



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월02일

(11) 등록번호 10-1341529

(24) 등록일자 2013년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F23G 7/06 (2006.01) F23G 5/50 (2006.01)

F23N 5/24 (2006.01) F23N 5/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7013756

(22) 출원일자(국제) 2005년11월17일

심사청구일자 2010년11월17일

(85) 번역문제출일자 2007년06월18일

(65) 공개번호 10-2007-0088709

(43) 공개일자 2007년08월29일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/042201

(87) 국제공개번호 WO 2006/083356

국제공개일자 2006년08월10일

(30) 우선권주장

10/991,740 2004년11월18일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP10318540 A\*

US3276506 B1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050

(72) 발명자

치우, 호-만 로드니

미국 95131 캘리포니아 샌어제이 웨이네 씨클 1776

클락, 다니엘, 오.

미국 94566 캘리포니아 플레산톤 록케 코드 3657

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 남앤드남

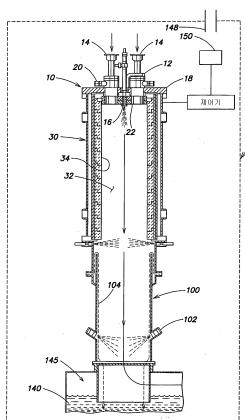
전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 퇴-김경환

(54) 발명의 명칭 열 경감 반응기 시스템 및 장치

**(57) 요 약**

하나 이상의 양상에서, 산업 배출물 유체, 예를 들어, 반도체 및 액정 디스플레이 제조 프로세스에서 생성되는 폐기물 배출물을 처리하는데 이용될 수 있는 열 경감 반응기 장치가 제공된다. 특히, 본 발명은 제어기, 제어기에 의해 제어하도록 구성된 반응 챔버, 반응 챔버 내측으로의 도관, 상기 반응 챔버 내측의 도관의 제1 단부에 배열되는 파일럿, 상기 제어기에 연결되는 반응 챔버 외부의 도관의 제2 단부에 배열되며 파일럿이 불이 켜져 있는지 여부를 나타내는 표시를 제어기에 제공하도록 구성된 센서, 및 상기 도관을 개방 및 폐쇄 작동시킬 수 있는 액추에이터를 포함하는 시스템을 포함할 수 있다. 본 발명의 다수의 다른 양상이 기재되어 있다.

**대 표 도 - 도1**

(72) 발명자

**크로포드, 존, 더블유.**

미국 94583 캘리포니아 산 라몬 야르마우쓰 웨이  
2827

**정, 제이, 제이.**

미국 94087 캘리포니아 써니베일 달링톤 코드 1068

**롤드지, 유스세프, 에이.**

미국 94087 캘리포니아 써니베일 피카소 테라쎄  
665

**버틀렌, 로버트**

미국 94523 캘리포니아 플산트 헬 비론 드라이브  
77

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제어기;

상기 제어기에 의해 제어되도록 구성된 열 경감 반응 챔버;

상기 열 경감 반응 챔버 내로의 도관;

상기 열 경감 반응 챔버 내부의 상기 도관의 제1 단부에 배치된 파일럿 플레임 장치(piolt flame device);

상기 열 경감 반응 챔버 외부의 상기 도관의 제2 단부에 배치되고, 상기 제어기에 연결되며, 상기 파일럿 플레임 장치가 불이 켜져 있는지 여부를 나타내는 표시를 상기 제어기에 제공하도록 구성된 자외선 광 센서; 및

상기 도관을 개폐하도록 작동가능한 액추에이터를 포함하는,

열 경감 반응기 시스템.

### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제어기가 상기 자외선 광 센서센서로부터의 표시를 근거로 하여 상기 열 경감 반응 챔버를 작동시키도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

### 청구항 3

삭제

### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 액추에이터가 상기 도관이 폐쇄될 때 플레임으로부터의 방사선이 상기 센서에 도달하는 것을 방지하도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 액추에이터가 상기 도관을 개방 상태와 폐쇄 상태 사이에서 상기 도관의 상태를 반복시키도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제어기가 상기 도관의 실제 상태와 상기 자외선 광 센서센서로부터의 표시를 비교함으로써 상기 센서를 테스트하도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 액추에이터가 상기 도관을 상기 제어기에 입력된 규정된 비율로 개방 상태와 폐쇄 상태 사이에서 반복시키도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

#### 청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 열 경감 반응 챔버가 상기 열 경감 반응 챔버에 연료를 제공하고 상기 파일럿 플레임 장치에 의해 점화되도록 구성된 베너 제트를 포함하며,

상기 센서가 상기 베너 제트의 점화 여부를 나타내는 표시를 상기 제어기에 제공하도록 추가적으로 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어기가 상기 베너 제트의 점화 여부를 근거로 하여 상기 열 경감 반응 챔버를 정지시키도록 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

#### 청구항 10

열 경감 반응 챔버를 포함하는 제1 인클로저;

상기 제1 인클로저와 관련된 제2 인클로저;

상기 제1 인클로저 내부의 가연성 가스를 탐지하도록 구성되고 상기 제1 인클로저 내부에 위치한 센서;

상기 센서를 규정된 온도로 유지하도록 구성되고 상기 제1 인클로저 내부에 위치한 가열기;

상기 제2 인클로저 내부에 위치하고, 상기 센서에 연결되며, 상기 센서에 제공되는 에너지의 양을 가연성 가스 점화 에너지 레벨보다 낮은 레벨로 제한하도록 구성된 제1 배리어; 및

상기 제2 인클로저 내부에 위치하고, 상기 가열기에 연결되며, 상기 가열기에 제공되는 에너지의 양을 상기 가연성 가스 점화 에너지 레벨보다 낮은 레벨로 제한하도록 구성된 제2 배리어를 포함하는,

열 경감 반응기 시스템.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

삭제

#### 청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

열 경감 반응 챔버를 포함하는 제1 인클로저;

상기 제1 인클로저와 관련된 제2 인클로저;

상기 제1 인클로저 내부의 가연성 가스를 탐지하도록 구성되고 상기 제1 인클로저 내부에 위치한 센서;

상기 제2 인클로저 내부에 위치하고, 상기 센서에 연결되며, 상기 센서에 제공되는 에너지의 양을 가연성 가스 점화 에너지 레벨보다 낮은 레벨로 제한하도록 구성된 제1 배리어; 및

상기 제1 배리어로부터 신호를 수신하고 상기 신호가 가연성 가스의 농도 레벨이 규정된 임계치를 초과하는 것으로 표시하는 경우에 상기 열 경감 반응 챔버를 정지시키도록 구성된 제어기를 포함하는,

열 경감 반응기 시스템.

청구항 21

열 경감 반응 챔버;

연료 소스;

상기 연료 소스에 연결되며 연료의 안정된 유동을 제공하도록 구성된 연료 회로; 및

상기 연료 회로에 연결되며 상기 연료를 수용하여 상기 연료를 상기 열 경감 반응 챔버로 공급하도록 구성된 입구 어댑터를 포함하며,

상기 연료 회로가:

상기 연료 회로 내부의 압력의 양을 결정하는 계량기,

상기 연료 회로 내부에 압력을 생성하는 펌프, 및

상기 연료 압력을 규정된 압력으로 조절하는 조절기를 포함하는,

열 경감 반응기 시스템.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

열 경감 반응 챔버;

연료 소스에 연결되고 상기 열 경감 반응 챔버에 연료의 안정된 유동을 제공하도록 구성된 연료 회로를 포함하며,

상기 연료 회로가:

상기 연료 회로 내부의 압력의 양을 결정하는 계량기,

상기 연료 회로 내부에 압력을 생성하는 펌프, 및

상기 연료 압력을 규정된 압력으로 조절하는 조절기를 포함하는,

열 경감 반응기 장치.

**청구항 30**

열 반응 유닛을 포함하는 열 경감 반응 챔버;

상기 열 반응 유닛의 부품을 모니터링하도록 구성된 제1 제어기; 및

상기 제1 제어기와 독립적으로 상기 열 반응 유닛의 부품을 모니터링하도록 구성된 제2 제어기를 포함하며,

하나 이상의 규정된 작동 조건이 상기 제2 제어기에 의해 확인될 수 있는 경우에 상기 제2 제어기는 상기 제1 제어기에 의한 작동을 위해 상기 모니터링된 부품을 인에이블하도록 추가적으로 구성되고,

상기 규정된 작동 조건이 상기 제1 제어기에 의해 확인될 수 있고 상기 제2 제어기가 상기 모니터링된 부품을 작동을 위해 인에이블한 경우에 상기 제1 제어기는 상기 모니터링된 부품을 작동시키도록 추가적으로 구성된,

열 경감 반응기 시스템.

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

**청구항 34**

삭제

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 그 전체가 참조에 의해 본원에 통합되며, "열 경감 반응기에 대한 안전성, 모니터링 및 제어 피쳐 (Safety, Monitoring and Control Features for Thermal Abatement Reactor)"을 명칭으로 하며, 2004년 11월 18일 출원된 미국 특허 출원 제10/991,740 호를 우선권으로 주장한다.

[0002]

본 발명은 산업 배출물 유체, 예를 들어, 반도체 및 액정 디스플레이 제조 프로세스에서 생성되는 배출 가스를 처리하는데 이용되는 열 경감 반응기 장치 및 열 경감 반응기 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 상기 열 경감 반응기 장치 및 열 경감 반응기 시스템에 대한 개선된 안전성, 신뢰성, 모니터링 및 제어 피쳐 및 부품에 관련된 것이다.

### 배경기술

[0003]

반도체 재료, 소자, 제품 및 메모리 물품의 제조로부터의 가스 배출물은 프로세스 설비에서 이용되어 생산되는 매우 다양한 종류의 화학적 화합물을 포함한다. 이러한 화합물은 무기 및 유기 화합물, 산화제, 포토-레지스트의 분해 산물(breakdown products) 및 다른 시약을 포함하며, 프로세스 설비로부터 대기 중으로 배출되기 전에 배출물 흐름으로부터 제거되어야하는 매우 다양한 종류의 다른 가스 및 부유 입자를 포함한다.

[0004]

반도체 제조 프로세스는 다양한 화학물질을 이용하여, 다수의 화학물질은 사람에게는 극도로 낮은 레벨의 허용치를 가진다. 이러한 재료는, 안티몬, 비소, 봉소, 게르마늄, 질소, 인, 실리콘, 및 셀레늄의 기상 수소화물; 실란; 실란 혼합물; 수소; 유기실란; 할로실란; 할로겐; 산성 기체; 유기금속;  $O_3$ ,  $NF_3$  및  $ClF_3$ 와 같은 산화제; 및 알콜과 같은 다른 유기 화합물을 포함하지만, 이에 국한되지 않는다.

[0005]

반도체 산업의 중요한 문제는 배출물 흐름으로부터 이러한 재료의 일관성 있는 효과적인 제거이다. 사실상 모든 미국 반도체 제조 설비는 집진기(scrubbers) 또는 반도체 제조 설비의 배출물 흐름의 처리를 위한 유사한 수단을 이용하지만, 이러한 설비 내에 사용되는 기술은 실패하거나 비능률적이기 쉽고, 이러한 기술 자체로는 독성 또는 기타 허용할 수 없는 불순물 모두를 제거할 수 없다.

[0006]

POU(point-of-use) 경감 시스템은 배출물이 하우스 집진기 시스템(house scrubber system) 내에서 회색되기 전에 배출물 흐름으로부터 오염물질을 제거함으로써 중복성(redundancy), 신뢰성, 및 용량의 레벨을 부가한다.

하우스 시스템 내에서 배출물 흐름을 결합하고 희석하는 것은, 처리되어야만 하는 대량의 희석된 부피로 인한 경감 효율성의 감소, 및 하우스 집진기 덱트 시스템 내에서의 원치 않은 부 반응, 입자 형성, 및 부식 위험의 증가를 포함하는 몇몇의 이유, 이에 국한되지 않지만, 이러한 이유들로 인해서 불리하다. 또한, 하우스 집진 기술의 실패는 사람, 설비, 및 환경에 대해 상당한 안전 위험요소를 제공한다. 따라서, 하우스 집진 시스템과 결합된 POU 경감 시스템은 반도체 제조 산업의 중요한 안전 표준 실행에 맞는 중복성 및 신뢰성 레벨을 부가한다.

[0007] 열 경감 반응기 장치는 독성 물질을 분해하여 이들을 거의 독성이 없는 형태로 전환하기 위해서 배출 폐기물 흐름을 처리하는데 점차 많이 이용되고 있다. 예를 들어, "프로세스 경감 중에 입자 증착을 감소시키기 위한 반응기 디자인(Reactor Design to Reduce Particle Deposition During Process Abatement)"의 명칭으로 호-만 로드니 치우(Ho-Man Rodney Chiu) 등의 명의로 2004년 11월 12일 출원된 공동 계류중인 미국 특허 출원 제 10/987,921호에 개선된 열 반응 유닛은,  $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ,  $SF_6$ ,  $C_3F_8$ ,  $C_4F_8O$ ,  $SiF_4$ ,  $BF_3$ ,  $BH_3$ ,  $B_2H_6$ ,  $B_5H_9$ ,  $NH_3$ ,  $PH_3$ ,  $SiH_4$ ,  $SeH_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $HF$ ,  $HBr$ ,  $WF_6$ ,  $H_2$ ,  $Al(CH_3)_3$ , 알코올,  $O_3$ ,  $NF_3$  및  $ClF_3$ 와 같은 산화제, 일차 및 이차 아민, 산성 기체, 유기실란, 유기금속, 및 할로실란을 포함하지만 이에 국한되지 않는 폐기물 배출 성분의 95% 이상, 바람직하게는 99% 이상을 경감시킨다. 중요하게는, 개선된 열 반응 유닛의 분해 제거 효율(DRE)이 99% 보다 크며, 이는 열 반응 유닛 내에서 실리콘 산화물과 같은 원치 않은 반응 산물의 증착을 감소시키도록 디자인된다.

[0008] 열 경감의 분야가 발전함에 따라서, 상기 열 경감 반응기 장치에 대한 안전성, 신뢰성, 모니터링 및 제어 피쳐를 개선하기 위한 필요성을 갖는다. 안전성 피쳐는 열 경감 반응기 장치 내의 배출 폐기물 흐름의 경감이 연료, 예를 들어, 메탄, 천연 가스 및/또는 수소의 연소 및 산화를 위한 열 경감 반응기 장치로의 도입에 의해 용이해질 수 있기 때문에 특히 중요하다. 상기 연료의 연소에 의해 발생하는 고온은 내부의 배출물 흐름의 독성 재료의 분해를 돋는다. 명확히, 모니터링 및 제어 부품은 연료 누출로 인한 반응기 또는 반응기 하우징 내에서의 점화 및 폭연의 위험을 최소화할 뿐만 아니라, 반응기가 배출 폐기물 흐름을 효과적으로 경감시키는지를 확인하기 위해서 필요하다.

[0009] 따라서, 열 경감 반응기 장치에 대한 개선된 안전성, 모니터링 및 제어 피쳐를 제공하여 사람에 대한 안전을 보장하며 경감 프로세스의 효율성을 개선하는 것이 유리할 것이다.

### 발명의 상세한 설명

[0010] 본 발명은 열 경감 반응기 장치 또는 열 경감 반응기 시스템 및 다른 경감 프로세스를 위한 개선된 안전성, 모니터링 및 제어 피쳐에 관한 것이다.

[0011] 일 양상에서, 본 발명은 폐기물 배출물로부터 오염물질을 제거하기 위한 장치에 관한 것이며, 상기 장치는:

[0012] (a) 열 반응 챔버를 가지는 열 경감 반응기 장치;

[0013] (b) 연료 가스를 내부에 도입시키기 위한 열 반응 챔버와 유체 연통되는 하나 이상의 연료 입구;

[0014] (c) 열 반응 챔버에 또는 그 내부에 위치되는 파일럿 플레임(flame) 장치;

[0015] (d) 열 반응 챔버에 또는 그 내부에 위치되는 하나 이상의 버너 제트 - 상기 하나 이상의 연료 입구는 상기 하나 이상의 버너 제트와 유체 연통됨 - ;

[0016] (e) 폐기물 배출물을 그에 도입시키기 위한 열 반응 챔버와 유체 연통되는 하나 이상의 폐기물 배출물 입구;

[0017] (f) 제어기; 및

[0018] (g) 플레임 센서, 가연성 가스 센서, 및 연료 부스터(fuel booster)로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 하나 이상의 부가적인 부품을 포함한다.

[0019] 또 다른 양상에서, 본 발명은 열 반응 챔버를 가지는 열 경감 반응기 장치의 시작을 순차적으로 작동하기 위한 방법에 관한 것이며, 상기 방법은:

[0020] (a) 하나 이상의 알람 수단의 작동성(operability)을 확인하는 단계;

[0021] (b) 열 반응 챔버의 하류에 위치된 물 순환 탱크 내의 재순환 물의 부피를 체크하는 단계;

- [0022] (c) 물 순환 탱크의 헤드스페이스(headspace) 내의 온도를 측정하는 단계;
- [0023] (d) 내부에 존재할 수 있는 가연성 종을 실질적으로 제거하기 위해서 충분한 시간 동안 불활성 가스를 이용하여 열 반응 챔버를 퍼지처리하는 단계;
- [0024] (e) 열 반응 챔버에 또는 그 내부에 위치되는 파일럿 플레임 장치를 점화하는 단계;
- [0025] (f) 연료를 열 반응 챔버 내측으로 유동시키는 단계;
- [0026] (g) 열 반응 챔버 내측으로 유동하는 연료를 점화하는 단계;
- [0027] (h) 파일럿 플레임 장치가 열 반응 챔버 내측으로 유동하는 연료를 점화하는지 확인하는 단계; 및
- [0028] (i) 내부에서 일부분 이상의 분해를 위해서 폐기물 배출물을 열 반응 챔버 내측으로 유동시키는 단계를 포함하며,
- [0029] 상기 재 순환 물의 부피는 최소 부피와 최대 부피 사이의 부피이며, 상기 온도는 시작 이전에 임계 온도보다 낮아야 하며,
- [0030] 상기 열 경감 반응기 장치는 폐기물 배출물로부터 오염물질을 안전하고 효율적으로 제거한다.
- [0031] 본 발명의 다른 양상 및 이점은 이 후의 내용 및 첨부된 청구범위로부터 더 충분하게 명확해질 것이다.

### 실시예

- [0041] 본 발명은 일반적으로, 배출물 흐름 내에 포함된 오염물질을 효과적으로 그리고 제어가능하게 분해하는데 이용되는 열 경감 반응기 장치 또는 열 경감 반응기 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 경감 프로세스의 효율성을 개선하고 사람에 대한 안전(personnel safety)을 보장하기 위해서 상기 열 경감 반응기 장치 또는 열 경감 반응기 시스템에 대한 개선된 안전성, 모니터링 및 제어 괴쳐에 관한 것이다.
- [0042] "프로세스 경감 중에 입자 증착을 감소시키기 위한 반응기 디자인(Reactor Design to Reduce Particle Deposition During Process Abatement)"의 명칭으로, 호-만 로드니 치우(Ho-Man Rodney Chiu), 다니엘 오. 클락(Daniel O. Clark), 숀 더블류. 크로포드(Shaun W. Crawford), 제이 제이. 정(Jay J. Jung), 레오나르드 비. 토드(Leonard B. Todd) 및 로버트 베emu伦(Robbert Vermeulen)의 명의로 2004년 11월 12일 출원된 미국 특허 출원 제10/987,921 호는 그 전체가 참조에 의해 본원에 통합된다.
- [0043] 경감처리될 배출물 흐름은 반도체 프로세스에 의해 발생되는 종 및/또는 화학적 변화 없이 반도체 프로세스로 전달되며 반도체 프로세스로부터 배출되는 종을 포함할 수 있다. 본 원에서 이용되는 바와 같이, "반도체 프로세스"이라는 용어는 반도체 제품 및/또는 LCD 제품의 제조에서의 임의 및 모든 프로세싱 및 유닛 작동뿐만 아니라, 반도체 및/또는 LCD 작업 설비에 의해 생성되거나 이용되는 재료의 처리 또는 프로세싱을 수반하는 모든 작업뿐만 아니라, 능동 제조를 수반하지 않는 반도체 및/또는 LCD 제조 설비와 연결되어 실행되는 모든 작동(실례로, 프로세스 장비의 컨디셔닝, 작동의 준비에 있어서 화학 전달 라인의 퍼지처리, 프로세스 기구 챔버의 식각 세정, 반도체 및/또는 LCD 제조 설비에 의해 생성되는 배출물로부터의 독성 또는 위험한 가스의 경감 등을 포함함)을 포함하도록 광범위하게 해석되도록 의도된다. 본 원에서 이용되는 바와 같이, "배출물 흐름" 및 "폐기물 흐름"은 동일한 용어인 것으로 의도된다.
- [0044] 열 반응 유닛(30) 및 하부 급냉 챔버(quenching chamber)(100)를 가지는 일반적인 열 경감 반응기 장치가 도 1에 도시되어 있다. 열 반응 유닛(30)은 열 반응 챔버(32)를 규정하는 열 반응 벽(34), 및 입구 어댑터(10)를 포함하며, 상기 입구 어댑터는 최상부 플레이트(18), 하나 이상의 폐기물 흐름 입구(14), 하나 이상의 연료 입구(20), 베너 제트(burner jets; 22), 파일럿(16), 및 선택적으로 하나 이상의 산화제 입구(12)를 포함한다. 입구 어댑터는 연료 및 산화제 가스 입구를 포함하여 폐기물 흐름 내에 포함되는 오염물질의 파괴를 위해서 연료가 풍부한 가스 혼합물을 시스템에 제공한다. 바람직한 실시예에서, 열 경감 반응기 장치 벽(34)은 산화이트 룹-도핑된 알루미나와 같은, 망상조직의 세라믹 재료로 구성된다. 바람직하게는, 사용되는 연료는 천연 가스를 포함한다.
- [0045] 실제로, 폐기물 흐름은 입구 어댑터(10) 내에 제공되는 하나 이상의 폐기물 흐름 입구로부터 열 반응 챔버(32)로 유입되며, 연료/산화제 혼합물은 하나 이상의 베너 제트(22)로부터 열 반응 챔버(32)로 유입된다. 파일럿(16)은 입구 어댑터의 베너 제트(22)를 점화시키는데 이용되는 파일럿 플레임을 포함하고, 베너 제트는 열 반응 유닛 온도를 약 500 °C 내지 약 2000 °C의 범위로 생성시킨다. 고온은 열 반응 챔버(32)로 유입되는 폐기물 흐름

름 내에 포함되는 오염물질의 분해를 용이하게 한다.

[0046] 분해/연소 후에, 배출물 가스는 하부 챔버(100)로 통과하며, 여기서 수막(water curtain; 104)은 하부 챔버의 벽을 냉각시키며 그 부분에 입자 물질의 증착을 방지하는데 이용될 수 있다. 수막의 더 아래 하류에, 물 분사 수단(102)이 하부 챔버(100) 내에 위치될 수 있어서 가스 흐름을 냉각시키며 입자 물질 및 수용성 또는 반응성 가스를 제거한다. 하부 챔버를 통과하는 가스는 대기로 방출될 수 있거나 그렇지 않으면, 액체/액체 집진처리, 물리적 및/또는 화학적 흡착, 석탄 트랩, 정전형 부착기, 및 사이클론(cyclone)을 포함하는, 이에 국한되지 않지만, 부가적인 처리 유닛으로 지향될 수 있다.

[0047] 연소 시작(start-up) 중에, 예를 들어, 5 내지 8 slm의 속도로 유동하는 저 유동의 연료가 파일럿(16)에서 점화된다. 파일럿의 성공적인 점화 후에, 연료 유동이 약 30 내지 90 slm의 유동으로 버너 제트(22)에 개방되어 CF<sub>4</sub>와 같은 종을 분해하는데 필요한 고온을 발생시킨다. 불행하게도, 파일럿이 시작 중에 점화하지 않고, 이러한 실패가 간과된다면, 버너 제트로의 연료 유동의 증가는 열 경감 반응기 장치 내의 폭연의 위험을 부수적으로 증가시킨다.

[0048] 본 발명의 일 실시예에서, 점화 및 연소 프로세스는 플레임 센서를 이용하여 모니터링되며, 상기 센서는 입구 어댑터에 통합될 수 있다. 도 2 및 도 3을 참조하여, 방사선 도관(50)은 최상부 플레이트(18)를 관통하여 위치되어, 그에 의해 방사선 도관(50)의 바닥 단부가 열 반응 챔버 내에 위치되며, 파일럿(16)의 플레임을 향한다. 방사선 도관(50)은 바람직하게 열 반응 챔버와 유체 연통되어 있어서, 예를 들어, 퍼지 가스 입구(52)에서 도입되는 바와 같이, 퍼지 가스가 방사선 도관(50)으로 계속적으로 하향 유동하여 도관의 바닥 단부 내에서 그리고/ 또는 상기 바닥 단부에서 미립자의 막힘(clogging) 및 역 확산을 감소시킨다. 퍼지 가스는 세정 건조 공기(CDA), 공기, 질소 또는 아르곤을 포함할 수 있다. 본 원에 기재된 플레임 센서 장치의 구조 및 구성은 플레임이 탐지될 필요가 있는 임의의 시스템에 이용하기 위해 쉽게 변형될 수 있다는 점이 당업자들에 의해 이해될 것이다.

[0049] 방사선 센서(56)가 방사선 도관(50)을 통해 열 반응 챔버와 방사성 연통되도록 위치된다. 본 원에서 규정된 바와 같이, "방사성 연통"은 열 반응 챔버로부터의 방사선이 방사선 센서에 의해 탐지될 수 있음을 의미한다. 방사선 센서는 밀폐(hermetically sealed)되며 기계적으로 탄성이 있으며, 석영 또는 사파이어 렌즈를 갖는 방사선 셀, 램프 전력 공급원을 갖는 램프 및 프로세스 조립체를 포함한다. 렌즈는 프로세스를 가열 반응기 분위기로부터 격리시킨다. 방사선 센서에 대한 분광 범위는 바람직하게는 자외선 범위에 대응하며, 약 10 nm 내지 약 400 nm 범위일 수 있으며, 바람직하게는 약 190 nm 내지 약 320 nm 범위일 수 있다. 방사선 센서가 열 경감 반응기 장치에 이용되는 연료에 따라서 상이한 분광 범위를 사용할 수 있음을 당업자들에는 자명하다. 예를 들어, 연료가 천연 가스일 때, 관심의 대상이 되는 방출은  $\lambda=309$  nm에 대응하는 OH\* 방출이다(2002년 9월, 영국, 캠브리지(Cambridge)에 소재하는, 팀메르만, 비.에이치.(Timmerman, B.H.), 브라이언스톤-크로스, 피.제이.(Bryanston-Cross, P.J.), 던클레이, 피.(Dunkley, p.)의, 캐스캐이드 및 터보기계 내에서의 천음속 및 초음속 유동의 측정 기술에 대한 제16회 심포지엄 (*The 16<sup>th</sup> Symposium on Measuring Techniques in Transonic and Supersonic Flow in Cascades and Turbomachines*), 페이지 1-7 참조). 적절한 방사선 센서의 예는 크롬슈로더, 아이엔씨(Kromschroder, Inc. 오하이오, 허드슨)에 의해 제조된, UVS 6이다.

[0050] 방사선 센서는 제어기에 통신 연결될 수 있으며, 상기 제어기는 방사선 센서로부터 입력을 모니터링하고, 이에 응답하여, 다양한 부품에 출력을 발생시킨다(이후에 더 상세히 논의됨).

[0051] 방사선 센서(56)가 잘못된 판독을 탐지하지 않는 것을 보장하기 위해서, 액추에이터(54)가 플레임 센서 장치 내측으로 통합될 수 있다. 액추에이터는 방사선 센서(56)가 정확하게 작동하는지를 결정하기 위한 자체-체크를 제공한다. 작동 중에, 액추에이터(54)가 폐쇄되는 경우에(도 4a 참조), 열 반응 챔버로부터의 방사선은 방사선 센서(56)로 통과하지 못하도록 차단되며, 상기 방사선 센서는 플레임 신호가 사라졌는지를 탐지해야 한다. 그 후, 액추에이터가 재개방되며(도 4b 참조) 열 반응 챔버로부터의 방사선은 방사선 센서(56)로 통과할 것이며, 상기 방사선 센서는 플레임 신호가 다시 온(ON)인지를 탐지해야 한다. 액추에이터 폐쇄-액추에이터 개방 주기의 타이밍은 당업자들에 의해 쉽게 결정될 수 있다. 바람직하게는, 액추에이터는 약 30 초 동안 개방되고, 약 3 초 내지 약 5 초 동안 폐쇄되며, 상기 주기는 열 경감 반응기 장치의 시작 및 작동 내내 연속적으로 발생한다.

[0052] 시작 중에, 플레임 센서는 열 반응 챔버 내의 방사선-생성 플레임의 존재를 탐지하기 위해서 온-라인 상태이며, 상기 플레임은 파일럿이 성공적으로 점화되었는지를 확인한다. 플레임이 탐지되는 경우에, 버너 제트로의 연료-유동이 시작될 수 있다. 시작 중에 어떠한 방사선-생성 플레임도 탐지되지 않는 경우에, 제어기는 반응기

내의 폭연의 위험을 최소화하기 위해서 알람을 활성화하며 연료 유동을 정지시켜야 한다.

[0053] 시작시의 플레임의 탐지 중요성 이외에, 플레임 센서는 플레임이 의도하지 않게 소화되지 않았다는 것을 보장하기 위해 경감 프로세스 중 내내 작동되어야만 한다. 시작과 유사하게, 플레임 센서가 (활성화된 자체-체크 중 이외에도 소정의 시간에서)플레임이 사라졌다는 것을 탐지하는 경우에, 제어기는 반응기 내의 폭연의 위험을 최소화하기 위해서 알람을 활성화하며 연료 유동을 정지시켜야만 한다.

[0054] 본 발명의 다른 실시예에서, 본질적으로 안전한 가연성 가스 센서가 열 경감 반응기 장치 외부에 그리고 근접하여 작동될 수 있으며, 주요 인클로저 배출구(enclosure vent)에 아주 근접하여 작동될 수 있다. 도 1과 관련하여, 열 경감 반응기 장치 및 가연성 가스 센서가 바람직하게는 주요 인클로저(120) 내에 위치되며, 여기서 가연성 가스 센서(150)가 열 경감 반응기 장치 외부에 그리고 근접하여 위치되며, 주요 인클로저 배출구(148)에 아주 근접하여 위치된다.

[0055] 일반적으로, 주요 인클로저(120)는 전기 인클로저(125, 제2 인클로저) 및 배기 인클로저(122, 제1 인클로저)를 포함한다. 전기 인클로저(제2 인클로저)는 배기 인클로저(제1 인클로저)로부터 격리되며, N<sub>2</sub>를 이용하여 계속적으로 퍼지처리되고, 가연성 가스에 실질적으로 불침투성으로 되게 한다. 대조적으로, 열반응기, 연료 패널 및 다른 장치가 설치된 배기 인클로저(제1 인클로저)는 연료 누출의 경우에 가연성 가스가 쉽게 탐지되어 반응할 수 있는 주요 인클로저 내의 위치에 대응한다. 본원에 규정된 바와 같은 "실질적으로 불침투성"이라는 용어는 이용가능한 가연성 가스 분자의 0.1 % 미만, 바람직하게는 0.05% 미만이 특정 영역에서 탐지될 수 있음을 의미한다.

[0056] 배기 인클로저(122, 제1 인클로저) 내에는 작동을 위해 전기 에너지를 이용하는 다수의 부품이 있으며, 상기 부품의 에너지는 존재할 수 있는 가스 구성성분을 점화하는데 필요한 최소 량의 에너지를 초과한다. 이와 같이, 연료 누출을 탐지하기 위해 그리고 누출이 탐지될 때 모든 가능한 점화 소스(전기 에너지)를 제거하기 위해서 배기 인클로저(제1 인클로저) 내에 가연성 가스 센서가 위치되어야 하는 것이 필수적이다.

[0057] 불행하게도, 종래 기술의 가연성 가스 센서는 상당한 양의 전기 에너지를 이용하며, 즉, 이러한 전기 에너지는 가스 누출이 발생하는 경우에 점화 소스가 될 수 있다. 부가적으로, 위험한 환경에서 사용하도록 디자인되어 현재 시판되고 있는 센서들은 부피가 크고 값비싸다. 따라서, 작은 풋프린트(footprint)를 가지며, 가격이 적당하고 저 에너지의, 본질적으로 안전한 센서인 개선된 가연성 가스 센서를 제공한다는 것은 본 기술 분야에서 상당한 진전일 수 있다.

본 명세서에서 규정된 바와 같이, "저 에너지 센서"는 본질적으로 안전 배리어에 의해 제공될 수 있으며, 사용되는 연료의 점화 에너지 보다 낮게 유지될 수 있는 에너지 입력을 이용하는 센싱 장치와 관련된다. 본 명세서에서 규정된 바와 같이, "본질적으로 안전한"이라는 용어는 폭발성 또는 가연성 환경에서 이용되는 전자장치에 대한 전력 한계 등급과 관련된다. "본질적으로 안전한 방법"은 배기 인클로저(제1 인클로저) 내에 이용가능한 에너지, 또는 그 동등물이 그 안의 연료를 점화시키는데 필요한 에너지 보다 작다는 것을 의미한다.

[0058] 삭제

[0059] 본 발명의 가연성 가스 센서는 배기 인클로저(122, 제1 인클로저) 내에 위치된 두 개의 부재 : 가열 부재 및 센싱 부재를 가진다. 가열 부재는 센싱을 위한 최적 온도에서 센싱 부재를 유지시키는데 사용된다. 센싱 부재는 센싱될 가연성 가스에 고도로 민감하다. 바람직하게는 전기 인클로저(125, 제2 인클로저) 내에 위치되는 두 개의 본질적으로 안전 배리어가 가연성 가스 센서의 부재를 격리시키는데 사용된다(예를 들어, 도 5 참조). 예를 들어, 본질적으로 안전 배리어(1, 제2 배리어), 예를 들어 제너 다이오드(Zener diode)가 가열 부재에 에너지를 제공하는데 사용될 수 있는 반면, 본질적으로 안전 배리어(2, 제1 배리어), 예를 들어, 전위차계 분리기는 센싱 부재의 저항을 모니터링하는데 사용될 수 있다. 센싱 부재는 탐지된 가연성 가스의 농도에 비례하는 아날로그 신호를 발생시킨다.

[0060] 본 발명의 가연성 가스 센서의 전자 배선(schematic)의 실시예가 도 5에 도시되어 있다. 가열 부재 및 센싱 부재를 포함하는 가연성 가스 센서(150)가 배기 배출구 근처의 배기 인클로저(122, 제1 인클로저) 내에 위치된다. 본질적으로 안전 배리어(1, 제2 배리어), 예를 들어, 제너 다이오드는 가열 부재에 적은 양의 에너지를 제공한다. 본질적으로 안전 배리어(2, 제1 배리어), 예를 들어, 전위차계 분리기는 센싱 부재의 저항을 모니터링하며, 여기서 측정된 저항은 가연성 가스의 농도에 비례한다. 본질적으로 안전 배리어(2, 제1 배리

어)는 전압 비교기에 아날로그 신호를 보낸다.

[0061] 탐지되는 가연성 가스의 농도가 너무 높게 결정되는 경우, 비상 정지 회로(emergency machine off; EMO)가 작동된다. 비상 정지 회로(EMO)는 모달리티(modality)이며, 여기서 배기 인클로저(제1 인클로저) 내부에 위치되는 전기 부품 모두는 점화 소스, 연료 유동, 산화제 유동, 폐기물 배출물 유동, 및 물 유동을 포함하여 즉시 정지된다. 중요하게는, EMO 작동을 위한 임계치는 연료 가스를 점화하기에 필요한 농도에 대응할 수 있지만, 바람직하게 임계치는 상기 점화 농도의 1/4 미만, 바람직하게는 1/20 미만이다. 예를 들어, 메탄 가스 탐지 및 알람에 대한 임계치는 1000 ppm으로 설정될 수 있으며, 이는 메탄이 공기 중에서 쉽게 점화되는 농도의 1/50 농도에 상응한다. 중요하게는, 선택된 임계치가 동시에 백그라운드(background) 효과를 최소화시키는데 실질적으로 충분해야 한다.

[0062] 플레임 센서와 유사하게, 가연성 가스 센서의 제2 출력(결합 상태)이 제어기에 통신 연결될 수 있으며, 결점, 예를 들어, 케이블 단절이 센싱되는 경우, 알람 소리가 날 수 있고, 연료 유동이 중단될 수 있으며, 지연된 정지가 시작된다. 가연성 가스 센서는 계속해서 온-라인 상태인 것이 바람직하다.

[0063] 두 개 이상의 본질적으로 안전 배리어를 포함하는 신규한 가연성 가스 센서는 종래 기술의 연료 센싱 장치 이상의 적당하고 컴팩트(compact)한 개선을 제공한다. 설치된다면 배기 인클로저(제1 인클로저)가 연료 누출에 대해 안전하게 모니터링될 수 있는데, 이는 가연성 가스 센서, 및 그 관련 부품이 점화 소스일 수 없기 때문이다. 두 개의 본질적으로 안전 배리어를 가지는 본 발명의 본질적으로 안전한 가연성 가스 센서는 가연성 연료의 농도가 안전하게 모니터링되어야만 하는 임의의 장치 또는 방법으로 이용될 수 있음을 당업자들에게 자명할 것이다.

[0064] 본 발명의 또 다른 실시예에서, 연료 플레임의 안정성이 열 경감 반응기 장치 내의 안정된 연소를 유지하도록 제어된다. 실제로, 연료가 버너 제트(22)에서 열 반응 챔버로 유입된다(예를 들어, 도 1 참조). 연료가 버너 제트로부터 배출됨에 따라, 점화되며, 상당한 양의 열을 방출한다. 고온은 열 반응 챔버(32)로 유입되는 폐기물 흐름 내에 포함된 오염물질의 분해를 용이하게 한다. 종래 기술의 열 경감 반응기 장치와 관련된 중요한 문제는 이러한 버너 제트로부터의 안정된 연소 플레임의 유지였으며, 상기 플레임은 제조 설비 내의 연료의 분배의 부족 및 열 반응 챔버 내의 정압의 변화에 의해 쉽게 영향을 받는다. 예를 들어, 연료 라인은 통상 설비 내에 다른 패브(fab)를 공급하며, 그에 따라, 열 경감 반응기 장치로의 연료의 분배는 시간에 따라 변동한다. 플레임 품질의 변화는 열 반응 챔버 내에서 달성된 온도에 영향을 미치며, 이는 내부의 폐기물 흐름의 분해 효율성에 부수적으로 영향을 미친다. 종래의 플레임 안정제가 이용가능하지만, 매우 값비싸다. 따라서, 이는 연료 공급 압력 및 이에 따른 플레임의 안정성을 제어함으로써 열 경감 반응기 장치의 성능을 경제적으로 유지하고 제어하는 것은 본 기술 분야에서의 상당한 개선일 것이다.

[0065] 그 목적을 위해, 바람직한 연료 회로(200)의 실시예는 열반응기의 입구 어댑터(10)와 연료 소스 사이에 연료 회로 내에 위치된 연료 부스터 펌프(202)를 포함하며, 여기서 상기 연료 부스터 펌프(202)는 연료의 압력을 증가시킨다(boost)(도 6 참조). 작동 중에, 펌프(202)는 연료 소스로부터 연료를 끌어당기거나(예를 들어, 연료 라인 압력이 낮을 때) 연료를 하류로 몰아낸다. 펌프(202)를 통과한 후에, 연료는 계량기(206)로 유입된다. 바람직하게는, 계량기(206)는 질량 유량계(MFM)이며, 이는 계량기를 통해 유동하는 단위 시간당 가스의 질량, 또는 물 량을 측정하며, 질량 유동률에 비례하는 전압 출력을 제공한다. 계량기(206)의 하류에 조절기(204)가 있으며, 이는 파일럿 및 연료 라인(각각의 연료 라인은 연료를 하나 이상의 버너 제트로 분배한다)으로의 통과를 위해 압력을 낮추며, 안정된 하류 압력을 유지시킨다. 본원에서 고려되는 부스터 펌프는 원심형, 축열식(regenerative) 또는 격판형 펌핑 수단(diaphragm pumping means)을 가지는 공기압식, 전기식 또는 유압식 동력 펌프를 포함한다.

[0066] 통상적으로, 부스터 펌프 없이, 연료는 1 psi 미만으로 버너 제트로 도입되며 계속하여 변동될 수 있다. 연료 부스터 펌프가 연료 회로 내로 통합될 때, 연료 압력은 약 1 psi 내지 약 3 psi의 범위로 증가하며, 이후 버너 제트를 통과하기 이전에 조절기에서 1 psi 미만으로 감소한다. 중요한 것은, 후자의 실시예에서, 안정되고 일정한 연료 압력이 버너 제트로부터 유동하고, 열 반응 챔버 내의 정압 변화 및/또는 배기 드로우(exhaust draw)의 변화가 플레임의 안정성에 쉽게 영향을 미치지 않는다.

[0067] 실시간 플레임 안정성을 유지하는 것 이외에, 연료 부스터 펌프, MFM 및 조절기는 제어기에 통신 연결될 수 있어서, 그에 의해 버너 제트로의 연료의 일정한 유동을 유지하도록 연료의 압력, 및 이에 따른 유동이 제어될 수 있다. 예를 들어, 연료 부스터 펌프의 상류의 연료 라인 압력이 낮은 경우에, 펌프의 rpm은 연료 라인으로부터 연료를 끌어내도록 증가할 수 있다. 유사하게, 연료 부스터 펌프의 상류의 연료 라인 압력이 높은 경우에, 펌

프의 rpm은 연료를 하류로 몰아내도록 감소할 수 있다. 중요한 것은, 조절기의 상류의 압력이 조절기의 하류의 압력보다 항상 크도록 부스터 펌프의 rpm이 제어되어야 한다는 것이다.

[0068] 대안적으로, 연료 라인 내의 압력이 높을 때, 예를 들어, 15 psi보다 클 때, 질량 유량 제어기(MFC) 또는 니들 밸브가 부스터 펌프(202) 및 MFM(206)를 대신할 수 있다.

[0069] 당업자에 의해 쉽게 결정될 수 있는 바와 같이, 예를 들어, 압력 조절 밸브, 체크 밸브, 차단 밸브, 격리 밸브 (isolation valve), 과압 배출 밸브(overpressure relief valve), 질량-유동 제어 밸브, 역화방지기(flashback arrestors) 등과 같은 일련의 밸브 및 다른 제어기들이 연료 소스 및 버너 제트 사이에 위치될 수 있음을 주의 한다.

[0070] 본 발명의 다른 실시예에서, 안전성 중복(safety redundancy)을 위한 두 개 이상의 제어기를 이용하는 작동의 순차적 모드가 열 경감 반응기 장치에 대해서 개시된다. 작동의 개선된 순차적 모드가 열 경감 반응기, 이에 제한되는 것은 아니지만, 다른 경감 기구와 함께 사용하기 위해 적합하게 변경될 수 있는 것은 당업자에게 자명 할 것이다.

[0071] 종래 기술의 열 반응 제어기는 모두 안전한 연동(interlocks)을 위해서, 하드웨어, 예를 들어, 릴레이 보드 (relay board), 등에 의존한다. 그러나, 하드웨어 연동은 복잡한 전기 배선을 필요로 하며, 임의의 다른 응용에 쉽게 적용되거나 변경될 수 없다.

[0072] 본 발명은 열 경감 반응기 장치 내의 모든 중요한 작동 및 부품의 프로세스를 제어하며 모니터링하도록 두 개 이상의 제어기를 포함하는 제어 플랫폼을 이용함으로써 종래 기술의 하드웨어 연동의 결점을 극복한다. 각각의 특정 부품이 시퀀스의 다음 단계로 진행하기 전에 적절하게 작동하는지를 확인하기 위해서 제어기는 작동 시퀀스를 시스템적으로 따르도록 프로그램화된다. 제어 플랫폼은 열 경감 반응기 장치의 시작을 순차적으로 모니터링하고, 경감 중에 반응기를 계속 모니터링하여 음의 조건(negative condition)이 발생하지 않도록 보장한다.

[0073] 부품이 시작 중에 적절하게 작동하지 않는다고 결정되는 경우, 알람 및 경보가 인에이블될 것이고, 음의 조건이 제거될 때까지 시작이 중단될 것이다. 부품이 경감 작업 중에 적절하게 작동하지 않는 것으로 제어 플랫폼이 결정하는 경우, 알람 및 경보가 인에이블될 것이고, 열 경감 반응기 장치는 안전한 상태, 예를 들어, 연료 유동, 접화 소스, 폐기물 배출물 등의 차단상태가 될 것이다.

[0074] 놀랍게도, 본원에 개시된 제어 플랫폼은 열 경감 반응기 장치의 하류에 손상을 야기하는 잔류 열 플러스 없이 열 경감 반응기 장치의 즉각적 고온 정지를 인에이블할 수 있다. 다시 말해, 고온 정지 및 장치의 정지를 유발한 문제점의 조정 직후에, 열 경감 반응기 장치가 즉시 재개될 수 있다. 이러한 디자인은 이전 세대의 열 경감 반응기보다 상당히 개선된 것이며, 이전 세대의 열 경감 반응기는 장비의 하류의 열 유도 손상으로 인해 고온 정지(예를 들어, 계획되지 않은 정전 또는 긴급 전력 단절로 인한)후의 다음 작동에 대해 종종 안전하지 못하거나 작동시키지 못하였다. 본원에 기재된 열 경감 반응기 장치의 즉각적인 재개는 열 경감 반응기 장치가 망상의 세라믹 벽(34)을 포함하고 있기 때문에 어느 정도 가능할 수 있으며, 상기 망상의 세라믹 벽은 낮은 열 질량(thermal mass)을 가지며, 유체, 예를 들어, CDA가 벽의 구멍을 통해 통과함으로써 경감 중에 계속해서 냉각될 수 있다. 또한, 이러한 개선된 열 경감 반응기 장치 디자인은 냉각(cool-down) 기간이 최소이기 때문에 예방적인 유지보수 시간 (및 비용)을 줄인다.

[0075] 전술된 문단에서 도입된 바와 같이, 제어 플랫폼은 두 개 이상의 제어기, 바람직하게는 프로그램화된 제어기를 포함하여, 열 경감 반응기 장치 내의 모든 중요한 작동 및 부품의 프로세스를 모니터링하며 제어한다. 본원에 규정된 바와 같은 "제어기"는 하나 이상의 자동화 시스템 및/또는 프로세스를 제어한다. 특히 소프트웨어 프로그램이 트랜지스터, 스위치, 릴레이 및 다른 회로를 이용하여 자동화 시스템 및/또는 프로세스에 제어기를 인터페이스 시키는데 사용될 수 있다. 제어기 채널 사양은 전체 입력 및 출력 수를 포함한다. 제어기에 대한 고려되는 입력은, DC, AC, 아날로그, 열전대, 저항 열 장치(RTD), 주파수 또는 펄스, 트랜지스터 및 인터럽트(interrupts)를 포함하나, 이에 국한되지 않는다. 제어기에 대한 고려되는 출력은, DC, AC, 릴레이, 아날로그, 주파수 또는 펄스, 트랜지스터 및 트라이액(triac)을 포함하나, 이에 국한되지 않는다. 일반적으로 사용되는 소프트웨어 프로그래밍 언어는, IEC 61131-3, 순차적 함수 차트(SFC), 함수 블록 도표(FBD), 래더 도표(ladder diagram; LD), 구조화 테스트(ST), 명령 리스트(IL), 릴레이 래더 로직(relay ladder logic; RLL), 흐름도 (Flow Chart), C 및 베이직(BASIC)을 포함하나, 이에 국한되지 않는다.

[0076] 두 개의 제어기는 열 경감 반응기 장치의 적절한 작동을 보장하기 위해서 서로 독립적으로 작동하도록 배열되는 것이 바람직하다. 제어기 1(이후, "CTRL1")은 장치의 시작 및 작동을 모니터링하고 제어하도록 의도되며, 제어

기 2(이후, "CTRL2")는 장치의 시작 및 작동 중에, 물 유동, 파일럿 플레임 작동, 연료 유동 및 순환 펌프를 포함하는 중요한 아이템(critical item)을 인에이블하도록 디자인된다. CTRL1이 부품 또는 작동상의 고장을 기록하는 경우, 제어 플랫폼은 작동의 단계 및 부품에 따라 완전히 중지되거나 특정 홀딩 패턴(specific holding pattern)으로 지향된다. CTRL2이 부품 또는 작동 고장을 기록하는 경우, 제어 플랫폼은 부품의 작동을 인에이블할 수 없을 것이며, 제어 플랫폼은 지연된 정지에 의해 임계 알람으로 빨 것이다. 중요한 아이템에 있어서, CTRL1은 부품이 비-작동적인지를 확인할 수 있어야 함이 자명할 것이다. 그러나, CTRL1이 이러한 비-작동성을 확인하는데 실패하는 경우, CTRL2가 시작 또는 계속된 작동을 중단시키도록 백-업 체크를 제공할 것이다.

[0077] 도 7a 내지 도 7f와 관련하여, 제어 플랫폼의 최상 모드가 개시되어 있다. 도 7a와 관련하여, 시작 시퀀스는 EMO(비상 정지 회로)가 적절하게 작동되는지, 그리고 임계 알람이 적절하게 기능하는지의 확인을 포함한다. 순환 탱크(예를 들어, 도 1 도면 부호(140) 참조) 내의 물의 레벨은 최대 허용된 레벨을 넘지 않도록 확인하기 위해서 체크된다. 물 레벨이 최대 레벨을 초과하는 경우, 물 레벨은 적합하게 조절된다. 중요한 것은, 도 7a에 개시된 시퀀스가 CTRL1에 의해 모두 모니터링되고 제어되는 것이다.

[0078] 도 7b와 관련하여, CTRL2는 순환 탱크 내의 물의 레벨이 최소 요구량을 넘는지를 결정하고 그렇지 않으면 물 유동을 인에이블할 수 있다. 특히, 물 레벨이 최소 요구량을 넘는 경우, CTRL2는 불필요하기 때문에 물 유동을 인에이블하지 않을 것이다. 그 후, CTRL1은 순환 탱크 내의 물의 레벨이 최소 요구량을 넘는지를 결정한다. 그렇지 않다면, 순환 탱크는 최소 요구량 보다 위까지 채워진다. 중요한 것은, CTRL2가 초기 단계에서 물 유동을 인에이블하지 않았다면, 물이 순환 탱크 내측으로 유동하는데 이용가능하지 않을 것이라는 것이다.

[0079] 일단 순환 탱크 내의 물 레벨이 적절하다면, 물 순환이 작동되어, 물 유동 스위치가 체크된다. 그후 순환 탱크(예를 들어, 도 1 참조) 내의 헤드스페이스(145)의 온도가 다시 체크된다. 헤드스페이스(145)의 온도가 미리 결정된 임계값보다 큰 경우, 예를 들어, 약 50 °C 내지 약 80 °C 범위로, 바람직하게는 약 65 °C이면, CTRL1은 다음 단계로 진행하지 않을 것이다. 그 후, CTRL2는 헤드스페이스(145)의 온도를 다시 체크한다. 그 후에, 파일럿 점화가 시작된다. 점화 이전에, 반응기는 반응기의 가장 최근의 정지 이후에 남아있는 임의의 잔여 가스를 실질적으로 제거하기 위해서, 질소와 같은 불활성 가스를 이용하여 퍼지처리되어야만 한다. 이는 반응기가 EMO를 사용하여 정지된 경우에 특히 중요하여, 그에 의해 시작 또는 작동 중에 탐지되는 음의 조건으로 인해서 연료 유동, 폐기물 배출 유동 및 점화와 같은 중요한 아이템이 즉시 정지된다. 본원에 규정된 바와 같이, "실질적으로 제거"라는 용어는 잔여 가스의 95% 이상, 바람직하게는 99% 이상이 퍼지처리 중에 제거되는 것을 의미한다. 반응기는 약 50 표준 리터 내지 약 200 표준 리터의 불활성 가스, 예를 들어, 질소, 바람직하게는 약 100 표준 리터의 가스로 퍼지처리될 수 있다. 반응기는 바람직하게는 반응기 내의 가스의 3번 이상의 회전율(turnover), 바람직하게는 5번 이상의 회전율을 보장하기에 적합한 시간 길이에 대해 적절한 양의 퍼지 가스를 이용하여 퍼지처리된다.

[0080] 도 7c와 관련하여, CDA(세정 건조 공기) 유동의 체크 후에, CTRL2는 파일럿 점화기가 점등(lighting)이 준비되고, 파일럿의 점화를 인에이블하는지를 확인한다. CTRL1에 의해 제어되는 바와 같이, 점화를 위한 구성은 열 경감 반응기 장치가 연소 프로세스를 위해서 산소 부화 공기(OEA)의 사용을 필요로 하는지 여부에 의존한다. 특히, 점화는 이전 단계의 파일럿 점화기의 CTRL2 작동가능함(enablement) 없이 진행되지 않을 것이다. 그 후에, 예를 들어, 전술된 플레임 센서를 사용하여 파일럿의 점화를 확인하기 위해서 플레임이 체크되어야만 한다. 파일럿이 성공적으로 점화된 후에만, CTRL2가 연료 및 폐기물 흐름 유동을 인에이블할 것이다. 중요한 것은, CTRL2는 적절한 입구로의 연료 및 폐기물 흐름의 유동을 능동적으로 턴온(turn on)하지 않지만, 적절한 때 CTRL1이 그 유동을 턴온하도록 인에이블한다는 것이다.

[0081] 도 7d와 관련하여, CTRL1은 장치의 하류의 집진 수단과 관련된 수분 억제를 체크한다. 그 후에, 제2 단계 및 입구 CDA(또는 OEA)가 체크된다. 중요한 것은, 시퀀스의 이 단계에서, 폐기물 흐름은 내부 경감을 위한 열 경감 반응기 장치에 아직 유입되지 않았다는 것이다. 폐기물 배출물 도입 이전에, 시스템 내부가 예를 들어, 입구에서  $SiO_2$  축적 등으로 막혔는지를 확인하기 위해서 라인의 단부(end-of-the-line)로부터 배출되는 배기 압력이 열 경감 반응기 장치로 유입되는 압력과 관련하여 비교되어야만 한다. 유입압력(pressure in)은 배기압력(pressure out)과 대략 동일한 것이 바람직하며, 이는 어떠한 현저한 막힘도 존재하지 않는다는 것을 신호한다. 예를 들어, 압력의 변화는 바람직하게는 물의 2 인치 미만이고, 바람직하게는 약 0.25 인치 내지 약 0.50 인치의 범위이다.

[0082] 도 7e와 관련하여, 베너 제트는 점화되고 예를 들어, 플레임 센서를 사용하여, 파일럿 플레임이 베너 제트를 적절하게 점화하였는지를 확인하기 위해서 체크된다. 파일럿이 베너 제트로부터의 연료 유동을 점화하는 데 실패

하고 그리고/또는 버너 제트의 플레임이 이후 소화되는 경우, 잠재적으로 위험한 상태가 열 경감 반응기 장치 내에 존재한다. 버너 제트를 점화하는 단계, 파일럿 플레임을 끄는 단계 및 플레임, 예를 들어, 버너 제트 플레임이 탐지되는지를 확인하기 위해서, 플레임 센서를 사용하는 단계에 의해서 이러한 체크가 수행된다. 이 단계에서, 모든 이전의 단계들이 분명하게 확인되었다고 가정되면, 파일럿이 재점화되며, 버너 제트가 소화되며, 시스템이 폐기물 배출물을 처리할 준비가 된다.

[0083] 도 7f와 관련하여, 상류의 기구는 경감을 필요로 하며, 버너 제트는 재점화되며, 상기 기구로부터의 폐기물 흐름은 내부 처리를 위해서 열 경감 반응기 장치 내측으로 도입된다. 중요한 것은, 폐기물 흐름 유동이 CTRL2(예를 들어, 도 7c 참조)에 의한 시퀀스에 따라 사전에 인에이블되었다는 것이다. 나머지 시퀀스는, 요청이 있을 경우에, 경감 및 정지를 포함한다. 본원에 기재된 열 경감 반응기가 다중 웨이퍼 프로세스 기구 또는 백업 대체 POU 경감 기구로부터 방출되는 폐기물 흐름을 경감시킬 수 있다는 것은 당업자들에게 자명하다.

[0084] 그 밖 많은 체크/확인은 미리결정된 최대 레벨과 최소 레벨 사이의 순환 탱크에서의 물 레벨을 유지시키기 위한 로직(logic), 플레임 센서의 작동성을 모니터링하기 위한 로직, 및 특정 부품의 예방적 유지보수가 필요할 때 신호하기 위해서 열 경감 반응기 장치의 모든 부품의 사용을 모니터링하기 위한 로직을 포함하는, 이에 국한되지 않지만, 프로세스 제어 시퀀스에 통합될 수 있음을 주의한다.

[0085] 도 7a 내지 도 7f에 열거된 단계의 시퀀스는 열 경감 반응기 장치가 효과적이며 안전하게 작동한다는 것을 보장한다. 안전성 중복이 두 개의 독립적 제어기를 이용함으로써 달성되며, 하나의 제어기는 열 경감 반응기 장치 시작 및 작동을 제어하며, 다른 제어기는 중요한 아이템의 작동만을 인에이블한다.

[0086] 또 다른 실시예에서, 열 경감 반응기는 스마트 경감(smart abatement)을 위해 변경된다. 일반적으로 말하면, 실시예는 주어진 기간의 시간에 걸쳐 열 경감 반응기 장치로 유입될 폐기물 배출물의 부피를 정량화한다. 본 발명 이전에는, 폐기물 배출물이 열 경감 반응기 장치에 의해 어느 정도 처리되었는지를 실시간으로 결정하는 것이 가능하지 않았다. 이와 같은 실시간 정보는 경감 성능을 최적화할 뿐만 아니라 작동 비용을 감소시키도록 열 경감 반응기 장치의 중요 아이템이 응답식으로 조절될 수 있기 때문에 매우 유리할 것이다.

[0087] 스마트 경감 실시예의 필수 부품은 탐지기 시스템, 예를 들어, 적외선 열전대열(TPIR) 탐지기를 포함하며, 그 전체가 참조에 의해 본원에 통합된 조세 아르노(Jose Arno)의 명의로 2003년 9월 9일 공표된 미국 특허 제 6,617,175호에 개시되어 있다. 탐지기 시스템은 TPIR에 제한되는 것은 아니지만 필요한 분석을 위해 이용 가능한 임의의 형태의 전자기식 방사선 탐지기일 수 있음을 당업자에게 자명하다.

[0088] TPIR 출력은 방형과 변형(예를 들어, 도 8 참조)을 포함하며, 여기서 기록된 각각의 방형과는 하나의 웨이퍼가 처리되었음을 표시한다. 따라서, 방형과의 총수는 처리된 웨이퍼의 수와 동일하다. 웨이퍼당 어느 정도의 폐기물 배출물이 발생하는지 그리고, 처리되는 웨이퍼의 총수를 안다면, 시간에 따라 상류의 프로세스 기구에 의해 발생되는 폐기물 배출물의 총량을 계산하는 것이 가능하다. 처리되는 웨이퍼의 수는 발생되며 처리되는 폐기물 배출물의 양에 직접적으로 비례한다.

[0089] 탐지기 시스템은 제어기에 통신 연결될 수 있다. 실제로, TPIR 또는 다른 분석 장치에 의해 발생되는 분석 신호가 제어기에 의해 포착되고, 제어기는 열 경감 반응기 장치의 작동을 그에 따라 조절한다. 예를 들어, 연료 유동 및/또는 산화제 유동은 발생되는 폐기물 배출물의 부피에 따라 변경될 수 있으며, 예방적인 유지보수 주기가 처리되는 웨이퍼 수를 근거로 하여 스케줄링될 수 있다.

[0090] 특히, 제어기는 방형과를 "카운트(count)"하는 적절한 로직을 사용하여 웨이퍼를 "카운트"하도록 프로그램화될 수 있다. 예를 들어, 제어기는 TPIR 전압 출력이 특정 기간의 시간 동안, 예를 들어, 1 분 동안 일정한 값, 예를 들어, 약 0.25 볼트를 초과하고, 그 후 특정 기준선 값으로 떨어질 때 1 만큼 그 "카운트" 변수를 증가시키도록 프로그램화될 수 있다.

[0091] 따라서, 제어기를 이용한, TPIR, 또는 그 동등물의 통신이 스마트 경감을 허용하여, 그에 의해 열 경감 반응기 장치가 폐기물 배출물을 효율적이고 안전하게 경감시킬도록 실시간으로 조절될 수 있다.

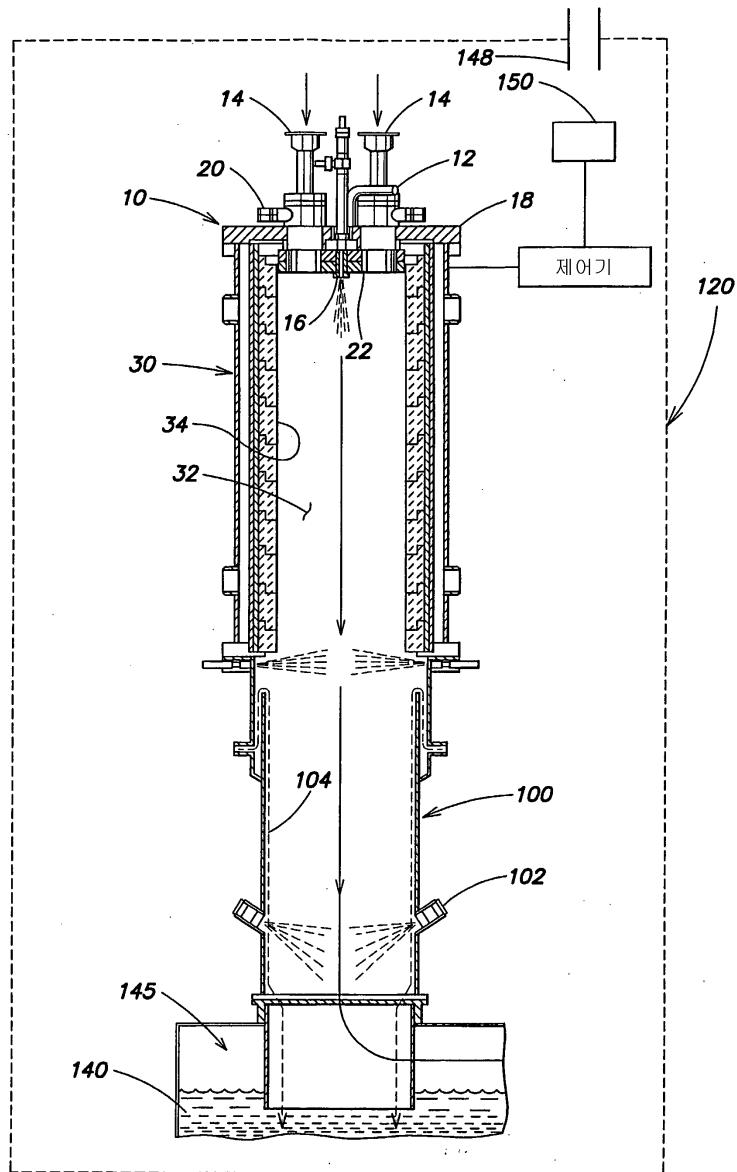
[0092] 본 발명이 예시적 실시예 및 특징을 참조하여 본원에 다양하게 기재되어 있으나, 본원에 전술된 실시예 및 특징은 본 발명을 제한하려고 의도된 것이 아니며, 다른 변형, 및 수정 및 다른 실시예가 본원의 개시에 근거하여, 당업자들에게 쉽게 제안될 것임이 자명할 것이다. 따라서 본 발명은 이 후 기재된 청구범위와 일관되며 광범위하게 해석되어야 한다.

## 도면의 간단한 설명

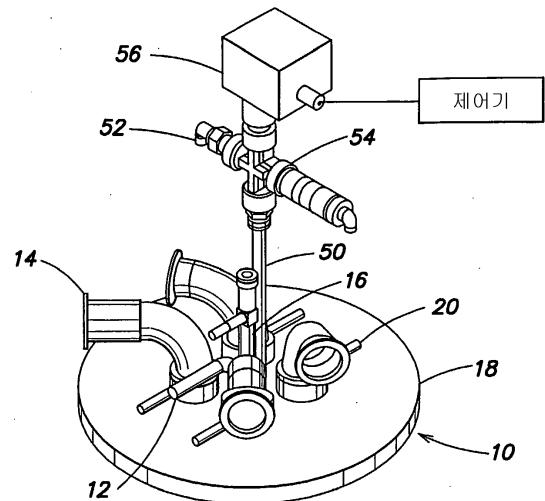
- [0032] 도 1은 본 발명에 따른 열 반응 유닛, 입구 어댑터 및 하부 챔버의 절단면도이며,
- [0033] 도 2는 본 발명에 따른 입구 어댑터 및 플레이임 센서의 3 차원 도면이며,
- [0034] 도 3은 본 발명에 따른 입구 어댑터 및 플레이임 센서의 절단면도이며,
- [0035] 도 4a는 본 발명에 따른 플레이임 센서의 폐쇄된 액추에이터의 절단면도이며,
- [0036] 도 4b는 본 발명에 따른 플레이임 센서의 개방된 액추에이터의 절단면도이며,
- [0037] 도 5는 본 발명에 따른 본질적으로 안전한 가연성 가스 센서의 부품의 개략적인 도면이며,
- [0038] 도 6은 본 발명에 따른 연료 부스터 회로(fuel booster circuit)의 부품의 개략적인 도면이며,
- [0039] 도 7a 내지 도 7f는 본 발명에 따른 제어 플랫폼의 일 실시예를 도시하는 의 흐름도를 나타내며,
- [0040] 도 8은 적외선 열전대열(TPIR) 탐지 시스템의 출력을 도시하는 도면이다.

## 도면

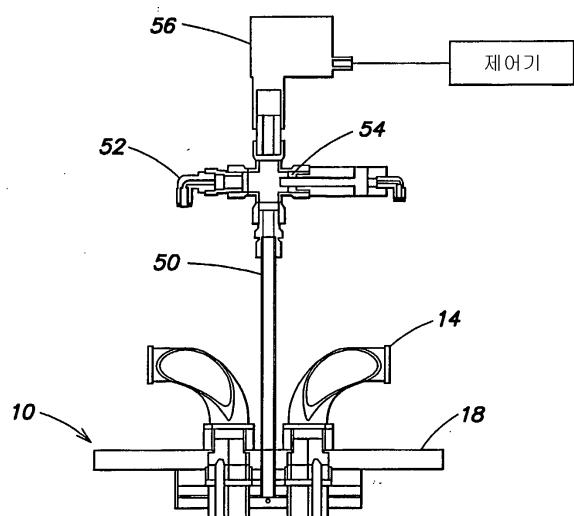
### 도면1



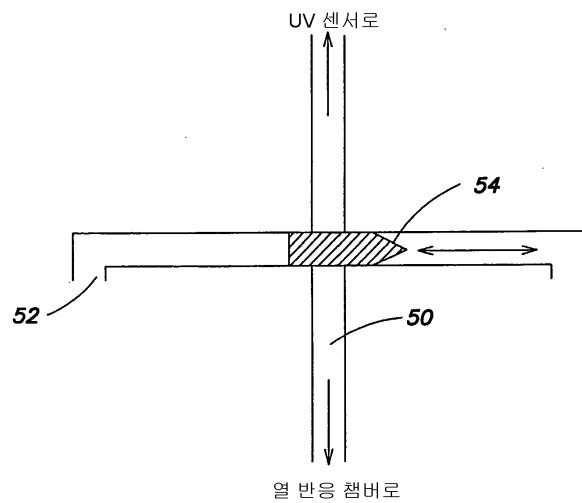
도면2



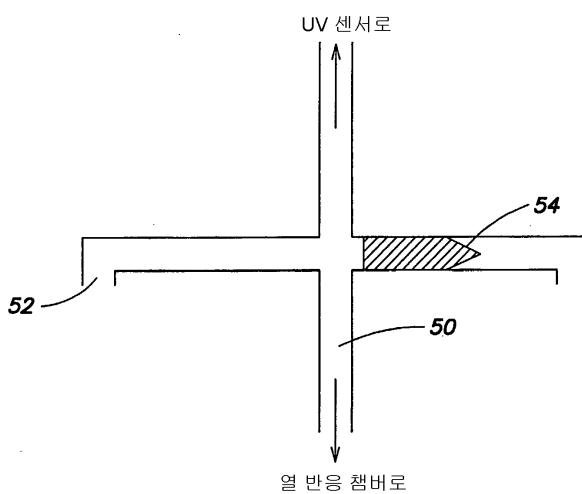
도면3



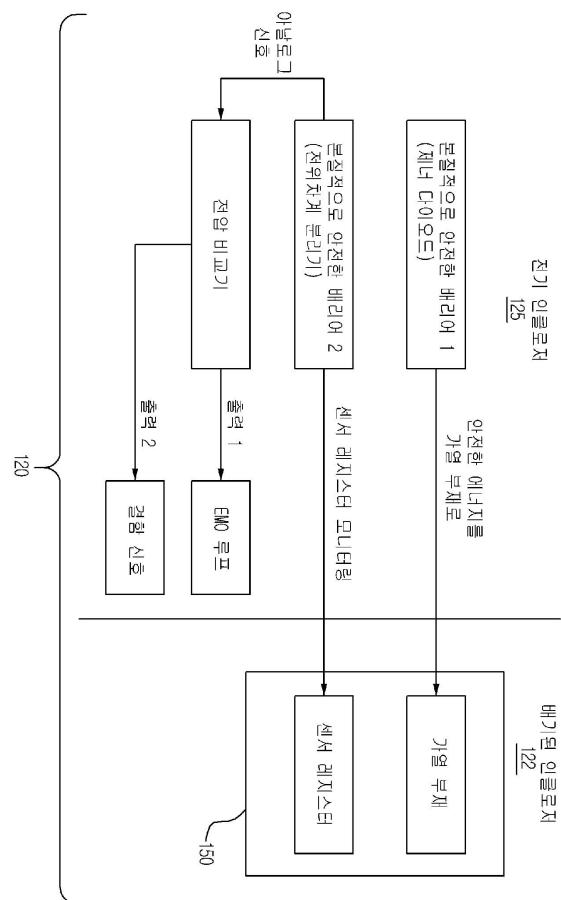
도면4a



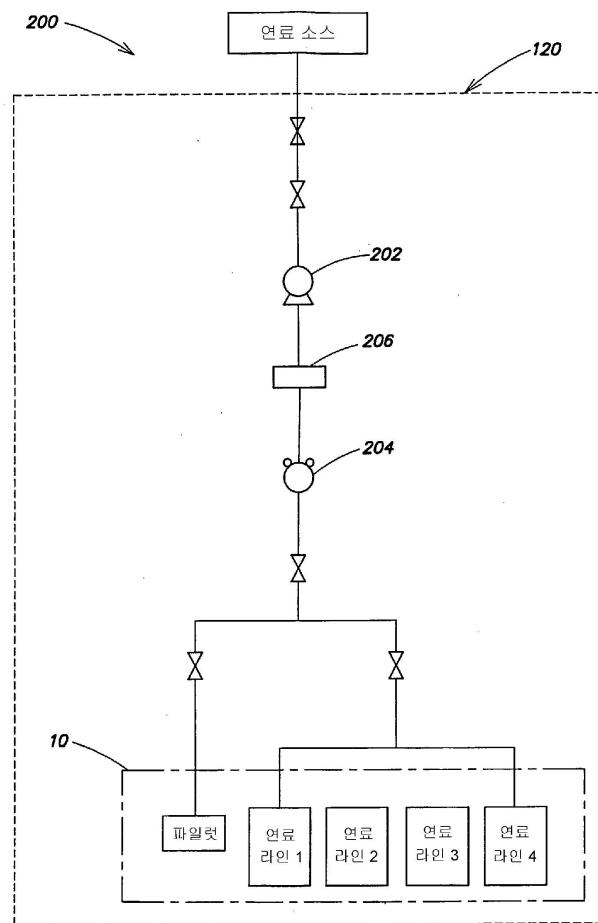
도면4b



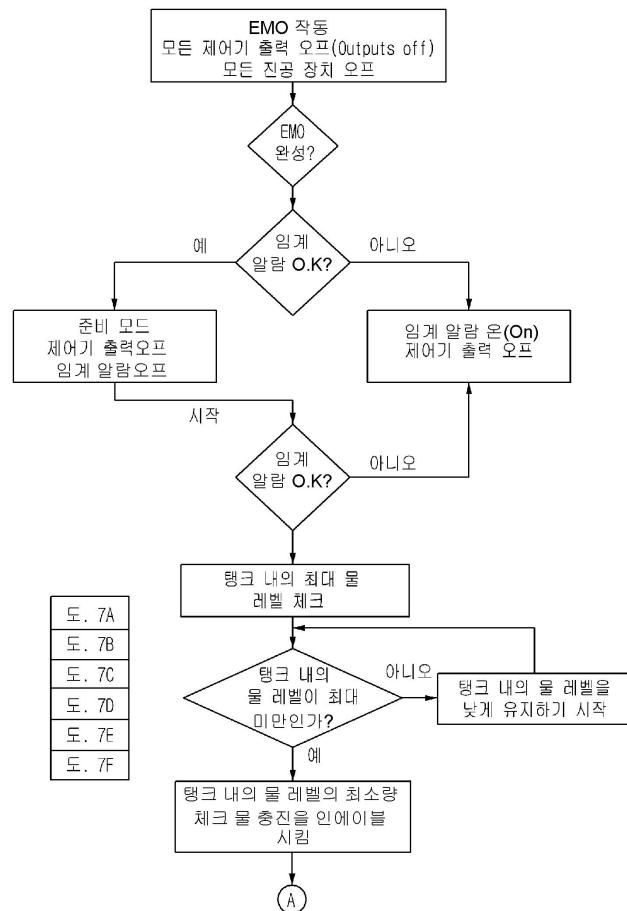
도면5



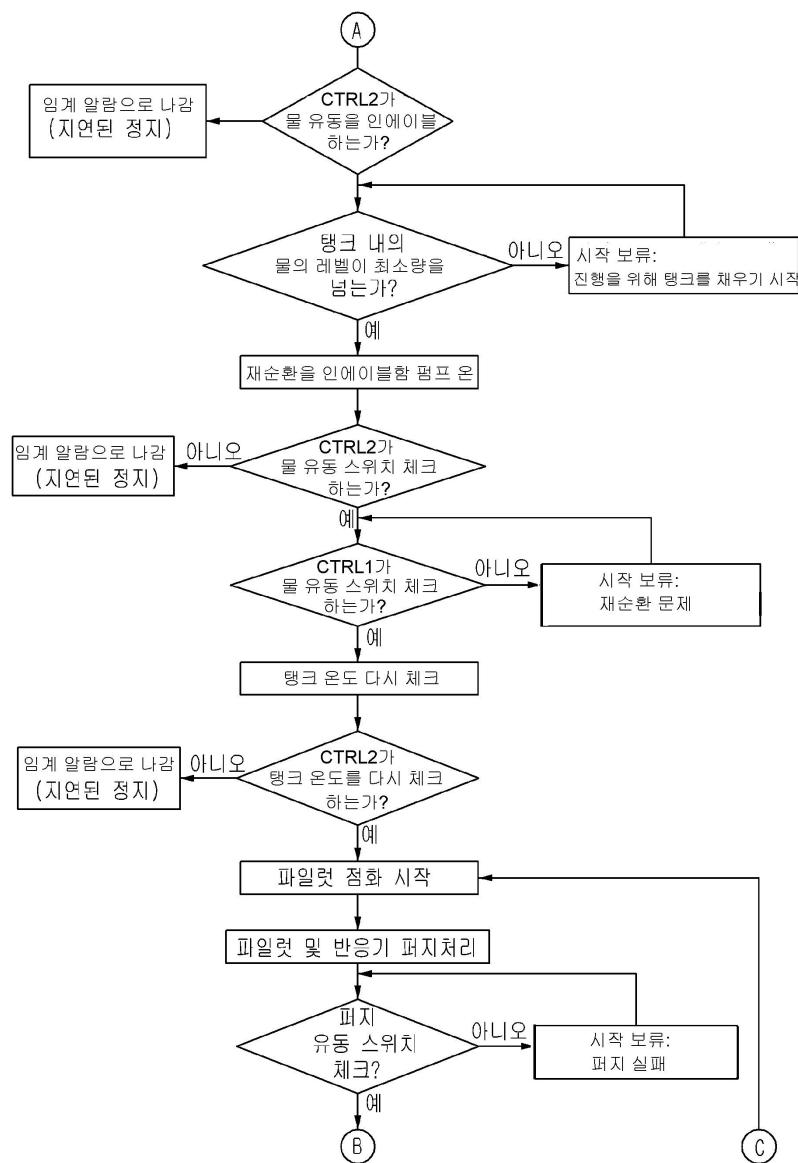
도면6



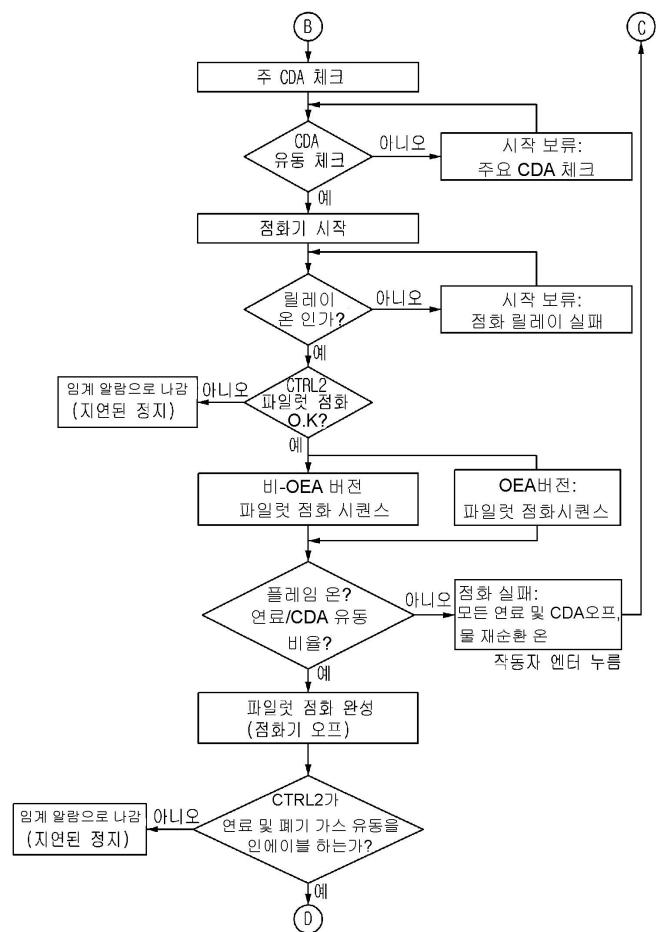
## 도면7A



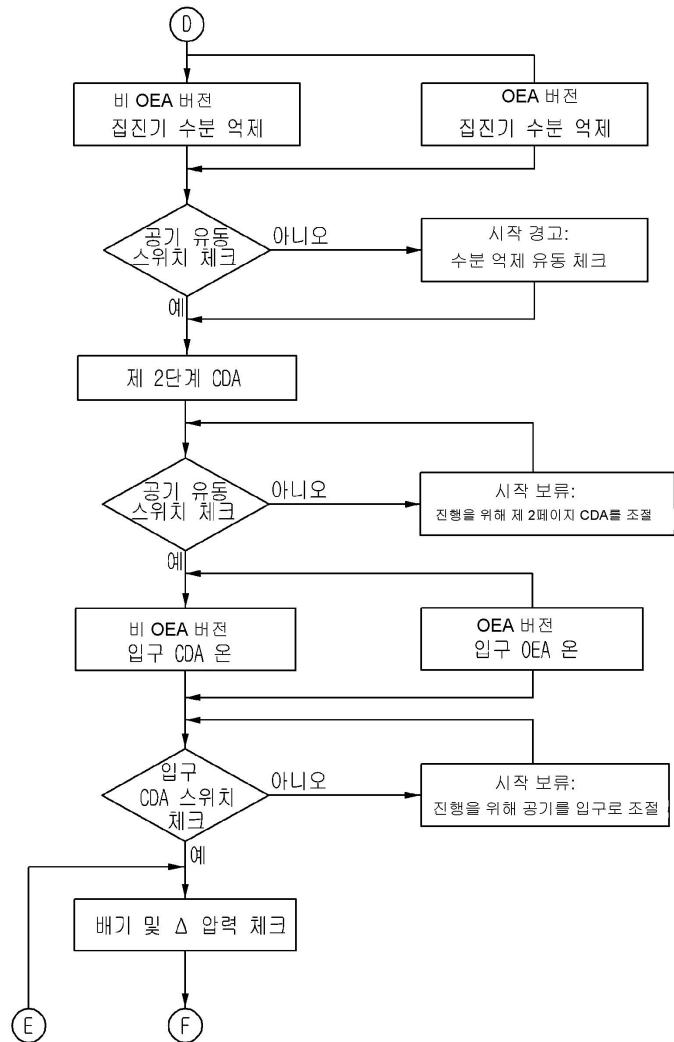
## 도면7B



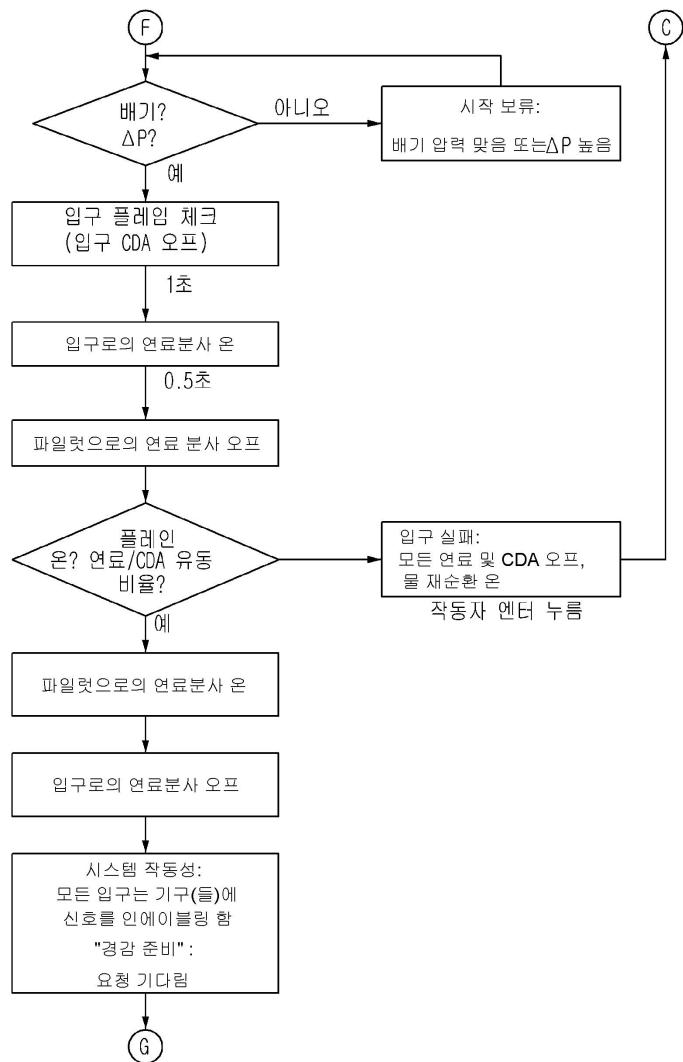
## 도면7C



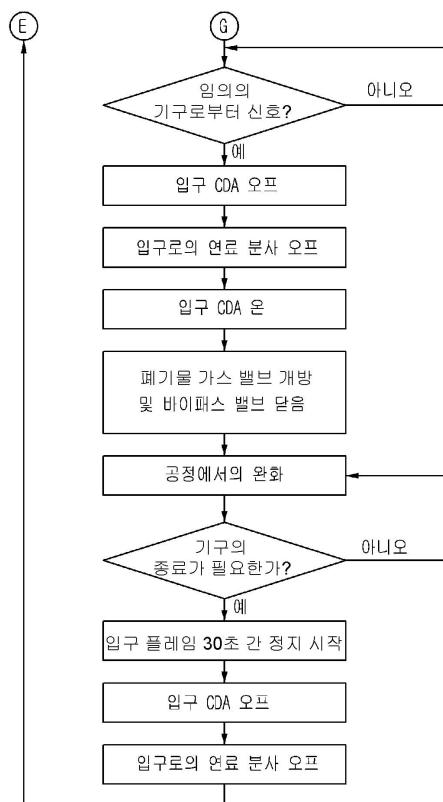
## 도면7D



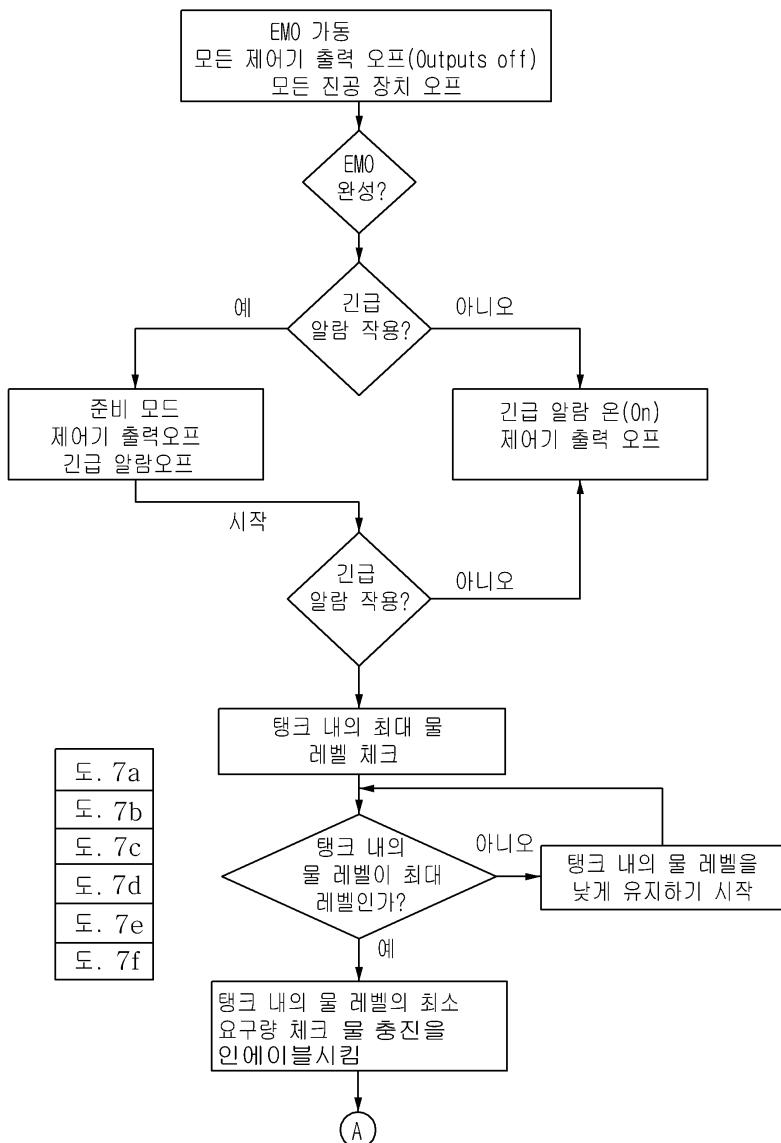
## 도면7E



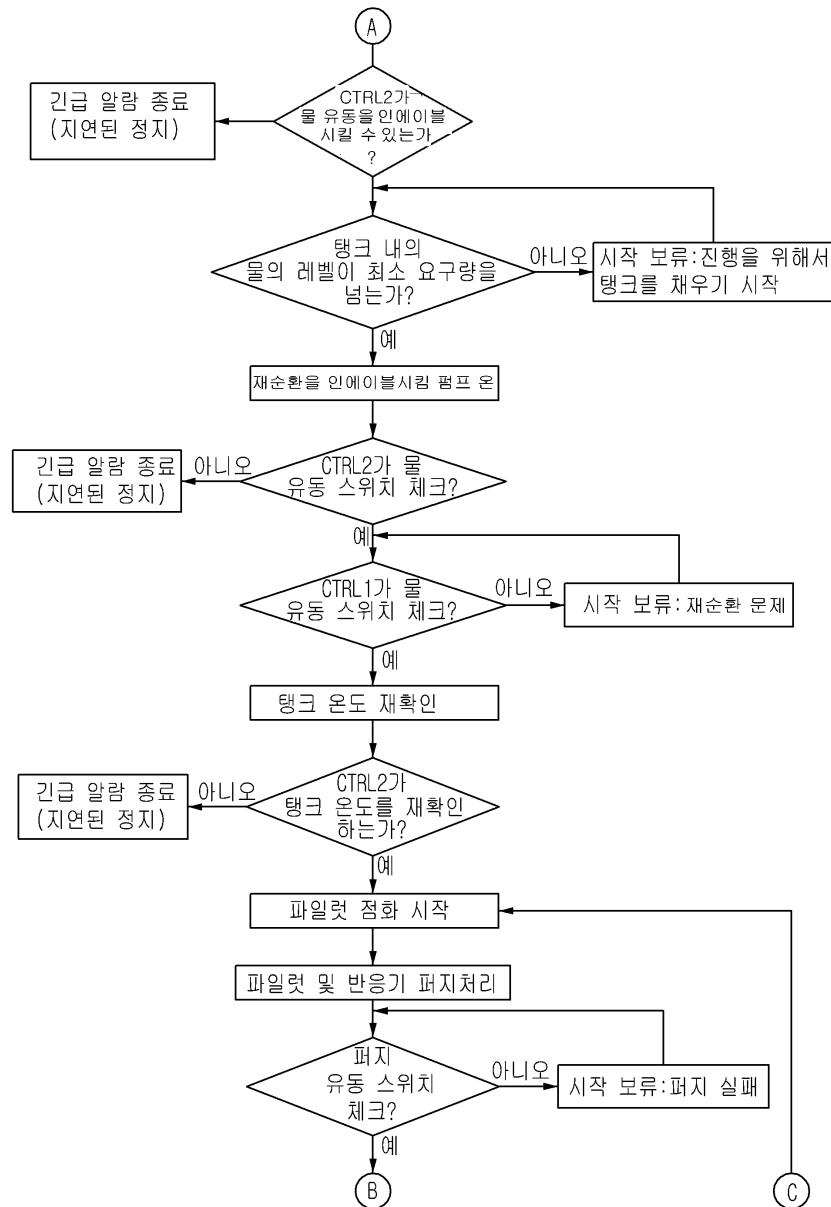
## 도면7F



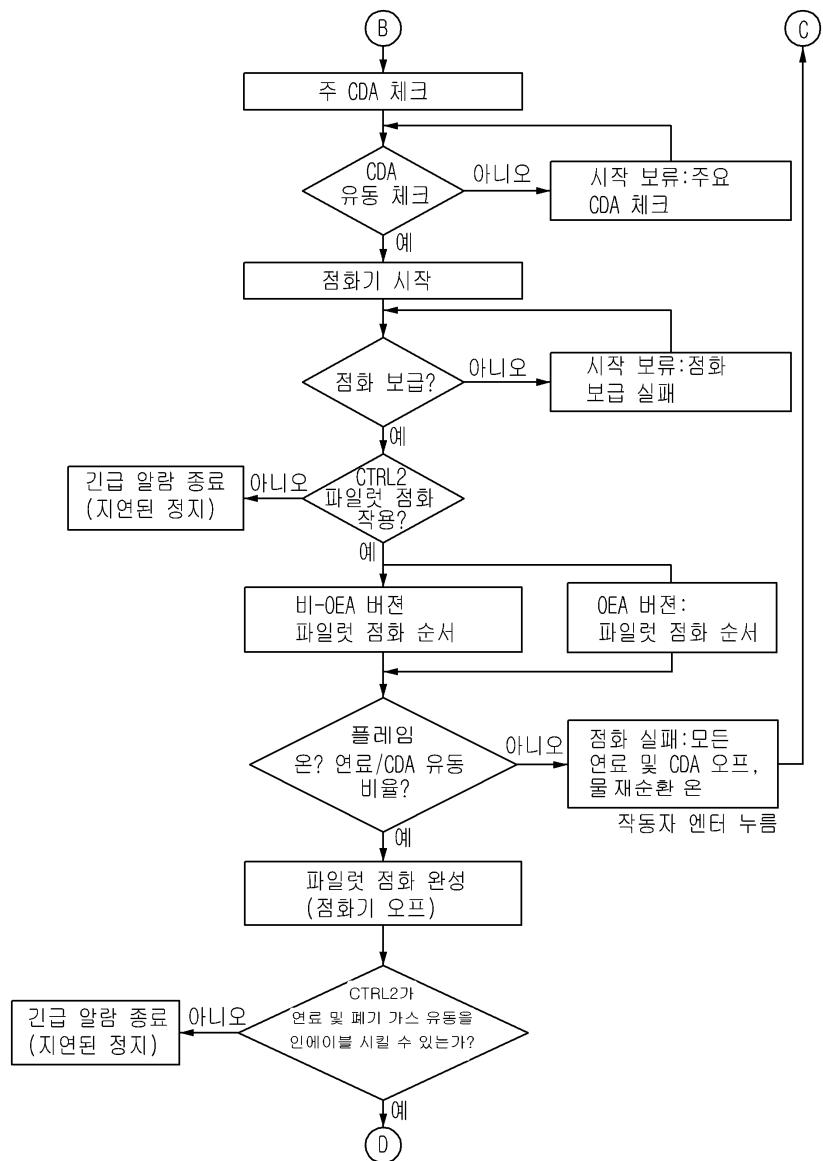
## 도면7a



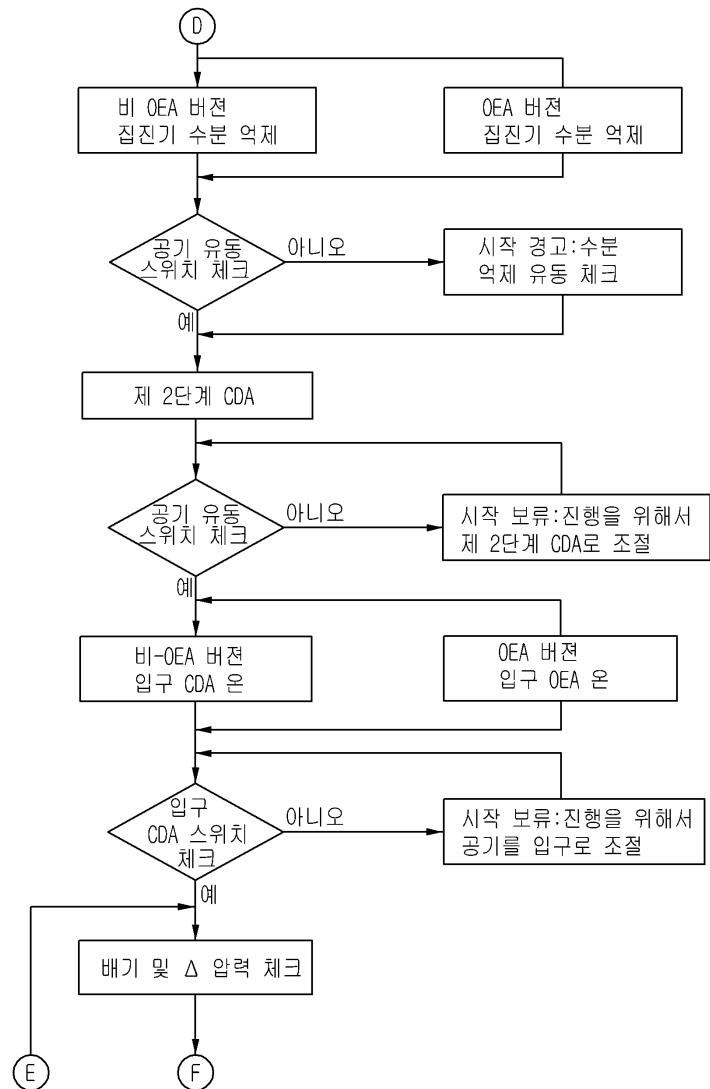
## 도면7b



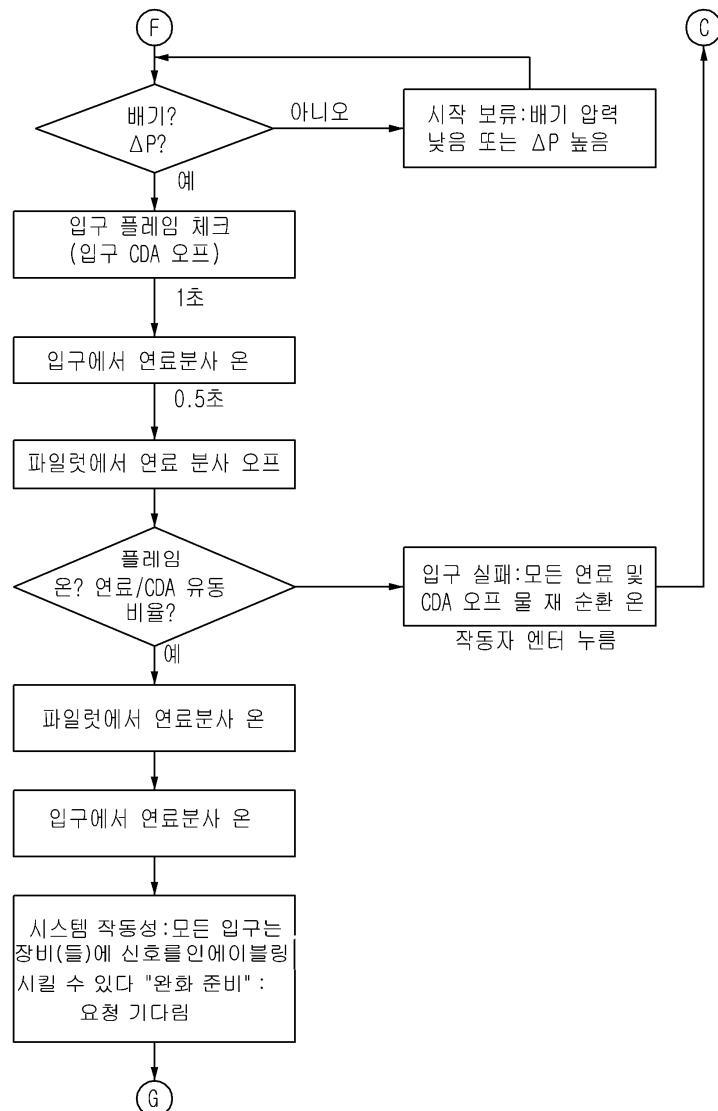
## 도면7c



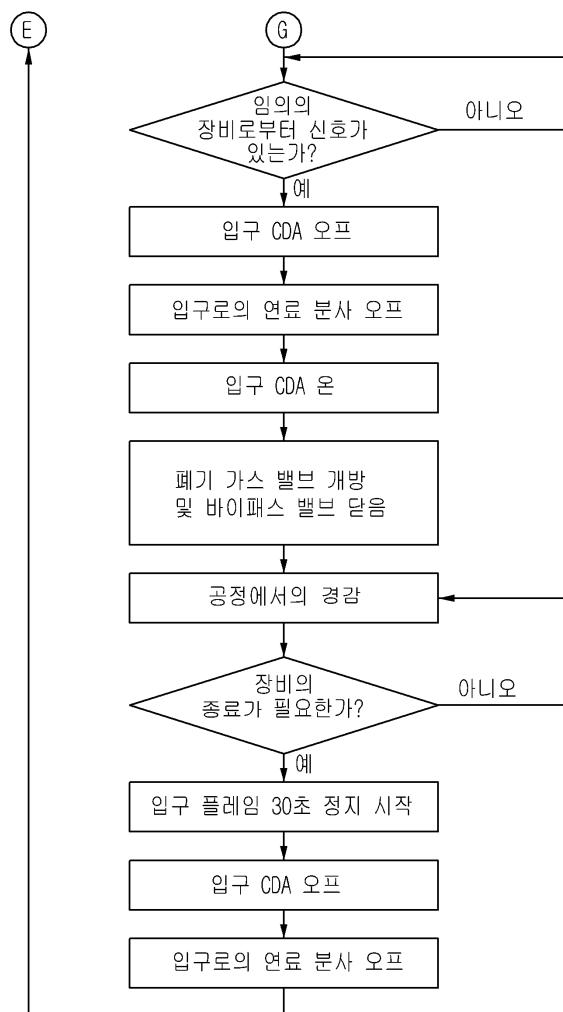
## 도면7d



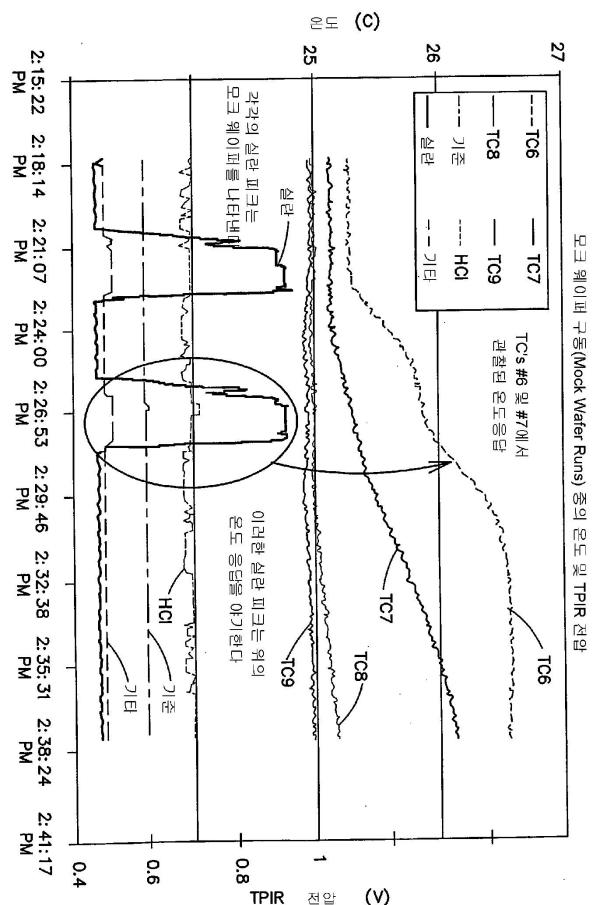
## 도면7e



## 도면7f



## 도면8



## 【심사관 직권보정사항】

### 【직권보정 1】

### 【보정항목】 청구범위

### 【보정세부항목】 청구항 6의 3줄

## 【변경전】

센서

### 【변경후】

## 자외선 광 센서

### 【직권보정 2】

### 【보정항목】 청구범위

### 【보정세부항목】 청구항 2의 2줄

### 【변경전】

## 센서

### 【변경후】

## 자외선 광 센서