(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0091620
(43) 공개일자 2025년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 22/00 (2021.01) *G01S 13/88* (2006.01)
G01S 7/35 (2006.01) *G01V 3/12* (2006.01)
H01Q 7/00 (2018.01) *H01Q 9/40* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 22/00 (2021.01)
G01S 13/885 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0181754
(22) 출원일자 2023년12월14일
심사청구일자 2023년12월14일

(71) 출원인
건양대학교산학협력단
충청남도 논산시 대학로 121 (내동)
(72) 발명자
손정영
충청남도 논산시 대학로 121, 건양대학교 공공안전연구소
아나톨리 쿠델리아
충청남도 논산시 대학로 121, 건양대학교 공공안전연구소
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

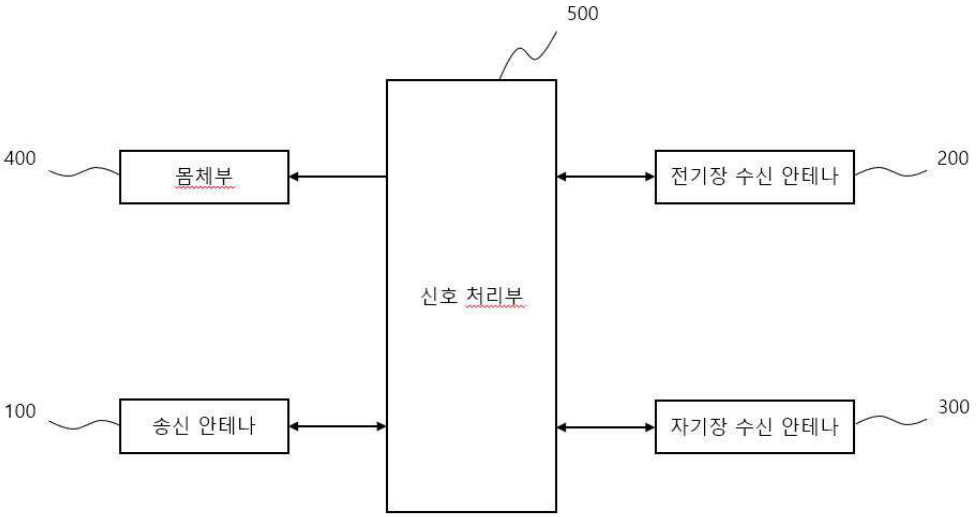
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법**

(57) 요 약

본 발명은 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법에 관한 것으로, 송신 안테나에서 방출된 전자파에 의해 탐사 대상 물체로부터 자기 유도된 전기장 및 자기장을 모노폴 안테나 형태의 전기장 수신 안테나 및 루프 안테나 형태의 자기장 수신 안테나로 수신하고, 상기 전기장 정보 및 자기장 정보를 이용하여 상기 탐사 대상 물체의 물성을 분석함으로써, 탐사 대상 물체의 정확한 위치 및 특성을 식별할 수 있는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01S 7/35 (2013.01)
G01V 3/12 (2013.01)
H01Q 7/00 (2018.05)
H01Q 9/40 (2013.01)

(72) 발명자
허광희
충청남도 논산시 대학로 121, 건양대학교 공공안전연구소

김정
충청남도 논산시 대학로 121, 건양대학교 공공안전연구소

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345315619
과제번호	2018R1A6A1A03025542
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구사업(대)-기초연구역량강화사업(중)-이공분야 대학중점연구소지원사업(소)
연구과제명	생체적 재난대응을 위한 시설물의 감재기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	건양대학교 (공공안전연구소)
연구기간	2018.06.01 ~ 2027.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물체 탐사 레이다 시스템에 있어서,

전자파를 방출하는 송신 안테나;

전기장을 수신하는 전기장 수신 안테나;

자기장을 수신하는 자기장 수신 안테나;

지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 상기 송신 안테나, 상기 전기장 수신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 고정하고, 상기 송신 안테나의 중심과 상기 자기장 수신 안테나의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 구비한 몸체부; 및

상기 송신 안테나 및 몸체부를 제어하고, 상기 전기장 수신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신하는 신호 처리부;를 포함하되,

상기 신호 처리부는, 상기 H, W, 전기장 정보 및 자기장 정보에 기초하여 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체부는,

상기 송신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선과, 상기 자기장 수신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나를 구비하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신 안테나는,

기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나,

상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나인 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전기장 수신 안테나는 모노폴 안테나인 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 신호 처리부는,

상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 신호 처리부는,

상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 레이다 시스템.

청구항 8

탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법으로서,

신호 처리부에서, 지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나를 고정하고, 상기 송신 안테나의 중심과 상기 자기장 수신 안테나의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 위치하도록 몸체부를 제어하는 위치 조절 단계;

신호 처리부에서, 상기 송신 안테나를 제어하여 전자파를 방출시키고, 상기 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신하는 신호 송수신 단계; 및

신호 처리부에서, 상기 H, W, 전기장 정보 및 자기장 정보에 기초하여 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물성 산출 단계;를 포함하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 위치 조절 단계는,

상기 송신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선과, 상기 자기장 수신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 자기장 수신

안테나가 위치하도록 상기 몸체부를 제어하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 신호 송수신 단계는,

상기 송신 안테나를 제어하여 기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나,

상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나인 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 전기장 수신 안테나는 모노폴 안테나인 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 물성 산출 단계는,

상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 물성 산출 단계는,

상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것

을 특징으로 하는 물체 탐사 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탐사 대상 물체로부터 자기 유도된 전자기파 신호를 수신하여 물성을 분석함으로써 상기 탐사 대상 물체의 위치 및 특성을 식별할 수 있는 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 지하 물성 탐사에 사용되는 전자기파 레이다는 고출력의 펄스형 전자기파를 송신하여 대상체에 의해 반사되는 전자기파를 수신함으로써 대상체를 인식하는 기술로, 군사용은 물론 우주, 항공기 관제, 원격 센싱, 기상, 선박 등 다양한 분야에 사용되고 있다. 그 중, 지하투과 레이다(GPR: Ground Peneration Radar)는 약 400MHz~5GHz 범위의 전자기파 중 한 주파수를 피코(Pico)초 혹은 나노(Nano)초의 폭을 가지는 펄스로 만들어 출력하거나, 주파수 범위 전체를 일정 주파수 범위로 분할하여 순차적으로 펄스 또는 연속파 형태로 출력하는 방식으로 지중에 매설된 물체를 식별한다.

[0003] 그러나, 일반적인 GPR 기술은 지하 토양의 상태, 지역, 기후, 날씨 등에 따라 측정결과가 달라지고, 지하 내 물체의 존재는 파악이 가능하나, 구체적인 식별이 어려운 문제점이 있다. 또한, 전자기파의 특성 상 토양에 의해 에너지가 반사 및 흡수되므로 지하 투과 깊이가 제한되는 문제점이 있다.

[0004] 그리고, 전자기파 펄스의 비행시간(Time of Flight), 즉 지하 물체에 부딪혀 되돌아오는 시간을 측정하여 지하 물체까지의 거리를 측정하는데, 높은 해상도를 위해 고대역 주파수가 필요하고, 이로 인해 지하 탐사 깊이가 줄어드는 문제점이 있다. 게데가, 전자기파 펄스의 비행시간을 정확하게 측정하기 위해 지표면에 송수신 안테나를 밀착시켜야하기 때문에 평탄한 지역 이외에는 사용이 어렵다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국 등록특허공보 제10-1551824호("매설물 탐지 레이더 및 탐지 방법", 등록일 2015.09.03.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로써, 본 발명에 의한 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법의 목적은, 송신 안테나에서 방출된 전자파에 의해 탐사 대상 물체로부터 자기 유도된 전기장 및 자기장을 수신 및 분석함으로써, 상기 탐사 대상 물체의 위치 및 특성을 식별할 수 있는 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 물체 탐사 레이다 시스템은, 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물체 탐사 레이다 시스템에 있어서, 전자파를 방출하는 송신 안테나, 전기장을 수신하는 전기장 수신 안테나, 자기장을 수신하는 자기장 수신 안테나, 지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 상기 송신 안테나, 상기 전기장 수신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 고정하고, 상기 송신 안테나의 중심과 상기 자기장 수신 안테나의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 구비한 몸체부 및 상기 송신 안테나 및 몸체부를 제어하고, 상기 전기장 수신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신하는 신호 처리부를 포함하되, 상기 신호 처리부는 상기 H, W, 전기장 정보 및 자기장 정보에 기초하여 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 상기 몸체부는 상기 송신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선과, 상기 자기장 수신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 상기 송신 안테나는 기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나, 상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출하는 것을

특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나인 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 전기장 수신 안테나는 모노폴 안테나인 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 신호 처리부는 상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법은, 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법으로서, 신호 처리부에서, 지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나를 고정하고, 상기 송신 안테나의 중심과 상기 자기장 수신 안테나의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 상기 자기장 수신 안테나를 구비하도록 몸체부를 제어하는 위치 조절 단계, 신호 처리부에서, 상기 송신 안테나를 제어하여 전자파를 방출시키고, 상기 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신하는 신호 송수신 단계 및 신호 처리부에서, 상기 H, W, 전기장 정보 및 자기장 정보에 기초하여 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물성 산출 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 위치 조절 단계는 상기 송신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선과, 상기 자기장 수신 안테나의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나를 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 신호 송수신 단계는 상기 송신 안테나를 제어하여 기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나, 상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나인 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 전기장 수신 안테나는 모노폴 안테나인 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 물성 산출 단계는 상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 물성 산출 단계는 상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 상기한 바와 같은 본 발명에 의한 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법에 의하면, 송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 높이와, 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나 사이의 거리를 조절함으로써 지형에 상관없이 지하 100m 깊이까지의 물체를 탐사할 수 있는 장점이 있다.

[0022] 뿐만 아니라, 탐사 대상 물체의 정확한 위치와 특성까지 식별이 가능한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 나타낸 구성 예시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템의 송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 높이와, 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나 사이의 거리를 나타낸 배치도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템의 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 형태를 나타낸 도식도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법을 나타낸 순서 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 상술한 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 실시예를 통하여 보다 분명해질 것이다. 이하의 특정한 구조 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서 또는 출원에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 특정 실시예들은 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시 형태에 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 나타낸 구성 예시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템의 송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 높이와, 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나 사이의 거리를 나타낸 배치도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템의 송신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 형태를 나타낸 도식도이다. 도 1 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 자세히 알아보도록 한다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 송신 안테나(100), 전기장 수신 안테나(200), 자기장 수신 안테나(300), 몸체부(400) 및 신호 처리부(500)를 포함할 수 있다.

[0027] 각 구성에 대해서 자세히 알아보자면,

[0028] 상기 송신 안테나(100)는 전자파를 외부로 방출할 수 있다.

[0029] 상세하게는, 상기 송신 안테나(100)는 기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나, 상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출할 수 있다. 이 때, 상기 제1 소정 범위는 0.3MHz 이상 및 30MHz 이하이나, 반드시 이걸로 한정하는 것은 아니다. 다만, 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 통한 다양한 실험을 진행한 결과, 상기 송신 안테나(100)가 방출하는 전자파의 주파수 범위가 0.3MHz 이상 및 30MHz 이하일 때, 높은 해상도로 탐사 대상 물체(10)의 형태를 나타낼 수 있음이 확인되어, 본 발명에서는 이로 한정하고 있다.

[0030] 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)는 외부로부터 전기장 및 자기장을 수신할 수 있다.

[0031] 상기 송신 안테나(100), 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)에 대해서 구체적으로 설명하자면,

[0032] 상기 송신 안테나(100)가 지표면을 향해 전자파를 방출하면, 상기 지표면을 기준으로 탐사 깊이(D) 이내의 탐사 대상 물체(10)에 상기 전자파가 흡수된다. 이후, 상기 전자파의 자계 성분이 상기 탐사 대상 물체(10)에 와류(Eddy Current)를 발생시키고, 상기 와류에 의해 상기 탐사 대상 물체(10)가 자기 유도되어 전기장 및 자기장을 생성하게 된다. 이후, 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)는 상기 탐사 대상 물체(10)의 전기장 및 자기장을 수신하게 된다. 다만, 상기 송신 안테나(100)의 전자파 방출 방향과, 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)의 전기장 및 자기장 수신 대상의 위치를 지표면 하부로 한정하는 것은 아니며, 외부의 다른 대상을 향해 전자파를 방출하거나, 외부의 다른 대상으로부터 전기장 및 자기장을 수신할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나일 수 있다.

[0034] 상세하게는, 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)는 도 3에 도시된 바와 같이, 원형 루프 안테나(100-1, 300-1), 수직 타원형 루프 안테나(100-2, 300-2), 수평 타원형 루프 안테나(100-3, 300-3), 수직 그립형 루프 안테나(100-4, 300-4) 및 수평 그립형 루프 안테나(100-5, 300-5)의 형태를 가질 수 있으며, 상기 몸체부(400)와 결합되는 결합 부위의 위치는 각각 상이할 수 있다.

[0035] 예를 들면, 상기 원형 루프 안테나(100-1, 300-1)는 둘레 상의 어느 한 위치에서 상기 몸체부(400)와 결합될 수 있다. 그리고, 상기 수직 타원형 루프 안테나(100-2, 300-2) 및 수평 타원형 루프 안테나(100-3, 300-3)는 곡률에 따라 상기 몸체부(400)와 결합되는 위치가 상이해지는데, 상기 수직 타원형 안테나(100-2, 300-2)의 경우, 곡률이 가장 적은 부분이 상기 몸체부(400)와 결합될 수 있고, 상기 수평 타원형 루프 안테나(100-3, 300-3)의 경우, 곡률이 가장 큰 부분이 상기 몸체부(400)와 결합될 수 있다. 마찬가지로, 상기 수직 그립형 루프 안테나(100-4, 300-4) 및 수평 그립형 루프 안테나(100-5, 300-5) 또한 상기 몸체부(400)와 결합되는 위치가 서로 상이한데, 상기 수직 그립형 루프 안테나(100-4, 300-4)의 경우, 원형부분이 상기 몸체부(400)와 결합될 수 있고, 상기 수평 그립형 루프 안테나(100-5, 300-5)의 경우, 직선부분이 상기 몸체부(400)와 결합될 수 있다. 여기서, 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300) 각각의 형태와 크기는 서로 같거나 다를 수 있다.

[0036] 또한, 상기 전기장 수신 안테나(200)는 모노폴 안테나일 수 있다. 이 때, 상기 전기장 수신 안테나(200)는 팁이 지표면을 향해 수직 또는 그 반대 방향으로 향할 수 있다.

[0037] 상기 몸체부(400)는 지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 상기 송신 안테나(100), 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)를 고정하고, 상기 송신 안테나(100)의 중심과 상기 자기장 수신 안테나(300)의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)를 구비할 수 있다.

[0038] 상세하게는, 상기 몸체부(400)는 상기 송신 안테나(100)의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선(110)과, 상기 자기장 수신 안테나(300)의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선(310)이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)를 구비할 수 있다. 이로 인해, 자기장 수신 안테나(300)로 직접 들어오는 전자파를 최소화시킬 수 있다.

[0039] 상기 신호 처리부(500)는 상기 송신 안테나(100) 및 몸체부(400)를 제어하고, 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 상기 자기장 수신 안테나(300)로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신할 수 있다.

[0040] 상세하게는, 상기 신호 처리부(500)는 상기 H 및 W에 기초하여 상기 몸체부(400)를 제어할 수 있고, 상기 송신 안테나(100)를 제어하여 전자파를 방출시킬 수 있다. 이후, 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 상기 자기장 수신 안테나(300)로부터 수신한 전기장 정보 및 자기장 정보와, 상기 H 및 W에 기초하여 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있다.

[0041] 좀 더 상세하게는, 상기 신호 처리부(500)는 상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있다. 이 때, 상기 신호 처리부(500)는 상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있다. 여기서, 상기 수식 a는 하기의 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학식 1

[0042] $$D=(W-(H-1))/2$$

[0043] (여기서, D는 탐사 깊이이고, W는 송신 안테나(100)의 중심과 자기장 송신 안테나(100)의 중심 사이의 거리이고, H는 송신 안테나(100), 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)의 높이이다.)

[0044] 또한, 상기 제2 소정 범위는 1m 초과이나, 반드시 이걸로 한정하는 것은 아니다. 다만, 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 통한 다양한 실험을 진행한 결과, 상기 H가 1m 초과일 때, 상기 수학식 1을 만족하는 거리 이내의 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있음이 확인되어, 본 발명에서는 이로 한정하고 있다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법을 나타낸 순서 예시도이다. 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법을 자세히

알아보도록 한다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법은 탐사 대상 물체에 대한 물성을 산출하는 물체 탐사 레이다 시스템을 이용한 물체 탐사 방법으로서, 도 4에 도시된 바와 같이, 위치 조절 단계(S100), 신호 송수신 단계(S200) 및 물성 산출 단계(S300)를 포함할 수 있다. 각 단계들은 연산 처리 수단에 의해 각 단계가 수행되는 물체 탐사 레이다 시스템을 이용하여 동작되게 된다.

[0047] 각 단계에 대해서 자세히 알아보자면,

[0048] 상기 위치 조절 단계(S100)는 상기 신호 처리부(500)에서, 지표면으로부터 수직방향으로 각각 소정 거리 H만큼 이격된 위치에 송신 안테나(100), 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)를 고정하고, 상기 송신 안테나(100)의 중심과 상기 자기장 수신 안테나(300)의 중심 사이의 거리가 소정 거리 W가 되는 위치에 상기 송신 안테나(100) 및 상기 자기장 수신 안테나(300)가 위치하도록 상기 몸체부(400)를 제어하게 된다.

[0049] 상세하게는, 상기 위치 조절 단계(S100)는 상기 송신 안테나(100)의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제1 가상선(110)과, 상기 자기장 수신 안테나(300)의 중심을 기준으로 좌우 내측을 연결한 제2 가상선(310)이 상기 지표면과 수평이 되는 위치에 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)가 위치하도록 상기 몸체부(400)를 제어하게 된다. 이로 인해, 송신 안테나(100)에서 자기장 수신 안테나(300)로 직접 들어오는 전자파를 최소화시킬 수 있다.

[0050] 또한, 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300)는 소정의 형태를 가지는 루프 안테나일 수 있으며, 원형 루프 안테나(100-1, 300-1), 수직 타원형 루프 안테나(100-2, 300-2), 수평 타원형 루프 안테나(100-3, 300-3), 수직 그립형 루프 안테나(100-4, 300-4) 및 수평 그립형 루프 안테나(100-5, 300-5)의 형태를 가지고, 상기 몸체부(400)와 결합되는 결합 부위의 위치가 상이할 수 있다. 여기서, 상기 송신 안테나(100) 및 자기장 수신 안테나(300) 각각의 형태와 크기는 서로 같거나 다를 수 있다.

[0051] 또한, 상기 전기장 수신 안테나(200)는 모노폴 안테나일 수 있다.

[0052] 상기 신호 송수신 단계(S200)는 상기 신호 처리부(500)에서, 상기 송신 안테나(100)를 제어하여 전자파를 방출시키고, 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)로부터 각각 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신하게 된다.

[0053] 상세하게는, 상기 신호 송수신 단계(S200)는 상기 송신 안테나(100)를 제어하여 기설정된 제1 소정 범위 내의 주파수를 가지는 하나의 전자파를 연속적으로 방출하거나, 상기 제1 소정 범위 내의 서로 다른 주파수를 가지는 둘 이상의 전자파를 동시에 연속적으로 방출하게 된다. 이 때, 상기 제1 소정 범위는 0.3MHz 이상 및 30MHz 이하이나, 반드시 이걸로 한정하는 것은 아니다.

[0054] 좀 더 상세하게는, 상기 신호 송수신 단계(S200)에서, 상기 송신 안테나(100)가 지표면을 향해 전자파를 방출하면, 상기 지표면을 기준으로 탐사 깊이(D) 이내의 탐사 대상 물체(10)에 상기 전자파가 흡수되고, 상기 전자파의 자계 성분이 상기 탐사 대상 물체(10)에 와류(Eddy Current)를 발생시켜 상기 와류에 의해 상기 탐사 대상 물체(10)가 자기 유도되어 전기장 및 자기장을 생성하게 된다. 이후, 상기 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)는 상기 탐사 대상 물체(10)의 전기장 및 자기장을 수신하게 된다. 다만, 상기 송신 안테나(100)의 전자파 방출 방향과, 전기장 수신 안테나(200) 및 자기장 수신 안테나(300)의 전기장 및 자기장 수신 대상의 위치를 지표면 하부로 한정하는 것은 아니며, 외부의 다른 대상을 향해 전자파를 방출하거나, 외부의 다른 대상으로부터 전기장 및 자기장을 수신할 수 있다.

[0055] 상기 물성 산출 단계(S300)는 상기 신호 처리부(500)에서, 상기 H, W, 전기장 정보 및 자기장 정보에 기초하여 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출하게 된다.

[0056] 상세하게는, 상기 물성 산출 단계(S300)는 상기 W의 1/2배인 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있다. 이 때, 상기 물성 산출 단계(S300)는 상기 H가 기설정된 제2 소정 범위인 경우, 기저장된 수식 a를 만족하는 거리 이내의 상기 탐사 대상 물체(10)에 대한 물성을 산출할 수 있다. 여기서, 상기 수식 a는 상기의 수학식 1과 같이 정의될 수 있다. 또한, 상기 제2 소정 범위는 1m 초과이나, 반드시 이걸로 한정하는 것은 아니다.

[0057] 정리하자면, 본 발명의 일 실시예에 따른 물체 탐사 레이다 시스템 및 이를 이용한 물체 탐사 방법은, 송신 안테나(100)에서 방출된 전자파에 의해 탐사 대상 물체(10)로부터 자기 유도된 전기장 및 자기장을 모노폴 안테나 형태의 전기장 수신 안테나(200) 및 루프 안테나 형태의 자기장 수신 안테나(300)로 수신하고, 상기 전기장 정

보 및 자기장 정보를 이용하여 상기 탐사 대상 물체(10)의 물성을 분석함으로써, 탐사 대상 물체(10)의 정확한 위치 및 특성을 식별할 수 있는 장점이 있다.

[0058] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것일 뿐이다. 따라서, 본 발명의 기술 사상은 개시된 각각의 실시예뿐만 아니라, 개시된 실시예들의 조합을 포함하고, 나아가, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가지는 자라면 첨부된 청구범위의 사상 및 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능하며, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정은 균등물로서 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0059] 10 : 탐사 대상 물체

100 : 송신 안테나

110 : 제1 가상선

200 : 전기장 수신 안테나

300 : 자기장 수신 안테나

310 : 제2 가상선

400 : 몸체부

500 : 신호 처리부

100-1, 300-1 : 원형 루프 안테나

100-2, 300-2 : 수직 타원형 루프 안테나

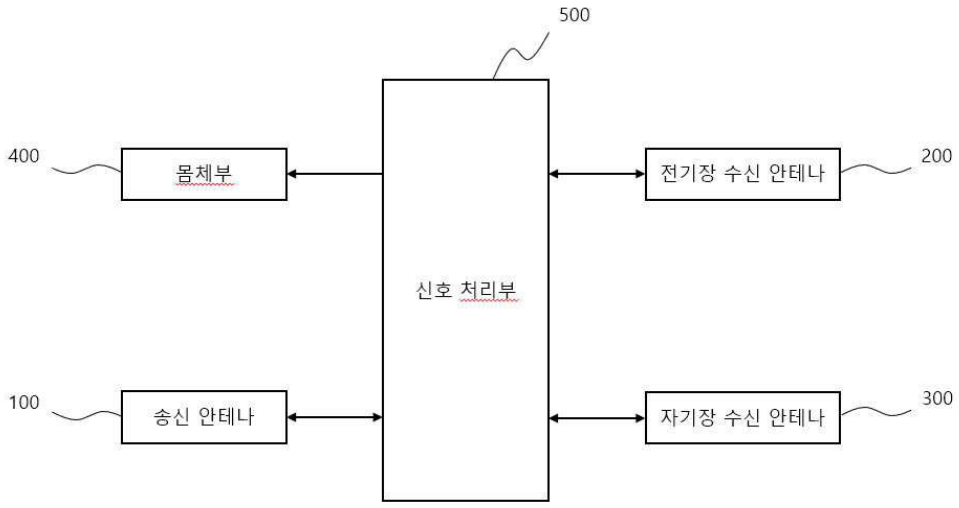
100-3, 300-3 : 수평 타원형 루프 안테나

100-4, 300-4 : 수직 그립형 루프 안테나

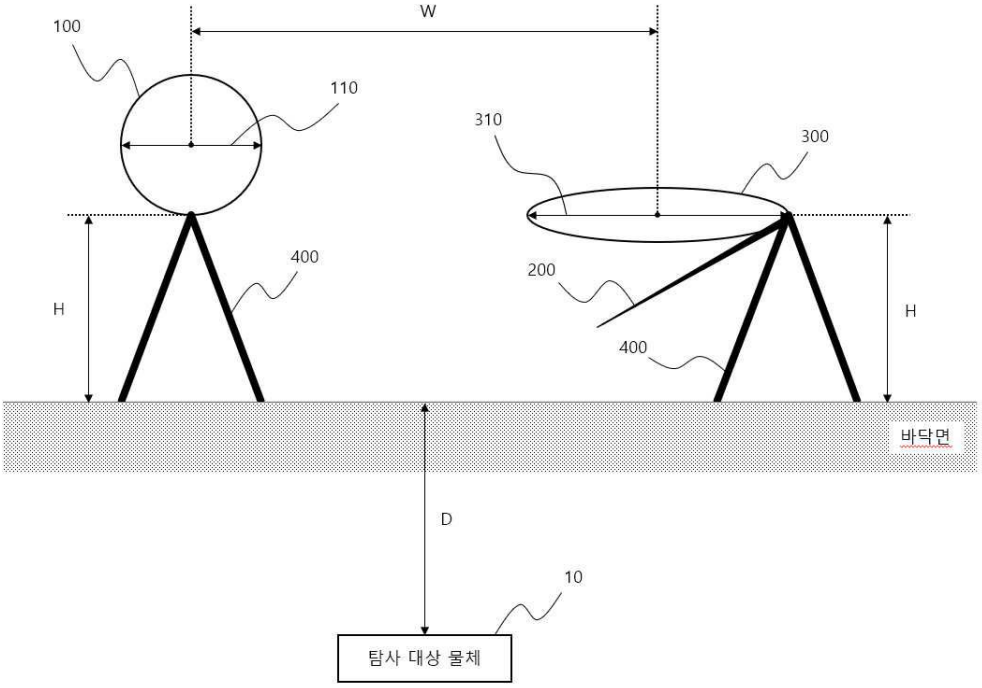
100-5, 300-5 : 수평 그립형 루프 안테나

도면

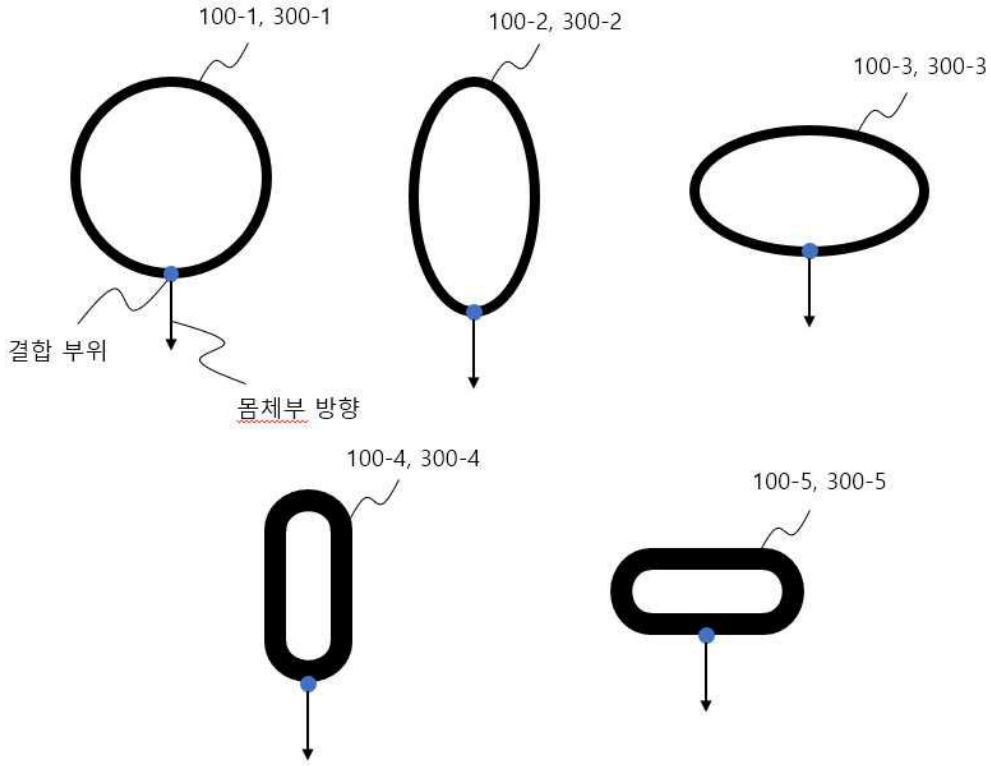
도면1



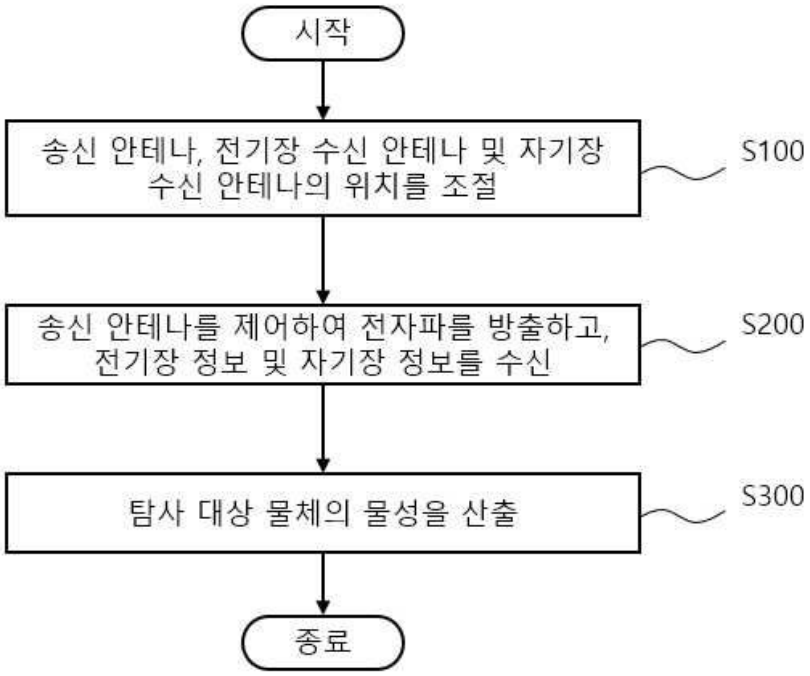
도면2


100
W
110
310
300
400
200
H
H
400
바닥면
D
10
탐사 대상 물체

도면3


100-1, 300-1
100-2, 300-2
100-3, 300-3
결합 부위
몸체부 방향
100-4, 300-4
100-5, 300-5

도면4


시작
송신 안테나, 전기장 수신 안테나 및 자기장 수신 안테나의 위치를 조절
S100
송신 안테나를 제어하여 전자파를 방출하고, 전기장 정보 및 자기장 정보를 수신
S200
탐사 대상 물체의 물성을 산출
S300
종료