



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0034786
(43) 공개일자 2019년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 11/04 (2006.01) G01N 33/49 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 11/04 (2013.01)
G01N 33/49 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2017-0123224
(22) 출원일자 2017년09월25일
심사청구일자 2017년09월25일

(71) 출원인
주식회사 큐리오시스
서울특별시 강남구 테헤란로13길 52, 지층 (역삼동, 이레빌딩)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
최성용
경기도 용인시 기흥구 중부대로55번길 11, 115동 202호(영덕동, 영통 빌리지)
윤호영
경기도 의정부시 장곡로 240, 113동 1603호(장암동, 장암동아아파트)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

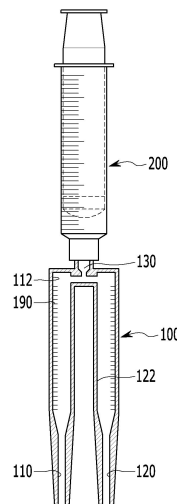
(54) 발명의 명칭 점도계

(57) 요약

점도계가 개시된다.

본 발명의 실시예에 따른 점도계는 제1 유체원으로부터 제1 모세관을 통해 점도가 알려진 기준 유체가 이동하는 제1 챔버, 및 제2 유체원으로부터 상기 제1 모세관과 동일한 형상을 갖는 제2 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 상기 제1 챔버와 동일한 형상을 갖는 적어도 하나의 제2 챔버가 형성되는 메인 피펫; 및 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버에 압력을 공급하는 압력 공급 장치;를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015R1C1A1A01053990

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 신진연구지원사업

연구과제명 생체모방 롤링인칩을 이용한 항전이치료제 스크리닝기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교

연구기간 2015.11.01 ~ 2018.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

제1 유체원으로부터 제1 모세관을 통해 점도가 알려진 기준 유체가 이동하는 제1 챔버, 및 제2 유체원으로부터 상기 제1 모세관과 동일한 형상을 갖는 제2 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 상기 제1 챔버와 동일한 형상을 갖는 적어도 하나의 제2 챔버가 형성되는 메인 피펫; 및
상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버에 압력을 공급하는 압력 공급 장치;
를 포함하는 점도계.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 메인 피펫의 상부에는 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 연통하는 압력 공급구가 형성되고,
상기 압력 공급 장치는 상기 압력 공급구를 통해 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버로 압력을 공급하는 점도계.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 대응하는 상기 메인 피펫의 내측면 또는 외측면에는 일정 간격으로 눈금이 형성되는 점도계.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제1 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제2 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 제어기;
를 더 포함하는 점도계.

청구항 5

제4항에 있어서,

$$\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$$

상기 제어기는 $\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$ 의 수학적식을 통해 상기 측정 유체의 점도를 계산하고,

여기서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, 및 n_{test} 는 측정 유체의 이동량인 점도계.

청구항 6

제2항에 있어서,
상기 제1 챔버는 상기 제1 모세관과 직렬 연결되고,
상기 제2 챔버는 상기 제2 모세관과 직렬 연결되는 점도계.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 메인 피펫에 형성된 연결구와 결합되고, 또 다른 유체원으로부터 확장 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 또 다른 측정 유체가 이동하는 확장 챔버가 형성되는 확장 피펫;

을 더 포함하는 점도계.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 확장 챔버는 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 동일한 형상으로 형성되고,

상기 확장 모세관은 상기 제1 모세관 및 상기 제2 모세관과 동일한 형상으로 형성되며,

상기 확장 챔버는 상기 연결구를 통해 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 연통하는 점도계.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 확장 피펫에는 또 다른 확장 피펫과 연결하기 위한 확장 연결구가 형성되는 점도계.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 확장 피펫에는 상기 확장 챔버와 연통하는 확장구가 형성되고,

상기 확장구의 주변에는 확장 돌기가 돌출 형성되며,

상기 확장 돌기는 상기 연결구에 압입되어 결합되는 점도계.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 연결구의 주변에는 연결 돌기가 돌출 형성되고, 상기 연결 돌기의 외주면에는 나사산이 형성되며,

상기 확장 피펫에는 상기 확장 챔버와 연통하는 확장구가 형성되고, 상기 확장구의 주변에는 확장 돌기가 돌출 형성되며,

상기 확장 돌기에는 상기 연결 돌기와 나사 체결하기 위한 확장 너트가 구비되는 점도계.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 메인 피펫과 상기 압력 공급 장치의 사이에 구비되는 공기 챔버;

를 더 포함하는 점도계.

청구항 13

제1 유체원으로부터 제1 모세관을 통해 점도가 알려진 기준 유체가 이동하는 제1 챔버, 및 제2 유체원으로부터 제2 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 적어도 하나의 제2 챔버가 형성되는 메인 피펫;

상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버에 압력을 공급하는 압력 공급 장치;

상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버를 유동하는 유체의 이동량을 측정하는 감지부; 및

상기 감지부에 의해 감지된 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버를 유동하는 유체의 이동량에 기초하여 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 제어기;

를 포함하는 점도계.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 메인 피펫의 상부에는 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 연통하는 압력 공급구가 형성되고,

상기 압력 공급 장치는 상기 압력 공급구를 통해 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버로 압력을 공급하는 점도계.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 제어기는

상기 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제1 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제2 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 점도계.

청구항 16

제15항에 있어서,

$$\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$$

상기 제어기는

의 수학적식을 통해 측정 유체의 점도를 계산하고,

여기서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, 및 n_{test} 는 측정 유체의 이동량인 점도계.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 메인 피펫과 상기 압력 공급 장치의 사이에 구비되는 공기 챔버;

를 더 포함하는 점도계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 점도계에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 유체의 점도를 쉽게 측정할 수 있는 점도계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 혈액의 점도는 혈류와 혈액 순환에 영향을 미치는 중요한 혈액 유동학적 매개 변수이다.

[0003] 혈액의 점도 상승은 심혈관 질환, 당뇨병, 및 알츠하이머병과 같은 여러 병리학적 상태와 관련이 있다. 이와 같은 상태에서 혈액의 유동성 감소는 혈관 합병증 및 조직 관류 손상(impaired tissue perfusion)에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 혈액의 점도를 모니터링하는 것이 질병을 진단하고 치료 반응을 평가하기 위해 임상적으로 중요하다.

[0004] 이와 같이, 혈액과 같은 유체의 점성 특성을 측정하기 위한 다양한 점도계가 개발되어 있다. 그러나 종래 기술에 의한 점도계는 부피가 크고 고가의 장비로 구성되어 있고, 동작이 매우 복잡하다.

[0005] 따라서, 구조가 간단하고 정확히 점도를 측정할 수 있는 점도계에 대한 요구가 증대되고 있다.

[0006] 이 배경기술 부분에 기재된 사항은 발명의 배경에 대한 이해를 증진하기 위하여 작성된 것으로서, 이 기술이 속

하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 이미 알려진 종래기술이 아닌 사항을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 구조가 간단하고 정확히 점도를 측정할 수 있는 점도계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 점도계는 제1 유체원으로부터 제1 모세관을 통해 점도가 알려진 기준 유체가 이동하는 제1 챔버, 및 제2 유체원으로부터 상기 제1 모세관과 동일한 형상을 갖는 제2 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 상기 제1 챔버와 동일한 형상을 갖는 적어도 하나의 제2 챔버가 형성되는 메인 피펫; 및 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버에 압력을 공급하는 압력 공급 장치;를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 메인 피펫의 상부에는 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 연통하는 압력 공급구가 형성되고, 상기 압력 공급 장치는 상기 압력 공급구를 통해 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버로 압력을 공급할 수 있다.

[0010] 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 대응하는 상기 메인 피펫의 내측면 또는 외측면에는 일정 간격으로 눈금이 형성될 수 있다.

[0011] 상기 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제1 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제2 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 제어기를 더 포함할 수 있다.

$$\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$$

[0012] 상기 제어기는 μ_{test} 의 수학적식을 통해 상기 측정 유체의 점도를 계산하고, 여기서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, 및 n_{test} 는 측정 유체의 이동량일 수 있다.

[0013] 상기 제1 챔버는 상기 제1 모세관과 직렬 연결되고, 상기 제2 챔버는 상기 제2 모세관과 직렬 연결될 수 있다.

[0014] 상기 메인 피펫에 형성된 연결구와 결합되고, 또 다른 유체원으로부터 확장 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 또 다른 측정 유체가 이동하는 확장 챔버가 형성되는 확장 피펫;을 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 확장 챔버는 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 동일한 형상으로 형성되고, 상기 확장 모세관은 상기 제1 모세관 및 상기 제2 모세관과 동일한 형상으로 형성되며, 상기 확장 챔버는 상기 연결구를 통해 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버와 연통할 수 있다.

[0016] 상기 확장 피펫에는 또 다른 확장 피펫과 연결하기 위한 또 다른 확장 연결구가 형성될 수 있다.

[0017] 상기 확장 피펫에는 상기 확장 챔버와 연통하는 확장구가 형성되고, 상기 확장구의 주변에는 확장 돌기가 돌출 형성되며, 상기 확장 돌기는 상기 연결구에 압입되어 결합할 수 있다.

[0018] 상기 연결구의 주변에는 연결 돌기가 돌출 형성되고, 상기 연결 돌기의 외주면에는 나사산이 형성되며, 상기 확장 피펫에는 상기 확장 챔버와 연통하는 확장구가 형성되고, 상기 확장구의 주변에는 확장 돌기가 돌출 형성되며, 상기 확장 돌기에는 상기 연결 돌기와 나사 체결하기 위한 확장 너트가 구비될 수 있다.

[0019] 상기 메인 피펫과 상기 압력 공급 장치의 사이에 구비되는 공기 챔버;를 더 포함할 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 점도계는 제1 유체원으로부터 제1 모세관을 통해 점도가 알려진 기준 유체가 이동하는 제1 챔버, 및 제2 유체원으로부터 제2 모세관을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 적어도 하나의 제2 챔버가 형성되는 메인 피펫; 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버에 압력을 공급하는 압력 공급 장치; 상기 제1 챔버 및 상기 제2 챔버를 유동하는 유체의 이동량을 측정하는 감지부; 및 상기 감지부에 의해 감

지된 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버를 유동하는 유체의 이동량에 기초하여 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 제어기;를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 메인 피펫의 상부에는 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버와 연통하는 압력 공급구가 형성되고, 상기 압력 공급 장치는 상기 압력 공급구를 통해 상기 제1 챔버와 상기 제2 챔버로 압력을 공급할 수 있다.

[0022] 상기 제어기는 상기 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제1 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치를 통해 상기 제2 챔버에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 상기 측정 유체의 점도를 계산할 수 있다.

$$\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$$

[0023] 상기 제어기는 μ_{test} 의 수학적식을 통해 측정 유체의 점도를 계산하고, 여기서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, 및 n_{test} 는 측정 유체의 이동량일 수 있다.

발명의 효과

[0024] 상기한 바와 같은 본 발명의 실시예에 의한 점도가 알려진 기준 유체의 점도와 이동량, 측정 유체의 이동량으로부터 측정 유체의 점도를 계산할 수 있다.

[0025] 또한, 간단한 계산을 통해 측정 유체의 점도를 측정할 수 있기 때문에, 점도계의 구조를 간단하게 구현할 수 있다.

[0026] 또한, 복수의 측정 유체의 이동량을 측정할 수 있도록 확장 피펫이 병렬 연결 가능하기 때문에, 측정 유체의 점도를 동시에 계산할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 이 도면들은 본 발명의 예시적인 실시예를 설명하는데 참조하기 위함이므로, 본 발명의 기술적 사상을 첨부한 도면에 한정해서 해석하여서는 아니된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 3는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 4은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 6는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.

도 7 및 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 점도계를 통해 유체의 점도를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 9은 모세관의 직경과 ΔP 의 관계를 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0029] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 붙이도록 한다.

[0030] 또한, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도면에 도시된 바에 한정되지 않으며, 여러 부분 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타

내었다.

- [0031] 이하에서는 본 발명의 실시예에 의한 점도계에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.
- [0033] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 점도계는 내부에 기준 유체가 유동하는 제1 모세관(110)과 제1 챔버(112)가 형성되고, 측정 유체가 유동하는 제2 모세관(120)과 제2 챔버(122)가 형성되는 메인 피펫(100), 및 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)에 압력을 공급하는 압력 공급 장치(200)를 포함한다.
- [0034] 상기 제1 챔버(112)와 상기 제1 모세관(110)은 상기 제2 챔버(122)와 상기 제2 모세관(120)과 병렬 연결된다. 상기 제1 모세관(110)은 상기 제1 챔버(112)와 직렬 연결되고, 상기 제2 모세관(120)은 상기 제2 챔버(122)와 직렬 연결된다. 상기 제1 모세관(110)과 상기 제2 모세관(120)은 동일한 형상을 가지며, 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)는 동일한 형상을 갖는다.
- [0035] 상기 제1 모세관(110)과 상기 제2 모세관(120)은 모세관 현상이 일어날 수 있도록 충분히 작은 직경을 가지며, 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)는 상기 제1 모세관(110)과 상기 제2 모세관(120)의 직경에 비해 충분히 크게 형성된다.
- [0036] 상기 제1 모세관(110)은 점도가 알려진 기준 유체가 저장된 제1 유체원과 연결된다. 상기 제2 모세관(120)은 측정하고자 하는 측정 유체가 저장된 제2 유체원과 연결된다.
- [0037] 상기 압력 공급 장치(200)는 상기 메인 피펫(100)의 상부에 형성되고, 병렬 연결되는 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)와 연통하는 압력 공급구(130)를 통해 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)로 압력(정압 및 부압)을 공급한다.
- [0038] 상기 압력 공급 장치(200)는 수동으로 조작할 수 있는 피스톤 (예를 들어, 주사기)일 수 있다. 그러나 본 발명의 권리 범위가 이에 한정되는 것은 아니며, 상기 챔버들에 압력을 인가할 수 있는 장치이면 무방하다.
- [0039] 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)에 부압(negative pressure)(유체원으로부터 모세관과 챔버로 유체를 빨아들이는 압력)이 인가되면, 모세관과 챔버를 따라 유체가 위쪽으로 이동하게 된다.
- [0040] 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)에 정압(positive pressure)(챔버와 모세관에 채워진 유체를 유체원으로 밀어내는 압력)이 인가되면, 모세관과 챔버를 따라 유체가 아래쪽으로 이동하게 된다.
- [0041] 상기 메인 피펫(100)의 내측면 또는 외측면에는 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)와 대응하는 위치에 기준 유체와 측정 유체의 이동량을 측정하기 위한 눈금이 일정 간격으로 형성된다.
- [0042] 상기 측정 유체의 점도는 상기 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 상기 제1 챔버(112)에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버(112)에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 상기 제2 챔버(122)에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버(122)에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 계산될 수 있다. 기준 유체의 이동량(n_{ref})과 측정 유체의 이동량(n_{test})은 메인 피펫(100)에 형성된 눈금을 읽어 측정할 수 있다.
- [0043] 구체적으로, 측정 유체의 점도는 아래의 수학적 식 1로부터 계산될 수 있다.
- [0044] [수학적 식 1]

$$\mu_{test} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \cdot \mu_{ref}$$

- [0045]
- [0046] 상기 수학적 식 1에서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, 및 n_{test} 는 측정 유체의 이동량이다.
- [0047] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.
- [0048] 도 1에 도시된 점도계는 기준 유체가 이동하는 제1 모세관(110)과 제1 챔버(112)가 형성되고, 측정 유체가 이동하는 제2 모세관(120)과 제2 챔버(122)가 형성되는 것을 예로 들어 설명하였다.

- [0049] 그러나 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 점도계는 측정 유체가 유동하는 복수의 모세관과 챔버가 형성될 수 있다.
- [0050] 즉, 도 2에 도시된 실시 예는 기본적으로 도 1에 도시된 점도계와 동일하다. 다만, 측정 유체가 이동할 수 있는 복수의 모세관과 복수의 챔버가 형성된 것만이 상이하다.
- [0051] 도 3는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.
- [0052] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계는 도 1에 도시된 점도계와 기본적인 구성은 동일하다. 다만, 압력 공급 장치(200), 및 메인 피펫(100) 사이에 공기 챔버를 구비하는 점에서 차이가 있다.
- [0053] 비뉴톤 유체(non-Newtonian fluids)의 경우, 전단 속도(shear rate)에 따라 유체의 점도가 변화한다. 전단 속도는 유체의 체적 플로우 레이트(volumetric flow rates)에 따라 변화하고, 체적 플로우 레이트는 압력 변화에 따라 변화한다.
- [0054] 따라서, 압력 공급 장치(200)가 주사기와 같이 기준 유체와 측정 유체에 일정한 압력을 공급하지 못하는 경우에는, 비뉴톤 유체의 점도를 정확하게 측정할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 압력 공급 장치(200)와 메인 피펫(100) 사이에 공기 챔버를 구비함으로써, 압력 공급 장치(200)로부터 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)로 일정한 압력을 공급할 수 있다.
- [0055] 이때, 공기 챔버는 일종의 버퍼와 같은 역할을 수행함으로써, 압력 공급 장치(200)로부터 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)로 일정한 압력을 공급하게 된다.
- [0056] 공기 챔버가 버퍼의 역할을 수행하기 위해서는, 공기 챔버의 체적(V2)과 주사기의 플런저가 이동하는 체적(V1)은 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122) 내에서 유체가 이동하는 체적(V3)보다 충분히 크게(예를 들어, 10배) 설정되는 것이 바람직하다.
- [0057] 다만, 압력 공급 장치(200)가 전자식 또는 기계식으로 동작되어 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)로 일정한 압력을 공급할 수 있다면, 공기 챔버를 구비할 필요는 없다.
- [0058] 도 4은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다. 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.
- [0059] 도 4 및 도 5에 도시된 실시 예는 측정 유체가 이동할 수 있는 또 다른 모세관과 또 다른 챔버가 형성된 확장 메인 피펫(100)을 상기 메인 피펫(100)에 연결할 수 있는 점도계를 설명하기 위한 것이다.
- [0060] 즉, 도 4 및 도 5에 도시된 실시 예는 도 1에 도시된 메인 피펫(100)에 확장 피펫(300)을 연결하기 위한 것으로, 기본적으로 도 1에 도시된 메인 피펫(100)의 구성을 포함한다.
- [0061] 이를 위해, 상기 메인 피펫(100)에는 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)와 연통하는 연결구(150)가 형성된다.
- [0062] 상기 연결구(150)에는 확장 피펫(300)이 연결된다. 상기 확장 피펫(300)은 유체원으로부터 확장 모세관(310)을 통해 점도를 측정하고자 하는 측정 유체가 이동하는 확장 챔버(312)가 형성된다. 상기 연결구(150)를 통해 제1 챔버(112), 제2 챔버(122), 및 확장 챔버(312)는 서로 연통한다. 그리고 상기 압력 공급 장치(200)는 압력 공급구(130)를 통해 제1 챔버(112), 제2 챔버(122), 및 확장 챔버(312)에 압력을 인가할 수 있다. 확장 모세관(310)은 제1 모세관(110) 및 제2 모세관(120)과 동일한 형상으로 형성되고, 확장 챔버(312)는 제1 챔버(112) 및 제2 챔버(122)와 동일한 형상으로 형성된다.
- [0063] 상기 연결구(150)에 확장 피펫(300)을 연결하는 구조에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0064] 도 4을 참조하면, 상기 확장 피펫(300)에는 상기 확장 챔버(312)와 연통하는 확장구(350)가 형성되고 상기 확장구(350)의 주변에는 확장 돌기(352)가 돌출되어 형성된다. 그리고 상기 확장 돌기(352)는 상기 연결구(150)에 압입되어 결합함으로써, 상기 확장 피펫(300)이 상기 메인 피펫(100)에 연결되어, 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122) 및 확장 챔버(312)가 서로 연통하도록 결합될 수 있다.
- [0065] 그리고 상기 확장 피펫(300)에는 또 다른 확장 피펫(300)과 연결하기 위한 확장 연결구(354)가 형성될 수 있다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 상기 연결구(150')의 주변에는 연결 돌기(152')가 돌출 형성되고, 상기 연결 돌기(152')의 외주면에는 나사산이 형성될 수 있다.

- [0067] 상기 확장 피펫(300)에는 상기 확장 챔버(312)와 연통하는 확장구(350')가 형성되고, 상기 확장구(350')의 주변에는 확장 돌기(352')가 돌출 형성될 수 있다. 그리고 상기 확장 돌기(352')에는 상기 연결 돌기(152')의 나사와 나사 체결되는 확장 너트(354')가 구비될 수 있다.
- [0068] 상기 확장 돌기(352')에 구비된 확장 너트(354')를 통해 상기 확장 피펫(300)을 상기 메인 피펫(100)에 결합함으로써, 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122) 및 확장 챔버(312)가 서로 연통하도록 결합될 수 있다.
- [0069] 그리고 상기 확장 피펫(300)에는 또 다른 확장 피펫(300)과 연결하기 위한 확장 연결구(354')가 형성될 수 있다.
- [0070] 이와 같이, 확장 피펫(300)을 메인 피펫(100)에 결합하고, 또 다른 확장 피펫(300)을 확장 피펫(300)에 순차적으로 결합함으로써, 복수의 측정 유체의 점도를 동시에 측정할 수 있다.
- [0071] 도 6는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계의 구성을 도시한 도면이다.
- [0072] 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계는 내부에 기준 유체가 유동하는 제1 모세관(110)과 제1 챔버(112)가 형성되고, 측정 유체가 유동하는 제2 모세관(120)과 제2 챔버(122)가 형성되는 메인 피펫(100), 상기 제1 챔버(112)와 상기 제2 챔버(122)에 압력을 공급하는 압력 공급 장치(200), 상기 제1 챔버(112) 및 상기 제2 챔버(122)를 유동하는 유체의 이동량을 측정하는 감지부(400), 및 상기 제1 챔버(112) 및 상기 제2 챔버(122)를 유동하는 유체의 이동량에 기초하여 상기 측정 유체의 점도를 계산하는 제어기(500)를 포함할 수 있다.
- [0073] 상기 메인 피펫(100)과 압력 공급 장치(200)의 구성은 도 1에 도시된 메인 피펫(100)과 동일하다. 다만, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 점도계는 기준 유체와 측정 유체의 이동량을 감지하는 감지부(400)와 제어기(500)를 더 포함하는 점에서 차이가 있다.
- [0074] 상기 감지부(400)는 유체의 이동량을 측정할 수 있는 센서일 수 있다. 예를 들어, 상기 감지부(400)는 근접 센서, 또는 광학 센서일 수 있다. 그러나 본 발명의 권리 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0075] 상기 제어기(500)는 미리 저장된 기준 유체의 점도(μ_{ref}), 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 상기 제1 챔버(112)에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버(112)에 정압을 인가하였을 때 감지부(400)를 통해 측정된 기준 유체의 이동량(n_{ref}), 및 상기 압력 공급 장치(200)를 통해 상기 제2 챔버(122)에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버(122)에 정압을 인가하였을 때 감지부(400)를 통해 측정된 측정 유체의 이동량(n_{test})으로부터 상기 측정 유체의 점도를 계산할 수 있다.
- [0076] 구체적으로, 상기 제어기(500)는 상기 수학식 1을 통해 측정 유체의 점도를 계산할 수 있다.
- [0077] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 점도계를 통해 측정 유체의 점도를 산출하는 방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.
- [0078] 도 7 및 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 점도계를 통해 유체의 점도를 측정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서, 도 1에 도시된 본 발명의 실시예에 따른 점도계를 예로 들어 설명한다. 본 발명의 다른 실시예에 따른 점도계를 통한 측정 유체의 점도 측정 방법도 아래에서 설명될 방법과 동일하다.
- [0079] 도 7 및 도 8을 참조하면, 메인 피펫(100)을 기준 유체가 저장된 기준 유체원과 측정 유체가 저장된 측정 유체원에 담그고, 상기 압력 공급 장치(200)를 이용하여 상기 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112) 및 제2 챔버(122)에 부압을 인가하면, 기준 유체는 기준 유체원으로부터 제1 모세관(110)과 제1 챔버(112)를 따라 위쪽으로 이동하고, 측정 유체는 측정 유체원으로부터 제2 모세관(120)과 제2 챔버(122)를 따라 위쪽으로 이동한다.
- [0080] 이때, 기준 유체는 $nr1$ 의 위치까지 이동하고, 측정 유체는 $nt1$ 의 위치까지 이동한다. 여기서, $nr1$ 과 $nt1$ 은 메인 피펫(100)에 형성된 눈금으로부터 측정할 수 있다.
- [0081] 그리고 상기 압력 공급 장치(200)를 이용하여 상기 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112) 및 제2 챔버(122)에 정압을 인가하면, 기준 유체는 제1 모세관(110)과 제1 챔버(112)를 따라 아래쪽으로 이동하면서 기준 유체원으로 배출되고, 측정 유체는 제2 모세관(120)과 제2 챔버(122)를 따라 아래쪽으로 이동하면서 측정 유체원으로 배출된다.
- [0082] 이때, 기준 유체는 $nr2$ 의 위치에서 $nr2$ 의 위치로 이동하고, 측정 유체는 $nt2$ 의 위치에서 $nt2$ 의 위치로 이동한다. 여기서, $nr2$ 와 $nt2$ 는 메인 피펫(100)에 형성된 눈금으로부터 측정할 수 있다.
- [0083] 따라서, 제1 챔버(112)에 부압을 인가한 후 상기 제1 챔버(112)에 정압을 인가하였을 때 기준 유체의 이동량

(nref)은 nr2가 되고, 제2 챔버(122)에 부압을 인가한 후 상기 제2 챔버(122)에 정압을 인가하였을 때 측정 유체의 이동량(ntest)은 nt2가 된다.

[0084] 기준 유체와 측정 유체가 메인 피펫(100)의 모세관들을 통해 흐를 때, 기준 유체와 측정 유체의 체적 플로우 레이트(volumetric flow rates: Q)는 다음과 같이 결정될 수 있다.

[0085] [수학식 2]

$$Q = \frac{\pi^4 \Delta P}{8 \mu L}$$

[0086]

상기 수학식 2에서, r은 모세관 반경이며, ΔP는 스마트 메인 피펫(100)의 각 모세관을 통한 압력 강하이며, μ는 점도이며, L은 모세관의 길이이다.

[0088] 위의 수학식 2에서, ΔP는 다음과 같이 정의될 수 있다.

[0089] [수학식 3]

$$\Delta P = P_{atm} - P_p + P_c$$

[0090]

상기 수학식 3에서, Patm은 대기압이며, Pp는 압력 공급 장치(200)를 통해 정압을 인가하였을 때 챔버 내부에서 생성된 내부 공기 압력이며, Pc는 다음과 같이 규정된 모세관 압력이다.

[0092] [수학식 4]

$$P_c = 2 \sigma \cos \theta \frac{1}{r}$$

[0093]

상기 수학식 4에서, σ는 액체의 계면 장력이며, θ는 모세관 표면상의 액체의 접촉 각이다.

[0095] 메인 피펫(100)의 각 챔버의 단면은 각 모세관의 단면에 비해 충분히 크게 형성되기 때문에, Pc는 무시할 수 있다. 그리고 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)는 동일한 형상으로 형성되고, 제1 모세관(110)과 제2 모세관(120)은 동일한 형상으로 형성되기 때문에, 각 모세관에서의 ΔP는 동일하다.

[0096] 또한, 모세관의 단면이 큰 대형 모세관의 경우, 각 챔버들을 통한 압력 강하가 각 챔버들과 직렬 연결된 모세관들을 통한 ΔP에 상당한 영향을 미친다(도 9 참조).

[0097] 따라서, 각 챔버와 각 모세관 사이의 유압 저항(hydraulic resistance)은 다음과 같이 결정되는 것이 바람직하다.

[0098] [수학식 5]

[0099] $R_{ca} > 410 R_{f1}$

[0100] 상기 수학식 5에서, Rca는 모세관의 유압 저항이고, Rf1은 챔버의 유압 저항이며, 유압 저항(R)은 다음의 수학식 6과 같이 정의된다.

[0101] [수학식 6]

$$R = \frac{8 \mu L}{\pi^4 r^4}$$

[0102]

상기 수학식 6에서, r은 모세관 반경이며, μ는 점도이며, L은 모세관의 길이이다.

[0104] 위의 수학식 2는 각각의 모세관(제1 모세관(110), 및 제2 모세관(120))에 대해 개별적으로 적용될 수 있다. 또한, 압력 강하 및 기하학적 구조가 두 모세관 모두에 대해 동일하기 때문에, 측정 유체의 점도는 다음의 수학식으로 표현될 수 있다.

[0105] [수학식 7]

$$\mu_{test} = \left(\frac{Q_{ref}}{Q_{test}} \right) \mu_{ref} = \left(\frac{n_{ref} \cdot A / t}{n_{test} \cdot A / t} \right) \mu_{ref} = \frac{n_{ref}}{n_{test}} \mu_{ref}$$

[0106]

[0107] 상기 수학식 7에서, μ_{test} 는 측정 유체의 점도, μ_{ref} 는 기준 유체의 점도, n_{ref} 는 기준 유체의 이동량, n_{test} 는 측정 유체의 이동량, A 는 각 챔버의 단면적, 및 t 는 액체 분배에 필요한 시간이다.

[0108] 한편, 비뉴턴 유체(non-Newtonian fluids)의 점도를 측정하기 위해 메인 피펫(100)의 제1 챔버(112)와 제2 챔버(122)에 일정한 압력을 공급하지 못하는 주사기와 같은 압력 공급 장치(200)를 사용하는 경우에 대해 설명한다.

[0109] 즉, 비뉴턴 유체는 전단 속도(shear rate)에 따라 유체의 점도가 변화하기 때문에, 전단 속도가 일정하지 않으면 측정 유체의 점도를 정확하게 측정할 수 없다.

[0110] 유체의 전단 속도(shear rate)는 체적 플로우 레이트(Q)와 모세관의 직경(r)의 함수이고, 다음의 수학식과 같이 표현될 수 있다.

[0111] [수학식 8]

$$\gamma = \frac{4Q}{\pi r^3}$$

[0112]

[0113] 위의 수학식 8에서 알 수 있듯이, 전단 속도는 체적 플로우 레이트(Q)와 모세관의 직경(r)에 의해 결정되는 것을 알 수 있다.

[0114] 수학식 2에서 알 수 있듯이, 체적 플로우 레이트(Q)는 모세관의 압력 강하(ΔP)와 유체의 점도에 의해 결정된다. 그리고 수학식 3에서 알 수 있듯이, 모세관의 압력 강하(ΔP)는 압력 공급 장치(200)를 통해 챔버 내부에 생성된 공기 압력에 종속된다.

[0115] 따라서, 압력 공급 장치(200)에서 공급되는 압력이 일정하지 않으면, 측정 유체의 점도를 정확하게 측정할 수 없다.

[0116] 이러한 문제를 해결하기 위해, 압력 공급 장치(200)와 메인 피펫(100)의 사이에 공기 챔버를 구비함으로써, 압력 공급 장치(200)로부터 메인 피펫(100)의 챔버들로 일정한 압력을 공급할 수 있고, 이로 인해 측정 유체의 점도를 정확하게 측정할 수 있게 된다.

[0117] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시 예에 따른 점도계에 의하면, 복잡한 장비 또는 이론적 추정 없이도 알려지지 않은 측정 유체의 점도를 간단한 계산을 통해 정확하게 계산할 수 있다.

[0118] 이상을 통해 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청 구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

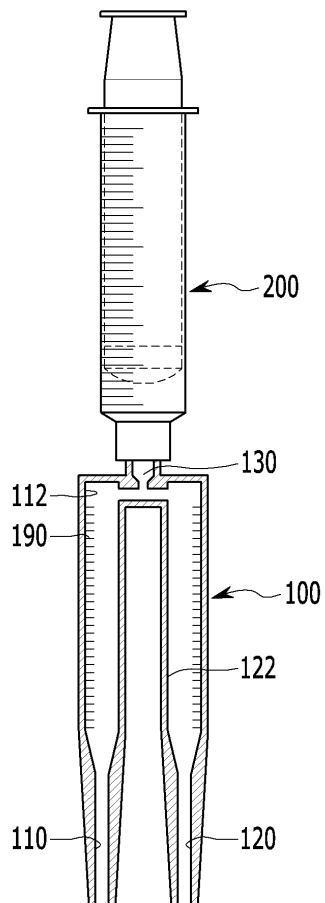
부호의 설명

- [0119]
- 100: 메인 피펫
 - 110: 제1 모세관
 - 112: 제1 챔버
 - 120: 제2 모세관
 - 122: 제2 챔버
 - 130: 압력 공급구
 - 150: 연결구
 - 200: 압력 공급 장치

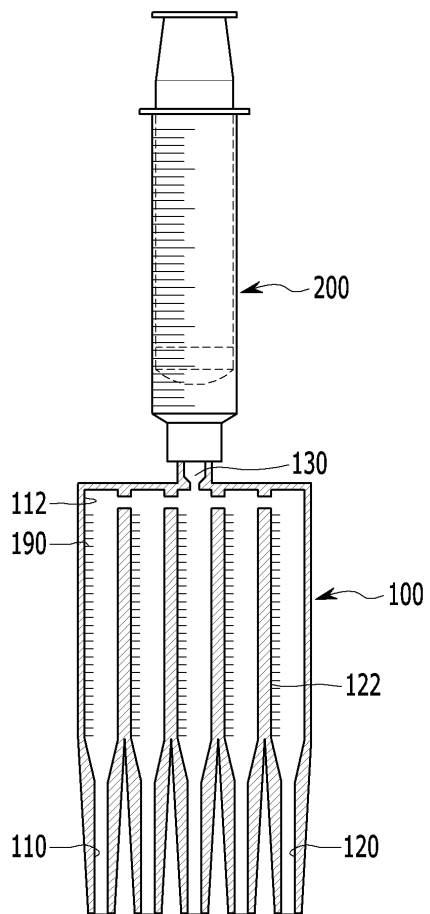
- 210: 공기 챔버
- 300: 확장 피펫
- 310: 확장 모세관
- 312: 확장 챔버
- 350, 350': 확장구
- 352, 352': 확장 돌기
- 354, 345': 확장 연결구
- 354': 확장 너트
- 400: 감지부
- 500: 제어기

도면

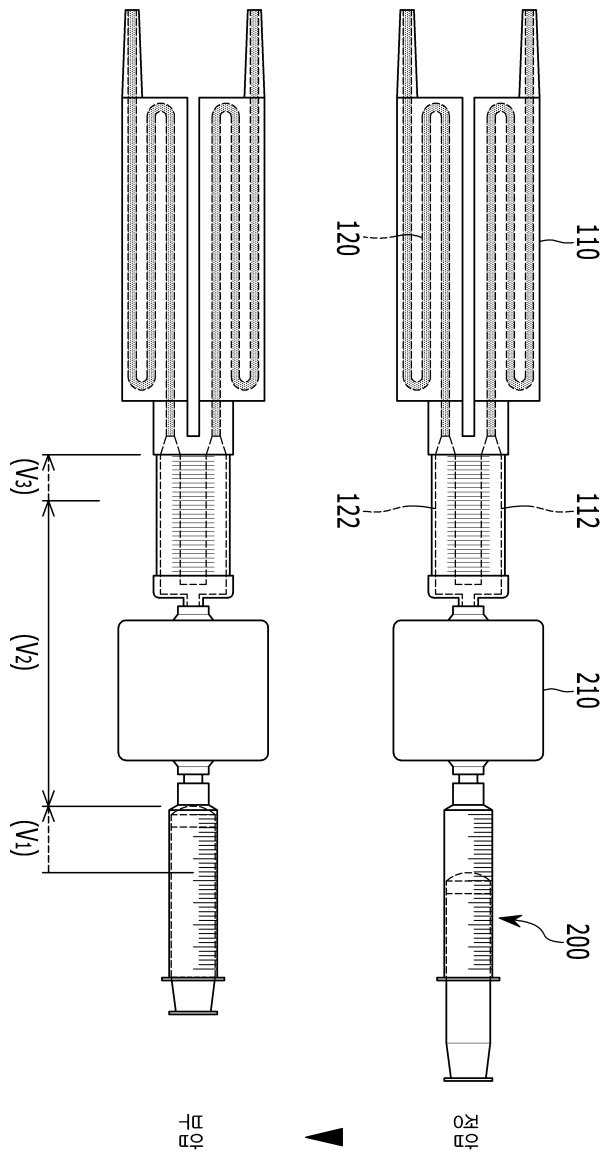
도면1



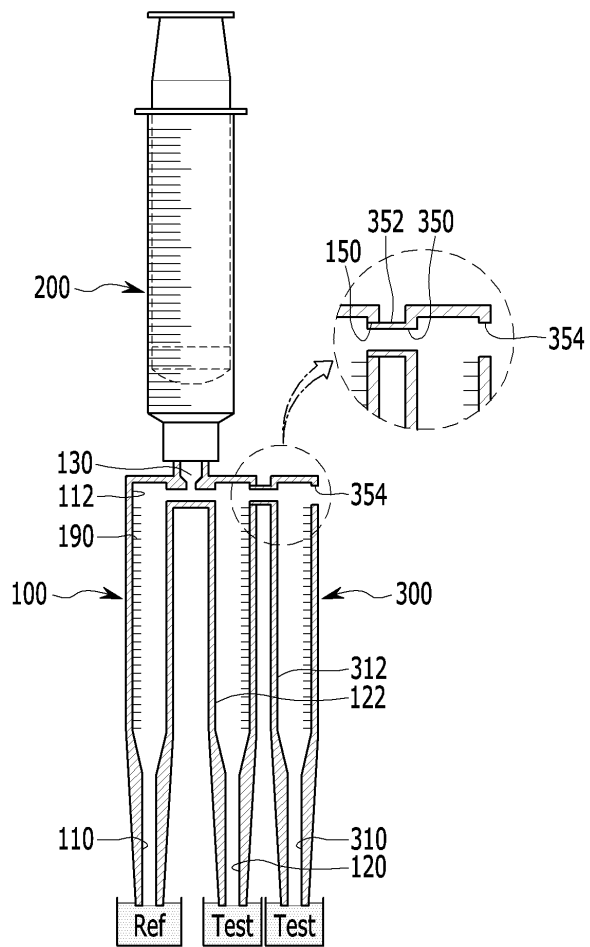
도면2



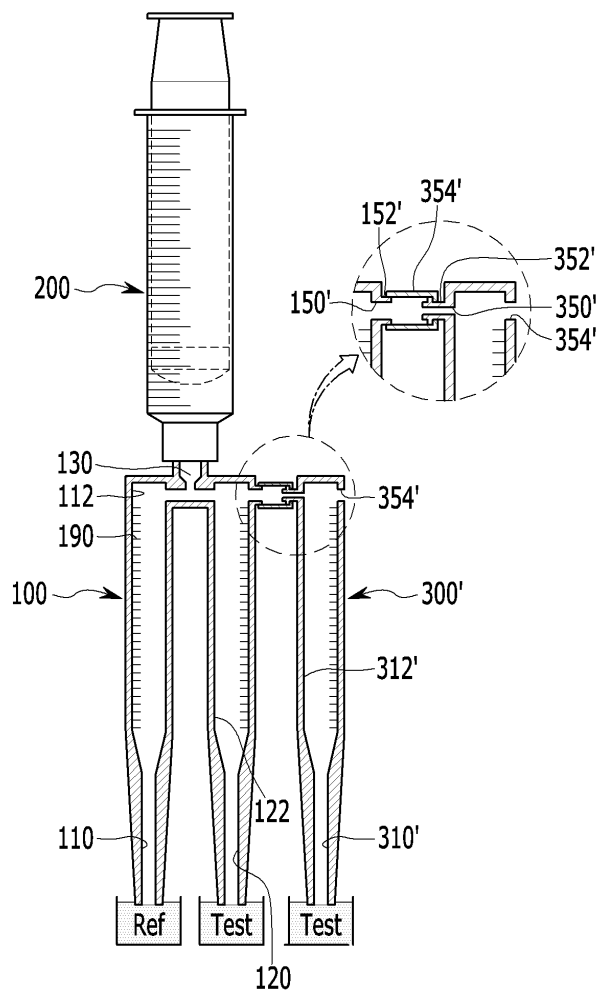
도면3



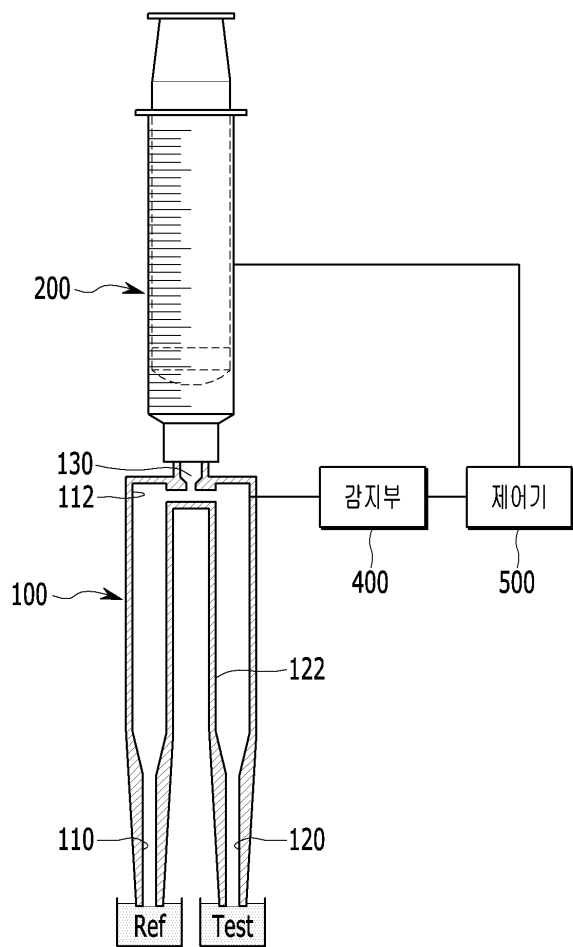
도면4



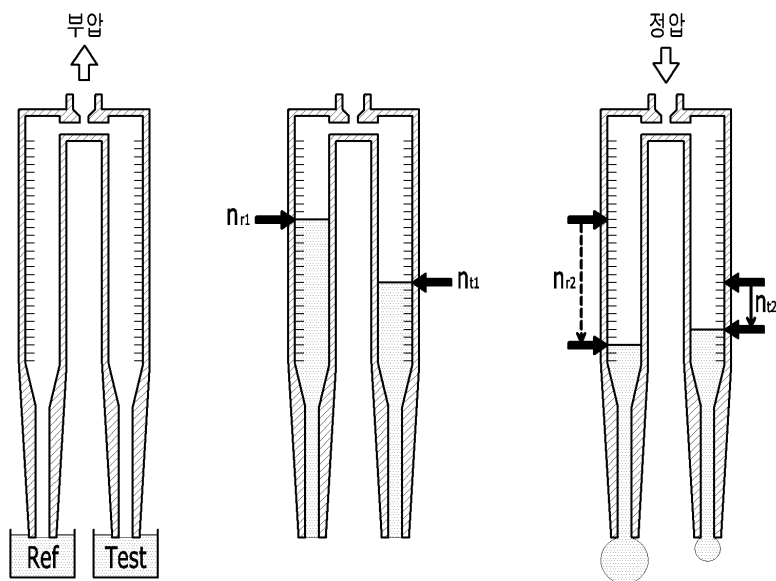
도면5



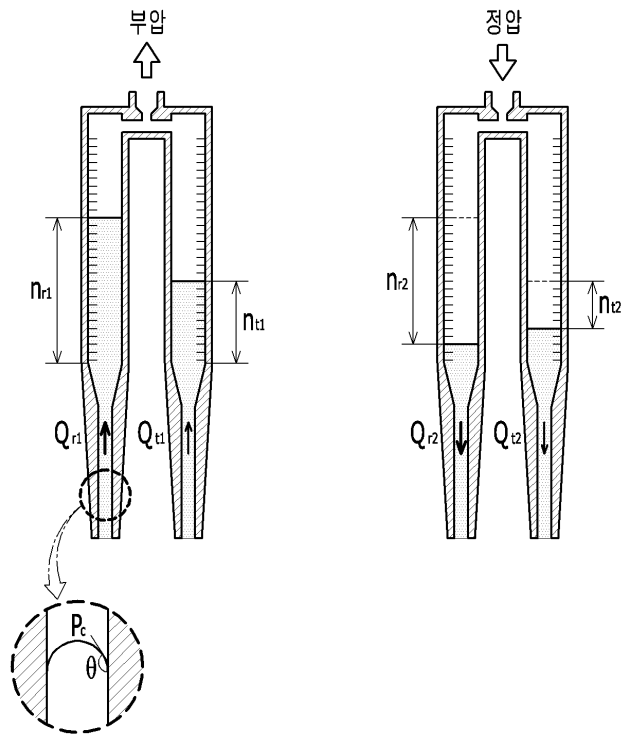
도면6



도면7



도면8



도면9

