(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월15일
(11) 등록번호 10-2409868
(24) 등록일자 2022년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64D 37/32 (2006.01) *B01D 53/047* (2006.01)
B01D 53/22 (2006.01) *B01D 53/30* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B64D 37/32 (2013.01)
B01D 53/047 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7023437
(22) 출원일자(국제) 2015년08월26일
심사청구일자 2020년08월26일
(85) 번역문제출일자 2017년08월22일
(65) 공개번호 10-2017-0106456
(43) 공개일자 2017년09월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/046904
(87) 국제공개번호 WO 2016/118192
국제공개일자 2016년07월28일
(30) 우선권주장
14/603,458 2015년01월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140138698 A
US20120145417 A1
US20150314229 A1

(73) 특허권자
아메테크 인코포레이티드
미합중국 펜실베니아 19312 버윈 캐슬 로드 1100
(72) 발명자
비글리오타, 마이클
미국 03865 뉴 햄프셔 플레이스토 세쿼이아 레인 23
(74) 대리인
특허법인 남앤남

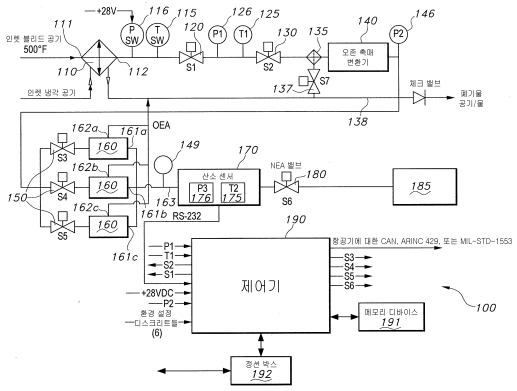
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 오경흡

(54) 발명의 명칭 **불활성화 연료 시스템들, 방법들, 및 장치들**

(57) 요 약

불활성화 연료 시스템들 및 연료 탱크들을 불활성화시키기 위한 방법들이 개시된다. 불활성화 연료 시스템(100)은 인렛 공기를 수용하기 위한 인렛 통로(111), 수용될 때 인렛 공기로부터 산소를 분리시키기 위한 공기 분리 모듈들(160), 및 공기 인렛 통로와 공기 분리 모듈들 사이에 커플링되는 공기 분리 모듈 밸브들(150)을 포함할 수 있다. 공기 분리 모듈 밸브들은 공기 분리 모듈들과 연관되어, 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나의 공기 분리 모듈 밸브의 개방은 인렛 공기의 일부를 공기 인렛 통로로부터 공기 분리 모듈 밸브와 연관된 공기 분리 모듈로 지나게 한다. 제어기(190)는 공기 분리 모듈 밸브들을 선택적으로 개방시켜, 공기 분리 모듈들의 각각은 실질적으로 동일한 소모 레벨을 수용한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B01D 53/227 (2013.01)
B01D 53/30 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

연료를 불활성화시키기 위한 시스템(system)으로서,

인렛(inlet) 공기를 수용하도록 구성되는 공기 인렛 통로;

수용될 때 인렛 공기로부터 산소를 분리시키도록 구성되는 복수의 공기 분리 모듈들(modules);

상기 공기 인렛 통로와 복수의 공기 분리 모듈들 사이에 커플링되는(coupled) 복수의 공기 분리 모듈 밸브들—상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각은 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나와 연관되어, 상기 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나의 공기 분리 모듈 밸브의 개방은 상기 공기 인렛 통로로부터 상기 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나의 공기 분리 모듈 밸브와 연관되는 공기 분리 모듈로 적어도 인렛 공기의 일부를 지나게 함—; 및

상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각에 커플링되는 제어기를 포함하며, 상기 제어기는 상기 복수의 공기 분리 모듈들의 각각이 10%를 초과하는 차이가 나지 않는 소모 레벨(level of wear)을 수용하도록 상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 선택적으로 개방시키도록 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 대한 소모의 레벨을 결정하도록 추가적으로 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 공기 분리 모듈들의 상류 압력을 검출하도록 구성되는 제 1 압력 센서 및 상기 복수의 공기 분리 모듈들의 하류 압력을 검출하도록 구성되는 제 2 압력 센서를 더 포함하며, 그리고

상기 제어기는, 상기 제 1 압력 센서 및 상기 제 2 압력 센서에 커플링되고, 상기 제 1 압력 센서에서 검출되는 압력과 상기 제 2 압력 센서에서 검출되는 압력 간의 차이에 기초하여 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 적어도 하나의 공기 분리 모듈에 걸쳐 압력 강하를 검출하도록 추가적으로 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 압력 강하가 교체 임계 값(threshold value)을 초과할 때, 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈이 교체를 필요로 한다는 것을 결정하도록 추가적으로 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈 밸브에 대한 개방 시간의 양이 임계 값을 초과할 때, 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈이 교체를 필요로 한다는 것을 결정하도록 추가적으로 구성되는,

불연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제어기는, 하나의 공기 분리 모듈이 인렛 공기의 일부를 수용하는 시간의 양에 기초하여 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나의 공기 분리 모듈이 수용하는 소모의 레벨을 결정하도록 추가적으로 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 공기 분리 모듈들에 의해 수용되는 인렛 공기의 일부의 압력에 기초하여 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나의 공기 분리 모듈이 수용하는 소모의 레벨을 결정하도록 추가적으로 구성되는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 공기 분리 모듈들은 연료 저장 탱크에 커플링되며, 그리고 상기 복수의 공기 분리 모듈들은 상기 연료 저장 탱크로부터 제거되는 연료의 속도(rate)에 상응하는 속도로 질소 부화 공기(nitrogen enriched air)를 제공하는,

연료를 불활성화시키기 위한 시스템.

청구항 9

연료를 불활성화시키는 방법으로서,

복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나의 공기 분리 모듈에 연관시키는 단계—상기 공기 분리 모듈들은, 질소 부화 공기를 생성하도록 활성화될 때, 인렛 공기의 일부로부터 산소를 분리하도록 구성됨—;

인렛 공기의 일부를 인렛 공기 통로로부터 상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들로 지나게 하는 단계;

상기 복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 대한 활성화된 시간의 양이 10%를 초과하는 차이가 나지 않도록 상기 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 선택적으로 개방시키는 단계; 및

상기 복수의 공기 분리 모듈들에 의해 생성되는 상기 질소 부화 공기를 연료 저장 탱크로 지향시키는 단계를 포함하는,

연료를 불활성화시키는 방법.

청구항 10

연료를 불활성화시키는 방법으로서,

질소 부화 공기를 생성하도록 구성되는 복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 대한 소모의 레벨을 결정하는 단계;

상기 복수의 공기 분리 모듈들의 각각이 유사한 소모 레벨을 가지도록, 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 선택적으로 개방시키는 단계; 및

상기 복수의 공기 분리 모듈들에 의해 생성되는 상기 질소 부화 공기를 연료 저장 탱크로 지향시키는 단계를 포함하는,

연료를 불활성화시키는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 공기 분리 모듈들의 상류 압력을 검출하고 그리고 상기 복수의 공기 분리 모듈들의 하류 압력을 검출함으로써, 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 적어도 하나의 공기 분리 모듈에 걸쳐 압력 강하를 결정하는 단계; 및

상기 압력 강하가 임계 값을 초과할 때 교체를 위해 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 적어도 하나의 공기 분리 모듈을 식별하는 단계를 더 포함하는,

연료를 불활성화시키는 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 결정하는 단계는, 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈들이 인렛 공기의 일부를 수용하는 시간의 양에 기초하여 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈에 대한 소모의 레벨을 결정하는 단계를 포함하는,

연료를 불활성화시키는 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 결정하는 단계는, 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈들에 의해 수용되는 인렛 공기의 일부의 압력에 기초하여 상기 복수의 공기 분리 모듈들 중 하나 또는 그 초과의 공기 분리 모듈에 대한 소모의 레벨을 결정하는 단계를 포함하는,

연료를 불활성화시키는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2015년 1월 23일에 출원된 명칭이 "불활성화 연료 시스템들, 방법들, 및 장치들"인 미국 정식 특허(Non-Provisional) 출원 번호 14/603,458의 우선권의 이익에 관련되고 이를 주장하며, 그 내용들은 모든 목적들을 위해 이들의 전체가 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0002] [0001] 본 발명은 불활성화 연료 시스템들에 관한 것이고, 더 자세하게는 불활성화 연료 시스템들에서 공기 분리 모듈들을 활성화하기 위한 시스템들, 방법들, 및 장치들에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] [0002] 불활성화 연료 시스템들은 다량의 연료가 저장되는 비행기들에서 널리 사용된다. 연료가 비행 중에 소모됨에 따라, 탱크의 연료 레벨이 낮아지며, 그리고 탱크의 잔여 산소가 연소를 방지하기 위해 불연성 불활성 가스(예를 들어, 질소 부화(enriched) 공기)로 교체된다. 비행 중에, 비행기의 엔진의 컴프레서 스테이지로부터 취해진 압축 공기인 블리드 공기(bleed air)는 질소 부화 공기를 생성하기 위해 공기 분리 모듈들(예를 들어, 분자체 베드들)을 통해 지나게 된다. 공기 분리 모듈들을 효과적으로 사용할 연속적인 필요가 존재한다.

발명의 내용

[0004] [0003] 본 발명의 양태들은 불활성화 연료 시스템들 및 연료 탱크들을 불활성화시키기 위한 방법들을 포함한다. 연료 탱크들을 불활성화시키기 위한 방법들은 질소 부화 공기를 생성하도록 구성되는 복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 대한 소모의 레벨을 결정하는 것, 복수의 공기 분리 모듈들 각각이 유사한 소모 레벨을 가지도록 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 선택적으로 개방시키는 것, 및 복수의 공기 분리 모듈들에 의해 생성되는 질소 부화 공기를 연료 저장 탱크로 지향시키는 것을 포함한다.

[0005] [0004] 본 발명의 추가적인 양태들은 인렛 공기를 수용하도록 구성되는 인렛 통로를 포함할 수 있는 불활성화 시스템들, 수용될 때 인렛 공기로부터 산소를 분리시키도록 구성되는 복수의 공기 분리 모듈들, 및 공기 인렛

통로와 복수의 공기 분리 모듈들 사이에 커플링되는 복수의 공기 분리 모듈 밸브들을 포함한다. 복수의 공기 분리 모듈 밸브들 각각은 복수 개의 공기 분리 모듈들 중 하나와 연관되어, 복수의 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나의 공기 분리 모듈 밸브의 개방은 인렛 공기의 적어도 일부분을 공기 인렛 통로로부터 공기 분리 모듈 밸브들 중 하나의 공기 연료 모듈 밸브와 연관된 공기 분리 모듈로 지나게 한다. 제어기는, 복수의 공기 분리 모듈들의 각각이 실질적으로 동일한 소모 레벨을 수신하도록, 복수의 공기 분리 모듈 밸브들의 각각을 선택적으로 개방시킨다.

도면의 간단한 설명

[0006] [0005] 본 발명은, 첨부 도면들과 연결하여 읽을 때, 다음의 상세한 설명으로부터 가장 잘 이해되며, 이 때 유사한 엘리먼트들은 동일한 참조 부호들을 가진다. 복수의 유사 엘리먼트들이 존재하는 경우, 단일의 참조 부호는 특정 엘리먼트들을 참조하는 소문자 지정에 의해 복수의 유사한 엘리먼트들에 할당될 수 있다. 엘리먼트들을 집합적으로 또는 비-특정된 하나 또는 그 초과의 엘리먼트들을 지칭할 때, 소문자 지정이 제거될 수 있다. 다음 도면들이 도면들에 포함된다:

[0006] 도 1은 본 발명의 양태들에 따른 불활성화 연료 시스템의 계략 선도(schematic diagram)이다;

[0007] 도 2a는 본 발명의 양태들에 따른 불활성화 연료 시스템의 구현예의 전방 측면도이다;

[0008] 도 2b는 본 발명의 양태들에 따른 불활성화 연료 시스템의 구현예의 후방 측면도이다; 그리고

[0009] 도 3은 본 발명의 양태들에 따른 연료를 불활성화시키기 위한 방법을 묘사하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] [0010] 도 1은 본 발명의 양태들에 따라 연료를 불활성화시키기 위한 예시적인 시스템(100)을 묘사한다. 일반적인 개요로서, 시스템(100)은 열 교환기(110), 격리 밸브들(isolation valves)(120 및 130), 필터(135), 오존 촉매 변환기(140), 복수의 공기 분리 모듈 밸브들("ASM(air separation module) 밸브들")(150), 복수의 ASM들(160), 산소 센서(170), 질소 부화 공기 밸브(180), 및 제어기(190)를 포함할 수 있다.

[0008] [0011] 열 교환기(110)는, ASM들(160)에 의해 인렛 공기의 효과적인 분리를 가능하게 하는 인렛 공기의 온도 및/또는 압력을 달성하기 위해, 인렛 공기의 온도 및/또는 압력을 조절하도록 구성된다. 인렛 공기는 비행기의 엔진의 컴프레서 스테이지(compressor stage)로부터 획득되는 블리드 공기(bleed air)일 수 있다. 인렛 공기는 공기 인렛 통로(111)를 통해 열 교환기(110)로 진입한다. 열 교환기(110)는 시스템(100)의 실제 양태들을 충족시키는 쉘(shell) 및 튜브, 이중 파이프, 플레이트 열 교환기, 또는 다른 유형의 열 교환기일 수 있다. 일 실시예에서, 열 교환기(110)는, 열 교환기(110)의 공기 아웃렛 통로(112)에서 측정되는 바와 같이, 공기 인렛 통로(111)에서 약 500° F 내지 1000° F의 범위로부터 약 158° F 내지 약 200° F의 범위로 인렛 공기의 온도를 감소시킨다. 열 교환기(110) 냉각제는 냉각을 위해 통상적으로 사용되는 공기 또는 다른 유체일 수 있다.

[0009] [0012] 비록 본원의 설명이 인렛 공기가 비행기의 엔진의 컴프레서 스테이지로부터 획득되는 블리드 공기인 실시예들로 주로 지향되지만, 공기의 다른 소스들, 예컨대 주변 공기가 사용될 수 있음이 고려된다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "인렛 공기"란 용어는 공기의 이러한 다른 소스들을 커버하는 것으로 의미된다. 공기의 이러한 다른 소스들을 조절하기 위한 적합한 기술들은 본원의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 인렛 공기가 주변 공기인 경우, 주변 공기는, 예를 들어, 압축기 및/또는 열 교환기에 의해 가압되며 그리고/또는 가열될 수 있어, 복수의 ASM들(160)에 의한 효율적인 공기 분리를 가능하게 하는 압력 및/또는 온도를 달성한다.

[0010] 제 1 격리 밸브(120)는 과도한 그리고/또는 적합하지 않는 온도 및/또는 압력으로부터 하류의 컴포넌트들을 보호하는데 사용될 수 있다. 온도 스위치(switch)(115) 및 압력 스위치(116)는 제 1 격리 밸브(120)로부터 상류에 있는 인렛 공기의 온도 및/또는 압력을 기초로 하여 제 1 격리 밸브(120)를 제어하는데 활용될 수 있다. 인렛 공기의 온도 및 압력이 적합하다면, 밸브(120)는 개방된다. 온도 및/또는 압력이 적합하지 않다면(예를 들어, 시스템(100)의 컴포넌트들을 손상시킬 수 있음), 밸브(120)는 인렛 공기 유동을 제한하는데(예를 들어, 감소시키거나 정지시킴) 사용될 수 있다.

[0011] [0014] 시스템(100)은 제어기(190)에 의해 제어되는 제 2 격리 밸브(130)를 또한 포함할 수 있다. 밸브(130)는, 또한, 시스템(100)에 대해 적합하지 않는 온도 및/또는 압력을 가지는 인렛 공기로부터 시스템(100)을 보호할 수 있다. 온도 및 압력을 결정하기 위해, 제 1 온도 센서(125) 및 제 1 압력 센서(126)는 밸브

(130)로부터 상류에 로케이팅될 수 있다. 제어기(190)는, 그 후, 온도 센서(125) 및/또는 압력 센서(126)에 의해 결정되는 온도 및/또는 압력을 기초로 하여 밸브(130)를 제어할 수 있어, 과도한 그리고/또는 적합하지 않은 압력 및/또는 온도가 하류에 있는 컴포넌트들을 손상시키는 것을 방지한다.

[0012] [0015] 필터(135)는 인렛 공기에서 입자들의 양 및/또는 물 분자들의 양을 감소시키는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 0.1 마이크론(micron)의 공극 크기를 가지는 필터는 ASM들(160)을 손상시킬 수 있는 0.1 마이크론보다 더 큰 크기를 가지는 입자들을 제거하는데 활용될 수 있다. 필터(135)를 교체하는 시기를 결정하기 위한 하나의 방법은 필터(135)에 걸쳐 압력 강하를 계산하는 것이다. 이러한 방법에 따르면, 제 1 압력 센서(126) 및 제 2 압력 센서(146)는 필터(135)에 걸쳐 압력 강하를 결정하기 위해 제어기(190)에 의해 활용될 수 있다. 제어기(190)는, 그 후, 필터(135)가 퍼징(purged)되며 그리고/또는 교체될 필요가 있는지를 결정하기 위해 압력 강하를 임계 값, 예를 들어, 공칭 값의 2 배 내지 4 배와 비교할 수 있다.

[0013] [0016] 배출 밸브(drain valve)(137)는 바람직하지 않은 물질들, 부산물들, 및/또는 재료들을 인렛 공기로부터 폐기물 스트림(138) 내로 빨아들이는데(siphon off) 사용될 수 있다. 예를 들어, 필터(135)에 의해 인렛 공기로부터 제거된 입자들은 퍼징될 수 있고, 폐기물 스트림(138)을 통해 배출 밸브(137)를 경유하여 폐기될 수 있다. 폐기(disposal)를 용이하게 하기 위해, 폐기물 스트림(138)은 진공 압력 하에서 있을 수 있거나, 바람직하지 않은 물질들, 부산물들, 및/또는 재료들은 상류로부터 가압될 수 있다.

[0014] [0017] 오존 촉매 변환기(140)는 오존 분자들에 의해 손상될 수 있는 컴포넌트들을 보호하기 위해 시스템(100) 내로 포함될 수 있다.

[0015] [0018] 예시된 시스템은 제 1 ASM(160a), 제 2 ASM(160b), 및 제 3 ASM(160c)을 포함한다. 각각의 ASM(160)은 질소 부화 공기를 생성하도록 수용된 인렛 공기의 일부분으로부터 산소를 분리시키도록 구성된다. 본원에서 사용되는 바와 같이, 인렛 공기의 일부분은 복수의 ASM들(160)의 각각에 의해 수용되는 인렛 공기의 일부(예를 들어, 25 퍼센트, 3분의 일, 2분의 일, 3분의 2 등) 또는 모두를 지칭하는데 사용된다. 복수의 ASM들(160)은 중합체들, 세라믹들, 또는 다른 선택적으로 다공성인 재료들로 구성되는 멤브레인들 및/또는 섬유들을 포함할 수 있다. 대안적으로, 공기 분자들을 이온화하거나 화학적 프로세스들을 활용하기 위한 방법들은 질소 부화 공기 스트림들(163) 및/또는 산소 고갈된(depleted) 공기 스트림들을 생성하기 위해 시스템(100) 내에서 구현될 수 있다. 일 실시예에서, ASM들(160)은 분자체 베드들(molecular sieve beds)이다. 적합한 ASM들(160)은 본원에서의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다.

[0016] [0019] 예시된 시스템(100)은 제 1 ASM 밸브(150a), 제 2 ASM 밸브(150b), 및 제 3 ASM 밸브(150c)를 포함한다. 각각의 ASM 밸브(150)는 ASM들(160) 중 하나의 ASM에 연관된다. 예를 들어, ASM 밸브(150a)는 ASM(160a)과 연관되며, ASM 밸브(150b)는 ASM(160b)과 연관되며, 그리고 ASM 밸브(150c)는 ASM(160c)과 연관된다. ASM 밸브들(150)은, 제어기(190)의 제어 하에서, 각각의 ASM들(160)로 지향되는 인렛 공기의 부분을 조절한다. 3 개의 ASM 밸브들(150) 및 연관된 ASM들(160)이 묘사되지만, 더 적거나 더 많은 ASM 밸브들(150) 및/또는 ASM들(160)이 이용될 수 있다.

[0017] [0020] 각각의 예시된 ASM(160)은 질소 부화 공기 아웃렛(161) 및 질소 고갈된 공기 아웃렛(162)를 가진다. ASM(160)이 활성화될(active) 때(예를 들어, ASM을 통해 유동하는 인렛 공기를 가질 때), 연료 저장 탱크(185) 내로 지향될 수 있는 질소 부화 공기(163)의 스트림(stream)뿐만 아니라, 폐기물 스트림(138)을 경유하여 폐기될 수 있는 질소 고갈된 공기의 스트림이 생성된다.

[0018] [0021] 산소 센서(170)는 질소 부화 스트림들(161a, 161b, 및/또는 161c)의 조합을 포함하는 질소 부화 공기 스트림(163)을 검사하는데 사용될 수 있다. 산소 센서(170)는 질소 부화 공기 스트림(163)에서 산소의 양을 감지한다. 대안적으로 (또는 부가적으로), 질소 센서는 질소 부화 공기 스트림(163)에서 질소의 양을 감지하는데 이용될 수 있다.

[0019] [0022] 산소 센서(170)는 제 2 온도 센서(175) 및/또는 제 3 압력 센서(176)를 포함할 수 있다. 복수의 ASM들(160)의 각각을 교체하는 시기를 결정하기 위한 하나의 방법은 각각의 ASM(160)에 걸쳐 압력 강하를 계산하는 것이다. 예를 들어, 압력 센서들(146 및 176)은 ASM(160a, 160b, 및/또는 160c)에 걸쳐 압력 강하를 결정하는데 제어기(190)에 의해 활용될 수 있다. 압력 강하가 미리규정된 임계치, 예를 들어 그 공칭 값의 2 배 내지 4 배를 초과할 때, 제어기(190)는 교체를 위한 ASM들(160)을 식별할 수 있고, ASM들(160)이 교체되어야 하는 것을 표시하는 신호를 생성한다.

[0020] [0023] 질소 부화 공기 밸브(180)는 연료 저장 탱크(185)로의 질소 부화 공기 스트림(163)의 유동을 조절하는데

사용될 수 있다. 일 실시예에서, 질소 부화 공기 밸브(180)는, 예를 들어 질소 부화 공기 스트림(163)의 산소의 농도가 너무 크다면, 질소 부화 공기 스트림(163)이 연료 저장 탱크(185)로 유동하는 것을 방지하도록 설계된다. 다른 실시예에서, 질소 부화 공기 밸브(180)는 온도 및/또는 압력이 적합하지 않다면, 질소 부화 공기 스트림(163)을 방지하거나 제한한다.

[0021] [0024] 시스템(100)은 시스템(100)의 컴포넌트들에 커플링되는 제어기(190)를 포함한다. 제어기(190)는 온도 및/또는 압력 센서들(115, 116, 125, 126, 146, 175, 및/또는 176)로부터 데이터를 감지하고, 밸브들(130, 137, 150, 및/또는 180)을 제어하고, 그리고 ASM들(160)이 교체되어야 할 시기를 결정하도록 구성될 수 있다. 제어기(190)는 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들 및/또는 센서들로부터 데이터를 수신하고 감지된 데이터를 기초로 하여 밸브들을 제어하는 마이크로프로세서일 수 있다. 또한, 제어기(190)는 본원에서 설명된 다른 기능들 중 하나 또는 그 초과의 기능을 실시하도록 구성될 수 있다. 제어기(190)는 시스템(100)을 설치하고 사용하는 편리성을 위해 정션 박스(junction box)(192)에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 제어기(190)는 디바이스의 컴포넌트들의 성능 시험들을 실행한다. 이러한 성능 시험들은 각각의 컴포넌트에 연관되는 연결성, 정확도, 정밀도, 및 다른 검사들을 포함한다. 시스템(100)과의 사용을 위한 적합한 제어기들(190)은 본원의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다.

[0022] [0025] 제어기(190)는 메모리 디바이스(191)에 커플링된다. 제어기(190)는 메모리 디바이스(191)에 정보를 기록하고 메모리 디바이스(191)로부터 정보를 수신하도록 구성될 수 있다. 본원에서 설명되는 하나 또는 그 초과의 기능들을 수행하기 위해 제어기(190)를 구성하기 위한 명령들(instructions)은 메모리 디바이스(191)에 저장될 수 있다. 또한, 제어기(190)는 본원에서 설명되는 기능들을 구현하는데 필요한 하나 또는 그 초과의 매개변수들을 메모리 디바이스(191)에 저장할 수 있다. 메모리 디바이스(191)는 비-휘발성 및/또는 휘발성 메모리를 포함하는 하나 또는 그 초과의 메모리 디바이스 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 적합한 메모리 디바이스들(191)은 본원의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다. 비록 별도의 컴포넌트로서 예시되지만, 메모리 디바이스(191)(또는 이의 일부)가 제어기(190) 내로 통합될 수 있다.

[0023] [0026] 제어기(190)는 소모 레벨링 알고리즘들(wear leveling algorithms)을 실행하도록 구성된다. 소모 레벨링 알고리즘들은, 복수의 ASM들(160)의 활용 및 교체에 대해 개선함으로써, 시스템(100)의 효율성을 증가시킨다. 소모 레벨링 알고리즘들은 제어기(190)가 각각의 ASM(160)에 의해 수신되는 소모의 레벨(본원에서 "소모 레벨링"으로 또한 설명됨)을 조절하는 것을 가능하게 한다. ASM(160)에 의해 수신된 소모 레벨은 ASM(160)의 열화의 양을 나타내며, 그리고/또는 얼마나 빨리 ASM(160)이 교체될 필요가 있을 것인지의 표시를 제공한다. 소모 레벨링 알고리즘들은 제어기(190)가 ASM들(160a, 160b 및/또는 160c) 각각에 대한 소모 레벨에 기초하여 각각의 ASM(160a, 160b 및/또는 160c)을 선택적으로 활성화함으로써 ASM들(160)을 조절하는 것을 가능하게 하여서, 복수의 ASM들(160)은 실질적으로 동일한 레벨의 소모를 수신한다. 따라서, 일 예에서, 시스템(100)에서 소모 레벨링 알고리즘의 활용은 ASM들(160)의 교체가 동시에 발생할 수 있도록 ASM들(160)에 걸쳐 균일한 소모를 가능하게 한다. 이는 유지보수 비용을 감소시키고, 시스템 (100)이 작동하는 시간의 양을 증가시킨다.

[0024] [0027] 소모 레벨링 알고리즘들을 구현하는 제어기(190)는 각각의 ASM(160)이 활성인 시간의 양을 기초로 각각의 ASM(160)에 대한 소모 레벨, 각각의 ASM(160)에 의해 수용되는 인렛 공기의 부분의 세기, 및/또는 각각의 ASM(160)에 걸친 압력 강하를 결정할 수 있다. 각각의 ASM들(160)에 대한 활성화된 시간의 양은 연관된 ASM 밸브(150)가 개방되었던 시간의 양에 관한 데이터에 기초한 소모 레벨링 알고리즘들에 의해 결정될 수 있다. 소모 레벨링 알고리즘들은 압력 센서들(146 및/또는 176) 및/또는 유속 센서(149)에 의해 감지되는 바와 같이, ASM(160)에 의해 수용되는 인렛 공기의 압력에 관한 데이터에 기초하여 ASM(160)에 의해 수용되는 인렛 공기의 부분의 세기 및/또는 ASM(160)을 통해 인렛 공기의 유속을 결정할 수 있다. 소모 레벨링 알고리즘들은 또한 각각의 ASM(160)에 걸친 압력 강하에 관한 데이터를 이용할 수 있다. 수신된 데이터에 기초하여, 소모 레벨링 알고리즘들은 제어기(190)가 각각의 ASM(160)에 대한 소모의 레벨을 결정하는 것을 가능하게 하고, 그리고 후속하여 최소 소모 레벨을 갖는 ASM(160)을 활성화시키기 위해 신호를 송신한다. 예시된 시스템(100)에서, 제어기(190)는, 최소 소모 레벨을 갖는 ASM(160)과 연관된 ASM 밸브(150)를 개방한다. 제어기(190)는 소모 레벨링 알고리즘들을 사용하여 각각의 ASM(160)에 대한 소모의 레벨을 주기적으로 또는 연속적으로 결정할 것이다. 제어기(190)가 소모의 레벨을 결정하는 빈도는 비행 계획 및/또는 비행 레지먼트(flight regiment)에 의존할 수 있으며, 예를 들어, 제어기(190)는 항공기가 순항하는 동안 소모 레벨링 알고리즘들을 더 빈번하게 활용할 수 있다. 예를 들어, 비행기가 상승하고 있는 동안, 전형적으로 모든 ASM들(160)이 활성화되며; 따라서 제어기(190)는 어떤 ASM들(160)이 활성화되며 그리고/또는 비활성화되는지를 결정하기 위해 소모 레벨링 알고리즘들을 활

용할 필요가 없을 수 있다.

[0025] [0028] 예로써, 제어기(190)는 최소 소모 레벨을 갖는 ASM(160)을 식별하고 소모 레벨에 기초하여 필요에 따라 ASM(160)을 활성화시키기 위해 소모 레벨링 알고리즘들을 활용할 수 있다. 예를 들어, 제 1 ASM(160a)이 최소 소모 레벨을 가진다면, 제어기(190)는, ASM(160)이 요구될 때 제 1 ASM 밸브(150a)를 개방하도록 신호를 송신하여 제 1 ASM(160a)을 활성화시킬 것이다. 더 많은 질소 부화 공기가 시스템(100)으로부터 요구되는 경우, 제어기(190)는 다음 최소 소모 레벨을 갖는 ASM(160b 또는 160c)을 식별할 것이다. 제 2 ASM(160b)이 다음의 최소 소모 레벨을 가진다면, 제어기(190)는 제 2 ASM 밸브(150b)를 개방하도록 신호를 송신하여 제 2 ASM(160b)을 활성화시킬 수 있다. 제어기(190)는 ASM들(160) 사이에서 실질적으로 동일한 소모 레벨을 유지하기 위해 하나의 ASM(160)을 다른 ASM으로 대체할 수 있다. 예를 들어, 미리정해진 양의 시간 후에, 제어기(190)는 소모 레벨링 알고리즘들을 활용하고, 제 3 ASM(160c)이 이제 최소 소모 레벨을 가지는 것으로 결정한다면, 제어기(190)는 가장 큰 소모 레벨을 갖는 ASM(160)을 비활성화시키기 위해 가장 큰 소모 레벨을 갖는 ASM(160)과 연관된 ASM 밸브(150)를 폐쇄하고 그리고 제 3 ASM(160c)을 활성화시키도록 제 3 ASM 밸브(150c)를 개방시키기 위해 신호들을 송신할 수 있다. 이러한 예에서, 제어기(190)는 소모 레벨링 알고리즘들을 사용하여 소모의 레벨을 주기적으로 결정한다. 이러한 예시적인 프로세스는 복수의 ASM들(160) 사이에서 실질적으로 동일한 소모를 달성하기 위해 반복된다. 실질적으로 동일한 레벨의 소모는 본원에서 ASM들(160) 사이의 소모 레벨에서의 10%를 초과하지 않는 차이를 의미하는 것으로 규정된다.

[0026] [0029] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 양태들에 따른 불활성화 연료 시스템(100)의 일 구현예를 예시한다. 이러한 구현예들은 시스템(100)의 이러한 구현예에 적합한 빈 공간들을 포함하는 여객 항공기들 및 화물 항공기들을 포함하는 대형 상업용 항공기 또는 군용 항공기에 특히 매우 적합하다. 군용 전투기들과 같은 더 작은 비행기들에 적합하도록 구성된 적절한 구현예는 본원의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다. 불활성화 연료 시스템(100)은 장착 판(200)에 부착된다. 도 2a는 장착 판(200)의 제 1 측면(210)을 예시하며, 그리고 도 2b는 장착 판(200)의 제 2 측면(220)을 예시한다.

[0027] [0030] 열 교환기(110)는 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 장착된다. 열 교환기(110)는 파이프에 의해 제 1 격리 밸브(120)에 연결된다. 추가적으로, 온도 스위치(115)는 격리 밸브(120)로부터 상류에 있는 인렛 공기를 감지하고, 와이어를 통해 밸브(120)에 신호를 송신함으로써 밸브(120)를 제어한다. 부가적으로 그리고 독립적으로, 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에서, 압력 스위치(116)는 격리 밸브(120)로부터 상류에 있는 인렛 공기를 감지하고, 와이어를 통해 밸브(120)에 신호를 송신함으로써 밸브(120)를 제어한다.

[0028] [0031] 제 1 격리 밸브(120)는 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 로케이팅되는 파이프를 경유하여 제 2 격리 밸브(130)에 연결된다. 제 2 격리 밸브(130)는 밸브(130)에 직접적으로 와이어들을 통해 그리고/또는 중간 정션 박스(192)를 통해 신호들을 송신할 수 있는 제어기(190)에 의해 제어된다. 제어기(190)는 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 로케이팅되는 온도 센서(125) 및 압력 센서(126)로부터 밸브(130)의 상류에 있는 인렛 공기의 온도 및 압력에 관한 데이터를 수신한다.

[0029] [0032] 또한, 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에서, 필터(135)가 파이프를 경유하여 제 2 격리 밸브(130)에 연결된다. 필터(135)는 파이프들에 의해 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 로케이팅되는 오존 촉매 변환기(140)에 그리고 장착 판(200)의 제 2 측면(220) 상에 로케이팅되는 배출 밸브(137)에 추가적으로 연결된다. 배출 밸브(137)가 폐쇄될 때, 인렛 공기는 필터(135)를 통해 오존 촉매 변환기(140)를 통과한다. 배수 밸브(137)가 개방될 때, 물 및/또는 입자들은 필터(135)로부터 퍼징되고, 폐기물 스트림(138)을 포함하는 파이프를 통해 폐기된다.

[0030] [0033] 오존 촉매 변환기(140)는 인렛 공기로부터 오존을 제거하기 위해 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 포지셔닝된다. 오존 촉매 변환기(140)는 파이프에 의해 복수의 ASM 밸브들(150)에 연결된다. 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 로케이팅되는 제 2 압력 센서(146)는 촉매 변환기(140)로부터 복수의 ASM 밸브들(150)로 이동하는 인렛 공기의 압력을 감지한다. 압력 센서(146)는 와이어들을 통해 인렛 공기의 압력에 관한 데이터를 제어기(190)로 송신한다.

[0031] [0034] 제 1 ASM 밸브(150a), 제 2 ASM 밸브(150b) 및 제 3 ASM 밸브(150c)는 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 포지셔닝된다. 제어기(190)는, 예를 들어 와이어들을 통해 각각의 ASM 밸브(150)에 신호들을 송신함으로써 각각의 ASM 밸브(150)를 개방할 수 있다.

[0032] [0035] 제 1 ASM(160a), 제 2 ASM(160b) 및 제 3 ASM(160c)은 장착 판(200)의 제 2 측면(220)에 장착된다(도

2b). 제어기(190)는 연관된 ASM 밸브(150)를 개방하기 위해 신호를 송신함으로써 ASM(160)을 활성화시킬 수 있다.

[0033] [0036] 질소 부화 공기 밸브(180)는 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 로케이팅된다. 질소 부화 공기 밸브(180)는 파이프들의 네트워크(network)를 통해 ASM들(160) 중 적어도 하나의 ASM으로부터 수용된 질소 부화 공기가 연료 저장 탱크(185)로 유동하는 것을 제한하거나 방지할 수 있다. 산소 센서(170)는 질소 부화 공기 스트림(163)을 통해 질소 부화 공기 밸브(180)로 유동하는 공기를 감지하기 위해 장착 판(200)의 제 1 측면(210) 상에 장착될 수 있다. 비록 도 2a에서는 보이지 않지만, 산소 센서(170)는 온도 센서(175) 및/또는 압력 센서(176)를 포함할 수 있다. 산소 센서(170)는 스트림(163)의 질소 부화 공기에 대해 제어기(190)로 신호들을 송신한다. 그 후에 제어기(190)는 연료 저장 탱크(185)로 유동하는 질소 부화 공기의 양을 조절하기 위해 질소 부화 공기 밸브(180)를 제어할 수 있다.

[0034] [0037] 제어기(190)는 장착 판(200)의 제 2 측면(220) 상에 장착된다(도 2b). 정션 박스(192)는 또한 장착 판(200)의 제 2 측면(220) 상에 장착된다.

[0035] [0038] 도 3은 연료를 불활성화시키기 위한 예시적인 방법(300)을 예시한다. 방법(300)은 설명을 용이하게 하기 위해 불활성화 연료 시스템(100)을 참조하여 설명된다. 다른 적합한 불활성화 연료 시스템들은 본원의 설명으로부터 당업자에 의해 이해될 것이다.

[0036] [0039] 단계(310)에서, 인렛 공기는 복수의 ASM 밸브들(150)로 지향된다. 인렛 공기는 비행기의 엔진의 컴프레서 스테이지로부터의 블리드 공기일 수 있다. 인렛 공기는 복수의 ASM 밸브들(150)에 도달하기 전에 조절될 수 있다. 인렛 공기는 예를 들어, 열 교환기(110)를 경유하여 온도 및/또는 압력을 변화시키고, 필터(135)를 경유하여 미립자 및/또는 수분을 제거하며, 그리고/또는 오존 촉매 변환기(140)를 경유하여 오존을 제거하도록 조절될 수 있다. 격리 밸브(120 및/또는 130)는, 하류의 인렛 공기의 유동을 조절하는데, 예를 들어 제한되지 않은 인렛 공기 유동에 의해 손상될 수 있는 시스템(100)의 컴포넌트들을 보호하는데, 활용될 수 있다.

[0037] [0040] 단계(320)에서, 각각의 ASM들(160)에 대한 소모의 레벨이 결정된다. 제어기(190)는 메모리로부터 각각의 ASM(160)에 대한 소모의 레벨을 검색함으로써 각각의 ASM(160)에 대한 소모의 레벨을 결정할 수 있다. 소모의 레벨은 각각의 ASM들(160)이 활성화되었던 시간의 양에 기초할 수 있다. 각각의 ASM(160)이 활성화되었던(또는 연관된 ASM 밸브(150)가 열려 있던) 시간의 양은 제어기(190)에 의한 검색을 위해 메모리 디바이스(191)에 저장될 수 있다. 선택적으로, 각각의 ASM(160)에 의해 수용된 인렛 공기의 부분들의 세기(intensity)(예를 들어, 압력) 및/또는 각각의 ASM(160)에 걸친 압력 강하가 또한 고려될 수 있다. 세기는, ASM(160)이 활성화되었던 시간의 양의 부분들에 가중 인자(weight factor)를 적용함으로써 고려될 수 있다. 예를 들어, ASM(160)에 의해 수용된 인렛 공기의 일부분이 상대적으로 높은 세기를 가진다면, 인렛 공기의 부분은 승산 가중 인자(multiplying weight factor)(예를 들면, 1.3)에 의해 가중될 수 있다. 다른 한편으로, ASM(160)에 의해 수용된 인렛 공기의 일부분이 상대적으로 낮은 세기를 가진다면, 인렛 공기의 부분은 다른 가중 인자(예를 들면, 0.8)에 의해 가중될 수 있다. 활성화된 시간의 가중된 양은 본원에서 유효 사용(effective use)으로 지칭된다. ASM(160)에 의해 수용된 인렛 공기의 부분들의 세기는 유속 센서(149)로부터 수신된 데이터에 기초할 수 있다.

[0038] [0041] 단계(330)에서, ASM(160)에 걸친 압력 강하가 결정된다. 예를 들어, 제어기(190)가 ASM(160)의 소모의 레벨을 주기적으로 (예를 들어, 매 15, 35, 50분 마다 등등) 결정할 때마다, 또는 활성화된 ASM들(160)에서의 변경이 존재할 때마다, 하나 또는 그 초과의 ASM들(160)에 대한 압력 강하가 결정될 수 있다. 제어기(190)는 복수의 ASM들(160)로부터 상류에 로케이팅되는 압력 센서(146) 및 복수의 ASM들(160)의 하류에 로케이팅되는 압력 센서(176)로부터 수신된 데이터를 프로세싱함으로써 ASM들(160)에 걸친 압력 강하를 결정할 수 있다. 압력 센서들의 배치는, 제어기(190)가 각 ASM(160)에 걸친 압력 강하를 결정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 일 실시예에서, 제어기(190)는 ASM들(160)에 걸친 압력 강하를 임계 값과 비교하여, ASM들(160)이 교체를 필요로 하는지를 결정한다. 제어기(190)는 현재 활성화된 ASM들(160)에 대한 압력 강하를 결정할 수 있다. 오직 하나의 ASM(160)만이 활성화되면, ASM(160)에 걸친 압력 강하는 단일 ASM(160)에 대한 ASM(160)의 압력 강하 임계 값과 비교될 수 있다. 2 개의 ASM들(160)이 활성화되면, 2 개의 활성화된 ASM(160)에 걸친 압력 강하는 2 개의 ASM들(160)에 대한 ASM(160)의 압력 강하 임계 값, 예를 들어 단일 ASM(160)에 대한 2 배의 압력 강하 임계 값과 비교될 수 있다. 3 개의 ASM들(160)이 활성화되면, 3 개의 활성화된 ASM들(160)에 걸친 압력 강하는 3 개의 ASM들(160)에 대한 ASM(160)의 압력 강하 임계 값, 예를 들어 단일 ASM(160)에 대한 3 배의 압력 강하 임계 값과 비교될 수 있다.

[0039] [0042] 단계(340)에서, ASM 밸브들(150)은 제어기(190)에 의해 선택적으로 개방된다. 제어기(190)는 각각의 ASM(160)과 연관된 소모의 레벨에 적용되는 소모 레벨링 알고리즘을 사용하여 ASM 밸브들(150)을 선택적으로 개방할 수 있다. 소모의 레벨은, 각각의 ASM(160)이 활성화되는 시간의 양에 오직 기초할 수 있거나, ASM(160)에 의해 수용된 공기의 세기 및/또는 ASM(160)에 걸쳐 판독하는 최근의 압력 강하와 같은 다른 인자들에 또한 기초할 수 있다. ASM 밸브들(150)은, 다른 ASM(160)이 필요하거나 활성화된 ASM(160)이 더 이상 필요하지 않을 때, 특정 ASM들(160)을 선택적으로 활성화하며 그리고/또는 비활성화하도록 개방되며 그리고/또는 폐쇄될 수 있다. 또한, 특정 ASM(160)이 비교적 긴 시간의 기간(예를 들어, 1 시간) 동안 활성화되었다면, ASM 밸브들(150)은 하나의 ASM(160)을 다른 ASM으로 대체하도록 개방되며 그리고/또는 폐쇄될 수 있다. 예로써, 질소 부화 공기가 필요할 때, 제어기(190)는 최소 소모 레벨을 가지는 ASM(160)을 결정할 수 있고, 최소 소모 레벨을 가지는 ASM(160)과 연관된 ASM 밸브(150)를 선택적으로 개방할 수 있어, 인렛 공기가 이러한 ASM(160)로 통과된다(즉, 이러한 ASM(160)을 활성화시킴).

[0040] [0043] 일 실시예에서, 단계(340)는 비행기의 연료 저장 탱크(들)(185)의 불활성화를 제공하고 유지하기 위해 결코 전체 ASM들(160)이 아닌 ASM(160)이 요구되는 (예를 들어, 단지 하나의 ASM(160)) 미리규정된 비행 레지먼트들 중에(즉, 순항 중에) 수행된다. 모든 ASM들(160)이 요구될 때(예를 들어, 지상, 상승 및 하강 중에), 소모가 균일해 짐에 따라 결코 전체 ASM들(160)이 아닌 ASM(160)이 요구될 때까지, 소모 레벨링이 중지될 수 있다.

[0041] [0044] 단계(345)에서, 각각의 ASM(160)의 활성화된 시간이 기록된다. ASM(160)이 비활성화될 때(예를 들어, 그 연관된 ASM 밸브(150)가 꺼질 때), 제어기(190)는 ASM(160)의 활성화된 시간을 메모리 디바이스(191)에 기록할 수 있다. 선택적으로, 제어기(190)는 ASM(160)이 활성화되었던 시간의 부분 중에 공기 유동의 세기 레벨을 또한 기록할 수 있다.

[0042] [0045] 일 실시예에서, 질소 부화 공기에 대한 필요가 중단될 때까지, 제어기(190)는 단계들(320, 330, 340 및 345)을 반복한다. 제어기(190)는 이러한 단계들을 주기적으로(예를 들어, 매 수분, 수 시간 마다 등등) 또는 실질적으로 연속적으로 반복할 수 있다. 단계(330)가 단계들(320, 340 및 345)로부터 독립적으로 그리고/또는 상이한 속도로 수행될 수 있음이 고려된다.

[0043] [0046] 단계(350)에서, 질소 부화 공기는, 예를 들어 사용된 연료의 부피를 대체하기 위해 연료 저장 탱크(185)로 지향되어, 연료 저장 탱크(185)에서의 연소의 위험을 감소시킨다. 제 3 압력 센서(176) 및/또는 제 2 온도 센서(175)를 포함하는 산소 센서(170)는 ASM들(160)에 의해 생성된 질소 부화 공기를 감지하기 위해 이용될 수 있다. 산소 센서(170)는 감지된 질소 부화 공기에 관한 데이터를 제어기(190)에 통신한다. 질소 부화 공기 밸브(180)는 산소 센서(170)로부터 하류에서 이용될 수 있다. 산소 센서(170)로부터 수신된 데이터에 기초하여, 제어기(190)는 연료 저장 탱크(185)로의 질소 부화 공기의 유동을 조절하기 위해 질소 부화 공기 밸브(180)를 제어할 수 있다.

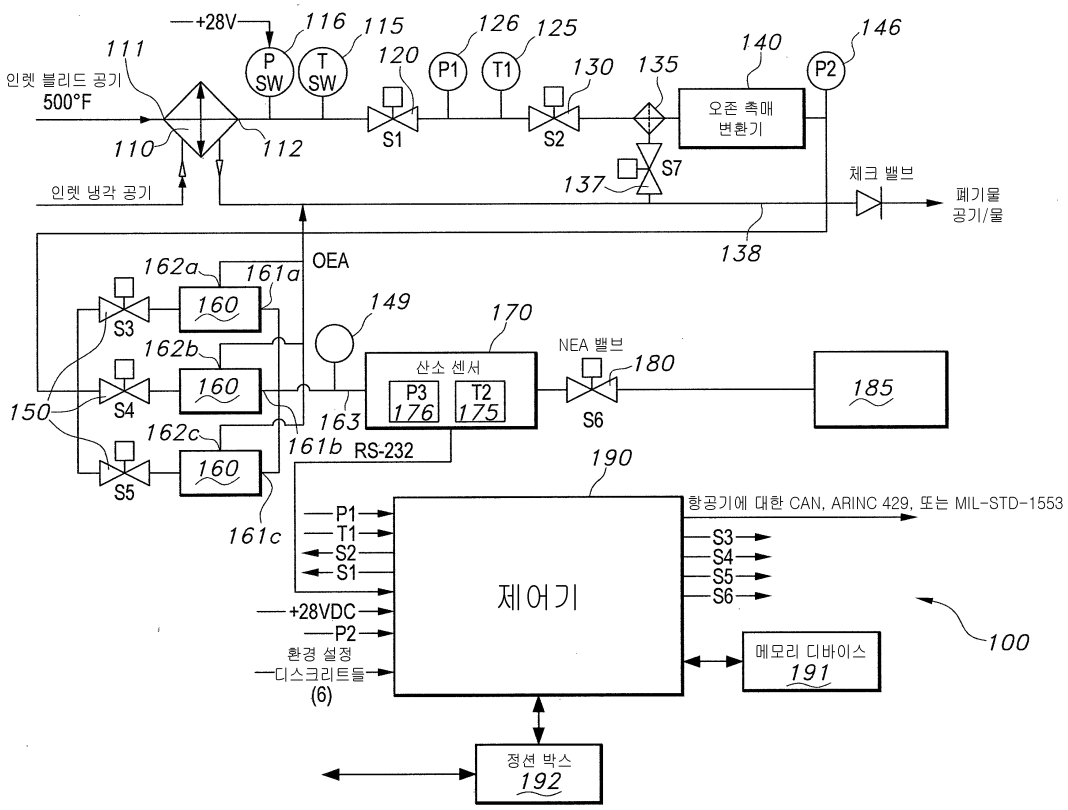
[0044] [0047] 단계(355)에서, 제어기(190)는, ASM들(160)이 교체되어야 하는지를 결정한다. 일 예에서, 제어기(190)는, ASM들(160)이 ASM의 소모의 레벨(예를 들어, 단계(320)에서 위에서 결정된 바와 같음)과 임계 값의 비교에 기초하여 교체되어야 하는지를 결정한다. 예를 들어, 제어기(190)는, 임의의 하나의 ASM(160)의 소모의 레벨이 유효 사용의 100 시간을 초과할 때, ASM들(160)이 교체되어야 하는지를 결정할 수 있다. 전술한 바와 같이, 소모의 레벨은 세기 및/또는 압력 강하에 의해 수정된 바와 같이 실제 시간량일 수 있다. 다른 예에서, 제어기(190)는, ASM들(160)이 활성된 ASM(들)(160)에 걸친 압력 강하(예를 들어, 단계(320)에서 위에서 결정된 바와 같음)의 임계 값의 비교에 기초하여 교체되어야 하는지를 결정한다. 예를 들어, 제어기(190)는, 임의의 하나의 ASM(160)(또는 임의의 그룹의 ASM들(160))의 압력 강하가 제조사의 사양을 초과할 때, ASM들(160)이 교체되어야 하는 것을 결정할 수 있다.

[0045] [0048] 단계(360)에서, 제어기(190)는 단계(355)에서 이루어진 결정에 기초하여 ASM들(160)이 교체되어야 한다는 표시를 제공한다. 예를 들어, 제어기(190)는 비행기의 조종석에서 인디케이터(indicator)를 비추는 신호를 발생할 수 있다.

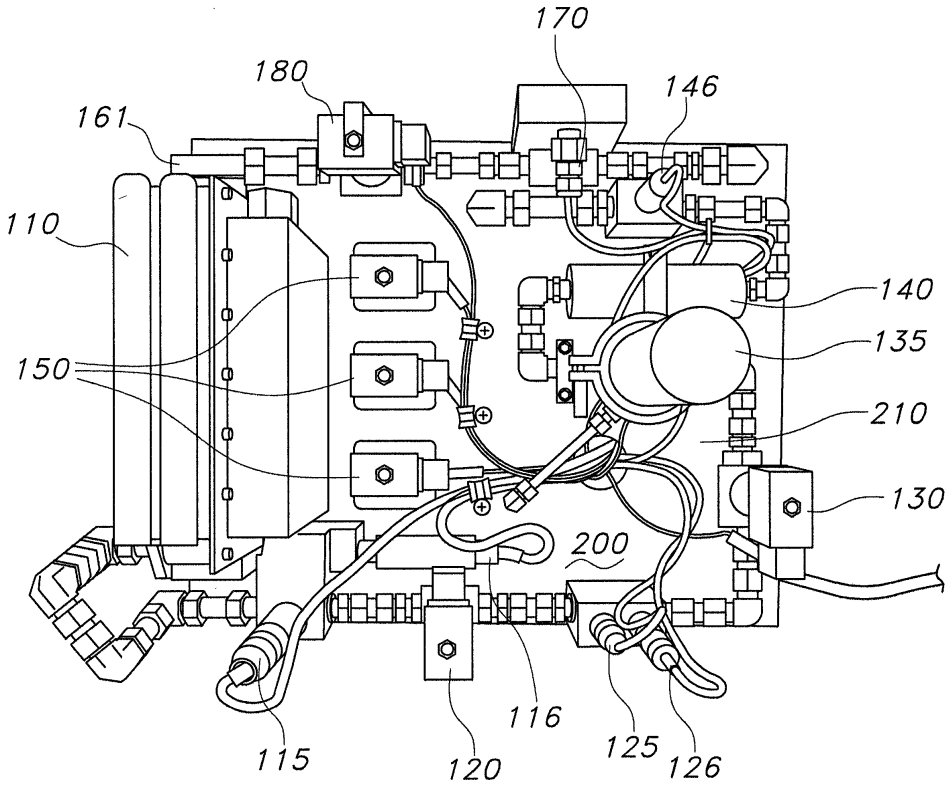
[0046] [0049] 비록 발명이 특정 실시예들을 참조로 하여 본원에서 예시되고 설명되지만, 본 발명은 도시되는 상세들에 제한되는 것으로 의도되지 않는다. 오히려, 다양한 수정들이 청구항들의 동등물들의 범주 및 범위 내에서 그리고 본 발명으로부터 벗어남 없이 상세들에서 이루어질 수 있다.

도면

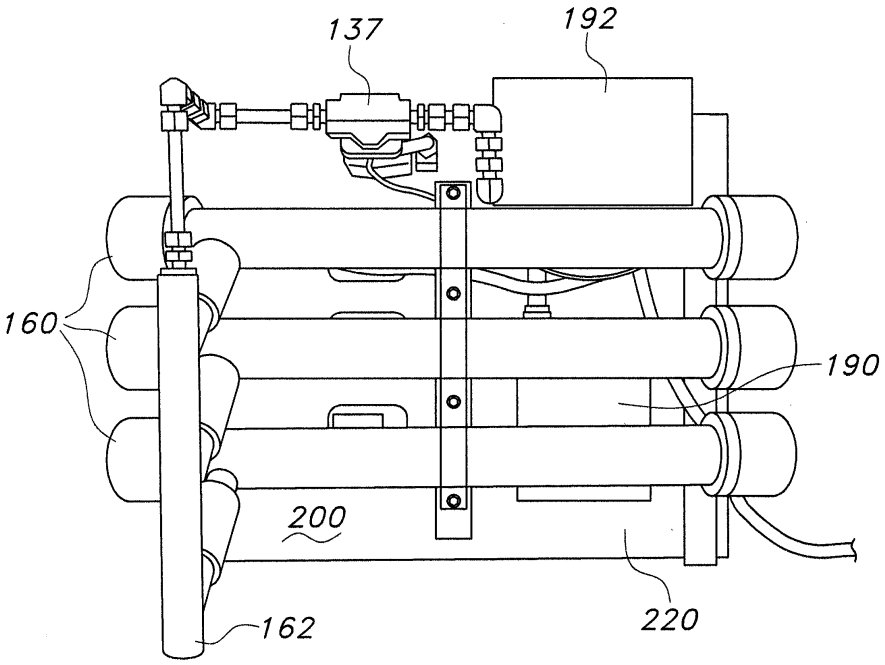
도면1


+28V
116
115
126
125
140
146
111
인렛 블리드 공기
500°F
P SW
T SW
120
P1
T1
130
135
P2
오존 촉매 변환기
110
112
S1
S2
S7
137
체크 밸브
인렛 냉각 공기
폐기물 공기/물
138
OEA
162a
161a
160
149
170
NEA 밸브
S3
162b
산소 센서
180
185
150
S4
P3 176
T2 175
S6
163
162c
161b
RS-232
190
S5
161c
P1
T1
S2
S1
항공기에 대한 CAN, ARINC 429, 또는 MIL-STD-1553
S3
S4
S5
S6
제어기
100
+28VDC
P2
환경 설정 디스크리트들 (6)
메모리 디바이스 191
정션 박스 192

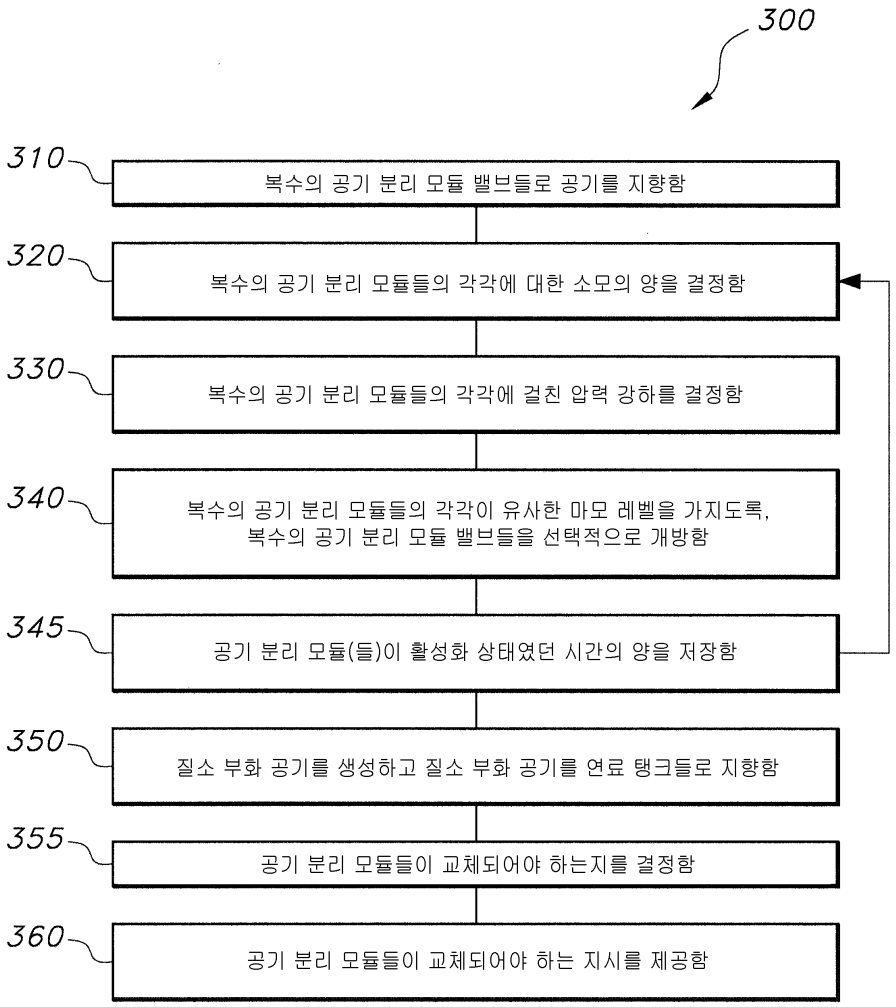
도면2a


170
180
146
161
110
140
135
150
210
130
200
116
115
120
125
126

도면2b


137
192
160
190
200
162
220

도면3


300
310
복수의 공기 분리 모듈 밸브들로 공기를 지향함
320
복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 대한 소모의 양을 결정함
330
복수의 공기 분리 모듈들의 각각에 걸친 압력 강하를 결정함
340
복수의 공기 분리 모듈들의 각각이 유사한 마모 레벨을 가지도록,
복수의 공기 분리 모듈 밸브들을 선택적으로 개방함
345
공기 분리 모듈(들)이 활성화 상태였던 시간의 양을 저장함
350
질소 부화 공기를 생성하고 질소 부화 공기를 연료 탱크들로 지향함
355
공기 분리 모듈들이 교체되어야 하는지를 결정함
360
공기 분리 모듈들이 교체되어야 하는 지시를 제공함