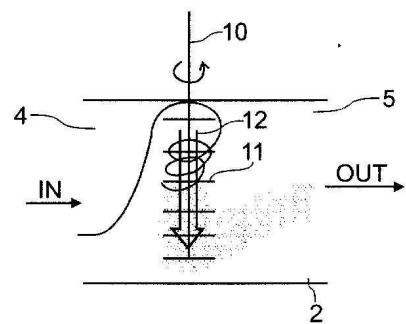


Fig. 5a

도면5b

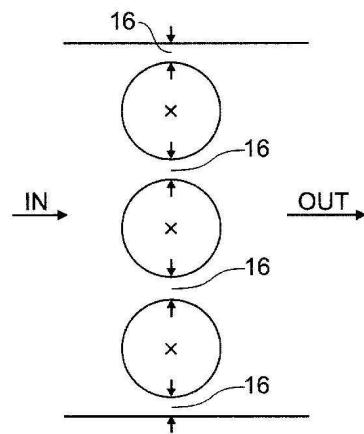


Fig. 5b