



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0029795

(43) 공개일자 2015년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/03 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0107811

(22) 출원일자 2013년09월09일

심사청구일자 2013년09월09일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

배위섭

서울 광진구 능동로4길 40, B동 501호 (자양동, 이튼타워리버5차)

류원선

서울 송파구 올림픽로4길 15, 13동 1102호 (잠실동, 아시아선수촌아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이은철, 변형철

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 뷰셀, 및 이를 포함하는 고온, 고압 하의 거품 크기 분포를 분석하기 위한 미세규모 관찰 장치

(57) 요약

본 발명은 뷰셀, 및 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치에 관한 것으로, 본 발명의 뷰셀은, 횡방향으로 유로(181a)가 관통 형성되고, 상기 유로(181a)와 수직으로 연통되어 양단에 윈도우 안착을 위한 제1,2요홈이 형성된 셀바디(181)와; 상기 셀바디(181) 상부에 조립되어 상기 제1요홈과 연통되게 제1관통홀(182a)이 형성된 커버(182)와; 상기 셀바디(181) 하부에 조립되어 상기 제2요홈과 연통되게 제2관통홀(183a)이 형성된 베이스(183)와; 기밀부재(0)가 마련되어 상기 제1,2요홈 각각에 안착 위치하는 제1,2윈도우(184)(185)와; 상기 셀바디(181), 상기 커버(182) 및 상기 베이스(183)를 일체로 고정하게 되는 체결부재(186a)(186b);를 포함한다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

김인원

경기 과천시 별양로 110, 644동 504호 (별양동, 주공아파트)

트리안토 아디푸트로 구다니

서울 광진구 능동로 209, 영실관 506호 (군자동, 세종대학교)

이재훈

서울 성동구 독서당로 272, 108동 304호 (금호동4가, 대우아파트)

권용훈

서울 노원구 상계로23다길 13-8, 101동 701호 (상계동, 노원 아이파크)

팜 후이 타이

서울 광진구 능동로 209, 영실관 506호 (군자동, 세종대학교)

홍정재

경기 군포시 수리산로203번길 28, (산본동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415126582

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국에너지기술평가원

연구사업명 비재래 원유 증산을 위한 ASP주입 최적 설계 기술개발

연구과제명 비재래 원유 증산을 위한 핵심기반 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2012.10.01 ~ 2013.09.30

특허청구의 범위

청구항 1

계면활성제 수용액과 액상의 이산화탄소가 공급되어 이산화탄소 거품을 생성하여 배출하게 되는 거품생성부와; 액상의 이산화탄소가 저장된 CO₂탱크로부터 상기 거품생성부에 설정 압력까지 액상 이산화탄소를 공급하기 위한 펌프와; 유량 제어가 가능한 밸브가 마련되어 상기 거품생성부에 일정 농도의 계면활성제 수용액을 공급하기 위한 수용액 인렛과; 상기 거품생성부에서 배출되는 이산화탄소 거품을 균일한 거품 사이즈로 재생성하기 위하여 다공성의 필터 엘리먼트를 갖는 인라인 필터부재와; 상기 인라인 필터부재를 통과하여 상기 거품생성부로 순환이 이루어지는 이산화탄소 거품의 이송배관에 마련되어 내부를 따라 흐르는 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 투시용 압력용기와; 상기 거품생성부, 상기 인라인 필터부재 및 상기 투시용 압력용기를 따라서 유체의 순환을 위한 순환펌프를 포함하는 거품의 미세규모 관찰 장치에 있어서,

상기 투시용 압력용기와 병렬 배치되어 상기 이송배관에서 분기된 분기배관과 연결되어 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 윈도우를 갖는 뷰셀;을 포함하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 뷰셀은,

상기 분기배관과 커넥터로 연결되는 유로가 형성된 셀바디와;

상기 셀바디의 상부 및 하부 각각에 상기 유로의 일부가 노출되도록 윈도우가 마련되어 체결부재에 의해 조립이 이루어지는 커버 및 베이스;를 포함하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스는,

수직하게 돌출 형성된 최소한 두 개 이상의 가이드봉과, 상기 가이드봉과 대응되어 상기 가이드봉의 삽입이 가능한 가이드요홈이 형성되어,

상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스는 가이드봉과 가이드요홈의 결합에 의해 가조립이 가능한 것을 특징으로 하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 인라인 필터부재와 상기 투시용 압력용기 사이에는 나선형의 슬립 튜브와; 상기 슬립 튜브 사이의 압력차를 검출하기 위한 압력검출부;를 더 포함하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 거품생성부, 인라인 필터부재, 및 투시용 압력용기를 밀폐하게 되는 챔버와;

상기 챔버 내부의 온도를 조절하기 위한 온도조절부;를 더 포함하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 인라인 필터부재는,

인렛바디와;

상기 인렛바디와 나사 조립되는 아웃렛바디를 포함하며,

상기 필터 엘리먼트는, 상기 인렛바디와 아웃렛바디 내에 탄성체에 의해 탄성 지지되어 삽입되는 것을 특징으로 하는 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치.

청구항 7

횡방향으로 유로가 관통 형성되고, 상기 유로와 수직으로 연통되어 양단에 윈도우 안착을 위한 제1,2요홈이 형

성된 셀바디와;

상기 셀바디 상부에 조립되어 상기 제1요홈과 연통되게 제1관통홀이 형성된 커버와;

상기 셀바디 하부에 조립되어 상기 제2요홈과 연통되게 제2관통홀이 형성된 베이스와;

기밀부재가 마련되어 상기 제1,2요홈 각각에 안착 위치하는 제1,2윈도우와;

상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스를 일체로 고정하게 되는 체결부재;를 포함하는 뷰셀.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 베이스는 수직하게 돌출 형성된 최소한 두 개 이상의 가이드봉을 더 포함하며, 상기 커버와 셀바디는 상기 가이드봉이 관통 삽입이 이루어지는 가이드홀이 형성된 것을 특징으로 하는 뷰셀.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 제1,2윈도우는 사파이어인 것을 특징으로 하는 뷰셀.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 유로의 양 개구부에는 암나사산이 형성된 것을 특징으로 하는 뷰셀.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 커버는 상기 제1관통홀에서 확장 형성된 인입홀이 형성된 것을 특징으로 하는 뷰셀.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 뷰셀, 및 이를 포함하는 고온, 고압 상태인 저류층 조건의 거품 크기 분포를 분석하기 위한 관찰 장치에 관한 것으로, 특히 이산화탄소 주입법 기반의 석유/가스 회수 증진기술(Enhanced Oil/Gas Recovery; EOR/EGR)을 위하여 저류층 조건으로 모사된 이산화탄소 거품의 안정성을 광학기기를 이용하여 직접 관찰 가능한 뷰셀과, 이러한 뷰셀을 포함하여 저류층 조건에서 이산화탄소 거품을 생성하고 이를 분석하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

오일 또는 가스 회수증진 기법(tertiary production)은 일반적인 일차 생산(primary recovery)이나 이차 생산(secondary recovery) 후에도 회수가 어려운 저류층으로부터 오일 또는 가스를 회수하는 것을 말한다. 이러한 오일 또는 가스 저류층의 회수증진을 위해서는 계면활성제 주입, 폴리머 주입, 이산화탄소 주입, 추가 시추, 수압파쇄 등의 다양한 기법이 사용된다.

[0003]

특히 최근에는 이산화탄소 지중처분기술과 연계하여 이산화탄소를 주입하여 원유와 혼화/용해시킴으로써 원유의 점성도를 감소시켜 회수율을 증진시키는 방법이 주목받고 있다.

[0004]

이산화탄소 주입에 의한 오일 또는 가스 회수증진은 최근 이산화탄소 지중처분에 대한 연구가 급증함에 따라 주목받고 있으며, 오일정 또는 가스정 포기압력에 도달한 저류층을 이산화탄소를 이용하여 재가압함으로써 추가적인 오일 또는 가스 생산이 가능하다.

[0005]

석유 회수증진 기법 중에서 혼합화 유체 주입법(miscible fluid flooding)은 이산화탄소 등의 주입유체가 오일과 혼합되어 오일 부피 팽창에 의한 잔류 오일 포화율 및 점성도의 감소, 접촉효율의 향상 등을 통하여 회수 효율을 증가시키며, 현장조건으로 감압 시 이산화탄소와 생산된 오일이 분리된다. 또한 오일의 경우에는 1차 회수 후에 원시부존량의 50~70%가 저류층에 남아있기 때문에 석유 회수증진을 위한 혼합화 유체 주입법이 사용되고 있다.

[0006]

이산화탄소 주입에 의한 오일 회수 기법에서는 이산화탄소 슬러그(slug)로 유정에 주입이 이루어지게 되며, 한편 이산화탄소는 일반적인 조건(상온, 상압)에서는 원유와 혼합이 이루어지지 않으나, 약 7,600 kPa 이상의

고압 상태인 대부분의 저류층 조건에서 이산화탄소는 원유와 혼합이 이루어진다. 또한, 초고압 상태의 임계조건에서 이산화탄소는 용매(solvent)로 작용하여 다른 액체들보다 더욱 효과적인 변위제(displacement agent)로 사용될 수가 있다.

[0007] 또한 이산화탄소 전체가 원유의 용매로 작용하지 않는 상황에서도 접촉 효율(sweep efficiency) 개선, 점도의 증가, 및 유동성 감소로 인하여 오일 회수율이 개선될 수 있으며, 이와 같은 이산화탄소를 이용한 2차적인 오일 회수 기법에 대해서는 미국 특허번호 제3,811,501호(특허일자: 1974.05.21), 제3,811,502호(특허일자: 1974.05.21) 및 제4,410,043호(특허일자: 1983.10.18)에서 제안하고 있다.

[0008] 한편 이산화탄소를 주입제(flooding agent)로 사용하는 경우에 이산화탄소는 오일 또는 물보다는 점성유동이 작기 때문에 오일을 일정하게 이동시키지 못하는 문제점이 발생하게 되며, 또한 이산화탄소는 특정 지역이나 방향으로 빠르게 이동하여 주입 유체 흐름을 따라서 점성 핑거(viscous fingers)가 형성되어 주입된 이산화탄소의 효과를 저하시키고 오일 회수 효율을 저하시킬 수 있다.

[0009] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 이산화탄소와 계면활성제 용액을 혼합하여 거품을 생성한 후 주입제로 사용하는 것이 제안되어 있으며, 이러한 합성 유체는 유동도 통제(mobility control), 접촉 효율(sweep efficiency), 점성도를 높여주고 다공질 암석의 유체 유동성을 줄일 수 있다.

[0010] 이러한 관점에서 저류층(고온, 고압)에서의 이산화탄소 거품을 모사하고 그 안정성 등과 같은 특성을 분석하는 것은 오일 회수 효율을 개선하는데 많은 도움이 될 수 있다.

[0011] 예를 들어, 미국 특허번호 제4,589,276호(특허일자: 1986.05.20)는 이산화탄소 거품 주입법에 의한 오일 회수 증진기술에서 기포제(foamant)의 기포 특성을 결정할 수 있는 방법 및 장치를 제안하고 있으며, 저류층으로 모사된 고압 조건에서 이산화탄소가 다공성 매질을 갖는 테스트 셀 내의 기포제 샘플을 통과하도록 하며, 이때 형성된 기포의 양(quantity)을 측정하여 기포제의 기포 특성을 측정하도록 하고 있다.

[0012] 그러나 이와 같이 다공성 매질을 통과하는 이산화탄소 거품을 분석하는 록 코어 주입(rock core flooding) 분석 장치는 이산화탄소 거품 자체의 고유 안정성, 동적 점도, 계면 활성제 흡착도 등과 같은 거품 질을 분석하기가 어려운 문제점이 있다.

선행기술문헌

[0013] 미국 특허번호 제3,811,501호(특허일자: 1974.05.21)

[0014] 미국 특허번호 제3,811,502호(특허일자: 1974.05.21)

[0015] 미국 특허번호 제4,410,043호(특허일자: 1983.10.18)

[0016] 미국 특허번호 제4,589,276호(특허일자: 1986.05.20)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명은 이러한 종래기술의 문제점을 해소하기 위한 것으로, 이산화탄소 주입법 기반의 석유/가스 회수 증진 기술(Enhanced Oil/Gas Recovery; EOR/EGR)을 위하여 고온, 고압의 저류층 조건으로 거품을 생성하여 거품의 조직과 구조와 같은 특성을 분석하기 위한 미세규모 관찰 장치를 제공하고자 하는 것이다.

[0018] 또한 본 발명은 저류층 조건으로 모사된 이산화탄소 거품의 안정성을 광학기기를 이용하여 직접 관찰 가능한 뷰셀을 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0019] 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 저류층 조건의 거품 미세규모 관찰 장치는, 계면활성제 수용액과 액상의 이산화탄소가 공급되어 이산화탄소 거품을 생성하여 배출하게 되는 거품생성부와; 액상의 이산화탄소가

저장된 CO₂ 탱크로부터 상기 거품생성부에 설정 압력까지 액상 이산화탄소를 공급하기 위한 펌프와; 유량 제어 가능한 밸브가 마련되어 상기 거품생성부에 일정 농도의 계면활성제 수용액을 공급하기 위한 수용액 인렛과; 상기 거품생성부에서 배출되는 이산화탄소 거품을 균일한 거품 사이즈로 재생성하기 위하여 다공성의 필터 엘리먼트를 갖는 인라인 필터부재와; 상기 인라인 필터부재를 통과하여 상기 거품생성부로 순환이 이루어지는 이산화탄소 거품의 이송배관에 마련되어 내부를 따라 흐르는 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 투시용 압력용기와; 상기 거품생성부, 상기 인라인 필터부재 및 상기 투시용 압력용기를 따라서 유체의 순환을 위한 순환펌프를 포함하는 이산화탄소 거품 생성 및 분석 장치에 있어서, 상기 투시용 압력용기와 병렬 배치되어 상기 이송배관에서 분기된 분기배관과 연결되어 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 윈도우를 갖는 뷰셀;을 포함한다.

[0020] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 뷰셀은, 상기 분기배관과 커넥터로 연결되는 유로가 형성된 셀바디와; 상기 셀바디의 상부 및 하부 각각에 상기 유로의 일부가 노출되도록 윈도우가 마련되어 체결부재에 의해 조립이 이루어지는 커버 및 베이스;를 포함하며, 보다 바람직하게는, 상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스는, 수직하게 돌출 형성된 최소한 두 개 이상의 가이드봉과, 상기 가이드봉과 대응되어 상기 가이드봉의 삽입이 가능한 가이드요홈이 형성되어, 상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스는 가이드봉과 가이드요홈의 결합에 의해 가조립이 가능한 것을 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 인라인 필터부재와 상기 투시용 압력용기 사이에는 나선형의 슬립 튜브와; 상기 슬립 튜브 사이의 압력차를 검출하기 위한 압력검출부;를 더 포함한다.

[0022] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 거품생성부, 인라인 필터부재, 및 투시용 압력용기를 밀폐하게 되는 챔버와; 상기 챔버 내부의 온도를 조절하기 위한 온도조절부;를 더 포함한다.

[0023] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 인라인 필터부재는, 인렛바디와; 상기 인렛바디와 나사 조립되는 아웃렛바디를 포함하며, 상기 필터 엘리먼트는, 상기 인렛바디와 아웃렛바디 내에 탄성체에 의해 탄성 지지되어 삽입되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 다음으로 본 발명에 따른 뷰셀은, 횡방향으로 유로가 관통 형성되고, 상기 유로와 수직으로 연통되어 양단에 윈도우 안착을 위한 제1,2요홈이 형성된 셀바디와; 상기 셀바디 상부에 조립되어 상기 제1요홈과 연통되게 제1관통홀이 형성된 커버와; 상기 셀바디 하부에 조립되어 상기 제2요홈과 연통되게 제2관통홀이 형성된 베이스와; 기밀부재가 마련되어 상기 제1,2요홈 각각에 안착 위치하는 제1,2윈도우와; 상기 셀바디, 상기 커버 및 상기 베이스를 일체로 고정하게 되는 체결부재;를 포함한다.

[0025] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 베이스는 수직하게 돌출 형성된 최소한 두 개 이상의 가이드봉을 더 포함하며, 상기 커버와 셀바디는 상기 가이드봉이 관통 삽입이 이루어지는 가이드홀이 형성된 것을 특징으로 한다.

[0026] 바람직하게는 본 발명에 있어서, 상기 제1,2윈도우는 사파이어인 것을 특징으로 하며, 상기 유로의 양 개구부에는 암나사산이 형성된 것을 특징으로 하며, 상기 커버는 상기 제1관통홀에서 확장 형성된 인입홀이 형성된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0027] 본 발명의 고온, 고압 상태인 저류층 조건의 거품에 대한 미세규모 관찰 장치는, 고온, 고압의 저류층을 직접 모사하여 다양한 사이즈와 조건에서 이산화탄소 거품을 생성 가능하여 이산화탄소 거품의 조직과 구조와 같은 특성을 정확히 분석할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한 본 발명의 뷰셀은 저류층 조건으로 모사된 이산화탄소 거품의 안정성을 광학기기를 이용하여 직접 관찰 가능한 뷰셀을 제공하고자 하는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따른 장치의 전체 구성도,

도 2는 본 발명에 따른 장치에 있어서 거품생성부의 바람직한 실시예를 보여주는 도면,

도 3은 본 발명에 따른 장치에 있어서 인라인 필터부재의 바람직한 실시예를 보여주는 도면,

도 4는 본 발명에 따른 장치에 있어서 투시용 압력용기의 바람직한 실시예를 보여주는 사진,

도 5는 본 발명에 따른 장치에 있어서 투시용 압력용기의 다른 실시예로써, 금속 케이싱이 마련된 사파이어로 구성된 투시용 압력용기를 보여주는 사진,

도 6은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 외관 구성도,

도 7은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 단면 구성도,

도 8은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 분해 사시도,

도 9는 본 발명에 따른 장치의 뷰셀에 있어서 셀바디의 평면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 실시예에서 제시되는 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있다. 또한 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경물, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0031] 한편, 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0032] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부 도면을 참고하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0033] 도 1을 참고하면, 본 발명의 장치는, 이산화탄소 거품을 생성하기 위한 거품생성부(110); 거품생성부(110)에 액상의 이산화탄소를 공급하게 되는 펌프(120); 거품생성부에 계면활성제 수용액을 공급하기 위한 수용액 인렛(130); 거품생성부(110)에서 생성된 이산화탄소 거품을 일정 사이즈로 재생성하기 위한 인라인 필터부재(140); 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 투시용 압력용기(150); 거품생성부(110), 인라인 필터부재 및 투시용 압력용기(150)를 따라서 유체의 순환이 이루어지도록 하는 순환펌프(160)를 포함한다.

[0034] 바람직하게는, 적어도 거품생성부(110), 인라인 필터부재(140), 및 투시용 압력용기(150)는 밀폐된 챔버(210) 내에 수납되며, 챔버(210) 내부의 온도를 조절하기 위한 온도조절부(220)를 더 포함할 수 있다.

[0035] 챔버(210)는 장치 내부를 관찰할 수 있도록 글라스와 같은 투명한 재질이 사용될 수 있으며, 개폐 가능한 별도의 도어가 마련될 수 있다.

[0036] 챔버(210) 내부에 마련된 온도조절부(220)는 챔버(210) 내부의 온도를 일정하게 유지하기 위한 것으로써, 바람직하게는, 히터와 온도를 검출하기 위한 온도센서에 의해 제공될 수 있으며, 온도센서로부터 온도를 검출하고 설정 온도가 유지될 수 있도록 히터 작동의 제어가 이루어질 수 있다. 이를 위하여 설정 온도를 입력하고 온도센서의 검출 온도를 비교 판단하기 위한 입력부가 마련된 제어모듈이 더 포함될 수 있으며, 검출된 온도를 표시하기 위한 출력장치가 부가될 수 있을 것이다.

[0037] 도시되지 않았으나, 챔버 바깥에는 콘트롤패널이 마련되며, 콘트롤패널은 온도조절부와 연결되어 챔버 바깥에서 콘트롤패널의 조작에 의해 온도조절부의 제어가 이루어질 수 있다. 또한, 이러한 콘트롤패널을 통하여 펌프의 구동을 제어하고 전기적인 제어가 필요한 기타 구성에 대한 제어가 이루어질 수 있을 것이다.

[0038] 거품생성부(110)는 공급된 계면활성제 수용액과 함께 액상의 이산화탄소를 혼합하여 이산화탄소 거품을 생성하여 배출한다.

[0039] 구체적으로 도 2에 예시된 것과 같이, 거품생성부(110)는 복수의 교반자성체(115)가 마련된 혼합탱크와, 혼합탱크 외부에 배치되어 교반자성체(115)에 대해 교류 자기장을 발생시키는 자력발생부(116)를 포함한다.

[0040] 혼합탱크는 스테인레스 스틸과 같은 비자성 소재가 사용되며, 중공 형상의 내압하우징(111)과, 이 내압하우징(111)의 양측 개구부 각각에 조립되어 내압하우징(111)의 기밀 유지하게 되는 제1엔드캡(112) 및 제2엔드캡(113)을 포함하며, 보다 바람직하게는, 제1엔드캡(112)은 내압하우징(111)의 내부를 관찰 가능하도록 투명한 재

질의 윈도우(114)를 더 포함한다. 한편 윈도우는 내구성과 내식성이 우수한 석영, 사파이어, 또는 강화글라스의 재질이 사용될 수 있을 것이다.

- [0041] 혼합탱크 내에는 다수의 교반자성체(115)가 마련되며, 교반자성체는 마그네틱바에 의해 제공될 수 있다. 교반자성체는 외부에서 발생된 교류 자기장에 의해 혼합탱크 내에서 회전이 이루어져 내용물의 혼합이 이루어진다.
- [0042] 자력발생부(116)는 혼합탱크 바깥에 마련되어 교류 자기장을 발생시켜서 혼합탱크 내의 교반자성체(115)의 운동을 유도하여 내용물을 혼합하게 된다.
- [0043] 자력발생부로는 다수의 영구자석이 배치된 로터에 의해 제공될 수 있으며, 로터의 회전에 의해 영구자석의 회전 운동이 이루어져 회전자계가 발생될 수 있다.
- [0044] 도 2에서 도면부호 113a는 제2엔드캡에 형성된 공급포트로서, 수용액과 액상의 이산화탄소 공급이 이루어지며, 도면부호 111a는 내압하우징에 형성된 배출포트로서, 생성된 이산화탄소 거품의 배출이 이루어진다.
- [0045] 다시 도 1을 참고하면, 펌프(120)는 액상의 이산화탄소가 저장된 CO₂탱크(121)와 연결되어 CO₂탱크(121)에 저장된 액상의 이산화탄소를 거품생성부(110)로 공급하게 되며, 설정 압력까지 액상의 이산화탄소를 정량, 정압으로 공급하게 된다. 이러한 펌프(120)로는 액상의 이산화탄소를 7,000 psi까지 압축하여 전달할 수 있는 ISCO 펌프가 사용됨이 바람직하다. 도면부호 CV1은 주지의 체크밸브로써 펌프(120)에서 거품생성부(110)로 공급되는 액상의 이산화탄소의 역류를 방지한다.
- [0046] 수용액 인렛(130)은 거품생성부(110) 내에 일정 농도의 계면활성제 수용액을 공급하기 위한 것으로써, 유량 제어기가 가능한 밸브(V)가 마련되어 계면활성제 수용액을 설정된 정량만큼 거품생성부(110)로 공급이 이루어질 수 있다.
- [0047] 본 실시예에서 밸브(V)는 배관라인에 마련되어 개폐 조작이 가능한 3방 밸브를 보여주고 있으며, 다수 개의 3방 밸브가 배관라인에 배치되고 각 3방 밸브에 수용액 인렛(130)이 연결 가능하여 계면활성제 수용액의 공급 위치를 다르게 하여 실험이 실시될 수 있을 것이다. 특히, 본 발명에서 밸브는 사용 압력(working pressure)이 15,000 psi까지 신뢰할 수 있는 고압용 밸브가 사용됨이 바람직할 것이다.
- [0048] 인라인 필터부재(140)는 거품생성부(110)에서 전달되는 이산화탄소 거품을 균일한 거품 사이즈로 재생성하기 위한 것으로써, 교체 가능한 다공성의 필터 엘리먼트를 포함한다.
- [0049] 도 3은 본 발명에 따른 장치에 있어서 인라인 필터부재의 바람직한 실시예를 보여주는 도면이다.
- [0050] 바람직하게는 도 3에 예시된 것과 같이, 인라인 필터부재(140)는 인렛바디(141)와, 인렛바디(141)와 나사 조립되는 아웃렛바디(142)와, 인렛바디(141)와 아웃렛바디(142) 내에 탄성체(144)에 의해 탄성 지지되어 삽입되는 다공성 필터 엘리먼트(145)를 포함한다.
- [0051] 다공성 필터 엘리먼트(145)는 일정한 홀 사이즈를 갖는 원통 형상의 소결체로서, 인렛바디(141)와 아웃렛바디(142)에 교환이 가능하게 조립되며, 이를 통과하는 이산화탄소 거품의 사이즈를 재생성하는 기능을 한다.
- [0052] 인렛바디(141)와 아웃렛바디(142)의 체결부 사이에는 삽입되어 유체의 누설을 방지하기 위한 개스킷(143)이 추가될 수 있다.
- [0053] 다시 도 1을 참고하면, 투시용 압력용기(150)는 인라인 필터부재(140)를 통과하여 거품생성부(110)로 순환이 이루어지는 이산화탄소 거품의 이송배관 상에 마련되는 것으로써, 내부를 따라 흐르는 이산화탄소 거품의 관찰이 가능하다.
- [0054] 투시용 압력용기(150)는 원통 형상을 가지며 중앙을 관통하여 이산화탄소 거품이 지나게 되는 유로(151)가 형성되며, 유로(151) 상단과 하단에 각각 이산화탄소 거품의 이송배관이 조립된다. 도 4에 예시된 것과 같이, 투시용 압력용기는 전체가 아크릴 재질이 사용되어 높은 압력으로 가압된 상태에서 수직으로 관통 형성된 유로를 따라 흐르는 이산화탄소 거품에 대한 관찰이 가능하다. 투시용 압력용기는 아크릴 이외에도 내구성과 내식성이 우수한 석영, 사파이어, 강화글라스 등의 재질이 사용될 수 있을 것이다. 도 5는 본 발명에 따른 장치에 있어서 투시용 압력용기의 다른 실시예로써, 금속 케이싱이 마련된 사파이어로 구성된 투시용 압력용기를 보여주고 있다.
- [0055] 순환펌프(160)는 거품생성부(110), 인라인 필터부재(140) 및 투시용 압력용기(150)를 따라서 흐르는 유체의 순환시키게 되며, 높은 압력에서 정밀한 유량제어가 가능한 고압정밀 액체 정량펌프인 Optos사 펌프가 사용될 수

있다.

[0056] 도면부호 CV2는 거품생성부(110), 인라인 필터부재(140) 및 투시용 압력용기(150)를 연결하는 이송배관에 마련되어 유체의 흐름 방향에 대해 역류가 발생되는 것을 방지할 수 있는 제2체크밸브이다.

[0057] 본 발명에서 인라인 필터부재(140)와 투시용 압력용기(150) 사이에는 나선형으로 슬립 튜브(171)와; 슬립 튜브(171) 사이의 압력차를 검출하기 위한 압력검출부(172);를 더 포함할 수 있다.

[0058] 슬립 튜브(171)는 각 구성들을 연결하는 이송배관과 직경이 같거나 작으며 나선형으로 권취된 튜브로써 슬립 튜브(171)를 통과하면서 발생된 압력 강하는 압력검출부(172)를 통해 검출이 이루어지며, 이와 같이 압력검출부(172)를 통해 검출된 압력차를 이용하여 시험 대상 이산화탄소 거품의 점도(η)를 구할 수 있다.

[0059] [수학식]

$$\eta = \frac{\pi R^4}{16\phi L} \frac{P_i^2 - P_o^2}{P_o}$$

[0060]

[0061] 위 식에서 R은 슬립 튜브의 반지름이며, ϕ 는 유량, L은 슬립 튜브의 길이, P_i 는 슬립 튜브의 입구측 압력, P_o 는 슬립 튜브의 출구측 압력이다.

[0062] 한편, 본 실시예에서는 이산화탄소 거품의 점도를 산출하기 위하여 슬립 튜브가 마련되는 것으로 예시하였으나, 저류층의 코어 내의 유체투과율을 조사하기 위하여 코어시료가 밀폐되어 수용되는 코어홀더가 조립될 수도 있을 것이다.

[0063] 다음으로 본 발명에서 투시용 압력용기(150)와 병렬 설치되어 이송배관에서 분기된 분기배관에는 이산화탄소 거품을 관찰 가능한 윈도우를 갖는 뷰셀(180);을 더 포함한다.

[0064] 뷰셀(180)은 생성된 이산화탄소 거품의 정적 안정성을 관찰하기 위한 것으로써, 뷰셀(180)과 인접하여 설치된 광학기기(191)와 조명장치(192)를 통하여 실험자는 생성된 이산화탄소 거품의 필름 두께, 구조 및 질감을 직접 관찰할 수 있다. 본 실시예에서는 광학기기로써 광학현미경을 예시하고 있으나, 실시간 이미지를 촬영하여 기록하기 위한 영상기록장치가 사용될 수도 있을 것이다.

[0065] 도 6은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 외관 구성도이며, 도 7은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 단면 구성도이다.

[0066] 도 6 및 도 7을 참고하면, 뷰셀(180)은 이산화탄소 거품이 통과하게 되는 유로가 형성된 셀바디(181)와, 셀바디(181) 상부와 조립되는 커버(182)와, 셀바디 하부와 조립되는 베이스(183)를 포함하며, 커버(182)와 베이스(183) 각각은 셀바디(181)와의 조립면에 유로와 인접하여 제1윈도우(184)와 제2윈도우(185)가 삽입된다.

[0067] 셀바디(181)는 횡방향으로 유로(181a)가 형성되며, 유로(181a) 양단은 각각 이산화탄소 거품의 출입구와 배출구로써 양 개구부에는 암나사산이 형성되어 분기배관과 커넥터에 의해 조립이 이루어진다.

[0068] 셀바디(181)는 유로(181a)와 수직으로 연통되어 제1,2요홈이 형성되며, 제1,2요홈에 각각 제1윈도우(184)와 제2윈도우(185)가 안착 위치한다.

[0069] 커버(182)는 수직으로 관통 형성된 제1관통홀(182a)이 형성되며, 제1관통홀(182a) 하단으로 커버(182)와 셀바디(181)에 의해 고정되는 제1윈도우(184)가 위치한다.

[0070] 베이스(183)는 수직으로 관통 형성된 제2관통홀(183a)이 형성되며, 제2관통홀(183a) 상단으로 베이스(183)와 셀바디(181)에 의해 고정되는 제2윈도우(185)가 위치한다.

[0071] 제1윈도우와 제2윈도우는 광 투과율을 우수한 아크릴, 석영, 사파이어, 강화글라스 등의 재질이 사용될 수 있으며, 바람직하게는, 특히 고압에서 우수한 특성을 갖는 사파이어가 사용될 수 있다.

[0072] 도면부호 0는 0링으로써 제1윈도우(184) 테두리에 삽입되어 기밀을 유지하여 고압 상태인 이산화탄소 거품이 바깥으로 새지 않도록 하며, 동일하게 제2윈도우(185)에도 0링이 마련될 수 있다.

[0073] 커버(182) 상부는 제1관통홀(182a)에서 확장 형성된 인입홀(182b)이 형성되며, 인입홀(182b)은 커버(182) 상부로 위치하게 되는 광학기기(현미경)가 삽입되어 제1윈도우(184)와 인접하여 위치가 가능하여 광학기기의 포커싱 작업이 용이하게 이루어질 수 있다.

- [0074] 한편 베이스(183)에 형성된 제2관통홀(183a) 하부에는 관찰에 필요한 광원을 제공하게 되는 조명장치가 마련될 수 있다. 베이스(183)는 광학기기와 함께 견고히 고정될 수 있도록 고정용 요홈(183c)이 마련될 수 있다.
- [0075] 뷰셀을 구성하는 셀바디(181), 커버(182) 및 베이스(183)는 내압성이 우수하고 내식성이 우수한 스테인레스 스틸(SUS316)을 사용될 수 있다.
- [0076] 도 8은 본 발명에 따른 장치에 있어서 뷰셀의 분해 사시도이다.
- [0077] 바람직하게는 베이스(183)는 수직으로 돌출 형성된 최소한 두 개 이상의 가이드봉(183c)이 마련되며, 셀바디(181)와 커버(182) 각각은 가이드봉(183c) 위치와 대응되어 가이드홀(181c)(182c)이 형성됨으로서, 셀바디(181)와 커버(182)는 가이드봉(183c)에 안내되어 베이스(183)에 가조립이 이루어질 수 있다.
- [0078] 본 실시예에서 가이드봉은 베이스 상부에 4개가 마련되는 것으로 예시되어 있으나, 가이드봉의 숫자와 배치는 다양하게 변경이 가능하며, 또한 가이드봉은 베이스가 아닌 셀바디 또는 커버에 마련되어 셀바디, 커버 및 베이스의 가조립이 이루어질 수도 있음을 이해하여야 할 것이다.
- [0079] 셀바디(181), 커버(182) 및 베이스(183)는 체결부재에 의해 조립이 이루어지며, 또한 체결부재의 해제에 의하여 셀바디, 커버 및 베이스는 간단하게 분해가 가능하다.
- [0080] 이러한 체결부재로는 볼트(186a)와 너트(186b)가 사용될 수 있으며, 셀바디(181), 커버(182) 및 베이스(183) 각각은 볼트(186a)가 삽입 가능한 볼트체결공(181d)(182d)(183d)이 형성되어 볼트와 너트에 의해 조립이 이루어질 수 있을 것이다.
- [0081] 도 9는 본 발명에 따른 장치의 뷰셀에 있어서 셀바디의 평면도이다.
- [0082] 도 9는 예시된 것과 같이, 셀바디(181)의 유로 중앙은 원통형상의 홀이 형성되며, 이 홀 내에는 반달 형상으로 대칭된 한 쌍의 스페이서(187)가 마련될 수 있다. 한 쌍의 스페이서(187) 사이의 간격(D1)은 셀바디(181)에 형성된 유로의 폭(D2)과 대략 동일하게 제작되는 것이 바람직하다. 한 쌍의 스페이서는 이산화탄소에 의한 부식을 방지하기 위하여 알루미늄 또는 구리 재질이 사용될 수 있을 것이다.
- [0083] 이와 같이 구성된 본 발명의 장치를 이용한 실험순서는, 계면활성제를 포함한 일정 농도로 준비된 수용액(물, 염도, 계면활성제 농도, pH 등)을 수용액 인렛(130)을 통해 주입하여 거품생성부(110) 내에 수용액을 채우게 되며, 이때 밸브(V)를 조절하여 수용액의 투입량 조절이 이루어질 수 있다.
- [0084] 다음으로 펌프(120)를 작동하여 액상의 이산화탄소를 거품생성부(110)에 채우게 되며, 이때 장치 내의 설정 압력은 펌프(120)의 구동 제어에 의해 이루어질 수 있다.
- [0085] 거품생성부(110)에서는 투입된 수용액과 액상의 이산화탄소가 혼합되어 이산화탄소 거품이 배출되며, 순환펌프(160)에 의해 거품생성부(110)에서 발생된 이산화탄소 거품은 인라인 필터부재(140)와 투시용 압력용기(150)를 따라서 순환이 이루어지며, 이때 인라인 필터부재(140)를 통과한 이산화탄소 거품은 다공성의 필터 엘리먼트를 통과하면서 일정 사이즈의 거품으로 재생성되어 투시용 압력용기(150)로 전달될 수 있다.
- [0086] 한편, 이러한 이산화탄소 거품의 순환 동안에 슬립 튜브(171)와 압력검출부(172)에서 이산화탄소 거품의 동적 점도에 대한 측정이 이루어질 수 있으며, 또한 저류층 조건에서 생성된 이산화탄소 거품을 직접 투시용 압력용기(150)와 뷰셀(180)을 통하여 거품의 조직과 구조를 관찰하여 데이터(이미지 등)를 얻을 수가 있다. 이러한 데이터 획득과정은 앞서 설명한 콘트롤패널에 의해 제어가 이루어져 데이터로 저장될 수도 있다.
- [0087] 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.

부호의 설명

120 : 펌프

130 : 수용액 인렛

150 : 투시용 압력용기

171 : 슬림 튜브

180 : 뷰셀

182 : 커버

184 : 제1원도우

186a : 볼트

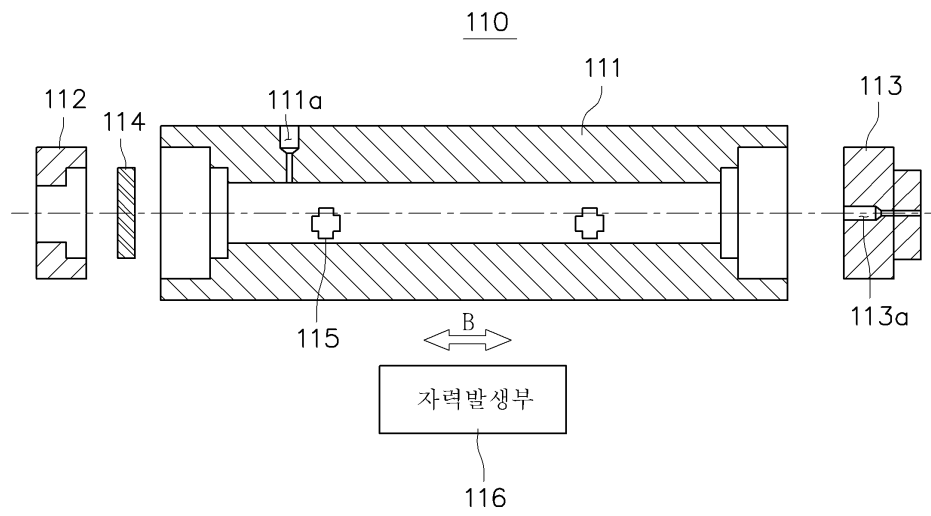
CV1 : 제1체크밸브

0 : 0링

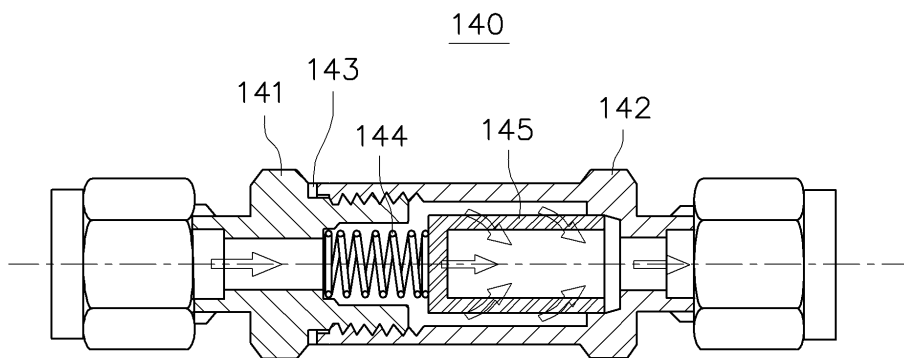
도면1



도면2



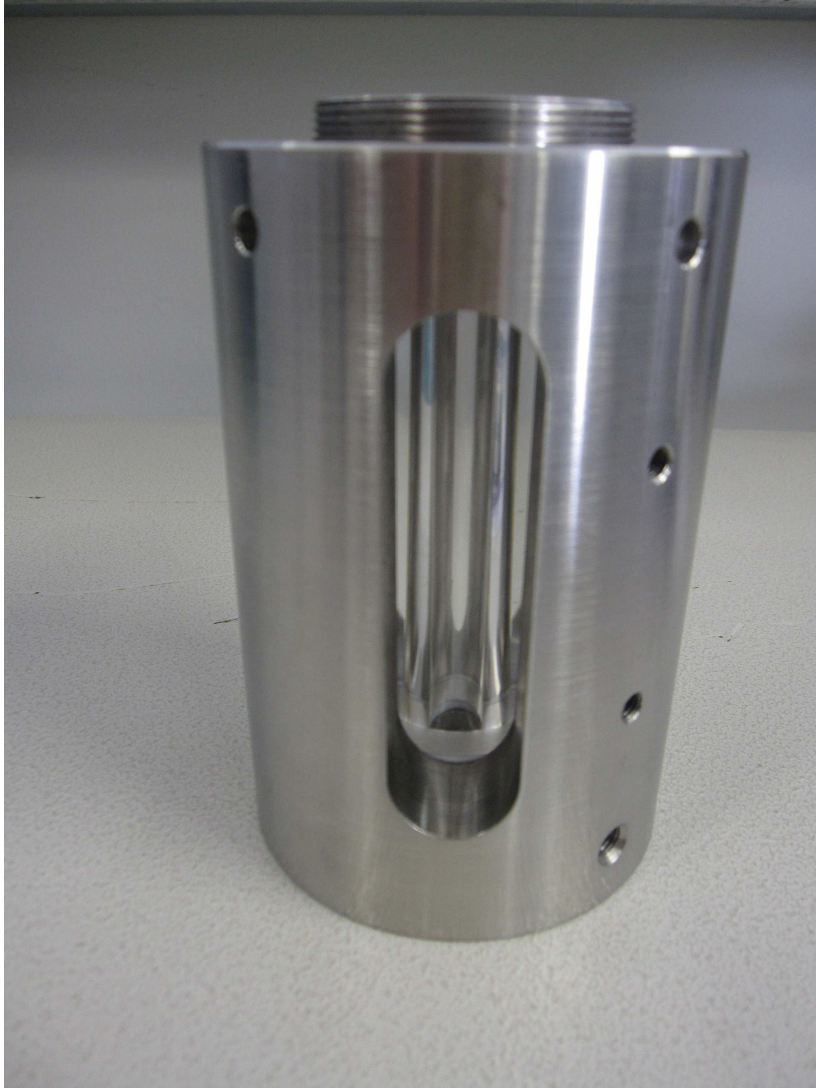
도면3



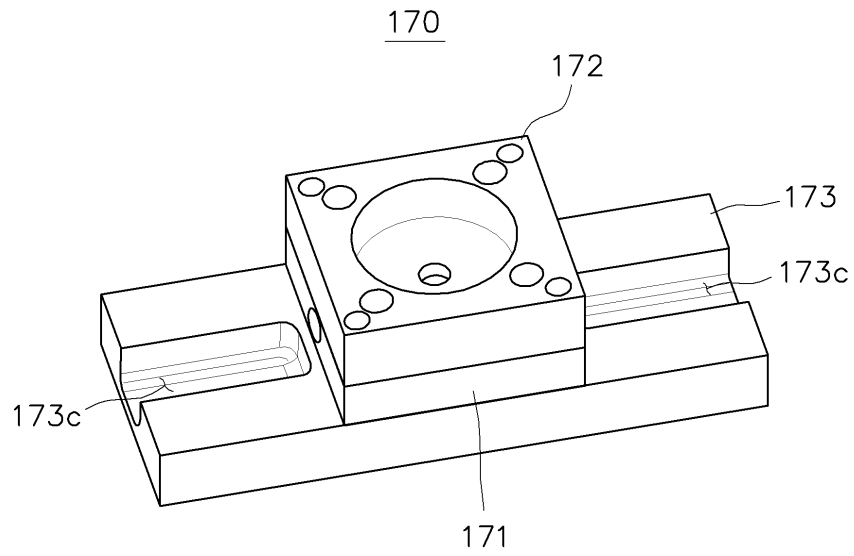
도면4



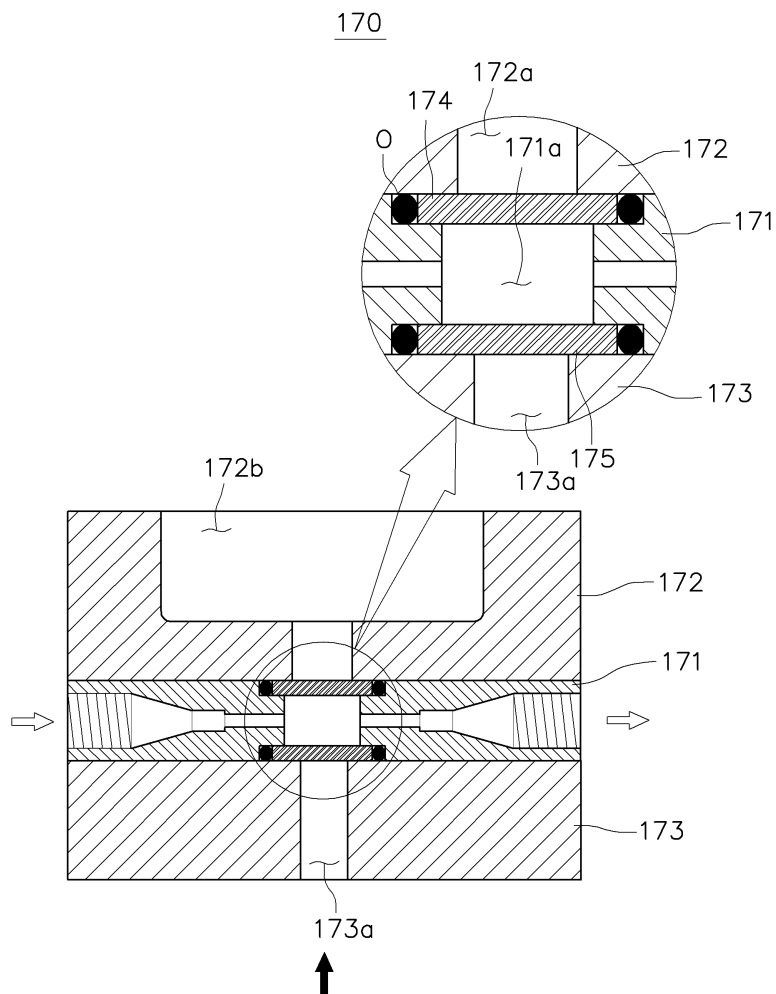
도면5



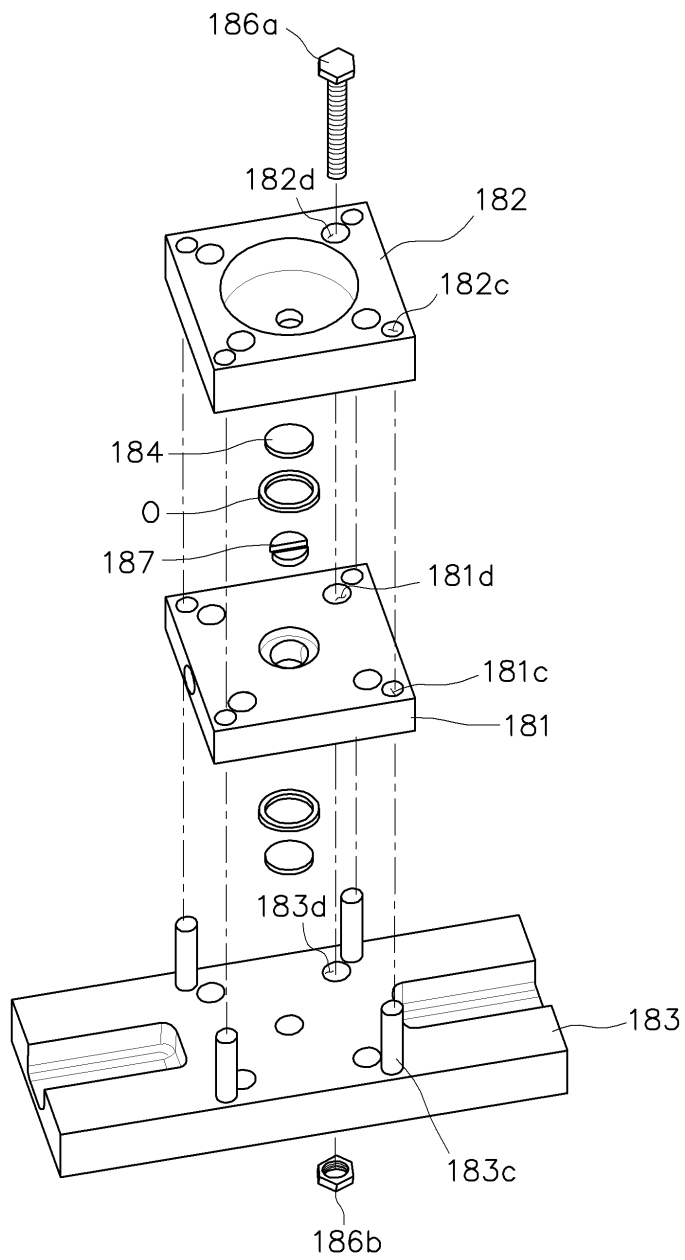
도면6



도면7



도면8



도면9

