

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년11월02일
<i>G01N 15/08</i> (2006.01)	(11) 등록번호	10-0642304
<i>G01M 10/00</i> (2006.01)	(24) 등록일자	2006년10월27일

(21) 출원번호	10-2005-0103544	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2005년10월31일	(43) 공개일자

(73) 특허권자 한국지질자원연구원
 대전 유성구 가정동 30번지

(72) 발명자 김현태
 대전 유성구 전민동 210-102호

 허대기
 대전 유성구 지족동 열매마을 아파트 507-602

 이재형
 대전 유성구 신성동 161-5번지 303호

 이원석
 대전 유성구 하기동 송림마을3단지 306-805

 김세준
 대전 유성구 전민동 엑스포아파트 503-702

 배위섭
 서울 강남구 청담동 46-5 청담 그랑빌 602호

(74) 대리인 천효남

(56) 선행기술조사문헌	
JP05157681 A	KR1020030077055 A
US5679885 A	US5698772 A
US5979223 A	
* 심사관에 의하여 인용된 문헌	

심사관 : 김란

(54) 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치

요약

본 발명은 해저의 퇴적층과 같이 고결(固結)되지 않은 시료(unconsolidated sedimentary core)의 투수계수 및 전기비저항과 같은 물성을 시료를 재설치하지 아니하고 하나의 장치로서 측정할 수 있도록 하며, 또한 시료 주변의 압력(봉압)을 변

화시키면서 그 압력의 변화에 따른 물성을 측정할 수 있는 측정장치에 관한 것으로서, 시료 장착구가 내부에 마련되는 물성측정셀; 전류를 측정하는 전류측정기; 상기 시료로 인입되는 유량을 측정하는 인입유량측정기; 상기 시료로 유출되는 유량을 측정하는 유출유량측정기; 상기 시료장착구의 하단으로 인입되는 유량을 공급하는 하압발생기; 상기 시료장착구의 상단에서 유출되는 유량을 제한하는 상압발생기; 상기 물성측정셀로 유량을 공급하는 전압(全壓)발생기; 및 에어콤프레서로부터 발생하는 압력을 측정하고 공급되는 유압을 조절하는 압력계 및 조절기;로 구성되어 고결되지 않은 상태의 시료에 대한 물성측정을 원활하게 할 수 있는 효과가 있으며, 시료의 재장착 또는 장치의 변경 없이 주변압력(봉압)을 용이하게 변화시킬 수 있으며, 이렇게 주변압력을 변화시키면서 시료의 물성을 측정할 수 있으므로 다양한 환경하에서의 시료의 물성을 측정할 수 있는 장점이 있다.

대표도

도 1

색인어

미고결, 전기비저항, 투수계수, 봉압, 공극률, 하이드레이트, 퇴적층

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명 물성측정장치의 개략을 개념적으로 도시한 블록도.

도 2는 본 발명 압력발생기를 도시한 사시도.

도 3은 본 발명 물성측정셀의 일부단면도.

도 4a는 본 발명 일 실시예의 구성을 촬영한 전체사진.

도 4b는 본 발명 일 실시예의 압력계 및 조절기의 부분의 촬영사진.

도 4c는 본 발명 일 실시예의 하압발생기 부분의 촬영사진.

도 4d는 본 발명 일 실시예의 유량측정기 부분의 촬영사진.

도 4e는 본 발명 일 실시예의 물성측정셀 부분의 촬영사진.

도 5는 본 발명 일 실시예 및 이 실시예의 유로의 흐름을 도시한 개념도.

도 6은 본 발명 일 실시예에서 투수도를 측정할 때 유체의 흐름을 도시한 개념도.

도 7은 본 발명 일 실시예에서 전기 비저항을 계산하기 위한 전류를 측정할 때 전극의 구성을 도시한 개념도.

도 8은 본 발명 일 실시예에서 코아형태의 시료를 장착한 모습을 촬영한 사진.

도 9는 본 발명 전류측정기의 개략적인 구성을 도시한 회로도.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ※

100 : 물성측정셀 200 : 전류측정기

300 : 인입유량측정기 400 : 유출유량측정기

500 : 하압발생기 600 : 상압발생기

700 : 전(全)압발생기 800 : 에어콤프레서

900 : 압력계 및 조절기

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 시료의 재설치 없이 하중압을 변화시키면서 미 고결 시료의 투수계수 및 전기비저항을 측정할 수 있는 장치에 관한 것으로서, 좀더 상세하게는 해저의 퇴적층과 같이 고결(固結)되지 않은 시료(unconsolidated sedimentary core)의 투수계수 및 전기비저항과 같은 물성을 시료를 재설치하지 아니하고 하나의 장치로서 측정할 수 있도록 하며, 또한 시료 주변의 압력을 변화시키면서 그 압력의 변화에 따른 물성을 측정할 수 있는 측정장치에 관한 것이다.

퇴적층에 대한 물성 값은 원유 또는 가스 탐사에 있어서 중요한 역할을 한다. 이러한 물성 값들은 원유 또는 가스 그리고 최근 주목을 받고 있는 메탄하이드레이트(methane hydrate)와 같은 천연자원의 규모를 계산하기 위해서 필요한 요소들이며, 특히 전기 비저항 값으로부터 계산되는 공극률(porosity)과 공극사이를 흐르는 유동물질의 흐름도를 알 수 있는 투수도(permeability)는 천연자원의 매장량을 추정하고 생산성을 평가하는 기초자료로서 중요한 요소이다.

위와 같은 퇴적층의 물성 값을 측정하기 위해서는 해저 지층 여러 곳 및 서로 다른 심도의 시료코어(sample core)를 채취하여 이 코어들의 물성 값을 측정하여 매장되어 있는 천연자원의 규모를 예상할 수가 있다.

위의 시료코어는 그 형상이 고결되어 있는 경우도 있으나 미 고결인 상태로 채취되는 경우가 빈번하게 발생한다. 고결(固結, consolidated)상태의 암석과 토양의 경우에는 물성 값의 측정기술에 대한 연구가 오랜 기간 이루어져서 많은 경험과 기술이 축적되어 있지만, 진흙성분이 모래와 혼합하여 퇴적되어 있는 미 고결 층적층의 투수계수와 전기 비저항 등의 물성에 대하여는 이들 시료의 경도가 작고 투수성이 작은 경우 측정이 힘든 것이 현실이다.

이와 같이 시료의 상태가 미 고결인 경우에는 그 물성 값들을 측정하기가 상당히 곤란하므로 미 고결 상태인 시료의 물성 값을 정확하게 측정하는 장비의 개발이 요구되어 왔다.

특히 암석층뿐만 아니라 미 고결 층적층에 다량 존재하는 메탄 하이드레이트는 석유, 가스와 같은 전통적인 화석연료 매장량의 확보에 어려움을 느끼고 있는 현 상황에서 미래의 새로운 에너지원으로 각광을 받고 있으며, 메탄하이드레이트가 다량 매장되어 있을 가능성이 높은 심해저 퇴적층은 미 고결 퇴적층으로서 이들 지층에 대한 물성분석의 중요성이 더욱더 요구되고 있다.

위와 같이 중요성이 더해지는 메탄 하이드레이트의 부존량을 추정하는데 중요한 요소인 공극율을 계산하는 전기비저항과 지층의 공극사이를 흐르는 유동물질의 생산량을 추정하는데 필수적인 투수계수를 주변 압력 즉 봉압(confining pressure)의 변화에 따라 측정할 수 있는 측정장치의 개발이 절실하다. 여기에서 봉압은 심도에 따른 압력이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 바와 같이 중요성이 더해지고 있는 미 고결 지층의 시료에 대한 물성을 원활하게 측정할 수 있는 장치를 제공하고 또한 주변 압력을 변화시키면서 물성을 측정할 수 있는 장치를 제공하는 것을 기술적과제로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 하술하는 시료 장착구가 내부에 마련되는 물성측정셀;

상기 시료장착구의 전류를 측정하는 전류측정기;

상기 시료장착구의 하단으로 인입되는 유량을 측정하는 인입유량측정기;

상기 시료 장착구의 상단으로 유출되는 유량을 측정하는 유출유량측정기;

상기 인입유량측정기를 통하여 시료장착구의 하단으로 인입되는 유량을 공급하는 하압발생기;

상기 시료장착구의 상단으로 유출되어 상기 유출유량측정기를 통하여 유출되는 유량을 제한하는 상압발생기;

상기 물성측정셀로 유량을 공급하여 상기 시료장착구의 전체에 압력을 부과하는 전압(全壓)발생기; 및

에어콤프레서로부터 발생하는 압력을 측정하고 상기 하압발생기, 상압발생기 및 전압(全壓)발생기로 공급되는 유압을 조절하는 압력계 및 조절기;로 구성되어 상기한 기술적과제를 실현한다.

상기에서 전류측정기, 유량측정기, 에어콤프레서 및 압력계 및 조절기는 일반적인 장치를 이용하거나 또는 본 발명의 구성에 맞추어서 변형하여 마련한다. 위 전류측정기, 유량측정기 및 유량측정기는 아날로그 방식이나 디지털 방식 어떠한 방식으로 이루어지든지 무관할 것이다.

상기 물성측정셀 및 하압, 상압 및 전압발생기는 공통적으로 파이프 형상으로 이루어지는 투명의 케이싱; 이 케이싱의 상하부에 끼워지는 일정 두께를 가지는 원관형상의 상판 및 하판; 위 상판의 상부에 마련되어지되 위 케이싱의 내부와 외부를 관통하는 통류공에 체결되어 유체를 공급하거나 압력을 해제할 수 있도록 하는 압력밸브; 위 하판 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 두개의 유로; 이 유로와 연결되어 상기 하판의 상면에 형성된 두개의 내부유로공; 이 유로와 연결되어 상기 하판의 측면에 형성된 두개의 외부 유로공; 이 외부 두개의 유로공에 연결되는 유입 및 유출밸브; 상기 케이싱의 내부에 채워지는 유체가 누설되지 않고 가압상태를 유지할 수 있도록 하기 위하여 이 케이싱의 하부에 놓여지는 하판과 상부에 덮여지는 상판을 체결하여 주는 체결수단으로 구성된다.

상기 하압/상압/전압 발생기 하판의 중앙부에 형성된 내부유로공은 그 주변으로 기밀이 유지될 수 있도록 하여 상기 에어콤프레서에서 발생한 유압에 의하여 팽창 수축을 하는 고무풍선이 마련된다.

상기 물성측정셀(physical property measuring cell)은 셀 내부의 온도를 측정할 수 있는 온도계가 추가로 구성되며 또한 하판 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 전압(全壓)용 유로가 추가로 형성되고 이 전압용 유로 역시 이 유로와 연결되어 상기 하판의 상면에 형성된 다른 유로공과 이 유로와 연결되어 상기 하판의 측면에 형성된 다른 외부 유로공이 마련된다.

한편 상기 물성측정셀 내부에 마련되는 시료장착구의 구성은 밑에서부터 내부에 하통류공이 형성된 원기둥형상의 하지지대; 통전성을 가진 재료로 이루어진 원관형상의 하전극판; 전선형태의 중하전극; 전선형태의 중상전극; 통전성을 가진 재료로 이루어진 원관형상의 상전극판; 내부에 상통류공이 형성된 원기둥형상의 상지지대; 및 이들 구성 모두를 감싸는 파이프형상의 멤브레인으로 구성된다. 이때 코아 형태의 시료는 위 하전극판과 상전극판 사이에 개재되어 지며, 중하 및 중상 전극은 위 시료의 외주연을 감싸는 형태로 구성된다. 또한 상기 멤브레인의 외측에는 절연그리스(insulating grease)를 도포하여 완벽한 절연이 이루어질 수 있도록 한다. 위의 하전극판과 상전극판은 유체가 통과할 수 있도록 가운데 구멍이 형성되어 있거나 또는 격자형태로 이루어지는 것이 바람직하다.

상기 전류측정기는 코아(core) 형태의 시료에 연결된 하전극판, 중하전극, 중상전극 및 상전극판에 연결되는 전선연결구에 전류측정선을 연결하여 전류를 측정할 수 있다.

상기 체결수단은 상기 하판 외주연과 상기 케이싱의 하단부와의 사이에 원주를 따라서 다수 고정된 장볼트; 및 위 장볼트의 나사부는 상기 상판 외주연과 상기 케이싱의 상단부와의 사이에 원주를 따라 형성된 볼트홀에 삽입되어 이 상판 상면위로 돌출되고 이 돌출된 나사부에 채워지는 너트;로서 체결된다. 위 장볼트를 위 하판에 고정하는 방법은 본딩에 의한 고정 또는 하단부에 지름이 긴 헤드가 형성된 장볼트를 마련하고 위 하판에 볼트홀을 형성하여 위 장볼트를 이 하판의 하부로부터 삽입하여 고정하는 등 일반적인 방법으로 이루어질 수 있다.

이하에서는 본 발명의 일 실시예를 첨부한 도면을 참고로 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명 물성측정장치의 개략을 개념적으로 도시한 블록도, 도 2는 본 발명 압력발생기를 도시한 사시도, 도 3은 본 발명 물성측정셀의 일부단면도, 도 4a는 본 발명 일 실시예의 구성을 촬영한 전체사진, 도 4b는 본 발명 일 실시예의 압력

계 및 조절기의 부분의 촬영사진, 도 4c는 본 발명 일 실시예의 하압발생기 부분의 촬영사진, 도 4d는 본 발명 일 실시예의 유량측정기 부분의 촬영사진, 도 4e는 본 발명 일 실시예의 물성측정셀 부분의 촬영사진, 도 5는 본 발명 일 실시예 및 이 실시예의 유로의 흐름을 도시한 개념도, 도 6은 본 발명 일 실시예에서 투수도를 측정할 때 유체의 흐름을 도시한 개념도, 도 7은 본 발명 일 실시예에서 전기 비저항을 계산하기 위한 전류를 측정할 때 전극의 구성을 도시한 개념도, 도 8은 본 발명 일 실시예에서 코아형태의 시료를 장착한 모습을 촬영한 사진 및 도 9는 본 발명 전류측정기의 개략적인 구성을 도시한 회로도이다.

본 발명의 일 실시예는 내부에 시료 장착구(1100) 즉 하통류공(1112)이 형성된 원기둥형상의 하지지대(1110), 통전성을 가진 재료로 이루어지되 격자가 형성된 원판형상의 하전극판(1120), 전선형태의 중하전극(1122), 전선형태의 중상전극(1124), 통전성을 가진 재료로 이루어지되 격자가 형성된 원판형상의 상전극판(1126), 내부에 상통류공(1132)이 형성된 원기둥형상의 상지지대(1130), 위 하지지대(1110) 및 상지지대(1130)의 외주면에 마련되는 오링(1114, 1134), 그리고 이들 구성 모두를 감싸는 파이프형상의 멤브레인(1140) 및 이 멤브레인(1140)의 외측에 도포된 절연그리스(insulating grease)(1150)로 구성된 시료 장착구(1100)가 마련되고,

파이프 형상으로 이루어지는 투명의 케이싱(1200), 이 케이싱(1200)의 상하부에 끼워지는 일정 두께를 가지고 있는 원판형상의 상판(1300) 및 하판(1400), 위 상판(1300)의 상부에 마련되어지되 위 케이싱(1200)의 내부와 외부를 관통하는 통류공(1310)에 체결되어 유체를 공급하거나 압력을 해제할 수 있도록 하는 압력밸브(1320), 위 하판(1400) 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판(1400)의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판(1400)의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 두개의 유로(1410, 1412), 이 유로(1410, 1412)와 연결되어 상기 하판(1400)의 상면에 형성된 두개의 내부유로공(1414, 1416), 이 유로(1410, 1412)와 연결되어 상기 하판(1400)의 측면에 형성된 두개의 외부 유로공(1416, 1418), 이 외부 두개의 유로공(1416, 1418)에 연결되는 유입밸브(1420) 및 유출밸브(1430), 위 하판(1400) 상면에 형성된 다른 내부 유로공(1442)과 이 하판의 측면에 형성된 다른 외부 유로공(1444)에 의하여 연결되어 형성된 전압(全壓)용 유로(1440), 내부의 온도를 측정할 수 있는 온도계(1500)로 구성이 되고, 상기 케이싱(1200)의 내부에 채워지는 유체가 누설되지 않고 가압상태를 유지할 수 있도록 하기 위하여 위 하판(1400)에 고정된 장(長)볼트(1600) 및 위 상판(1300)에 형성된 볼트홀(1610)에 삽입되어 이 상판(1300) 상면위로 돌출된 나사부에 채워지는 너트(1620)로서 상기 케이싱(1200)을 상판(1300) 및 하판(1400)과 체결하고 수밀을 유지하는 물성측정셀(100);

상기 시료장착구(1100)의 하전극판(1120), 중하전극(1122), 중상전극(1124) 및 상전극판(1126) 연결된 전선연결구(110)에 설치하여 전류를 측정하는 전류측정기(200);

상기 시료장착구(1100) 하지지대(1110)에 형성된 하통류공(1112)으로 인입되는 유량(부피)을 측정하는 디지털 방식의 인입유량측정기(300);

상기 시료 장착구(1110)의 상지지대(1130)에 형성된 상통류공(1132)으로 유출되는 유량(부피)을 측정하는 디지털 방식의 유출유량측정기(400);

상기 인입유량측정기(300)를 통하여 위 시료장착구(1100)의 하단으로 인입되는 유량을 공급하기 위하여 파이프 형상으로 이루어지는 투명의 케이싱(510), 이 케이싱(510)의 상하부에 끼워지는 일정 두께를 가지고 있는 원판형상의 상판(520) 및 하판(1400), 위 상판(520)의 상부에 마련되어지되 위 케이싱(510)의 내부와 외부를 관통하는 통류공(522)에 체결되어 유체를 공급하거나 압력을 해제할 수 있도록 하는 압력밸브(524), 위 하판(540) 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판(540)의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판(540)의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 두개의 유로(542, 543), 이 유로(542, 543)와 연결되어 상기 하판(540)의 상면에 형성된 두개의 내부유로공(544, 545), 이 유로(542, 543)와 연결되어 상기 하판(540)의 측면에 형성된 두개의 외부 유로공(546, 547), 이 두개의 외부 유로공(546, 547)에 연결되는 유입밸브(550) 및 유출밸브(560), 위 하판의 중앙부에 형성된 내부유로공(544)의 주변으로 기밀이 유지될 수 있도록 하여 상기 에어 콤프레서(800)에서 발생한 유압에 의하여 팽창 수축을 하는 고무풍선(570)으로 구성된 하압발생기(500);

상기 시료장착구(1100)의 상단으로 유출되어 상기 유출유량측정기(400)를 통하여 유출되는 유량을 제한하기 위하여 상기 하압발생기(500)와 동일한 구성으로 이루어지는 상압발생기(600);

상기 물성측정셀(100)로 유량을 공급하여 상기 시료장착구(1100)의 전체에 압력을 가하기 위하여 상기 하압발생기(500)와 동일한 구성으로 이루어지는 전압(全壓)발생기(700); 및

상기 에어콤프레서(800)로부터 발생하는 압력을 측정하고 상기 하압발생기(500), 상압발생기(600) 및 전압발생기(700)로 공급되는 유압을 조절하기 위하여 아날로그 방식의 압력계(910)와 스위치 방식의 유압단속기(920)로 구성된 압력계 및 조절기(900);로 구성되어 있다.

위와 같이 구성된 본 발명의 일 실시예에서 코어(core) 형태의 미고결 시료(1700)는 멤브레인(1140)의 내부에 삽입된 형태로 존재하며, 상지지대(1130)와 하지지대(1110)의 사이에 개재되며, 상전극판(1126)과 하전극판(1120)이 시료(1700)의 상하에 구성되며, 중하전극(1122) 및 중상전극(1124)은 시료(1700)의 측면에 구성하여 이루어진다.

상기에서 하지지대(1110), 상지지대(1130) 및 멤브레인(1140)은 절연(insulating)을 위하여 합성고분자화합물(플라스틱, 합성수지, 합성고무 등) 계열로 제조하는 것이 바람직하다.

이하에서는 위와 같이 구성된 본 발명 일 실시예의 작용을 설명한다.

먼저, 채취되거나 또는 제조된 미 고결 코어 시료(1700)를 오링(1114)이 외주연에 마련된 하지지대(1110) 및 하전극판(1120)의 상부에 올려놓고, 중하전극(1122)과 중상전극(1124)을 시료(1700)의 외주연에 감싸고, 상전극판(1126) 및 오링(1134)이 외주연에 마련된 상지지대(1130)를 시료(1700) 위에 올려놓은 후 멤브레인(1140)을 상지지대(1130)로부터 하지지대(1110)까지 끼우고, 절연그리스(1150)를 위 멤브레인(1140)의 외부에 도포하여 시료(1700)를 장착한다.

그 다음으로 도관(1800)을 상류통공(1132)과 내부유로공(1416)에 수밀이 되도록 연결하고, 케이싱(1200)을 하판(1400)의 상면에 형성된 홈에 끼우고 케이싱(1200)의 상부를 상판(1300)의 하면에 형성된 홈에 끼우면서 장볼트(1600)의 나사산이 상판(1300)의 볼트홀(1610)을 통과하도록 하고 너트(1620)를 조여주어 물성측정셀(100)이 기밀을 유지할 수 있도록 한다.

한편 하압/상압/전압 발생기(500, 600, 700) 역시 케이싱(510)을 끼우고 장볼트(580)에 너트(582)를 체결하여 기밀을 유지할 수 있도록 한다.

이때 모든 장치들은 미리 도관(導管)들이 연결되어 있도록 한다.

위와 같이 한 후에 물성측정셀(100) 및 하압/상압/전압 발생기(500, 600, 700) 상판(520)의 상면에 마련된 압력밸브(524)를 통하여 유체를 공급하여 충전시킨다.

상기와 같은 준비 작업이 종료하면, 에어콤프레서(800)(도시하지 않았음)를 작동시키고 조절기(900)의 스위치(920)를 열어서 유압이 공급되도록 하되, 압력을 공급하는 순서와 압력의 크기는 전압발생기(700), 하압발생기(500) 및 상압발생기(600) 순으로 한다. 이렇게 물성측정셀(100)에 가해지는 압력(전압(全壓))이 가장 커야 시료(1700)의 하부로 공급되는 유체의 압력(하압(下壓))이 전부 시료(1700)를 통과하게 되는 것이다. 즉 전압이 하압보다 작은 경우에는 멤브레인(1140)이 그 중심의 반대방향으로 팽창하게 되어 멤브레인(1140)의 내주면과 시료(1700) 사이에 공간이 형성되고 이 공간으로 유체가 통과하게 되는 바이패스(by pass) 현상이 발생하여 유량 측정을 정확하게 할 수 없게 되며, 또한 시료(1700)의 상부로 공급되는 유체의 압력(상압(上壓))이 하압보다 크게 되면 유체가 거꾸로 흐르게 되기 때문이다.

에어콤프레서(800)를 작동시켜 유압이 공급되면 전압/하압/상압 발생기(500, 600, 700)의 고무풍선(570)은 팽창하게 되고 그 팽창한 만큼 케이싱(510) 내부에 충전된 유체를 밀어내어 유압이 증가하도록 하고, 유압의 공급을 줄이게 되면 고무풍선(570)은 줄어들게 되고 그 줄어든 만큼 유압이 감소하도록 한다. 이때 유압은 하판(540) 상면의 중앙부에 형성된 제1 내부유로공(544)을 통하여 고무풍선(570)으로 공급이 되며, 유체는 하판(540) 상면의 외관에 형성된 제2 내부유로공(547)을 통하여 인입유량측정기(300)로 공급이 되고, 전압발생기(700)에서 발생한 유체는 물성측정셀(100) 하판(540) 상면의 외곽에 형성된 제3 외부유로공(1444)과 제3 내부유로공(1442)로 이루어진 전압유로(1440)을 통하여 물성측정셀(100) 내부로 공급된다. 이 고무풍선(570)은 제작이 간단하면서 압력 조절이 용이하며 고가의 압력조절 펌프를 대신할 수 있다.

위에서 설명한 바와 같이 이루어지는 유체의 이동에 의하여 봉압의 변화에 따른 투수계수를 측정할 수 있다. 즉 유체가 물성측정셀(100) 하판(1400)의 측면에 형성된 제3 외부 유로공(1444), 전압(全壓)용 유로(1440) 및 하판(1400) 상면에 형성된 제3 내부 유로공(1442)을 통하여 물성측정셀(100) 내부로 유입이 되면 내부의 압력이 증가하게 되며, 이러한 상태에

서 하판(1400)의 측면에 형성된 제1 외부 유로공(1416)을 통하여 공급되는 유체는 시료장착구(1100) 하지지대(1110)의 하통류공(1112)을 통하여 시료(1700)를 통과한 후 상지지대(1130)의 상통류공(1132)의 거쳐서 유출유량측정기(400)로 흐르게 된다.

이와 같이 유체는 시료(1700)를 통과하면서 시료(1700)의 공극에 의하여 유출량이 줄어들게 되며 이 줄어든 양을 이용하여 시료(1700)의 투수계수를 계산할 수가 있다. 투수계수의 계산은 Darcy의 법칙을 이용한 아래 수학적 1로서 구할 수 있다.

수학적 1

$$P = \frac{\frac{V}{\Delta t} \times f \times \mu \times \Delta h}{A \times \Delta p} \text{ (m/s)}$$

상기에서 P : 투수도(m/s)

$\frac{V}{\Delta t} \times f$: 유량(Q)으로서 유체의 시간에 대한 부피의 변화 값에 변환계수를 곱하여준 값

μ : 시료(1700)의 점성계수

Δh : 시료(1700)의 길이

A : 시료의 단면적

Δp : 시료(1700)양단의 압력차로서 압력계 및 조절기(900)의 압력계(910)에서 알 수 있다.

한편 전기비저항의 값은 시료(1700)에 접촉된 상전극판(1126), 하전극판(1120), 중하전극(1122) 및 중상전극(1124)과 연결된 전선연결구(110)와 이 전선연결구(110)에 설치된 전류측정기(200)에 의하여 구할 수 있으며, 그 값은 아래 수학적 2로 구할 수 있다. 이때 시료(1700)의 양단에서 발생할 수 있는 극단효과(end-effect)를 제거하기 위하여 직렬회로를 구성(도 9 참조)한다.

수학적 2

$$\rho = r \times \frac{A}{L} \text{ (ohm-m)}$$

$$r = \frac{V_1}{V_2} \times R \text{ (ohm)}$$

위 식에서 $\frac{V_1}{V_2} \times R$ 로서 구할 수 있으며, V1은 전류측정기(200)의 내부저항 R에 걸리는 전압이고, V2는 시료에 걸리는 전압이다.

A : 시료의 단면적

L : 시료의 길이이다.

위에서 시료(1700)의 전기 비저항을 측정할 때는 물성측정셀(100) 내부의 압력변화가 없도록 에어콤프레서(800)의 가동을 중단하거나 또는 물성측정셀(100)로 유입 또는 유출되는 유체가 존재하지 않도록 밸브를 잠근 후 전기 비저항을 측정하게 되며, 이렇게 함으로써 시료를 재 장착하거나 또는 기기 장치의 변화 없이도 한꺼번에 투수계수 및 전기비저항을 측정할 수 있다.

한편 본 발명 실시예의 현장적용성을 테스트하기 위하여 모래와 자갈의 비율이 9:1인 인공시료를 봉압(전압)을 변화 시키면서 전기비저항을 측정하였으며, 이 전기 비저항으로부터 공극률을 계산한 수치들은 아래 표1에 나타내었으며, 이 결과로서 본 발명 일 실시예의 현장적용성은 우수함을 알 수가 있다.

여기서 전기비저항 측정값을 이용하여 봉압증가에 따른 공극율의 변화를 살펴보았다. Archie의 법칙에 의하면 Formation Factor(F)는 아래의 수학적 식 3으로 나타낼 수 있다.

수학적 식 3

$$F = \frac{R_0}{R_w}$$

다양한 실험결과로 F는 아래 수학적 식 4로 나타낼 수 있다.

수학적 식 4

$$F = \frac{a}{\Phi^m}$$

여기에서 상수 a 는 1 내외에서 변화하며 고결계수 m은 2 내외에서의 값을 선택할 수 있다.

위 Archie의 법칙을 이용하여 구한 공극률은 아래 표1과 같다.

[표 1]

봉압(전압,confining pressure(psi))	전기비저항(ohm-m)	공극률(porosity(%))
30	1.764	0.3532
45	1.804	0.3492
60	1.834	0.3463
75	1.846	0.3452
90	1.856	0.3443

상기에서는 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 기술적 구성에 한정되는 것이 아니라 본 발명의 기술적사상의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 수정 및 변형하여 실시할 수 있고, 그러한 수정 및 변형이 가해진 기술사상 역시 이하의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 할 것이다. 특히, 압력발생기 및 물성측정셀에 대한 기술적사상은 본 발명 만의 특이한 구성임을 유념하여야 할 것이다.

발명의 효과

상기한 바와 같은 구성을 갖는 본 발명은 고결되지 않은 상태의 시료에 대한 물성측정을 원활하게 할 수 있는 효과가 있으며, 시료의 재장착 또는 장치의 변경 없이 주변압력(봉압)을 용이하게 변화시킬 수 있으며, 이렇게 주변압력을 변화시키면서 시료의 물성을 측정할 수 있으므로 다양한 환경하에서의 시료의 물성을 측정할 수 있는 장점이 있고, 또한 시료의 재장착 또는 장치의 변경 없이도 투수도와 전기비저항을 한꺼번에 측정할 수 있다.

그러므로 본 발명은 미세사암, clay 등이 많이 포함된 시료와 같이 투수계수가 매우 낮은 시료의 투수계수 측정에 탁월한 효과가 있으며, 본 발명의 고무풍선형 압력조절 시스템은 제작이 간단하면서 압력의 조절이 쉽고 고가의 압력조절 펌프를 대신할 수 있다는 장점이 있다.

상기와 같은 장점 및 효과로 인하여 고결상태이던 미고결상태이던지 무관하게 현장에서 채취한 코아의 물성을 측정할 수 있어서 천연자원 특히 원유 또는 가스 그리고 최근 주목을 받고 있는 메탄하이드레이트(methane hydrate)의 규모를 용이하게 추정할 수 있으므로 매장량과 생산성을 평가에 큰 기여를 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

퇴적층의 물성을 측정함에 있어서,

시료 장착구가 내부에 마련되는 물성측정셀;

상기 시료장착구의 전류를 측정하는 전류측정기;

상기 시료장착구의 하단으로 인입되는 유량을 측정하는 인입유량측정기;

상기 시료 장착구의 상단으로 유출되는 유량을 측정하는 유출유량측정기;

상기 인입유량측정기를 통하여 시료장착구의 하단으로 인입되는 유량을 공급하는 하압발생기;

상기 시료장착구의 상단으로 유출되어 상기 유출유량측정기를 통하여 유출되는 유량을 제한하는 상압발생기;

상기 물성측정셀로 유량을 공급하여 상기 시료장착구의 전체에 압력을 부과하는 전압(全壓)발생기; 및

에어컴프레서로부터 발생되는 압력을 측정하고 상기 하압발생기, 상압발생기 및 전압(全壓)발생기로 공급되는 유압을 조절하는 압력계 및 조절기;로 구성된 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 하압, 상압 및 전압발생기가 파이프 형상으로 이루어지는 투명의 케이싱; 이 케이싱의 상하부에 끼워지는 일정 두께를 가지는 원판형상의 상판 및 하판; 위 상판의 상부에 마련되어지되 위 케이싱의 내부와 외부를 관통하는 통류공에 체결되어 유체를 공급하거나 압력을 해제할 수 있도록 하는 압력밸브; 위 하판 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 두개의 유로; 이 유로와 연결되어 상기 하판의 상면에 형성된 두개의 내부유로공; 이 유로와 연결되어 상기 하판의 측면에 형성된 두개의 외부 유로공; 이 외부 두개의 유로공에 연결되는 유입 및 유출밸브; 위 하판의 중앙부에 형성된 내부유로공의 주변으로 기밀이 유지될 수 있도록 하여 상기 에어 콤프레서에서 발생한 유압에 의하여 팽창 수축을 하는 고무풍선; 상기 케이싱의 내부에 채워지는 유체가 누설되지 않고 가압상태를 유지할 수 있도록 하기 위하여 이 케이싱의 하부에 놓여지는 하판과 상부에 덮여지는 상판을 체결하여 주는 체결수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 물성측정셀이 파이프 형상으로 이루어지는 투명의 케이싱; 이 케이싱의 상하부에 끼워지는 일정 두께를 가지고 있는 원판형상의 상판 및 하판; 위 상판의 상부에 마련되어지되 위 케이싱의 내부와 외부를 관통하는 통류공에 체결되어 유체를 공급하거나 압력을 해제할 수 있도록 하는 압력밸브; 위 하판 내부에 형성되어지되 그 양끝단 중 일단은 이 하판의 측면으로 통하고 다른 일단은 하판의 상면으로 통하게 하여 유체가 흐를 수 있도록 하는 두개의 유로; 이 유로들과 연결되어 상기 하판의 상면에 형성된 두개의 내부유로공; 이 유로들과 연결되어 상기 하판의 측면에 형성된 두개의 외부 유로공; 이 두개의 외부유로공에 연결되는 유입밸브 및 유출밸브; 위 하판 상면에 형성된 다른 내부 유로공과 이 하판의 측면에 형성된 다른 외부 유로공에 의하여 연결되어 형성된 전압(全壓)용 유로; 내부의 온도를 측정할 수 있는 온도계; 및 상기 케이싱의 내부에 채워지는 유체가 누설되지 않고 가압상태를 유지할 수 있도록 하기 위하여 위 하판에 고정된 장(長)볼트 및 위 상판에 형성된 볼트홀에 삽입되어 이 상판 상면위로 돌출된 나사부에 채워지는 너트로 이루어진 체결수단;으로 구성된 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

청구항 4.

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 시료장착구가 밑에서부터 내부에 하통류공이 형성된 원기둥형상의 하지지대; 통전성을 가진 재료로 이루어진 원판형상의 하전극판; 전선형태의 중하전극; 전선형태의 중상전극; 통전성을 가진 재료로 이루어진 원판형상의 상전극판; 내부에 상통류공이 형성된 원기둥 형상의 상지지대; 그리고 위 구성 요소 하지지대, 하전극판, 중하전극, 중상전극, 상전극판 및 상지지대 모두를 감싸는 파이프형상의 멤브레인으로 구성된 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

청구항 5.

제 4항에 있어서,

상기 멤브레인의 외측에는 절연그리스(insulating grease)를 도포하여 완벽한 절연이 이루어질 수 있도록 하는 구성을 추가한 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

청구항 6.

제 4항에 있어서,

상기 하전극판과 상전극판은 유체가 통과할 수 있도록 가운데 구멍이 형성되어 있거나 또는 격자형태로 이루어진 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

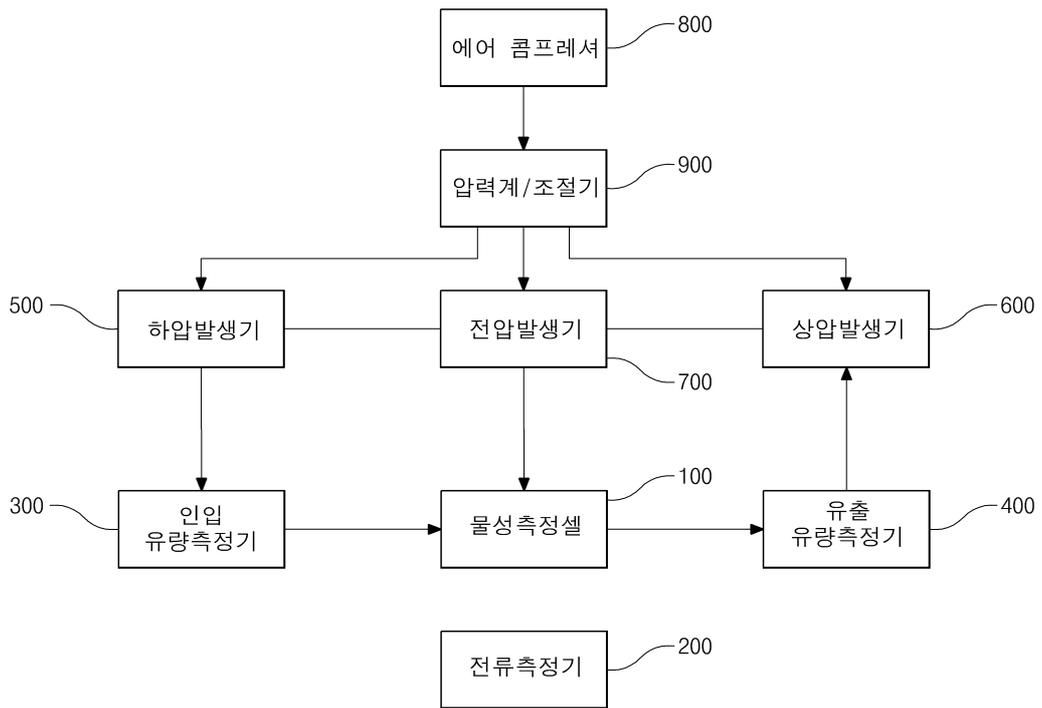
청구항 7.

제 4항에 있어서,

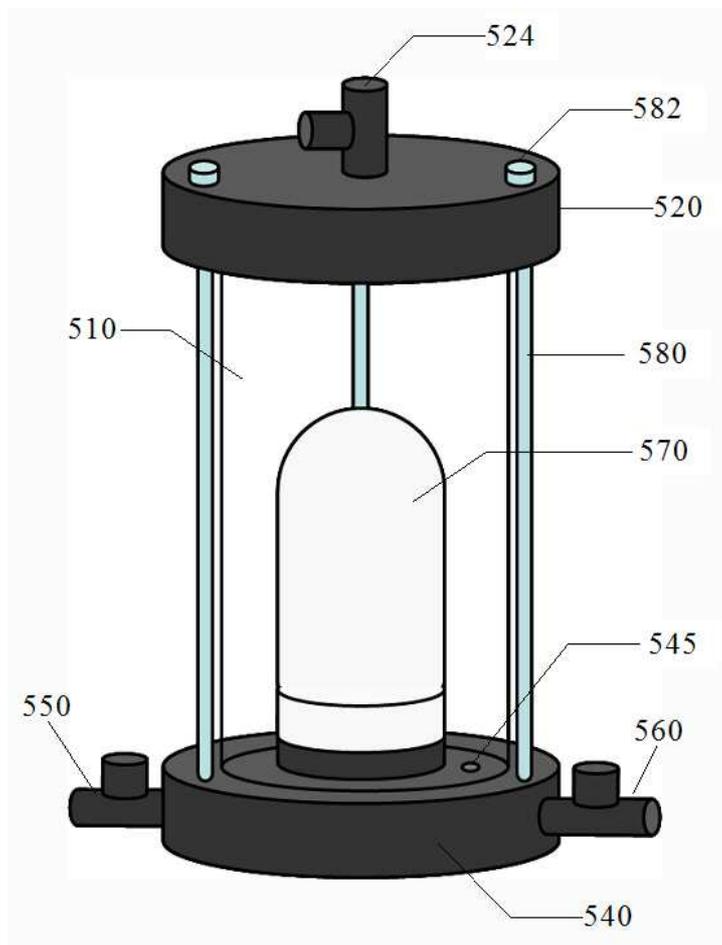
상기 하지지대, 상지지대 및 멤브레인은 절연(insulating)을 위하여 합성고분자화합물(플라스틱, 합성수지 또는 합성고무 등) 계열로 제조된 것을 특징으로 하는 하중압의 변화에 따른 미고결 시료의 물성측정장치.

도면

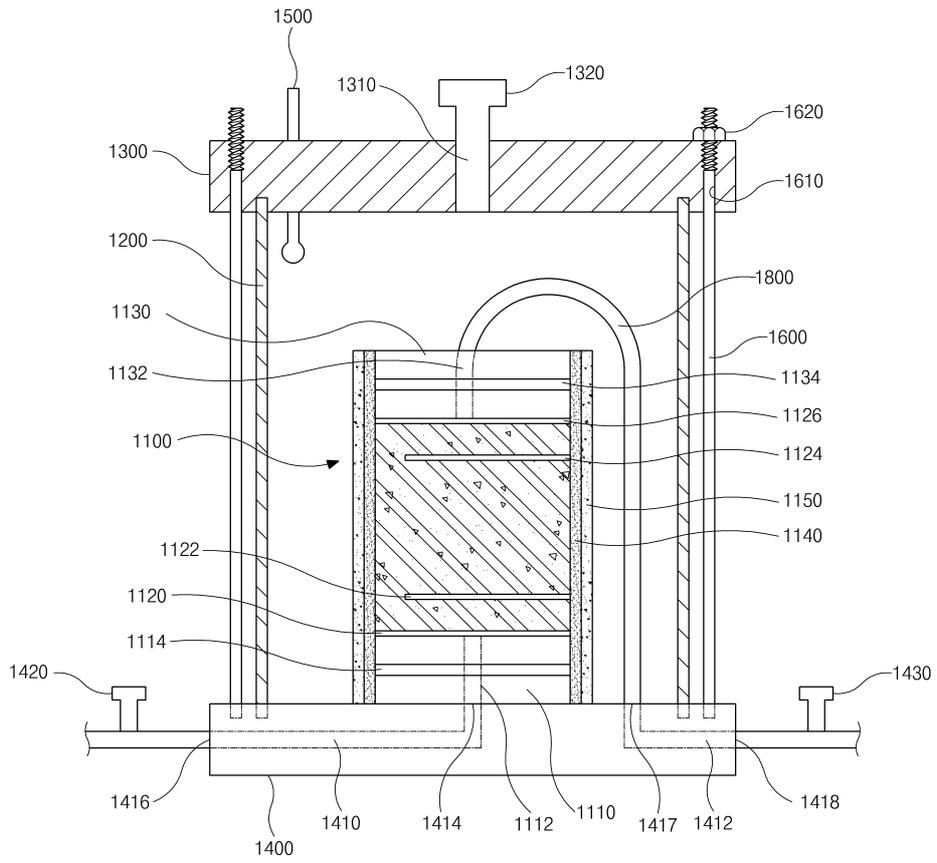
도면1



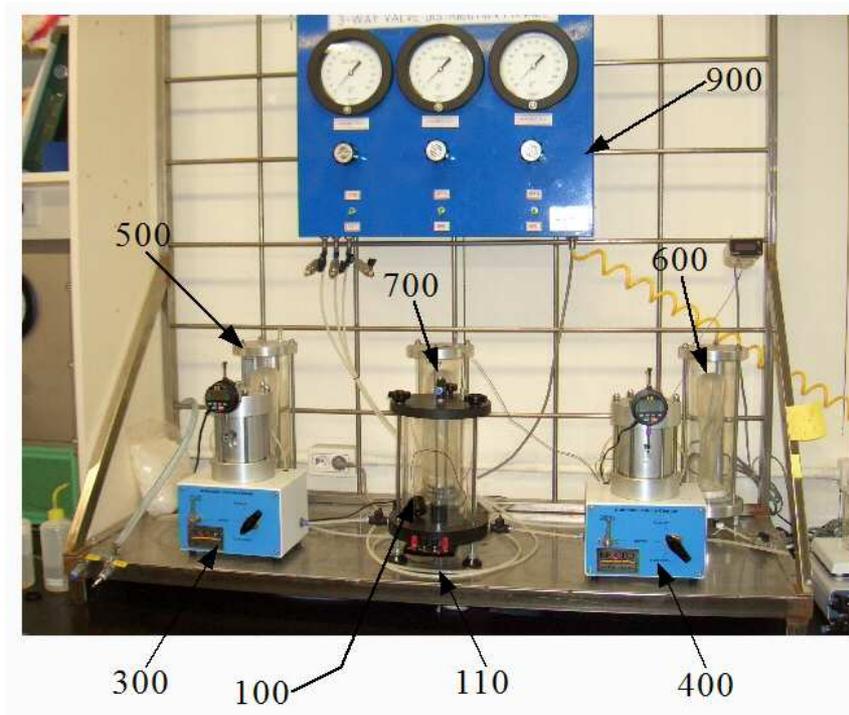
도면2



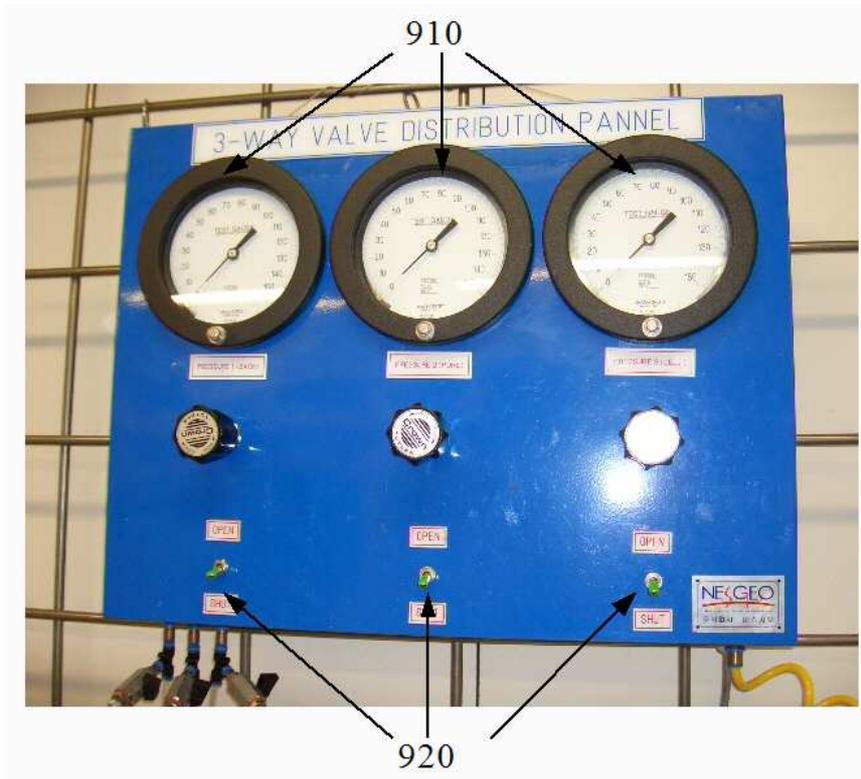
도면3



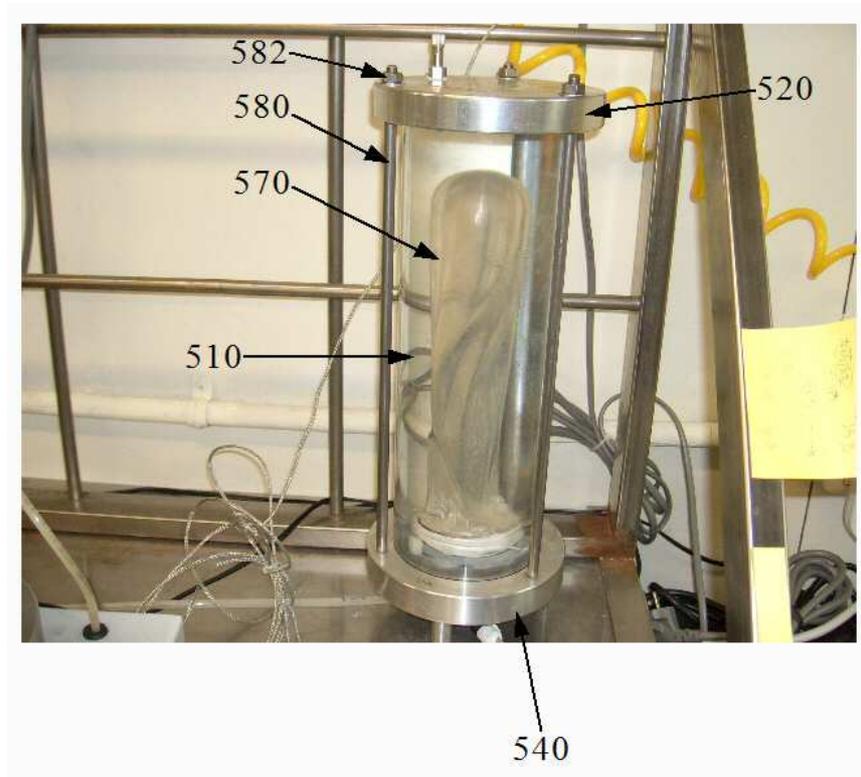
도면4a



도면4b



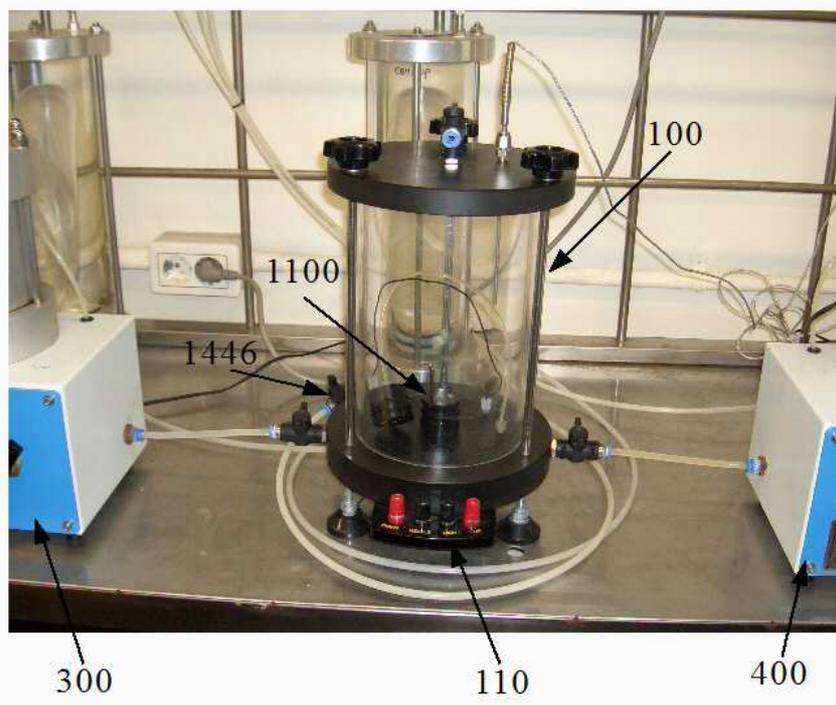
도면4c



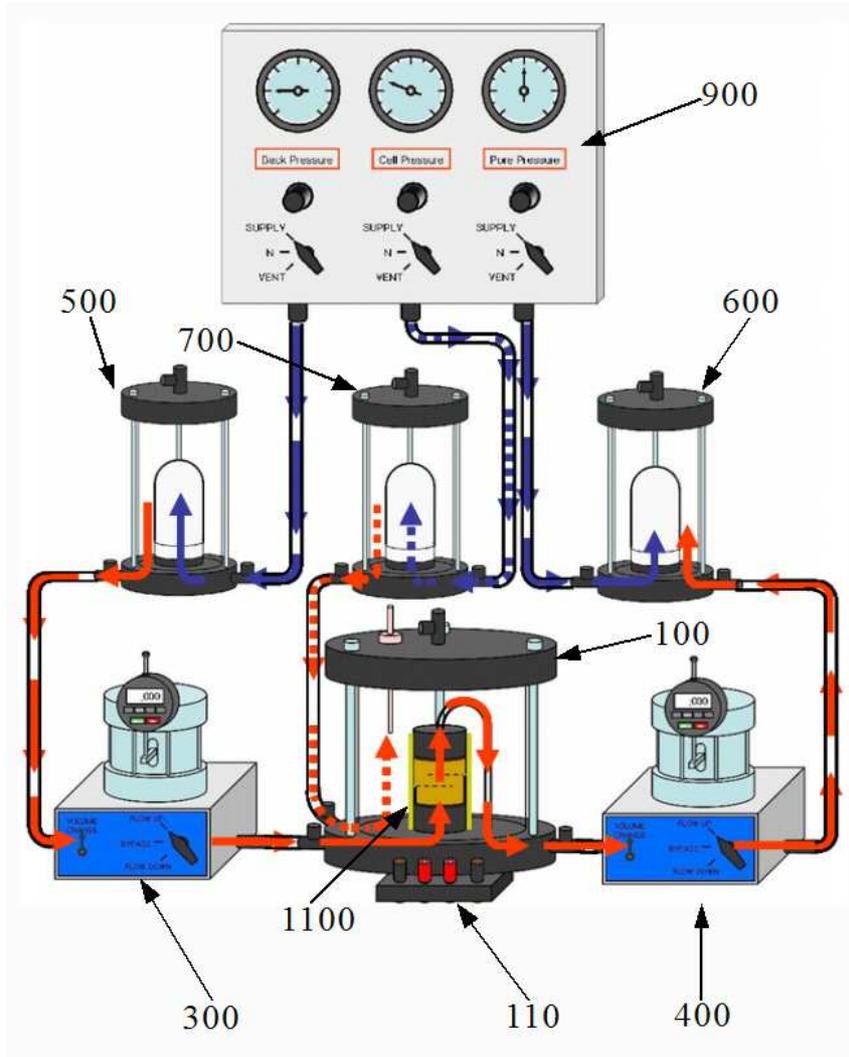
도면4d



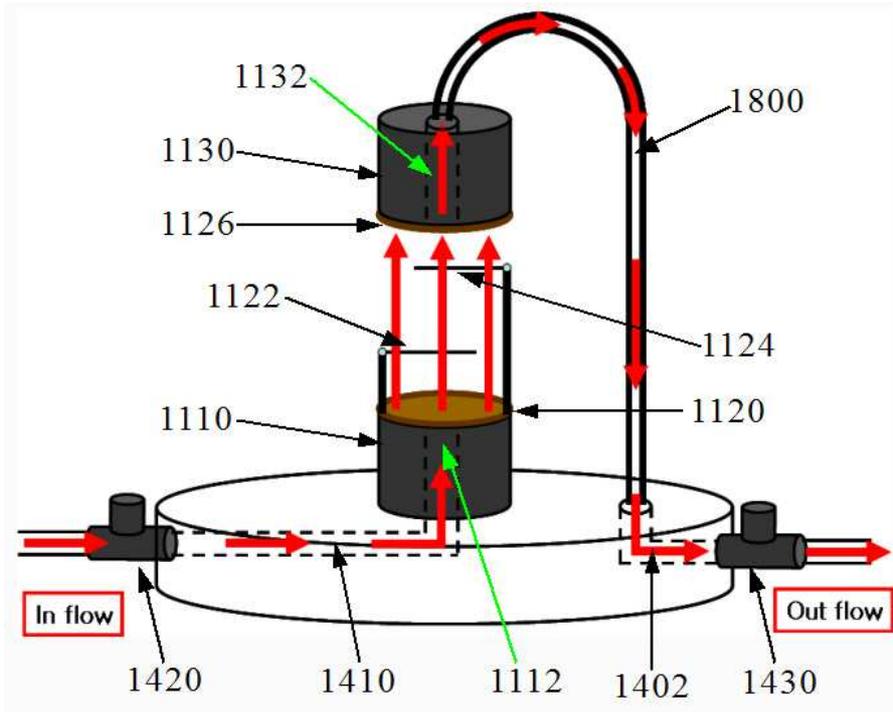
도면4e



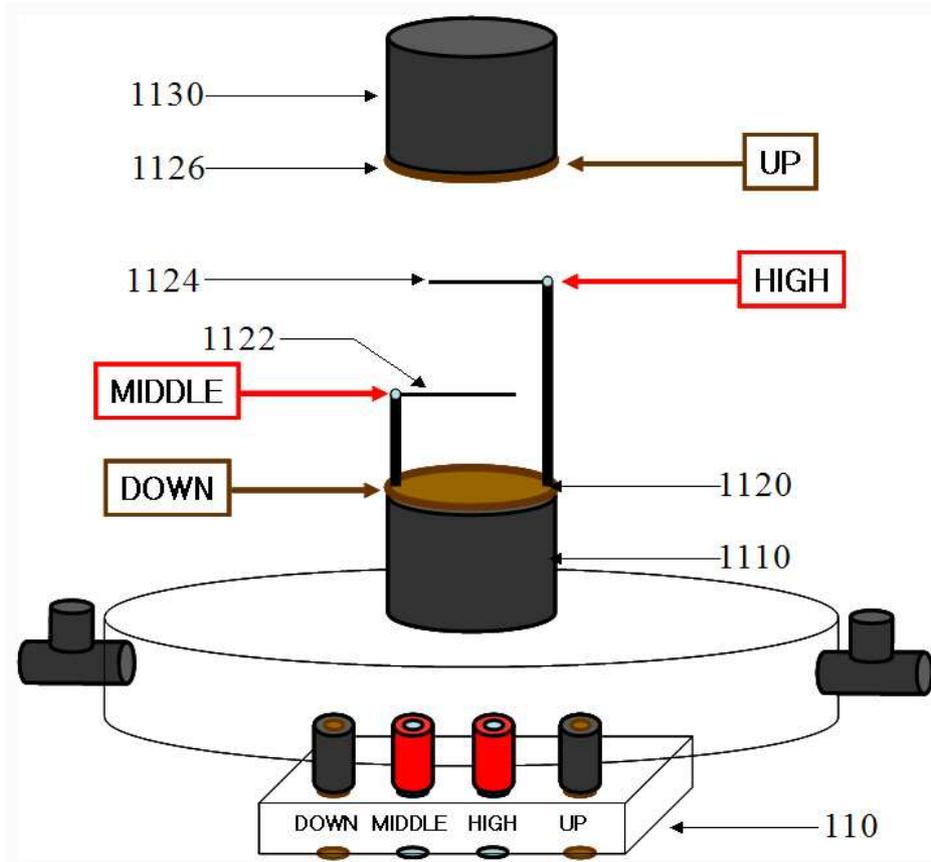
도면5



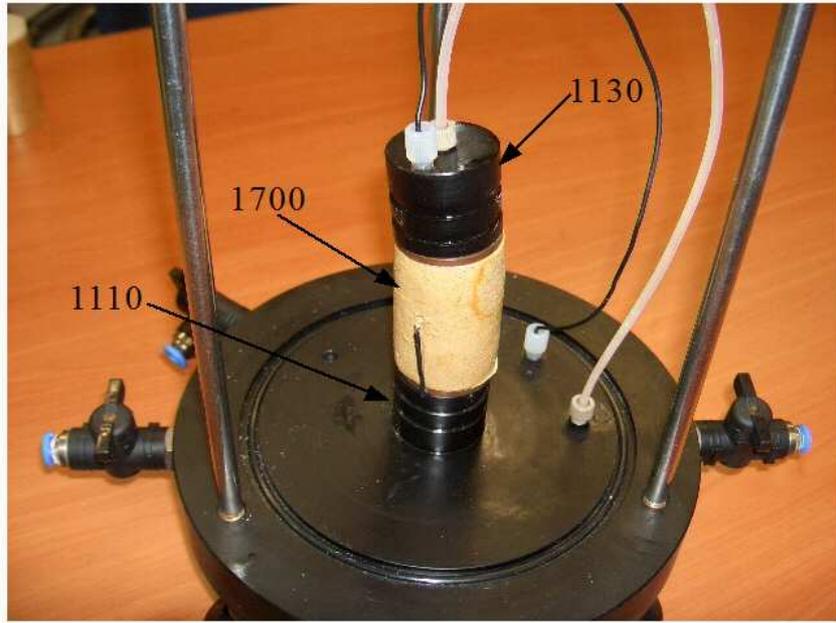
도면6



도면7



도면8



도면9

