



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

C05F 3/06 (2006.01)*F26B 3/08* (2006.01)

(11) 공개번호

10-2007-0063502

(43) 공개일자

2007년06월19일

(21) 출원번호 10-2007-7003830

(22) 출원일자 2007년02월16일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년02월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/025466

(87) 국제공개번호 WO 2006/020253

국제출원일자 2005년07월18일

국제공개일자 2006년02월23일

(30) 우선권주장 60/894,645 2004년07월19일 미국(US)

(71) 출원인 어스리뉴 아이피 홀딩스 엘엘씨
캐나다 티2에이치 1와이6 앨버타주 캘거리 에스.더블유. 세컨드 스트리트 101-5740

(72) 발명자 카린 크리스티안
 캐나다 티0엘 1더블유0 앨버타주 프리디스 피.오. 박스 39
 고벨 브라이언 엔.
 캐나다 티0엘 1더블유0 앨버타주 프리디스 피.오. 박스 39크리스티안 카
 린 내
 폐드켄호이어, 알빈 더블유.
 캐나다 티2엘 1티2 앨버타주 캘거리 엔.더블유. 베어스포드라이브 3208
 조나슨, 존 에스.
 캐나다 에스0이 1티0 사스캐처원주 티스데일 1208-102엔디스트리트
 스타로서드 알렉산더
 캐나다 티2더블유 3엘4 앨버타주 캘거리 에스.더블유. 우드베일베이
 215

(74) 대리인 안국찬
장수길

전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 원료 건조 비료 장치 및 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 분뇨를 유기 농법 작업에 대한 입력으로서 유용한 신규한 비료 및/또는 토양 조성 제품으로 변환시키는 시스템 및 방법을 개시한다. 설비 시스템은 가스 터빈 발전기 유닛(바람직한 열원), 건조 용기, 및 처리 유닛을 포함하며, 가스 터빈과 건조 용기 사이의 연결부는 거의 모든 가스 터빈 배기를 건조 용기로 향하게 하고 건조 용기 내로의 공기 유입을 거의 배제시킨다. 건조 용기는 분뇨를 수용하여 이를 터빈 배기 가스와 접촉시켜 분뇨를 건조 물질로 변환하며, 이 건조 물질은

처리 유닛으로 이동하여 그곳에서 입자, 펠릿 또는 기타 바람직한 형태의 최종 건조 비료 제품으로 형성된다. 방법은 유기 농법 및 기타 용도의 신규한 자기 결합 비료 및 토양 조성 형태 제품을 형성하기 위해 분뇨를 건조, 가열 및 변환하는 단계를 포함한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

분뇨 원료로 비료 제품을 제조하는 방법이며,

전기 및 배기 가스를 생성하기 위해 가스 터빈 발전기를 작동시키는 단계와,

수분 함량이 약 20중량% 미만인 건조된 비료 재료를 분뇨 원료의 상당한 산화 없이 생성하기에 충분한 접촉 시간 동안 상기 배기 가스를 건조 용기 내에서 수분 함량이 약 30중량% 이상인 분뇨 원료와 접촉시키는 단계와,

상기 비료 재료를 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 비료 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구 형태의 비료 제품으로 처리하고 형성하는 단계를 포함하는 비료 제품 제조 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 분뇨 원료는 약 50중량% 이상의 수분 함량을 포함하는 비료 제품 제조 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 비료 재료는 약 15중량% 미만의 수분 함량을 포함하는 비료 제품 제조 방법.

청구항 4.

분뇨 원료를 처리하기 위한 장치이며,

가스 터빈과,

상기 가스 터빈으로부터 연결부를 통해서 배기 가스를 수용하도록 구성되고 분뇨 원료를 수용하도록 구성되는 건조 용기를 포함하고,

상기 가스 터빈과 건조 용기 사이의 연결부는 건조 용기 내로의 공기 도입을 실질적으로 배제하도록 구성되는 분뇨 원료 처리 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 터빈과 건조 용기 사이의 연결부는 추가로 가스 터빈 배기의 본질적으로 100%를 건조 용기 내로 향하게 하도록 구성되는 분뇨 원료 처리 장치.

청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 건조 용기는 비료 재료 또는 토양 조성 재료를 제조하기 위해 배기 가스와 분뇨 원료를 직접 접촉시킴으로써 분뇨 원료를 건조하거나 또는 열처리하도록 구성되는 분뇨 원료 처리 장치.

청구항 7.

제4항에 있어서, 상기 건조 용기로부터 재료를 수용하여 이를 입자, 펠릿 또는 소구 형태로 형성하도록 구성되는 처리 유닛을 추가로 포함하는 분뇨 원료 처리 장치.

청구항 8.

비료 재료 또는 토양 조성 재료이며,

작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구로 형성하기에 적합한 자기-결합 분뇨 재료를 제공하기 위해 충분한 온도에서 상당한 산화없이 또한 충분한 기간 동안 열처리되는 분뇨 원료를 포함하는 비료 재료 또는 토양 조성 재료.

청구항 9.

제8항에 있어서, 약 15중량% 미만의 수분을 포함하는 비료 재료 또는 토양 조성 재료.

청구항 10.

제9항에 있어서, 입자, 펠릿 또는 소구로 형성되는 비료 재료 또는 토양 조성 재료.

청구항 11.

비료 제품 또는 토양 조성 제품을 제조하기 위해 분뇨 원료를 처리하는 휴대용 시스템이며,

비료 또는 토양 조성 재료를 제조하기 위해 분뇨 원료를 건조하도록 구성되는 적어도 하나의 휴대용 건조 유닛과,

상기 건조 유닛으로부터의 비료 또는 토양 조성 재료를 작물 재배 작업에서의 토양에 대한 전통적인 살포에 적합한 형태를 갖는 비료 제품 또는 토양 조성 제품으로 변환하도록 구성되는 적어도 하나의 휴대용 처리 유닛을 포함하는 휴대용 시스템.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 건조 유닛은 가스 터빈 및 건조 용기를 포함하는 휴대용 시스템.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 가스 터빈 및 건조 용기는, 가스 터빈 배기 가스를 건조 용기 내로 통과시키도록 구성되고 건조 용기 내로의 공기 도입을 배제하도록 구성되는 장치에 의해 연결되는 휴대용 시스템.

청구항 14.

제13항에 있어서, 전기를 생성하도록 구성되는 발전기를 포함하는 가스 터빈을 포함하는 제1 스키드-탑재형 유닛과, 가스 터빈 배기 가스를 수용하고 건조 용기 내로의 공기 도입을 배제하기 위해 가스 터빈 발전기에 연결되도록 구성되는 건조 용기를 포함하는 제2 스키드-탑재형 유닛과, 처리 유닛을 포함하는 제3 스키드-탑재형 유닛을 포함하는 휴대용 시스템.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 휴대용 시스템은 트럭-탑재형인 휴대용 시스템.

청구항 16.

동물 가스를 처리하기 위한 장치이며,

연소 흡기구를 갖는 가스 터빈과,

수용소로부터 배출되는 통풍 공기를 배출하는 동물 수용소를 포함하고,

상기 연소 흡기구는 상기 수용소로부터 배출되는 통풍 공기의 적어도 일부를 수용하도록 구성되는 동물 가스 처리 장치.

청구항 17.

제16항에 있어서, 상기 연소 흡기구는 배출되는 통풍 공기의 적어도 일부를 연소 흡기구 내로 향하게 하도록 구성된 커넥터에 의해 동물 수용소에 연결되는 동물 가스 처리 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 가스 터빈은 가스 터빈 발전기를 포함하는 동물 가스 처리 장치.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 가스 터빈의 배기구는 분뇨 원료를 수용하도록 구성된 건조 용기에 연결되는 동물 가스 처리 장치.

청구항 20.

비료 또는 토양 조성 제품의 제조 방법이며,

가스 터빈, 기름 또는 가스 버너 또는 왕복동 엔진으로부터 고온의 연소 배기 가스를 생성하는 단계와,

동물 수용소로부터의 통풍 공기를 터빈, 버너 또는 엔진의 연소 흡기구로 향하게 하는 단계와,

상기 고온의 연소 배기 가스를 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하는 비료 또는 토양 조성 제품 제조 방법.

청구항 21.

제20항에 있어서, 분뇨 원료의 상당한 산화를 실질적으로 방지하도록 구성된 밀폐 시스템 내에서 배기 가스를 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하는 비료 또는 토양 조성 제품 제조 방법.

청구항 22.

동물 사육, 도시 하수 또는 분뇨 생물변환 작업으로부터의 온실 가스 방출을 저감하기 위한 방법이며,

가스를 수용하기 위해 온실 가스를 발생하는 작업실의 적어도 일부를 밀폐하는 단계와,

상기 가스의 적어도 일부를 가스 터빈, 기름 또는 가스 버너 또는 왕복동 엔진의 연소 흡기구로 향하게 하는 단계와,

분뇨 원료의 건조 또는 처리를 위해, 터빈, 버너 또는 엔진으로부터의 배기 가스의 적어도 일부를 건조 용기로 향하게 하는 단계를 포함하는 온실 가스 방출 저감 방법.

청구항 23.

제22항에 있어서, 상기 밀폐되는 작업실은 동물 사육 창고인 온실 가스 방출 저감 방법.

청구항 24.

비료 또는 토양 조성 제품의 제조 방법이며,

가스 터빈, 기름 또는 가스 버너 또는 왕복동 엔진으로부터 고온의 연소 배기 가스를 생성하는 단계,

작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구로 형성하기에 적합한 자기-결합 분뇨 재료를 제공하기 위해, 분뇨 원료를 충분한 온도에서 충분한 기간 동안 열처리하도록 상기 고온의 연소 배기 가스를 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하는 비료 또는 토양 조성 제품 제조 방법.

청구항 25.

제24항에 있어서, 분뇨 원료의 상당한 산화를 실질적으로 방지하도록 구성된 밀폐 시스템 내에서 배기 가스를 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하는 비료 또는 토양 조성 제품 제조 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 분뇨 및 오수를 상업적 농업, 가정용 잔디와 정원 및 재생 용도의 유기물 함량이 높은 신규한 비료 제품(바람직하게는 인증된 유기 비료) 및 토양 조성 제품으로 경제적으로 변환하기 위한 방법 및 장비에 관한 것이다.

배경기술

육우, 돼지, 가금, 엘크 및 기타 경기용 동물, 염소, 양, 생선, 우유, 치즈, 달걀 및 기타 동물에서 생산되는 식품을 생산하는 집중적인 동물 사육 및 기타 농업용 작업장의 개수 및 크기는 꾸준히 증가해왔으며 현재도 그러하다. 이는 울, 모피, 및 기타 섬유 제품을 생산하기 위한 양, 링크, 알파카, 및 기타 동물을 위한 다른 동물 사육장에 대해서도 마찬가지이다. 다수의 동물을 한 곳에서 수용하여 사육하는 것의 주요 이점은 통합된 작업이 단위 제품당 작동비를 낮추고 이익성을 향상시키는 규모의 경제를 제공한다는 점이다. 그러나, 집중된 제한된 동물 사육장의 개수와 크기가 수년간 성장해옴에 따라, 이들 시설로부터의 분뇨를 처리하기 위한 기술의 개발은 변하지 않았다. 분뇨의 대다수는 이를 분해하는 안정지(lagoon)나 퇴적 더미에 저장된 후, 이들 설비에서 떨어진 곳으로 운반되고, 식용 작물이 성장하는 땅에 처리를 거의 또는 전혀 하지 않은 채로 살포된다. 따라서, 미처리되거나 최소 처리된 분뇨를 지상에 직접 살포하는 것에 대해, 생물변환(bioconversion)이나 분해로 인한 오염물의 지표수 및 지하수로의 우수 유출과 대기로의 온실 가스 방출을 포함하는 환경 및 위생적인 관심이 있게 된다. 분뇨의 폐기는 상당한 환경적 문제이다.

계란 생산은 최근 몇년간 상당한 성장을 이루었다. 최소 백만 마리의 산란닭을 수용하는 수많은 양계 설비가 존재하는 바, 이는 생산자들이 경쟁적인 사업 환경에서 경제성을 향상시키려면 산란 및 처리 작업장이 대형화되고 더 집약화되어야 하는 상황에 처했기 때문이다. 이들 메이저 생산 설비는 분뇨를 퇴비화함으로써 처리하지만, 이러한 분뇨 처리 방법은 상당한 환경 문제를 초래한다.

낙농장, 사육장 및 양돈장으로부터의 가축 분뇨는 통상 70중량%를 넘는 수분 함량을 갖는 바, 이는 이러한 분뇨를 경제적으로 취급 및 폐기하기 어렵게 만든다. 매립지 폐기가 가능하도록 체적을 감소시키기 위한 수분 제거는 비용이 들고 환경적으로 바람직하지 않다. 경작지에 직접 폐기하여 사용하기 위한 농장으로의 운송 역시 비용이 들고, 살포시에 나는 유독성 냄새와 분뇨 중의 오염물, 병원체 및 잡초 종자 존재로 인해 환경적으로 바람직하지 않다.

도시 하수 및 가축 배설물을 처리하는데 보통 사용되는 생물변환은 (유기 폐기물과 같은) 유기물을 박테리아 분해에 의해 유용한 제품(사용가능한 사료나 연료)으로 변환 또는 분해하는 것을 지칭한다. 생물변환에는 혐기성 및 호기성 소화가 포함된다. 대규모 가축 사육장의 운영자는 분뇨를 저류하고 폐기물을 지상에 살포하기 전에 생물변환 소화시킬 수 있도록 안정지 및 저류지를 건설하였다. 그러나, 이 안정지는 심각한 지하수 및 지표수 오염을 초래한다. 또한 넓은 지면적을 필요로 하며, 유독성 냄새 및 온실 또는 오염 가스가 대기로 방출하는 것을 제어하지 못한다. 바이오가스 작업장은 안정지로부터의 가스를 발전용 연료로서 수집하지만, 이러한 작업은 가스의 일부를 수집할 뿐이며, 소량의 전기를 비효율적으로 생산하고, 폐기되어야 하는 안정지 오니(汚泥:sludge)를 여전히 갖고 있다.

상기 문제를 소화, 소각, 체적 감소 및/또는 분해에 의해 해결한 종래 기술 및 공보의 예는 핀햄(Finham)의 미국 특허 제 5,535,528호, 딕킨슨(Dickenson) 등의 제5,685,153호, 맥뮬런(McMullen) 등의 제6,039,774호, 스트로메이어(Strohmeyer)의 제6,125,633호와 제6,173,508호, 부첼랫(Bouchalat)의 제6,171,499호, 캐치너(Kartchner)의 제6,524,632호, 드보크(Dvork)의 제6,613,562호, 소우어(Sower)의 제6,682,578호, 및 본드(Bonde) 등에 의한 미국 특허 출원 제2004/0025715호이다.

동물 사육장 및 하수 처리에 존재하는 다른 문제는 메탄과 CO₂를 포함하는 온실 가스 방출과 유독성 냄새를 갖는 가스를 포함하는 공기 오염이다. 거주 지역이 확장됨에 따라, 많은 사람들이 가축 사육장 근처의 땅에 잠식해들었으며 거주자들에 의한 유독성 냄새에 대한 불만이 증가하였다. 분뇨와 분뇨의 생물변환으로부터 생성되는 냄새 및 공기 오염 온실 가스에 추가적으로, 상기 유독성 가스 및 온실 가스의 상당량은 동물에게서 방귀, 트림, 반추로 직접 발생된다. 분뇨(대소변)에서 직접 또는 분뇨의 분해에서 나오는 유독성 및 온실 가스를 제어할 필요에 추가적으로, 동물 자치에서 나오는 유독성 및 온실 가스를 제어하고 이것이 대기로 방출되는 것을 방지할 필요가 인지된다.

인증된 유기 농작물 생산 공정 및 재료를 사용한 농작물 생산에 대한 관심이 증가하고 있다. 캐나다, 호주, 미국, 유럽연합, 및 기타 국가의 정보는 "유기" 또는 "유기농"으로서의 식품 생산을 품질보증하기 위한 기준을 개발하였으며, 적절한 기준 하에 농장 및 시장 생산물을 "유기"로 인증하기 위한 일부 널리알려진 인증 단체 및 정부 기관이 존재한다. 따라서, "인증 유기농" 라벨부착 및 용어는 인정된 기관에 의해 적용가능한 기관 기준을 충족하는 것으로 인증된 제품 및 유기 생산 방법에 대한 기관 기준을 충족하는 방법에 의해 생산된 제품을 의미하도록 발전되었다. 주로, "인증된 유기농"이란 살충제, 제초제, 비료를 포함한 어떠한 인공 화학물질도 성장 및 생산 과정에서 허용되지 않음을 의미한다. 따라서 유기농 종사자는 효과적인 유기 입력 물질을 구할 수 없기 때문에 그 토양에 영양제 및 유기물질을 공급하여 재구성해야하는 심각한 문제를 안고 있다.

오늘날 유기농 종사자는 퇴비화된 분뇨 및 기타 재료를 사용하지만, 퇴비 재료는 영양가가 낮으며, 영농에 해로운 생존 가능한 살충제 및 잡초 종자를 함유한다. 또한, 퇴비화 작업 자체는 상당한 공기 및 지표수 오염 문제를 초래한다. 인증된 유기 비료 제품을 생산하기 위한 최신 개발된 기술은 제품 품질, 효율, 환경적 허용성 또는 합리적인 가격의 시장 제품을 제공하기 위한 경제적 실용성 측면에서의 하나 이상의 문제로 인해 만족스럽지 못하다. 유기 또는 인증된 유기 비료 제품의 생산을 해결하려는 종래 기술 및 공보의 예는 이노우에(Inoue)의 미국 특허 제5,354,349호, 코넬(Cornell)의 제6,461,399호, 디넬(Dinel)의 제6,517,600호와 제6,645,267호, 스템퍼(Stamper) 등에 의한 미국 특허출원 제2003/0038078호, 로건(Logan) 등에 의한 제2003/0089151호와 제2003/0136165호, 및 브랜슨(Branson)에 의한 제2003/0111410호가 있다.

전술한 내용에 의하면 분뇨 및 하수의 폐기, 동물 사육장으로부터 나오는 유독성 및 온실 가스의 제어를 위한 환경적으로 및 경제적으로 허용가능한 기술에 대한 실질적인 충족되지 않은 요구가 존재함은 명백하다. 또한 인증된 유기농 제품 생산에 대해 작성된 기준 하에서 식품 생산 입력을 위해 인증될 수 있는 비용 효과적인 유기 비료 및 토양 조성 제품에 대해서도 실질적인 충족되지 않은 요구가 존재한다. 본 발명은 이러한 요구중 하나 또는 전부를 충족하기 위한 방법, 장치, 시스템 및 제품에 관한 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 분뇨 원료를 비료 및 토양 조성 제품으로 변환하기 위한, 바람직하게는 공인된 유기 비료 및 토양 조성 제품으로 변환하기 위한 경제적이고 간단한 방법, 시스템 및 장치를 제공한다. 본 발명은 또한 동물 사육장으로부터의 유독성 및 자극성 온실 가스를 제어 및 수용하기 위한 경제적이고 간단한 방법, 시스템 및 장치를 제공한다.

일 태양에서, 본 발명은 분뇨 원료로 비료 제품을 제조하는 방법이며, 가스 터빈 발전기를 작동시켜 전기 및 배기 가스를 생성하는 단계, 수분 함량이 약 20중량% 미만인 건조된 비료 재료를 분뇨 원료의 상당한 산화 없이 생성하기에 충분한 접촉 시간 동안 상기 배기 가스를 건조 용기 내에서 수분 함량이 약 30중량% 이상인 분뇨 원료와 접촉시키는 단계, 및 상기 비료 재료를 처리하여 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 비료 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구(小球:prill) 형태의 비료 제품으로 형성하는 단계를 포함하는 비료 제품 제조 방법을 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 가스 터빈 발전기를 작동시켜 전기 및 1,000°F(537.8°C)를 초과하는 온도의 배기 가스를 생성하는 단계, 및 수분 함량이 약 20중량% 미만인 건조된 비료 재료를 분뇨 원료의 상당한 산화 없이 생성하기에 충분한 접촉 시간 동안 1,000°F(537.8°C)를 초과하는 온도의 배기 가스를 건조 용기 내에서 수분 함량이 약 30중량% 이상인 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하는, 분뇨 원료로 비료 제품을 제조하는 방법을 제공하며, 선택적으로 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 비료 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구 형태의 비료 제품을 제조하기 위해 비료 재료를 입자화, 필렛화 또는 소구화하는 단계를 추가로 포함하는 방법을 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 분뇨 원료를 건조 및/또는 변환하여 비료 및/또는 토양 조성 재료를 제조하기 위한 장치이며, 가스 터빈, 및 분뇨 원료를 수용하고 상기 가스 터빈으로부터 연결부를 통해서 배기 가스를 수용하도록 구성되는 건조 용기를 조합해서 포함하고, 상기 가스 터빈과 건조 용기 사이의 연결부는 건조 용기 내로의 공기 도입을 거의 배제하도록 구성되고, 선택적으로 배기 가스와 분뇨 원료의 직접 접촉에 의해 분뇨 원료를 건조 및/또는 변환하도록 구성된 건조 용기를 제공하는 장치를 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 분뇨 원료를 처리하여 비료 제품을 제조하기 위한 휴대용 시스템이며, 비료 재료를 제조하기 위해 분뇨 원료를 건조하도록 구성되는 적어도 하나의 휴대용 건조 유닛, 및 상기 건조 유닛으로부터의 비료 재료를 작물 재배 작업에서의 전통적인 살포에 적합한 형태를 갖는 비료 제품으로 변환하도록 구성되는 적어도 하나의 휴대용 처리 유닛을 포함하는 휴대용 시스템을 제공하며, 추가로, 건조 유닛이 가스 터빈 및 건조 용기를 포함하는 휴대용 시스템을 선택적으로 제공한다. 또한, 본 발명은 가스 터빈 배기 가스를 건조 용기 내로 통과시키고 건조 용기 내로의 공기 도입을 배제하도록 구성된 장치에 의해 가스 터빈과 건조 용기가 연결되는 휴대용 시스템을 선택적으로 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 전기를 생성하도록 구성되는 가스 터빈 발전기를 포함하는 제1 스키드-탑재형(skid-mounted) 유닛, 및 가스 터빈 배기 가스를 수용하고 건조 용기 내로의 공기 도입을 배제하기 위해 가스 터빈 발전기에 연결되도록 구성되는 건조 용기를 포함하는 제2 스키드-탑재형 유닛을 포함하는 상기 휴대용 시스템을 제공한다. 선택적으로 처리유닛을 포함하는 제3 스키드-탑재형 유닛이 제공된다. 바람직하게, 본 발명의 휴대용 시스템은 레일-탑재형, 트럭-탑재형 또

는 세미트레일러-탑재형 유닛을 포함한다. 다른 태양에서, 본 발명은 단일 스키드-탑재 또는 트럭-탑재 설치용으로 구성되고 크기를 갖는, 가스 터빈 및 건조 용기, 플러스 선택적 처리 유닛을 포함하는 휴대용 시스템을 제공한다. 다른 선택적 태양은 주로 노이즈 감쇠 작용을 위한, 휴대용 유닛용의 단일 또는 다수의 인클로저를 포함한다.

다른 태양에서, 본 발명은 바람직하지 않은 유기물, 미생물, 농약, 항생물질, 호르몬, 프리온 또는 바이러스를 포함하는 분뇨 원료에 존재하는 거의 모든 바람직하지 않은 성분들을 파괴하거나 무해한 형태로 변환하기 위해 충분한 온도에서 또한 상당한 산화없이 충분한 기간 동안 열처리되는 분뇨 원료를 포함하는 유기 비료 재료를 제공한다. 바람직하게 유기 비료 재료는 각각의 이러한 바람직하지 않은 성분을 파괴되거나 전개되지 않은 상태에서 검출 가능한 레벨 미만으로 함유하며, 또한 선택적으로 이러한 비료 재료를 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 비료 살포에 적합한 비료 제품 형태로 제공한다. 본 발명은 또한 분뇨 원료가 제한된 공간에서 분뇨 원료의 상당한 산화 없이 가스 터빈 배기 가스와 접촉한 결과로서 그 내부에 흡수 또는 복합되는 NOx, SOx, 또는 COx 성분을 함유하는 열처리된 분뇨 원료를 포함하는 비료 재료 또는 제품을 제공한다. 분뇨 원료의 상대적인 영양소 함량 및 유기물 함량에 따라서, 본 발명의 이 태양은 유사한 특징을 갖는 유기물 고함량 토양 조성 제품을 제공하는데에도 똑같이 유용하다.

다른 태양에서, 본 발명은 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 비료 살포에 적합한 자기-결합 분뇨 재료 또는 제품을 제공하기 위해 충분한 온도에서 상당한 산화없이 또한 충분한 기간 동안 열처리되는 분뇨 원료를 포함하는 비료 재료 또는 제품을 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 생물변환된 분뇨 원료로부터 토양 조성 제품을 제조하기 위한 방법이며, 가스 터빈 발전기를 작동시켜 전기 및 배기 가스를 생성하는 단계, 수분 함량이 약 20중량% 미만인 건조된 토양 개량 재료를 분뇨 원료의 상당한 산화 없이 생성하기에 충분한 접촉 시간 동안 상기 배기 가스를 건조 용기 내에서 수분 함량이 약 30중량% 이상인 분뇨 원료와 접촉시키는 단계를 포함하고, 상기 토양 개량 재료를 처리하여 작물 재배 작업에서의 전통적인 건조 살포에 적합한 입자, 펠릿 또는 소구 형태의 토양 개량 재료으로 형성하는 단계를 포함하는 토양 조성 제품 제조 방법을 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 동물 가스 또는 분뇨 원료로부터의 유독성 또는 자극성 냄새 또는 가스를 처리하기 위한 시스템이며, 연소 흡기구를 갖는 가스 터빈, 및 통풍 공기를 배출하는 동물 수용소를 포함하고, 상기 연소 흡기구는 동물 수용소로부터 배출되는 통풍 공기의 적어도 일부, 바람직하게는 거의 전부를 수용하게 되어 있는 처리 시스템을 제공한다. 상기 가스 터빈은 선택적으로 가스 터빈 발전기를 포함할 수 있으며, 가스 터빈 배기 가스를 수용하고 분뇨 원료를 수용하여 처리하도록 구성되는 건조 용기를 선택적으로 구비할 수 있다. 대체 태양에서, 본 발명은 동물 가스 및 유독성 또는 자극성 냄새 또는 가스를 왕복동 엔진의 연소 흡기구를 통해서 처리하기 위한 상기 시스템이며, 발전기를 선택적으로 구비할 수 있고 엔진 배기가스를 수용하기에 적합한 건조 용기를 선택적으로 구비할 수 있는 처리 시스템을 제공한다.

다른 태양에서, 본 발명은 분뇨 원료를 처리하기 위한 장치이며, 동물 수용소로부터 통풍 공기를 수용하도록 구성되는 연소 흡기구를 갖는 가스 터빈, 상기 가스 터빈으로부터의 배기 가스를 수용하도록 구성된 연결부를 갖고 분뇨 원료를 수용하기 위한 입구를 갖는 건조 용기를 포함하는 분뇨 원리 처리 장치를 제공한다. 선택적으로 연소 흡기구는 동물 수용소 통풍 시스템에 연결되도록 구성될 수 있으며, 따라서 연소 흡기구는 동물 수용소로부터 배기되는 거의 모든 통풍 공기를 수용한다. 또한, 이 태양에서, 건조 용기와 가스 터빈 배기 사이의 연결부는 건조 용기 내로의 공기 도입을 실질적으로 배제하도록 구성될 수 있다.

상기 및 기타 태양은 상세한 설명을 통해서 당업자에게 명백해질 것이다.

실시예

본 발명은 축산업으로부터의 분뇨 및 가스와 도시 하수에 의해 점점 심해지는 환경 오염 문제에 대해 경제적이고, 효과적이며 간단한 해결책을 제공한다. 오늘날까지 제공된 종래의 방법 및 시스템은 이러한 분뇨 및 가스를 안전하고 환경적으로 허용가능한 형태로 변환하는데 있어서 충분히 효과적이지 않거나, 또는 소형 및 대형 작업장에서 경제적으로 실현가능하도록 적합화될 수 없다. 기존의 여러가지 시스템에서는 작동의 비경제성, 오염방지 실패, 공기오염 방지의 실패(또는 실제로 공정의 실시에 있어서 추가적인 환경 문제의 초래)와 같은 다른 문제점이 존재한다.

종래 시스템 및 그 결합의 예로는 이하의 것이 포함된다. 호기성이든 혐기성이든 분해 공정이 느리고, 비효율적이며, 통상 매립 또는 지상 확산 방식으로 폐기되어야 하는 오니를 생성한다. 연료용 바이오가스, 통상은 메탄을 생산하도록 설계된 분해 또는 퇴비화 시스템은 경제적으로 유익한 연료 생산을 제공하지 못하며, 생산된 연료가 충분한 속도로 생산되지 않기 때문에 작동이 비싸고, 경제적으로 작동하기에는 열값이 충분치 않다. 이는 연소될 때 환경적으로 허용될 수 없는 배출물을 생성하고 그 가변적인 유독 가스 함량으로 인해 효과적으로 연소되기 어렵다는 점에서 "하급(dirty)" 연료이다. 오염물

질 및 연료값의 이러한 가변적이고 일정하지 않은 함량은 부식 또는 제어불가능한 연소 조건으로 인해 가스 터빈 및 왕복 동 엔진과 같은 일부 시스템을 실제로 손상시킬 수 있다. 바이오가스 생산 작업은 환경적으로 허용가능한 방식으로 폐기하기에는 비용이 드는 폐오니를 생성한다. 비료 또는 토양 개량제를 생산하도록 설계된 분해 및 퇴비화 시스템은, 이러한 생산물 중에 경작지에서, 특히 인증된 유기 용도에서의 사용에 바람직하지 않거나 사용 금지되는 생물학적 또는 화학적 오염물이 존재하며, 이러한 제품은 효과적인 비료로서 작용하기에는 영양가가 너무 낮다는 결점을 갖는다.

열 및 화학 처리를 채용하는 처리 시스템은 안전한 환제품을 생산하기에는 비효율적이고 자주 비효과적이다. 이러한 처리 시스템에는 존재하는 유기물 살균을 보조하기 위해 대개 가열되는 pH 조정 및 화학 첨가물이 포함된다. 일부 열처리 시스템은 압력(고온 쿠킹을 위함), 마이크로파 가열, 방사선 및 기타 보충 처리를 채용하는 바, 이들은 작동 비용을 추가할 뿐이며 제품 품질 또는 환경 정화 상의 이점을 깎아먹는다. 많은 경우에, 공정 단계의 처리 및 조합의 추가적인 복잡성은 결국, 전체 처리로 인한 유익한 환경적 영향에 비해, 사용되는 자원 및 생산되는 부산물로 인한 부정적 환경적 영향이 더 크다. 많은 시스템은 그 작동 시에 오염되거나 부차적인 환경 오염을 초래하는 대체 또는 추가 부산물을 생성한다. 소각, 부분 소각, 가스화 또는 열분해를 포함하는 시스템은, 소각이 대체 또는 추가 공기 오염을 방지하기 위해 수용되어야 하는 추가 폐수를 생성하기 때문에 마찬가지로 비효율적이고 충분히 효과적이지 못하다. 또한, 소각 시스템이 충분히 살균될 수 있는 제품을 생성하지만, 이 제품은 다른 바람직하지 않은 소각 부산물을 함유할 수 있으며 이는 일부 비료 용도로는 부적합하게 되고, 따라서 바람직하지 않은 매립 폐기를 요한다. 그리고, 소각 시스템은 잠재적으로 제어불가능하거나 돌발적인 화재의 위험을 안고 있으며, 이는 최소한 처리 설비를 손상시키고 최악으로는 안전상의 문제를 야기한다.

종래기술의 시스템은 동물 사육장 및 도시 하수 처리장에서 생산되는 유독성 가스 및 온실 가스 문제를 만족스럽게 해결하지 못했다. 이러한 가스의 소스는 동물 자체, 동물로부터의 분뇨와 배설물, 및 분뇨, 하수, 쓰레기의 생물변환 또는 분해이다. 이들 가스는 통상 대기로 빠져나가거나 날아가지만, 독한 냄새로 인해 인근 주민을 불쾌하게 만들며, 그 안에 담긴 온실 가스, 특히 메탄에 의해 초래되는 대기 오염으로 인해 환경적으로 배척될 수 있다.

본 발명은, 분뇨를, 유용하고 환경적으로 허용될 수 있으며 바람직한 일 태양에서는 인증된 유기 농업에 사용하기에 적합한 형태로 생산될 수 있는 재료 및 제품으로 변환하기 위한 방법, 장치, 시스템 형태의 새로운 기술을 제공한다. 본원에 개시하듯이, 본 발명은 동물 사육장에서 발생하는 온실 가스의 바람직하지 않은 환경 영향을 줄이거나 제거하는 기술을 제공하며, 본 발명의 이 기술은 또한 종래의 방법 및 시스템에 비해 분뇨 원료 처리의 바람직하지 않은 환경 영향을 줄이거나 제거한다. 본 발명의 주요 장점중 하나는 대부분의 분뇨 원료 처리에 있어서 모든 폐기 고형물이 방법 및 시스템에 수용될 수 있고, 비료 또는 토양 조성 재료 제품으로서 유용한 환제품의 일부로서 포함될 수 있다는 점이다. 따라서, 본 발명은 일체의 잔여 오니 또는 기타 고형물을 매립 또는 지상 확산으로 폐기할 필요성을 완전히 없앨 수 있다. 분뇨에서 제거된 물은 재순환을 위해 폐기물질 소스 또는 기타 설비로 회수되어 재순환되는 것이 바람직하다. 이는 본 발명에 의해 경제적으로 제공되는 상당한 환경상 이익이고 물보존 요인이다.

본 명세서에서 "분뇨 원료"라는 용어는 사람(도시 하수 또는 오니), 소(육우, 젖소, 벼膈로, 송아지 등), 말, 양, 돼지, 가금(닭, 칠면조, 타조, 비둘기 등), 염소, 링크, 수의사, 가축수용소, 마구간, 경주로, 로데오 그라운드, 개최지, 사육장, 세일 창고, 동물원, 수생동물(물고기, 작은새우 등), 엘크(및 기타 게임), 라마, 알파카, 및 하수 또는 분뇨의 다른 작업 및 소스와, 그 임의의 혼합물을 비제한적으로 포함하는, 동물로부터 대변 및/또는 소변으로서 분비되는 배설물을 의미하고 포함하도록 사용된다. 본 명세서에서 사용되는 분뇨 원료는 이러한 물질과 더불어, 이러한 물질이 생성되는 농업 활동에서 통상 존재하는 짚, 침구류(통상 세단된 페이퍼, 목재 칩 등), 헤어, 깃털, 곤충, 설치류 등과 같은 다른 물질을 포함하며, 상기 다른 물질에 대한 이러한 물질의 비율은 극소에서 극대에 이른다. 본 명세서에 사용되는 분뇨 원료는, 신선하거나, 퇴비화, 분해 등에 의해 완전히 생물 변환되거나, 그 사이의 임의의 단계에 있는 경우를 포함하는 이러한 물질을 그 원래 형태, 임의의 조제된 형태로, 및 다른 바이오 물질(정원 폐기물, 그런 폐기물 등), 첨가물, 가공 보조제, 골분, 어분(fish meal) 등과 같은 다른 재료와의 혼합물 형태로 구비한다. 골분 등과 같은 다른 성분이 본 발명에 따른 처리를 위해 분뇨 원료에 추가, 혼합 또는 포함될 때 이러한 추가 성분은 또한 분뇨 원료와 똑같이 프리온과 같은 전술한 바람직하지 않은 성분의 열파괴 또는 변환으로부터 유익할 것이다. 따라서, 본 발명에 따른 분뇨 원료의 처리 도중에 이들 오염물이 변환되거나 파괴될 수 있도록, 농약을 함유한 짚, 프리온을 함유한 골분 등과 같은 오염된 재료를 처리 대상 분뇨와 혼합하는 것이 바람직할 수 있다. 후술하듯이, 상기 원료는 기존 분뇨 안정지(lagoon) 및/또는 분뇨 더미를 세정 및 제거하기 위한 내용물을 구비할 수 있다. 본 발명은 그 전체가 본원에 원용되는 2004년 7월 19일자로 출원되고 공통 양도된 동시계속증인 미국 특허출원 제10/895,030호에 개시되어 있듯이 다른 형태의 폐기물 및 폐기 스트림을 처리하는데 유용하다.

본 발명은 종래 기술에 대해 간단하고 경제적으로 효과적인 대안을 제공하며, 그 바람직한 태양에서 비료 및/또는 토양 조성 제품으로 100% 사용될 수 있는 제품을 제공하고, 분뇨 원료 고형물을 유용한 제품으로 100% 변환하며, 종래기술에서 해결되지 않는 다양한 분뇨 원료 처리로부터 남겨지는 고형물의 폐기에 의한 퇴비화 및 바이오가스 생성과 같은 문제를 제

거한다. 본 발명의 바람직한 태양에서, 생산되는 비료는 인증된 유기농 식품 생산자에 의해 그 인증된 유기농 제품 상태에 위험을 주지않고 이용될 수 있는 유기 비료이다. 본 발명에 따르면, 분뇨 원료로부터 생산되는 비료의 영양가는 분뇨 원료의 퇴비화, 분해, 소각, 및 산화가 회피되거나 적어도 최소화될 경우 최대화될 수 있다.

본 발명에서, 바람직하게는 예를 들어 1,000°F(537.8°C)를 초과하는 고온 가스와의 직접 접촉에 의한 분뇨 원료의 고온 처리는, 특히 이러한 열처리가 충분한 시간 동안, 분뇨 원료의 상당한 산화, 소각, 또는 열분해 없이 이루어질 때, 유기물, 미생물(유전자 변형된 유기물, 박테리아, 병원체, 및 기타 미생물을 포함), 종자, 농약, 항체, 호르몬, 프리온, 및 바이러스를 포함하는 분뇨 원료에 존재하는 거의 모든 바람직하지 않은 성분을 파괴하거나 무해한 형태로 변환시킨다. 상당한 산화 및/또는 열분해 없이 충분한 시간 동안 충분히 높은 온도에서의 처리는 분뇨 원료를 "요리(cook)"하거나 아니면 자기-결합성 제품으로 변환 또는 변형시키며, 따라서 이는 결합제나 기타 결합 첨가물의 추가 필요 없이 종래의 펠럿, 입자, 소구, 또는 기타 형태로 형성될 수 있고, 이는 종래의 형상 및 크기로 형성되고 종래의 건조 비료 살포 설비 및 작업에 사용되기에 충분한 물리적 경도 및 강도를 갖는다.

본 발명은 또한 분뇨 원료에서 제거된 물의 회수 및 재순환을 제공하며, 이 물은 가축 물, 관개 또는 기타 산업 용도로 사용될 수 있고 공정에서 생산되는 모든 (미세 또는 기타) 고형물을 회수 및 재순환하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 실시에 있어서, 상업 용도에 적합한 바람직한 비료 및/또는 토양 조성 제품 이외의 중요한 고형물은 생성되지 않는다. 본 발명에 의해 제공되는 물 재순환은 중요한 환경적 이점이며 물 보존 요인이다. 예를 들어, 4,000 젖소 착유장으로부터의 분뇨를 처리하는 본 발명에 따른 하나의 작동 유닛은 분뇨 원료 함수량 및 기타 작동 조건에 따라서 추정치로 년간 7백만 갤런의 물을 재사용되도록 착유장으로 되돌린다.

본 발명에 따르면, 고온 가스를 분뇨 원료와 접촉하도록 제공하는 가장 효과적인 방법은 가스 터빈, 바람직하게는 가스 터빈 발전기로부터 배기하는 것이다. 본 발명의 시스템에 따르면, 가스 터빈은 국소적으로 이용가능한 종래의 연료 공급원으로부터 연료 공급되는 바, 이는 본 발명의 작동에 있어서 생물 변환이 전혀 일어나지 않고 분뇨 원료로부터 바이오가스가 전혀 발생하지 않기 때문이며, 또한 종래의 연료가 가스 터빈의 가장 효과적이고, 신뢰성있으며, 제어가능한 작업을 제공하기 때문이다. 가스 터빈 발전기로부터 생산되는 전기는 본 발명의 작동을 위한 수입원으로서 지역 전력망에 되팔지만, 이는 본 발명의 시스템의 작동에서 또는 다른 근접 작동에서 내부적으로 보충 전원으로서 또는 본 발명에 채용되는 공정으로부터 전력 및 열 회수를 위한 용도의 조합으로 사용될 수 있다. 생산된 전력을 지역 전력망에 단순히 판매하는 것은 본 발명의 작동에 있어서 바람직하고 보다 효율적이다. 이는 본 발명의 설비와 처리 작업을, 임의의 특정 최소치 또는 필요 레벨의 전기 출력을 고려하거나 그것에 제한됨이 없이 바람직한 품질의 비료 또는 토양 조성 제품을 생산하도록 분뇨 원료를 처리하기 위한 가장 효과적이고 효율적인 방식으로 변화시킬 수 있다.

본 발명의 방법 및 장치의 한 가지 중요한 특징은, 가스 터빈 및 상기 가스 터빈으로부터의 배기 가스를 수용하는 분뇨 원료 건조 용기가, 건조 용기 내로의 외부 공기 도입이 본질적으로 배제되고 건조 용기가 가스 터빈으로부터 직접 배기 가스를 수용하도록 연결된다는 점이다. 건조 용기가 가스 터빈 배기로부터 최대 가열을 수용하도록 가스 터빈 배기 가스의 100%는 가장 효과적인 작동을 위해서 임의의 중재 열교환기, 소음기(silencer), 또는 기타 장비를 통과하지 않고 건조 용기 내로 통과되는 것이 바람직하다. 그러나, 건조 용기 작업에 필요하지 않은 초과 배기 가스는 본 발명의 시스템에서의 다른 단계나 다른 인근 작업에서 필요한 열을 제공하기 위해 분기될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 배기 가스가 최소한 또는 제한된 양의 자유 산소를 함유하고, 비연소 연료를 본질적으로 전혀 함유하지 않으며, 노출 화염을 전혀 함유하지 않도록 또한 최대 열 생성을 위해서 소비되는 연료 단위당 최적의 배기 가스 온도(EGT)가 달성되도록 배기 가스는 가스 터빈 내에서의 종래의 효과적인 연소비에 기인하는 것이 바람직하다. 연소는 또한 최대 온도에서의 피크 EGT 작동, 및 프로세스를 위한 최대 가열을 위해 이론공연비에 있을 수 있다. 배기 가스 내의 초과 산소 부재, 건조 용기 내로의 외부 공기 도입 배제, 노출 화염의 부재, 및 본원에 개시된 온도에서의 작동은 건조 용기 내에서의 분뇨 원료의 상당한 산화를 방지하고, 최종 비료 제품에 함유되기 위한 분뇨 원료 중의 최대 영양가를 보존하며, 설비에 대한 화염 손상 위험을 방지하고, 건조 용기 내의 돌발 화재로부터 작동 안전을 제공한다. 배기 가스 내에 초과 연료가 존재하지 않으면 배기 가스는, 대기로 방출되기 전에 본 발명의 작업에서 유출되는 증기로부터 제거되어야 하는 탄화수소의 공급원이 되지 못하게 된다.

본 발명의 방법 및 장치의 작업에 있어서, 분뇨 원료는 높은 수분 함량과 더불어 가급적 신선한 것이 바람직하다. 즉, 분뇨 원료는 본 발명에 따른 처리 이전에 퇴비화, 분해, 또는 기타 생물변환을 전혀 또는 사실상 거의 겪지 않아야 한다. 이는 생산된 비료 및 토양 조성 제품에 있어서 최고의 영양가 및 유기물 함량을 제공한다. 이 바람직한 태양은, 트럭에 의해 운반하기에 적합한 스키드-탑재형 또는 기타 형태의 처리 유닛의 모듈화인, 본 발명의 시스템의 바람직한 설계에 의해 효과적으로 달성된다. 이는 본 발명의 전체 시스템이 적절히 크기형성되어 가축사육장, 닭장, 돼지 농장 등에서 현장에 배치될 수 있게 하며, 생산 직후의 이러한 작업으로부터의 분뇨 원료의 처리를 가능하게 한다. 이러한 작업에 대한 바람직한 시스템은, 임의의 분뇨 원료 또는 고갈된 오니를 처리 또는 폐기하기 위해 먼 장소로 운반하는 비용 및 환경 영향을 없애주기 때문에 추가적인 경제적 및 환경적 효율을 제공한다. 분뇨 원료를 한 장소에서 다른 장소로 운반할 필요성이 없어짐은 또한

설비들 사이의 바이오시큐리티(biosecurity) 이점을 제공하는 바, 즉 유해하거나 바람직하지 않은 식물 및 동물 질병의 이동 확산을 방지한다. 이 설계는 또한 본 발명의 실시에 사용되는 설비에서의 자본 투자 이용을 최대화하기 위해, 트럭 탑재형 유닛이 하나의 분뇨 원료 축적 개소에서 다른 개소로 쉽게 이동되는 관습 또는 중매(jobbery) 분뇨 원료 처리를 가능하게 한다. 이러한 휴대성은 또한 효과적이고 경제적인 작업에 적절한 크기로 스케일 조정될 수 있는 본 발명의 설비의 전체적인 이용을 가능하게 하며, 따라서 이는 임의의 단일 장소에서의 영구 설치가 필요치 않거나 또는 경제적으로 정당화될 수 없는 특정 영역에서 여러가지 다른 공급 부지, 돼지 농장 등의 각각에서 파트 타임 기초로 사용될 수 있다. 본 발명의 시스템은 또한 작업에서 계속 생산되는 분뇨를 연속 처리하기 위해 개별 동물 사육소가 폴타임으로 작동하도록 적절한 크기로 스케일 조정될 수 있으며, 따라서 사육 설비가 작동하고 있는 어느때든지 분뇨 재고 및 초과 분뇨가 최소화된다. 마찬가지로, 본 발명의 시스템은 오피스 빌딩, 병원, 호텔 등으로부터의 미처리 하수를 차단 및 처리하여 도시 하수 처리 설비에 대한 부담을 줄여주기 위해 오피스 빌딩, 병원, 호텔 등에 설치되도록 크기조정될 수 있다. 많은 도시 하수 처리 설비가 최대 용량에 도달하고 도시가 신규 또는 확장 설비를 세우기 위해 상당한 자본 지출에 직면하고 있는 바, 본 발명은 대형 제조 설비의 현장에서 폐기물 스트림을 처리하여 유용한 제품을 생산하고 도시 하수 시스템에 대한 부담을 경감함으로써 경제적으로 매력적인 대안을 제공한다. 본 발명의 시스템은 또한 오피스 빌딩, 병원, 호텔 등으로부터의 미처리 하수를 현장에서 위생적으로 처리하여 현장에서 비료 제품을 생산하고 그로인해 도시 하수 시스템에 대한 부담을 더 경감하도록 적합화될 수 있다. 본 발명의 시스템의 이 태양은 특히, 도시 하수 처리 설비가 이용될 수 없는 원격 행락지에서 유용하며, 그로부터의 하수를 처리하여 비료 제품을 생산하고 오니 폐기 문제를 없애준다.

본 발명에 사용하기 위해서, 분뇨 원료는 수분 함량이 30중량% 이상, 가장 바람직하게는 50중량% 이상, 가장 바람직하게는 70중량% 이상과 같이 높은 것이 바람직하다. 높은 수분 함량은 미처리 재료의 기계적인 처리 및 이를 원료의 균일성을 위해 블렌딩 및 혼합하여 사용 준비하는 것을 용이하게 한다. 통상적으로 분뇨 원료는 특히 소 및 가금 사육장에서 오거(auger), 프론트 엔드 로더(front end loader), 백 호우(back hoe), 컨베이어 벨트 등에 의해 이동된다. 그러나, 일부 시설에서 분뇨 원료는, 특히 축사 청소가 수공법(water flooding)에 의해 이루어질 수 있고 분뇨 원료의 수분 함량이 90%, 95% 또는 심지어 98%로 높을 수 있는 낙농장 및 양돈장에서, 펌핑가능한 슬러리 형태로 준비될 수도 있다. 본 발명 이전에, 이러한 분뇨 원료는 경제적으로 처리될 수 없었으며, 그저 주요 공기 오염, 냄새 및 환경 문제를 갖는 저류지나 침전지 또는 안정지에 방치되었다. 본 발명은 이러한 고 함수율 분뇨 원료를 효과적이고 경제적으로 처리하여 분뇨 내용물을 고영양 비료 형태로 회수할 뿐 아니라 처리 수를 회수하는 바, 이 물은 병원체 등으로부터 정화된 것이라고 축사 청소용, 가축 음용수용 또는 농작물 관개용으로 재사용될 수 있다. 본 발명은 건조 용기에서 생산된 초과 증기가 하류, 상류에서 사용되거나 축사 청소, 분뇨 원료 예열, 온실 가열 등과 같은 다른 주변 작업에 사용될 수 있다는 사실로 인해 수분 함량이 높은 분뇨 원료를 효과적이고 경제적으로 취급할 수 있다. 수분 함량이 높은 분뇨 원료를 개방지(open pond)에 저류하는 대신에, 본 발명은 분뇨를 밀폐용기(enclosure) 또는 탱크에 저류할 수 있는 바, 이는 개방지와 연관된 공기 오염, 냄새 및 환경 문제를 제거해 준다. 본 발명은 명세서에서 설명했듯이, 물과 고형물뿐 아니라 생산된 가스를 수용 및 처리한다. 설명했듯이, 본 발명에서 분뇨 원료는 예를 들면 퇴비화 또는 분해에 의한 생물변환을 가능한 한 거의 겪지 않고 사실상 신선한 것이 바람직하다. 분뇨가 처리 전에 저류 또는 저장되어야 하는 일부 경우에는, 분뇨를 본 발명에 따라 비료로 처리하기 이전에 생물변환을 최소화하기 위하여 분뇨 원료를 Claesen에 의한 EP 0677237에 개시된 바와 같이 소스 시설이나 저장소에서 냉각하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 냉각과 더불어 또는 냉각이 없이 본 발명에 따라 즉시 처리함으로써 생물변환을 최소화하는 것은 대기로의 유독성 또는 유해성 배출을 저감하는 환경적인 이점을 추가하며, 농업에서의 냄새 개선 또는 배출 제어 장비에 대한 필요성을 제거하거나 감소시키는 경제적 이점을 갖는다. 일부 경우에는, 경제적인 작동상 이유로 인해, 분뇨를 본 발명의 시스템에서 처리하기 전에 예를 들어 원심분리에 의해 수분 함량이 높은 분뇨로부터 물의 일부를 기계적으로 분리하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 분리된 물은 플로어 청소와 같은 목적으로 사용하거나 다른 처리 수 요건을 위해서 재사용될 수 있다.

미처리 분뇨 원료는 통상 짚, 끈, 와이어, 자갈, 돌, 마대 또는 비닐 포대 등과 같은 다른 재료를 함유할 것으로 생각된다. 이러한 재료는 그 정도가 크지 않다면 유해한 효과 없이 본 발명에서 분뇨 원료의 일부로서 처리될 수 있다. 그러나, 건조 용기 또는 후속 처리 장비에 손상을 줄 수 있는 이러한 재료, 특히 자갈, 와이어 등은 분리하는 것이 통상 바람직하다. 그렇지 않으면, 끈, 백 등과 같은 아이템을 작은 피스로 분쇄하기 위해 분뇨 원료를 본 발명의 방법 및 장치의 정상 작동 또는 비료 제품의 최종 사용을 크게 방해하지 않으면서 최종 비료 제품으로 처리될 수 있도록 초핑(chopping), 그라인딩 또는 기타 조제에 의해 준비하는 것이 바람직할 수 있다. 비료 제품에는 비활성적이거나 생분해가능한 재료가 유해한 효과 없이 함유될 수 있으며 이는 특히 이러한 재료를 분뇨 원료로부터 제거하는 것이 경제적으로 효과적이지 않은 경우에 또는 본 발명에 따른 처리 중에 바람직할 수 있음을 알아야 한다. 그라인딩, 치핑(chipping), 초핑, 파쇄 등에 의한 분뇨 원료 조제는 처리를 위한 원료의 균일성을 향상시킬 뿐 아니라, 원료에 대한 전술한 짚, 목분, 정원 폐기물 등과 같은 다른 재료의 추가를 촉진할 것이다. 또한 분뇨 원료 조제는, 가금류와 같은 매우 건조한 분뇨에서 사용될 수 있거나 최종 비료 또는 토양 조성 제품에서 바람직하지 않을 수 있는 초과 염 함유물을 제거하기 위해 사용될 수 있는 세정 단계를 포함할 수 있다.

분뇨 원료는 분해, 소각 등에 의한 생물변환을 전혀 또는 거의 겪지 않는 것이 바람직하지만, 본 발명은 유용한 재료 또는 제품을 생산하기 위해 완전히 생물변환된(배기로 분해되거나 소각된) 분뇨 원료를 건조 및 처리하는데 있어서 똑같이 유용함을 알 수 있다. 이러한 재료 또는 제품의 비료 영양가는 최소한일 수 있지만, 이 재료 또는 제품은 토양 개량제로서 유용할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "생물변환된 분뇨 원료"라는 용어는, 원료가 비료 제품의 생산보다는 토양 개량제 또는 토양 조성 제품의 생산에 보다 적합하도록 그 안의 영양분의 충분한 부분이 분해, 소각 등에 의해 변환된 원료를 의미하기 위한 것이다. 본 발명에서 유용한 분뇨 원료에는 실제 가축 배설물(대변 및/또는 소변)이 분뇨 원료중 적은 비율을 차지하고 나머지는 짚, 잡자리재료 등과 같은 다른 재료인 것이 포함되는 것 또한 알 수 있다. 예를 들어, 일부 닭 사육장에서는, 파쇄된 종이가 둥지형성/잡자리형성 재료용으로 사용되며, 이는 이러한 사육장으로부터의 분뇨 원료가 약 10중량% 내지 약 30중량%의 배설물, 약 50중량% 내지 약 80중량%의 기타 재료, 및 나머지 10중량% 내지 20중량%의 물과 같이 낮은 비율일 수 있도록 충분히 종종 변경된다. 이러한 분뇨 원료도 본 발명에 의하면 토양 조성제 및/또는 비료 제품을 생산하도록 유리하게 처리된다.

본원에서 "가스 터빈"이란 용어는 압축기 터빈 스테이지, 연소 영역, 및 500°F(260°C) 이상, 바람직하게는 700°F(371°C) 이상, 보다 바람직하게는 900°F(482°C) 이상, 가장 바람직하게는 1,000°F(538°C) 이상의 배기 가스 온도를 형성할 수 있는 배기 터빈 스테이지를 갖는 임의의 터빈 엔진을 구비하는 것을 의미하도록 사용된다. 가스 터빈은 그 효과적인 작동 및 높은 열출력으로 인해 본 발명에 사용하기에 바람직한 열원이다. 가스 터빈 발전기는 또한 발전기에 의한 에너지 생산으로 인해 본 발명에 사용하기에 적합한 바, 이 에너지는 본 발명의 시스템의 작동의 경제성을 향상시키기 위해 사용되거나 판매될 수 있다. 이 발전기는 통상 생산되는 전기의 사용 및/또는 판매의 편의성으로 인해 전기 발전기일 것이다. 그러나, 발전기는 본 발명의 시스템에서의 펌프, 오거, 컨베이어 및 기타 형태의 설비 또는 다른 인접 작동에서의 설비에서 유압식 모터를 구동할 수 있는 유압식 펌프 또는 전력 팩과 같은 임의의 다른 형태의 필요 에너지 발생원일 수 있다. 열 요건 및 시스템 경제학은 가스 터빈을 사용할 것인지 또는 가스 터빈 발전기를 사용할 것인지를 결정할 것이다. 주어진 소형 가스 터빈으로부터 고온의 배기 가스 및 높은 열출력을 갖는 것이 요망될 경우에는, 소형 가스 터빈 발전기 대신에 가스 터빈을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 가스 터빈에 비해서, 가스 터빈 발전기는 발전기를 구동하기 위해 에너지 흡수에 있어서 배기 가스를 추가로 팽창 및 냉각시키고, 가스 터빈에서 이 에너지는 본 발명의 건조 용기에 사용하기 위해 이용가능한 고온 가스에 포함된다. 이는 본 발명의 실시에 있어서 가스 터빈에 의한 전기 또는 기타 에너지 생산의 수익원 또는 경제적 이익을 갖는 것보다는 작은(트럭운반가능한) 고온 유닛을 갖는 것이 경제적으로 보다 중요할 때 옵션일 수 있다.

본 발명에 사용가능한 가스 터빈 또는 가스 터빈 발전기에는 임의의 이용가능한 소스로부터 특정 가스 터빈 용도 및 본 발명에 따라 설계된 처리 장비 용도의 임의의 적합한 연료가 공급될 수 있다. 바람직한 종래의 연료는 방향 천연가스, 디젤, 등유, 및 제트 연료인 바, 그 이유는 가스 터빈이 이들 형태의 양질 연료에서 가장 효과적으로 작동하도록 설계되기 때문이고 또한 특히 본 발명의 유닛들이 가장 효과적으로 배치되는 원격 농업지에서의 그 보편적인 이용가능성 때문이다. 그러나, 가스 터빈에 연료공급하는데 사용될 수 있는 다른 연료에는 메탄, 프로판, 부탄, 수소, 및 바이오가스와 바이오액체 연료(메탄, 오일, 디젤, 및 에탄올)가 포함된다. 본 발명의 시스템은 바이오연료를 생산하지 않기 때문에, 본 발명에 사용되는 가스 터빈용 연료는 본 발명이 사용되는 국소 개소에서 이용될 수 있어야 한다. 연료가 국소적으로 이용가능하지 않으면, 디젤과 같은 연료가 필요에 따라 그 개소로 트럭운반될 수 있다.

본 발명에 사용가능한 시판되는 가스 터빈 및 가스 터빈 발전기의 예로는 이하의 것들이 포함된다(정격 메가와트(MW) 출력은 근사치임):

- 3.9MW 또는 5.0MW의 표준 조건 정격 출력을 갖는 롤스로이스 가스 터빈 엘리슨(Rolls Royce Gas Turbine Engines Allison) 501-KB5, -KB5S 또는 -KB7
- 7.0MW의 정격 출력을 갖는 유러피안 가스 터빈 토네이도(European Gas Turbines Tornado)
- 9.4MW의 정격 출력을 갖는 Solar Mars 90 및 10.7MW의 정격 출력을 갖는 솔라 마르스(Solar Mars)
- 5.5MW의 정격 출력을 갖는 Solar Tarus 60 및 7.5MW의 정격 출력을 갖는 솔라 타루스(Solar Tarus) 70

2.5미터톤/hr(2,500 kg/hr)의 공칭 생산 출력 성능을 위해서는, 전체 시스템에 설계되는 단열 및 열회수 효율에 따라서 약 4MW의 가스 터빈 발전기 크기가 사용될 수 있다. 소형 단일 세미트레일러 또는 트럭 시스템에 있어서, 유닛은 더 작게 스케일 조정될 수 있다. 0.3미터톤/hr 산출과 같은 적은 소규모 산출 시스템에서는, 시스템 효율 및 필요 열입력 범위에 따라서 Solar Saturn 0.8 MW, Solar Spartan 0.2 MW 또는 Capstone 0.5 MW 또는 0.3 MW 발전기와 같은 소형 가스 터빈이

사용될 수 있다. 본 발명에 따른 시스템은 또한 가솔린 또는 디젤 발전기와 같은 왕복동 엔진으로부터의 배기 가스를 사용하도록 설계될 수 있음을 알 수 있다. 이러한 소형 시스템은 전기를 공급하고, 신구 분뇨를 청소하며, 비료 제품을 생산하기 위해 로데오 그라운드와 같은 임시 장소에서 사용될 수 있다.

본 발명에 사용되는 건조 용기는, 배기 가스가 분뇨 원료와 접촉하는 장소인 건조 챔버에 외기의 상당량이 진입할 수 없게 하면서 가스 터빈 배기 가스를 수용하고 분뇨 원료를 수용하도록 구성될 수 있고 분뇨 원료를 건조하기에 적합한 임의의 형태 또는 구조일 수 있다. 본 발명의 목적을 위한 건조 용기에 대한 가스 터빈 배기 연결부의 설계의 목적은 상당량의 외기가 건조 용기에 진입하지 못하게 하여 분뇨 원료의 상당한 산화를 방지하는 것이다. 전술했듯이, 이는 분뇨 원료에 존재하는 유기물, 탄소값 및/또는 영양가를 보존하고, 화재를 방지하며, 안전한 작업을 제공하기 위함이다. 본 발명에 사용될 때, 터빈은 건조 용기에 대해 가장 효율적인 배기 가스 온도(EGT)를 생성하고 최소한의 자유 산소를 함유한 채로 건조 용기에 진입하는 가스를 생성하기 위해 종래의 연료 대 연소공기 비율로 작동하는 것이 바람직하고 기대된다. 본 명세서를 읽어본 당업자라면, 배기 내에서 자유 산소를 최소화하기 위한 종래의 연소비 조건 또는 자유 산소 부재를 위한 이론공연비에서 작동되고, 원료의 상당한 산화를 배제하기 위해 상당량의 외기가 건조 용기에 진입하는 것을 방지하는 방식으로 건조 용기에 연결되는 경우, 종래의 오일 또는 가스 버너 및 왕복동 엔진으로부터의 배기와 같은, 가스 터빈 이외의 대체적인 고온 가스 공급원이 사용될 수 있고 건조 용기에 연결될 수 있음을 알 것이다. 물론, 이러한 고온 가스의 대체 및 추가 공급원은 본 발명에 따른 건조 용기에 선택적으로 연결될 수 있으며, 시동, 중단 또는 서지 부하 조건을 위해서 또는 가스 터빈이 라인을 일탈하는 경우의 백업을 위해서 필요할 경우 건조 용기에 추가적인 열입력 성능을 제공하기 위해 가스 터빈의 배기 가스 출력을 보충하는데 사용될 수 있다.

본 발명의 작동에서는, 주로 분뇨 원료에 존재하고 취입(entrain)된 공기, 분뇨 원료에 존재하는 수분에 용해된 공기, 및 이론공연비가 달성되지 않는 기간 중에 터빈 배기 가스에 존재할 수 있는 초과 산소로 인해 외기가 전부 배제될 수 없으며 분뇨 원료의 산화가 완전히 배제될 수 없음을 알 수 있다. 또한, 일부 경우에는 열처리 및 변환이 일어나서 분뇨 원료에 존재하는 유기물 또는 기타 재료를 분해하거나 변환할 때 이들 재료에서 산소가 생성되거나 해방될 수 있다. 따라서, 본원에서 사용되는 "공기 도입을 배제", "상당한 산화 없이" 등을 지칭하는 표현은 상기와 같은 작동 맥락에서 사용되며, 분뇨 원료 또는 배기 가스의 일부로서 시스템에 진입하거나 열변환 공정에서 생산되는 공기나 산소를 배제하려고 의도한 것이 아니며, 분뇨 원료를 갖는 시스템에 그 공기가 진입한 결과로서 발생할 수 있는 산화를 방지하려고 의도한 것이 아님을 의미한다. 그러나, 이러한 산화 레벨은 본 발명의 범위, 내용 및 실시에서 또는 본원에 사용되는 그 표현의 의미에서 중요한 것으로 간주되지 않는다. 마찬가지로, 본원에서 "상당한 열분해 없이"라는 표현은, 예를 들어 미국 특허 제6,039,774호에 개시하듯이 분뇨 원료의 많지 않은 부분이 열분해됨을 의미하도록 사용된다. 열분해 제품은 본 발명의 방법 및 제품에 있어서 바람직하지 않으며, 본 발명의 방법 및 장비는 분뇨 원료의 소정 건조, 및 농약, 프리온, 유기물, 종자 등과 같은 각종 분뇨 원료 성분의 소정의 변환 및 파괴를 달성하기 위해 작동되지만, 상당한 산화를 회피하고, 바람직하게는 상당한 열분해를 방지하거나 또는 적어도 산화 및 열분해를 최소화하기 위해 작동될 수 있다. 본원에서의 설명에 이어서, 당업자에게는, 특정 분뇨 원료를 처리하여 이러한 바람직한 결과를 달성하고 완제품에서의 영양가를 최대화하기 위해 건조 용기 내에서의 배기 가스 온도, 접촉 시간, 및/또는 체류 시간, 건조 용기 내의 고체상 및 기체상의 수분 함량 및 기타 변수를 제어하는 것이 명확할 것이다.

건식 또는 저 수분 함량 분뇨 원료는 입자들 사이 간격에 습식 또는 고 수분 함량 분뇨 원료에 비해 더 많은 공기가 취입될 것이며, 이러한 취입된 공기를 건조 용기에 도입되기 이전에 건식 분뇨 원료로부터 제거하는 것은 보통 경제적으로 실용적이지 않다. 그러나, 본 발명의 다른 작동 태양에 상응하려면, 따라서 높은 수분, 낮은 공기 함량 분뇨 원료를 사용하는 것이 바람직하며, 본 발명의 시스템에서의 처리 이전에 건식 분뇨 원료에 물을 추가하여 그로부터 공기를 배출하는 것이 바람직 할 수 있다. 건조 용기로의 공기 및 산소 도입의 최소화는 분뇨의 영양 성분뿐 아니라, 건조 용기 내에 초과 공기 또는 산소가 존재할 경우 화재나 안전 위험을 초래할 수도 있는 짚, 먼지 등과 같은 원료의 다른 성분의 상당한 산화를 방지하기 위해서 바람직하다.

외기의 배제 또한 경제적 효율을 위해서 바람직한 바, 이는 분뇨 원료의 가열과 더불어 초과 또는 외부 공기가 공정의 효율을 감소시키기 때문이다. 본 발명의 바람직한 작동을 위해서 분뇨 원료가 수분 함량이 매우 낮거나 너무 건조한 일부 예에서는, 건조 용기 내의 수분 레벨을 효과적인 작업을 위한 레벨로 상승시키고 건조 용기로부터 소정의 수분 함량 및 소정의 자기-결합 특성을 갖는 고형 물질을 생산하기 위해 분뇨 원료, 터빈 배기, 터빈 흡기구 또는 건조 용기에 물이 추가될 수 있다. 건식 분뇨 원료에 물을 추가한 후 예를 들어 건초 혼합 및 롤러 가압에서 혼합, 반죽, 또는 압축하는 것은 또한 건조 용기 내로 도입되기 이전에 분뇨 원료로부터 공기를 배출시키는 작용을 할 수 있다. 매우 건조한 분뇨 원료의 경우에, 물은 건조 용기에 진입하기 이전에 추가되는 가공 보조제로 간주될 수 있다.

건조 용기의 작용은 통상 분뇨 원료를 건조시키는 것이지만, 분뇨 원료를 고온 가열하여 바람직하지 않은 성분들을 변화 또는 파괴하는 것과, 분뇨 원료의 화학적 또는 열적 변경을 달성하여 완제품에서 요구되는 결합 및 입자 경도 프로파일을

제공하는 것임을 알 것이다. 전술했듯이, 본 발명의 중요한 태양은 분뇨 원료의 각종 성분을 외기로부터의 상당한 산화 없이 열변환하는 것이다. 분뇨 원료의 특정 성분이 다양하고 변화되기 때문에, 열변환에서 어떤 특정한 화학 반응이 발생할지는 정확히 알 수 없으며, 특정 이론 또는 이에 관한 추론에 의해 한정되어서는 안된다. 그러나, 특정한 관찰이 이루어졌으며, 이하의 관찰에 대한 이해는 당업자가 본 발명을 효과적으로 그리고 효율적으로 실시할 수 있게 할 것이다.

첫번째는 본원에서 논의된 유기물, 화학물질 등과 같은 바람직하지 않은 성분의 열변환 및 파괴이다. 두번째는 분뇨 원료 중의 유기물(가축 배설물, 죽, 잡자리재료 등)을 화학적으로 또는 물리적으로 열변환함으로써 결합제나 유사한 재료의 첨가 없이도 본질적으로 유기물을 자기 결합적으로 만들고 열처리 또는 열변환된 원료를 높은 물리적 강도의 펠릿, 입자 또는 소구로 만들 수 있다. 펠릿, 입자 또는 소구형 비료를 형성하기 위한 종래의 결합제가 본 발명의 실시에 사용될 수 있지만, 첨가된 결합제 없이 펠릿/입자/소구화될 수 있는 자기 결합성 재료를 생산하기 위해 열처리 온도 및 체류 시간에서 작동하는 것이 바람직하다. 어느 정도, 원료 내의 유기물이 "요리"되는 것처럼 화학적으로 변경되거나 및/또는 열변환될 때, 이는 리간드, 셀룰로스, 전분, 탄수화물 등을 완제품에서 결합제로 작용할 수 있는 물질로 변형시킬 것으로 믿어진다. 이는 종래의 건식 비료 취급 및 살포 장비에서 유용하게 만드는 입자 강도 및 자유 유동 고화방지 및 비파쇄 특성을 갖는 완제품의 형성을 가능하게 하기 위한 결합 프로파일을 제공한다. 가축 배설물의 매우 낮은 비율에서 매우 높은 비율로 존재하는 분뇨 원료는 자기-결합성 재료로 변환될 수 있고 이는 추가 결합제의 첨가 없이 양호한 강도의 펠릿, 입자, 또는 소구 제품을 형성할 것이다. 물론, 필요할 경우 본 발명의 임의의 완제품의 강도 특성을 향상시키기 위해 추가 결합제가 첨가될 수도 있다. 또한, 영양가는 낮지만 유기물이 많고 토양 개선제 또는 토양 조성제로서 사용될 수 있는 일부 생산 재료도 마찬가지로 이용 가능한 펠릿, 입자 또는 소구 제품을 생산하도록 처리될 수 있다. 세번째는 수분 함량이 매우 낮은 분뇨 원료를 처리하는 일부 작업에서는 실제로 상당한 건조가 일절 발생할 수 없다는 인식인 바, 즉 건조 용기에 진입하는 분뇨 원료의 수분 함량이 본질적으로 건조 용기를 빠져나가는 비료 또는 토양 조성 재료와 동일할 수 있으며, 따라서 건조 용기가 본질적으로 오븐으로서 작용한다. 이 경우, 발생하는 중요한 처리는, 생산된 재료가 유용한 결합, 집합, 경도, 고화방지, 비파쇄성, 비발진성, 자유유동, 및 내습도 특성을 갖는 최종 펠릿, 입자 또는 소구 제품을 제공하기 위해 충분히 자기-결합적일 수 있도록, 분뇨 원료에 존재하는 유기물의 적어도 일부를 열적 처리 또는 변환하거나 및/또는 화학적으로 변화("요리")시키는 것이다. 다시, 필요할 경우 완제품의 강도 특징을 향상시키기 위해 선택적 결합제가 첨가될 수도 있다.

본 발명에 사용될 수 있는 건조 용기의 형태는 예를 들어, 내부 스크레이퍼, 교반 플레이트 및/또는 패들을 갖거나 갖지 않는 회전식 드럼, 스크레이퍼 및/또는 교반 플레이트 및/또는 패들을 갖거나 갖지 않는 고정식 "고슴도치형" 드럼 건조기, 및 당업자에게 명확한 다른 것들이다. 본 발명에 사용하기에 적합할 수 있거나 유용한 시판되는 건조 용기의 예로는 스코트 에이에스티 드라이어 시스템즈(등록 상표, Scott AST Dryer™Systems), 사이먼 드라이어 엘티디(Simon Dryer Ltd.)사-드럼 건조기, 위스먼트 터보 드라이어(Wyssmont Turbo Dryer) 시스템 및 더스크 엔지니어링(Duske Engineering Co., Inc.)사 건조기가 포함된다. 본 발명에 사용하기에 적합할 수 있거나 유용한 건조 용기의 추가 예가 더스크(Duske) 등의 미국 특허 제5,746,006호 및 루커(Luker) 등의 제5,570,517호 및 제6,367,163호에 개시되어 있으며, 이들 특허는 그 전체가 본원에 원용된다.

전술했듯이, "건조 용기"는 본 발명의 시스템에서의 분뇨 원료로부터 수분을 제거함으로써 주로 건조기로서 반드시 항상 기능하지는 않는다. 건조 용기는 또한 분뇨 원료가 본원에 개시되는 소정의 최종 재료 및 제품을 생산하기에 충분한 시간 동안 충분한 온도로 가열되는 열처리/변환/변경 용기로서도 기능한다. 또한, 건조 용기는 터빈 배기 가스 또는 기타 열원과 분뇨 원료의 직접 접촉을 제공할 필요가 없지만, 본 발명에 따라 요구되는 건조 및/또는 열적 처리/변환/변경을 달성하기 위해 분뇨 원료의 간접 가열을 제공할 수 있다. 직접 가열에서든 간접 가열에서든, 시스템은 분뇨 원료의 상당한 산화 및 상당한 열분해가 일절 발생하지 않도록 제어된다.

본 발명에 사용하기에 적합한 건조 용기의 다른 태양은, 건조 용기가, 고온 배기 가스를 제공하는 가스 터빈 또는 기타 엔진용의 소음기 또는 머플러로도 기능하는 것이 바람직하다는 점이다. 가스 터빈(본질적으로 제트기 엔진)이 인근 환경에 상당한 레벨의 소음 영향을 미침은 주지된 것이다. 전력 생산 또는 기타 목적으로 사용되는 고정식 가스 터빈은 일반적으로 가스 터빈의 배기구의 소음을 허용 가능한 레벨로 저감하기 위해 설치되는 소음기를 구비하도록 지방, 주, 연방 규정이 요구하고 있다. 이러한 소음기는 비용 상의 경제적 단점을 가지며, 가스 터빈 배기구에 배암을 형성하여 가스 터빈 작동의 효율을 저하시킨다. 외기쪽으로 폐쇄되는 건조 용기와 가스 터빈 배기구 사이의 연결로 인해 본 발명에 의해 제공되는 한 가지 장점은 건조 용기가 가스 터빈용 소음기로서 효과적으로 기능한다는 점이다. 이는 적어도 부분적으로 수분 함량이 높은 분뇨 원료의 존재와 조합하여 작용하는 건조 용기의 내부 구조의 결과이며, 이 조합은 가스 터빈 배기구 소음을 흡수하여 감소시키는데 효과적이다. 이는 또한 대기쪽으로 폐쇄되는 건조기의 하류 단부로 인한 것인 바, 그 이유는 건조 용기로부터의 스트림 및 오프 가스가 응축, 세척, 재순환을 위해서 또한 대기로 배출되기 전에 폐쇄 시스템의 후속 처리에서의 열회수를 위해서 수집되기 때문이다. 공정 및 장비 시스템의 다양한 지점에서 배기 성능은 시동, 중단, 동요 또는 원료 가변성을 수용하기 위해서 바람직할 수 있지만, 보통은 단지 완제품 출력 및 깨끗한 배기 가스 통풍구를 갖는 폐쇄 시스템으

로서 작동될 것임은 당업자에게 명확할 것이다. 터빈 배기구는 선택적으로, 다른 공정 유닛에서의 보충 가열이나 시동, 중단 또는 동요에 대해 필요할 때 건조 용기를 우회하는 부분적으로 또는 임시적으로 전부 다른 하류 유닛으로 분기될 수 있다.

본 발명에 의해 제공되는 다른 장점은, 건조 용기의 상류 입구에 낮아진 압력을 제공하여 터빈 배기구에서의 배압을 저감하기 위해 적절한 팬, 벤트 송풍기(vent blower) 등에 의해 건조 용기의 방출 단부로부터 증기 및 오프 가스가 인출될 수 있다는 점이다. 이는 가스 터빈의 작동 효율을 증가시키며, 가스 터빈 배기구와 건조 용기 사이의 연결부가 외기쪽으로 개방되지 않기 때문에 가능해진다. 상업적 시스템 설계는 시동, 중단 또는 동요 작동 중에 사용하기 위해 가스 터빈 배기구와 건조 용기 사이의 연결부 내로 티형 또는 기타 구조에 의해 연결되는 벤트나 심지어는 종래의 소음기를 구비할 수 있지만, 전술한 본 발명의 방법 및 장치를 위한 정상 작동 구조에 채용되지 못할 것이다. 본 발명의 작동의 최선의 효율을 달성하려면, 가스 터빈과 건조 용기 사이에서의 열 및 에너지 손실을 최소화한 상태에서 배기 가스를 건조 용기로 송출하기 위해 가스 터빈 배기구와 건조 용기 입구 사이의 연결부가 어떤 장애물도 갖지 않는 것이 바람직하다. 본 명세서로부터 또한 알 수 있는 것은, 가스 터빈 발전기의 작동이, 전기 생산을 위한 최적 또는 최선의 가스 터빈 작동 조건이 아닐 수도 있는 분뇨 원료 건조, 열 변환, 화학적 변경, 및 기타 처리 요구에 대한 최적의 효율 또는 경제성을 위해서 바람직하게 제어될 것이라는 점이다. 전기 생산은 시스템을 위한 비용 회수 수익원이지만, 본 발명의 작동의 전체 경제성은, 소정 특성을 갖는 제품의 효과적인 건조 용기 작동 및 후속 생산을 위해 최적의 배기구 열출력에 유리하고 전기 생산에는 유리하지 않은 가스 터빈 작동 조건 하에서 양호할 수 있다. 본 발명의 특정 시설에 대한 이러한 작동 조건의 결정은 본 명세서의 기술내용으로부터 당업자에게 명확할 것이다. 이 형태의 가스 터빈 제어 시스템은, 그 전체가 본원에 원용되는 2004년 7월 19일자로 출원되고 공동으로 양도된 동시계류중인 미국 특허출원 제10/894,875호에 개시되어 있다.

본 발명에 의해 제공되는 다른 장점은 가스 터빈 배기 가스가 건조 용기의 제한된 공간에서 상당한 외기의 존재 없이 분뇨 원료와 접촉하는 것에 기인한다. 가스 터빈 배기구에서의 NOx 및 SOx 방출 및 얼마간의 CO 와 CO₂ 방출이 실질적으로 감소되고, 일부 경우에는 NOx 및 SOx 성분이 분뇨 원료에 흡수 또는 복합화됨으로써 제로까지 감소되며, 분뇨 원료에서 이것들은 건조 용기를 빠져나가는 비료 재료에 그리고 입자, 펠릿 또는 소구 형태로 처리된 후 비료 제품에 흡수, 복합화 또는 고정된다. 이는 대기로의 NOx 및 SOx(그리고 CO/CO₂) 방출을 저감 또는 제거하고, 본 발명의 방법 및 장치에 의해 생산되는 비료의 영양가에 질소, 황, 탄소 성분을 첨가하는 이중 장점을 제공한다.

건조 용기를 위한 작동 조건 및 과정은 본 발명의 명세서의 기술내용으로부터 당업자에게 명확할 것이다. 건조 용기에 진입하는 통상적인 터빈 배기 가스 온도는 분뇨 원료의 수분 및 기타 함유물과 건조 용기로부터 출력되는 비료 또는 토양 조성 재료의 소정 조건에 따라서 약 500°F(260°C) 내지 약 1,500°F(815.5°C)의 범위에 있을 것이다. 소형 엔진을 구비한 소형 시스템에서, 입구 배기 가스 온도는 약 300°F(149°C) 또는 약 350°F(177°C) 정도로 낮을 수 있다. 바람직한 범위는 약 600°F(316°C) 내지 약 1200°F(649°C)이며, 입구 온도는 약 650°F(343°C) 이상인 것이 바람직하고 약 700°F(371°C) 이상인 것이 가장 바람직하다. 건조 용기에 진입하는 갓의 온도 및 유량은 부분적으로 분뇨 원료의 수분 함량 및 기타 특성에 종속될 것이다. 수분 함량이 높을수록 수분 함량을 저감시키기 위해서는 일반적으로 입구 가스 온도가 높을 것을 명백히 필요로 할 것이다. 수분 함량이 높은 분뇨 원료가 고온 가스와 접촉되는 본 발명의 시스템에서는 추가 효율이 달성될 것으로 믿어진다. 이러한 접촉은 분뇨 원료에서 수분이 나옴에 따라 과열된 증기가 때로는 순간적으로 형성되며, 이후 이 과열된 증기는 인접한 분뇨 원료로부터 수분을 가열하여 취출 구동한다. 이 메커니즘이 분뇨 원료를 낮은 수분 함량으로 급속 건조시키는 역할을 하고 그로인해 건조 용기 내의 분뇨 원료의 잔류 시간이 본 발명에 따라 소정의 열적 처리/변환/변경 또는 그 "쿠킹(cooking)"에 기여하는 것으로 믿어진다. 일부 분뇨 원료는 보다 낮은 온도를 요할 수도 있지만, 특히 "유기" 기준을 충족하도록 본원에서 논의된 다른 소정 특성을 갖는 자기-결합 제품을 생산하는데 필요한 변환 또는 "쿠킹"을 달성하기 위해서는 보다 긴 체류 시간을 요할 수 있다. 건조 용기를 빠져나가는 비료 또는 토양 조성 재료의 온도는 통상 약 150°F(65.5°C) 내지 약 450°F(232°C)가 될 것이며, 바람직하게는 약 200°F(93.3°C) 내지 약 350°F(176°C)가 될 것이다. 일부 작업에서, 비료 또는 토양 조성 재료의 건조 용기 출구 온도는 약 175°F(79.4°C) 이상이어야 하며, 바람직하게는 약 200°F(93.3°C) 이상이어야 한다.

본 발명의 재료 및 제품의 자기-결합 특성은 본 발명의 중요한 바람직한 태양이다. 소정 형상 및 형태의 입자, 펠릿, 또는 소구의 소정의 물리적 강도 특성을 제공하기 위해 선택적으로 종래의 결합제 및 첨가제가 사용될 수 있지만, 작동 조건은 자기-결합성 제품을 생산하도록 분뇨 원료를 쿠킹 및 변환하는 것이어야 함이 바람직하다. 이러한 작동 조건은 결합 특성을 갖는 성분으로 변환될 수 있는 분뇨 원료의 유기물 함량 및 수분 함량에 종속될 것이다. 어떤 특정 이론에 의해 이해되고 경계지어지지는 않지만, 전분, 단백질, 탄수화물, 및 당분은 결합제로서 작용할 수 있는 글루텐상 재료로 변환되고 오일 및 리간드형 성분은 결합제로서 작용하도록 중합화되는 것으로 믿어진다. 어느 경우에나, 작동 조건에는 배기 가스, 분뇨 원료와 배기 가스 사이의 접촉 시간, 및 건조 용기 내에서 분뇨 원료 고형체의 고온 체류 시간이 포함된다. 이를 조건은 고체가 상승되는 온도, 및 고체가 고온을 겪는 시간 길이를 결정할 것이다. 이러한 온도는 고체의 특정 중분에 대해 일정한

온도일 수는 없지만, 일정 기간에 걸쳐 최대 온도로 상승한 후 일정 기간에 걸쳐 하강하는 온도 프로파일일 수 있거나, 건조 용기 출력이 출구에서 급냉되면 급속히 하강할 수도 있다. 최적의 자기-결합성 제품을 달성하기 위한 최적 조건은 본원의 명세서를 따르는 특정 분뇨 원료에 대해 결정될 수 있다.

본원에서 사용되는 "비료 재료"라는 용어는 분뇨 원료의 수분 함량을 기준 레벨에서 본원에서 지칭되는 화학적 변경 및 변환을 달성하는 본 발명에 따른 낮은 레벨로 낮춤으로써 건조 용기에서 생산되는 건조된 분뇨 원료를 지칭 및 의미하도록 사용된다. "비료 재료"란 소비자, 상업적 또는 산업적 이용에 적합한 최종 비료 제품으로 추가 처리하기에 적합한 중간 제품으로 간주된다. 통상적으로 건조 용기로부터의 비료 재료는 제분 처리되어 분말 또는 가루(meal)를 생성하고, 이후 이 분말 또는 가루를 입자화, 펠릿화 또는 소구화하여 작물 재배 작업에서의 건조 살포에 적합한 최종 비료 제품 또는 토양 조성 제품을 생산할 것이다. 비료 재료는 또한 제분 처리되거나 달리 분말화될 수 있으며, 토양이나 작물 재배 작업에서 습식 형태로 살포되거나, 하이드로-멀칭(hydro-mulching), 분사파종(hydro-seeding), 하이드로-스프리킹(hydro-sprigging)과 같은 파종 형태 적용이나 복원에서 언덕이나 벼랑에 압력 살포될 수 있거나, 또는 이러한 용도 또는 파종 드릴 또는 공중 파종을 위해 종자를 코팅하는데 사용될 수 있는 슬러리나 기타 액상 또는 펌핑가능한 비료 제품으로 제조될 수 있다. 마찬가지로, 건조 용기가 생산하는 재료는 선택적으로, 천연 토탄(土炭:peat)과 비슷하지만 천연 토탄에 비해 유기물은 (20%, 30%, 40%, 50% 또는 60% 이상) 더 많고 수분 함량은 더 낮은 제품을 형성하도록 처리될 수 있다. 분뇨 원료가 부분적으로 또는 대부분 생물변환되는 경우에, 건조 용기에 의해 생산되는 재료는 여전히, 토양 조성 재료로서 유용한 토탄형 제품으로 형성될 수 있다. 이러한 제품은 영양가는 높지 않을지 몰라도 전술했듯이 유기물이 많을 수 있다. 신선한 원료로부터는 생물변환된 원료로부터는 건조 용기로부터의 원 출력물은 각종 농업 및 조경 작업에 사용하기에 적합한 바람직한 형태로 포장 또는 패키징될 수 있는 최종 비료 또는 토양 조성 제품일 수 있다. 예를 들면, 이는 건축 장소에서 부식 제어에 사용하기 위해, 짚 스네이크 롤과 비슷한 긴 "스네이크" 롤로 형성될 수 있다. 본 발명의 재료로 제작된 이러한 롤은 짚 롤처럼 부식 제어에 효과적일 것이나, 짚에 비해 높은 영양가 및/또는 유기물로 인해, 롤이 분리되어 더이상 유효하지 않게 된 후 부식을 견디도록 그 장소에서 보다 이르고 보다많은 식물을 성장을 촉구 및 활성화할 것이다. 건조 용기로부터의 재료는 또한 농업 용도용 제품을 형성하도록 용융 요소(urea)와 같은 결합제로 조합될 수 있다. 본원에서 사용되는 "비료 재료" 및 "비료 제품"은 식물 사용가능한 영양가가 높은(통상 신선한 분뇨 원료로 제조되는) 재료 및 제품을 지칭하기 위한 것이다. 그리고 "토양 조성 재료" 및 "토양 조성 제품"은 식물 사용가능한 영양가가 낮은(통상 생물변환된 분뇨 원료 또는 짚, 등지형성 재료 등과 같이 분뇨 함량은 낮고 다른 함량은 높은 원료로 제조되는) 재료 및 제품을 지칭하기 위한 것이다. 그럼에도 불구하고 유기물이 높아서 토양 개선제, 토양 조성제 또는 토양 개량제로서 유익하다. 이를 재료 또는 제품은 본원에 개시되는 다른 재료 또는 화학물질과 혼합될 수 있음을 알 수 있다. 또한 본 발명의 시스템에 의해 생산된 제품은 비료 및 토양 조성 용도로 바람직하지만 열 또는 전기 생성을 위한 연료로서 사용될 수 있음을 알 수 있다. 지역 경제학은 건조 용기로부터 생산된 재료 또는 본 발명의 시스템으로부터 생산된 완제품으로 만들어지는 최종 용도를 결정할 것이다.

본원에서 사용되는 "입자", "입자화"라는 용어는 사전에 형성된 펠릿 또는 소구의 파쇄를 포함하는 종래의 입자화 공정 및 장비에 의해 생산되는, 종래의 입자, 분말, 가루, 부스러기 등을 포함하는, 본 발명에 의해 생산되는 재료 또는 제품의 임의의 입자 형태를 지칭한다. "펠릿", "펠릿화" 등의 용어는, 슬러리 또는 페이스트를 압출하고 이 압출물을 소정 크기로 절단, 초핑, 또는 과단하는 것과 같은, 종래의 펠릿화 공정 및 장비에 의해 통상 만들어지는, 원통형, 총탄(bullet)형, 구형 또는 다른 형상을 포함하는, 본 발명에 의해 생산되는 재료 또는 제품의 임의의 펠릿 형태를 지칭한다. "소구", "소구화" 등의 용어는 분무탑 공정, 냉동 건조 공정 등을 포함하는, 종래의 소구화 공정 및 장비에 의해 만들어지는, 본 발명에 의해 생산되는 재료 또는 제품의 임의의 소구 형태를 지칭한다.

압출 펠릿타이저(pelletizer)는 본 발명에 사용하기에 바람직한 공정 유닛중 하나인 바, 그 이유는 이것이 건조 용기에서 생산되는 재료의 자기-결합 특성을 이용하기 때문이며, 또한 이것이 본 발명의 제품의 기본적 및/또는 향상된 자기-결합 특성을 생성하기 위한 재료의 "요리"를 추가로 제공하거나 기여할 수 있는 온도 및 압력 조건 하에서 작동될 수 있기 때문이다. 통상적인 작업에서, 제분 유닛으로부터의 분말 또는 가루는 고압 고온에서 압출가능한 재료를 형성하기에 충분한 건조 용기로부터의 스텀 또는 응축 수증기와 같은 증기 또는 물과 혼합되어 펠릿 또는 다른 형상을 형성할 수 있다. 압출 펠릿타이저 내의 온도는 가열된 나사, 다이 또는 드럼에 기인하거나, 높은 압력의 압축 에너지에 기인할 수 있다. 어느 경우에나 압출가능한 재료는 공정에서 고온으로 가열된다. 일부 분뇨 원료에 있어서, 압출기 펠릿타이저에서의 고온 고압은 결과적인 펠릿화, 입자화 또는 소구화 제품의 추가적인 또는 향상된 자기-결합 특성을 제공하거나 기여하도록 재료 내의 특정 성분을 추가로 "요리"하거나 변환할 수 있을 것으로 믿어진다. 이러한 압출 펠릿타이저에서의 통상적인 작동 조건은 채용되는 압출 장비에 따라서 약 20중량% 이상의 수분 함량을 갖는 압출가능한 재료가 될 것이다. 압출기 온도 및 압력은 종래의 압출기 장비에서 보통 사용되는 것일 것이다. 다른 작동 조건은 처리되는 분뇨 원료 및 형성된 제품의 소망 특성에 따라서 명백히 채용될 수 있다. 제작된 펠릿은 수분 함량을 안정적인 제품 저장에 적합한 레벨, 예를 들면 약 10중량%로 저감하도록 조건될 수 있다. 공정의 이 시점에서 제거된 수분은 본원에서 설명하듯이 다른 단계에서의 사용을 위해서 또한 본 발명의 시스템의 방법에서 재사용될 수 있다.

분뇨 원료는 통상 약 50중량% 내지 약 90중량%의, 바람직하게는 약 60중량% 내지 약 80중량%의, 그리고 가장 바람직하게는 약 65중량% 내지 약 75중량%의 수분 함량을 가질 것이다. (본원에서 사용되는 중량 퍼센트는 지칭되는 혼합물의 전체 중량에 기초한 문제의 성분의 퍼센트를 말한다.) 수분 함량이 예를 들어 약 40중량% 정도로 낮거나 심지어는 약 30중량% 정도로 낮은 분뇨 원료가 본 발명에서 처리될 수 있다. 바람직한 분뇨 원료는 약 50중량% 이상, 바람직하게는 약 60중량% 이상, 가장 바람직하게는 약 70중량% 이상의 수분 함량을 갖는다. 분뇨 원료가 이 범위의 높은 수분 함량을 가질 때, 1,000°F(537.8°C)의 배기 가스가 대기압 또는 대기압이하 압력에서 고수분 분뇨 원료와 접촉하는 건조 용기의 입구에서의 증기 및 과열된 증기의 순간적인 생성으로부터 처리 장점이 달성된다. 이렇게 생성된 증기 및 과열된 증기는 분뇨 원료의 인접 또는 근접 입자 및 하류 입자의 건조, 쿠킹, 변환에 기여하며, 이는 처리 효율을 향상시킨다. 본 발명의 방법 및 장치의 작동에서는, 분뇨 원료 특성의 균일성을 제공하기 위해, 분뇨 원료가 배치(batch) 중에서 또는 동일 배치의 다른 부분(상부, 하부, 실내, 실외 등) 중에서 혼합되는 것이 바람직하다. 이러한 바람직한 조제는 건조 용기로부터 보다 균일한 비료 재료를 생산할 수 있으며, 처리 작업의 제어를 단순화한다. 분뇨 원료의 온도는 통상 약 30°F(-1.1°C) 내지 약 100°F(37.7°C)의 상온일 수 있지만, 임의의 냉동 응집물이 원료 제조 또는 건조 용기와 원료 공급 장비의 작동을 방해하지 않으면 30°F(-1.1°C) 미만일 수 있다. 분뇨 원료는 본 발명에 따라 처리되기 이전에 영양소의 분해 또는 생물변환을 저감하거나 방지하기 위해 저온에 있는 것이 바람직하지만, 공정 경제학을 위해서 또는 산출 용량을 위해서는 건조 용기에 도입되기 전에 분뇨 원료를 예열하는 것이 유리할 수 있다. 예열이 사용될 경우, 이는 분해 또는 생물변환이 최소로 유지되도록 본 발명에 사용하기 전에 이루어지는 것이 바람직하다. 이러한 원료 예열이 채용될 경우, 이는 스테이지형성 및 원료 조제 영역에서 열교환, 태양열 가열, 가열된 컨베이어나 오거, 또는 가열된 콘크리트 슬래브와 같은 임의의 소정 방식으로 이루어질 수 있다.

터빈 배기 가스와 분뇨 원료 사이의 접촉 시간은 원료의 수분 함량, 건조 용기 출력 재료에서 바람직한 수분 함량, 바람직한 화학적 변경/변환, 건조 용기에 진입하는 배기 가스의 체적과 온도, 및 기타 인자를 포함하는 여러가지 변수에 의해 결정될 것이다. 접촉 시간은 소요 건조를 제공할 뿐 아니라, 원료에 존재하는 유기물, 미생물, 종자, 농약, 항생물질, 호르몬, 프리온, 바이러스 등과 같은 바람직하지 않은 성분들을 필요할 경우 충분히 파괴하거나 무해한 형태로 변환하고 필요할 경우 자기-결합성 제품을 생산하기 위해 분뇨 원료 고형물의 입자를 충분한 온도로 상승시키도록 규제될 것이다. 소정 레벨의 상기 성분 파괴 및 변환과 소정 레벨의 자기-결합이 달성되는 한 입자에 의해 달성되는 실제 온도는 결정하기에 중요하지 않다. 소정 접촉 시간은 건조 용기 체적과 크기, 및 원료와 배기 가스의 산출 체적에 의해 변화 및 규제될 수 있다. 배기 가스로부터 원료로의 열전달, 및 그에 따른 원료가 가열되는 온도는 주로, 원료에 대한 배기 가스의 질량비의 함수가 될 것이다. 가스 터빈 발전기를 갖는 건조 용기 작동의 일 예가 1,000°F(537.8°C)에서 약 122,000 lb./hr의 배기 가스 출력을 갖는 롤스로이스 앤리슨(Rolls Royce Allison) 501-KB5 발전기(정격 3.9 MW)이며, 이는 약 26m³의 내부 체적을 갖는 미국 미네소타주 뉴프라그(New Prague, Minnesota, USA) 소재의 스코트 이큅먼트 컴퍼니(Scott Equipment Company)의 회전식 튜브형 건조기 모델 AST 8424에 연결된다. 분뇨 원료는 약 70중량%의 수분 함량 및 약 65°F(18.3°C)의 온도를 갖는 신선한 가축 사육장 분뇨이며, 약 10분 내지 약 18분의 건조 용기 내에서의 고형물의 평균 또는 공칭 체류 시간 및 약 7.5의 분뇨 원료에 대한 배기 가스의 중량비를 제공하기 위해 약 10m³/hr(약 16,200lb./hr.)인 약 6,500kg./hr.의 속도로 건조 용기에 공급된다. 건조 용기 출력은 약 200°F(93.3°C)이다. 원료에 대한 배기 가스의 중량비는 일반적으로 약 15:1 내지 약 1:1이 될 것이고, 바람직하게는 약 10:1 내지 약 3:1, 더 바람직하게는 약 8:1 내지 약 4:1이 될 것이다. 열 요건은 원료가 매우 높은 수분 함량으로 차갑고 배기 가스가 고온 또는 최대 온도에 있지 않은 경우 적어도 약 20:1 또는 적어도 25:1 이상의 비율을 요청할 수 있다. 건조 용기를 통한 배기 가스 유동 및 분뇨 원료 유동은 소정의 결과 및 각종 시스템 설계 및 경제적 고려사항에 따라서 동시에 일어나거나, 역류하거나, 1단, 다단 등일 수 있다.

건조 용기로부터의 출력은, 건조 및/또는 열처리되고 소정 형태로 변환되는 스텀, 수증기, 연소 가스, 및 고체를 포함한다. 가스 및/또는 고체의 통상적인 건조 용기 출구 온도는 보통 약 200°F(93.3°C) 내지 약 350°F(176°C)가 될 것이지만, 경제적, 품질적 및/또는 공정 효율적 이유로 보다 낮거나 보다 높은 온도가 선택 및/또는 요망될 수 있다. 출구 온도는 적어도 약 110°F(43.3°C) 내지 적어도 약 500°F(260°C), 바람직하게는 적어도 약 180°F(82.2°C), 보다 바람직하게는 적어도 약 200°F(93.3°C)가 될 수 있다. 건조 용기를 빠져나가는 고체 물질은 일반적으로 약 10중량% 내지 약 15중량%의 수분 함량을 갖는 것이 바람직하지만, 약 5중량% 내지 약 25중량%일 수 있다. 다시, 비슷한 이유로 건조 용기 출력 고체의 보다 낮거나 높은 수분 함량이 선택 및/또는 요망될 수 있다. 건조 용기를 빠져나가는 스텀, 수증기 및 연소 가스는 보통 열교환기(입자와 또는 펠릿화 작업에서 하류에서 또는 원료 또는 터빈 흡기 예열에서 상류에서 사용가능한 처리 열의 회수를 위함), 응축기(상류 또는 하류 사용, 농업 용도, 또는 폐기를 위한 처리 수의 회수를 위함), 스크러버(scrubber), 필터, 사이클론(기체나 액체에 취입된 고체를 회수하고, 기체 및 액체를 환경적으로 방출할 수 있게 하기 위함), 및 기타 종래의 처리 설비를 통해서 이동될 것이다.

건조 용기로부터의 고체 출력은 본원에서 비료 또는 토양 조성 재료로 지칭되며, 이 고체는 통상 최종 비료 또는 토양 조성 제품을 최종 패키징 또는 집단 살포에 필요한 형태로 생산하기 위해 제분, 입자화, 펠릿화, 소구화 또는 기타 처리에 의해

추가 처리된다. 본 발명에 사용되는 이러한 제분, 입자화, 펠릿화 또는 소구화 설비 및 작동은, 건조 용기로부터의 출력물이 이러한 처리를 받게 되는 고체 및 기체 성분을 포함하기 때문에 종래의 주지된 것이다. 건조 용기 고체 출력은 분말, 입자, 펠릿 또는 소구 형태로 추가 처리되지 않고 농업 분야에서 그 원형으로 사용될 때 본원에서 비료 또는 토양 조성 제품으로 지칭될 수 있다. 건조 용기 출력은, 분뇨 원료가 영양가가 낮은 재료를 비료로서 생산하지만 그럼에도 불구하고 토탄 형태 제품과 마찬가지로 높은 유기물 함량을 갖는 토양 조성제 또는 개선제로서 유용한 형태이거나 비료와 유기물 토양 조성 제품의 조합체일 때 토양 개선 재료 또는 제품으로서 지칭된다. 제품이 어떤 형태이든 간에, 본 발명의 방법, 시스템 및 장비는 분뇨 원료의 환경적이고 경제적으로 효과적인 처리를 제공하여 환경 부담으로서의 분뇨 원료를 제거하며, 토양 조건을 향상시키고, 탄소를 토양이나 기타 환경적으로 유리한 적용에 고립시키고, 매립지에서의 배설물을 제거하는데 유용한 제품을 제공한다.

본 발명은 분뇨 원료로부터 다양한 제품 및 재료를 제조하는데 사용될 수 있지만, 바람직한 재료 및 제품은, 상당 양의 바람직한 성분이 건조 용기 또는 다른 작업에서의 가열, 화학적 변경 및/또는 건조 처리에서 변환되거나 파괴되지 않은 상태로 남아있지 않은 것이다. 본 발명에 의해 생산되는 제품 및 재료는 유용한 비료 또는 토양 조성 제품인 것이 바람직하지만, 본 발명은 또한 매립지로부터 지표수 또는 지하수로 침출되는 유해한 성분을 소량 함유하거나 전혀 갖지 않는 고체를 제공하는 장점을 갖고, 매립지에서의 폐기를 위한 감소된 체적의 고형물을 생산하는데 유용하다.

본 발명에 의해 생산되는 제품 및 재료는 특정 특성 또는 특징을 요하는 특정 최종 사용을 위해 요구될 수 있는 다른 재료, 제품 또는 화학물질과의 혼합에 유용하며, 이러한 혼합물을 구비한다. 이러한 다른 재료 및 첨가물은 공정의 적절한 임의 시점에서 첨가되어 혼합될 수 있는 바, 분뇨 원료와 혼합되고, 건조 용기에 첨가되며, 임의 시점에서 처리 수에 첨가되고, 건조 용기를 빠져나가는 재료에 첨가되며, 임의의 제분, 입자화 또는 소구화 처리의 일부로서 추가되거나, 간단히 완제품과 혼합되거나 포장 또는 패키징 이전에 또는 사용 시점에서 혼합될 수 있다. 예를 들어 비료 및 토양 조성 제품은 대개는 비교적 냄새가 없지만, 기분 좋은 냄새를 제공하거나 일체의 불쾌한 냄새를 제거할 수 있는 다른 재료와 혼합될 수 있다. 이러한 재료는 합성(향수) 또는 천연일 수 있으며, 천연 재료가 바람직하다. 천연 유기 재료는 유기 입력으로서의 인증을 방해하지 않을 세이지, 박하, 회향, 마늘, 로즈메리, 소나무, 감귤류 및 유사한 재료를 포함할 수 있다. 혼합을 위한 다른 재료는 비료 또는 토양 조성 제품을 특수 용도에 맞게 개조하기 위해 철, 미네랄, 탄소, 제올라이트, 펄라이트, 화학 비료(요소, 질산암모늄 등), 농약, 및 기타 재료를 포함할 수 있다. 인증된 유기농 제품이 본 발명의 가장 바람직한 제품이지만, 본 발명의 제품은 확장된 배출 형태를 포함하는, 임의의 종래 형태의 임의의 종래의 NPK 비료 블렌드 또는 혼합물을 구비할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 비료 제품은 (통상적인 "잡초 및 사료" 제품 용도의) 첨가 제초제, 및 인증받은 유기 상태를 보장하거나 보장할 수 없는 유기체 또는 화학물질일 수 있는 다른 첨가물을 포함할 수 있다. 비료 제품을 건조 형태에서 소정의 경도 및 완전성을 갖지만 농사에 적용되고 관개나 강우에 의해 수처리될 때 쉽게 폐기될 수 있는 소정의 입자 또는 입자 크기로 만드는 것은 당업계에 주지되어 있다. 예를 들어, 그 내용 전체가 본원에 원용되는 무어(Moore)의 미국 특허 제4,997,469호 및 엘로드(Elrod) 등의 미국 특허 제5,676,729호를 참조하기 바란다.

일부 경우에, 완제품에서의 유전자 변형 유기물, 화학 비료, 유기적이지 않은 다른 재료 등을 포함하는 인조 성분의 레벨이 통상 약 5중량% 미만이거나 또는 "천연" 라벨부착을 위한 다른 경우에는 약 30중량% 미만이면 제품에는 유기 인증이 부여될 수 있다. 한편 유기 비료 및 유기 토양 조성 제품으로의 입력은 본질적으로, 바람직하지 않은 유기물 및 미생물(유전자 변형된 유기물), 병원체, 생육성 종자, 농약(살충제, 제초제, 살조제, 설치류 독약 등), 항생물질, 호르몬, 프리온 또는 바이러스와 같은 바람직하지 않은 성분으로 확인되는 다른 재료의 검출가능한 양을 전혀 함유할 수 없다. 그러나, 다른 경우에 제품은, 완제품 중에서의 이들 바람직하지 않은 성분이 검출가능하지만 특정 레벨 미만이더라도 유기 인증에 적합할 것이다. 본원에서 사용되는 "미생물"은 박테리아, 원충, 곰팡이, 조류(algae)를 포함하도록 사용된다. 그러나, 비료 또는 토양 조성 제품에서 심지어 인증된 유기 제품에서도 모든 미생물이 바람직하지 않은 것은 아니지만, 특정 미생물은 바람직하지 않고, 병원성 박테리아와 같은 본 발명에 따른 열처리에 의해 파괴, 비활성화, 살균되거나 무해한 형태로 변환되어야 함을 알아야 한다. 유기 제품을 위한 각종 작용제에 의해 설정되는 기준이 다소 다르고 주기적으로 변경되기 때문에, 여기에서 세부적인 것을 설명하는 것은 실용적이지 않다. 그러나, 본 발명의 시스템에서 생산하기 위한 제품이 선택되면 본 발명의 공정의 작동 조건이 넓은 범위에 걸쳐서 변경될 수 있으며, 적용가능한 기준에 부합되고 인증된 유기체일 수 있는 제품을 생산하는데 필요한 변화 및 정화를 제공하도록 선택될 수 있을에 유의하는 것은 중요하다.

본 발명의 시스템은 동물 사육장 및 도시 하수 설비로부터 유독성 냄새 및 온실 가스가 대기로 배출되는 것을 저감하고 일부 작업에서는 본질적으로 제거하는데 사용될 수 있는 구조를 포함한다. 전술했듯이, 가축 배설물의 생물변환에 추가적으로, 온실 가스(특히 메탄) 및 유독성 냄새의 주요 소스중 하나는 동물 자체에서의 장 발효에서 생성되는 가스, 및 동물의 분출에 의한 이러한 가스의 방출, 방귀 배출, 및 동물로부터의 배출시에 요분으로부터의 가스("동물 가스"로 지칭됨)의 본질적으로 즉각적인 방출에 기인한다. 동물 사육장은 그 인근 인구 지역으로부터의 압력 증가로 인해 연방 정부 및 주 정부에 의해 규제가 증가하고 있다. 규제는 공기 품질의 두 가지 양태에 관한 것이다. 첫번째 양태는 동물 가스 및 생물변환 배출물로부터의 유독성 냄새인 바, 이는 악취를 풍기는 메르캅탄 및 여러가지 다른 유기 화합물을 함유하고, 주민 사회에게 불

쾌한 것이다. 두번째는 공기 품질에 유해한 온실 가스 방출이다. 온실 가스는 CO_2 , CH_4 , N_2O 를 포함하고, 통상은 대기에서 미치는 CO_2 등가 효과로 지칭된다. 메탄은 약 23(USDOE에 의해 사용)의 CO_2 등가 계수를 갖는 바, 이는 CH_4 1kg의 대기 방출이 CO_2 23kg 방출과 동가임을 의미한다. (일부 소스는 약 21의 등가 계수를 제공한다.) 2003년 10월에 발간된 United States Department of Energy/Energy Information Administration Report # DOE/EIA-0573(2002)에서는, 2002년도에 농업에서 8백만 MT(메가ton)의 CH_4 (1억8천3백만 MT CO_2 와 동가)가 대기로 방출되었으며 이것이 미국에서의 전체 CH_4 배출의 약 30%인 것으로 추정되었으며, 다른 소스로는 매립지 및 도시 하수 처리장이 포함된다. 농업분야 CH_4 배출물 중에서, 94%는 가축 사육에서 기인하며, 그중 67%(약 5백만 MT)는 장 발효(동물 가스)에 기인하고 33%(약 3백만 MT)는 가축 배설물의 분해에 기인한다. CH_4 가 분뇨의 생물변환에 의해 생성되는 주요 온실 가스이지만, CO_2 및 NOx 도 생성된다. 대기로의 NOx 방출을 방지하는 것이 특히 바람직한 바, 그 이유는 이것이 약 310의 CO_2 등가 계수를 갖는 것으로 추정되기 때문이다. 본 발명은 본원에 개시하듯이, 동물 가스를 수용하여 처리하고, 분뇨 원료를 분해나 생물변환이 일어나지 않도록 처리하며, 분뇨 원료가 처리될 수 있기 전에 발생하는 분해 또는 생물변환으로부터의 배출물을 수용하여 처리함으로써, 동물 가스의 대기 방출을 본질적으로 제거하고 동물 사육장으로부터의 분해 온실 가스를 본질적으로 제거하는데 사용될 수 있다.

본 발명의 시스템은 특정한 기준 동물 사육장에서의 동물 가스로부터의 냄새 및 동물 가스 배출물을 본질적으로 제거하는데 특히 유용하다. 다른 동물 사육장은 본 발명의 시스템을 사용하여 동물 가스 및 관련 냄새가 개방 대기로 방출되는 것을 저감하거나 제거하도록 본 명세서에 따라 쉽게 변형될 수 있다. 본 발명의 기본 시스템에서, 가스 터빈 배기구는 건조 용기에 연결된다. 가축 사육장에서 생성되는 동물 가스를 제어하기 위해서, 가스 터빈 흡기구는 동물 수용소 통풍 시스템에 연결되며 따라서 동물 수용소로부터 배기되는 통풍 공기는 보통 두 개의 공정이 이루어질 가스 터빈 흡기구로 향하게 된다. 먼저, 동물 가스는 규칙적인 연료 공급과 더불어 연소됨으로써, CH_4 를 H_2O 와 CO_2 로 변환시키고 메르캅탄 및 기타 유독성 또는 자극성 화합물을 H_2O , COx , NOx , SOx 로 변환시킨다. 둘째로, 가스 터빈으로부터의 배기 가스를 분뇨 원료와 접촉시키며, 여기에서 NOx 와 SOx 그리고 어느 정도의 COx 가스는 분뇨 원료가 건조되고 및/또는 비료 또는 토양 조성 재료로 그리고 바람직하게는 자기-결합성 비료 또는 토양 조성 제품으로 변환될 때 분뇨 원료에 흡수되거나 그에 의해 복합화된다. 본 발명의 이러한 태양은 동물 가스가 대기에 진입하는 것을 방지한다.

동물 가스의 제어를 위해 본 발명을 즉시 직접 효율적으로 이용할 수 있는 기준의 동물 사육장은 통상, 완전히 밀폐되고, 신선한 공기 입구 및 배기 공기 출구에 의해 통풍되는 곳이며, 특히 가열 및 공기조화에 의해 기후 조절되는 곳이다. 기후 조절되는 동물 사육장은, 일부 낙농장, 축우장, 육우장, 및 기타 사육장이 밀폐되고 지역 기후에서의 극단적인 고온 또는 저온으로 인해 기후 조절되더라도 통상 양계장 및 양돈장이다. 이러한 설비로부터의 배기 공기는 가스 터빈 연소 공기 입구로 향한다. 프리-스탈(free-stall) 또는 개방식 우사 구조를 갖는 다른 동물 사육장은 구조물의 상부로부터 통풍 공기를 인출하여 터빈 공기 입구로 향하게 함으로써 본 발명을 이용할 수 있다. 이는 특히 바람없는 날에 동물 가스의 상당 부분을 포획할 것인 바, 그 이유는 동물 가스 중의 메탄이 공기보다 가볍고 구조물의 상부로 상승할 것이기 때문이다. 또한, 이러한 구조물은, 구조물내 동물로부터의 동물 가스 전부를 본질적으로 수집하고 배기 통풍 공기를 가스 터빈 흡기구로 향하게 하기 위해 (예를 들면, 캔버스 벽에 의해) 경제적으로 밀폐되고 (기후가 제어되거나 제어되지 않은 채로) 강제 공기에 의해 통풍될 수 있다.

본 발명의 이 태양을 사용하는데 있어서는, 동물 가스가 대기로 방출되는 것을 방지하기 위해 양돈장, 양계장 등으로부터 배출되는 통풍 공기 전부가 가스 터빈 흡기구에 공급되도록 작동되는 것이 바람직한 것을 알 것이다. 취입된 먼지 또는 다른 입자에 의한 터빈 부품의 손상 또는 부식을 방지하기 위해서는 동물 사육장 배기 통풍 공기 역시 가스 터빈 흡입 공기 필터를 통과하는 것이 바람직하지만, 가스 터빈에 필요한 일체의 잔여 연소 공기는 대기 공기로부터 종래의 공기 필터를 통과할 것이다. 공기 필터에 수집되는 고체는 최종 비료 또는 토양 조성 제품에 포함되도록 건조 용기로 또는 시스템 내의 다른 처리 유닛으로 이송될 수 있다. 동물 가스 중의 메탄은 통상 시스템의 연료 요구량의 상당 부분을 구성할 것이지만, 열을 생성하도록 연소되고, 대기로 방출되지 않는다. 그럼에도 불구하고, 연소된 동물 가스 메탄의 매 kg은 외부 메탄 연료 요구량을 1 kg 저감하고, 온실가스 배출을 23kg의 CO_2 등가계수만큼 감소시킨다. 본 발명의 이 태양은 또한 터빈 입구 소음 제어의 이점을 제공한다. 터빈 배기구용 소음기로서 작용하는 건조 용기와 마찬가지로, 터빈 입구를 밀폐시키고 공기를 동물 사육장으로부터 폐쇄 시스템에서 도관 수송함으로써 고주파 터빈 입구 소음을 실질적으로 수용하여 제거한다.

기준의 동물 사육장은 기준의 분뇨 안정지에 대한 필요성 및 그 사용을 제거하기 위해 본 발명을 즉각적으로 및 효과적으로 사용할 수 있다. 모든 신선한 분뇨를 본 발명에 따라 연속적으로 또는 매일 처리함으로써, 분뇨 안정지 및 퇴비 더미가 필요치 않다. 더욱이, 본 발명의 장치 및 방법을 설치하는 기준의 작업장은, 기준의 안정지의 내용물을 대개는 작업지에서

매일 처리되는 신선한 분뇨와 혼합된 상태로 본 방법에서의 원료로서 공급함으로써 기존의 안정지를 세척할 수 있다. 마찬가지로, 사육장 및 기타 작업장에서의 기존의 분뇨 더미는 대개는 매일 처리되는 신선한 분뇨와 혼합됨으로써 본 방법에서 원료로서 사용되고 세척될 수 있다. 물론, 신규 동물 사육 설비의 설계 및 구축에 있어서, 본 발명의 장비 및 방법의 통합은 안정지 또는 분뇨 저장 또는 소각을 위한 다른 공간이 필요없게 해주는 바, 그 이유는 본 발명에 의하면 분뇨가 연속적이고 매일 처리되기 때문이다.

본 발명은 또한 토양 중의 탄소의 최대 량을 고립시키고 탄소가 대기에 메탄 및 CO₂로서 배출되는 것을 방지함으로써 농업의 여러 단계에서 환경상 이점을 제공한다. 분뇨가 분해 또는 소각될 때, 분뇨는 (주로 공중 소각에 의해) 메탄, CO₂, 및 암모니아를 포함하는 다른 가스를 대기로 방출한다. 신선한 분뇨를 분해 또는 소각 이전에 처리함으로써, 분뇨의 탄소 및 질소 함량은 본 발명에 의해 생산되는 건조 입자 비료 제품에 유지 고정되고, 대기 중에 온실 가스로서 방출되는 것이 방지된다. 본 발명의 비료가 토양에 살포될 때, 탄소와 질소가 토양에 진입하고 토양 세균 및 기타 천연 공정은 탄소 및 질소를 작물 성장에서의 식물 간접에 이용 가능하게 만든다. 마찬가지로, 분뇨 및 기타 재료를 농경지에 사용하기 위해 퇴비화하는 오늘날의 실습은 퇴비화 중에 탄소 및 질소를 대기로 방출한다. 본 발명의 비료 제품은 퇴비화 필요를 대체하고 제거함으로써, 퇴비화에 의해 초래되는 공기 오염을 제거한다.

상기 설명은 가스 터빈을 사용하여 이루어졌으나, 시스템에 사용하기 위해 어떤 열원이 사용되든 간에 본 발명의 이 태양이 동물 가스 방출의 제어에 똑같이 사용될 수도 있음을 알 수 있다. 열원이 가스 터빈, 가스 터빈 발전기, 왕복동 가솔린 또는 디젤 엔진이나 심지어는 종래의 오일 또는 가스 베너(도1에서의 107과 같은)의 어느 것이든 간에, 동물 가스를 연소시키고 바람직하게는 연소 가스가 분뇨 원료와 접촉하도록 동물 수용소 배기 통풍 공기는 연소 흡기구로 향할 수 있다.

본 발명의 방법, 시스템 및 장비의 추가 개시 및 도시로서, 도1의 개략 흐름도를 참조한다. 도시된 예시적인 방법에서, 가스 터빈 발전기 유닛(100)은 가스 터빈(101) 및 전기 발전기(102)를 포함한다. 가스 터빈은 공기 흡입 필터(104)(선택적으로 도5에서의 903과 같은 동물 수용소 통풍 공기를 포함할 수 있음) 및 연료 공급부(103)를 갖는다. 필요하다면, 가스 터빈이 작동하는 도중에 시동, 중단, 또는 동요 조건을 위해 선택적인 바이패스 배기구 소음기(106)가 포함될 수 있지만, 배기 가스는 건조 용기로 향하지 않을 수 있다. 그러나, 건조 용기(200)는 본 발명의 시스템의 정상 작동에서 소음기로서 기능할 것이다. 대안적으로, 소음기(106) 대신에, 건조 용기 주위의 배기 가스 바이패스(도5에서의 908 참조)가, 임시 소음기 기능을 제공할 수 있는 분리기(208) 및/또는 분리기(600)와 같은 적절한 하류 유닛으로 향할 수 있다. 이러한 배열은 별도 소음기의 비용 및 별도 소음기에 필요한 공간을 제거하며, 이는 휴대용 트럭-탑재형 시스템에 대한 중요한 고려사항이다. 가스 터빈(101) 배기구는 커넥터(105)에 의해 건조 용기(200)에 연결된다. 특히 건조 용기(200)에 배기 가스나 분뇨 원료가 존재하지 않을 때 건조 용기 또는 시스템을 정화하기 위해, 시동이나 중단을 위해, 또는 다른 이유로 커넥터(105) 또는 다른 곳에서의 건조 용기(200)에 선택적 공기 입구(도시되지 않음)가 포함될 수 있다. 그러나, 둘다 존재할 때는, 일체의 이러한 공기 입구가 폐쇄되고, 건조 용기 내로의 공기 도입을 실질적으로 배제하고 건조 용기(200)에서 칠되는 재료의 상당한 산화를 배제하기 위해 사용되지 않는다. 보충 열원 및 연소 가스를 건조 용기에 제공하기 위해 선택적 베너(107) 또한 포함될 수 있는 바, 이는 커넥터(105)나 다른 어느 곳에 입력되도록 제공될 수 있다. 선택적 보충 열원은 시동, 중단, 공정 동요, 터빈 정지 중에 유용할 수 있거나, 또는 피크 부하 또는 특히 높은 수분 함유 원료에 조우할 때 소정의 산출량을 유지하기 위해 유용할 수 있다.

분뇨 원료는 통상 프론트 엔드 로더(201)와 같은 기계적 수단에 의해 시스템에 도입되는 바, 이는 원료를 돌 분리기, 막서, 초퍼 유닛(202)으로 낙하시킨다. 분뇨 원료는 더 혼합될 수 있고, 이를 절은 스크루 컨베이어(203, 204)에서 분리된 후 215를 통해서 건조 용기(200)로 이송될 수 있다. 원료는 또한 예를 들어 조합 및 혼합될 수 있는 저장 원도 내에서 로더(loader)(201)에 의해 이 시스템에 로딩되기 전에 소정의 균일성을 위해 예비 혼합되거나 조절될 수 있다.

건조 용기(200)로부터의 출력물은 도관(205, 206)에 의해 분리기(208)로 전달되며, 이곳에서 고체와 기체가 분리된다. 기체는 209와 송풍기(210)를 통과하고 211을 통해서 대기로 이동하거나 212를 통해서 다른 하류 처리소로 이동한다. 송풍기(210)는 분리기(208) 및 건조 용기(200)에서 압력을 낮추도록 작동될 수 있으며, 이는 건조 용기 내에서의 물 비등점을 낮출 것이고 터빈 배기구에서의 배압을 감소시키고 터빈 출력 및 효율을 증가시킬 것이다. 대안적으로, 송풍기(210)는 필요할 경우 분뇨 원료를 고온 처리, 변환 또는 "요리"하기 위해 건조 용기 내에 증가된 압력을 유지하도록 작동될 수 있다. 건조 용기(200)로부터의 출력물은 분뇨 원료 또는 터빈 흡기구를 예열하는데 사용되거나 하류에서 사용하기 위해 처리 열을 회수하기 위해 선택적 열교환기(207)를 통과할 수 있다. 분리기(208)로부터의 고체 출력물은 도관, 컨베이어 또는 오거(301)를 통해서 그리고 선택적으로 막서와 조절기(302)를 통해서 볼 밀(ball mill) 또는 해머 밀(300)로 이동된다. 또한, 재순환 루프(305)로부터의 미립자와 같은 재생된 고체는 볼 밀이나 해머 밀(300)로 송급되도록 조합되기 위해 304를 통해서 303에서 혼합될 수 있다. 시스템의 여러 지점에서 발생된 미립자 및 규격외 재료는 수집되어 루프(305)를 통해서 재순환될 수 있고, 304를 통한 제분 유닛(300), 404를 통한 펠릿화 유닛(400) 또는 심지어 분뇨 원료 조제부(202, 203, 204) 또

는 다른 지점)와 같은 추가 처리를 위한 임의의 소정 지점에서 제품 처리 시스템으로 재도입될 수 있다. 본 발명의 시스템의 중요한 능력은 모든 미립자 또는 규격외 재료를 결국 완제품에 통합되도록 재순환 루프(305)를 통해서 완전히 재순환시키는 것이다. 따라서, 본 발명의 시스템은 분뇨 원료 고체(돌 및 처리불가능한 기타 이물질)를 비료나 토양 조성 제품으로 100% 변환하고, 매립지와 같은 곳에서 처분되어야 하는 고체 폐기물 스트림을 생성하지 않는다.

볼 밀 또는 해머 밀(300)은 건조 비료 제품에 보통 사용되는 종래의 처리, 포장 및 저장을 위해 충분한 경도와 기계적 내구성 및 안정성을 갖는 제품을 제공하기 위해 펠릿타이저 유닛(400)에서 처리하기에 적합한 균일한 소형 입자 크기, 짧은 섬유 길이 재료를 생산하는데 사용된다. 볼 밀이나 해머 밀(300)의 출력물은 분리기(310)를 통과하고, 이 분리기에서는 증기가 분리되며, 재순환 루프(305)를 통해서 고체를 재순환시키고 재순환과 송풍기(601) 및 벤트(602)를 통해서 증기를 대기로 배출하기 위해 315를 통해서 분리기(600)로 보내진다. 분리기(310)는 재순환 루프(305)를 통해서 재순환하기에 적합한 미립자 또는 재료를 분리하고, 가루를 막서(311)로 이동시킨다. 가루는 이후 312를 통해서 분리기(401)로 보내지고, 다른 재료, 404로부터의 재순환 재료 또는 첨가물과 혼합되도록 또는 시동, 중단 또는 동요의 경우에 유지되도록 408을 통해서 펠릿타이저(400)로 보내지거나 409a와 409b를 통해서 유지 또는 일시저장 빙(surge bin)으로 보내진다. 일시저장 빙(402)으로부터 가루는 막서(403)를 통해서 보내지며, 필요할 경우 신선한 가루와 혼합되도록 417을 통해서 펠릿타이저 유닛(400)으로 직접 보내지거나 412를 통해서 막서(311)로 보내진다.

펠릿타이저(400)로부터의 펠릿은 열교환기, 증기 제거 유닛(405)을 통과하고, 그곳으로부터 406과 414를 통해서 직접 완제품 세척 유닛(407, 415)으로 또한 416a, 416b, 501, 503을 통해서 완제품 출하 또는 저장 빙(500)으로 보내지거나, 413과 일시저장 빙(410)을 통해서 분쇄기 또는 제립기 유닛(411)으로 보내진 후 완제품 세척 유닛(407, 415)으로 보내진다. 완제품은 시장으로의 운송을 위해 501, 503을 통해서 또는 저장 빙(500)을 통해서 트럭(502)에 적재된다. 최종 세척 유닛(415)에서 분리된 미립자 및 규격외 제품은 재순환 루프(305)를 통해서 재처리되도록 재순환될 수 있다. 분쇄기 또는 제립기(411)는 펠릿을 본질적으로 펠릿과 동일한 경도와 기계적 내구성 및 안정성을 갖는 보다 작은 입자 또는 입자상 크기로 변환한다. 고체는 재료에 대해 적절하고 환경상 고려사항에 적절한 종래의 오거, 엘리베이터, 컨베이어 벨트, 공압식 튜브 컨베이어 등에 의해 본 발명의 처리 유닛들 사이에서 운송될 수 있다. 명백하듯이, 시스템은 (직접 사용을 위해 포장될 수 있는) 건조 용기(200)로부터 비료 재료 또는 토양 조성 제품을 생산하고, (추후 처리 또는 직접 사용을 위해 포장될 수 있는) 밀 유닛(300)으로부터 가루를 생산하거나, 415로부터 입자상 제품, 펠릿 제품 또는 소구 제품을 생산하도록 설계 및 구성될 수 있다.

본 발명에 따른 시스템의 작동의 일 예를 하기 표에서 알 수 있다. 이 예는 Rolls Royce Allison 501-KB5(정격 3.9 MW) 가스 터빈 발전기, 및 사육장에서 신선한 가축 분뇨를 처리하는 Scott Equipment Co. 건조기 모델 AST 8424의 사용에 기초한다.

[표 1]
공칭 2.5 미터톤/Hr 최종 제품용으로 치수화된 시스템의 예

도1 스트림 번호	성분	유량	조건
103	천연 가스	820 kg/hr	대기 온도
104	연소 공기	48,140 kg/hr	대기 온도
105	배기 가스	48,960 kg/hr	648.89°C (1,200°F)
215	분뇨 원료	6,500 kg/hr	70% H ₂ O/ 대기 온도
200	체류 시간	10 내지 18분	
301	건조된 재료	2,730 kg/hr	12중량% H ₂ O 93.33°C (200°F)
312	가루	2,500 kg/hr	10중량% H ₂ O 51.67°C (125°F)
503	펠릿화된 비료 제품	2,500 kg/hr	12중량% H ₂ O 대기 온도의 -9.44°C (15°F) 이상

도2는 분뇨 원료가 매일 또는 주기적으로 이용가능한 소정 농업 또는 도시 작업장에서 운송 및 작동될 수 있는 스키드-탑재형, 트럭 탑재형 또는 레일 카 탑재형 유닛 형태의 본 발명의 시스템의 하나의 구조를 도시한다. 제1 유닛(700)은 가스 터빈(101)과 발전기(102)를 포함한다. 제2 유닛(701)은 건조 용기(200)와 분리기(208)를 포함한다. 건조 용기(200)는 분뇨 원료 입구(215)를 가지며, 정지 상태에 있고 작동 중일 때 커넥터(105)에 의해 가스 터빈 배기구에 연결된다. 제3 유닛(702)은 볼 밀 및 펠릿타이저와 같은, 특정 작업을 위해 필요한 처리 장비를 포함한다. 제품 출력물은 501에 의해 저장 유닛(500) 또는 트럭(502)으로 이송되어 시장으로 운반된다. 선택적 장비는 또한 여러 시장용의 완제품을 백에 담아 포장하기 위한 유닛을 구비할 수 있다.

도3은 도2에서와 동일한 유닛의 도시도이지만, 작업장에 다른 구성으로 배치된다. 본 발명의 휴대용, 트럭-탑재형 유닛은 이용가능한 공간에 제한을 가질 수 있는 다양한 장소에 적합할 수 있다.

도4a는 모든 작동 유닛이 단일 세미트레일러 트럭(800a, 800b)에 장착되는 본 발명의 시스템의 다른 휴대용 구조의 평면도이고, 도4b는 그 정면도이다. 가스 터빈 유닛(100) 배기구는 커넥터(105)에 의해 건조 용기(200)에 연결된다. 건조 용기(200)는 분뇨 원료 입구(215)를 가지며, 도관(206)에 의해 분리기(208)에 연결된다. 분리기(208)는 도관(209)에 의해 증기/공기 세척기 분리기(600)에 연결되고 분리기(600)는 벤트(602)에 의해 대기로 통풍된다. 분리기(208)의 바닥 출구는 도관(301)을 통해서 볼 밀 유닛(300)에 연결된다. 볼 밀 유닛(300)의 출구는 도관(312)을 통해서 펠릿타이저 유닛(400)에 연결되고, 펠릿타이저 유닛은 도관(414)을 통해서 제품 청소 유닛(415)에 연결된다. 청소 유닛(415)은 제품 출구(416)를 갖는다. 도2, 도3, 도4에 도시되지 않은 것은 날씨 보호 및 소음 감쇠를 위해 전체 유닛을 밀폐하기 위한 각각의 스키드-탑재형 또는 트럭-탑재형 유닛의 각각에 대한 선택적 인클로저이다.

도5는 본 발명의 선택적 시스템의 일부의 개략 처리 흐름도이다. 본 발명의 바람직한 작동에서, 축사(900) 및 분뇨 구덩이(901)는 밀폐되고 신선한 공기(902)로 통풍된다. 축사로부터의 통풍 공기(903)는 공기 필터(104)를 통해서 연소 공기 공급부(904)의 일부로서 가스 터빈(101)에 공급된다. 분뇨 구덩이(901)는 동일 축사 인클로저 내에 있을 수 있거나, 분뇨에서 분리된 모든 증기가 수용되어 지역적으로 이용가능한 천연 가스와 같은 종래의 연료(103)와 함께 연소되도록 축사 통풍 공기(903)와 함께 가스 터빈(101)으로 이동될 수 있도록 밀폐되는 별도의 저류 탱크 또는 안정지일 수 있다. 이는 분뇨가 본 발명의 시스템에서 처리될 수 있기 이전에 발생하는 일체의 생물변환으로부터의 바이오가스를 포함하는, 동물 및 분뇨로부터의 유독성 및 자극성 가스가 대기로 방출되는 것을 방지한다. 이는 온실 가스 방출을 줄이기 위한 공기 품질 신용을 얻도록 본 발명의 상업적 이용을 위한 기회를 제공할 뿐 아니라, 근접 거주지의 이웃들에게 허용될 수 있는 가축 사육장을 제공하는 바, 그 이유는 동물과 분뇨로부터의 모든 유독성 및 자극성 냄새가 시스템 내에 가두어지고 최종 비료 제품에 포함되어 대기로 배출되기 전에 유독하지 않고 자극적이지 않은 성분으로 변환되기 때문이다. DOE/EIA Report에서 전술했듯이, 가축 사육장에 의해 분리 제공되는 전체 메탄에서 약 2/3는 장 발효(동물 가스)에 의한 것이고, 약 1/3은 분뇨의 생물변환에 의한 바이오가스이다. 따라서, 분뇨의 생물변환으로부터의 메탄을 연료로 사용하는 종래의 바이오가스 작업에서, 가축 사육장으로부터의 메탄의 2/3는 동물 가스의 분위기에서 배출되고, 생물변환으로부터의 1/3만이 수용되어 사용된다. 대조적으로, 본 발명의 이 태양의 사용은 본 발명이 생물변환을 실질적으로 방지하고 분뇨로부터의 모든 영양기를 비료 제품에 유지하므로 바이오가스 내에서의 메탄 형성을 방지할 뿐 아니라, 동물 가스 내의 나머지 2/3 메탄의 대부분 또는 전부를 수용하여 연료로 사용하고 가축 사육장으로부터의 모든 다른 유독성 및 자극성 가스를 비료 제품에 흡수 또는 복합화되거나 대기로의 방출에 방해될 수 없는 다른 화합물로 변환한다.

가스 터빈 발전기(101/102)는 전력(905)을 생산하며, 이는 지역 전력 회사(906)에 판매되거나, 본 발명의 시스템에서의 동물 사육장 또는 처리 유닛에 사용되도록 907에 의해 분배될 수 있다. 일부 동물 사육장은 903을 통해서 모든 온실 가스를 수용 및 처리하기 위해 개방형 축사를 밀폐하고 가열 및 공기조화 기후 제어를 설치 및 작동하는 비용이, 기후 제어 시스템의 작동을 위해 전기(905)를 사용하여 실질적으로 분리되지 않으면 적어도 부분적일 수 있음을 알 것이다. 예를 들어, 일부 예에서는 정부 규정으로 인해 상시 개방되는 사육장 또는 낙농장을 테니스 코트에 사용되는 것처럼 팽창가능한 텐트로 커버하거나, 이러한 작업장으로부터의 모든 동물 가스를 수용 및 수집하기 위한 경제적 시스템을 제공할 필요가 있을 수 있고, 따라서 이들 가스는 본 발명에 따라 903을 통해서 처리될 수 있다. 각각의 상업 작동의 경비, 연료비, 전기의 판매 가/구입 가, 및 설비 투자비는 전기가 동물 사육장 내에서 사용될 것인지, 전력 회사에 판매될 것인지, 다른 근처 작업장에서 사용될 것인지, 그 임의 조합으로 사용될 것인지를 결정할 것이다.

가스 터빈(101)으로부터의 배기 가스는, 건조 용기로의 외기 진입을 배제하는 연결부(105)에 의해 건조 용기(200)로 이동된다. 본원에서 설명했듯이, 시스템은 건조 용기(200) 내부와 시스템내 어느 곳에서나의 분뇨 원료 산화가 최소화되고 실질적으로 방지되도록 작동된다. 건조 용기(200)는 또한 가스 터빈용 소음기로서 작용한다. 배기 가스가 분리기/응축기(208)와 같은 하류 장비로 보내질 수 있도록, 건조 용기가 분리될 때 가스 터빈 배기구를 조용하게 하기 위해, 또한 배기 가스를 이러한 일시적인 작동 중에 대기로 배출되기 전에 정화하기 위해 선택적 바이패스(908)가 제공될 수 있다. 그렇지 않

으면, 바이패스(908) 배기 가스는 물 가열, 시설 가열 또는 다른 기후 제어 또는 처리 에너지 요건을 위해 열교환기로 보내질 수 있다. 이러한 바이패스는 건조 용기가 오프라인 상태일 때 가스 터빈에 대한 소음 제약을 충족하기 위한 별도 소음기의 구비 비용을 없애주고, 휴대용 또는 트럭 탑재형 유닛에 대해 보다 콤팩트한 설계를 제공한다.

분뇨 원료(215)는 연결부(105)로부터의 배기 가스 및 대체 또는 보조 열원(107)으로부터 제공되는 임의의 보조 열과 함께 건조 용기(200)로 공급된다. 바람직한 분뇨 원료는 축사(900)에 있는 분뇨 구덩이(901)로부터 직접 나오며, 따라서 이는 신선하고 생명변환이 거의 또는 전혀 들지 않는다. 인접한 축사로부터의 분뇨와 조합되거나 혼합되도록 보내지는 다른 작업장으로부터의 분뇨 또는 비축 분뇨와 같은 다른 분뇨 원료 소스(910)가 시스템에 사용되거나 포함될 수 있다. 본원에 개시하듯이, 다른 식물성 폐기물, 유기 재료, 무기 재료 또는 첨가제가 본 발명의 시스템에서의 처리를 위해 분뇨와 조합될 수 있다.

건조 용기(200)로부터의 출력물은, 추가 후속 처리를 위해 고체(912)를 분리하고, 수증기를 재생된 물(913)로서 응축하며, 대기로 통풍되는 가스(914)를 세정하도록 설계된 분리기/응축기에 205를 통해서 보내진다. 재생된 물은 처리 수로서 나중에 사용될 수 있고, 분뇨 원료의 조제나 조절에 사용하기 위해 재생될 수 있고, 축사용 물로 사용될 수 있거나, 농작물 관개용으로 사용될 수 있다. 분리기 유닛(208)으로부터의 고체 출력물(912)은 통상 제분, 펠릿화, 입자화, 포장 등에 의해 추가 처리된다. 그러나, 고체(912)는 다른 형태의 제품을 형성하기 위한 중간체로서 사용될 수 있다. 예를 들면, 이는 토탄 재료처럼 사용하기 위해 포장될 수 있거나, 짚 룰이 사용되는 것처럼(그러나 영양가나 토양 조성제 값은 짚보다 높은) 부식 방지용으로 사용하기 위해 벽돌, 롤 및 기타 형상으로 형성될 수 있거나, 재료의 연료값을 이용하기 위한 소각을 위해 단독으로 또는 다른 재료와 조합하여 사용될 수 있거나, 메탄이나 바이오가스 연료를 생산하도록 생물변환 시스템에 사용될 수 있거나, 동물 사료로 사용될 수 있거나, 또는 임의의 소정 사용 또는 차후의 추가 처리를 위해 저장될 수 있다. 마찬가지로 제분 작업으로부터의 가루/분말 출력물(914)은 보통 펠릿화, 입자화 등에 의해 추가 처리되지만, 분사 적용, 하이드로-멀칭 등을 위한 슬러리와 같은 다른 형태의 제품을 형성하기 위한 중간체로서 사용될 수 있다. 완제품(915)은 비료로 사용되는 것이 바람직하지만, 전술했듯이 중간제품으로도 유용하다.

후속 작업의 각각에서, 수증기는 재사용을 위해 회수되어 분리기/응축기(208)로 재순환될 수 있다. 명백하듯이, 본 발명의 시스템은 특정한 동물 사육장의 처리 요구 및 경제학에 따라서 다양한 구조 및 다양한 설계에 맞게 변경될 수 있다. 도1에 도시된 미립자 재순환(305), 다양한 열회수 및 예열 적용을 위한 기체/증기 스트림(914)의 사용, 시스템의 다양한 소정 지점에서의 결합제, 첨가제 및 혼련 재료 삽입, 가스 터빈의 효율 및 전력 생산의 증가를 위한 예를 들어 물분사에 의한 연소 공기 및/또는 축사 통풍 공기의 냉각, 수분 함량이 매우 높은 분뇨 원료의 탈수처리 등을 포함하는 통상적인 프로세스 공학적인 설계 기술을 사용함으로써 본 발명의 시스템의 상업적 설비에는 도5에 도시되지 않은 다양한 종래의 열회수 및 재순환 태양이 설계될 수 있다. 최종적인 펠릿화, 입자화 또는 소구화된 제품(915)이 종래의 최종 사용 용도를 위해 포장되어 별크 출하될 수 있다.

당업자에게 명백하듯이, 동일하거나 다양한 형태 및 크기의 다중 건조 용기에 단일 설비로 사료공급하기 위해 동일하거나 상이한 형태 및 크기의 다중 가스 터빈, 기타 엔진 및/또는 버너는 분기될 수 있다. 이는 증가된 원료 처리 성능을 제공할 뿐 아니라 다양한 원료 부하를 처리하고 설비 유지보수를 작동 중단없이 수행하기 위한 조작 유연성을 제공하도록 이루어 질 수 있다.

본 발명의 다양한 실시예를 개시 및 설명하였으나, 이것들은 단지 예시적인 것이며, 본 발명의 의도 내에서 후술하는 청구 범위의 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 이루어질 수 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 방법 및 장치를 사용하여 분뇨 원료를 처리하기 위한 방법의 개략도이다.

도2는 휴대용 스키드-탑재형 트럭운반가능한 유닛 형태의 본 발명에 따른 처리 유닛의 평면도이다.

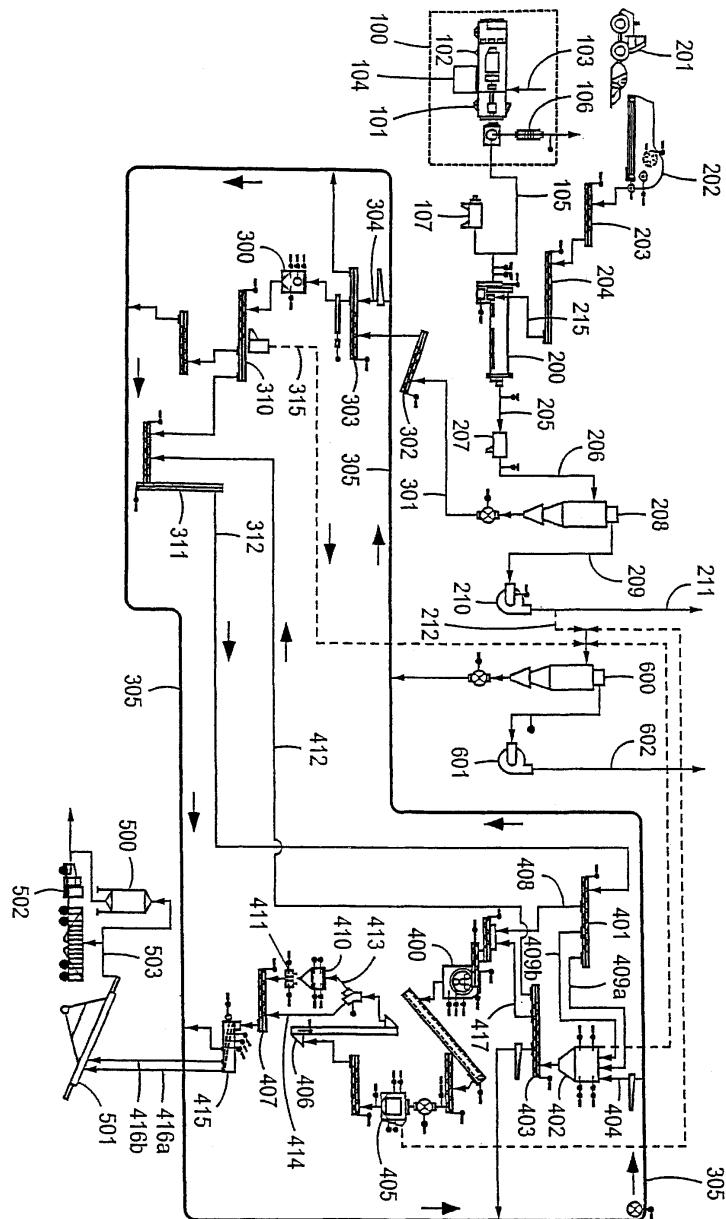
도3은 다른 구조의 휴대용 스키드-탑재형 트럭운반가능한 유닛 형태의 본 발명에 따른 처리 유닛의 평면도이다.

도4a와 도4b는 세미트레일러 트럭에 장착되는 본 발명의 시스템의 구조를 도시하는 평면도 및 정면도이다.

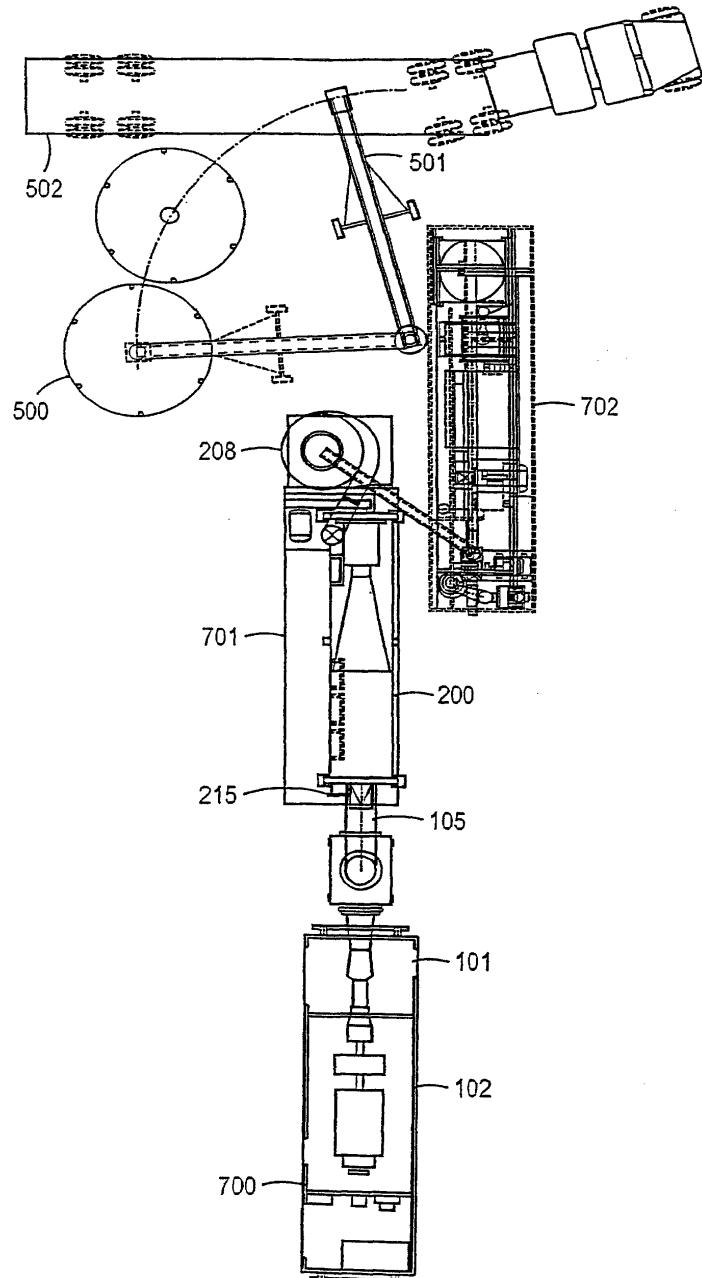
도5는 본 발명의 시스템을 사용하는 분위기에 동물 가스 및 온실 가스가 배출되는 것을 방지하기 위한 공정의 개략도이다.

도면

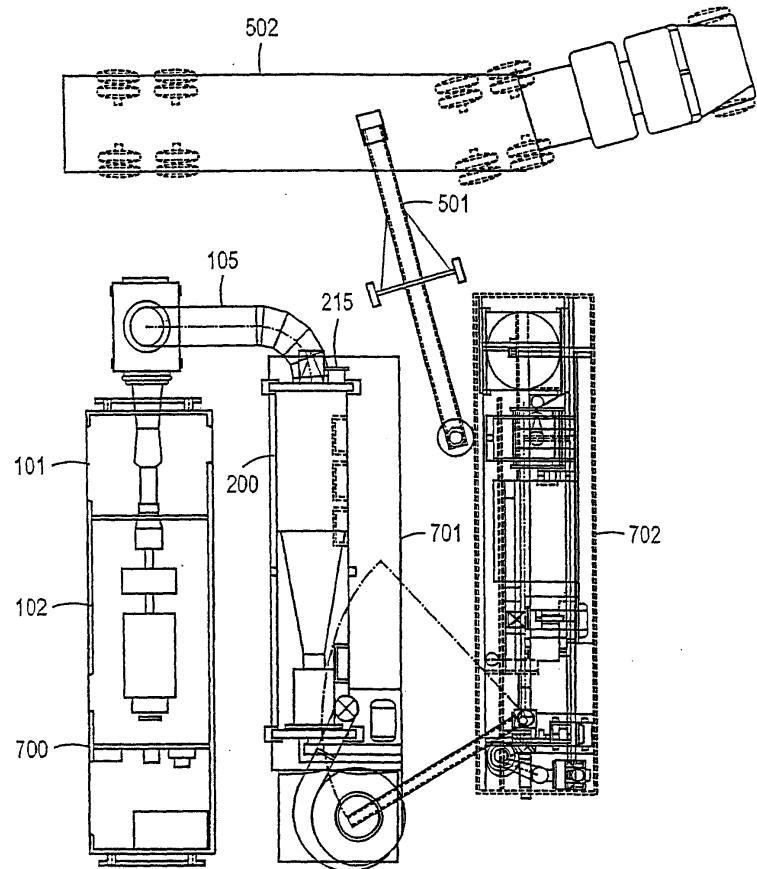
도면1



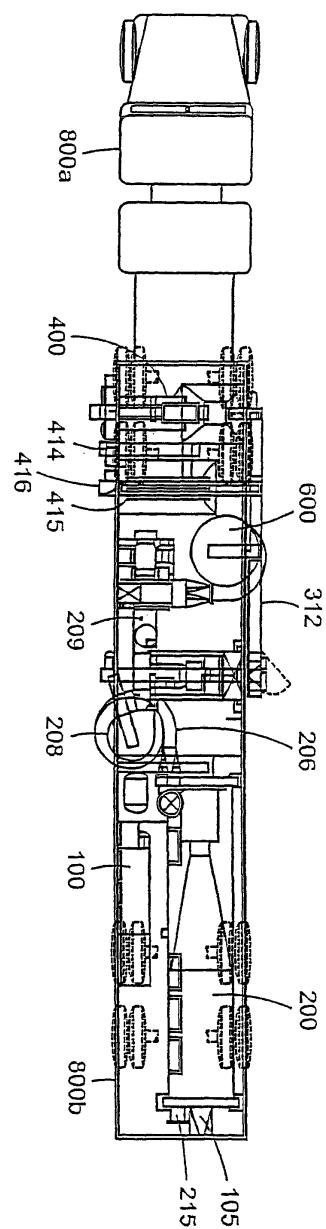
도면2



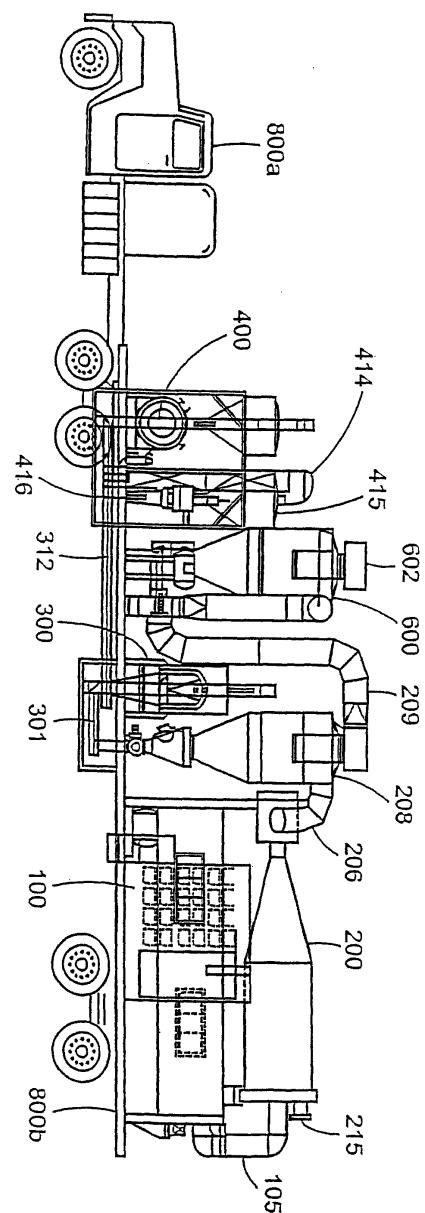
도면3



도면4a



도면4b



도면5

