



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월19일
(11) 등록번호 10-2400231
(24) 등록일자 2022년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B63H 23/32 (2006.01) B63H 23/36 (2020.01)
F16C 17/02 (2006.01) F16C 33/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B63H 23/321 (2013.01)
B63H 23/36 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7010225
(22) 출원일자(국제) 2020년11월20일
심사청구일자 2022년03월28일
(85) 번역문제출일자 2022년03월28일
(65) 공개번호 10-2022-0044618
(43) 공개일자 2022년04월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2020/043494
(87) 국제공개번호 WO 2021/260965
국제공개일자 2021년12월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-109827 2020년06월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020140075232 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자
가부시키가이샤 미카사
일본국 히로시마켄 히로시마시 아사키타쿠 아사초
구치 1번지
(72) 발명자
가추 요시마사
일본국 히로시마켄 히로시마시 아사키타쿠 아사초
구치 1번지 가부시키가이샤 미카사 내
요모 마사타카
일본국 히로시마켄 히로시마시 아사키타쿠 아사초
구치 1번지 가부시키가이샤 미카사 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박종화

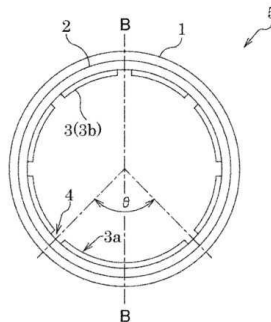
심사관 : 김학수

(54) 발명의 명칭 선박추진축용의 베어링

(57) 요약

선박의 추진축을 지지하는 베어링에 있어서, 추진축과 슬라이딩면에 윤활성이 우수한 수피막을 형성할 수 있고, 내마모성이 우수한 경제적인 베어링을 제공한다. 본 발명에 관한 베어링은, 원통모양 셸의 내주면에, 원통중심으로부터 반경방향으로 순차적으로 슬라이딩층, 탄성체층을 구비하여 이루어지는 선박의 추진축을 지지하는 베어링으로서, 상기 슬라이딩층은, 상기 셸의 내주면의 하면측에 있어서 수직축을 대칭축으로 하는 중심각(θ)이 $\theta=60^\circ \sim 180^\circ$ 범위의 상기 추진축의 부하에 가해지는 부하작용 부분과, 그 부하작용 부분에 대향하고, 양단부에 형성되는 수냉홈을 최초와 최후로 하여 복수의 소요 수냉홈가 형성되어 이루어지는 냉각작용 부분을 구비하는 베어링이다. 여기에서, 수직축이라는 것은 추진축의 중심방향으로 평행한 셸의 횡단면의 대칭축이다.

대표도



(52) CPC특허분류

F16C 17/02 (2013.01)

F16C 33/20 (2013.01)

B63H 2023/325 (2013.01)

(72) 발명자

하라다 고헤이

일본국 히로시마켄 히로시마시 아사키타쿠 아사초
구치 1반치 가부시킴가이샤 미카사 내

요코가키 겐지

일본국 히로시마켄 히로시마시 아사키타쿠 아사초
구치 1반치 가부시킴가이샤 미카사 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2004066977 A

JP2009103307 A

LITWIN, "Experimental research on water lubricated three layer sliding bearing with lubrication grooves in the upper part of the bush and its comparison with a rubber bearing", Tribology International

宇野昭夫, 新セグメントタイプ海水潤滑船尾管軸受-分割型ゴム軸受, 日本マリンエンジニアリング??誌, 2012.11.01, 第47?第6?, pp.878-881

齋藤年正, 海水潤滑船尾管軸受の性能評?, 日本マリンエンジニアリング??誌, 2007.05.31, 第42?第4?, pp.700-705

명세서

청구범위

청구항 1

선박의 추진축을 지지하는 원통모양 셸(shell)의 내주면(內周面)에, 1쌍의 위치결정 플레이트(plate)와 복수의 밀폐형 원호편(圓弧片) 및 간극형 원호편이 배치되어 이루어지는 베어링으로서,

상기 위치결정 플레이트는 상기 셸의 수평축상의 대향하는 위치에 고정되고,

상기 밀폐형 원호편은, 상기 셸의 하면측에 배치되어 상기 추진축의 부하에 걸리고, 슬라이딩층, 탄성체(彈性體)로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉하는 기대(基台)의 3층구조체이며, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 인접하는 각각의 슬라이딩층, 중간층 및 기대가 서로 가압되어서 상기 셸의 내주면에 홀딩(holding)되고,

상기 간극형 원호편은, 상기 밀폐형 원호편과 대향하여 배치되고, 슬라이딩층, 탄성체로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉되는 기대의 3층구조체이고, 양측 가장자리부에 홈형성부를 구비하고, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 상기 중간층 및 기대가 서로 가압되어 상기 홈형성부가 냉각수를 유통시키는 홈을 형성하고, 상기 셸의 내주면에 홀딩되는 베어링(여기에서, 셸의 수평축이라는 것은 추진축의 중심방향과 직교하는 셸의 횡단면의 대칭축이다).

청구항 2

제1항에 있어서,

밀폐형 원호편은, 셸의 내주면의 60° ~175° 의 범위에 배치되는 것을 특징으로 하는 베어링.

청구항 3

제1항에 있어서,

슬라이딩층은, 분자중에 불소원자(F)를 함유하는 합성 고분자화합물, 폴리아미드 수지(樹脂) 또는 페놀 수지로 이루어지는 것을 특징으로 하는 베어링.

청구항 4

제1항에 있어서,

중간층은, 듀로미터 경도(durometer 硬度) A50~90을 구비하는 탄성체가 기대에 접촉되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 베어링.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은, 선박(船舶)의 추진축(推進軸)을 지지하는 베어링에 관한 것으로, 추진축과의 슬라이딩면(sliding 面)에 형성되는 수피막(水皮膜)의 윤활작용을 이용하는 베어링에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 선박의 추진축을 지지하는 스트러트 베어링(thrust bearing), 선미 관베어링(船尾 tube bearing) 등의 베어링에 있어서는, 그것 자체가 해수 등의 수중(水中)에 노출되기 때문에 방식(防蝕)이나 밀봉구조(密封構造)가 중요하다. 그리고, 환경대응이나 경제성을 고려하면 금속제의 베어링이나 윤활유를 이용하는 베어링보다, 추진축과의 슬라이딩면에 고무나 불소수지(弗素樹脂) 등을 사용하여, 추진축과의 슬

라이딩면에 형성되는 수피막의 윤활작용을 이용하는 베어링쪽이 바람직하다. 이러한 수피막의 윤활작용을 이용하는 베어링이 여러 가지 제안되어 있다.

[0003] 예를 들면, 특허문헌1에, 프로펠러축(propeller 軸)의 하중(荷重)이 가장 많이 걸리는 부분을 베어링 양단부(bearing 兩端部)의 평활(平滑)한 베어링면으로 부담하고, 하중이 경감되는 중앙부 근처의 부위가 충분히 냉각되도록, 베어링 본체의 상측내면 및 중앙부 하측내면에 급수홈(給水溝)과, 그 급수홈을 원주방향으로 접속하는 원주홈(圓周溝)과, 상기 급수홈의 양측개구부를 원주방향으로 접속하는 제2원주홈을 형성하여 이루어지는 선박용 프로펠러축의 스트러트 베어링이 제안되어 있다. 이 스트러트 베어링은, 프로펠러축의 하중이 가장 많이 걸리는 부분을 베어링 양단부의 평활한 베어링면으로 부담하고, 하중이 경감되는 중앙부 근처의 부위가 충분히 냉각됨과 아울러 원주홈 및 제2원주홈에 의해 해수의 얇은 피막이 형성되기 때문에, 베어링 마모가 경감되어 열융착(熱融着)이 방지된다.

[0004] 특허문헌2에는, 선박의 프로펠러축 등에 사용되는 전기방식(電氣防蝕) 베어링이 제안되어 있다. 이 전기방식 베어링은, 베이스메탈(base metal)과, 슬라이딩성이 양호한 합성수지로 이루어지는 패드재(pad 材)와의 사이에 고무재를 끼워 넣어서 가황접착(加黃接着)하여 이루어지는 세그먼트 모양(segment 模樣)의 고무 베어링재를, 원통모양의 셸 메탈의 내주면 축방향으로 나란히 형성된 홈에 상기 베이스메탈부를 결합하여 부착하고, 또는, 메탈의 내주면에 원주방향을 따라 통모양으로 배열하고, 상기 베이스메탈의 바닥면을 상기 내주면에 접착하여 이루어지는 전기방식 베어링의 제조방법이 제안되어 있다. 상기 고무 베어링재는, 패드재로서 4불화에틸렌, 폴리아미드, 고밀도 폴리에틸렌 등을 사용할 수 있고, 내구성, 신뢰성이 높은 수중 고무 베어링을 얻을 수 있다.

[0005] 특허문헌3에는, 원통형상의 셸의 내주면을 따라 고정되는 보강재와 상기 추진축이 슬라이딩 하는 슬라이딩재로 구성되는 복수의 베어링부재로서, 상기 슬라이딩재는, 셸의 대략 상반부가 고무재로 구성되고, 상기 셸의 대략 하반부가 불소수지재로 구성되어 이루어지는 선박의 추진축을 지지하는 분할형 베어링이 제안되어 있다. 이 분할형 베어링은 추진축과의 슬라이딩 저항이 작아 선박의 연비를 감소시킬 수 있다.

[0006] 특허문헌4에는, 선박용 선미관에 있어서의 베어링재료에 사용되는 수윤활식(水潤滑式) 베어링재료가 제안되어 있다. 즉, 12 중량% ~25 중량%의 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬비닐에테르 공중합 수지(PFA 수지), 18 중량% ~33 중량%의 탄소섬유 및 잔부(殘部)가 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 수지 및/또는 변성 PTFE 수지를 함유하여 이루어지는 수윤활식 베어링재료가 제안되어 있다. 이 수윤활식 베어링재료는 내마모성(耐磨耗性)에 더하여 내수성(耐水性)도 우수하여 수윤활식 베어링의 베어링재료에 적합하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 특허문헌1 : 일본국 공개특허특개2004-66977호공보
- (특허문헌 0002) 특허문헌2 : 일본국 공개특허특개2009-103307호공보
- (특허문헌 0003) 특허문헌3 : 일본국 실용신안등록 제3183964호공보
- (특허문헌 0004) 특허문헌4 : 국제공개 제2016/114244호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 특허문헌1에는, 스트러트 베어링에 가해지는 부하가 반드시 균등한 것은 아니라는 점을 고려하여, 베어링의 기능을 부하부담 부분과 열융착 저지 부분으로 나누어, 수피막을 형성하도록 수냉홈(水冷溝)을 절묘하게 배치하여 설치한 스트러트 베어링이 기재되어 있다. 이 스트러트 베어링은, 부하에 따른 구성으로 하지 않으면 안되어, 베어링의 구성이 복잡해진다는 문제가 있다. 한편, 특허문헌2에는, 전기방식 베어링인 고무 베어링재 제조방법이 기재되고, 각종 구조의 고무 베어링재가 기재되어 있다. 그

러나, 그들 각종 구조의 고무 베어링재가 어떠한 특성을 구비하는지에 대하여 구체적인 기재는 없다.

[0009] 특허문헌3에는, 특허문헌2에 기재되어 있는 고무 베어링재의 구성 및 그 원통모양 셸 메탈(shell metal)의 내주면에서의 배치형태가 매우 유사한 분할형 베어링이 기재되어 있다. 이 원통모양 셸의 내주면에 배치된 베어링부재의 슬라이딩면은, 원통모양 셸의 내주면의 대략 상반부가 고무제로, 대략 하반부가 불소수지제로 한다. 그리고, 특허문헌4에는, 선박용 선미관의 베어링재료로서 적합한 불소수지의 조성이 기재되어 있다. 그러나, 이러한 원통모양 셸의 내주면의 대략 하반부가 불소수지를 베어링재로 하는 베어링이어도 불균일한 면압하(面壓下)에서는 마모가 진행된다고 하는 문제가 있다.

[0010] 본 발명은, 이러한 종래의 문제점 및 요청을 감안하고, 선박의 추진축을 지지하는 베어링에 있어서, 추진축과의 슬라이딩면에 윤활성이 우수한 수피막을 형성할 수 있고, 저마찰성, 내마모성, 내구성이 우수한 경제적인 베어링을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 관한 베어링은, 선박의 추진축을 지지하는 원통모양 셸의 내주면에, 1쌍의 위치결정 플레이트(plate)와 복수의 밀폐형 원호편 및 간극형 원호편이 배치되어 이루어지는 베어링으로서, 상기 위치결정 플레이트는 상기 셸의 수평축상의 대향하는 위치에 고정되고, 상기 밀폐형 원호편은, 상기 셸의 하면측에 배치되어 상기 추진축의 부하에 걸리고, 슬라이딩층, 탄성체로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉되는 기대(基台)의 3층구조체로서, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 인접하는 각각의 슬라이딩층, 중간층 및 기대가 서로 가압되어서 상기 셸의 내주면에 홀딩되고, 상기 간극형 원호편은, 상기 밀폐형 원호편과 대향하여 배치되고, 슬라이딩층, 탄성체로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉되는 기대의 3층구조체로서, 양측 가장자리부에 홈형성부를 구비하고, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 상기 중간층 및 기대가 서로 가압되어서 상기 홈형성부가 냉각수를 유통시키는 홈을 형성하고, 상기 셸의 내주면에 홀딩된다. 여기에서, 셸의 수평축이라는 것은 추진축의 중심방향과 직교하는 셸의 횡단면의 대칭축이다.

[0012] 상기 발명에 있어서, 밀폐형 원호편은, 셸의 내주면의 60° ~175° 의 범위에 배치되는 것으로 할 수 있다.

[0013] 또한 슬라이딩층은, 분자중에 불소원자(F)를 함유하는 합성 고분자화합물, 폴리아미드 수지 또는 페놀 수지로 이루어지는 것으로 할 수 있다.

[0014] 또한 중간층은, 듀로미터 경도(durometer 硬度) A50~90을 구비하는 탄성체가 기대에 접촉되어 이루어지는 것이 좋다.

[0015] 또한 본 발명에 관한 베어링은, 원통모양 셸의 내주면에, 순차적으로 탄성체층과 슬라이딩층의 2개 층으로 이루어지는 베어링재가 고착(固着)되어 이루어지는 선박의 추진축을 지지하는 베어링으로서, 상기 슬라이딩층은, 상기 셸의 내주면의 하면측에 있어서 수직축을 대칭축으로 하는 중심각(θ)이 θ=60° ~180° 범위의 상기 추진축의 부하에 가해지는 부하작용 부분과, 그 부하작용 부분에 대향하고, 양단부(兩端部)에 설치되는 수냉홈을 최초와 최후로 하여 복수의 소요 수냉홈이 형성되어 이루어지는 냉각작용 부분을 구비하고 있다. 여기에서, 수직축이라는 것은 추진축의 중심방향으로 평행한 셸의 횡단면의 대칭축이다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 의하면, 선박의 추진축을 지지하는 베어링에 있어서, 추진축과의 슬라이딩면에 윤활성이 우수한 수피막을 형성할 수 있고, 저마찰성, 내마모성, 내구성이 우수한 경제적인 베어링을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] [도면1]본 발명에 관한 내장형 베어링(內張型 bearing)의 구성을 나타내는 횡단면도이다.
[도면2]도1에 나타내는 내장형 베어링에 배치되는 간극형 원호편, 밀폐형 원호편, 노치(notch)를 구비하는 밀폐형 원호편의 구성을 나타내는 설명도이다.

[도면3]본 발명에 관한 일체형 베어링의 구성을 나타내는 횡단면도이다.

[도면4]마모시험 후의 베어링 내경변화량을 나타내는 그래프이다.

[도면5]마모시험을 실시한 베어링의 횡단면형상을 나타내는 설명도이다.

[도면6]마모시험기의 구성을 나타내는 설명도이다.

[도면7]각종 베어링부재를 구비하는 베어링의 슬라이딩면에 있어서의 면압분포(面壓分布)를 나타내는 그래프이다.

[도면8]마모시험에 있어서의 원주속도와 마찰계수의 관계를 나타내는 그래프이다.

[도면9]마모시험에 있어서의 면압을 여러 가지로 변화시켰을 경우의 원주속도와 마찰계수의 관계를 나타내는 그래프이다.

[도면10]마모시험에 있어서의 베어링재 온도변화를 나타내는 그래프이다.

[도면11]발명에 FRB2와 비교예 FRB16의 FFT 애널리저(analyzer)에 의한 진동해석시험의 결과를 나타내는 그래프이다.

[도면12]발명에 FRB2와 비교예(FB2)의 FFT 애널리저에 의한 진동해석시험의 결과를 나타내는 그래프이다.

[도면13]수피막압 강도와 접촉면 각도의 관계를 나타내는 그래프이다.

[도면14]도14의 수피막압 강도곡선이 만곡모양(彎曲模樣)을 나타내는 부분의 수피막압 강도와 원주속도의 관계를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서, 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 대하여 도면에 의거하여 설명한다. 도1은 본 발명에 관한 베어링의 구성을 나타낸다. 본 발명에 관한 베어링(10)은 선박의 추진축을 지지하는 베어링이다. 그리고, 이 베어링(10)은, 원통모양 셸(11)의 내주면으로서, 그 셸의 수평축상의 대향하는 위치에 고정되는 1쌍의 위치결정 플레이트(12)와, 상기 셸의 내주면의 하면측에 배치되는 밀폐형 원호편(16)과, 그 밀폐형 원호편(16)과 대향하여 배치되는 간극형 원호편(15)을 구비한다. 인접하는 간극형 원호편(15) 또는 밀폐형 원호편(16)은, 각각 위치결정 플레이트(12)를 사이에 두고 셸(11)의 내주면에 홀딩되어 있다. 이러한 베어링(10)은 그 구성에 따라 내장형 베어링(內張型 bearing)이라고 한다. 또한, 셸(11)의 수평축이라는 것은 추진축의 중심방향과 직교하는 셸(11)의 횡단면의 대칭축(A-A)이다.

[0019] 위치결정 플레이트(12)는, 예를 들면, 셸(11)의 내주면에 볼트나 핀으로 고정되어 있다. 위치결정 플레이트(12)는, 셸(11)의 내주면에 배치되는 밀폐형 원호편(16) 또는 간극형 원호편(15)을 에워싸서 셸(11)의 내주면에 밀착시켜서 홀딩한다. 밀폐형 원호편(16) 또는 간극형 원호편(15)을 셸(11)의 내주면에 확실하게 홀딩하기 위하여는, 예를 들면, 위치결정 플레이트(12)에 접하는 밀폐형 원호편(16) 또는 간극형 원호편(15)의 측부 가장자리면을 노출시킨 뒤에 삽입하는 것이 좋다. 이에 따라, 각 밀폐형 원호편(16) 또는 간극형 원호편(15)은, 소정의 가압상태에서 셸(11)의 내주면에 홀딩된다.

[0020] 위치결정 플레이트(12)의 이면측(裏面側)(셸(11)의 내주면측)은, 원호모양이든 평판모양이든 상관없고, 평판모양의 경우에는 성형이 용이하다. 위치결정 플레이트(12)의 재질은 금속제 또는 수지제라도 좋다. 예를 들어 금속제의 경우에는 구리합금이 사용되고, 예를 들어 수지제의 경우에는 탄소섬유강화 페놀수지가 사용된다. 금속제의 경우에는 표면을 내식성 고무로 피복하는 것이 좋다.

[0021] 간극형 원호편(15)은, 도2(a)에 나타나 있는 바와 같이, 슬라이딩층(153), 중간층(152) 및 기대(151)의 3층구조체를 이루고 있으며, 양측 가장자리부에 홈형성부(155)가 형성되어 있다. 위치결정 플레이트(12)를 사이에 두고 중간층(152) 및 기대(151)가 서로 가압되어서 셸(11)의 내주면에 홀딩되고, 인접하는 홈형성부(155)에 의해 물 또는 해수(냉각수)를 유통시키는 홈(18)(도1)이 형성된다. 간극형 원호편(15)이 밀폐형 원호편(16)에 접하는 부분에는 반홈(半溝)(19)이 형성된다. 홈형성부(155)는, 그 깊이가 슬라이딩층(153)에 또는 슬라이딩층(153)으로부터 중간층(152)에 이르도록 형성된다. 홈형성부(155)는, 베어링(10)의 냉각에 필요한 냉각수량 Q가 공급되도록 홈의 깊이와 폭치수가 선택된다. 상

기 간극형 원호편(15)의 성형은, 이하에 설명하는 밀폐형 원호편(16)과 동일한 방법 및 재질에 의해 성형될 수 있다.

- [0022] 밀폐형 원호편(16)은, 도2(b)에 나타나 있는 바와 같이, 슬라이딩층(163), 중간층(162) 및 기대(161)의 3층구조체를 이루고 있다. 이 3층구조체는, 예를 들면, 이하와 같이 형성된다. 즉, 우선 평판모양의 3층구조체를 성형하여 소정의 폭의 소형재(素形材)를 성형하고, 다음에 소정의 원호편 형상이 되도록, 양측 가장자리부의 경사면을 형성함과 아울러 기재(161)의 이면 및 슬라이딩층(163)의 표면을 원호상으로 성형한다. 슬라이딩층(163)의 표면(슬라이딩면)은, 수윤활에 관련된 수피막이 형성되는 부분이기 때문에 평활한 것이 바람직하다. 이러한 관점에서, 미세한 흠집, 요철 등이더라도 수피막의 형성에 악영향을 미치지 않는 것은 허용된다. 3층구조체는, 슬라이딩층(163), 중간층(162) 및 기대(161)를 접착에 의해 성형할 수 있다. 위치결정 플레이트(12)에 접하는 밀폐형 원호편은, 노치 밀폐형 원호편(17)(도2(c))과 같이 위치결정 플레이트(12)에 접하는 가장자리부에 노치(175)를 구비하는 것이 바람직하다. 이 노치에 의하여, 슬라이딩층(163) 단면부의 부상(浮上)을 방지할 수 있다. 또한 이 노치는, 수피막형성에 바람직하고, 슬라이딩층(163)의 응력집중 및 마모를 방지하는 데 있어서 바람직하다.
- [0023] 기대(161)는 금속제 또는 수지제로 할 수 있다. 금속제의 기대(161)로서, 예를 들면, 기계 가공성이 좋고 내식성(耐蝕性)이 있는 구리합금을 사용할 수 있다. 수지제의 기대(161)로서 섬유강화 열경화성 수지, 예를 들면, 탄소섬유강화 페놀수지를 사용할 수 있다.
- [0024] 중간층(162)은, 듀로미터 경도(durometer 硬度 A50~90)를 구비하는 탄성체가 바람직하다. 예를 들면, 듀로미터 경도 A50~90의 경도를 구비하는 니트릴고무(nitrile rubber)(NBR)를 사용할 수 있다. 중간층이 고무인 경우에는, 3층구조체는 가황접착에 의해 성형하는 것이 좋다. 이에 따라, 강고한 접착 구조체를 성형할 수 있다. 본 발명에 있어서, 중간층(162)은 중요한 작용·기능을 구비하고 있다. 이하에서 설명한 바와 같이, 중간층(162)은, 추진축으로부터의 부하를 균일화하고, 추진축의 슬라이딩층(163)의 슬라이딩면에 있어서의 발열을 억제하여, 밀폐형 원호편(16) 또는 간극형 원호편(15)의 내마모성 및 내구성을 향상시킨다.
- [0025] 또한, 밀폐형 원호편(16)은 원주상에 균등하게 간극이 없게 배치되어 있기 때문에, 중간층의 탄성변형은 추진축의 축심(軸芯)으로부터 보아 수직방향으로 한정된다. 이 때문에, 슬라이딩층과 중간탄성층의 접합면에 대한 전단방향(剪斷方向)의 변형이 없다. 그리고, 슬라이딩층과 중간탄성층의 부착부분에서의 열화가 억제된다.
- [0026] 슬라이딩층(163)은, 저마찰성, 내마모성, 내열성의 관점에서 분자중에 불소원자(F)를 함유하는 합성 고분자화합물이 바람직하다. 예를 들면, 4불화에틸렌(PTFE) 수지, 4불화에틸렌·6불화 프로필렌 공중합(FEP) 수지, 4불화에틸렌·퍼플루오로알콕시에틸렌 공중합(PFA) 수지 등의 불소계 수지를 사용할 수 있다. 또는, 폴리아미드 수지 또는 페놀수지를 사용할 수 있다.
- [0027] 밀폐형 원호편(16)의 원호편 형상에 관한 가공은 아래와 같이 이루어진다. 예를 들면, 도면1(a)에 나타나 있는 축심(O)를 중심으로 하는 반경(R)의 원호(圓弧)(성형원호(成形圓弧))를 기초로 하여 슬라이딩층(163)의 표면과 기대(161)의 이면을 곡면모양으로 가공한다. 그리고, 밀폐형 원호편(16)의 양측 가장자리부도 인접하는 밀폐형 원호편(16)이 서로 밀착하여 접착하도록 축심(O)를 기초로 하여 가공한다. 그러나, 성형원호의 중심이 축심(O)이 아니라, 축심(O')을 중심으로 하는 심차이(芯差異)(반경(R'))로 하여 슬라이딩층(163)의 표면가공을 할 수 있다. 심차이는 슬라이딩층(163)의 추진축에 의한 부하를 균일하게 하는 데 있어서 바람직하다. 또한, 심차이 가공은 셸(11) 자체의 곡면가공에 의한 방법으로도 좋다. 이 경우는 심차이 가공을 효율적으로 실시할 수 있다.
- [0028] 심차이는, 추진축 지름과 베어링 내경 사이에 소정의 클리어런스(clearance)를 발생시키게 되는데, 이 클리어런스를 셸(11)의 내주면측이 작아지도록 배분한다. 예를 들면, 베어링의 내경이 360~449mm인 경우에는, 소정의 클리어런스가 0.8~1.3mm가 되고, 심차이는 $\Delta=0.53\text{mm}$ 로 한다(도1(a)).
- [0029] 이상에서, 셸(11)의 내주면에 간극형 원호편(15)과 밀폐형 원호편(16)을 촘촘하게 배치하여 이루어지는 베어링(10)(내장형 베어링)에 대하여 설명하였다. 이 베어링(10)은 대경(大徑)의 추진축을 지지하는 베어링으로서 바람직하다. 또한 필요에 따라, 간극형 원호편(15) 또는 밀폐형 원호편(16)을 용이하게 교환할 수 있는 점에서 바람직하다. 그러나, 이하에 설명하는 일체형의 베어링(일체형 베어링)은, 베어

링의 효율적 또한 경제적인 성형이 가능하고, 특히 소형선박 베어링으로서 바람직하다.

[0030] 이 일체형 베어링은, 원통모양 셀의 내주면에, 순차적으로 탄성체층과 슬라이딩층의 2개층으로 이루어지는 베어링재가 고착되어 이루어지는 선박의 추진축을 지지하는 베어링이다. 이 베어링의 슬라이딩층은, 상기 셀의 내주면의 하면측에 있어서 수직축을 대칭축으로 하는 중심각(θ)이 $\theta=60^\circ \sim 180^\circ$ 범위의 상기 추진축의 부하에 가해지는 부하작용 부분과, 그 부하작용 부분에 대향하고, 양단부에 형성되는 수냉홈을 최초와 최후로 하여 복수의 소요 수냉홈이 형성되어 이루어지는 냉각작용 부분을 구비하고 있다. 여기에서, 수직축이라는 것은 추진축의 중심방향으로 평행한 셀의 횡단면의 대칭축이다.

[0031] 도3에 나타나 있는 바와 같이, 본 일체형의 베어링(5)은, 원통모양의 셀(1)의 내주면에, 순차적으로 탄성체층(2)과 슬라이딩층(3)의 2개층으로 이루어지는 베어링재가 고착되어 이루어진다. 우선, 셀의 횡단면에 있어서 추진축의 중심방향과 평행한 대칭축을 수직축(BB)으로 하면, 본 베어링(5)은, 셀(1)의 내주면의 하면측에 있어서 수직축(BB)을 대칭축으로 하는 중심각(θ)이 $\theta=60^\circ \sim 180^\circ$ 범위의 표면을 구비하여 이루어지는 부하작용 부분(3a)을 구비한다. 그리고, 본 베어링(5)은, 그 부하작용 부분(3a)의 양단부에 형성되는 수냉홈(4)를 최초와 최후로 하여 복수의 소요 수냉홈(4)이 형성되어 이루어지는 냉각작용 부분(3b)을 구비하고 있다. 부하작용 부분(3a)은, 수유히에 관련되는 수피막이 형성되는 부분이기 때문에, 밀폐형 원호편(16)의 슬라이딩층(163)과 동일하게 평행한 것이 바람직하다. 소요 수냉홈(4)는, 예를 들면, 최초의 수냉홈(4)와 최후의 수냉홈(4) 사이를 동일한 간격으로 형성할 수 있다.

[0032] 본 예의 베어링(5)은 이하와 같이 성형할 수 있다. 우선, 셀(1) 및 중자(中子)를 금형에 장착하고, 중자에 통모양의 슬라이딩층 형성재를 장착한 후, 탄성체 형성재를 사출성형하여 베어링소재를 성형한다. 그리고, 소정의 범위($360^\circ - \theta = 180^\circ \sim 300^\circ$)에 복수의 수냉홈(4)를 가공해 냉각작용 부분(3b)을 형성하여 베어링(5)을 성형한다. 슬라이딩층 형성재는, 상기 간극형 원호편(15)의 슬라이딩층(163) 또는 밀폐형 원호편(16)의 슬라이딩층(163)과 동일한 재질로 할 수 있다. 탄성체 형성재는, 상기 간극형 원호편(15)의 중간층(152) 또는 밀폐형 원호편(16)의 중간층(162)과 동일한 재질로 할 수 있다.

[0033] 본 베어링(5)은, 베어링재가 슬라이딩층과 탄성체층의 2층구조를 구비하고, 중심각(θ)이 $\theta=60^\circ \sim 180^\circ$ 인 범위에서 부하작용 부분(3a)을 구비하는 것으로 특징을 구비한다. 베어링은 일반적으로 축심으로부터 하방부분으로 추진축의 부하를 받고, 슬라이딩층의 마모는 상기 부분에서 발생하고 있다. 이 때문에, 베어링(5)의 추진축의 부하를 받는 부하작용 부분(3a)의 크기는 어느 정도가 필요할지를 시험하였다. 마모시험결과를 도4에 나타낸다. 도4는, 도5에 나타내는 베어링 내경60φ x 길이60(mm)인 베어링을, 도6에 나타내는 마모시험기에 의해 마모시험을 실시하고, 시험후에 베어링내경을 측정된 결과를 나타내는 그래프이다. 도4의 그래프에 부기되는 숫자는 수냉홈(4)의 개수를 나타낸다. 수냉홈의 개수는, 도5에 있어서, $\theta=180^\circ$ 에서는 2개(접촉면 각도 157.7°), $\theta=120^\circ$ 에서는 3개(접촉면 각도 100°), $\theta=90^\circ$ 에서는 4개(접촉면 각도 72.2°)이다. 또한, $\theta=60^\circ$ 에서는 6개(접촉면 각도 41.6°), $\theta=45^\circ$ 에서는 8개(접촉면 각도 24.4°)이다. 수냉홈(4)의 사이즈는, 깊이3 mm x 폭6mm이었다.

[0034] 도6에 나타내는 마모시험기에 있어서, 수조의 온도는 20°C 로 유지되어 있고, 물의 강제 대류는 실시되지 않는다. 베어링은, 공기압 실린더(空氣壓 cylinder)에 의해 들어 올려지고, 추진축의 슬리브(sleeve)를 통하여 베어링 하방측에 소정의 부하가 걸리게 되어 있다. 슬리브는 소요 슬리브를 추진축에 장착할 수 있다. 베어링 내경변화량은, 원주속도가 일정한 시험운전(원주속도 1m/s를 일정하게 하고, 면압 0.25MPa로 24시간, 아울러 면압 0.50MPa로 24시간, 면압 1.00MPa로 24시간, 총계 72시간의 마모시험)을 실시한 후에 측정하였다. 또한, 베어링내경의 측정은, 마모시험 종료후의 베어링을 실온(20°C)에서 6시간 유지한 후에 실시했다.

[0035] 도4에 나타내는 그래프는, 횡축이 베어링의 접촉면 각도(θ), 종축이 베어링의 내경변화량을 나타낸다. 도4에 의하면 접촉면 각도가 $160^\circ \sim 80^\circ$ 범위에서는 마모가 완만하게 진행된다. 그러나, 접촉면 각도가 $80^\circ \sim 40^\circ$ 사이에서는 마모가 급속하게 진행되는 접촉면 각도가 존재하는 것으로 해석된다. 이는, 접촉면 각도가 $160^\circ \sim 80^\circ$ 의 범위에 있어서는 수피막이 형성되어, 베어링은 적절한 수유히 상태로 되어 있는 것으로 해석된다. 한편, 접촉면 각도가 $80^\circ \sim 40^\circ$ 의 범위에 있는 접촉면 각도 이상에 있어서는 수피막이 불안정한 상태 또는 파괴된 상태가 되어, 적절한 베어링의 수유히이

이루어지지 않는 상태로 되어 있는 것으로 해석된다. 즉, 중심각(θ)이 $\theta=80^\circ \sim 180^\circ$ 의 범위에 부하작용 부분(3a)을 형성하는 것은 바람직하다. 이러한 특성은 내장형 베어링(베어링(10))에 관하여도 동일하게 적용할 수 있다. 또한, 베어링(10)은 위치결정 플레이트(12)를 구비하고 있으므로, 이 위치결정 플레이트(12)의 배치 및 사이즈를 고려하면, 바람직한 접촉면 각도의 범위는 $\theta=80^\circ \sim 175^\circ$ 이다. 또한, 이하에 설명하는 시험·검토결과를 종합적으로 판단하면, $\theta=60^\circ \sim 175^\circ$ 가 바람직하고, $\theta=80^\circ \sim 175^\circ$ 가 더 바람직하다.

[0036] 상기한 바와 같이, 본 베어링(5)은 베어링재가 슬라이딩층과 탄성체층의 2층구조를 구비하고 있는 것에 특징을 구비한다. 도7~도10에 그 탄성체의 작용·효과를 나타낸다. 도7은, 베어링내경 495mm, 베어링길이 2000mm인 베어링의 슬라이딩 면부(面部)에 생기는 면압(面壓)의 구조해석 값을 나타낸다. 횡축은 각 단면위치를 나타내어, 프로펠러측의 베어링단(bearing 端) 횡단면위치를 0으로 하고, 선수측(船首側)의 베어링단 횡단면위치를 2m로 한다. 종축은 면압을 나타낸다. 파라미터(parameter) FRB(실선)는, 베어링재가 슬라이딩층을 불소수지(PTFE)로 하고 탄성체층을 듀로미터 경도 A70의 니트릴고무(NBR)로 한 2층구조 베어링의 경우를 나타낸다. RB(파선)는, 베어링재가 탄성체층(니트릴고무)인 1층구조 베어링을 나타낸다. LB(1점 쇄선)는, 베어링재를 리그넘바이티(lignumvitae)로 하는 1층구조 베어링을 나타낸다. 각 베어링재의 종탄성계수는, FRB가 50MPa, RB가 10MPa, LB가 2000MPa이다. 평균면압(부하 하중/베어링 투영면적)은 0.18MPa이었다.

[0037] 도7에 의하면, LB의 경우에는, 베어링의 양단부에 매우 높은 면압이 발생하고 있고, 단면(0) 위치의 면압이 가장 높은 0.8MPa이다. 중앙부분의 면압은 광범위한 범위에서 제로로 되어 있다. RB의 경우에는, 면압이 가장 균일화되어 있고, 면압은 0.08MPa ~ 0.28MPa의 범위로 되어 있다. FRB의 경우에는 RB의 경우와 동등한 정도로 면압이 균일하게 되어 있다. 그러나, FRB의 경우에는, 면압곡선이 아래로 볼록한 형상을 하고, 면압은 0.02MPa ~ 0.4MPa의 범위에 있다. 그리고, FRB의 경우에는, RB의 경우와 비교하면 면압이 베어링 양단부에서 RB보다 높고, 중앙부에서 RB보다 낮아져 있는 점에서 다르게 되어 있다. FRB의 경우에는, 면압을 균일하게 한다는 관점에서 탄성체층의 경도(듀로미터 경도 A)는 50~90이 바람직하다. 또한, 이하에서 설명하는 베어링, 예를 들면, FRB16은 상기 FRB와 동등한 2층구조로서 수냉흡 수가 16개인 베어링을 나타낸다. FB16은 불소수지만으로 이루어진 1층구조 베어링을 나타낸다. 상기 LB의 예는, 베어링 FB16에 적용할 수 있다.

[0038] 도8 및 도9는, 베어링내경60mm x 베어링길이60mm인 베어링에 대하여 원주속도와 마찰계수의 관계를 나타내는 그래프이다. 도10은, 베어링내경60mm x 베어링길이190mm인 베어링에 대하여 모델 운전 시험중의 축부재(수냉흡 하부의 슬라이딩층 또는 탄성체층)의 온도측정결과를 나타내는 그래프이다. 베어링(도8~도10)의 횡단면은 도5에 나타내는 베어링 형상을 하고 있다. 마찰계수는, 상기 원주속도가 일정한 시험운전을 실시한 후, 각 면압(0.25MPa~1.00MPa) 및 각 원주속도(0.10m/s~4.00m/s)로 소정시간(0.5h 또는 1h)의 마모시험을 실시하여 구하였다. 마모시험은 도6에 나타내는 마모시험기를 사용하였다. 수조의 온도는 32℃로 유지하였다.

[0039] 도8에 있어서, 횡축은 원주속도를 나타내고, 종축은 면압 0.25MPa에 있어서의 마찰계수를 나타낸다. 파라미터 FRB16, FRB8 및 FRB2는, 축부재가 2층구조로서, 수냉흡 수가 각각 16개(접촉면 각도는 12.7°), 8개(접촉면 각도는 24.4°), 2개(접촉면 각도는 157.7°)인 베어링의 경우를 나타낸다. FB16은 축부재가 탄성체층을 구비하지 않는 1층구조로서, 수냉흡 수가 16개(접촉면 각도는 12.7°)인 경우를 나타낸다. 도8에 의하면, FRB16, FRB8 및 FRB2의 마찰계수곡선은 거의 동등하며, 원주속도가 0.1m/s ~ 1m/s인 범위에서 마찰계수가 급속하게 작아진다. 그리고, 마찰계수곡선은 원주속도 1m/s에 있어서는 0.005가 되고, 그 이후에는 원주속도에 관계없이 일정한 값이 된다. 한편, FB16의 경우에는, 원주속도가 0.1m/s ~ 1m/s인 범위에 있어서 마찰계수가 급속하게 작아지지만, 원주속도가 1m/s에 있어서 0.03이다. 그리고, 원주속도가 4m/s에 있어서 FRB16 등의 2층구조 베어링과 거의 동등(0.007)하다. 즉, 탄성체층을 구비하는 2층구조 베어링의 마찰계수는, 수냉흡 수가 2개인 경우가 가장 작지만, 수냉흡 수(2개~16개)에 관계없이 거의 동등함을 알 수 있다. 그리고, 2층구조 베어링은, 1층구조 베어링보다 작은 마찰계수를 구비하는 것을 알 수 있다.

[0040] 도8에 나타나 있는 바와 같이, 마찰계수가 원주속도와 함께 급속하게 작아지고, 일정한 원주속도 이상에서 거의 일정해지는 경향은, 면압이 높아져도 같은 경향을 나타낸다. 도9는, 2층구조를 구비하는 베어링 FRB8의 각종 면압하의 마찰계수를 나타낸다. 도9에 의하면, 저면압(0.25MPa)에서 낮은 마찰계수를 나타내고, 고면압(1.0Mpa)에서 높은 마찰계수를 나타내는 경향을 볼 수 있지만, 면압이

서로 다른 것에 의한 측정점의 불균일은 작음을 알 수 있다.

[0041] 도10은, 모델 운전의 원주속도·면압이 일정한 운전의 각 사이클(cycle)에 있어서 베어링재 온도변화를 나타내는 그래프이다. 도10(a)는, 2층구조를 구비하는 베어링 FRB16의 베어링재 온도변화를 나타낸다. 도10(b)는 1층구조 베어링 FB16의 베어링재 온도변화를 나타낸다. 모델 운전이라는 것은, 마모시험의 슬리브 형상을 조정함으로써 베어링 양단부의 면압이 0.8MPa, 평균면압이 0.31MPa이 되도록 부하를 가하고, 원주속도 변화운전과 원주속도·면압 일정운전을 1 사이클로 하여, 이를 반복하는 마모시험이다. 원주속도 변화운전은, 면압(0.31MPa)을 일정하게 하고, 0.4m/s x 30min, 0.6m/s x 30min, 1.0m/s x 30min 및 1.6m/s x 30min로 단계적으로 원주속도를 올려서 실시하는 마모시험이다. 원주속도·면압 일정운전은, 원주속도(0.6m/s) 및 면압(0.31MPa)으로 25시간 실시하는 마모시험이다. 도면에 0~25h, 25~50h . . . 으로 나타낸다. 본 예의 마모시험은, 4사이클 실행(총계 108시간)과 아울러 원주속도 변화운전을 2시간(총계 110시간) 실행하였다.

[0042] 도10에 의하면, FRB16의 경우에는 베어링재의 온도가 36℃~40℃인 범위로 거의 일정하다. 이에 반하여, FB16의 경우에는, 온도가 37℃~45℃인 범위로 높고, 아울러 온도변동이 큰 것을 알 수 있다. 특히, FB16의 원주속도·면압 일정운전(25~50h)인 경우의 온도변동은 커지고 있다. 또한, 원주속도 변화운전에 있어서는, 원주속도를 증가하면 수냉함에 유입되는 수량이 증가하여 베어링재의 온도가 저하되는 경향을 볼 수 있다. 이러한 현상은, 베어링 FB16보다 베어링 FRB16의 경우가 현저하였다.

[0043] 상기 시험후에 베어링 FRB16과 베어링 FB16의 마모량을 측정하였다. 베어링 FB16의 마모량은 베어링 FRB16의 마모량의 2.6배 이었다. 즉, 2층구조를 구비하는 베어링 FRB16은, 1층구조를 구비하는 베어링 FB16과 비교하면, 슬라이딩층 부분의 면압이 균일하여 마찰계수가 작다. 그리고, 베어링 FRB16은 가동중의 베어링재의 온도가 낮고 안정되어 마모량이 적은 것을 알 수 있다. 내마모성은 베어링 FRB16이 베어링 FB16보다 우수하다. 그리고, 이러한 특징은 상기한 내장형 베어링(베어링(10))에 있어서도 적용될 수 있다. 또한, 선박 베어링의 설계값은, 일반적으로 원주속도 12m/s 이하, 면압 0.6MPa 이하로 설정되어 있어, 상기 마모시험의 결과는 일반 선박에 적용될 수 있다.

[0044] 이상에서, 본 발명에 관한 베어링(5) 또는 베어링(10)은, 셸의 내주면에 베어링재로서 내마모성 및 내열성이 우수한 슬라이딩층(3, 153 또는 163)과, 추진축으로부터의 부하의 균일화를 도모하는 탄성체층(2), 중간층(152) 또는 중간층(162)(탄성체층)을 구비하고 있다. 그리고, 그 베어링(5) 또는 베어링(10)의 추진축에 접하는 내주면에는, 추진축으로부터의 부하를 담당하는 부하작용 부분(3a) 또는 밀폐형 원호편이 배치된 부분(부하작용 부분)과, 이들에 대항하여 수냉함(4)를 구비하는 냉각작용 부분(3b) 또는 홈(18)을 형성하는 홈형성부(155)를 구비하는 간극형 원호편이 배치된 부분(냉각작용 부분)을 구비한다. 이 부하작용 부분은, 셸의 내주면의 중심각 $\theta=60^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 또는 중심각 $\theta=60^{\circ} \sim 175^{\circ}$ 에 배치된다. 이 범위에 수피막이 안정되게 형성되어 수유허이 이루어진다. 그리고, 베어링(5 또는 10)에 필요한 냉각이 이루어지도록, 냉각작용 부분에 소요 수냉함(4) 또는 홈(18)이 형성된다. 수냉함(4) 또는 홈(18)에 공급되는 냉각수량 $Q(\text{kg/hr})$ 은, 베어링내경을 $D(\text{cm})$ 로 할 때, $Q > k \times D^2$, $D=15 \sim 100(\text{cm})$ 인 경우에는 $k=4$ 로 하는 것이 좋다. $Q=4 \times D^2$ 는, 대형선박($D=15 \sim 100$)에 있어서 실용상 필요한 냉각수량이다. 그러나, 어느 정도의 냉각수량으로 할지는 선박의 특성이나 종류, 소요 펌프의 비용 등을 감안하여 결정한다. 그리고, 이러한 냉각수량의 급수에 요하는 수냉함(4) 또는 홈(18)의 사이즈 및 개수가 결정된다. 본 발명에 관한 베어링(5) 또는 베어링(10)은, 종래 선박의 스트러트 베어링과 같이 추진축의 하중부하 부분을 강제적으로 냉각하는 원주홈이나 급수홈 등이 필요하지 않아, 내마모성, 내구성이 우수하다. 또한 베어링(5) 또는 베어링(10)은, 스트러트 베어링뿐만 아니라 선미 관베어링에도 사용될 수 있다.

[0045] 또한, 본 베어링(5) 또는 베어링(10)(본 베어링)은, 상기한 바와 같이 그 부하작용 부분에 있어서 슬라이딩면이 평활하고 탄성체층을 포함하는 2층구조를 구비하고 있어, 균일한 응력상태에 있다. 이 때문에 본 베어링은, 이하에서 설명하는 도11, 도12에 나타나 있는 바와 같이, 비교예와 같이 주기적으로 생기는 이상한 진동의 발생을 방지할 수 있다. 또한 본 베어링은, 도13에 나타나 있는 바와 같이, 수피막에 의한 수유허 상태에 있어, 문제가 되는 스틱슬립 현상(stick slip 現象)의 발생을 방지할 수 있다. 스틱슬립 현상은 저 원주속도 회전하에서 발생하기 쉽고, 저속 모드로 항해하며 소나(sonar)에 의해 정보를 얻는 해양조사선이나 잠수함에 있어서 문제되고 있었지만, 본 베어링은 이러한 해양조사선이나 잠수함의 추진축용의 베어링으로서 적합하게 사용될 수 있다. 본 베어링은, 종래의 베어링과 다르게 베어링하부의 수냉함을 삭제한 것, 및 종래의 1층구조 베어링과 다르게 탄

성체층을 포함하는 2층구조로 한 것의 상승효과에 의하여, 베어링부에서 생기는 진동을 대폭적으로 감소할 수 있기 때문이다.

[0046] 도11은, 축을 발명예 FRB2와 비교예 FRB16의 베어링에 의해 지지했을 때의 FFT 애널리저((Fast Fourier Transform Analyzer)에 의한 진동해석시험의 결과를 나타낸다. 도11에 있어서, 횡축은 주기(週期)(축의 1회전이 0.47, 2회전이 0.94), 종축은 진동의 강도(m/s²)을 나타내고, 가운데의 하얀띠 모양 부분이 발명예의 진동상태를 나타낸다. 가시모양으로 돌출하고 있는 부분이 비교예의 진동상태를 나타낸다. 도11에 의하면, 발명예는 작고 안정된 진동상태가 관찰된다. 한편, 비교예는 발명예의 진동보다 강한 일정폭의 진동중에서 부분적으로 매우 강한 진동이 관찰된다. 또한, 비교예는, 특허문헌2 또는 특허문헌3에 기재되어 있는 베어링에 상당한다.

[0047] 도12는, 축을 발명예 FRB2와 비교예(FB2)의 베어링에 의해 지지했을 때의 FFT 애널리저에 의한 진동해석시험의 결과를 나타낸다. 도12에 있어서, 횡축은 주기, 종축은 진동의 강도를 나타내고, 미세한 가시 모양의 흑선부분이 발명예이며 회색부분이 비교예이다. FB2는 탄성체층이 없는 1층구조로서 수냉홈 수가 2개인 베어링을 나타낸다. 도12에 의하면, 발명예는 0h~100h에 있어서 작고 안정된 진동이 관찰된다. 한편, 비교예는, 0h~50h에 있어서, 발명예와 동등하게 작고 안정된 세기로 진동하고 있지만, 75h의 0.4회전 부근, 100h의 0.8회전 부근에서 강한 진동이 보인다. 또한, 비교예는 특허문헌1에 기재되어 있는 베어링에 상당한다.

[0048] 베어링(5)에 있어서, 접촉면 각도 또는 원주속도가 수피막압 강도에 어떤 영향을 끼칠지에 대하여, 접촉문제 해석 소프트웨어 TED/CPA(Tribology Engineering Dynamics / Contact Problem Analyzer)로 해석하였다. 해석결과를 도13에 나타낸다. 해석조건은, 베어링의 내경 x 길이를 550φ x 1100(mm), 베어링면압을 0.5MPa, 원주속도를 각각 0.4, 1, 2, 4(m/s)로 하였다. 표1에 접촉면 각도와 홈수의 관계를 나타낸다.

[0049] [표1]

접촉면 각도 (°)	10.4	22.5	41.7	56.7	80.3	110.5	170.9
홈수(개)	26	14	8	6	4	3	2

[0050] 도13은, 횡축이 접촉면 각도, 종축이 수피막압 강도를 나타내고, 파라미터는 원주속도이다. 도13에 의하면, 수피막압 강도는, 접촉면 각도가 0° ~20° 에서 일정하지만, 20° ~40° 에서 급속하게 증대하고 있다. 그러나, 수피막압 강도의 접촉면 각도에 대한 증대량은, 40° ~60° 에서 점차적으로 감소하고, 60° 를 넘으면 급속하게 감소하고 있다. 그리고, 80° 이상으로 되면, 수피막압 강도는 접촉면 각도에 대하여 거의 일정한 상태가 된다. 즉, 수피막압 강도곡선은, 접촉면 각도가 0° ~20° 인 직선부분으로부터 20° ~80° 인 만곡부분을 거쳐 80° 이상의 1단 위의 직선부분으로 이루어지는 계단모양을 하고 있다.

[0052] 상기 수피막압 강도곡선이 만곡모양을 나타내는 부분의 수피막압 강도와 원주속도의 관계를 도14에 나타낸다. 도14는, 횡축이 원주속도, 종축이 수피막압 강도를 나타내고, 파라미터는 접촉면 각도이다. 도14에 의하면, 접촉면 각도 22.5~80.3° 에서 모든 수피막압 강도곡선은 거의 직선모양이며, 수피막압 강도는 원주속도에 대하여 비례하고 있다. 그리고, 접촉면 각도가 56.7° 와 80.3° 인 수피막압 강도곡선은 거의 겹쳐져 있다. 접촉면 각도가 41.7° 인 수피막압 강도곡선은, 그 구배(句配, 기울기)가 접촉면 각도 80.3° 인 수피막압 강도곡선의 0.8배로 되어 있다. 접촉면 각도가 22.5° 인 수피막압 강도곡선은, 그 구배가 접촉면 각도 80.3° 인 수피막압 강도곡선의 0.25배로 되어 있다. 상기 도13~도14의 결과와 고찰, 및 상기의 도4에 나타내는 마모시험의 결과와 고찰을 고려하면, 본 발명에 관한 베어링에 있어서는, 부하작용 부분(3a)의 중심각(θ)은 θ=60° ~180° 의 범위가 바람직하고, θ=80° ~180° 의 범위는 더 바람직한 것으로 해석된다. 또한, 선박의 원주속도는 보통주행에 있어서 원주속도 2~4m/s이다. 원주속도 4m/s는 고속주행에 상당하고, 원주속도 0.4m/s는 항내주행(港內走行)에 상당한다.

[0053] 이상에서, 본 발명에 관한 베어링에 대하여 설명하였다. 본 발명에 관한 베어링은, 평활한 표면을 구비하여 내마모성 및 내열성이 우수한 재질로 이루어지는 슬라이딩층과, 추진축으로부터의 부하를 균일화할 수 있는 탄성체층을 구비하고 있어, 저마찰성, 내마모성, 내구성이 우수하다. 그리고, 본

발명은, 지지하고 있는 추진축의 무게에 의한 변형이나 추진축의 회전에 의해 물리적인 응력을 많이 받는 베어링 하면측에 있어서, 수냉홀을 배제함으로써 물 또는 해수와 중간탄성층의 접촉을 극소화하고, 물 또는 해수에 의한 고알칼리 환경 또는 황화수소 환경에 의한 중간탄성층에의 화학적 침식을 억제하여, 베어링의 내구성을 향상시킬 수 있다.

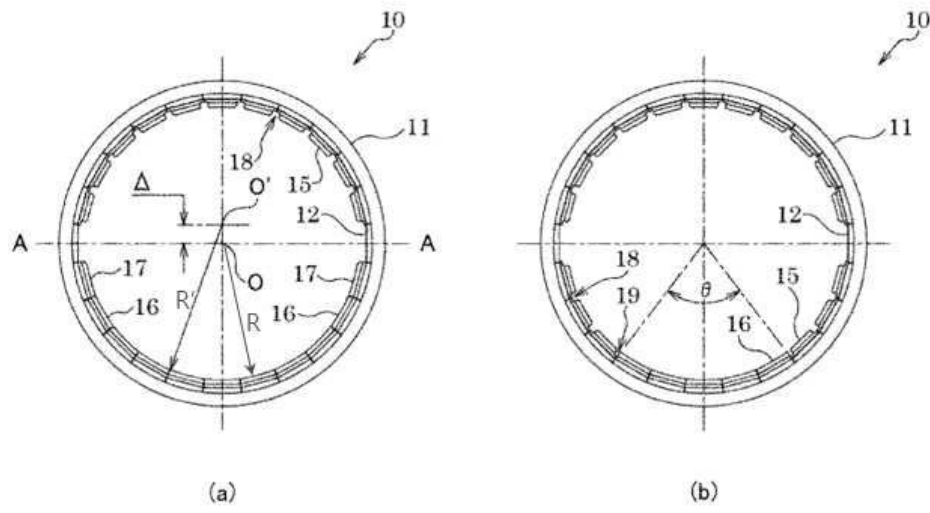
부호의 설명

[0054]

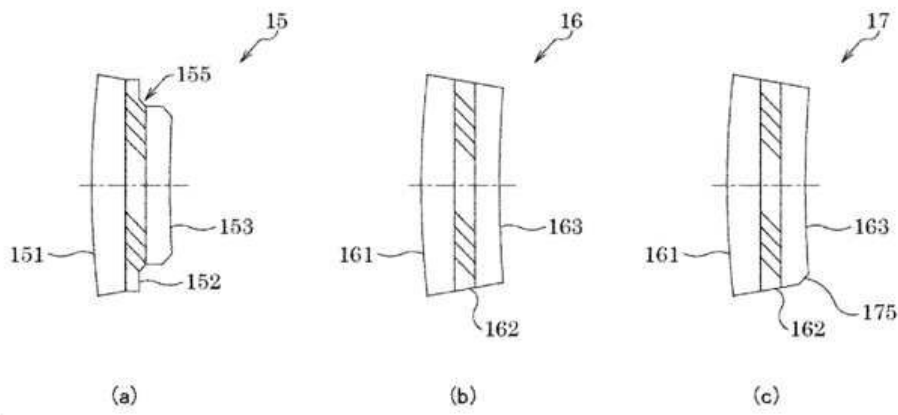
- 1 셀
- 2 탄성체층
- 3 슬라이딩층
- 4 수냉홀
- 5 베어링
- 10 베어링
- 11 셀
- 12 위치결정 플레이트
- 15 간극형 원호편
- 151 기대
- 152 중간층
- 153 슬라이딩층
- 155 홈형성부
- 16 밀폐형 원호편
- 161 기대
- 162 중간층
- 163 슬라이딩층
- 17 노치 밀폐형 원호편
- 18 홈
- 19 반홈

도면

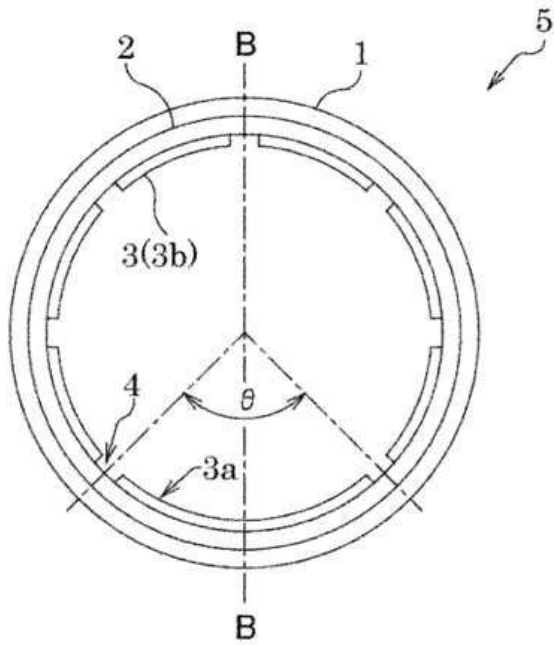
도면1



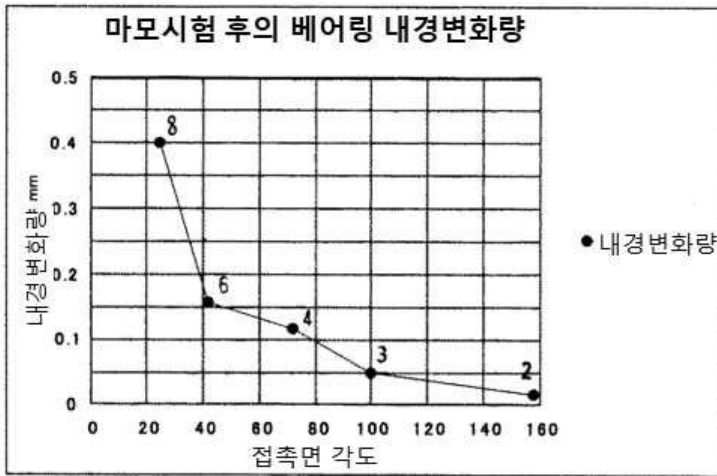
도면2



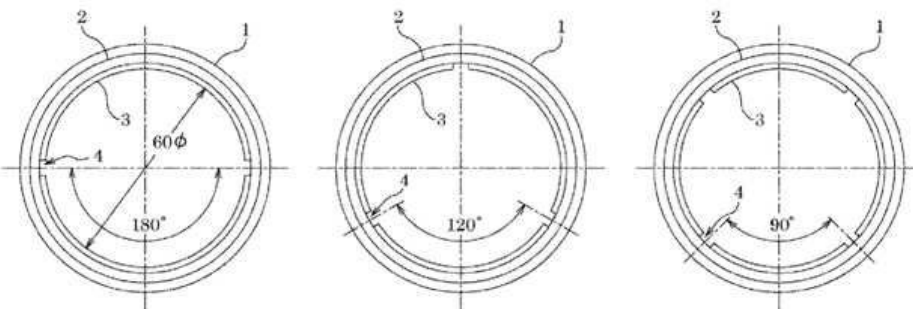
도면3



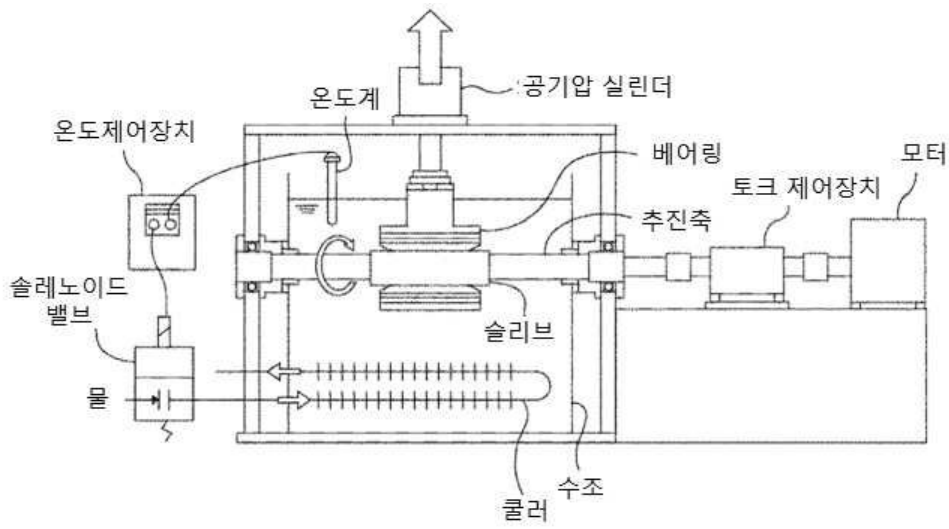
도면4



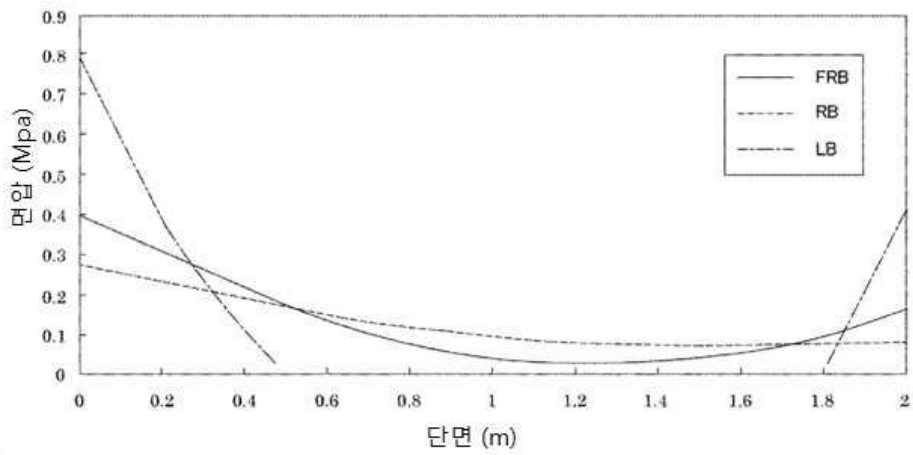
도면5



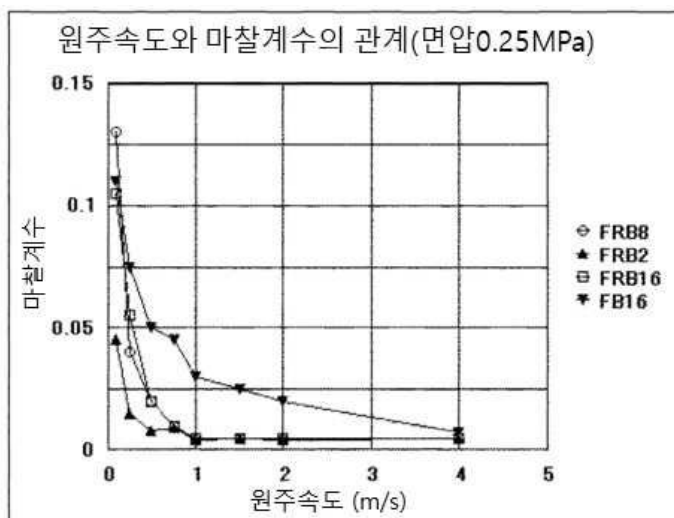
도면6



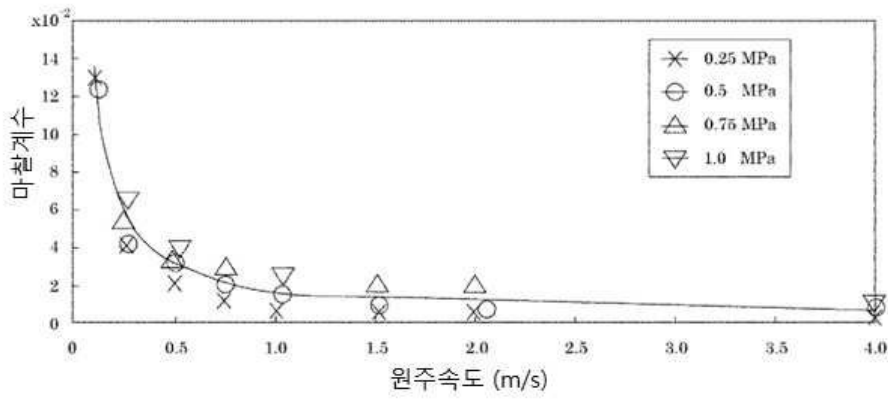
도면7



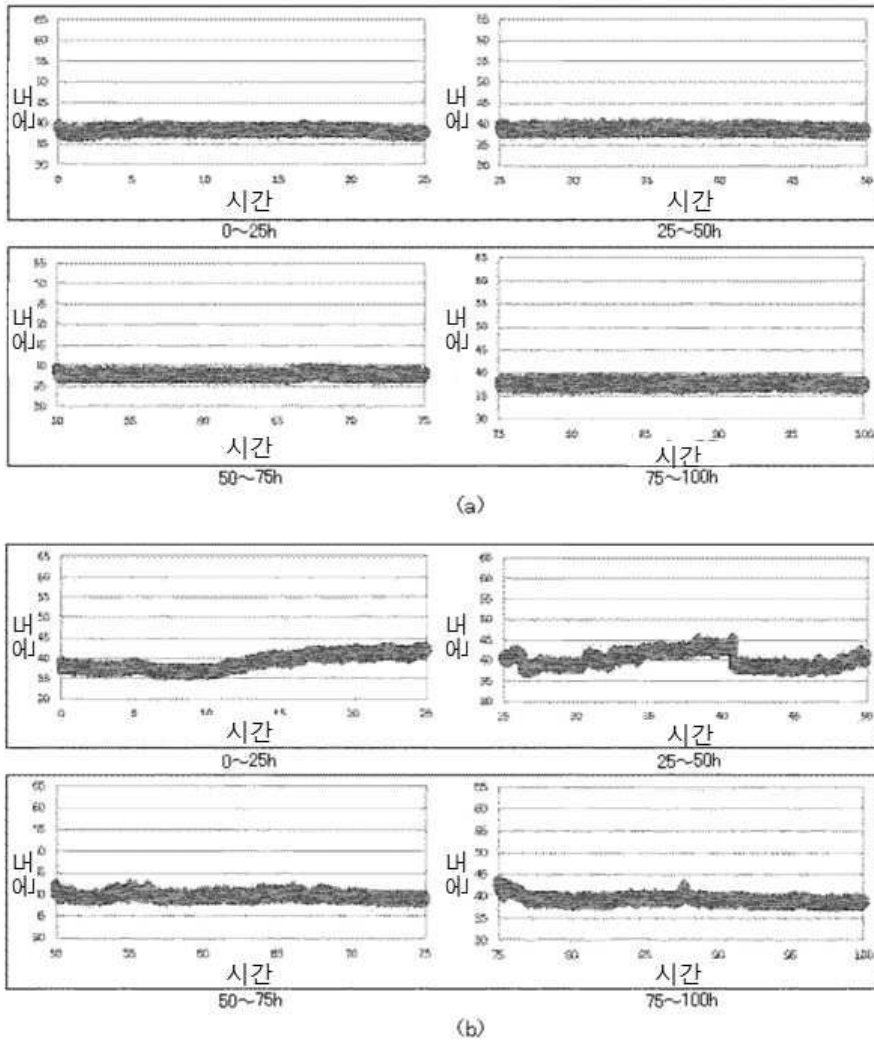
도면8



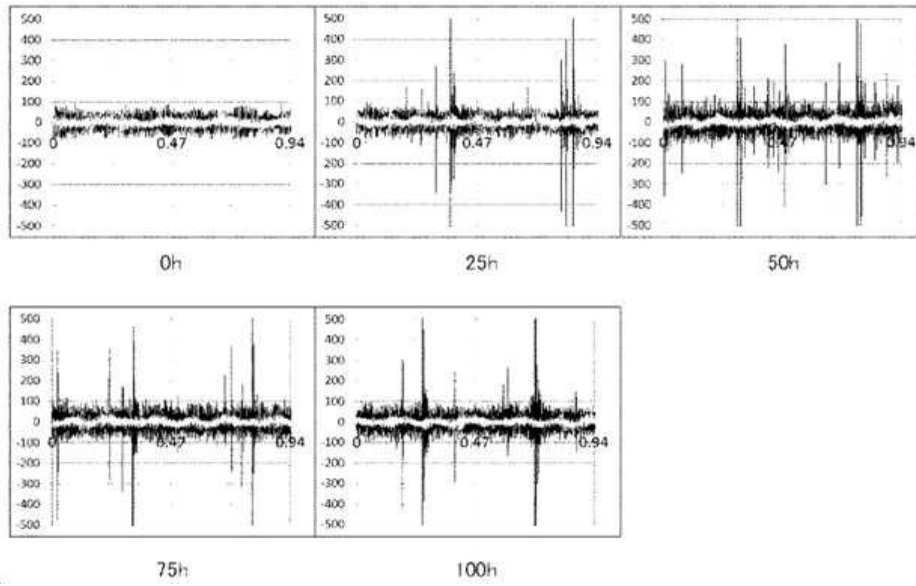
도면9



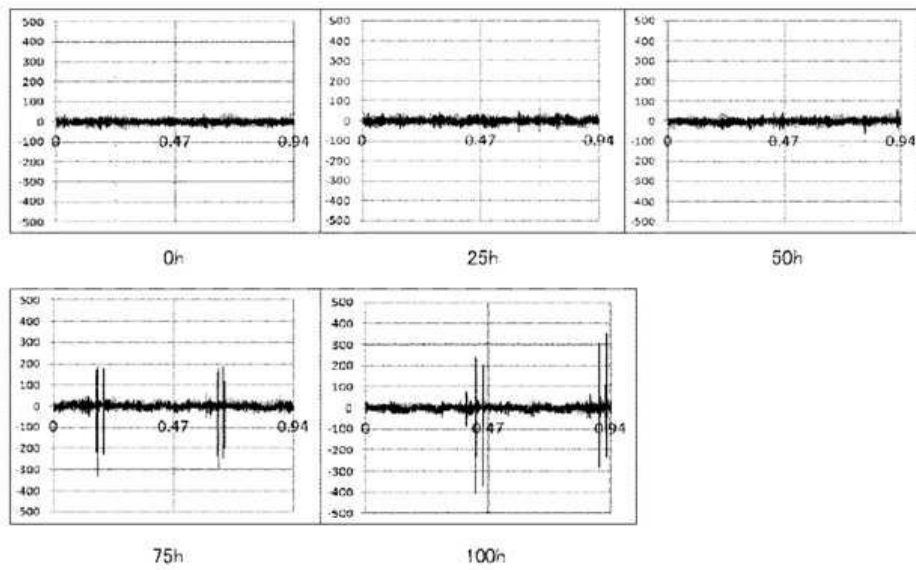
도면10



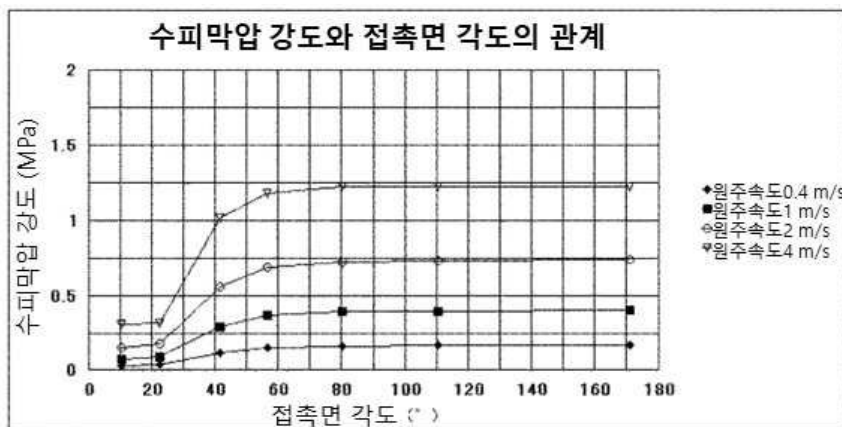
도면11



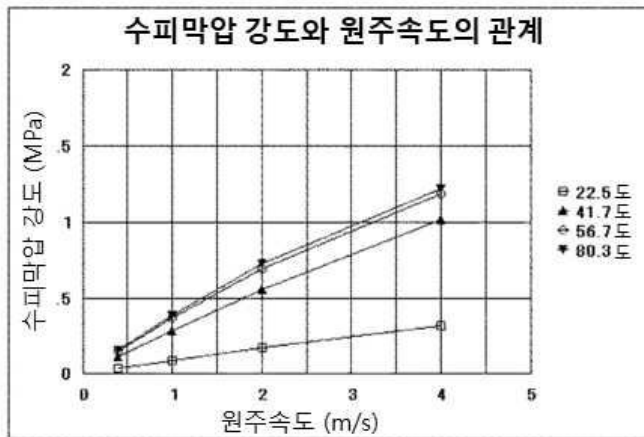
도면12



도면13



도면14



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

선박의 추진축을 지지하는 원통모양 셸(shell)의 내주면(內周面)에, 1쌍의 위치결정 플레이트(plate)와 복수의 밀폐형 원호편(圓弧片) 및 간극형 원호편이 배치되어 이루어지는 베어링으로서,

상기 위치결정 플레이트는 상기 셸의 수평축상의 대향하는 위치에 고정되고,

상기 밀폐형 원호편은, 상기 셸의 하면측에 배치되어 상기 추진축의 부하에 걸리고, 슬라이딩층, 탄성체(彈性體)로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉하는 기대(基台)의 3층구조체로서, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 인접하는 각각의 슬라이딩층, 중간층 및 기대가 서로 가압되어서 상기 셸의 내주면에 홀딩(holding)되고,

상기 간극형 원호편은, 상기 밀폐형 원호편과 대향하여 배치되고, 슬라이딩층, 탄성체로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉되는 기대의 3층구조체로서, 양측 가장자리부에 홈형성부를 구비하고, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 상기 중간층 및 기대가 서로 가압되어 상기 홈형성부가 냉각수를 유통시키는 홈을 형성하고, 상기 셸의 내주면에 홀딩되는 베어링(여기에서, 셸의 수평축이라는 것은 추진축의 중심방향과 직교하는 셸의 횡단면의 대칭축이다).

【변경후】

선박의 추진축을 지지하는 원통모양 셸(shell)의 내주면(內周面)에, 1쌍의 위치결정 플레이트(plate)와 복수의 밀폐형 원호편(圓弧片) 및 간극형 원호편이 배치되어 이루어지는 베어링으로서,

상기 위치결정 플레이트는 상기 셸의 수평축상의 대향하는 위치에 고정되고,

상기 밀폐형 원호편은, 상기 셸의 하면측에 배치되어 상기 추진축의 부하에 걸리고, 슬라이딩층, 탄성체(彈性體)로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉하는 기대(基台)의 3층구조체이며, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 인접하는 각각의 슬라이딩층, 중간층 및 기대가 서로 가압되어서 상기 셸의 내주면에 홀딩(holding)되고,

상기 간극형 원호편은, 상기 밀폐형 원호편과 대향하여 배치되고, 슬라이딩층, 탄성체로 이루어지는 중간층 및 상기 셸의 내주면에 밀착하여 접촉되는 기대의 3층구조체이고, 양측 가장자리부에 홈형성부를 구비하고, 상기 위치결정 플레이트를 사이에 두고 상기 중간층 및 기대가 서로 가압되어 상기 홈형성부가 냉각수를 유통시키는 홈을 형성하고, 상기 셸의 내주면에 홀딩되는 베어링(여기에서, 셸의 수평축이라는 것은 추진축의 중심방향과 직교하는 셸의 횡단면의 대칭축이다).