



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0033518
(43) 공개일자 2021년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F23N 5/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류
F23N 5/16 (2013.01)
F23N 2231/28 (2020.01)

(21) 출원번호 10-2021-7005265

(22) 출원일자(국제) 2018년07월24일
심사청구일자 2021년02월23일

(85) 번역문제출일자 2021년02월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2018/043454

(87) 국제공개번호 WO 2020/023020

국제공개일자 2020년01월30일

(71) 출원인
지멘스 에너지, 인코포레이티드

미국 플로리다주 올랜도 알라파야 트레일 4400 (우: 32826-2399)

(72) 발명자
맥콘키, 조슈아 에스.

미국 32820 플로리다 올랜도 캐스케이즈 힐 코트 17415

쿠이, 타오

미국 08550 뉴 저지 프린스턴 정션 노체스터 드라이브 28

(74) 대리인
특허법인 남앤남

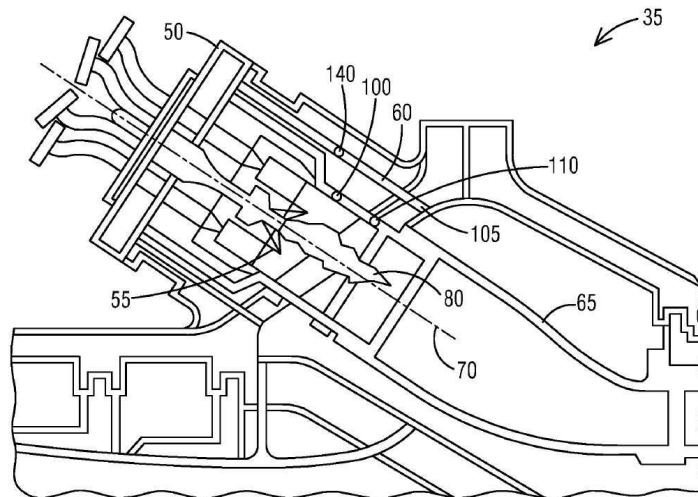
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 가스 터빈 연소 섹션의 음향 플래시백 검출

(57) 요약

가스 터빈 엔진(gas turbine engine)에서 연소기 플래시백(combustor flashback)을 검출하는 방법은 화염 튜브(flame tube)를 갖는 연소 섹션(combustion section) 내에 동적 압력 센서(dynamic pressure sensor)를 포지셔닝(positioning)하는 단계, 가스 터빈 엔진으로의 연료의 유동을 제공하는 단계, 및 화염 튜브의 출구로부터 0이 아닌 거리로 이격된 화염 전면(flame front)을 갖는 화염을 설정하도록 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 압력 신호들을 생성하기 위해, 화염 튜브에 인접한 압력 변화들을 검출하는 단계, 동적 압력 센서에 의해 제공되는 신호들의 진폭(amplitude)을 모니터링(monitoring)하는 단계, 동적 압력 센서에 의해 제공되는 신호들 내에서 플래시백 신호(flashback signal)를 검출하는 단계, 및 플래시백 신호의 검출에 대한 응답으로 연료 유동을 변경하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

F23R 2900/00013 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

가스 터빈 엔진(gas turbine engine)에서 연소기 플래시백(combustor flashback)을 검출하는 방법으로서,
 화염 튜브(flame tube)를 갖는 연소 섹션(combustion section) 내에 동적 압력 센서(dynamic pressure sensor)를 포지셔닝(positioning)하는 단계;

상기 가스 터빈 엔진으로의 연료의 유동을 제공하는 단계;

상기 화염 튜브의 출구로부터 0이 아닌(non-zero) 거리로 이격된 화염 전면(flame front)을 갖는 화염을 설정하도록 상기 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계;

압력 신호들을 생성하기 위해, 상기 화염 튜브에 인접한 압력 변화들을 검출하는 단계;

상기 동적 압력 센서에 의해 제공되는 상기 신호들의 특징을 모니터링(monitored)하는 단계;

상기 동적 압력 센서에 의해 제공되는 상기 신호들 내에서 플래시백 시그니처(flashback signature)를 검출하는 단계; 및

상기 플래시백 시그니처의 검출에 대한 응답으로 상기 연료 유동을 변경하는 단계를 포함하는,
 가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 연소 섹션은 복수의 별개의 연소기 바스켓들(separate combustor baskets)을 포함하고, 그리고

상기 동적 압력 센서는 상기 연소기 바스켓들 중 제1 연소기 바스켓 내의 압력 변화들을 검출하도록 포지셔닝되는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 화염 튜브는 상기 제1 연소기 바스켓 내에 포지셔닝되고, 그리고

각각의 연소기 바스켓은 적어도 하나의 화염 튜브를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 연소기 바스켓은 복수의 화염 튜브들을 포함하고, 그리고

상기 동적 압력 센서는 상기 복수의 화염 튜브들 각각으로부터 압력 변화들을 동시에 검출하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 복수의 연소기 바스켓들 각각에 인접하게 진동 센서(vibration sensor)를 포지셔닝하는 단계를 더 포함하고,

각각의 진동 센서는 자신의 개개의 연소기 바스켓의 진동들을 측정하고, 상기 측정된 진동들을 나타내는 신호들을 생성하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 진동 센서들 간의 상기 측정된 진동들을 비교하는 단계, 및

다른 측정된 진동들에 존재하지 않는, 하나의 진동 센서로부터 측정된 진동을 식별하는 단계를 더 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 7

제4 항에 있어서,

상기 제1 연소기 바스켓 내의 상기 복수의 화염 튜브들에 인접한 압력 변화들을 검출하기 위해, 상기 제1 연소기 바스켓에 인접하게 제2 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계, 및

상기 동적 압력 센서 및 상기 제2 동적 압력 센서로부터의 신호들에 기반하여, 상기 복수의 화염 튜브들 중 어떤 것이 압력 변화들을 생성하는지를 결정하는 단계를 더 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 플래시백 신호는, 시간에 따라 주파수가 증가하는 진폭(amplitude)의 증가를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 연료 유동을 변경하는 단계는, 상기 가스 터빈 엔진을 정지(shutdown)시키기 위해 상기 연료 유동을 0(zero)으로 감소시키는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 포지셔닝하는 단계는 상기 화염 튜브의 다운스트림(downstream)에 상기 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 11

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법으로서,

상기 가스 터빈 엔진은 적어도 2개의 연소기 바스켓들 및 각각의 바스켓에 적어도 하나의 화염 튜브를 갖는 연소 섹션을 포함하고, 상기 방법은:

상기 가스 터빈 엔진으로의 연료의 유동을 제공하는 단계;

상기 화염 튜브들 각각의 출구로부터 0이 아닌 거리로 이격된 화염 전면을 갖는 화염을 설정하도록 상기 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계;

각각의 연소기 바스켓 내의 음향 환경(acoustic environment)을 모니터링하기 위해, 각각의 연소기 바스켓에 인

접하게 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계;

각각의 연소기 바스켓의 진동을 측정하기 위해 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 진동 센서를 포지셔닝하는 단계;

2개의 연소기 바스켓들 간의 진동 신호의 차이 및 처프 신호(chirp signal) 중 하나를 검출하는 단계; 및

상기 진동 신호의 차이 및 상기 처프 신호 중 하나의 검출에 대한 응답으로, 상기 연료의 유동을 변경하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

각각의 연소기 바스켓은 복수의 화염 튜브들을 포함하고, 그리고

각각의 동적 압력 센서는 자신의 개개의 연소기 바스켓 내의 상기 복수의 화염 튜브들 각각으로부터의 압력 변화들을 동시에 검출하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 13

제11 항에 있어서,

진동 신호들의 차이를 생성하기 위해 상기 진동 센서들 간의 상기 측정된 진동들을 비교하는 단계, 및

다른 진동 센서들에 존재하지 않는, 하나의 진동 센서로부터의 진동 신호의 차이를 식별하는 단계를 더 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 14

제11 항에 있어서,

각각의 연소기 바스켓은 복수의 화염 튜브들을 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 15

제14 항에 있어서,

각각의 개개의 연소기 바스켓 내의 상기 복수의 화염 튜브들에 인접한 압력 변화들을 검출하기 위해, 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 제2 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계, 및

각각의 연소기 바스켓에 대한 상기 동적 압력 센서 및 상기 제2 동적 압력 센서로부터의 신호들에 기반하여, 상기 복수의 화염 튜브들 중 어떤 것이 압력 변화들을 생성하는지를 결정하는 단계를 더 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 16

제11 항에 있어서,

상기 처프 신호는, 시간에 따라 진폭이 증가하고 주파수가 증가하는 압력 신호를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 17

제11 항에 있어서,

상기 진동 신호의 차이는, 복수의 다른 연소기 바스켓들에서 검출되지 않는, 상기 연소기 바스켓들 중 제1 연소기 바스켓에서의 진동을 나타내는 진동 신호를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 18

제11 항에 있어서,

상기 연료 유동을 변경하는 단계는, 상기 가스 터빈 엔진을 정지시키기 위해 상기 연료 유동을 0으로 감소시키는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 19

제11 항에 있어서,

상기 포지셔닝하는 단계는 상기 화염 튜브의 다운스트림에 상기 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 20

복수의 연소기 바스켓들 및 각각의 연소기 바스켓에 적어도 하나의 화염 튜브를 갖는 연소 섹션을 포함하는 가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법으로서,

상기 화염 튜브들 각각의 출구로부터 0이 아닌 거리로 이격된 화염 전면을 갖는 화염을 설정하도록 상기 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계;

각각의 연소기 바스켓의 진동을 측정하기 위해 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 진동 센서를 포지셔닝하는 단계;

개별 바스켓들에서 진동 이벤트들(vibration events)을 식별하기 위해, 상기 복수의 바스켓들 중 각각의 바스켓과 상기 복수의 바스켓들 중 각각의 남아있는 바스켓의 상기 측정된 진동을 비교하는 단계; 및

미리 결정된 임계치를 초과하는 진동 이벤트를 포함하는 임의의 바스켓을 식별하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

청구항 21

제20 항에 있어서,

상기 식별하는 단계는, 상기 복수의 남아있는 연소기 바스켓들에서 식별되지 않는 진동 이벤트를 포함하는 임의의 바스켓을 식별하는 단계를 포함하는,

가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 일반적으로 화염 불규칙성들(flame irregularities)의 검출에 관한 것이며, 더 구체적으로, 가스 터빈 엔진들(gas turbine engines)에서 플래시백(flashback)과 같은 불규칙성들의 검출에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 가스 터빈 엔진은, 가압된 고온 가스를 팽창시켜 기계 작업을 생성하는 유동 기계(flow machine)이다. 가스 터빈은 터빈 또는 팽창기(expander), 터빈의 업스트림(upstream)에 포지셔닝된(positioned) 압축기(compressor), 및 압축기와 터빈 사이의 연소실(combustion chamber)을 포함한다. 압축기 섹션(compressor section)은 하나

이상의 압축기 스테이지들(compressor stages)의 블레이딩(blading)에 의해 공기를 압축한다. 압축된 공기는 후속적으로 연소실에서 가스 또는 액체 연료와 혼합되고, 여기서 혼합물은 연소를 개시하기 위해 점화된다. 연소는 고온 가스(연소 가스 생성물들 및 공기의 잔류 성분들로 구성된 혼합물)를 발생시키고, 이는 후속하는 터빈 섹션(turbine section)에서 팽창하며, 열 에너지는 축 샤프트(axial shaft)를 구동시키는 프로세스(process)에서 기계적 에너지(mechanical energy)로 변환된다. 샤프트는 압축기에 연결되고, 압축기를 구동시킨다. 샤프트는 또한 발전기, 프로펠러(propeller) 또는 다른 회전 부하들(rotating loads)을 구동시킨다. 제트 동력 장치(jet power plant)의 경우에, 열 에너지는 또한 뜨거운 가스 배출 흐름(gas exhaust stream)을 가속화하고, 이는 제트 추력(jet thrust)을 생성한다. 플래시백은, 화염 전면(flame front)이 연료/공기 유동에 대해 후방으로 이동하여 화염 튜브(flame tube)에 접근하거나 접촉할 때, 가스 터빈들의 연소실들에서 발생하는 현상이다.

발명의 내용

[0003] [0002] 가스 터빈 엔진에서 연소기 플래시백을 검출하는 방법은 화염 튜브를 갖는 연소 섹션(combustion section) 내에 동적 압력 센서(dynamic pressure sensor)를 포지셔닝(positioning)하는 단계, 가스 터빈 엔진으로의 연료의 유동을 제공하는 단계, 및 화염 튜브의 출구로부터 0이 아닌(non-zero) 거리로 이격된 화염 전면을 갖는 화염을 설정하도록 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 압력 신호들을 생성하기 위해, 화염 튜브에 인접한 압력 동역학을 검출하는 단계, 동적 압력 센서에 의해 제공되는 신호들의 특징을 모니터링(monitoring)하는 단계, 동적 압력 센서에 의해 제공되는 신호들 내에서 플래시백 시그니처(flashback signature)를 검출하는 단계, 및 플래시백 시그니처의 검출에 대한 응답으로 연료 유동을 변경하는 단계를 포함한다.

[0004] [0003] 다른 구성에서, 적어도 2개의 연소기 바스켓들(combustor baskets) 및 각각의 바스켓에 적어도 하나의 화염 튜브를 갖는 연소 섹션을 포함하는 가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법은 가스 터빈 엔진으로의 연료의 유동을 제공하는 단계, 화염 튜브들 각각의 출구로부터 0이 아닌 거리로 이격된 화염 전면을 갖는 화염을 설정하도록 가스 터빈 엔진을 동작시키는, 및 각각의 연소기 바스켓 내의 음향 환경(acoustic environment)을 모니터링하기 위해, 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 동적 압력 센서를 포지셔닝하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 각각의 연소기 바스켓의 진동을 측정하기 위해 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 진동 센서(vibration sensor)를 포지셔닝하는 단계, 2개의 연소기 바스켓들 간의 진동 신호의 차이 및 처프 신호(chirp signal) 중 하나를 검출하는 단계, 및 진동 신호의 차이 및 처프 신호 중 하나의 검출에 대한 응답으로, 연료의 유동을 변경하는 단계를 포함한다.

[0005] [0004] 다른 구성에서, 복수의 연소기 바스켓들 및 각각의 연소기 바스켓에 적어도 하나의 화염 튜브를 갖는 연소 섹션을 포함하는 가스 터빈 엔진에서 플래시백을 검출하는 방법은 화염 튜브들 각각의 출구로부터 0이 아닌 거리로 이격된 화염 전면을 갖는 화염을 설정하도록 가스 터빈 엔진을 동작시키는 단계, 및 각각의 연소기 바스켓의 진동을 측정하기 위해 각각의 연소기 바스켓에 인접하게 진동 센서를 포지셔닝하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 개별 바스켓들에서 진동 이벤트들(vibration events)을 식별하기 위해, 복수의 바스켓들 중 각각의 바스켓과 복수의 바스켓들 중 각각의 남아있는 바스켓의 측정된 진동을 비교하는 단계, 및 미리 결정된 임계치를 초과하는 진동 이벤트를 포함하는 임의의 바스켓을 식별하는 단계를 포함한다.

[0006] [0005] 전술한 내용은, 당업자들이 다음의 상세한 설명을 더 용이하게 이해할 수 있도록, 본 개시내용의 기술적 특징들을 다소 광범위하게 요약하였다. 청구항들의 청구대상을 형성하는, 본 개시내용의 추가의 특징들 및 장점들이 후술될 것이다. 당업자들은, 자신들이, 개시된 개념 및 특정 실시예들을, 본 개시내용의 동일한 목적들을 수행하기 위해 다른 구조들을 수정 또는 설계하기 위한 기초로서 용이하게 사용할 수 있다는 것을 인지할 것이다. 당업자들은 또한, 그러한 등가 구성들이 본 개시내용의 가장 넓은 형태에서, 본 개시내용의 사상 및 범위를 벗어나지 않는다는 것을 인식할 것이다.

[0007] [0006] 또한, 아래의 상세한 설명에 착수하기 전에, 소정의 단어 및 문구들에 대한 다양한 정의들이 본 명세서 전반에 걸쳐 제공된다는 것이 이해되어야 하며, 당업자들은 그러한 정의들이, (대부분은 아닐지라도) 많은 예들에서, 그러한 정의된 단어 및 문구들의 앞에서뿐만 아니라 앞으로의 이용들에 적용된다는 것을 이해할 것이다. 일부 용어들이 넓은 범위의 실시예들을 포함할 수 있지만, 첨부된 청구항들은 이러한 용어들을 특정 실시예들로 명시적으로 한정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] [0007] 도 1은 가스 터빈 엔진의 부분 단면도이다.
- [0008] 도 2는 음향 트랜스듀서들(acoustic transducers)을 포함하는 도 1의 가스 터빈 엔진의 일부의 단면도이다.
- [0009] 도 3은 화염 튜브와 화염 전면 사이의 공간을 보여주는 화염 튜브 및 화염의 개략적인 예시이다.
- [0010] 도 4는 플래시백 이벤트 동안 적어도 하나의 동적 압력 센서 및 적어도 하나의 서모커플(thermocouple)로부터 수집된 데이터(data)를 예시하는 한 그룹(group)의 차트들(charts)이다.
- [0011] 도 5는 정상 동작 동안에 진동 센서로부터 수집된 데이터를 예시하는 한 그룹의 차트들이다.
- [0012] 도 6은 또 다른 플래시백 이벤트 동안 진동 센서로부터 수집된 데이터를 예시하는 한 그룹의 차트들이다.
- [0013] 도 7은, 진동 센서로부터 수집된 미가공 데이터(raw data), 가스 터빈 상의 2개의 바스켓들 상에 설치된 진동 센서들로부터의 미가공 데이터로부터 추출된 시그니처 진동 레벨(signature vibration level), 및 플래시백 이벤트 동안에 플래시백으로 인한 온도 증가를 보여주는 하나의 서모커플로부터의 온도 데이터를 예시하는 한 그룹의 차트들이다.
- [0014] 본 발명의 임의의 실시예들이 상세히 설명되기 전에, 본 발명이 다음의 상세한 설명에 제시되거나 다음의 도면들에 예시된 컴포넌트들(components)의 어레이지먼트(arrangement) 및 구조의 세부사항들에 대한 본 발명의 애플리케이션(application)에서 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 본 발명은, 다른 실시예들이 가능하며, 다양한 방식으로 수행되거나 또는 실시될 수 있다. 또한, 본원에서 사용된 어법 및 용어가 설명의 목적을 위한 것이고, 제한하는 것으로서 간주되지 않아야 한다는 것이 이해되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] [0015] 시스템들(systems) 및 방법들과 관련된 다양한 기술들이 이제 도면들을 참조하여 설명될 것이며, 도면들에서 유사한 참조 부호들은 도면들 전체에 걸쳐 유사한 엘리먼트(element)들을 나타낸다. 본 특허 문서에서 본 개시내용의 원리들을 설명하기 위해 사용되는 다양한 실시예들 및 아래에서 논의되는 도면들은 단지 예시적이며, 어떤 방식으로든 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다. 당업자들은, 본 개시내용의 원리들이 임의의 적합하게 배열된 장치에서 구현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 소정의 시스템 엘리먼트들에 의해 수행되는 것으로 설명되는 기능은 다수의 엘리먼트들에 의해 수행될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 유사하게, 예컨대, 엘리먼트는, 다수의 엘리먼트들에 의해 수행되는 것으로 설명되는 기능을 수행하도록 구성될 수 있다. 본 출원의 많은 획기적인 교시들은 예시적인 비-제한적 실시예들을 참조하여 설명될 것이다.
- [0010] [0016] 또한, 본원에서 사용되는 단어들 또는 문구들은 일부 예들에서 명백하게 제한되지 않는 한 광범위하게 해석되어야 한다는 것이 이해되어야 한다. 예컨대, "포함하다"("including," "having," 및 "comprising")라는 용어뿐만 아니라 그 파생어들은 제한 없는 포함(inclusion)을 의미한다. 단수 형태들은, 문맥이 명백하게 달리 표시하지 않는 한, 복수의 형태들을 또한 포함하도록 의도된다. 또한, 본원에서 사용되는 "및/또는"이라는 용어는, 연관된 열거된 항목들 중 하나 이상의 항목의 임의의 그리고 모든 가능한 조합들을 지칭하고 포괄한다. "또는"이라는 용어는, 문맥상 명백히 달리 표시하지 않는 한, 포괄적인 및/또는의 의미이다. "~와 연관된" 및 "그와 연관된"이라는 문구들뿐만 아니라 그들의 파생어들은, 포함하는, ~ 내에 포함되는, ~와 상호연결되는, 보유하는, ~ 내에 보유되는, ~에 또는 ~와 연결되는, ~에 또는 ~와 커플링(couple)되는, ~와 통신가능한, ~와 협력하는, 인터리빙(interleave)되는, 나란히 놓이는(juxtapose), ~ 가까이 있는, ~에 또는 ~와 결속되는, ~을 갖는, ~의 특성을 갖는 등을 의미할 수 있다.
- [0011] [0017] 또한, 다양한 엘리먼트들, 정보, 기능들, 또는 동작들을 지칭하기 위해 "제1", "제2", "제3" 등의 용어들이 본원에서 사용될 수 있지만, 이러한 엘리먼트들, 정보, 기능들, 또는 동작들은 이러한 용어들에 의해 제한되지 않아야 한다. 오히려 이러한 숫자 형용사들은 상이한 엘리먼트들, 정보, 기능들 또는 동작들을 서로 구별하는 데 사용된다. 예컨대, 본 개시내용의 범위를 벗어남이 없이, 제1 엘리먼트, 정보, 기능, 또는 동작은 제2 엘리먼트, 정보, 기능, 또는 동작으로 지칭될 수 있고, 유사하게, 제2 엘리먼트, 정보, 기능, 또는 동작은 제1 엘리먼트, 정보, 기능, 또는 동작으로 지칭될 수 있다.
- [0012] [0018] 게다가, "~에 인접한"이라는 용어는: 문맥이 명백히 달리 표시하지 않는 한, 엘리먼트가 추가의 엘리먼트

트와 비교적 가깝지만 접촉하지 않는 것; 또는 엘리먼트가 추가의 부분과 접촉하는 것을 의미할 수 있다. 추가로, "-에 기반하는"이라는 문구는, 명백히 달리 언급되지 않는 한, "-에 적어도 부분적으로 기반하는" 것을 의미하도록 의도된다. "약" 또는 "실질적으로" 등이라는 용어들은, 그 치수에 대한 정규 산업 제조 허용오차들 내에 있는 값의 편차들을 커버(cover)하도록 의도된다. 어떠한 산업 표준도 이용 불가능한 경우, 20 퍼센트(percent)의 편차가, 달리 언급되지 않는 한, 이러한 용어들의 의미 내에 속할 것이다.

- [0013] [0019] 도 1은, 압축기 섹션(15), 연소 섹션(20) 및 터빈 섹션(25)을 포함하는 가스 터빈 엔진(10)의 예를 예시한다. 압축기 섹션(15)은 복수의 스테이지들(30)을 포함하고, 각각의 스테이지는 한 세트(set)의 회전 블레이드들(rotating blades) 및 한 세트의 고정 또는 조정 가능한 안내 날개들(guide vanes)을 포함한다. 압축기 섹션(15)은, 엔진(10)이 대기 공기를 압축기 섹션(15)으로 흡인(draw)하는 것을 허용하기 위해 입구 섹션과 유체 연통한다. 엔진 동작 동안, 압축기 섹션(15)은 대기 공기를 흡인하고 연소 섹션으로 전달하기 위해 그 공기를 압축하도록 동작한다.
- [0014] [0020] 예시된 구성에서, 연소 섹션(20)은, 압축기 섹션(15)으로부터 압축된 공기와 연료의 유동을 혼합하고 고온, 고압 연소 가스들의 유동을 생성하기 위해 그 공기-연료 혼합물을 연소하도록 각각 동작하는 복수의 별개의 연소기들(35)을 포함한다. 물론, 다른 많은 연소 섹션 어레이먼트들이 가능하다.
- [0015] [0021] 터빈 섹션(25)은 복수의 스테이지들(40)을 포함하고, 각각의 스테이지(40)는 다수의 회전 블레이드들 및 다수의 고정 블레이드들 또는 날개들을 포함한다. 스테이지들(40)은 연소 섹션(20)으로부터 연소 가스를 수용하고, 그 가스를 팽창시켜 열 및 압력 에너지를 회전 또는 기계적 작업으로 변환하도록 배열된다. 터빈 섹션(25)은 압축기 섹션(15)을 구동시키기 위해 압축기 섹션(15)에 연결된다. 발전에 사용되거나 원동기들(primemovers)로서 사용되는 가스 터빈 엔진들(10)에 대해, 터빈 섹션(15)은 또한 구동될 발전기, 펌프(pump) 또는 다른 디바이스(device)에 연결된다. 제트 엔진들(jet engines)의 경우에, 연소 가스가 엔진에서 배출되어 추력을 생성한다.
- [0016] [0022] 제어 시스템(45)은 가스 터빈 엔진(10)에 커플링되고, 다양한 동작 파라미터들(operating parameters)을 모니터링하고 가스 터빈 엔진(10)의 다양한 동작들을 제어하도록 동작한다. 바람직한 구성들에서, 제어 시스템(45)은 마이크로-프로세서(micro-processor) 기반이며, 데이터를 수집, 분석 및 저장하기 위한 메모리 디바이스들(memory devices) 및 데이터 저장 디바이스들을 포함한다. 또한, 제어 시스템(45)은, 사용자들이 입력들 또는 조정들을 제공하기 위해 제어 시스템(45)과 인터페이스(interface)하는 것을 허용하는, 모니터들(monitors), 프린터들(printers), 표시자들 등을 포함하는 다양한 디바이스들에 출력 데이터를 제공한다. 발전 시스템의 예에서, 사용자는 전력 출력 세트 포인트(power output set point)를 입력할 수 있고, 제어 시스템(45)은 효율적인 방식으로 그 전력 출력을 달성하기 위해 다양한 제어 입력들을 조정한다.
- [0017] [0023] 제어 시스템(45)은, 가변 입구 안내 날개 포지션들(variable inlet guide vane positions), 연료 유량들(fuel flow rates) 및 압력들, 엔진 속도 및 발전기 부하를 포함하지만 이에 제한되지 않는 다양한 동작 파라미터들을 제어할 수 있다. 물론, 다른 애플리케이션들이 더 적거나 또는 더 많은 제어 가능한 디바이스들을 가질 수 있다. 제어 시스템(45)은 또한, 가스 터빈 엔진(10)이 적절하게 동작하고 있음을 보장하기 위해 다양한 파라미터들을 모니터링한다. 모니터링되는 일부 파라미터들은 입구 공기 온도, 압축기 출구 온도 및 압력, 연소기 출구 온도, 터빈 입구 온도, 연료 유량, 발전기 전력 출력 등을 포함할 수 있다. 이러한 측정들 중 대부분은 사용자에게 디스플레이(display)되며, 나중의 검토가 필요한 경우 이러한 검토를 위해 로깅(logged)된다.
- [0018] [0024] 도 2는, 도 1의 가스 터빈 엔진(10)의 연소기들(35) 중 하나의 확대된 단면도이다. 각각의 연소기(35)는 탑햇 섹션(top hat section)(50), 적어도 하나의 화염 튜브(55), 연소기 바스켓(60) 및 트랜지션 피스(transition piece)(65)를 포함한다. 탑햇 섹션(50)은 엔진(10)에 부착되고, 연료를 연소기(35)로 지향시키는 데 필요한 임의의 배관(piping) 및 밸브들(valves)을 지지한다. 연소기 바스켓(60)은 탑햇 섹션(50)으로부터 터빈 섹션(25) 쪽으로 연장되고, 가스 터빈 엔진 중심 축(75)에 대해 비스듬한 각도로 배열된 장축(70)을 규정한다. 연소기 바스켓(60)은, 엔진(10)의 외벽들로부터 연소기(35)의 연소 구역을 분리하기 위한 라이너(linear)로서 동작한다. 적어도 하나의 화염 튜브(55), 및 많은 경우들에서 다수의 화염 튜브들(55)이 연소기 바스켓(60) 내에 배치된다. 화염 튜브들(55)은, 연소기 바스켓(60) 내에 하나 이상의 화염들(80)을 형성하기 위해 점화되는 연료 및 공기의 유동을 배출한다. 정상 동작 동안, 화염(80)은, 화염 튜브(55)의 출구(95)로부터 0이 아닌 거리(90)로 이격된 화염 전면(85)(도 3에 도시됨)을 규정한다. 연소기 바스켓(60)은, 연소 영역으로의 부가적인 공기가 완전한 연소를 보장하고 연소 가스들이 터빈 섹션(25)으로 배출되기 전에 냉각되는 것을 허용하는 복수의 애퍼처들(apertures)(도시되지 않음)을 포함한다. 트랜지션 피스(65)는 연소 바스켓(60)에 인접하게

포지셔닝되어, 연소 가스들을 수용하고 이들을 터빈 섹션(25)의 입구로 효율적으로 지향시킨다.

- [0019] [0025] 도 2를 참조하면, 제1 센서(100)는 트랜지션 피스(65)에서 연소기 바스켓(60)의 출구 단부(105)에 포지셔닝되고, 제2 센서(110)는 제1 센서(100)의 다운스트림(downstream)에 포지셔닝된다. 따라서, 예시된 구성에서, 센서들(100, 110)은 화염 튜브(55)의 다운스트림에 있다. 센서들(100, 110)은, 연소기(35) 내의 청각 변화들(auditory changes)과 연관된 작고 빠른 압력 변화들을 검출하도록 동작 가능한 동적 압력 센서들이다. 2개의 센서들(100, 110)이 예시되지만, 원하는 압력 변동들(fluctuations)을 검출하는 데 하나의 센서만이 요구된다. 다른 구성들에서, 이러한 센서들(100, 110)은 탐헛 섹션(50)에 또는 연소기(35)의 다른 영역들에 포지셔닝될 수 있다. 필요한 센서들(100, 110)의 실제 포지션 및 수량은, 작은 설계 변화들이 음향 환경에 큰 영향을 미칠 수 있을 때, 연소기(35)의 설계에 따라 변동할 수 있다.
- [0020] [0026] 음향 센서들, 저주파수 압력 센서들, 온도 센서들, 광학 센서들 또는 이온화 센서들(ionization sensors)과 같은 다른 센서들은 단독으로 또는 일부 조합들로, 가스 유동의 적어도 일부에서 물리적 현상을 검출하도록 구성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 총괄적으로 트랜스듀서들로 불리는 다수의 액추에이터들(actuators) 또는 센서들 또는 둘 모두가 존재한다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 액추에이터들 및 센서들 중 어느 하나 또는 둘 모두는, 음향 신호들을 방출할 뿐만 아니라 검출할 수 있는 음향 트랜스듀서들인 음향 트랜시버들(acoustic transceivers)이다.
- [0021] [0027] 동적 압력 센서들(100, 110)은, 화염(80)에 의해 생성된 음향 진동들을 포함하여 연소기(35) 내에서 생성된 음향 진동들을 수신하고, 이러한 진동들을 프로세서(processor)에 의해 분석될 수 있는 신호들로 변환한다. 화염(80)의 상태는, 센서들(100, 110) 및 화염(80)의 위치들에 관한 정보와 센서 신호들에 포함된 스펙트럼 콘텐츠(spectral content)를 결합함으로써 신뢰할 수 있게 검출 및 모니터링될 수 있다. 본원에 설명된 다양한 실시예들에서, 화염 전면(85)의 포지션에 관한 정보는 또한, 동적 압력 센서들(100, 110) 중 어느 하나 또는 둘 모두로부터 수신된 신호들의 스펙트럼 콘텐츠에 기반하여 결정된다. 동적 압력 센서들(100, 110)은, 가스 터빈 엔진(10)의 연소기(35)의 압력 영향 구역에서 2개의 상이한 위치들에 배열된다. 이러한 맥락에서 압력 영향 구역은, 압력 변동들이 개개의 연소기(35)의 화염(80)의 동역학에 크게 의존하는 영역이라는 것이 이해된다. 캔-환형 유형(can-annular type)의 가스 터빈 엔진(10)의 경우, 이것은, 예컨대 연소기(35)의 개개의 바스켓(60) 내의 영역일 수 있다. 다른 실시예들에서, 연소기 바스켓(60)의 음향 현상에 민감한 동일하거나 상이한 하나 이상의 위치들의 상이한 음향 트랜스듀서들이 사용된다. 일부 구성들에서, 압력 센서들(100, 110)은 화염(80)의 업스트림에 포지셔닝된다. 이 위치는 도 2에 도시된 센서 위치보다 더 차갑다. 그러나, 도 2는, 센서들(100, 110)을 사용한 화염 모니터링이 화염 튜브(55) 내부 또는 화염 튜브(55)에 인접하는 플래시백을 포함하는 문제 현상을 식별하는 것을 돕기 위해 어떻게 수행되는지를 설명하도록 제공된다.
- [0022] [0028] 따라서, 캔-환형 연소기 시스템에서 각각의 바스켓(60) 상에 장착된 동적 압력 센서들(100, 110)이 존재하거나 또는 환형 챔버(annular chamber)의 경우에 환형에 몇몇이 존재한다. 진보된 데이터 획득 시스템들에 의해 획득된 결과들로부터, 이러한 센서들(100, 110)은 플래시백 이벤트와 같은 이벤트들에 의해 생성된 사운드(sound)를 픽업(pick up)하기에 충분히 민감하다.
- [0023] [0029] 동적 압력 센서들(100, 110)은, 제어 시스템(45)의 일부로서 구현되거나 독립형 모니터링 시스템인 플래시백 검출 시스템의 일부로서 사용된다. 가스 터빈 엔진(10)의 정상 동작 동안, 화염들(80)은 화염 튜브들(55)(도 3에 도시됨) 각각으로부터 0이 아닌 거리(90)로 지지된다. 화염(80)의 베이스(base) 또는 화염 전면(85)은 다양한 동작 조건들(예컨대, 연료 압력, 연료 유동, 기압, 공기 볼륨(air volume), 온도 등)에 대한 응답으로 이동하는 경향이 있다. 특정 조건들 하에서, 화염 전면(85)은 화염 튜브 출구(95)에 매우 가까워지거나 심지어 화염 튜브(55) 내로 이동할 수 있다. 이러한 상태는 플래시백으로 지칭되고, 화염 튜브(55) 및 다른 터빈 엔진 컴포넌트들에 빠르고 상당한 손상을 발생시킬 수 있다. 플래시백 검출 시스템은, 플래시백 이벤트를 나타내는 특정 신호에 대해 동적 압력 센서들(100, 110)을 모니터링한다. 종종, 플래시백 이벤트들을 나타내는 특징은 특정 주파수 범위에서 진폭이 증가하는 것이다.
- [0024] [0030] 도 3을 참조하면, 화염 튜브들(55)은, 정상 동작 동안에 화염 튜브들을 통과하는 유동으로 인해 진동하는 환형 튜브 부재들이다. 각각의 화염 튜브(55)에 대한 화염 전면(85)은, 특정 길이를 규정하기 위해 자신의 대응하는 화염 튜브(55)와 협력한다. 특정 길이는, 개별 화염 튜브(55)가 진동하는 주파수들을 설정한다. 플래시백 이벤트의 개시에서, 화염 전면(85)은 화염 튜브(55)에 더 가깝게 이동한다. 이것은 특정 길이를 단축시키고, 화염 튜브(55)에 의해 생성된 진동들의 진폭 및 주파수를 증가시킨다.
- [0025] [0031] 도 4는, 동적 압력 센서들(100, 110)에 의해 생성된 스펙트로그램(spectrogram)(120)을 포함하고, 화염

튜브들(55)이 진동하는 주파수 범위들을 보여주는 일련의 차트들을 예시한다. 플래시백 이벤트 동안, 동적 압력 센서들(100, 110)은 증가된 진폭(125)을 즉시 검출한다. 또한, 화염 전면(85)이 화염 튜브(55)의 출구(95)에 접근함에 따라, 이는 특정 길이를 단축시키고, 이는 진동 주파수를 증가시킨다. 이것은, 시간에 따라 주파수가 증가하는 더 높은 진폭 라인(amplitude line)(130)으로서 즉시 나타난다.

[0026] [0032] 종래 기술의 검출 시스템들은 온도들의 증가들을 검출하기 위해 서모커플들에 의존했다. 도 4는 또한 스펙트로그램(120)에 예시된 동일한 플래시백 이벤트의 서모커플 플롯(plot)(135)을 예시한다. 동적 압력 센서들(100, 110)은 거의 동시에(instantaneously) 플래시백 이벤트를 검출한다. 그러나, 서모커플 시스템은 서모커플을 가열하기 위해 일정 시간을 요구한다. 또한, 원치 않는 잘못된 양성 검출들(false positive detections)을 방지하기 위해, 서모커플 시스템에 대한 데드밴드(deadband) 또는 허용오차가 제공된다. 따라서, 동적 압력 센서 시스템은, 서모커플 시스템이 이벤트를 검출하기 전에, 플래시백 이벤트를 검출하고 이에 반응한다. 플래시백을 조기에 검출하는 것은, 손상 가능성을 감소시키기 위해 가스 터빈 엔진(10)을 정지(shutdown)시키거나 연소기(35)로의 연료 유동을 감소시키기 위한 시간을 운영자 또는 제어 시스템에 제공할 수 있다.

[0027] [0033] 다수의 화염 튜브들(55)을 포함하는 연소기 바스켓들(60)을 갖는 엔진들(10)에서, 둘 이상의 동적 압력 센서들(100, 110)은, 플래시백 이벤트를 경험하고 있는 특정 화염 튜브(55)를 식별하는 데 동시에 사용될 수 있다. 센서들(100, 110)이 이격된 경우에, 진동 이벤트의 위치를 식별하기 위해 삼각측량 방법(triangulation method) 또는 다른 알려진 방법들이 사용될 수 있다. 그런 다음, 그 이벤트를 경험하는 화염 튜브(55)는 장래의 검사, 유지 보수(maintenance) 또는 교체를 위해 식별될 수 있다.

[0028] [0034] 다른 구성에서, 진동 센서들(140)은, 바스켓들(60)의 진동을 검출하기 위해 개별 연소기 바스켓들(60)에 커플링된다. 엔진(10)의 동작 동안, 개별 바스켓들(60) 각각은 동일한 범위의 주파수들 내에서 진동하는 경향이 있다. 도 5는 정상 동작 동안 진동 센서들(140)에 의해 생성된 데이터를 예시하는 다른 스펙트로그램을 포함한다. 그러나, 플래시백 이벤트 동안, 도 6의 스펙트로그램(150)에 예시된 바와 같이, 플래시백 이벤트가 발생하는, 연소기 바스켓(60)의 특정 주파수 범위 내에서 진동의 진폭이 종종 증가한다. 제어 시스템(45)은 모든 연소기 바스켓들(60)의 진동 레벨들을 동시에 비교하고, 어떤 연소기 바스켓(60)이 이례적인 진동들(anomalous vibrations)을 생성하는지를 식별한다. 이벤트들은, 장래의 검사, 유지 보수 또는 교체를 허용하기 위한 가능한 플래시백 이벤트들로서 로깅된다.

[0029] [0035] 도 7은 진동 데이터를 상이한 포맷(format)으로 예시한다. 도 7에서, 다수의 바스켓들 상의 각각의 센서(140)에 대한 특정 주파수 범위 내의 진동 레벨들이 시간에 대해 플로팅된다(plotted). 다른 바스켓들(60) 상에 설치된 센서들(140)로부터의 정상적인 진동 레벨에 대해 하나의 바스켓(60) 상에 설치된 하나의 진동 센서(140)로부터의 진동 레벨의 급등(spike) 또는 갑자기 큰 증가는, 급등을 경험하는 바스켓(60) 상의 플래시백 이벤트와 같은 이벤트를 나타낸다. 도 7은 또한 동일한 동작 조건들 하에서 온도-기반 플래시백 검출 시스템의 반응을 예시한다. 동적 압력 센서 시스템에서와 같이, 진동 센서들(140)은 온도-기반 시스템에서 플래시백 이벤트에 반응하는 것보다 더 빠르게 반응한다.

[0030] [0036] 일부 실시예들에서, 스펙트로그램들(120, 145)은, 엔진(10)의 연속적이고 실시간 모니터링을 허용하기 위해 컴퓨터 시스템(computer system)의 디스플레이 디바이스(display device)와 같은 디스플레이 상에서 사용자에게 제공된다. 또한, 데이터는, 플래시백 이벤트들인 것처럼 보이는 이벤트들의 자동화된 경보(automated alarming) 또는 로깅(logging)을 허용하는 자동화된 분석이 가능하다.

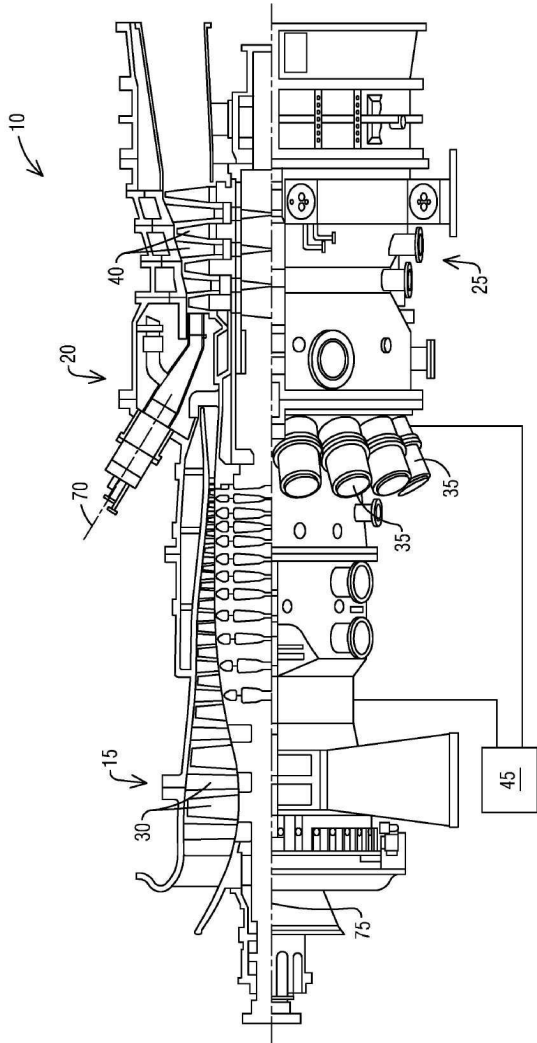
[0031] [0037] 본 개시내용의 많은 부분이 2개의 연소기 바스켓들을 모니터링하는 것을 논의하지만, 플래시백 검출 시스템이 임의의 수의 연소기 바스켓들을 동시에 모니터링할 수 있다는 것이 분명해야 한다.

[0032] [0038] 본 개시내용의 예시적인 실시예가 상세하게 설명되었지만, 당업자들은, 본 개시내용의 가장 넓은 형태에서, 본 개시내용의 사상 및 범위로부터 벗어남이 없이, 본원에 개시된 다양한 변화들, 대체들, 변형들, 및 개선들이 이루어질 수 있다는 것을 이해할 것이다.

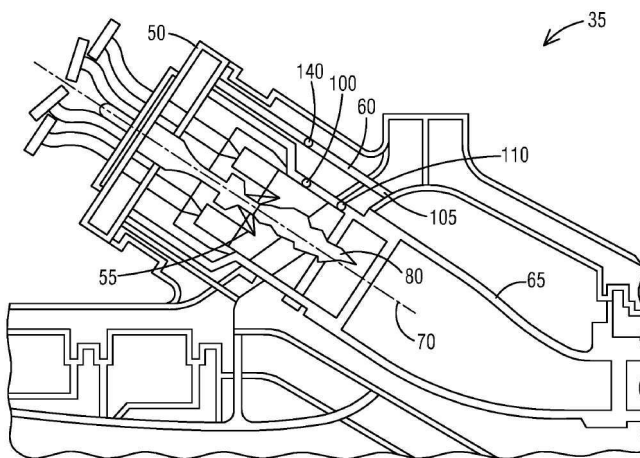
[0033] [0039] 본 출원의 설명의 어떠한 것도, 임의의 특정 엘리먼트, 단계, 동작, 또는 기능이, 청구항 범위에 포함되어야 하는 필수적인 엘리먼트라는 것을 의미하는 것으로서 이해되지 않아야 하는데: 특허되는 특허 대상의 범위는 허용된 청구항들에 의해서만 정의된다. 더욱이, 이러한 청구항들 중 어떤 청구항도, 정확한 단어들 "하기 위한 수단" 다음에 분사(participle)가 뒤따르지 않는 한, 수단 + 기능 청구항 구성을 적용하도록 의도되지 않는다.

도면

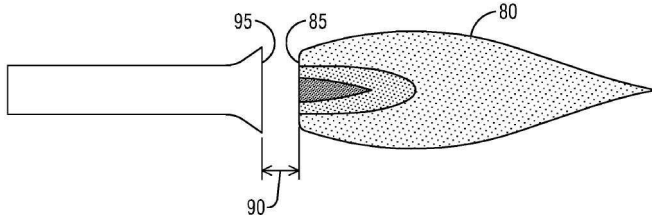
도면1



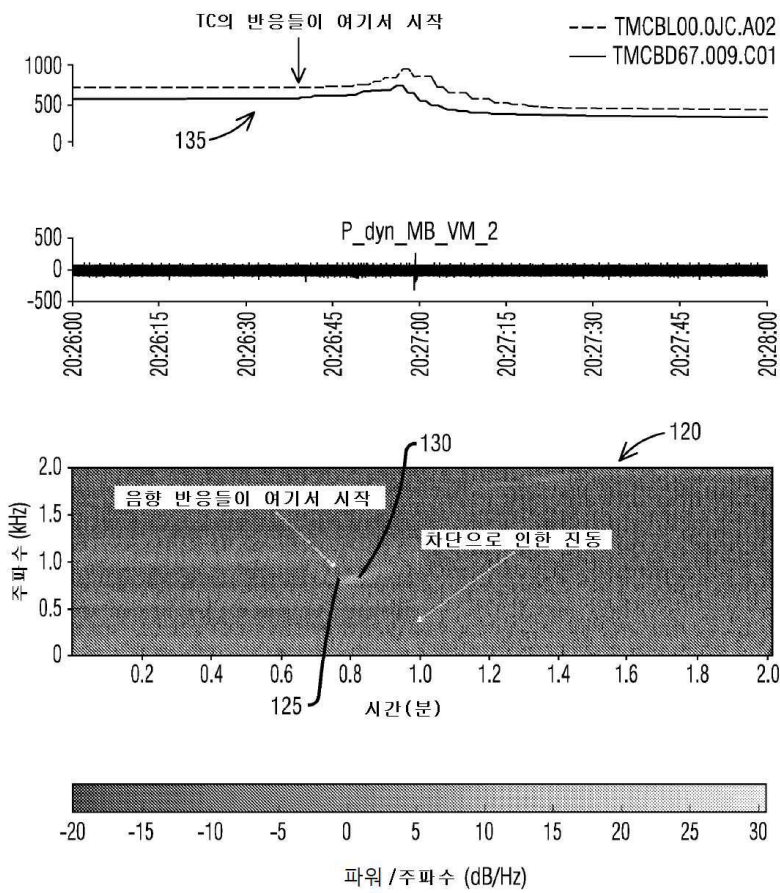
도면2



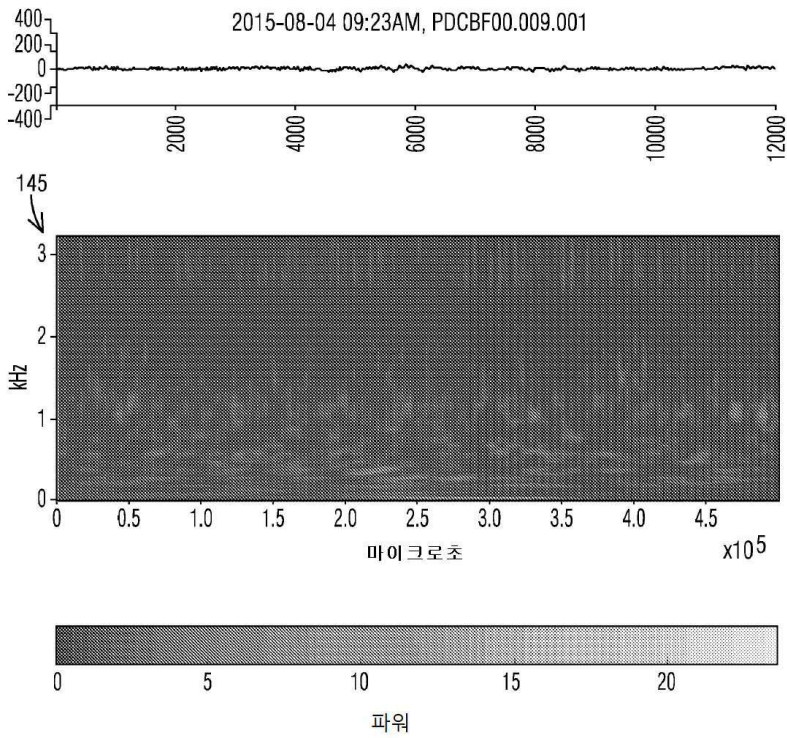
도면3



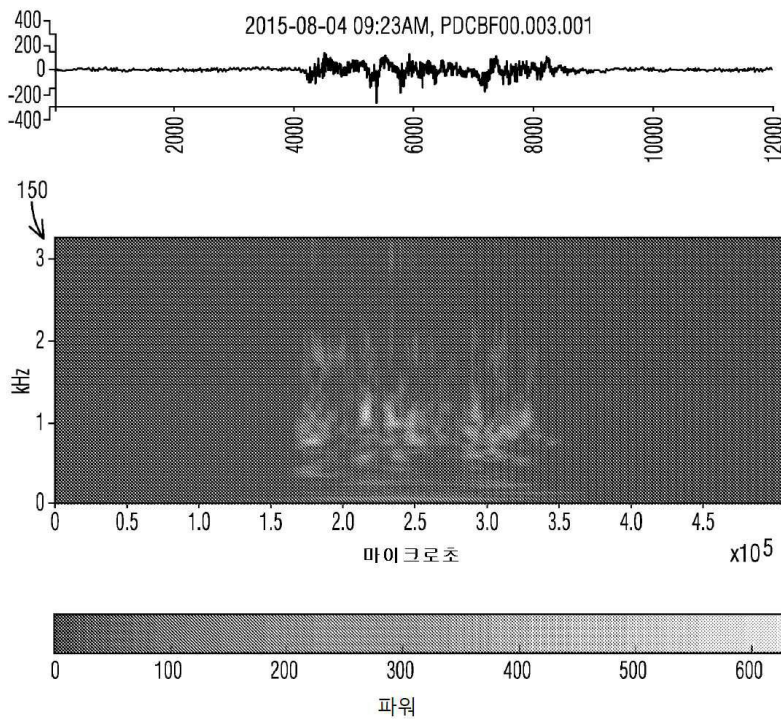
도면4



도면5



도면6



도면7

