



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0167737  
(43) 공개일자 2023년12월11일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G05D 24/02 (2006.01) B01F 27/80 (2022.01)<br/>G01F 23/292 (2006.01) G01F 23/30 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G05D 24/02 (2013.01)<br/>B01F 27/80 (2022.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2023-0070674<br/>(22) 출원일자 2023년06월01일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장<br/>17/830,867 2022년06월02일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>히치너 매뉴팩처링 컴패니 인코포레이티드<br/>미합중국 03055 뉴 햄프셔주 밀포드 엘름 스트리트 594</p> <p>(72) 발명자<br/>비더맨, 스캇<br/>미합중국 03055 뉴 햄프셔주 밀포드 엘름 스트리트 594<br/>보나벤투라, 토마스<br/>미합중국 03055 뉴 햄프셔주 밀포드 엘름 스트리트 594</p> <p>(74) 대리인<br/>(유)한양특허법인</p> |
|--|--|

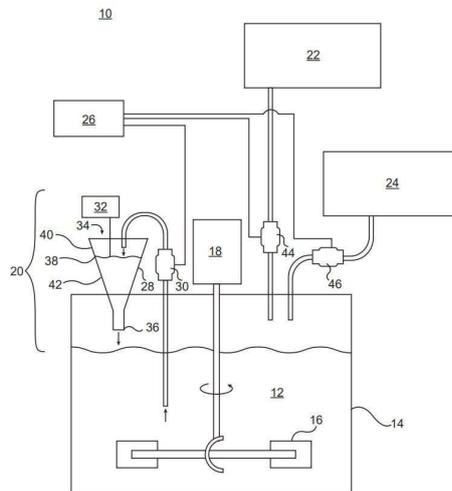
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 점도 제어 시스템 및 방법

(57) 요약

점성 유체의 점도를 측정하고 제어하기 위한 점도 제어 시스템은 점도 센서 유닛, 점도 조절 유체의 공급부, 및 제어기를 포함한다. 점도 센서 유닛은 입구 및 출구를 갖는 용기, 입구로 유입되는 점성 유체의 흐름 및 용기 내 점성 유체의 표면의 높이를 감지하도록 구성된 센서를 포함한다. 출구의 직경 및 점성 유체의 흐름이 미리 정해진 높이 범위 내에 있는 용기 내의 점성 유체의 높이를 생성하도록 구성된다. 제어기는 감지된 높이를 수신하고, 감지된 높이를 미리 정해진 높이 범위와 비교하여, 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위를 벗어나는 것에 응답하여 점도 조절 유체의 공급부로부터 유체의 흐름을 조절하도록 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01F 23/292* (2013.01)

*G01F 23/30* (2020.08)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

점성 유체의 점도를 제어하기 위한 점도 제어 시스템에 있어서, 점도 제어 시스템은:

점도 센서 유닛으로서, 다음:

입구 및 출구를 갖는 용기;

입구로 유입되는 점성 유체의 흐름(flow);

용기 내 점성 유체의 표면의 높이를 감지하도록 구성된 센서로서, 여기서 출구의 직경 및 점성 유체의 흐름이 미리 정해진(predetermined) 높이 범위 내에 있는 용기 내의 점성 유체의 높이를 생성하도록 구성된, 센서;

를 포함하는, 점도 센서 유닛;

점도 조절 유체의 공급부(supply); 및

감지된 높이를 수신하고, 감지된 높이를 미리 정해진 높이 범위와 비교하여, 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위를 벗어나는 것에(being outside) 응답하여 점도 조절 유체의 공급부로부터 유체의 흐름을 조절하도록 구성된, 제어기;

를 포함하는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

입구로 유입되는 점성 유체의 흐름을 제공하도록 구성된 점도 센서 유닛 펌프를 더 포함하는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

여기서 제어기는, 상기 제어기가 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이보다 높다고 결정하는 것에 응답하여 점도 센서 유닛 펌프를 조절하도록 구성되는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 4

청구항 3에 있어서,

여기서 제어기는, 상기 제어기가 감지된 높이가 미리 정해진 최소 높이보다 낮다고 결정하는 것에 응답하여 점도 센서 유닛 펌프를 조절하도록 구성되는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

여기서 점도 조절 유체의 공급부가 저점도 유체 공급부 및 고점도 공급부를 더 포함하는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

여기서 제어기는 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위보다 큰 것에 응답하여 저점도 유체 공급부로부터의 저점도 유체의 흐름을 조절하도록 구성되는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 7

청구항 5에 있어서,

여기서 제어기는 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위보다 작은 것에 응답하여 고점도 공급부로부터의 고점도 제(higher viscosity agent)의 흐름을 조절하도록 구성되는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

점성 유체의 탱크를 더 포함하고, 탱크로부터의 점성 유체의 흐름이 용기로 끌어들여지고(being drawn), 용기의 출구로부터의 흐름이 탱크로 되돌려지는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

여기서 탱크가 점성 유체를 혼합시키도록 임펠러 및 모터를 더 포함하는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 10

청구항 1에 있어서,

여기서 센서가 레이저 거리 센서이고, 감지된 높이는 출구로부터 센서까지의 거리에서 센서로부터 점성 유체의 표면까지의 감지된 거리를 뺀 것을 기준으로 계산되는, 점도 제어 시스템.

#### 청구항 11

점성 유체의 점도를 제어하는 방법으로서, 상기 방법은 하기 단계:

점성 유체의 흐름을 입구 및 출구를 갖는 용기 내로 제공하는 단계로서, 여기서 출구는 점성 유체의 점도가 미리 정해진 점도에 있는 것에 응답하여 미리 정해진 높이 범위에서 용기로의 점성 유체의 흐름과 평형을 이루는 유출(outflow)을 제공하도록 구성된 직경을 갖는 것인, 단계;

센서를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 높이를 감지하는 단계;

제어기를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 감지된 높이를 미리 정해진 높이 범위와 비교하는 단계; 및

제어기를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위를 벗어나는 것에 응답하여 점성 유체의 점도를 조절하는 단계;

를 포함하는, 방법.

#### 청구항 12

청구항 11에 있어서,

입구로 유입되는 점성 유체의 흐름을 제공하도록 구성된 점도 센서 유닛 펌프를 이용하여 점성 유체를 펌핑하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 제어기가 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이보다 높다고 결정하는 것에 응답하여 점도 센서 유닛 펌프를 조절하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제어기가 감지된 높이가 미리 정해진 최소 높이보다 낮다고 결정하는 것에 응답하여 점도 센서 유닛 펌프를 조절하는 단계를 더 포함하는, 방법.

#### 청구항 15

청구항 11에 있어서,

제어기는 저점도 유체 공급부 및 고점도 공급부로부터의 흐름을 조절하도록 독립적으로 구성되는, 방법.

**청구항 16**

청구항 15에 있어서,

감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위보다 큰 것에 응답하여 저점도 유체 공급부로부터의 저점도 유체의 흐름을 조절하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 17**

청구항 15에 있어서,

감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위보다 작은 것에 응답하여 고점도 공급부로부터의 고점도제의 흐름을 조절하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 18**

청구항 11에 있어서,

점성 유체의 탱크로부터 점성 유체의 흐름을 용기로 끌어들이는 단계, 및 용기의 출구로부터 흐름을 탱크로 되돌리는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 19**

청구항 18에 있어서,

임펠러 및 모터를 이용하여 탱크 내의 점성 유체를 혼합시키는 단계를 더 포함하는, 방법.

**청구항 20**

청구항 11에 있어서,

레이저 센서를 이용하여 센서로부터 점성 유체의 표면까지의 거리를 감지하는 단계 및

출구로부터 센서까지의 거리에서 센서로부터 점성 유체의 표면까지의 감지된 거리를 뺀 것을 기준으로 제어기를 이용하여 감지된 높이를 계산하는 단계를 더 포함하는, 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 일반적으로 점도의 측정 및 제어에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 슬러리, 에멀션, 젤 및 기타 점성 유체의 점도를 측정하고 제어하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 다수의 제조 및 산업 환경에서 유체의 점도를 알고 제어하는 것이 중요하다는 것이 인정된다. 저점도이고/거나 부유 물질 또는 에멀션이 없는 유체의 경우, 기존의 점도계를 쉽게 사용할 수 있다. 이러한 기존의 자동 점도계는 패들 휠의 회전 또는 필름의 진동을 사용하여 점도를 결정하였다. 그러나, 더욱 점성인 유체, 특히 슬러리는 이러한 기존의 점도계에 적합하지 않을 수 있다. 대신에, 잔 컵(Zahn cup) 등과 같은 점도계를 수동으로 슬러리에 담그었다가, 빼내고, 잔 컵의 구멍으로부터 슬러리를 배출시키는데 걸리는 시간을 사용하여 점도를 결정한다. 유감스럽게도, 이것은 느린 공정이다. 예를 들어, 각 측정에 1분 이상 걸릴 수 있다. 슬러리의 점도를 여러번 수정하고 각각의 수정 사이에 이러한 수동의 방식으로 점도를 측정하는 경우, 지연에는 시간과 비용이 많이 소요될 수 있다.

[0003] 따라서, 본 명세서에 기술된 단점들을 적어도 어느 정도 극복할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

**발명의 내용**

**[0004] 발명의 요약**

**[0005]** 기술한 필요성은 본 발명에 의해 대부분 충족되며, 여기서 일부 측면에서 일부 실시 형태에서 설명된 문제를 적어도 어느 정도 극복하는 시스템, 장치 및 방법이 제공된다.

**[0006]** 본 발명의 일 실시 형태는 점성 유체의 점도를 제어하기 위한 점도 제어 시스템에 관한 것이다. 점도 제어 시스템에는 점도 센서 유닛, 점도 조절 유체의 공급부(supplies), 및 제어기를 포함한다. 점도 센서 유닛은 입구 및 출구를 갖는 용기, 입구로 유입되는 점성 유체의 흐름(flow), 및 용기 내 점성 유체의 표면의 높이를 감지하도록 구성된 센서를 포함한다. 출구의 직경 및 점성 유체의 흐름이 미리 정해진(predetermined) 높이 범위 내에 있는 용기 내의 점성 유체의 높이를 생성하도록 구성된다. 제어기는 감지된 높이를 수신하고, 감지된 높이를 미리 정해진 높이 범위와 비교하여, 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위를 벗어나는 것에(being outside) 응답하여 점도 조절 유체(들)의 공급부로부터 유체의 흐름을 조절하도록 구성된다.

**[0007]** 본 발명의 다른 실시 형태는 점성 유체의 점도를 제어하는 방법에 관한 것이다. 이 방법에서, 점성 유체의 흐름을 용기 내로 제공한다. 용기는 입구 및 출구를 갖는다. 출구는 점성 유체의 점도가 미리 정해진 점도에 있는 것에 응답하여 미리 정해진 높이 범위에서 용기로의 점성 유체의 흐름과 평형을 이루는 유출(outflow)을 제공하도록 구성된 직경을 갖는다. 센서를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 높이를 감지한다. 제어기를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 감지된 높이를 미리 정해진 높이 범위와 비교한다. 제어기를 이용하여 용기 내의 점성 유체의 표면의 감지된 높이가 미리 정해진 높이 범위를 벗어나는 것에 응답하여 점성 유체의 점도를 조절한다.

**[0008]** 따라서 본 명세서에서의 상세한 설명이 더 잘 이해될 수 있고, 본 기술 분야에 대한 현재의 기여가 더 잘 이해될 수 있도록 하기 위해 본 발명의 특정 실시 형태가 다소 광범위하게 요약되었다. 물론, 하기에 설명되고 본 명세서에 첨부된 청구범위의 주제를 형성할 본 발명의 추가적인 실시 형태가 있다.

**[0009]** 이와 관련하여, 본 발명의 적어도 하나의 실시 형태를 상세하게 설명하기 전에, 본 발명은 이하의 설명에 제시되거나 도면에 도시된 구성요소의 배열 및 구성의 세부 사항에 대한 적용에 제한되지 않음을 이해해야만 한다. 본 발명은 설명된 것 이외에 실시 형태가 가능하고 다양한 방식으로 실시되고 수행될 수 있다. 또한, 본 명세서에 사용된 표현 및 전문 용어 뿐만 아니라 요약은, 설명의 목적을 위한 것이며, 본 발명을 제한하는 것으로 간주되어서는 안됨을 이해해야 한다.

**[0010]** 이와 같이, 당업자는 본 개시 내용이 기반으로 하는 개념이 본 발명의 다수의 목적을 수행하기 위한 다른 구조, 방법 및 시스템의 설계를 위한 기반으로 쉽게 이용될 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 본 청구범위가 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 한 그러한 동등한 구성을 포함하는 것으로 간주되는 것이 중요하다.

**도면의 간단한 설명**

**[0011]** 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 점도 제어 시스템을 위한 시스템 구조이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 점도 센서 유닛의 도면이다.

도 3은 도 1에 따른 시스템에서 사용하기에 적합한 제어기에 대한 시스템 구조이다.

도 4는 본 발명의 실시 형태에 따른 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

**[0012] 바람직한 실시 형태의 상세한 설명**

**[0013]** 본 발명은 점도 제어 시스템 및 방법을 제공한다. 일부 실시 형태에서, 본 발명은 점도 센서 유닛을 이용하여 슬러리의 점도를 감지하고, 감지된 점도가 미리 정해진 점도 또는 미리 정해진 점도 범위를 벗어나는 것에 응답하여 점도를 조절함으로써 슬러리의 점도 제어를 제공한다. 일부 유체의 점도는 기존의 점도 센서를 사용하여 어느 정도 정확하게 지속적으로 측정할 수 있지만, 슬러리, 에멀션, 젤 및 기타 점성 유체의 특성으로 인해 점도를 지속적으로 또는 자동적으로 결정하기가 어렵다. 슬러리의 예로는 코팅 또는 구조를 위해 물에 현탁된 세라믹 분말; 의약품에 사용하기 위한 현탁 약제; 건축 자재로서 사용되는 시멘트질 현탁액; 페인트, 바니시, 잉크, 염료 및 현탁 안료 및 코팅 입자가 있는 기타 코팅제; 모래에서 석유 화학 물질을 제거하기 위해 세제 용액

중에 현탁된 역청 또는 역청 모래; 드릴링 유체(drilling fluids); 아스팔트 등을 포함한다. 에멀션 및 겔의 예로는 에폭시 및 기타 수지 용액; 세제; 접착제; 화장품, 로션, 우유 및 기타 유제품; 수프, 마요네즈, 케첩, 한천 및 카라기난을 함유한 식품, 젤리, 잼 등과 같은 기타 식품을 포함한다.

[0014] 슬러리의 점도를 측정할 때 어려운 점은 슬러리가 슬러리 중에 현탁된 고형물을 유지하기 위해 지속적으로 교반되거나 휘저어지는 특성을 포함한다는 것이다. 이러한 현탁 입자들은 입자들의 마모 특성 및/또는 진동 감쇠 특성으로 인해 기존의 점도 센서와 호환되지 않는다. 그 대신에, 딥 컵(dip cup)을 수동으로 사용하여 컵을 슬러리에 담그고, 출구를 갖는 컵을 빼내고, 출구로부터 슬러리가 배출되는데 걸리는 시간 또는 대부분 배출되는 시간을 계산한다. 본 발명의 실시 형태의 이점들은 점도 센서 유닛이 기존의 점도계의 단점들을 극복한다는 것이다.

[0015] 다양한 실시 형태에 따르면, 슬러리의 점도는 슬러리의 감지된 점도에 응답하여 조절될 수 있다. 예를 들어, 슬러리의 점도가 미리 정해진 점도 보다 높은 것에 응답하여, 저점도 유체를 슬러리에 첨가할 수 있다. 저점도 유체는 물, 알코올, 아세톤, 메틸 에틸 케톤(MEK) 등과 같은 희석제 또는 용매일 수 있다. 다른 예에서, 저점도 유체는 슬러리보다 점성이 낮은 슬러리일 수 있다. 대안적으로, 슬러리의 점도가 미리 정해진 점도 보다 낮은 것에 응답하여, 고점도 유체(higher viscosity fluid)가 슬러리에 첨가될 수 있다. 예를 들어, 고점도의 슬러리를 첨가할 수 있다. 다른 예에서, 슬러리의 점도를 높이기 위해 분말이 슬러리에 첨가될 수 있다. 또 다른 예에서, 기류(airflow), 온도 등을 증가시키는 것을 통해 증발 속도를 높임으로써 점도를 증가시킬 수 있다.

[0016] 점도 제어 시스템은 슬러리의 감지된 점도를 기준으로 슬러리의 덜 점성이고/거나 더 점성인 유체의 흐름을 제어하거나 또는 조절하기 위한 제어기를 더 포함한다. 이러한 방식으로, 슬러리의 점도를 제어할 수 있다. 제어기는 하나 이상의 펌프들, 솔레노이드 밸브들 등의 조절을 통해 이러한 흐름을 조절하도록 구성된다. 또한, 제어기는 점도 센서 유닛의 센서로부터 신호를 수신하고, 점도가 미리 정해진 점도 값 또는 범위보다 크지/작은지 결정한 다음, 펌프들/밸브들을 조절하여 감지된 점도를 미리 정해진 점도 값 또는 범위로 되돌리도록 구성된다. 일부 실시 형태에서, 제어기는 미리 정해진 점도 또는 범위를 얻기 위해 제어를 연속적으로 조절하기 위한 피드백을 사용하는 비례-적분-미분(proportional-integral-derivative: PID) 제어 루프 메커니즘을 포함할 수 있다. 미리 정해진 점도 값 또는 범위는 경험적으로 결정되거나 슬러리 고형물의 제조자에 의해 제공될 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 다른 실시 형태는 슬러리, 에멀션 및 겔과 같은 점성 유체의 점도를 제어하는 방법을 제공한다. 이 방법의 일부 예에서, 점성 유체는 성분들을 함께 혼합함으로써 생성될 수 있고, 점도 제어 시스템은 미리 정해진 점도가 달성될 때까지 점도를 조절하도록 구성될 수 있다. 이 방법의 다른 실시 형태에서, 점도 제어 시스템은 점성 유체의 미리 정해진 점도를 무기한으로 유지하도록 구성될 수 있다.

[0018] 본 발명의 다양한 실시 형태의 이점들은 예를 들면 다음을 포함한다: (1) 점성 유체가 미리 정해진 점도로 유지되기 때문에 워크플로우(workflow)가 증가함; (2) 점도 모니터링 전용의 작업 시간이 감소함; (3) 점도가 지속적으로 유지되기 때문에 신뢰성이 증가함; 그리고 (4) 워크플로우가 증가하고 점도 유지를 위한 작업 시간을 생산량 증가로 전환할 수 있으므로 생산 비용이 절감됨.

[0019] 본 발명의 실시 형태는 도면을 참조하여 이제 설명될 것이며, 동일한 참조 번호는 전체적으로 동일한 부분을 나타낸다. 도 1에 도시된 바와 같이, 점도 제어 시스템(10)은 탱크(14) 내 점성 유체(12)의 점도를 제어하도록 구성된다. 점성 유체는 슬러리, 에멀션, 겔 등을 포함할 수 있다. 탱크(14)는 모터(18)에 의해 회전되는 임펠러(16)를 포함할 수 있다. 점도 제어 시스템(10)은 점도 센서 유닛(20), 저점도 유체 공급부(22), 고점도 공급부(24), 및 제어기(26)를 포함할 수 있다. 점도 센서 유닛(20)은 용기(28), 펌프(30), 및 센서(32)를 포함할 수 있다. 용기(28)는 입구(34) 및 출구(36)를 포함한다. 용기(28)는 펌프(30)로부터의 점성 유체(12)의 흐름을 수용하도록 구성되고, 점성 유체(12)의 흐름을 출구(36) 밖으로 배출하여 탱크(14)로 되돌아가도록 구성된다. 용기(28)를 통해 점성 유체(12)의 흐름을 용이하게 하기 위해, 용기(28)의 형상은 예를 들어 깔때기일 수 있다.

[0020] 특정 과학적 원리에 얽매이지 않고, 베르누이 방정식을 사용하여 출구(36)를 통한 흐름을 계산할 수 있지만, 그러나 유체 흐름에 대한 점도의 영향 또는 용기(28)를 비우는 시간은 무시하였다. 용기(28)의 측면에 출구가 있는 예시를 고려하면(미도시), 용기(28) 밖으로 배출되는 유체의 유량 Q는 다음과 같이 설명될 수 있다:

$$Q = C_d A \sqrt{2gH} \quad (\text{식 1})$$

[0021]

[0022] 여기서, Q는 출구(36) 밖으로 배출되는 점성 유체(12)의 유량;  $C_d$  = 유량 계수; A = 출구(36)의 단면적; g = 중력가속도; 및 H = 출구(36)의 중심선 위의 헤드 높이이다. 이 식은 헤드 압력이 일정하게 유지되는 경우에 참이다. 점성 유체(12)의 점도는 다음과 같이 설명되는 유량 계수에 영향을 미친다.

$$C_d = \frac{d\sqrt{gH}}{v} \quad (\text{식 2})$$

[0023] 여기서, d = 출구(36)의 직경; g = 중력가속도; 및 H = 출구(36)의 중심선 위의 헤드 높이; 및 v = 유체의 동점도이다. 헤드 높이 H를 일정하게 유지하고 유량 계수 방정식을 유량 방정식으로 대체하면 다음이 산출된다:

$$Q = \frac{\sqrt{2dgHA}}{v} \quad (\text{식 3})$$

[0024] 여기서, Q는 출구(36) 밖으로 배출되는 점성 유체(12)의 유량; v = 유체의 동점도; A = 출구(36)의 단면적; g = 중력가속도; 및 H = 출구(36)의 중심선 위의 헤드 높이이다. 헤드 높이 H를 일정하게 유지하고 유량 계수 방정식을 유량 방정식으로 대체하면 다음이 산출된다:

$$v = \frac{\sqrt{2dgHA}}{Q} \quad (\text{식 4})$$

[0025] 여기서, v = 유체의 동점도; Q는 출구(36) 밖으로 배출되는 점성 유체(12)의 유량; A = 출구(36)의 단면적; g = 중력가속도; 및 H = 출구(36)의 중심선 위의 헤드 높이이다. 이러한 방식으로, 체적 유량을 측정하고, 그 다음 필요에 따라 점성 유체(12)의 밀도를 측정함으로써 동적 점도로 변환될 수 있는 동점도를 계산할 수 있게 한다. 일부 실시 형태에서, 점성 유체(12)의 미리 정해진 유량은 미리 정해진 점도를 대체할 수 있는데, 그 이유는 유량이 예를 들면, 코팅 몰드에서 중요한 파라미터일 수 있기 때문이다.

[0026] 계속해서, 센서(32)는 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 높이를 감지하기 위한 임의의 적합한 센서를 포함할 수 있다. 적합한 센서의 예로는 레이저 거리 센서, 플로트 센서 등을 포함할 수 있다. 특정 예에서, 센서(32)는 용기(28) 위에 협동식 정렬(cooperative alignment)로 배치되는 레이저 거리 센서이다. 출구(36)로부터 센서(32)까지의 거리를 알고 센서(32)로부터 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 윗부분(top)까지의 거리를 결정하는 것에 응답하여, 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 절대 높이가 계산될 수 있다. 센서(32)는 제어기(26)에 신호를 보내도록 추가로 구성된다. 이들 신호는 감지된 거리 및/또는 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 계산된 높이를 포함할 수 있다. 차례로, 제어기(26)는 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 감지된 높이를 식 4의 계산을 기준으로 미리 정해진 점도에 대응하는 미리 정해진 높이 범위(38)와 비교한다.

[0027] 펌프(30)는 점성 유체(12)를 탱크(14)로부터 끌어들이고(drawn), 제어된 유량에서 입구(34)에 점성 유체(12)를 공급하도록 구성된다. 특정 예에서, 펌프(30)는 연동 펌프이다. 펌프(30)의 유량은 제어기(26)에 의해 조절될 수 있다. 예를 들어, 펌프(30)는 가변 주파수 드라이브(variable frequency drive: VFD)를 포함할 수 있고, 제어기(26)는 점성 유체(12)가 용기(28)의 상단 위로 넘치지 않도록 그리고/또는 용기(28)가 비지 않도록 VFD의 주파수를 조절하도록 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)를 초과한다고 제어기(26)가 결정하는 것에 응답하여, 제어기(26)는 펌프(30)의 VFD를 조절하여 점성 유체(12)의 흐름을 그것을 통해 감소시키도록 구성될 수 있다. 반대로, 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최소 높이(42) 아래로 떨어졌다고 제어기(26)가 결정하는 것에 응답하여, 제어기(26)는 펌프(30)의 VFD를 조절하여 점성 유체(12)의 흐름을 그것을 통해 증가시키도록 구성될 수 있다. 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)와 미리 정해진 최소 높이(42) 사이에 있는 것에 응답하여, 제어기(26)는 그것을 통해 점성 유체(12)의 정상 유량으로 되돌리도록 펌프(30)의 VFD를 조절하도록 구성될 수 있다.

[0028] 다른 실시 형태에서, 펌프(30)는 생략되거나 용기(28) 다음에 배치될 수 있다. 예를 들어, 탱크(14)는 제어 가능한 밸브와 함께 탱크(14)의 바닥에 또는 그 근처에 배치된 출구를 포함할 수 있다. 용기(28)는 제어 가능한 밸브와 협동식 정렬로 배치될 수 있고, 점도 센서 유닛(20)은 그렇지 않으면 본 명세서에 기술된 바와 같이 기능할 수 있다.

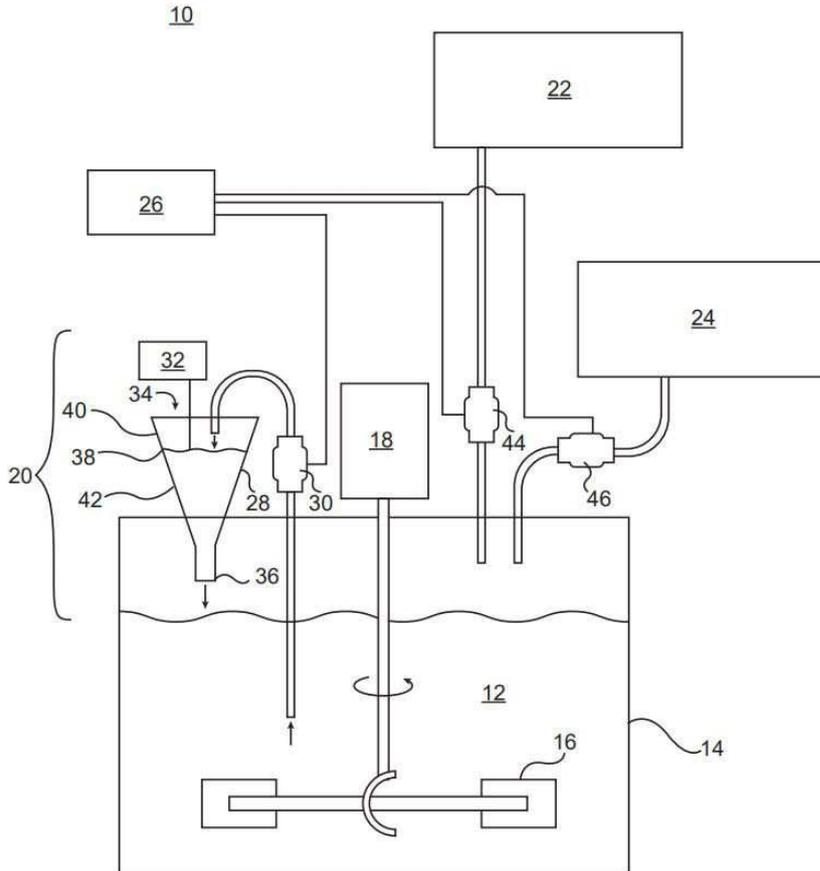
- [0032] 저점도 유체 공급부(22) 및/또는 고점도 공급부(24)는 각각의 펌프(44, 46)를 포함할 수 있다. 대안적으로, 펌프(44, 46)는 솔레노이드 밸브 또는 그것을 통한 흐름을 제어하기 위한 기타 장치일 수 있다. 펌프(44, 46)는 각각 독립적으로 제어기(26)에 의해 제어 가능하다. 예를 들어, 제어기(26)가 점성 유체(12)의 감지된 점도가 미리 정해진 점도를 초과한다고 결정하는 것에 응답하여, 제어기(26)는 펌프(44)에 신호를 보내도록 구성된다. 이들 신호에 응답하여, 펌프(44)는 저점도 유체 공급부(22)로부터의 유체의 흐름을 조절하도록 구성된다. 다양한 실시 형태에서, 저점도 유체 공급부(22)로부터의 유량은 조절될 수 있고/거나 미리 정해진 유량이 제어기(26)로부터의 신호에 응답하여 시작되고 중지될 수 있다.
- [0033] 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 점도 센서 유닛(20)의 도면이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 용기(28)는 펌프(30)를 통해 점성 유체(12)의 흐름이 공급된다. 펌프(30)는 출구(36)로부터의 유출과 일치하도록 결정된 속도에서 미리 정해진 점도로 점성 유체를 공급한다. 이들 속도가 동일하다는 것에 응답하여, 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 충전 레벨은 미리 정해진 높이 범위(38)에서 평형을 이룰 것이다. 이와 관련하여, 출구(36)의 직경(d)(50)은 용기(28)의 크기에 적합한 미리 정해진 높이 범위(38)를 야기할 미리 정해진 점도에서 유출 속도를 제공하도록 구성된다.
- [0034] 본 명세서에서 설명하는 바와 같이, 점성 유체(12)의 점도는 점성 유체(12)의 감지된 점도에 응답하여 조절될 수 있다. 예를 들어, 점성 유체(12)의 점도가 미리 정해진 점도 보다 높은 것에 응답하여, 펌프(44)의 조절을 통해 점성 유체(12)에 저점도 유체를 첨가할 수 있다. 저점도 유체는 물, 알코올, 아세톤, MEK 등과 같은 희석제 또는 용매일 수 있다. 특정 예에서, 저점도 유체는 물이다. 또 다른 특정 예에서, 저점도 유체는 점성 유체(12)보다 점성이 낮은 슬러리일 수 있다. 대안적으로, 점성 유체(12)의 점도가 미리 정해진 점도보다 낮은 것에 응답하여, 고점도 공급부(24)로부터의 고점도 유체가 펌프(46)의 조절을 통해 점성 유체(12)에 첨가될 수 있다. 예를 들어, 점성 유체(12)의 고점도 제제(higher viscosity formulation)가 첨가될 수 있다. 다른 예에서, 점성 유체(12)의 점도를 높이기 위해, 분말을 점성 유체(12)에 첨가할 수 있다. 또 다른 예에서, 기류, 온도 등을 증가시키는 것을 통해 증발 속도를 높임으로써 점도를 증가시킬 수 있다.
- [0035] 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 높이가 미리 정해진 최대값(40)을 초과하거나 또는 미리 정해진 최소값 미만인 것에 응답하여, 용기(28)로의 점성 유체(12)의 유량이 조절될 수 있다. 예를 들어, 제어기(26)는 점성 유체(12)가 용기(28)의 상단 위로 넘치지 않도록 그리고/또는 용기(28)가 비지 않도록, VFD의 주파수를 조절하도록 구성될 수 있다. 이와 관련하여, 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)를 초과한다고 제어기(26)가 결정하는 것에 응답하여, 제어기(26)는 펌프(30)의 VFD를 조절하여 점성 유체(12)의 흐름을 그것을 통해 감소시키도록 구성될 수 있다. 반대로, 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최소 높이(42) 아래로 떨어졌다고 제어기(26)가 결정하는 것에 응답하여, 제어기(26)는 펌프(30)의 VFD를 조절하여 점성 유체(12)의 흐름을 그것을 통해 증가시키도록 구성될 수 있다. 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)와 미리 정해진 최소 높이(42) 사이에 있는 것에 응답하여, 제어기(26)는 그것을 통해 점성 유체(12)의 정상 유량으로 되돌리도록 펌프(30)의 VFD를 조절하도록 구성될 수 있다.
- [0036] 도 3은 도 1에 따른 점도 제어 시스템(10)에서 사용하기에 적합한 제어기(26)에 대한 시스템 구조이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 제어기(26)는 프로세서(70)를 포함한다. 이 프로세서(70)는 전원(72), 메모리(74), 클럭(76), 아날로그 디지털 변환기(A/D)(78), 및 입력/출력(I/O) 포트(80)에 작동 가능하게 연결된다. I/O 포트(80)는 적절하게 부착된 임의의 전자 장치로부터 신호를 수신하고 이들 신호를 A/D(78) 및/또는 프로세서(70)로 전달하도록 구성된다. 예를 들어, I/O 포트(80)는 센서(32)에 의해 감지된 높이와 관련된 신호를 수신하고, 신호를 프로세서(70)로 전달할 수 있다. 신호가 아날로그 포맷인 경우, 신호는 A/D(78)를 통해 진행될 수 있다. 이와 관련하여, A/D(78)는 아날로그 포맷 신호를 수신하고, 이러한 신호를 해당하는 디지털 포맷 신호로 변환시키도록 구성된다. 반대로, A/D(78)는 프로세서(70)로부터 디지털 포맷 신호를 수신하고, 이들 신호를 아날로그 포맷으로 변환시키고, 아날로그 신호를 I/O 포트(80)로 전달하도록 구성된다. 이와 같은 방식으로, 아날로그 신호를 수신하도록 구성된 전자 장치는 프로세서(70)와 상호 통신(intercommunicate)할 수 있다.
- [0037] 프로세서(70)는 A/D(78) 및/또는 I/O 포트(80)로부터 신호를 송수신하도록 구성된다. 프로세서(70)는 또한 클럭(76)으로부터 시간 신호를 수신하도록 구성된다. 또한, 프로세서(70)는 전자 데이터를 메모리(74)로부터 저장하고 검색하도록 구성된다. 또한, 프로세서(70)는 펌프들(30, 44, 46)을 조절하도록 작동 가능한 신호를 결정하고, 이에 따라 이들 펌프들(30, 44, 46)의 유량을 독립적으로 제어하도록 구성된다. 예를 들어, 모터 속도 및/또는 모터 시작/정지와 관련된 신호들은 I/O 포트(80)를 통해 프로세서(70)에 의해 펌프(44)로 전달될 수 있다.

- [0038] 본 발명의 실시 형태에 따르면, 프로세서(70)는 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 감지된 높이를 결정하고 이 값을 미리 정해진 높이 범위(38)와 비교하도록 구성된다. 또한, 프로세서(70)는 시간에 따른 감지된 높이의 기울기를 결정하도록 구성될 수 있고, 프로세서(70)는 이 기울기를 이용하여 펌프(44)의 조절을 통한 저점도 유체 공급부(22)로부터의 저점도 유체 또는 펌프(46)의 조절을 통한 고점도 공급부(24)로부터의 고점도체와 같은 수정 유체(correcting fluid)의 유량을 조정할 수 있다. 이러한 방식으로, 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 감지된 높이는 미리 정해진 높이 범위(38)와 본질적으로 일치하도록 구성될 수 있다.
- [0039] 본 발명의 다른 실시 형태에 따르면, 프로세서(70)는 점성 유체(12)의 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)를 초과하는지 또는 미리 정해진 최소 높이(42) 아래로 떨어졌는지 여부를 결정하도록 구성된다. 이에 응답하여, 프로세서(70)는 용기(28)로의 흐름을 조절하도록 구성된다. 예를 들어, 모터 속도와 관련된 신호는 I/O 포트(80)를 통해 프로세서(70)에 의해 펌프(30)의 VFD로 전달될 수 있다.
- [0040] 도 4는 본 발명의 실시 형태에 따른 방법(90)의 흐름도이다. 참고로, 다음 단계들은 제시된 순서대로 진행할 필요는 없으며, 다만 적절한 순서로 진행할 수 있다. 또한, 일부 또는 모든 단계들이 동시에 진행될 수 있다. 방법(90)의 개시 전에, 탱크(14)는 점성 유체(12)로 채워질 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 방법(90)은 단계(92)에서 점도 제어 시스템(10)을 켜고 단계(94)에서 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 높이를 감지하는 것에 응답하여 개시된다. 단계(96)에서, 오버플로우 상태(overflow state)가 식별될 수 있다. 예를 들어, 감지된 높이가 미리 정해진 최대 높이(40)보다 높은 것에 응답하여, 제어기(26)는 단계(98)에서 용기(28)로의 점성 유체(12)의 흐름을 감소시키도록 펌프(30)에 신호를 보낼 수 있다. 이러한 방식으로, 용기(28)의 오버플로우는 상기 방법(90)을 수행하는 동안 감소되거나 방지될 수 있다. 또한, 오버플로우 카운트가 개시될 수 있고, 미리 정해진 수의 오버플로우 상태와 연속적인 펌프 흐름 감소 후에도 오버플로우 상태가 수정되지 않는 경우, 오류가 발생할 수 있고, 시각적 또는 청각적 경보가 생성될 수 있고/거나 펌프(30)가 정지될 수 있다.
- [0041] 단계(100)에서 언더플로우(underflow) 상태가 식별될 수 있다. 예를 들어, 감지된 높이가 미리 정해진 최소 높이(42)보다 낮은 경우, 제어기(26)는 단계(102)에서 용기(28)로의 점성 유체(12)의 흐름을 증가시키도록 펌프(30)에 신호를 보낼 수 있다. 이러한 방식으로, 용기(28)의 비움은 상기 방법(90)을 수행하는 동안 감소되거나 방지될 수 있다. 또한, 언더플로우 카운트가 개시될 수 있고, 미리 정해진 수의 언더플로우 상태와 연속적인 펌프 흐름 증가 후에도 언더플로우 상태가 수정되지 않는 경우, 오류가 발생할 수 있고, 시각적 또는 청각적 경보가 생성될 수 있고/거나 펌프(30)가 정지될 수 있다.
- [0042] 단계(104)에서, 고점도 조건이 결정될 수 있다. 예를 들어, 미리 정해진 높이 범위(38)보다 큰 감지된 높이에 응답하여, 제어기(26)는 단계(106)에서 저점도 유체 공급부(22)로부터 저점도 유체의 흐름을 개시하거나 증가시키기 위해 펌프(44)를 조절하도록 구성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 저점도 유체 공급부(22)는 수돗물, 탈이온수, 증류수 등을 공급하는 물 공급 라인일 수 있다. 만일 그런 경우, 펌프(44)는 솔레노이드 또는 다른 제어 가능한 밸브로 대체될 수 있다.
- [0043] 단계(108)에서, 저점도 조건이 결정될 수 있다. 예를 들어, 미리 정해진 높이 범위(38)보다 작은 감지된 높이에 응답하여, 제어기(26)는 단계(110)에서 고점도 공급부(24)로부터 고점도체의 흐름을 개시하거나 증가시키기 위해 펌프(46)를 조절하도록 구성될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 고점도 공급부(24)는 점성 유체(12)의 고점도 체제일 수 있다. 이와 관련하여, 고점도 공급부(24)는 또한 비교적 더 높은 점도를 유지하도록 구성된 각각의 점도 제어 시스템(10)을 포함할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 고점도 공급부(24)는 분말 고체를 포함할 수 있고, 펌프(46)는 분말 고체를 탱크(14)로 제어 가능하게 추가하기 위한 오거(auger) 또는 기타 이러한 장치로 대체된다.
- [0044] 보다 일반적으로, 단계(104) 내지 단계(110)은 점성 유체(12)의 점도가 미리 정해진 높이 범위(38)에 대응하는, 미리 정해진 점도를 벗어난다는 결정을 설명한다. 일부 실시 형태에서, 점도 제어 시스템(10)은 점성 유체(12)의 점도를 더 높거나 또는 더 낮게만 조절하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 점성 유체(12)가 물의 증발 손실만을 겪어 그 결과 점도가 증가하는 경우, 고점도 공급부(24) 및 펌프(46)와 함께 단계(104) 및 단계(106)는 생략될 수 있다. 다른 실시 형태에서, 점성 유체(12)가 점성의 감소를 일으키는 반응만을 겪는다면, 저점도 유체 공급부(22) 및 펌프(44)와 함께 단계(108) 및 단계(110)는 생략될 수 있다.
- [0045] 단계(94) 내지 단계(110)에 이어서, 용기(28) 내의 점성 유체(12)의 높이는 단계(94)에서 감지될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 다수의 특징 및 이점들은 상기의 상세한 설명으로부터 명백해지고, 이에 따라 첨부된 청구범위는 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 속하는 본 발명의 이러한 모든 특징 및 이점들을 포함하도록 의도된다. 또한,

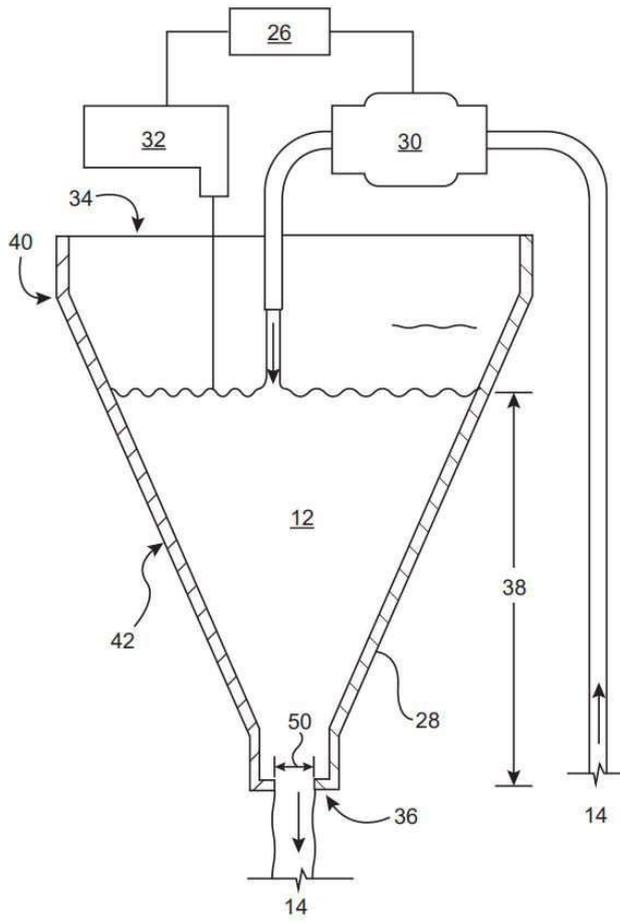
다수의 수정 및 변형이 당업자에게 용이하게 일어날 것이므로, 예시되고 설명된 정확한 구성 및 작동으로 본 발명을 제한하는 것은 바람직하지 않으며, 따라서, 본 발명의 범위 내에 속하는 모든 적절한 수정 및 등가물에 의지할 수 있다.

도면

도면1

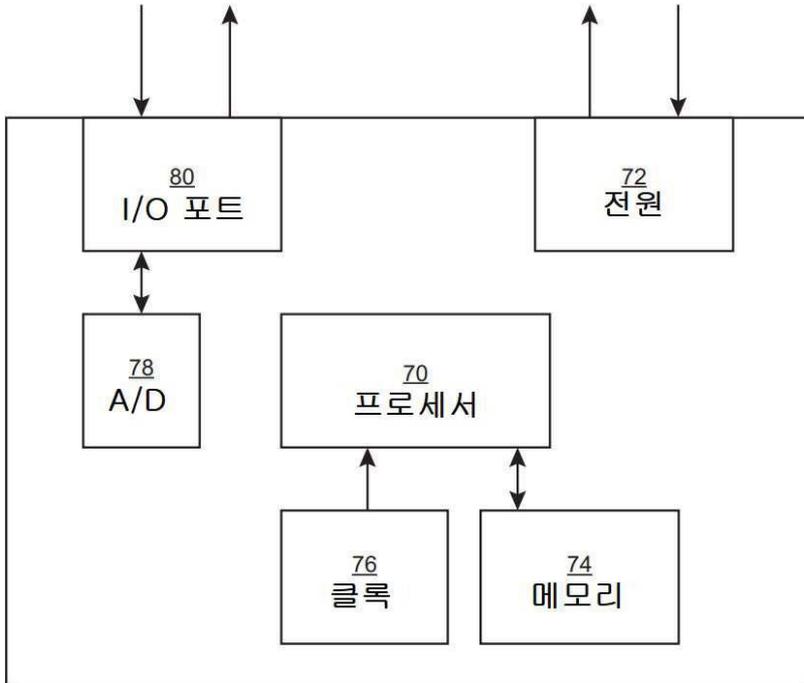


도면2



도면3

26



도면4

