

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(43) 국제공개일
2011년 9월 1일 (01.09.2011)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2011/105668 A1

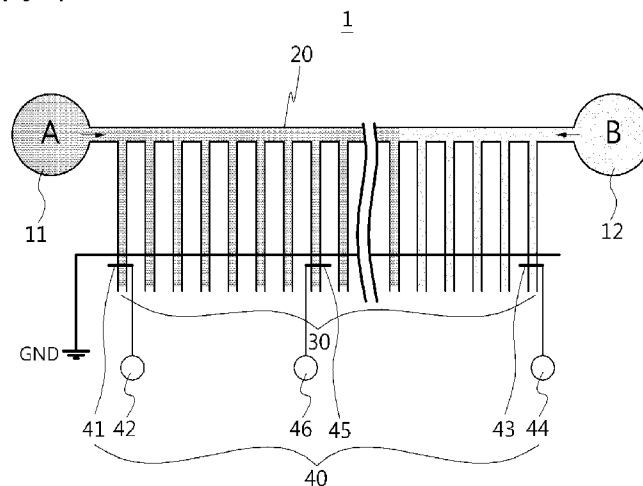
- (51) 국제특허분류: *G01N 11/04* (2006.01) *G01N 13/00* (2006.01) *G01N 33/49* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/005498
- (22) 국제출원일: 2010년 8월 19일 (19.08.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2010-0016104 2010년 2월 23일 (23.02.2010) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1, 500-712 Gwangju (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 양성 (YANG, Sung) [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1 광주과학기술원 정보기전공학부, 500-712 Gwangju (KR). 강양준 (KANG, Yang-Jun) [KR/KR]; 광주광역시 북구 오룡동 1 광주과학기술원 정보기전공학부, 500-712 Gwangju (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADEMARK LAW FIRM); 서울 서초구 양재동 82-2 우도빌딩 3층, 137-890 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: FLUID VISCOSITY MEASURING DEVICE

(54) 발명의 명칭 : 유체 점도 측정 장치

[Fig. 10]



(57) Abstract: Disclosed is a fluid viscosity measuring device which can measure the viscosity of a fluid such as blood. The fluid viscosity measuring device of the present invention comprises: a first fluid inlet portion in which a fluid, the viscosity of which is to be measured, is injected, and a second fluid inlet portion in which a reference fluid having a standard viscosity is injected; a connection pipe configured to connect the first fluid inlet portion to the second fluid inlet portion and form a passage for the fluid, the viscosity of which is to be measured, and the reference fluid; a plurality of counting channels in communication with the connection pipe at a predetermined distance to be filled with the two fluids flowing along the passage, respectively; and a boundary surface measuring unit configured to count the counting channels filled with the two fluids, respectively.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2011/105668 A1

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

혈액(Blood) 등과 같은 유체의 점도(viscosity)를 측정할 수 있는 유체 점도 측정 장치가 개시된다. 본 발명의 유체 점도 측정 장치는, 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체가 주입되는 제 1 유체 주입부 및 기준 점도를 가지는 기준유체가 주입되는 제 2 유체 주입부와, 상기 제 1 유체 주입부와 상기 제 2 유체 주입부를 상호 연결하며 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체의 유로를 형성하는 연결관과, 상기 연결관에 일정 간격으로 연통 배치되며 상기 연결관 유로상으로 유동되는 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체가 각각 채워지는 복수 개의 카운팅채널과, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체에 의해 채워지는 각각의 상기 카운팅채널의 개수를 측정하기 위한 경계면측정부를 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 유체 점도 측정 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 점도계(viscometer)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 혈액(Blood) 등과 같은 유체의 점도(viscosity)를 측정할 수 있는 유체 점도 측정 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 혈액 등과 같은 유체의 점도를 측정하기 위한 유체 점도 측정 장치를 점도계(viscometer)라고 하며, 현재 많이 사용되는 점도계의 종류는 모세관 점도계, 회전식 점도계 등이 있다. 그러나, 모세관 점도계나 회전식 점도계와 같은 종래의 점도계는 시료의 소모량(~mL)이 비교적 많고, 많은 측정시간(~1hr)이 필요하며, 측정 오류가 상대적으로 높다. 이에 비하여, 미세유체소자 기반의 점도계는 적은 시료 소모량(~uL), 짧은 측정시간(~min), 그리고, 연속적-실시간으로 반복성 및 재연성에 대한 정확한 평가 등의 장점으로 인하여, 이 분야에 대하여 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 유체점도계는 정확한 유변학적 특성분석을 위하여 필수적이다. 특히, 화학, 생물학, 의용공학분야에서 중요한 분석적인 도구 중의 하나로 고려되고 있다. 점도에 대한 필요성과 유용성 때문에, 빠르고 정확하게 측정할 수 있는 장비에 대한 요구는 증가하고 있다.
- [3] 마이크로 유체소자 기반으로 측정대상 유체의 점도를 측정하기 위하여, 측정대상유체의 유체유동에 의하여 발생하는 마찰손실에 의한 압력강하를 이용한 다양한 방법들이 제안되었다. 종래에 제안된 방법으로는 "a) 직접적인 압력센서를 이용한 점도측정방법과. b) 두 유체의 점도비에 따른 경계면 변화를 이용한 간접적인 점도측정방법"으로 분류된다. 먼저 직접적인 압력센서를 이용하여 점도를 측정하는 방법은 복잡한 캘리브레이션(calibration)과 보정이 필수적이다. 이에 비하여, 두 유체의 경계면의 변화를 이용한 간접적인 점도 측정방법은 압력센서 없이 점도를 쉽게 측정 할 수 있다. 하지만, 두 유체의 점도비나 표면 장력비에 따라 경계면의 형상이 다양하게 바뀌기 때문에, 측정대상유체의 정확한 경계면 검출을 위하여 calibration 및 보정이 필요하고, 더불어 이미지 프로세싱(image processing)이 필요하다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 복수개의 카운팅채널을 갖는 마이크로 채널 어레이를 이용하여 복잡한 calibration 또는 보정 없이 측정대상유체의 점도를 정확하게 측정할 수 있는 유체 점도 측정 장치를 제공하는데 있다.

- [5] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어질 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치는, 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체가 주입되는 제 1 유체 주입부 및 기준 점도를 가지는 기준유체가 주입되는 제 2 유체 주입부와, 상기 제 1 유체 주입부와 상기 제 2 유체 주입부를 상호 연결하며 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체의 유로를 형성하는 연결관과, 상기 연결관에 일정 간격으로 연통 배치되며 상기 연결관 유로 상으로 유동되는 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체가 각각 채워지는 복수 개의 카운팅채널과, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체에 의해 채워지는 각각의 상기 카운팅채널의 개수를 측정하기 위한 경계면측정부를 포함할 수 있다.
- [7] 상기 카운팅채널은 상기 연결관에 수직방향으로 형성될 수 있다.
- [8] 또한, 본 발명의 유체 점도 측정 장치는, 상기 연결관과 상기 카운팅채널의 유체저항비를 증가시켜 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 정규화 상대점도비(normalized relative viscosity, $[m_A/m_B]_{\text{expected}} / [m_A/m_B]_{\text{known}}$, 여기서, $[m_A/m_B]$ 는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 상대점도비, 하첨자 known 및 expected는 기지값 및 예측값)가 1에 수렴되도록 하는 것이 바람직하다.
- [9] 또한, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 마찰손실이 대부분 상기 카운팅채널에서 발생하도록 상기 연결관의 유체저항을 상기 카운팅채널의 유체저항보다 적어도 1000배 이상 작게 설정하며, 더욱 바람직하게는 3000배 이상 작게 설정한다.
- [10] 또한, 본 발명의 유체 점도 측정 장치는, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체에 의해 채워지는 상기 카운팅채널의 개수비와, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 주입유량비를 이용하여 상기 측정대상유체의 점도를 측정할 수 있다. 여기서, 상기 측정대상유체의 점도는 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 주입유량 및 각각의 유체에 의해 채워지는 카운팅채널의 개수의 함수로 표현될 수 있으며, 보다 구체적으로, 상기 측정대상유체의 점성 계수는 이하 수학식에 기초하여 계산될 수 있다.
- [11]
- $$\mu_A = \mu_B \left(\frac{N_A}{N_B} \right) \left(\frac{Q_B}{Q_A} \right)$$
- [12] 여기서, μ_A 와 μ_B 는 각각 측정대상유체와 기준유체의 점성계수이고, N_A 와 N_B 는 각각 측정대상유체와 기준유체에 의해 채워지는 카운팅채널의 개수이며, Q_A 와 Q_B 는 각각 측정대상유체와 기준유체의 주입유량이다.
- [13] 상기 측정대상유체는 전단률(Shear Rate)에 따라 점도가 변화되는 비뉴턴

유체(non-Newtonian Fluid)를 포함하고, 상기 기준유체는 전단률(Shear Rate)에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체(Newtonian Fluid)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 측정대상유체는 혈액(Blood)이고, 상기 기준유체는 인산완충식염수(Phosphate Buffered Saline,PBS)일 수 있다.

[14] 혹은, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체는 전단률에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 측정대상유체는 SDS 용액(SDS solution)이고, 상기 기준유체는 초순수(DI water)일 수 있다.

[15] 상기 경계면측정부는, 상기 측정대상유체가 채워지는 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 1 전극의 저항을 검출하는 제 1 저항 검출부와, 상기 기준유체가 채워지는 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 2 전극, 및 상기 제 2 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 2 전극의 저항을 검출하는 제 2 저항 검출부와, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 주입유량비를 변경하여 두 유체의 경계면을 이동시키면서 고정 경계면을 검출하기 위하여 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 3 전극, 및 상기 제 3 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 3 전극의 저항을 검출하는 제 3 저항 검출부를 포함할 수 있다.

[16] 또한, 본 발명의 유체 점도 측정 장치는, 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체가 주입되는 제 1 유체 주입부 및 기준 점도를 갖는 기준유체가 주입되는 제 2 유체 주입부와, 상기 제 1 유체 주입부와 상기 제 2 유체 주입부를 상호 연결하며, 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체의 유로를 형성하는 연결관과, 상기 연결관에 일정 간격으로 연통 배치되며, 상기 연결관 유로 상으로 유동되는 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체가 각각 채워지는 복수 개의 카운팅채널을 포함하며, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 마찰손실이 대부분 상기 카운팅채널에서 발생하도록 상기 연결관의 유체저항을 상기 카운팅채널의 유체저항보다 적어도 1000배 이상 작게 설정하는 것을 특징으로 한다.

[17] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[18] 상기한 바와 같은 본 발명의 유체 점도 측정 장치에 따르면, 기준 점도를 갖는 기준유체와 혈액 등과 같은 점도 측정대상유체의 상대적인 점도 차이에 의해 카운팅 채널에 채워진 채널의 개수가 변하고, 이를 전기 저항의 변화를 이용하면 측정가능하며, 이로부터 측정대상유체의 점도를 쉽게 측정할 수 있다. 즉, 본 발명의 유체 점도 측정 장치는 복수개의 카운팅채널을 갖는 마이크로 채널 어레이를 이용하여 복잡한 calibration 또는 보정 없이 측정대상유체의 점도를 정확하게 측정할 수 있다.

[19] 또한, 뉴턴 유체뿐만 아니라, 혈액 등과 같은 비뉴턴 거동을 하는 유체에

대해서도 다양한 진단률에 대한 점도를 간편하고, 정확하게 측정할 수 있다.

- [20] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치의 개략도,
 [22] 도 2는 본 발명의 유체 점도 측정 장치를 이용하여 유체의 점도를 측정하는 원리를 설명하기 위한 도면,
 [23] 도 3은 본 발명의 유체 점도 측정 장치의 수학적 모델링을 설명하기 위한 도면,
 [24] 도 4는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량비(Q_A/Q_B)에 따른 카운팅채널에 채워진 채널 개수비(N_A/N_B)에 대한 이론적인 설명을 위한 그래프,
 [25] 도 5는 연결관의 유체저항에 관련된 변수(L_m, W_m, H_m)와 카운팅채널의 유체저항에 관련된 변수(L_c, W_c, H_c)를 설명하기 위한 도면,
 [26] 도 6은 연결관 및 카운팅채널의 유체저항비(R_c/R_m) 조건을 만족하는 유체 점도 측정 장치에서, 동일한 점도($m_A=m_B$)를 갖는 측정대상유체와 기준유체의 주입유량비 변화에 따른 카운팅채널에 채워진 채널 개수에 대한 수치해석 결과를 보여주는 도면,
 [27] 도 7은 연결관 및 카운팅채널의 유체저항비에 따른 정규화 상대점도(normalized relative viscosity, $[m_A/m_B]_{\text{expected}} / [m_A/m_B]_{\text{known}}$, 여기서, $[m_A/m_B]$ 는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 상대점도비, 하첨자 known 및 expected는 기지값 및 예측값)와 측정오류 관계를 보여주는 그래프,
 [28] 도 8은 본 발명의 유체 점도 측정 장치에 대하여 유도된 이론관계식을 실험적으로 검증하기 위하여 동일점도를 갖는 두 유체의 유량비 변화에 따른 각 유체가 카운팅채널에 채워진 개수 검출을 위하여 측정된 이미지를 보여주는 도면,
 [29] 도 9는 측정대상유체와 기준유체의 주입유량비에 따라 카운팅채널에 측정대상유체가 채워진 채널 개수에 대한 이론적 예측, 실험결과, 그리고 두 방법의 편차에 대한 그래프,
 [30] 도 10은 측정대상유체와 기준유체가 카운팅채널에 채워진 채널 개수를 일정 고정하기 위하여 두 유체의 주입유량비를 조정하여 점도를 측정하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면,
 [31] 도 11은 측정대상유체와 기준유체의 주입유량비의 조정에 의하여 두 유체의 경계면을 경계면 검출용 전극 위치에 이동하는 방법을 설명하기 위한 도면,
 [32] 도 12는 (a) 동일유량조건 ($Q_A/Q_B=1000:1000$ mL/h)에서 2.5%의 SDS 농도에 의하여 카운팅채널에 채워진 채널 개수와, (b) 기준유체가 채워진 채널 개수가 26개를 만족할 때의 주입유량($Q_A/Q_B=750:1000$ mL/h)을 보여주는 도면,
 [33] 도 13은 (a) 동일유량조건 ($Q_A/Q_B=1000:1000$ mL/h)에서 5.0%의 SDS 농도에

- 의하여 카운팅채널에 채워진 채널 개수와, (b) 기준유체가 채워진 채널 개수가 26개를 만족할 때의 주입유량($Q_A/Q_B=620:1000$ mL/h)을 보여주는 도면,
- [34] 도 14는 (a) 동일유량조건 ($Q_A/Q_B=1000:1000$ mL/h)에서 7.5%의 SDS 농도에 의하여 카운팅채널에 채워진 채널 개수와, (b) 기준유체가 채워진 채널 개수가 26개를 만족할 때의 주입유량($Q_A/Q_B=490:1000$ mL/h)을 보여주는 도면,
- [35] 도 15는 (a) 동일유량조건 ($Q_A/Q_B=1000:1000$ mL/h)에서 10.0%의 SDS 농도에 의하여 카운팅채널에 채워진 채널 개수와, (b) 기준유체가 채워진 채널 개수가 26개를 만족할 때의 주입유량($Q_A/Q_B=430:1000$ mL/h)을 보여주는 도면, 그리고,
- [36] 도 16은 4가지 SDS 농도(2.5%, 5%, 7.5%, 10%)를 이용하여 4가지 점도조건을 만들고, 이를 이용하여 본 발명에서 제안된 방법과 상용 점도계 (conventional HAAKE MARS)를 이용하여 측정된 점도값 및 두 방법에 대한 차이(normalized deviation)을 보여주는 도면이다.
- 발명의 실시를 위한 형태**
- [37] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [38] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치를 상세히 설명하기로 한다. 참고로 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치의 개략도이다.
- [40] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치(1)는 유체 주입부(11,12), 연결관(20) 및 카운팅채널(30) 등을 포함할 수 있다.
- [41] 유체 주입부는 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체(A)가 주입되는 제 1 유체 주입부(11)와, 기준 점도를 가지는 기준유체(B)가 주입되는 제 2 유체 주입부(12)를 포함할 수 있다.
- [42] 여기서, 점도를 이미 알고 있는 기준유체(B)는 측정대상유체(A)와 혼합되지 않는 유체이고, 전단률(Shear Rate)과 무관한 일정한 점도를 갖는 뉴턴 유체(Newtonian Fluid)가 사용된다. 본 발명의 실시예로서, 측정대상유체(A)가 전단률에 따라 점도가 변화하는 비뉴턴 유체(non-Newtonian Fluid), 예컨대, 혈액(Blood)일 경우에 기준유체(B)는 뉴턴 거동을 하는

인산완충식염수(Phosphate Buffered Saline: PBS)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한 측정대상유체(A)가 전단률에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체(Newtonian Fluid), 예컨대, SDS 용액일 경우에 기준유체(B)는 뉴턴 거동을 하는 초순수(DI water)를 사용하는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명에 따른 유체 점도 측정 장치(1)는 전단률에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체와 전단률에 따라 점도가 변화하는 비뉴턴 유체에 대한 점도를 동시에 측정이 가능하다.

- [43] 또한, 측정대상유체(A)와 기준유체(B)를 제 1 유체 주입부(11)와 제 2 유체 주입부(12)에 각각 주입하기 위해서는 펌프(미도시)와 밸브(미도시) 등을 구비할 수 있다.
- [44] 연결관(20)은 제 1 유체주입부(11)와 제 2 유체주입부(12) 사이를 상호 연결한다. 연결관(20)은 내부에 측정대상유체(A) 및 기준유체(B)의 유로가 형성되는 관(Tube)형상으로 마련된다. 본 발명의 실시예로서, 연결관(20)은 사각 단면 형상을 갖는 사각통 형상으로 마련되나, 본 발명과 달리 원형 및 다각형 단면 형상으로 마련 될 수 있다.
- [45] 카운팅채널(30)은 연결관(20)에 일정 간격으로 연통 배치되고, 연결관(20) 유로상으로 유동되는 측정대상유체(A) 및 기준유체(B)가 각각 채워질 수 있도록 복수 개로 마련된다. 카운팅채널(30)은 연결관(20) 내 측정대상유체(A) 및 기준유체(B)의 유동방향의 가로방향, 즉 연결관(20)에 수직 방향으로 배치되고, 카운팅채널(30)의 유체저항이 연결관(20)의 유체저항에 대비하여 상대적으로 큰 조건하에서 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 유동특성, 특히 두 유체(A,B)의 점도가 카운팅채널(30)에서 결정되게 하는 역할을 한다. 이러한 카운팅채널(30)은 MEMS으로 채널의 단면적을 사각형 및 임의 형상으로 제작이 가능하다.
- [46] 도 2는 본 발명의 유체 점도 측정 장치를 이용하여 유체의 점도를 측정하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [47] 도 2에 도시된 바와 같이, 측정대상유체(A) 및 기준유체(B)의 상대점도 차이로 인한 마찰손실에 의한 압력강하에 의하여 카운팅채널(30)에 채워지는 두 유체(A,B)의 채널 개수가 변한다. 이를 이용하면, 즉, 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 카운팅채널(30)의 개수(N_A , N_B)와, 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량(Q_A , Q_B)을 이용하여 측정대상유체(A)의 점도(m_A)를 계산할 수 있다.
- [48] 도 3은 본 발명의 유체 점도 측정 장치의 수학적 모델링을 설명하기 위한 도면이다.
- [49] 도 3에 도시된 바와 같이, 측정대상유체(A)의 점도(m_A)는 기준유체(B)의 점도(m_B), 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 카운팅채널(30)의 개수(N_A , N_B), 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량(Q_A , Q_B)에 의하여 결정된다.

[50] 간단하게 상사화(Similarity Law)를 이용하면, 주입유량 및 유체저항을 각각 전류 및 저항으로 간략하게 표시할 수 있다. 여기서, 도 3(a)는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입에 의하여 연결관(20)에서 발생하는 유체저항($R_{m,A}$ 및 $R_{m,B}$)을 고려한 수학적 모델링이다. 이러한 모델링 대신에 연결관(20) 내의 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의한 마찰손실에 의한 압력강하를 무시할 수 있도록 연결관(20)을 설계한다면, 도 3(b)와 같이 연결관(20)에 수직으로 배치된 카운팅채널(30)에는 일정한 압력강하가 발생하기 때문에, 측정대상유체(A)의 점도(m_A)와 기준유체(B)의 점도(m_B)의 관계식은 단순히 유도될 수 있으며, 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 카운팅채널(30)의 개수(N_A , N_B)와, 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량(Q_A , Q_B)으로 표현될 수 있다.

[51] 즉, 측정대상유체(A)의 점도(m_A)에 대한 관계식은 잘 알려진 Poiseuille flow 특성을 고려하면, 압력강하(pressure drop, DP)와 유량(Q)의 관계식,

[52]

[53]
$$\Delta P = R_f Q \quad (1)$$

[54] 으로부터, 측정대상유체(A)와 기준유체(B) 각각의 압력강하(DP)와 유량(Q)에 대한 관계는 식(2)와 (3)과 같다.

[55]

$$\Delta P_A = \left(\frac{R_A}{N_A} \right) Q_A \quad (2)$$

[56]

$$\Delta P_B = \left(\frac{R_B}{N_B} \right) Q_B \quad (3)$$

[57]

[58] 여기서, 압력강하(DP)는 동일하기 때문에, 식(2)와 (3)을 이용하면,

[59]

$$\left(\frac{R_A}{N_A} \right) Q_A = \left(\frac{R_B}{N_B} \right) Q_B \quad (4)$$

[60] 이다.

[61] 이때, 낮은 종횡비(Aspect Ratio)를 갖는 채널에 대한 유체 저항 관계식 (5)을 식(4)에 대입하면, 식(6)과 같다.

[62]

$$R_f = \left(\frac{12 \mu L}{w h^3} \right) \quad (5)$$

[63]
$$\left(\frac{12 \mu_A L}{wh^3} \right) \left(\frac{Q_A}{N_A} \right) = \left(\frac{12 \mu_B L}{wh^3} \right) \left(\frac{Q_B}{N_B} \right) \quad (6)$$

[64]

[65] 식(6)에서 채널 높이(h), 길이(L) 및 폭(w)은 동일하기 때문에, 식(6)을 식(7)와 같이 간단히 정리할 수 있다.

[66]
$$\left(\frac{\mu_A Q_A}{N_A} \right) = \left(\frac{\mu_B Q_B}{N_B} \right) \quad (7)$$

[67] 따라서, 측정대상유체(A)의 점도(μ_A)는, 식(8)에 기초하여 계산될 수 있다.

[68]
$$\mu_A = \mu_B \left(\frac{N_A}{N_B} \right) \left(\frac{Q_B}{Q_A} \right) \quad (8)$$

[69]

[70] 여기서, μ_A 와 μ_B 는 각각 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 점성계수이고, N_A 와 N_B 는 각각 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 카운팅채널(30)의 개수이며, Q_A 와 Q_B 는 각각 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량이다.

[71] 식(8)을 식(9)와 같이 표현하면, 두 유체(A,B)의 상대점도비(m_A/m_B)는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 카운팅채널(30)의 개수비(N_A/N_B)에 대한 두 유체(A,B)의 주입유량비(Q_A/Q_B)의 기울기(slope)를 의미한다.

[72]

[73]
$$\left(\frac{\mu_A}{\mu_B} \right) = \frac{\left(\frac{N_A}{N_B} \right)}{\left(\frac{Q_A}{Q_B} \right)} \quad (9)$$

[74]

[75] 식(9)는 연결관(20) 내에서 마찰손실이 카운팅채널(30) 대비하여 상대적으로 무시할 수 있는 조건에서 유도된 것이다. 이러한 가정을 만족하는 조건을 찾기 위하여, 식(9)를 도 4와 같이 도식적으로 표현할 수가 있다.

[76] 도 4는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량비(Q_A/Q_B)에 따른 카운팅채널(30)에 채워진 채널 개수비(N_A/N_B)에 대한 이론적인 설명을 위한 그래프이다.

[77] 도 4를 참조하면, CASE (a) 및 (b)는 식(9) 조건을 만족하는 CASE (c)에

대비하여 두 유체(A,B)의 상대점도비(m_A/m_B)를 의미하는 기울기가 상대적으로 작다. 이는 연결관(20) 내에서의 마찰손실에 의한 것으로, 이를 줄이기 위해서는 연결관(20)의 유체저항을 작게 해야 한다. 즉, 식(9)를 만족하는 조건은 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항비를 증가시킴으로써 가능하다.

[78] 도 5는 연결관의 유체저항에 관련된 변수(L_m, W_m, H_m)와 카운팅채널의 유체저항에 관련된 변수(L_c, W_c, H_c)를 설명하기 위한 도면이다.

[79] 도 5에 도시된 바와 같이, 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항(R)은 단면적(폭(W), 높이(H)) 및 길이(L)에 의하여 영향을 받는다. 유체저항 관계식(5)를 이용하면, 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항비(R_c/R_m , 카운팅채널 유체저항/연결관 유체저항)는 식(10)과 같이 유도된다.

[80]

[81]

$$\left(\frac{R_c}{R_m} \right) = \left(\frac{L_c}{L_m} \right) \left(\frac{W_m}{W_c} \right) \left(\frac{H_m}{H_c} \right)^3 \quad (10)$$

[82]

[83] 여기서, L_c, W_c, H_c 는 카운팅채널(30)의 길이, 폭, 높이를 의미하며, L_m, W_m, H_m 은 연결관(20)의 길이, 폭, 높이를 의미한다. 즉, 유체저항비 관계식(10)에 의하면, 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 높이(H_m, H_c)에 의한 영향도가 상대적으로 높고, 이 관계식으로부터 유체저항비(R_c/R_m)가 계산 될 수 있다.

[84] 도 6은 카운팅채널(30)의 개수, 및 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항비(R_c/R_m)가 각각 50, 116으로 설계된 유체 점도 측정 장치(1)에서, 동일한 점도($m_A=m_B$)를 갖는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량비에 의하여 카운팅채널(30)에 채워진 두 유체(A,B)의 채널개수에 대한 수치해석 결과이다.

[85] 수치해석결과에 의하면, 도 6(a)에서 동일한 유량조건($Q_A=Q_B$)에서는 두 유체(A,B)가 채워진 카운팅채널(30)의 개수는 25로 동일하지만, 도 6(b)에서 기준유체(B)의 주입유량(Q_B)이 측정대상유체(A)의 주입유량(Q_A)보다 10배 크지만, 각각 측정대상유체(A)와 기준유체(B)가 카운팅채널(30)에 채워진 채널개수가 $N_A=14$ 및 $N_B=36$ 이다. 즉, 유량비(Q_B/Q_A)가 10인 조건에서 카운팅채널(30)에 채워진 채널 개수비(N_B/N_A)가 2.6으로써, 연결관(20) 내에서 마찰손실이 없는 조건에서는 채널개수비가 10이 되어야 됨을 고려한다면, 설계된 유체 점도 측정 장치는 연결관에서 많은 마찰손실이 발생하고 이로 인하여, 식(9)를 이용하여 점도계산을 하면 필연적으로 많은 측정오류가 발생한다.

[86] 따라서, 연결관(20) 내에서 발생하는 마찰손실에 대한 효과를 줄이기 위하여, 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항비의 증가가 필요하다.

- [87] 우선, 두 유체(A,B)는 동일한 점도조건($m_A=m_B$)으로 설정하고, 유체저항비(R_c/R_m)의 증가에 의하여 식(9)와 같이 카운팅채널(30)에 채워진 두 유체(A,B)의 채널개수비(N_A/N_B)에 대한 두 유체(A,B)의 주입유량비(Q_A/Q_B)의 기울기(slope)인 상대점도(m_A/m_B , relative viscosity)에 대한 수치해석 결과는 도 7과 같다.
- [88] 도 7은 연결관 및 카운팅채널의 유체저항비에 따른 정규화 상대점도(relative relative viscosity, $[m_A/m_B]_{\text{expected}} / [m_A/m_B]_{\text{known}}$, 여기서, $[m_A/m_B]$ 는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 상대점도비, 하첨자 known 및 expected는 기지값 및 예측값)와 측정오류 관계를 보여주는 그래프이다.
- [89] 도 7을 참조한 수치해석 결과에 의하면, 유체저항비(R_c/R_m)가 증가할수록 정규화 상대점도(normalized relative viscosity, $[m_A/m_B]_{\text{expected}} / [m_A/m_B]_{\text{known}}$)가 1에 근접하고, 식(9)를 이용한 점도계산의 오류는 점점 감소한다. 즉, 연결관(20) 내에서의 마찰손실에 의한 효과는 점점 감소하게 된다.
- [90] 유체저항비(R_c/R_m)가 3000 이상 조건에서는 정규화 상대점도($[m_A/m_B]_{\text{expected}} / [m_A/m_B]_{\text{known}}$)가 1에 수렴하게 되고, 식(9)를 이용한 점도계산 오류는 1%이만으로, 점도를 정확하게 측정할 수 있음을 보여주고 있다. 유체저항비(R_c/R_m)가 3000 이상에서는 점도 측정오류가 1% 미만으로 수렴하기 때문에 특별히 상한을 정할 필요는 없지만, 유체저항비(R_c/R_m)의 상한을 100만 미만의 조건에서 설계하는 것이 바람직하다.
- [91] 이상과 같은 결과로부터, 제안된 유체 점도 측정 장치(1)의 측정오류가 최소한 30% 이하가 되도록 하기 위해서는 연결관(20) 및 카운팅채널(30)의 유체저항비(R_c/R_m)는 1000 이상으로 선정하는 것이 바람직하다. 즉, 연결관(20) 내에서 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 마찰손실을 감소시키고 대부분 카운팅채널(30)에서 발생하도록 연결관(20)의 유체저항(R_m)을 카운팅채널(30)의 유체저항(R_c)보다 적어도 1000배 이상 작게 설정한다. 여기서, 유체저항비(R_c/R_m)는 식(10)과 같이 6개의 변수($L_c, W_c, H_c, L_m, W_m, H_m$)에 의하여 결정된다.
- [92] 도 8은 연결관 및 카운팅채널(30)의 유체저항비(R_c/R_m)가 6300으로 설계된 유체 점도 측정 장치를 이용하여, 유도된 점도관계식(8)을 실험적으로 검증하기 위하여 동일한 점도 ($m_A=m_B$)를 갖는 두 유체(A,B)에 대하여 기준유체(B)의 주입유량 (Q_B)을 200mL/h로 고정하고, 측정대상유체(A)의 주입유량(Q_A) 200~2000mL/h의 조건에서 두 유체(A,B)에 채워진 카운팅채널(30)에 개수 검출을 위하여 microscope로 측정된 이미지이다.
- [93] 도 9는 도 8의 실험결과를 이용하여 두 유체(A,B)의 유량비(Q_B/Q_A)에 따른 측정대상유체(A)가 카운팅채널(30)에 채워진 채널개수(N_A)에 대한 실험적, 이론적 결과와 그리고, 두 방법의 차이(normalized deviation)이다. 즉, 실험적인 결과와 이론적인 예측결과가 평균 1%이내로 충분한 정확도를 보여주고 있다.
- [94] 도 10은 측정대상유체와 기준유체가 카운팅채널에 채워진 채널 개수를 일정 고정하기 위하여 두 유체의 주입유량비를 조정하여 점도를 측정하기 위한 방법을 설명하기 위한 도면이다.

- [95] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유체 점도 측정 장치(1)는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)에 의해 채워지는 각각의 카운팅채널(30)의 개수를 측정하기 위한 경계면측정부(40)를 포함할 수 있다.
- [96] 경계면측정부(40)는 측정대상유체 측정부, 기준유체 측정부 및 고정경계면 측정부로 구성될 수 있다.
- [97] 여기서, 측정대상유체 측정부는 측정대상유체(A)가 채워지는 카운팅채널(30) 중 어느 하나에 마련되는 제 1 전극(41), 및 제 1 전극(41)과 전기적으로 연결되어 제 1 전극(41)의 저항을 검출하는 제 1 저항 검출부(42)이다. 또한, 기준유체 측정부는 기준유체(B)가 채워지는 상기 카운팅채널(30) 중 어느 하나에 마련되는 제 2 전극(43), 및 제 2 전극(43)과 전기적으로 연결되어 제 2 전극(43)의 저항을 검출하는 제 2 저항 검출부(44)이다. 또한, 고정경계면 측정부는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량비를 변경하여 두 유체(A,B)의 경계면을 이동시키면서 고정 경계면을 검출하기 위하여 제 1 전극(41)과 제 2 전극(43) 사이의 카운팅채널(30) 중 어느 하나에 마련되는 제 3 전극(45), 및 제 3 전극(45)과 전기적으로 연결되어 제 3 전극(45)의 저항을 검출하는 제 3 저항 검출부(46)이다.
- [98] 일반적으로, 측정대상유체(A)에 따라서, 전기저항이 달라지기 때문에 각각의 카운팅채널(30)에 대하여 저항을 검출하는 것이 정확하다. 이를 위하여, 카운팅채널(30)의 개수와 동일한 수의 저항검출부가 필요하게 되는데, 이 경우 많은 저항검출부를 설치하고, 이를 이용하여 신호처리를 하게 되므로 비효율적이다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여, 본 발명에서는 고정경계면 측정부(45,46)를 설치하고, 두 유체(A,B)의 주입유량을 적절하게 조정하여 두 유체(A,B)의 경계면을 고정경계면 측정부(45,46)에 존재하도록 조정하는 방법이다.
- [99] 즉, 두 유체(A,B)의 경계가 고정경계면 측정부(45,46)에서 검출되도록 두 유체(A,B)의 주입유량을 적절하게 조정하면, 주입되는 두 유체(A,B)가 카운팅채널(30)에 채워진 채널개수는 고정되고, 각각 주입되는 측정대상유체(A)와 기준유체(B)의 주입유량은 알 수 있기 때문에, 점도 관계식(8)을 이용하여 측정대상유체(A)의 점도(m_A)측정이 가능하다.
- [100] 도 11은 측정대상유체와 기준유체의 주입유량비의 적절한 조정에 의하여 두 유체의 경계면을 고정경계면 측정부로 이동하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [101] 도 11(a)에 도시된 바와 같이, 측정대상유체(A)의 점도(m_A)가 기준유체(B)의 점도(m_B)보다 큰 경우에는 두 유체(A,B)의 경계면이 고정경계면 측정부(45,46)보다 오른쪽에 존재한다. 이 경우에는 측정대상유체(A)의 주입유량을 낮추거나, 기준유체(B)의 주입유량을 증가시켜서 두 유체(A,B)의 경계면이 고정경계면 측정부(45,46)에서 검출되도록 적절하게 조정할 수 있다. 이와 반대로, 도 11(b)에 도시된 바와 같이, 측정대상유체(A)의 점도(m_A)가

기준유체(B)의 점도(m_B)보다 작은 경우에는 두 유체(A,B)의 경계면이 고정경계면 측정부(45,46)보다 왼쪽에 존재한다. 이 경우에는, 두 유체(A,B)의 경계면을 고정경계면 측정부(45,46)로 이동시키기 위하여 주입되는 측정대상유체(A)의 주입유량을 증가시키거나 기준유체(B)의 주입유량을 감소시키면 두 유체(A,B)의 경계면이 고정경계면 측정부(45,46)에 존재하게 된다.

[102] 도 12, 도 13, 도 14 및 도 15는 측정대상유체(A)로 SDS(Sodium Dodecyl Sulfate) 농도를 각각 2.5%, 5.0%, 7.5%, 및 10.0%의 조건에서 DI-water를 기준유체(B)로 하여 측정된 이미지이다. 보다 상세하게는, 도 12(a), 도 13(a), 도 14(a) 및 도 15(a)는 측정대상유체(A)의 유량(Q_A)과 기준유체(B)의 유량(Q_B)을 각각 1000mL/h 조건에서 측정된 것이고, 도 12(b), 도 13(b), 도 14(b) 및 도 15(b)는 측정대상유체(A)가 카운팅 채널(30)에 채워진 채널개수(NA)가 24를 만족하기 위하여 측정대상유체(A)의 주입유량(Q_A)을 750mL/h, 620mL/h, 490mL/h, 430mL/h 으로 설정하여 측정된 이미지이다.

[103] 본 발명에서는 SDS 농도(2.5%, 5%, 7.5%, 10%) 별로 측정된 실험결과에 대하여, 정확성에 대한 비교를 위하여 conventional HAAKE MARS 점도계를 이용하여 점도값을 측정했다. 이러한 2가지 방법으로 측정된 실험결과에 대한 점도값은 도 16에 도시된 그래프와 같다.

[104] 도 16을 참조하면, 4가지 SDS 농도조건에서 측정된 점도값에 대하여 본 발명에서 제안된 유체 점도 측정 장치(1)로 측정된 점도측정값이 conventional HAAKE MARS 점도계로 측정된 점도값에 대비하여 평균적으로 4.0%이내로 아주 정확하기 때문에, 본 발명의 유체 점도 측정 장치로 점도 측정을 정밀하게 할 수 있음을 보여주고 있다.

[105] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

[106] 본 발명은 혈액(Blood) 등과 같은 비뉴턴 유체뿐만 아니라 뉴턴 유체를 포함하여 다양한 유체에 대한 점도(viscosity)를 정확하게 측정할 수 있는 미세유체소자를 기반으로 하는 점도계 산업분야에 이용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체가 주입되는 제 1 유체 주입부 및 기준 점도를 가지는 기준유체가 주입되는 제 2 유체 주입부;
상기 제 1 유체 주입부와 상기 제 2 유체 주입부를 상호 연결하며, 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체의 유로를 형성하는 연결관; 상기 연결관에 일정 간격으로 연통 배치되며, 상기 연결관 유로 상으로 유동되는 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체가 각각 채워지는 복수 개의 카운팅채널; 및
상기 측정대상유체와 상기 기준유체에 의해 채워지는 각각의 상기 카운팅채널의 개수를 측정하기 위한 경계면측정부를 포함하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 카운팅채널은 상기 연결관에 수직방향으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서, 상기 연결관과 상기 카운팅채널의 유체저항비를 증가시켜 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 정규화 상대점도비(normalized relative viscosity)가 1에 수렴되도록 하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 마찰손실이 대부분 상기 카운팅채널에서 발생하도록 상기 연결관의 유체저항을 상기 카운팅채널의 유체저항보다 적어도 1000배 이상 작게 설정하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체에 의해 채워지는 상기 카운팅채널의 개수비와, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 주입유량비를 이용하여 상기 측정대상유체의 점도를 측정하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 6] 제 5 항에 있어서, 상기 측정대상유체의 점성 계수는 이하 수학적식에 기초하여 계산되는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.

$$\mu_A = \mu_B \left(\frac{N_A}{N_B} \right) \left(\frac{Q_B}{Q_A} \right)$$

μ_A : 측정대상유체의 점성계수

μ_B : 기준유체의 점성계수

N_A : 측정대상유체에 의해 채워지는 카운팅채널의 개수

N_B : 기준유체에 의해 채워지는 카운팅채널의 개수

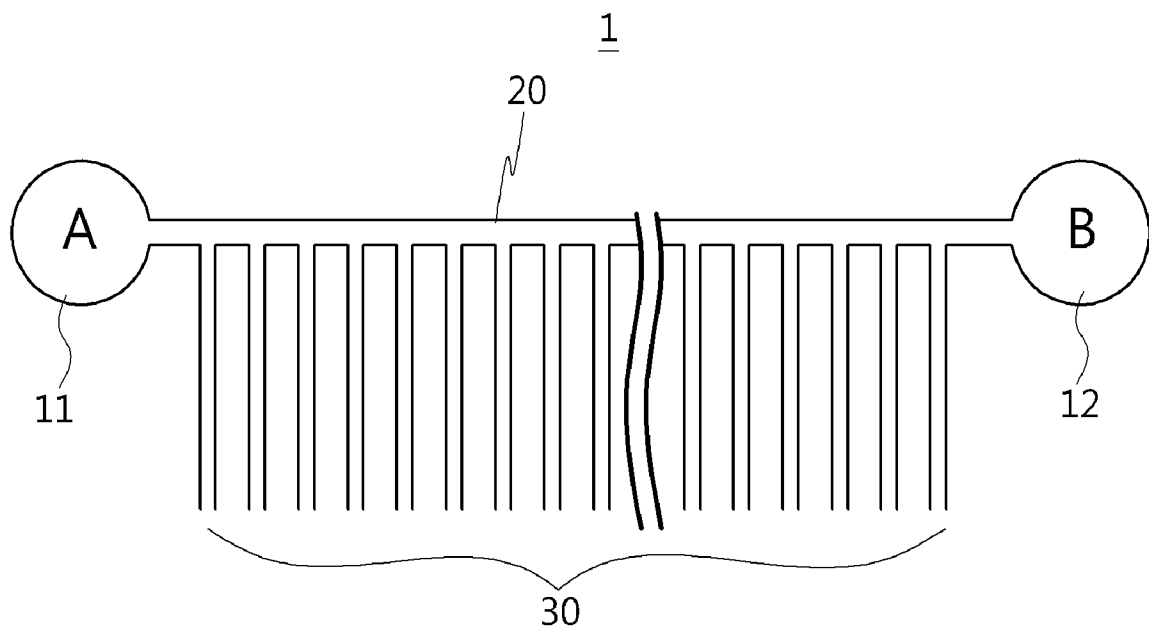
Q_A : 측정대상유체의 주입유량

Q_B : 기준유체의 주입유량

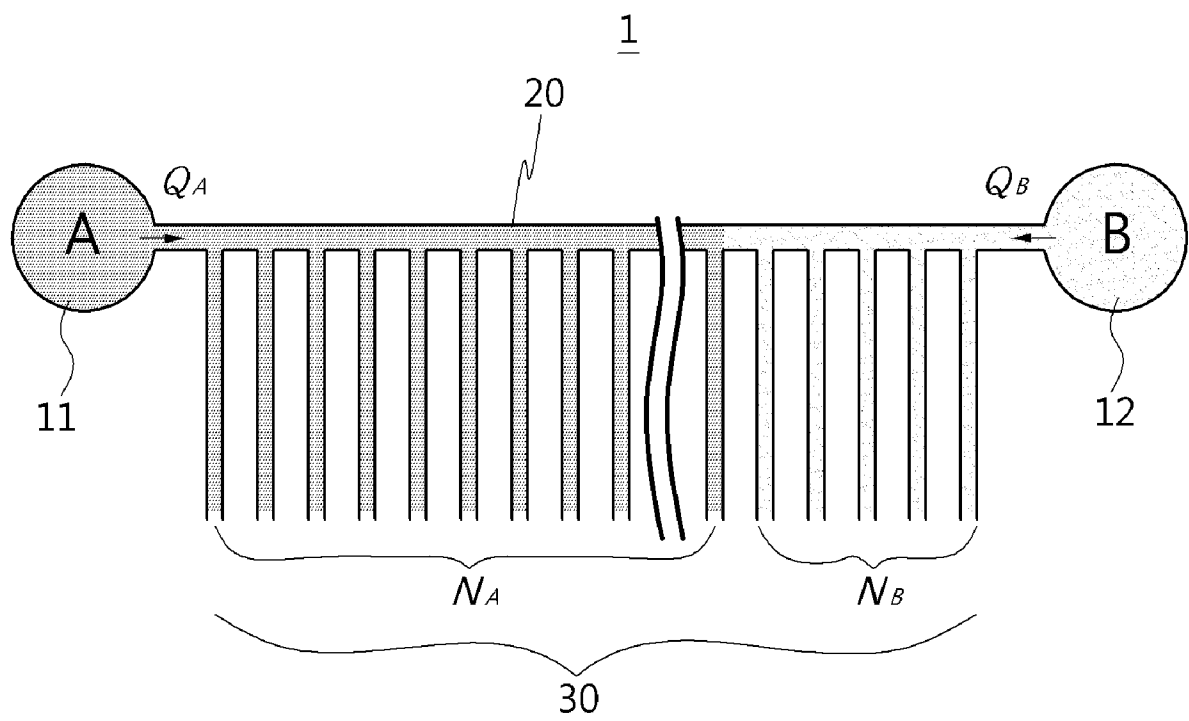
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서, 상기 측정대상유체는 전단률(Shear Rate)에 따라 점도가 변화되는 비뉴턴 유체(non-Newtonian Fluid)를 포함하고, 상기 기준유체는 전단률에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체(Newtonian Fluid)를 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서, 상기 측정대상유체는 혈액(Blood)이고, 상기 기준유체는 인산완충식염수(Phosphate Buffered Saline, PBS)인 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서, 상기 측정대상유체와 상기 기준유체는 전단률에 관계없이 일정한 점도를 가지는 뉴턴 유체를 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서, 상기 측정대상유체는 SDS 용액(SDS solution)이고, 상기 기준유체는 초순수(DI water)인 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서, 상기 경계면측정부는, 상기 측정대상유체가 채워지는 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 1 전극, 및 상기 제 1 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 1 전극의 저항을 검출하는 제 1 저항 검출부; 상기 기준유체가 채워지는 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 2 전극, 및 상기 제 2 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 2 전극의 저항을 검출하는 제 2 저항 검출부; 및 상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 주입유량비를 변경하여 두 유체의 경계면을 이동시키면서 고정 경계면을 검출하기 위하여 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이의 상기 카운팅채널 중 어느 하나에 마련되는 제 3 전극, 및 상기 제 3 전극과 전기적으로 연결되어 상기 제 3 전극의 저항을 검출하는 제 3 저항 검출부를 포함하는 유체 점도 측정 장치.
- [청구항 12] 점도(viscosity)를 측정하고자 하는 측정대상유체가 주입되는 제 1 유체 주입부 및 기준 점도를 갖는 기준유체가 주입되는 제 2 유체 주입부; 상기 제 1 유체 주입부와 상기 제 2 유체 주입부를 상호 연결하며, 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체의 유로를 형성하는 연결관; 및 상기 연결관에 일정 간격으로 연통 배치되며, 상기 연결관 유로

상으로 유동되는 상기 측정대상유체 및 상기 기준유체가 각각 채워지는 복수 개의 카운팅채널을 포함하며,
상기 측정대상유체와 상기 기준유체의 마찰손실이 대부분 상기 카운팅채널에서 발생하도록 상기 연결관의 유체저항을 상기 카운팅채널의 유체저항보다 적어도 1000배 이상 작게 설정하는 것을 특징으로 하는 유체 점도 측정 장치.

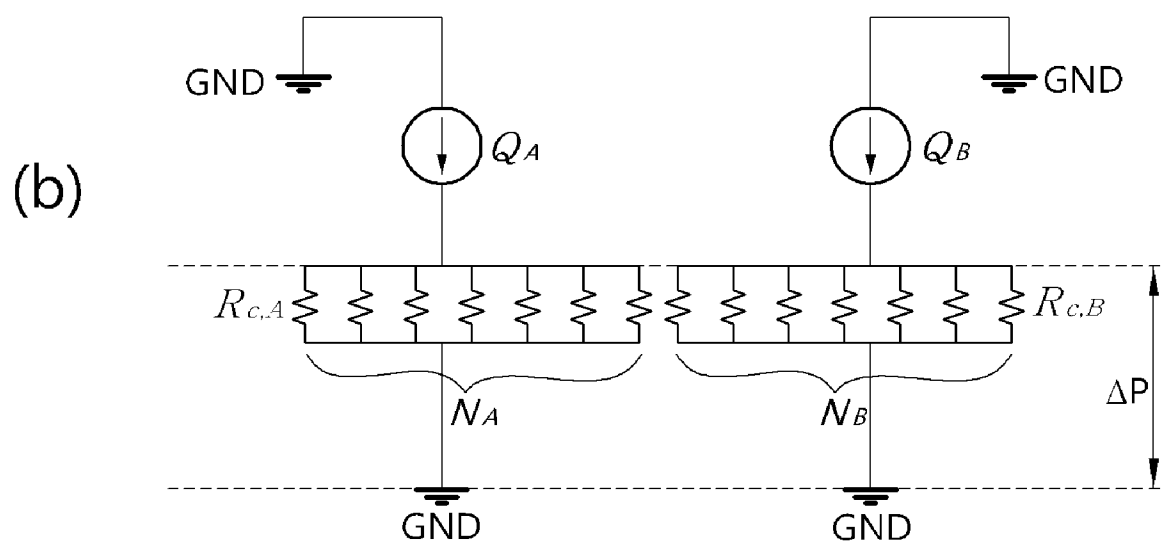
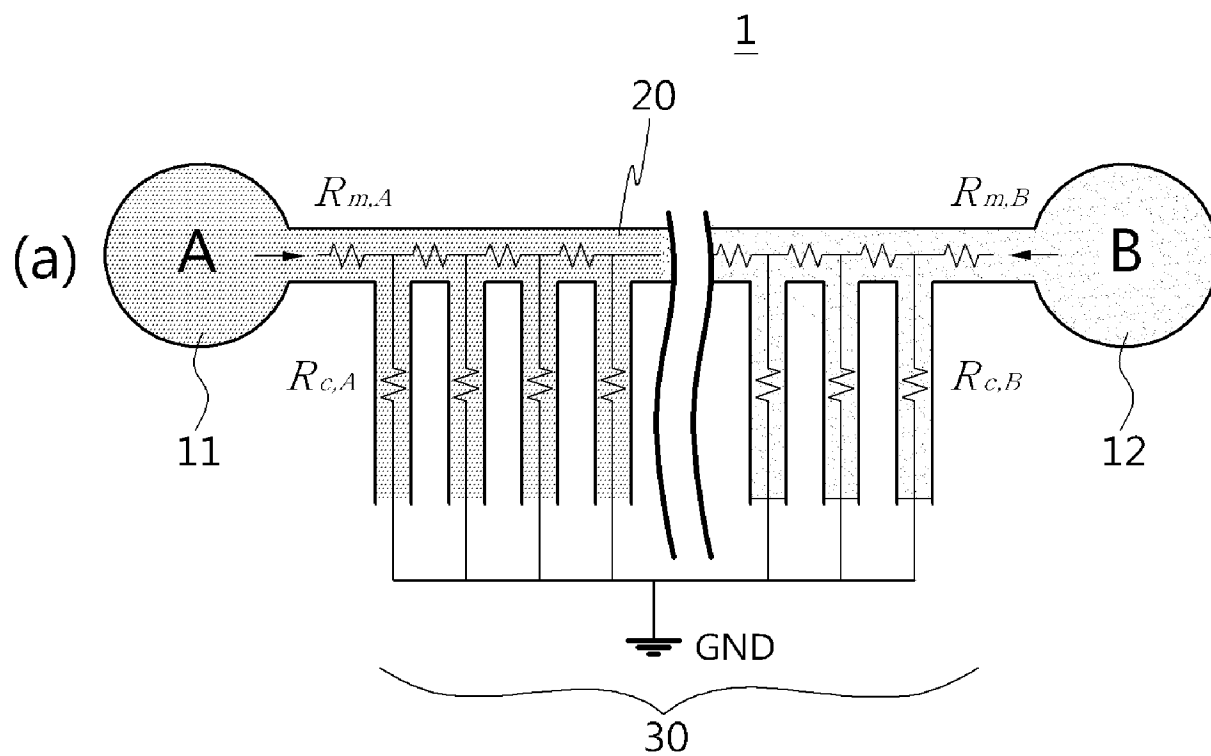
[Fig. 1]



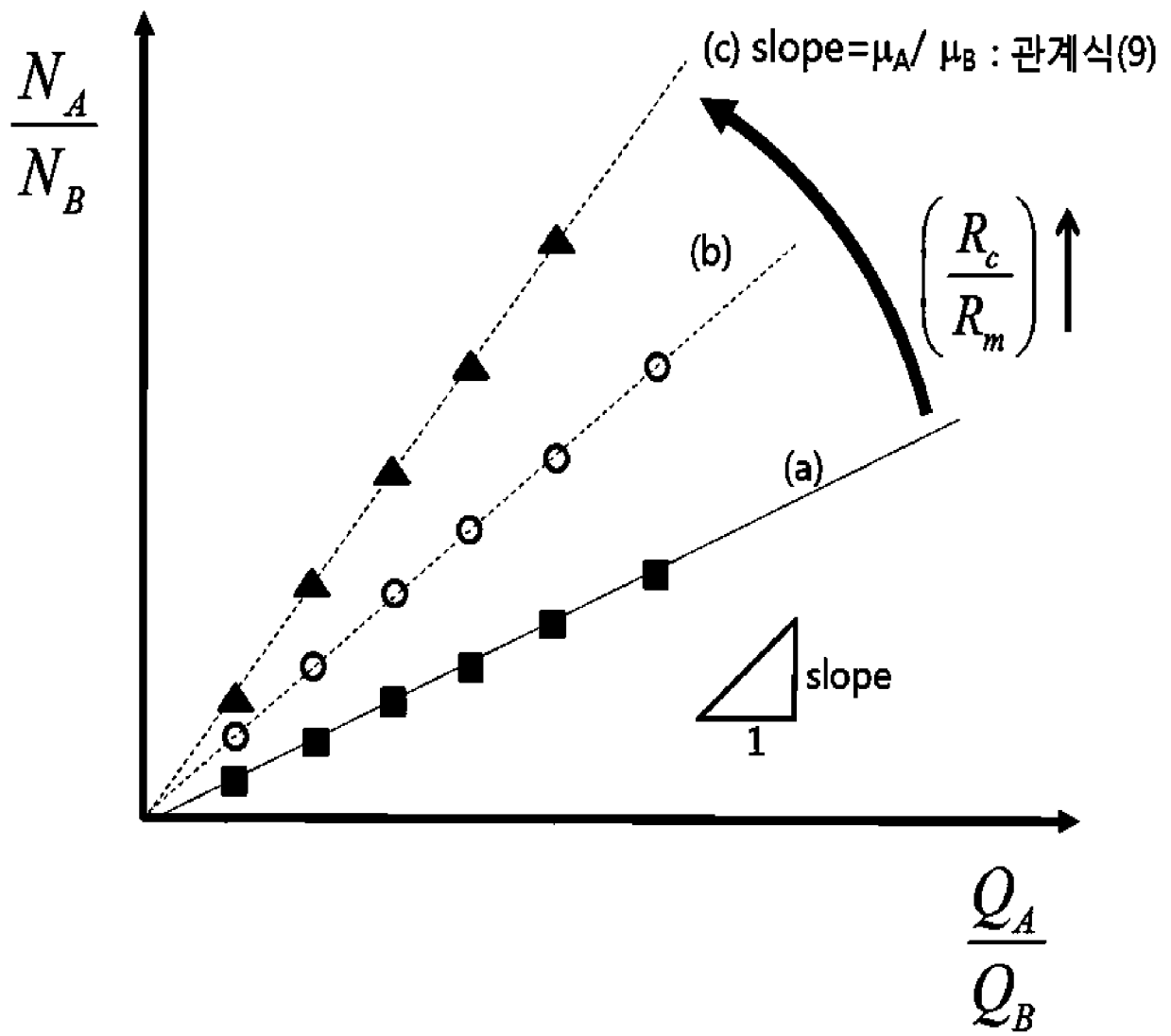
[Fig. 2]



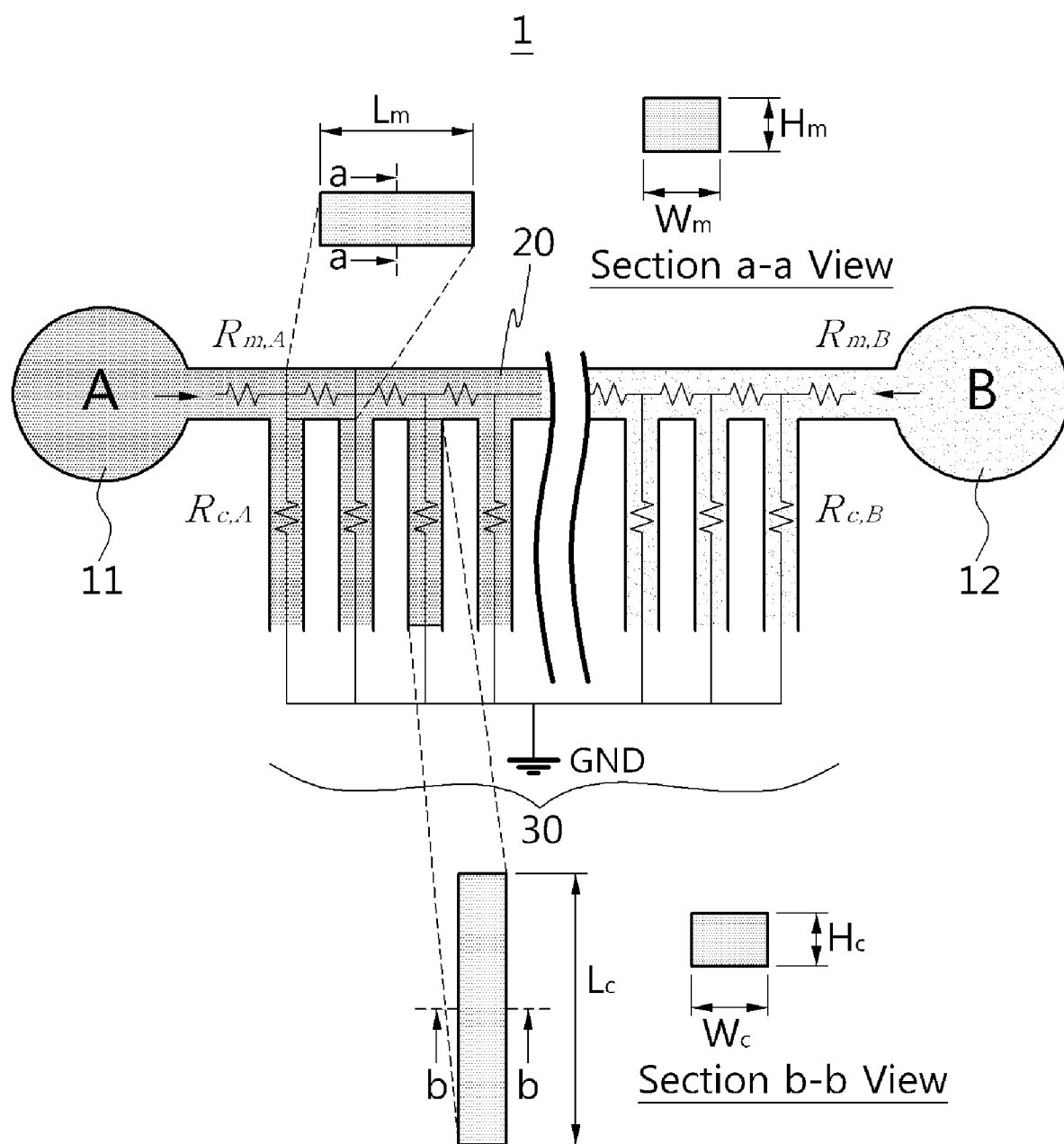
[Fig. 3]



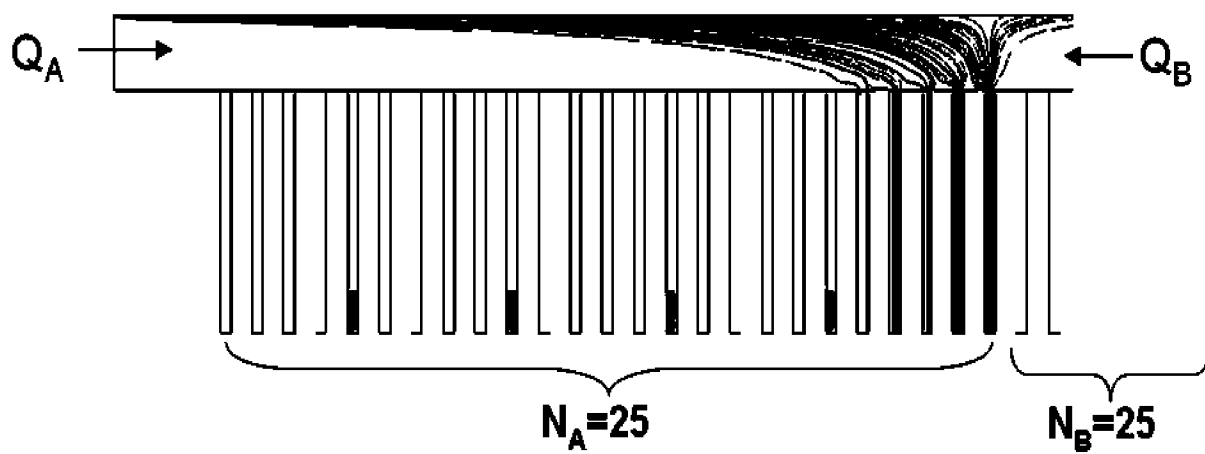
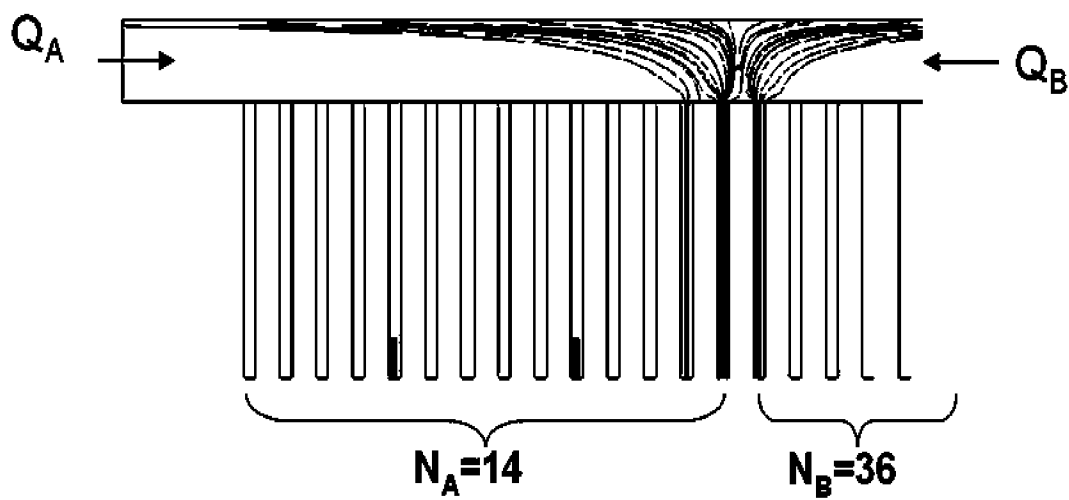
[Fig. 4]



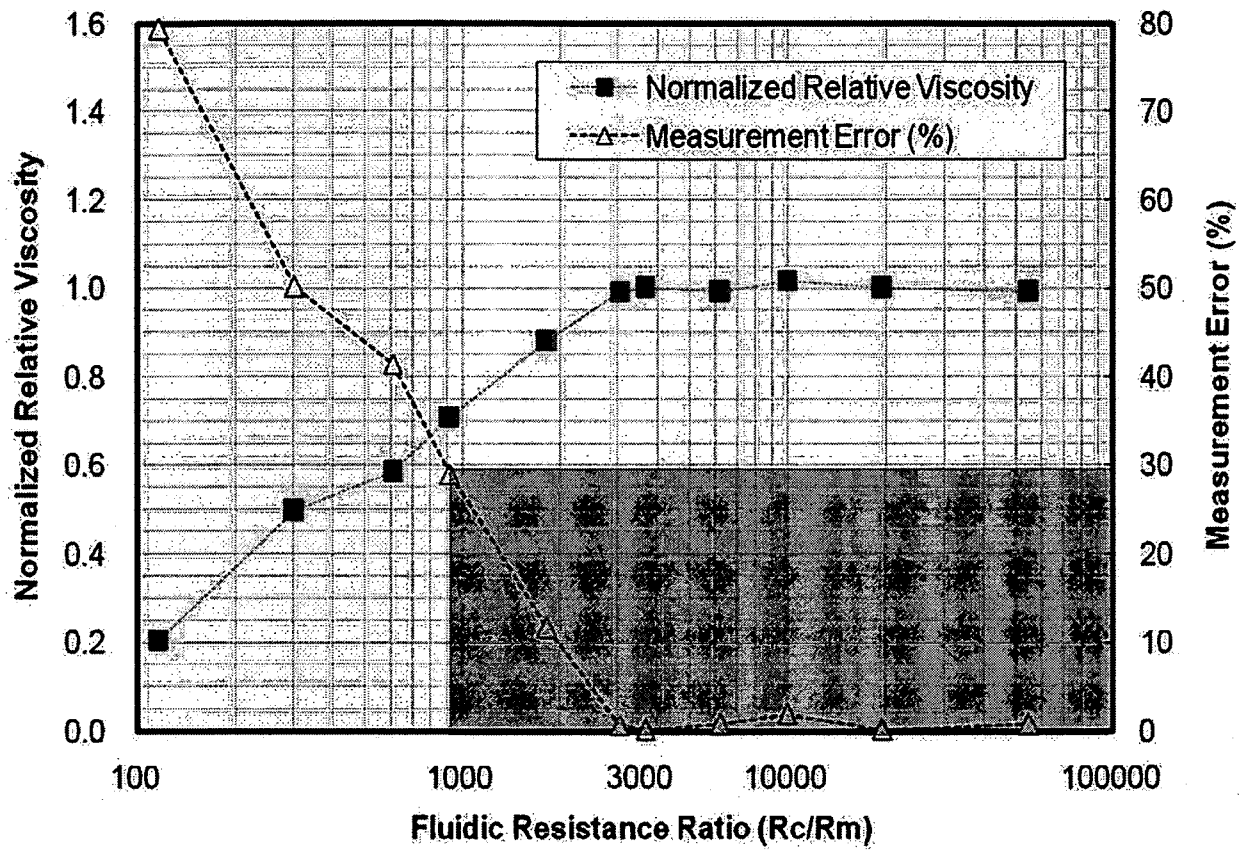
[Fig. 5]



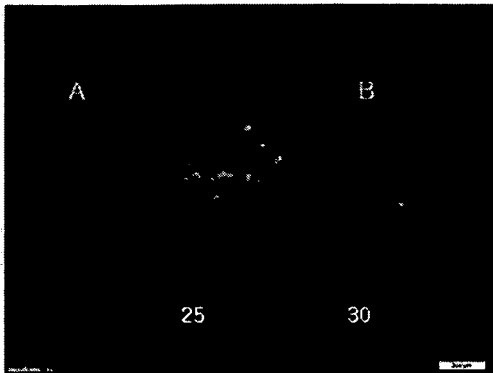
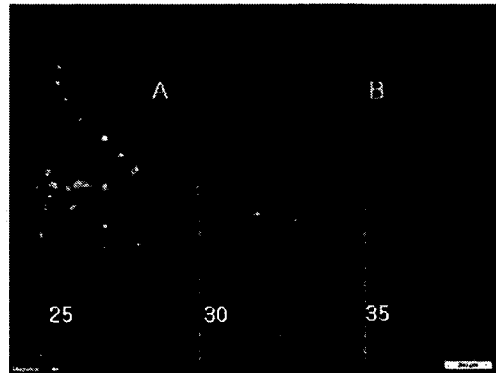
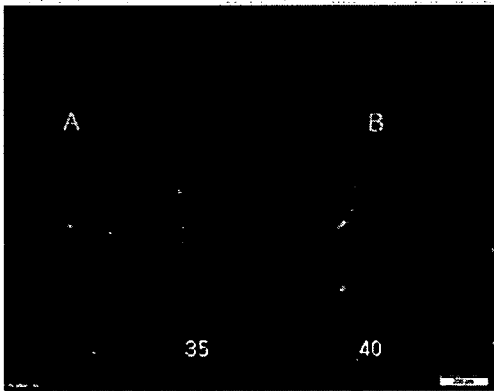
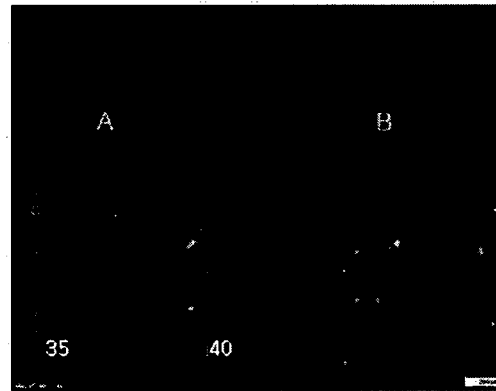
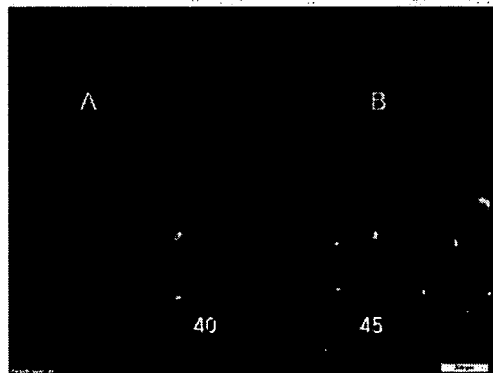
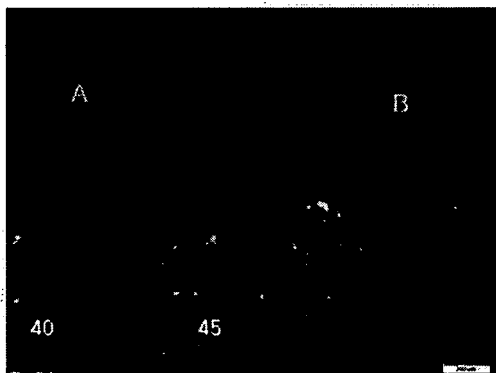
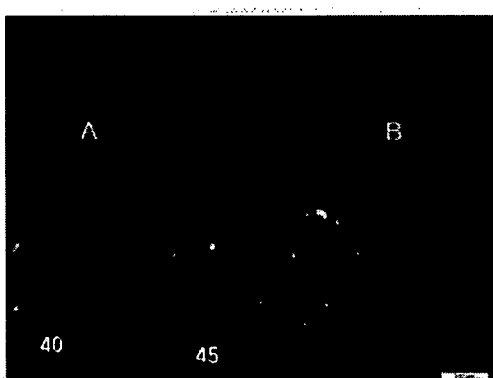
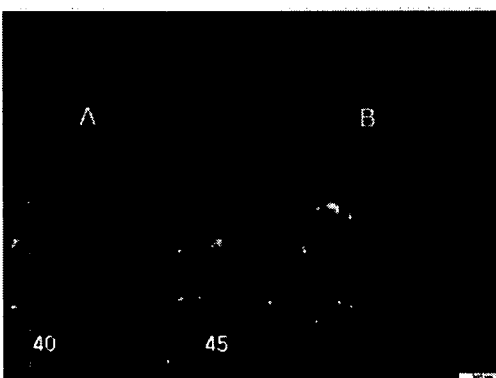
[Fig. 6]

a) $Q_A : Q_B = 100 : 100 \text{ } \mu\text{L/h}$ b) $Q_A : Q_B = 100 : 1000 \text{ } \mu\text{L/h}$ 

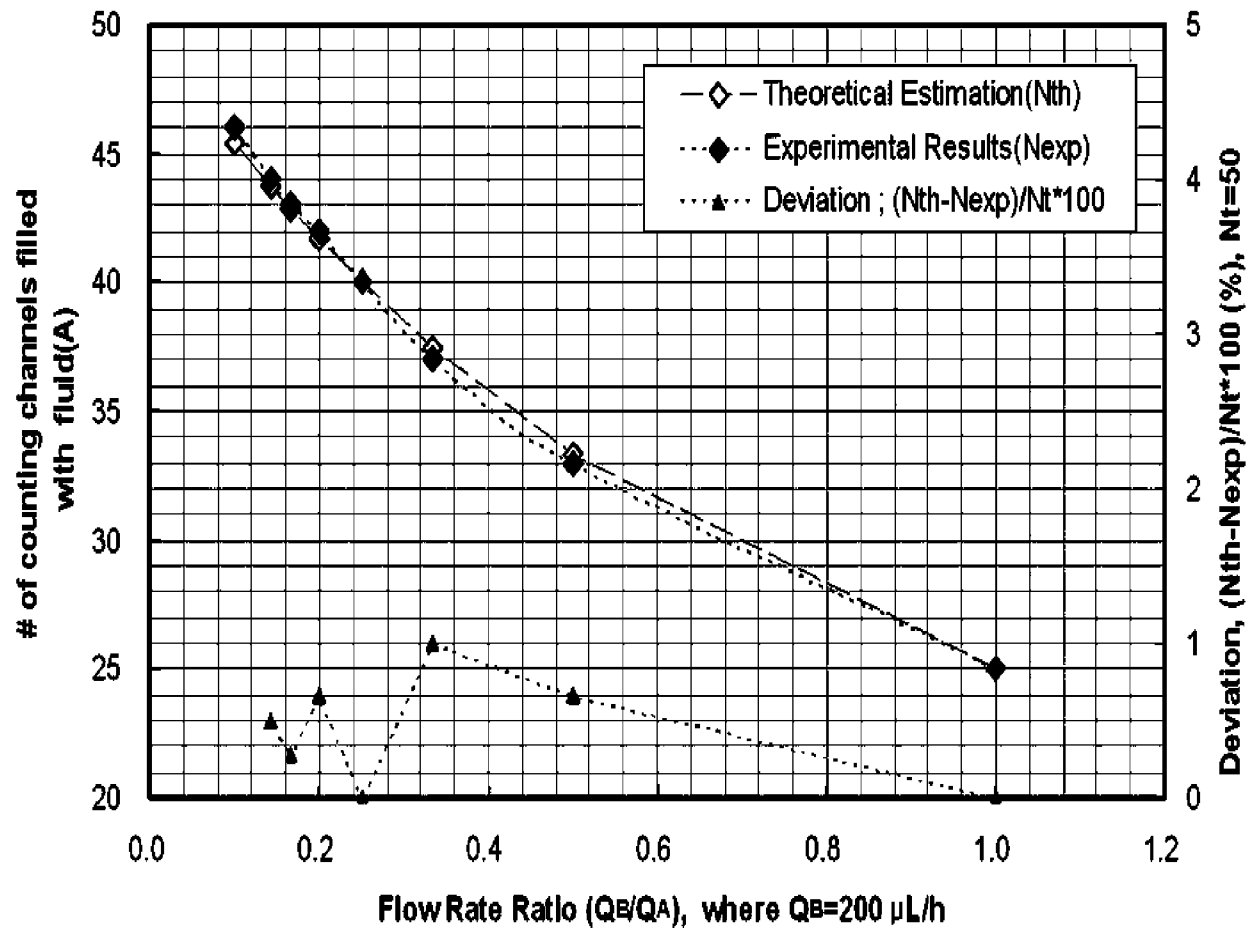
[Fig. 7]



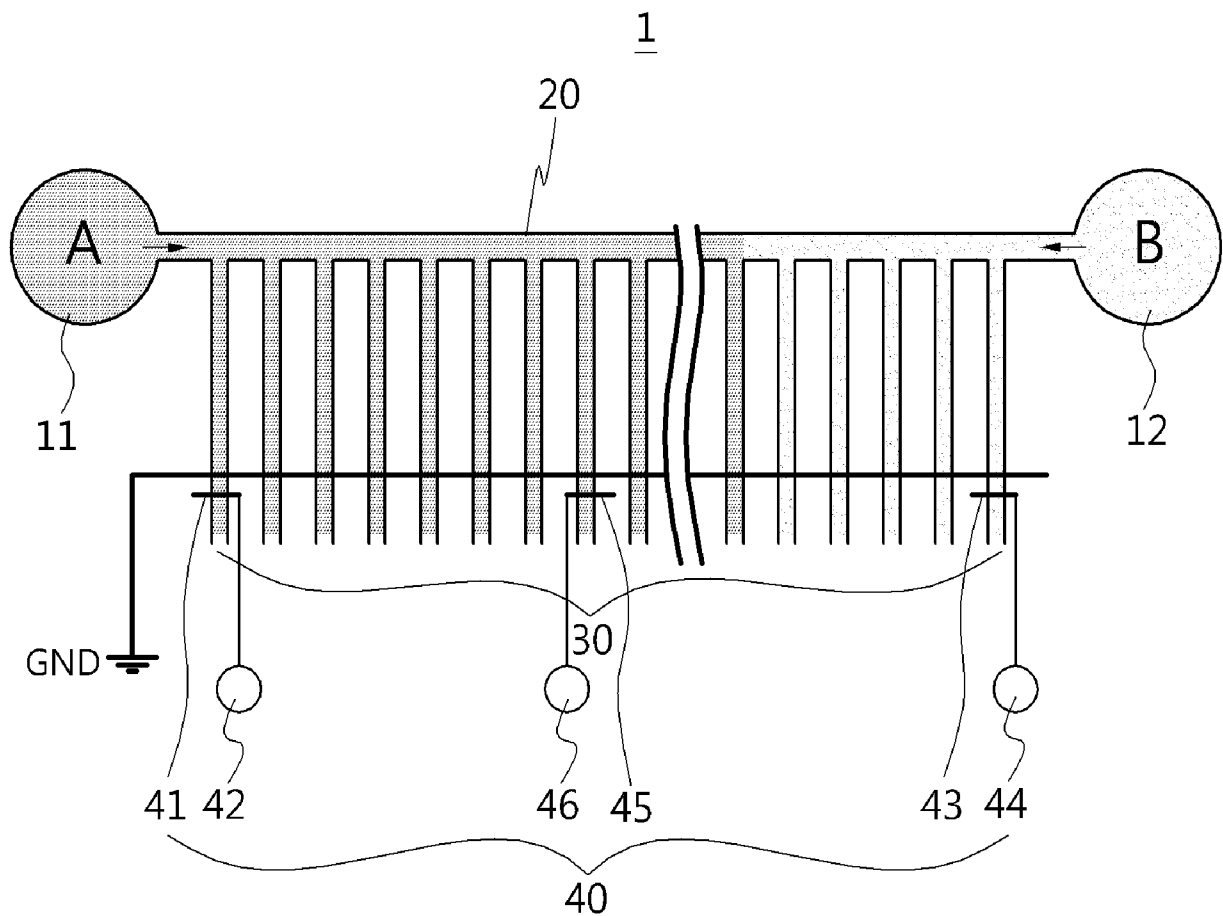
[Fig. 8]

a) $Q_A : Q_B = 200:200 \mu\text{L/h}$ b) $Q_A : Q_B = 400:200 \mu\text{L/h}$ c) $Q_A : Q_B = 600:200 \mu\text{L/h}$ d) $Q_A : Q_B = 800:200 \mu\text{L/h}$ e) $Q_A : Q_B = 1000:200 \mu\text{L/h}$ f) $Q_A : Q_B = 1200:200 \mu\text{L/h}$ g) $Q_A : Q_B = 1400:200 \mu\text{L/h}$ h) $Q_A : Q_B = 2000:200 \mu\text{L/h}$ 

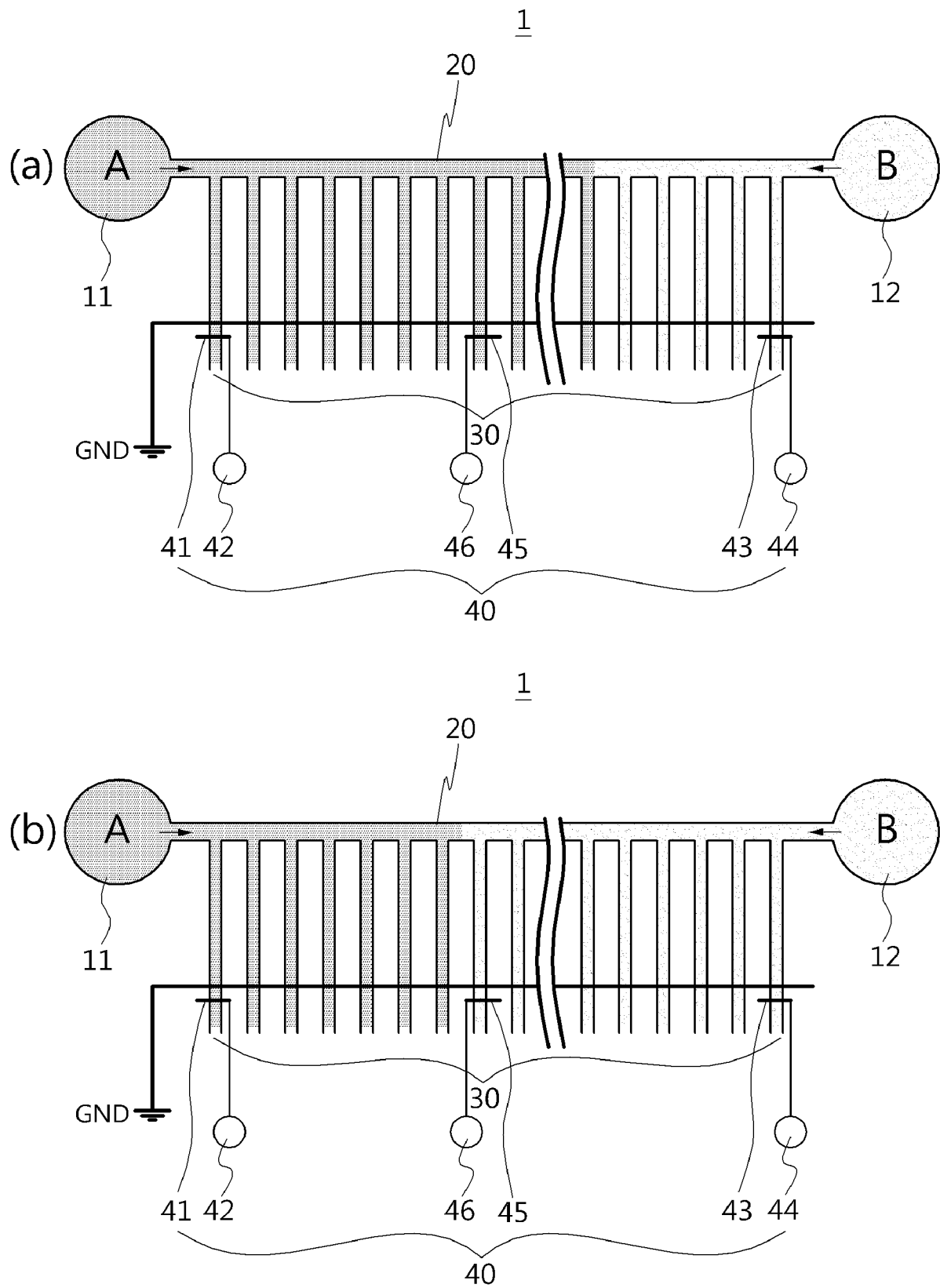
[Fig. 9]



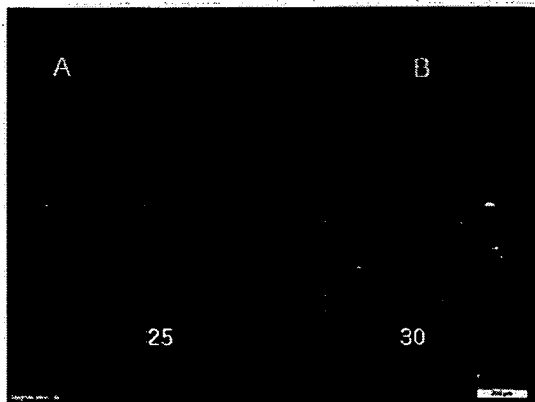
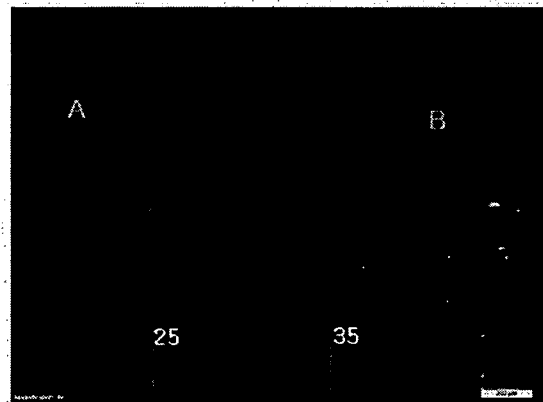
[Fig. 10]



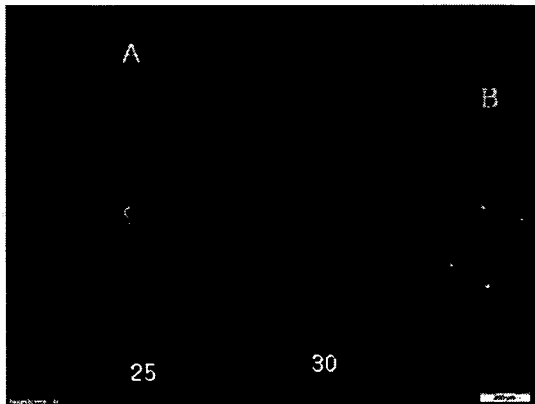
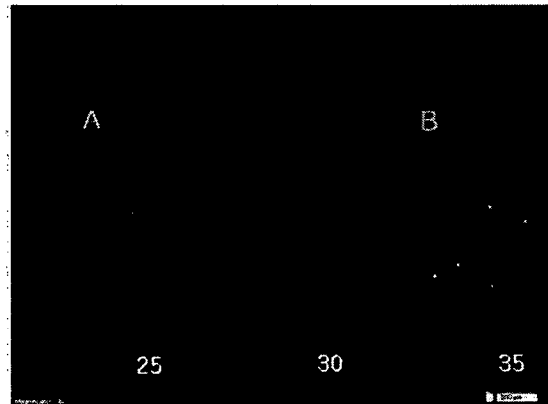
[Fig. 11]



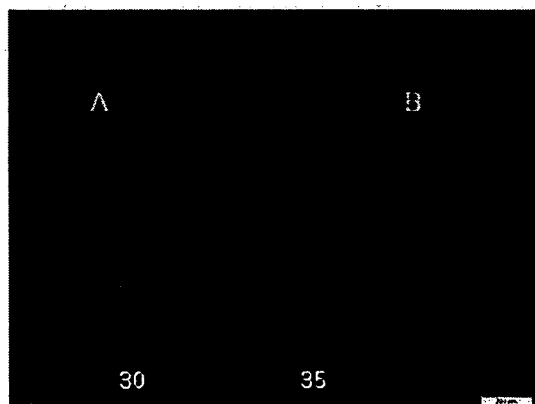
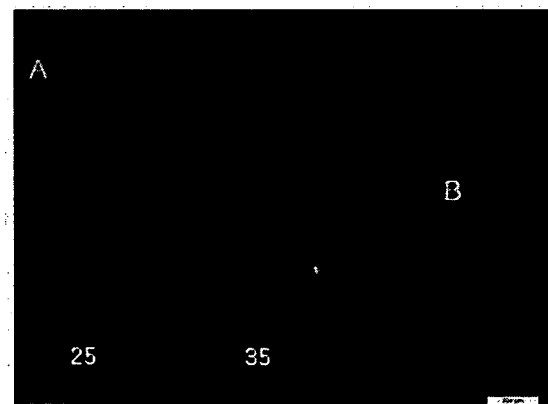
[Fig. 12]

a) $Q_A:Q_B=1000:1000$ uL/hb) $Q_A:Q_B=750:1000$ uL/h

[Fig. 13]

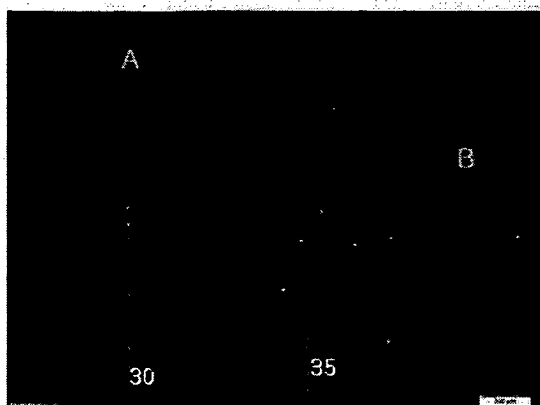
a) $Q_A:Q_B=1000:1000$ uL/hb) $Q_A:Q_B=620:1000$ uL/h

[Fig. 14]

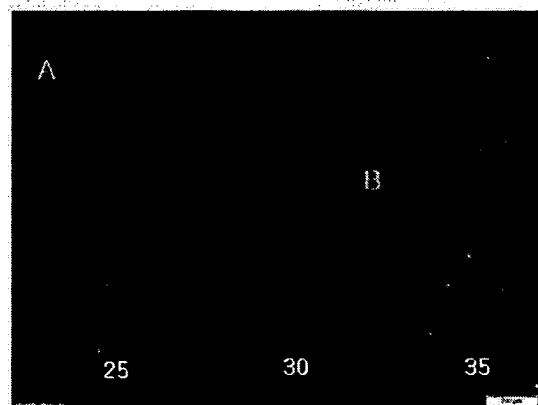
a) $Q_A:Q_B=1000:1000$ uL/hb) $Q_A:Q_B=490:1000$ uL/h

[Fig. 15]

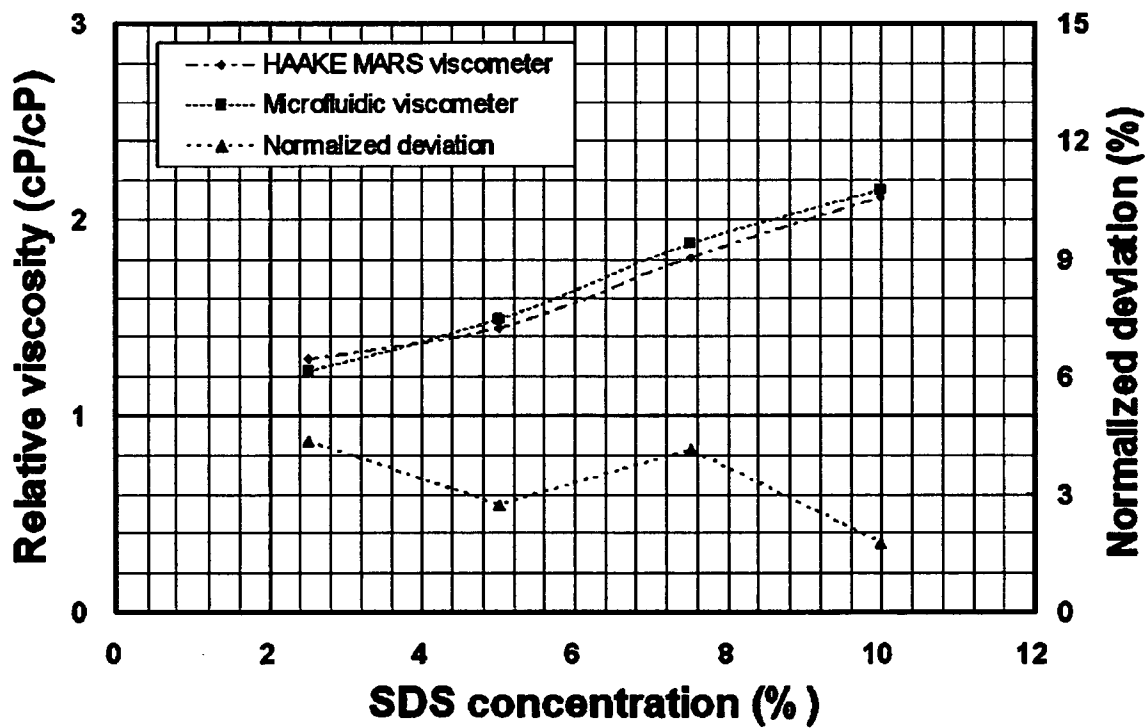
a) $Q_A:Q_B=1000:1000$ uL/h



b) $Q_A:Q_B=430:1000$ uL/h



[Fig. 16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2010/005498**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01N 11/04(2006.01)i, G01N 33/49(2006.01)i, G01N 13/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 11/04; A61B 5/145; G01N 13/00; F04B 37/02; G01N 11/08; G01N 11/02; G01N 27/06; H02K 44/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: "viscosity, fluid, electrode, channel"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006-0093488 A1 (TECK WONG et al.) 04 May 2006 See abstract, the claims, and the figures	1-12
A	JP 2003-515123 A (RHEOLOGICS, INC.) 22 April 2003 See abstract, the claims, and the figures	1-12
A	KR 10-0741262 B1 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION et al.) 19 July 2007 See abstract	1-12
A	JP 06-241852 A (OKADA KAZUHIRO) 02 September 1994 See abstract	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 MAY 2011 (27.05.2011)

Date of mailing of the international search report

27 MAY 2011 (27.05.2011)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2010/005498

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2006-0093488 A1	04.05.2006	US 2006-093488 A1 US 7534097 B2	04.05.2006 19.05.2009
JP 2003-515123 A	22.04.2003	AU 1998-92054 B2 AU 1999-45797 A1 AU 2001-19129 A1 AU 2001-19129 B2 AU 2001-281219 A8 AU 2001-283234 A8 AU 2001-286800 A8 AU 2001-34886 A1 AU 2001-79058 A1 AU 2001-81219 A1 AU 2001-83234 A1 AU 2001-86800 A1 AU 2002-226986 A8 AU 2002-25708 A1 AU 2002-26986 A1 AU 2002-306461 A8 CA 2301161 A1 CA 2331986 A1 CA 2391178 A1 CA 2391178 C CN 1273634 A0 CN 1305355 A0 CN 1390302 A0 EP 1007941 A2 EP 1098588 A1 EP 1232383 A1 EP 1232383 B1 JP 2001-514384 A JP 2002-518689 A KR 10-0353425 B1 KR 10-0747605 B1 KR 10-2001-0023392 A KR 10-2001-0071428 A US 06019735A A US 06077234A A US 06152888A A US 2001-0022654 A1 US 2001-0039828 A1 US 2001-0044584 A1 US 2002-0007664 A1 US 2002-0014111 A1 US 2002-0032149 A1 US 2002-0040196 A1 US 2002-0061835 A1 US 2002-0088953 A1 US 2002-0148281 A1	09.08.2001 10.01.2000 30.05.2001 04.12.2003 13.03.2002 13.03.2002 13.03.2002 20.08.2001 13.02.2002 13.03.2002 13.03.2002 13.03.2002 11.06.2002 21.05.2002 11.06.2002 15.10.2002 04.03.1999 29.12.1999 25.05.2001 26.04.2005 15.11.2000 25.07.2001 08.01.2003 14.06.2000 16.05.2001 21.08.2002 29.03.2006 11.09.2001 25.06.2002 18.09.2002 08.08.2007 26.03.2001 28.07.2001 01.02.2000 20.06.2000 28.11.2000 20.09.2001 15.11.2001 22.11.2001 24.01.2002 07.02.2002 14.03.2002 04.04.2002 23.05.2002 11.07.2002 17.10.2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2010/005498

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 2002-0169370 A1	14.11.2002
		US 2002-0184941 A1	12.12.2002
		US 2003-0005752 A1	09.01.2003
		US 2003-0036711 A1	20.02.2003
		US 2003-0066342 A1	10.04.2003
		US 2003-0078517 A1	24.04.2003
		US 2003-0158500 A1	21.08.2003
		US 2003-066341 A1	10.04.2003
		US 2004-0194538 A1	07.10.2004
		US 6193667 B1	27.02.2001
		US 6200277 B1	13.03.2001
		US 6261244 B1	17.07.2001
		US 6322524 B1	27.11.2001
		US 6322525 B1	27.11.2001
		US 6402703 B1	11.06.2002
		US 6412336 B2	02.07.2002
		US 6428488 B1	06.08.2002
		US 6443911 B1	03.09.2002
		US 6450974 B1	17.09.2002
		US 6484565 B2	26.11.2002
		US 6484566 B1	26.11.2002
		US 6523396 B2	25.02.2003
		US 6564618 B2	20.05.2003
		US 6571608 B2	03.06.2003
		US 6598465 B2	29.07.2003
		US 6624435 B2	23.09.2003
		US 6659965 B1	09.12.2003
		US 6692437 B2	17.02.2004
		US 6732573 B2	11.05.2004
		US 6745615 B2	08.06.2004
		US 6805674 B2	19.10.2004
		US 6907772 B2	21.06.2005
		WO 01-36936 A1	25.05.2001
		WO 01-58356 A2	16.08.2001
		WO 01-58356 A3	16.08.2001
		WO 02-079778 A2	10.10.2002
		WO 02-079778 A3	10.10.2002
		WO 02-09583 A2	07.02.2002
		WO 02-09583 A3	07.02.2002
		WO 02-18907 A2	07.03.2002
		WO 02-18907 A3	07.03.2002
		WO 02-18908 A2	07.03.2002
		WO 02-18908 A3	07.03.2002
		WO 02-18909 A2	07.03.2002
		WO 02-18909 A3	07.03.2002
		WO 02-39090 A2	16.05.2002
		WO 02-39090 A3	16.05.2002
		WO 02-43806 A2	06.06.2002
		WO 02-43806 A3	06.06.2002
		WO 03-020133 A2	13.03.2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2010/005498

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		WO 99-10724 A2	04.03.1999
		WO 99-66839 A1	29.12.1999
KR 10-0741262 B1	19.07.2007	NONE	
JP 06-241852 A	02.09.1994	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) <i>G01N 11/04(2006.01)i, G01N 33/49(2006.01)i, G01N 13/00(2006.01)i</i>		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 11/04; A61B 5/145; G01N 13/00; F04B 37/02; G01N 11/08; G01N 11/02; G01N 27/06; H02K 44/00 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: "viscosity,fluid,electrode,channel"		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2006-0093488 A1 (TECK WONG 외 6명) 2006.05.04 요약, 청구항, 및 도면 참조	1-12
A	JP 2003-515123 A (RHEOLOGICS, INC.) 2003.04.22 요약, 청구항, 및 도면 참조	1-12
A	KR 10-0741262 B1 (포항공과대학교 산학협력단 외 1명) 2007.07.19 요약 참조	1-12
A	JP 06-241852 A (OKADA KAZUHIRO) 1994.09.02 요약 참조	1-12
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2011년 05월 27일 (27.05.2011)		국제조사보고서 발송일 2011년 05월 27일 (27.05.2011)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 정부대전청사 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 정경훈 전화번호 82-42-481-5517

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2006-0093488 A1	2006.05.04	US 2006-093488 A1	2006.05.04
		US 7534097 B2	2009.05.19
JP 2003-515123 A	2003.04.22	AU 1998-92054 B2	2001.08.09
		AU 1999-45797 A1	2000.01.10
		AU 2001-19129 A1	2001.05.30
		AU 2001-19129 B2	2003.12.04
		AU 2001-281219 A8	2002.03.13
		AU 2001-283234 A8	2002.03.13
		AU 2001-286800 A8	2002.03.13
		AU 2001-34886 A1	2001.08.20
		AU 2001-79058 A1	2002.02.13
		AU 2001-81219 A1	2002.03.13
		AU 2001-83234 A1	2002.03.13
		AU 2001-86800 A1	2002.03.13
		AU 2002-226986 A8	2002.06.11
		AU 2002-25708 A1	2002.05.21
		AU 2002-26986 A1	2002.06.11
		AU 2002-306461 A8	2002.10.15
		CA 2301161 A1	1999.03.04
		CA 2331986 A1	1999.12.29
		CA 2391178 A1	2001.05.25
		CA 2391178 C	2005.04.26
		CN 1273634 A0	2000.11.15
		CN 1305355 A0	2001.07.25
		CN 1390302 A0	2003.01.08
		EP 1007941 A2	2000.06.14
		EP 1098588 A1	2001.05.16
		EP 1232383 A1	2002.08.21
		EP 1232383 B1	2006.03.29
		JP 2001-514384 A	2001.09.11
		JP 2002-518689 A	2002.06.25
		KR 10-0353425 B1	2002.09.18
		KR 10-0747605 B1	2007.08.08
		KR 10-2001-0023392 A	2001.03.26
		KR 10-2001-0071428 A	2001.07.28
		US 06019735A A	2000.02.01
		US 06077234A A	2000.06.20
		US 06152888A A	2000.11.28
		US 2001-0022654 A1	2001.09.20
		US 2001-0039828 A1	2001.11.15
		US 2001-0044584 A1	2001.11.22
		US 2002-0007664 A1	2002.01.24
		US 2002-0014111 A1	2002.02.07
		US 2002-0032149 A1	2002.03.14
		US 2002-0040196 A1	2002.04.04
		US 2002-0061835 A1	2002.05.23
		US 2002-0088953 A1	2002.07.11
		US 2002-0148281 A1	2002.10.17

국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

US 2002-0169370 A1	2002. 11. 14
US 2002-0184941 A1	2002. 12. 12
US 2003-0005752 A1	2003. 01. 09
US 2003-0036711 A1	2003. 02. 20
US 2003-0066342 A1	2003. 04. 10
US 2003-0078517 A1	2003. 04. 24
US 2003-0158500 A1	2003. 08. 21
US 2003-066341 A1	2003. 04. 10
US 2004-0194538 A1	2004. 10. 07
US 6193667 B1	2001. 02. 27
US 6200277 B1	2001. 03. 13
US 6261244 B1	2001. 07. 17
US 6322524 B1	2001. 11. 27
US 6322525 B1	2001. 11. 27
US 6402703 B1	2002. 06. 11
US 6412336 B2	2002. 07. 02
US 6428488 B1	2002. 08. 06
US 6443911 B1	2002. 09. 03
US 6450974 B1	2002. 09. 17
US 6484565 B2	2002. 11. 26
US 6484566 B1	2002. 11. 26
US 6523396 B2	2003. 02. 25
US 6564618 B2	2003. 05. 20
US 6571608 B2	2003. 06. 03
US 6598465 B2	2003. 07. 29
US 6624435 B2	2003. 09. 23
US 6659965 B1	2003. 12. 09
US 6692437 B2	2004. 02. 17
US 6732573 B2	2004. 05. 11
US 6745615 B2	2004. 06. 08
US 6805674 B2	2004. 10. 19
US 6907772 B2	2005. 06. 21
WO 01-36936 A1	2001. 05. 25
WO 01-58356 A2	2001. 08. 16
WO 01-58356 A3	2001. 08. 16
WO 02-079778 A2	2002. 10. 10
WO 02-079778 A3	2002. 10. 10
WO 02-09583 A2	2002. 02. 07
WO 02-09583 A3	2002. 02. 07
WO 02-18907 A2	2002. 03. 07
WO 02-18907 A3	2002. 03. 07
WO 02-18908 A2	2002. 03. 07
WO 02-18908 A3	2002. 03. 07
WO 02-18909 A2	2002. 03. 07
WO 02-18909 A3	2002. 03. 07
WO 02-39090 A2	2002. 05. 16
WO 02-39090 A3	2002. 05. 16
WO 02-43806 A2	2002. 06. 06
WO 02-43806 A3	2002. 06. 06
WO 03-020133 A2	2003. 03. 13

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		WO 99-10724 A2	1999.03.04
		WO 99-66839 A1	1999.12.29
KR 10-0741262 B1	2007.07.19	없음	
JP 06-241852 A	1994.09.02	없음	