



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월06일
(11) 등록번호 10-1208618
(24) 등록일자 2012년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/72 (2006.01) C02F 1/70 (2006.01)
H01M 8/16 (2006.01) C02F 3/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0055757
(22) 출원일자 2011년06월09일
심사청구일자 2011년06월09일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110000279 A
WO2010068994 A1
KR100941489 B1

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스
내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
민부기
서울특별시 송파구 잠실동 101-1 우성아파트
15-1203
전병훈
강원도 원주시 남원로 441, 청구아파트 202동
1201호 (명륜동)
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 이강욱

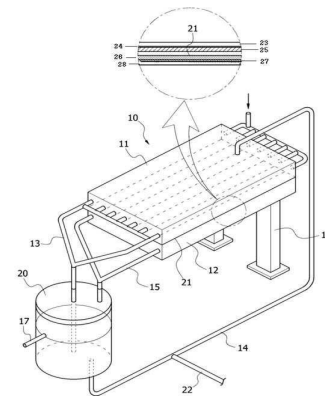
(54) 발명의 명칭 **살수미생물연료전지 및 조류반응조가 융합된 에너지 자립형 고도 폐수 처리장치**

(57) 요약

본 발명은 살수미생물연료전지 및 조류반응조가 융합되어 폐수 처리 및 바이오에너지(전기에너지, 조류바이오매스) 생산 장치 및 방법에 관한 것이다.

본 발명에 의한 하수처리 장치는 폭기공정을 필요로 하지 않기 때문에 운전비용을 절감할 수 있으며, 미생물연료전지를 통하여 폐수 내 유기물 처리와 동시에 폐수 처리장에 필요한 에너지를 공급할 수 있다. 조류반응조에서 발생하는 고농도 산소는 공기주입의 경우보다 미생물연료전지로부터 더 많은 전기생산이 가능하다. 또한, 조류반응조 내에서 폐수 내 영양물질을 조류성장을 통해 처리하며, 성장한 조류를 회수한 후 메탄 생성 또는 유용한 바이오 에너지 생산에 이용될 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0003940

부처명 교과부

연구사업명 일반연구자 신진연구 연구비지원

연구과제명 새로운 형태의 침수형 미생물연료전지를 이용한 바이오전기 생산 및 폐수 내 질소 제거

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2013.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

폐수가 유입되는 산화반응조(11)와 산소가 공급되는 환원반응조(12)를 갖는 살수형 미생물연료전지(10);

상기 산화반응조(11)에 연결된 유출수의 배출관(13);

상기 산화반응조(11)에 연결된 이산화탄소 배출관(14); 및

상기 유출수의 배출관(13) 및 이산화탄소 배출관(14)에 연결되는 조류 반응조(20);

상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 상기 환원반응조(12)로 공급하는 산소 공급관(15)을 포함하는 폐수 처리 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 산화반응조(11)는 2~5개의 셀로 구성되는 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 산화반응조(11)는 폐수가 유입되는 2~5개의 유입관으로 연결되어 있으며, 밀폐형 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 미생물 연료전지(10)가 지면에 대하여 경사지게 배치되도록 상기 미생물 연료전지의 하부를 지지하는 지지대(16)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 5

제 4항에 있어서, 상기 지지대(16)로 인한 미생물연료전지(10)의 경사는 1~90° 인 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 이산화탄소 배출관(14)에 외부의 고농도의 이산화탄소를 공급할 수 이산화탄소 공급관(22)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 조류반응조(20)에 연결되는 영양물질이 제거된 유출수 및 성장한 조류를 배출하는 배출관(17)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 8

제 1항에 있어서, 조류반응조(20)는 밀폐형 구조로 이루어진 것을 특징으로 하는 폐수 처리장치.

청구항 9

미생물연료전지(10)의 산화반응조(11)로 유입된 폐수의 유기물을 제거하는 단계; 상기 유기물이 제거된 폐수 및 산화반응조(11)에서 발생한 이산화탄소를 조류반응조(20)로 유입시켜 유기물이 제거된 폐수 내의 영양물질을 제거하는 단계; 상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 미생물연료전지(10)의 환원반응조(12)로 공급하는 단계; 및 상기 영양물질이 제거된 유출수 및 성장한 조류를 배출하는 단계를 포함하는 폐수를 처리하는 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서, 영양물질은 인 또는 질소인 것을 특징으로 하는 폐수를 처리하는 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서, 상기 산화반응조(11)로 유입된 폐수는 전극표면을 따라 살수형태로 운전되는 것을 특징으로 하는 폐수를 처리하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 살수형 미생물연료전지 및 조류반응조가 융합되어 폐수 내 유기물 및 영양물질의 처리 및 폐수 내 유기물로부터 바이오에너지를 생산하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 산업화가 진행되며 축산 폐수, 음식물 찌꺼기가 포함된 하수와 같이 다양한 경로로 하?폐수가 발생되고 있다. 이러한 하?폐수는 하천이나 토양을 오염시켜 생활의 질을 떨어뜨리고 이를 회복하는데 많은 시간과 경제적 비용이 소모된다. 특히 고농도 영양물질이 포함된 하?폐수가 하천으로 유입되면 하천의 부영양화 등을 초래하여 환경문제를 일으킬 수 있으므로, 정화된 상태로 배출되는 것이 바람직하다.

[0003] 종래의 하?폐수 정화방법은 크게 물리적 정화방법, 화학적 정화방법 및 생물학적 정화방법이 있다. 물리적 정화방법은 입자의 크기나 입자의 비중차 또는 자성 등의 성질을 이용한 체분리, 여과, 투석, 침강, 증류 등의 방법이 있고, 화학적 정화방법은 용해도, 산화환원, 가수분해 또는 이온성 등을 이용한 중화법, 중화침전법, 산화환원법, 분해법, 응집법, 이온교환법 등이 있다. 생물학적 정화방법은 유기물이 다량 포함되어 있는 유기성 하?폐수를 정화하기 위해서 많이 이용되며, 생물 산화분해성이나 생물 환원 분해성 등의 성질을 이용한 활성오니법, 장기포기법, 접촉안정화법 및 순산소 폭기법 등이 있다.

[0004] 한편, 화력발전소나 공장 등에서 배출되는 이산화탄소는 지구온난화를 일으키는 중요한 원인으로 지적되고 있다. 특히 최근에는 이산화탄소 배출권에 대한 국제적인 조약이 이루어지고 있으므로, 이산화탄소를 저감하는 기술이나 이산화탄소를 에너지 형태로 고정화하는 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0005] 즉, 유기성 하?폐수를 정화하고 이로부터 에너지를 효율적으로 회수할 수 있는 동시에 이산화탄소의 배출을 저감할 수 있는 기술에 대한 환경적인 요구가 점차 커지고 있다.

[0006] 미생물 연료전지(microbial fuel cell; MFC)는 미생물을 촉매로 사용하여 전자공여체인 기질이 가지고 있는 화학에너지를 전기에너지로 전환하는 장치이다.

[0007] 한편, 하수 또는 폐수 등의 오염수를 처리하는 비용 중 가장 많은 부분을 차지하는 것은 산소 폭기와 잉여 슬러지 처리이다. 산소 폭기 장치는 처리대상의 크기에 따라 전기 에너지 소비량이 증가하며, 또한 상기 산소 폭기를 통해 오염수를 처리하면 호기성 미생물인 잉여 슬러지가 다량 발생하므로 잉여 슬러지를 처리하는 비용이 증대된다. 이를 해결하기 위해, 미생물 연료전지를 사용하여 오염수를 처리하고자 하는 연구가 진행되고 있다.

[0008] 그러나, 아직까지 미생물 연료전지는 이를 직접 오염수역에 적용하기에는 개선해야 할 점이 많다. 특히 현재로선 미생물연료전지 단독 기술로는 폐수 내의 영양물질의 처리가 불가능하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이에 본 발명자는 폐수 내의 유기물 및 영양물질 제거와 동시에 이산화탄소의 발생을 저감시키고, 잉여 에너지를 생산할 수 있는 폐수처리 장치를 발명하기에 이르렀다.

[0010] 본 발명은 미생물연료전지 및 조류반응조가 융합된 폐수 처리장치 및 상기 장치를 통한 폐수처리, 바이오에너지 생산방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 폐수가 유입되는 산화반응조(11)와 산소가 공급되는 환원반응조(12)를 갖는 살수형 미생물연료전지(10);

[0012] 상기 산화반응조(11)에 연결된 유출수의 배출관(13);

- [0013] 상기 산화반응조(11)에 연결된 이산화탄소 배출관(14); 및
- [0014] 상기 유출수의 배출관(13) 및 이산화탄소 배출관(14)에 연결되는 조류 반응조(20);
- [0015] 상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 상기 환원반응조(12)로 공급하는 산소 공급관(15)을 포함하는 폐수 처리 장치에 관한 것이다.
- [0016] 또한, 본 발명은 미생물연료전지(10)의 산화반응조(11)로 유입된 폐수의 유기물을 제거하는 단계; 상기 유기물이 제거된 폐수 및 산화반응조(11)에서 발생한 이산화탄소를 조류반응조(20)로 유입시켜 유기물이 제거된 폐수 내의 영양물질을 제거하는 단계; 상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 미생물연료전지(10)의 환원반응조(12)로 공급하는 단계; 및 상기 영양물질이 제거된 유출수 및 성장한 조류를 배출하는 단계를 포함하는 폐수를 처리하는 방법에 관한 것이다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 의한 하수처리 장치는 폭기공정을 필요로 하지 않기 때문에 운전비용을 절감할 수 있으며, 조류성장 반응조에서 발생되는 고농도 산소는 공기주입의 경우보다 더 많은 전기생산이 가능하다. 또한, 조류반응조 내에서 성장한 조류를 회수한 후 메탄 생성 또는 유용한 바이오 에너지 생산에 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명에 의한 하수처리 장치에 관한 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명은 미생물연료전지와 조류반응조가 융합된 폐수 처리 및 바이오에너지 생산장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로,
- [0020] 폐수가 유입되는 산화반응조(11)와 산소가 공급되는 환원반응조(12)를 갖는 살수형 미생물연료전지(10);
- [0021] 상기 산화반응조(11)에 연결된 유출수의 배출관(13);
- [0022] 상기 산화반응조(11)에 연결된 이산화탄소 배출관(14); 및
- [0023] 상기 유출수의 배출관(13) 및 이산화탄소 배출관(14)에 연결되는 조류 반응조(20);
- [0024] 상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 상기 환원반응조(12)로 공급하는 산소 공급관(15)을 포함하는 폐수 처리 장치에 관한 것이다.
- [0025] 상기 폐수라 함은 각 가정 및 공공건물·영업건물 등에서 배출되는 가정폐수와 공장에서 배출되는 공장폐수, 공장폐수는 다시 광의의 산업폐수 등을 포괄하는 개념이다.
- [0026] 본 발명에서 미생물연료전지(10)란 유기물에 함유된 화학에너지를 미생물을 이용하여 전기에너지로 직접 전환하는 장치로서, 양성자 교환막에 의해 나누어진 혐기성 조건의 산화반응조(11)와 호기성 조건의 환원반응조(12)로 구성이 된다.
- [0027] 또한, 본 발명에서 살수형 미생물연료전지(10)에서 “살수형”이란 산화전극 위로 하폐수를 살수하여 산화반응조 상단에서 하단으로 흐르도록 되어 있음을 의미한다.
- [0028] 상기 산화반응조(11)는 폐수가 유입되는 2~5개의 유입관으로 연결될 수 있으며, 외부의 산소의 유입이 없도록 밀폐형 구조로 이루어 질 수 있다.
- [0029] 상기 미생물연료전지에서 유기물을 함유한 폐수를 혐기성 조건의 산화반응조(11)로 유입하면 미생물이 유기물을 분해하여 전자와 양성자(수소이온)를 생산한다. 생성된 양성자는 양성자 교환막(21)을 통해 환원전극으로 이동하고, 생성된 전자는 외부서킷을 통해 환원전극으로 이동할 수 있다.
- [0030] 또한, 유기물이 분해 시 이산화탄소가 발생하게 되며, 상기 이산화탄소는 이산화탄소 배출관(14)을 통해, 상기 유기물이 제거된 유출수는 배출관(13)을 통해 각각 조류반응조(20)에 유입될 수 있다. 또한, 상기 이산화탄소 배출관(14)에 외부의 고농도의 이산화탄소를 공급할 수 이산화탄소 공급관(22)을 더 포함할 수 있다.

- [0031] 상기 미생물연료전지(10)는 폐수처리와 동시에 전기를 생산하여 폐수처리에 필요한 에너지를 공급할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 미생물연료전지(11)는 필요 시 여러 개를 겹쳐 쌓아서 조류반응조(20)에 연결할 수 있다.
- [0033] 상기 바이오에너지란 이에 제한되는 것은 아니나, 전기에너지, 조류바이오매스를 포함할 수 있다.
- [0034] 상기 조류반응조(20)는 상기 유출수의 배출관(13) 및 이산화탄소 배출관(14)에 연결되며, 상기 유출수의 배출관(13)을 통해 유입된 유출수의 영양물질을 제거시킬 수 있다. 상기 영양물질로는 이에 제한 되지 않으나 질소 또는 인을 포함할 수 있다.
- [0035] 조류반응조(20) 내의 조류는 산화반응조(11)에서 생성된 이산화탄소를 탄소공급원으로 사용할 수 있고, 영양물질인 질소(N) 또는 인(P)을 성장영양물질로 사용할 수 있다.
- [0036] 상기 산화반응조(11)에서 발생된 이산화탄소가 조류반응조에서 효율적으로 이용되도록 하기 위하여, 조류반응조는 밀폐형 구조로 이루어 질 수 있다.
- [0037] 산화반응조(11)에서 생성된 이산화탄소는 별도로 분리되어 조류반응조(20)에 유입되거나, 또는 이산화탄소의 농도가 일반 대기보다 높은 상태의 공기 형태로 유입될 수 있다. 또한 이산화탄소는 밀폐형 조류반응조의 공기에 혼합되는 방식으로 유입될 수도 있고, 버블러(bubbler)를 이용하여 조류가 성장하는 하?폐수에 직접 유입될 수도 있다. 밀폐형 조류반응조에서 조류를 성장시키는 것은 대기 중으로 이산화탄소가 배출되는 것을 최소화할 수 있으므로 온실효과 문제를 해결하는 효과도 가지고 있다.
- [0038] 또한, 조류반응조(20) 내의 조류에 의해 산소가 발생할 수 있고, 발생된 산소는 산소 공급관(15)을 통해 상기 환원반응조(12)로 공급될 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 조류를 회수하여 메탄생성 또는 유용한 바이오 에너지 생산에 이용할 수 있다.
- [0040] 환원전극에서는 양성자 교환막(21)을 통해 이동된 수소이온 및 회로를 통해 이동된 전자와 상기 산소가 결합하여 물을 생성할 수 있고, 이때 전자의 흐름이 전류로서 전기 에너지를 생성하게 한다. 상기 조류에 의해 발생된 산소는 고농도 산소로서 공기를 주입하는 경우 보다 더 많은 전기 에너지를 생성할 수 있도록 할 수 있다.
- [0041] 즉, 본 발명에서의 미생물연료전지(10)는 폐수의 유기물의 제거와 동시에 에너지 생산이 가능하도록 하며, 조류반응조(20)는 영양물질의 제거 미생물연료전지(10)의 환원반응조(12) 내로 산소공급이 가능하도록 한다.
- [0042] 상기 산화반응조(11) 2~5개의 셀로 구성될 수 있으며, 이는 폐수의 흐름을 균일하게 하며, 운전 시 발생할 수 있는 전극상의 문제점들을 용이하게 해결하기 위함이다.
- [0043] 상기 미생물 연료전지(10)가 지면에 대하여 경사지게 배치되도록 상기 미생물 연료전지의 하부를 지지하는 지지대(16)를 더 포함할 수 있으며, 상기 지지대(16)로 인한 미생물연료전지(10)의 경사는 1~90° 인 것을 포함할 수 있다.
- [0044] 이처럼 미생물연료전지의 경사를 조절함으로써, 미생물연료전지 내 폐수의 처리시간을 조절할 수 있으며, 폐수가 중력에 의해 자연유하형으로 조류반응조(20)로 산화반응조(10)의 유출수가 유입될 수 있도록 조류반응조(20)는 미생물연료전지(10) 하부에 구비될 수 있다.
- [0045] 상기 조류반응조(20) 내에서 영양물질이 제거된 유출수 및 성장한 조류를 배출하는 배출관(17)을 더 포함할 수 있으며, 상기 조류반응조를 거친 하?폐수(유출수)는 영양염류의 생물학적 정화가 이루어져 질소계 오염물, 인계 오염물, 중금속, 환경호르몬 및 잔류금속과 같은 오염 성분이 거의 포함되어 있지 않기 때문에 RO(reverse osmosis)와 같은 고에너지를 필요로 하는 처리시설이 요구되지 않는다. 특히, 질소나 인 계열의 오염물은 조류의 영양분으로 공급되므로 직접적으로 제거가 가능하다.
- [0046] 일반적으로 하?폐수에는 탄소, 수소, 질소 및 인 외에도 다양한 종류의 중금속, 난분해성 물질, 내분비성 물질 또는 의학 성분 물질 등이 함유되어 있고, 이러한 물질은 폐수처리 공정으로 쉽게 처리되지 않는다. 조류는 크롬(Cr)이나 납(Pb)과 같은 중금속, 난분해성 물질, 유해성 폐놀류, 트리부틸린틴(TBT), 환경호르몬 및 의약품질을 분해하는 특성을 가지고 있다고 알려져 있으므로, 수질 정화에 의한 하?폐수의 재활용 측면에서도 유리한 효과를 가지고 있다.

- [0047] 상기에서 설명한 방법으로 전기 에너지가 생산이 될 수 있고, 생성된 전기는 폐수처리장에 필요한 에너지를 공급하며, 정화된 하폐수는 수질이 개선된 상태이므로 다양한 목적으로 재활용될 수 있다. 구체적인 재활용 분야는 농업용수로의 이용, 공업용수로의 이용 및 인공함양 등의 분야이다.
- [0048] 또한, 본 발명은 미생물연료전지(10)의 산화반응조(11)로 유입된 폐수의 유기물을 제거하는 단계; 상기 유기물이 제거된 폐수 및 산화반응조(11)에서 발생한 이산화탄소를 조류반응조(20)로 유입시켜 유기물이 제거된 폐수 내의 영양물질을 제거하는 단계; 상기 조류반응조(20)에서 발생한 산소를 미생물연료전지(10)의 환원반응조(12)로 공급하는 단계; 및 상기 영양물질이 제거된 유출수 및 성장한 조류를 배출하는 단계를 포함하는 폐수를 처리하는 방법에 관한 것이다.
- [0049] 상기 산화반응조(11)로 유입된 폐수는 전극표면을 따라 살수형태로 운전될 수 있다. 상기 살수형태로 운전된다는 의미는 산화전극 위로 하폐수를 살수하여 산화반응조 상단에서 하단으로 흐르도록 되어 있음을 말한다.
- [0050] 상기 영양물질은 인 또는 질소를 포함할 수 있다.
- [0051] 본 발명에서 폐수는 미생물연료전지 및 조류반응조를 거치면서 정화될 수 있으며, 미생물연료전지를 사용하여 잉여 에너지 생산이 가능한 에너지 자립형 폐수처리 방법이다.

부호의 설명

- [0052] 10: 미생물연료전지, 11: 산화반응조, 12: 환원반응조, 13: 유기물질이 제거된 유출수의 배출관, 14: 이산화탄소가 배출되는 이산화탄소 배출관, 15: 산소 공급관, 16: 지지대, 17: 영양물질이 제거된 유출수의 배출관, 20: 조류반응조, 21: 양성자 교환막, 22: 이산화탄소 공급관, 23: 공간(이산화탄소), 24: 폐수, 25: 산화전극, 26: 환원전극, 27: 물, 28: 공간(산소)

도면

도면1

