(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0049437
(43) 공개일자 2017년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 35/08 (2006.01) *B01L 3/00* (2006.01)
G01N 1/40 (2006.01) *G01N 30/00* (2006.01)
G01N 30/72 (2006.01) *G01N 35/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 35/08 (2013.01)
B01L 3/5027 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0141027
(22) 출원일자 2016년10월27일
심사청구일자 2016년10월27일
(30) 우선권주장
1020150149767 2015년10월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
조윤경
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김유빈
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

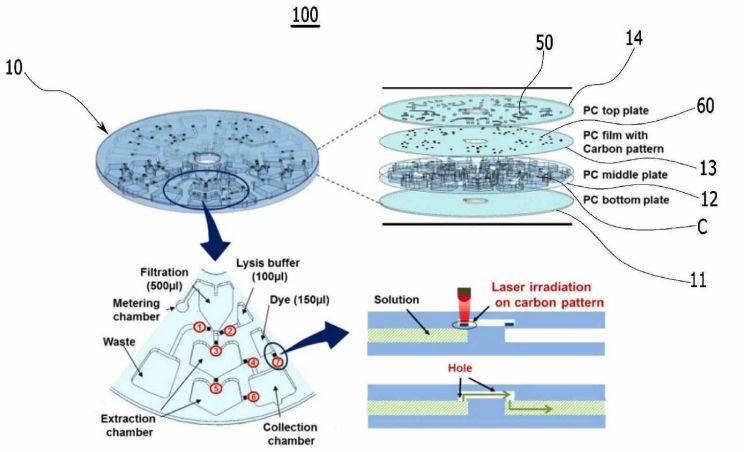
전체 청구항 수 : 총 33 항

(54) 발명의 명칭 **미세 유동 측정 장치 및 이를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법**

(57) 요 약

시료로부터 원하는 물질을 추출하고 이를 측정하는 전 과정이 일체화되어 있고, 적은 시료를 이용하여 분석이 가능하도록, 원심력에 의한 유체의 이송이 이루어지는 플랫폼, 상기 플랫폼에 설치되어 시료 및 시약을 공급하기 위한 공급부, 상기 공급부와 연결되고 내부에는 유기용매가 수용되어 시료로부터 목적물질을 액-액 추출(liquid-liquid extraction)하여 상분리(phase seperation)시키기 위한 추출챔버, 상기 추출챔버에 연결되고 추출챔버에서 추출된 목적물질을 수용하는 수용부, 상기 플랫폼에 형성되어 유체가 이동되는 유로, 및 상기 유로를 선택적으로 개폐하는 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 제공한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G01N 1/4044 (2013.01)
G01N 30/7206 (2013.01)
B01L 2300/0803 (2013.01)
B01L 2300/087 (2013.01)
B01L 2300/0877 (2013.01)
B01L 2400/0409 (2013.01)
G01N 2030/009 (2013.01)
G01N 2035/00247 (2013.01)
G01N 2035/00495 (2013.01)

(72) 발명자
김동표
경상북도 포항시 남구 청암로 77, 환경공학동 304호 (지곡동, 포항공과대학교)
정수남
경상북도 포항시 남구 청암로 77, 환경공학동 304호 (지곡동, 포항공과대학교)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 HI12C1845
부처명 보건복지부
연구관리전문기관 한국보건산업진흥원
연구사업명 질환극복기술개발
연구과제명 암조기 진단을 위한 혈액순환종양세포 기반 분자진단 칩 개발
기 여 율 1/1
주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단
연구기간 2012.12.01~2018.10.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

원심력에 의한 유체의 이송이 이루어지는 플랫폼,

상기 플랫폼에 설치되어 시료 및 시약을 공급하기 위한 공급부,

상기 공급부와 연결되고 내부에는 유기용매가 수용되어 시료로부터 목적물질을 액-액 추출(liquid-liquid extraction)하여 상분리(phase seperation)시키기 위한 추출챔버,

상기 추출챔버에 연결되고 추출챔버에서 추출된 목적물질을 수용하는 수용부,

상기 플랫폼에 형성되어 유체가 이동되는 유로, 및

상기 유로를 선택적으로 개폐하는 밸브

를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 2

원심력에 의해 유체의 이송이 이루어지는 플랫폼,

상기 플랫폼에 설치되어 미세 조류를 포함한 시료 및 시약을 공급하기 위한 공급부,

상기 공급부와 연결되고 내부에는 유기용매가 수용되어 시료로부터 지질을 액-액 추출(liquid-liquid extraction)하여 상분리(phase seperation)시키기 위한 추출챔버,

상기 추출챔버에 연결되고 추출챔버에서 추출된 지질을 수용하는 수용부,

상기 수용부의 지질을 측정하기 위한 측정부,

상기 플랫폼에 형성되어 유체가 이동되는 유로, 및

상기 유로를 선택적으로 개폐하는 밸브

를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 측정부는 플랫폼에 설치되고 상기 수용부에 연결되고 수용부에 지질 측정을 위한 시약을 공급하기 위한 측정시약공급부를 포함하고,

상기 측정시약공급부는 플랫폼에 설치되고 내부에 측정시약이 수용된 측정시약챔버, 상기 측정시약챔버와 수용부를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 측정시약이 수용부로 이송되는 제7 유로, 상기 제7 유로를 개폐하는 제7 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 측정부는 상기 플랫폼 외측에 배치되어 상기 수용부에 수용된 목적물질의 흡광도를 측정하여 목적물질의 함량을 검출하는 측광부를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플랫폼은 바닥판, 상기 바닥판 상에 배치되며 복수의 챔버가가 형성된 챔버판, 챔버판 상에 배치되며 챔버판의 챔버 사이를 연결하는 유로가 형성된 상판, 및 상기 챔버판과 상판 사이에 배치되어 챔버와 유로 사이를

차단하며 표면에 유로 개방을 위한 밸브가 구비된 밸브판을 포함하여, 바닥판과 챔버판과 상판 및 밸브판이 순차적으로 적층되어 접합된 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 플랫폼은 바닥판과 챔버판, 상판 및 밸브판이 열 융합으로 접합된 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 플랫폼은 상기 상판과 상기 밸브판에 형성되어 각 챔버 내부와 외부를 연통하는 홀을 더 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 밸브판은 폴리카보네이트를 포함한 수지 재질로 이루어지고, 상기 밸브는 유로와 챔버 사이의 연결 지점에서 밸브판에 부착된 탄소 재질의 접점으로 이루어져, 상기 접점에 인가되는 에너지에 의해 접점이 발열되어 밸브판을 녹여 유로를 개방하는 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 플랫폼 외측에 배치되어 상기 밸브판의 밸브에 열에너지를 가하여 접점을 가열하는 구동부를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 공급부는 상기 플랫폼에 설치되어 시료를 포함한 용액이 수용되고 시료를 원심 분리하기 위한 시료분리챔버, 상기 시료분리챔버와 상기 추출챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 시료분리챔버 내의 시료가 추출챔버로 이송되는 제1 유로, 및 상기 제1 유로를 개폐하는 제1 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 공급부는 원심력 방향을 따라 플랫폼 회전 중심쪽의 상기 시료분리챔버 선단에 연결되고 플랫폼 외측 선단쪽으로 연장되어 배양액이 배출되는 드레인유로, 및 상기 드레인유로에 연결되고 배출되는 배양액이 수용되는 미터링챔버를 더 포함하여, 시료분리챔버에 주입되는 배양액 중 정량 이외의 배양액을 미터링챔버로 배출하여 정량화하는 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 공급부는 플랫폼에 설치되고 시료분리챔버에 연결되어 원심 분리된 시료 이외의 비표적용액을 분리하여 수용하는 버림챔버, 상기 버림챔버와 시료분리챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 시료분리챔버 내의 비표적용액이 버림챔버로 이송되는 제2 유로, 및 상기 제2 유로를 개폐하는 제2 밸브를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 공급부는 상기 추출챔버에 연결되어 시료 용해를 위한 시약을 공급하는 시약공급부를 더 포함하고,

상기 시약공급부는 플랫폼에 설치되어 상기 추출챔버에 연결되고 내부에 시료 용해액을 수용하는 용해액챔버, 상기 용해액챔버와 상기 추출챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 용해액이 추출챔버로 이송되는 제3 유로, 상기 제3 유로를 개폐하는 제3 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 14

제 5 항에 있어서,

상기 추출챔버는 출측에 폭이 좁아지도록 경사진 구조로 되어 상분리된 비유기용매용액이 수용되는 구배부가 형성되되고, 플랫폼 회전 중심쪽을 향해 상기 구배부 경계 지점 위쪽과 상기 수용부가 연결된 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 15

제 5 항에 있어서,

상기 수용부는 플랫폼에 설치되고 추출챔버에 연결되어 추출챔버에서 추출된 목적물질을 포함하는 유기용매액을 수용하는 콜렉트챔버, 콜렉트챔버와 추출챔버를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버로 이송되는 제4 유로, 및 상기 제4 유로를 개폐하는 제4 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 콜렉트챔버는 원심력방향을 따라 플랫폼 외측 선단쪽에 유기용매액이 모아지는 홈부가 형성된 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 추출챔버는 적어도 두 개 이상 복수개가 순차적으로 배치되어 복수회에 걸쳐 목적물질을 추출하는 구조의 미세 유동 측정 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 추출챔버는 시료분리챔버에 연결되어 시료로부터 목적물질을 1차 추출하는 제1 추출챔버, 상기 제1 추출챔버에 연결되어 1차 추출 후 남은 잔존용액으로부터 목적물질을 2차 추출하는 제2 추출챔버를 포함하고, 상기 제1 추출챔버는 제4 유로를 통해 상기 클렉트챔버에 연결되고, 상기 제2 추출챔버는 제1 추출챔버 출측과 연결되어 제1 챔버에서 콜렉트챔버로 배출되고 잔존하는 용액이 플랫폼의 원심력에 따라 제2 추출챔버로 이송되는 제5 유로, 상기 제5 유로를 개폐하는 제5 밸브, 상기 제2 추출챔버와 상기 콜렉트챔버를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버로 이송되는 제 6유로, 상기 제6 유로를 개폐하는 제6 밸브를 포함하는 미세 유동 측정 장치.

청구항 19

미세 유동 측정 장치의 플랫폼에 유기용매 및 시약을 탑재하는 탑재 단계, 플랫폼에 미세 조류를 포함한 배양액을 주입하는 주입 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 배양액에서 미세조류를 원심 분리하는 분리 단계, 미세 조류에 용해액을 공급하여 지질을 용해하는 용해 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 미세 조류 용해액을 추출챔버로 이송하고 추출챔버에서 미세조류와 용해액 및 유기용매에 혼합하여 액-액 추출(liquid-liquid extraction) 및 상분리(phase seperation)를 통해 지질을 추출하는 추출 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 추출된 지질이 포함된 유기용매액을 콜렉트챔버로 배출하는 배출단계, 및 상기 배출단계를 거쳐 콜렉트챔버에 모아진 지질의 함량을 측정하는 측정단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 추출 단계는 용해액이 혼합된 시료의 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 용해액이 혼합된 시료를 추출 챔버로 이송하는 단계, 플랫폼을 가감속 정역 회전시켜 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 추출 단계는 1차 지질 추출 단계, 및 1차 추출 후 잔존 용액에 대한 2차 지질 추출 단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 2차 지질 추출 단계는 1차 지질 추출 후 1차 추출챔버에 남은 잔존용액의 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 잔존용액을 2차 추출챔버로 이송하는 단계, 플랫폼을 가감속 정역 회전시켜 잔존용액을 유기용매에 혼합하는 단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 단계에서, 플랫폼의 회전에 따른 혼합 시간은 2분 내지 3분인 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 24

제 19 항에 있어서,

상기 분리 단계에서, 플랫폼 회전에 따른 원심 분리 시간은 1분 내지 2분인 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 25

제 19 항에 있어서,

상기 유기용매는 폴리카르보네이트(Polycarbonate), 폴리메칠메타크릴레이트(PMMA), 환상올레핀계 코폴리머(COC)를 포함하는 열가소성수지(Thermoplastic)에 호환가능한 물질인 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 26

제 19 항에 있어서,

상기 유기용매는 에탄올, 메탄올, 이소프로파놀, 프로파놀을 포함하는 알콜계 용매, n-핵산, 알데하이드, 에스터, 하이드로 카본, 또는 이들의 조합에서 선택되는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 27

제 19 항에 있어서,

상기 용해액(Lysis buffer)은 계면활성제(detergent)인 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 28

제 19 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주입 단계에서, 플랫폼에 주입되는 용액의 정량 초과 용액을 제거하여 정량화하는 정량단계를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 분리 단계에서, 원심 분리 후 시료 이외의 비표적용액을 제거하는 단계를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 30

제 19 항 내지 제 27 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 측정단계 전에 콜렉트챔버로 배출된 유기용매액에서 유기용매를 제거하는 제거단계를 더 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 31

제 30 항에 있어서,

상기 제거 단계에서 유기용매 제거 시간는 1분 내지 3분인 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 32

제 30 항에 있어서,

상기 측정 단계는 지질에 측정시약을 혼합하는 단계, 및 지질의 흡광도를 측정하여 지질량을 검출하는 단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 지질량 검출 단계는 플랫폼을 회전시키는 단계, 콜렉트챔버에 빛을 조사하여 콜렉트챔버에 수용된 지질의 흡광도를 검출하고 이로부터 지질 함량을 연산하는 단계를 포함하는 미세 유동 측정 장치를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 유체 흐름을 통해 대상 물질을 추출하여 필요한 측정을 수행하기 위한 미세 유동 측정 장치 및 이를 이용하여 미세 조류 지질 함량을 측정하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 예를 들어, 시료인 미세 조류로부터 액-액 추출 방법을 통해 지질을 추출하여 그 함량을 측정할 수 있다. 미세 조류는 다양한 바이오 에너지 시료 중 높은 지질 함량과 빠른 성장률과 같은 다양한 장점을 가지고 있어, 학계에서 좋은 시료로 평가되어 왔다.

[0003] 종래의 경우, 지질 함량 측정을 위해서는 크로마토그래피와 현미경 등 비싸고 용적이 큰 도구를 이용하여 이루어졌으며, 큰 용량의 시료를 필요로 하였다. 이에, 도구가 구비된 지정된 장소에서만 측정이 가능하며, 측정에 숙련된 전문 인력과 많은 시간이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 시료로부터 원하는 물질을 추출하고 이를 측정하는 전 과정이 일체화되어 있는 미세 유동 측정 장치 및 이를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법을 제공하고자 한다.

[0005] 적은 시료를 이용하여 분석이 가능한 미세 유동 측정 장치 및 이를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법을 제공하고자 한다.

[0006] 분석에 소요되는 시간과 노력을 최소화할 수 있도록 된 미세 유동 측정 장치 및 이를 이용한 미세 조류 지질 측정 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 구현예의 미세 유동 측정 장치는, 원심력에 의한 유체의 이송이 이루어지는 플랫폼, 상기 플랫폼에 설치되어 시료 및 시약을 공급하기 위한 공급부, 상기 공급부와 연결되고 내부에는 유기용매가 수용되어 시료로부터 목적물질을 액-액 추출(liquid-liquid extraction)하여 상분리(phase seperation)시키기 위한 추출챔버, 상기 추출챔버에 연결되고 추출챔버에서 추출된 목적물질을 수용하는 수용부, 상기 플랫폼에 형성되어 유체가 이동되는 유로, 및 상기 유로를 선택적으로 개폐하는 밸브를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 시료는 미세 조류를 포함하여 유기용매로 추출할 수 있는 물질일 수 있다.

[0009] 본 구현예의 미세 유동 측정 장치는 원심력에 의해 유체의 이송이 이루어지는 플랫폼, 상기 플랫폼에 설치되어 미세 조류를 포함한 시료 및 시약을 공급하기 위한 공급부, 상기 공급부와 연결되고 내부에는 유기용매가 수용되어 시료로부터 지질을 액-액 추출(liquid-liquid extraction)하여 상분리(phase separation)시키기 위한 추출챔버, 상기 추출챔버에 연결되고 추출챔버에서 추출된 지질을 수용하는 수용부, 상기 수용부의 지질을 측정하기 위한 측정부, 상기 플랫폼에 형성되어 유체가 이동되는 유로, 및 상기 유로를 선택적으로 개폐하는 밸브를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 추출챔버 및 추출챔버에 연결되는 공급부와 수용부는 하나의 유닛을 이루고, 상기 유닛은 플랫폼의 원주방향을 따라 복수개가 간격을 두고 배치될 수 있다.

[0011] 상기 플랫폼의 회전 중심에서 원심력 방향을 따라 공급부와 추출챔버 및 수용부가 위치하여, 시료가 원심력에 의해 공급부와 추출챔버 및 수용부로 흐르는 구조일 수 있다.

[0012] 상기 플랫폼은 회전가능한 원형의 판 형상으로 이루어질 수 있다.

[0013] 상기 플랫폼은 바닥판, 상기 바닥판 상에 배치되며 복수의 챔버가가 형성된 챔버판, 챔버판 상에 배치되며 챔버판의 챔버 사이를 연결하는 유로가 형성된 상판, 및 상기 챔버판과 상판 사이에 배치되어 챔버와 유로 사이를 차단하며 표면에 유로 개방을 위한 밸브가 구비된 밸브판을 포함하여, 바닥판과 챔버판과 상판 및 밸브판이 순차적으로 적층되어 접합된 구조일 수 있다.

[0014] 상기 플랫폼은 바닥판과 챔버판, 상판 및 밸브판이 열 융합으로 접합된 구조일 수 있다.

[0015] 상기 플랫폼은 상기 상판과 상기 밸브판에 형성되어 각 챔버 내부와 외부를 연통하는 홀을 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 밸브판은 폴리카보네이트를 포함한 수지 재질로 이루어지고, 상기 밸브는 유로와 챔버 사이의 연결 지점에서 밸브판에 부착된 탄소 재질의 접점으로 이루어져, 상기 접점에 인가되는 에너지에 의해 접점이 발열되어 밸브판을 녹여 유로를 개방하는 구조일 수 있다.

[0017] 상기 미세 유동 측정 장치는 상기 플랫폼 외측에 배치되어 상기 밸브판의 밸브에 열에너지를 가하여 접점을 가열하는 구동부를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 구동부는 플랫폼 외측에 배치되어 상기 밸브판의 밸브에 레이저를 조사하여 접점을 가열하는 레이저조사부를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 유기용매는 폴리카르보네이트(Polycarbonate), 폴리메칠메타크릴레이트(PMMA), 환상올레핀계 코폴리머(COC)를 포함하는 열가소성수지(Thermoplastic)에 호환가능한 물질일 수 있다.

[0020] 상기 유기용매는 에탄올, 메탄올, 이소프로파놀, 프로파놀을 포함하는 알콜계 용매, n-핵산, 알데하이드, 에스터, 하이드로 카본, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있다.

[0021] 상기 공급부는 상기 플랫폼에 설치되어 시료를 포함한 용액이 수용되고 시료를 원심 분리하기 위한 시료분리챔버, 상기 시료분리챔버와 상기 추출챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 시료분리챔버 내의 시료가 추출챔버로 이송되는 제1 유로, 상기 제1 유로를 개폐하는 제1 밸브를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 공급부는 원심력 방향을 따라 플랫폼 회전 중심쪽의 상기 시료분리챔버 선단에 연결되고 플랫폼 외측 선단

쪽으로 연장되어 배양액이 배출되는 드레인유로, 및 상기 드레인유로에 연결되고 배출되는 배양액이 수용되는 미터링챔버를 더 포함하여, 시료분리챔버에 주입되는 배양액 중 정량 이외의 배양액을 미터링챔버로 배출하여 정량화하는 구조일 수 있다.

[0023] 상기 시료분리챔버는 원심력 방향을 따라 플랫폼 외측을 향하는 선단에 원심 분리된 시료가 수용되는 침강부가 길게 연장 형성될 수 있다.

[0024] 상기 공급부는 플랫폼에 설치되고 시료분리챔버에 연결되어 원심 분리된 시료 이외의 비표적용액을 분리하여 수용하는 버림챔버, 상기 버림챔버와 시료분리챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 시료분리챔버 내의 비표적용액이 버림챔버로 이송되는 제2 유로, 상기 제2 유로를 개폐하는 제2 밸브를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제2 유로는 플랫폼의 회전 중심쪽을 향해 상기 시료분리챔버의 침강부 경계 지점 위쪽에 연결될 수 있다.

[0026] 상기 공급부는 상기 추출챔버에 연결되어 시료 용해를 위한 시약을 공급하는 시약공급부를 더 포함할 수 있다.

[0027] 상기 시약공급부는 플랫폼에 설치되어 상기 추출챔버에 연결되고 내부에 시료 용해액을 수용하는 용해액챔버, 상기 용해액챔버와 상기 추출챔버 사이를 연결하며 디스크의 원심력에 따라 용해액이 추출챔버로 이송되는 제3 유로, 상기 제3 유로를 개폐하는 제3 밸브를 포함할 수 있다.

[0028] 상기 제3 유로는 상기 시료분리챔버의 침강부에 연결되어 침강부로 용해액을 공급할 수 있다.

[0029] 상기 용해액(Lysis buffer)은 계면활성제(detergent)일 수 있다.

[0030] 상기 추출챔버는 출측에 폭이 좁아지도록 경사진 구조로 되어 상분리된 비유기용매용액이 수용되는 구배부가 형성될 수 있다.

[0031] 상기 수용부는 플랫폼에 설치되고 추출챔버에 연결되어 추출챔버에서 추출된 목적물질을 포함하는 유기용매액을 수용하는 콜렉트챔버, 콜렉트챔버와 추출챔버를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버로 이송되는 제4 유로, 상기 제4 유로를 개폐하는 제4 밸브를 포함할 수 있다.

[0032] 상기 제4 유로는 상기 플랫폼 회전 중심쪽을 향해 상기 추출챔버의 구배부 경계 지점 위쪽에 연결될 수 있다.

[0033] 상기 추출챔버는 적어도 두 개 이상 복수개가 순차적으로 배치되어 복수회에 걸쳐 목적물질을 추출하는 구조일 수 있다.

[0034] 상기 추출챔버는 시료분리챔버에 연결되어 시료로부터 목적물질을 1차 추출하는 제1 추출챔버, 상기 제1 추출챔버에 연결되어 1차 추출 후 남은 잔존용액으로부터 목적물질을 2차 추출하는 제2 추출챔버를 포함하고, 상기 제1 추출챔버는 제4 유로를 통해 상기 클렉트챔버에 연결되고, 상기 제2 추출챔버는 제1 추출챔버 출측과 연결되어 제1 챔버에서 콜렉트챔버로 배출되고 잔존하는 용액이 플랫폼의 원심력에 따라 제2 추출챔버로 이송되는 제5 유로, 상기 제5 유로를 개폐하는 제5 밸브, 상기 제2 추출챔버와 상기 콜렉트챔버를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버로 이송되는 제 6유로, 상기 제6 유로를 개폐하는 제6 밸브를 포함할 수 있다.

[0035] 상기 콜렉트챔버는 원심력방향을 따라 플랫폼 외측 선단쪽에 유기용매액이 모아지는 홈부가 형성된 구조일 수 있다.

[0036] 상기 측정부는 플랫폼에 설치되고 상기 수용부에 연결되고 수용부에 지질 측정을 위한 시약을 공급하기 위한 측정시약공급부를 포함할 수 있다.

[0037] 상기 측정시약공급부는 플랫폼에 설치되고 내부에 측정시약이 수용된 측정시약챔버, 상기 측정시약챔버와 클렉트챔버를 연결하며 플랫폼의 원심력에 따라 측정시약이 콜렉트챔버로 이송되는 제7 유로, 상기 제7 유로를 개폐하는 제7 밸브를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 측정부는 상기 플랫폼 외측에 배치되어 상기 수용부에 수용된 목적물질의 흡광도를 측정하여 목적물질의 함량을 검출하는 측광부를 포함할 수 있다.

[0039] 본 구현예의 미세 조류 지질 측정 방법은, 미세 유동 측정 장치의 플랫폼에 유기용매 및 시약을 탑재하는 탑재단계, 플랫폼에 미세 조류를 포함한 배양액을 주입하는 주입 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 배양액에서 미세조류를 원심 분리하는 분리 단계, 미세 조류에 용해액을 공급하여 지질을 용해하는 용해 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 미세 조류 용해액을 추출챔버로 이송하고 추출챔버에서 미세조류와 용해액 및 유기용매에 혼합하여 액-액 추출(liquid-liquid extraction) 및 상분리(phase seperation)를 통해 지질을 추출하는 추출 단계, 플랫폼에 원심력을 가해 추출된 지질이 포함된 유기용매액을 콜렉트챔버로 배출하는 배출단계, 및 상기 배출단계를 거쳐

콜렉트챔버에 모아진 지질의 함량을 측정하는 측정단계를 포함할 수 있다.

[0040] 상기 콜렉트챔버로 배출된 유기용매액에서 유기용매를 제거하는 제거단계를 더 포함할 수 있다.

[0041] 상기 제거 단계에서 유기용매 제거 시간은 1분 내지 3분일 수 있다.

[0042] 상기 주입 단계에서, 플랫폼에 주입되는 용액의 정량 초과 용액을 제거하여 정량화하는 정량단계를 더 포함할 수 있다.

[0043] 상기 분리 단계에서, 원심 분리 후 시료 이외의 비표적용액을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0044] 상기 추출 단계는 1차 지질 추출 단계와 1차 추출 후 잔존 용액에 대한 2차 지질 추출 단계를 포함할 수 있다.

[0045] 상기 측정 단계는 지질에 측정시약을 혼합하는 단계, 및 지질의 흡광도를 측정하여 지질량을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0046] 상기 유기용매는 폴리카르보네이트(Polycarbonate), 폴리메칠메타크릴레이트(PMMA), 환상올레핀계 코폴리머(COC)를 포함하여 열가소성수지(Thermoplastic)에 호환가능한 물질일 수 있다.

[0047] 상기 용해액(Lysis buffer)은 계면활성제(detergent)일 수 있다.

[0048] 상기 분리 단계에서, 플랫폼 회전에 따른 원심 분리 시간은 1분 내지 2분일 수 있다.

[0049] 상기 비표적용액을 제거하는 단계는 비표적용액 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 비표적용액을 버림챔버로 이송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0050] 상기 용해 단계는 용해액 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 디스크를 회전시켜 원심력을 가해 용해액을 시료에 이송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0051] 상기 추출 단계는 용해액이 혼합된 시료의 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 용해액이 혼합된 시료를 추출 챔버로 이송하는 단계, 플랫폼을 가감속 정역 회전시켜 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0052] 상기 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 단계에서, 플랫폼의 회전에 따른 혼합 시간은 2분 내지 3분일 수 있다.

[0053] 상기 2차 지질 추출 단계는 1차 지질 추출 후 1차 추출챔버에 남은 잔존용액의 이동을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 잔존용액을 2차 추출챔버로 이송하는 단계, 플랫폼을 가감속 정역 회전시켜 잔존용액을 유기용매에 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.

[0054] 상기 잔존용액을 유기용매에 혼합하는 단계에서, 플랫폼의 회전에 따른 혼합시간은 1분 내지 2분일 수 있다.

[0055] 상기 배출 단계는 지질이 포함된 유기용매액 이송을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 유기용매액을 콜렉트챔버로 이송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0056] 상기 측정시약을 혼합하는 단계는 측정시약 이송을 위한 유로를 개방하는 단계, 플랫폼을 회전시켜 원심력을 가해 측정시약을 콜렉트챔버로 이동하는 단계를 포함할 수 있다.

[0057] 상기 지질량 검출 단계는 플랫폼을 회전시키는 단계, 콜렉트챔버에 빛을 조사하여 콜렉트챔버에 수용된 지질의 흡광도를 검출하고 이로부터 지질 함량을 연산하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0058] 이와 같이 본 구현예에 의하면, 각종 시료로부터 목적물질을 추출하고 이를 측정하는 전 과정을 일체적으로 동반하여 수행하는 것이 가능하다.

[0059] 시료 측정에 소요되는 시간과 노력을 최소화할 수 있고, 보다 컴팩트한 장치적 구성을 통해 어디서나 측정이 가능하여 경제성을 확보할 수 있게 된다.

[0060] 또한, 종래와 달리 소량의 시료와 짧은 분석 시간을 통해서도 분석이 가능하여, 보다 빠르고 경제적인 측정이 가능하다.

[0061] n-Hexane 유기 용매에 호환가능하며 효율적인 액-액 추출 측정 방법에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0062] 도 1은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 도시한 개략적인 도면이다.

도 2는 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치의 플랫폼 결합 구조를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.

도 3은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치의 구성을 도시한 개략적인 도면이다.

도 4는 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치의 시료 추출 과정을 설명하기 위한 개략적인 도면이다.

도 5는 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 용해 조건에 따른 지질 추출량을 분석한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 유기용매 조건에 따른 미세조류 지질 추출량을 분석한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 7은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 농도별 지질 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 배양조건에 따른 지질 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 9은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 배양조건과 스트레스 자극 시점에 따른 지질 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 10은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용한 다양한 농도의 미세조류의 지질 측정 결과와 종래의 미세조류의 지질 측정 결과를 비교한 결과를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0063] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.

[0064] 이하에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.

[0065] 이하에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0066] 이하, 본 실시예는 시료인 미세 조류에서 지질을 추출하여 측정하는 구조를 예로서 설명한다. 본 실시예는 미세조류의 지질 측정에 한정되지 않으며, 액-액 추출과 상분리를 통해 목적 물질의 추출이 가능한 모든 시료에 대해 적용가능하다.

[0067] 도 1은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 도시하고 있으며, 도 2와 도 3은 본 실시예에 따른 플랫폼의 접합 구조와 내부 구성에 대해 도시하고 있다.

[0068] 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 실시예의 미세 유동 측정 장치에 대해 설명한다.

[0069] 본 실시예의 미세 유동 측정 장치(100)는, 원심력을 발생하는 플랫폼(10), 플랫폼(10)에 설치되는 공급부(20), 추출챔버(30), 수용부(40), 및 플랫폼(10)의 원심력에 따라 이동되는 유체의 흐름을 제어하기 위한 유로(50)와 유로를 선택적으로 개폐하기 위한 밸브(60)를 포함한다.

[0070] 또한, 본 실시예의 미세 유동 측정 장치(100)는 상기 밸브(60)를 구동하여 유로(50)를 개폐하기 위한 구동부(70)를 더 포함할 수 있다. 이에, 구동부(70)에 의해 밸브(60)가 작동되어 유로(50)가 개방되고 유로를 통해 용

액이 흐를 수 있게 된다.

[0071] 본 실시예에서, 상기 구동부(70)는 밸브에 레이저에 의한 에너지를 가하여 밸브를 가열하는 레이저조사부일 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 다시 설명한다.

[0072] 또한, 본 실시예의 미세 유동 측정 장치는 수용부에 모아진 지질의 함량을 측정하기 위한 측정부를 더 포함한다. 본 실시예에서, 상기 측정부는 지질을 염색하고 염색된 지질을 측광하여 흡광도를 측정하는 구조일 수 있다. 이에 대해서는 뒤에서 다시 설명한다.

[0073] 상기 플래폼(10)의 회전 중심에서 원심력 방향을 따라 공급부(10)와 추출챔버(30) 및 수용부(40)가 위치하여, 시료가 원심력에 의해 공급부(10)와 추출챔버(30) 및 수용부(40)로 흐르는 구조일 수 있다. 이에, 플래폼(10)을 회전시켜 원심력을 가함에 따라 순차적으로 시료를 이동하여 원하는 공정을 수행할 수 있게 된다.

[0074] 상기 플래폼(10)는 회전가능한 원형의 판 구조물로 이루어질 수 있다. 플래폼(10)의 중심은 회전축을 이루어, 외부로부터 제공되는 구동력에 의해 회전축을 중심으로 회전된다. 플랫폼(10)의 회전에 따라 원심력이 발생되고 내부 유체에 원심력을 가하여 유체를 이송 또는 유동한다.

[0075] 상기 플래폼(10)은 회전가능한 원형의 판 형상으로 이루어질 수 있다.

[0076] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 플래폼(10)은 바닥면을 이루는 바닥판(11), 상기 바닥판(11) 상에 배치되며 복수의 챔버(C))가 형성된 챔버판(12), 챔버판(12) 상에 배치되며 챔버판(12)의 챔버(C) 사이를 연결하는 유로(50)가 형성된 상판(14), 및 상기 챔버판(12)과 상판(14) 사이에 배치되어 챔버와 유로 사이를 차단하며 표면에 유로 개방을 위한 밸브(60)가 구비된 밸브판(13)을 포함하여, 바닥판(11)과 챔버판(12)과 상판(14) 및 밸브판(13)이 순차적으로 적층되어 접합된 구조일 수 있다.

[0077] 본 실시예에서, 상기 바닥판(11)과 챔버판(12), 상판(14) 및 밸브판(13)은 폴리카보네이트를 포함한 수지 재질로 이루어질 수 있다.

[0078] 상기 바닥판(11)과 챔버판(12), 상판(14) 및 밸브판(13)은 서로 적층되어 열 융합으로 접합될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 바닥판(11), 챔버판(12), 밸브판(13) 및 상판(14)을 차례로 적층한 후 열을 가하면서 양단에서 가압함으로써, 각 판을 접합할 수 있다. 이에, 별도의 접착물질을 사용하지 않고 열 융합 반응을 통해 플래폼(10)을 접합하여 제조할 수 있게 된다.

[0079] 상기 챔버(C)는 플래폼(10) 내에 형성되는 공간으로, 챔버판(12)에 의해 측면이 차단되고 바닥판(11)과 밸브판(13)에 의해 상하면이 차단되어 내부 공간을 형성한다.

[0080] 일측 챔버(C)와 일측 챔버(C) 사이는 상판(14)에 형성된 유로(50)에 의해 연결된다. 상판(14)과 챔버판(12) 사이에는 밸브판(13)이 삽입되어 있어서 상판(14)의 유로(50)와 챔버판(12)의 챔버(C)는 차단된 상태를 유지한다.

[0081] 상기 밸브판(13)에 설치되는 밸브(60)의 형성 위치는, 챔버와 챔버를 연결하는 유로(50)의 양 선단부 즉, 챔버와 유로의 연결지점에 각각 형성된다. 이에, 밸브(60)가 작동되면 유로(50)와 챔버(C)를 차단하고 있는 밸브판(13)이 개방되면서 유로와 챔버가 연통된다.

[0082] 상기 밸브판(13)은 폴리카보네이트를 포함한 수지 재질로 이루어질 수 있다. 상기 밸브(60)는 유로(50)와 챔버(C) 사이의 연결 지점에서 밸브판(13)을 녹일 수 있는 접점으로 이루어진다. 본 실시예에서, 상기 밸브를 이루는 접점은 탄소 재질로 이루어져 접점에 인가되는 에너지에 의해 발열되어 밸브판(13)을 녹여 구멍을 냄으로써 유로를 개방한다.

[0083] 상기 접점의 크기나 형태는 유로 개방을 위해 밸브판(13)을 녹여 용액이 이동될 수 있는 정도의 구멍을 형성할 수 있으면 충분하며 다양하게 변형가능하다.

[0084] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 장치는 외부에서 밸브판(13)에 형성된 밸브를 작동시키기 위한 구동부(70)로써, 일측 접점에 에너지를 가하기 위한 레이저조사부를 포함할 수 있다. 이에, 플래폼(10) 외측에 배치된 레이저조사부에 의해 접점에 레이저가 조사되면 접점이 가열되면서 얇은 플라스틱 층인 밸브판(13)을 녹여 구멍이 형성된다. 따라서, 유로와 챔버 사이를 막고 있는 밸브판(13)에 구멍이 형성되어 일측 챔버 내에 수용된 용액이 유로를 통해 다른쪽 챔버로 이동할 수 있게 된다. 상기 구동부(70)는 레이저조사부 외에 밸브(60)에 에너지를 가해 접점을 가열할 수 있는 구조면 모두 적용가능하다.

[0085] 여기서, 상기 플래폼(10)은 챔버(C) 내부 가스를 제거하거나 또는 챔버 내부로 필요 시약이나 시료 등을 주입하

기 위해, 상기 상판(14)과 밸브판(13)에 형성되어 각 챔버 내부와 외부를 연통하는 홀(16)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 지질이 함유된 유기용매액에서 유기용매를 제거하는 경우, 상기 홀을 통해 챔버 내부의 유기용매를 외부로 배출하여 제거할 수 있다.

[0086] 지질 측정을 위해 필요한 공급부(10), 추출챔버(30), 수용부(40)가 하나의 유닛을 이루며, 도 1에 도시된 바와 같이, 플래폼(10)의 원주방향을 따라 복수개의 유닛이 플래폼(10)에 구비된다. 이에, 하나의 플래폼(10)으로 지질 측정 작업을 복수회 수행할 수 있게 된다. 상기 플래폼(10)에 구비되는 각 유닛은 모두 동일한 구조를 이루므로, 이하, 도 3에 도시된 일측 유닛에 대해서만 설명하도록 하며 나머지는 이에 갈음한다.

[0087] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 플래폼(10) 내에 공급부(10), 추출챔버(30), 수용부(40)가 형성된다.

[0088] 상기 플래폼(10)의 원심력 방향을 따라 플래폼(10)의 회전 중심 쪽을 향하는 추출챔버(30)의 입측에 상기 공급부(10)가 배치되어 추출챔버(30)와 연결된다. 반대 방향인 플래폼(10)의 외측 선단 쪽을 향하는 추출챔버(30)의 출측에 상기 수용부(40)가 배치되어 추출챔버(30)와 연결된다. 이하 설명에서 입측이라 함은 해당 챔버에 유체가 유입되는 부분으로 원심력 방향을 따라 플래폼(10)의 회전 중심에 근접한 쪽을 의미하고, 출측이라 함은 해당 챔버에서 유체가 유출되는 부분으로 원심력 방향을 따라 플래폼(10)의 외측 선단에 근접한 쪽을 의미한다.

[0089] 이와 같이, 상기 플래폼(10)의 회전 중심에서 원심력 방향을 따라 공급부(10)와 추출챔버(30) 및 수용부(40)가 순차적으로 배치되어, 플래폼(10) 회전시 발생되는 원심력에 의해 공급부(10)를 통해 공급된 시료가 순차적으로 추출챔버(30)를 거쳐 수용부(40)로 흐를 수 있게 된다.

[0090] 상기 공급부(10)는 추출챔버(30)로 시료인 미세조류(이하 설명의 편의를 위해 시료라 한다)와 시료 용해를 위한 시약을 공급한다. 이를 위해 상기 공급부(10)는 상기 플래폼(10)에 설치되어 시료 포함 배양액으로부터 시료를 원심 분리하기 위한 시료분리챔버(21)를 포함한다. 상기 시료분리챔버(21)는 플래폼(10)에 형성되는 내부가 빈 공간으로 이해할 수 있다. 시료분리챔버(21) 일측에 시료 포함 배양액을 주입하기 위한 홀이 형성될 수 있다. 플래폼(10)의 원심력 방향을 따라 플래폼(10) 회전 중심에서 외측 선단을 향해 상기 시료분리챔버(21)와 추출챔버(30)가 순차적으로 배치되어, 시료가 시료분리챔버(21)에서 추출챔버(30)로 흐르게 된다.

[0091] 플래폼(10)의 회전에 따라 시료분리챔버(21)에 원심력이 가해져 시료를 포함하는 배양액이 원심분리된다. 이에 고상물질인 시료는 원심력 방향을 따라 플래폼(10) 외측 선단쪽으로 밀려나고 플래폼(10) 중심쪽으로는 시료와 분리된 비표적용액이 위치한다. 비표적용액이란 추출 대상인 시료 이외의 용액을 의미할 수 있다.

[0092] 상기 시료분리챔버(21)는 원심분리된 시료가 보다 용이하게 출측으로 침강될 수 있도록 출측으로 갈수록 폭이 좁아지는 호퍼 형태를 이룰 수 있다. 또한, 상기 시료분리챔버(21)는 원심력 방향을 따라 플래폼(10) 외측을 향하는 출측에 원심 분리된 시료가 수용되는 침강부(22)가 길게 연장 형성될 수 있다. 이에, 원심분리되어 침강된 시료와 시료가 분리된 비표적용액의 분리가 확실하게 이루어져 침강부(22)에 시료 외에 비표적용액이 유입되는 것을 최소화할 수 있게 된다. 상기 침강부(22)의 출측과 추출챔버(30) 사이에 유로가 형성되어 침강부(22)에 수용된 시료가 추출챔버(30)로 이송된다.

[0093] 상기 시료분리챔버(21)와 추출챔버(30) 사이에는 플래폼(10)의 원심력에 따라 시료가 이송되는 제1 유로(51)가 형성된다. 상기 제1 유로(51) 상에는 제1 유로(51)를 개방하기 위한 제1 밸브(61)가 설치된다. 이에, 제1 밸브(61)를 작동시켜 제1 유로(51)를 개방시키게 되면 제1 유로(51)를 통해 시료분리챔버(21)에서 분리된 시료가 추출챔버(30)로 이송된다.

[0094] 본 실시예에서, 상기 공급부(10)는 시료분리챔버(21)에 수용되는 배양액을 적량화하여, 시료 측정에 필요한 적정 용량의 배양액만이 수용될 수 있는 구조로 되어 있다.

[0095] 이를 위해, 상기 공급부(10)는 원심력 방향을 따라 플래폼(10) 회전 중심쪽의 상기 시료분리챔버(21) 선단에 연결되고, 플래폼(10) 외측 선단쪽으로 연장되어 배양액이 배출되는 드레인유로(23)와, 상기 드레인유로에 연결되고 배출되는 배양액이 수용되는 미터링챔버(24)를 더 포함하여, 시료분리챔버(21)에 주입되는 배양액 중 정량 이외의 배양액을 미터링챔버(24)로 배출하여 정량화하는 구조일 수 있다.

[0096] 예를 들어, 상기 시료분리챔버(21)에 주입된 배양액 중 정량을 초과한 배양액은 원심분리를 위해 플래폼(10) 회전하는 과정에서 미터링챔버(24)로 배출될 수 있다.

[0097] 이와 같인 정량화 작업을 통해, 시료분리챔버(21)에는 정량의 배양액만이 수용되어 보다 정확한 측정이 이루어질 수 있게 된다.

[0098] 또한, 상기 공급부(10)는 원심분리된 시료를 추출챔버(30)로 이송하기 전에 시료 이외의 비표적용액을 시료분리챔버(21)에서 제거하는 구조로 되어 있다. 이에, 상기 공급부(10)는 플래폼(10)에 설치되고 시료분리챔버(21)에 연결되어 원심 분리된 시료 이외의 비표적용액을 분리하여 수용하는 버림챔버(25)를 더 포함한다.

[0099] 상기 버림챔버(25)와 시료분리챔버(21) 사이에는 플래폼(10)의 원심력에 따라 시료분리챔버(21) 내의 비표적용액이 버림챔버(25)로 이송되는 제2 유로(52)가 연결되고, 상기 제2 유로(52) 상에는 제2 유로(52)를 개방하기 위한 제2 밸브(62)가 설치된다.

[0100] 이에, 제2 밸브(62)를 작동시켜 제2 유로(52)를 개방시키게 되면 제2 유로(52)를 통해 비표적용액이 버림챔버(25)로 이송된다.

[0101] 본 실시예에서, 상기 제2 유로(52)는 플래폼(10) 회전 중심쪽을 향해 상기 시료분리챔버(21)의 침강부(22) 경계지점 위쪽에 연결될 수 있다. 이에, 플래폼(10)의 회전에 따라 시료분리챔버(21)에 가해지는 원심력에 대해 침강부(22)에 침강되어 있는 시료는 제2 유로(52)로 빠져나가지 않고, 시료 상층을 이루는 비표적용액만이 제2 유로(52)를 통해 버림챔버(25)로 배출된다.

[0102] 시료분리챔버(21) 내에서 분리된 비표적용액을 모두 상기 버림챔버(25)로 배출처리함으로써, 시료분리챔버(21)에 남은 시료만을 추출챔버(30)로 이송할 수 있게 된다.

[0103] 상기 공급부(10)는 상기 추출챔버(30)에 연결되어 시료 용해를 위한 시약을 공급하는 시약공급부(10)를 더 포함할 수 있다.

[0104] 상기 시약공급부(10)는 플래폼(10)에 설치되어 상기 추출챔버(30)에 연결되고 내부에 시료 용해액을 수용하는 용해액챔버(26), 상기 용해액챔버(26)와 상기 추출챔버(30) 사이를 연결하며 플래폼(10)의 원심력에 따라 용해액이 추출챔버(30)로 이송되는 제3 유로(53), 상기 제3 유로(53)를 개폐하는 제3 밸브(63)를 포함할 수 있다. 상기 용해액챔버(26)는 원심력에 의해 용해액이 제3 유로(53)를 따라 추출챔버(30)로 이동될 수 있으면 충분하며 상기 플래폼(10)에 대한 용해액챔버(26)의 형성 위치는 특별히 한정되지 않는다.

[0105] 이에, 제3 밸브(63)를 작동시켜 제3 유로(53)를 개방시키게 되면 제3 유로(53)를 통해 용해액이 추출챔버(30)로 이송된다.

[0106] 본 실시예에서, 보다 구체적으로 상기 제3 유로(53)는 상기 시료분리챔버(21)의 침강부(22)에 연결되어 침강부(22)로 용해액을 공급하여, 시료와 함께 제1 유로(51)를 통해 추출챔버(30)로 이송되는 구조로 되어 있다. 이러한 구조의 경우, 용해액이 침강부(22)로 유입되면서 침강부(22) 내면을 세척하는 효과를 얻게 된다. 이에, 침강부(22) 내면에 묻어 있는 시료까지 모두 추출부로 이송시킬 수 있게 된다.

[0107] 본 실시예에서, 상기 용해액(Lysis buffer)은 계면활성제(detergent)일 수 있다. 용리액은 시료와 혼합되고 이 과정에서 시료인 미세 조류로부터 마이크로 지질을 용해시키게 된다. 용해된 지질은 추출챔버(30)내에 수용된 유기용매에 의해 추출된다.

[0108] 상기 추출챔버(30)는 플래폼(10) 내에 형성되는 내부가 빈 공간으로 이해할 수 있으며, 액-액 추출(liquid-liquid extraction) 작용과 상분리(phase seperation) 작용이 수행된다.

[0109] 상기 추출챔버(30) 내부에는 액-액 추출(liquid-liquid extraction)을 통해 시료로부터 지질을 추출하기 위한 유기용매가 수용된다. 상기 유기용매는 용해액에 용해되어 있는 지질을 추출하게 된다. 이에, 시료의 지질이 추출챔버(30) 내에서 유기용매로 추출되고 상기 추출챔버(30) 내부에서 지질이 포함된 유기용매액이 지질을 포함하지 않는 비유기용매액(이하 설명의 편의를 위해 잔존용액이라 한다.)으로부터 상분리(phase seperation)를 통해 분리된다.

[0110] 본 실시예에서, 상기 유기용매는 폴리카르보네이트(Polycarbonate), 폴리메칠메타크릴레이트(PMMA), 환상올레핀계 코폴리머(COC)를 포함하는 열가소성수지(Thermoplastic)에 호환가능한 물질일 수 있다.

[0111] 본 실시예에서, 상기 유기용매는 에탄올, 메탄올, 이소프로파놀, 프로파놀을 포함하는 알콜계 용매, n-핵산, 알데하이드, 에스터, 하이드로 카본, 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있다.

[0112] 상기 추출챔버(30)는 공급부(10)의 시료분리챔버(21)와 수용부(40)의 콜렉트챔버(41) 사이에 배치되어 입측은 제1 유로(51)를 통해 시료분리챔버(21)와 연결되고, 출측은 별도의 유로를 통해 수용부(40)의 콜렉트챔버(41)와 연결된다.

[0113] 상기 추출챔버(30)는 원심력 방향을 따라 출측에 폭이 좁아지도록 경사진 구조로 되어 상분리된 잔존용액이 수용되는 구배부(33)가 형성될 수 있다. 이에, 추출챔버(30) 내에서 상분리된 잔존용액은 구배부(33)에 위치하고 그 상층을 형성하는 유기용매액은 구배부(33) 바로 위에 위치하게 된다. 이와 같이, 추출챔버(30) 출측에 구배부(33)를 형성함으로써, 상분리가 보다 확실하게 이루어질 수 있고, 지질이 포함된 유기용매액만을 용이하게 이송하여 처리할 수 있게 된다.

[0114] 상기 수용부(40)는 플래폼(10)에 설치되고 추출챔버(30)에 연결되어 추출챔버(30)에서 추출된 지질을 포함하는 유기용매액을 수용하는 콜렉트챔버(41), 콜렉트챔버(41)와 추출챔버(30)를 연결하며 플래폼(10)의 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버(41)로 이송되는 제4 유로(54), 상기 제4 유로(54)를 개폐하는 제4 밸브(64)를 포함한다.

[0115] 이에, 제4 밸브(64)를 작동시켜 제4 유로(54)를 개방시키게 되면 제4 유로(54)를 통해 유기용매액이 콜렉트챔버(41)로 이송된다.

[0116] 상기 콜렉트챔버(41)는 플래폼(10)에 형성되는 내부가 빈 공간으로 이해할 수 있다. 콜렉트챔버(41)에는 추출챔버(30)에서 상분리된 지질이 포함된 유기용매액이 유입된다. 상기 콜렉트챔버(41)는 제4 유로(54)를 통해 추출챔버(30)와 연결된다. 본 실시예에서, 상기 제4 유로(54)는 플래폼(10) 회전 중심쪽을 향해 상기 추출챔버(30)의 구배부(33) 경계 지점 위쪽에 연결될 수 있다. 이에, 플래폼(10) 회전에 따라 추출챔버(30)에 가해지는 원심력에 대해 구배부 위쪽에 분리되어 있는 유기용매액만이 제4 유로(54)를 통해 콜렉트챔버(41)로 배출되고, 유기용매액 하층을 이루어 구배부에 위치한 잔존용액은 제4 유로(54)를 통해 배출되지 못한다. 따라서, 지질이 포함된 유기용매액만을 콜렉트챔버(41)로 이송할 수 있게 된다.

[0117] 상기 콜렉트챔버(41)는 플래폼(10)의 회전에 따른 원심력 방향을 따라 플래폼(10) 외측 선단을 향하는 출측에 유기용매액이 모아지는 홈부(42)가 형성될 수 있다. 상기 홈부(42)는 대략 콜렉트챔버(41)에 수용되는 유기용매액이 충분히 수용될 수 있는 크기로 형성될 수 있다. 이에, 플래폼(10) 회전에 따라 콜렉트챔버(41)에 가해지는 원심력에 따라 유기용매액이 콜렉트챔버(41) 출측의 홈부(42)에 집중적으로 모아지게 된다. 이와 같이, 콜렉트챔버(41) 내부에 수용된 유기용매액을 홈부(42) 한곳으로 집중시켜 모음에 따라 추후 지질 측정 효율을 높일 수 있게 된다.

[0118] 또한, 상기 콜렉트챔버(41)는 외부와 연통되는 홀(도 2의 16 참조)이 형성되어 있어서, 상기 홀을 통해 유기용매가 증발되어 제거되는 구조일 수 있다. 상기 유기용매는 예를 들어 플래폼(10)에 진공압을 가하여 유기용매를 증발시켜 홀을 통해 외부로 배출하여 제거할 수 있다. 이에, 콜렉트챔버(41) 내에 유기용매를 제거하고 지질만을 남겨 필요한 측정을 수행할 수 있게 된다.

[0119] 본 실시예의 측정 장치는 지질의 추출 효율을 보다 높이기 위해, 복수회에 걸쳐 시료로부터 지질을 추출하는 구조일 수 있다. 이를 위해, 상기 추출챔버(30)는 적어도 두 개 이상 복수개가 순차적으로 배치되어 복수회에 걸쳐 목적물질을 추출하는 구조일 수 있다.

[0120] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 실시예에서, 상기 추출챔버(30)는 플래폼(10) 내에 원심력 방향을 따라 복수개의 순차적으로 배치될 수 있다. 본 실시예의 경우 두 개의 추출챔버가 구비된다.

[0121] 즉, 상기 추출챔버(30)는 시료분리챔버(21)에 연결되어 시료로부터 목적물질을 1차 추출하는 제1 추출챔버(31), 상기 제1 추출챔버(31)에 연결되어 1차 추출 후 남은 잔존용액으로부터 목적물질을 2차 추출하는 제2 추출챔버(32)를 포함한다. 제1 추출챔버(31)와 제2 추출챔버(32)는 동일한 구조로 이루어질 수 있으며 내부에도 역시 동일한 유기용매가 수용될 수 있다. 추출챔버(30)라 함은 제1 추출챔버(31)와 제2 추출챔버(32) 모두를 지칭한다.

[0122] 상기 제1 추출챔버(31)는 제2 추출챔버(32)에 앞서 지질을 추출하기 위한 것으로 언급한 바와 같이 제4 유로(54)를 통해 상기 클렉트챔버(41)에 연결된다.

[0123] 상기 제2 추출챔버(32)는 제1 추출챔버(31)을 거치고 남은 잔존용액을 다시 처리하여 잔존용액에 남아있는 지질을 추출하기 위한 것으로, 제1 추출챔버(31) 출측과 상기 콜렉트챔버(41) 사이에 연결된다.

[0124] 상기 제2 추출챔버(32)는 제5 유로(55)를 통해 제1 추출챔버(31)와 연결된다. 제5 유로(55)는 제1 추출챔버(31)의 출측과 제2 추출챔버(32)의 입측 사이를 연결하여, 제1 추출챔버(31)에서 콜렉트챔버(41)로 배출되고 남은 잔존용액이 플래폼(10)의 원심력에 따라 제2 추출챔버(32)로 흐를 수 있게 된다. 상기 제5 유로(55) 상에는 제5 유로(55)를 개방하는 제5 밸브(65)가 설치된다. 이에, 제5 밸브(65)를 작동시켜 제5 유로(55)를 개방시키게 되면 제5 유로(55)를 통해 제1 추출챔버(31)의 잔존용액이 제2 추출챔버(32)로 이송된다.

[0125] 상기 제2 추출챔버(32)의 출측은 제6 유로(56)를 통해 콜렉트챔버(41)와 연결된다. 제6 유로(56)는 제2 추출챔버(32)의 출측과 콜렉트챔버(41)의 입측 사이를 연결하여, 제2 추출챔버(32)에서 추출된 유기용매액이 플래폼(10)의 원심력에 따라 콜렉트챔버(41)로 흐를 수 있게 된다. 상기 제6 유로(56) 상에는 제6 유로(56)를 개방하는 제6 밸브(66)가 설치된다. 이에, 제6 밸브(66)를 작동시켜 제6 유로(56)를 개방시키게 되면 제6 유로(56)를 통해 제2 추출챔버(32)의 상층용액인 유기용매액이 콜렉트챔버(41)로 이송된다.

[0126] 이와 같이 추출챔버(30)를 거쳐 상기 콜렉트챔버(41)에 모아진 지질은 측정부를 통해 지질의 함량이 측정될 수 있다.

[0127] 본 실시예에서, 상기 측정부는 플래폼(10)에 설치되고 상기 수용부(40)에 연결되고 수용부(40)에 지질 측정을 위한 시약을 공급하기 위한 측정시약공급부, 상기 플래폼(10) 외측에 배치되어 상기 수용부(40)에 수용된 목적물질의 흡광도를 측정하여 지질의 함량을 검출하는 측광부(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.

[0128] 상기 측정시약공급부는 플래폼(10)에 설치되고 내부에 측정시약이 수용된 측정시약챔버(80), 상기 측정시약챔버(80)와 클렉트챔버(41)를 연결하며 플래폼(10)의 원심력에 따라 측정시약이 콜렉트챔버(41)로 이송되는 제7 유로(57), 상기 제7 유로(57)를 개폐하는 제7 밸브(67)를 포함한다. 이에, 제7 밸브(67)를 작동시켜 제7 유로(57)를 개방시키게 되면 제7 유로(57)를 통해 측정시약이 콜렉트챔버(41)로 이송된다.

[0129] 상기 측정시약챔버(80)는 원심력에 의해 제7 유로(57)를 따라 측정시약이 콜렉트챔버(41)로 이동될 수 있으면 충분하며, 상기 플래폼(10)에 대한 측정시약챔버(80)의 형성 위치는 특별히 한정되지 않는다.

[0130] 본 실시예에서 상기 측정시약은 지질에 반응하여 시약의 물리화학적 특성, 예를 들어 흡광, 형광, 발광 등 광학신호가 달라지고 이를 이용해 지질을 분석 및 정량할 수 있는 물질일 수 있다.

[0131] 상기 측광부는 플래폼(10) 외측에 배치되어 콜렉트챔버(41)에 빛을 조사하여 지질의 흡광도를 측정한다. 측광부에서 검출되 흡광도를 연산하여 지질의 함량을 측정할 수 있다. 상기 측광부는 플래폼(10)이 회전하는 상태에서 콜렉트챔버(41)에 빛을 조사하여 측정을 수행하게 된다. 상기 콜렉트챔버(41)로 모인 지질은 콜렉트챔버(41)의 홈부(42)에 집중적으로 수용되어 있어서 상기 측광부는 홈부(42)에 집중하여 빛을 조사하여 측정을 수행할 수 있어, 보다 정확한 지질 함량을 검출할 수 있게 된다.

[0132] 이하, 도 3과 도 4를 참조하여 상기 미세 유동 측정 장치를 통해 미세조류의 지질을 측정하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0133] 먼저 플래폼(10)에 지질 추출 및 측정을 위해 필요한 시약을 탑재하여 준비한다. 시약으로 지질 용해를 위한 용해액, 지질 추출을 위한 유기용매, 측정을 위한 측정시약이 각각 용해액챔버(26), 추출챔버(30), 측정시약챔버(80)에 탑재될 수 있다. 준비 상태에서 플래폼(10)의 각 유로에 설치된 밸브는 작동되지 않아 밸브가 설치된 각 유로는 닫혀진 상태를 유지한다. 준비가 완료되면 플래폼(10)의 시료분리챔버(21)에 미세조류 배양액을 주입한다.(도 4의 A 참조)

[0134] 시약분리챔버(21)에 배양액이 주입되면 플래폼(10)를 회전시켜 시료분리챔버(21)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 시약분리챔버(21)에 주입된 배양액 중 정량을 초과하여 과주입된 배양액은 시약분리챔버(21) 입측에 연결된 드레인유로를 통해 미터링챔버(24)로 배출된다. 이에, 시약분리챔버(21) 내부에는 정량의 배양액만이 남아 원심분리가 이루어진다.

[0135] 플래폼(10)의 회전에 따른 원심력에 의해 시약분리챔버(21)에 수용된 배양액이 원심분리되어 시료인 미세조류와 비표적용액으로 분리된다. 고상물질인 미세조류는 원심분리에 의해 시약분리챔버(21)의 침강부(22)로 가라앉고 그 상층에 비표적용액이 위치하게 된다.(도 4의 B 참조)

[0136] 본 실시예에서 상기 시약분리챔버(21) 내에서의 플래폼(10) 회전에 따른 원심 분리 시간은 1분 내지 2분 동안 수행될 수 있다. 원심 분리 시간이 1분 보다 작은 경우에는 제대로 원심 분리가 이루어지지 않아 지질 추출 효율이 떨어지고 측정이 정확하게 이루어지지 않으며, 2분을 넘는 경우에는 처리 시간만 길어지고 더 이상의 효과 증대는 나타나지 않아 비효율적이다.

[0137] 시료 원심 분리가 완료되면 구동부를 통해 플래폼(10)의 제2 밸브(62)를 작동하여 제2 유로(52)를 개방한다. 제2 유로(52)가 개방되고 플래폼(10)를 회전시켜 시료분리챔버(21)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 시료분리챔버(21) 내에서 원심분리되어 있는 비표적용액이 제2 유로(52)를 통해 버림챔버(25)로 이송된다.

[0138] 시료분리챔버(21) 내에 비표적물질이 모두 배출처리되면 구동부를 통해 플래폼(10)의 제3밸브를 작동하여 제3

유로(53)를 개방한다. 제3 유로(53)가 개방되고 플래폼(10)을 회전시켜 용해액챔버(26)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 용해액챔버(26)에 수용된 용해액이 제3 유로(53)를 통해 침강부(22)로 이송되어 시료와 혼합된다. 이와 동시에 구동부를 통해 플래폼(10)의 제1 밸브(61)를 작동하여 제1 유로(51)를 개방한다. 제1 유로(51)가 개방되고 플래폼(10) 회전에 따른 원심력에 의해 침강부(22)에 있는 시료가 용해액과 혼합되어 제1 유로(51)를 통해 제1 추출챔버(31)로 이송된다.(도 4의 C 참조)

[0139] 제1 추출챔버(31)에 시료 혼합 용해액이 모두 이송되면 플래폼(10)을 가감속으로 반복적으로 정역회전시켜 제1 추출챔버(31) 내에서 유기용매와 시료 및 용해액을 혼합한다.

[0140] 이 과정을 통해 제1 추출챔버(31) 내에서 용해액에 의해 미세조류의 지질이 용해되고, 액-액 추출(liquid-liquid extraction)반응을 통해 유기용매에 지질이 추출된다. 그리고, 제1 추출챔버(31) 내에서 상분리가 이루어져 지질이 포함된 유기용매액과 지질이 포함되지 않은 잔존용액이 상하층으로 분리된다.(도 4의 D 참조)

[0141] 본 실시예에서, 상기 제1 추출챔버(31) 내에서 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 시간은 2분 내지 3분일 수 있다. 혼합 시간이 2분 보다 작은 경우에는 지질 추출이 제대로 이루어지지 않아 지질 추출 효율이 떨어지고 측정이 정확하게 이루어지지 않으며, 3분을 넘는 경우에는 처리 시간만 길어지고 더 이상의 효과 증대는 나타나지 않아 비효율적이다.

[0142] 제1 추출챔버(31) 내에서 지질 추출과 상분리가 완료되면 구동부를 통해 플래폼(10)의 제4 밸브(64)를 작동하여 제4 유로(54)를 개방한다. 제4 유로(54)가 개방되고 플래폼(10)을 회전시켜 제1 추출챔버(31)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 제1 추출챔버(31)에서 상분리된 유기용매액이 제4 유로(54)를 통해 콜렉트챔버(41)로 이송된다. 그리고, 제1 추출챔버(31) 내에는 원심력에 의해 제4 유로(54)로 흘러나가지 못한 잔존용액만이 남아 있게 된다.(도 4의 E 참조)

[0143] 다음으로, 제2 추출챔버(32)를 통해 잔존용액에 남아 있는 지질을 추가적으로 추출한다.

[0144] 구동부를 통해 플래폼(10)의 제5 밸브(65)를 작동하여 제5 유로(55)를 개방한다. 제5 유 로가 개방되고 플래폼(10)을 회전시켜 제1 추출챔버(31)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 제1 추출챔버(31)에 남아 있는 잔존용액이 제5 유로(55)를 통해 제2 추출챔버(32)로 이송된다.

[0145] 제1 추출챔버(31)의 잔존용액이 제2 추출챔버(32)로 모두 이송되면 플래폼(10)을 가감속으로 반복적으로 정역회전시켜 제2 추출챔버(32) 내에서 유기용매와 잔존용액을 혼합한다.

[0146] 이 과정을 통해 제2 추출챔버(32) 내에서 잔존용액에 남아 있는 지질이 액-액 추출(liquid-liquid extraction) 반응을 통해 유기용매에 추출된다. 그리고, 제2 추출챔버(32) 내에서 상분리가 이루어져 지질이 포함된 유기용매액과 지질이 포함되지 않은 잔존용액이 상하층으로 분리된다.(도 4의 F 참조)

[0147] 본 실시예에서, 상기 제2 추출챔버(32) 내에서 용해액과 시료 및 유기용매를 혼합하는 시간은 2분 내지 3분일 수 있다. 혼합 시간이 2분 보다 작은 경우에는 지질 추출이 제대로 이루어지지 않아 지질 추출 효율이 떨어지고 측정이 정확하게 이루어지지 않으며, 3분을 넘는 경우에는 처리 시간만 길어지고 더 이상의 효과 증대는 나타나지 않아 비효율적이다.

[0148] 제2 추출챔버(32) 내에서 지질 추출과 상분리가 완료되면 구동부를 통해 플래폼(10)의 제6 밸브(66)를 작동하여 제6 유로(56)를 개방한다. 제6 유로(56)가 개방되고 플래폼(10)을 회전시켜 제2 추출챔버(32)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 제2 추출챔버(32)에서 상분리된 유기용매액이 제6 유로(56)를 통해 콜렉트챔버(41)로 이송된다.(도 4의 G 참조)

[0149] 그리고 콜렉트챔버(41)에 유기용매액이 모두 모아지면 콜렉트챔버(41)로 배출된 유기용매액에서 유기용매를 제거한다.

[0150] 본 실시예에서, 상기 콜렉트챔버(41)에서 유기용매를 제거하는 시간은 1분 내지 3분일 수 있다. 제거 시간이 1분 보다 작은 경우에는 유기용매가 충분히 제거되지 않아 지질 측정이 정확하게 이루어지지 않으며, 3분을 넘는 경우에는 유기용매 증가 효과는 커지지 않고 처리 시간만 길어질 수 있다.

[0151] 유기용매가 제거되면, 콜렉트챔버(41)로 측정시약을 혼합하고 지질 측정을 수행한다. 구동부를 통해 플래폼(10)의 제7 밸브(67)를 작동하여 제7 유로(57)를 개방한다. 제7 유로(57)가 개방되고 플래폼(10)을 회전시켜 측정시약챔버(80)에 원심력을 가한다. 플래폼(10)의 원심력에 의해 측정시약챔버(80)에서 측정시약이 제7 유로(57)를 통해 콜렉트챔버(41)로 이송된다. 이에, 콜렉트챔버(41)에 모아진 지질은 측정시약과 혼합되어 측정 가능한

상태가 된다. 지질에 측정시약을 혼합한 상태에서 플래폼(10)을 회전시키고, 콜렉트챔버(41)에 모아진 지질에 빛을 조사하여 지질의 색상을 측광한다. 이렇게 검출된 지질의 흡광도를 연산하여 지질 함량 측정할 수 있다. (도 4의 H 참조)

[0152] 이와 같이, 시료로부터 지질을 추출하여 측정하는 전 과정을 자동화하여 단일 플래폼(10) 내에서 일체로 수행할 수 있게 된다.

[0153] [실험예]

[0154] 도 5는 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 용해 조건 (lysis condition)에 따른 지질 추출량을 분석한 결과를 나타내고 있다.

[0155] 실험은 배양액 (Tris/acetate/phosphate (TAP) media) 에서 자란 실제 미세조류(Chlamydomonas Reinhardtii 125) 500㎕를 사용하여 이루어졌다.

[0156] 도 5에서 (a)와 (b)에서 미세 조류의 농도를 제외하고 다른 실험 조건은 동일하다. (a)는 2.86 X 106 cells/mL 농도의 미세 조류에 대한 용해 시간을 측정한 실험 결과이고, (b)는 2.44 X 106 cells/mL 농도의 미세 조류에 대한 용해액 부피를 측정한 실험 결과이다.

[0157] 도 5에 나타낸 바와 같이 본 실시예의 용해 조건에 따른 지질 추출량을 실험하여 분석한 결과, (a)에 나타낸 바와 같이 용해 시간 (lysis time)은 크게 영향을 끼치지 않았고, (b)에 나타낸 바와 같이 용해액 부피 (lysis volume)의 경우 100 ㎕에서 가장 높은 미세조류 추출 효율을 보였다.

[0158] 도 6는 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 미세조류의 유기용매 조건에 따른 미세 조류 지질 추출량을 분석한 결과를 나타내고 있다.

[0159] 도 6의 (a)는 유기용매의 비율에 대한 실험 결과를 나타내고, (b)는 유기용매의 부피에 대한 실험 결과를 나타내며, (c)는 유기용매 사용 횟수에 따른 실험 결과를 나타내고 있다.

[0160] 실험은 1.82 X 106 cells/mL 농도의 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 배양액 500 ㎕를 사용하여 이루어졌다. 실험에서 용해액 (lysis buffer)은 10% 의 CHAPS lysis buffer 100 ㎕를 사용하였고, 지질 추출 유기용매는 n- Hexane과 Ethanol을 섞어 사용하였다. 도 6의 (b)와 (C) 그래프는 n- Hexane과 Ethanol을 1:1 비율로 혼합한 유기용매를 사용하였을 때의 결과를 나타내고 있다.

[0161] 도 6에 나타낸 바와 같이 유기용매 조건에 따른 지질 추출량을 실험하여 분석한 결과, (a)에 나타낸 바와 같이 유기용매의 n-Hexane:ethanol의 혼합 비율이 1:1의 비율로 혼합된 경우 추출된 미세조류 지질량이 가능 높음을 확인하였다.

[0162] 또한, 도 6의 (b)에 나타낸 바와 같이 유기용매의 부피가 300 ㎕ 인 경우 가장 높은 효율의 미세 조류 지질 추출을 보였고, (c)에 나타낸 바와 같이, 2번의 액-액 추출 시 가장 높은 효율로 미세조류 지질을 추출할 수 있음을 확인하였다.

[0163] 도 7은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 의 농도별 지질량을 측정한 결과를 나타내고 있다.

[0164] 실험은 8.0 X 106 cells/mL, 4.6 X 106 cells/mL, 2.84 X 106 cells/mL, 1.76 X 106 cells/mL, 1.4 X 106 cells/mL, 0 X 106 cells/mL 농도의 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 배양액 500 ㎕를 사용하여 이루어졌다. 실험에서 용해액 (lysis buffer)은 10% 의 CHAPS lysis buffer 100 ㎕를 사용하였고, n-Hexane와 ethanol을 1:1의 혼비율로 혼합한 유기용매를 사용하여 두 번에 걸쳐 지질을 추출하였다.

[0165] 실험 결과, 도 7에 나타낸 바와 같이 본 실시예에 따라 미세 조류의 지질을 추출한 경우, 미세조류 농도와 추출된 지질 사이의 높은 선형상관관계를 나타남을 알 수 있다.(R^2 (선형상관계수) > 0.98) 따라서 본 실시예의 장치를 활용하여 다양한 농도의 미세조류의 지질분석을 할 수 있음을 확인 할 수 있다.

[0166] 도 8은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 의 배양조건에 따른 지질량 측정 결과를 나타내고 있다.

[0167] 실험은 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 를 4가지 조건의 배양액 (Tris/acetate/phosphate (TAP) media (control), Nitrogen 이 부족한 media (-N), Acetate 가 부족한 media (-A), Fe 가 부족한 media (-Fe)) 에 넣어 3일간 배양한 뒤 각 배양액의 미세조류의 지질량을 본 실시예의 장치를 통해 측정 분석하여 이

루어졌다. 측정 실험 조건은 도 7의 실험에서와 동일하게, 미세조류 배양액 500㎕, 용해액 (lysis buffer)은 10% 의 CHAPS lysis buffer 100 ㎕를 사용하였고, n-Hexane와 ethanol을 1:1의 혼비율로 혼합한 유기용매를 사용하여 두 번 추출하였다. 배양액이 500

[0168] 도 8에 나타낸 바와 같이 본 실시예를 통해 미세조류 배양조건에 따른 지질 측정 결과, -N media에서 가장 높은 미세조류 지질 함유량을 보였고 -A에서 가장 낮은 미세조류 지질 함유량을 보였다.

[0169] 이는 기존 논문들의 연구 결과와 비슷한 결론이다. 따라서 본 실시예의 장치를 활용하여 다양한 배양액에서 자란 미세조류의 지질 함유량을 분석 할 수 있으며 이를 활용하여 미세조류를 이용한 산업의 높은 지질 추출량을 위한 배양액의 최적화에 활용 될 수 있음을 확인할 수 있다.

[0170] 도 9은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 의 배양조건과 스트레스 자극 시점에 따른 지질 측정 결과를 나타내고 있다.

[0171] 실험은 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 배양액 500㎕를 사용하여 이루어졌다. 측정 실험 조건은 도 7의 실험에서와 동일하게, 용해액 (lysis buffer)은 10% 의 CHAPS lysis buffer 100 ㎕를 사용하였고, n-Hexane와 ethanol을 1:1의 혼비율로 혼합한 유기용매를 사용하여 두 번 추출하였다.

[0172] 도 9에서 (a)는 미세조류를 처음부터 3가지의 배양 조건 (TAP media (control), TAP media 와 암흑조건 (-L), Nitrogen 이 부족한 media (-N)) 에서 각각 60시간 동안 키우면서 12시간마다 미세 조류의 지질함량을 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 측정한 결과이다.

[0173] 도 9의 (b)는 미세 조류를 TAP media (control)에 24시간을 키운 뒤 위에서 언급한 3가지 배양 조건에 나눠 넣어 각각 48시간 동안 배양하며 12시간마다 미세조류의 지질함유량을 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용하여 측정한 결과이다.

[0174] 도 9에 나타낸 바와 같이 본 실시예를 통해 미세조류 배양조건과 스트레스 자극 지점에 따른 미세 조류의 지질량을 측정한 결과, (a)에 나타낸 바와 같이 미세조류는 N 에서 가장 높은 지질함유량을 보였으며 -L 조건에서 가장 낮은 지질함유량을 보였다. 또한, (a) 와 (b)의 N 에서의 지질 함유량을 비교해보면 (b)에서와 같이 24시간 이후 스트레스를 주는 것(배양조건을 바꾸는 것)이 (a)에서와 같이 처음부터 스트레스를 주는 것 보다 3.2배 더 높은 지질 함유량을 보였다.

[0175] 상기 실험과 같이 본 실시예의 장치를 활용하여 다양한 배양조건과 그 배양조건을 가하는 시점에 따라 달라지는 미세조류의 지질 함유량을 측정 할 수 있으며 이는 미세조류의 지질 추출 산업의 높은 지질 추출을 위한 배양액 및 해당 스트레스 자극 시점의 최적화에 활용 될 수 있음을 확인할 수 있다.

[0176] 도 10은 본 실시예에 따른 미세 유동 측정 장치를 활용한 다양한 농도의 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125)의 지질 측정 결과를 종래 장치를 통한 미세조류 지질 측정 결과와 비교하여 나타낸 것이다.

[0177] 종래 장치로는 현재 미세조류 지질량 측정에 전반적으로 사용되는 Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS) 를 이용하였다. 도 10에서 본 실시예는 Absorbance로 표시되어 있으며, 종래 장치는 GC-MS로 표시되어 있다.

[0178] 실험은 8.0 X 106 cells/mL, 4.6 X 106 cells/mL, 2.84 X 106 cells/mL, 1.76 X 106 cells/mL, 1.4 X 106 cells/mL, 0 X 106 cells/mL 농도의 실제 미세조류 (Chlamydomonas Reinhardtii 125) 배양액 500 ㎕를 사용하여 이루어졌다. 본 실시예와 동일하게 종래 GC-MS를 통한 지질 측정 실험의 경우, 미세조류 용해액 (lysis buffer)은 10% 의 CHAPS lysis buffer 100 ㎕를 사용하였고, 1:1 (n-Hexane:ethanol) 비율의 추출 유기용매를 사용하여 미세조류 지질을 두 번 추출하였다. 종래 GC-MS의 경우 추출된 미세조류 지질에 메탄올과 황산을 넣어 95℃에서 에스테르 교환반응을 하여 fatty acid methyl ester (FAMEs)으로 만든 뒤 GC-MS에 넣어 지질정량 측정 분석을 하였다.

[0179] 실험 결과, 도 10에 나타낸 바와 같이 본 실시예의 경우 종래 GC-MS 를 이용한 미세조류 지질 측정과 높은 선형 상관 관계를 보였다. 상기 실험 결과와 같이, 본 실시예를 이용하여 실제 미세조류 지질을 정량할 수 있으며 이는 종래 전반적으로 사용되는 방법과 비슷한 상관관계를 보이는 것을 확인 할 수 있다.

[0180] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

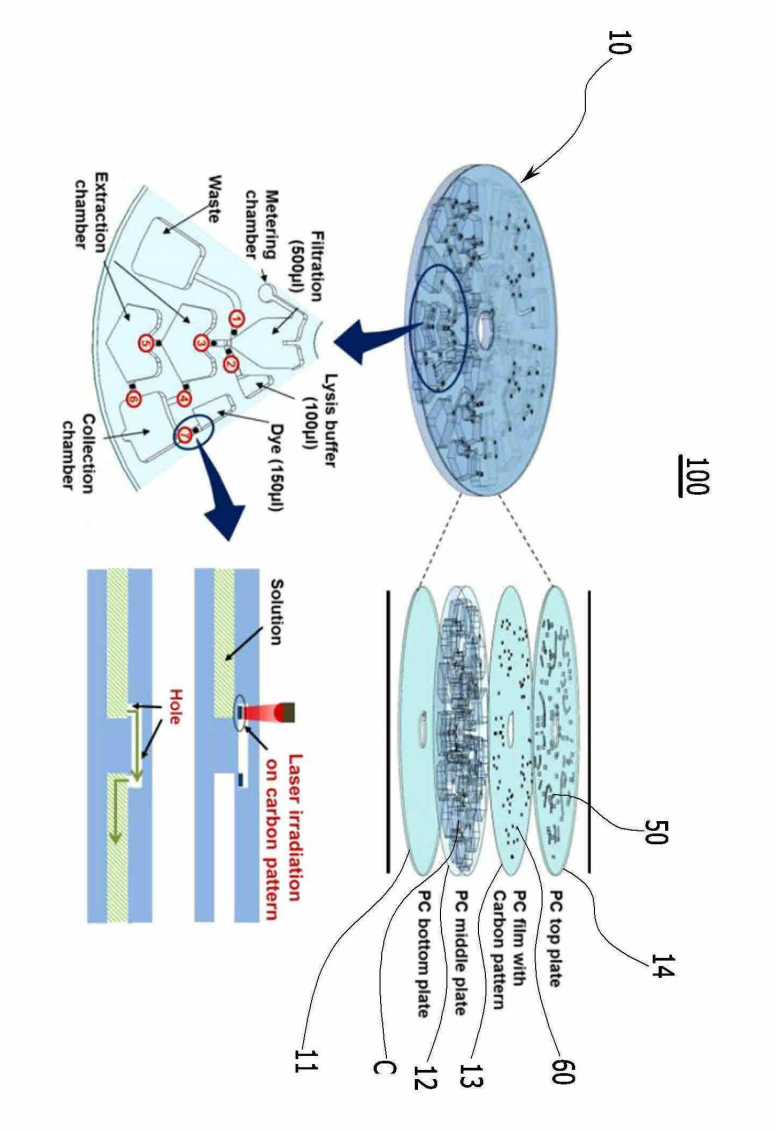
부호의 설명

[0181]

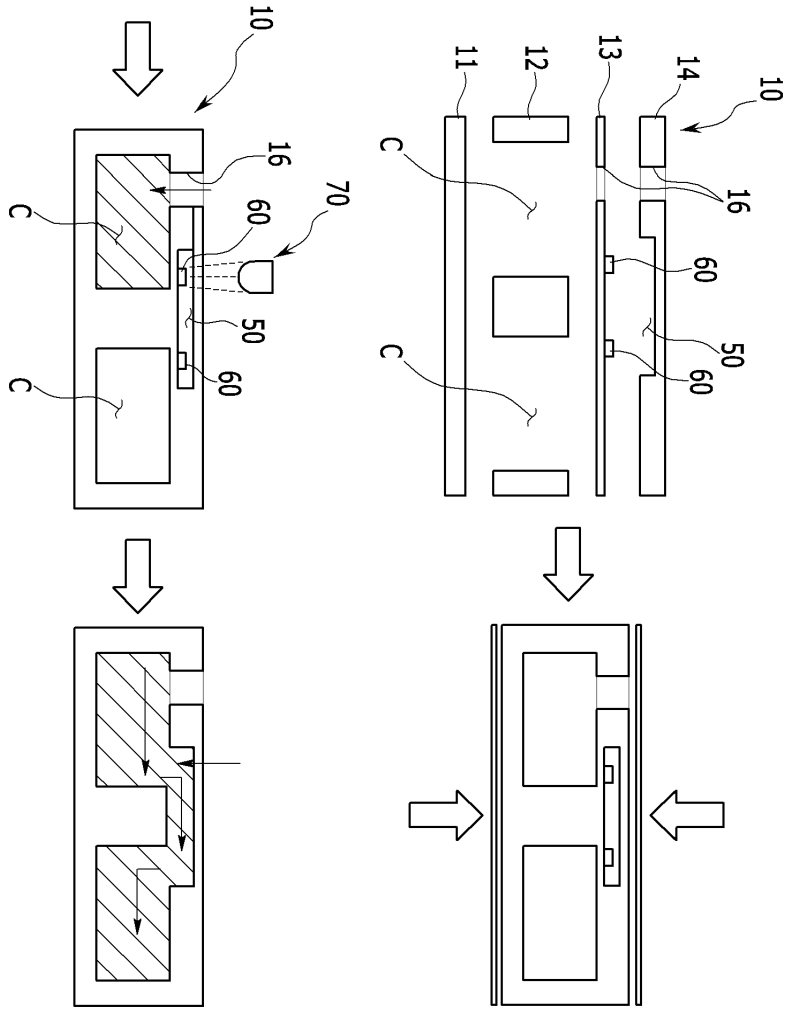
10 : 플랫폼
11 : 바닥판
12 : 챔버판
13 : 밸브판
14 : 상판
16 : 홀
20 : 공급부
21 : 시료분리챔버
22 : 침강부
23 : 드레인유로
24 : 미터링챔버
25 : 버림챔버
26 : 용해액챔버
30 : 추출챔버
31 : 제1 추출챔버
32 : 제2 추출챔버
33 : 구배부
40 : 수용부
41 : 콜렉트챔버
42 : 홈부
50 : 유로
60 : 밸브
51 내지 57 : 제1 유로 내지 제7 유로
61 내지 67 : 제1 밸브 내지 제7 밸브
70 : 구동부
80 : 측정시약챔버

도면

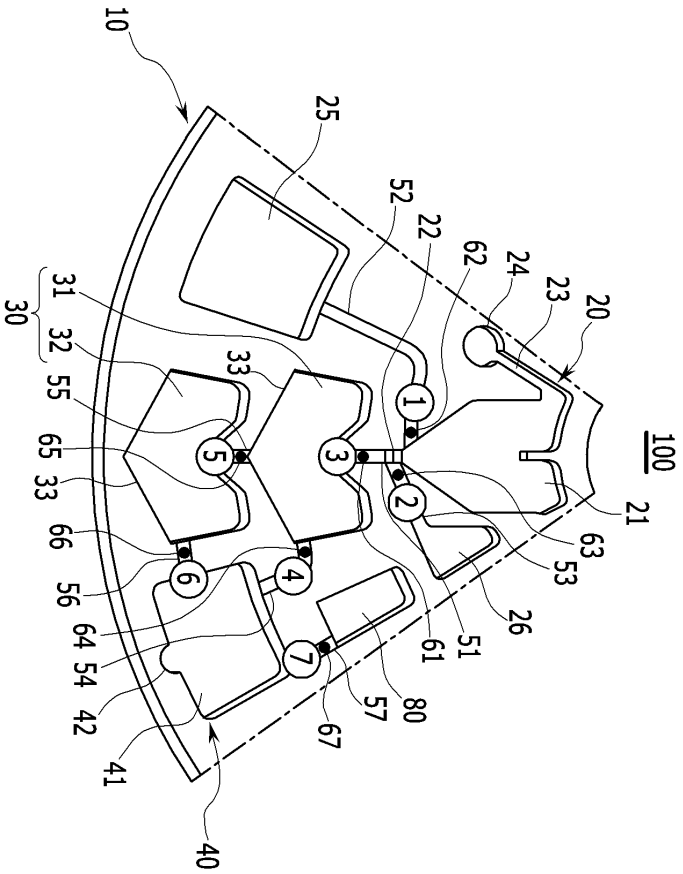
도면1


10
100
Extraction chamber
Waste
Metering chamber
Filtration (500μl)
Lysis buffer (100μl)
Dye (150μl)
Collection chamber
Solution
Hole
Laser irradiation on carbon pattern
50
14
PC top plate
PC film with Carbon pattern
PC middle plate
PC bottom plate
11
C
12
13
60

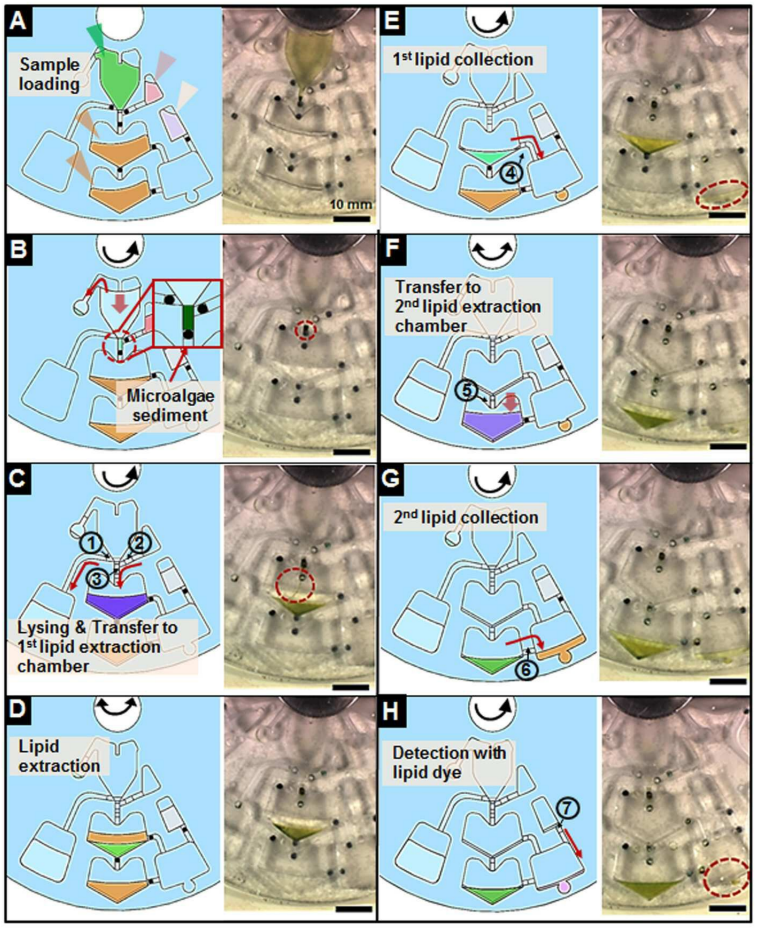
도면2



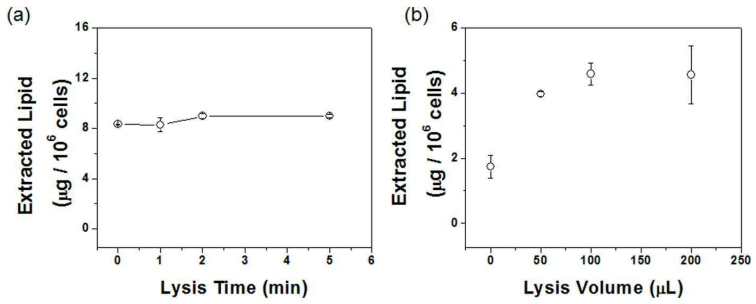
도면3


10
25
52
22
62
24
23
20
31
30
32
33
55
65
33
66
56
64
54
42
41
40
67
57
80
61
51
26
53
63
21
100
1
2
3
4
5
6
7

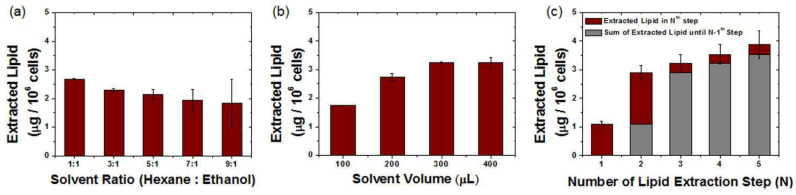
도면4


A
Sample loading
10 mm
B
Microalgae sediment
C
Lysing & Transfer to 1st lipid extraction chamber
D
Lipid extraction
E
1st lipid collection
F
Transfer to 2nd lipid extraction chamber
G
2nd lipid collection
H
Detection with lipid dye

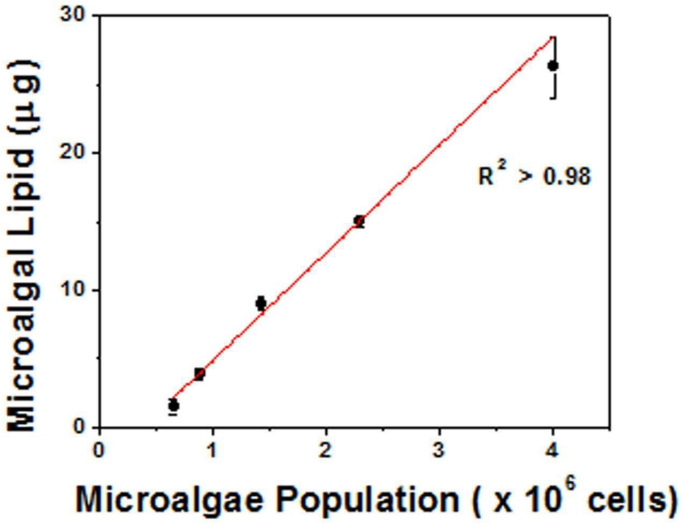
도면5


(a)
Extracted Lipid (μg / 10^6 cells)
Lysis Time (min)
(b)
Extracted Lipid (μg / 10^6 cells)
Lysis Volume (μL)

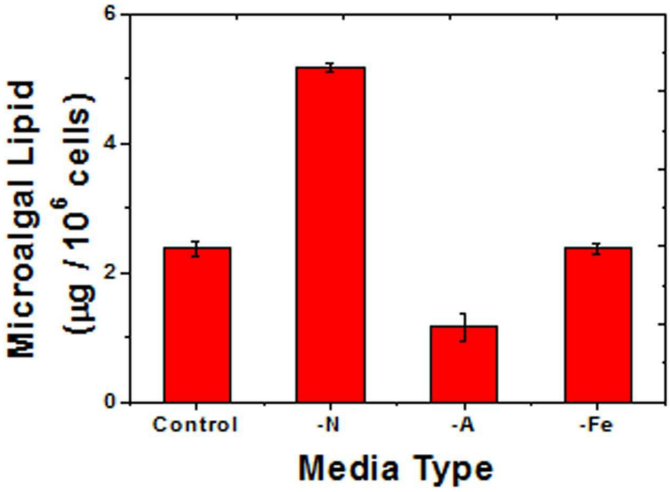
도면6


(a)
Extracted Lipid (μg / 10^6 cells)
1:1
3:1
5:1
7:1
9:1
Solvent Ratio (Hexane : Ethanol)
(b)
Extracted Lipid (μg / 10^6 cells)
100
200
300
400
Solvent Volume (μL)
(c)
Extracted Lipid in Nth step
Sum of Extracted Lipid until N-1th Step
Extracted Lipid (μg / 10^6 cells)
Number of Lipid Extraction Step (N)

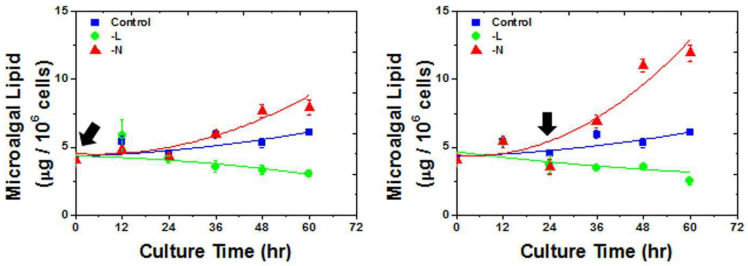
도면7


Microalgal Lipid (μg)
Microalgae Population (x 10^6 cells)
R^2 > 0.98
0
10
20
30
0
1
2
3
4

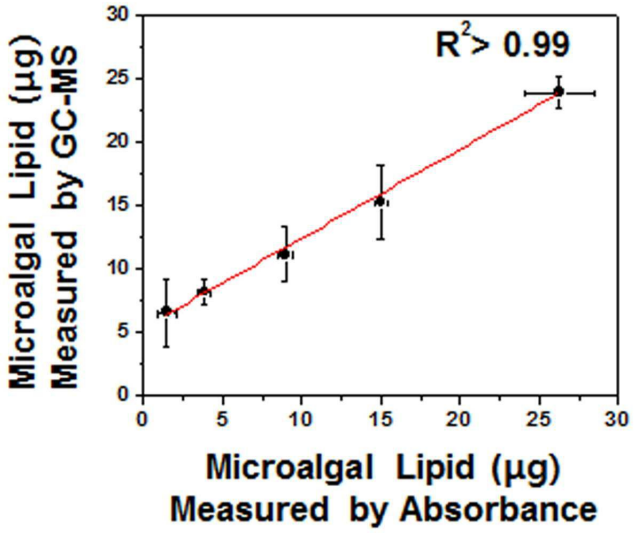
도면8


Microalgal Lipid
(μg / 10^6 cells)
Media Type
Control
-N
-A
-Fe
0
2
4
6

도면9


Microalgal Lipid
(μg / 10^6 cells)
Culture Time (hr)
Control
-L
-N
0
5
10
15
0
12
24
36
48
60
72

도면10


R2> 0.99
Microalgal Lipid (μg) Measured by GC-MS
Microalgal Lipid (μg) Measured by Absorbance
0
5
10
15
20
25
30