



- (51) 국제특허분류:
G01S 15/88 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/002643
- (22) 국제출원일: 2012년 4월 6일 (06.04.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0031731 2011년 4월 6일 (06.04.2011) KR
10-2011-0087300 2011년 8월 30일 (30.08.2011) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 해양시스템기술 (MARINE SYSTEM TECHNOLOGY CO., LTD.) [KR/KR]; 서울광역시 금천구 가산동 60-19 에스케이테크노빌 1103호, 153-801 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 안기석 (AHN, Kee-Seok) [KR/KR]; 서울특별시 동작구 상도동 521 상도터

샬아파트 106동 801호, 156-030 Seoul (KR). **황경선 (HWANG, Kyong-Sun)** [KR/KR]; 대전광역시 유성구 원촌동 257-22 싸이언스빌 2동 403호, 305-370 Daejeon (KR). **한재윤 (HAN, Jae-Youn)** [KR/KR]; 경기도 의왕시 오전동 230 성원아파트 105동 1401호, 437-821 Gyeonggi-do (KR). **함연재 (HAM, Youn-Jae)** [KR/KR]; 부산광역시 해운대구 재송동 1200 더샵센텀파크 1차 106동 1803호, 612-050 Busan (KR). **성낙진 (SEONG, Nack-Jin)** [KR/KR]; 대전광역시 서구 복수동 초록마을아파트 507동 307호, 302-865 Daejeon (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨앤에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 서울특별시 서초구 서초동 1451-34 서초평화빌딩 13층, 137-070 Seoul (KR).

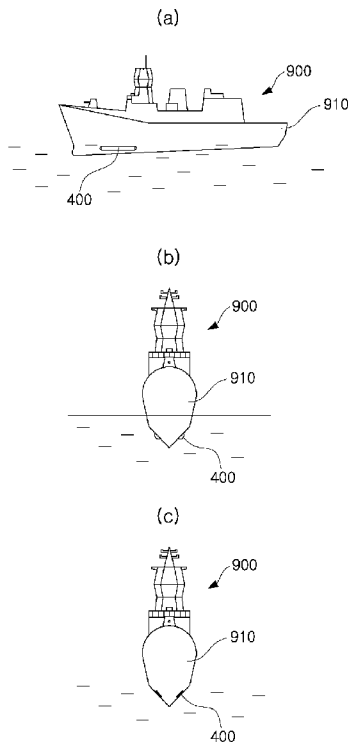
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SONAR DEVICE ATTACHED TO HULL AND VESSEL HAVING SAME

(54) 발명의 명칭: 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박

[Fig. 2]



(57) Abstract: The present invention relates to a sonar device attached to a hull and a vessel having the sonar device, and comprises: a hydrophone unit provided with one or more hydrophones for sensing an underwater sound signal and outputting thereinto an electric signal; a receiving unit in which the hydrophone unit is placed; and a sonar unit for accommodating the hydrophone unit and the receiving unit, and equipped with a housing formed so as to enable the sound signal to pass through, wherein the sonar unit is attached to the side surface of the vessel in a protruding form or in an immersion form. Thus, detection performance for mid- and low frequency sound is enhanced through the change of an array length of the sonar device by mutually connecting the required number of unit sonar modules according to the length of the vessel and the like, and a sound wave is easily detected even during high mobility or rest.

(57) 요약서: 본 발명은 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박에 관한 것으로서, 수중의 음향신호를 감지하여 전기신호로 출력하는 수중청음기가 하나 이상 배치되는 수중청음부와, 상기 수중청음부가 배치되는 안착부와, 상기 수중청음부 및 상기 안착부를 수용하며, 음향신호가 통과되도록 형성되는 하우징을 구비하는 음파탐지부를 포함하며, 상기 음파탐지부는 선체의 측면에 돌출형상 또는 몰입형상으로 부착되는 것을 특징으로 한다. 이에 의해, 선박 등의 길이에 따라 필요한 개수의 단위 음탐모듈을 상호연결하여 음파탐지기의 배열길이의 변경을 통해 중,저주파 음향의 탐지성능을 향상시키는 효과가 있으며, 선박 등의 고속기동이나 정지 중에도 음파의 탐지가 용이해지는 효과가 있다.



MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) **지정국** (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박

기술분야

- [1] 본 발명은 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 다양한 종류의 선박 측면에 음파탐지기를 부착하여 중,저주파의 음향까지 탐지가 가능한 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로, 음파탐지기는 수상 또는 수중에서 운용되는 배, 잠수함, 잠수정, 반잠수정과 같은 선박 등에 탑재되는 것으로, 원격지의 수중 음원에서 방출되는 소음 내지 음향을 하나 이상의 수중 음향 센서를 통해 감지하고, 감지된 수중 음향신호를 분석하여 음원의 성격과 특징 및 음원의 위치를 파악하는데 활용되는 음향 탐지 장비이다.
- [3] 상기 선박 등이 음파탐지기를 탑재한 경우, 상기 음파탐지기를 통해 어군 등의 탐지뿐만 아니라 탐지 가능 범위에 있는 다른 선박 등의 특징 및 위치를 파악할 수 있게 되며, 따라서, 군사적으로 적의 선박 내지 수중운동체 등을 탐지할 수 있게 된다.
- [4] 한편, 종래의 선박 등에는 도 1(a)에 도시된 바와 같이, 음파탐지기를 선박 등의 바닥부분에 고정시키는 선저고정형(Hull Mount Sonar) 음파탐지기(10)나 도 1(b)에 도시된 바와 같이, TASS(Towed Array Sonar Ststem)와 같은 예인형 선배열 음파탐지기(Sonar)(20)를 사용하였다.
- [5] 선저고정형 음파탐지기(10)는 일상적인 운용에는 편리하지만, 배열(Array) 길이가 짧아 중,저주파의 음향에는 적합하지 않으며, 이러한 이유로 중,저주파의 음향이 주로 발생하는 수중운동체 등의 탐지능력이 현저하게 저하되는 문제점이 있었다.
- [6] 또한, 예인형 선배열 음파탐지기(20)는 배열길이가 길어 중, 저주파 탐지에 적합하나 예인형 선배열 음파탐지기(20)를 예인하는 동안에는 함정의 고속기동이 어렵고 정지할 수도 없으며, 수심이 상대적으로 얕고 어망 등의 장애물이 산재한 연근해에서는 사용이 매우 제한적이라는 문제점이 있었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박은 상술한 종래의 문제점을 해결하기 위해 도출된 것으로서, 다음과 같은 과제해결을 목적으로 한다.
- [8] 본 발명의 일 실시예는 선박 등의 길이에 따라 음파탐지기의 배열길이를 변경하여 중,저주파 음향의 탐지성능이 향상되는 선체부착형 음파탐지기의

제공을 목적으로 한다.

[9] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 선박 등이 고속기동이나 정지 중에도 음파의 탐지가 용이한 선체부착형 음파탐지기의 제공을 목적으로 한다.

[10] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 선박 자체의 진동 및 음향을 차단하여 음파탐지의 정확도를 향상시킬 수 있는 선체부착형 음파탐지기의 제공을 목적으로 한다.

[11] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 선박 등의 측면이나 또는 선박 등의 선저부분 중 선저고정형 음파탐지기의 부착위치보다 상대적으로 높은 부분에 음파탐지기를 부착하여 수심이 상대적으로 얇은 연근해에서도 선박의 자유로운 기동이 가능한 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박의 제공을 목적으로 한다.

[12] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[13] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 수중의 음향신호를 감지하여 전기신호로 출력하는 수중청음기가 하나 이상 배치되는 수중청음부와, 상기 수중청음부가 배치되는 안착부와, 상기 수중청음부 및 상기 안착부를 수용하며 음향신호가 통과되도록 형성되는 하우징을 구비하는 음파탐지부를 포함하며, 상기 음파탐지부는 선체의 측면에 부착되는 것을 특징으로 한다.

[14] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 음파탐지부는 한 쌍으로 마련되어 선체의 대응되는 좌우 양측면에 부착되는 것을 특징으로 한다.

[15] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 음파탐지부는 선체의 길이방향을 따라 선체에 부착되는 것을 특징으로 한다.

[16] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 음파탐지부는 선체의 측면 중 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과에 의해 유체저항이 최소화되는 부분에 부착되는 것을 특징으로 한다.

[17] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 수중청음부 및 상기 안착부로 구성된 단위 음탐모듈이 복수로 마련되어 상호연결되는 것을 특징으로 한다.

[18] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 복수의 상기 단위 음탐모듈은 선체의 길이에 따라 개수가 정해져 상호연결되는 것을 특징으로 한다.

[19] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 복수의 상기 단위 음탐모듈은 길이방향에 대응되는 형상을 가지도록 상호연결되는 것을 특징으로 한다.

[20] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 방수를 위해 상기 수중청음부 및 상기 안착부를 감싸는 몰딩부가 더 포함되는 것을 특징으로 한다.

[21] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 몰딩부는 방수가 가능하면서 음향의 통과가 용이한 우레탄, 고무 또는 에폭시 재질로 형성되는 것을 특징으로 한다.

- [22] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 하우징은 상기 수중청음부 및 상기 안착부의 상부에 배치되는 덮개부와, 상기 수중청음부 및 상기 안착부의 하부에 배치되며 상기 덮개부에 결합되는 베이스부로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [23] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 덮개부는 유체저항을 감소시키기 위해 유선형으로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [24] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 덮개부는 음향의 손실을 감소시킬 수 있는 FRP(Fiber Reinforced Plastics) 재질 또는 고무(Rubber) 재질로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [25] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 덮개부와 상기 베이스부는 방수를 위해 상기 덮개부와 상기 베이스부 사이에 배치되는 밀봉부를 통해 결합되는 것을 특징으로 한다.
- [26] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 밀봉부는 우레탄, 고무 또는 에폭시 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [27] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 상기 수중청음부에 배치되며, 상기 수중청음기로 유입되는 선체의 진동 및 음향을 차단하는 진동음향차단부를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [28] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기에서 상기 진동음향차단부는 선체의 진동 및 음향을 차단하기 위해 고무 또는 우레탄으로 형성되는 탄성 재질로 마련되는 것을 특징으로 한다.
- [29] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박은 본 발명의 선체부착형 음파탐지기 및 상기 선체부착형 음파탐지기가 측면에 부착되는 선체를 포함한다.
- [30] 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박은 상기 선체부착형 음파탐지기는 유체저항의 감소를 위해 선체의 측면에 몰입형으로 부착되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [31] 본 발명의 실시예에 따른 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [32] 본 발명의 일 실시예에 따른 선체부착형 음파탐지기는 수중청음부 및 안착부로 구성되도록 단위 음탐모듈로 모듈화하고, 선박 등의 길이에 따라 필요한 개수의 단위 음탐모듈을 상호연결하여 음파탐지기의 배열길이의 변경을 통해 중,저주파 음향의 탐지성능을 향상시키는 효과가 있다.
- [33] 본 발명의 일 실시예에 따른 선체부착형 음파탐지기는 선박 등의 선체에 부착되어 있으므로, 선박 등의 고속기동이나 정지 중에도 음파의 탐지가 용이해지는 효과가 있다.
- [34] 본 발명의 일 실시예에 따른 선체부착형 음파탐지기는 진동음향차단부를 통해

선체의 진동 및 음향이 수중청음기로 유입되는 것을 차단하여 음파탐지의 정확도를 향상시키는 효과가 있다.

- [35] 본 발명의 일 실시예에 따른 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박은 음파탐지기를 선박 등의 측면에 부착하여 수심이 상대적으로 얇은 연근해에서도 선박의 자유로운 기동이 가능해지는 효과가 있다.

- [36] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해되어 질 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [37] 도 1(a)는 종래의 선저고정형 음파탐지기의 실시예를 도시한 도면이고, 도 1(b)는 종래의 예인형 선배열 음파탐지기가 선박에 연결된 실시예를 도시한 도면이다.

- [38] 도 2는 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기가 선박에 부착되어 있는 일실시예를 도시한 것으로서, 도 2(a)는 측면도를 도시한 도면이고, 도 2(b) 내지 도 2(c)는 정면도를 도시한 도면이다.

- [39] 도 3(a) 및 도 3(b)는 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기의 각각의 실시예에 따른 사시도를 도시한 도면이고, 도 3(c)는 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기의 부분절개사시도를 도시한 도면이다.

- [40] 도 4는 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기 중 수중청음부가 안착부에 배치된 일실시예를 도시한 도면이다.

- [41] 도 5는 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기의 단면도를 도시한 도면이다.

- [42] 도 6은 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기의 부착부분을 위한 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과를 도시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [43] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다", "구비한다", "갖다" 등의 용어는 설시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [44] 이하, 도면을 참조하면서 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박에 관하여 구체적으로 설명하기로 한다.

- [45] 도 2 및 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 수중의 음향신호를 감지하여 전기신호로 출력하는 수중청음기(110)가 하나 이상 배치되는 수중청음부(100)와, 상기 수중청음부(100)가 배치되는 안착부(200)와, 상기 수중청음부(100) 및 상기 안착부(200)를 수용하며 음향신호가 통과되도록 형성되는 하우징(300)을 구비하는 음파탐지부(400)를 포함한다.

- [46] 또한, 상기 음파탐지부(400)는 선체(910)의 측면에 부착되는 것을 특징으로 한다.
- [47] 한편, 본 명세서에 기재된 선박(900)은 수상 또는 수중에서 이동가능한 배, 잠수함, 잠수정, 반잠수정, 즉, 물에서 운용될 수 있는 모든 이동체 등을 포함하는 총괄적 개념이며, 특정한 수상 또는 수중 운송수단에 한정되지 않음을 밝혀 둔다.
- [48] 또한, 선체(910)의 측면은 선박(900)의 형태에 따라 달라질 수 있으므로, 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기가 부착될 수 있는 선박(900)의 소정의 부분을 포함하는 포괄적 개념임을 밝혀 둔다.
- [49]
- [50] 이하, 각 구성별로 상세히 설명한다.
- [51]
- [52] 도 4 또는 도 5를 참조하면, 수중청음부(100)는 수중의 음향신호를 감지하여 전기신호로 출력하는 수중청음기(110)가 하나 이상 배치되도록 마련된다. 즉, 용도에 따라 수중에서 탐지하려는 음향의 정확도를 고려하여 수중청음기(110)의 개수를 조절할 수 있다.
- [53] 여기서, 상기 수중청음부(100)에 배치된 수중청음기(110)는 수중의 음향을 청취하여 표적을 찾아내는 장치로서, 음파가 수중에서도 전도되는 성질을 이용하여 소리로 목표물, 적의 함정 또는 잠수함의 수색 및 탐지가 가능한 장치이다.
- [54] 상기 수중청음부(100)에 배치되는 수중청음기(110)는 도 4 또는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 수중청음부(100)의 내부에 위치될 수 있다. 다만, 상기 수중청음기(110)는 상기 수중청음부(100)의 내부가 아닌 다른 곳에도 위치될 수 있음을 밝혀둔다.
- [55] 상기 수중청음부(100)는 안착부(200)에 배치될 수 있다. 여기서, 상기 안착부(200)를 통해 상기 수중청음부(100)에 배치된 수중청음기(110)에 각종의 케이블(950)이 연결될 수 있다.
- [56] 즉, 상기 수중청음기(110)는 상기 케이블(950)을 통해 전원공급부, 디스플레이부 등에 연결될 수 있다.
- [57] 여기서, 상기 각종의 케이블(950)은 상기 안착부(200) 외부에서 상기 수중청음기(110)에 연결될 수도 있으며, 또한, 상기 케이블(미도시)은 상기 안착부(200) 내부를 통해 상기 수중청음기(110)에 연결될 수도 있다.
- [58] 한편, 상기 수중청음부(100)에 배치된 수중청음기(110)에서 감지되어 출력된 전기신호는 케이블(950)을 통해 디스플레이부에 연결되며, 상기 디스플레이부는 상기 전기신호에 대응되는 대상물을 표시하도록 마련될 수 있다.
- [59] 여기서, 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 상기 전기신호에 대응되는 대상물을 상기 디스플레이부를 통해 표시하는 작동을 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

- [60] 상기 수중청음부(100)는 상기 안착부(200)에 배치되어 음향신호가 통과되도록 형성되는 하우징(300) 내부에 수용될 수 있으며, 상기 하우징(300)은 덮개부(310)와 베이스부(330)로 구성될 수 있다.
- [61] 즉, 수중에서 발생되어 상기 하우징(300)을 통과한 음향신호가 상기 수중청음부(100)에 배치된 수중청음기(110)를 통해 전기신호로 출력되도록 형성될 수 있다.
- [62] 한편, 상기 수중청음부(100)와 상기 안착부(200)는 후술하는 바와 같이, 단위 음탐모듈(500)을 구성할 수 있으며, 선박(900)의 종류에 따라 상이한 길이에 대응하여 상기 단위 음탐모듈(500)을 복수로 상호연결하도록 마련될 수 있다.
- [63] 도 4 또는 도 5를 참조하면, 안착부(200)는 수중청음부(100)가 배치되도록 마련된다. 여기서, 상기 안착부(200)에는 전술한 바와 같이, 각종의 케이블(950)이 상기 수중청음기(110)에 연결되도록 형성될 수 있다.
- [64] 상기 안착부(200)는 다양한 형상으로 형성될 수 있으며, 도 4 또는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 수중청음부(100)가 안착되는 공간이 마련되도록 단차가 형성될 수 있다.
- [65] 상기 안착부(200)는 일측에 상기 수중청음부(100)가 배치된 상태에서 상기 하우징(300)에 수용되도록 마련될 수 있다.
- [66] 여기서, 상기 안착부(200)는 다양한 방식으로 상기 하우징(300) 내부에 고정될 수 있다.
- [67] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 안착부(200)는 볼트(210) 등의 연결부재를 통해 브래킷(Bracket)(250)의 일측에 연결되며, 상기 브래킷(Bracket)(250)의 타측이 볼트(230) 등의 연결부재를 통해 나사산이 형성된 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 연결되도록 형성될 수 있다.
- [68] 여기서, 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)는 상기 베이스부(330)의 상부에 용접 등에 의해 결합될 수 있다.
- [69] 도 3 또는 도 5를 참조하면, 하우징(300)은 수중청음부(100) 및 안착부(200)를 수용하며, 음향신호가 통과되도록 형성될 수 있다.
- [70] 여기서, 상기 하우징(300)은 수중청음부(100) 및 안착부(200)의 상부에 배치되는 덮개부(310)와, 수중청음부(100) 및 안착부(200)의 하부에 배치되며 상기 덮개부(310)에 결합되는 베이스부(330)로 구성될 수 있다.
- [71] 한편, 상기 덮개부(310)의 형상은 선박(900)의 추진력과 조정성능에 영향을 미치므로, 유체저항을 감소시키기 위해 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 덮개부(310)가 유선형으로 형성될 수 있다.
- [72] 여기서, 상기 덮개부(310)는 볼트(350) 등의 연결부재에 의해 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 결합되며, 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)는 상기 베이스부(330)에 용접 등에 의해 결합될 수 있다.
- [73] 이에 의해, 상기 덮개부(310)와 상기 베이스부(330)가 결합된 하우징(300)이 구성될 수 있다.

- [74] 상기 덮개부(310)는 다양한 재질로 마련될 수 있으며, 수중에서 발생되어 상기 덮개부(310)를 통해 유입되는 음향의 손실을 감소시키기 위해 FRP(Fiber Reinforced Plastics)재질로 형성될 수 있다.
- [75] 상기 FRP(Fiber Reinforced Plastics)재질은 내구성·내충격성·내마모성이 우수하고, 열에 쉽게 변형되지 않으며, 가공하기 쉬운 뿐만 아니라 음향의 통과손실이 적은 특성을 가진다.
- [76] 여기서, FRP(Fiber Reinforced Plastics)재질은 고온, 고압의 압축성형을 통해 기포와 기공이 최소화되도록 제작된다.
- [77] 상기 덮개부(310)와 상기 베이스부(330)의 사이에는 방수를 위한 밀봉부(700)가 배치될 수 있다. 여기서, 상기 베이스부(330) 상부에 탭플레이트(Tap Plate)(710)가 결합되는 경우, 상기 밀봉부(700)는 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710) 사이에 배치될 수 있다.
- [78] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 덮개부(310)와, 상기 베이스부(330) 상부에 결합되는 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710) 사이에 밀봉부(700)가 배치되며, 볼트(350) 등의 연결부재에 의해 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)가 가압되도록 결합되어 물이 유입되는 것을 차단할 수 있다.
- [79] 상기 베이스부(330)는 상기 덮개부(310)의 하부에서 결합되어 상기 하우징(300)을 구성하도록 형성된다.
- [80] 즉, 상기 베이스부(330)의 일측은 이산화탄소 용접이나 알곤용접을 통해 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 결합될 수 있으며, 상기 덮개부(310)가 볼트(350) 등의 연결부재를 통해 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 결합되도록 마련된다.
- [81] 상기 베이스부(330)의 타측은 용접 등에 의해 선체(910)에 결합되도록 마련된다. 일반적으로, 상기 선체(910)의 재질은 스틸(Steel)이고 상기 베이스부(330)의 재질은 스테인레스 스틸(Stainless Steel)이다.
- [82] 따라서, 상기 베이스부(330)의 타측은 불활성아크용접 등의 특수용접에 의해 상기 선체(910)에 결합된다. 여기서, 불활성아크용접에는 이산화탄소 용접이나 알곤용접이 고려될 수 있다.
- [83] 한편, 상기 베이스부(330)의 타측은 다양한 형상을 가질 수 있다. 즉, 선박(900)은 다양한 형상의 선체(910)를 가질 수 있으며, 상기 선체(910)에 결합되는 상기 베이스부(330)의 타측은 상기 다양한 형상의 선체(910)에 대응되는 형상으로 마련될 수 있다.
- [84] 즉, 선체(910)가 직선형상일 때는 상기 베이스부(330)의 타측 역시 직선형상으로 마련되어 상기 선체(910)에 결합될 수 있다(도 3(a) 참조).
- [85] 또한, 선체(910)가 곡선형상일 때는 상기 베이스부(330)의 타측 역시 상기 곡선형상의 선체(910)에 대응되는 곡선형상으로 마련되어 상기 선체(910)에 결합될 수 있다(도 3(b) 참조).
- [86] 도 3 또는 도 5를 참조하면, 음파탐지부(400)는 하나 이상의 수중청음기(110)가 배치되는 수중청음부(100)와, 수중청음부(100)가 배치되는 안착부(200)와,

- 수중청음부(100) 및 안착부(200)가 수용되는 하우징(300)으로 구성될 수 있다.
- [87] 상기 음파탐지부(400)는 선박(900)의 선체(910) 측면에 부착되도록 마련될 수 있다. 즉, 종래 선박(900)의 바닥부분에 음파탐지기를 고정하던 방식 또는 음파탐지기를 끌고 다니던 예인방식과 달리 선체(910) 측면에 부착된다.
- [88] 여기서, 상기 음파탐지부(400)는 선체(910) 측면에 돌출형으로 부착될 수 있으며(도 2(b) 참조), 또는 선체(910) 측면에 몰입형으로 부착될 수도 있다(도 2(c) 참조)
- [89] 즉, 이미 완성된 선박(900)의 경우, 상기 음파탐지부(400)를 선체(910) 측면에 돌출형으로 부착할 수 있다. 한편, 선박(900)의 설계 단계에서는 유체저항의 감소를 위해 선체(910) 측면에서 내측으로 몰입되어 부착되도록 몰입형으로 형성될 수도 있다.
- [90] 상기 음파탐지부(400)의 측면 부착방식은 음파탐지기를 끌고 다닐 필요가 없이 선체(910) 측면에 부착되어 있으므로, 선박(900)의 고속기동이 가능하고 정지 중에도 음파탐지가 가능하며, 또한, 수심이 상대적으로 얇고 장애물이 산재한 연근해에서도 자유로운 기동이 가능한 효과가 인정된다.
- [91] 한편, 상기 음파탐지부(400)는 후술하는 바에 따라, 복수의 단위 음탐모듈(500)을 상호연결하여 선박(900)의 길이에 따라 상기 음파탐지부(400)의 길이의 변경이 가능하므로, 배열길이가 짧아 중, 저주파 탐지에 적합하지 않던 선저고정형(Hull Mount Sonar) 음파탐지기가 가지던 문제점을 해결하여, 중,저주파의 음향이 주로 발생하는 어뢰 등의 탐지가 가능한 효과가 인정된다.
- [92] 상기 음파탐지부(400)는 다양한 개수를 가질 수 있지만, 선박(900)의 목적과 경제성을 고려하여 필요한 개수를 선체(910)에 부착시킬 수 있다.
- [93] 예를 들어, 상기 음파탐지부(400)는 한 쌍으로 마련될 수 있으며, 도 2(b) 내지 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 선체(910)의 대응되는 좌우 양측면에 부착될 수 있다.
- [94] 이에 의해, 선박(900)의 양 측 방향의 음원으로부터 발생하는 음향을 모두 탐지할 수 있게 된다.
- [95] 상기 음파탐지부(400)는 선체(910)의 길이방향을 따라 선체(910)에 부착될 수 있다.
- [96] 여기서, 길이방향은 선박(900)의 앞부분인 선수에서 선박(900)의 뒷부분인 선미로 향하는 방향 또는 선박(900)의 뒷부분인 선미에서 선박(900)의 앞부분인 선수로 향하는 방향을 의미한다.
- [97] 즉, 상기 음파탐지부(400)가 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 선체(910)를 따라 수평방향으로 부착될 수 있다. 여기서, 상기 음파탐지부(400)는 선체(910)의 다양한 위치에 부착될 수 있다.
- [98] 한편, 상기 음파탐지부(400)는 도 6에 도시된 바와 같이, 선체(910)의 측면 중 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과에 의해 유체저항이

최소화되는 부분(A)에 부착되도록 마련될 수 있다.

- [99] 상기 음파탐지부(400)가 선체(910)에 부착된 후, 상기 음파탐지부(400)가 부착된 선박(900)이 수상 또는 수중에서 이동하게 되면, 상기 음파탐지부(400)는 유체의 유동성분 중 수직방향성분의 유동에 의한 힘을 받게 된다.
- [100] 상기의 수직방향성분의 유동에 의한 힘에 의해 상기 음파탐지부(400)에는 상대적으로 많은 진동이 발생하게 되며, 이에 의해 음파탐지 성능이 저하되는 문제가 발생된다.
- [101] 상기의 문제를 해결하기 위해, 유체의 유동성분 중 수직방향성분이 최소이면서 수평방향성분이 일정한 선체(910)의 측면부분을 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과를 통해 파악하여 해당 부분에 상기 음파탐지부(400)를 부착하게 된다.
- [102] 이에 의해, 유체 유동에 의한 진동으로부터 발생하는 음파탐지 성능 저하를 현저히 감소시키는 효과가 있다.
- [103] 도 4를 참조하면, 단위 음탐모듈(500)은 수중청음부(100) 및 안착부(200)로 구성될 수 있다. 여기서, 단위 음탐모듈(500)은 복수로 마련되어 상호연결될 수 있다.
- [104] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 수중청음부(100) 및 안착부(200)가 단위 음탐모듈(500)을 구성하며, 도 3(c)에 도시된 바와 같이, 복수의 단위 음탐모듈(500)이 배열되어 상호연결되도록 마련될 수 있다.
- [105] 선박(900)은 수상 또는 수중에서 운용되는 다양한 종류의 이동체가 포함되므로, 이러한 다양한 종류의 선박(900)은 선체(910)의 모양이나 길이가 상이하다.
- [106] 따라서, 상기 단위 음탐모듈(500)은 상기 음파탐지기가 부착되는 선박(900)의 길이에 따라 필요한 개수로 마련되며, 도 3(c)에 도시된 바와 같이, 선배열 형태로 상호연결될 수 있다.
- [107] 여기서, 상기 선배열 형태로 연결되는 복수의 상기 단위 음탐모듈(500)은 볼트 등의 연결부재로 연결될 수도 있으며, 또는 용접 등에 의해 연결될 수도 있다.
- [108] 한편, 상기 복수의 단위 음탐모듈(500)은 상기 안착부(200)를 통해 케이블(950)이 상호연결될 수 있으며, 이 경우, 상기 하우징(300)의 단부에는 상기 단위 음탐모듈(500)에서 케이블(950)을 통해 출력되는 전기신호를 입력받아 제어하도록 마련되는 제어부가 배치될 수 있다.
- [109] 상기 단위 음탐모듈(500)이 복수로 마련되어 상호연결되는 경우, 다양한 길이를 가지는 선박(900)에 대해서도 상기 음파탐지기의 부착이 가능하다.
- [110] 이에 의해, 종래의 선저고정형(Hull Mount Sonar) 음파탐지기가 가지던 해결과제인 음파탐지기의 배열길이가 짧아 중, 저주파 탐지에 적합하지 않던 문제점의 해결이 가능하며, 본 발명에 따른 선체부착형 음파탐지기는 중, 저주파의 음향이 주로 발생하는 어뢰 등의 탐지가 가능해져 군사적인 목적으로 활용이 가능한 효과가 인정된다.

- [111] 한편, 상기 복수의 단위 음탐모듈(500)은 길이방향에 대응되는 형상을 가지도록 상호연결될 수 있다. 즉, 상기 단위 음탐모듈(500)이 복수로 마련되어 배열되는 경우, 다양한 방식으로 배열될 수 있다.
- [112] 다만, 선체(910)에 부착되어 유체의 유동방향에 대한 유체저항을 감소시킬 수 있으며, 선박(900)의 고속기동이 가능하도록 상기 복수의 단위 음탐모듈(500)은 선체(910)의 길이방향으로 배열되어 상호연결되도록 형성될 수 있다.
- [113] 도 5를 참조하면, 몰딩부(600)는 방수를 위해 하우징(300) 내부에서 수중청음부(100) 및 안착부(200)를 감싸도록 마련된다.
- [114] 여기서, 상기 몰딩부(600)는 방수가 가능하면서 음향의 통과가 용이한 우레탄, 고무 또는 에폭시 중 하나로 형성될 수 있으며, 복수의 층으로 형성될 수도 있다.
- [115] 다만, 상기 몰딩부(600)는 상기의 재질에 한정되지 않으며 방수가 가능하면서 음향의 통과가 용이한 다른 재질로 마련될 수도 있다.
- [116] 한편, 상기 베이스부(330) 상부에 탭플레이트(Tap Plate)(710)가 용접 등으로 결합되면, 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)의 상부에 브래킷(Bracket)(250)을 통해 수중청음부(100)가 배치된 안착부(200)가 연결된다.
- [117] 여기서, 상기 몰딩부(600)가 상기 수중청음부(100) 및 상기 안착부(200)를 감싸도록 몰딩하게 되며, 이후 상기 몰딩부(600)의 상부에 덮개부(310)를 덮어 볼트(350) 등의 연결부재로 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 결합하게 된다.
- [118] 한편, 상기 복수의 단위 음탐모듈(500)이 상호연결되는 경우, 상호연결된 복수의 단위 음탐모듈(500)을 상기 몰딩부(600)로 몰딩하게 되며, 이 후 전술한 바와 같이, 덮개부(310)가 상기 몰딩부(600)의 상부에서 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 결합하게 된다.
- [119] 도 5를 참조하면, 밀봉부(700)는 방수를 위해 덮개부(310)와 베이스부(330) 사이에 배치될 수 있다.
- [120] 여기서, 상기 베이스부(330) 상부에 탭플레이트(Tap Plate)(710)가 결합된 경우라면, 상기 밀봉부(700)는 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710) 사이에 접촉되도록 배치될 수 있다.
- [121] 즉, 상기 베이스부(330)의 상부에 결합된 탭플레이트(Tap Plate)(710)와 상기 덮개부(310)는 볼트(350) 등의 연결부재로 연결되므로 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710) 사이의 틈을 통해 물이 스며들 수 있게 된다.
- [122] 이를 방지하기 위해, 상기 베이스부(330)의 상부에 결합된 탭플레이트(Tap Plate)(710)와 상기 덮개부(310) 사이에 상기 밀봉부(700)가 접촉되도록 배치하여 방수가 가능해진다.
- [123] 여기서, 상기 밀봉부(700)는 우레탄, 고무 또는 에폭시 중 하나로 형성될 수 있으며, 다만, 이에 한정되지 않고 방수가 가능한 다양한 다른 재질로 형성될 수도 있다.
- [124] 도 4 또는 도 5를 참조하면, 진동음향차단부(800)는 상기 수중청음부(100)에 배치되며, 상기 수중청음기(110)로 유입되는 선체(910)의 진동 및 음향을

차단하도록 마련된다.

- [125] 즉, 선박(900)이 수상 내지 수중에서 이동할 때 유체와의 마찰에 의해 진동 및 음향이 발생하며, 상기 진동 및 음향은 음파탐지기의 탐지정밀도를 저하시키므로, 상기 진동음향차단부(800)를 통해 선박(900) 자체에서 발생하는 선체(910)의 진동 및 음향을 차단시켜 상기 음파탐지기의 탐지정밀도를 향상시키는 효과가 있다.
- [126] 여기서, 상기 진동음향차단부(800)는 도 4 또는 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 수중청음부(100)의 하부에 배치될 수 있으며, 상기 선체(910)에서 발생하는 진동 및 음향이 상기 수중청음부(100) 내부에 배치된 수중청음기(110)로 유입되는 것을 차단하도록 마련된다.
- [127] 한편, 상기 진동음향차단부(800)는 선체(910)의 진동 및 음향을 차단할 수 있게 고무 또는 우레탄 재질로 마련될 수 있으며, 이에 한정되지 않고, 진동 및 음향을 차단할 수 있는 다양한 다른 재질로 마련될 수 있다.
- [128] 한편, 수상 또는 수중에서 이동되는 선박(900)은 선체부착형 음파탐지기를 부착할 수 있으며, 해상에서 다양한 목적으로 사용될 수 있다.
- [129] 특히, 군사목적으로 사용될 때는 상기 선박(900)에 접근하는 적의 어뢰 등을 탐지하도록 마련될 수 있다.
- [130]
- [131] 이하, 선체부착형 음파탐지기 및 이를 구비한 선박에 대한 실시예의 작용효과를 설명한다.
- [132] 우선, 도 4를 참조하면, 하나 이상의 수중청음기(110)가 배치되는 수중청음부(100)가 안착부(200)에 배치된다.
- [133] 여기서, 상기 수중청음기(110)로 유입되는 진동 및 음향을 차단하기 위해서 진동음향차단부(800)가 마련될 수 있다.
- [134] 한편, 상기 수중청음부(100) 및 상기 안착부(200)는 단위 음탐모듈(500)을 구성한다.
- [135] 다음, 선박(900)의 목적과 선체(910)의 길이에 따라 상기 단위 음탐모듈(500)의 필요 개수가 결정되며, 도 3(c)에 도시된 바와 같이, 결정된 개수의 상기 단위 음탐모듈(500)을 상호연결하여 선배열하게 된다.
- [136] 다음, 상기 복수로 마련되어 상호연결된 단위 음탐모듈(500)은 상기 하우징(300) 내부에 수용된다.
- [137] 즉, 상기 단위 음탐모듈(500)을 구성하는 상기 안착부(200)는 볼트(210) 등의 연결부재를 통해 브래킷(Bracket)(250)의 일측에 연결되며, 여기서, 브래킷(Bracket)(250)의 타측은 볼트(230) 등의 연결부재에 의해 탭플레이트(Tap Plate)(710)에 연결된다.
- [138] 다음, 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)는 상기 하우징(300)을 구성하는 베이스부(330)에 용접 등에 의해 결합된다.
- [139] 다음, 방수를 위해 상기 수중청음부(100) 및 상기 안착부(200)를 감싸도록

방수재질에 의해 물딩을 하게 된다.

- [140] 다음, 상기 덮개부(310)가 상기 베이스부(330) 상부에 덮혀지며, 볼트(350) 등의 연결부재를 통해 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710)가 연결된다.
- [141] 여기서, 상기 덮개부(310)와 상기 탭플레이트(Tap Plate)(710) 사이에는 방수를 위한 밀봉부(700)가 배치될 수 있다.
- [142] 다음, 상기 수증청음부(100)와 상기 안착부(200) 및 상기 하우징(300)으로 구성되는 음파탐지부(400)는 선박(900) 중 선체(910)의 측면에 부착될 수 있다.
- [143] 이 때, 상기 음파탐지부(400)는 선체(910)의 측면 중 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과에 의해 유체저항이 최소화되는 부분(A)에 부착되도록 마련될 수 있다.
- [144] 한편, 상기 음파탐지부(400)는 도 2(b) 내지 도 2(c)에 도시된 바와 같이, 한 쌍으로 마련되어 선체(910)의 대응되는 좌우 양측면에 부착될 수 있다.
- [145] 여기서, 상기 음파탐지부(400)는 선체(910) 측면에 돌출형으로 부착될 수 있으며(도 2(b) 참조), 또는 선체(910) 측면에 몰입형으로 부착될 수도 있다(도 2(c) 참조)
- [146] 또한, 상기 음파탐지부(400)는 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 선체(910)의 길이방향을 따라 선체(910)에 부착되도록 마련될 수 있다.
- [147] 전술한 작용효과는 하나의 실시예에 불과하며, 상기의 설명 순서는 상황에 따라 변경될 수 있음을 밝혀 둔다.
- [148] 본 발명의 명세서, 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

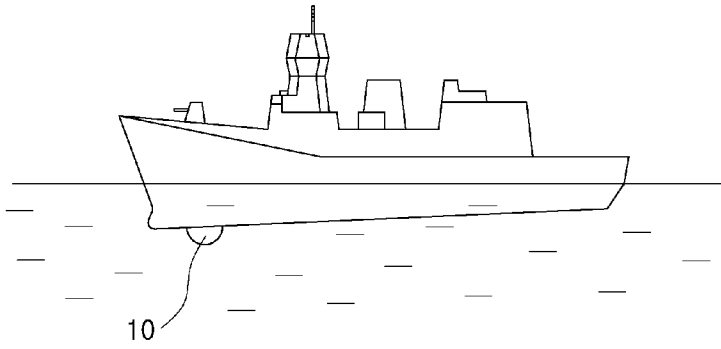
청구범위

- [청구항 1] 수중의 음향신호를 감지하여 전기신호로 출력하는 수중청음기가 하나 이상 배치되는 수중청음부;
상기 수중청음부가 배치되는 안착부;
상기 수중청음부 및 상기 안착부를 수용하며, 음향신호가 통과되도록 형성되는 하우징;을 구비하는 음파탐지부를 포함하며, 상기 음파탐지부는 선체의 측면에 부착되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 음파탐지부는 한 쌍으로 마련되어 선체의 대응되는 좌우 양측면에 부착되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 음파탐지부는 선체의 길이방향을 따라 선체에 부착되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 음파탐지부는 선체의 측면 중 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics)의 해석결과에 의해 유체저항이 최소화되는 부분에 부착되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 수중청음부 및 상기 안착부로 구성된 단위 음탐모듈이 복수로 마련되어 상호연결되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
복수의 상기 단위 음탐모듈은 선체의 길이에 따라 개수가 정해져 상호연결되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 7] 제5항에 있어서,
복수의 상기 단위 음탐모듈은 길이방향에 대응되는 형상을 가지도록 상호연결되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,
방수를 위해 상기 수중청음부 및 상기 안착부를 감싸는 몰딩부가 더 포함되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
상기 몰딩부는 방수가 가능하면서 음향의 통과가 용이한 우레탄, 고무 또는 에폭시 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,

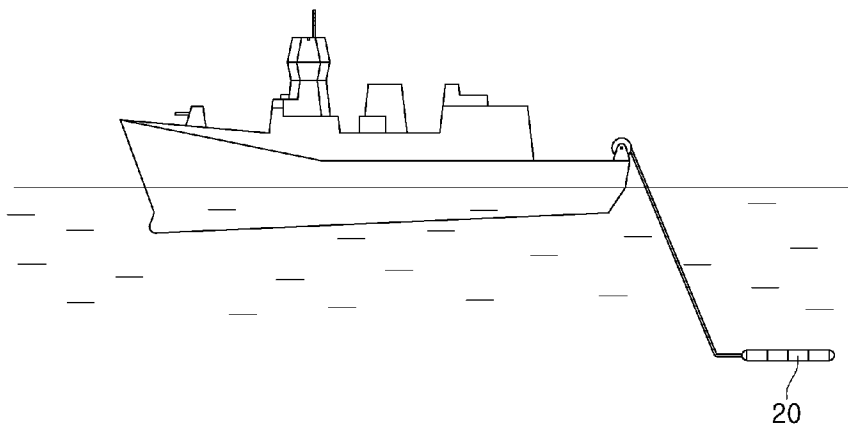
- 상기 하우징은 상기 수중청음부 및 상기 안착부의 상부에 배치되는 덮개부와, 상기 수중청음부 및 상기 안착부의 하부에 배치되며 상기 덮개부에 결합되는 베이스부로 구성되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 덮개부는 유체저항을 감소시키기 위해 유선형으로 형성되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 덮개부는 음향의 손실을 감소시킬 수 있는 FRP(Fiber Reinforced Plastics) 재질 또는 고무(Rubber) 재질로 형성되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 13] 제10항에 있어서,
상기 덮개부와 상기 베이스부는 방수를 위해 상기 덮개부와 상기 베이스부 사이에 배치되는 밀봉부를 통해 결합되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 밀봉부는 우레탄, 고무 또는 에폭시 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 15] 제1항에 있어서,
상기 수중청음부에 배치되며, 상기 수중청음기로 유입되는 선체의 진동 및 음향을 차단하는 진동음향차단부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 진동음향차단부는 선체의 진동 및 음향을 차단하기 위해 고무 또는 우레탄으로 형성되는 탄성 재질로 마련되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기.
- [청구항 17] 제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 선체부착형 음파탐지기;
및
상기 선체부착형 음파탐지기가 측면에 부착되는 선체를 포함하는 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박.
- [청구항 18] 제17항에 있어서,
상기 선체부착형 음파탐지기는 유체저항의 감소를 위해 선체의 측면에 몰입형으로 부착되는 것을 특징으로 하는 선체부착형 음파탐지기를 구비한 선박.

[Fig. 1]

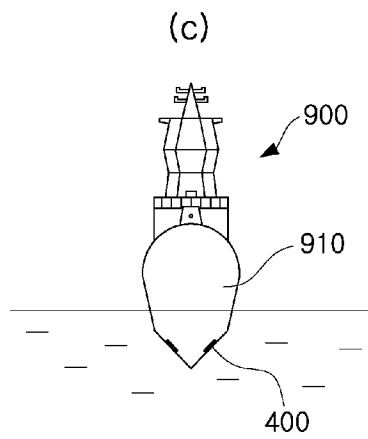
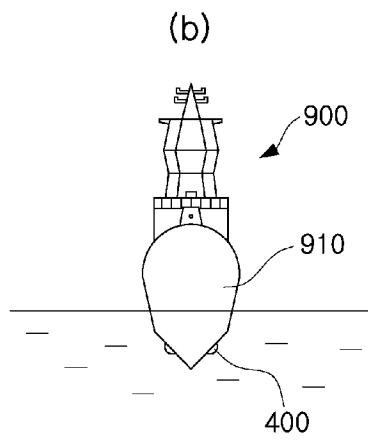
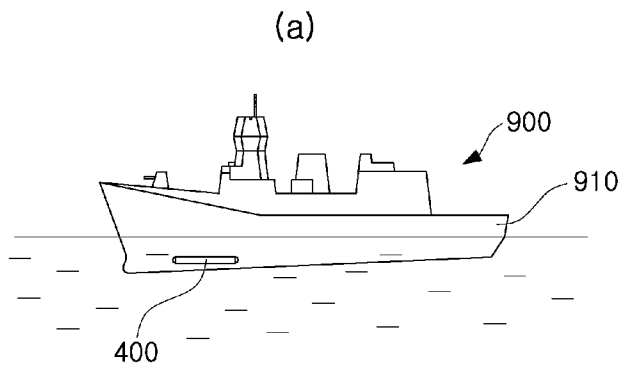
(a)



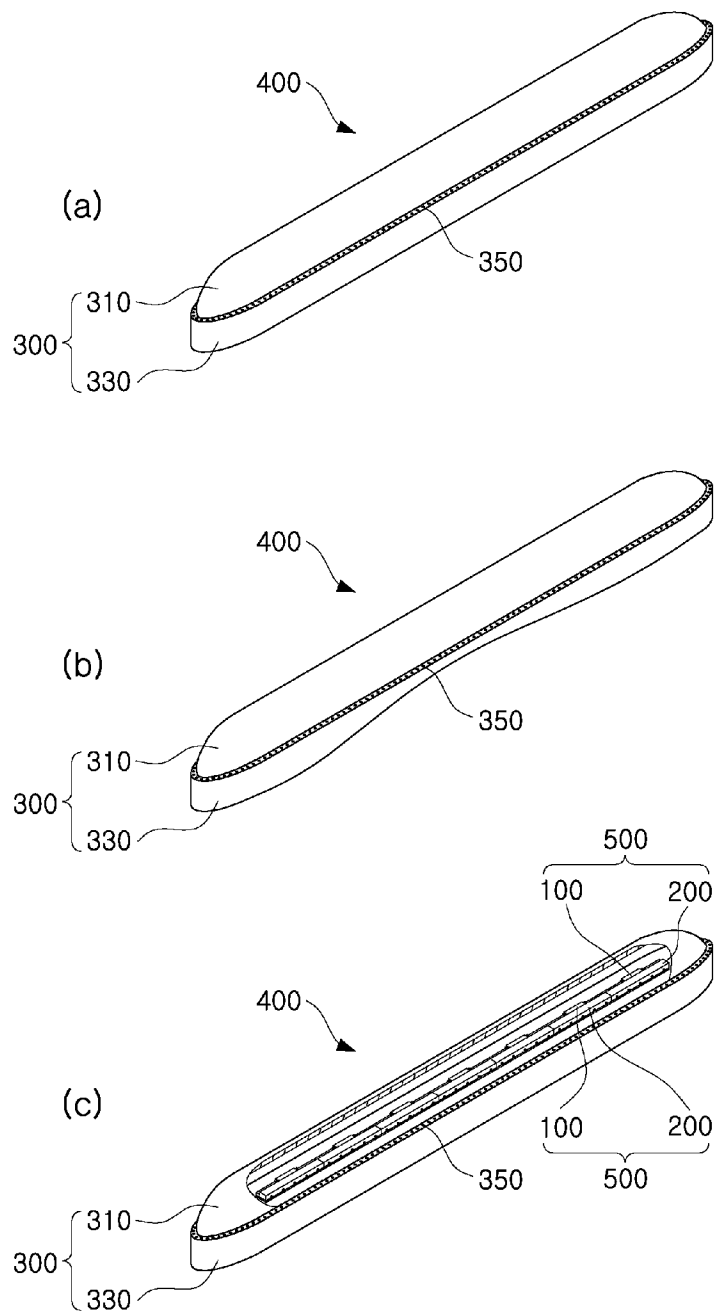
(b)



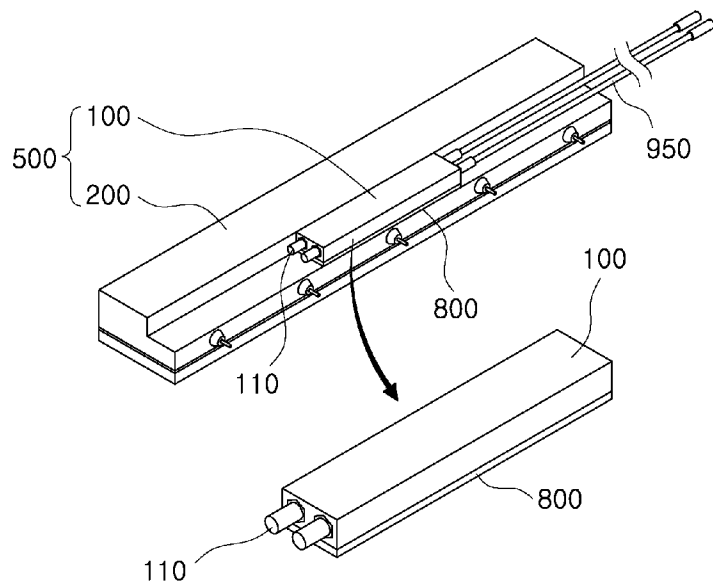
[Fig. 2]



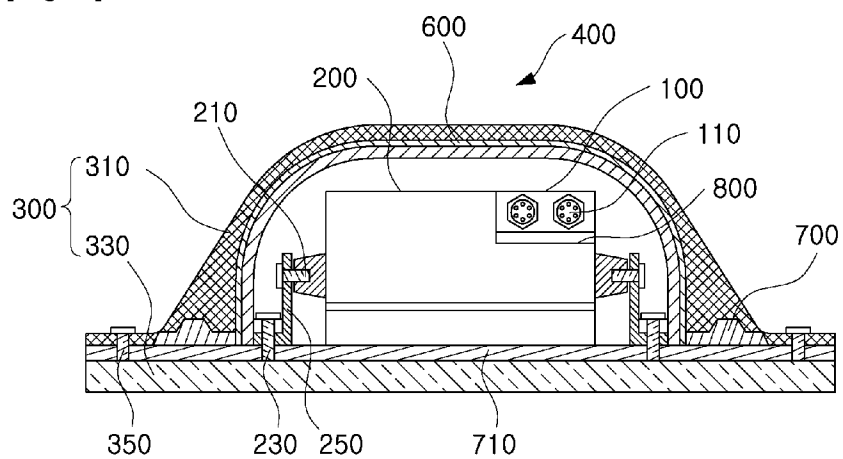
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

