(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0022168
(43) 공개일자 2009년03월04일

(51) Int. Cl.
C02F 3/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0087286
(22) 출원일자 2007년08월29일
심사청구일자 2007년08월29일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
최의소
서울 은평구 녹번동 29-24
(74) 대리인
현종철

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 축산폐수 처리방법 및 그 장치

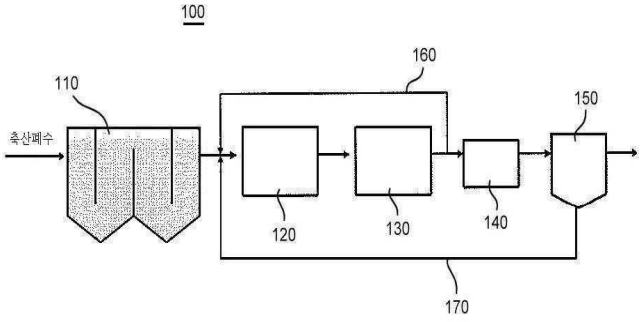
(57) 요 약

축산폐수의 처리방법 및 그 시스템이 개시된다.

본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법은 침전형 혐기반응조에 축산폐수를 유입하여 고형물질을 분리하고 상기 축산폐수 중의 유기물 부하를 감소시키는 단계;상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수를 무산소조에 유입하여 탈질시키는 단계; 상기 탈질된 축산폐수를 호기조에서 동절기 기준 HRT 5~6일로 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 1 질산화시키고, 상기 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계; 상기 무산소조로 반송되지 않은 제 1 질산화된 축산폐수를 질산화미생물이 담체에 부착된 생물막 반응조에 유입하여 암모니아성 질소를 제 2 질산화시키는 단계; 및 상기 제 2 질산화된 축산폐수 중의 슬러지를 침전하고, 상징액을 외부로 방류하며 상기 침전된 슬러지의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 처리비용을 절감하면서도 계절에 따른 대기 온도 변화에도 공정온도가 일정하게 유지될 수 있어서 안정적으로 축산폐수를 처리할 뿐만 아니라, 질산성 질소의 생성을 억제하고, 아질산성 질소의 축적을 유도하여 산소 요구량을 감소시키고, 탈질 반응시 유기물 요구량을 감소시키며 탈질효율을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

침전형 혐기반응조에 축산폐수를 유입하여 고형물질을 분리하고 상기 축산폐수 중의 유기물 부하를 감소시키는 단계;

상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수를 무산소조에 유입하여 탈질시키는 단계;

상기 탈질된 축산폐수를 호기조에서 동절기 기준 HRT 5~6일로 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 1 질산화시키고, 상기 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계;

상기 무산소조로 반송되지 않은 제 1 질산화된 축산폐수를 질산화미생물이 담체에 부착된 생물막 반응조에 유입하여 암모니아성 질소를 제 2 질산화시키는 단계; 및

상기 제 2 질산화된 축산폐수 중의 슬러지를 침전하고, 상징액을 외부로 방류하며 상기 침전된 슬러지의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계를 포함하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수의 탄질비는 5.5~7인 것을 특징으로 하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 호기조의 용존산소량은 1~3mg/L인 것을 특징으로 하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 생물막 반응조에는 부유성 담체가 충전된 것을 특징으로 하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 슬러지를 무산소조로 반송시키는 단계는,

상기 침전조에 유입되는 축산폐수의 유량에 대하여 0.5~1배율의 슬러지를 상기 무산소조로 반송시키는 것을 특징으로 하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 무산소, 호기조 및 생물막 반응조는 25~40℃의 온도로 유지되는 것을 특징으로 하는 축산폐수의 처리방법.

청구항 7

축산폐수로부터 고형물질을 침전하고, 상기 침전된 고형물질을 외부로 배출하는 고형물질 배출부를 구비하는 침전형 혐기반응조;

상기 침전형 반응조로부터 유입된 축산폐수, 내부반송관으로부터 반송된 축산폐수 및 슬러지 반송관으로 반송된 슬러지를 탈질세균 및 유기물을 이용하여 탈질하는 무산소조;

상기 무산소조로부터 유입된 축산폐수의 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 암모니아 산화균 또는 아질산 산화균을 이용하여 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 1 질산화시키는 호기조;

상기 호기조의 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 상기 무산소조에 반송하는 내부반송관;

상기 무산소조에 반송되지 않은 축산폐수의 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 암모니아 산화균 또는 아질산 산화균이 부착된 담체를 이용하여 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 2 질산화시키는 생물막 반응조;

상기 제 2 질산화된 축산폐수에서 슬러지를 침전시키고, 상징액을 외부로 방류하는 침전조; 및

상기 침전된 슬러지의 일부를 상기 무산소조로 반송시키는 슬러지반송관;을 포함하는 축산폐수 처리시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 침전형 혐기반응조의 내부에는 복수 개의 수직배플이 배치되되, 상기 상호 인접한 수직배플의 길이방향의 일 단부는 상기 침전형 혐기반응조의 상부 또는 하부와 교대로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 축산폐수 처리시스템.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 축산폐수의 처리방법 및 그 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 처리비용을 절감하면서도 계절에 따른 대기 온도 변화에도 공정온도가 일정하게 유지될 수 있어서 안정적으로 축산폐수를 처리할 뿐만 아니라, 질산성 질소의 생성을 억제하고, 아질산성 질소의 축적을 유도하여 산소 요구량을 감소시키고, 탈질 반응시 유기물 요구량을 감소시키며 탈질효율을 향상시킨 축산폐수의 처리방법 및 그 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 일반적으로 축산폐수는 고농도 유기물을 함유하고 있을 뿐만 아니라 유기질소와 암모니아성 질소, 인산염 형태의 인, 마그네슘, 칼슘과 같은 성분을 고농도로 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Am. Soc. civ. Engrs. Trans., Vol. 18, p. 340-343, 1975).

<3> 즉, 축산폐수는 가축이 배설하는 분뇨, 사료찌꺼기 등 각종 유기물의 집합체로서 40,000mgCOD/L 이상의 고농도의 유기물과 질소 및 인을 함유하여 BOD로는 인구 5,000만 명에 해당되는 부하를 발생시킨다.

<4> 따라서, 축산폐수가 폐수처리 과정을 거치지 않고 그대로 방류될 경우 하천의 수질을 악화시키고 호소수의 부영양화를 초래하며 상수원, 농업용수 및 토양을 오염시킬 뿐만 아니라 악취 및 해충 피해 등으로 쾌적한 생활환경을 해치는 주요 오염원이 된다.

<5> 축산폐수에 포함된 탄화수소의 경우는 비교적 용이하게 미생물에 의하여 제거되지만, 질소화합물 및 인화합물들은 그 제거가 용이하지 않아 이를 생물학적으로 제거하기 위한 처리공정에 대한 연구가 오래 전부터 진행되어 왔다.

<6> 특히, 생물학적 질소제거는 1960년대 1단 활성슬러지 공정 내에서 질산화와 탈질화를 수행할 수 있음을 확인하였으며, 생물학적인 인처리 공정도 질소의 제거와 마찬가지로 반응기의 환경조건을 변화시킴으로써 미생물의 생화학적 경로에 의하여 제거하게 되어 그 연구의 결과로부터 많은 처리방법이 제안되었다.

<7> 생물학적 질소의 제거는 미생물의 동화작용에 의한 세포합성과 질산화 및 탈질화 반응을 연속적으로 유도하여 질소가스로 전환시켜 제거하는 방법으로 암모니아성 질소화합물이 니트로소모나스, 니트로박터 등의 미생물의 동화작용에 의해 질산성질소로 변화된다. 질산성질소는 임의성 종속영양 미생물인 헤테로트롭프스에 의해 무산소상태에서 전자공여체인 유기탄소원에 의해 질소가스상태로 변화하게 된다.

<8> 지금까지 개발된 생물학적 질소처리방법으로는 반응기내를 호기성으로 유지하여 질산화를 유도하고, 질산화된 질소를 무산소 조건에서 탈질을 이루도록 한 호기성 및 무산소 반응기의 배열에 의존하는 BNR(biological nutrient removal)공정, 상기 BNR공정을 바탕으로 하여 연구가 진행, 개발된 바덴포(Bardenpo)공정, A/O공정, A2/O공정, UCT(University of capetown)공정, 바이오데니포(Biological denitrification phosphorus ; Biodenipho)공정, BB(Bunnik Bunschoten)프로세스, 캐로우셀(Carrousel)공정, 산화구(Oxidation ditch)공정 등을 들 수 있다.

<9> 상기와 같은 생물학적 질소처리방법은 비교적 유기질소의 함량이 낮은 도시로부터 발생되는 생활오수에는 비교적 탁월한 효과를 보이고 있으나, 농촌의 축산농가로부터 발생하는 축산폐수의 경우에 있어서는 축분내의 높은 질소화합물의 농도로부터 발생하는 슬러지의 과다로 인해 슬러지의 계속되는 분해에 의한 질소화합물의 증가로 처리시설이 거대해져야하는 문제가 있으며, 처리시간도 장기화되는 문제가 있어 현실적으로 적용되기에는 한계가 있었다.

<10> 그 중에서도 생물학적 질소제거 과정은 먼저 호기성 상태에서 질산화균에 의해 유기성 및 암모니아성 질소를 산화하여 질산염으로 전환시킨다. 이를 다시 무산소 상태에서 질산염 형태의 결합산소를 용존 산소 대용으로 이용하여 유리질소로 환원시키는 미생물의 특성을 이용하여 하수에서 질소를 제거하며 이때에 전자공여체로서 유기물이 소요된다.

<11> 생물학적 질소제거공정은 기본적으로 질산화(nitrification)와 탈질(denutrification)이라는 두 과정을 필요로 하며, 현재까지 개발된 MLE, Bardenpho, A2/O, MUCT, DNR, HNR, P/L(Ⅰ, Ⅱ), DeN&P 등의 많은 생물학적 질소제거 공법들 역시 이러한 원칙에 준하여 설계, 운영되고 있다. 그러나 이러한 공정들은 다량의 산소요구로 인하여 에너지 소요량이 높으며, 질산화 미생물의 저 성장속도 특성으로 인해 비교적 큰 용량의 질산화조를 필요로 한다. 뿐만 아니라 효과적인 탈질반응을 위해 탄소원이 요구되는데, 특히 폐수내 유기물질이 충분치 못할 경우 메탄올과 같은 외부탄소원의 공급이 필요하게 되고, 이는 공정의 원활한 운전에 있어서 상당한 비용부담으로 남게 된다.

<12> 또한, 다량의 고형물을 함유한 축산폐수를 직접 생물학적 처리공정에 적용시킬 경우 다량의 고형물로 인한 처리시간의 장기화 및 에너지가 과다하게 소모될 뿐만 아니라 슬러지 발생량이 증가하고 최종적으로 처리수에 난분해성 유기물의 비율이 높아져 최종처리를 위한 약품의 사용으로 인하여 처리비용이 증가하는 문제점이 있다.

<13> 그리고, 축산분뇨에 함유된 고농도의 유기물이 분해되면서 막대한 양의 산화에너지가 발생되고, 운전방식에 따라 처리시스템의 온도 상승을 일으킨다. 즉, 미흡한 전처리 효과 및 운전불량으로 인한 유입수의 높은 유기물농도를 고려하지 않은 생물학적처리 공정의 적용으로 생물학적 분해과정에서 반응조의 운전온도가 약 50℃에 달하는 고온으로 운전됨에 따라 고온에서 생물상이 영양소제거능력이나 질산화 능력이 부족한 fungi 중심으로 변화됨으로서 침전불량 및 영양소처리효율의 저하와 같은 공정 전체의 운전이 악화되는 문제가 있다.

<14> 현재, 우리나라에서는 축산 원수를 수거하여 가압부상, 원심분리 등의 기계식 스크리닝을 거친 후에 저류조에 넣고 혼합 및 폭기시킴으로써, 축산폐수의 유기물부하를 조절하는 전처리공정을 수행하여 생물학적 처리 또는 고도처리시 공정온도 상승을 차단하였으나, 계절에 따른 축산폐수의 부하변동 또는 다양한 종류의 협잡물로 인하여 전처리 공정 설비의 잦은 고장을 유발함으로써 후속처리공정 및 처리수의 안정적인 유지가 어려운 상태로 운전되는 문제가 있으며, 기계설비를 사용함으로써 축산폐수의 처리비용을 상승시키는 문제가 있다.

<15> 한편, 등록특허공보 제 10-0472248 호는 계절의 온도변화에 상관없이 유기물과 질소의 처리효율을 우수하게 유지하면서도 에너지도 절약할 수 있는, 질소함유 고농도 폐수의 처리방법이 개시되어 있다.

<16> 상기 등록특허에서는 혐기성 소화조를 무산소/호기조로 운전되는 반응조의 전단에 두어 무산소/호기조 유입수의 COD 농도를 낮추어 미생물에 의한 발열반응을 효과적으로 낮추게 되었다. 따라서, 계절에 따른 대기 온도의 변화에 상관없이 우수한 유기물 제거 효율 및 질소 제거 효율을 갖는 것을 특징으로 한다.

<17> 그러나, 상기 등록특허에서는 탈질에 필요한 유기물질을 확보하기 위하여 질소함유 고농도 폐수의 원수를 상기 무산소/호기조로 운전되는 반응조에 바이패스(bypass) 시키게 되는데, 상기 폐수 내에 포함된 협잡물 또는 난분해성 유기물 또는 고농도의 질소가 상기 무산소/호기조로 그대로 유입됨에 따라 상기 반응조의 온도를 상승시킬 뿐만 아니라, 질소제거 공정을 원활히 수행하는데 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<18> 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 처리비용을 절감하면서도 계절에 따른 대기 온도 변화에도 공정온도가 일정하게 유지될 수 있어서 안정적으로 축산폐수를 처리할 뿐만 아니라, 질산성 질소의 생성을 억제하고, 아질산성 질소의 축적을 유도하여 산소 요구량을 감소시키고, 탈질 반응시 유기물 요구량을 감소시키며 탈질효율을 향상시킨 축산폐수의 처리방법 및 그 시스템을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

<19> 상기 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법은,

<20> 침전형 혐기반응조에 축산폐수를 유입하고 고형물질을 분리하여 상기 축산폐수 중의 유기물 부하를 감소시키는 단계; 상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수를 무산소조에 유입하여 탈질시키는 단계; 상기 탈질된 축산폐수를 호기조에서 동절기 기준 HRT 5~6일로 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 1 질산화시키고, 상기 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계; 상기 무산소조로 반송되지 않은 제 1 질산화된 축산폐수를 질산화미생물이 담체에 부착된 생물막 반응조에 유입하여 암모니아성 질소를 제 2 질산화시키는 단계; 및 상기 제 2 질산화된 축산폐수 중의 슬러지를 침전하고, 상징액을 외부로 방류하며 상기 침전된 슬러지의 일부를 상기 무산소조에 반송시키는 단계를 포함한다.

<21> 또한, 상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수의 탄질비는 5.5~7일 수 있다.

<22> 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 호기조의 용존산소량은 1~3mg/L인 것이 바람직하다.

<23> 또한, 상기 생물막 반응조에는 부유성 담체가 충전될 수 있다.

<24> 더불어, 상기 슬러지를 무산소조로 반송시키는 단계는, 상기 침전조에 유입되는 축산폐수의 유량에 대하여 0.5~1배율의 슬러지를 상기 무산소조로 반송시킬 수 있다.

<25> 아울러, 상기 무산소, 호기조 및 생물막 반응조는 25~45℃의 온도로 유지될 수 있다.

<26> 상기 해결하고자 하는 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 축산폐수 처리 시스템은,

<27> 축산폐수로부터 고형물질을 침전하고, 상기 침전된 고형물질을 외부로 배출하는 고형물질 배출부를 구비하는 침전형 혐기반응조; 상기 침전형 반응조로부터 유입된 축산폐수, 내부반송관으로부터 반송된 축산폐수 및 슬러지 반송관으로 반송된 슬러지를 탈질세균 및 유기물을 이용하여 탈질하는 무산소조; 상기 무산소조로부터 유입된 축산폐수의 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 암모니아 산화균 또는 아질산 산화균을 이용하여 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 1 질산화시키는 호기조; 상기 호기조의 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 상기 무산소조에 반송하는 내부반송관; 상기 무산소조에 반송되지 않은 축산폐수의 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 암모니아 산화균 또는 아질산 산화균이 부착된 담체를 이용하여 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 제 2 질산화시키는 생물막 반응조; 상기 제 2 질산화된 축산폐수에서 슬러지를 침전시키고, 상징액을 외부로 방류하는 침전조; 및 상기 침전된 슬러지의 일부를 상기 무산소조로 반송시키는 슬러지반송관;을 포함한다.

<28> 또한, 상기 침전형 혐기반응조의 내부에는 복수 개의 수직배플이 배치되되, 상기 상호 인접한 수직배플의 길이 방향의 일 단부는 상기 침전형 혐기반응조의 상부 또는 하부와 교대로 이격되어 형성될 수 있다.

효 과

<29> 본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법 및 그 시스템은 처리비용을 절감하면서도 계절에 따른 대기 온도 변화에도 공정온도가 일정하게 유지될 수 있어서 안정적으로 축산폐수를 처리할 뿐만 아니라, 질산성 질소의 생성을 억제하고, 아질산성 질소의 축적을 유도하여 산소 요구량을 감소시키고, 탈질 반응시 유기물 요구량을 감소시키며 탈질효율을 향상시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<30> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.

<31> 도 1은 본 발명에 따른 축산폐수 처리시스템(100)을 도시한 것이고, 도 2는 본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법을 나타내는 흐름도를 도시한 것이며, 도 3은 상기 도 1의 침전형 혐기반응조(110)의 내부를 도시한 것이다.

<32> 도 1, 도 2 및 도 3을 참조하면, 우선, 축산폐수의 유기물 부하를 감소시킨다(S210).

<33> 본 발명에서 축산폐수는 축산농가로부터 배출되는 가축분뇨를 스크래퍼로 고액분리시켜 분리된 액체부분을 의미하는 것이다. 그래서, 축산폐수에는 협잡물 또는 부유성 고형물 등의 불순물을 포함될 수 있다.

<34> 이러한 축산폐수의 유기물 부하를 감소시키는 단계는 침전 효율 및 혐기 분해 효율이 우수한 침전형 혐기반응조(110)에 축산폐수를 유입시켜 고형물질(111)을 침전 및 분리함으로써 수행된다.

<35> 상기 침전형 혐기반응조(110)에는 유입되는 축산폐수가 관형흐름을 하도록 복수 개의 수직배플(113)이 설치될

수 있다. 이는 축산폐수의 침전효율 및 혐기분해 효율을 증대시키기 위함이다. 이러한 침전형 혐기반응조(110)는 상기 축산폐수 중의 협잡물, 부유성 고형물 또는 혐기 소화 슬러지를 침전시켜 제거하는 역할을 하게 된다.

<36> 그리고, 상기 침전형 혐기반응조(110)에서는 자연 발생한 혐기성 미생물에 의하여 유기물을 메탄(CH_4)가스 또는 이산화탄소(CO_2) 가스 등으로 가수분해하게 된다.

<37> 따라서, 상기 침전형 혐기반응조(110)에 유입된 축산폐수는 유기물 부하가 감소하게 된다. 유기물 부하가 감소됨에 따라 탈질 공정에 적용되는 무산소조(120), 호기조(130) 및 생물막 반응조(140)의 유기물의 과도한 분해에 의한 온도 상승을 효과적으로 차단할 수 있게 된다.

<38> 그러므로, 본 발명에 따른 생물학적 질소 제거를 위해 구비된 무산소조(120), 호기조(130) 및 생물막 반응조(140)에 상기 침전형 혐기반응조(110)의 유출수를 유입시키게 되면, 상기 무산소조(120), 호기조(130) 및 생물막 반응조(140)의 온도는 대기 온도가 25~30℃로 높은 하계에도 약 40℃ 이하로 유지될 수 있게 된다. 또한, 대기 온도가 영하 10~0℃인 동계에는 약 25℃로 유지될 수 있게 된다. 상기 무산소조(120)의 온도가 상술한 바와 같이, 25~40℃로 유지됨에 따라 질산화 미생물의 활성을 최대로 하여 질소 제거 효율을 높일 수 있게 된다.

<39> 상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수는 탄질비(COD/N)가 저하되는데, 5.5~7.0의 탄질비를 갖도록 저하될 수 있다. 상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수의 탄질비가 5.5 미만일 경우, 탈질 공정에 소요되는 탄소원의 부족으로 외부탄소원을 도입하여 처리비용을 상승시키는 문제가 있고, 7.0을 초과할 경우, 탈질 공정에 사용되는 반응조의 온도 상승을 유발하게 되므로, 질산화 미생물의 활성을 낮추게 되어 탈질 효율 저하시킬 수 있는 문제가 있다.

<40> 결과적으로, 상기 침전형 혐기반응조(110)에서 처리가 완료된 축산폐수는 탄질비가 저하됨으로써, 후속 공정 시 유기물의 산화 분해에 소요되는 산소요구량을 줄일 수 있게 되므로 처리 비용을 절감할 수 있게 된다.

<41> 또한, 상기 침전형 혐기반응조(110)의 상부에는 상기 유입된 축산폐수 중의 불순물과 혐기 분해에 의해 발생되는 메탄(CH_4)가스에 의해 스컴층이 형성된다. 그러면, 상기 침전형 혐기반응조(110)는 상기 스컴층에 의하여 외부 공기와 차단됨으로써 혐기 조건이 지속적으로 유지된다. 따라서, 상기 침전형 혐기반응조(110)는 상부에 뚜껑을 설치하지 않아도 스컴층으로 인하여 혐기조의 역할을 할 수 있게 된다.

<42> 그리고, 상기 침전형 혐기반응조(110)에 유입된 축산폐수의 처리가 종료되어 유출되는 축산폐수에는 미생물이 섭취하기 용이한 용해성 유기물질(soluble fraction)이 생성됨으로써, 후속 생물학적 질소 제거 효율을 증대시킬 수 있게 된다.

<43> 다음으로, 상기 유기물 부하가 감소된 축산폐수를 탈질시킨다(S220).

<44> 축산폐수의 탈질은 무산소조(120)에서 이루어지는데, 상기 무산소조(120)에는 상기 침전형 혐기반응조(110)로부터 유입된 유기물 부하가 감소된 축산폐수 뿐만 아니라 호기조(130)로부터 반송된 축산폐수 및 침전조(150)로부터 반송된 슬러지가 유입된다.

<45> 상기 침전형 혐기반응조(110)로부터 유입된 축산폐수 및 상기 호기조(130)로부터 반송된 축산폐수에 포함된 질산성 질소 또는 아질산성 질소를 질소 기체로 환원시켜 대기로 방출시킴으로써 축산폐수의 탈질이 이루어지게 된다.

<46> 이때, 상기 축산폐수의 탈질은 무산소 조건하에서 활성이 뛰어난 탈질 세균 및 전자공여체인 탄소를 이용하여 이루어진다.

<47> 본 발명에 따르면, 별도의 탄소원의 주입없이 상기 무산소조(120)에 유입된 축산폐수 자체에서 공급되는 탄소원을 이용하여 축산폐수의 탈질이 이루어지게 된다.

<48> 상기 탈질공정에 소비되는 탄소원은 상기 침전형 혐기반응조(110)로부터 유입된 탄질비가 저하된 축산폐수, 호기조(130)로부터 유입된 제 1 질산화된 축산폐수 및 침전조(150)로부터 침전되어 반송된 슬러지 내의 유기물로부터 충분히 공급된다. 따라서, 메탄올과 같은 외부 탄소원의 공급을 필요로 하지 않기 때문에 처리 비용을 절감시킬 수 있게 된다.

<49> 다음으로, 상기 탈질된 축산폐수를 제 1 질산화시킨다(S230).

<50> 본 발명은 신속한 질산화 및 탈질 반응을 위하여, 질산성 질소의 생성을 억제하고, 아질산성 질소의 축적을 유도하여 산소 요구량을 감소시키고, 탈질 반응시 유기물 요구량을 감소시킬 수 있게 된다. 상기 호기조(130)에서

의 축산폐수의 체류시간을 조절하여 아질산성 질소의 축적을 유도할 수 있다.

<51> 본 발명에서 이처럼, 상기 아질산성 질소의 축적을 유도하는 방법은 호기조(130)에서의 수리학적 체류시간(Hydraulic Retention Time; HRT, 이하, HRT라 함.)을 동절기를 기준으로 5~6일로 짧게 조절함으로써 아질산성 질소가 질산성 질소로 산화되는 양을 최소화하도록 한다. 동절기를 기준으로, 상기 HRT가 5일 미만인 때에는 아질산화과정이 제대로 진행되지 않을 염려가 있고, 6일을 초과하는 때에는 아질산의 질산화과정이 많이 진행될 우려가 있다.

<52> 상세하게는, 일반적인 질소제거과정은 NH_4-N→NO_2-N→NO_3-N의 다량의 산소가 필요한 질산화 과정과 NO_3-N→N_2O-N→N_2의 유기물을 필요로 하는 탈질과정으로 진행되는데, 본 발명에서는 상술한 바와 같이 HRT를 조절하는 것에 의해 NO_2-N이 NO_3-N으로 전환되는 것을 억제하게 되고, 결과적으로 NH_4-N→NO_2-N의 부분질산화 과정과 NO_2-N→N_2O-N→N_2의 유기물을 필요로 하는 탈질과정으로 진행되기 때문에 산소요구량과 탈질에 소요되는 유기물 요구량이 감소할 수 있다.

<53> 따라서, 아질산성 질소로부터 탈질되는 경우에는 아질산성 질소로부터 질산성 질소로 전환되는 과정이 생략되기 때문에 동일한 양의 질산성 질소로부터 탈질되는 경우에 비해 소요되는 탄소원의 양이 약 40% 정도 감소되고 산소의 양도 약 25% 감소될 수 있기 때문에 축산폐수를 안정적이고 경제적으로 처리하는데 기여할 수 있다.

<54> 한편, 본 발명에서는 아질산성 질소의 축적을 위하여 HRT를 조절하는 것 이외에 또는 이에 더하여, 상기 호기조(130)의 용존산소량을 1~3mg/L으로 조절할 수도 있는데, 이와 같은 용존산소량의 조절은 폭기를 이용할 수 있다. 상기 용존산소량을 1~3mg/L으로 조절하는 것에 의해 질산화 세균의 활동을 억제함으로써 산화반응을 아질산화 반응단계에서 종료되도록 하여 아질산성 질소의 축적을 유도할 수 있는 것이다.

<55> 다음으로, 상기 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 무산소조(120)로 반송시킨다(S240).

<56> 상기 호기조(130)에서 제 1 질산화된 축산폐수의 일부를 무산소조(120)로 반송시킴으로써, 호기조(130)에서 전환된 질산성 질소 또는 아질산성 질소를 무산소 조건 하에서 무산소조(120)에 유입된 축산폐수 내의 유기물을 이용하여 탈질시키게 된다.

<57> 상기 유기물은 상술한 바와 같이 상기 침전형 혐기반응조(110)로부터 유입된 유기물 부하가 감소된 축산폐수, 상기 호기조(130)로부터 유입된 제 1 질산화된 축산폐수 또는 침전조(150)에 침전되어 반송시키게 되는 반송 슬러지에서 공급된다.

<58> 상기 호기조(130)로부터 상기 무산소조(120)로 반송되는 내부반송율은 운전 가능한 범위 내에서 탈질 효율을 높이기 위하여 조절될 수 있다.

<59> 본 발명에서는 축산폐수를 제 2 질산화시키기 전에 제 1 질산화된 축산폐수를 무산소조(120)로 반송시키는 것을 특징으로 한다. 만약, 상기 생물막 반응조(140)에서 제 2 질산화된 축산폐수를 무산소조(140)로 반송시키게 되면, 증가된 유량에 의해서 생물막 반응조(140)에서의 체류시간이 너무 짧아져 NH_4 농도 및 유기물(COD) 농도의 저감 효과를 얻기 어려운 문제가 있다.

<60> 또한, 상기 호기조(130)에서 유기물이 제거된 축산폐수가 생물막 반응조(140)에서 추가로 유기물이 제거되므로, 생물막 반응조(140)에서 제 2 질산화된 축산폐수를 무산소조(120)로 반송시키게 되면, 무산소조(120)에는 부족한 탄소원 때문에 탈질 효율이 낮아지기 때문에 바람직하지 않다.

<61> 다음으로, 상기 무산소조(120)로 반송되지 않은 축산폐수를 제 2 질산화시킨다(S250).

<62> 상기 무산소조(120)로 반송되지 않은 제 1 질산화된 축산폐수는 생물막 반응조(140)에 유입되어 제 2 질산화된다.

<63> 상기 생물막 반응조(140)에서는 상기 무산소조(120) 및 호기조(130)에서 처리된 축산폐수의 잉여 유기물 또는 잉여 암모니아성 질소를 추가로 제거하게 된다.

<64> 즉, 상기 호기조(130)를 거친 축산폐수 중에 미처리된 유기물을 추가적으로 산화제거시키고, 미처리된 암모니아성 질소를 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 추가적으로 전환시킨다.

<65> 이러한 상기 생물막 반응조(140)는 담체로 충전되어 있다.

<66> 담체를 충전함으로써, 상기 담체에 미생물이 고농도로 유지될 수 있는데, 특히, 질산화 미생물이 고농도로 유지

될 수 있기 때문에 축산폐수에 직접 접촉하는 미생물 양이 매우 높고, 생물학적 처리가 매우 빠르기 때문에 수리학적 체류시간(Hydraulic Retention Time; HRT)이 짧아 저비용의 작은 규모의 처리 시설로도 운전이 가능하며, 담체의 공극들 사이에 산소막이 형성되어 산소결핍에 따른 위험 발생의 우려가 없으며, 슬러지 발생량을 줄일 수 있게 된다.

<67> 또한, 담체에 형성된 생물막 내에는 암모니아성 질소를 아질산성 질소로 전환시키는 암모니아 산화균과 아질산성 질소를 질산성 질소로 전환시키는 아질산 산화균이 혼재되어 있지만 생물막 반응조(140) 내의 용존산소는 생물막 표면에서 거의 소모된다. 따라서, 주로 생물막 안쪽에 존재하는 아질산 산화균은 용존산소의 부족으로 인하여 활동도가 현저히 감소하기 때문에 생물막 반응조(140) 내의 축산폐수는 아질산성 질소가 축적되도록 유도할 수 있다. 아질산성 질소가 축적되면, 상술한 바와 같이 신속한 탈질을 구현할 수 있다.

<68> 상기 담체는 미생물이 부착할 수 있는 매체로서, 통상적으로 사용되는 담체이면 부유성 담체이든 유동성 담체이든 제한없이 사용할 수 있다. 바람직하게는, 질산화 미생물이 쉽게 부착될 수 있고, 설비의 증설이 없어도 질산화 처리효율이 우수한 부유성 담체를 사용한다.

<69> 부유성 담체로는 흡착제와 비중조절제가 담지된 폴리우레탄 폼 담체, 폴리비닐알콜(PVA) 담체, 폴리에틸렌(Polyethylene) 담체, 폴리스티렌(Polystyrene) 담체, 폴리프로필렌 담체, 고밀도 폴리에틸렌 담체 등을 사용할 수 있고, 폴리우레탄 폼 담체를 사용하는 것이 바람직하다.

<70> 상기 부유성 담체의 부피는 상기 생물막 반응조의 부피를 기준으로 하여 10~30부피 %를 차지하도록 투입량을 조절하게 된다. 상기 부유성 담체의 부피가 생물막 반응조에 대하여 10 부피% 미만일 경우, 상기 담체에 부착된 세균의 양이 적어 아질산화율 또는 질산화율이 불량하며, 30 부피%를 초과할 경우, 생물막 반응조(140)가 혐기화되어 상기 담체에 부착된 미생물의 탈리 현상이 발생하는 문제가 있어 바람직하지 않다.

<71> 그리고, 상기 생물막 반응조에서 제 2 질산화된 처리수는 액비로 활용할 수 있다. 상기 제 2 질산화된 축산폐수는 처리 공정 중 발생하는 미생물을 포함할 수 있고, 상기 제 2 질산화된 축산폐수 중의 유기물은 대부분 분해되어 있기 때문에 토양에 시비하였을 때, 작물의 생육에 필요한 산소의 공급을 원활히 할 수 있어, 작물의 생육을 촉진하는 발아촉진제의 역할을 할 수 있기 때문이다.

<72> 이러한 액비로 활용할 수 있는 상기 제 2 질산화된 처리수는 C 및 N을 포함하되, 시비되는 토양의 지온을 적절히 상승시키면서도 작물의 생육에 필요한 산소의 공급을 원활히 할 수 있도록, C 100 중량부를 기준으로 하여 N은 20~30 중량부를 포함하는 것이 바람직하나, 본 발명이 이에 의해 한정되는 것은 아니다.

<73> 본 발명에 따르면, 상기 제 2 질산화하는 단계는 완전한 아질산화를 유도하기 위하여, 상기 생물막 반응조(140)에는 1~3mg/L의 용존 산소를 유지하고, 1~2일의 체류시간으로 유입된 축산폐수를 체류시키는 것이 바람직하다.

<74> 상기 호기조(130) 또는 생물막 반응조(140)의 용존 산소량은 폭기시켜 조절될 수 있다.

<75> 다음으로, 상기 제 2 질산화된 축산폐수의 슬러지를 침전시킨다(S260).

<76> 상기 제 2 질산화된 축산폐수를 침전조(150)에 유입하고, 상기 유입된 제 2 질산화된 축산폐수에서 슬러지를 침전시키고, 슬러지가 침전된 침전조(150)의 상징액을 처리가 완료된 방류수로서 외부로 방류하게 된다.

<77> 상기 침전조(150)는 용존산소가 0에 가깝도록 혐기성 상태로 만들어 혐기성 분해에 의한 탈질화 반응을 수행하게 된다. 이때, 탈질 반응에 관여하는 탄소원은 상기 침전된 슬러지로부터 공급된다.

<78> 따라서, 상기 침전조(150)의 상징액은 방류수 기준을 충족하는 유기물 및 질소 농도를 가지게 됨으로써, 외부로 방류할 수 있게 된다.

<79> 다음으로, 상기 침전된 슬러지를 무산소조(120)로 반송시킨다(S270).

<80> 상기 침전조(150)에 침전된 슬러지는 탈질 반응에 필요한 탄소원을 추가로 공급하고, 미생물을 공급하여 탈질 효율을 증대시킬 수 있도록 탈질화반응을 수행하는 무산소조(120)로 반송시키게 된다.

<81> 상기 침전된 슬러지는 상기 침전조(150) 내에 유입되는 축산폐수의 유입유량에 대하여 0.5~1배율의 슬러지 반송율로 상기 무산소조(120)에 반송될 수 있다. 상기 슬러지 반송율이 0.5배율 미만일 경우, 탈질에 필요한 탄소원이 부족하게 되어 탈질 효율이 낮아지는 문제가 있고, 1배율을 초과할 경우, 에너지 소모가 많은 문제가 있다.

<82> 한편, 본 발명은 상기 축산폐수의 처리방법을 수행할 수 있는 축산폐수 처리시스템(100)을 제공한다.

<83> 도 1은 본 발명에 따른 축산폐수 처리시스템(100)을 도시한 것이고, 도 2는 본 발명에 따른 침전형 혐기반응조(110)의 내부를 도시한 것이다.

<84> 도 1 및 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 축산폐수 처리시스템(100)은 침전형 혐기반응조(110), 무산소조(120), 호기조(130), 생물막 반응조(140) 및 침전조(150)를 포함한다.

<85> 침전형 혐기반응조(110)는 도 3에 도시한 바와 같이, 축산폐수로부터 침전된 고형물질(111)을 수집하도록 상기 침전형 혐기반응조(110)의 하부는 폭이 좁아지도록 형성되어 있고, 상기 침전된 고형물질(111)을 외부로 배출할 수 있도록 상기 침전형 혐기반응조(110)의 최하단에 고형물질 배출부(112)가 형성되어 있다.

<86> 또한, 상기 침전형 혐기반응조(110)에는 복수 개의 수직배플(113)이 형성된다.

<87> 상세하게는, 도 2에 도시된 바와 같이 상기 침전형 혐기반응조(110)의 내부에는 상기 침전형 혐기반응조(110)의 측부와 평행하게 복수 개의 수직배플(113)이 배치되고, 상기 복수 개의 수직배플(113)은 길이방향의 일 단부가 상기 침전형 혐기반응조(110)의 상부 또는 하부와 이격되어 형성되되, 상호 인접한 수직배플(113)의 길이방향의 일단부는 상기 침전형 혐기반응조의 상부 또는 하부와 교대로 이격되어 형성된다. 그리고, 상기 침전형 혐기반응조(110)의 하부와 이격된 수직배플에 대응되는 침전형 혐기반응조(110)의 하부에는 상술한 바와 같은 고형물질 배출부(112)가 형성된다. 이는 상기 침전형 혐기반응조(110)에 유입된 축산폐수가 도 2에 도시된 화살표를 따라 사행형상을 이루며 흐를 수 있게 됨에 따라, 고형물질(111)의 침전효율 및 축산폐수 중의 유기물질의 혐기분해 효율을 증대시키기 위함이다.

<88> 상기 침전형 혐기반응조(110)에서는 후속 탈질 공정 시 공정온도 상승을 차단시켜 질산화 세균 또는 탈질 세균의 활성을 증대시키기 위하여 축산폐수의 유기물 부하를 감소시키게 된다.

<89> 무산소조(120)는 상기 침전형 혐기반응조(110)의 상부 후단에 이송관으로 연결설치되어 상기 침전형 혐기반응조(110)에서 처리된 축산폐수가 유입된다. 또한, 상기 무산소조(120)에는 내부반송관(160) 및 슬러지 반송관(170)이 연결되어 있어 호기조(130)에서 처리된 축산폐수의 일부가 내부반송관(160)을 통하여 유입되고, 침전조(150)에서 침전된 슬러지의 일부가 슬러지 반송관(170)을 통하여 유입된다.

<90> 상기 무산소조(120)는 상기 침전형 반응조로부터 유입된 축산폐수, 내부반송관(160)으로부터 반송된 축산폐수 및 슬러지 반송관(170)으로부터 반송된 슬러지를 탈질시키게 된다. 이때, 탈질 공정 시 탄소원을 공급하는 유기물 또한 소비되므로 유기물이 제거된다.

<91> 호기조(130)는 상기 무산소조(120)의 후단에 이송관으로 연결설치되고, 상기 무산소조(120)로부터 탈질된 축산폐수가 유입된다.

<92> 상기 호기조(130)에는 용존 산소가 공급되고, 암모니아성 산화균 또는 아질산 산화균이 증식되며, 상기 암모니아성 산화균 또는 아질산 산화균을 이용하여 상기 무산소조(120)로부터 유입된 축산폐수 내의 유기 질소 또는 암모니아성 질소를 아질산성 질소 또는 질산성 질소로 질산화시키게 된다.

<93> 그리고, 상기 호기조(130)에서 질산화된 축산폐수의 일부가 무산소조(120)로 반송되도록 상기 호기조(130)의 후단으로부터 상기 무산소조(120)의 전단까지 내부반송관(160)이 연결설치된다. 따라서, 상기 내부반송관(160)으로부터 무산소조(120)에 유입된 제 1 질산화된 축산폐수 내의 아질산성 질소 또는 질산성 질소는 N_2 기체로 환원되어 탈질된다.

<94> 상기 생물막 반응조(140)는 상기 호기조(130)에서 상기 무산소조(120)에 반송되지 않은 축산폐수를 유입하도록 상기 호기조(130)의 후단에 연결설치된다. 상기 생물막 반응조(140)에는 담체가 충전될 수 있다. 상기 담체는 상술한 바와 같아 생략하기로 한다.

<95> 상기 침전조(150)는 상기 생물막반응조에서 제 2 질산화된 축산폐수가 유입되도록 상기 생물막 반응조(140)의 후단에 연결설치된다.

<96> 상기 침전조(150)에서는 슬러지가 침전되고, 상징액은 외부로 방류된다.

<97> 상기 침전조(150)에는 상기 침전된 슬러지를 미리 설정된 비율로 상기 무산소조(120)로 반송하도록 상기 침전조(150)의 하부로부터 상기 무산소조(120)의 전단까지 슬러지 반송관(170)이 연결설치된다.

<98> 상기 축산폐수의 유출, 유입 또는 반송의 이송은 펌프와 같은 이송수단에 의해 수행될 수 있다.

<99> 이하, 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세히 설명하지만, 본 발명이 이에 의해 제한되는 것은 아니다.

<100> 실시예 1

<101> 대기온도 30 ℃인 하계에, 침전형 혐기반응조, 무산소조, 호기조, 생물막 반응조 및 침전조가 순차적으로 연결되고, 상기 호기조의 후단으로부터 상기 무산소조의 전단으로 연결된 내부반송관 및 상기 침전조의 하단으로부터 상기 무산소조의 전단으로 연결된 슬러지반송관으로 이루어진 파일롯 플랜트(Pilot Plant)를 이용하여 축산폐수를 처리하였다. 상기 침전형 혐기반응조의 내부에는 상기 침전형 혐기반응조의 상부 또는 하부와 이격된 수직배플이 형성되어 있다.

<102> 먼저, 축산농가로부터 배출되는 가축분뇨를 스크래퍼로 고액분리시켜 분리된 액체부분인 축산폐수를 $1m^3$/day의 유량속도로 침전형 혐기반응조에 유입시켜 10일 동안 체류시킨 다음, 상기 침전형 혐기반응조의 상징액을 무산소조에 유입시켜 5일 동안 체류시킨 후, 호기조에 유입시켜 5일 동안 체류시켰다. 상기 호기조에서 제 1 질산화된 축산폐수는 내부반송관을 통하여 유입유량에 대하여 20배율의 내부반송율로 상기 무산소조에 내부반송시키고, 상기 무산소조로 내부반송되지 않은 제 1 질산화된 축산폐수를 그물망 형상의 폴리프로필렌 폼 담체가 충진된 생물막 반응조에 유입시켜 1일 동안 체류시킨 후, 침전조로 유입시켜 2일 동안 체류시킨 다음 침전된 슬러지를 배출시키고, 상기 침전조의 상징액을 외부로 방류하였다. 이때, 상기 침전형 혐기반응조, 무산소조 및 호기조의 부피는 $100m^3$이고, 상기 생물막 반응조의 부피는 $20m^3$이며, 상기 파일롯 플랜트 내의 반응조 온도는 공정 동안 25℃로 유지되었다.

<103> 상기 침전조에 유입된 축산폐수를 2일 동안 체류시킨 다음 침전된 슬러지 중 축산폐수의 유입유량에 대하여 0.5 배율의 슬러지반송율로 상기 무산소조에 유입시켰다.

<104> 실시예 2

<105> 대기온도 영하 5℃인 동계에 축산폐수를 처리하고, 상기 파일롯 플랜트 내의 반응조 온도는 공정 동안 25℃로 유지된 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 축산폐수를 처리하였다.

<106> 비교예 1

<107> 대기온도 30℃인 하계에, 무산소조, 호기조 및 침전조가 순차적으로 연결되고, 상기 호기조의 후단으로부터 상기 무산소조의 전단으로 연결된 내부반송관 및 상기 침전조의 하단으로부터 상기 무산소조의 전단으로 연결된 슬러지반송관으로 이루어진 파일롯 플랜트(Pilot Plant)를 이용하여 축산폐수를 처리하였다.

<108> 먼저, 축산농가로부터 배출되는 가축분뇨를 무산소조에 직접 유입시켜 10일 동안 체류시킨 후, 호기조에 유입시켜 10일 동안 체류시켰다. 상기 호기조에서 질산화된 축산폐수는 내부반송관을 통하여 유입유량에 대하여 20배율의 내부반송율로 상기 무산소조에 내부반송시키고, 상기 무산소조로 내부반송되지 않은 질산화된 축산폐수를 침전조로 유입시켜 2일 동안 체류시킨 다음 침전된 슬러지를 배출시키고, 상기 침전조의 상징액을 외부로 방류하였다. 이때, 상기 무산소조 및 호기조의 부피는 $100m^3$이고, 상기 파일롯 플랜트 내의 반응조 온도는 공정 동안 40℃ 이상이었다.

<109> 비교예 2

<110> 대기온도 영하 5℃인 동계에 축산폐수를 처리하고, 상기 파일롯 플랜트 내의 반응조 온도는 공정 동안 25℃ 이상이었던 것을 제외하고는 상기 비교예 1과 동일한 방법으로 축산폐수를 처리하였다.

<111> 평가예 1

<112> 상기 실시예 1 및 실시예 2 및 상기 비교예 1 및 비교예 2에 따른 각각의 반응조에서 처리된 후의 CODcr, BOD, T-N(NH_4N+NOxN) 및 ss의 농도(mg/L)를 하기 표 1에 나타내었다. 상기 CODcr는 중크롬산 칼륨에 의한 화학적 산소 요구량을 측정한 것이고, BOD는 생물학적 산소요구량, T-N은 암모니아성 질소, 아질산성 질소 및 질산성 질소의 농도, SS는 부유물질의 농도를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 방류수 기준은 지역에 따라 다르게 측정되므로, 본 평가예에서는 CODcr 200~1,600 mg/L, NH_4N 20~40 mg/L, TP 0.5~110 mg/L, SS 5~140 mg/L을 방류수 기준 농도로 평가하였다.

표 1

		유입수	침전형 혐기반응조	생물막 반응조
실시예 1	CODcr	18,500	10,000	1,000
	BOD	10,280	5,000	28
	T-N(NH_4N+ NOxN)	2,430	1,700	130(30+ 100)
	TP	300	150	60
	SS	15,500	2,000	172
실시예 2	CODcr	32,000	20,000	1,200
	BOD	16,740	12,000	42
	T-N(NH_4N+ NOxN)	4,860	3,200	140(40+ 100)
	TP	650	250	67
	SS	16,000	4,000	178

<113>

표 2

		유입수	침전형 혐기반응조	호기조
비교예 1	CODcr	18,500	10,000	1,265
	BOD	10,280	5,000	92
	T-N(NH_4N+ NOxN)	2,430	1,700	271(135+ 136)
	TP	300	150	56
	SS	15,500	2,000	180
비교예 2	CODcr	32,000	20,000	1,600
	BOD	16,740	12,000	88
	T-N(NH_4N+ NOxN)	4,860	3,200	292(145+ 147)
	TP	650	250	80
	SS	16,000	4,000	320

<114>

<115> 표 1 및 표 2를 참조하면, 본 발명에 따른 상기 실시예 1 및 실시예 2에 따라 처리된 축산폐수는 30℃의 하계에도 탈질 공정을 위하여 구비된 상기 무산소조, 호기조, 생물막 반응조로 이루어진 생물반응조의 온도가 35℃를 초과하지 않고 안정적으로 암모니아성 질소 농도가 방류수 기준 수질을 갖도록 처리되어 탈질 효율이 우수한 것을 확인할 수 있다. 이는 상기 침전형 혐기반응조에서 처리된 축산폐수는 실시예 1에서는 5.89, 실시예 2에서는 6.25의 탄질비(COD/N)를 가지도록 유기물 부하가 감소됨에 따라 상기 탈질 공정에 적용되는 반응조의 온도 상승을 억제하여 질산화 미생물의 활성을 저해하지 않으며, 아질산성 질소를 축적시키는 것에 의하여 탈질의 효율을 향상시키는 한편, 비용을 증가시키는 외부 탄소원의 공급없이도 탈질효율이 우수하다. 이에 반하여 비교예 1의 경우에는 파일롯 플랜트 내의 반응조 온도는 공정 동안 40℃ 이상이었기 때문에 질산화효율 및 탈질효율이 떨어짐에 따라 폐수처리 효율이 낮아짐을 확인할 수 있다.

<116> 또한, 상기 비교예 1 및 비교예 2에 따라 처리된 축산폐수의 NH_4N의 농도가 방류수 기준 수질의 농도보다 높은 것에 반하여, 탈질 공정을 위하여 무산소조 및 호기조 뿐만 아니라, 생물막 반응조를 호기조 후단에 설치하고, 아질산성 질소가 축적되도록 하여 탈질효율을 증가시키는 한편, 생물막 반응조 이전에 내부반송시키는 상기 실시예 1 및 실시예 2에 따라 처리된 축산폐수는 상기 비교예 1 및 비교예 2에 따라 처리된 축산폐수에 비해 NH_4N의 농도 뿐만 아니라 CODcr 및 BOD의 농도 저감 효과가 현저한 것을 확인할 수 있고, 방류수 기준 수질에 적합하게 처리된 것을 확인할 수 있다.

<117> 따라서, 본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법 및 그 시스템은 저비용으로 계절에 따른 대기 온도 변화에도 축산

폐수 중의 BOD 및 SS 농도의 저감 뿐만 아니라, COD 및 NH_4N의 농도 저감 효과가 더욱 우수하므로 주로 BOD와 SS 만을 제거하는 소규모 축산폐수 처리시설 뿐만 아니라 고농도 유기 질소를 포함하는 폐수의 처리 공정에도 적용할 수 있음을 알 수 있다.

<118> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<119> 도 1은 본 발명에 따른 축산폐수 처리시스템이다.

<120> 도 2는 본 발명에 따른 축산폐수의 처리방법을 나타내는 흐름도이다.

<121> 도 3은 도 1의 침전형 혐기반응조의 내부를 도시한 것이다.

<122> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<123> 100 : 축산폐수 처리시스템 110 : 침전형 혐기반응조

<124> 111 : 고형물질 112 : 고형물질 배출부

<125> 113 : 수직배플 120 : 무산소조

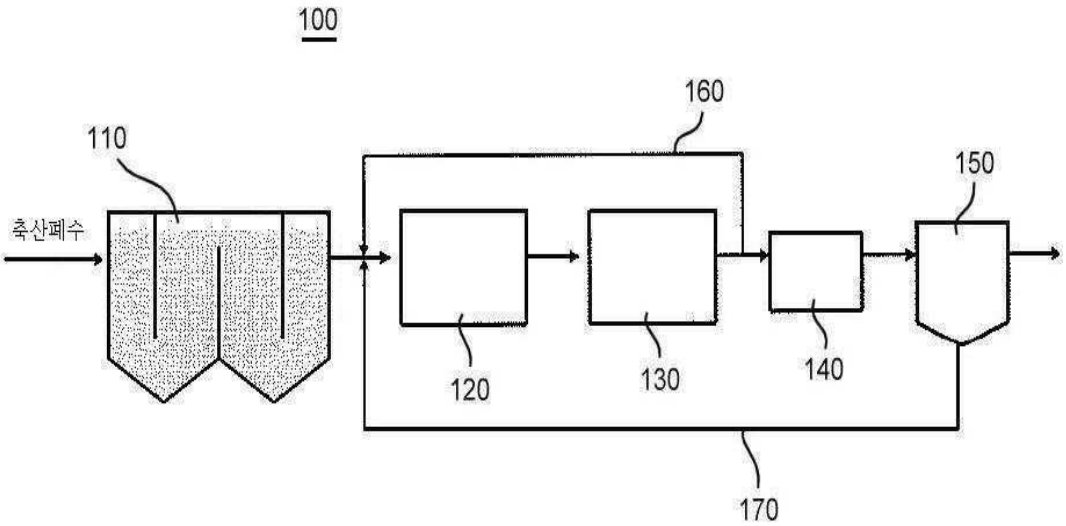
<126> 130 : 호기조 140 : 생물막 반응조

<127> 150 : 침전조 160 : 내부반송관

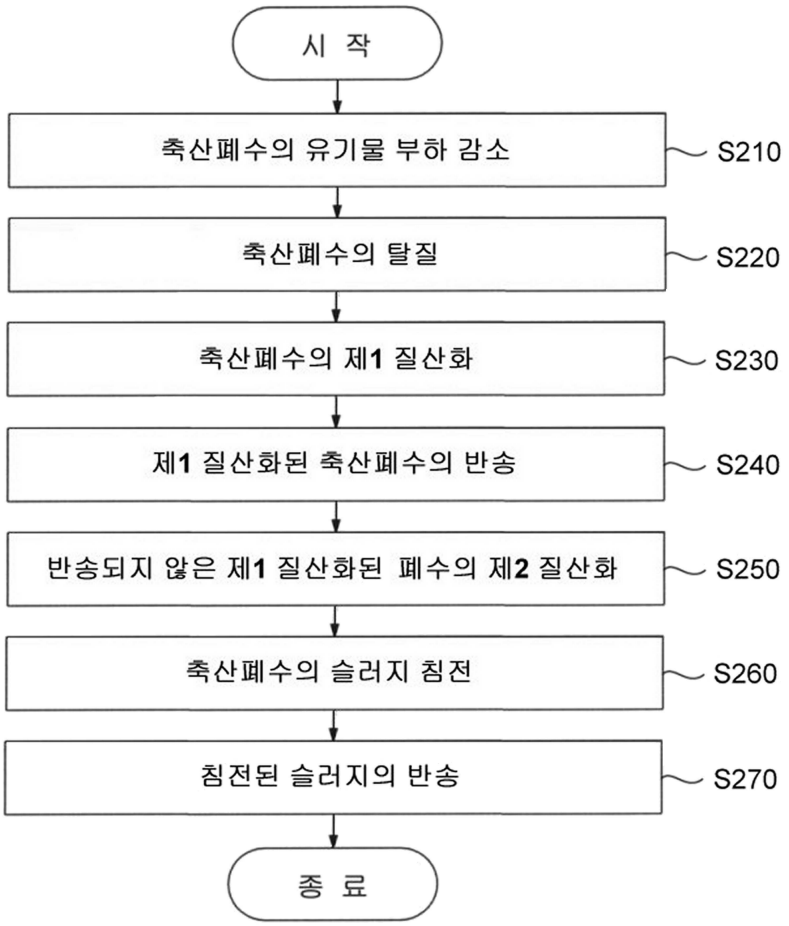
<128> 170 : 슬러지 반송관

도면

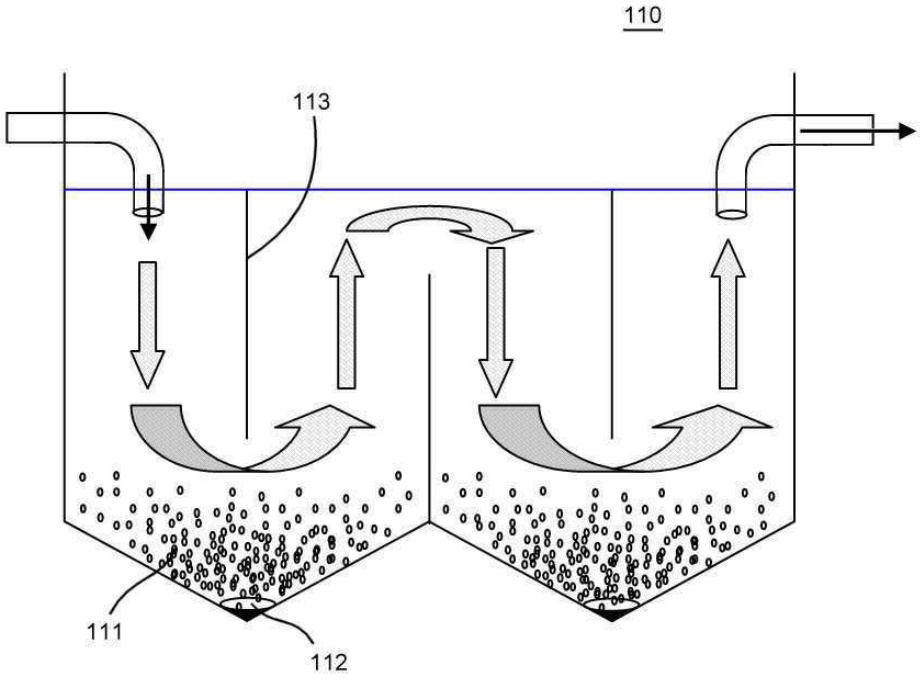
도면1



도면2


시 작
축산폐수의 유기물 부하 감소
S210
축산폐수의 탈질
S220
축산폐수의 제1 질산화
S230
제1 질산화된 축산폐수의 반송
S240
반송되지 않은 제1 질산화된 폐수의 제2 질산화
S250
축산폐수의 슬러지 침전
S260
침전된 슬러지의 반송
S270
종 료

도면3


110
113
111
112