



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월09일  
(11) 등록번호 10-0968552  
(24) 등록일자 2010년06월30일

(51) Int. Cl.

C02F 3/32 (2006.01) C02F 3/30 (2006.01)

E02B 13/00 (2006.01) E02B 11/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0111296

(22) 출원일자 2009년11월18일

심사청구일자 2009년11월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030012398 A\*

KR100460463 B1\*

KR200328487 Y1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

씨앤지환경기술 (주)

경기 시흥시 하상동 380-6 씨티프라자 601

이문기

경기 시흥시 은행동 599-1시흥은행 4차 푸르지오  
아파트 411동 1501호

(72) 발명자

이문기

경기 시흥시 은행동 599-1시흥은행 4차 푸르지오  
아파트 411동 1501호

(74) 대리인

이순국

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 이정구

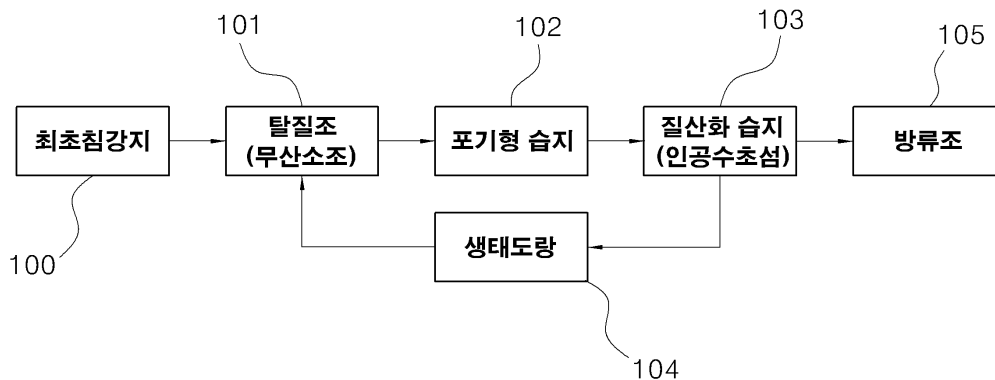
(54) 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

(57) 요약

본 발명은 축산폐수 등의 비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의한 침강분리 후, 유기물들을 필터토양층에 의해 자연여과흡착 및 미생물 분해에 의해 정화시키고, 제거되지 않은 질소는 탈질조(무산소조), 포기형 습지, 질산화 습지(인공수초섬), 생태도랑을 포함하여 구성되는 생물학적 정화처리시스템을 거쳐 비점오염원에 포함된 질소 및 색도를 저감할 수 있는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템에 관한 것이다.

특히, 본 발명은 축산단지 후단에 설치하여 축산단지에서 배출되는 유기물 및 색도를 제거함이 주된 목적인 바, 이들을 제거하기 위해 생태도랑, 인공수초섬을 설치하고 적정한 가동시간의 조절을 통해 질소, 인 등을 저감하는 것은 물론 색도도 저감시킬 수 있다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의해 분리하는 최초침강지와; 포기형 습지 앞에 설치되며, 질산화된 질소성분이 질산화습지에서 내부반송되어 질소가스로 탈질되는 탈질조와; 산화작용과 호기성 미생물의 분해작용에 의하여 유기물 산화, BOD 및 SS를 저감시키는 포기형습지와; 질산화 미생물이 고정부착되어 성장하는 미디어가 달린 질산화습지(인공수초섬)와; 상류는 질산화습지와 연결되고, 하류는 탈질조(무산소조)와 연결된 긴 길이를 가지는 지그재그식 라인의 인공도랑과, 상기 인공도랑 내부 저면에 인공도랑 길이방향을 따라 터널형으로 형성된 자연여과 유출로와, 상기 자연여과 유출로 상부에 마사토 및 화산석으로 채워지고 미생물 분해가 일어나는 필터토양층과, 상기 필터토양층에 수생식물이 식재된 식재부를 포함하여 구성되는 생태도랑과; 최종정화된 물을 일시저장하였다가 방류시키는 방류조;를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 탈질조(무산소조)에서는 질산화습지(인공수초섬)에서 내부반송된 질산화된 질소성분이 질소가스로 탈질되며, 유입수중에 DO(용존산소량)가 없으므로 무산소상태가 유지되는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 질산화습지(인공수초섬) 상부에는 식생을 하여 유기물의 분해가 이루어지게 하며, 하부에는 미생물 미디어를 설치하여 질산화 미생물이 고정부착 성장하도록 하고, 포기형습지로부터 DO(용존산소량)이 유입되어 질산화조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 청구항 4

삭제

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 생태도랑은 질산화습지로부터 내부반송수가 상기 지그재그식 라인의 인공도랑으로 유입되어 만수위가 되면 내부반송수의 유입을 중지하고, 중지기간 동안 내부반송수가 상기 인공도랑을 따라 흐르도록 하면 마사토 및 화산석층과 미생물로 이루어지는 필터토양층에 의한 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 동시에 이루어지게 되며, 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 진행되면서 자연여과된 유출수는 자연여과 유출로를 통하여 탈질조(무산소조)로 방류되고, 필터토양층에 의해 걸러진 유기물은 일정기간동안 필터토양층의 미생물에 의해 분해되어 정화되면, 다시 내부반송수를 유입시키는, 유입, 중지, 유입 사이클을 반복하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 필터토양층은 마사토 및 화산석의 입자크기가 2mm이하인 것을 사용하며, 마사토 및 화산석의 부피 배합비는 마사토 50~70%, 화산석 30~50%로 혼합사용하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 지그재그식 라인의 인공도랑의 수심과 상기 필터토양층의 깊이는 각각 0.5~0.6m의 깊이로 형성하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 터널형으로 형성된 자연여과 유출로 공간에는 미생물이 잘 부착될 수 있는 미생물 매디아를 설치하여 상기 필터토양층에서 자연여과된 내부반송수에 포함된 유기물을 더욱 분해하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 지그재그식 라인의 인공도랑은 2개 이상 다중으로 설치되는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 지그재그식 라인의 인공도랑은 2개 이상 다중으로 설치되어, 상기 유입, 중지, 유입 사이클을 교대로 반복하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

#### 청구항 11

제1항 내지 제3항, 제5항 내지 제10항중 어느 한 항에 있어서,

상기 생태도랑은 상기 지그재그식 라인의 인공도랑 상부를 가로질러 1개 이상의 브릿지형 관찰데크를 설치하여 생태공원화 또는 환경교육장소로 활용되도록 하는 것을 특징으로 하는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템

### 명세서

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술분야

[0001] 본 발명은 축산폐수 등의 비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의한 침강분리 후, 유기물들을 필터토양층에 의해 자연여과흡착 및 미생물 분해에 의해 정화시키고, 제거되지 않은 질소는 탈질조(무산소), 포기형 습지, 질산화 습지(인공수초섬), 생태도랑을 포함하여 구성되는 생물학적 정화처리시스템을 거쳐 비점오염원에 포함된 질소 및 색도를 저감할 수 있는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템에 관한 것이다.

##### 배경기술

[0002] 비점오염원(非點汚染源)이라 함은 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로서 불특정장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원을 말한다. (수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제2조제2호)

[0003] 점오염원(點汚染源)은 오염물질의 유출경로가 명확하여 수집이 쉽고, 계절에 따른 영향이 상대적으로 적은 만큼 연중 발생량 예측이 가능하여 관거 및 처리장 등 처리시설(예 : 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률상 공장, 사업장 등의 폐수배출시설)의 설계와 유지/관리가 용이하지만, 반면 비점오염원(非點汚染源)은 오염물질의 유출

및 배출 경로가 명확하게 구분되지 않아 수집이 어렵고 발생량/배출량이 강수량 등 기상조건에 크게 좌우되기 때문에 처리시설의 설계 및 유지관리가 어렵다.

[0004] 즉, 점오염원과 비점오염원은 상대적 개념으로서, 공장을 예로 들면 관거를 통해 수집되어 수질오염방지시설을 통해 처리되는 공장폐수를 배출하는 공정시설은 점오염원인데 반해, 그 외 처리를 거치지 않고 하천으로 유입되는 강우유출수를 배출하는 야적장 등 공장 부지(敷地)는 비점오염원이다.

[0005] 이러한 비점오염에는 농작물에 흡수되지 않고 농경지에 남아있는 비료와 농약, 초지에 방목된 가축의 배설물, 가축사육농가에서 배출되는 미처리 축산폐수, 빗물에 섞인 대기오염물질, 도로 노면의 퇴적물, 합류식 하수관거에서 강우시 설계량을 초과하여 하천으로 흘러드는 오수/하수와 빗물의 혼합수 등이 있으며, 상기 비점오염원의 주요 오염물질의 종류를 살펴 보면 다음과 같다.

[0006] (1) 토사(Sediment)

[0007] 토사에는 영양물질, 금속, 탄화수소 등을 비롯한 다른 오염물질이 흡착되어 같이 이동하며, 강우유출수의 많은 부분을 차지하는 오염물질로서 수생생물의 광합성, 호흡, 성장, 생식에 장애를 일으켜 치명적인 영향을 미친다.

[0008]

[0009] (2) 영양물질(Nutrients)

[0010] 질소, 인과 같은 영양물질은 비료로 사용되는데, 종종 빗물에 의해 유출되어 조류의 성장을 촉진함으로써 하천, 호소의 수질을 악화시키며, 주택 및 골프장의 잔디밭이나 농경지, 도시노면 및 하수도에서 유출되어 하천으로 유입된다.

[0011]

[0012] (3) 박테리아와 바이러스(Bacteria & Viruses)

[0013] 동물의 배설물과 하수도에서 월류된 배출수에서 많이 검출되며 미국에서는 강우유출수에 포함된 고농도의 박테리아와 바이러스로 인하여 하천, 호소가 오염되어 폐쇄의 원인이 된 사례도 있다.

[0014]

[0015] (4) 기름과 그리스(Oil & Grease)

[0016] 기름과 그리스는 적은 양으로도 수생 생물에 치명적일 수 있으며, 누출이나 차량전복 등 사고, 차량 세척, 폐기름의 무단 투기 과정에서 오염이 발생한다.

[0017]

[0018] (5) 금속(Metals)

[0019] 납, 아연, 카드뮴, 구리, 니켈 등 중금속은 도시지역 강우유출수에서 흔히 검출되는 물질이며, 하천으로 유입되는 총금속물질량 중 50% 이상이 토사를 매개체로 하여 배출되는데, 금속물질은 수생태계에 치명적이며 생물농축이 일어나고 음용수 오염의 가능성이 있으므로 특별한 관리가 요구된다.

[0020]

[0021] (6) 유기물질(Organics)

[0022] 밭, 논, 산림, 주거지역 등 광범위한 장소에서 유출되며, 특히 합류식 관거에서는 평소 하수관거를 약한 유속으로 흐르는 오수, 하수에 포함되어 있던 유기물질이 관거 바닥에 침전되어 있다가 강우시 일시에 배출되기도 하는데, 공업지역에서는 접착제, 세척제, 용제(溶劑) 등의 인공적인 유기 화합물이 광범위하게 사용되고, 부적절하게 저장되며 폐기되는 과정에서 발생한다.

[0023]

[0024] (7) 살충제(Pesticides)

- [0025] 제초제, 농약, 항곰팡이제와 같은 살충제는 플랑크톤과 같은 수생물에 축적되어 먹이 그물을 통해 생물농축을 일으켜 어류와 조류에게는 치명적인 결과를 초래할 수 있다.
- [0026]
- [0027] (8) 협잡물(Gross Pollutants)
- [0028] 건축공사장 및 사업장 등에서 발생하는 쓰레기, 잔재물, 부유물 등에는 중금속, 살충제, 박테리아 등이 포함될 수 있으며, 낙엽이나 잔디를 깎은 잔재물, 동물의 배설물, 투기된 쓰레기 등은 박테리아, 바이러스 등을 하천, 호소로 운반하는 매개체가 되며 용존산소를 감소시켜 어류폐사의 원인이 되기도 한다.
- [0029]
- [0030] 이와 같이, 비점오염원은 강우와 더불어 유출되는 토사 등 부유물질, 질소/인 등 영양염류, 고농도의 중금속 등의 오염물질은 수집,처리가 어려워 특별한 처리 없이 바로 하천으로 유입됨으로써 수질을 오염시키고, 이에 따라 물고기가 집단폐사하거나 저서생물의 서식처를 파괴되어 수생태계가 교란되며, 아울러, 토지개발로 인해 불투수층이 증가하면 강우시 토양으로 흡수되거나 증발되지 않고 하천으로 배출되는 빗물의 양이 증가하여 홍수의 위험이 높아지고 지하수 함양이 줄어들어 평시에 하천의 건천화(乾川化)를 유발하는 요인이 되기도 한다.
- [0031] 이러한 비점오염원을 처리하기 위한 종래의 기술로는 저류시설, 인공습지, 침투시설, 식생형시설등의 자연형시설과 여과형시설, 와류형시설, 스크린형시설의 장치형시설이 있다.
- [0032] 저류조의 경우 여름에 집중호우가 내리면 대규모의 토지나 장치가 필요하게 되고 처리되지 않는 물이 계속 유지될 경우 파리나 모기 등의 해충이 발생하게 되므로 위생학적인 문제점이 발생하게 된다.
- [0033] 침투형은 공사중 발생하는 토사나 부유물질이 유입되어 공극의 막힘 현상이 발생하게 되고 식생형은 일정규모이상의 토지가 요구되고 식생을 유지하기 위한 조건이 필요하나 우리나라처럼 4계절을 가지고 있는 경우에는 어려움이 있다.
- [0034] 장치형 시설은 수처리중심으로 설계 및 시공이 되어 야생동식물의 서식처 제공과 환경교육, 경관적인 측면을 소홀히 하였다는 단점이 있다.
- [0035] 최근에는 하수관거가 분류관으로 되어있어 우수 시에 유출되는 비점오염원에 대한 처리가 요구되어 개발시와 우수 시에 발생하는 비점오염물질을 제거하기 방법 및 장치에 관한 기술들이 다양하게 개발되고 있다.
- [0036] 한국등록특허 806564호에는 유입되는 오염수에 포함되어 있는 오염물질을 저감시킬 수 있도록 수조몸체로 이루어진 처리시설로서, 수조몸체의 폭방향으로 설치되는 침강장치를 구비하되, 침강장치는 수조몸체의 바닥면과 이격높이를 두면서, 수직상태로 배치되는 적어도 하나 이상의 침사판을 포함하며, 침강장치는 침사판이 2열로 배치되어 앞에 위치하는 1열 침사판과 바로 뒤에 위치하는 2열 침사판으로 이루어지되, 1열 침사판 및 2열 침사판들이 각각 이루는 이격폭이 서로 엇갈리게 배열된 비점오염원 처리시설이 개발되었다.
- [0037] 한국등록실용신안 426715호에는 내부가 중공인 탱크인 침전조 내에서 협잡물 걸름망에 의해 협잡물이 걸러진 초기우수 유출수가 저류조내로 유입되어 초기우수 유출수를 저류시키면서 초기우수 유출수에 함유된 각종 슬러지를 침전시키고, 내부가 중공인 투명한 박스형상으로서 내부중공에 담체가 충전되고 하면부에 하나 이상의 관결합구를 갖는 담체함을 포함하는 정화장치가 침전조 보다 낮은 위치에 설치되며, 침전조의 저류조 상부와 연통되게 연결되어 저류조내에서 침전처리된 초기우수 유출수를 담체함내로 유입시켜 비점오염원에 의한 초기우수의 유출수를 정화처리하는 비점오염원 초기우수 유출수 정화처리장치가 공지되어 있다.

[0038] 또한, 한국등록특허 제883436호에는 비점오염원에서 발생하는 낙석, 자갈, 부유물질뿐만 아니라 유기물질, 질소나 인 등의 비점오염물질을 정화하여 하천으로 흘러 보냄으로써 비점오염물질로 인한 수질오염의 방지를 통해 정수장에 유입되는 유기물질 부하를 줄일 수 있는 비점오염원 처리장치로서, 유입되는 우수 중의 이물질을 비중의 차이에 의해 분리하는 침전부와, 침전부로부터 유출되는 우수 중의 유기물을 제거하는 제 1생물막 처리부와, 제 1생물막 처리부로부터 유출되는 우수 중의 질소 및 인을 제거하는 제 2생물막 처리부를 구비하는 생물막을 이용한 비점오염원 처리장치가 개발되어 있다.

[0039] 또한, 한국등록특허 제912458호에는 우수의 흐름을 U자형으로 유도하여 유출시키는 제1침강조(110)와; 상기 제1침강조(110)의 외부에서 상기 제1침강조(110)로 우수가 흘러들어오는 측벽 상부의 우수구멍에 맞추어 설치되며, 상기 우수에 포함된 기름 성분을 흡착시키고 걸러내는 제1필터부재(120)와; 상기 유출수 정화처리시스템을 구성하고자 하는 지역의 하방으로 일정 크기의 수용공간을 파내 원지반을 다진 후 잡석다짐을 하고, 상기 조성한 수용공간의 바닥과 측벽을 다공성 재질에 의해 일정두께의 다공성 침조 구조로 형성하며, 상기 수용공간 내측의 하부와 측벽은 슬라지를 침강시키기 위해 여과부재(105)를 덧대인 상태로 형성되어, 우수의 흐름을 U자형으로 유도하여 유출시키는 제2침강조(130)와; 상기 제1침강조(110)에서 상기 제2침강조(130)로 우수가 흘러들어오는 측벽 상부의 우수구멍에 맞추어 설치되며, 상기 우수에 포함된 기름 성분을 흡착시키고 걸러내는 제2필터부재(140)와; 하방으로의 우수 흐름을 U자형으로 유도하기 위해 중심을 가로지르도록 수직으로 일정깊이로 막는 상태로 형성되어, 상기 제1침강조(110) 및 제2침강조(130) 상부에 각각 씌워지도록 덮는 덮개(150)와; 상대적으로 낮아 상기 제2침강조로부터 우수가 유출되는 부분에서의 상기 유출수 정화처리시스템을 구성하고자 하는 지역의 하방을 자연식생 저수구조로 완만하게 파내 기초를 다진 후, 상기 다진 기초의 상부를 식물종자나 근경의 식물종자층이 포함된 여과부재(105')를 덧대인 상태로 여과부재부에 초화류를 식생시키므로써 상기 제2침강조(130)로부터의 우수를 저수하고 저류로 흘리면서 생태적으로 정화시키는 생태정화조를 포함하여 구성되는 비점오염원 유출수정화처리시스템이 공지되어 있다.

[0040] 뿐만 아니라, 이 외에도, 한국등록특허 제 0779513호의 초기우수 정화처리장치, 제 561092호의 초기유출수의 비점오염물 정화장치 등과 같이 다양한 기술들이 알려져 있으나 대부분은 침전, 여과와 같이 물리적 처리방법으로 한정되어 있어 우수 중에 함유된 각종 유기물은 완전 제거할 수 없다는 문제점이 있으며, 일부 기술들은 장치형과 자연형의 결합으로서 시공비가 과다하고, 생태적인 기술을 적용하기는 하지만, 역시 야생동식물의 서식처 제공과 환경교육, 경관적인 측면을 소홀히 하였다는 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0041] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 축산폐수 등의 비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의한 침강분리 후, 유기물들을 식생 및 필터토양층에 의해 자연여과흡착 및 미생물 분해에 의해 정화시키고, 제거되지 않은 질소는 탈질조(무산소조), 포기형 습지, 질산화 습지(인공수초섬), 생태도랑을 포함하여 구성되는 생물학적 정화처리시스템을 거쳐 비점오염원에 포함된 질소 및 색도를 저감할 수 있는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

### 과제 해결수단

[0042] 본 발명은, 축산폐수 등의 비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의해 분리하는 최초침강지와, 질산화된 질소성분이 질산화습지에서 반응되어 질소가스로 탈질되는 탈질조와, 산화작용과 호기성 미생물의 분해작용에 의하여 유기물 산화, BOD 및 SS를 저감시키는 포기형습지와, 질산화 미생물이 고정 부착되어 성장하는 메디아가 달린 질산화습지(인공수초섬)와, 하부는 비어있으며 상부는 마사 및 화산석을 충전하고 미나리 등 수생식물을 식재한 생태도랑과, 최종정화된 물을 일시저장하였다가 방류시키는 방류조를 포함하



여 구성되는 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템을 제공하는 것을 과제해결수단으로 한다.

### 효 과

[0043] 본 발명에 따른 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템은 비점오염원 유입수 중에 용존되어 있는 용존성 물질의 제거 성능이 우수하고, 오염물질의 생물학적 처리에 따른 2차 오염물질 발생을 최대한 억제하여 환경부담을 최소화할 수 있는 탁월한 효과가 있으며, 비점오염원에 의한 유출수를 환경생태적으로 정화함으로써 종래와 같은 자연형, 장치형, 자연형 및 장치결합형 비점오염원 정화처리장치들이 갖는 문제점을 남기지 않고 근본적이고 실질적으로 정화하며, 환경을 자연적이고 생태적으로 보존 및 유지할 수 있는 장점이 있다.

[0044] 특히, 본 발명은 축산단지 후단에 설치하여 축산단지에서 배출되는 유기물 및 색도를 제거함이 주된 목적인 바, 이들을 제거하기 위해 생태도랑, 인공수초섬을 설치하고 적정한 가동시간의 조절을 통해 질소, 인 등을 저감하는 것은 물론 색도도 저감시킬 수 있다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명에 따른 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템은 축산폐수 등의 비점오염원에 포함된 협잡물, 토사의 입자성 고형물질과 SS를 비중차이에 의해 분리하는 최초침강지와, 질산화된 질소성분이 질산화습지에서 반송되어 질소가스로 탈질되는 탈질조와, 산화작용과 호기성 미생물의 분해작용에 의하여 유기물 산화, BOD 및 SS를 저감시키는 포기형습지와, 질산화 미생물이 고정부착되어 성장하는 메디아가 달린 질산화습지(인공수초섬)와, 하부는 비어있으며 상부는 마사 및 화산석을 충전하고 미나리 등 수생식물을 식재한 생태도랑과, 최종정화된 물을 일시저장하였다가 방류시키는 방류조를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0046] 이하 도면을 참조하여 본 발명에 따른 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템을 상세히 설명한다.

[0047] 상기에서 설명한 바와 같이, 비점오염원은 일반 폐수와 달리 도시, 도로, 농경지 등에서 불특정하게 배출되는 오염물질을 일컫는다. 비점오염원은 비가 내리면 일시에 하천으로 다량 유입하게 되어 수질오염은 물론 물고기의 폐사를 유발하기도 한다. 현재 비점오염원은 국내 4대 하천 오염 부하량의 30~40%를 차지할 정도로 하천 오염의 주범이 되고 있는 실정이다.

[0048] 따라서, 도 1에 도시한 바와 같이, 비점오염원을 포함하는 초기 오염수가 그대로 하천으로 방류되지 않도록 최초침강지(100)를 설치하며, 상기 최초침강지는 본 발명에 따른 생태도랑(104) 및 인공수초섬(103)을 이용한 질소 및 색도 저감시스템에 초기 오염수가 유입되기 전에 일시 저장되는 곳으로, 자연중력 침전에 의해 고액을 분리하여 상등수가 탈질조로 이송되고, 최초침강지를 통해 침강 제거되는 오염물질은 주로 협잡물, 토사 등의 입자성 고형물질과 입자성 고형물질에 부착되어 있는 오염물질(현탁부유물(SS))이다.

[0049] 즉, 상기 SS(Suspended Solids)는 입경 2mm이하의 물에 용해되지 않고 수중에 현탁되어 있는 유기물과 무기물을 함유하는 고형물질이며, 시료를 공극이 0.1%인 여과지를 사용, 여과시킬 때 여과되지 않는 부분으로 지표는 mg/ℓ 로 표시한다.

[0050] 상기 최초침강지는 강우시 초기 오염수 등 오염부하가 많은 유입수를 일시 저류하여 유속을 저하시키고 일정시간 체류시키며, 본 발명의 정화시스템의 정화능력 및 최초침강지의 저류 능력에 따라 조절하여 설계하게 된다.

- [0051] 최초침강지 다음으로, 탈질조(무산소조)(101)를 설치하는데, 상기 비점오염원에 함유되어 있는 암모니아성 질소( $\text{NH}_4^+-\text{N}$ )는 수계 부영양화의 원인물질로 하폐수처리장의 규제대상 물질로 방류수질 규제가 강화되고 있다.
- [0052] 상기 암모니아성 질소의 제거 메카니즘은 다음 단계를 거쳐 제거되는데, 첫째 질산화 단계로써, 호기성 조건에서  $\text{NH}_4^+ + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_2^- + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ , 둘째 탈질 단계로, 혐기성 조건에서  $\text{NO}_3^- + \text{MOH} \rightarrow \text{N}_2 \uparrow$  (가스)의 과정을 거쳐 대기 중으로 방출되는 것으로 알려져 있다.
- [0053] 따라서, 상기 탈질조(무산소조)(101)에서는 질산화조(인공수초섬)(103)에서 내부반송된 질산화된 질소성분이 질소가스로 탈질되는데, 유입수중에 DO가 없으므로 무산소상태가 유지되며, 무산소상태에서 질소가스로 제거하는 미생물인 *Bacillus*, *psdomonas*, *xantomonas*, *achromobacter* 등에 의하여 탈질된다.
- [0054] 여기서, 탈질조(무산소조)(101)가 포기형습지(102) 및 질산화습지(103)보다 앞에 설치되는 이유는 무산소조의 주역할은  $\text{NO}_3$ 를  $\text{N}_2$ 로 전환시켜 공기중으로 날려버리는 역할하고,  $\text{NO}_3$ 를  $\text{N}_2$ 로 만들고자 할 때 유기물이 필요한데, 포기형습지(102)를 장시간 거치고 나면 물에는 유기물질(BOD)가 없어지므로  $\text{NO}_3$ 가 아무리 많아도  $\text{N}_2$ 가 될 수가 없으며, 탈질조(무산소조)(101)가 포기형습지(102) 및 질산화습지(103)보다 뒤에 설치되면, 산소가 공급되지 않아 유기물이 부패하게 되고, 다시 포기를 해야하는 등 단점이 있게 되므로 탈질조(무산소조)가 포기형습지 및 질산화습지보다 앞에 설치되는 것이다.
- [0055] 포기형습지(102)는 탈질조(101) 다음에 설치되는데, 포기란 하수처리 시 사용되는 용어로, 물속에 공기를 불어 넣거나 공중에 물을 살포하여 물과 공기를 충분히 접촉시키며, 이로 인하여 산화작용과 호기성 세균에 의한 소화작용을 촉진하게 된다.
- [0056] 호기성 미생물은 소화작용에 의해 탄산가스, 황화수소, 메테인가스 등을 제거한다. 호기성 미생물은 산소가 있는 곳에서 생육·번식하는 세균으로, 공기 중의 유리 산소를 이용하여 영양소를 산화·분해하는 세포호흡을 하며, 호기성 세균은 산소를 요구하는 정도에 따라 편성 호기성세균, 미(微)호기성세균, 통성 혐기성세균으로 나뉜다. 편성 호기성 세균은 산소가 있어야만 생육과 번식이 가능하며, 미(微)호기성세균은 정상적인 산소분압(20%)에서는 살지 못하고 산소분압이 2~10% 범위에서만 생장이 가능하다.
- [0057] 또한, 생물체 내에서 산소는 전자를 받아들여 쉽게 환원되는데, 산소의 환원산물인 과산화물(superoxide), 과산화수소 등은 강력한 산화제로 작용하여 세포를 빠르게 파괴하므로 독성이 매우 크므로 호기성 세균은 이러한 산소의 환원산물을 분해하는 효소(superoxide dismutase)와 카탈라아제(catalase)가 있어 산소가 있는 환경에 잘 적응하여 살아간다.
- [0058] 따라서, 본 발명의 포기형습지(102)에서는 유기물 산화, SS저감 뿐만 아니라, 생물화학적 산소요구량(BOD)를 20ppm 이하로 유지하여 암모니아성 물질과 유기질을 질산성질소로 질산화조건을 형성하며, 산소용존율이 계절마다 온도와 변동되므로 DO를 1mg/ℓ 이상으로 유지하도록 하고, 상기 포기형습지의 용적은 처리하는 배수의 수질과 수량 및 조작조건에 따라 정해진다.
- [0059] 포기형습지 다음으로, 질산화습지(103)를 설치한다. 도 2에서 도시한 바와 같이, 상기 질산화습지(103)는 인공수초섬으로서 인공수초섬 상부에는 식생을 하여 유기물의 분해가 이루어지게 하며, 하부에는 미생물 매디아(200)를 설치하여 질산화 미생물이 고정부착 성장하도록 하는데, 포기형습지로부터 DO가 유입되어 질산화조건을



만족시키게 된다.

- [0060] 상기 질산화습지(103)에서 질산화 미생물로는 니트로소모나스(Nitrosomonas)와 니트로박터(Nitrobacter)등을 사용할 수 있고, 온도의 영향을 많이 받아서 증식 속도가 온도 10℃ 하강시마다 마다 1/2로 감소되며 13℃이하에서는 증식이 어렵다.
- [0061] 생태도랑(104)은 질산화습지(103)에서 탈질조(101)로 내부반송시 사용되는 것으로서 하부는 비어있으며 상부는 마사 및 화산석을 충전하고 미나리 등 수생식물을 식재한 생태도랑은 내부반송기에는 유기물등이 식생 및 필터토양층에 부착되고 내부반송이 중지되면, 여과된 유출수는 비어있는 하부로 유출되며, 유출 후 식생 및 필터토양층에 부착된 유기물들은 토양미생물의 호흡과 함께 미생물들이 유기물등을 분해하고 색도가 저감되는 바, 상기 생태도랑의 구성 및 작용효과에 대하여 이하에서 상세히 설명한다.
- [0062] 도 3 및 도 4를 참조하면, 생태도랑(104)은 상류는 질산화습지와 연결되고, 하류는 탈질조(무산소조)와 연결된 긴 길이를 가지는 지그재그식 라인의 인공도랑(201)과, 상기 인공도랑 내부 저면에 인공도랑 길이방향을 따라 터널형으로 형성된 자연여과 유출로(202)와, 상기 자연여과 유출로 상부에 마사토 및 화산석으로 채워지고 미생물 분해가 일어나는 필터토양층(203)과, 상기 필터토양층에 수생식물이 식재된 식재부(204)를 포함하여 구성된다.
- [0063] 상기 생태도랑(104)의 정화과정을 설명하면, 질산화습지(103)로부터 내부반송수가 상기 지그재그식 라인의 인공도랑(201)으로 유입되어 만수위가 되면 내부반송수의 유입을 중지하고, 상기 중지기간 동안 내부반송수가 상기 인공도랑을 따라 흐르도록 하면 마사토 및 화산석층과 미생물로 이루어지는 필터토양층(203)에 의한 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 동시에 이루어진다.
- [0064] 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 진행되면서 자연여과된 유출수는 자연여과 유출로(202)를 통하여 탈질조(103)로 이송되고, 필터토양층(203)에 의해 걸러진 유기물은 일정기간동안 필터토양층의 미생물에 의해 분해된다.
- [0065] 도 4에 도시한 바와 같이, 상기 인공도랑(201)의 바닥에는 필터토양층(203)이 채워지게 되는데 상기 필터토양층(203)은 마사토 및 화산석으로 혼합구성되며, 여기에 미생물이 부착하여 성장한다.
- [0066] 마사토란 화강암이 풍화되어 생긴 흙을 "마사토"라고 하는데 배수성과 통기성이 좋아서 발작물이나 조경수식재, 야생화, 분재, 화분등에 많이 사용되고 있고, 일반적으로 돌가루와 비슷한 상태의 흙을 백마사라고 하며, 본 발명에서 사용되는 마사토는 백마사이다.
- [0067] 백마사는 점토성분이 거의 포함되지 않은 돌가루와 비슷한 상태의 흙으로, 배수성이 뛰어나고 흙속의 산소함유량이 높으며 화분에 사용할 때는 마사토와 부엽토를 7대 3정도로 배합하여 사용되며, 세균(잔뿌리)이 빨리 나옴과 착근 형성이 용이하여 소나무 이식이나 정원수 식재 및 장뇌삼 이식과 인삼의 종자파종에 사용되고, 특히 배수성이 뛰어나고 부서진 먼이 각지지 않고 부드러운 학교운동장이나 마당, 테니스장 등에 사용된다.
- [0068] 화산석은 화산재의 일종으로 고온의 화산열에 의하여 점토가 타서 생겨난 것으로 화산에 의하여 형성된 지형에서 발견될 수 있는데, 우리나라의 경우는 화산섬인 제주도에서 쉽게 발견된다.

- [0069] 화산석은 상온에서 음이온을 발생하며, 상온(40℃ 이하)에서 92%이상의 적외선을 방사하는 이상적인 천연물질로 알려져 있다. 화산석은 다공질로서, 흡수성, 통기성이 다른 암석보다 우수하며, 화산석의 내화도는 1120℃ 내지 1210℃이고, 흡수율은 17.7% 내지 32.5%, 마모율은 47.25% 내지 67.22%라고 알려져 있다. 화산석의 내화도, 흡수율 및 마모율은 일반 자갈이나 모래보다 높다.
- [0070] 화산석은 주로 산화규소, 산화알루미늄, 및 산화철로 이루어지며, 황토, 옥, 맥반석, 및 게르마늄석 등에는 없는 이산화티타늄을 포함한다. 이산화티타늄은 화산석에 3 내지 7%가 존재하며, 광촉매작용을 수행하는데, 이산화티타늄의 광촉매작용에 의해 활성산소가 생성되며, 이러한 활성산소는 대기오염물질, 수질오염물질, 및 악취물 등을 산화분해한다. 이산화티타늄의 광촉매작용에 따라, 화산석은 항균, 살균, 탈취 및 유기물분해 기능 등을 반영구적으로 가진다.
- [0071] 또한, 화산석은 습도가 높으면 수분을 흡수하며, 습도가 낮으면 수분을 배출하여 인위적인 장치 없이도 자연적으로 습도조절을 할 수 있고, 화산석이 수족관에 투입되면, 수족관에는 이끼가 생기기 않으며, 상치난 물고기의 상처 치유 능력도 향상되고, 식물의 화분에 투입되면, 일반적인 식물의 생존기간보다 오래 생존하며, 화산석을 냉장고에 넣어 놓으면, 냉장고의 악취가 제거되는 탈취 기능이 존재한다.
- [0072] 이와 같은 마사토와 화산석을 인공도랑의 필터토양층에 혼합 사용하여 내부반송수를 자연여과 및 정화시키는데, 마사토 및 화산석의 입자크기는 2mm이하인 것을 사용하며 마사토 및 화산석의 부피 배합비는 마사토 50~70%, 화산석 30~50%로 혼합사용한다.
- [0073] 상기와 같이 마사토 및 화산석의 입자크기를 2mm이하 및 마사토 및 화산석의 부피 배합비를 마사토 50~70%, 화산석 30~50%로 혼합사용하는 것은 내부반송수의 여과효율, 배수시간 및 미생물에 의한 정화효율을 가장 적정하게 유지할 수 있기 때문이다.
- [0074] 또한, 상기 지그재그식 라인의 인공도랑의 수심과 상기 필터토양층의 깊이는 각각 0.5~0.6m의 깊이로 형성하는 것을 특징으로 하는 바, 수심은 내부반송수의 흐름체류시간, 식생의 생태적 특성, 필터토양층의 깊이, 미생물의 분해속도, 인공도랑의 구조 및 형태를 고려하여 결정하는 것으로 가장 바람직한 수심은 0.5~0.6m이었으며, 필터토양층의 깊이는 동절기에 필터토양층의 깊이가 얇은 곳은 결빙가능성이 높으므로 겨울철에도 생태도랑의 원활한 내부반송수의 정화처리를 위하여 필터토양층의 깊이를 0.5~0.6m로 유지한다.
- [0075] 또한, 상기 필터토양층에는 수생식물이 식재된 식재부(204)를 포함하여 구성되는데, 인공도랑으로 흐르는 내부반송수는 필터토양층에 의해 자연적으로 흐르면서 여과되는 것일 뿐만 아니라, 상기 식재부에서 자생력이 강한 수초 및 식물(예 : 미나리, 달뿌리풀, 갈대, 줄, 애기부들)등이 식재되어 햇빛 및 생태계원리에 따라 자생하르로서 필터토양층의 정화력을 계속적으로 유지시켜 주게 되며, 특히, 수초나 식물이 필터토양층(203)에 뿌리를 내리게 되면 생태계원리에 의해 호기성미생물이 생성됨은 이미 알려진 것으로서, 이러한 원리에 의해서 미생물이 계속적으로 생성 및 자생함에 따라 정화력이 계속유지될 수 있는 것이다.
- [0076] 또한, 필터토양층(203)은 그 구성입자들 사이로 내부반송수가 통과하는 동안 자연적인 산소공급이 이루어지고 인로 인해 미생물의 활발한 분해가 일어나게 되는데, 이는 상기 인공도랑(201)이 이 대기로 노출되어 있기 때문에 필터토양층 내부로의 통기가 이루어지므로서 가능하며, 아울러 인공도랑이 긴 길이로 형성되므로 이곳을 통해 내부반송수가 흐르는 동안에 충분한 산소가 용해될 수 있기 때문이다.
- [0077] 또한, 상기 터널형으로 형성된 자연여과 유출로(202) 공간에는 미생물이 잘 부착될 수 있는 미생물 매디아를 설치하여 상기 필터토양층에서 자연여과된 내부반송수에 포함된 유기물을 더욱 분해할 수도 있다.

[0078] 한편, 상기 생태도랑의 정화과정중 내부반송수가 상기 지그재그식 라인의 인공도랑(201)으로 유입되어 만수위가 되면 내부반송수의 유입을 중지하고, 상기 중지기간 동안 내부반송수가 상기 인공도랑을 따라 흐르도록 하면 마사토 및 화산석층과 미생물로 이루어지는 필터토양층(203)에 의한 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 동시에 이루어지게 되며, 자연여과 및 미생물에 의한 정화가 진행되면서 자연여과된 유출수는 자연여과 유출로(202)를 통하여 방류되고, 필터토양층(203)에 의해 걸러진 유기물은 일정기간동안 필터토양층의 미생물에 의해 분해되어 정화되면, 다시 내부반송수를 유입시키는, 유입, 중지, 유입 사이클을 반복하는 것을 본 발명의 가장 큰 특징으로 하며, 상기 중지기간은 상기 인공도랑의 처리용량, 오염도, 미생물의 분해 속도 등에 따라 조절될 수 있다.

[0079] 또한, 도 3에 도시한 바와 같이, 상기 지그재그식 라인의 인공도랑은 2개 이상 다중으로 설치되어 상기 유입, 중지, 유입 사이클을 교대로 반복하는 것을 특징으로 한다. 즉, 인공도랑이 2개인 경우 하나의 인공도랑이 내부반송수의 유입기간인 경우에는 또 다른 인공도랑은 중지기간(여과 및 미생물 분해기간)인 경우로서 2개의 인공도랑 사이에 유입, 중지가 교대로 반복되도록 할 수 있는데, 이는 생태도랑의 처리용량을 늘릴 수 있는 장점이 있으며, 상기 인공도랑이 2개인 경우 외에도 주위 공간에 따라 3개 또는 4개 다중으로 인공도랑을 설치할 수도 있다.

[0080] 또한, 상기 생태도랑은 자연스러운 수면과 식생이 조화되는 공간연출이 가능한 공원과 또는 환경교육장소로 활용되도록 상기 지그재그식 라인의 인공도랑 상부를 가로질러 1개 이상의 브릿지형 관찰데크(205)를 설치하여 생태공원화할 수도 있다.

[0081] 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러 가지 치환, 변경이 가능하므로 전술한 실시내용 및 도면에 한정되는 것은 아니다.

### 도면의 간단한 설명

[0082] 도 1은 본 발명에 따른 생태도랑 및 인공수초섬을 이용한 질소 및 색도 저감시스템의 개략도

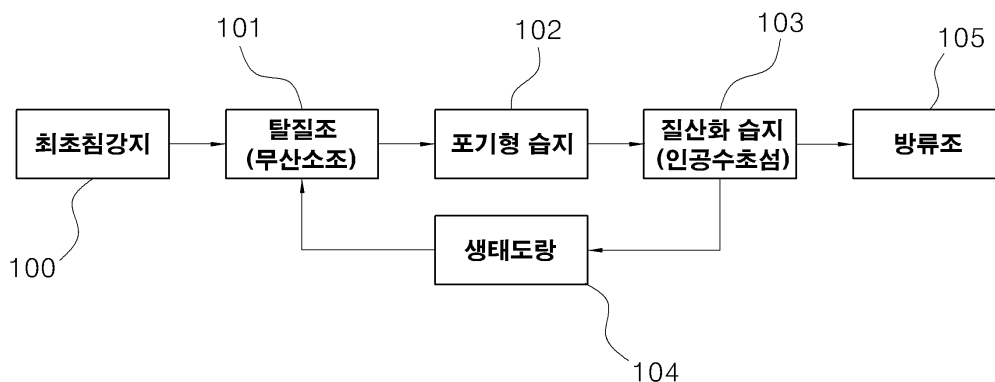
[0083] 도 2는 본 발명에 따른 인공수초섬의 단면도

[0084] 도 3은 본 발명에 따른 생태도랑의 가장 바람직한 평면도

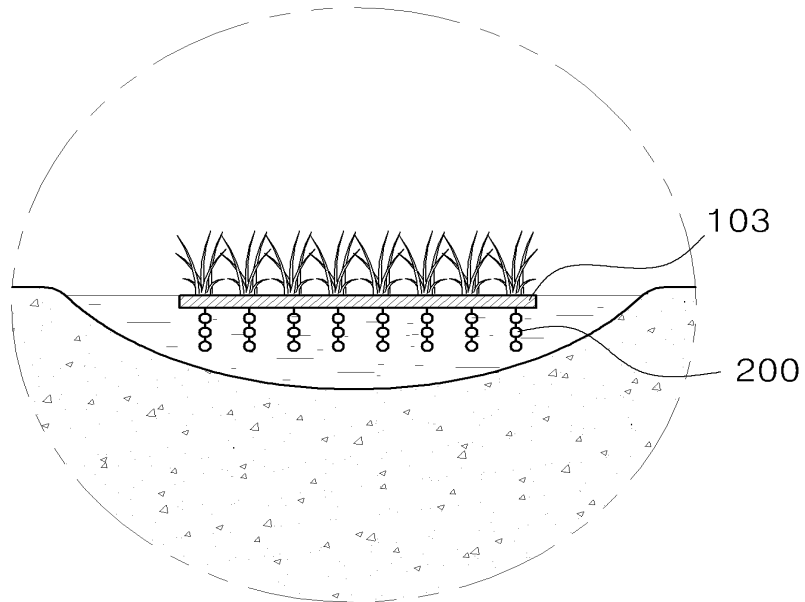
[0085] 도 4는 본 발명에 따른 인공도랑의 단면구성도

### 도면

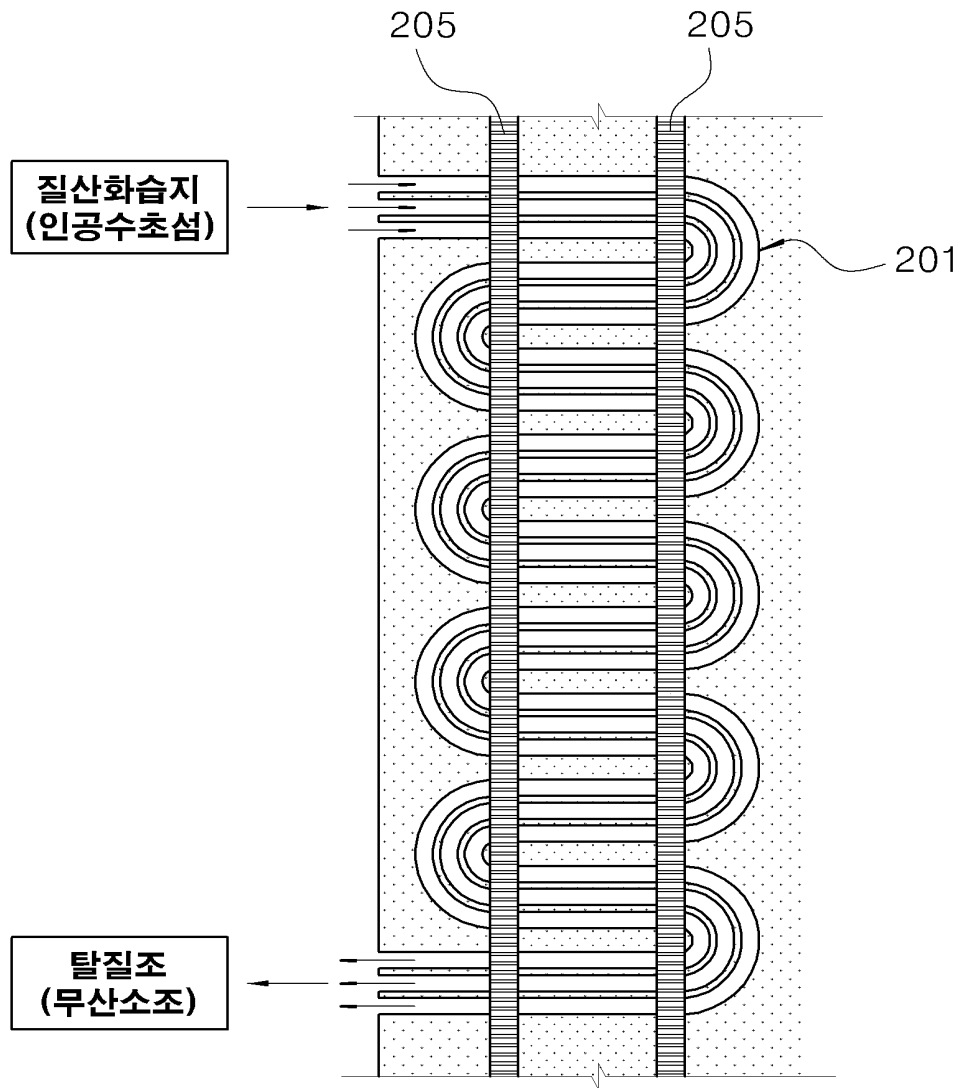
#### 도면1



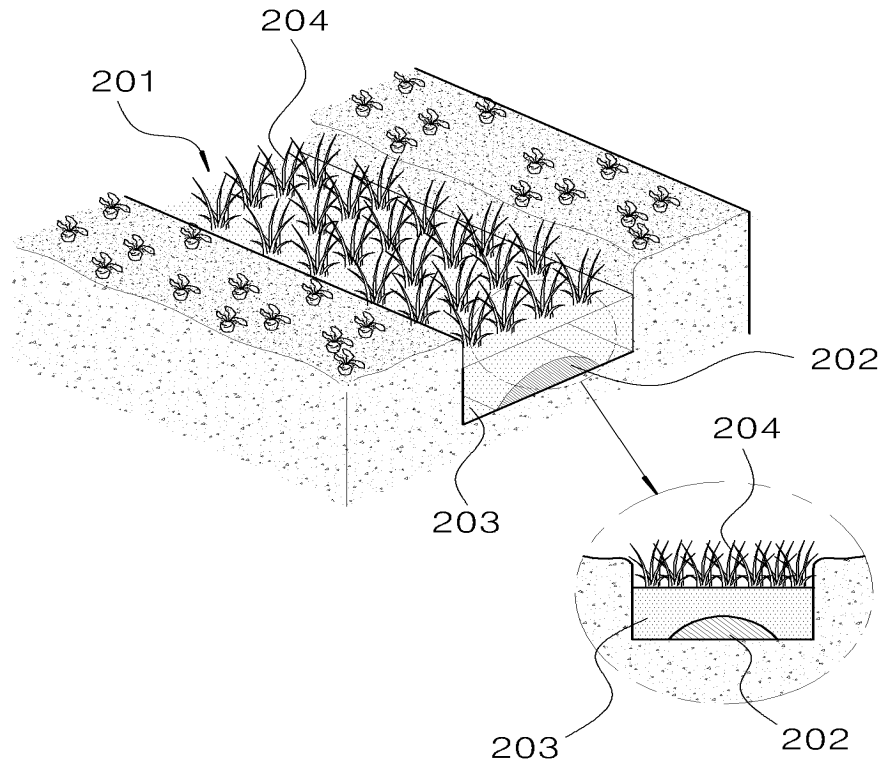
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 5, 세째줄

【변경전】

상기 중지기간 동안

【변경후】

중지기간 동안

【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 10, 둘째줄

【변경전】

상기 유입, 중지, 유입 사이클을

【변경후】

유입, 중지, 유입 사이클을