



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0062324
(43) 공개일자 2020년06월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F02D 41/22 (2006.01) F02D 41/04 (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F02D 41/22 (2013.01)
F02D 41/042 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-7013519

(22) 출원일자(국제) 2017년11월16일

심사청구일자 2020년05월12일

(85) 번역문제출일자 2020년05월12일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2017/041294

(87) 국제공개번호 WO 2019/097634

국제공개일자 2019년05월23일

(71) 출원인

가부시킴가이샤 자판엔진코포레슨

일본국 효고켄 아카시시 후타미초 미나미후타미
1반치

넛썩 유센 가부시킴가이샤

일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 3방 2고

(72) 발명자

히라바야시 히로아키

일본국 효고켄 아카시시 후타미초 미나미후타미
1반치 가부시킴가이샤 자판엔진코포레슨 나이

에도 고지

일본국 효고켄 아카시시 후타미초 미나미후타미
1반치 가부시킴가이샤 자판엔진코포레슨 나이

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인코리아나

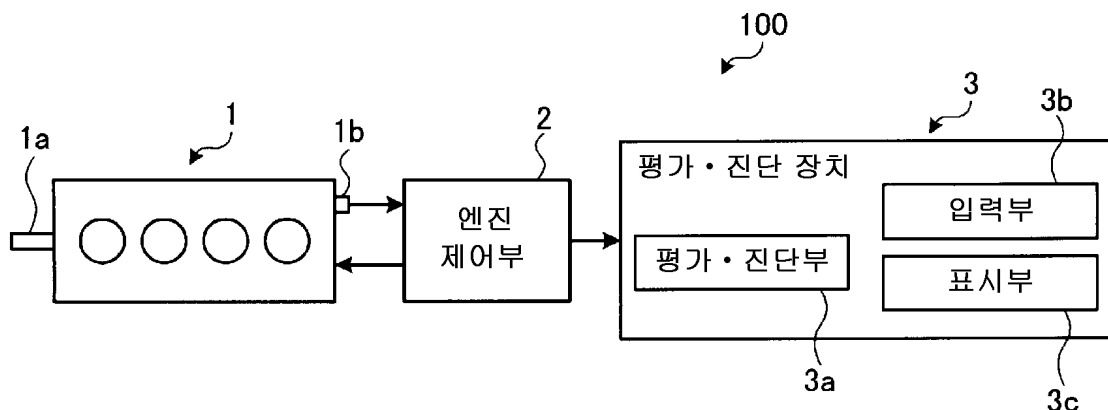
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법, 피로도 평가 장치, 남은 수명 진단 방법, 남은 수명 진단 장치 및 시스템

(57) 요약

선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도를 평가하는 방법으로서, 구성 부품에 대하여, 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개를 생성하고, 생성된 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하고, 종합 평가점에 기초하여 구성 부품의 피로도를 평가한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F02D 41/1446 (2013.01)

F02D 45/00 (2013.01)

(72) 발명자

야마다 쇼고

일본국 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 3방 2고
닛뽕 유젠 가부시키키가이샤 나이

호리키리 로쿠로

일본국 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 3방 2고
닛뽕 유젠 가부시키키가이샤 나이

나카타니 히로시

일본국 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 3방 2고
가부시키키가이샤 엠티아이 나이

하시모토 아야코

일본국 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 3방 2고
가부시키키가이샤 엠티아이 나이

명세서

청구범위

청구항 1

선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도를 평가하는 방법으로서,

상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개를 생성하고,

상기 생성된 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하고,

상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 운전 부하 평가점은, 상기 선박용 디젤 기관의 평균 부하율과, 상기 구성 부품마다 설정된, 운전 부하에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 운전 부하 변동 평가점은,

상기 선박용 디젤 기관의 누적 발진 정지 횟수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 발진 정지 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과,

상기 구성 부품마다 설정된 상기 선박용 디젤 기관의 저부하 영역과 고부하 영역 사이의 왕복 운전 횟수의 누적 값인 누적 왕복 운전 횟수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 왕복 운전 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 운전 사이클 평가점은,

상기 선박용 디젤 기관의 누적 운전 사이클수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과,

상기 구성 부품마다 설정된 부하율 이상에서의 상기 선박용 디젤 기관의 누적 운전 사이클수인 부하 누적 운전 사이클수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 부하 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연료 성상 평가점은, 상기 연료에 포함되는 성분의 농도와, 상기 구성 부품마다 설정된, 상기 성분의 농도에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 성분은, 황, 바나듐, 나트륨, 알루미늄 및 규소, 그리고 세디먼트로 이루어지는 군에서 선택되는 1 개 이상인 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연료 성분 평가점은, 상기 연료에 포함되는 2 개의 성분의 농도의 비와, 상기 구성 부품마다 설정된, 상기 농도의 비에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 비는, 바나듐의 농도에 대한 나트륨의 농도의 비인 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연소성 평가점은, 상기 연료의 계산 탄소 방향성 지표인 CCAI 의 값과, 상기 구성 부품마다 설정된, 연소성에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 배기 가스 온도 평가점은, 측정된 상기 배기 가스의 온도와, 상기 구성 부품마다 설정된, 배기 가스의 온도에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 피로도 평가 방법에 의해 평가한 상기 구성 부품의 피로도에 기초하여, 상기 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명 진단 방법.

청구항 12

선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도를 평가하는 장치로서,

상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성분 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하는 산출부와,

상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 평가부를 구비하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 장치.

청구항 13

선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 장치로서,

상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤

기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하는 산출부와,

상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 평가부와,

상기 피로도에 기초하여 상기 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 진단부를 구비하는 것을 특징으로 하는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명 진단 장치.

청구항 14

상기 선박용 디젤 기관과, 제 12 항에 기재된 피로도 평가 장치 또는 제 13 항에 기재된 남은 수명 진단 장치를 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법, 피로도 평가 장치, 남은 수명 진단 방법, 남은 수명 진단 장치 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 선박용 디젤 기관 (이하, 간단히 기관이라고 기재하는 경우가 있다) 을 구성하는 부품의 정비에 대해서는, 취급 설명서 등의 서면으로, 추천 정비 간격 및 기관의 운전 시간에 기초한 정비 시기가 정해져 있었다 (특허문헌 1).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허공보 5550969호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나, 종래 서면에 기재된 정비 시기는, 그 기관의 운전 상황이나 사용하는 연료의 성상 등의, 실제의 사용 상황에 따라 정해진 것은 아니다. 실제로는, 예를 들어 기관의 운전 시간에서 차지하는 저부하에서의 운전 시간의 비율이, 서면에 기재된 정비 시기를 결정할 때에 상정된 비율보다 높은 경우 등에는, 부품의 마모나 손모 등의 열화가 상정보다 작다. 이와 같은 상정과는 상이한 열화는, 기관의 연소실 또는 그 부근의 부품에 있어서 특히 발생하기 쉽다. 그 때문에, 서면으로 정해진 정비 시기에서 점검이나 교환을 실시하면, 대상 부품을 아직 사용할 수 있음에도 불구하고, 기관을 정지시켜, 분해 등을 하여 점검을 실시하거나, 또는 부품의 교환을 실시하게 된다. 그 결과, 불필요한 작업 시간, 작업 비용이나 부품 교환 비용이 발생하게 되어, 기관의 운용의 효율성이 저하된다는 문제가 있다.

[0005] 본 발명은, 상기를 감안하여 이루어진 것으로서, 선박용 디젤 기관의 구성 부품에 대하여, 점검, 교환 시기를 보다 적절히 제시할 수 있는 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법, 피로도 평가 장치, 남은 수명 진단 방법, 남은 수명 진단 장치 및 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 상기 서술한 과제를 해결하고, 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도를 평가하는 방법으로서, 상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상

기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개를 생성하고, 상기 생성된 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하고, 상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 운전 부하 평가점은, 상기 선박용 디젤 기관의 평균 부하율과, 상기 구성 부품마다 설정된, 운전 부하에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 운전 부하 변동 평가점은, 상기 선박용 디젤 기관의 누적 발진 정지 횟수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 발진 정지 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과, 상기 구성 부품마다 설정된 상기 선박용 디젤 기관의 저부하 영역과 고부하 영역 사이의 왕복 운전 횟수의 누적값인 누적 왕복 운전 횟수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 왕복 운전 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 운전 사이클 평가점은, 상기 선박용 디젤 기관의 누적 운전 사이클수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과, 상기 구성 부품마다 설정된 부하율 이상에서의 상기 선박용 디젤 기관의 누적 운전 사이클수인 부하 누적 운전 사이클수와, 상기 구성 부품마다 설정된, 부하 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 연료 성상 평가점은, 상기 연료에 포함되는 성분의 농도와, 상기 구성 부품마다 설정된, 상기 성분의 농도에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 성분은, 황, 바나듐, 나트륨, 알루미늄 및 규소, 그리고 세디먼트로 이루어지는 군에서 선택되는 1 개 이상인 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 연료 성상 평가점은, 상기 연료에 포함되는 2 개의 성분의 농도의 비와, 상기 구성 부품마다 설정된, 상기 농도의 비에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 비는, 바나듐의 농도에 대한 나트륨의 농도의 비인 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 연소성 평가점은, 상기 연료의 계산 탄소 방향성 지표인 CCAI 의 값과, 상기 구성 부품마다 설정된, 연소성에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 방법은, 상기 배기 가스 온도 평가점은, 측정된 상기 배기 가스의 온도와, 상기 구성 부품마다 설정된, 배기 가스의 온도에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명 진단 방법은, 본 발명의 일 양태에 관련된 피로도 평가 방법에 의해 평가한 상기 구성 부품의 피로도에 기초하여, 상기 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도 평가 장치는, 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 피로도를 평가하는 장치로서, 상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하는 산출부와, 상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 평가부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 일 양태에 관련된 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명 진단 장치는, 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 장치로서, 상기 구성 부품에 대하여, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하에 관한

운전 부하 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 상기 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 상기 선박용 디젤 기관의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개의 평가점을 가산하여 상기 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하는 산출부와, 상기 종합 평가점에 기초하여 상기 구성 부품의 피로도를 평가하는 평가부와, 상기 피로도에 기초하여 상기 구성 부품의 남은 수명을 진단하는 진단부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 일 양태에 관련된 시스템은, 상기 선박용 디젤 기관과, 본 발명의 일 양태에 관련된 피로도 평가 장치 또는 남은 수명 진단 장치를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면, 선박용 디젤 기관의 구성 부품의 점검, 교환 시기를 보다 적절히 제시할 수 있다는 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1 은, 실시형태에 관련된 시스템의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 2 는, 엔진의 연소실 부근의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 3 은, 엔진의 부하율과, 그 부하율에서의 엔진의 운전 시간의 비율의 관계의 예를 나타내는 도면이다.

도 4A 는, 엔진의 누적 발진 정지 횟수를 설명하는 도면이다.

도 4B 는, 엔진의 누적 발진 정지 횟수를 설명하는 도면이다.

도 5A 는, 엔진의 누적 왕복 운전 횟수를 설명하는 도면이다.

도 5B 는, 엔진의 누적 왕복 운전 횟수를 설명하는 도면이다.

도 6A 는, 엔진의 누적 운전 사이클수를 설명하는 도면이다.

도 6B 는, 엔진의 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수를 설명하는 도면이다.

도 7 은, 운전 시간에 대한 연료의 성상에 관한 파라미터의 변화를 설명하는 도면이다.

도 8 은, 운전 시간에 대한 CCAI 값의 변화를 설명하는 도면이다.

도 9 는, 운전 시간에 대한 배기 가스 온도의 변화를 설명하는 도면이다.

도 10 은, 종합 평가점을 설명하는 도면이다.

도 11 은, 남은 수명의 예측을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에, 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태에 대해 설명한다. 또한, 이 실시형태에 의해 이 발명이 한정되는 것은 아니다. 또, 도면의 기재에 있어서, 동일 또는 대응하는 요소에는 적절히 동일한 부호를 붙이고 있다.

[0023] (실시형태)

[0024] 도 1 은, 실시형태에 관련된 시스템의 구성을 나타내는 모식도이다. 이 시스템 (100) 은, 선박용 디젤 기관인 엔진 (1) 과, 엔진 (1) 의 운전을 제어하는 엔진 제어부 (2) 와, 엔진 (1) 의 구성 부품의 피로도를 평가함과 함께, 그 남은 수명을 진단하는 평가·진단 장치 (3) 를 구비하고 있다.

[0025] 엔진 (1) 은, 공지된 유니플로 소배기식의 크로스 헤드식 디젤 엔진 등의 2 스트로크 디젤 엔진이며, 예를 들어 6 기통 엔진이지만, 기통수는 특별히 한정되지 않는다. 엔진 (1) 의 출력축 (1a) 은, 도시되지 않은 프로펠러축을 통하여, 엔진 (1) 이 탑재되어 있는 선박의 추진용 프로펠러에 접속되어 있다. 엔진 (1) 을 운전함으로써 추진용 프로펠러가 회전하여, 선박의 추진력이 발생한다. 또, 엔진 (1) 에는, 배기 가스의 온도를 측정하기 위한 온도 센서 (1b) 가 형성되어 있다.

[0026] 도 2 는, 엔진 (1) 의 연소실 부근의 구성을 나타내는 모식도이다. 또한, 엔진 (1) 의 어느 기통에 있어서

의 연소실 부근의 구성도 동일하므로, 그 중 1 개의 기통에 대해 설명한다.

- [0027] 엔진 (1) 은, 실린더 라이너 (1c) 와, 실린더 커버 (1d) 와, 피스톤 (1e) 과, 피스톤봉 (1f) 과, 배기 밸브 시트 (1g) 와, 배기 밸브 박스 (1h) 와, 배기 밸브 (1i) 와, 커버 (1j) 와, 연료 분사 밸브 (1k) 와, 접속 배관 (1l) 과, 배기 매니폴드 (1m) 를 포함하여 구성되어 있다.
- [0028] 실린더 커버 (1d) 는, 실린더 라이너 (1c) 의 상부에 장착되어 있고, 피스톤 (1e) 이 왕복 이동하는 통상의 공간을 형성하고 있다. 피스톤 (1e) 은, 피스톤관 (冠) (1ea) 과 복수 (본 실시형태에서는 3 개) 의 피스톤링 (1eb) 과 피스톤 스커트 (1ec) 를 구비하고 있다. 피스톤링 (1eb) 은 피스톤관 (1ea) 에 형성된 홈에 끼워 넣어짐으로써 피스톤 (1e) 에 장착되어 있다. 피스톤봉 (1f) 은 피스톤 (1e) 에 접속되어 있다. 피스톤봉 (1f) 의 하부는, 도시되지 않은 크로스 헤드를 통하여 크랭크축에 연결되어 있고, 크랭크축은 출력축 (1a) 에 연결되어 있다.
- [0029] 배기 밸브 (1i) 는, 밸브체 (1ia) 와 밸브봉 (1ib) 을 구비하고 있다. 배기 밸브 시트 (1g) 는, 실린더 커버 (1d) 의 상부에 장착되어 있고, 배기 밸브 (1i) 의 밸브체 (1ia) 가 자유롭게 착석되도록 구성되어 있음과 함께, 배기 포트 (1ga) 를 형성하고 있다. 실린더 라이너 (1c) 와, 실린더 커버 (1d) 와, 피스톤 (1e) 과, 밸브체 (1ia) 에 의해 연소실 (R) 이 형성된다.
- [0030] 배기 밸브 박스 (1h) 는, 실린더 커버 (1d) 의 상부에 장착되어 있고, 배기 밸브 시트 (1g) 의 배기 포트 (1ga) 와 연통하는 배기 포트 (1ha) 가 형성되어 있음과 함께, 배기 밸브 (1i) 의 밸브봉 (1ib) 을 지지하고 있다.
- [0031] 커버 (1j) 는, 배기 밸브 박스 (1h) 의 상부에 장착되어 있고, 배기 밸브 (1i) 를 왕복 이동 가능하게 구성된 배기 밸브 작동 장치 (1ja) 를 수용하고 있다. 배기 밸브 작동 장치 (1ja) 에 있어서, 배기 밸브 (1i) 는, 도시되지 않은 탄성 부재 (예를 들어, 압축 스프링, 공기 스프링 등) 에 의해 배기 포트 (1ga) 를 폐지하는 방향으로 탄성 지지되어 있다. 작동유 공급 배관 (4a) 은, 일단부에 작동유 탱크 (도시 생략) 가 접속됨과 함께, 타단부가 배기 밸브 작동 장치 (1ja) 에 접속되어 있고, 중도부에 급유 펌프 (4b) 가 형성되어 있다. 배기 밸브 (1i) 가 탄성 부재에 의해 배기 포트 (1ga) 를 폐지하는 상태에 있어서, 개폐 밸브 (4c) 를 개방하면, 급유 펌프 (4b) 가 구동되어, 이 급유 펌프 (4b) 로 가압된 작동유가 작동유 공급 배관 (4a) 을 통해 배기 밸브 작동 장치 (1ja) 에 공급되어, 배기 밸브 (1i) 를 탄성 부재에 저항하여 하강시킨다. 그러면, 배기 밸브 (1i) 는, 개폐 밸브 (4c) 가 개방되어 있는 동안에만, 배기 포트 (1ga) 를 개방하고, 개폐 밸브 (4c) 가 폐지되면, 배기 포트 (1ga) 를 폐지한다. 또한, 개폐 밸브 (4c) 의 개폐는 엔진 제어부 (2) 로부터의 지시 신호에 의해 제어된다. 따라서, 배기 포트 (1ga) 의 개폐 타이밍도 엔진 제어부 (2) 에 의해 제어된다.
- [0032] 연료 분사 밸브 (1k) 는, 실린더 커버 (1d) 에 장착되어 있고, 연소실 (R) 내에 연료 (중유나 경유 등) 를 분사 가능하게 구성되어 있다. 연료 공급 배관 (4d) 은, 일단부에 연료 탱크 (도시 생략) 가 접속되고, 타단부가 연료 분사 밸브 (1k) 에 접속되어 있고, 중도부에 연료 펌프 (4e) 가 형성되어 있다. 개폐 밸브 (4f) 를 개방하면, 연료 펌프 (4e) 가 구동되어, 연료 펌프 (4e) 로 가압된 연료가 연료 공급 배관 (4d) 을 통해 연료 분사 밸브 (1k) 에 공급된다. 그러면, 연료 분사 밸브 (1k) 는, 개폐 밸브 (4f) 가 개방되어 있는 동안에만, 연료를 연소실 (R) 에 분사한다. 또한, 개폐 밸브 (4f) 의 개폐나 그 개도는 엔진 제어부 (2) 로부터의 지시 신호에 의해 제어된다. 따라서, 연료 분사 밸브 (1k) 의 개폐 타이밍이나 연료 분사량도 엔진 제어부 (2) 에 의해 제어된다.
- [0033] 접속 배관 (1l) 은, 배기 밸브 박스 (1h) 에 형성된 배기 포트 (1ha) 와 배기 매니폴드 (1m) 를 접속하고 있다.
- [0034] 엔진 (1) 에 있어서, 도시되지 않은 소기 포트로부터 공기 등의 연소용 기체가 연소실 (R) 에 도입된 후에 피스톤 (1e) 이 상승하고, 배기 밸브 (1i) 에 의해 배기 포트 (1ga) 도 폐쇄함으로써, 연소실 (R) 내의 연소용 기체가 압축된다. 피스톤 (1e) 이 상사점까지 이동하면, 연소실 (R) 내의 압력이 소정의 압축 압력이 되어, 연료 분사 밸브 (1k) 가 연료를 분사한다. 그러면, 연소실 (R) 내에서 연소용 기체와 연료가 혼합되어 연소하고, 연소 에너지에 의해 피스톤 (1e) 이 하강한다. 소정의 타이밍에, 배기 밸브 (1i) 에 의해 배기 포트 (1ga) 가 개방됨으로써, 연소실 (R) 내의 배기 가스 (연소 가스) 가 배기 포트 (1ga) 로 배출된다. 그 후, 배기 가스는 배기 포트 (1ha), 접속 배관 (1l) 을 통하여, 배기 매니폴드 (1m) 에 도달한다.
- [0035] 온도 센서 (1b) 는, 열전쌍이나 서미스터 등의 공지된 온도 센서이며, 배기 매니폴드 (1m) 에 있어서 배기 가스의 온도를 검지하고, 검지한 온도에 따른 검지 신호를 엔진 제어부 (2) 에 출력한다.
- [0036] 도 2 에 나타내는 구성 중, 실린더 라이너 (1c) 와, 실린더 커버 (1d) 와, 피스톤관 (1ea) 과, 피스톤링 (1eb) 과, 배기 밸브 시트 (1g) 와, 배기 밸브 박스 (1h) 와, 배기 밸브 (1i) 와, 연료 분사 밸브 (1k) 는, 연소실

(R) 을 구성하거나, 또는 연소실 (R) 로부터 배출된 고온의 배기 가스가 통과하는 지점이다. 따라서, 이들은, 엔진 (1) 의 실제의 사용 상황에 따라 마모나 손모 등의 열화의 정도가 변화되기 쉬운 구성 부품이다. 그래서, 본 실시형태에서는, 이들의 구성 부품을 피로도의 평가 및 남은 수명의 진단의 대상으로 한다.

[0037] 도 1 로 돌아와 설명을 계속한다. 엔진 제어부 (2) 는, CPU 등의 연산부와, RAM, ROM 등의 기록부와, 그 밖의 주변 기능부를 포함하여 구성되어 있다. 엔진 제어부 (2) 는, 기록부에 기록된 데이터를 사용하여 기록부에 기록된 프로그램을 연산부가 실행함으로써, 그 기능을 실현하도록 구성되어 있다. 구체적으로는, 엔진 제어부 (2) 는, 지시 신호를 출력하여 개폐 밸브 (4c, 4f) 를 제어함으로써, 배기 포트 (1ga) 의 개폐 타이밍 및 연료 분사 밸브 (1k) 의 개폐 타이밍이나 연료 분사량을 제어한다. 이로써, 엔진 제어부 (2) 는 엔진 (1) 의 운전 상태를 제어할 수 있다. 이 때, 엔진 제어부 (2) 는, 선박을 요구된 항행 속도로 항행시키기 위해서 엔진 (1) 에 요구되는 출력 (엔진 (1) 의 부하) 을 얻기 위한 엔진 (1) 의 회전수 및 연료 분사 밸브 (1k) 의 분사량을 산출하고, 그 회전수 및 분사량을 실현하도록, 배기 포트 (1ga) 및 연료 분사 밸브 (1k) 의 개폐 타이밍 그리고 연료 분사 밸브 (1k) 의 연료 분사량을 제어한다.

[0038] 또, 엔진 제어부 (2) 는, 적어도 엔진 (1) 의 운전 기간에 있어서, 온도 센서 (1b) 로부터 입력된 검지 신호에 기초하여, 온도 센서 (1b) 가 측정한 온도를 산출한다. 본 실시형태에서는, 엔진 제어부 (2) 는, 온도 센서 (1b) 가 측정한 온도 또는 측정된 온도에 보정 계수를 곱하여 얻은 온도를, 배기 가스의 온도로 한다. 또, 엔진 제어부 (2) 는, 평가·진단 장치 (3) 에 대해 평가·진단에 필요한 정보를 포함하는 정보 신호를 출력하도록 구성되어 있다. 본 실시형태에서는, 엔진 제어부 (2) 는, 엔진 (1) 의 부하 및 회전수, 운전 시간 및 배기 가스의 온도 등의 정보를 포함하는 정보 신호를 평가·진단 장치 (3) 에 출력한다. 이 정보 신호의 출력은, 예를 들어 엔진 (1) 의 운전 중에 수시 또는 정기적으로 실시된다.

[0039] 평가·진단 장치 (3) 는, 평가·진단부 (3a) 와, 입력부 (3b) 와, 표시부 (3c) 와, 그 밖의 주변 기능부를 포함하여 구성되어 있다. 평가·진단부 (3a) 는, CPU 등의 연산부와, RAM, ROM 등의 기록부와, 그 밖의 주변 기능부를 포함하여 구성되어 있다. 평가·진단부 (3a) 는, 기록부에 기록된 데이터를 사용하여 기록부에 기록된 프로그램을 연산부가 실행함으로써, 그 기능을 실현하도록 구성되어 있다.

[0040] 입력부 (3b) 는, 평가·진단 장치 (3) 에 외부로부터 데이터를 입력하기 위한 구성으로, 예를 들어 오퍼레이터가 데이터를 입력하기 위한 키보드나 마우스를 포함하여 구성되어 있다. 외부로부터 입력된 데이터는 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록된다. 또, 표시부 (3c) 는, 입력된 데이터나, 평가·진단 결과를 표시하기 위한 구성으로, 예를 들어 액정 디스플레이나 유기 EL 디스플레이 등의 각종 표시 장치를 포함하여 구성되어 있다. 또한, 예를 들어 터치 패널 기능이 형성된 디스플레이에 의해 입력부 (3b) 와 표시부 (3c) 가 일체적으로 구성되어 있어도 된다.

[0041] (평가·진단 장치의 기능)

[0042] 계속해서, 평가·진단 장치 (3) 의 기능에 대해 설명한다. 평가·진단 장치 (3) 는, 대상으로 하는 구성 부품에 대하여, 엔진 (1) 의 운전 부하에 관한 운전 부하 평가점과, 엔진 (1) 의 운전 부하의 변동에 관한 운전 부하 변동 평가점과, 엔진 (1) 의 운전 사이클에 관한 운전 사이클 평가점과, 엔진 (1) 의 연료의 성상에 관한 연료 성상 평가점과, 연료의 연소성에 관한 연소성 평가점과, 엔진 (1) 의 배기 가스의 온도에 관한 배기 가스 온도 평가점을 생성한다. 그리고, 이들의 생성된 평가점을 가산하여, 대상으로 하는 구성 부품의 피로도의 종합 평가점을 산출하고, 이 종합 평가점에 기초하여, 대상으로 하는 구성 부품의 피로도를 평가한다. 또한, 이 피로도에 기초하여, 대상으로 하는 구성 부품의 남은 수명을 진단한다. 평가·진단 장치 (3) 는, 피로도를 평가하는 피로도 평가 장치 및 남은 수명을 진단하는 남은 수명 진단 장치로서 기능한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 종합 평가점을 산출하는 산출부, 피로도를 평가하는 평가부 및 남은 수명을 진단하는 진단부로서 기능한다.

[0043] 이하에서는, 먼저 각 평가점에 대해 구체적으로 예시하여 설명하고, 그 후, 종합 평가점의 산출, 피로도의 평가, 남은 수명의 진단에 대해 순차 설명한다. 또한, 각 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시시에는 0 점이고, 또 대상으로 하는 구성 부품이 교환된 시점에서 리셋되어 0 점 이 된다.

[0044] (운전 부하 평가점)

[0045] 운전 부하 평가점은, 엔진 (1) 의 운전 부하에 관한 평가점으로서, 엔진 (1) 의 운전 부하가, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.

[0046] 본 실시형태에서는, 운전 부하 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의

교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지의, 운전 시간에 있어서의 엔진 (1) 의 평균 부하율과, 운전 부하에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것으로서 규정한다. 여기서, 현시점이란, 예를 들어 평가·진단 장치 (3) 에 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 정보의 범위에 있어서, 최신의 정보에 대응하는 시각이며, 다른 평가점에 관해서도 동일하다. 또, 부하율이란, 예를 들어 엔진 (1) 의 정격 최대 부하에 대한 비율이다. 또, 운전 부하에 관한 피로도 영향 계수란, 운전 부하가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 부여되는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0047] 평균 부하가 크면, 구성 부품에 관련된 부하도 높기 때문에, 피로도에 영향을 주게 된다.

[0048] 도 3 은, 엔진 (1) 의 부하율과, 그 부하율에서의 엔진 (1) 의 운전 시간의 비율의 관계의 예를 나타내는 도면이다. 도 3 은, 대략 3 개월반의 기간에 있어서 엔진 (1) 의 실제의 운전 시간에 대한 것이다. 예를 들어, 도 3 에 나타내는 예에서는, 실제의 운전 시간은 약 8600 시간이고, 실제의 운전 시간에 대한, 부하율 10 % 에서 엔진 (1) 을 운전한 운전 시간의 비율이 5 % 인 것을 나타내고 있다. 또, 도 3 에 나타내는 예에서는, 평균 부하는 39 % 이다.

[0049] 이 때, 운전 부하 평가점 C1 은 예를 들어 이하의 식 (1) 로 나타낸다.

[0050]
$$C1 = (A_{avr}/100) \times B1 \cdots (1)$$

[0051] 여기서, A_{avr} 은 평균 부하 [%] 이고, B1 은 운전 부하에 관한 피로도 영향 계수이다.

[0052] 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 정보에 기초하여 산출한 A_{avr} 과, 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록된 B1 에 기초하여 C1 을 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C1 을 표시시켜도 된다.

[0053] (운전 부하 변동 평가점)

[0054] 운전 부하 변동 평가점은, 엔진 (1) 의 운전 부하의 변동에 관한 평가점으로서, 엔진 (1) 의 운전 부하의 변동이, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.

[0055] 본 실시형태에서는, 운전 부하 변동 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지의, 누적 발진 정지 횟수와 누적 발진 정지 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과, 현시점까지의 누적 왕복 운전 횟수와 누적 왕복 운전 횟수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것으로서 규정한다.

[0056] 누적 발진 정지 횟수란, 도 4A 에 나타내는 바와 같이, 예를 들어 시간 제로에 있어서 엔진 (1) 이 운전을 개시하고, 어느 부하 변동으로 운전하여, 그 후 부하가 제로가 되어 운전을 종료한 경우에, 발진 정지 횟수의 1 회로 카운트한다. 도 4A 에서는, 시간 t1 에서 발진 정지 횟수가 1 회로 카운트되므로, 도 4B 에 나타내는 바와 같이, 시간 t1 에 있어서 누적 발진 정지 횟수가 1 회가 된다. 그 후 운전의 개시와 종료를 반복함으로써 누적 발진 정지 횟수는 증가한다. 또한, 도 4B 의 가로축은 운전 시간이다.

[0057] 또, 누적 발진 정지 횟수에 관한 피로도 영향 계수란, 누적 발진 정지 횟수가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0058] 누적 왕복 운전 횟수란, 엔진 (1) 의 저부하 영역과 고부하 영역 사이의 왕복 운전 횟수의 누적값이다. 구체적으로는, 도 5A 에 나타내는 바와 같이, 예를 들어 시간 제로에 있어서 엔진 (1) 이 운전을 개시하고, 부하가, 시간 t1 에 있어서 저부하 임계값 이상이 되고, 그 후 다시 고부하 임계값 이상이 되고, 그 후 시간 t2 에 있어서 저부하 임계값 미만이 되었다고 한다. 이 경우, 저부하 임계값 미만의 저부하 영역과 고부하 임계값 이상의 고부하 영역 사이를 1 왕복하도록 엔진 (1) 이 운전한 것이 되므로, 왕복 운전 횟수의 1 회로 카운트한다. 동일하게, 부하가, 시간 t3 에 있어서 저부하 임계값 이상이 되고, 그 후 다시 고부하 임계값 이상이 되고, 그 후 시간 t4 에 있어서 저부하 임계값 미만이 된 경우도, 왕복 운전 횟수의 1 회로 카운트한다. 그러면, 도 5B 에 나타내는 바와 같이, 누적 왕복 운전 횟수는 시간 t2 에 있어서 1 회가 되고, 시간 t4 에 있어서 2 회가 되고, 그 후 왕복 운전을 반복함으로써 증가한다. 또한, 도 5B 의 가로축은 운전 시간이다. 또, 저부하 임계값과 고부하 임계값은, 구성 부품마다 설정된다.

[0059] 또, 누적 왕복 운전 횟수에 관한 피로도 영향 계수란, 누적 왕복 운전 횟수가 그 구성 부품의 피로도나 수명에

미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0060] 발진 정지나 왕복 운전이 반복되면, 구성 부품의 금속 등의 재질이 고온이 되는 상태와 저온이 되는 상태가 반복되므로, 스트레스에 의해 열화되는 요인이 되기 때문에, 피로도에 영향을 주게 된다. 특히, 피스톤 (1e) 이나 배기 밸브 (1i) 의 피로도에 영향을 주기 쉽기 때문에, 이들 구성 부품에 설정되는 피로도 영향 계수는 커진다.

[0061] 이 때, 운전 부하 변동 평가점 C2 는, 예를 들어 이하의 식 (2-1) ~ (2-3) 으로 나타낸다.

[0062]
$$C2 = C21 + C22 \cdots (2-1)$$

[0063]
$$C21 = (D1/D3) \times B21 \cdots (2-2)$$

[0064]
$$C22 = (D2/D4) \times B22 \cdots (2-3)$$

[0065] 여기서, C21 은 누적 발진 정지 횟수에 대한 평가점이고, C22 는 누적 왕복 운전 횟수에 대한 평가점이다. 또, D1 은 누적 발진 정지 횟수, D2 는 누적 왕복 운전 횟수, D3 은 구성 부품의 수명 내에 상정되는 누적 발진 정지 횟수, D4 는 구성 부품의 수명 내에 상정되는 누적 왕복 운전 횟수, B21 은 누적 발진 정지 횟수에 관한 피로도 영향 계수, B22 는 누적 왕복 운전 횟수에 관한 피로도 영향 계수이다.

[0066] 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 정보에 기초하여 산출한 D1, D2 와, 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록된 D3, D4, B21, B22 에 기초하여 C2 를 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C2 를 표시시켜도 된다.

[0067] (운전 사이클 평가점)

[0068] 운전 사이클 평가점은, 엔진 (1) 의 운전 사이클에 관한 평가점으로서, 엔진 (1) 의 운전 사이클이, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.

[0069] 본 실시형태에서는, 운전 사이클 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회 교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지의, 엔진 (1) 의 누적 운전 사이클수와 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱과, 현시점까지의 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수와 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것으로서 규정한다.

[0070] 누적 운전 사이클수란, 도 6A 에 나타내는 바와 같이, 운전 사이클의 누적값이다. 운전 사이클이란, 엔진 (1) 의 운전의 1 사이클로서, 엔진 (1) 의 출력축 (1a) 이 1 회전하면 1 사이클이다. 가로축에 나타내는 운전 시간이 증가함에 따라, 누적 운전 사이클수는 증가한다.

[0071] 또, 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수란, 누적 운전 사이클수가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0072] 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수란, 도 6B 에 나타내는 바와 같이, 엔진 (1) 이, 설정된 부하율 (부하 임계값) 이상의 부하율로 운전한 운전 사이클을 1 회로 카운트하고, 이것을 누적한 것이다. 부하 임계값은, 구성 부품마다 설정되어 있다. 예를 들어, 부하 임계값은 50 % 이다. 또한, 가로축은 운전 시간이다.

[0073] 또, 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수란, 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0074] 누적 운전 사이클수나 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수가 크면, 실린더 라이너 (1c) 나 피스톤링 (1eb) 이 슬라이딩하는 횟수도 많아지므로, 특히 이들 구성 부품의 피로도에 대한 영향이 크기 때문에, 이들 구성 부품에 설정되는 피로도 영향 계수는 커진다.

[0075] 이 때, 운전 사이클 평가점 C3 은, 예를 들어 이하의 식 (3-1) ~ (3-3) 으로 나타낸다.

[0076]
$$C3 = C31 + C32 \cdots (3-1)$$

[0077]
$$C31 = (E1/E2) \times B31 \cdots (3-2)$$

[0078]
$$C32 = (E3/E4) \times B32 \cdots (3-3)$$

- [0079] 여기서, C31 은 누적 운전 사이클수에 대한 평가점이고, C32 는 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수에 대한 평가점이다. 또, E1 은 누적 운전 사이클수, E2 는 구성 부품의 수명 내에 상정되는 누적 운전 사이클수, E3 은 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수, E4 는 구성 부품의 수명 내에 상정되는 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수, B31 은 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수, B32 는 부하 임계값 이상 누적 운전 사이클수에 관한 피로도 영향 계수이다.
- [0080] 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 정보에 기초하여 산출한 E1, E3 과, 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록된 E2, E4, B31, B32 에 기초하여 C3 을 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C3 을 표시시켜도 된다.
- [0081] (연료 성상 평가점)
- [0082] 연료 성상 평가점은, 엔진 (1) 의 연료의 성상에 관한 평가점으로서, 연료의 성상이, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.
- [0083] 본 실시형태에서는, 연료 성상 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지 사용된 연료에 포함되는 성분의 농도와 그 농도에 관한 피로도 영향 계수의 곱과, 현시점까지 사용된 연료에 포함되는 2 개의 성분의 농도의 비와 그 비에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것으로서 규정한다.
- [0084] 연료에 포함되는 성분의 농도로서, 예를 들어 황 (S) 의 농도 (S 농도), 바나듐 (V) 의 농도 (V 농도), 나트륨 (Na) 의 농도 (Na 농도), 알루미늄 (Al) 과 규소 (Si) 의 합계의 농도 (이하, Al + Si 농도로 한다) 및 세디먼트 농도로 이루어지는 군에서 선택되는 1 개 이상의 농도를 사용할 수 있다. 본 실시형태에서는, 이들의 모든 농도를 사용한다. 또, 농도로는 질량% 를 사용한다.
- [0085] 또, 성분의 농도에 관한 피로도 영향 계수란, 그 성분이 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.
- [0086] 또, 연료에 포함되는 2 개의 성분의 농도의 비로서, 본 실시형태에서는, V 농도에 대한 Na 농도의 비 (Na/V) 를 사용한다.
- [0087] 또, 농도의 비에 관한 피로도 영향 계수란, 농도의 비가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.
- [0088] 예를 들어, 황은 연소시에 수분과 반응하여 황산을 생성하고, 구성 부품을 부식시킬 우려가 있다. S 농도가 높으면, 피스톤링 (1eb), 실린더 라이너 (1c), 배기 밸브 박스 (1h) 의 피로도에 대한 영향이 크다. 또, 황, 바나듐, 나트륨은, 연소실 (R) 의 벽면에 부착된 성분이, 고온하나 직접 화염에 쪼여짐으로써 용출되어, 구성 부품과 화학 반응하여 부식을 일으킬 우려가 있다. S 농도, V 농도, Na 농도가 높으면, 피스톤관 (1ea), 배기 밸브 (1i), 실린더 커버 (1d) 의 피로도에 미치는 영향이 크다. 또, Na/V 가 높으면, 고온 부식이 가속되기 쉬워지므로, 피스톤관 (1ea), 배기 밸브 (1i), 실린더 커버 (1d) 의 피로도에 미치는 영향이 크다. 또, (Al + Si 농도) 가 높으면, 이들이 경질의 미립자가 되어, 슬라이딩 부품의 이상 마모를 일으킬 우려가 있으므로, 피스톤링 (1eb), 실린더 라이너 (1c), 연료 분사 밸브 (1k) 의 피로도에 대한 영향이 크다. 또, 세디먼트는 슬러지의 생성에 기여한다. 따라서, 세디먼트 농도가 높으면, 슬러지가 슬라이딩부나 배기 밸브 (1i) 의 시트부에 들어가 마모나 시트 불량률의 원인이 되므로, 피스톤링 (1eb), 실린더 라이너 (1c), 배기 밸브 시트 (1g), 연료 분사 밸브 (1k) 의 피로도에 대한 영향이 크다. 이상 설명한 영향이 큰 구성 부품에 설정되는 피로도 영향 계수는 커진다.
- [0089] 또, 도 7 은, 운전 시간에 대한 연료의 성상에 관한 파라미터의 변화를 설명하는 도면이다. 여기서, 연료의 성상에 관한 파라미터란, 연료에 포함되는 성분의 농도, 또는 2 개의 성분의 농도의 비이다.
- [0090] 도 7 에서는, 엔진 (1) 은 어느 성상의 연료를 탑재하여 사용하고, 시간 제로로부터 시간 t1 까지 운전을 실시한다. 또한, 엔진 (1) 의 사용 개시시 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시시를 시간 제로로 한다. 그리고, 시간 t1 부터는 다른 성상의 연료를 사용하여, 시간 t2 까지 운전을 실시한다. 또한, 시간 t2 부터는 또 다른 성상의 연료를 사용하여, 시간 t3 까지 운전을 실시하고, 시간 t3 부터는 또 다른 연료를 사용하여, 그 후의 운전을 실시한다고 한다. 시간 t1 이후에 사용하는 연료는, 예를 들어 그때

까지 사용한 연료의 나머지에 새롭게 다른 연료를 보급한 것이나, 새롭게 탑재한 다른 연료이다.

[0091] 도 7 에 나타내는 바와 같이, 사용하는 연료의 성상에 의해, 파라미터는 변동할 수 있는 것이다. 본 실시형태에서는, 각 파라미터에 대해 제 1 기준값과 제 2 기준값을 설정하고, 각 파라미터의 값의 크기에 따라 가중 계수를 채용한다. 예를 들어 파라미터의 값이 제 1 기준값 미만인 경우에는 제 1 가중 계수를 채용하고, 파라미터의 값이 제 1 기준값 이상 제 2 기준값 미만인 경우에는 제 2 가중 계수를 채용하고, 파라미터의 값이 제 2 기준값 이상인 경우에는 제 3 가중 계수를 채용한다. 여기서, 제 1 가중 계수를 1 로 하여, (제 1 가중 계수) < (제 2 가중 계수) < (제 3 가중 계수) 와 같이 대소 관계가 성립되도록 한다. 이와 같은 대소 관계로 하는 이유는, 본 실시형태에서는, 파라미터의 값이 클수록, 피로도에 미치는 영향이 크기 때문이다. 또한, 제 1 기준값과 제 2 기준값은 파라미터마다 설정하지만, 각 가중 계수는 모든 파라미터에서 공통된 값으로 해도 된다. 또, 본 실시형태에서는, 기준값이 제 1 기준값과 제 2 기준값의 2 개이지만, 1 개 또는 3 개 이상이어도 된다.

[0092] 이 때, 연료 성상 평가점 C4 는, 예를 들어 이하의 식 (4-1) ~ (4-7) 로 나타낸다.

[0093]
$$C4 = C41 + C42 + C43 + C44 + C45 + C46 \cdots (4-1)$$

[0094]
$$C41 = [(F1 \times T41)/T7] \times B41 \cdots (4-2)$$

[0095]
$$C42 = [(F2 \times T42)/T7] \times B42 \cdots (4-3)$$

[0096]
$$C43 = [(F3 \times T43)/T7] \times B43 \cdots (4-4)$$

[0097]
$$C44 = [(F4 \times T44)/T7] \times B44 \cdots (4-5)$$

[0098]
$$C45 = [(F5 \times T45)/T7] \times B45 \cdots (4-6)$$

[0099]
$$C46 = [(F6 \times T46)/T7] \times B46 \cdots (4-7)$$

[0100] 여기서, C41 은 S 농도에 대한 평가점이고, C42 는 V 농도에 대한 평가점이고, C43 은 Na 농도에 대한 평가점이고, C44 는 Na/V 에 대한 평가점이고, C45 는 (Al + Si) 농도에 대한 평가점이고, C46 은 세디먼트 농도에 대한 평가점이다. 또, F1 은 S 농도에 대한 가중 계수이고, F2 는 V 농도에 대한 가중 계수이고, F3 은 Na 농도에 대한 가중 계수이고, F4 는 Na/V 에 대한 가중 계수이고, F5 는 (Al + Si) 농도에 대한 가중 계수이고, F6 은 세디먼트 농도에 대한 가중 계수이고, 각각 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록되어 있다. 또, T41 은 S 농도가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, T42 는 V 농도가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, T43 은 Na 농도가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, T44 는 Na/V 가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, T45 는 (Al + Si) 농도가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, T46 은 세디먼트 농도가 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이다. 이들 운전 시간은, 평가·진단부 (3a) 가, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 운전 시간에 관한 정보와 기록부에 기록된 정보에 기초하여 산출한다. 또, T7 은 수명 내에 상정되는 엔진 (1) 의 운전 시간이고, 기록부에 기록되어 있다. 또, B41 은 S 농도에 관한 피로도 영향 계수이고, B42 는 V 농도에 관한 피로도 영향 계수이고, B43 은 Na 농도에 관한 피로도 영향 계수이고, B44 는 Na/V 에 관한 피로도 영향 계수이고, B45 는 (Al + Si) 농도에 관한 피로도 영향 계수이고, B46 은 세디먼트 농도에 관한 피로도 영향 계수이고, 각각 기록부에 기록되어 있다.

[0101] S 농도, V 농도, Na 농도, Na/V, (Al + Si) 농도, 세디먼트 농도의 각 파라미터는, 사용하는 연료의 성상이 바뀔 때마다, 연료의 성분 분석을 실시하여 취득된다. 그리고, 예를 들어 오퍼레이터가 평가·진단 장치 (3) 의 입력부 (3b) 로부터 취득한 각 파라미터의 값을 입력한다. 평가·진단부 (3a) 는, 입력된 값을 기록부에 기록한다.

[0102] 그리고, 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, C4 를 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C4 를 표시시켜도 된다.

[0103] (연소성 평가점)

[0104] 연소성 평가점은, 연료의 연소성에 관한 평가점으로서, 사용하는 연소성이, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.

[0105] 본 실시형태에서는, 연소성 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지 사용된 연료의 계산 탄소 방향성 지표인 CCAI (Calculated Carbon

Aromaticity Index) 의 값과, 구성 부품마다 설정된, 연소성에 관한 피로도 영향 계수의 곱을 포함하는 것으로서 규정한다.

[0106] CCAI 는, $D-140.7 \times \log_{10} \log_{10}(V + 0.85)-A$ 로 규정되고, 잔사 연료유의 착화성을 평가하는 지표이다. 여기서, D 는 15 °C 에서의 연료의 밀도 (kg/m₃) 이며, V 는 50 °C 또는 100 °C 에서의 연료의 동점도 (mm²/s) 이며, A 는, V 가 50 °C 에 있어서의 동점도의 경우에는 80.6 이며, 100 °C 에 있어서의 동점도의 경우에는 111 이다.

[0107] 또, 연소성에 관한 피로도 영향 계수란, 연소성이 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.

[0108] 연료는, 그 CCAI 가 커질수록, 착화 지연 시간이 길어진다. 착화 지연 시간이 길면, 동일한 양의 연료를 사용해도 출력이 얻어지기 어렵기 때문에, 어느 부하로 할 때의 연료 분사량을 보다 크게 해야 하는 경우가 있다. 또, 착화 지연이 있으면, 피스톤 (1e) 이 보다 하방으로 이동할 때까지 연소실 (R) 의 고온의 영향이 미치므로, 슬라이딩 부품에 대한 윤활유가 연소되어 버려, 슬라이딩 부품의 마모나 열에 의한 열화가 커지는 경우가 있다. 따라서, 이들의 영향을 받는 구성 부품에 설정되는 피로도 영향 계수는 커진다.

[0109] 또, 도 8 은, 운전 시간에 대한 CCAI 값의 변화를 설명하는 도면이다. 도 8 에서는, 엔진 (1) 은 어느 연소성의 연료를 탑재하여 사용하고, 시간 제로로부터 시간 t₁ 까지 운전을 실시한다. 또한, 엔진 (1) 의 사용 개시시 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시시를 시간 제로로 한다. 그리고, 시간 t₁ 부터는 다른 연소성의 연료를 사용하여, 시간 t₂ 까지 운전을 실시한다. 또한, 시간 t₂ 부터는 또 다른 연소성의 연료를 사용하여, 시간 t₃ 까지 운전을 실시하고, 시간 t₃ 부터는 또 다른 연소성의 연료를 사용하여, 그 후의 운전을 실시한다고 한다. 시간 t₁ 이후에 사용하는 연료는, 예를 들어 그때까지 사용한 연료의 나머지에 새롭게 다른 연료를 보급한 것이나, 새롭게 탑재한 다른 연료이다.

[0110] 도 8 에 나타내는 바와 같이, 사용하는 연료의 연소성에 따라, CCAI 값은 변동될 수 있는 것이다. 본 실시 형태에서는, CCAI 값에 대해 제 1 기준값과 제 2 기준값을 설정하고, CCAI 값의 크기에 따라 가중 계수를 채용한다. 예를 들어 CCAI 값이 제 1 기준값 미만인 경우에는 제 1 가중 계수를 채용하고, 제 1 기준값 이상 제 2 기준값 미만인 경우에는 제 2 가중 계수를 채용하고, 제 2 기준값 이상인 경우에는 제 3 가중 계수를 채용한다. 여기서, 제 1 가중 계수를 1 로 하여, (제 1 가중 계수) < (제 2 가중 계수) < (제 3 가중 계수) 와 같이 대소 관계가 성립되도록 한다. 이와 같은 대소 관계로 하는 이유는, 본 실시 형태에서는, CCAI 값이 클수록, 피로도에 미치는 영향이 크기 때문이다. 또한, 본 실시 형태에서는, 기준값이 제 1 기준값과 제 2 기준값의 2 개이지만, 1 개 또는 3 개 이상이어도 된다.

[0111] 이 때, 연소성 평가점 C5 는, 예를 들어 이하의 식 (5) 로 나타낸다.

$$C5 = [(G1 \times T51)/T52] \times B5 \cdots (5)$$

[0113] 여기서, G1 은 가중 계수이고, 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록되어 있다. 또, T51 은 CCAI 값이 제 1 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, 평가·진단부 (3a) 가, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 운전 시간에 관한 정보와 기록부에 기록된 정보에 기초하여 산출한다. 또, T52 는 수명 내에 상정되는 엔진 (1) 의 운전 시간이고, 기록부에 기록되어 있다. 또, B5 는 연소성에 관한 피로도 영향 계수이고, 기록부에 기록되어 있다.

[0114] CCAI 값은, 사용하는 연료가 바뀔 때마다, 연료의 분석을 실시하여 취득된다. 그리고, 예를 들어 오퍼레이터가 평가·진단 장치 (3) 의 입력부 (3b) 로부터 취득한 CCAI 값을 입력한다. 평가·진단부 (3a) 는, 입력된 CCAI 값을 기록부에 기록한다.

[0115] 그리고, 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, C5 를 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C5 를 표시시켜도 된다.

[0116] (배기 가스 온도 평가점)

[0117] 배기 가스 온도 평가점은, 엔진 (1) 의 배기 가스의 온도에 관한 평가점으로서, 배기 가스의 온도가, 대상이 되는 구성 부품의 피로도에 대해 미치는 영향을 나타내는 지표가 되는 것이다.

[0118] 본 실시 형태에서는, 배기 가스 온도 평가점은, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시부터, 현시점까지, 온도 센서 (1b) 를 사용하여 측정된 배기 가스의 온도와 배기 가스

의 온도에 관한 피로도 영향 계수의 값을 포함하는 것으로서 규정한다.

- [0119] 또한, 본 실시형태에서는, 온도 센서 (1b) 는 배기 매니폴드 (1m) 에 형성되어 있지만, 접속 배관 (11) 등의 다른 장소에 형성되어 있어도 된다.
- [0120] 또, 배기 가스의 온도에 관한 피로도 영향 계수란, 배기 가스의 온도가 그 구성 부품의 피로도나 수명에 미치는 영향의 정도를 나타내는 계수로서, 사전 실험으로 얻어진 데이터나 지금까지의 운전 실적에 의해 축적된 데이터 등에 의해 결정되고, 구성 부품마다 설정된다.
- [0121] 연소실 (R) 의 주변의 구성 부품은, 연료 연소 후에 일정 온도 이상의 고온의 배기 가스에 노출되면, 열피로가 발생하고, 이 열피로가 축적되면, 고온 부식의 리스크가 증대된다. 따라서, 배기 가스에 노출되는 구성 부품에 설정되는 피로도 영향 계수는 커진다.
- [0122] 또, 도 9 는, 운전 시간에 대한 배기 가스 온도의 변화를 설명하는 도면이다. 도 9 에 나타내는 바와 같이, 엔진 (1) 의 사용 개시 후 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시 후, 엔진 (1) 의 부하 등에 따라 배기 가스 온도가 변화하여, 시간 t1 에서 기준값을 초과한다. 본 실시형태에서는, 배기 가스 온도에 대해 기준값을 설정하고, 배기 가스 온도에 따라 가중 계수를 채용한다. 예를 들어 배기 가스 온도가 기준값 미만인 경우에는 제 1 가중 계수를 채용하고, 기준값 이상인 경우에는 제 2 가중 계수를 채용한다. 여기서, 제 1 가중 계수를 1 로 하여, (제 1 가중 계수) < (제 2 가중 계수) 와 같이 대소 관계가 성립되도록 한다. 또한, 본 실시형태에서는, 기준값이 1 개이지만, 2 개 이상이어도 된다.
- [0123] 이 때, 배기 가스 온도 평가점 C6 은, 예를 들어 이하의 식 (6) 으로 나타낸다.
- [0124]
$$C6 = [(H1 \times T61)/T62] \times B6 \cdots (6)$$
- [0125] 여기서, H1 은 가중 계수이고, 평가·진단부 (3a) 의 기록부에 기록되어 있다. 또, T61 은 배기 가스 온도가 기준값을 초과한 운전 시간 (h) 이고, 평가·진단부 (3a) 가, 엔진 제어부 (2) 로부터 입력된 운전 시간 및 배기 가스 온도에 관한 정보와 기록부에 기록된 정보에 기초하여 산출한다. 또, T62 는 수명 내에 상정되는 엔진 (1) 의 운전 시간이고, 기록부에 기록되어 있다. 또, B6 은 배기 가스 온도에 관한 피로도 영향 계수이고, 기록부에 기록되어 있다.
- [0126] 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, C6 을 계산에 의해 생성하고, 기록부에 기록한다. 또, 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에 C6 을 표시시켜도 된다.
- [0127] 평가·진단 장치 (3) 에 있어서, 평가·진단부 (3a) 는, 이상과 같이 각 평가점 C1 ~ C6 을 생성한 후, 이들을 식 (7) 과 같이 가산하여, 대상으로 하는 구성 부품의 현시점에서의 피로도의 종합 평가점 C 를 산출한다.
- [0128]
$$C = C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 \cdots (7)$$
- [0129] 도 10 은, 종합 평가점을 설명하는 도면이다. 도 10 에서는 평가점 C1 ~ C6 을 레이더 차트로 나타내고 있고, C1 이 12 점, C2 가 8 점, C3 이 4 점, C4 가 12 점, C5 가 16 점, C6 이 8 점인 경우를 예시하고 있다. 이 경우, 종합 평가점은 60 점이다. 평가·진단부 (3a) 는, 표시부 (3c) 에, 도 10 과 같은 레이더 차트와 종합 평가점 C 를 표시시켜도 된다.
- [0130] 본 실시형태에서는, 평가·진단부 (3a) 는, 대상으로 하는 구성 부품의 종합 평가점이 100 점이 된 경우를, 그 구성 부품이 수명을 다했다고 판정하고, 현시점의 피로도는, 100 점에 대한 현시점의 종합 평가점이라고 평가한다. 예를 들어, 종합 평가점이 60 점이면, 수명에 대해 6 할 정도의 피로도라고 평가한다.
- [0131] 도 11 은, 남은 수명의 예측을 설명하는 도면이다. 평가·진단부 (3a) 는, 엔진 (1) 의 사용 개시부터, 또는 대상으로 하는 구성 부품의 전회의 교환 후의 사용 개시부터, 수시 또는 정기적으로 종합 평가점을 산출하여 피로도를 평가하고 있다. 그리고, 현시점까지의 피로도의 종합 평가점의 트렌드로부터, 종합 평가점이 100 점이 되는 시점, 즉 수명을 다하는 시점을 예측하여, 현시점에서부터 수명을 다하는 시점까지의 시간을 남은 수명으로서 진단한다. 도 11 에 나타내는 예에서는, 종합 평가점이 60 점인 시점에서 남은 수명을 측정하고 있지만, 80 점이나 90 점 등의 다른 점수의 시점에서 남은 수명을 진단해도 된다.
- [0132] 본 실시형태에 관련된 시스템 (100) 에 있어서의 평가·진단 장치 (3) 에 의하면, 엔진 (1) 의 실제의 사용 조건에 따른, 구성 부품의 정비 간격, 정비 시기의 추정이 가능해진다. 그 결과, 엔진 (1) 의 구성 부품의 점검, 교환 시기를 보다 적절히 제시할 수 있다. 또, 그러한 추정, 제시가 가능해짐으로써, 불필요한 점검이나 교환을 억제 또는 방지할 수 있기 때문에, 작업비 및 부품 교환 비용의 저감이 가능해져, 엔진 (1) 의 운용

의 효율이 향상된다. 또, 엔진 (1) 의 구성 부품의 남은 수명의 추정에 의한 계획적인 보수 정비가 가능해진다.

[0133] 또한, 상기 실시형태에서는, 종합 평가점에 배기 가스 온도 평가점을 포함하고 있다. 그러나, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 배기 가스 온도 평가점을 포함하지 않고, 운전 부하 평가점과, 운전 부하 변동 평가점과, 운전 사이클 평가점과, 연료 성상 평가점과, 연소성 평가점을 가산하여 종합 평가점을 산출하도록 해도 되고, 운전 부하 평가점과, 운전 부하 변동 평가점과, 운전 사이클 평가점과, 연료 성상 평가점과, 연소성 평가점과, 배기 가스 온도 평가점 중, 적어도 2 개의 평가점을 생성하고, 생성된 적어도 2 개의 평가점을 가산하여, 종합 평가점을 산출하도록 해도 된다.

[0134] 또, 상기 실시형태에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니다. 상기 서술한 각 구성 요소를 적절히 조합하여 구성한 것도 본 발명에 포함된다. 또, 추가적인 효과나 변형예는, 당업자에 의해 용이하게 도출할 수 있다. 따라서, 본 발명의 보다 광범위한 양태는, 상기의 실시형태에 한정되는 것이 아니고, 여러 가지 변경이 가능하

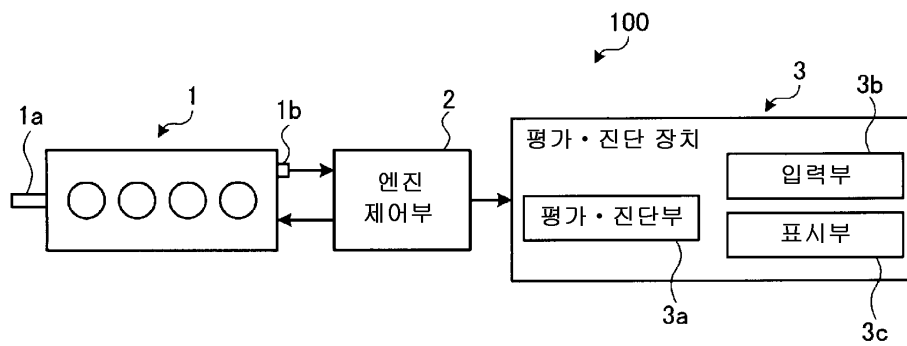
부호의 설명

[0135] 1 : 엔진
1a : 출력축
1b : 온도 센서
1c : 실린더 라이너
1d : 실린더 커버
1e : 피스톤
1ea : 피스톤관
1eb : 피스톤링
1ec : 피스톤 스커트
1f : 피스톤봉
1g : 배기 밸브 시트
1ga, 1ha : 배기 포트
1h : 배기 밸브 박스
1i : 배기 밸브
1ia : 밸브체
1ib : 밸브봉
1j : 커버
1ja : 배기 밸브 작동 장치
1k : 연료 분사 밸브
1l : 접속 배관
1m : 배기 매니폴드
2 : 엔진 제어부
3 : 평가·진단 장치
3a : 평가·진단부
3b : 입력부

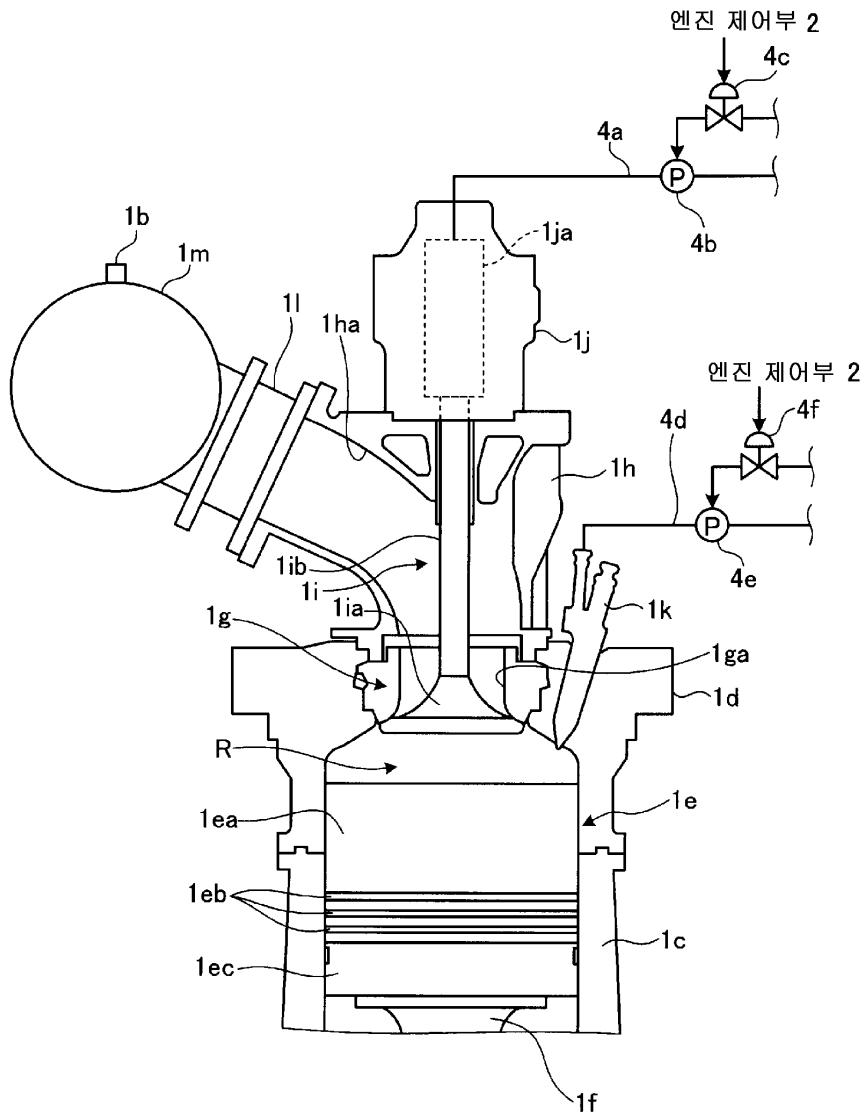
3c : 표시부
 4a : 작동유 공급 배관
 4b : 급유 펌프
 4c, 4f : 개폐 밸브
 4d : 연료 공급 배관
 4e : 연료 펌프
 100 : 시스템
 R : 연소실

도면

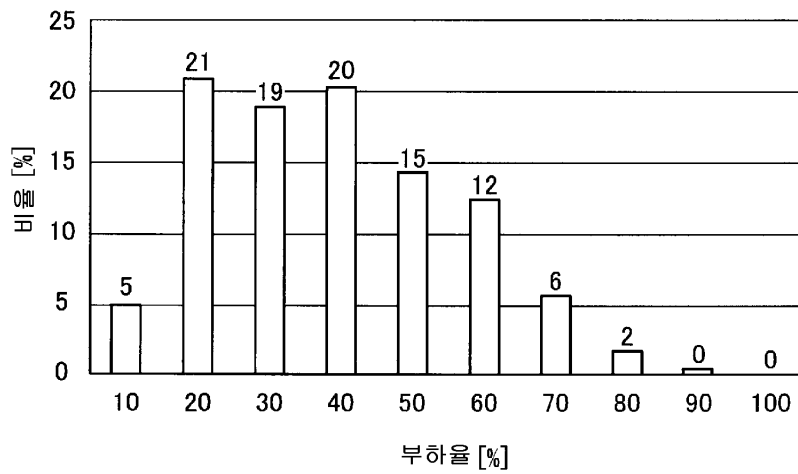
도면1



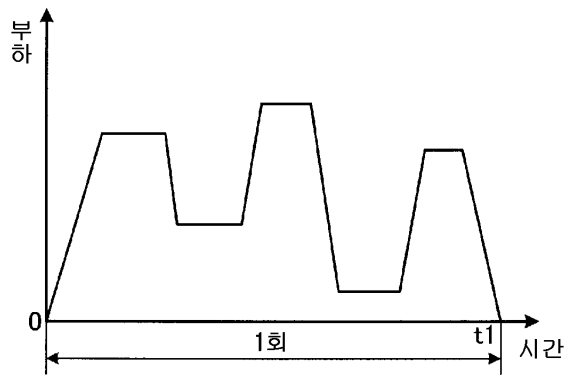
도면2



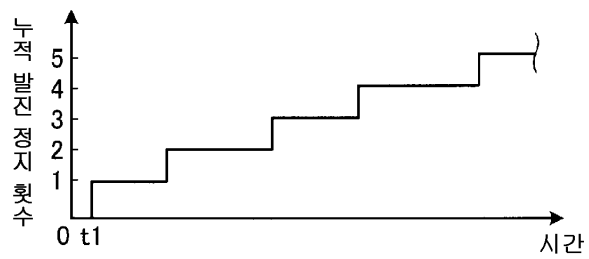
도면3



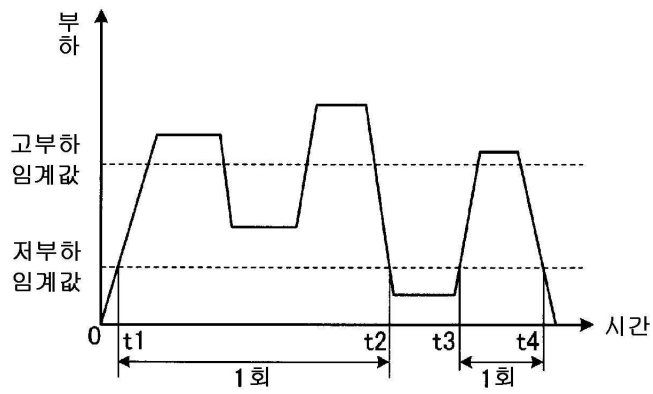
도면4a



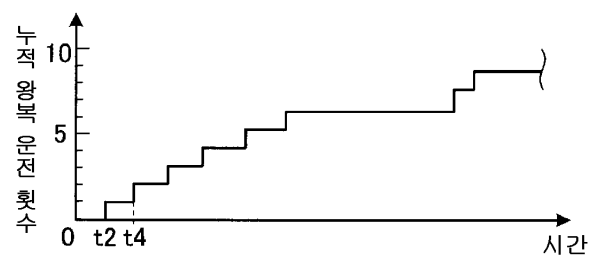
도면4b



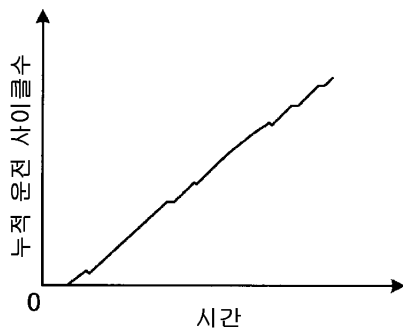
도면5a



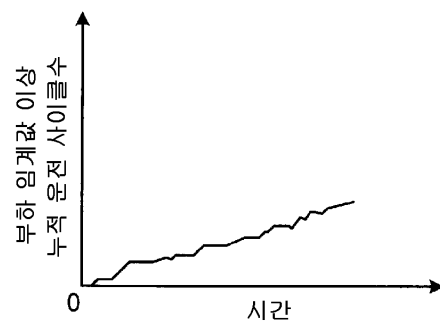
도면5b



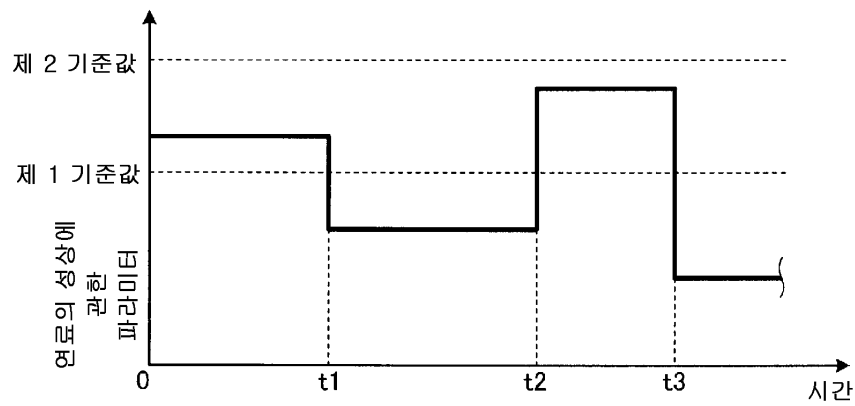
도면6a



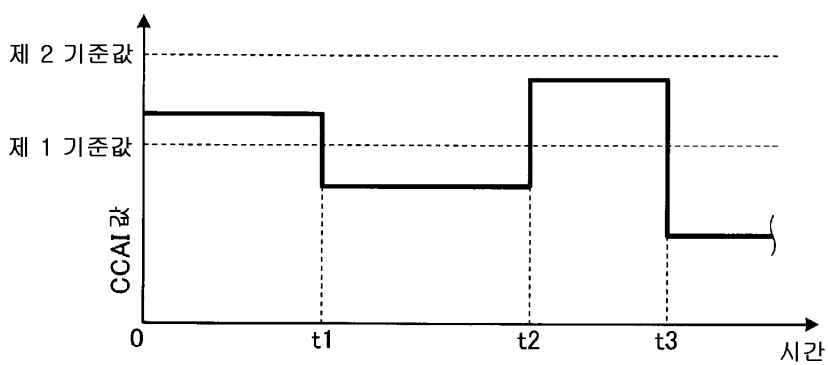
도면6b



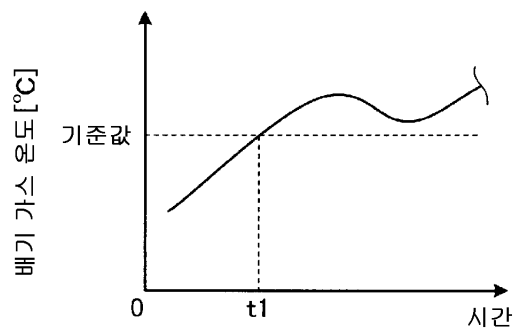
도면7



도면8

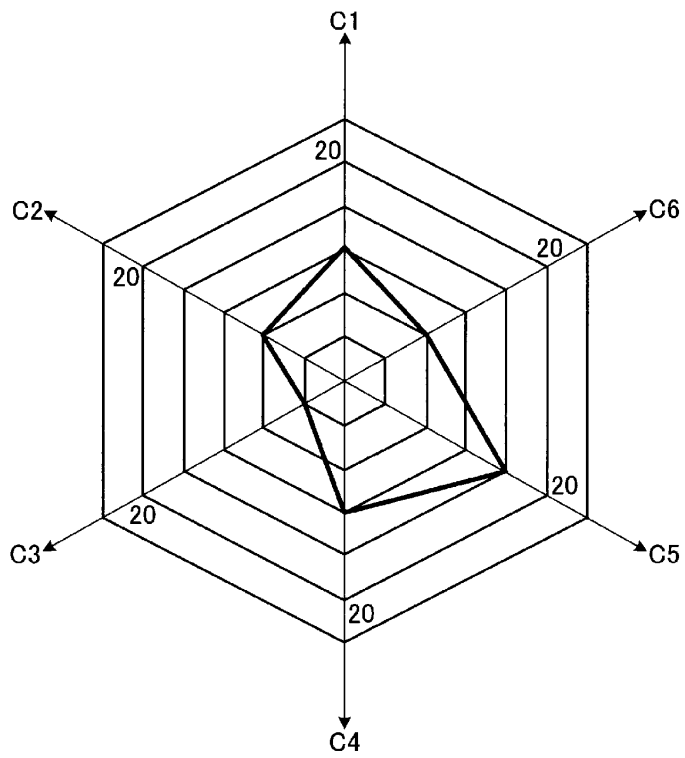


도면9



도면10

종합 평가점 : 60 점



도면11

