(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월21일
(11) 등록번호 10-1940845
(24) 등록일자 2019년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02D 41/00 (2006.01) *F02B 37/00* (2006.01)
F02D 41/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7006573
(22) 출원일자(국제) 2012년08월31일
심사청구일자 2017년07월31일
(85) 번역문제출일자 2014년03월12일
(65) 공개번호 10-2014-0063687
(43) 공개일자 2014년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/053501
(87) 국제공개번호 WO 2013/039727
국제공개일자 2013년03월21일
(30) 우선권주장
13/234,517 2011년09월16일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
FR2827336 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
제너럴 일렉트릭 캄파니
미합중국 뉴욕 (우편번호 12345) 쉐넥테디 원 리버 로우드
(72) 발명자
말론 매튜 존
미국 펜실베니아주 16531 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901
스웬슨 켄달 로저
미국 펜실베니아주 16531 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

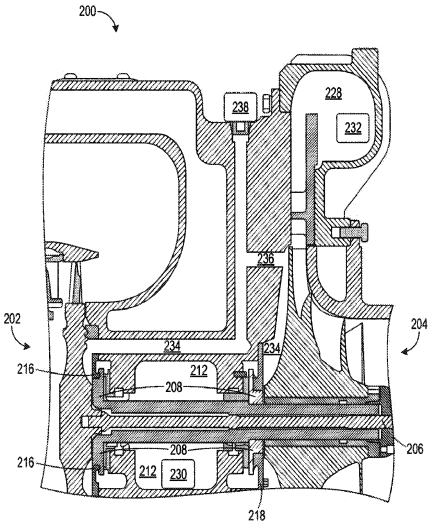
전체 청구항 수 : 총 21 항 심사관 : 윤마루

(54) 발명의 명칭 **터보차저를 진단하기 위한 방법 및 시스템**

(57) 요 약

본 방법은 터보차저의 오일 공동부(212) 내 또는 터보차저 내의 압축기 내의 디퓨저(228)에서의 제 1 압력(230, 232)을 결정하는 단계 및 터보차저의 시일 공동부(234) 내의 제 2 압력(238)을 결정하는 단계를 포함한다. 본 방법은, 예를 들어 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이보다 큰 경우에 제 1 압력과 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 열화를 표시하는 단계를 더 포함한다. 이러한 방식으로, 시일의 주위의 간극이 증가하여 터보차저 내의 압력 변화를 초래할 때, 비접촉 시일과 같은 터보차저의 부품의 열화가 진단될 수 있다. 이러한 표시로부터, 예를 들면, 크랭크케이스의 과압이 터보차저 샤프트의 시일의 열화에 의한 것인지, 또는 다른 원인에 의한 것인지를 확인할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

블라이스 닐

미국 펜실베니아주 16531 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901

카루나라트니 밀란

미국 펜실베니아주 16531 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901

워든 브렛 드웨인

미국 펜실베니아주 16509 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901

플린 폴 로이드

미국 펜실베니아주 16531 로렌스 파크 이스트 레이크 로드 2901

(56) 선행기술조사문헌

JP2003328841 A

JP2014152634 A

US20080034753 A1

US20080223036 A1

US20100143114 A1

WO2008035018 A2

명 세 서

청구범위

청구항 1

방법에 있어서,

터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계;

상기 터보차저의 터보차저 케이싱 내에 배치되고 터보차저 시일과 연통하는 시일 공동부에서 제 2 압력을 결정하는 단계; 및

상기 제 1 압력 및 상기 제 2 압력에 기초하여 상기 터보차저 시일의 열화를 표시하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 위치는 상기 터보차저의 오일 공동부 내에 있거나 상기 터보차저의 압축기 케이싱 내의 디퓨저에 있는

방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 압력이 제 1 임계 압력을 초과했을 경우 또는 상기 제 2 압력이 제 2 임계 압력을 초과했을 경우에, 상기 터보차저의 비접촉 시일의 열화를 표시하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이보다 큰 경우에, 상기 터보차저의 비접촉 시일의 열화를 표시하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 압력의 주파수 성분을 결정하는 단계, 및 상기 주파수 성분에 기초하여 상기 터보차저의 압축기의 열화를 표시하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 터보차저가 차량의 엔진에 결합되어 작동 중인 동안에 상기 터보차저의 열화를 표시하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 7

방법에 있어서,

터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계;

상기 터보차저의 터보차저 케이싱 내에 배치되고 시일과 연통하는 시일 공동부에서 제 2 압력을 결정하는 단계;

상기 제 2 압력의 주파수 성분을 결정하는 단계; 및

상기 제 1 압력 및 상기 제 2 압력과 상기 제 2 압력의 주파수 성분에 기초하여 상기 터보차저의 상태를 진단하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 위치는 상기 터보차저의 오일 공동부 내에 있거나 상기 터보차저의 압축기 케이싱 내의 디퓨저에 있는

방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 압력이 제 1 임계 압력을 초과했을 경우 또는 상기 제 2 압력이 제 2 임계 압력을 초과했을 경우에, 상기 터보차저의 상태를 진단하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이보다 큰 경우에, 상기 터보차저의 비접촉 시일의 열화를 진단하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 터보차저가 결합되는 엔진이 작동 중인 동안에 상기 터보차저의 상태를 진단하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 차이는 하나 이상의 엔진 작동 파라미터에 의해 변화되는

방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 방법은 상기 제 2 압력의 주파수 성분에 기초하여 상기 터보차저의 압축기의 열화를 진단하는 단계를 더 포함하는

방법.

청구항 13

시스템에 있어서,

터보차저의 제 1 위치에 배치된 제 1 압력 센서로부터 제 1 압력 신호를 수신하고, 상기 터보차저의 터보차저

케이싱 내에 배치되고 시일과 연통하는 시일 공동부 내에 배치된 제 2 압력 센서로부터 제 2 압력 신호를 수신하도록 구성되는 제어 모듈을 포함하며,

상기 제어 모듈은 상기 제 1 압력 신호 및 상기 제 2 압력 신호에 기초하여 제어 신호를 출력하도록 추가로 구성되는

시스템.

청구항 14

시스템에 있어서,

압축기 및 터빈을 구비하고, 차량의 엔진에 결합되는 터보차저;

제 1 신호를 발생하도록 구성되고, 상기 터보차저의 오일 공동부 내에 배치되는 제 1 압력 센서;

제 2 신호를 발생하도록 구성되고, 상기 터보차저의 터보차저 케이싱 내에 배치되고 시일과 연통하는 시일 공동부 내에 배치되는 제 2 압력 센서; 및

상기 제 1 신호로부터의 제 1 압력 및 상기 제 2 신호로부터 제 2 압력을 확인하고, 상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 차이가 제 1 임계 차이보다 큰 경우에 상기 터보차저의 열화를 확인하도록 구성되는 제어기를 포함하는

시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 임계 차이는 상기 엔진의 작동 상태에 의해 변화되는

시스템.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

제 3 신호를 발생하도록 구성되는 제 3 압력 센서를 더 포함하고, 상기 제 3 압력 센서는 상기 터보차저의 디퓨저에서 압축기 케이싱 내에 배치되거나, 또는 상기 엔진의 흡기 매니폴드 내에 배치되는

시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제 2 압력과 상기 제 3 압력 사이의 차이가 제 2 임계 차이보다 큰 경우에, 상기 터보차저의 열화를 확인하도록 추가로 구성되며, 상기 제 2 임계 차이는 상기 엔진의 작동 상태에 의해 변화되는

시스템.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제 1 압력이 제 1 임계 압력을 초과하는 경우 및 상기 제 2 압력이 제 2 임계 압력을 초과하는 경우에, 상기 터보차저의 열화를 확인하도록 추가로 구성되는

시스템.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 제 2 신호의 주파수 성분을 확인하고, 상기 주파수 성분에 기초하여 상기 압축기의 열화를

확인하도록 추가로 구성되는

시스템.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 터보차저는 상기 터보차저의 시일 공동부에 오리피스를 더 포함하고, 상기 오리피스는 초킹된 공기류를 발생하도록 구성되는

시스템.

청구항 21

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는, 상기 제 1 압력과 상기 제 2 압력 사이의 차이가 상기 제 1 임계 차이보다 큰 경우에, 비접촉 시일의 열화를 확인하도록 추가로 구성되는

시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 명세서의 주제의 실시형태는 내연 엔진 시스템에 관한 것이다. 다른 실시형태는 터보차저에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 터보차저는 연소를 위해 엔진에 공급되는 공기의 압력을 증가시키기 위해 엔진 시스템에 사용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 터보차저는 흡입 공기 압력을 증가시키도록 샤프트를 통해 적어도 부분적으로 압축기를 구동하는 엔진의 배기 통로에 결합되는 터빈을 포함한다. 터빈 또는 압축기로부터의 고압 공기는 비접촉 래버린스 시일(labyrinth seal)을 지나 터보차저의 샤프트를 둘러싸고 있는 오일 공동부 내로 누설될 수 있다. 저압 오일 공동부는 엔진의 크랭크케이스와 유체 연통 상태이므로, 고압 공기의 누설로 인해 크랭크케이스 압력이 증가할 수 있고, 크랭크케이스에 과압 사고(over pressure event)를 초래하여, 결국 수리나 교체를 위해 엔진 시스템으로부터 터보차저를 제거하게 된다.

[0003] 다른 실시예에서, 크랭크케이스 과압 사고는 피스톤 주위의 블로바이(blow-by)를 증가시키는 피스톤 링의 열화 및/또는 크랭크케이스의 압력을 유지하는 배출 시스템의 열화와 같은 다른 인자에 의해 발생할 수 있다. 그러나, 이와 같은 실시예에서, 크랭크케이스 과압 사고의 원인이 아님에도 불구하고 크랭크케이스 과압 사고의 정확한 원인이 알려지지 않은 경우에는 여전히 터보차저는 엔진 시스템으로부터 제거될 수 있다.

발명의 내용

[0004] 하나의 실시형태에서, 본 방법은 터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계 및 터보차저 내의 제 2 위치에서 제 2 압력을 결정하는 단계를 포함한다. 본 방법은 제 1 압력 및 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 열화를 표시하는 단계를 더 포함한다. 예를 들면, 제어 신호는 (제 1 압력 및 제 2 압력에 기초하여) 터보차저가 수리를 필요로 하는 단계까지 열화되었다는 판정에 응답하여 경보를 개시하기 위해 차량 또는 다른 시스템 등을 제어하는 출력일 수 있다.

[0005] 이러한 표시로부터, 예를 들면, 크랭크케이스 과압이 터보차저 샤프트 시일의 열화에 의한 것인지 어떤 다른 이유에 의한 것인지를 확인하는 것이 가능하다. 더욱이, 본 방법은 터보차저 내의 2개의 위치 사이의 압력차가 측정됨에 따라 터보차저의 작동 중에 실행된다. 그러므로, 터보차저의 열화는 터보차저가 결합된 엔진 시스템으로부터 터보차저를 제거할 필요 없이 검출될 수 있고, 터보차저는 열화가 표시되었을 경우에만 제거될 수 있다.

[0006] 위의 간단한 설명은 상세한 설명에서 더욱 설명되는 개념의 선택을 단순화된 형태로 소개하도록 제공되는 것이라는 것이 이해되어야 한다. 이것은 청구된 주제의 핵심적 특징 또는 본질적 특징을 확인하는 것은 아니고, 청구된 주제의 범위는 상세한 설명에 이어지는 특허청구범위에 의해서만 한정된다. 더욱이, 청구된 주제는 위에

서 또는 본 개시의 임의의 부분에서 언급된 임의의 단점을 해결하는 구현형태에 제한되지 않는다.

[0007] 본 발명은 첨부된 도면을 참조하여 이하의 비제한적인 실시형태의 설명으로부터 더 확실하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 터보차저를 구비한 차량의 개략도,

도 2는 터보차저의 일부분의 횡단면도,

도 3은 압력 측정에 기초하여 터보차저를 진단하기 위한 방법을 설명하는 흐름도,

도 4는 압력 신호의 주파수 성분을 사용하여 터보차저를 진단하기 위한 방법을 설명하는 흐름도,

도 5는 압력 신호의 주파수 성분을 보여주는 그래프,

도 6은 압력 측정에 기초하여 터보차저를 진단하기 위한 방법을 설명하는 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 다음의 설명은 터보차저를 진단하기 위한 방법 및 시스템의 다양한 실시형태에 관한 것이다. 하나의 예시적인 방법은 터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계, 및 터보차저 내의 제 2 위치에서 제 2 압력을 결정하는 단계를 포함한다. 본 방법은, 예를 들어 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이보다 큰 경우에 제 1 압력과 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 열화를 표시하는 단계를 더 포함한다. 이러한 방식으로, 시일의 주위의 간극이 증가하여 터보차저 내의 압력 변화를 초래할 때, 비접촉 시일과 같은 터보차저의 부품의 열화가 진단될 수 있다. 일부의 실시예에서, 본 방법은 제 2 압력의 주파수 성분을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들면, 제 2 압력은 시일 공동부 압력일 수 있다. 시일 공동부 압력의 주파수 성분을 측정함으로써 압축기 또는 터빈의 팬 블레이드와 같은 터보차저의 부품의 열화가 진단될 수 있다. 따라서, 터보차저 내의 다양한 위치에서 압력을 측정함으로써, 엔진 크랭크케이스 과압이 터보차저 열화에 기인된 것임을 결정할 수 있다. 더욱이, 열화가 임계 차이보다 큰 압력차에 의해 진단되었는지 또는 주파수 성분에 의해 진단되었는지의 여부에 기초하여 터보차저 내의 열화의 위치가 결정될 수 있다.

[0010] 하나의 실시형태에서, 터보차저는 차량의 엔진에 결합될 수 있다. 터보차저 또는 다중-터보차저가 부착될 수 있는 엔진을 가지는 하나의 유형의 차량을 예시하기 위해 기관차 시스템이 사용된다. 다른 유형의 차량은 온-하이웨이(on-highway) 차량 및 광산 설비 및 선박과 같은 오프-하이웨이(off-highway) 차량을 포함할 수 있다. 본 발명의 다른 실시형태는 고정 엔진에 결합되는 터보차저를 위해 사용될 수 있다. 엔진은 디젤 엔진일 수 있거나, 또는 다른 연료 또는 연료의 조합물을 연소할 수도 있다. 이와 같은 대안적 연료는 가솔린, 케로신, 바이오디젤, 천연 가스 및 에탄올을 포함할 수 있다. 적절한 엔진은 압축 점화 및/또는 스파크 점화를 사용할 수 있다.

[0011] 도 1은 복수의 차륜(112)을 통해 철도(102) 상에 주행하도록 구성되는 철도 차량(106)(예를 들면, 기관차)으로서 본 명세서에서 도시되는 차량 시스템(100)의 예시적인 실시형태의 블록도를 도시한다. 도시된 바와 같이, 철도 차량(106)은 내연 엔진과 같은 엔진(104)을 구비하는 엔진 시스템을 포함한다.

[0012] 엔진(104)은 흡기 통로(114)로부터 연소를 위한 흡입 공기를 수용한다. 흡기 통로(114)는 철도 차량(106)의 외부로부터의 공기를 여과하는 공기 필터(도시되지 않음)로부터 주위 공기를 수용한다. 엔진(104) 내에서의 연소로부터 유발되는 배기 가스는 배기 통로(116)에 공급된다. 배기 가스는 배기 통로(116)를 통해 유동하고, 철도 차량(106)의 배기 스택(exhaust stack)으로부터 배출된다.

[0013] 엔진 시스템은 흡기 통로(114)와 배기 통로(116) 사이에 배치되는 터보차저(120)("터보")를 포함한다. 터보차저(120)는 출력 및/또는 엔진-작동 효율을 증가시키기 위해 연소 중에 보다 큰 급기 밀도를 제공하도록 흡기 통로(114) 내로 흡인되는 주위 공기의 공기 급기를 증가시킨다. 터보차저(120)는 터빈(도 1에 도시되지 않음)에 의해 적어도 부분적으로 구동되는 압축기(도 1에 도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 본 경우에 단일 터보차저가 도시되어 있으나, 본 시스템은 다중 터빈 및/또는 압축기 스테이지를 포함할 수 있다. 이하에서 도 2를 참조하여 터보차저가 보다 상세하게 설명된다.

[0014] 일부의 실시형태에서, 차량 시스템(100)은 터보차저(120)의 상류 또는 하류의 배기 통로에 결합되는 배기 가스 처리 시스템을 더 포함할 수 있다. 하나의 예시적 실시형태에서, 배기 가스 처리 시스템은 디젤 산화 촉매(DOC) 및 디젤 미립자 필터(DPF)를 포함할 수 있다. 다른 실시형태에서, 배기 가스 처리 시스템은 하나 이상의

배기 제어 장치를 추가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다. 이와 같은 배기 제어 장치는 선택적 촉매 환원(SCR) 촉매, 3 방향 촉매, NOx 트랩(trap), 또는 다양한 기타 장치나 시스템을 포함할 수 있다.

[0015] 철도 차량(106)은 차량 시스템(100)에 관련되는 다양한 부품을 제어하기 위한 제어기(148)를 더 포함한다. 하나의 실시예에서, 제어기(148)는 컴퓨터 제어 시스템을 포함한다. 제어기(148)는 철도 차량 작동의 제어 및 온-보드(on-board) 모니터링을 가능하게 하기 위한 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(도시되지 않음)를 더 포함한다. 제어기(148)는 차량 시스템(100)의 제어 및 관리를 감시함과 동시에, 본 명세서에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 작동 파라미터 및 작동 상태를 결정하도록, 그리고 대응하여 철도 차량(106)의 작동을 제어하기 위해 다양한 엔진 액츄에이터(152)를 조절하도록, 다양한 엔진 센서(150)로부터의 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 제어기(148)는 엔진 속도, 엔진 부하, 과급 압력, 배기 압력, 주위 압력, 배기 온도, 흡기 매니폴드 공기 압력(MAP)(154)을 포함하지만 이것에 한정되지 않는 다양한 엔진 센서(150)로부터 신호를 수신할 수 있다. 이에 따라, 제어기(148)는 트랙션 모터(traction motor), 교류발전기, 실린더 밸브, 스로틀 등과 같은 다양한 부품에 명령을 송신함으로써 차량 시스템(100)을 제어할 수 있다. 하나의 실시예에서, 제어기(148)는 임계 압력보다 큰 엔진 크랭크케이스 압력에 따라 엔진을 정지시킬 수 있다.

[0016] 하나의 실시형태에서, 아래에서 도 3을 참조하여 설명된 바와 같이, 제어기(148)는 터보차저 내의 다양한 위치, 예를 들면, 제 1 및 제 2 상이한 위치에 위치되는 복수의 압력 센서로부터 압력을 표시하는 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 하나의 실시예로서, 제 1 압력 신호를 출력하는 제 1 압력 센서는 터보차저(120)의 시일 공동부 내에 위치될 수 있고, 제 2 압력 신호를 출력하는 제 2 압력 센서는 터보차저의 오일 공동부 내에 위치될 수 있다. 제어기는 임계 차이보다 큰 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이에 반응하여 터보차저의 열화를 확인할 수 있다.

[0017] 도 2는 도 1을 참조하여 위에서 설명된 터보차저(120)와 같은 엔진에 결합될 수 있는 터보차저(200)의 예시적 실시형태의 도면을 도시한다. 도 2에 도시된 도면은 터보차저(200)의 일부의 횡단면도이다. 하나의 실시예에서, 터보차저(200)는 엔진에 볼트 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 터보차저(200)는 엔진의 배기 통로와 흡기 통로 사이에 결합될 수 있다. 다른 실시예에서, 터보차저는 다른 적절한 방법에 의해 엔진에 결합될 수 있다.

[0018] 터보차저(200)는 터빈(202) 및 압축기(204)를 포함한다. 엔진으로부터의 배기 가스는 터빈(202)을 통해 유동하고, 배기 가스로부터의 에너지는 회전 운동 에너지로 변환되어 샤프트(206)를 회전시키고, 다음에 샤프트(206)는 압축기(204)를 구동한다. 주위의 흡입 공기는 회전하는 압축기(204)를 통해 흡인됨에 따라 압축되어(예를 들면, 공기의 압력이 증가됨), 보다 많은 양의 공기가 엔진의 실린더에 공급될 수 있다.

[0019] 일부의 실시형태에서, 터빈(202) 및 압축기(204)는 별개의 케이싱을 가질 수 있고, 이들 케이싱은, 예를 들어 단일 유닛(예를 들면, 터보차저(200))이 형성되도록 볼트로 함께 결합된다. 일 실시예로서, 터빈은 주철제의 케이싱을 가질 수 있고, 압축기는 알루미늄 합금제의 케이싱을 가질 수 있다. 다른 실시예에서, 터빈의 케이싱 및 압축기의 케이싱은 동일한 재료로 제조될 수 있다. 터빈 케이싱 및 압축기 케이싱은 임의의 적절한 재료로 제조될 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0020] 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 압력 센서(232)는 압축기 케이싱 내의 압력을 측정하기 위해 압축기 케이싱 내의 디퓨저(228)에 위치된다. 디퓨저(228)는, 예를 들면, 속도 에너지를 압력 에너지로 변환시키는 압축기 케이싱 내의 발산 덕트이다. 압력 센서(232)는, 예를 들면, 부과되는 압력의 함수로서 신호를 발생하는 트랜스듀서일 수 있다. 디퓨저(228)에서의 압력은 흡기 매니폴드 공기 압력(MAP)과 실질적으로 동등할 수 있다. 예를 들면, 일부의 엔진 시스템의 노치 8에서, 제 1 압력 센서(232)는 약 45 psig(약 3 바)의 압력을 측정할 수 있다.

[0021] 터보차저(200)는, 샤프트가 감소된 마찰로 고속으로 회전할 수 있도록 샤프트(206)를 지지하기 위한 베어링(208)을 더 포함한다. 터보차저는 베어링의 열화를 감소시키고 또 베어링의 온도를 유지(예를 들면, 베어링을 차게 유지)하기 위한 윤활 시스템을 더 포함할 수 있다. 엔진 작동 중에, 엔진 오일 또는 엔진 냉각제의 일정한 유동이 예를 들어 터보차저를 통과할 수 있다. 하나의 실시예에서, 가압된 엔진 오일이 오일 유입구(도시되지 않음)를 통해 터보차저 내에 유입될 수 있다. 과잉의 오일은 오일 공동부(212) 내에 수집될 수 있고, 오일은 오일 공동부(212)와 유체적으로 결합되는 유출구(도시되지 않음)를 통해 터보차저(200)로부터 배출된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 오일 공동부 압력 센서(230)는 오일 공동부 내의 압력을 측정하기 위해 오일 공동부(212) 내에 위치된다. 오일 공동부 압력 센서(230)는 제 1 압력 센서(232)에 추가하여 제공될 수 있거나, 또는 제 1 압력 센서(232)를 대체할 수도 있다. 오일 공동부 압력 센서(230)는, 예를 들면, 부여되는 압력의 함수로

서 신호를 발생하는 트랜스듀서일 수 있다.

[0022] 도 2에 도시된 바와 같이, 터보차저(200)는 2개의 비접촉 시일(예를 들면, 래버린스 시일), 오일 공동부(212)와 터빈(202) 사이에 위치되는 터빈 래버린스 시일(216), 및 오일 공동부(212)와 압축기(204) 사이에 위치되는 압축기 래버린스 시일(218)을 더 포함한다. 본 명세서에 사용되는 래버린스 시일은 누설을 방지하는 것을 도와주는 (예를 들면, O-링 또는 유사한 원형 시일 시일과 대조적으로) 구불구불한 경로나 사행(serpentine) 경로를 제공하는 일종의 기계적 시일을 지칭한다. 하나의 실시형태에서, 래버린스 시일은 다른 부품에 대해 단단히 압박되는 많은 그루브 또는 나사산으로 구성될 수 있다. 본 명세서에서, 래버린스 시일은 래버린스 나사산의 선단부와 주행면 사이에 작은 간격을 가진 상태로 회전하는 샤프트 시스템에 적용된다. 이러한 방식으로, 래버린스 시일은 유체의 통로를 제어함으로써 비접촉 실링 작용을 제공한다. 따라서 래버린스 시일(216, 218)은 뒤틀린 구불구불한 경로를 제공함으로써 베어링(208)을 윤활하기 위해 사용되는 엔진 오일의, 예를 들면, 터빈(202) 및 압축기(204)로의 누설을 감소시킬 수 있다. 래버린스 시일(216, 218)은 비접촉 시일이므로, 베어링(208) 및 샤프트(206) 주위의 마찰이 감소될 수 있고, 동시에 오일 누설도 감소된다. 하나의 실시예에서, 래버린스 시일(216, 218)은 베어링(208)으로부터 결정된 거리만큼 이격될 수 있다. 적절한 결정된 거리는 약 1/4,000인치(약 $6x10^{-4}$ cm) 미만의 범위와 같은 적용 특정 파라미터를 참조하여 결정될 수 있다.

[0023] 터보차저(200)는 압축기 래버린스 시일(218)의 근처의 압축기(204)의 후측으로부터 터빈 래버린스 시일(216)의 근처의 영역까지 연장되는 시일 공동부(234)을 더 포함한다. 시일 공동부(234)는 터보차저(200)의 케이싱 내의 공기 통로이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 시일 공동부(234)는 오리피스(236)를 포함한다. 오리피스는 초킹된 공기류를 발생하도록 구성된다. 이와 같은 구성에서, 초킹된 공기류는 보다 하류에서 더 큰 압력차를 발생시킴으로써 터보차저(200)의 다양한 위치들 사이의 압력차를 보다 양호하게 검출할 수 있게 된다. 시일 공동부(234)는 시일 공동부(234) 내의 압력을 측정하기 위한 제 2 압력 센서(238)를 더 포함한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 제 2 압력 센서(238)는 시일 공동부(234)의 포트에 위치된다. 제 2 압력 센서(238)는, 예를 들면, 부과되는 압력의 함수로서 신호를 발생하는 트랜스듀서일 수 있다. 시일 공동부(234) 내의 압력은, 예를 들면, 오일 공동부 내에 오일이 유지될 수 있도록 오일 공동부(212) 내의 압력보다 높을 수 있다. 예를 들면, 일부의 엔진 시스템의 노치 8에서, 압력 센서(238)는 약 27 psig(약 2 바)의 압력을 측정할 수 있다.

[0024] 각각의 압력 센서 위치는 상이한 압력을 가질 수 있다. 예를 들면, 압축기 케이싱 내의 디퓨저(228)에서의 압력은 시일 공동부(234) 내의 압력보다 높을 수 있고, 시일 공동부(234) 내의 압력은 오일 공동부(212) 내의 압력보다 높을 수 있다. 더욱이, 각각의 압력 사이의 차이는 터빈 또는 압축기 속도, 엔진의 노치 설정, 주위 온도 및/또는 압력 등과 같은 작동 상태에 의해 변화될 수 있다. 로터 불균형 또는 축방향 이동으로 인해 시일에 마찰을 가하는 샤프트(206)로 인해 터빈 래버린스 시일(216) 및/또는 압축기 래버린스 시일(218)의 열화가 발생하는 경우, 시일 공동부(234) 내의 압력은 감소될 수 있으나 압축기 케이싱 내의 디퓨저(228)의 압력은 실질적으로 동일하게 유지된다. 그러므로, 래버린스 시일(216, 218)의 열화는, 각각의 임계 차이보다 큰, 시일 공동부(234) 내에서 측정되는 압력과 압축기 케이싱 내의 디퓨저(228)에서 측정되는 압력 사이의 압력차에 기초하여 진단될 수 있다.

[0025] 하나의 실시형태에서, 시스템은 압축기 및 터빈을 구비하는 터보차저, 제 1 신호를 발생하는 제 1 압력 센서, 및 제 2 신호를 발생하는 제 2 압력 센서를 포함한다. 제 1 압력 센서는 터보차저의 오일 공동부 내에 배치되고, 제 2 압력 센서는 터보차저의 시일 공동부 내에 배치된다. 본 시스템은 제 1 신호로부터 제 1 압력을 그리고 제 2 신호로부터 제 2 압력을 확인하도록, 그리고 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 제 1 임계 차이보다 큰 경우에 터보차저의 열화를 확인하도록 구성되는 제어기를 더 포함한다. 실시형태에서, 터보차저의 열화를 확인하는 단계는, 예를 들면, 경보 또는 경고를 개시하거나 차량 시스템을 제어하기 위한 제어 신호를 출력하는 단계를 포함한다.

[0026] 일부의 실시형태에서, 철도 차량 또는 기타 차량에 설치될 수 있는 업그레이드 키트(upgrade kit)는 위에서 설명된 바와 같이 터보차저 내에서 측정되는 압력값에 기초하여 터보차저의 열화를 결정하기 위한 명령을 포함하는 비지속성 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다. 업그레이드 키트는 터보차저 시스템 내에 설치될 수 있는 복수의 압력 센서 또는 기타 기계적 요소를 더 포함할 수 있다.

[0027] 도 3, 도 4, 및 도 6은 엔진에 결합되는 터보차저를 포함하는 차량 시스템 내에서 실행될 수 있는 예시적인 방법을 설명하는 흐름도를 도시한다. 도 3은 터보차저 내의 측정된 압력차에 기초하여 터보차저 샤프트의 주위에 배치되는 비접촉 시일의 열화를 진단하기 위한 방법을 도시한다. 도 4는 터보차저 내에서 측정된 압력의 주파수 성분에 기초하여 터보차저의 터빈 또는 압축기의 열화를 진단하기 위한 방법을 도시한다. 도 6은 터보차저

내의 측정된 압력에 기초하여 터보차저 샤프트의 주위에 배치되는 비접촉 시일의 열화를 진단하기 위한 방법을 도시한다. 도 3, 도 4 및 도 6을 참조하여 설명되는 방법은, 예를 들면, 동일한 제어기에 의해, 그리고 동일한 시간에 실행될 수 있다. 실시예로서, 제 2 압력은 제 1 압력과 비교하기 위해 측정될 수 있고, 제 2 압력의 주파수 성분이 또한 결정될 수 있고, 제 1 및/또는 제 2 압력은 각각의 임계 압력과 비교될 수 있다. 더욱이, 도 3, 도 4, 및 도 6을 참조하여 설명되는 방법은 터보차저가 결합되는 엔진이 작동 중인 동안(예를 들면, 연소가 발생 중인 동안)에 실행되고, 또 터보차저가 배치되는 차량이 주행 중인 동안에 실행될 수 있다.

[0028] 하나의 예시적인 실시형태에서, 본 방법은 터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계, 터보차저 내의 제 2 위치에서 제 2 압력을 결정하는 단계, 및 제 2 압력의 주파수 성분을 결정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이 및 제 2 압력의 주파수 성분에 기초하여 터보차저의 상태를 진단하는 단계를 더 포함한다.

[0029] 도 3으로 돌아가면, 도 2를 참조하여 위에서 설명된 터보차저(200)와 같은 터보차저의 상태를 진단하기 위한 방법(300)이 도시되어 있다. 구체적으로, 이 방법은 터보차저 내의 다양한 위치에 위치되는 압력 센서를 이용하여 압력을 측정하는 단계 및 측정된 압력값을 비교하는 단계를 포함한다. 예를 들면, 제 1 위치에서 측정되는 제 1 압력은 제 2 위치에서 측정되는 제 2 압력과 비교된다. 터보차저의 열화는 측정된 압력값의 차이에 기초하여 결정된다. 위에서 설명된 바와 같이, 이 방법은 터보차저가 결합되는 엔진이 작동 상태인 동안에 실행되고, 또 터보차저가 배치되는 철도 차량과 같은 차량이 주행 중인 동안에 실행될 수 있다. 이러한 방식으로, 터보차저의 다양한 공동부들 사이의 압력차는 측정하기에 충분히 클 수 있다.

[0030] 단계 302에서, 시스템 작동 상태가 결정된다. 이 작동 상태는 과급 압력, 주위 압력, 주위 온도, 엔진 노치 설정 등을 포함할 수 있다.

[0031] 일단 작동 상태가 결정되면, 본 방법은 단계 304로 진행하고, 여기서 제 1 압력이 제 1 위치에서 측정된다. 위에서 설명된 바와 같이, 터보차저는 터보차저 내의 다양한 위치에 배치되는 복수의 압력 센서를 가질 수 있다. 그러므로, 제 1 압력은 오일 공동부 내에 배치되는 제 1 압력 센서, 압축기 케이싱 내의 디퓨저에 배치되는 압력 센서, 또는 시일 공동부 내에 배치되는 압력 센서에 의해 측정될 수 있다. 다른 실시형태에서, 제 1 압력은 터보차저 내의 다른 적절한 위치에서 측정될 수 있다.

[0032] 단계 306에서, 제 2 압력은 제 2 위치에서 측정된다. 제 2 위치는 제 1 위치 이외의 위치일 수 있다. 예를 들면, 제 1 압력은 오일 공동부 내의 제 1 압력 센서에 의해 측정될 수 있고, 제 2 압력은 시일 공동부 내의 제 2 압력 센서에 의해 측정될 수 있다. 다른 실시예로서, 제 1 압력은 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서 제 1 압력 센서에 의해 측정될 수 있고, 제 2 압력은 시일 공동부 내의 제 2 압력 센서에 의해 측정될 수 있다. 다른 실시형태에서, 제 2 압력은 터보차저 내의 다른 적절한 위치에서 측정될 수 있다.

[0033] 일단 제 1 압력 및 제 2 압력이 결정되면, 단계 308에서 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이보다 큰지의 여부가 결정된다. 제 1 및 제 2 압력이 평가되는 특정의 임계 차이는 제 1 및 제 2 압력이 검출되는 터보차저 내의 위치에 의존할 수 있고, 상이한 일련의 위치는 상이한 임계 차이를 갖는다. 예를 들면, 시일 공동부 내의 압력과 오일 공동부 내의 압력 사이의 임계 차이(제 1 및 제 2 압력이 이들 위치에서 측정되는 경우)는 제 1 임계 차이일 수 있고, 시일 공동부 내의 압력과 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서의 압력 사이의 임계 차이(제 1 및 제 2 압력이 이들 위치에서 측정되는 경우)는 제 2 임계 차이일 수 있다. 각각의 측정된 압력은 정상 작동 상태 하에서 상이한 값을 가질 수 있으므로, 제 1 임계 차이는 제 2 임계 차이와 상이한 값을 가질 수 있다. 실시예로서, 터보차저가 정상인(예를 들면, 열화되지 않은) 정상 작동 상태 하에서, 오일 공동부 내의 제 1 압력은 특정 값을 가질 수 있고, 시일 공동부 내에서 측정되는 제 2 압력은 더 높은 값을 가질 수 있으므로 오일 공동부는 오일을 유지하게 된다. 더욱이, 시일 공동부 내에서 측정되는 압력은 엔진 노치, 엔진 속도, 주위 온도, 주위 압력, 엔진 오일 온도, 엔진 냉각제 온도, 연료 주입 진각, 급기 압력, 터보차저 속도, 및/또는 급기 온도와 같은 작동 상태에 의해 변화될 수 있다. 예를 들면, 시일 공동부는 더 높은 엔진 노치(예를 들면, 노치 4에 비해 노치 8)에서 더 높은 압력을 가질 수 있다. 마찬가지로, 임계 차이는 압축기 속도, 엔진 부하, 엔진 노치 등과 같은 작동 상태에 기초하여 변화될 수 있다. 예를 들면, 압축기의 속도가 감소함에 따라, 시일 공동부 압력도 감소될 수 있고, 그 결과 시일 공동부와 오일 공동부 사이의 압력차가 감소된다. 그러므로, 가능한 터보차저 열화에 관하여 이들 위치에서 압력을 평가하는 경우, 시일 공동부와 오일 공동부 사이의 임계 차이도 대응하여 감소될 수 있으므로 터보차저의 열화가 오확인되지 않는다.

[0034] 다른 실시예로서, 터보차저가 정상인 정상 작동 상태 하에서, 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서의 제 1 압력은 매니폴드 공기 압력과 유사한 값을 가질 수 있고, 시일 공동부 내에서 측정되는 제 2 압력은 더 낮은 값을 가질

수 있다. 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서, 그리고 시일 공동부 내에서 측정되는 압력은, 예를 들면, 엔진 노치 설정 및 터보차저 속도와 같은 작동 상태에 의해 변화될 수 있고, 시일 공동부 내의 디퓨저에서 측정되는 압력은 엔진 노치에 의해 증가될 수 있다(예를 들면, 압력은 노치 6보다 노치 7에서 더 높음).

[0035] 다양한 작동 상태 하에서 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이는, 예를 들면, 룩업 테이블(look-up table) 내에 저장될 수 있다. 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 절대값이 임계값을 초과하는 경우, 터보차저의 열화가 단계 310에서 표시된다. 하나의 실시예에서, 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 임계값보다 큰 경우, 터빈 또는 압축기 래버린스 시일과 같은 비접촉 시일의 열화가 진단될 수 있다(이와 같은 유형의 진단을 수행하기 위해, 오일 공동부, 시일 공동부, 압축기 케이싱 내의 디퓨저 등과 같은 터보차저 내의 다양한 위치에 센서가 설치될 수 있다). 예를 들면, 로터 불균형 또는 축방향 이동에 기인되어, 터보차저의 회전하는 샤프트는 비접촉 래버린스 시일 상에 마찰될 수 있고, 비접촉 래버린스 시일의 주위에 간극을 형성하고, 크랭크케이스로의 공기류를 증가시켜 크랭크케이스의 과압 및 시일 공동부 압력의 감소를 초래한다. 따라서, 시일 공동부 압력이 감소함에 따라, 시일 공동부 압력과 오일 공동부 압력 변화 사이의 차이 및 시일 공동부 압력과 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서의 압력 사이의 차이가 변화된다.

[0036] 룩업 테이블에 있어서, 룩업 테이블은 (엔진, 차량 또는 기타 시스템의 종류, 유형 또는 구성의) 지정된 작동 상태의 리스트, 및 각각의 작동 상태에 대하여, 예를 들어 실험적으로 결정되는 압력차를 위한 관련 임계값을 포함할 수 있다. 작동 시, (엔진 또는 차량 또는 문제의 기타 시스템의) 현재의 작동 모드는 관련 임계값을 인출하기 위해 테이블의 대응하는 작동 상태와 교차 참조된다. 다음에 압력차(터보차저 내의 제 1 및 제 2 검출된 압력 사이의 차이)는 터보차저의 건전성을 평가하기 위해 인출된 임계값과 비교된다.

[0037] 제어기는, 운전자 인터페이스 패널을 통해 표시되는 기능장애 표시기 램프(MIL)를 점등하도록 진단 코드를 송신하거나 또는 중앙 발송 제어 센터에 진단 코드를 송신하는 등의 방식으로 엔진이 배치되는 차량(또는 기타 시스템)의 운전자에게 진단 결과를 통지하도록 구성될 수 있다. 진단 신호의 수신에 응답하여, 예를 들면, 엔진 시스템 및/또는 터보차저 시스템의 추가의 열화가 발생하지 않도록 터보차저 작동은 일시 정지될 수 있다. 일단 엔진이 정지되면, 터보차저는 차량으로부터 제거되고, 수리되거나 교체될 수 있다. 다른 실시예에서, 엔진 작동 및/또는 터보차저 작동은 엔진이 정지될 때까지 열화된 터보차저를 보상하도록 조절될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 엔진은 터보차저의 열화가 발생했음을 표시하는 진단 코드를 수신하는 즉시 정지됨으로써 터보차저 시스템 및/또는 엔진 시스템의 추가의 열화는 감소될 수 있다.

[0038] 다른 한편, 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이가 임계 차이의 미만인 경우, 본 방법은 단계 312로 이동하고, 여기서 터보차저가 열화되지 않았음(또는 실시형태에서, 동작이 취해지지 않았음)이 표시된다.

[0039] 이러한 방식으로, 터보차저가 작동 상태인 동안에 터보차저의 열화된 상태가 진단될 수 있다. 예를 들면, 압축기 및 터빈 래버린스 시일과 같은 하나 이상의 비접촉 시일에서의 누설에 기인되는 터보차저의 열화는 임계 차이보다 큰 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 압력차에 기인되어 확인될 수 있다. 이 차이가 임계 차이보다 크지 않은 경우, 엔진 크랭크케이스 과압 사고가 열화된 피스톤 링 또는 일부의 다른 원인과 같은 열화된 터보차저 이외의 상태에 기인되는 것일 수 있다는 것이 표시될 수 있다.

[0040] 도 4는 압력 신호의 주파수 성분에 기초하여 도 2를 참조하여 위에서 설명된 터보차저(200)와 같은 터보차저의 상태를 진단하기 위한 방법(400)을 설명하는 흐름도이다. 구체적으로, 이 방법은 터보차저 내의 위치에서 측정되는 압력으로부터 주파수 성분을 결정하는 단계를 포함한다. 주파수 성분에 기초하여, 터빈 또는 압축기의 열화가 확인된다. 위에서 설명된 바와 같이, 이 방법은 터보차저가 결합되는 엔진이 작동 상태인 동안에 실행되고, 또 터보차저가 배치되는 철도 차량과 같은 차량이 주행 중인 동안에 획득될 수 있다. 예를 들면, 본 방법에 의해 결정되는 주파수 성분이 터빈 팬 또는 압축기 팬의 회전에 기초하므로 터보차저는 엔진 작동 중에 엔진에 과급압력(boost)을 공급한다.

[0041] 단계 402에서, 시스템 작동 상태가 결정된다. 이 작동 상태는 과급 압력, 터보차저의 터빈 및/또는 압축기의 속도, 주위 압력, 주위 온도 등을 포함할 수 있다.

[0042] 단계 404에서, 터보차저 내의 위치에서 압력이 측정된다. 위에서 설명된 바와 같이, 압력 센서는 터보차저 내의 복수의 위치에 배치될 수 있고, 따라서 압력은 시일 공동부 내에서, 오일 공동부 내에서, 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서, 및/또는 터보차저 내의 다른 적절한 위치에서 측정될 수 있다.

[0043] 일단 압력(또는 압력들)이 측정되면, 압력 신호의 주파수 성분이 단계 406에서 결정된다. 예를 들면, 터빈 또는 압축기 블레이드의 열화는 시일 공동부 압력 내에서 가장 명백할 수 있으므로, 시일 공동부 내에서 측정되는

압력의 주파수 성분이 결정될 수 있다. 이 압력의 주파수 성분은 주파수 도메인 압력 신호의 주파수 성분의 상대적 크기이고, 및/또는 대역-통과 필터에 의해 생성되는 측정된 주파수 성분이다. 하나의 실시예에서, 주파수 성분은 신호를 필터링하고, 신호를 샘플링하고, 신호를 변환시키고, 및 신호에 상관관계 알고리즘을 적용함으로써 결정될 수 있다.

[0044] 하나의 예시적인 실시형태에서, 압력 신호는 1차 주파수보다 약간 큰 차단 주파수를 이용하는 저주파-통과 필터에 의해 필터링될 수 있다. 예를 들면, 차단 주파수는 1차 주파수보다 10 내지 20 % 클 수 있다. 그러므로, 차단 주파수는 터빈 또는 압축기의 속도에 의해 결정될 수 있다. 1차 주파수 성분은 터빈 또는 압축기 팬의 회전의 결과인 것으로 생각될 수 있다. 예를 들면, 압축기 팬의 일 회전에서, 8개의 팬 블레이드가 특정 점을 통과할 수 있다. 따라서, 압축기 팬의 회전은 팬 블레이드의 개수 및 팬 회전 주파수에 대응하는 주파수에서 크랭크케이스 내의 압력파를 유발할 수 있다.

[0045] 더욱이, 이 압력은 나이키스트 속도(Nyquist rate) 이상의 주파수에서 샘플링될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 압력 신호는 제 1 터빈 또는 압축기 오더(order) 주파수의 2 배보다 큰 주파수에서 샘플링될 수 있다. 하나의 실시형태에서, 압력 신호는 최대 터빈 또는 압축기 주파수의 2 배를 초과하는 주파수에서 샘플링될 수 있다. 따라서, 나이키스트 속도 이상의 주파수에서의 저주파-통과 필터링 및 샘플링에 의해, 압력의 주파수 성분은 에일리어싱(aliasing)될 수 없다. 일단 압력이 샘플링되면, 이 압력은 변환될 수 있다. 예를 들면, 샘플링된 압력은 주파수 도메인 압력 신호를 발생하도록 변환될 수 있다. 하나의 실시예에서, 고속 푸리에 변환이 주파수 도메인 압력 신호를 발생하기 위해 사용될 수 있다. 다음에, 상관관계 알고리즘이 적용될 수 있다. 하나의 실시예에서, 상관관계 알고리즘은 터보차저의 상태를 위한 신호에 주파수 도메인 압력 신호, 예를 들면, 압력의 주파수 성분을 비교하기 위해 적용될 수 있다. 예를 들면, 정상인 터보차저를 위한 신호는 1차 주파수에서의 주파수 성분을 포함할 수 있다.

[0046] 단계 408에서, 주파수의 평균값이 결정된다. 평균값은 터보차저 열화를 진단하기 위해 주파수 성분과 함께 사용될 수 있다. 예를 들면, 오일 공동부 내에서 측정되는 평균값 및 주파수 성분의 양자 모두에서 특정 임계를 초과하는 압력 펄스의 존재는 베어링 및 비접촉 시일의 고장을 표시할 수 있고, 베어링 및 비접촉 시일의 고장은 공급된 공기가 엔진 크랭크케이스로 유동하는 결과를 초래할 수 있고, 크랭크케이스 과압 사고로 이어질 수 있다.

[0047] 일단 주파수 성분이 결정되면, 단계 410에서 장해가 검출되는지의 여부가 결정된다. 실시예로서, 2차 주파수(주파수의 2배), 3차 주파수(주파수의 3배) 등과 같은 1차 주파수의 다른 고조파에서의 주파수 성분을 포함할 수도 있다. 유사하게, 크랭크케이스 압력은 1/2차 주파수(주파수의 1/2배)에서와 같은 1차 주파수 미만의 주파수에서의 주파수 성분을 포함할 수 있다. 장해는 1차 주파수의 고조파에 의해 표시될 수 있고, 예를 들면, 임계값보다 큰 1/2차 주파수는 손상된 팬 블레이드를 표시할 수 있다. 따라서, 장해가 검출되는 경우, 본 방법은 단계 412로 계속되고, 여기서 터보차저의 열화가 표시된다. 위에서 설명된 바와 같이, 열화가 확인된 경우, 제어기는 운전자 인터페이스 패널을 통해 표시되는 기능장애 표시기 램프(MIL)를 점등시키기 위해 진단 코드를 송신할 수 있고, 중앙 발송 제어 센터에 진단 코드를 송신할 수 있다.

[0048] 다른 한편, 단계 408에서 장해가 검출되지 않은 경우, 본 방법은 단계 412로 이동하고, 터보차저가 열화되지 않았음(또는 다른 실시형태에서, 동작이 취해지지 않았음)이 표시된다.

[0049] 도 5는 압력 신호의 실시예의 주파수 성분을 보여주는 그래프(500)를 도시한다. 1차 주파수는 임계값(504) 미만(502)에서 도시되어 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 1차 주파수 성분은 터빈 또는 압축기 팬의 회전의 결과인 것으로 생각될 수 있다. 제 1차 주파수가 임계값(504) 미만이 경우, 이것은 균형을 이루는 정상인 터빈 또는 압축기 팬을 표시할 수 있다. 예를 들면, 팬 블레이드의 파손에 기인되어 터빈 또는 압축기가 불균형인 경우, 1차 주파수의 크기는 임계값(504)보다 높게 증가할 수 있다. 임계값(504)은 팬 속도, 엔진 부하, 엔진 노치 설정, 주위 온도, 주위 압력, 엔진 오일 온도, 엔진 냉각제 온도, 연료 주입 진각, 급기 압력, 터보차저 속도, 급기 온도 등과 같은 다양한 작동 상태에 기초하여 변화될 수 있다. 예를 들면, 보다 빠른 팬 속도(예를 들면, 팬의 보다 빠른 회전)는 보다 큰 크기의 1차 주파수를 가질 수 있다. 그러므로, 임계값(504)은 팬 속도와 함께 증가될 수 있다. 이러한 방식으로, 압축기 또는 터보차저 팬의 열화가 확인될 수 있다.

[0050] 따라서, 측정된 압력 신호의 주파수 성분이 결정될 수 있다. 압력 신호의 주파수 성분을 분석함으로써, 예를 들면, 손상된 팬 블레이드에 기인되는 열화된 압축기 또는 터빈과 같은 상태가 진단될 수 있다. 그러므로, 터보차저 열화의 더욱 구체적인 진단이 제공될 수 있다.

[0051] 도 6은 도 2를 참조하여 위에서 설명된 터보차저(200)와 같은 터보차저 내에서 상태를 진단하기 위한 방법(600)을 도시한다. 구체적으로, 이 방법은 터보차저 내의 다양한 위치에 배치되는 압력 센서를 사용하여 압력을 측정하는 단계 및 각각의 임계 압력(들)에 대해 측정된 압력값(들)을 비교하는 단계를 포함한다. 예를 들면, 제 1 위치에서 측정되는 제 1 압력은 제 1 임계 압력과 비교된다. 터보차저의 열화는 제 1 임계 압력 미만으로 강하하는 제 1 압력에 기초하여 결정된다. 위에서 설명된 바와 같이, 본 방법은 터보차저가 결합된 엔진이 작동 중인 동안에, 그리고 (가능하게도) 터보차저가 배치되는 철도 차량(106)과 같은 차량이 주행 중인 동안에 실행된다.

[0052] 단계 602에서, 작동 상태가 결정된다. 이 작동 상태는 과급 압력, 주위 압력, 주위 온도, 엔진 노치 설정 등을 포함할 수 있다.

[0053] 단계 604에서, 압력이 터보차저 내의 위치에서 측정된다. 위에서 설명된 바와 같이, 압력 센서는 압축기 케이싱 내의 디퓨저, 시일 공동부 내, 오일 공동부 내 등과 같이 터보차저 내의 다양한 위치에 배치될 수 있다. 일부의 실시예에서, 압력은 엔진의 흡기 매니폴드 내와 같은 위치에서 결정될 수 있다. 일부의 실시예에서, 압력은 2 이상의 위치에서 측정될 수 있다. 예를 들면, 압력은 오일 공동부 및 시일 공동부 내에서 측정될 수 있거나, 또는 압력은 오일 공동부 및/또는 시일 공동부 내에서 측정될 수도 있다.

[0054] 일단 압력이 측정되면, 단계 606에서 측정된 압력이 임계 압력을 초과하는지의 여부가 결정된다. 예를 들면, 비접촉 압축기 래버린스 시일 및 터빈 래버린스 시일 중 하나 또는 양자 모두가 열화된 경우, 오일 공동부 내의 압력은 증가될 수 있고, 이 압력은 임계 압력을 초과할 수 있다. 다른 실시예로서, 비접촉 시일 중 하나 또는 양자 모두가 열화된 경우, 시일 공동부 내의 압력은 감소될 수 있고, 이 압력은 임계 압력 미만으로 강하될 수 있다. 일부의 실시예에서, 압력은 다중 위치에서 측정될 수 있고, 각각의 임계값과 비교될 수 있다. 예를 들면, 제 1 압력은 오일 공동부 내의 제 1 위치에서 측정될 수 있고, 제 2 압력은 압축기 케이싱 내의 디퓨저에서의 제 2 위치에서 측정될 수 있다. 제 1 압력은 오일 공동부를 위한 임계 압력에 대응하는 제 1 임계 압력과 비교되고, 제 2 압력은 디퓨저를 위한 임계 압력에 대응하는 제 2 임계 압력과 비교된다. 제 1 및 제 2 압력의 양자 모두가 그들 각각의 임계값을 초과하는 경우, 열화가 표시될 수 있다. 이 임계 압력은 엔진 작동 상태에 기초하여 변화될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들면, 임계 압력뿐만 아니라 측정된 압력은 엔진 속도, 엔진 부하, 주위 온도, 주위 압력, 엔진 오일 온도, 엔진 냉각제 온도, 연료 주입 진각, 급기 압력, 터보차저 속도, 급기 온도 등에 의해 변화될 수 있다.

[0055] 측정된 압력이 임계 압력을 초과하지 않은 것이 결정된 경우, 단계 610에서 터보차저가 열화되지 않았음이 표시된다. 대안적으로, 특정 실시형태에서, 동작이 취해질 수 없다. 다른 한편, 측정된 압력이 임계 압력을 초과한 것이 결정된 경우, 단계 608에서 터보차저가 열화되었음이 표시된다. 위에서 설명된 바와 같이, 열화가 확인된 경우, 제어기는 운전자 인터페이스 패널을 통해 표시되는 기능장애 표시기 램프(MIL)를 점등시키기 위해 진단 코드를 송신할 수 있고, 중앙 발송 제어 센터에 진단 코드를 송신할 수 있다.

[0056] 이러한 방식으로, 터보차저의 열화된 상태는 터보차저가 작동 중인 동안에 진단될 수 있다. 예를 들면, 압축기 및 터빈 래버린스 시일과 같은 하나 이상의 비접촉 시일의 누설에 기인되는 터보차저의 열화는 터보차저 내의 하나 이상의 측정된 압력이 각각의 임계 압력을 초과하는 경우에 확인될 수 있다. 측정된 압력이 임계 압력을 초과하지 않은 경우, 엔진 크랭크케이스 과압 사고가 열화된 피스톤 링이나 어떤 다른 원인과 같은 열화된 터보차저 이외의 상태에 기인된 것일 수 있다는 것이 표시될 수 있다.

[0057] 일부의 실시형태에서, 터보차저의 열화는 터보차저 내의 측정된 압력차, 압력 신호 중 하나의 주파수 성분, 및 임계 압력과 측정된 압력의 비교에 기초할 수 있다. 실시예로서, 주파수 성분은 압력차가 임계 차이보다 큰 경우에만 결정될 수 있고, 이 압력차는 측정된 압력이 임계 압력을 초과하는 경우에만 결정될 수 있다.

[0058] 실시형태에서, 터보차저 건전성 또는 상태를 평가하기 위한 파라미터(예를 들면, 압력 임계값)는 엔진/시스템 작동 모드의 함수로서 실험적으로 결정된다. 소정의 엔진/시스템의 경우, 이 시스템의 터보차저 내의 압력은 엔진/시스템이 최적으로 작동 중인 것으로 알려져 있을 때의 다양한 작동 모드에 대해 측정된다. 예를 들면, 이 엔진/시스템은 시험 모델, 신 모델, 최근에 정비된 모델 등일 수 있다(압력이 측정될 수 있는 위치는 본 명세서 내의 다른 부분에서 설명된 것과 같음). 다음에 압력값은 저장되고, 동일하거나 유사한 유형의 엔진/시스템의 터보차저의 건전성을 평가하기 위해 사용된다. 다른 실시형태에서, 압력값은 동일한 유형의 (최적으로 작동 중인 것으로 알려져 있는) 엔진/시스템의 수개의 유닛 내에서 측정되고, 동일하거나 유사한 유형의 엔진/시스템의 평가 시에 사용되도록 한 세트의 합성값(composite value)을 결정하기 위해 평균되거나 아니면 처리된다. 다른 실시형태에서, 압력값은 정상적인 진행 중인 사용을 위해 현장에 배치된 엔진/시스템 내에서,

그러나 동시에 엔진/시스템이 새로운 것 및/또는 아니면 최적으로 작동되는 것으로 고려되는 경우에 측정된다. 이 압력값은 저장되고, 다음에 터보차저 건전성의 추가적인 평가를 위해 엔진/시스템의 진행 중인 사용 중에 참조된다. 이와 같은 실시형태의 다른 형태에서, 초기에 검출된 압력값(새로이 배치된 엔진/시스템)은, 이것이 동일하거나 유사한 유형의 엔진/시스템을 위한 오차 임계값 내에 포함되는 경우, 미래 평가용으로만 사용된다. 따라서, 초기에 검출된 값이 기대값으로부터 (비교적) 크게 벌어진 경우, 뭔가 불완전할 수 있고, 또는 유사한 치료적 작용이 취해진다는 것을 운전자에게 통지하기 위해 지정된 오차 임계값에 기초하여 또는 다른 방법에 기초하여, 경고 또는 경보가 발생된다. "엔진/시스템"은 엔진, 엔진 시스템, 차량 또는 엔진 시스템 등을 가지는 기타 시스템을 의미한다.

[0059] 다른 실시형태는 터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계, 및 터보차저 내의 제 2 위치에서 제 2 압력을 결정하는 단계를 포함하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 제 1 압력 및 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 상태를 나타내거나 터보차저의 상태에 대응하는 제어 신호를 출력하는 단계를 더 포함한다.

[0060] 방법의 다른 실시형태에서, 이 방법은 터보차저 내의 제 1 위치에서 제 1 압력을 결정하는 단계, 터보차저 내의 제 2 위치에서 제 2 압력을 결정하는 단계, 및 제 2 압력의 주파수 성분을 결정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 제 1 압력, 제 2 압력 및 제 2 압력의 주파수 성분에 기초하여 터보차저의 상태를 나타내거나 또는 터보차저의 상태에 대응하는 제어 신호를 출력하는 단계를 더 포함한다.

[0061] 다른 실시형태는 압축기 및 터빈을 구비하는 터보차저를 포함하는 시스템에 관한 것이다. 터보차저는 차량의 엔진에 결합된다. 본 시스템은 제 1 압력 센서, 제 2 압력 센서 및 제어기를 더 포함한다. 제 1 압력 센서는 터보차저의 오일 공동부 내에 배치되고, 제 1 신호를 발생하도록 구성된다. 제 2 압력 센서는 터보차저의 시일 공동부 내에 배치되고, 제 2 신호를 발생하도록 구성된다. 제어기는 제 1 신호로부터의 제 1 압력과 제 2 신호로부터 제 2 압력을 확인하도록, 그리고 제 1 및 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 상태를 결정하도록 구성된다. 예를 들면, 제어기는 제 1 및 제 2 압력에 기초하여 터보차저의 건전성 상태를 결정하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예로서, 제어기는 지정된 임계 차이보다 큰 차이와 같은 제 1 압력과 제 2 압력 사이의 차이에 기초하여 터보차저가 (예를 들면, 점검이 요구되는 단계까지) 열화되었는지의 여부를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0062] 다른 실시형태는 터보차저의 제 1 위치에 배치되는 제 1 압력 센서로부터 제 1 압력 신호를 수신하도록 구성되는 제어 모듈을 포함하는 시스템에 관한 것이다. 제어 모듈은 터보차저의 제 2 위치 내의 제 2 압력 센서로부터 제 2 압력 신호를 수신하도록 더 구성된다. (제 1 및 제 2 위치는 설명된 바와 같이 본 명세서에서 다른 장소일 수 있다.) 제어 모듈은 제 1 압력 신호 및 제 2 압력 신호에 기초하여 제어 신호를 출력하도록 더 구성된다. 예를 들면, 제어 모듈은 제 1 압력 신호 및 제 2 압력 신호에 기초하여 터보차저의 가능한 열화를 평가하도록, 그리고 터보차저의 열화를 결정하는 것에 대응하여 제어 신호를 출력하도록 구성될 수 있다. 제어 신호는 열화를 표시하기 위한 시스템(예를 들면, 운전자 인터페이스, 경보)를 제어하도록 포매팅되거나 구성될 수 있거나, 또는 제어 신호는 열화의 원인이 되는 차량 트랙션 시스템을 제어하기 위해 사용될 수 있다. 제어 모듈은 하드웨어 및/또는 소프트웨어 모듈일 수 있고, 이것은 제어 모듈이 하나 이상의 지정된 기능(예를 들면, 입력 신호를 수신하고, 이 입력 신호에 기초하여 출력/제어 신호를 발생하는 기능)을 실행하도록 구성되는 상호 연결되는 전자 부품 및/또는 명령의 내용에 따라 하나 이상의 기능을 수행하는 전자 디바이스(상호 연결되는 전자 부품의 그룹)가 판독 및 실행하는 지속성 매체들/매체 내에 저장되는 하나 이상의 세트의 전자적으로 판독 가능한 명령을 의미하는 소프트웨어를 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0063] 다른 실시형태에서, 제어 모듈은 제 1 압력 신호 및 제 2 압력 신호에 기초하여 압력차를 결정하도록, 그리고 이 압력차가 하나 이상의 지정된 기준에 부합하는지의 여부를 결정하도록 구성된다. 압력차가 하나 이상의 지정된 기준에 부합하는 경우, 제어 모듈은 열화된 터보차저의 상태를 표시하거나 열화된 터보차저의 상태에 관련되는 제어 신호를 출력하도록 구성된다. 하나 이상의 지정된 기준은 압력이 측정되는 위치의 함수로서 사전 결정되고, 터보차저의 열화된 상태를 표시한다. 예를 들면, 정상인 터보차저는 작동 모드의 함수로서 2개의 위치 사이에 제 1 압력차를 통상적으로 가질 수 있다. 하나 이상의 기준은 제 1 압력차(보다 작거나 보다 큰 압력차)로부터 임계값을 초과하는 만큼 벗어나는 것을 포함한다. 다른 실시예로서, 하나 이상의 기준은 제 1 압력차로부터 보다 큰 압력차만을 또는 보다 작은 압력차만을 반영하는 임계값을 초과하는 만큼 벗어나는 것을 포함할 수 있다. 즉, 압력차가 통상적으로 "X"인 경우, 하나의 실시형태에서 이 기준은 X가 임계값만큼 초과되었을 경우에만 부합되고, 다른 실시형태에서 이 기준은 검출된 압력차가 임계값만큼 X보다 낮은 경우에만 부합된다. 선택된 기준은 특정의 터보차저 및 압력이 측정되는 위치에 의존한다.

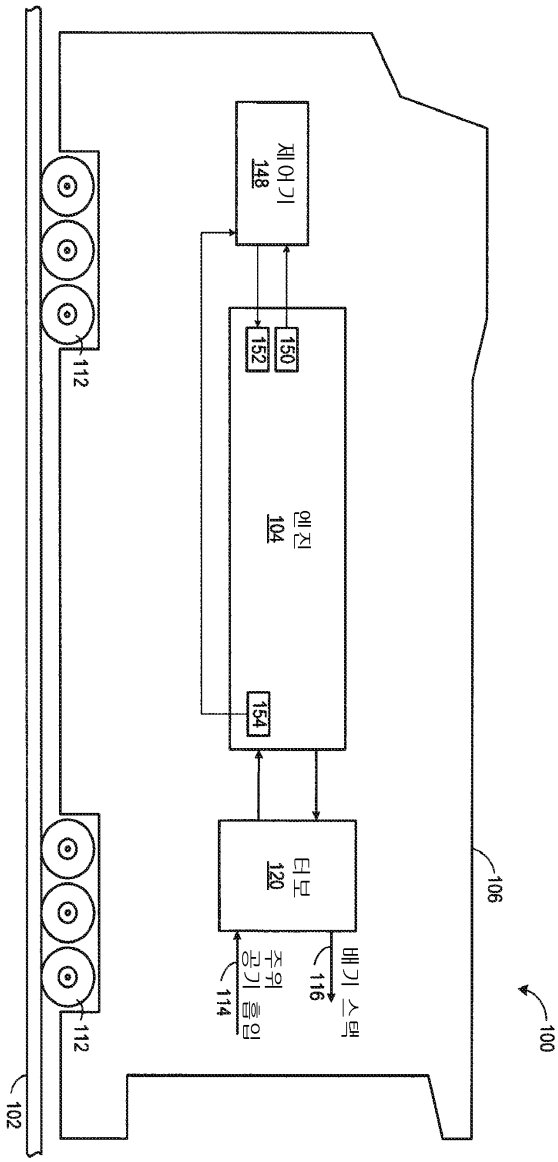
[0064] 다른 실시형태에서, 제어 모듈은 제 1 압력 신호 및 제 2 압력 신호 중 하나 또는 양자 모두의 주파수 분석을 수행하도록, 그리고 이 주파수 분석에 (적어도 부분적으로) 기초하여 제어 신호를 출력하도록 구성된다.

[0065] 본 명세서에서, 단수로 열거되는 그리고 "하나의"라는 용어가 선행되는 요소 또는 단계는 명시적으로 언급되지 않는 한 복수의 상기 요소 또는 단계를 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 더욱이, 본 발명의 "하나의 실시형태"라는 용어는 열거된 특징을 또한 포함하는 추가의 실시형태의 존재를 배제하는 것으로서 해석되지 않아야 한다. 게다가, 그와 반대로 명시적으로 언급되어 있지 않는 한, 특정의 특성을 가지는 하나의 요소 또는 복수의 요소를 "포함하는" 또는 "가지는" 실시형태는 그 특성을 가지지 않는 추가의 이와 같은 요소를 포함할 수 있다. "포함하는(including)" 및 "여기서(in which)"라는 용어는 각각 "포함하는(comprising)" 및 "여기서(wherein)"라는 용어의 단순한 언어적 등가(language equivalent)로서 사용된다. 게다가, "제 1", "제 2" 및 "제 3" 등의 용어는 단지 표지(label)로서 사용될 뿐이며, 그들의 대상물 상에 수치적 요건이나 특정의 위치적 순서를 부여하고자 하는 것이 아니다.

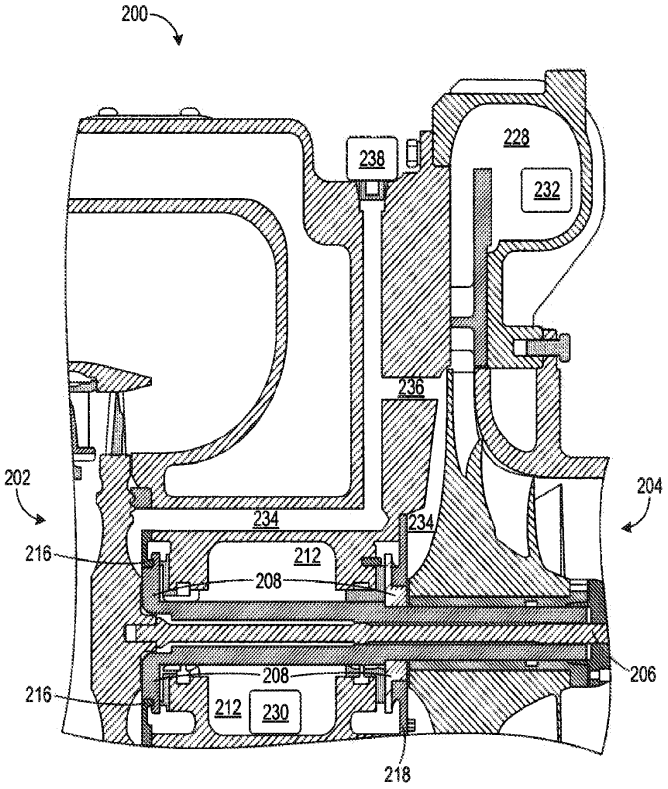
[0066] 이러한 기재된 설명은 본 발명을 개시하기 위한, 그리고 본 기술 분야의 당업자가 임의의 장치 또는 시스템을 제작 및 사용하는 단계 및 임의의 포함된 방법을 수행하는 단계를 포함하여 본 발명을 실시하는 것을 가능하게 하는 최상의 모드를 포함하는 실시예를 사용한다. 본 발명의 특허 가능한 범위는 특허청구범위에 의해 한정되고, 본 기술 분야의 당업자에게 발생하는 다른 실시예를 포함할 수 있다. 이와 같은 다른 실시예는 이들 실시예가 특허청구범위의 문언과 다르지 않은 구조적 요소를 가지거나 또는 이들 실시예가 특허청구범위의 문언과 실질적인 차이가 없는 등가의 구조적 요소를 포함하는 경우에 특허청구범위의 범위에 포함되는 것으로 하고자 한다.

도면

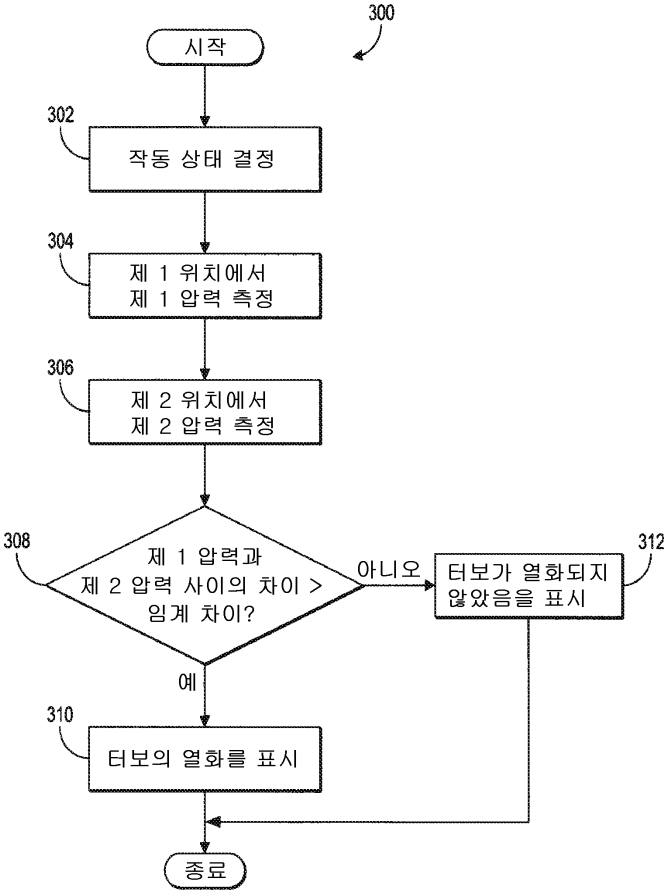
도면1


제어기
148
150
152
엔진
104
154
터보
120
주위 공기 흡입
114
배기 스택
116
112
112
102
106
100

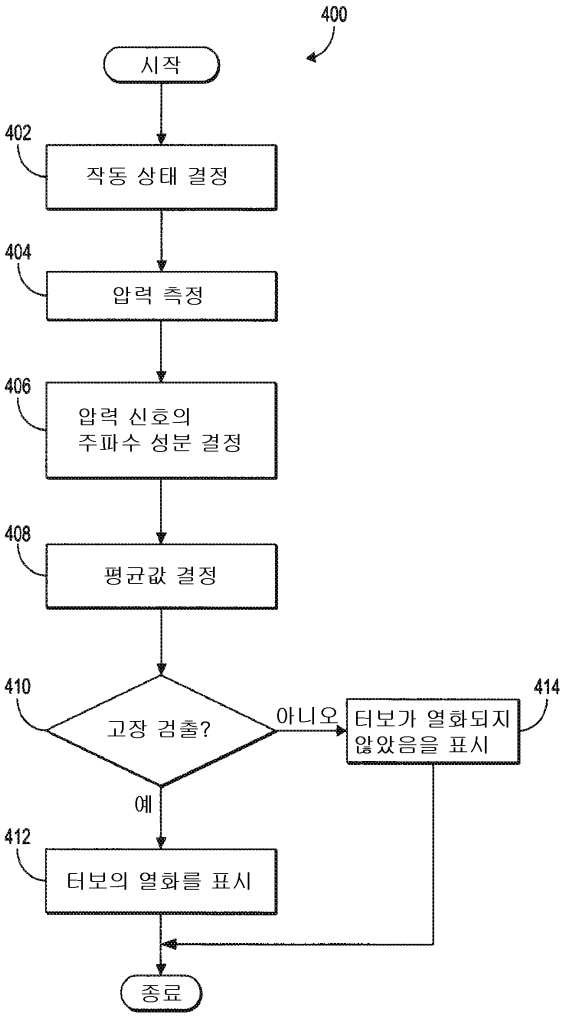
도면2


200
238
228
232
236
202
204
234
234
216
212
208
208
216
212
230
206
218

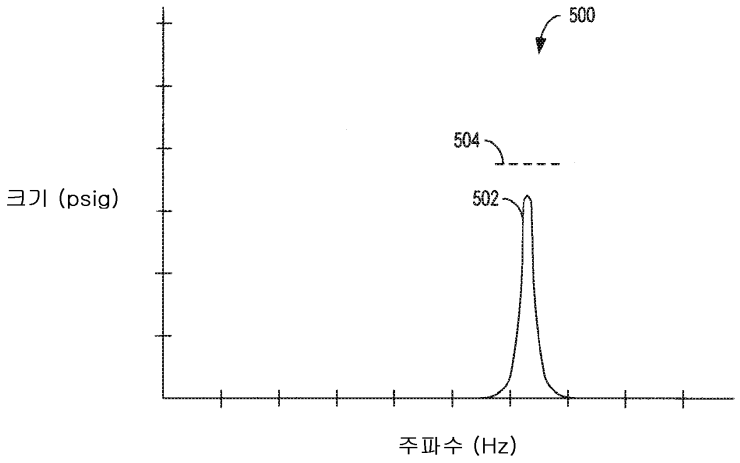
도면3


300
시작
302
작동 상태 결정
304
제 1 위치에서
제 1 압력 측정
306
제 2 위치에서
제 2 압력 측정
308
제 1 압력과
제 2 압력 사이의 차이 >
임계 차이?
아니오
312
터보가 열화되지
않았음을 표시
예
310
터보의 열화를 표시
종료

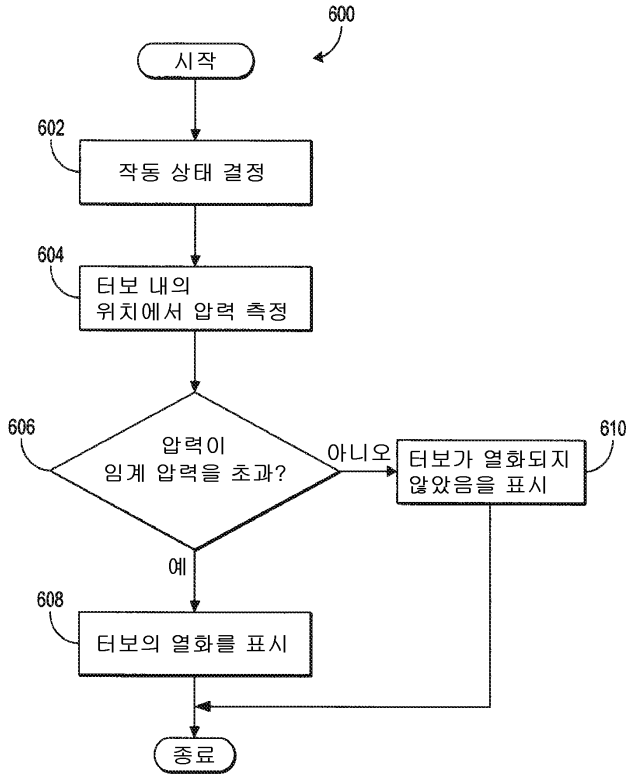
도면4


400
시작
402
작동 상태 결정
404
압력 측정
406
압력 신호의
주파수 성분 결정
408
평균값 결정
410
고장 검출?
아니오
414
터보가 열화되지
않았음을 표시
예
412
터보의 열화를 표시
종료

도면5


500
504
502
크기 (psig)
주파수 (Hz)

도면6


600
시작
602
작동 상태 결정
604
터보 내의
위치에서 압력 측정
606
압력이
임계 압력을 초과?
아니오
610
터보가 열화되지
않았음을 표시
예
608
터보의 열화를 표시
종료