(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025 년 1 월 2 일 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2025/005489 A1

(51) 국제특허분류:
B63G 9/06 (2006.01) ***G01R 15/20*** (2006.01)
B63B 79/30 (2020.01) ***G01R 33/00*** (2006.01)
B63B 79/10 (2020.01) ***H01L 29/82*** (2006.01)
G01R 33/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/007139

(22) 국제출원일: 2024 년 5 월 27 일 (27.05.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0084344 2023 년 6 월 29 일 (29.06.2023) KR
10-2024-0041249 2024 년 3 월 26 일 (26.03.2024) KR

(71) 출원인: 경북대학교 산학협력단 (**KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION**) [KR/KR]; 41566 대구광역시 북구 대학로 80, Daegu (KR).

(72) 발명자: 김동훈 (**KIM, Dong Hun**); 41566 대구광역시 북구 대학로 80, Daegu (KR).

(74) 대리인: 두호특허법인 (**DOOHO IP LAW FIRM**); 06061 서울특별시 강남구 언주로 706, 3층 (논현동, 시그너스빌딩), Seoul (KR).

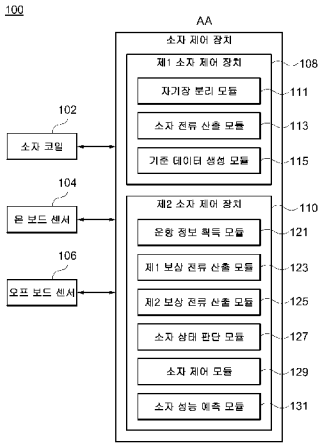
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

WO 2025/005489 A1

(54) **Title:** METHOD, DEVICE, AND SYSTEM FOR PROCESSING DEGAUSSING OF SHIP CAPABLE OF PROCESSING DEGAUSSING EVEN DURING SAILING OF SHIP

(54) **발명의 명칭:** 함정 운항 중에도 소자 처리가 가능한 함정의 소자 처리 방법 및 장치와 시스템



102 ... Degaussing coil
104 ... On-board sensor
106 ... Off-board sensor
108 ... First degaussing control device
110 ... Second degaussing control device
111 ... Magnetic field separation module
113 ... Degaussing current calculation module
115 ... Reference data generation module
121 ... Sailing information acquisition module
123 ... First compensation current calculation module
125 ... Second compensation current calculation module
127 ... Degaussing status determination module
129 ... Degaussing control module
131 ... Degaussing performance prediction module
AA ... Degaussing control device

(57) **Abstract:** Disclosed are a method, a device, and a system for processing a degaussing of a ship capable of processing the degaussing even during sailing of the ship. A method for processing a degaussing of a ship disclosed herein, according to one embodiment, comprises the steps of: performing degaussing processing before sailing of a ship in a magnetic processing station; calculating a first compensation current for compensating for a magnetic field generated during sailing of the ship on the basis of ship sailing-related information of the ship; and calculating a second compensation current for compensating for a magnetic field generated during sailing according to occurrence of a preset event during sailing of the ship.

(57) **요약서:** 함정 운항 중에도 소자 처리가 가능한 함정의 소자 처리 방법 및 장치와 시스템이 개시된다. 개시되는 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 방법은, 자기처리소에서 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 단계, 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하는 단계, 및 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하는 단계를 포함한다.

[다음 쪽 계속]

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 함정 운항 중에도 소자 처리가 가능한 함정의 소자 처리 방법 및 장치와 시스템

기술분야

[1] 본 발명의 실시예는 함정의 소자(degaussing) 처리 기술과 관련된다.

배경기술

[2] 강자성체로 건조된 함정이 지구 자기장 환경에 노출되는 경우 유도 자기장이 발생하며, 강자성체로 구성된 선체에 가해지는 열적 및 기계적 스트레스에 의해 영구 자기장이 추가적으로 형성되게 된다. 일반 함정의 경우 이러한 자기장은 크게 문제가 되지 않으나, 잠수함이나 수상함과 같은 군사용 함정은 자기감응 무기체계에 의해 쉽게 탐지되어 큰 위험을 초래하는 요소로 작용하게 된다.

[3] 이에 함정에 형성되는 자기장을 최소화하기 위한 기술들이 개발되어 왔다. 함정의 자기장을 저감시키는 기술은 대표적으로 탈자(deperming)와 소자(degaussing)가 있으며, 이들은 함정에 형성된 영구 자기장과 유도 자기장을 감쇄시키는 기술이다. 탈자(deperming)는 함정 외부에서 강한 자기장을 인가한 후 이를 서서히 줄여가는 방법으로 강자성 재질의 선체에 착자된 영구 자기장 성분을 저감시키는 방법이고, 소자(degaussing)는 함정 내에 각 축 방향으로 소자 코일(degaussing coil)을 배치하고 함정의 자기장과 역 방향의 자기장을 생성하여 함정의 자기장을 저감시키는 방법이다.

[4] 일반적으로, 함정의 자기장을 저감시키는 순서는 먼저 탈자를 통해 함정의 영구 자기장 성분을 일차적으로 감소시키고, 잔류하는 영구 자기장 성분과 유도 자기장 성분은 함정 내에 배치되는 소자 코일을 이용하여 감쇄시킨다. 여기서, 유도 자기장은 지구 자기장에 의한 선체의 유도자화 성분에 의해 발생되는 자기장으로 탈자에 의해서는 저감시킬 수가 없고, 함정 내에 설치되는 소자 장비를 통해서만 보상할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[5] 본 발명의 실시예는 함정 운항 중에도 소자 처리가 가능한 함정의 소자 처리 방법 및 장치와 시스템을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결 수단

[6] 개시되는 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 방법은, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 자기 처리소에서 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 단계; 상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하는 단계; 및 상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운

항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하는 단계를 포함한다.

[7] 상기 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 단계는, 기 설정된 수심에 설치된 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하는 단계; 상기 측정된 수중 자기장을 발생 원인에 따라 영구 자기장, 유도 자기장, 및 와전류 자기장 성분으로 각각 분리하는 단계; 상기 분리된 자기장 성분 별로 소자 처리를 위한 기준 소자 전류 및 상기 기준 소자 전류를 교정하기 위한 교정 인자를 각각 산출하는 단계; 및 상기 자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 교정인자들에 기초하여 함정 운항 전 소자 처리를 위한 소자 전류를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[8] 상기 기준 소자 전류는, 상기 영구 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제1 기준 소자 전류, 상기 유도 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제2 기준 소자 전류, 및 상기 와전류 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제3 기준 소자 전류를 포함하고, 상기 교정인자는, 상기 제1 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제1 교정인자, 상기 제2 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제2 교정인자, 및 상기 제3 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제3 교정인자를 포함할 수 있다.

[9] 상기 제1 보상 전류를 산출하는 단계는, 온 보드 센서 관련 신호를 획득하는 단계; 상기 온 보드 센서 관련 신호 및 상기 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 제1 교정인자 내지 상기 제3 교정인자를 갱신하는 단계; 및 상기 자기장 성분 별 기준 소자 전류, 상기 갱신된 제1 교정인자, 상기 갱신된 제2 교정인자, 및 상기 갱신된 제3 교정인자에 기초하여 상기 제1 보상 전류를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[10] 상기 제1 보상 전류는 하기 수학식에 의해 산출될 수 있다.

[11] (수학식)

[12] $$I_k^{\mathrm{First}} = (I_k^{PM} \times \alpha') + (I_k^{IM} \times \beta') + (I_k^{EM} \times \gamma')$$

[13] I_k^{First} : k번째 소자 코일의 제1 보상 전류

[14] I_k^{PM} : k번째 소자 코일의 제1 기준 소자 전류

[15] I_k^{IM} : k번째 소자 코일의 제2 기준 소자 전류

[16] I_k^{EM} : k번째 소자 코일의 제3 기준 소자 전류

[17] α' : 갱신된 제1 교정인자

[18] β' : 갱신된 제2 교정인자

[19] γ' : 갱신된 제3 교정인자

[20] 상기 이벤트는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우에 발생하고, 상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는, 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득하는 단계; 및 상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이에 해당하는 온 보드 센서 신호 변화에 기초하여 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인지를 확인하는 단계를 포함하며, 상기 온 보드 센서 기준 신호는, 상기 함정 운항 전 소자 처리 후 상기 함정의 정상 소자 상태 시 상기 함정에 설치된 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호이고, 상기 온 보드 센서 측정 신호는, 상기 함정의 운항 중 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호일 수 있다.

[21] 상기 정상 소자 상태인지를 확인하는 단계는, 상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이가 기 설정된 허용 범위 이내이면 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인 것으로 판단하고, 상기 차이가 상기 허용 범위를 벗어나면 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 것으로 판단할 수 있다.

[22] 상기 제1 보상 전류는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태일 때 상시적으로 산출할 수 있다.

[23] 상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우, 상기 함정의 소자 코일에 임의의 기자력을 인가한다고 가정했을 때 상기 온 보드 센서에서 측정될 것으로 예측되는 온 보드 센서 가정 신호 값을 산출하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[24] 상기 온 보드 센서 가정 신호 값은, 기 설정된 기준 기자력을 상기 소자 코일에 인가하였을 때 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호인 코일효과 센서신호 및 상기 기준 기자력과 임의의 기자력 간의 비율에 기초하여 산출될 수 있다.

[25] 상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는, 기 설정된 기자력 구속 조건이 없는 상태에서, 상기 온 보드 센서 신호 변화와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력인 진단 기자력을 산출하는 단계; 및 상기 산출된 진단 기자력과 상기 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 상기 기자력 구속 조건을 만족하는 경우, 상기 산출된 진단 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[26] 상기 함정의 소자 처리 방법은, 상기 산출된 진단 기자력과 상기 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 상기 기자력 구속 조건을 만족하지 않는 경우, 기 설정된 기자력 구속 조건이 있는 상태에서, 상기 온 보드 센서 신호 변화와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하는 단계; 및 상기 산출한 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[27] 상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는, 기 설정된 기자력 구속 조건이 있는 상태에서, 상기 온 보드 센서 기준 신호와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하는 단계; 상기 산출한 기자력에 따른

전류를 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태로 복원하도록 하기 위한 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[28] 상기 함정의 소자 처리 방법은, 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득하는 단계; 및 상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호에 기초하여 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계를 더 포함하고, 상기 온 보드 센서 기준 신호는, 상기 함정 운항 전 소자 처리 후 상기 함정의 정상 소자 상태 시 상기 함정에 설치된 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호이고, 상기 온 보드 센서 측정 신호는, 상기 함정의 운항 중 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호일 수 있다.

[29] 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는, 상기 온 보드 센서 기준 신호 및 상기 온 보드 센서 측정 신호를 각각 직류 성분 및 교류 성분으로 구분하는 단계; 및 상기 온 보드 센서 기준 신호의 직류 성분 및 교류 성분과 상기 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분 및 교류 성분을 각각 비교하여 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[30] 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는, 상기 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분과 상기 온 보드 센서 기준 신호의 직류 성분 간의 차이가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인지 여부를 확인하는 단계; 상기 직류 성분의 차이가 상기 제1 허용 범위를 벗어나는 경우, 상기 직류 성분의 차이가 기 설정된 제2 허용 범위 이내인지 여부를 확인하는 단계; 및 상기 직류 성분의 차이가 상기 제2 허용 범위 이내인 경우, 상기 함정의 소자 상태를 영구 자기장을 보상해야 하는 제1 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[31] 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는, 상기 직류 성분의 차이가 상기 제2 허용 범위를 벗어난 경우, 상기 함정의 소자 상태를 유도 자기장을 보상해야 하는 제2 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[32] 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는, 상기 직류 성분의 차이가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인 경우, 상기 온 보드 센서 측정 신호의 교류 성분과 상기 온 보드 센서 기준 신호의 교류 성분 간의 차이가 기 설정된 제3 허용 범위 이내인지를 확인하는 단계; 및 상기 교류 성분의 차이가 기 설정된 제3 허용 범위를 벗어난 경우, 상기 함정의 소자 상태를 와전류 자기장을 보상해야 하는 제3 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[33] 상기 제1 보상 전류는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태일 때 상시적으로 산출하고, 상기 이벤트는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우에 발생하며, 상기 함정의 소자 처리 방법은, 상기 제1 보상 전류와 상기 제2 보상 전류를 합하여 혼합형 보상 전류를 산출하는 단계; 및 상기 혼합형 보상 전류를 상기 소자 코일에 인가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[34] 상기 함정의 소자 처리 방법은, 상기 자기 처리소에서 소자 처리를 하기 이전에 특정 수심에 분포하는 자기장을 측정하는 단계; 상기 자기 처리소에서 소자 처리를 한 후 상기 함정의 운항 중 특정 수심에 분포하는 자기장을 측정하는 단계; 및

상기 소자 처리 이전의 특정 수심에 분포하는 자기장과 상기 소자 처리 이후의 특정 수심에 분포하는 자기장 간의 비율에 기초하여 상기 함정의 운항 시간에 따른 소자 성능(degaussing performance)을 평가하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[35] 상기 함정의 소자 처리 방법은, 상기 자기 처리소에서 소자 처리를 수행한 시점부터 기 설정된 기준 시간까지 상기 함정의 소자 성능을 측정하는 단계; 및 상기 소자 처리를 수행한 시점부터 상기 기준 시간까지 측정된 상기 함정의 소자 성능에 대한 데이터를 기반으로 상기 기준 시간 이후 미래의 특정 시간까지 상기 함정의 소자 성능을 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[36] 상기 함정의 소자 처리 방법은, 상기 미래의 특정 시간까지 예측된 상기 함정의 소자 성능에 기초하여 상기 기준 시간으로부터 상기 함정의 소자 성능의 잔여 수명 및 자기 처리 시기 중 하나 이상을 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[37] 개시되는 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 장치는, 자기 처리소에서 함정의 운항 전 소자 처리와 관련된 제어를 수행하는 제1 소자 제어 장치 및 함정의 운항 중 소자 처리와 관련된 제어를 수행하는 제2 소자 제어 장치를 포함하는 함정의 소자 처리 장치로서, 상기 제1 소자 제어 장치는, 자기 처리소에서 기 설정된 수심에 설치된 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하고, 상기 측정된 수중 자기장을 상쇄시키기 위한 소자 전류를 산출하며, 산출한 소자 전류를 상기 함정에 설치된 소자 코일에 인가하여 함정 운항 전 소자 처리를 수행하고, 상기 제2 소자 제어 장치는, 상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하고, 상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출한다.

[38] 개시되는 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 시스템은, 함정에 설치되는 소자 코일; 상기 함정에 설치되어 자기장을 측정하는 온 보드 센서; 자기 처리소의 기 설정된 수심에 설치되어 자기장을 측정하는 오프보드 센서; 상기 자기 처리소에서 상기 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하고, 상기 측정된 수중 자기장을 상쇄시키기 위한 소자 전류를 산출하며, 산출한 소자 전류를 상기 소자 코일에 인가하여 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 제1 소자 제어 장치; 및 상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하고, 상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행하는 제2 소자 제어 장치를 포함한다.

발명의 효과

[39] 개시되는 실시예에 의하면, 자기 처리소에서 함정의 소자 처리 이후 함정의 운항 중 발생하는 이상 자기장(예를 들어, 선체에 가해지는 열적 및 기계적 스트레스 또는 함정에 탑재되는 장비의 자기적 변화에 의해 발생되는 자기장 또는 함정

의 침로각, 롤링, 및 피칭 변화 등에 의해 발생되는 자기장 등) 및 함정에 설치된 지자계 센서, 자침, 및 자이로스코프 등 장비의 기능 이상으로 인한 불완전 소자 상태에 따른 자기장을 보상 전류의 산출을 통해 보상해줌으로써, 함정의 운항 중에도 함정의 소자 성능을 정상 소자 상태로 유지할 수 있게 된다.

[40] 또한, 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분 및 교류 성분을 각각 비교하여 함정의 소자 상태를 분류할 수 있고, 함정이 불완전 소자 상태인 경우 소자 상태가 정상이 되도록 소자 처리를 할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[41] 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 함정에 배치되는 소자 코일을 개략적으로 나타낸 도면

[42] 도 2는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도

[43] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 운항 전 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도

[44] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 운항 중 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도

[45] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 함정의 운항 중 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도

[46] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 온 보드 센서 신호의 분석을 통한 함정의 소자 상태 분류 방법을 나타낸 흐름도

[47] 도 7은 본 발명의 일 실시예에서 온 보드 센서 신호에 따른 함정의 소자 상태를 나타낸 도면

[48] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 소자 처리 방법에 의한 함정의 소자 성능과 기존의 소자 처리 방법에 의한 함정의 소자 성능을 비교한 그래프

[49] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 시스템의 구성을 나타낸 블록도

발명의 실시를 위한 형태

[50] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[51] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들

을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

[52] 한편, 상측, 하측, 일측, 타측 등과 같은 방향성 용어는 개시된 도면들의 배향과 관련하여 사용된다. 본 발명의 실시예의 구성 요소는 다양한 배향으로 위치 설정될 수 있으므로, 방향성 용어는 예시를 목적으로 사용되는 것이지 이를 제한하는 것은 아니다.

[53] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.

[54] 본 명세서에서 "함정"은 물 위를 떠다니면서 운행하는 모든 이동 수단을 포함할 뿐 아니라, 수중에서 운행하는 이동 수단(예를 들어, 잠수함)도 포함하는 개념이다.

[55] 함정에 형성되는 자기장을 소자(degaussing)시키기 위해 함정에는 소자 코일(degaussing coil)들이 배치된다. 소자 코일은 함정에서 3축 방향으로 각각 설치될 수 있다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 함정에 배치되는 소자 코일을 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 소자 코일은 하나 이상의 수직 코일(V-coil), 하나 이상의 종축 코일(L-coil), 및 하나 이상의 횡축 코일(A-coil)을 포함할 수 있다.

[56] 수직 코일(V-coil)은 함정의 갑판 면에 대해 수직 방향의 자기를 생성하기 위한 것이다. 수직 코일은 함정의 갑판 면과 평행하게 복수 개가 상호 이격되어 배치될 수 있다. 종축 코일(L-coil)은 함정을 길이 방향으로 가로지르는 종축 방향의 자기를 생성하기 위한 것이다. 종축 코일은 함정의 길이 방향과 수직한 방향으로 함정의 내부에서 일정 간격으로 복수 개가 배치될 수 있다. 횡축 코일(A-coil)은 함정의 폭 방향으로 자기를 생성하기 위한 것이다. 횡축 코일은 함정의 측면 방향 즉, 수직 코일 및 종축 코일이 생성하는 자기와 각각 수직되는 방향의 자기를 생성하기 위한 것이다. 횡측 코일은 함정의 양 측벽 또는 중앙에 대응하여 복수 개가 상호 이격하여 배치될 수 있다.

[57] 여기서, 수직 방향의 자기장 감소는 수직 코일이 담당하게 되고, 종축 방향의 자기장 감소는 종축 코일이 담당하게 되며, 횡축 방향의 자기장 감소는 횡축 코일이 담당하게 된다. 자기장 감소는 함정에서 발생되는 자기장과 역 방향의 자기장을 생성하도록 각 소자 코일에 적절한 전류를 인가하여 이루어지게 된다.

[58] 도 2는 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[59] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자(degaussing) 관련 처리를 제어하기 위한 장치일 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 함정에 설치되는 소자 코일 및 온 보드 센서와 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 자기 처리소에서 수중에 설치되는 오프보드 센서와 통신 가능하게 연결될 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 소자 코일, 온 보드 센서, 및 오프보드 센서를 각각 제어할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 함정 내부에 마련될 수도 있고 함정 외부에 마련될 수도 있다. 여기서, 온 보드 센서 및 오프보드 센서는 각각 설치된 위치에서의 자기장을 측정하기 위한 센서일 수 있다.

[60] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[61] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[62] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[63] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/

또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

[64] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 운항 전 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[65] 도 3을 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 자기 처리소(Magnetic Treatment Facility: MTF)에서 기 설정된 수심에 설치된 하나 이상의 오프보드 센서를 통해 함정에 의한 수중 자기장을 측정할 수 있다(S 101).

[66] 오프보드 센서는 함정의 수중 자기장을 측정하기 위한 센서로서, 자기 처리소의 기 설정된 수심에 일정 배열로 설치될 수 있다. 여기서, 함정에 의한 수중 자기장은 함정 선체 뿐만 아니라 함정에 탑재되는 하물 또는 장비에 기인하여 수중에서 발생하는 자기장을 모두 포함할 수 있다.

[67] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 측정된 수중 자기장을 그 발생 원인에 따라 영구 자기장, 유도 자기장, 및 와전류 자기장 성분으로 각각 분리할 수 있다(S 103).

[68] 여기서, 영구 자기장 성분은 함정에 존재하는 영구자화에 의한 자기장 성분일 수 있다. 유도 자기장 성분은 지자계에 의한 일시적인 유도자화에 의한 자기장 성분일 수 있다. 와전류 자기장 성분은 함정의 요동에 의해 발생하는 자기장 성분일 수 있다. 자기장을 발생 원인에 따라 성분 별로 분리하는 기술은 이미 공지된 기술이므로 이에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[69] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 자기장 성분 별 소자(degaussing) 처리를 위한 기준 소자 전류 및 교정 인자를 각각 산출할 수 있다(S 105).

[70] 여기서, 기준 소자 전류는 해당 자기장 성분을 제거하기 위해 함정에 설치된 각 소자 코일(횡축 코일, 종축 코일, 및 수직 코일)에 인가할 기준이 되는 소자 전류를 의미할 수 있다. 또한, 교정 인자는 자기 처리소에서 함정의 위치, 함정의 침로 방향(침로각), 및 함정의 자세(예를 들어, 함정의 롤 각도 및 피치 각도)에 따라 기준 소자 전류를 교정하기 위한 인자일 수 있다.

[71] 기준 소자 전류는 함정의 영구 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제1 기준 소자 전류, 함정의 유도 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제2 기준 소자 전류, 및 함정의 와전류 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제3 기준 소자 전류를 포함할 수 있다. 교정 인자는 제1 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제1 교정 인자, 제2 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제2 교정 인자, 및 제3 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제3 교정 인자를 포함할 수 있다.

[72] 여기서, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 영구 자기장을 저감하기 위한 탈자(Demagnetization) 처리 후 남아 있는 잔류 영구 자기장 성분을 보상하기 위한 소자 전류를 제1 기준 소자 전류로 산출할 수 있다. 함정 운항 전 소자 처리 시(즉, 자기 처리소에서 소자 처리 시) 제1 교정 인자는 고정된 값이 사용될 수 있다. 이때, 제1 교정 인자는 함정의 선체의 재질, 선체의 크기, 함정의 운항 기간, 및 함정에 탑재된 장비 등에 따라 설정된 값일 수 있다.

[73] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 유도 자기장 성분을 횡축 방향 성분, 종축 방향 성분, 및 수직 방향 성분으로 구분한 후, 횡축 방향 성분, 종축 방향 성분, 및 수직 방향 성분의 유도 자기장을 각각 상쇄시키기 위한 소자 전류를 제2 기준 소자 전류로 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 자기 처리소 내 함정의 위치 및 함정의 침로각에 따라 제2 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제2 교정 인자를 산출할 수 있다.

[74] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 와전류 자기장 성분을 횡축 방향 성분, 종축 방향 성분, 및 수직 방향 성분으로 구분한 후, 횡축 방향 성분, 종축 방향 성분, 및 수직 방향 성분의 와전류 자기장을 각각 상쇄시키기 위한 소자 전류를 제3 기준 소자 전류로 산출할 수 있다. 함정 운항 전 소자 처리 시(즉, 자기 처리소에서 소자 처리 시) 제3 교정 인자는 고정된 값이 사용될 수 있다. 이때, 제3 교정 인자는 함정의 자세에 따라 설정된 값일 수 있다.

[75] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 자기장 성분 별 소자 처리를 위한 기준 소자 전류 및 교정 인자들에 기초하여 함정 운항 전 소자 처리를 위한 소자 전류(degaussing current)를 산출하고, 산출한 소자 전류를 함정의 각 소자 코일에 인가하여 함정 운항 전 소자 처리를 수행할 수 있다(S 107).

[76] 컴퓨팅 장치(12)는 함정 운항 전 소자 처리(즉, 자기 처리소(MTF)에서의 소자 처리)를 위한 소자 전류를 아래 수학식 1을 통해 산출할 수 있다.

[77] (수학식 1)

[78] $$I_k^{MTF} = (I_k^{PM} \times \alpha) + (I_k^{IM} \times \beta) + (I_k^{EM} \times \gamma)$$

[79] I_k^{MTF} : k번째 소자 코일의 자기 처리소에서의 소자 전류

[80] I_k^{PM} : k번째 소자 코일의 제1 기준 소자 전류

[81] I_k^{IM} : k번째 소자 코일의 제2 기준 소자 전류

[82] I_k^{EM} : k번째 소자 코일의 제3 기준 소자 전류

[83] α : 제1 교정인자

[84] β : 제2 교정인자

[85] γ : 제3 교정인자

[86] 이와 같이, 자기 처리소에서 함정 운항 전 소자 처리를 수행하면, 함정은 정상 소자 상태(즉, 함정의 자기장이 소자 처리를 통해 최소화가 된 상태)에 있게 된다.

[87] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 함정에 설치된 온 보드 센서를 이용하여 함정의 자기장 신호를 측정하여 측정된 자기장 신호를 온 보드 센서 기준 신호로 저장할 수 있다(S 109).

[88] 즉, 온 보드 센서 기준 신호는 함정이 정상 소자 상태일 때 온 보드 센서에서 측정된 함정의 자기장 신호를 의미할 수 있다. 온 보드 센서는 함정의 선체의 자화 밀도에 따라 배치 위치 및 배치 개수가 결정될 수 있다.

[89] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 운항 중 소자 처리에 사용하기 위한 코일 효과 센서신호를 생성하여 저장할 수 있다(S 111). 코일효과 센서신호는 함정에 설치된 소자 코일에 기 설정된 기준 기자력을 인가하였을 때 특정 위치에서 나타나는 자기장 효과에 대한 정보로서, 함정의 운항 중 소자 처리를 위해 사용되는 데이터일 수 있다. 코일효과 센서신호의 생성은 함정 운항 전 어느 때나 생성할 수 있다. 코일효과 센서신호(S_{ij}^{Rk})는 k번째 소자코일에 기 설정된 기준 기자력($\Im^{Rk}$)을 인가하였을 때 함정에 설치되는 j번째 온 보드 센서에서 측정되는 i 방향의 자기장 신호일 수 있다.

[90] 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 함정에 설치된 모든 소자 코일의 전원을 오프(off) 시킨 후, 기 설정된 순서에 따라 어느 하나의 소자 코일(k번째 소자 코일)에 기 설정된 기준 기자력을 인가할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 k번째 소자 코일에 기준 기자력을 인가하였을 때 발생하는 자기장을 함정에 설치된 각 온 보드 센서에서 측정하여 코일효과 센서신호(S_{ij}^{Rk})를 저장할 수 있다.

[91] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 운항 중 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[92] 도 4를 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 운항 중 온 보드 센서 측정 신호 및 함정 운항 관련 정보를 획득할 수 있다(S 201).

[93] 여기서, 함정 운항 관련 정보는 함정의 위치(예를 들어, 함정의 위도 및 경도 또는 함정의 GPS 정보 등), 함정의 선수 방향(침로각), 함정의 지자계 정보, 함정의 자세 정보(예를 들어, 함정의 피치(pitch) 및 롤(roll) 정보 등) 등을 포함할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 함정에 설치되는 GPS 센서, 지자계 센서, 자이로 센서 등을 통해 함정 운항 관련 정보를 획득할 수 있다. 온 보드 센서 측정 신호는 함정의 운항 중에 현재 온 보드 센서를 통해 측정한 자기장 신호일 수 있다.

[94] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 획득한 온 보드 센서 측정 신호 및 함정 운항 관련 정보에 기초하여 자기장 성분 별 교정인자를 갱신할 수 있다(S 203).

[95] 즉, 기준 소자 전류는 자기 처리소에서 함정 운항 전 함정의 자기장을 보상하기 위한 전류인 바, 함정 운항 중에 발생하는 자기장을 보상하기 위해서는 교정인자를 갱신하고 갱신된 교정인자를 기준 소자 전류에 적용하여 보상 전류를 산출할 필요가 있다.

[96] 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 측정 신호와 기 저장된 온 보드 센서 기준 신호 중 영구 자기장 성분의 차이(즉, 영구 자기장 변화)를 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 영구 자기장 변화(정상 소자 상태의 영구 자기장과 함정 운항 중 영구 자기장 간의 차이에 의한 변화)에 기초하여 제1 교정 인자를 갱신할 수 있다. 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호를 온 보드 센서 관련 신호라 지칭할 수 있다. 한편, 여기서는 제1 교정 인자를 갱신하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 자기 처리소에서 설정된 제1 교정 인자의 값을 그대로 사용할 수도 있다.

[97] 컴퓨팅 장치(12)는 함정 운항 관련 정보에 기초하여 함정의 위치 및 함정의 침로각을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 현재의 함정의 위치 및 침로각과 함정 운항 전 함정의 위치 및 침로각 간의 차이에 기초하여 제2 교정인자를 갱신할 수 있다.

[98] 컴퓨팅 장치(12)는 함정 운항 관련 정보에 기초하여 함정의 롤링 및 피칭 정도를 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 현재의 함정의 롤링 및 피칭 정도와 함정 운항 전 함정의 롤링 및 피칭 정도 간의 차이에 기초하여 제3 교정인자를 갱신할 수 있다.

[99] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 갱신된 교정 인자들에 기초하여 함정 운항 중 소자 처리를 위한 제1 보상 전류를 산출할 수 있다(S 205). 컴퓨팅 장치(12)는 제1 보상 전류를 아래 수학식 2를 통해 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 제1 보상 전류를 함정의 각 소자 코일에 인가하여 함정 운항 중에 소자 처리를 수행할 수 있다.

[100] (수학식 2)

[101] $$I_k^{\mathrm{First}} = (I_k^{PM} \times \alpha') + (I_k^{IM} \times \beta') + (I_k^{EM} \times \gamma')$$

[102] I_k^{First} : k번째 소자 코일의 제1 보상 전류

[103] I_k^{PM} : k번째 소자 코일의 제1 기준 소자 전류

[104] I_k^{IM} : k번째 소자 코일의 제2 기준 소자 전류

[105] I_k^{EM} : k번째 소자 코일의 제3 기준 소자 전류

[106] α' : 갱신된 제1 교정인자

[107] β' : 갱신된 제2 교정인자

[108] γ': 갱신된 제3 교정인자

[109] 여기서, 컴퓨팅 장치(12)는 S 201 내지 S 205의 단계를 실시간 또는 주기적으로 수행하여 제1 보상 전류를 산출하고 함정 운항 중 소자 처리를 수행할 수 있다. 이 경우, 자기 처리소에서 탈자 및 소자 처리 후 함정의 운항 중에 운항 시간 경과에 따라 선체에 가해지는 열적 및/또는 기계적 스트레스에 의한 선체의 자화 변화로 인해 발생하는 자기장을 실시간 또는 주기적으로 보상해줄 수 있다.

[110] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 함정의 운항 중 소자 처리 제어 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[111] 도 5를 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득할 수 있다(S 301). 온 보드 센서 기준 신호는 함정이 정상 소자 상태일 때 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호로서 이미 저장된 것이다. 온 보드 센서 측정 신호는 함정의 운항 중에 현재 온 보드 센서를 통해 측정한 자기장 신호일 수 있다.

[112] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호에 기초하여 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인지 여부를 확인할 수 있다(S 303).

[113] 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이에 기초하여 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인지를 확인할 수 있다. 즉, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이가 기 설정된 허용 범위 이내이면 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인 것으로 판단하고, 상기 차이가 기 설정된 허용 범위를 벗어나면 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 것으로 판단할 수 있다.

[114] S 303의 확인 결과, 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 각 소자 코일에 임의의 기자력을 인가한다고 가정했을 때 온 보드 센서에서 측정될 것으로 예측되는 센서 신호 값(이하, "온 보드 센서 가정 신호 값"이라 지칭할 수 있음)을 산출할 수 있다(S 305).

[115] 여기서, 임의의 기자력은 각 소자 코일에 실제 인가되는 것이 아니며, 임의의 기자력이 각 소자 코일에 인가되는 것을 가정할 때 온 보드 센서에서 측정될 센서 신호 값(즉, 자기장 신호 값)을 산출하는 것이다.

[116] 컴퓨팅 장치(12)는 코일효과 센서 신호(즉, 소자 코일에 기 설정된 기준 기자력을 인가하였을 때 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호) 및 기준 기자력과 임의의 기자력 간의 비율을 이용하여 온 보드 센서 가정 신호 값을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 수학식 3을 통해 임의의 기자력에 따른 온 보드 센서 가정 신호 값을 산출할 수 있다.

[117] (수학식 3)

[118] $$S_{ij}^{deg} = \sum_{k=1}^{nq} S_{ij}^{Rk} \frac{\Im_k}{\Im_{Rk}}$$

[119] S_{ij}^{deg} : j번째 온 보드 센서에서 나타나는 i방향 자기장의 온 보드 센서 가정 신호 값

[120] nq: 함정에 설치되는 전체 소자 코일의 개수

[121] S_{ij}^{Rk} : k번째 소자코일에 기준 기자력($\Im_{Rk}$)을 인가하였을 때 함정에 설치되는 j번째 온 보드 센서에서 측정되는 i 방향의 자기장 신호(코일 효과 센서 신호)

[122] $\Im_k$: k번째 소자 코일에 인가할 임의의 기자력

[123] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이 없는 상태에서 온 보드 센서 신호 변화와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력인 진단 기자력을 산출할 수 있다(S 307).

[124] 여기서, 기자력 구속 조건은 함정에 설치된 소자 코일에 인가하는 기자력이 소자 코일의 전원 공급 장치에서 허용하는 최대 기자력 이하여야 하는 것을 의미할 수 있다. 또한, 온 보드 센서 신호 변화는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이를 의미할 수 있다.

[125] 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 신호 변화와 온 보드 센서 가정 신호 값과의 차이에 기초한 목적 함수의 값이 기 설정된 값에 수렴하는지를 통해 온 보드 센서 신호 변화와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 진단 기자력을 산출할 수 있다. 여기서, 목적 함수(F)는 하기 수학식 4로 나타낼 수 있다.

[126] (수학식 4)

[127] $$minimize\ F(\Im) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{ns} \left(S_{ij}^{D} - S_{ij}^{deg} \right)^2$$

[128] S_{ij}^{D} : j 번째 온 보드 센서의 i 방향의 자기장 신호 변화(온 보드 센서 신호 변화)

[129] S_{ij}^{deg}: j번째 온 보드 센서에서 나타나는 i방향 자기장의 온 보드 센서 가정 신호 값

[130] ns : 함정에 설치된 전체 온 보드 센서의 개수

[131] 여기서, 자기장의 방향은 횡축 방향, 종축 방향, 및 수직 방향의 세 가지 방향이 있을 수 있다.

[132] 일 실시예에서, 목적 함수(F)의 값이 기 설정된 값에 수렴하지 않는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 소자 코일의 기자력 값의 미소 변화에 따른 목적 함수의 미소 변화

량(F')을 산출할 수 있다. 예를 들어, 목적 함수의 미소 변화량(F')은 유한 차분법이나 소자 코일의 기자력 민감도 기법 등을 이용하여 산출할 수 있으며, 이러한 내용은 기 공지된 기술이므로 이에 대한 자세한 설명은 생략하기로 한다.

[133] 컴퓨팅 장치(12)는 목적 함수(F) 및 목적 함수의 미소 변화량(F')에 기초하여 각 소자 코일에 인가할 다음 번 임의의 기자력을 업데이트 할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 하기의 수학식 5를 통해 임의의 기자력을 업데이트 할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 목적 함수의 값이 기 설정된 값에 수렴할 때까지 이를 반복할 수 있다.

[134] (수학식 5)

[135] $$\mathfrak{I}_k^* = \mathfrak{I}_k - \varepsilon \frac{F}{F'}$$

[136] $\mathfrak{I}_k^*$: k번째 소자 코일에 인가할 업데이트 된 임의의 기자력

[137] $\mathfrak{I}_k$: k번째 소자 코일에 인가할 현재의 임의의 기자력

[138] ε: 기 설정된 완화 계수

[139] 여기서, ε는 목적 함수(F)의 값이 기 설정된 값에 수렴하도록 하는 과정이 반복됨에 따라 부여되는 완화 계수이다.

[140] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 산출된 진단 기자력과 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 기자력 구속 조건을 만족하는지 여부를 확인할 수 있다(S 309). 즉, 컴퓨팅 장치(12)는 산출된 진단 기자력과 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 소자 코일이 허용하는 최대 기자력 이하인지를 확인할 수 있다.

[141] S 309의 확인 결과, 산출된 진단 기자력과 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 기자력 구속 조건을 만족하는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 산출된 진단 기자력에 따른 진단 전류를 온 보드 센서 신호 변화에 대응하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류로 설정할 수 있다(S 311).

[142] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 제1 보상 전류와 제2 보상 전류를 합하여 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태로 복원하도록 하기 위한 혼합형 보상 전류를 산출할 수 있다(S 313). 컴퓨팅 장치(12)는 혼합형 보상 전류를 각 소자 코일에 인가할 수 있다.

[143] 즉, 개시되는 실시예에서는, 함정의 소자 상태가 정상 범주에 있는 상황에서 함정 운항 중에 발생하는 선체의 자화 변화에 따른 자기장은 제1 보상 전류를 실시간 또는 주기적으로 산출하여 보상하게 되며, 함정의 소자 상태가 정상 범주를 벗어난 상황에서는 제2 보상 전류를 산출하고, 산출한 제2 보상 전류를 제1 보상 전류와 합하여 혼합형 보상 전류를 산출함으로써, 함정의 소자 상태를 정상 소자 상태로 복원해준다.

[144] S 309의 확인 결과, 산출된 진단 기자력과 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 기자력 구속 조건을 만족하지 않는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이

있는 상태에서 온 보드 센서 신호 변화와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하고 산출한 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정할 수 있다(S 315).

[145] 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이 있는 상태에서 수학식 4의 목적 함수가 기 설정된 값에 수렴할 때의 기자력을 산출하고, 산출한 기자력을 제2 보상 전류로 설정할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 산출한 제2 보상 전류와 제1 보상 전류를 합하여 혼합형 보상 전류를 산출할 수 있다.

[146] 여기서는, 제1 보상 전류와 제2 보상 전류를 합한 혼합형 보상 전류를 산출하여 함정의 소자 코일에 인가하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 제1 보상 전류 및 제2 보상 전류의 산출 시 제1 보상 전류와 제2 보상 전류를 각각 함정의 소자 코일에 인가할 수도 있다.

[147] 개시되는 실시예에 의하면, 자기 처리소에서 함정의 소자 처리 이후 함정의 운항 중 발생하는 이상 자기장(예를 들어, 선체에 가해지는 열적 및 기계적 스트레스 또는 함정에 탑재되는 장비의 자기적 변화에 의해 발생되는 자기장 또는 함정의 침로각, 롤링, 및 피칭 변화 등에 의해 발생되는 자기장)은 제1 보상 전류의 산출을 통해 보상해주고, 함정에 설치된 지자계 센서, 자침, 및 자이로스코프 등 장비의 기능 이상으로 인한 불완전 소자 상태에 따른 자기장은 제2 보상 전류의 산출을 통해 보상해줌으로써, 함정의 운항 중에도 함정의 소자 성능을 정상 소자 상태로 유지할 수 있게 된다. 한편, 제2 보상 전류의 산출을 통한 자기장의 보상은 이에 한정되어 적용되는 것은 아니다. 일 예로, 제1 보상 전류를 통해 보상한 후에도 미비한 부분(잔류하는 자기장)을 제2 보상 전류를 통해 보상할 수 있다.

[148] 제1 보상 전류의 산출은 함정 운항 중 상시적으로(즉, 실시간 또는 주기적으로) 이루어질 수 있고, 제2 보상 전류의 산출은 함정이 정상 소자 상태를 벗어나는 이벤트 발생 시 이루어질 수 있다.

[149] 한편, 제2 보상 전류는 보상해야 하는 자기장 성분(영구 자기장, 유도 자기장, 및 와전류 자기장) 별로 산출할 수도 있다. 이 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 자기장 성분 별로 온 보드 센서 신호 변화 및 온 보드 센서 가정 신호 값을 각각 산출한 후, 각 자기장 성분 별로 기자력 구속 조건이 없는 상태에서 수학식 4에 의한 진단 기자력을 산출하거나 기자력 구속 조건이 있는 상태에서 수학식 4에 의한 기자력을 산출하여 각 자기장 성분 별로 제2 보상 전류를 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 자기장 성분 별 제2 보상 전류를 합하여 전체 제2 보상 전류($\boldsymbol{I}_k^{\mathbf{Second}}$)를 산출할 수 있다. 이는 수학식 6으로 나타낼 수 있다.

[150] (수학식 6)

[151] $$\boldsymbol{I}_k^{\mathbf{Second}} = \Delta \boldsymbol{I}_k^{PM} + \Delta \boldsymbol{I}_k^{IM} + \Delta \boldsymbol{I}_k^{EM}$$

[152] ΔI_k^{PM}: 영구 자기장 성분의 온 보드 센서 신호 변화를 보상하기 위한 제2 보상 전류

[153] ΔI_k^{IM} : 유도 자기장 성분의 온 보드 센서 신호 변화를 보상하기 위한 제2 보상 전류

[154] ΔI_k^{EM}: 와전류 자기장 성분의 온 보드 센서 신호 변화를 보상하기 위한 제3 보상 전류

[155] 한편, 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이 있는 상태에서 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이에 기초하여 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태로 복원하도록 하기 위한 제2 보상 전류를 바로 산출할 수도 있다.

[156] 구체적으로, 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이 있는 상태에서 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하고, 산출한 임의의 기자력에 대응하는 전류를 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태로 복원하도록 하기 위한 제2 보상 전류로 설정할 수 있다.

[157] 컴퓨팅 장치(12)는 기자력 구속 조건이 있는 상태에서 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이에 기초한 목적 함수의 값이 기 설정된 값에 수렴하는지를 통해 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출할 수 있다. 여기서, 목적 함수(F)는 하기 수학식 7로 나타낼 수 있다.

[158] (수학식 7)

[159]
$$\textit{minimize } F(\Im) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{ns} \left(S_{ij}^{M} - S_{ij}^{deg} \right)^2$$

[160] S_{ij}^{M} : 함정이 정상 소자 상태일 때 i 번째 온 보드 센서에서 측정된 i 방향의 자기장 신호(온 보드 센서 기준 신호)

[161] 여기서, 온 보드 센서 기준 신호는 함정이 정상 소자 상태일 때 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호이므로, 수학식 7을 만족하는 임의의 기자력에 대응하는 전류는 함정을 정상 소자 상태로 복원하기 위한 제2 보상 전류에 해당하게 된다. 여기서, 제2 보상 전류는 일종의 혼합형 보상 전류에 해당하는 것으로 제1 보상 전류에 해당하는 전류의 값도 포함되어 있게 된다. 이때, 컴퓨팅 장치(12)는 상기 제2 보상 전류를 제1 보상 전류와 합하지 않고 상기 제2 보상 전류를 그대로 소자 코일에 인가할 수 있다.

[162] 일 실시예에서, 목적 함수(F)의 값이 기 설정된 값에 수렴하지 않는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 소자 코일의 기자력 값의 미소 변화에 따른 목적 함수의 미소 변화

량(F')을 산출하고, 목적 함수(F) 및 목적 함수의 미소 변화량(F')에 기초하여 각 소자 코일에 인가할 다음 번 임의의 기자력을 업데이트 할 수 있다.

[163] 한편, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 신호의 분석을 통해 함정의 소자 상태를 보다 자세하게 분류할 수 있다. 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 온 보드 센서 신호의 분석을 통한 함정의 소자 상태 분류 방법을 나타낸 흐름도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에서 온 보드 센서 신호에 따른 함정의 소자 상태를 나타낸 도면이다.

[164] 도 6을 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득할 수 있다(S 401). 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호를 기 설정된 시간 간격으로 각각 획득할 수 있다.

[165] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 직류 성분 및 교류 성분으로 구분할 수 있다(S 403). 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호에 대해 각각 저주파 대역 FFT(Fast Fourier Transform)를 수행하여 직류 성분 및 교류 성분으로 구분할 수 있다.

[166] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분과 온 보드 센서 기준 신호의 직류 성분 간의 차이(직류 성분 차이)가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인지 여부를 확인할 수 있다(S 405). 일 실시예에서, 제1 허용 범위는 정상 소자 상태일 때의 신호인 온 보드 센서 기준 신호를 기준으로 설정될 수 있다.

[167] S 405의 확인 결과, 직류 성분 차이가 기 설정된 제1 허용 범위를 벗어나는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 직류 성분 차이가 기 설정된 제2 허용 범위 이내인지 여부를 확인할 수 있다(S 407). 제2 허용 범위는 제1 허용 범위를 기준으로 설정된 것일 수 있다. 일 실시예에서, 제2 허용 범위는 온 보드 센서 기준 신호를 기준으로 설정된 제1 허용 범위의 범위 치보다 작은 범위로 설정될 수 있다.S 407의 확인 결과, 직류 성분 차이가 기 설정된 제2 허용 범위 이내인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 상태를 제1 불완전 소자 상태로 판단할 수 있다(S 409).

[168] 제1 불완전 소자 상태는 도 7을 참조하면, 함정의 운항 시간 경과에 따라 선체에 가해지는 열적 및 기계적 스트레스 또는 함정에 탑재된 장비의 변화에 의해 선체 자화 분포의 변화가 발생한 것으로, 정상 소자 상태에 비하여 일정한 옵셋 형태의 신호 크기가 나타나게 된다. 제1 불완전 소자 상태는 영구 자기장을 추가 보상해야 하는 것으로 분류될 수 있다.

[169] S 407의 확인 결과, 직류 성분 차이가 기 설정된 제2 허용 범위를 벗어난 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 상태를 제2 불완전 소자 상태로 판단할 수 있다(S 411).

[170] 제2 불완전 소자 상태는 도 7을 참조하면, 예를 들어 함정의 침로각 변경에 따른 지자계 조건의 변화로 기인한 유도 자기장 성분에 대해 보상이 제대로 시행되지 않아 나타난 것으로, 제1 불완전 소자 상태에 비하여 추가적인 옵셋 형태의 신호

크기가 나타나게 된다. 제2 불완전 소자 상태는 유도 자기장을 추가 보상해야 하는 것으로 분류될 수 있다.

[171] S 405의 확인 결과, 직류 성분 차이가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 온 보드 센서 측정 신호의 교류 성분과 온 보드 센서 기준 신호의 교류 성분 간의 차이(교류 성분 차이)가 기 설정된 제3 허용 범위 이내인지를 확인할 수 있다(S 413).

[172] S 413의 확인 결과, 교류 성분 차이가 기 설정된 제3 허용 범위를 벗어난 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 상태를 제3 불완전 소자 상태로 판단할 수 있다(S 415).

[173] 제3 불완전 소자 상태는 도 7을 참조하면, 예를 들어 함정의 롤링 또는 피칭 등에 의해 발생하는 와전류 자기장 성분에 대해 보상이 제대로 시행되지 않아 나타난 것으로, 정상 소자 상태에서 허용 범위를 벗어나는 교류 성분의 신호 크기가 나타나게 된다. 제3 불완전 소자 상태는 와전류 자기장을 추가 보상해야 하는 것으로 분류될 수 있다.

[174] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 교류 성분의 신호에 해당하는 주파수 대역의 분석을 통해 와전류 자기장의 발생 원인을 분석할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨팅 장치(12)는 0.3~1Hz의 신호는 함정의 롤링 또는 피칭 등에 의해 발생하는 자기장이고, 3~30Hz의 신호는 프로펠러와 같은 함정의 회전체에 의해 발생하는 자기장이며, 50Hz 이상 신호는 함내 전력기기 및 케이블 배선 등에 의해 발생하는 자기장임을 확인할 수 있다.

[175] 한편, 함정의 소자 상태가 제1 불완전 소자 상태 또는 제2 불완전 소자 상태로 판단된 경우에도, 함정의 소자 상태가 제3 불완전 소자 상태인지 여부를 추가적으로 판단하는 과정을 수행할 수도 있다.

[176] S 413의 확인 결과, 교류 성분 차이가 기 설정된 제3 허용 범위 이내인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 상태를 정상 소자 상태로 판단할 수 있다(S 417). 즉, 직류 성분 차이 및 교류 성분 차이가 모두 기 설정된 허용 범위 이내인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 상태를 정상 소자 상태로 판단할 수 있다. 운항 시간의 변화에 따라 실시간 측정되는 온 보드 센서 신호(온 보드 센서 측정 신호)가 온 보드 센서 기준 신호를 벗어나지 않고 유지하는 경우이다.

[177] 개시되는 실시예에 의하면, 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분 및 교류 성분을 각각 비교하여 함정의 소자 상태를 분류할 수 있고, 함정이 불완전 소자 상태인 경우 소자 상태가 정상이 되도록 소자 처리를 할 수 있게 된다.

[178] 한편, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자(degaussing) 전 수중에 분포하는 자기장의 최대값과 소자 후 운항 시간 경과에 따른 자기장의 최대값 간의 비율을 이용하여 함정의 시간에 따른 소자 성능(degaussing performance)을 평가할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 선폭(ship's beam)에 기초하여 기 설정된 수심에서

의 소자 성능을 평가할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 수학식 8을 통해 함정의 시간에 따른 소자 성능(P(t))을 산출할 수 있다.

[179] (수학식 8)

[180]

$$P(t) = \left(1 - \frac{B'_{max}}{B_{max}}\right) \times 100\%$$

[181] B_{max} : 함정의 소자 전 기 설정된 수심에 분포하는 자기장의 최대값

[182] B'_{max} : 함정의 소자 후 기 설정된 수심에 분포하는 자기장의 최대값

[183] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 소자 처리 방법에 의한 함정의 소자 성능과 기존의 소자 처리 방법에 의한 함정의 소자 성능을 비교한 그래프이다. 본 발명의 실시예에 따른 소자 처리 방법은 정상 소자 이후에 함정의 운항 중 추가로 발생되는 자기장을 보상 전류를 통해 추가 보상을 하는 방식이다. 기존의 소자 처리 방법은 정상 소자 이후에 추가로 발생되는 자기장에 대해 별도의 추가 보상을 하지 않는 방식을 의미한다.

[184] 도 8을 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 자기 처리소에서 함정에 정상 소자를 수행한 시점(t=0)부터 기 설정된 기준 시간을 경과한 현재 시간(t_0)까지 측정된 함정의 소자 성능 데이터를 기반으로 베이시안 기법과 같은 통계적 기계학습 기법을 이용하여 향후 저하되는 함정의 소자 성능의 추세선(그래프에서 실선)을 미래의 특정 시간(t_l)까지 추정할 수 있다. 함정의 소자 성능의 추세선에서 미래의 특정 시간(t_l)의 소자 성능은 측정 데이터에 포함된 불확실성으로 인해 확률밀도 분포함수의 형태를 가지게 된다. 이때, 측정된 소자 성능 데이터의 축적에 따라 예측 정밀도는 향상되게 된다.

[185] 함정에 정상 소자를 수행한 초기(t=0)에는 본 발명의 실시예에 의한 소자 성능과 기존의 방법에 의한 소자 성능 간에 큰 차이가 없으나, 함정의 운행 시간이 기준 시간이 경과되어 현재 시간(t_0)이 되면, 두 방법의 소자 성능 간에 차이가 점점 벌어지는 것을 확인할 수 있다.

[186] 도 8에서 함정의 소자 성능의 임계값(threshold)은 점선으로 표시되어 있으며, 함정의 소자 성능이 시간이 경과할수록 저하되어 임계값에 이르게 되면, 함정의 안정 운항을 위해 자기 처리 수행이 필수적으로 요구된다. 여기서, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 성능의 추세선에 기초하여 함정의 소자 성능의 잔여 수명을 예측할 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 수학식 9를 통해 함정의 소자 성능의 잔여 수명을 예측할 수 있다.

[187] (수학식 9)

[188]

$$RUL = t_e - t_o$$

[189] RUL : 함정의 소자 성능의 잔여 수명(Remaining Useful Life)

[190] t_o: 기 설정된 기준 시간을 경과한 현재 시간

[191] t_e: 함정의 소자 성능이 기 설정된 임계 값에 도달할 것으로 예측되는 시간

[192] 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 성능의 추세선에 기초하여 함정의 소자 성능이 기 설정된 임계 값에 도달할 것으로 예측되는 시간(t_e)을 알 수 있다. 이에 의하면, 본 발명의 실시예에 의한 방법에 의할 때 함정의 소자 성능의 잔여 수명(RUL)이 기존 방법보다 훨씬 길다는 것을 알 수 있다. 이는 본 발명의 실시예에 의한 방법은 함정의 소자 성능을 실시간 감시하여 선체 자화 증가에 따른 자기장 증대를 지속적인 보상 전류에 의해 보상해줌으로써, 함정의 소자 성능을 지속적으로 유지할 수 있기 때문에 가능한 것이다.

[193] 또한, 컴퓨팅 장치(12)는 함정의 소자 성능의 잔여 수명(RUL)에 기초하여 함정의 자기 처리 시기를 결정하고 예측 정비를 할 수 있게 된다.

[194] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 함정의 소자 처리 시스템의 구성을 나타낸 블록도이다.

[195] 도 9를 참조하면, 함정의 소자 처리 시스템(100)은 소자 코일(102), 온 보드 센서(104), 오프 보드 센서(106), 제1 소자 제어 장치(108), 및 제2 소자 제어 장치(110)를 포함할 수 있다.

[196] 소자 코일(102)은 함정에서 3축 방향으로 각각 설치될 수 있다. 소자 코일(102)은 하나 이상의 수직 코일(V-coil), 하나 이상의 종축 코일(L-coil), 및 하나 이상의 횡축 코일(A-coil)을 포함할 수 있다.

[197] 온 보드 센서(104)는 함정에 복수 개가 설치되어 자기장을 측정할 수 있다. 온 보드 센서(104)는 선체의 자화 밀도에 따라 배치되는 위치 및 배치되는 개수가 결정될 수 있다. 온 보드 센서(104)는 측정된 자기장 신호를 제1 소자 제어 장치(108) 또는 제2 소자 제어 장치(110)로 전달할 수 있다. 이때, 자기장 신호에는 온 보드 센서(104)의 식별 정보가 포함될 수 있다.

[198] 오프보드 센서(106)는 자기 처리소에서 기 설정된 수심에 복수 개가 설치되어 함정에 의한 수중 자기장을 측정할 수 있다. 오프보드 센서(106)는 측정된 수중 자기장 정보를 제1 소자 제어 장치(108)로 전달할 수 있다. 이때, 수중 자기장 정보에는 오프보드 센서(106)의 식별 정보가 포함될 수 있다.

[199] 제1 소자 제어 장치(108)는 자기 처리소에서 함정의 운항 전 소자 처리와 관련된 제어를 수행할 수 있다. 제1 소자 제어 장치(108)는 소자 코일(102), 온 보드 센서(104), 및 오프보드 센서(106)와 각각 전기적으로 연결되거나 통신 가능하게 연결되고, 이들을 이용하여 함정의 운항 전 소자 처리 제어를 수행할 수 있다. 제1 소자 제어 장치(108)는 자기장 분리 모듈(111), 소자 전류 산출 모듈(113), 및 기준 데이터 생성 모듈(115)를 포함할 수 있다.

[200] 자기장 분리 모듈(111)은 오프보드 센서(106)에서 측정된 수중 자기장을 발생 원인에 따라 영구 자기장, 유도 자기장, 및 와전류 자기장 성분으로 각각 분리할 수 있다.

[201] 소자 전류 산출 모듈(113)은 자기장 성분 별 소자 처리를 위한 기준 소자 전류 및 교정 인자들을 산출하고, 자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 교정 인자에 기초하여 함정 운항 전 소자 처리를 위한 소자 전류를 산출할 수 있다. 소자 전류 산출 모듈(113)은 산출된 소자 전류를 함정의 각 소자 코일(102)에 인가할 수 있다.

[202] 기준 데이터 생성 모듈(115)은 온 보드 센서 기준 신호 및 코일효과 센서 신호를 생성하여 저장할 수 있다. 기준 데이터 생성 모듈(115)은 자기 처리소에서 함정 운항 전 소자 처리한 후 함정이 정상 소자 상태일 때 온 보드 센서(104)를 통해 함정의 자기장 신호를 측정하여 온 보드 센서 기준 신호를 생성할 수 있다. 기준 데이터 생성 모듈(115)은 소자 코일(102)에 기 설정된 기준 기자력을 인가하였을 때 발생하는 자기장을 온 보드센서(104)에서 측정하여 코일효과 센서신호를 저장할 수 있다.

[203] 제2 소자 제어 장치(110)는 함정의 운항 중 소자 처리와 관련된 제어를 수행할 수 있다. 제2 소자 제어 장치(110)는 운항 정보 획득 모듈(121), 제1 보상 전류 산출 모듈(123), 제2 보상 전류 산출 모듈(125), 소자상태 판단 모듈(127), 및 소자 제어 모듈(129)을 포함할 수 있다.

[204] 운항 정보 획득 모듈(121)은 함정의 운항 중 함정 운항 관련 정보를 획득할 수 있다. 함정 운항 관련 정보는 함정의 위치, 함정의 침로각, 함정의 지자계 정보, 함정의 자세 정보 등을 포함할 수 있다.

[205] 제1 보상 전류 산출 모듈(123)은 함정의 운항 중 선체의 자화 변화로 인해 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출할 수 있다. 제1 보상 전류 산출 모듈(123)은 온 보드 센서 관련 신호(온 보드 센서 측정 신호 및 온 보드 센서 기준 신호) 및 함정 운항 관련 정보에 기초하여 자기장 성분 별 교정인자를 갱신하고, 자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 갱신된 교정 인자들에 기초하여 제1 보상 전류를 산출할 수 있다.

[206] 제2 보상 전류 산출 모듈(125)은 함정의 운항 중 온 보드 센서 신호 변화가 기 설정된 허용 범위를 벗어나는 경우, 온 보드 센서 신호 변화에 대응하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출할 수 있다. 또한, 제2 보상 전류 산출 모듈(125)은 함정의 운항 중 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우, 함정의 소자 상태를 정상 소자 상태로 복원하기 위한 제2 보상 전류를 산출할 수 있다.

[207] 소자 상태 판단 모듈(127)은 함정의 소자 상태를 판단할 수 있다. 소자 상태 판단 모듈(127)은 온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호의 각 직류 성분 및 교류 성분에 기초하여 함정의 소자 상태를 불완전 소자 상태(제1 불완전 소자 상태 내지 제3 불완전 소자 상태) 또는 정상 소자 상태로 판단할 수 있다.

[208] 소자 제어 모듈(129)은 제1 보상 전류 및 제2 보상 전류 중 하나 이상을 이용하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행할 수 있다. 소자 제어 모듈(129)은 제1 보상 전

류를 함정의 소자 코일(102)에 인가하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행할 수 있다. 소자 제어 모듈(129)은 제2 보상 전류를 함정의 소자 코일(102)에 인가하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행할 수 있다. 소자 제어 모듈(129)은 제1 보상 전류와 제2 보상 전류를 합한 혼합형 보상 전류를 함정의 소자 코일(102)에 인가하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행할 수 있다.

[209] 소자 성능 예측 모듈(131)은 함정에 대해 소자(degaussing)를 수행한 후 운항 시간의 경과에 따른 소자 성능을 예측할 수 있다. 소자 성능 예측 모듈(131)은 함정에 소자를 수행한 시점부터 기 설정된 기준 시간까지 측정된 소자 성능 데이터를 기반으로 향후 시간의 경과에 따른 소자 성능을 예측할 수 있다. 소자 성능 예측 모듈(131)은 기준 시간으로부터 함정의 소자 성능이 기 설정된 임계값에 도달하기까지 잔여 수명을 예측할 수 있다.

[210] 본 명세서에서 모듈이라 함은, 본 발명의 기술적 사상을 수행하기 위한 하드웨어 및 상기 하드웨어를 구동하기 위한 소프트웨어의 기능적, 구조적 결합을 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 "모듈"은 소정의 코드와 상기 소정의 코드가 수행되기 위한 하드웨어 리소스의 논리적인 단위를 의미할 수 있으며, 반드시 물리적으로 연결된 코드를 의미하거나, 한 종류의 하드웨어를 의미하는 것은 아니다.

[211] 이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

청구범위

[청구항 1] 하나 이상의 프로세서들, 및
상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비한 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서,
자기 처리소에서 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 단계;
상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하는 단계; 및
상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하는 단계를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 단계는,
기 설정된 수심에 설치된 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하는 단계;
상기 측정된 수중 자기장을 발생 원인에 따라 영구 자기장, 유도 자기장, 및 와전류 자기장 성분으로 각각 분리하는 단계;
상기 분리된 자기장 성분 별로 소자 처리를 위한 기준 소자 전류 및 상기 기준 소자 전류를 교정하기 위한 교정 인자를 각각 산출하는 단계; 및
상기 자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 교정인자들에 기초하여 함정 운항 전 소자 처리를 위한 소자 전류를 산출하는 단계를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 기준 소자 전류는,
상기 영구 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제1 기준 소자 전류, 상기 유도 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제2 기준 소자 전류, 및 상기 와전류 자기장 성분을 상쇄시키기 위한 제3 기준 소자 전류를 포함하고,
상기 교정인자는,
상기 제1 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제1 교정인자, 상기 제2 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제2 교정인자, 및 상기 제3 기준 소자 전류를 교정하기 위한 제3 교정인자를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 4] 청구항 3에 있어서,
상기 제1 보상 전류를 산출하는 단계는,
온 보드 센서 관련 신호를 획득하는 단계;
상기 온 보드 센서 관련 신호 및 상기 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 제1 교정인자 내지 상기 제3 교정인자를 갱신하는 단계; 및

상기 자기장 성분 별 기준 소자 전류, 상기 갱신된 제1 교정인자, 상기 갱신된 제2 교정인자, 및 상기 갱신된 제3 교정인자에 기초하여 상기 제1 보상 전류를 산출하는 단계를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 제1 보상 전류는 하기 수학식에 의해 산출되는, 함정의 소자 처리 방법.
(수학식)

$$I_k^{\mathrm{First}} = (I_k^{PM} \times \alpha') + (I_k^{IM} \times \beta') + (I_k^{EM} \times \gamma')$$

I_k^{First} : k번째 소자 코일의 제1 보상 전류

I_k^{PM} : k번째 소자 코일의 제1 기준 소자 전류

I_k^{IM} : k번째 소자 코일의 제2 기준 소자 전류

I_k^{EM} : k번째 소자 코일의 제3 기준 소자 전류

α' : 갱신된 제1 교정인자

β' : 갱신된 제2 교정인자

γ' : 갱신된 제3 교정인자

[청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 이벤트는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우에 발생하고,
상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는,
온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득하는 단계; 및
상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이에 해당하는 온 보드 센서 신호 변화에 기초하여 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인지를 확인하는 단계를 포함하며,
상기 온 보드 센서 기준 신호는, 상기 함정 운항 전 소자 처리 후 상기 함정의 정상 소자 상태 시 상기 함정에 설치된 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호이고,
상기 온 보드 센서 측정 신호는, 상기 함정의 운항 중 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호인, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 7] 청구항 6에 있어서,
상기 정상 소자 상태인지를 확인하는 단계는,

상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호의 차이가 기 설정된 허용 범위 이내이면 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태인 것으로 판단하고, 상기 차이가 상기 허용 범위를 벗어나면 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 것으로 판단하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 8] 청구항 7에 있어서,
상기 제1 보상 전류는,
상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태일 때 상시적으로 산출하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 9] 청구항 6에 있어서,
상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는,
상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우, 상기 함정의 소자 코일에 임의의 기자력을 인가한다고 가정했을 때 상기 온 보드 센서에서 측정될 것으로 예측되는 온 보드 센서 가정 신호 값을 산출하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 온 보드 센서 가정 신호 값은,
기 설정된 기준 기자력을 상기 소자 코일에 인가하였을 때 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호인 코일효과 센서신호 및 상기 기준 기자력과 임의의 기자력 간의 비율에 기초하여 산출되는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는,
기 설정된 기자력 구속 조건이 없는 상태에서, 상기 온 보드 센서 신호 변화와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력인 진단 기자력을 산출하는 단계; 및
상기 산출된 진단 기자력과 상기 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 상기 기자력 구속 조건을 만족하는 경우, 상기 산출된 진단 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 12] 청구항 11에 있어서,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
상기 산출된 진단 기자력과 상기 제1 보상 전류에 의한 기자력의 합이 상기 기자력 구속 조건을 만족하지 않는 경우, 기 설정된 기자력 구속 조건이 있는 상태에서, 상기 온 보드 센서 신호 변화와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하는 단계; 및
상기 산출한 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 13] 청구항 10에 있어서,

상기 제2 보상 전류를 산출하는 단계는,
기 설정된 기자력 구속 조건이 있는 상태에서, 상기 온 보드 센서 기준 신호와 상기 온 보드 센서 가정 신호 값의 차이가 최소화되도록 하는 임의의 기자력을 산출하는 단계; 및
상기 산출한 기자력에 따른 전류를 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태로 복원하도록 하기 위한 제2 보상 전류로 설정하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 14] 청구항 1에 있어서,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득하는 단계; 및
상기 온 보드 센서 기준 신호와 온 보드 센서 측정 신호에 기초하여 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계를 더 포함하고,
상기 온 보드 센서 기준 신호는, 상기 함정 운항 전 소자 처리 후 상기 함정의 정상 소자 상태 시 상기 함정에 설치된 온 보드 센서에서 측정된 자기장 신호이고,
상기 온 보드 센서 측정 신호는, 상기 함정의 운항 중 상기 온 보드 센서에서 측정되는 자기장 신호인, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 15] 청구항 14에 있어서,
상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는,
상기 온 보드 센서 기준 신호 및 상기 온 보드 센서 측정 신호를 각각 직류 성분 및 교류 성분으로 구분하는 단계; 및
상기 온 보드 센서 기준 신호의 직류 성분 및 교류 성분과 상기 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분 및 교류 성분을 각각 비교하여 상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 16] 청구항 15에 있어서,
상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는,
상기 온 보드 센서 측정 신호의 직류 성분과 상기 온 보드 센서 기준 신호의 직류 성분 간의 차이가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인지 여부를 확인하는 단계;
상기 직류 성분의 차이가 상기 제1 허용 범위를 벗어나는 경우, 상기 직류 성분의 차이가 기 설정된 제2 허용 범위 이내인지 여부를 확인하는 단계; 및
상기 직류 성분의 차이가 상기 제2 허용 범위 이내인 경우, 상기 함정의 소자 상태를 영구 자기장을 보상해야 하는 제1 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 17] 청구항 16에 있어서,
상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는,

상기 직류 성분의 차이가 상기 제2 허용 범위를 벗어난 경우, 상기 함정의 소자 상태를 유도 자기장을 보상해야 하는 제2 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 18] 청구항 17에 있어서,
상기 함정의 소자 상태를 판단하는 단계는,
상기 직류 성분의 차이가 기 설정된 제1 허용 범위 이내인 경우, 상기 온 보드 센서 측정 신호의 교류 성분과 상기 온 보드 센서 기준 신호의 교류 성분 간의 차이가 기 설정된 제3 허용 범위 이내인지를 확인하는 단계; 및
상기 교류 성분의 차이가 기 설정된 제3 허용 범위를 벗어난 경우, 상기 함정의 소자 상태를 와전류 자기장을 보상해야 하는 제3 불완전 소자 상태인 것으로 판단하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 19] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 보상 전류는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태일 때 상시적으로 산출하고,
상기 이벤트는, 상기 함정의 소자 상태가 정상 소자 상태가 아닌 경우에 발생하며,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
상기 제1 보상 전류와 상기 제2 보상 전류를 합하여 혼합형 보상 전류를 산출하는 단계; 및
상기 혼합형 보상 전류를 상기 소자 코일에 인가하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 20] 청구항 1에 있어서,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
상기 자기 처리소에서 소자 처리를 하기 이전에 특정 수심에 분포하는 자기장을 측정하는 단계;
상기 자기 처리소에서 소자 처리를 한 후 상기 함정의 운항 중 특정 수심에 분포하는 자기장을 측정하는 단계; 및
상기 소자 처리 이전의 특정 수심에 분포하는 자기장과 상기 소자 처리 이후의 특정 수심에 분포하는 자기장 간의 비율에 기초하여 상기 함정의 운항 시간에 따른 소자 성능(degaussing performance)을 평가하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 21] 청구항 20에 있어서,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
상기 자기 처리소에서 소자 처리를 수행한 시점부터 기 설정된 기준 시간까지 상기 함정의 소자 성능을 측정하는 단계; 및
상기 소자 처리를 수행한 시점부터 상기 기준 시간까지 측정된 상기 함정의 소자 성능에 대한 데이터를 기반으로 상기 기준 시간 이후 미래의 특정

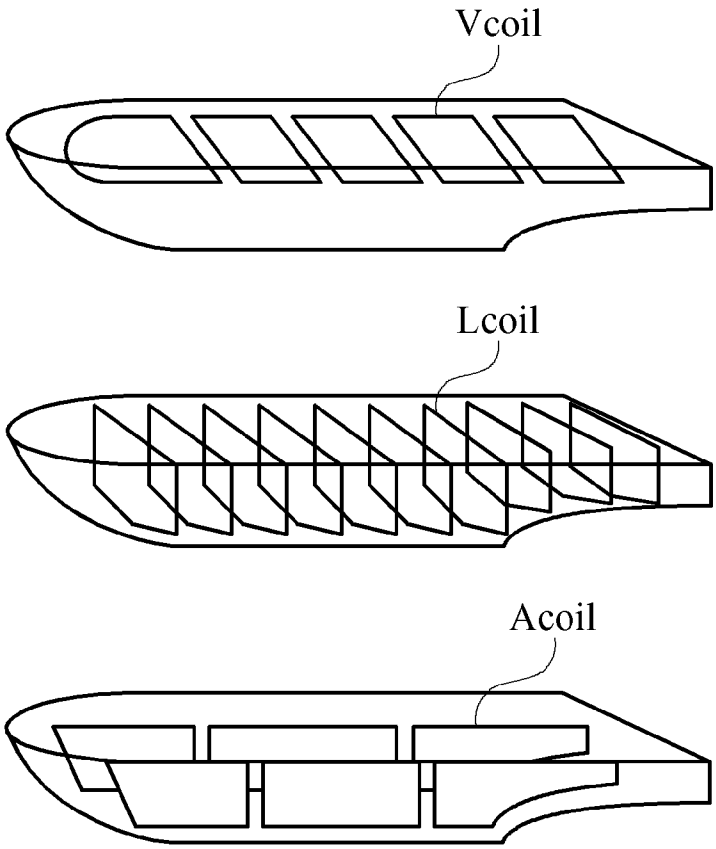
시간까지 상기 함정의 소자 성능을 예측하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

[청구항 22] 청구항 21에 있어서,
상기 함정의 소자 처리 방법은,
상기 미래의 특정 시간까지 예측된 상기 함정의 소자 성능에 기초하여 상기 기준 시간으로부터 상기 함정의 소자 성능의 잔여 수명 및 자기 처리 시기 중 하나 이상을 예측하는 단계를 더 포함하는, 함정의 소자 처리 방법.

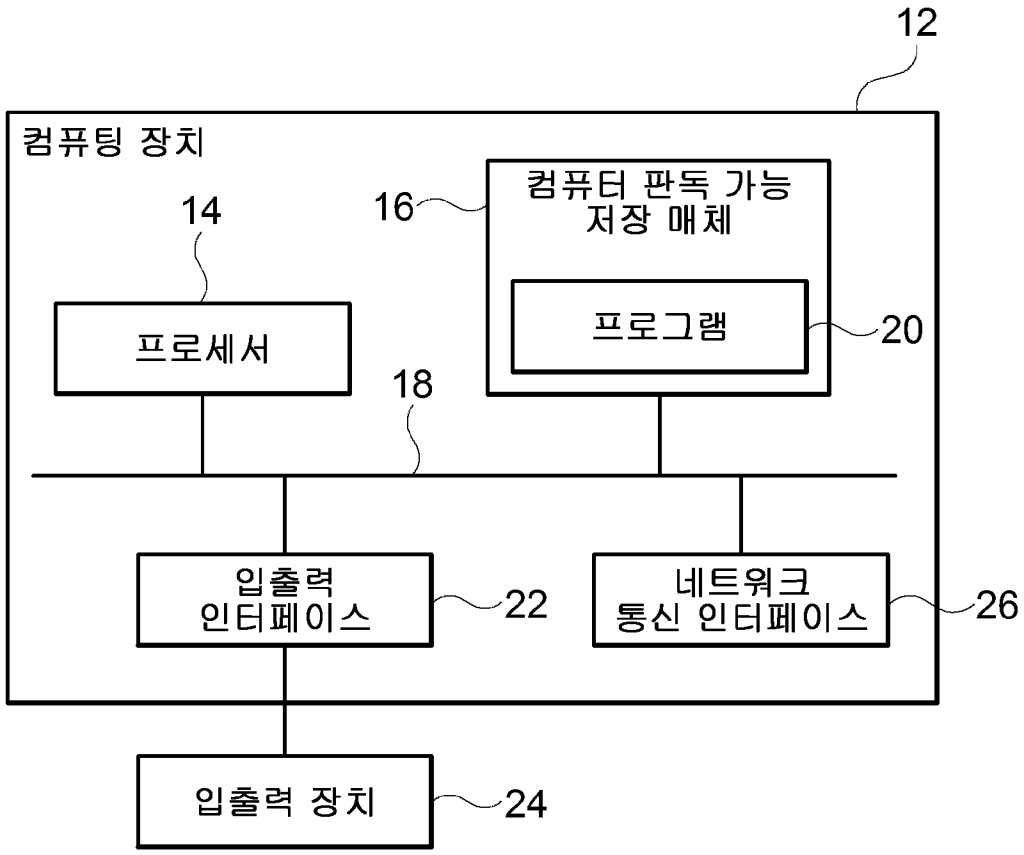
[청구항 23] 자기 처리소에서 함정의 운항 전 소자 처리와 관련된 제어를 수행하는 제1 소자 제어 장치 및 함정의 운항 중 소자 처리와 관련된 제어를 수행하는 제2 소자 제어 장치를 포함하는 함정의 소자 처리 장치로서,
상기 제1 소자 제어 장치는,
자기 처리소에서 기 설정된 수심에 설치된 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하고, 상기 측정된 수중 자기장을 상쇄시키기 위한 소자 전류를 산출하며, 산출한 소자 전류를 상기 함정에 설치된 소자 코일에 인가하여 함정 운항 전 소자 처리를 수행하고,
상기 제2 소자 제어 장치는,
상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하고, 상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하는, 함정의 소자 처리 장치.

[청구항 24] 함정에 설치되는 소자 코일;
상기 함정에 설치되어 자기장을 측정하는 온 보드 센서;
자기 처리소의 기 설정된 수심에 설치되어 자기장을 측정하는 오프보드 센서;
상기 자기 처리소에서 상기 오프보드 센서를 통해 함정의 수중 자기장을 측정하고, 상기 측정된 수중 자기장을 상쇄시키기 위한 소자 전류를 산출하며, 산출한 소자 전류를 상기 소자 코일에 인가하여 함정 운항 전 소자 처리를 수행하는 제1 소자 제어 장치; 및
상기 함정의 함정 운항 관련 정보에 기초하여 상기 함정의 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제1 보상 전류를 산출하고, 상기 함정의 운항 중 기 설정된 이벤트 발생에 따라 상기 운항 중 발생하는 자기장을 보상하기 위한 제2 보상 전류를 산출하여 함정 운항 중 소자 처리를 수행하는 제2 소자 제어 장치를 포함하는, 함정의 소자 처리 시스템.

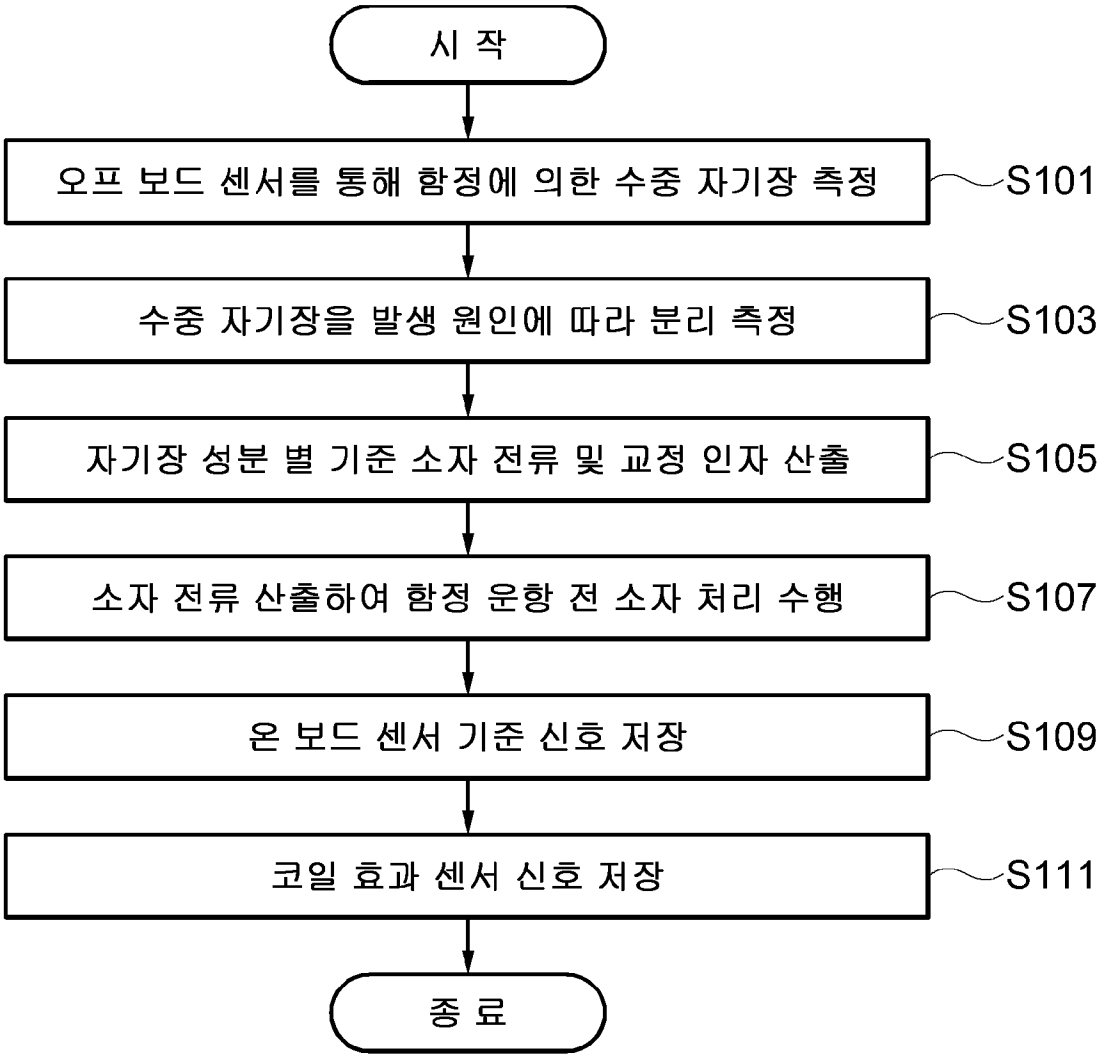
[도1]


Vcoil
Lcoil
Acoil

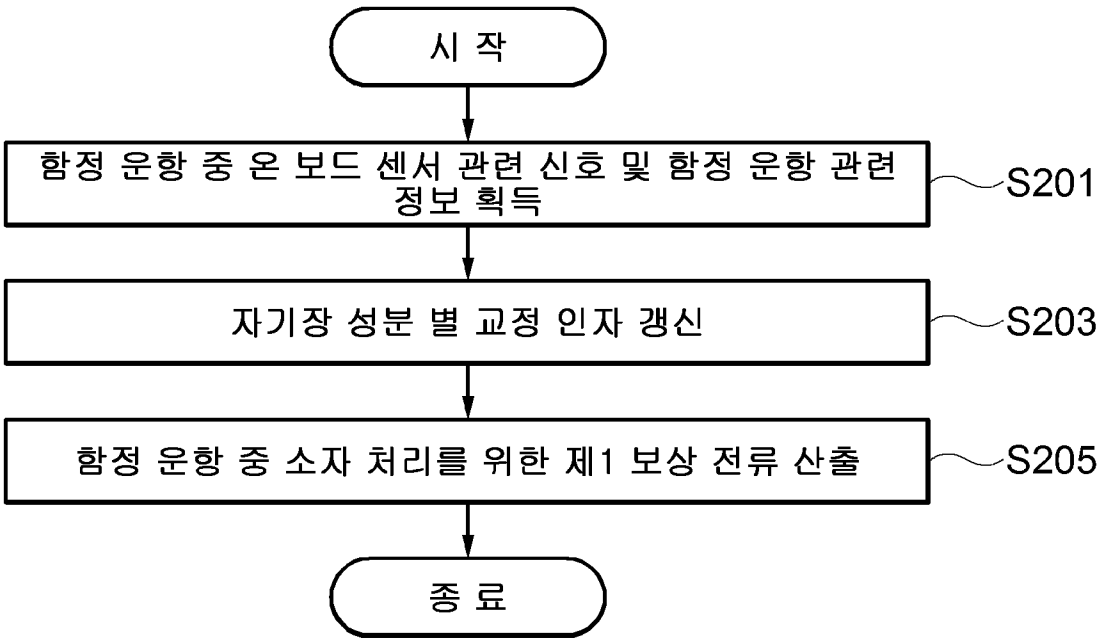
[도2]


10
12
컴퓨팅 장치
14
16
컴퓨터 판독 가능
저장 매체
프로세서
프로그램
20
18
입출력
인터페이스
22
네트워크
통신 인터페이스
26
입출력 장치
24

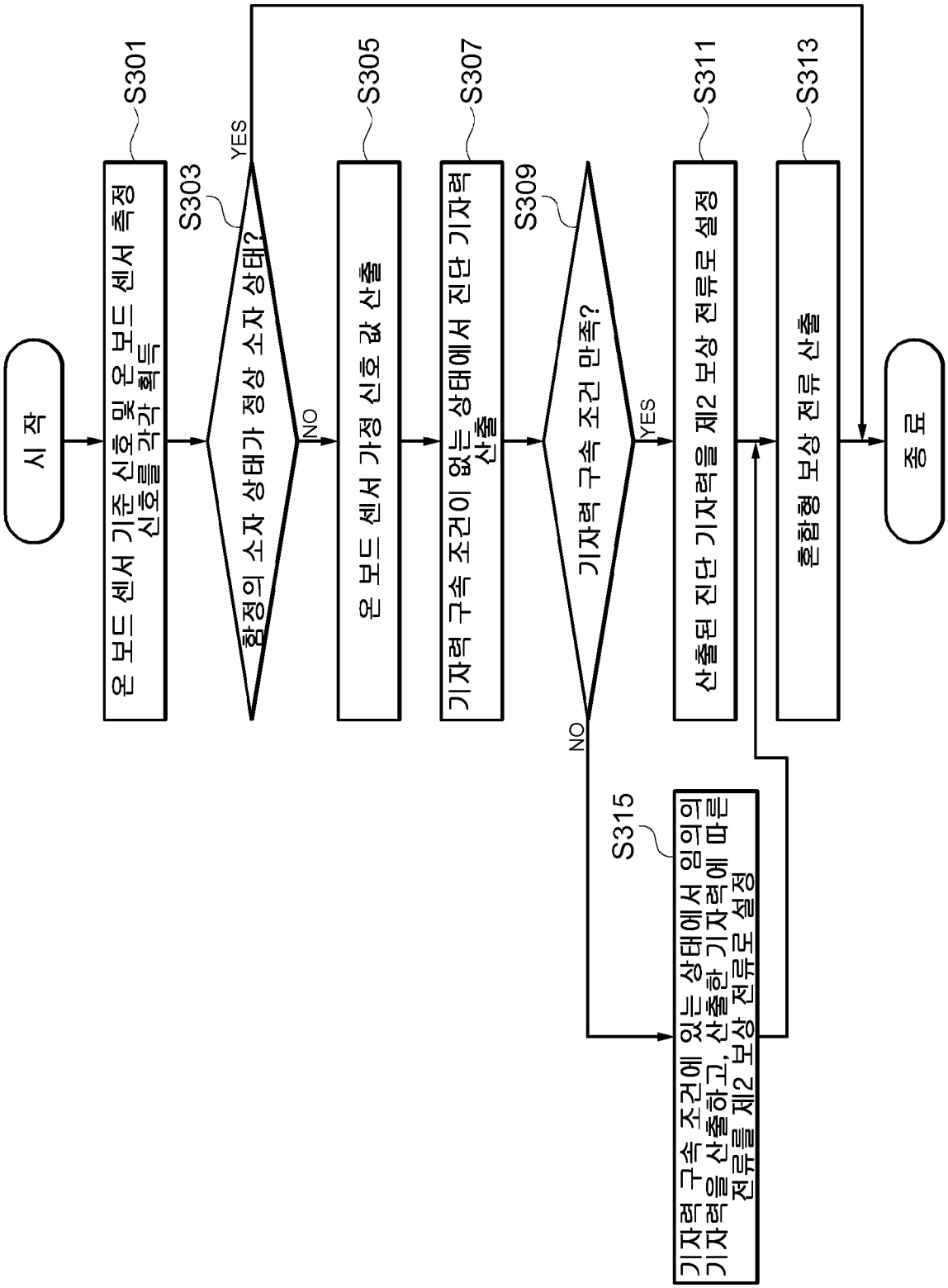
[도3]


시 작
오프 보드 센서를 통해 함정에 의한 수중 자기장 측정
S101
수중 자기장을 발생 원인에 따라 분리 측정
S103
자기장 성분 별 기준 소자 전류 및 교정 인자 산출
S105
소자 전류 산출하여 함정 운항 전 소자 처리 수행
S107
온 보드 센서 기준 신호 저장
S109
코일 효과 센서 신호 저장
S111
종 료

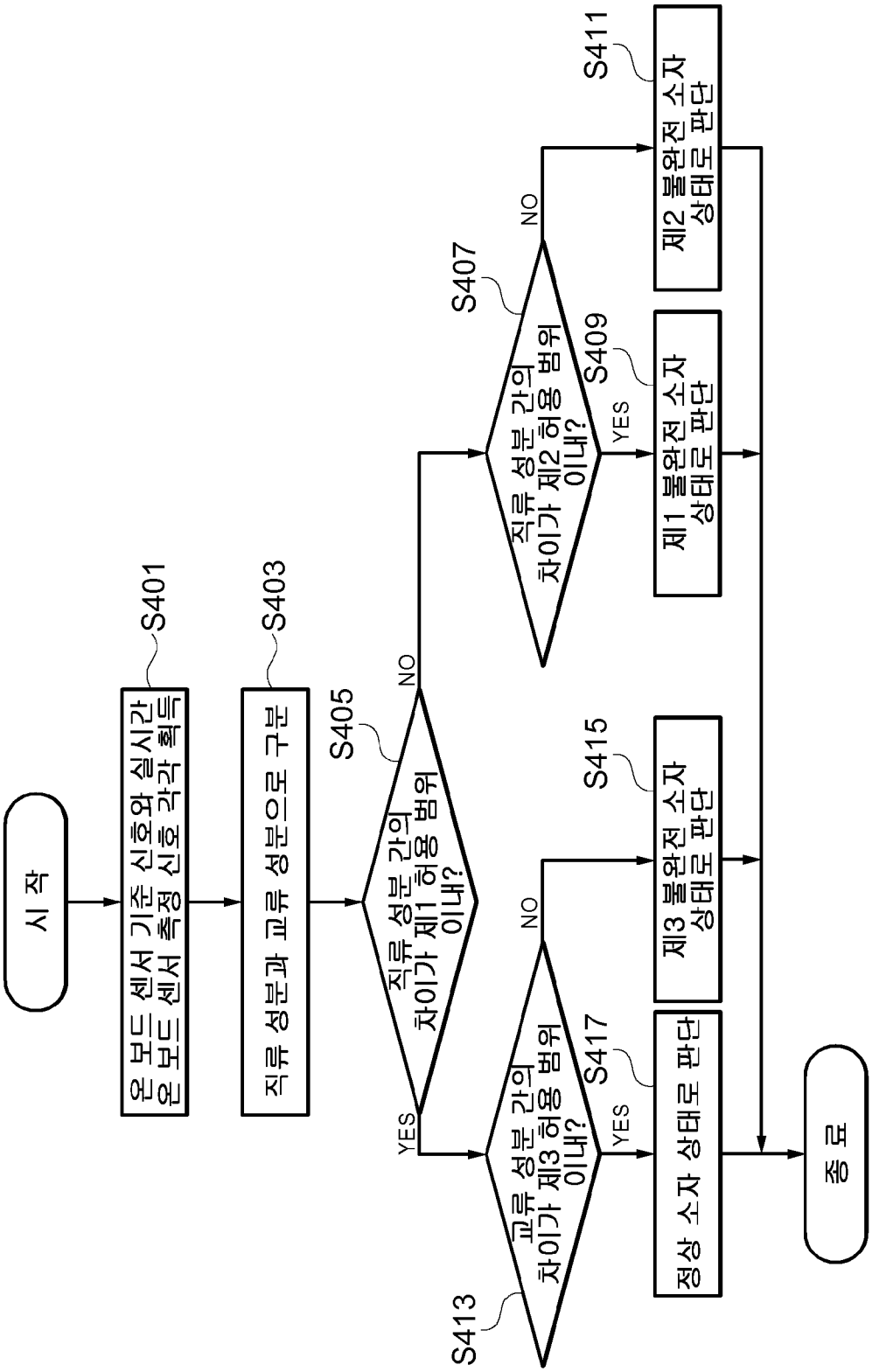
[도4]


시 작
함정 운항 중 온 보드 센서 관련 신호 및 함정 운항 관련 정보 획득
S201
자기장 성분 별 교정 인자 갱신
S203
함정 운항 중 소자 처리를 위한 제1 보상 전류 산출
S205
종 료

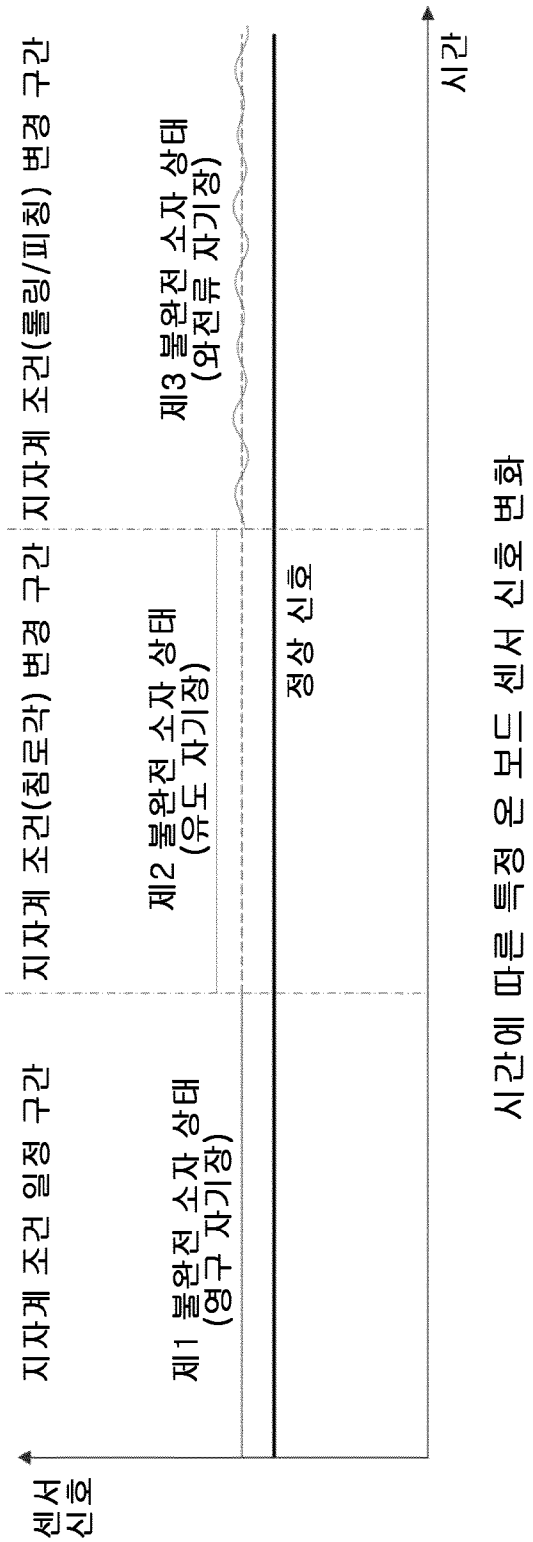
[도5]


시 작
온 보드 센서 기준 신호 및 온 보드 센서 측정 신호를 각각 획득
S301
함정의 소자 상태가 정상 소자 상태?
S303
YES
NO
온 보드 센서 가정 신호 값 산출
S305
기자력 구속 조건이 없는 상태에서 진단 기자력 산출
S307
기자력 구속 조건 만족?
S309
YES
NO
산출된 진단 기자력을 제2 보상 전류로 설정
S311
혼합형 보상 전류 산출
S313
종 료
기자력 구속 조건에 있는 상태에서 임의의 기자력을 산출하고, 산출한 기자력에 따른 전류를 제2 보상 전류로 설정
S315

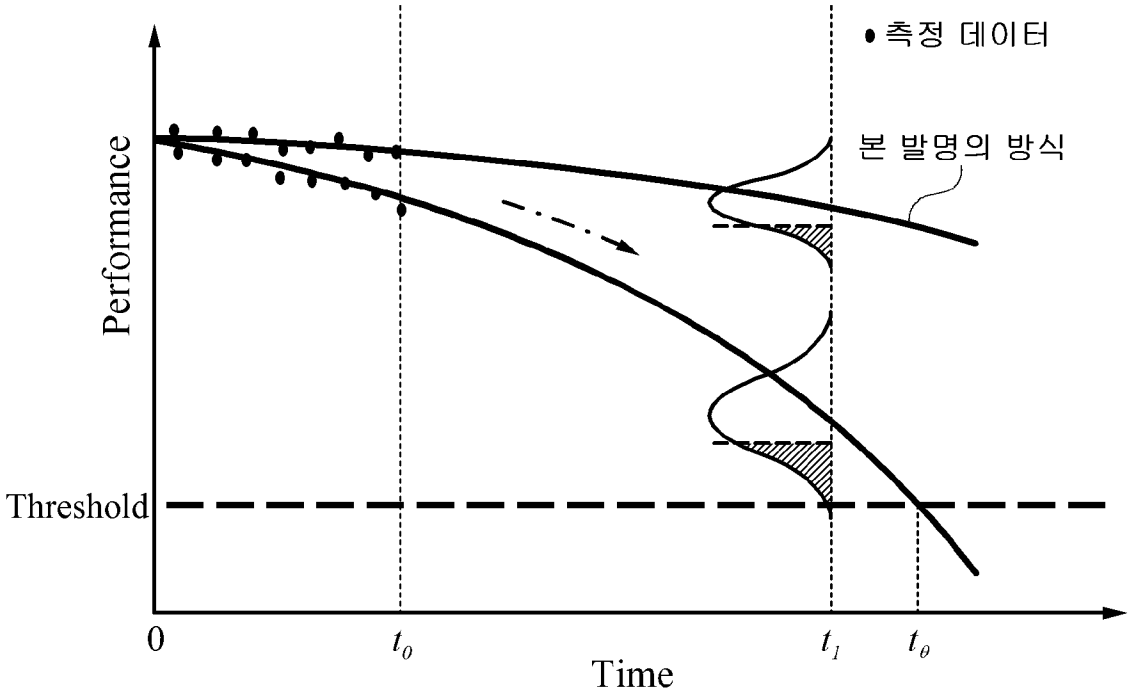
[도6]


시 작
S401
온 보드 센서 기준 신호와 실시간 온 보드 센서 측정 신호 각각 획득
S403
직류 성분과 교류 성분으로 구분
S405
직류 성분 간의 차이가 제1 허용 범위 이내?
NO
YES
S407
직류 성분 간의 차이가 제2 허용 범위 이내?
NO
YES
S409
제1 불완전 소자 상태로 판단
S411
제2 불완전 소자 상태로 판단
S413
교류 성분 간의 차이가 제3 허용 범위 이내?
NO
YES
S415
제3 불완전 소자 상태로 판단
S417
정상 소자 상태로 판단
종 료

[도7]

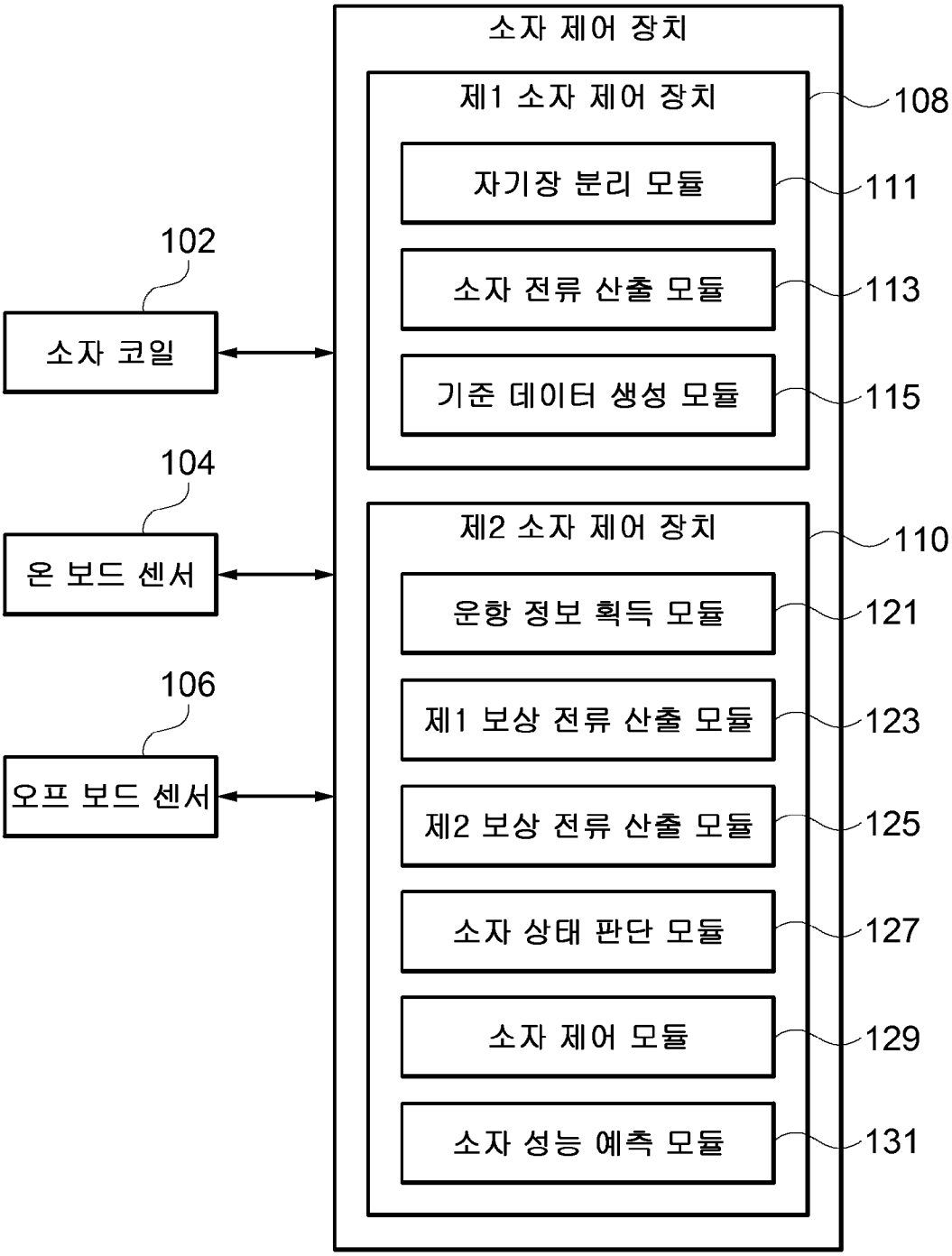

센서 신호
지자계 조건 일정 구간
지자계 조건(침로각) 변경 구간
지자계 조건(롤링/피칭) 변경 구간
제1 불완전 소자 상태 (영구 자기장)
제2 불완전 소자 상태 (유도 자기장)
제3 불완전 소자 상태 (와전류 자기장)
정상 신호
시간
시간에 따른 특정 온 보드 센서 신호 변화

[도8]



[도9]

100


소자 제어 장치
제1 소자 제어 장치
108
자기장 분리 모듈
111
소자 전류 산출 모듈
113
기준 데이터 생성 모듈
115
102
소자 코일
104
온 보드 센서
제2 소자 제어 장치
110
운항 정보 획득 모듈
121
106
제1 보상 전류 산출 모듈
123
오프 보드 센서
제2 보상 전류 산출 모듈
125
소자 상태 판단 모듈
127
소자 제어 모듈
129
소자 성능 예측 모듈
131

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/007139

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63G 9/06(2006.01)i; **B63B 79/30**(2020.01)i; **B63B 79/10**(2020.01)i; **G01R 33/02**(2006.01)i; **G01R 15/20**(2006.01)i; **G01R 33/00**(2006.01)i; **H01L 29/82**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B63G 9/06(2006.01); F41H 3/00(2006.01); G01R 31/08(2006.01); G01S 19/07(2010.01); G01S 19/18(2010.01); H01F 13/00(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 컴퓨터(computer), 전류(current), 탈자(deperming), 소자 코일(degaussing coil), 잠수함(submarine)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-1965843 B1 (LIG NEX1 CO., LTD.) 05 April 2019 (2019-04-05) See paragraphs [0008], [0066] and [0094].	1-4,6-8,14,19,23-24
A		5,9-13,15-18,20-22
Y	KR 10-1614041 B1 (LIG NEX1 CO., LTD.) 20 April 2016 (2016-04-20) See paragraphs [0030] and [0041]-[0065].	1-4,6-8,14,19,23-24
Y	KR 10-1551726 B1 (AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT) 10 September 2015 (2015-09-10) See paragraphs [0016]-[0019] and [0046]-[0053].	1-4,6-8,14,19,23-24
A	KR 10-1447952 B1 (AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT) 13 October 2014 (2014-10-13) See paragraphs [0040]-[0084] and figures 2-3.	1-24
A	JP 2007-106140 A (YO ENGINEERING K.K.) 26 April 2007 (2007-04-26) See claim 1.	1-24

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
25 September 2024	**25 September 2024**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/007139

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MUN et al. Indirect Calibration Method of Closed-Loop Degaussing Coil Currents for a Ferromagnetic Surface Ship. In: COMPUMAG 2023. See pages 1-8. (This document is a document `declaring exceptions to lack of novelty` in an earlier application that serves as a basis for claiming priority of the present international application.)	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/007139

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-1965843 B1	05 April 2019	None	
KR 10-1614041 B1	20 April 2016	None	
KR 10-1551726 B1	10 September 2015	None	
KR 10-1447952 B1	13 October 2014	None	
JP 2007-106140 A	26 April 2007	None	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/007139

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B63G 9/06(2006.01)i; **B63B 79/30**(2020.01)i; **B63B 79/10**(2020.01)i; **G01R 33/02**(2006.01)i; **G01R 15/20**(2006.01)i; **G01R 33/00**(2006.01)i; **H01L 29/82**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B63G 9/06(2006.01); F41H 3/00(2006.01); G01R 31/08(2006.01); G01S 19/07(2010.01); G01S 19/18(2010.01); H01F 13/00(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 컴퓨터(computer), 전류(current), 탈자(deperming), 소자 코일(degaussing coil), 잠수함(submarine)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-1965843 B1 (엘아이지넥스원 주식회사) 2019.04.05 단락 [0008], [0066], [0094]	1-4,6-8,14,19,23-24
A		5,9-13,15-18,20-22
Y	KR 10-1614041 B1 (엘아이지넥스원 주식회사) 2016.04.20 단락 [0030], [0041]-[0065]	1-4,6-8,14,19,23-24
Y	KR 10-1551726 B1 (국방과학연구소) 2015.09.10 단락 [0016]-[0019], [0046]-[0053]	1-4,6-8,14,19,23-24
A	KR 10-1447952 B1 (국방과학연구소) 2014.10.13 단락 [0040]-[0084] 및 도면 2-3	1-24
A	JP 2007-106140 A (YO ENGINEERING K.K.) 2007.04.26 청구항 1	1-24

☑ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년09월25일(25.09.2024)	**2024년09월25일(25.09.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

박태욱

전화번호 **+82-42-481-3405**

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/007139

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	Mun 등. Indirect Calibration Method of Closed-Loop Degaussing Coil Currents for a Ferromagnetic Surface Ship. In: COMPUMAG, 2023 페이지 1-8 (위 문헌은 본국제출원의 우선권주장의 기초가 되는 선출원에서 `공지예외주장`된 문헌임.)	1-24

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/007139

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1965843 B1	2019/04/05	없음	
KR 10-1614041 B1	2016/04/20	없음	
KR 10-1551726 B1	2015/09/10	없음	
KR 10-1447952 B1	2014/10/13	없음	
JP 2007-106140 A	2007/04/26	없음	