(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0111406
(43) 공개일자 2018년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 9/04 (2018.01) *H01Q 1/08* (2018.01)
H01Q 1/24 (2006.01) *H01Q 1/34* (2015.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 9/0407 (2013.01)
H01Q 1/085 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0053625
(22) 출원일자 2017년04월26일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020170042172 2017년03월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인
삼성에스디에스 주식회사
서울특별시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동)
주식회사 지엔오션
부산광역시 강서구 녹산산단 335로 24-8 ,208호(툴옵스상가)
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
송성학
서울특별시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS West Campus)
전중배
서울특별시 송파구 올림픽로35길 125 (신천동, 삼성SDS West Campus)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인가산

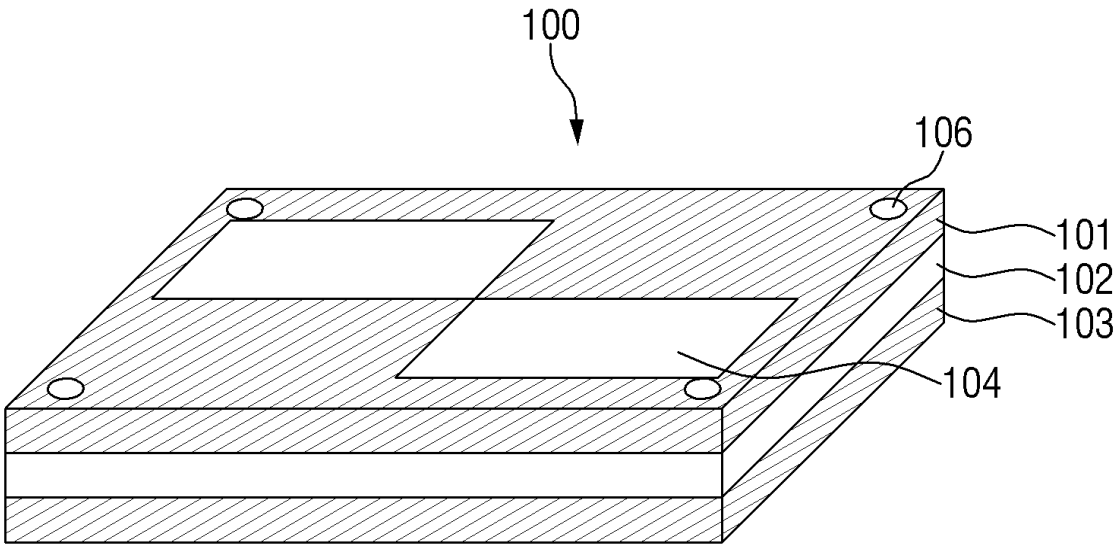
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **표면파(Surface wave) 패치 안테나 및 통신 장치**

(57) 요 약

금속판의 표면파에 대한 패치형 안테나가 제공된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표면파 패치 안테나는, 상기 표면파에 의한 전자계가 형성되도록 평면층과 패턴층 사이에 삽입되는 유전층, 상기 유전층의 제1 면에 배치되며, 상기 유전층에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지하는 상기 평면층, 및 상기 유전층의 제2 면에 배치되며, 상기 표면파가 특정 공진 주파수를 갖도록 하는 윈도우가 형성되고, 상기 금속판에 접촉되어 상기 표면파가 전파되도록 하는 상기 패턴층을 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01Q 1/24 (2013.01)
H01Q 1/34 (2018.05)
(72) 발명자
변영재
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과학기술원
박철균
서울특별시 서초구 명달로 19, 602호 (서초타운)

명 세 서

청구범위

청구항 1

금속판의 표면파에 대한 패치형 안테나에 있어서,

상기 표면파에 의한 전자계가 형성되도록 평면층과 패턴층 사이에 삽입되는 유전층;

상기 유전층의 제1 면에 배치되며, 상기 유전층에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지하는 상기 평면층; 및

상기 유전층의 제2 면에 배치되며, 상기 표면파의 파장을 고려하여 설계된 윈도우가 형성되고, 상기 금속판에 접촉되어 상기 표면파가 전파되도록 하는 상기 패턴층을 포함하는,

표면파 패치 안테나.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 패턴층은 길이 d를 가지는 단위 구조가 반복되는 것이고, 상기 단위 구조는 하나의 상기 윈도우를 포함하며,

상기 길이 d는 상기 표면파의 파장을 이용하여 결정된 것인,

표면파 패치 안테나.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 표면파의 파장은 상기 길이 d보다 큰,

표면파 패치 안테나.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 표면파의 파장은 상기 길이 d의 2 이상의 정수 배인,

표면파 패치 안테나.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 패턴층의 윈도우는 제1 윈도우 및 제2 윈도우를 포함하고,

상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 상기 패턴층의 중심점을 기준으로 상호 대칭으로 형성된 것인,

표면파 패치 안테나.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 패턴층은 사각형 모양으로 형성되고,

상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 사각형 모양으로 형성되며,

상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 상기 패턴층의 대각선상에 배치되고, 상기 패턴층의 중심점을 기준으로 상호 대칭으로 형성된 것인,

표면파 패치 안테나.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 패턴층, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우의 오리엔테이션(orientation)은 모두 동일한,

표면파 패치 안테나.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 패턴층의 가로길이(L)과 세로길이(W)는 아래의 계산식으로 결정되고,

L=0.005*λ, W=0.00125*λ(단, λ는 빛의 속도(c)를 상기 특정 공진 주파수로 나눈 값)

상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우 각각은 동일한 가로길이(n) 및 세로길이(k)를 가지고, 상기 가로길이(n) 및 세로길이(k)는 아래의 계산식으로 결정되는

n=0.0024*λ, k=0.0004*λ(단, λ는 빛의 속도(c)를 상기 특정 공진 주파수로 나눈 값),

표면파 패치 안테나.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 유전층의 재질은 탄소 섬유인 표면파 패치 안테나.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 패턴층이 상기 금속판에 부착될 수 있도록 하는 탈착 장치를 더 포함하는 표면파 패치 안테나.

청구항 11

표면파에 의한 전자계가 형성되도록 평면층과 패턴층 사이에 삽입되는 유전층과, 상기 유전층에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지하는 상기 평면층과, 상기 표면파가 특정 공진 주파수를 갖도록 하는 윈도우가 형성되고, 금속판에 접촉되어 상기 표면파가 전파되도록 하는 상기 패턴층을 포함하는 표면파 패치 안테나;

휩 안테나; 및

상기 표면파 패치 안테나 및 상기 휩 안테나로부터 제공 받은 신호를 처리하여 외부 장치에 제공하는 신호 처리부를 포함하는,

하이브리드 안테나.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 신호 처리부는,

상기 휩 안테나로부터 수신되는 제1 신호와, 상기 표면파 패치 안테나로부터 수신되는 제2 신호 중 하나를 선택하여 상기 외부 장치에 제공하는,

하이브리드 안테나.

청구항 13

제11 항에 있어서,

상기 외부 장치는 제1 무선 단말과 제2 무선 단말 사이의 무선 통신을 리피팅(repeating)하는 중계기인,

하이브리드 안테나.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 표면파를 이용한 안테나 및 통신 장치에 관한 것이다. 보다 자세하게는, 표면파 패치 안테나를 이용하여 RF 음영 구역에서 전파 송수신율을 높이고, 더 나아가 휩 안테나를 하이브리드 형식으로 결합하여 원거리에서 무전기 통신을 원활하게 하기 위한 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 선박 내부의 격실은 금속판으로 외부 공간에 대하여 밀폐되어 있고, 상기 금속판에 의한 차폐 효과로 인해 RF 음영 구역이 생겨 아날로그 무전기를 통한 통신이 불가능하다.

[0003] 상기 문제점을 극복하기 위하여 전자파 신호의 증폭을 위한 리피터(재생 중계 장치)를 사용하거나 중간에 작업자가 작업명령을 전달하는 형태로 무전기의 통신구간을 넓히고 있다. 그러나, 이러한 해결책은 원거리간 통신에 있어서 근본적인 해결책이 될 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 금속판에 대하여 표면파를 발생시키거나, 금속판으로부터 표면파를 흡수하는 표면파 패치 안테나를 이용하여 RF 음영구역에서 전파를 송신 또는 수신 할 수 있는 안테나 장치를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는, 휩 안테나(휩 antenna)와 표면파 패치 안테나를 결합한 하이브리드 안테나를 이용하여 전파 송수신율을 높이고, 원거리에서도 무전기 통신이 가능한 시스템을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 또 다른 기술적 과제는, 선박의 격실이나 갑판 위에 2개 이상의 상기 하이브리드 안테나 및 통신 중계기를 설치하여 상기 선박에서 무전기 통신영역을 확장시킬 수 있는 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명의 기술분야에서의 통상의 기술자에게 명확하게 이해 될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속판의 표면파에 대한 패치형 안테나는, 상기 표면파에 의한 전자계가 형성되도록 평면층과 패턴층 사이에 삽입되는 유전층과, 상기 유전층의 제1 면에 배치되며, 상기 유전층에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지하는 상기 평면층과, 상기 유전층의 제2 면에 배치되며, 상기 표면파를 발생시키도록 하는 윈도우가 형성되고, 상기 금속판에 접촉되어 상기 표면파가 전파되도록 하는 상기 패턴층을 포함한다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 패턴층은 무한대 소멸파 발생 모드(Infinite Evanescent Mode)를 위하여 설계될 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 패턴층의 윈도우는 제1 윈도우 및 제2 윈도우를 포함한다. 이 때, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 상기 패턴층의 중심점을 기준으로 상호 대칭으로 형성된 것이다. 상기 패턴층은 사각형 모양으로 형성되고, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 사각형 모양으로 형성되며, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우는 상기 패턴층의 대각선상에 배치되고, 상기 패턴층의 중심점을 기준으로 상호 대칭으로 형성된 것일 수 있다. 오리엔테이션(orientation)은 패턴층 상에서 배열되는 윈도우의 방향을 의미한다. 상기 패턴층, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우의 오리엔테이션(orientation)은 모두 동일할 수 있다. 오리엔테이션이 동일하다면, 상기 제 1 윈도우 및 상기 제 2 윈도우가 서로 나란히 상기 패턴층 상에서 배열되는 것을 의미한다. 상기 패턴층의 가로길이(L)과 세로길이(W)는 $L=0.005*\lambda$, $W=0.00125*\lambda$(단, λ는 빛의 속도(c)를 상기 특정 공진 주파수로 나눈 값)의 계산식으로 결정되고, 상기 제1 윈도우 및 상기 제2 윈도우 각각은 동일한 가로길이(n) 및 세로길이(k)를 가지고, 상기 가로길이(n) 및 세로길이(k)는 $n=0.0024*\lambda$, $k=0.0004*\lambda$(단, λ는 빛의 속도(c)를 상

기 특정 공진 주파수로 나눈 값)의 계산식으로 결정될 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 유전층의 재질은 탄소 섬유일 수 있다.

[0012] 일 실시예에서, 상기 표면파 패치 안테나는, 상기 패턴층이 금속판에 부착될 수 있도록 하는 탈착 장치를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 안테나는, 표면파에 의한 전자계가 형성되도록 평면층과 패턴층 사이에 삽입되는 유전층과, 상기 유전층에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지하는 상기 평면층과, 상기 표면파가 특정 공진 주파수를 갖도록 하는 윈도우가 형성되고, 금속판에 접촉되어 상기 표면파가 전파되도록 하는 상기 패턴층을 포함하는 표면파 패치 안테나와, 휩 안테나와, 상기 표면파 패치 안테나 및 상기 휩 안테나로부터 제공 받은 신호를 처리하여 외부 장치에 제공하는 신호 처리부를 포함한다.

[0014] 일 실시예에서, 상기 신호 처리부는, 상기 휩 안테나로부터 수신되는 제1 신호와, 상기 표면파 패치 안테나로부터 수신되는 제2 신호 중 하나를 선택하여 상기 외부 장치에 제공할 수 있다.

[0015] 일 실시예에서, 상기 외부 장치는 제1 무선 단말과 제2 무선 단말 사이의 무선 통신을 리피팅(repeating)하는 중계기일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 표면파 패치 안테나가 금속판에 표면파를 발생 또는 흡수하여 RF 음영구역에서 무전기 통신의 전파 송수신율을 높일 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 표면파 패치 안테나는 탈착 장치를 구비하여 상기 표면파 패치 안테나 배치의 제한이 없고, 설치 및 회수에 용이함을 제공한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 표면파 패치 안테나와 휩 안테나가 결합된 하이브리드 안테나를 이용하여 RF 음영구역에서 통신을 가능하게 하며, 통신의 영역을 확장시킬 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 하이브리드 안테나는 대형선박 내에서 다양한 배치가 가능하다. 따라서, 원거리 통신 및 선택적 통신구역 설정이 가능하다.

[0020] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표면파 패치 안테나의 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 표면파 패치 안테나의 분해 사시도이다.

도 3은 도 1에 도시된 표면파 패치 안테나의 측면도이다.

도 4는 도 1에 도시된 표면파 패치 안테나가 금속판에 접촉되는 면의 형상을 설명하기 위한 평면도이다.

도 5a 및 도 5b는 무한대 소멸파 모드의 발생 원리 및 상기 원리에 기초한 패턴층의 설계 원리를 설명하기 위한 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 안테나와 통신 중계기 사이의 연결 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무전기 통신 중계 장치의 블록 구성도이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 통신 시스템의 블록 구성도이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 통신 시스템의 블록 구성도이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박을 도시하는 도면이다.

도 11은 음성 통신 테스트인 실험 1 및 실험 11의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 12는 음성 통신 테스트인 실험 1의 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 음성 통신 테스트인 실험 2, 실험 3 및 실험 4의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 음성 통신 테스트인 실험 2를 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 음성 통신 테스트인 실험 3을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 음성 통신 테스트인 실험 4, 실험 9 및 실험 11을 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 데이터 통신 테스트인 실험 5를 설명하기 위한 도면이다.

도 18 및 도 19는 데이터 통신 테스트인 실험 6을 설명하기 위한 도면이다.

도 20은 데이터 통신 테스트인 실험 7의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 21은 음성 통신 테스트인 실험 8, 실험 9 및 데이터 통신 테스트인 실험 10의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 22는 음성 통신 테스트인 실험 8을 설명하기 위한 도면이다.

도 23은 음성 통신 테스트인 실험 9 및 실험 11을 설명하기 위한 도면이다.

도 24는 음성 통신 테스트인 실험 11의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

도 25는 데이터 통신 테스트인 실험 12의 각 위치를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 게시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 게시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다. 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.

[0023] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예들을 설명한다.

[0024] 먼저, 도 1 내지 도 3을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 표면파 패치 안테나의 구성 및 동작을 설명한다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표면파 패치 안테나의 사시도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 표면파 패치 안테나(100)는 패턴층(101), 유전층(102) 및 평면층(103)을 포함한다.

[0026] 유전층(102)은 패턴층(101)과 평면층(103) 사이에 삽입된다. 패턴층(101)은 표면파를 흡수할 대상인 금속판(미도시)에 접촉된다. 패턴층(101)은 유전층(102)의 제1 면에 배치된다.

[0027] 패턴층(101)은 유전층(102)이 상기 금속판에 노출되도록 하는 윈도우(104)를 형성한다. 일 실시예에서, 패턴층(101)은 복수의 윈도우(104)를 형성한다. 윈도우(104)는 중공의 형태로 구성될 수 있다.

[0028] 평면층(103)은 유전층(102)의 제2 면에 배치된다.

[0029] 일 실시예에서 표면파 패치 안테나(100)는 표면파 패치 안테나(100)와 상기 금속판 사이의 안정적인 접촉 상태 유지를 위한 탈착 장치(106)를 더 포함할 수 있다. 따라서, 표면파 패치 안테나(100)는 격실의 바닥, 벽, 천장 및 갑판 등 모든 곳에 설치 될 수 있다. 탈착 장치(106)는 금속 재질의 표면파 패치 안테나(100) 및 상기 금속판이 고정되도록 하는 모든 탈착 수단 중 하나를 가리킬 수 있다. 탈착 장치(106)는 예를 들어 자석일 수 있다.

[0030] 도 2는 도 1에 도시된 표면파 패치 안테나의 분해 사시도이다. 도 2에 도시된 바와 같이 표면파 패치 안테나는 패턴층(101), 유전층(102), 평면층(103) 순으로 결합될 수 있다.

[0031] 표면파 패치 안테나의 구성요소인 패턴층(101), 유전층(102), 평면층(103) 및 윈도우(104)는 무한대 소멸파 모드(Infinite Evanescent Mode)가 발생하도록 설계된다. 상기 금속판과 상호작용하는 전자기파의 파장은 패턴층(101), 유전층(102), 평면층(103) 및 윈도우(104) 설계의 기준이 될 것이다. 무한대 소멸파 발생 모드에 대하여는 도 5를 참조하여 추후 자세히 설명하기로 한다.

[0032] 패턴층(101)의 형상은 사각형 일 수 있다. 패턴층(101)의 형상은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 상기 무한대 소멸파 모드 발생 조건에 만족한다면, 패턴층(101)은 사각형 이외에도 원형, 삼각형 등 다양한 형상으로 설계될 수 있다.

[0033] 패턴층(101)에 형성된 윈도우(104)의 형상은 사각형 일 수 있다. 윈도우(104)의 형상은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 상기 무한대 소멸파 모드 발생 조건에 만족한다면, 윈도우(104)는 사각형 이외에도 원형, 삼각형 등 다양한 형상으로 설계될 수 있다.

[0034] 또한, 윈도우(104)는 전자계가 간섭되는 것을 방지하고, 무한대 소멸파 모드가 발생하도록, 복수 개로 형성될 수 있다. 윈도우(104)는 원점 대칭, 모자이크, 대각선, 일렬 등의 다양한 형태로 패턴층(101)에 형성될 수 있다.

[0035] 유전층(102)의 형상은 사각형 일 수 있다. 유전층(101)의 형상은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 상기 무한대 소멸파 모드 발생 조건에 만족한다면, 유전층(102)은 사각형 이외에도 원형, 삼각형 등 다양한 형상으로 설계될 수 있다. 유전층(102)은 패턴층(101) 및 평면층(103)과 동일한 형상을 가질 수 있다.

[0036] 평면층(103)의 형상은 사각형 일 수 있다. 평면층(103)의 형상은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 상기 무한대 소멸파 모드 발생 조건에 만족한다면, 평면층(103)은 사각형 이외에도 원형, 삼각형 등 다양한 형상으로 설계될 수 있다.

[0037] 패턴층(101) 및 평면층(103)의 넓이는 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 구체적으로, 패턴층(101) 및 평면층(103)의 넓이는 상기 금속판의 격자 구조 및 표면파의 파장과 관계되어 설계 될 수 있다.

[0038] 패턴층의 윈도우(104) 넓이는 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 구체적으로, 윈도우(104)의 넓이는 패턴층(101)의 금속 재질의 부분과의 관계에서 설계 될 수 있다.

[0039] 유전층(102)의 넓이는 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 구체적으로, 유전층(102)의 넓이는 패턴층(101) 및 평면층(103)의 넓이를 고려하여 설계된다.

[0040] 패턴층(101) 및 평면층(103)은 금속 재질일 수 있다. 패턴층(101) 및 평면층(103)의 재질은 상기 표면파가 전파될 수 있는 도체 재질 일 수 있다. 패턴층(101) 및 평면층(103)은 유전층(102)와의 상대 유전율을 고려하여 다양한 재질을 선택할 수 있다. 예를 들어, 패턴층(101) 및 평면층(103)은 구리(Copper), 은, 금, 알루미늄, 철 등등의 재질 일 수 있다. 패턴층(101) 및 평면층(103)의 재질은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 함에 있어서 요인이 될 수 있다.

[0041] 유전층(102)은 유전체 판으로 구성된다. 유전층(102)은 패턴층(101) 및 평면층(103)과의 상대 유전율을 고려하여 다양한 재질을 선택할 수 있다. 상기 유전체는 탄소 섬유일 수 있다. 이외에도, 세라믹, 탄탈리움, 실리콘 등등의 재질일 수 있다. 유전층(102)의 재질은 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 함에 있어서 요인이 될 수 있다.

[0042] 패턴층(101)은 선박의 금속판에 부착되는 부분이며, RF 음영구역인 금속판과 맞닿아서 표면파를 발생 또는 흡수하는 역할을 한다. 패턴층(101)의 윈도우는 상기 표면파가 무한대 소멸파 발생 모드(Infinite Evanescent Mode)가 발생 하도록 형성된다. 유전층(102)은 패턴층(101)과 평면층(103)사이에 삽입되어 상기 표면파에 의한 전자계가 형성되도록 하는 역할을 한다. 평면층(103)은 유전층(102)에 형성된 전자계가 방사되는 것을 방지한다.

[0043] 도 3은 도 1에 도시된 표면파 패치 안테나의 측면도이다. 상기 금속판(미도시)에 표면파가 흐르면, 표면파는 패턴층(101)을 통하여 유전층(102)에 전자계 형태로 형성된다. 반대로, 유전층(102)에 형성된 전자계는 패턴층(102)을 통하여 표면파 형태로 상기 금속판으로 전파 될 수 있다. 패턴층(101), 유전층(102) 및 평면층(103)의 두께는 상대적인 유전율을 고려하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 고려할 수 있는 범위 내에서 선택이 가능하다. 패턴층(101), 유전층(102) 및 평면층(103)의 두께는 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 함에 있어서 요인이 될 수 있다.

[0044] 예를 들어, 패턴층(101)과 평면층(103)의 두께는 0.07㎜, 유전층(102)은 1.524㎜로 설계될 수 있다. 상기 설계

된 두께는 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 함과 동시에 상기 금속판과 패턴층(101)간에 표면파의 전달 및 유전층(102)에서 전자계 형성을 효과적으로 할 수 있도록 한다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴층(101)의 설계구조 및 설계식을 설명하기 위한 평면도이다. 패턴층(101)은 얇은 두께로 된 금속판으로 되어있고, 내부는 사각형 모양의 윈도우(104) 2개가 원점 대칭으로 형성되어 있다. 패턴층(101)의 두께와 면적, 사각형 윈도우(104)의 크기는 상기 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 패턴층(101)의 설계식은 아래의 수학식 1과 같다.

수학식 1

[0046] $$\lambda = \frac{c}{f}$$

[0047] $$L = 0.05 \times \frac{\lambda}{10}$$

[0048] $$W = 0.0125 \times \frac{\lambda}{10}$$

[0049] $$k = 0.004 \times \frac{\lambda}{10}$$

[0050] $$n = 0.024 \times \frac{\lambda}{10}$$

[0051] $$m \ll L, W$$

[0052] (λ: 금속 매질에서 전자파의 파장, c: 빛의 속도, f: 주파수, L: 패턴층(101)의 가로길이, W: 패턴층(101)의 세로길이, k: 사각형 윈도우(104)의 세로길이, n: 사각형 윈도우(104)의 가로길이, m: 패턴층(101)의 금속 끝부분의 길이)일 실시예로서 패턴층(101)의 가로길이는 330㎜, 패턴층(101)의 세로길이는 75㎜, 사각형 윈도우(104)의 가로길이는 160㎜, 사각형 윈도우(104)의 세로길이는 25㎜가 될 수 있다.

[0053] 또한, 다른 실시예로서 패턴층(101)의 가로길이는 333㎜, 패턴층(101)의 세로길이는 83㎜, 사각형 윈도우(104)의 가로길이는 160㎜, 사각형 윈도우(104)의 세로길이는 27㎜가 될 수 있다.

[0054] 상기 몇몇 실시예에 따른 패턴층(101)은 파장이 66667㎜인 조건에서 설계 되었으나, 패턴층(101), 유전층(102) 및 평면층(103)의 재질에 따라 다양한 파장에 기초하여 설계될 수 있다.

[0055] 상기 몇몇 실시예에 따른 패턴층(101)은 수학식 1을 기초로 설계되는 것이 원칙이지만, 패턴층(101), 유전층(102) 및 평면층(103)의 재질, 두께 및 형상 등의 다른 조건을 고려하여 다양한 설계 변경이 가능할 것이다.

[0056] 다음으로, 도 5a 및 도 5b를 참조하여 무한대 소멸파 모드의 발생 원리 및 상기 원리에 기초한 패턴층의 설계 원리를 설명한다.

[0057] 도 5a는 소멸파가 동작하는 원리를 나타내는 도면이다. 도 5a를 참조하여 설명한다. 선박의 금속은 주로 강/철/강자성체로 이루어져 있으며, 박판은 주기적으로 BCC(Body Centered Cubic)구조를 갖는다. 한편, 안테나에 입사하는 전자파는 안테나 구조로 인해 근접장(Near Field)을 발생시킨다. 상기 근접장이 금속표면에 있는 요철형태의 결정 구조층을 만나게 되면 상호작용을 통해 소멸파(Evanescent Wave)형태의 장이 형성된다. 이때, 안테나의 격자구조의 크기가 특정 거리 d일 경우, 표면파는 무한대의 소멸파(Infinite Evanescent Mode)형태로 금속판을 따라 전방 및 후방에 흐르게 되는 원리를 이용한다. 이런 현상은 플로케의 조화 확장(Floquet’s harmonic expansion)으로 설명 될 수 있다.

[0058] 플로케의 식은 아래의 수학식 2와 같다.

수학식 2

$$E_z^{inc}(x,y) = exp\left(jb_0\left(x\cos\phi^{inc} + y\sin\phi^{inc}\right)\right)$$

$$E_z^{Scat}(x,y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n(y)exp(jb_{x_n}x)$$

[0059]

[0060] 도 5a는 입사전자파가 BCC(Body-Centered Cubic)구조의 요철형태를 만났을 때 전방 및 후방 Evanescent 모드형태로 금속판을 따라 흐르는 표면파를 만드는 과정을 보여준다.

[0061] 다음으로, 상기 원리를 이용하여 무한대 소멸파 모드 발생을 위한 표면파 패치 안테나 설계 원리를 설명한다. 표면파 패치 안테나는 소멸파 발생을 위한 특정 파장에 맞도록 설계된다. 상기 특정 파장과 관계된 패턴층의 주기 구조에 대한 몇몇 예를 표 1에서 확인할 수 있다.

표 1

[0062]

d	Number of modes(Evanescent Mode)
1*10^-10* λ	1000000072=1*10^10
1*10^-8* λ	10000036
0.001* λ	1012
0.002* λ	407
0.01* λ	106
0.5* λ	2
0.535* λ	1

[0063] 상기 표 1 및 도 5b의 d는 상기 패턴층에 복수의 윈도우가 주기적으로 반복하여 배치되는 경우, 반복되는 단위 구조를 나타낸다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이 2개의 윈도우가 상기 패턴층에 주기적으로 배치되는 경우, d는 패턴층의 길이 L을 2로 나눈 값이다. 표 1의 파장 λ는 금속 매질과 상호 작용하는 표면파의 파장에 해당한다. 표 1에서는 패턴층 상 일부인 상기 길이 d와 파장 λ 와의 관계에 따른 소멸파 발생 모드의 수(Number of Evanescent Mode)의 경우를 나타낸다.

[0064] 상기 Number of modes(Evanescent Mode)는 표면파가 상기 금속판에서 상기 파장이 중첩하는 경우 또는 에너지가 발생하는 정도를 나타내는 수치이다.

[0065] 일반적으로, 상기 파장 λ는 상기 길이 d보다 큰 값을 갖는다. 이 경우, 음영구역에서 표면파를 이용한 통신이 가능한 정도의 Number of modes 가 발생한다. 상기 파장 λ가 상기 길이 d의 2 이상의 정수 배가 되거나, 상기 길이 d보다 작으면 작을 수록, Number of modes 가 더욱 더 발생하여 표면파 통신거리가 늘어나서 음영구역에서 표면파를 이용한 통신은 더 효과적 일 수 있다.

[0066] 예를 들어, 통신에 있어서, 공진 주파수는 아날로그 무전기인 경우 UHF 대역, 디지털 Wi-Fi 호환 송수신을 하는 경우 2.4Ghz로 공진 주파수 목표치를 잡을 수 있다. 상기 목표치에 대응하는 상기 파장 λ에 대한 관계에서 무한대 소멸파 발생 모드(Infinite Evanescent Mode)를 발생시키기 위해 d를 조정 할 수 있다.

[0067] 도 5b는 패턴층의 주기 구조를 설명하기 위한 것이다. 예를 들어, 도 4와 도 5b를 참조하면 w는 m에 대응되고, d는 L/2에 대응할 수 있다. 상기 파장과 관계에서 d 및 w를 조정하여 무한대 소멸파 모드를 발생시킬 수 있다.

[0068] 상기 표 1에서 상기 d에 대한 몇몇 예를 들었지만, λ는 상대 유전율에 따라 조정이 가능하며, 상대 유전율은 패턴층(101), 평면층(103) 및 유전층(102)을 어떠한 재질로 하는지에 따라 조정 가능할 것이다. 상기 제시된 표 1은 단순한 몇몇 실시예에 불과하다. 따라서, 패턴층(101), 평면층(103) 및 유전층(102)의 재질 변경을 통해 다양한 d의 설계가 가능할 것이다.

[0069] 또한, 표 1을 참조하면, d가 작아짐에 따라 Number of modes가 커지는 것을 알 수 있다. 따라서, 단순히 윈도우(104)를 한 개 또는 두 개로 할 것이 아니라, 두 개 초과의 윈도우(104)를 다양한 배치 및 배열로서 무한대 소멸파 모드가 발생하도록 설계할 수 있다.

[0070] 다음으로, 도 6a 및 도 6b를 참조하여 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 하이브리드 안테나(10)의 구성 및 동작을 설명한다.

[0071] 도 6a를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 안테나(10)는 휩 안테나(110) 및 표면파 패치 안테나(100)를 포함한다. 하이브리드 안테나(10)는 휩 안테나(110)와 표면파 패치 안테나(100)를 포함하여 공기 중의 전자파와 금속판의 표면파를 흡수 또는 발생시킬 수 있다. 하이브리드 안테나(10)는 하이브리드 안테나(10)로부터 받은 무전기 전파를 다른 통신 중계기에 전달하거나, 상대방 무전기에 신호를 증폭하여 전달 하도록 하는 통신 중계기(20)와 연결된다. 휩 안테나(110)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 고려할 수 있는 범위 내에서 채택할 수 있다. 휩 안테나(110)는 열린 공간에서 상기 전자파를 흡수 또는 발생시킬 수 있다. 표면파 패치 안테나(100)는 금속판으로 차폐된 공간에서 상기 전자파를 표면파 형태로 흡수 또는 발생시킬 수 있다. 휩 안테나(110)와 표면파 패치 안테나(100)는 무전기로부터 받은 신호를 통신 중계기(20)에 전달한다.

[0072] 도 6b를 참조하면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 하이브리드 안테나(10)는 휩 안테나(110), 표면파 패치 안테나(100) 및 신호 처리부(120)를 포함한다. 휩 안테나(110) 및 표면파 패치 안테나(100)는 신호 처리부(120)를 통하여 통신 중계기(20)와 연결된다.

[0073] 신호 처리부(120)는 휩 안테나(110) 및 표면파 패치 안테나(100) 중 적어도 하나로부터 수신된 신호를 변환 또는 증폭하여 통신 중계기(20)로 제공한다.

[0074] 일 실시예에서, 신호 처리부(120)는 휩 안테나(110) 및 표면파 패치 안테나(100) 모두에서 신호가 수신되는 경우, 휩 안테나(110)로부터 수신되는 제1 신호와, 표면파 패치 안테나(100)로부터 수신되는 제2 신호 중 하나를 선택하여 통신 중계기(20)로 제공할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리부(120)는 상기 제1 신호와 상기 제2 신호 각각의 송수신율을 기준으로, 더 높은 송수신율을 가지는 신호를 선택하여 통신 중계기(20)로 제공할 수 있다. 예를 들면, RF 음영구역에서, 금속판의 표면을 통해 흐르는 전파는 표면파 패치 안테나(100)가 더 강하게 수신하고, 상기 표면파 패치 안테나(100)를 통해 수신된 전파는 신호 처리부(120)를 통해 통신 중계기(20)에 제공될 것이다. 한편, RF 음영구역이 아닌 열린 공간에서, 휩 안테나(110)가 수신한 신호의 송수신율이 표면파 패치 안테나(100)가 수신한 신호의 송수신율 보다 더 높을 것이다. 이 때, 휩 안테나(110)가 수신한 신호가 신호 처리부(120)를 통해 통신 중계기(20)에 제공될 것이다.

[0075] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무전기 통신중계장치(1a, 1b)의 구성을 나타내는 블록 다이어그램이다. 무전기 통신중계장치는(1a, 1b) 하이브리드 안테나(10)와 통신 중계기(20)가 연결되어 있다. 도 7을 참조하면, 하이브리드 안테나(10)는 표면파 패치 안테나(100)와 휩 안테나(110)를 포함하며, 통신 중계기(20)는 VHF 휩 안테나(260), VHF 링크(250), UHF 송신부(240), UHF 수신부(230), 듀플렉서(220) 및 중계기 전원부(210)를 포함한다.

[0076] 더 자세하게는, 중계기 전원부(210)는 통신 중계기(20)에 전원을 공급한다. 이는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 고려할 수 있는 범위 내에서 채택할 수 있다. 듀플렉서(220)는 UHF/VHF 송신기와 수신기에 출입하는 신호를 상호간에 간섭이 생기기 않도록 분리시킨다. UHF 수신부(230)는 사용자의 무전기로부터 발생한 신호를 수신한다. UHF 송신부(240)는 무전기로부터 받은 신호를 상대방 무전기로 신호를 송신한다. VHF 링크(250)는 유선 또는 무선의 형식을 채택할 수 있으나, 바람직하게는 무선의 형식을 따른다. VHF 링크(250)는 또 다른 무전기 중계장치로 신호를 전달(릴레이 모드)하기 위하여 VHF 휩 안테나(260)로 신호를 전달한다. VHF 휩 안테나(260)는 상기 릴레이 모드의 경우, VHF 링크(250)로부터 전달받은 신호를 또 다른 무전기 통신중계장치(1a, 1b)로 전파하는 역할을 한다.

[0077] 도 8은 무전기 통신중계장치(1a, 1b)가 릴레이 모드가 아닌 경우 블록 구성도이다. 무전기 중계 장치(40)는 중계기 전원부(210) 및 듀플렉서(220)를 의미한다. 사용자의 무전기(30a) 신호는 하이브리드 안테나(10)를 거쳐 통신 중계기의 UHF 송수신부(240, 230)만 활용하여 상대방의 무전기(30b)와 통신을 한다.

[0078] 도 9는 무전기 통신중계장치(1a, 1b)가 릴레이 모드인 경우를 나타낸다. 무전기 중계 장치(40)는 중계기 전원부(210) 및 듀플렉서(220)를 의미한다. 무전기 통신중계장치(1a, 1b)가 릴레이 모드로 동작할 경우, 무전기(30a)로부터 받은 UHF 신호는 무전기 통신중계장치 A의 하이브리드 안테나(10a)로 전달되어 A의 VHF 링크(250a) 부분

을 거치고, VHF 휩 안테나(260a)를 거쳐 무전기 통신중계장치 B로 전달된다. 상기 무전기 통신중계장치 B로 전달된 UHF 신호는 B의 UHF 송수신기(240b, 230b)를 거쳐 상대방의 무전기(30b)로 전달된다.

[0079] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 선박의 도면이다. 본 실시예에 따른 선박은 RF음영구역 통신중계장치가 설치된 것이다. 사용자가 통신하려는 위치인 1번 혹은 3번에서 상기 RF음영구역 통신중계장치까지는 금속판으로 이루어진 여러 개의 격실을 통과하여야 한다. 이 경우, 표면파 패치 안테나가 휩 안테나보다 전파 수신감도가 좋으므로 상기 무전기로부터 수신된 신호는 Upper Deck 에 있는 RF음영구역 통신중계장치 A의 UHF 송수신부와 분리된 VHF 링크를 통해 RF음영구역 통신중계장치 B에 도달한 후 최종적으로 2번 바우룸에 있는 무전기 사용자와 통신을 가능하게 한다.

[0080] 아울러, 상기 RF음영구역 통신중계장치는 거리 및 신호 감쇄 정도에 따라 상기 선박에 추가로 배치가 가능하며, 이렇게 배치된 RF음영구역 통신중계장치는 릴레이모드로 동작해 최종 사용자까지 무전기 신호를 전달한다.

[0081] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 몇몇 실험 예들을 설명한다.

[0082] 도 11 및 도 12는 실험 1에 대한 장소 및 이에 대한 성공 여부를 나타내는 도면이다. 상기 실험 1에서는 하이브리드 안테나를 사용하고, 통신 중계기 유/무 상태로 나누어 테스트를 진행하였다. ECR(Engine Control Room)과 Passageway끝 사이에서 무전 통신을 성공(약 200m)하였다. 일반 무전기만으로는 Passageway 실내 중간만 가도 통신이 두절(약 100m)된다. 14건의 테스트 지점별 테스트 결과 하이브리드 안테나의 경우 일반 무선 워키토키 대비 통신거리가 길어졌음을 확인하였다. 결론적으로 하이브리드 안테나가 기존 워키토키 대비 원거리상 통화가 가능함을 확인하였다. 구체적인 실험 결과는 표 2와 같다.

표 2

[0083]

위치	테스트 성공여부	통신 중계기 사용(Y/N)	비고
ECR 사이, ECR과 같은 층 외부 사이	성공	N	
ECR 안쪽 변압기 공간과 String Gear 룸 사이	성공	N	일반 워키토키 동작실패
ECR 안쪽 변압기 공간과 Passage Way 끝 사이	성공	N	일반 워키토키 동작실패
ECR 안쪽 변압기 공간과 B 데크 사이	성공	N	일반 워키토키 동작실패
ECR 안쪽 변압기 공간과 Bottom 사이	성공	N	
ECR과 Wheel House 사이	성공	N	
ECR과 CMR 사이	성공	N	일반 워키토키 동작실패
ECR과 Top 데크 사이	성공	N	
ECR 안쪽 변압기 공간과 B 데크 밖 3m 이동지점 사이	실패	Y	통신 중계기 동작 실패
B 데크와 Purifier룸 사이	성공	Y	일반 워키토키 동작실패
B 데크와 Converter룸 사이	성공	Y	일반 워키토키 동작실패
B 데크와 Shaft Area 사이	성공	Y	일반 워키토키 동작실패
ECR 안쪽 변압기 공간과 B 데크 밖 3m 이동지점 사이	실패	Y	일반 워키토키 동작실패
ECR 안쪽 변압기 공간과 Passage Way 사이	성공	N	일반 워키토키 동작실패

[0084] 도 13은 실험 2, 실험 3 및 실험 4의 장소를 나타내는 도면이다.

[0085] 도 13 및 도 14는 실험 2를 설명하는 도면이다. 실험 2는 음성 통신 테스트로서, 하이브리드 안테나 검증을 위한 실험이다. 상기 실험 2에서는 무전기에 하이브리드 안테나를 사용하였다. 구체적인 실험 결과는 표 3과 같다.

표 3

[0086]

테스트 지역	테스트 형태	결과
ECR-String Gear Rooom	하이브리드-하이브리드	성공(UHF, VHF)

하이브리드-모노폴	성공(UHF)
차폐안테나-모노폴	성공(UHF)

[0087] 도 13 및 도 15는 실험 3을 설명하기 위한 도면이다. 실험 3은 음성 통신 테스트로서, 통신 중계기를 추가로 설치하고, 무전기에 하이브리드 안테나를 사용하였다. 구체적인 실험 결과는 표 4와 같다.

표 4

[0088]

테스트 지역	테스트 형태	결과
ECR-바우룸	ECR(하이브리드)-통신 중계기(모노폴)-바우룸(하이브리드)	성공
	ECR(모노폴)-통신 중계기(모노폴)-바우룸(모노폴)	성공

[0089] 도 13 및 도16은 실험 4를 설명하기 위한 도면이다. 실험 4는 음성 통신 테스트로서, 하이브리드 안테나가 연결된 통신 중계기를 추가로 설치하고, 무전기에 모노폴 안테나를 장착하여 진행하였다. 구체적인 실험 결과는 표 5와 같다.

표 5

[0090]

테스트 지역	테스트 형태	결과
ECR-바우룸	ECR(모노폴)-통신 중계기(하이브리드)-바우룸(모노폴)	성공
	ECR(모노폴)-통신 중계기(모노폴)-바우룸(모노폴)	성공
Floor데크 Stun 튜브끝-바우룸	Stun(모노폴)-통신 중계기(하이브리드)-바우룸(모노폴)	성공
	Stun(모노폴)-통신 중계기(모노폴)-바우룸(모노폴)	성공

[0091] 도 17은 실험 5를 설명하기 위한 도면이다. 실험 5는 데이터 통신에서 스펙트럼을 분석하기 위한 테스트이다. 하이브리드 안테나 활용 시 거리에 따른 공진 주파수의 변화를 확인하였다. 세 가지 차폐안테나에서 2.4GHz 대역 스펙트럼 Pear 관측하였다.

[0092] 도 18 및 도 19는 실험 6을 설명하기 위한 도면이다. 실험 6은 디지털 송수신기 사이의 최대 도달 가능한 거리를 확인하기 위한 테스트이다.

[0093] 도 18을 참조하면, ① 구간(직선거리 40m)에서 모노폴-모노폴을 이용한 통신 및 표면파 패치 안테나-표면파 패치 안테나를 이용한 통신은 불가하였다. ② 구간(직선거리 30m)에서 모노폴-모노폴을 이용한 통신, 표면파 패치 안테나-표면파 패치 안테나를 이용한 통신은 불가하였다. 반면, ③ 구간(직선거리 20m)에서 표면파 패치 안테나-표면파 패치 안테나를 이용한 통신은 성공하였다(857Kbps). ④ 구간(직선거리 20m)에서 표면파 패치 안테나-표면파 패치 안테나를 이용한 통신도 성공하였다(1.14Mbps).

[0094] 결과적으로 일반환경 대비 선박 내 데이터 무선통신은 거리와 속도가 낮게 나옴을 확인할 수 있다. 표면파 패치 안테나를 통해 선박 내에서 데이터 무선통신이 가능함을 확인하였다.

[0095] 도 20은 실험 7에 대한 장소를 나타내는 도면이다. 상기 실험 7은 멀티 홉을 이용한 목적지까지 데이터 통신 전달 테스트이다. 모노폴 안테나의 경우 하이브리드 안테나에 비해 접속이 끊겨서 통신이 안되는 시간이 상당히 길게 나타난다(20~30초). 전송 안정성 측면(속도, 끊김)에서 모노폴 안테나보다는 하이브리드 안테나가 우세함을 알 수 있다. 실험 결과는 표 6과 같다.

표 6

[0096]

안테나 타입	Attempt 1	Attempt 2	Attempt 3	Attempt 4	평균
하이브리드	154Kbps	30.5Kbps	174Kbps	241Kbps	150Kbps
모노폴	42.5Kbps	51.5Kbps	6.18Kbps	x	33Kbps

[0097] 도 21 및 도 22는 실험 8을 설명하기 위한 도면이다. 상기 실험 8은 하이브리드 안테나 검증을 위한 실험으로서, 무전기에 하이브리드 안테나를 사용하였다. 구체적인 실험 결과는 표 7과 같다.

표 7

[0098]

테스트 지역	테스트 형태	결과
Switching board-④룸	아날로그 케이스 1-1	155m 통화
	아날로그 케이스 1-2	150m 통화
	아날로그 케이스 1-3	통화 불능

[0099] 도 21, 도 16 및 도 23는 실험 9를 설명하기 위한 도면이다. 상기 실험 9는 일반 무전기와 통신 중계기를 사용하고, 통신 중계기에 하이브리드 안테나 또는 모노폴 안테나를 적용한 음성 통신테스트이다. 구체적인 실험 결과는 표 8과 같다.

표 8

[0100]

테스트 지역	테스트 형태	결과
②의 bottom 과 ③의 bottom 사이	아날로그 케이스 1-1	155m 통화
	아날로그 케이스 1-2	150m 통화
	아날로그 케이스 1-3	통화 불능

[0101] 도 21은 실험 10을 설명하기 위한 도면이다. 상기 실험 10은 데이터 통신 테스트이다. 상기 실험 10의 구체적인 결과는 표 9와 같다.

표 9

[0102]

테스트 지역	거리	형태	결과
⑥번 지역 (노드 직선 배치)	1홉 (20m)	모노폴-모노폴 패치-패치	5.85Mbps(iperf) 29.9Mbps(iperf)
	3홉 (15-15-15-20)	고정라우팅 설정 패치 1, 모노폴 3	10.6Mbps(iperf) 1.6Mbps(FTP 파일전송툴) 17.8Mbps(SDS가속전송API)
⑦번 지역과 ⑧번 지역 사이	10m 수직	패치-패치 패치-모노폴 모노폴-모노폴 패치-모노폴	패치-패치 (820Kbps,iperf) 패치-모노폴 (2.52Mbps,iperf) 모노폴-모노폴 (194Kbps,iperf)
	15m 수직	패치-패치 모노폴-모노폴	1.21Mbps(iperf) 측정 불가
	7m 수직 환풍구	패치-패치 모노폴-모노폴 패치-모노폴 모노폴-패치	패치-패치 (16Mbps, iperf) 모노폴-모노폴 (1.45Mbps, iperf) 패치-모노폴 (16.5Mbps, iperf) 모노폴-패치 (16.1Mbps, iperf)

[0103] 결과적으로, 드릴십 내 목표지역 무전기 통화를 성공하였다(통신 중계기 활용). 통신 중계기의 안테나가 휩 안테나 및 하이브리드 안테나와 통화상의 차이가 없음을 알 수 있다. 데이터 통신 테스트의 경우 패치 형태의 High Gain 안테나 사용하였으며, 표면파 패치 안테나가 일반 모노폴 안테나보다 데이터 전송속도가 빠르다는 것을 알 수 있다.

[0104] 도 11, 도16, 도23 및 도24는 실험 11을 설명하기 위한 도면이다. 상기 실험 11은 하이브리드 안테나 또는 휩 안테나를 적용한 통신 중계기와 일반 무전기를 사용한 음성테스트이다. 구체적인 결과는 표 10과 같다.

표 10

[0105]

수행 Task	테스트 호선	목표통화지역	테스트 결과
음성 통화 테스트	LNG 선 (직선거리 약 300m)	1) Bow Thruster Room 과 Floor Deck Shaft Tunnel 끝 2) Bow Thruster Room 과 Steering Gear Room	둘다 통화 성공
	컨테이너 선 (직선거리 약 400m)	1) Bow Thruster Room 과 Floor Deck Shaft Tunnel 끝 2) Bow Thruster Room 과 Steering Gear Room	둘다 통화 성공 (통신 중계기 2개 사용)

[0106] 도 25는 실험 12를 설명하기 위한 도면이다. 상기 실험 12는 컨테이선 내에 디지털 통신 테스트이다. 구체적인 결과는 표 11, 표 12 및 표 13과 같다.

[0107] -FTP 파일전송툴 사용

표 11

[0108]

안테나 종류	어플리케이션	테스트 결과	테스트 환경
모노폴 안테나	FTP	1홉: 3.27Mbps 2홉: 2.32Mbps 3홉: 0.20Mbps	1홉(10m)-2홉(5m)-3홉(5m)
차폐 안테나	FTP	1홉: 15.2Mbps 2홉: 5.70Mbps 3홉: 0.08Mbps	1홉(23m)-2홉(18m)-3홉(15m)

[0109] -Iperf 속도측정툴 사용

표 12

[0110]

안테나 종류	어플리케이션	테스트 결과	테스트 환경
모노폴 안테나	Iperf	1홉: 8.58Mbps 2홉: 0.57Mbps 3홉: 0.07Mbps	1홉(10m)-2홉(5m)-3홉(5m)
차폐 안테나	Iperf	1홉: 5.87Mbps 2홉: 1.60Mbps 3홉: 0.28Mbps	1홉(10m)-2홉(5m)-3홉(5m) 안테나 철판 부착
차폐 안테나	Iperf	1홉: 8.17Mbps 2홉: 0.36Mbps 3홉: 0.88Mbps	1홉(10m)-2홉(5m)-3홉(5m) 안테나 철판 미부착

표 13

[0111]

수행 Task	테스트 호선	테스트 결과	방식
디지털 통신 프로토타입 테스트 (9/1~9/2)	컨테이너선	차폐안테나 사용시 일반 모노폴 안테나 대비 1홉 구간의 통신거리가 증가	비교

[0112] 결론적으로 선내 구조상 디지털 테스트 결과 무선 홉이 증가하면서 연결 불안정 현상이 발생하므로 선박 내 환경에서 인프라-스트럭처 모드(일반 AP형태)의 구성으로 가되 통신 배선을 줄여서 설치/철수를 줄일 수 있는 형태의 접근방법이 안정적인 통신을 가능하게 할 것이다.

[0113] 다음은 디지털 통신시 Data rate 측정 실험이다. 모노폴 안테나, 구 디지털 안테나, 신 디지털 안테나를 사용하였다. 배를 건조할 때 사용되는 강철인 Shielding Box 간 거리는 2m이다. 상기 실험에서는 Iperf 속도측정툴을 사용하였다. Wi-Fi 는 TP-Link, TL-WA7210N 모델로 사용하였고, 820.11g, 820.11n, 820.11b 2.4GHz 인 주파수를 사용하였다. 동작 모드는 bridge with AP-Access point mode(server-client)로 설정 하였다. 구체적인 결과는 표 14 및 표 15와 같다.

표 14

[0114]

안테나 종류	어플리케이션	Transfer(Mbyte)	Bandwidth(Mbit/sec)	평균(Mbit/sec)
모노폴 안테나	Iperf	1차: 14.7 2차: 18.38 3차: 21.53 4차: 9.01	1차: 1.96 2차: 2.45 3차: 2.87 4차: 1.20	2.12
구 디지털 안테나	Iperf	1차: 47.4 2차: 31.8 3차: 34.2 4차: 61.8	1차: 6.32 2차: 4.24 3차: 4.56 4차: 8.24	5.84
신 디지털 안테나	Iperf	1차: 71.5 2차: 71.5 3차: 78.9 4차: 72.9	1차: 10 2차: 10 3차: 11 4차: 10.2	10.3

표 15

[0115]

안테나 종류	부착 상태	안테나 거리	Transfer(Mbyte)	Bandwidth(Mbit/sec)	평균(Mbit/sec)
신 디지털 안테나	부착	2m	1차: 74.8 2차: 72.2	1차: 10.5 2차: 10.1	10.3
		3m	1차: 22.6 2차: 26.2	1차: 3.12 2차: 3.50	3.31
	미부착	2m	1차: 35.6 2차: 33.5	1차: 4.95 2차: 4.65	4.8
		3m	1차: 10.7 2차: 12.7	1차: 1.7 2차: 1.5	1.6

[0116] 결론적으로 신 디지털 안테나가 차폐 환경에서 모노폴 안테나, 구 디지털 안테나보다 성능이 월등히 우수한 것으로 측정되었다. 또한 여러 번 실험을 진행하는 동안 구 디지털 안테나는 Data rate의 변화 크기가 큰 반면에, 신 디지털 안테나는 Data rate가 거의 일정하게 나오는 것을 볼 수 있다. 따라서 안정성 측면에서도 신 디지털 안테나가 구 디지털 안테나에 비해 훨씬 안정적인 것을 확인할 수 있다.

[0117] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예와 실험들을 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

[0118]

101: 패턴층 102: 유전층

103: 평면층 104: 윈도우

106: 탈착 장치 100: 표면파 패치 안테나

110: 휩 안테나 120: 신호 처리부

10: 하이브리드 안테나 20: 통신 중계기

30: 무전기 40: 무전기 중계 장치

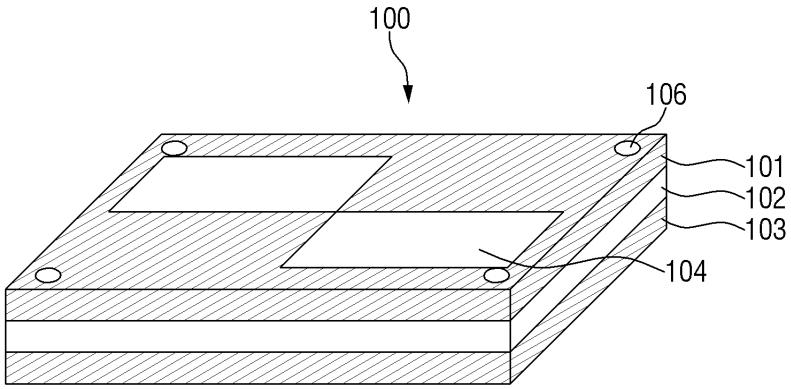
210: 중계기 전원부 220: 듀플렉서

230: UHF 수신부 240: UHF 송신부

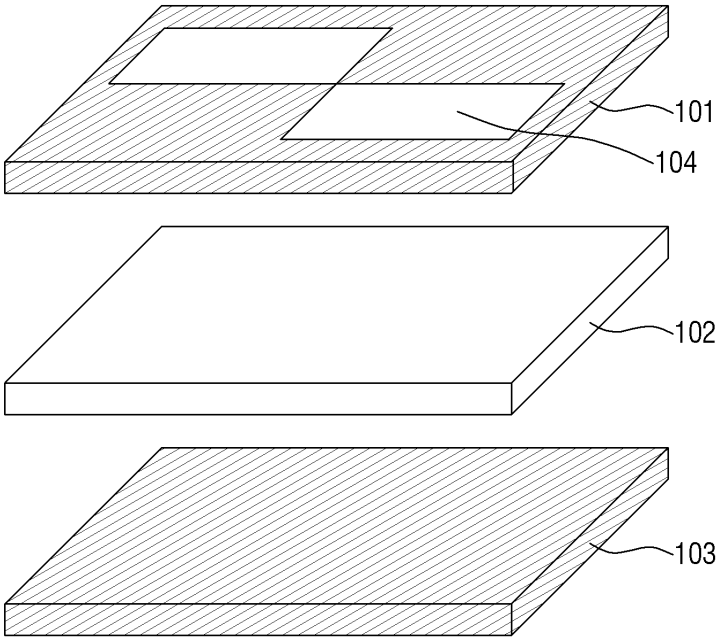
250: VHF 링크 260: VHF 휩 안테나

도면

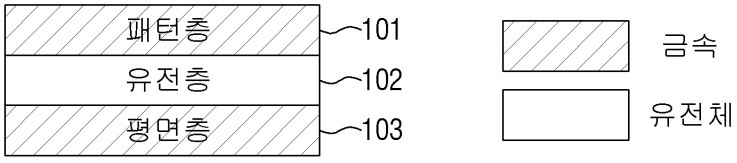
도면1



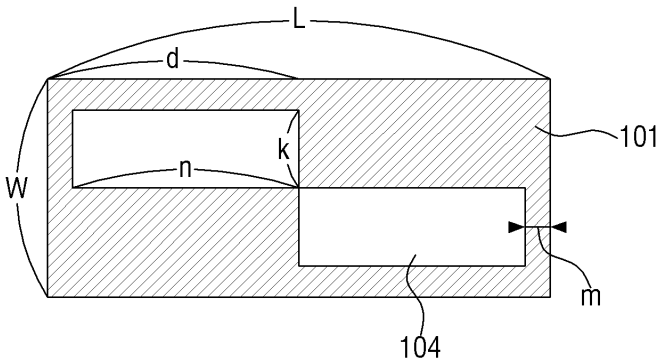
도면2



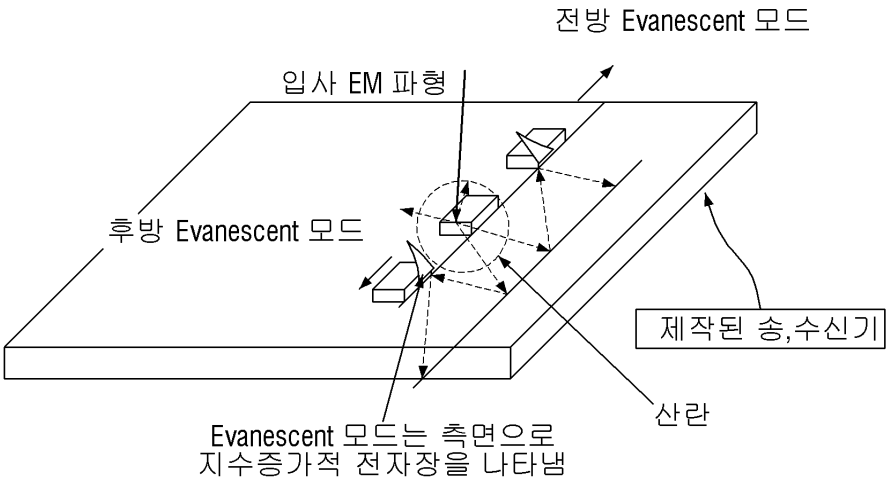
도면3



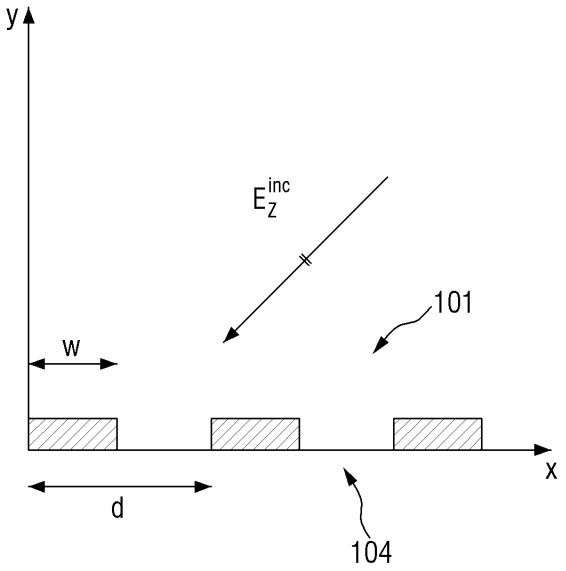
도면4



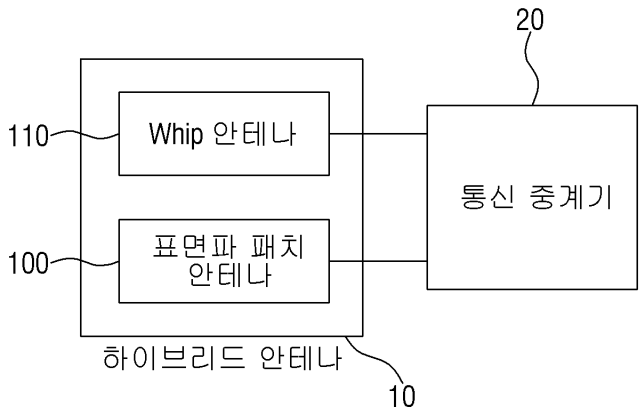
도면5a



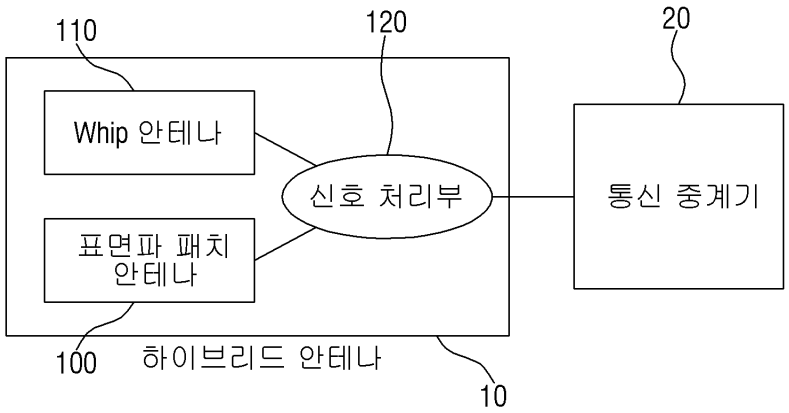
도면5b



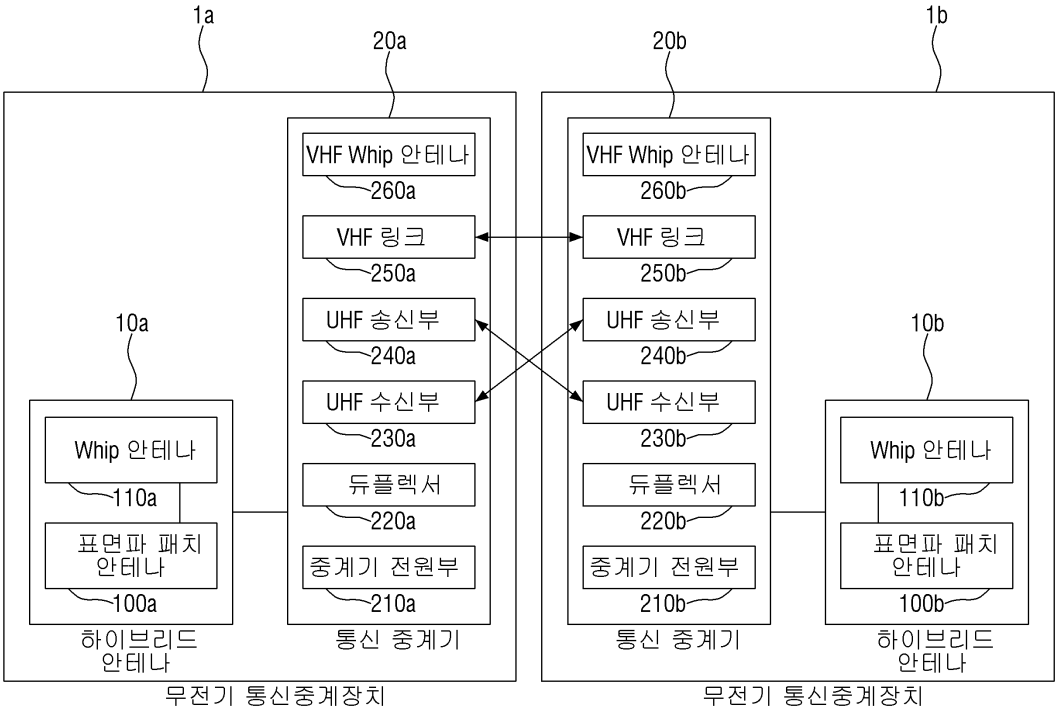
도면6a


20
110
Whip 안테나
통신 중계기
100
표면파 패치
안테나
하이브리드 안테나
10

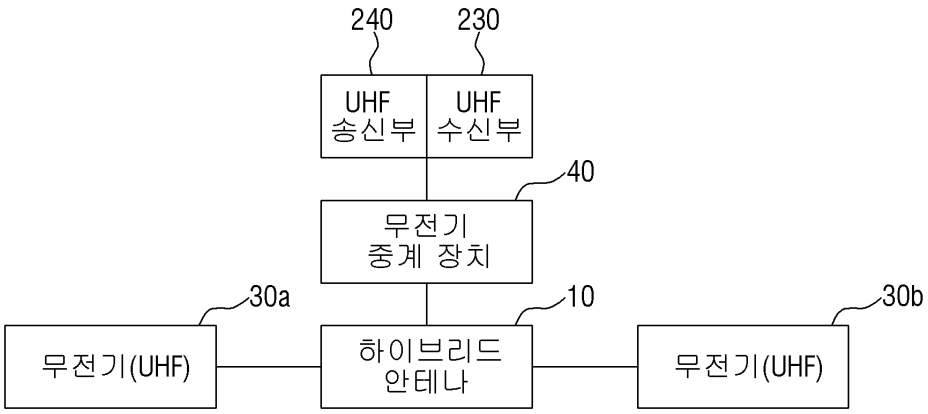
도면6b


110
120
20
Whip 안테나
신호 처리부
통신 중계기
표면파 패치
안테나
100
하이브리드 안테나
10

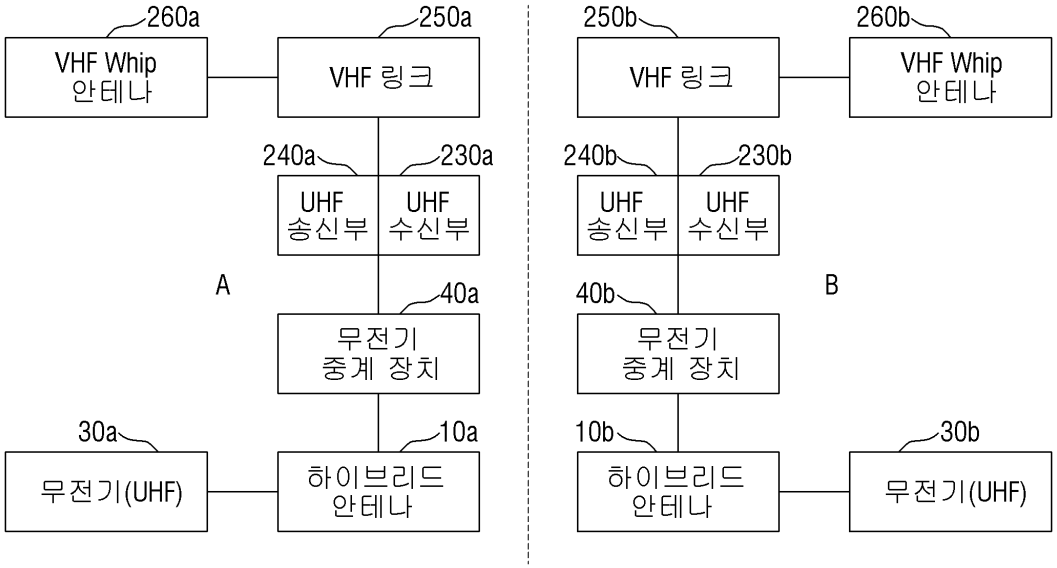
도면7


1a
20a
20b
1b
VHF Whip 안테나
260a
VHF 링크
250a
UHF 송신부
240a
UHF 수신부
230a
듀플렉서
220a
중계기 전원부
210a
VHF Whip 안테나
260b
VHF 링크
250b
UHF 송신부
240b
UHF 수신부
230b
듀플렉서
220b
중계기 전원부
210b
10a
Whip 안테나
110a
표면파 패치 안테나
100a
하이브리드 안테나
통신 중계기
무전기 통신중계장치
통신 중계기
10b
Whip 안테나
110b
표면파 패치 안테나
100b
하이브리드 안테나
무전기 통신중계장치

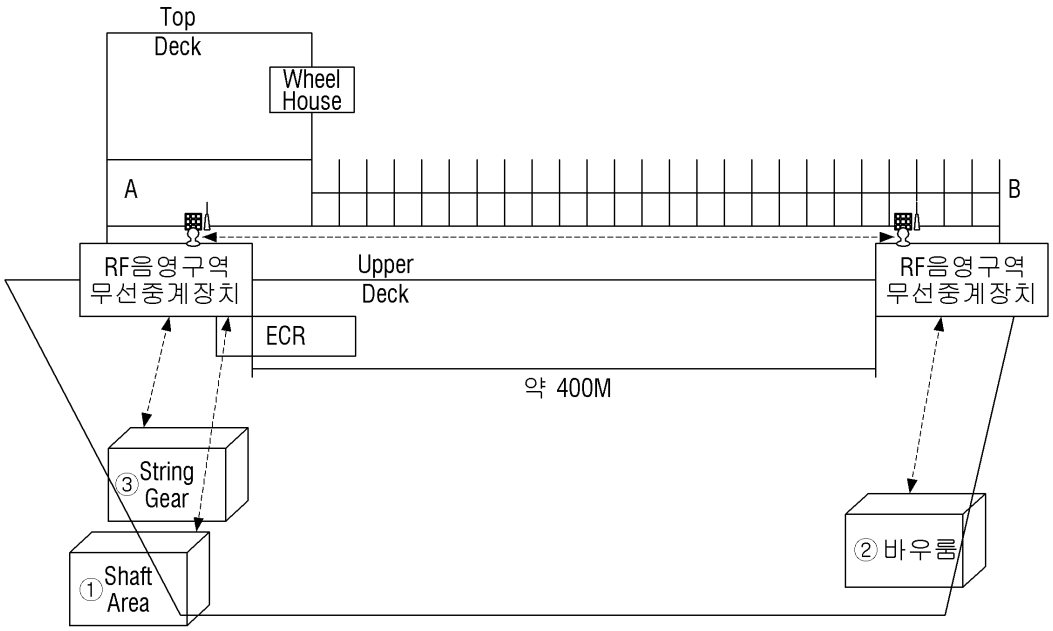
도면8


240
230
UHF 송신부
UHF 수신부
40
무전기 중계 장치
30a
10
30b
무전기(UHF)
하이브리드 안테나
무전기(UHF)

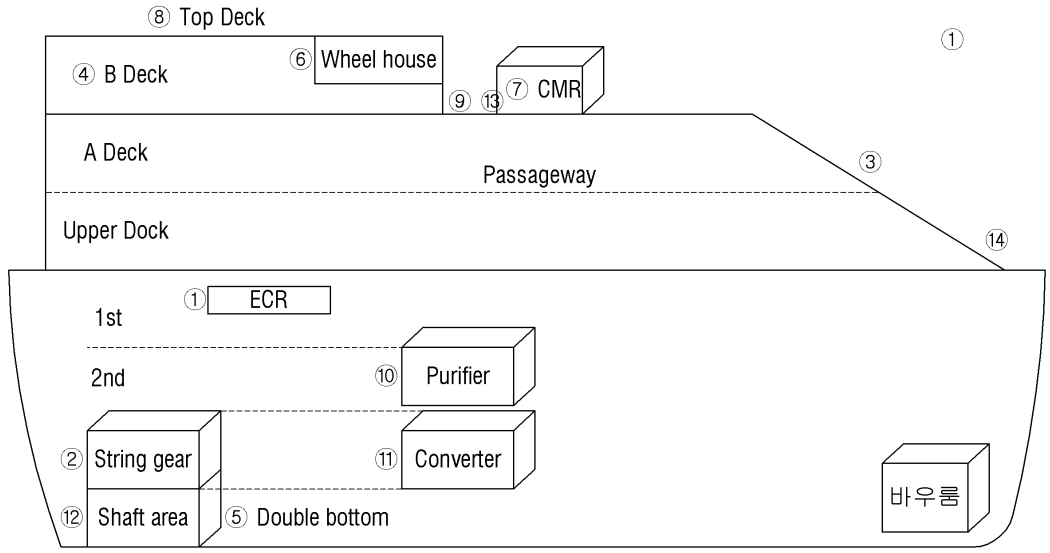
도면9


260a
VHF Whip
안테나
250a
VHF 링크
240a
UHF
송신부
230a
UHF
수신부
A
40a
무전기
중계 장치
30a
무전기(UHF)
10a
하이브리드
안테나
250b
VHF 링크
260b
VHF Whip
안테나
240b
UHF
송신부
230b
UHF
수신부
B
40b
무전기
중계 장치
10b
하이브리드
안테나
30b
무전기(UHF)

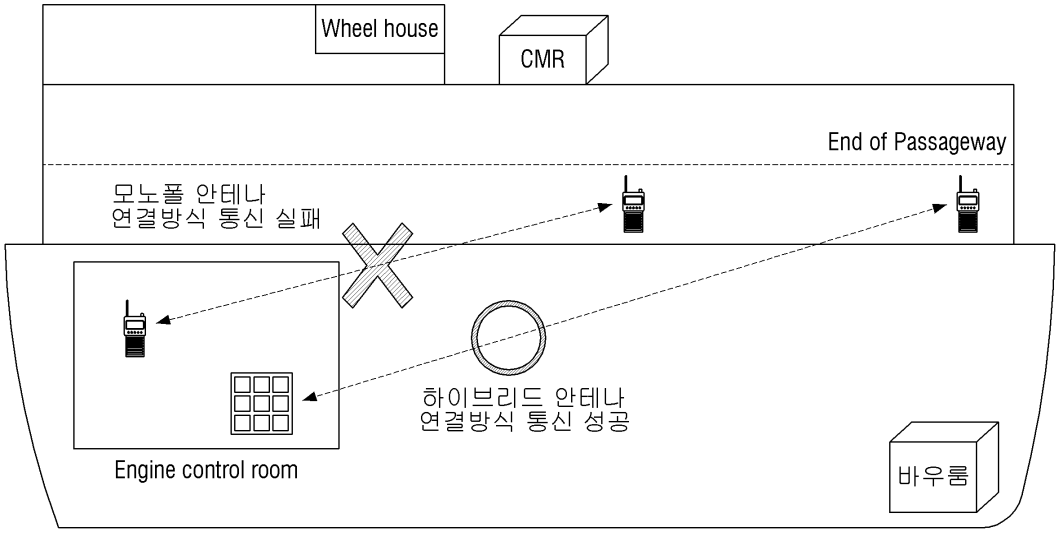
도면10


Top
Deck
Wheel
House
A
B
RF음영구역
무선중계장치
Upper
Deck
RF음영구역
무선중계장치
ECR
약 400M
③ String
Gear
① Shaft
Area
② 바우룸

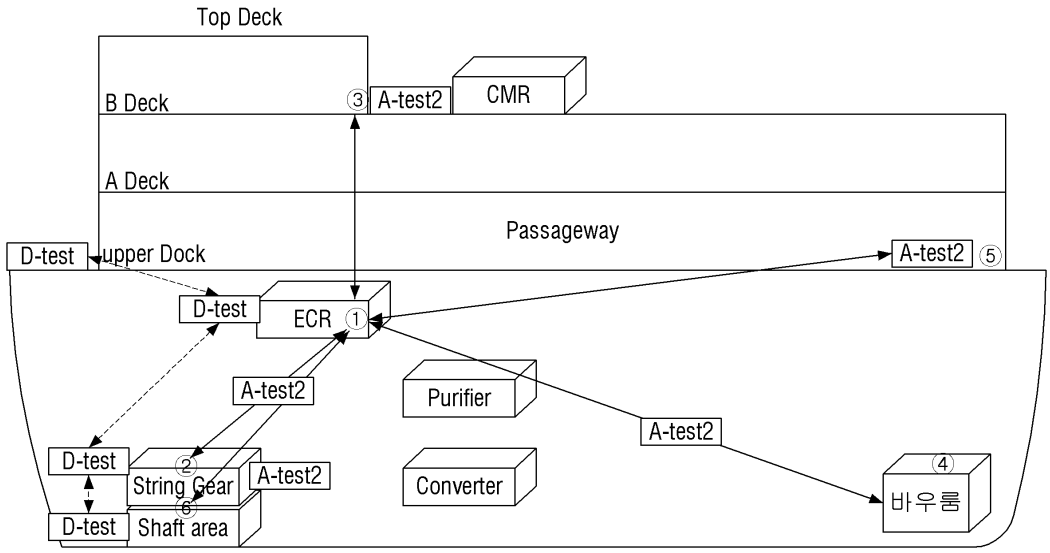
도면11


⑧ Top Deck
④ B Deck
⑥ Wheel house
⑨ ⑬ ⑦ CMR
①
A Deck
Passageway
③
Upper Dock
⑭
① ECR
1st
2nd
⑩ Purifier
② String gear
⑪ Converter
⑫ Shaft area
⑤ Double bottom
바우룸

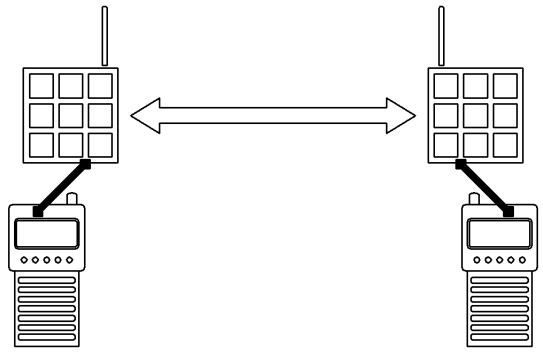
도면12


Wheel house
CMR
End of Passageway
모노폴 안테나
연결방식 통신 실패
하이브리드 안테나
연결방식 통신 성공
Engine control room
바우룸

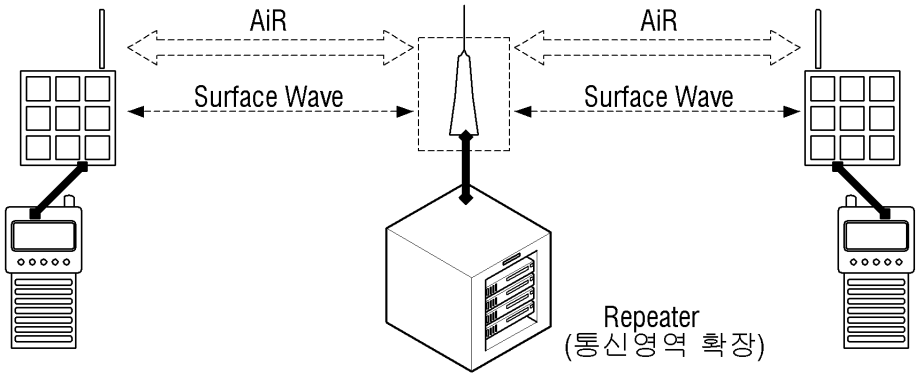
도면13



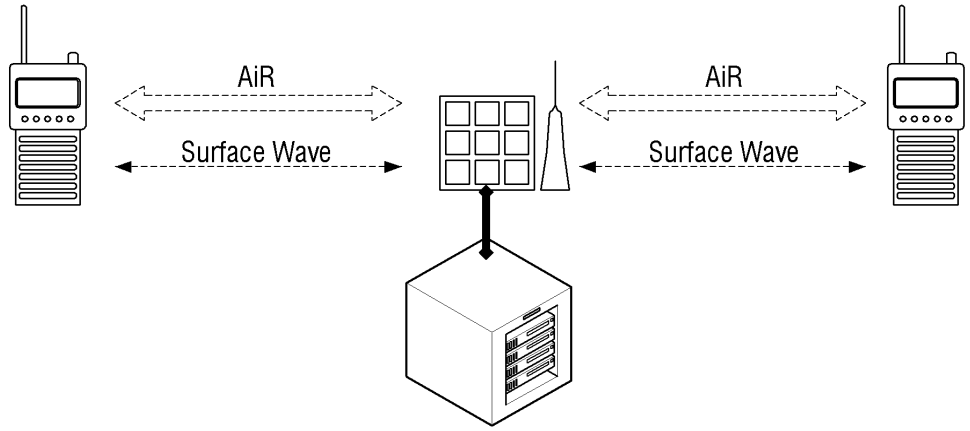
도면14



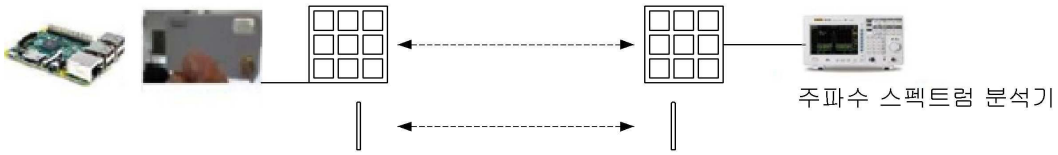
도면15



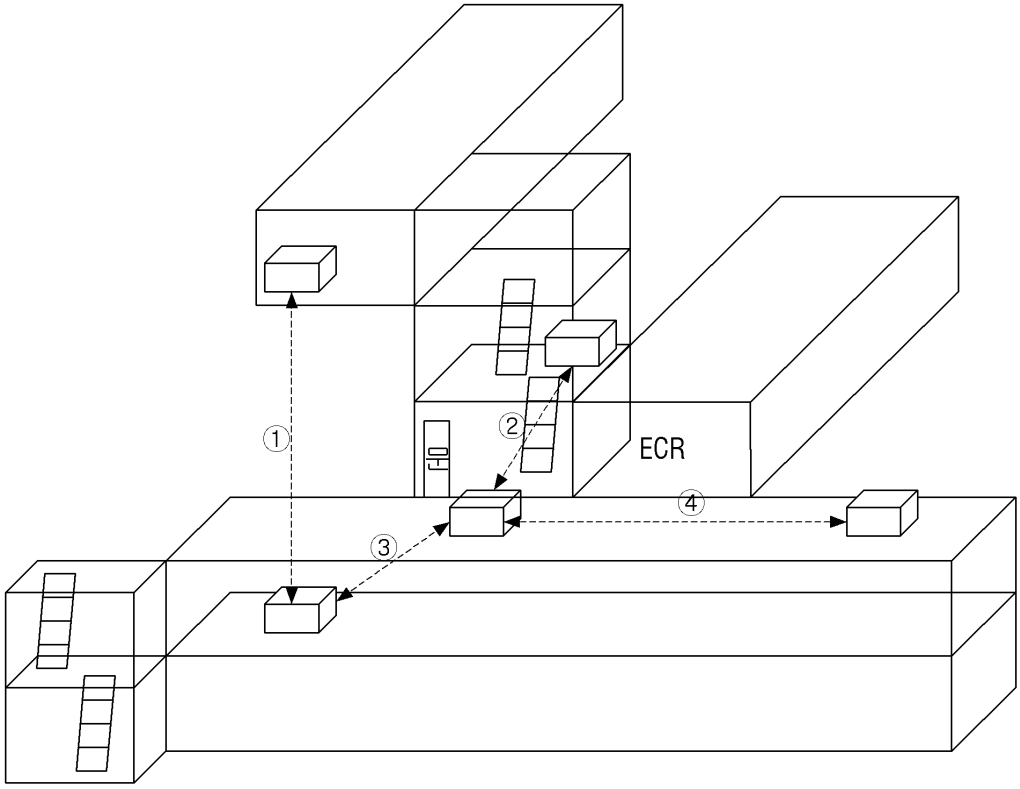
도면16



도면17



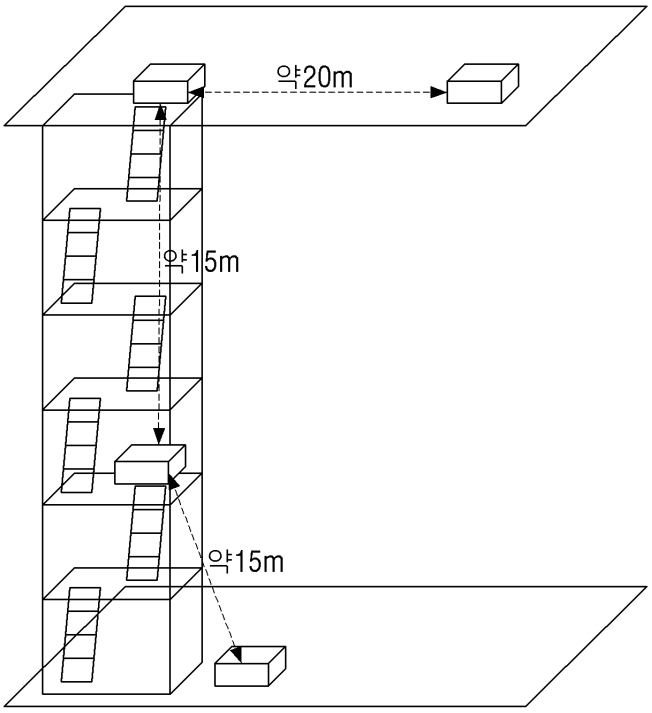
도면18



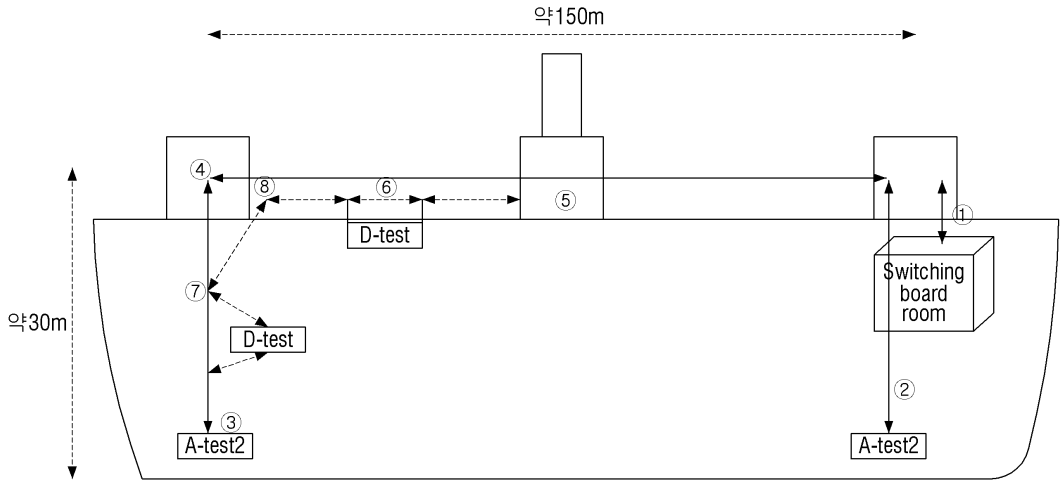
도면19



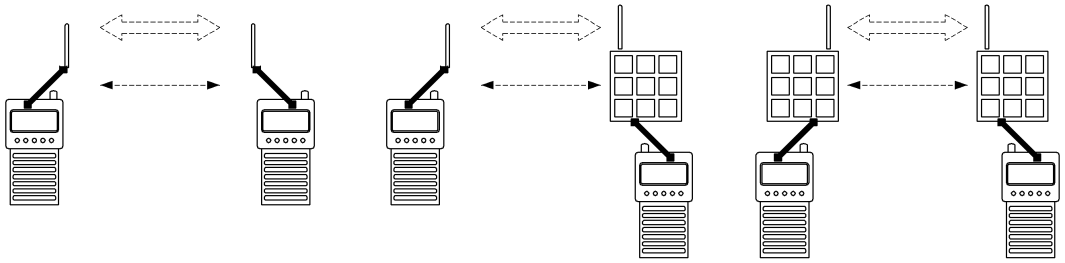
도면20



도면21



도면22

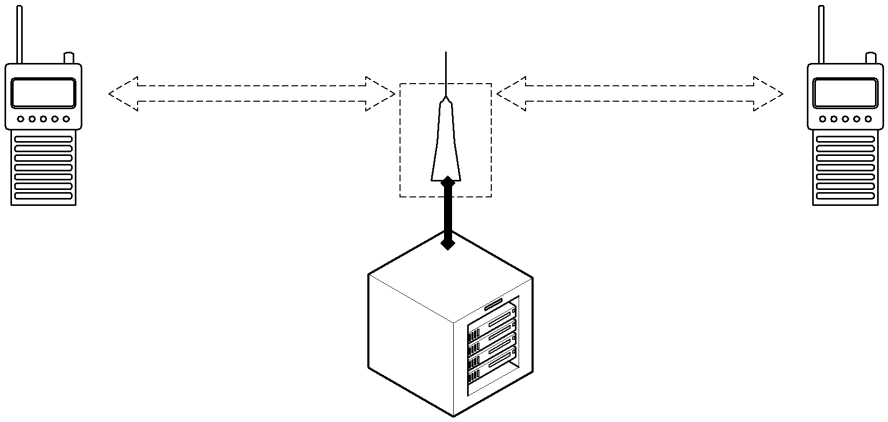


아날로그 케이스 1-1
(모노폴-모노폴)

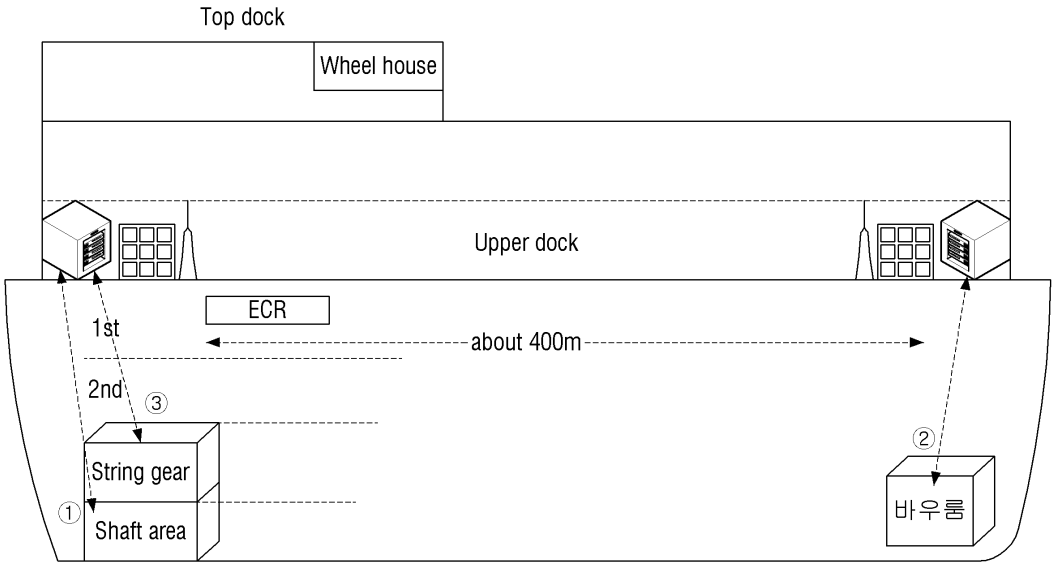
아날로그 케이스 1-2
(모노폴-하이브리드)

아날로그 케이스 1-3
(하이브리드-하이브리드)

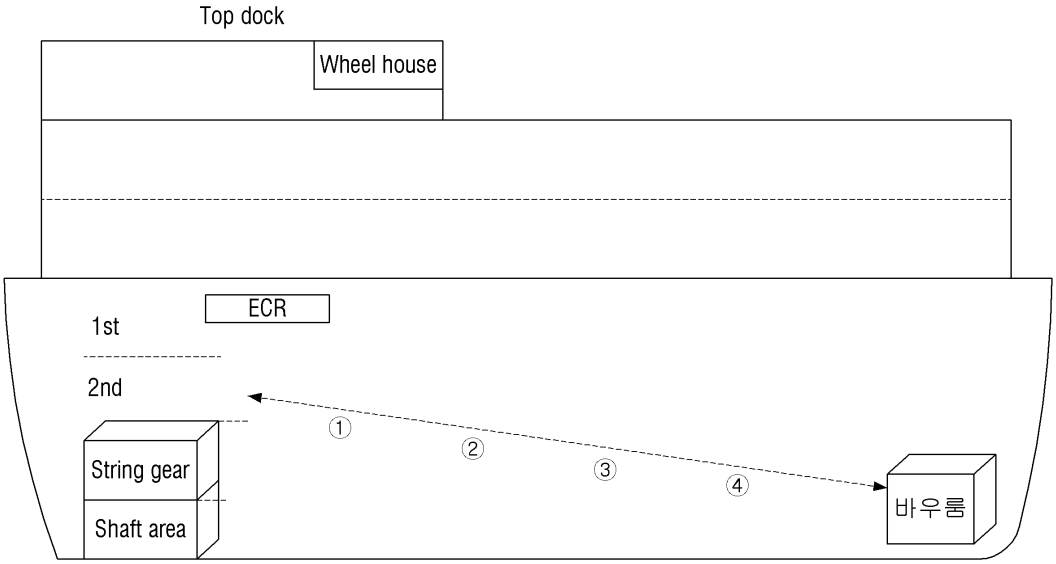
도면23



도면24



도면25


Top dock
Wheel house
ECR
1st
2nd
①
②
③
④
String gear
Shaft area
바우룸