



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0010623
(43) 공개일자 2016년01월27일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>F02B 37/12</i> (2006.01) <i>F02B 37/18</i> (2006.01)
 <i>F02B 37/24</i> (2006.01) <i>F02B 41/10</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>F02B 37/12</i> (2013.01)
 <i>F02B 37/18</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2015-7036966</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2014년06월12일
 심사청구일자 2015년12월29일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2015년12월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/003146</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2014/199643
 국제공개일자 2014년12월18일</p> <p>(30) 우선권주장
 JP-P-2013-125277 2013년06월14일 일본(JP)
 JP-P-2013-125278 2013년06월14일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 카와사키 주코교 카부시키 카이샤
 일본국 고베 추오-쿠 히가시카와사키-초 3초메 1-1</p> <p>(72) 발명자
 쿠보, 타카시
 일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내</p> <p>니시, 세이지
 일본국 효고 650-8670 고베-시 추오-쿠 히가시카와사키-초 3-초메 1-1 카와사키 주코교 카부시키 카이샤 사내</p> <p>(74) 대리인
 김영철, 김 순 영</p> |
|---|---|

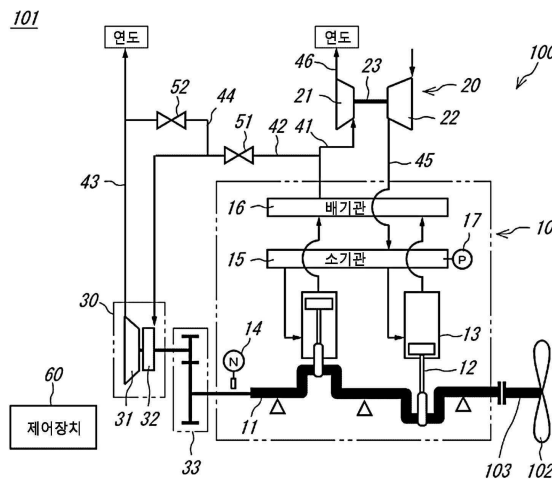
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **엔진 시스템 및 선박**

(57) 요약

엔진 시스템(100)은 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양이 감소했을 때, 가변 노즐(32)의 개구 면적을 줄임으로써 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 증가시키는 동시에 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양이 증가했을 때, 가변 노즐(32)의 개구 면적을 증가시킴으로써 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 줄인다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F02B 37/24 (2013.01)

F02B 41/10 (2013.01)

F05B 2220/40 (2013.01)

Y02T 10/144 (2013.01)

Y02T 10/163 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

엔진 본체와,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 과급기와,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 파워 터빈과,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 과급기에 인도하는 과급기 입구 배관과,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 파워 터빈에 인도하는 파워 터빈 입구 배관을 구비하며,

상기 파워 터빈은 입구 측에 설치된 가변 노즐을 갖고,

상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양이 감소했을 때, 상기 가변 노즐의 개구 면적을 줄임으로써 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 상기 과급기에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 증가시키는 동시에 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양이 증가했을 때, 상기 가변 노즐의 개구 면적을 증가시킴으로써 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 상기 과급기에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 줄이는 배기가스 유량 제어를 수행하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 파워 터빈 입구 배관은 상기 과급기 입구 배관에서 분기되어 있으며, 상기 과급기 입구 배관 내의 배기가스의 일부를 상기 파워 터빈에 인도하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 엔진 본체는 상기 과급기로 승압한 새로운 공기를 수용하는 소기관을 가지고 있으며,

상기 배기가스 유량 제어는 상기 소기관 내의 압력이 소정의 하한값보다 작을 때에는 상기 가변 노즐의 개도를 줄이는 동시에 상기 소기관 내의 압력이 소정의 상한값보다 클 때에는 상기 가변 노즐의 개도를 증가시킴으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 소정의 하한값 및 상기 소정의 상한값은 상기 엔진 본체의 부하가 커짐에 따라 커지도록 설정되는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 5

엔진 본체와,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 과급기와,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되며, 상기 엔진 본체의 크랭크 축에 연결되어 있는 파워 터빈

과,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 과급기에 인도하는 과급기 입구 배관과,

상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 파워 터빈에 인도하는 파워 터빈 입구 배관과,

상기 파워 터빈 입구 배관에 설치되어 상기 엔진 본체의 운전 조건에 따라 개폐하는 개폐 밸브와,

상기 파워 터빈 입구 배관 중 상기 개폐 밸브보다 하류 측의 부분에 연결되어 상기 파워 터빈 입구 배관 내의 기체를 추출하는 추기 배관과,

상기 추기 배관에 설치된 추기 밸브를 구비하며,

상기 엔진 본체가 정회전이고 또한 상기 엔진 본체의 부하가 소정의 절환 부하보다 큰 제1 조건일 때, 상기 개폐 밸브를 여는 동시에 상기 추기 밸브를 닫고,

상기 엔진 본체가 역회전일 때 또는 상기 엔진 본체의 부하가 상기 소정의 절환 부하보다 작은 제2 조건일 때, 상기 개폐 밸브를 닫거나 상기 제1 조건에서의 상기 개폐 밸브의 개도보다 작은 소개도로 하는 동시에 상기 추기 밸브를 열도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 파워 터빈 입구 배관은 상기 과급기 입구 배관에서 분기되어 있으며, 상기 과급기 입구 배관 내의 배기가스의 일부를 상기 파워 터빈에 인도하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 엔진 본체의 부하가 상승하고 있을 때의 상기 절환 부하인 상승 절환 부하는 상기 엔진 본체의 부하가 하강하고 있을 때의 상기 절환 부하인 하강 절환 부하보다 크게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 엔진 본체의 부하가 상승하여 상기 상승 절환 부하보다 커졌을 때, 상기 추기 밸브를 닫은 후에 상기 개폐 밸브를 열도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 엔진 본체의 부하가 하강하여 상기 하강 절환 부하보다 작아졌을 때, 상기 개폐 밸브를 닫은 후에 상기 추기 밸브를 열도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 10

제 5 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파워 터빈을 통과한 배기가스를 배출하는 파워 터빈 출구 배관을 더 구비하며,

상기 추기 배관은 상기 파워 터빈 출구 배관에 연결되어 있고, 상기 파워 터빈 입구 배관에서 추출한 기체를 상

기 파워 터빈 출구 배관에 배출하는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 파워 터빈 출구 배관 중 상기 추기 배관이 연결되는 부분과 상기 파워 터빈 사이에 연결되어 있으며, 외기를 상기 파워 터빈 출구 배관에 받아들일 수 있는 공기 취입 배관과, 그 공기 취입 배관에 설치된 공기 취입 밸브를 더 구비하며,

상기 제1 조건일 때 상기 공기 취입 밸브를 닫고, 상기 제2 조건일 때 상기 공기 취입 밸브를 열도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 12

제 5 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 과급기를 통과한 배기가스를 배출하는 과급기 출구 배관을 더 구비하며,

상기 추기 배관은 상기 과급기 출구 배관에 연결되어 있으며, 상기 파워 터빈 입구 배관에서 추출한 기체를 상기 과급기 출구 배관에 배출하는 것을 특징으로 하는 엔진 시스템.

청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항의 엔진 시스템을 구비한 것을 특징으로 하는 선박.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 폐열 에너지를 효율적으로 회수하는 엔진 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배기가스의 에너지에 의해 구동되는 과급기와 파워 터빈 모두를 구비하는 엔진 시스템(예를 들어, 특허문헌1 참조)에서는 과급기 측으로 필요한 양의 배기가스를 우선적으로 공급하고, 나머지 배기가스를 파워 터빈 측으로 공급한다는 제어가 수행된다.

[0003] 또한, 과급기와 파워 터빈 모두를 구비하는 엔진 시스템에서는 파워 터빈 측으로 공급하는 배기가스의 유로에 개폐 밸브를 설치하고, 운전 조건에 따라 그 개폐 밸브를 닫아서 파워 터빈 측으로 배기가스가 흐르지 않도록 제어하는 경우가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허출원공개 평10-169455호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기 과급기 측으로 배기가스를 우선적으로 공급하는 것과 같은 제어가 수행된다. 엔진 시스템에서는 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양의 변동으로 인하여 가장 영향을 받는 것은 파워 터bin이며, 파워 터bin의 설정

이 문제가 된다. 예를 들어, 파워 터빈은 엔진 본체가 일반적인 운전 때에 고효율이 되도록 설정되는 것이 합리적이지만, 이 경우, 일반적인 운전 때보다 많은 배기가스가 공급되면, 파워 터빈 회전수가 허용값을 초과하지 않도록 배기가스의 일부를 버리게 된다. 이러한 운용은 폐열 에너지를 충분히 회수할 수 있다고는 말할 수 없다. 또한, 당연히 엔진 시스템에는 시스템의 단순화가 요구되고 있다.

[0006] 또한, 파워 터빈 측으로 배기가스가 흐르지 않도록 하는 제어에 대해서는 상기 개폐 밸브를 닫아서 배기가스가 파워 터빈에 흐르지 않도록 하여도, 파워 터빈이 엔진 본체에 연결되어 있는 경우에는 파워 터빈은 엔진 본체에 의해 구동된다. 이때, 파워 터빈은 송풍기처럼 작동하여 기체를 이송하려고 하지만, 상기 개폐 밸브가 닫혀 있음으로써 기체가 흐르지 않게 되어 버린다. 따라서 파워 터빈을 구동하는데 큰 힘이 필요하게 되어 엔진 본체에 큰 부하가 되어 버린다.

[0007] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 폐열 에너지를 효율적으로 회수할 수 있으며, 또한 시스템의 단순화를 도모할 수 있는 엔진 시스템을 제공함을 목적으로 하고 있다.

[0008] 또한, 본 발명은 파워 터빈이 배기가스에 의해 구동되지 않을 때에, 엔진 본체에 과도한 부하를 생기는 것을 억제함을 목표로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 예에 따른 엔진 시스템은 엔진 본체와, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 과급기와, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 파워 터빈과, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 과급기에 인도하는 과급기 입구 배관과, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 파워 터빈에 인도하는 파워 터빈 입구 배관을 구비하며, 상기 파워 터빈은 입구 측에 설치된 가변 노즐을 갖고, 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양이 감소했을 때, 상기 가변 노즐의 개구 면적을 줄임으로써 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 상기 과급기에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 증가시키는 동시에 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양이 증가했을 때, 상기 가변 노즐의 개구 면적을 증가시킴으로써 상기 엔진 본체에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 상기 과급기에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 줄이는 배기가스 유량 제어를 수행하도록 구성되어 있다.

[0010] 일반적으로, 가변 노즐은 그 개구 면적을 변화시킴으로써 배기가스량에 따라 터빈(상기 구성에서는 파워 터빈)의 효율을 향상시키기 위해 사용된다. 상기 구성에 따르면, 이 가변 노즐의 개구 면적의 변화에 따라 과급기에 공급하는 배기가스의 양도 동시에 조절하고 있다. 요컨대, 상기 구성에 따르면, 배기가스량에 따라 폐열 에너지를 효율적으로 회수하는 제어와, 과급기에 적절한 양의 배기가스를 공급하는 제어 중 양쪽 모두의 제어를 가변 노즐에 의해 수행할 수 있다. 따라서 상기 엔진 시스템에 따르면, 폐열 에너지를 효율적으로 회수할 수 있고, 또한 시스템의 단순화를 도모할 수 있다.

[0011] 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 파워 터빈 입구 배관은 상기 과급기 입구 배관에서 분기되어 있으며, 상기 과급기 입구 배관 내의 배기가스의 일부를 상기 파워 터빈에 인도하도록 구성되어 있어도 좋다.

[0012] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 엔진 본체는 상기 과급기로 송압한 새로운 공기를 수용하는 소기관을 가지고 있으며, 상기 배기가스 유량 제어는 상기 소기관 내의 압력이 소정의 하한값보다 작을 때에는 상기 가변 노즐의 개도를 줄이는 동시에 상기 소기관 내의 압력이 소정의 상한값보다 클 때에는 상기 가변 노즐의 개도를 증가시킴으로써 수행되어도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 소기관 내의 압력에 따라 가변 노즐이 개폐되기 때문에, 더욱 확실하고 쉽게 과급기에 적절한 양의 배기가스를 공급할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 소정의 하한값 및 상기 소정의 상한값은 상기 엔진 본체의 부하가 커짐에 따라 커지도록 설정되어 있어도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 엔진 부하에 따라 소기관 내의 압력의 상한값 및 하한값을 적절하게 설정할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 예에 따른 엔진 시스템은 엔진 본체와, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되는 과급기와, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스에 의해 구동되며, 상기 엔진 본체의 크랭크 측에 연결되어 있는 파워 터빈과, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 과급기에 인도하는 과급기 입구 배관과, 상기 엔진 본체에서 배출된 배기가스를 상기 파워 터빈에 인도하는 파워 터빈 입구 배관과, 상기 파워 터빈 입구 배관에 설치되어 상기 엔진 본체의 운전 조건에 따라 개폐하는 개폐 밸브와, 상기 파워 터빈 입구 배관 중 상기 개폐 밸브보다 하류 측의 부분에 연결되어 상기 파워 터빈 입구 배관으로부터 기체를 추출하는 추기 배관과, 상기 추기 배관에 설치된 추기 밸브를 구비하며, 상기 엔진 본체가 정회전이고 또한 상기 엔진 본체의 부하가 소

정의 절환 부하보다 큰 제1 조건일 때, 상기 개폐 밸브를 여는 동시에 상기 추기 밸브를 닫고, 상기 엔진 본체가 역회전일 때 또는 상기 엔진 본체의 부하가 상기 소정의 절환 부하보다 작은 제2 조건일 때, 상기 개폐 밸브를 닫거나 상기 제1 조건에서의 상기 개폐 밸브의 개도보다 작은 소개도로 하는 동시에 상기 추기 밸브를 열도록 구성되어 있다.

[0015] 이러한 구성에 따르면, 파워 터빈이 배기가스에 의해 구동되지 않을 때에, 파워 터빈이 엔진 본체의 크랭크 축에 의해 구동되었다고 해도 파워 터빈을 통과한 기체는 추기 배관에서 추기되기 때문에 파워 터빈을 구동하는 엔진 본체에 과도한 부하가 생기는 것을 억제할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 파워 터빈 입구 배관은 상기 과급기 입구 배관에서 분기되어 있으며, 상기 과급기 입구 배관 내의 배기가스의 일부를 상기 파워 터빈에 인도하도록 구성되어 있어도 좋다.

[0017] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 엔진 본체의 부하가 상승하고 있을 때의 상기 절환 부하인 상승 절환 부하는 상기 엔진 본체의 부하가 하강하고 있을 때의 상기 절환 부하인 하강 절환 부하보다 크게 설정되어 있어도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 엔진 본체의 부하가 상승할 때와 하강할 때의 서로 다른 특성을 고려한 다음에 엔진 시스템을 운용할 수 있다. 따라서 더욱 적절한 엔진 시스템의 운용이 가능해진다.

[0018] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 엔진 본체의 부하가 상승하여 상기 상승 절환 부하보다 커졌을 때, 상기 추기 밸브를 닫은 후에 상기 개폐 밸브를 열도록 구성되어 있어도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 추기 밸브를 닫는 것과 동시에 개폐 밸브를 여는 것이 아니라, 추기 밸브를 닫은 후에 개폐 밸브를 열기 때문에, 일시적이라도 저항이 작은 유로가 형성되는 경우는 없으며, 과급기에 배기가스를 안정적으로 공급할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 엔진 본체의 부하가 하강하여 상기 하강 절환 부하보다 작아졌을 때, 상기 개폐 밸브를 닫은 후에 상기 추기 밸브를 열도록 구성되어 있어도 좋다. 이 경우에도, 일시적이라도 저항이 작은 유로가 형성되는 경우는 없으며, 과급기에 배기가스를 안정적으로 공급할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 파워 터빈을 통과한 배기가스를 배출하는 파워 터빈 출구 배관을 더 구비하며, 상기 추기 배관은 상기 파워 터빈 출구 배관에 연결되어 있고, 상기 파워 터빈 입구 배관에서 추출한 기체를 상기 파워 터빈 출구 배관에 배출해도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 파워 터빈이 배기가스에 의해 구동되지 않을 때에, 파워 터빈이 엔진 본체의 크랭크 축에 의해 구동되었다고 해도 파워 터빈을 통과한 기체는 추기 배관을 포함한 순환 유로를 순환하게 되기 때문에, 엔진 본체에 과도한 부하가 생기는 것을 억제할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 파워 터빈 출구 배관 중 상기 추기 배관이 연결되는 부분과 상기 파워 터빈 사이에 연결되어 있으며, 외기를 상기 파워 터빈 출구 배관에 받아들일 수 있는 공기 취입 배관과, 그 공기 취입 배관에 설치된 공기 취입 밸브를 더 구비하며, 상기 제1 조건일 때 상기 공기 취입 밸브를 닫고, 상기 제2 조건일 때 상기 공기 취입 밸브를 열도록 구성되어 있어도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 상기 순환 유로 내의 기체가 바뀌기 때문에, 해당 순환 유로 내의 기체 온도가 지나치게 상승하는 것을 억제할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 엔진 시스템에 있어서, 상기 과급기를 통과한 배기가스를 배출하는 과급기 출구 배관을 더 구비하며, 상기 추기 배관은 상기 과급기 출구 배관에 연결되어 있으며, 상기 파워 터빈 입구 배관에서 추출한 기체를 상기 과급기 출구 배관에 배출해도 좋다. 이러한 구성에 따르면, 애초에 상기와 같은 순환 유로가 형성되지 않기 때문에, 순환 유로 내의 기체 온도가 지나치게 상승하는 경우는 없다.

[0023] 또한, 본 발명의 일 예에 따른 선박은 상기 중 어느 하나의 엔진 시스템을 구비하고 있다.

발명의 효과

[0024] 이상과 같이, 상기 일 예에 따른 엔진 시스템에 따르면, 폐열 에너지를 효율적으로 회수할 수 있고, 또한 시스템의 단순화를 도모할 수 있다.

[0025] 또한, 다른 예에 따른 엔진 시스템에 따르면, 파워 터빈이 배기가스에 의해 구동되지 않을 때에, 엔진 본체에 과도한 부하가 생기는 것을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 제1 실시예에 따른 엔진 시스템의 전체도이다.

- 도 2는 상기 엔진 시스템의 제어계 블록도이다.
- 도 3은 상기 엔진 시스템의 제어 내용을 나타내는 플로우차트이다.
- 도 4는 적절한 소기압의 범위를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 제2 실시예에 따른 엔진 시스템의 전체도이다.
- 도 6은 제3 실시예에 따른 엔진 시스템의 전체도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 실시예에 따른 엔진 시스템에 대해 도면을 참조하면서 설명한다. 이하에서는 모든 도면에 걸쳐 동일하거나 동등한 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0028] (제1 실시예)
- [0029] <엔진 시스템의 전체 구성>
- [0030] 먼저, 제1 실시예에 따른 엔진 시스템(100)의 전체 구성에 대하여 설명한다. 도 1은 본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)의 전체도이다. 도 1에 나타난 바와 같이, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)은 선박(101)을 항해시키기 위한 이른바 주기(主機)이며, 엔진 본체(10)와, 과급기(20)와, 파워 터빈(30)과, 각종 배관(41~45)과, 각종 밸브(51,52)를 구비하고 있다. 이하, 이것들에 대해 순차적으로 설명한다.
- [0031] 엔진 본체(10)는 엔진 시스템(100)의 중심이 되는 장치이다. 본 실시예의 엔진 본체(10)는 이른바 저속 디젤 엔진이다. 엔진 본체(10)는 선단부에 프로펠러(102)가 장착된 프로펠러 축(103)을 회전시키기 위한 것이며, 선박(101)이 전진하는 방향으로 추진력을 발생하는 정회전과, 선박(101)이 후진하는 방향으로 추진력을 발생하는 역회전을 행할 수 있다. 프로펠러 축(103)은 크랭크 축(11)에 연결되어 있으며, 크랭크 축(11)은 복수의 피스톤(12)에 연결되어 있다. 각 피스톤(12)은 실린더(13) 내에서의 연료 폭발에 따라 왕복 운동하고, 각 피스톤(12)의 왕복 운동에 의해 크랭크 축(11)은 회전한다. 또한, 엔진 본체(10)에는 크랭크 축(11)의 회전수, 즉 엔진 본체(10)의 회전수를 측정하는 엔진 회전계(14)가 설치되어 있다.
- [0032] 또한, 엔진 본체(10)는 각 실린더(13)의 상류 측에 공통의 소기관(15)과, 각 실린더(13)의 하류 측에 공통의 배기관(16)을 구비하고 있다. 소기관(15)은 과급기(20)에서 압축된 공기를 일단 모아서 각 실린더(13)에 공급한다. 소기관(15)에는 소기관(15) 내의 압력(이하, "소기압"이라고 칭함)을 측정하는 소기압계(17)가 설치되어 있다. 배기관(16)은 실린더(13)에서 배출된 배기가스를 일단 모아서 과급기(20) 및 파워 터빈(30)에 공급한다. 엔진 본체(10)는 소기관(15) 및 배기관(16)을 구비함으로써 각 실린더(13)의 연소 사이클에 따라 발생하는 맥동을 억제할 수 있다. 또한, 엔진 본체(10)의 부하(이하, "엔진 부하"라고 칭함)가 커지면, 그에 따라 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양도 증가하게 된다.
- [0033] 과급기(20)는 외부로부터 받아들인 공기를 압축하여 엔진 본체(10)에 공급하는 장치이다. 과급기(20)는 터빈부(21)와 컴프레서부(22)를 갖고 있다. 엔진 본체(10)(배기관(16))에서 배출된 배기가스는 터빈부(21)에 공급된다. 터빈부(21)는 배기관(16)으로부터 공급받은 배기가스의 에너지를 이용하여 회전한다. 터빈부(21)를 통과한 배기가스는 과급기 출구 배관(46)을 통해 연도에 인도된다. 컴프레서부(22)는 연결 축(23)을 통해 터빈부(21)와 연결되어 있다. 따라서 터빈부(21)가 회전함에 따라 컴프레서부(22)도 회전한다. 컴프레서부(22)는 외부로부터 받아들인 공기를 압축하여 소기관(15)에 공급한다. 또한, 엔진 부하가 작은 때에는 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양은 과급기(20)가 필요로 하는 양보다 적지만, 엔진 부하가 커짐에 따라 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양은 과급기(20)가 필요로 하는 양을 초과하여 점차 증가해나간다.
- [0034] 파워 터빈(30)은 배기가스의 에너지를 이용하여 엔진 본체(10)를 조력하는 장치이다. 파워 터빈(30)은 터빈부(31)와 가변 노즐(32)을 가지고 있다. 파워 터빈(30)에 배기가스가 공급되면, 터빈부(31)는 공급받은 배기가스의 에너지에 의해 회전한다. 터빈부(31)는 엔진 본체(10)의 크랭크 축(11)에 감속기(33)를 통해 연결되어 있으며, 터빈부(31)의 회전 동력이 감속기(33)를 통해 크랭크 축(11)에 전달된다. 또한, 배기가스에 의해 회전할 때 파워 터빈(30)의 회전 방향은 일정하며, 엔진 본체(10)가 정회전하는 경우에만 엔진 본체(10)를 조력할 수 있다.
- [0035] 가변 노즐(32)은 파워 터빈(30)의 입구 측에 설치되어 있으며, 고리 모양으로 배치된 복수의 가동 베인에 의해

주로 구성되어 있다. 이 가동 베인의 각도를 변경함으로써 가변 노즐(32)의 개구 면적(개도)을 조절할 수 있다. 가변 노즐(32)은 개도를 조절함으로써 터빈부(21)에 대한 유입 속도를 변경하여 파워 터빈(30)을 효율적으로 운용할 수 있다. 요컨대, 파워 터빈(30)에 공급되는 배기가스의 유량이 큰 경우에는 가변 노즐(32)의 개도를 증가시키고 파워 터빈(30)에 공급되는 배기가스의 유량이 작은 경우에는 가변 노즐(32)의 개도를 감소시킨다. 한편, 가변 노즐(32)은 개구 면적이 바뀌는 것이기 때문에 "스로틀"로서도 기능한다. 본 실시예에 있어서, 가변 노즐(32)의 스로틀로서의 기능은 매우 중요하다. 즉, 본 실시예에서는 가변 노즐(32)의 개도를 조절함으로써 단지 파워 터빈(30)(터빈부(31))을 효율적으로 회전시킬 뿐만 아니라 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양(엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양의 비율)을 제어하고 있다(배기가스 유량 제어).

[0036]

본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)은 과급기 입구 배관(41), 파워 터빈 입구 배관(42), 파워 터빈 출구 배관(43), 추기 배관(44) 및 엔진 입구 배관(45)을 구비하고 있다. 이 중에서, 과급기 입구 배관(41)은 배기관(16)과 과급기(20)의 터빈부(21)를 연결하고 있으며, 엔진 본체(10)에서 배출된 배기가스를 과급기(20)에 인도하는 배관이다. 또한, 파워 터빈 입구 배관(42)은 과급기 입구 배관(41)에서 분기하여 파워 터빈(30)으로 연장되어 있으며, 과급기 입구 배관(41) 내의 배기가스의 일부를 파워 터빈(30)에 인도하는 배관이다. 또한, 파워 터빈 출구 배관(43)은 파워 터빈(30)의 하류 측에 배치되어 있으며, 파워 터빈(30)을 통과한 배기가스를 연도에 인도하는 배관이다. 또한, 추기 배관(44)은 파워 터빈 입구 배관(42) 중 후술하는 개폐 밸브(51)보다 하류 측의 부분과 파워 터빈 출구 배관(43)을 연결하는 배관이다. 또한, 엔진 입구 배관(45)은 과급기(20)의 컴프레서부(22)와 소기관(15)을 연결하고 있으며, 과급기(20)에서 압축한 공기를 소기관(15)에 인도하는 배관이다.

[0037]

개폐 밸브(51)는 파워 터빈 입구 배관(42)에 설치된 밸브이다. 개폐 밸브(51)는 엔진 본체(10)가 역회전할 때(선박(101)이 후진할 때) 및 엔진 부하가 작을 때 닫힌다. 엔진 본체(10)가 역회전하고 있을 때에는 파워 터빈(30)과 엔진 본체(10)(크랭크 축(11))는 서로 저항이 되는 방향으로 회전하기 때문에, 개폐 밸브(51)를 닫고 파워 터빈(30)으로의 배기가스 흐름을 중지하여 파워 터빈(30)이 구동하지 않도록 하고 있다. 또한, 엔진 부하가 작은 때에는 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양이 적기 때문에 모든 배기가스를 과급기(20)에 공급하지 않으면, 엔진 본체(10)의 연소실 부재의 온도가 상승한다. 따라서 엔진 부하가 작은 때에는 개폐 밸브(51)를 닫음으로써 엔진 본체(10)에서 배출된 배기가스를 모두 과급기(20)에 공급하고 있다. 또한, 본 실시예의 개폐 밸브(51)는 "열림"과 "닫힘"의 두 가지 상태를 유지할 수 있는 밸브이면 충분하지만, 개도를 조절할 수 있는 밸브이어도 좋다.

[0038]

추기 밸브(52)는 추기 배관(44)에 설치된 밸브이다. 전술한 개폐 밸브(51)를 닫았을 때 파워 터빈(30)은 배기가스에 의해 구동되는 경우는 없지만, 파워 터빈(30)과 크랭크 축(11)은 연결되어 있기 때문에, 엔진 본체(10)가 회전하고 있는 동안에는 파워 터빈(30)은 크랭크 축(11)(엔진 본체(10))에 의해 구동된다. 이때, 파워 터빈(30)은 송풍기와 같은 작용을 한다. 본 실시예에서는 개폐 밸브(51)를 닫았을 때에는 추기 밸브(52)를 개방함으로써 파워 터빈(30)을 통과한 기체가 순환하는 순환 유로를 형성하고 있다(순환 유로 형성 제어). 요컨대, 개폐 밸브(51)가 닫혔을 때 추기 밸브(52)를 개방함으로써, 엔진 본체(10)가 정회전하는 경우 및 역회전하는 경우 모두, 기체는 파워 터빈 출구 배관(43), 파워 터빈(30), 파워 터빈 입구 배관(42), 추기 배관(44), 파워 터빈 출구 배관(43)의 순서로 흐르며, 도 1에서 말하면 반시계 방향의 순환 유로가 형성된다.

[0039]

만일 추기 배관(44) 및 추기 밸브(52)가 없고, 개폐 밸브(51)를 닫았을 때 순환 유로가 형성되지 않을 경우에는 다음과 같은 문제가 생긴다. 엔진 본체(10)가 정회전하는 경우 및 역회전하는 경우 중 어느 하나이라도, 파워 터빈(30)은 파워 터빈 출구 배관(43) 내의 기체를 파워 터빈 입구 배관(42)으로 보내려고 한다. 하지만, 개폐 밸브(51)가 닫혀 있을 경우에는 파워 터빈 입구 배관(42) 내의 압력이 점차 높아져 파워 터빈(30)의 전후 차압이 커지는 결과, 파워 터빈(30)을 구동하는 것이 엔진 본체(10)에 큰 부하가 된다. 따라서 본 실시예에서는 개폐 밸브(51)를 닫았을 때 순환 유로를 형성하여 상기 문제를 회피하고 있다. 또한, 본 실시예의 경우, 추기 밸브(52)는 "열림"과 "닫힘"의 두 가지 상태를 유지할 수 있는 밸브이면 충분하지만, 개도를 조절할 수 있는 밸브이어도 좋다.

[0040]

이어서, 엔진 시스템(100)의 설정에 대해 설명한다. 상술한 바와 같이, 개폐 밸브(51)가 열려 있을 때에 있어서는 과급기(20)에 대한 배기가스 공급량은 가변 노즐(32)의 개도에 따라 조절된다. 여기서, 과급기(20)에 적정한 양의 배기가스를 공급하기 위한 가변 노즐(32)의 개도를 "적정량 공급 개도"라고 부르기로 한다. 또한, 이때 소정 양의 배기가스가 파워 터빈(30)에 공급되는데, 그 배기가스의 양이 파워 터빈(30)으로 흘렀을 때에 가장 효율적으로 파워 터빈(30)이 회전할 수 있는 가변 노즐(32)의 개도를 "최고 효율 개도"라고 부르기로

한다. 그렇다면, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)은 이런 "적정량 공급 개도"와 "최고 효율 개도"가, 어떤 엔진 부하에 있어서도 거의 일치하도록(예를 들어, 오차가 5% 이내로 되도록) 설정되어 있다. 요컨대, 어떤 엔진 부하에 있어서도 가변 노즐(32)의 개도를 조절하여 과급기(20)에 적절한 양의 배기가스를 공급하면, 필연적으로 파워 터빈(30)이 효율적으로 회전하도록 엔진 시스템(100)이 설정되어 있다. 또한, 이 설정은 파워 터빈(30)의 터빈부(31)의 터빈 날개와 가변 노즐(32)의 조합을 바꾸거나 과급기(20)의 터빈 노즐, 터빈 날개, 컴프레서 휠, 컴프레서 디퓨저 등의 주요 항목을 변경함으로써 행할 수 있다.

[0041] <제어계의 구성>

[0042] 다음으로, 엔진 시스템(100) 중 제어계의 구성에 대해 설명한다. 엔진 시스템(100)은 엔진 시스템(100) 전체를 제어하는 제어 장치(60)를 구비하고 있다. 제어 장치(60)는 시피유(CPU), 롬(ROM), 램(RAM) 등으로 구성되어 있다. 도 2는 엔진 시스템(100)의 제어계의 블록도이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 제어 장치(60)는 선박(101)을 조작하는 운전 조작반(104), 엔진 본체(10)의 회전수를 측정하는 엔진 회전계(14), 실린더(13) 안으로의 연료 투입량을 측정하는 연료 투입량 지시계(18) 및 소기압을 측정하는 소기압계(17)와 전기적으로 연결되어 있다. 제어 장치(60)는 이러한 각 기기로부터의 입력 신호에 따라 엔진 본체(10)의 회전 방향, 엔진 회전수, 연료 투입량, 소기압과 같은 다양한 정보를 취득한다.

[0043] 또한, 제어 장치(60)는 상기 각 기기로부터의 입력 신호에 따라 다양한 연산 등을 수행하여 엔진 시스템(100)의 각부를 제어한다. 본 실시예에서는 제어 장치(60)는 개폐 밸브(51), 추기 밸브(52) 및 가변 노즐(32)과 전기적으로 연결되어 있으며, 각 입력 신호에 따라 수행한 연산 등의 결과에 따라 개폐 밸브(51), 추기 밸브(52) 및 가변 노즐(32)에 제어 신호를 전송한다.

[0044] 또한, 제어 장치(60)는 기능적인 구성으로서, 밸브 제어부(61)와 가변 노즐 제어부(62)를 가지고 있다. 이 중에서 밸브 제어부(61)는 개폐 밸브(51) 및 추기 밸브(52)의 개폐를 제어하는 부분이며, 후술하는 순환 유로 형성 제어를 수행한다. 한편, 가변 노즐 제어부(62)는 가변 노즐(32)의 개도를 결정하는 부분이며, 후술하는 배기가스 유량 제어를 수행한다. 이하, 제어 장치(60)에 의해 수행되는 순환 유로 형성 제어 및 배기가스 유량 제어에 대해 순차적으로 설명한다.

[0045] <순환 유로 형성 제어>

[0046] 먼저, 도 3을 참조하여 순환 유로 형성 제어에 대해 설명한다. 도 3은 엔진 시스템(100)의 제어 내용을 나타내는 플로우차트이다. 엔진 시스템(100)이 운전되는 동안, 제어 장치(60)는 도 3의 단계(S1~S16)의 사이클을 반복한다. 도 3에서 단계(S1~S10)가, 순환 유로 형성 제어에 관한 부분이다. 순환 유로 형성 제어는 이미 개요를 설명한 바와 같이, 개폐 밸브(51)를 닫았을 때에 추기 밸브(52)를 개방함으로써 파워 터빈(30)을 통과한 기체의 순환 유로를 형성하는 제어이다.

[0047] 먼저, 제어 장치(60)는 각종 정보를 취득한다(단계(S1)). 구체적으로는 제어 장치(60)는 각 기기로부터의 입력 신호에 따라 엔진 본체의 회전 방향, 엔진 회전수, 연료 투입량, 소기압을 취득한다.

[0048] 이어, 제어 장치(60)는 엔진 본체(10)가 정회전인지 여부를 판정한다(단계(S2)). 엔진 본체(10)가 정회전인 경우(단계(S2)에서 예(YES)), 단계(S3)로 진행하고, 엔진 본체(10)가 역회전인 경우(단계(S2)에서 아니오(NO)), 단계(S4)로 진행된다. 이 중 단계(S4)에서는 개폐 밸브(51)를 닫음과 동시에 추기 밸브(52)를 열고, 그 다음에 단계(S1)로 되돌아간다. 이와 같이, 엔진 본체(10)가 역회전인 때에 개폐 밸브(51)를 닫는 것은 파워 터빈(30)과 크랭크 축(11)이 서로 동력을 상쇄하는 것을 방지하기 위함이다. 또한, 개폐 밸브(51)를 닫았을 때에 추기 밸브(52)를 여는 것은 상술한 바와 같이, 파워 터빈(30)을 통과한 기체가 순환하는 순환 유로를 형성하여 엔진 부하를 경감하기 위함이다.

[0049] 단계(S3)에서는 현재 상황에 있어서, 개폐 밸브(51)가 닫혀 있고, 또한 추기 밸브(52)가 열려 있는지 여부를 판정한다. 요컨대, 단계(S3)에서는 하나 앞의 사이클에서 개폐 밸브(51) 및 추기 밸브(52)의 개폐가 어떻게 결정되었는지를 판정(확인)하고 있다. 또한, 적어도 단계(S3)의 판정시에 있어서는 개폐 밸브(51)가 열려있을 때는 반드시 추기 밸브(52)는 닫혀 있고, 개폐 밸브(51)가 닫혀 있을 때에는 반드시 추기 밸브(52)는 열려 있다. 제어 장치(60)는 개폐 밸브(51)가 닫혀 있고, 또한 추기 밸브(52)가 열려 있다고 판정했을 경우(단계(S3)에서 예(YES)), 단계(S5)로 진행한다. 또한, 개폐 밸브(51)가 열려 있고, 또한 추기 밸브(52)가 닫혀 있다고 판정했을 경우(단계(S3)에서 아니오(NO))에는 단계(S6)로 진행한다.

[0050] 단계(S5)에서는 엔진 본체(10)의 회전수와 연료 투입량에 따라 엔진 부하를 산출하여 그 엔진 부하가 상승 전환 부하 이상인지 여부를 판정한다. 단계(S3)에 있어서 개폐 밸브(51)가 닫혀 있다고 판단한 결과 단계(S5)로

진행한 것이기 때문에, 적어도 하나 앞의 사이클에서는 개폐 밸브(51)를 닫는 제어가 이루어졌다고 할 수 있다.

개폐 밸브(51)를 닫았다는 것은 엔진 부하가 작고 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 없었기 때문이다.

그래서 단계(S5)에서는 엔진 부하가 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 없을 정도로 작은 상태인지 또는 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 있을 정도까지 상승해 있는지를 판정하고 있다. 즉, 단계(S5)에 있어서의 "상승 절환 부하"는 엔진 부하가 상승하여 배기가스를 파워 터빈(30)에 공급할 수 있게 될 때의 엔진 부하이며, 본 실시예에서는 예를 들어 50% 부하(엔진 본체(10)의 최대 부하를 100%로 했을 때 50%의 부하)로 설정되어 있다.

[0051]

단계(S5)에 있어서, 엔진 부하가 상승 절환 부하 이상일 때에는(단계(S5)에서 예(YES)), 배기가스를 파워 터빈(30)에 공급할 수 있게 되었을 때이기 때문에, 개폐 밸브(51)를 열고 추기 밸브(52)를 닫는다(단계(S7)). 다만, 본 실시예에서는 개폐 밸브(51)를 닫는 것과 및 추기 밸브(52)를 여는 것을 동시에 실시하는 것이 아니라 추기 밸브(52)를 닫은 후에 일정 시간을 두고 나서 개폐 밸브(51)를 연다. 만일 개폐 밸브(51)를 여는 것과 동시에 추기 밸브(52)를 닫으면, 개폐 밸브(51)와 추기 밸브(52) 모두가 열린 상태가 일시적으로 발생하여 파워 터빈 입구 배관(42) 내의 기체가 파워 터빈(30)을 경유하지 않고 추기 배관(44)을 통해서 파워 터빈 출구 배관(43)으로 빠져나가는 바이패스 유로가 형성된다. 이 유로는 저항이 적기 때문에, 많은 배기가스가 이 유로에 흘러드는 결과 과급기 입구 배관(41)을 통과하는 배기가스의 양이 감소한다. 이로써 과급기(20)로부터 공급 받는 공기의 압력이 변동하여 엔진 본체(10)가 불안정해질 우려가 있다. 반면에, 본 실시예에서는 추기 밸브(52)를 닫은 후에 개폐 밸브(51)를 개방함으로써 과급기(20)에 흐르는 배기가스의 양이 단번에 감소하는 것을 억제하고 있다. 단계(S7)를 거친 후에는 단계(S11)로 진행한다.

[0052]

단계(S5)에 있어서, 엔진 부하가 상승 절환 부하보다 작은 때에는(단계(S5)에서 아니오(NO)), 계속하여 배기가스를 파워 터빈(30)에 공급할 수 없는 상태이기 때문에, 개폐 밸브(51)가 닫히고 추기 밸브(52)가 열려 있는 상태를 유지한다(단계(S8)). 단계(S8)를 거친 후에는 단계(S1)로 되돌아간다.

[0053]

단계(S6)에서는 단계(S1)에서 취득한 엔진 회전수와 연료 투입량에 따라 엔진 부하를 산출하고, 그 엔진 부하가 하강 절환 부하 이상인지 여부를 판정한다. 단계(S3)에 있어서 개폐 밸브(51)가 열려 있다고 판단한 결과 단계(S6)로 진행된 것이기 때문에 적어도 하나 앞의 사이클에서는 개폐 밸브(51)를 여는 제어가 수행되었다고 할 수 있다. 개폐 밸브(51)를 개방한 것은 엔진 부하가 크고, 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 있었기 때문이다. 이를 근거로 단계(S6)에서는 엔진 부하가 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 있을 정도로 큰 상태를 유지하고 있는지, 또는 파워 터빈(30)에 배기가스를 공급할 수 없어질 정도까지 감소했는지를 판정하고 있다. 즉, 단계(S6)에 있어서의 "하강 절환 부하"는 엔진 부하가 하강하여 배기가스를 파워 터빈(30)에 공급할 수 없게 되었을 때의 엔진 부하이며, 본 실시예에서는 예를 들어 45% 부하(엔진 본체의 최대 부하를 100%로 했을 때 45%의 부하)로 설정되어 있다. 또한, 하강 절환 부하와 상승 절환 부하의 값이 다른 것은 이른바 히스테리시스에 기인하기 때문이다.

[0054]

단계(S6)에 있어서, 엔진 부하가 하강 절환 부하 이상일 때는(단계(S6)에서 예(YES)), 계속하여 배기가스를 엔진 본체(10)에 공급할 수 있는 상태를 유지하고 있는 것이기 때문에, 개폐 밸브(51)가 열리고 추기 밸브(52)가 닫혀 있는 상태를 유지한다(단계(S9)). 단계(S9)를 거친 후에는 단계(S11)로 진행한다.

[0055]

단계(S6)에 있어서, 엔진 부하가 하강 절환 부하보다 작을 때는(단계(S6)에서 예(YES)), 배기가스를 파워 터빈(30)에 공급할 수 없게 되었을 때이기 때문에, 개폐 밸브(51)를 닫고 추기 밸브(52)를 연다(단계(S10)). 다만, 본 실시예에서는 개폐 밸브(51)를 닫는 것과 추기 밸브(52)를 여는 것을 동시에 실시하는 것이 아니라 개폐 밸브(51)를 닫은 후에 일정 시간을 두고 나서 추기 밸브(52)를 연다. 이와 같이, 개폐 밸브(51)를 닫은 후에 추기 밸브(52)를 여는 것은 단계(S7)의 부분에서 설명한 이유와 같으며, 과급기(20)에 흐르는 배기가스의 양이 단번에 감소하는 것을 억제하기 위함이다. 단계(S10)를 거친 후에는 단계(S1)로 되돌아간다.

[0056]

<배기가스 유량 제어>

[0057]

이어서, 배기가스 유량 제어에 대해 설명한다. 도 3의 단계(S11~S16)가, 배기가스 유량 제어에 대한 부분이다. 배기가스 유량 조절 제어는 파워 터빈(30)에 설치된 가변 노즐(32)의 개도를 조절함으로써 과급기(20)에 적절한 양의 배기가스를 공급하는 동시에 파워 터빈(30)을 효율적으로 운용하는 제어이다. 배기가스 유량 제어는 단계(S7) 또는 단계(S9)를 거친 후에 수행된다. 즉, 배기가스 유량 제어는 개폐 밸브(51)가 열려 있는 상태일 때에만 수행된다. 또한, 과급기(20)에 적절한 배기가스를 공급할 수 있는지 여부는 소기압에 의해 판단할 수 있다. 즉, 소기압이 소정의 값보다 높을 때에는 과급기(20)에 공급하는 배기가스의 양이 과잉이며, 소기압이 소정의 값보다 낮을 때에는 과급기(20)에 공급하는 배기가스의 양이 부족하다고 판단할 수

있다.

- [0058] 먼저, 제어 장치(60)는 적정한 소기압의 범위를 설정한다(단계(S11)). 여기서, 도 4는 소기압의 범위를 나타내는 그래프이다. 도 4의 가로축은 엔진 부하이며, 세로축은 소기압이다. 도면의 2개의 직선 중, 위의 직선이 상한 소기압을 나타내고 있으며, 아래의 선이 하한 소기압을 나타내고 있다. 이 2개의 직선 사이에 있는 부분이 적정한 소기압의 범위이다. 예를 들어, 도 4에 나타난 바와 같이, 엔진 부하가 L_1 이었을 때에는 하한 소기압은 P_L 가 되고, 상한 소기압은 P_H 가 된다. 하한 소기압 및 상한 소기압은 엔진 부하에 따라 다르며, 엔진 부하가 커짐에 따라 크게 설정된다. 실제의 단계(S11)에서는 도 4의 직선을 나타내는 수식을 이용하여 적정한 소기압의 범위를 산출한다.
- [0059] 이어, 제어 장치(60)는 단계(S1)에서 취득한 실제의 소기압이 적정 범위 내에 있는지 여부를 판정한다(단계(S12)). 즉, 실제의 소기압이 단계(S11)에서 설정한 하한 소기압보다 크고, 또한 상한 소기압보다 작은지 여부를 판정한다. 소기압이 적정 범위 내에 있으면(단계(S12)에서 예(YES)), 가변 노즐(32)의 개도를 유지하고(단계(S13)), 단계(S1)로 되돌아간다. 가변 노즐(32)의 개도를 변경하지 않아도 과급기(20)에는 적정한 양의 배기가스가 공급되고 있기 때문이다. 또한, 상술한 바와 같이, 가변 노즐(32)의 개도를 조절하여 과급기(20)에 적절한 양의 배기가스가 공급되고 있을 때에는 필연적으로 파워 터빈(30)이 효율적으로 구동된다.
- [0060] 한편, 소기압이 적정 범위 내에 없으면(단계(S12)에서 아니오(NO)), 실제의 소기압이 적정 범위보다 큰지 여부를 판정한다(단계(S14)). 즉, 실제의 소기압이 상한 소기압보다 큰지 여부를 판정한다. 소기압이 적정 범위보다 큰 경우(단계(S14)에서 예(YES)), 가변 노즐(32)의 개도를 증가시키고(단계(S15)), 단계(S1)로 되돌아간다. 이 경우, 과급기(20)에는 필요 이상의 배기가스가 흐르고 있는 것이기 때문에, 가변 노즐(32)의 개도를 증가시켜 과급기(20) 측으로 흐르는 배기가스의 양을 줄이는 제어를 수행한다. 요컨대, 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 감소시킨다. 또한, 이렇게 제어하면, 과급기(20)에 적절한 양의 배기가스를 공급하게 되기 때문에, 필연적으로 파워 터빈(30)도 효율적으로 구동된다.
- [0061] 단계(S14)에서 실제의 소기압이 적정 범위보다 크지 않다고 판정했을 경우(단계(S14)에서 아니오(NO)), 가변 노즐(32)의 개도를 감소시키고(단계(S16)), 단계(S1)로 되돌아간다. 이 경우, 실제의 소기압이 적정 범위보다 크지 않는 것이기 때문에, 실제의 소기압은 적정 범위보다 작게(하한 소기압보다 작게) 된다. 그러면, 과급기(20)에는 배기가스의 양이 부족한 것이기 때문에, 가변 노즐(32)의 개도를 줄여 과급기(20) 측으로 흐르는 배기가스의 양을 증가시키는 제어를 수행한다. 요컨대, 엔진 본체(10)에서 배출되는 배기가스의 양에 대한 과급기(20)에 공급되는 배기가스의 양의 비율을 증가시킨다. 또한, 이렇게 제어하면, 과급기(20)에 적절한 양의 배기가스를 공급하게 되기 때문에, 필연적으로 파워 터빈(30)도 효율적으로 구동된다.
- [0062] 이상과 같이, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)은 추기 배관(44)과 추기 밸브(52)를 갖추고 있으며, 개폐 밸브(51)가 닫혔을 때에 추기 밸브(52)를 열어서 파워 터빈(30)을 통과하는 기체의 순환 흐름 길을 형성하도록 구성되어 있다. 따라서 개폐 밸브(51)가 닫혔을 때에, 파워 터빈(30)이 크랭크 축(11)에 의해 구동되었다고 해도 파워 터빈(30)의 전후 차압이 너무 커지지 않고, 엔진 본체(10)에 과도한 부하가 생기는 것을 억제할 수 있다.
- [0063] 또한, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(100)은 파워 터빈(30)이 가진 가변 노즐(32)에 의해 파워 터빈(30)의 효율을 향상시킬 뿐만 아니라 과급기(20)에 공급하는 배기가스의 양을 조절할 수 있다. 따라서 엔진 시스템(100) 전체의 제어 및 구성의 단순화를 도모할 수 있다.
- [0064] (제1 실시예의 변형예)
- [0065] 이상에서는 엔진 본체(10)가 정회전이고 또한 엔진 본체(10)의 부하가 소정의 절환 부하보다 큰(이하, "제1 조건"이라고 칭함) 때 개폐 밸브(51)를 열고, 엔진 본체(10)가 역회전인 때 또는 엔진 본체(10)의 부하가 절환 부하보다 작은(이하, "제2 조건"이라고 칭함) 때 개폐 밸브(51)를 닫는(완전히 닫는) 경우에 대해 설명하였다. 다만, 제2 조건의 때에는 개폐 밸브(51)를 닫는 것이 아니라 소개도로 해도 좋다. 즉, 도 3의 플로우차트의 단계(S3, S8)의 "개폐 밸브가 닫힘"을 "개폐 밸브가 소개도"로 바꿔 읽고, 단계(S4, S8, S10)의 "개폐 밸브를 닫음"을 "개폐 밸브를 소개도로 하고"로 바꿔 읽은 제어를 수행해도 좋다.
- [0066] 여기서 말하는 "소개도"는 제1 조건 때에 있어서 개폐 밸브(51)의 개도보다 작은 개도이며, 제1 소개도와 제2 소개도가 포함된다. 제1 소개도는 개폐 밸브(51)를 통과한 배기가스가, 파워 터빈(30)에 의해 이송되는 상태

와 파워 터빈(30)을 구동하는 상태의 경계에 있을 때 개폐 밸브(51)의 개도이다. 또한, 제2 소개도는 제1 소개도보다 작고, 순환 유로에 약간 배기가스가 유입되는 상태일 때 개폐 밸브(51)의 개도이다.

[0067] 전술한 바와 같이, 개폐 밸브(51)를 닫고 추기 밸브(52)를 열면, 파워 터빈(30)을 통과한 기체는 순환 유로를 통해서 다시 파워 터빈(30)을 통과하지만, 경우에 따라서는 순환 유로 내의 기체 온도가 파워 터빈(30)으로부터 에너지를 받아서 지나치게 상승할 우려가 있다. 한편, 제2 조건의 때에, 개폐 밸브(51)를 제1 소개도 또는 이에 가까운 개도로 하면, 순환 유로 내의 기체가 파워 터빈(30)으로부터 받는 에너지는 감소하여 순환 유로 내의 기체 온도가 지나치게 상승하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 제2 조건의 때에, 개폐 밸브(51)를 제2 소개도로 했을 때에는 배기가스가 약간 순환 유로에 흘러들어 순환 유로의 기체가 바뀌기 때문에 순환 유로 내의 기체 온도가 지나치게 상승하는 것을 억제할 수 있다.

[0068] (제2 실시예)

[0069] 다음으로, 도 5를 참조하여 제2 실시예에 대해 설명한다. 도 5는 제2 실시예에 따른 엔진 시스템(200)의 전체도이다. 도 5에 나타난 바와 같이, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(200)은 공기 취입 배관(47), 공기 취입 밸브(53), 파워 터빈 출구 배관(54)를 갖추고 있는 점에서, 제1 실시예에 따른 엔진 시스템(100)과 구성이 다르다. 그 이외의 점은 제1 실시예에 따른 엔진 시스템(100)과 기본적으로 동일한 구성이다.

[0070] 공기 취입 배관(47)은 파워 터빈 출구 배관(43) 중, 추기 배관(44)이 연결되어 있는 부분과 파워 터빈(30) 사이에 연결되어 있으며, 외기를 파워 터빈 출구 배관(43)에 받아들일 수 있도록 구성되어 있다. 또한, 공기 취입 밸브(53)는 공기 취입 배관(47)에 설치되어 있으며, 그 개폐는 제어 장치(60)에 의해 제어된다. 또한, 파워 터빈 출구 배관(54)는 파워 터빈 출구 배관(43) 중, 추기 배관(44)이 연결되어 있는 부분과 공기 취입 배관(47)이 연결되는 부분 사이에 형성되어 있으며, 그 개폐는 제어 장치(60)에 의해 제어된다.

[0071] 그리고 본 실시예의 순환 유로 형성 제어에서는 개폐 밸브(51)를 열고 추기 밸브(52)를 닫았을 때(제1 조건의 때) 공기 취입 밸브(53)를 닫는 동시에 개폐 밸브(51)를 닫고 추기 밸브(52)를 열었을 때(제2 조건의 때) 공기 취입 밸브(53)를 열도록 구성되어 있다.

[0072] 본 실시예에 따른 엔진 시스템(200)은 상기와 같이 구성되어 있기 때문에, 개폐 밸브(51)가 닫히고 추기 밸브(52)가 열림으로써 기체가 파워 터빈(30)을 통과하는 순환 유로를 순환하는 경우에도 외기가 공기 취입 배관(47)을 통해 파워 터빈 출구 배관(43)에 받아들여지기 때문에, 순환 유로의 기체(공기 및 배기가스)가 바뀌어 순환 유로의 기체 온도가 지나치게 상승하는 것을 억제할 수 있다.

[0073] 또한, 파워 터빈 출구 배관(54)는 개폐 밸브(51)를 열고 추기 밸브(52)를 닫았을 때(제1 조건의 때)에는 열리고, 개폐 밸브(51)를 닫고 추기 밸브(52)를 열었을 때(제2 조건의 때)에는 닫힌다. 이와 같이 제어함으로써 공기 취입 배관(47)을 통해 파워 터빈 출구 배관(43)에 외기를 받아들일 때, 이에 따라 연도로부터 배기가스가 받아들여져 버리는 것을 방지할 수 있다. 이로써 순환 유로 내의 기체 온도가 지나치게 상승하는 것을 더욱 억제할 수 있다.

[0074] (제3 실시예)

[0075] 다음으로, 도 6을 참조하여 제3 실시예에 대해 설명한다. 도 6은 제3 실시예에 따른 엔진 시스템(300)의 전체도이다. 도 6에 나타난 바와 같이, 본 실시예에 따른 엔진 시스템(300)은 추기 배관(44) 및 파워 터빈 출구 배관(43)의 연결 위치가, 제1 실시예에 따른 엔진 시스템(100)의 경우와 다르다. 그 이외의 점은 제1 실시예에 따른 엔진 시스템(100)과 기본적으로 동일한 구성이다.

[0076] 본 실시예에서는 파워 터빈 출구 배관(43)은 과급기 출구 배관(46)에 연결되어 있다. 따라서 파워 터빈(30)을 통과한 배기가스는 파워 터빈 출구 배관(43) 및 과급기 출구 배관(46)을 통하여 연도에 인도된다. 또한, 추기 배관(44)은 파워 터빈 입구 배관(42) 중 개폐 밸브(51)보다 하류 측의 부분과, 과급기 출구 배관(46) 중 파워 터빈 출구 배관이 연결되어 있는 부분보다 하류 측의 부분을 연결하고 있다.

[0077] 본 실시예에 따른 엔진 시스템(300)은 이상과 같이 구성되어 있기 때문에, 개폐 밸브(51)가 닫히고 추기 밸브(52)를 열었을 때, 제1 실시예와 같은 순환 유로는 형성되지 않고 파워 터빈 입구 배관(42)에서 추출된 가스는 과급기 출구 배관(46)으로 배출된다. 따라서 파워 터빈(30)을 통과한 기체가 다시 파워 터빈(30)을 통과하는 경우는 없으며, 파워 터빈(30)의 에너지에 의해 기체 온도가 서서히 상승하여 지나친 상승이 되는 경우는 없다.

[0078] 이상, 실시예에 대해 도면을 참조하여 설명했지만, 구체적인 구성은 이러한 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본

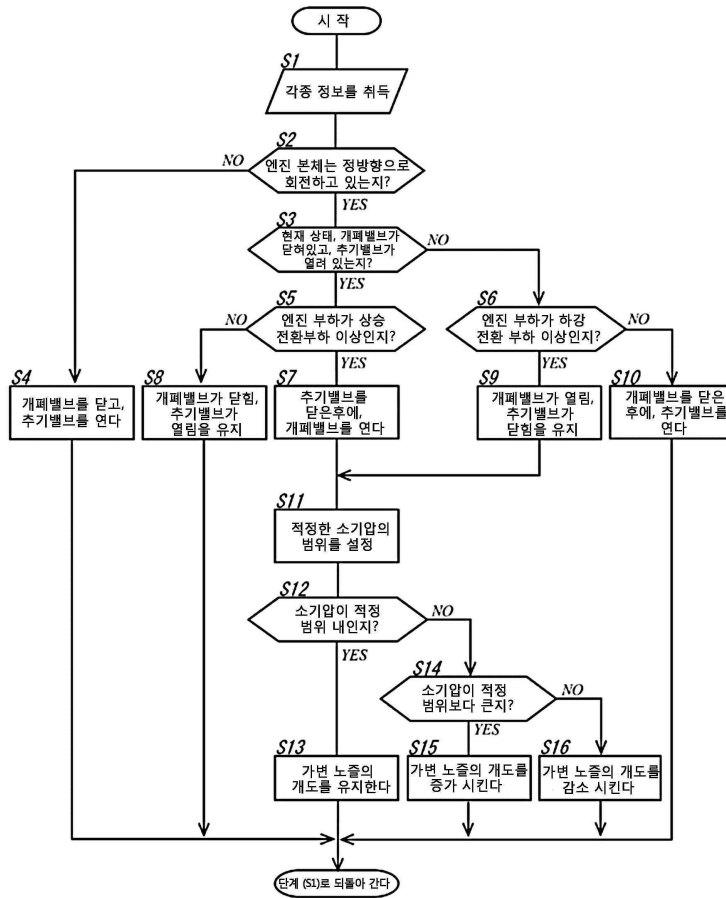
발명의 요지를 벗어나지 않는 범위의 설계 변경 등이 있어도 본 발명에 포함된다.

- [0079] 또한, 엔진 시스템의 일부 부품이 손상되는 등으로 과급기와 파워 터빈이 위험 회전수에 도달하거나 소기압이 위험 소기압에 도달하는 것과 같은 비정상적인 경우에는 이상으로 설명한 엔진 시스템의 동작이 수행되지 않는 경우도 있다. 하지만, 정상시에 있어서 본 발명에 따른 제어가 수행되는 것이면, 그 엔진 시스템은 본 발명에 포함되는 것은 말할 것도 없다.
- [0080] 실시예에 따른 엔진 시스템은 파워 터빈이 감속기를 통해 크랭크 축에 항상 연결되어 있지만, 예를 들어, 감속기와 크랭크 축 사이에 클러치를 설치하여 파워 터빈과 크랭크 축의 연결을 해제할 수 있도록 구성되어 있었다고 해도 파워 터빈과 크랭크 축이 연결된 상태라면 개폐 밸브가 닫혔을 때에는 동일하게 엔진 본체에 과도한 부하가 걸린다는 문제가 발생한다.
- [0081] 또한, 이상에서는 파워 터빈 입구 배관, 과급기 입구 배관에서 분기하고 있는 경우에 대해 설명했지만, 파워 터빈 입구 배관과 과급기 입구 배관은 독립적으로 형성되어 있으며, 각각이 배기관에서 과급기로 또는 배기관에서 파워 터빈으로 배기가스를 이송하도록 구성되어 있어도 좋다.
- [0082] 또한, 상기 실시예에서는 엔진 시스템이 선박에 탑재되어 있는 경우에 대해 설명했지만, 발전 설비에 사용되는 엔진 시스템이어도 본 발명의 구성을 구비한 것이면 당연히 본 발명에 포함된다.
- [0083] 본 발명의 일 예에 따른 엔진 시스템은 폐열 에너지를 효율적으로 회수할 수 있고, 또한 시스템의 단순화를 도모할 수 있다. 또한, 본 발명의 다른 예에 따른 엔진 시스템은 파워 터빈이 배기가스에 의해 구동되지 않을 때에, 엔진 본체에 과도한 부하가 생기는 것을 억제할 수 있다. 따라서 본 발명의 엔진 시스템은 엔진 시스템의 기술 분야에서 유익하다.

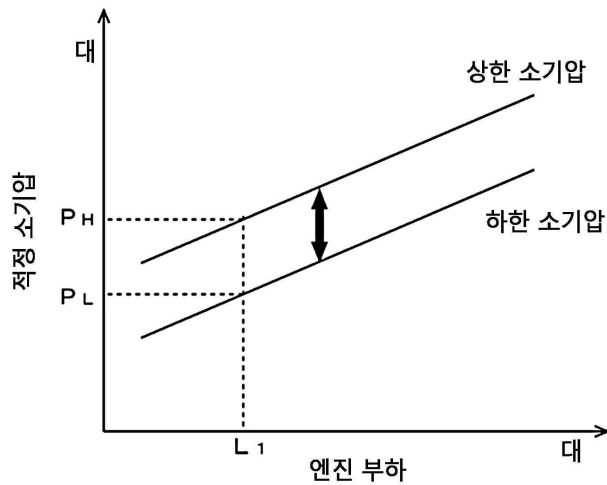
부호의 설명

- [0084] 10: 엔진 본체 11: 크랭크 축
- 15: 소기관 20: 과급기
- 30: 파워 터빈 32: 가변 노즐
- 41: 과급기 입구 배관 42: 파워 터빈 입구 배관
- 43: 파워 터빈 출구 배관 44: 추기 배관
- 47: 공기 취입 배관 51: 개폐 밸브
- 52: 추기 밸브 53: 공기 취입 밸브
- 100,200,300: 엔진 시스템 101: 선박

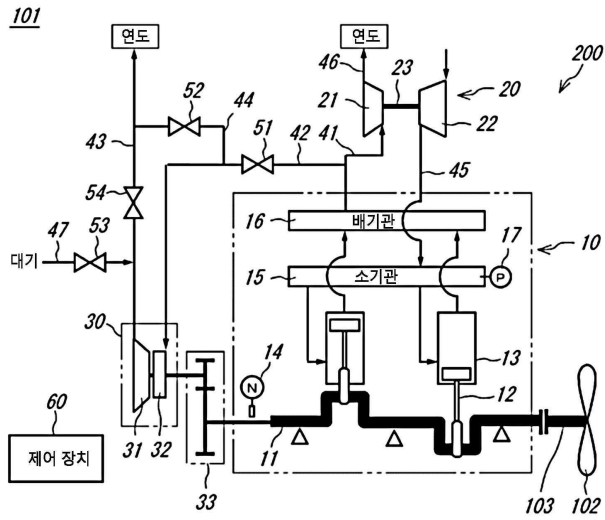
도면3



도면4



도면5



도면6

