



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0078752
(43) 공개일자 2014년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 17/00 (2006.01) G08C 17/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7013148
(22) 출원일자(국제) 2012년10월03일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년05월16일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/058524
(87) 국제공개번호 WO 2013/058984
국제공개일자 2013년04월25일
(30) 우선권주장
13/278,991 2011년10월21일 미국(US)

(71) 출원인
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박
스 33427 쓰리엠 센터
(72) 발명자
도애니 지야드 에이치
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
파킨슨 티모시 에이
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오
피스 박스 33427 쓰리엠 센터
(74) 대리인
김영, 양영준

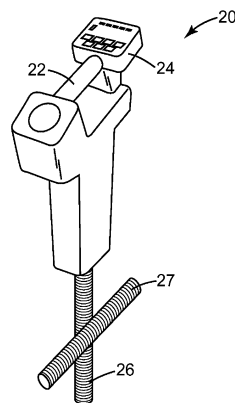
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 다축 마커 탐지기

(57) 요약

미지의 마커를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기가 개시된다. 탐지기는 휴대용 탐지기 하우징, 하우징 내에 배치된 제1 안테나, 하우징 내에서 상기 안테나에 대해 직교로 배치된 제2 안테나, 및 프로세서를 포함한다. 프로세서는 제1 및 제2 안테나들 각각이 신호들을 송신 및 수신하게끔 구성되도록 제1 및 제2 안테나들 각각과 상호작용하도록 구성된다. 탐지기는 2개 초과 안테나들을 포함할 수 있으며, 복수의 안테나 세트들을 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

미지의 마커(obsured marker)를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기(locator)로서,

휴대용 탐지기 하우징;

하우징 내에 배치된 제1 안테나;

하우징 내에서 상기 안테나에 대해 직교로 배치된 제2 안테나; 및

제1 및 제2 안테나들 중 적어도 하나가 신호들을 송신 및 수신하게끔 구성되도록 제1 및 제2 안테나들 각각과 상호작용하도록 구성되는 프로세서를 포함하는, 탐지기.

청구항 2

제1항에 있어서, 제3 안테나를 추가로 포함하고, 제3 안테나는 제1 안테나 및 제2 안테나에 대해 직교하는, 탐지기.

청구항 3

제1항에 있어서, 핸드헬드(handheld)형인 탐지기.

청구항 4

제2항에 있어서, 제1 안테나는 페라이트 로드(ferrite rod) 주위에 배치된 코일을 포함하는, 탐지기.

청구항 5

제4항에 있어서, 제2 안테나는 인쇄 회로 기판(printed circuit board, PCB) 상에 배치된 공기 코일(air coil) 또는 와이어 코일(wire coil)을 포함하는, 탐지기.

청구항 6

제5항에 있어서, 제3 안테나는 페라이트 로드 주위에 배치된 코일을 포함하는, 탐지기.

청구항 7

제6항에 있어서, 제1 안테나는 PCB의 제1 면 상에 배치되고, 제3 안테나는 PCB의 제2 면 상에 배치되며, 제1 면은 제2 면의 반대편에 있는, 탐지기.

청구항 8

제1항에 있어서, 미지의 무선 주파수 식별(radio frequency identification, RFID) 마커를 탐지하도록 구성되는 탐지기.

청구항 9

지하의 미지의 마커를 탐지하는 방법으로서,

(a) 서로에 대해 직교하는 제1 안테나와 제2 안테나를 포함하는 휴대용 탐지기를 제공하는 단계;

(b) 제1 또는 제2 안테나들 중 하나로부터 신호를 송신하는 단계;

(c) 제1 및 제2 안테나들 중 적어도 하나에 의해 마커로부터의 신호를 수신하는 단계;

(d) 수신 신호들을 처리하여 누적 수신 신호를 생성하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 휴대용 탐지기는 제3 안테나를 추가로 포함하고, 제3 안테나는 제1 안테나와 제2 안테나에 대

해 직교하는, 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 탐지기가 핸드헬드형인, 방법.

청구항 12

제9항에 있어서, 누적 수신 신호는 수신된 신호들의 제곱 평균 제곱근(root mean square, RMS)인, 방법.

청구항 13

제9항에 있어서, 마커의 방향의 표시를 사용자에게 제공하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 14

제9항에 있어서, 마커의 근접성의 청각적 또는 시각적 표시를 사용자에게 제공하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 15

미지의 마커를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기로서,

휴대용 탐지기 하우징;

서로에 대하여 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함하는, 하우징 내에 배치되는 제1 안테나 세트;

서로에 대하여 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함하는, 하우징 내에 배치되는 제2 안테나 세트;

제1 및 제2 안테나 세트들 중 적어도 하나가 신호들을 송신 및 수신하게끔 구성되도록 제1 및 제2 안테나 세트들 각각과 상호작용하도록 구성되는 프로세서를 포함하는, 탐지기.

청구항 16

제15항에 있어서, 프로세서는 제1 및 제2 안테나 세트들 각각에 의해 마커로부터 수신된 신호들을 처리하여 누적 수신 신호를 생성하도록 구성되는, 탐지기.

청구항 17

제15항에 있어서, 프로세서는 제1 및 제2 안테나 세트들 각각으로부터의 신호들을 처리하여 마커의 깊이를 추정하도록 구성되는, 탐지기.

청구항 18

제15항에 있어서, RFID 마커를 탐지하도록 구성되는 탐지기.

청구항 19

제15항에 있어서, 핸드헬드형인 탐지기.

청구항 20

제15항에 있어서, 제1 및 제2 안테나 세트들은 물리적으로 분리되어 있는, 탐지기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 미지의 마커(obsured marker)를 탐지하기 위한 탐지기(locator)에 관한 것이다. 보다 구체적으로는, 본 발명은 다축 안테나 어레이(multi-axis antenna array)를 갖는 휴대용 탐지기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 다양한 유형의 마커들이 전세계에 걸쳐 미지의 또는 매립된 자산을 마킹하기 위해 사용된다. 예를 들어, 물,

가스 및 하수용 파이프와, 전화, 전력 및 텔레비전용 케이블은 전세계에 걸쳐 지하에 매립되어 있으며, 종종 수 년 후에 매립된 자산 또는 도관의 정밀한 위치를 아는 것이 중요해진다. 다양한 유형의 마커들이 이들 자산 또는 도관들에 부착되거나, 함께 매립되거나, 달리 연관될 수 있다.

[0003] 트레이서 와이어(tracer wire)가 지하의 도관 경로를 전기적으로 마킹하기 위해 사용되어 왔다. 트레이서 와이어는 때때로 도관이나 자산과 함께 매립된다. 트레이서 와이어의 일 단부가 교류(AC) 신호에 의해 활성화될 때, 와이어는 동심 원통들의 형상으로 전도체 주위에 전자기장을 생성하는 전류를 전도시킨다. 지상의 별도의 수신기(receiver)가 자기장을 검출할 수 있으며, 이에 의해 트레이서 와이어의 경로 및 따라서 해당 자산의 경로를 결정할 수 있다.

[0004] 수동 유도 마커(passive inductive marker)가 또한 지하의 자산을 마킹하기 위해 사용되어 왔다. 그러한 마커들은 전형적으로 보호 하우징 내에 위치된 특정 주파수로 조정된 커패시터 및 와이어 코일을 포함한다. 유도 마커는 마킹될 아이템 근처에 매립된다. 유도 마커는 마커가 발견될 것으로 기대되는 지역 내 지하에 마커 공진 주파수에서 자기장을 발생시킴으로써 활성화된다. 자기장은 마커와 결합하며, 유도 마커는 송신 사이클 동안에 결합된 자기장으로부터 에너지를 수신 및 저장한다. 송신 사이클이 종료되면, 유도 마커는 지속적으로 감쇠하는 진폭을 갖는 공진 주파수에서의 그 자신의 AC 자기장을 생성하는 신호를 재방출한다. 지상의 검출 장치가 마커로부터의 AC 자기장을 검출하고 사용자에게 마커의 존재를 알린다.

[0005] 무선 주파수 식별(Radio frequency identification, RFID) 마커 또는 태그는 수동 마커 및 능동 마커 둘 모두를 포함한다. RFID 마커는 일반적으로 물체를 식별하거나 탐지하거나 추적하는 목적들을 위해 전자기 태그로부터의 데이터를 판독기로 전달하기 위해 자기장 또는 전파를 사용한다. 수동 RFID 태그는 집적 회로(IC) 및 안테나를 포함한다. 집적 회로는 전형적으로, 마킹된 물체와 관련된 고유한 일련 번호 및 데이터를 저장한다. RFID 태그 안테나가 예를 들어 RFID 탐지기/판독기에 의해 송신된 자기장의 존재 하에 있을 때, 안테나는 집적 회로를 탐지기에 연결시켜 데이터 송신을 허용한다. 능동 RFID 태그는 IC에 더하여 배터리와 같은 전원, 및 배터리가 여전히 전하를 보유하는 동안에 보다 큰 판독 범위를 허용하는 안테나를 갖는다.

[0006] 자기기계적(magnetomechanical) 마커가 또한 지하 자산을 마킹하기 위해 사용될 수 있다. 미국 특허 공개 공보 제2012/0068823호는 지하의 자산을 마킹하기 위해 다양한 구성들로의 자기기계적 마커의 사용을 기술한다.

[0007] 다른 유형들의 마커들이 또한 당업계에 공지된 바와 같이 미지의 자산을 마킹하기 위해 사용될 수 있다.

[0008] 이러한 유형들의 마커들 각각은 탐지 장치 또는 탐지기에 응답하는데, 탐지 장치 또는 탐지기는 마커에 결합되는 전자기장 버스트(burst)를 생성하고, 마커는 이어서 저장 에너지를 소모하면서 자신의 자기장을 발생시킨다. 그러한 탐지 장치는 전형적으로, 마커로 그리고 마커로부터의 신호를 송신 및 수신하기 위해 송신기, 수신기 또는 송수신기로서 구성된 안테나, 및 이하에 보다 상세히 논의되는 바와 같은 사용자 인터페이스를 포함한다. 미지의 마커를 탐지하기 위한 개선된 탐지기가 환영받을 것이다.

발명의 내용

[0009] 본 발명은 일반적으로 미지의 마커를 탐지하기 위한 다축 휴대용 탐지기에 관한 것이다. 다축 탐지기는 하나 초과와 축 상에 배치된 하나 초과와 안테나를 포함한다. 본 발명에 따른 다축 탐지기는 보다 큰 물리적 범위에 걸쳐서 마커 신호의 검출을 허용하는 것과 같은 추가적인 이점을 제공할 수 있다. 다축 탐지기는 또한 상당한 신호를 여전히 수신하기 위해 마커에 대하여 다양한 배향들을 가지면서 마커의 사용을 허용한다. 이는 미지의 마커를 위한 마커 설치 시간, 노력 및 비용을 줄일 수 있다. 예를 들어, 파이프가 매립되는 시점에 마커가 지하에 배치되는 경우, 마커의 특정 배향과 무관하게 지하에 떨어뜨려지거나 배치될 수 있다. 일부 미지의 마커들은 마커의 작지 또는 배치 배향과 무관하게 설치를 허용하기 위해 다양한 배향들의 다수의 안테나들을 갖추도록 설계된다. 본 출원에 따른 다축 안테나 탐지기는, 마커가 다축 안테나를 필요로 함이 없이, 마커의 배향과 무관하게 마커를 검출하는 추가적인 이점을 제공한다.

[0010] 본 발명은, 일 실시예에서, 미지의 마커를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기를 포함한다. 탐지기는 휴대용 탐지기 하우징, 하우징 내에 배치된 제1 안테나, 하우징 내에서 상기 안테나에 대해 직교로 배치된 제2 안테나, 및 프로세서를 포함한다. 프로세서는 제1 및 제2 안테나들 중 적어도 하나가 신호들을 송신 및 수신하게끔 구성되도록 제1 및 제2 안테나들 각각과 상호작용하도록 구성된다.

[0011] 본 발명은 지하의 미지의 마커를 탐지하는 방법을 추가로 포함한다. 이 방법은 서로에 대해 직교하는 제1 안테나와 제2 안테나를 포함하는 휴대용 탐지기를 제공하는 단계를 포함한다. 이 방법은 제1 또는 제2 안테나들 중

하나로부터 신호를 송신하는 단계와, 제1 및 제2 안테나들 중 적어도 하나에 의해 마커로부터의 신호를 수신하는 단계를 추가로 포함한다. 이 방법은 이어서 수신 신호들을 처리하여 누적 수신 신호를 생성하는 단계를 포함한다.

[0012] 본 발명은 또한 미지의 마커를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기를 포함한다. 휴대용 탐지기는 휴대용 탐지기 하우징; 및 서로에 대하여 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함하는, 하우징 내에 배치되는 제1 안테나 세트를 포함한다. 휴대용 탐지기는 또한 서로에 대하여 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함하는, 하우징 내에 배치되는 제2 안테나 세트를 포함한다. 휴대용 탐지기는 제1 및 제2 안테나 세트들 중 적어도 하나가 신호들을 송신 및 수신하게끔 구성되도록 제1 및 제2 안테나 세트들 각각과 상호작용하도록 구성되는 프로세서를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0013] 본 발명은 첨부 도면과 관련하여 본 발명의 다양한 실시예들의 하기의 상세한 설명을 고려하여 더욱 완벽하게 이해될 수 있다.

<도 1>

도 1은 미지의 마커를 탐지하기 위한 휴대용 탐지기를 도시하는 도면.

<도 2>

도 2는 2개의 직교 안테나들을 갖는 휴대용 탐지기를 도시하는 도면.

<도 3>

도 3은 3개의 직교 안테나들을 갖는 휴대용 탐지기를 도시하는 도면.

<도 4a>

도 4a는 3개의 직교 안테나들을 위한 구성의 정면도.

<도 4b>

도 4b는 3개의 직교 안테나들을 위한 구성의 사시도.

<도 5>

도 5는 휴대용 탐지기에 사용될 수 있는 직교 안테나들의 이중 세트의 개략도.

<도 6a>

도 6a는 휴대용 탐지기 안테나들 중 하나가 마커 안테나와 정렬된, 마커 안테나에 대한 휴대용 탐지기 안테나의 예시적인 위치설정을 도시하는 도면.

<도 6b>

도 6b는 휴대용 탐지기 안테나들 중 어느 것도 마커 안테나와 정렬되지 않은, 마커 안테나에 대한 휴대용 탐지기 안테나의 예시적인 위치설정을 도시하는 도면.

<도 6c>

도 6c는 휴대용 탐지기 안테나들이 마커 안테나로부터 오프셋된, 마커 안테나에 대한 휴대용 탐지기 안테나의 예시적인 위치설정을 도시하는 도면.

<도 7>

도 7은 수직 배향된 안테나를 갖는 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수직 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시하는 도면.

<도 8>

도 8은 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수직 배향된 안테나를 갖는

단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시하는 도면.

<도 9>

도 9는 수직 배향된 송신 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시하는 도면.

<도 10>

도 10은 수평 배향된 송신 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시하는 도면.

첨부 도면들은 본 발명의 다양한 실시예들을 설명하기 위해 도시되었다. 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이, 실시예가 이용될 수도 있으며 구조적 변경이 이루어질 수 있음을 이해하여야 한다. 도면은 반드시 축척대로 도시된 것은 아니다. 도면에 사용된 유사한 도면 부호는 대체로 유사한 구성요소를 지칭한다. 그러나, 주어진 도면에서 숫자를 사용하여 구성요소를 지칭하는 것이 동일한 숫자로 표시된 다른 도면 내의 구성요소를 제한하기 위한 것이 아니라는 것을 이해할 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명은 미지의 마커를 탐지하기 위한 다축 탐지기에 관한 것이다. 그러한 다축 탐지기는 탐지기에 의한 개선했된 검출 신호 강도를 초래할 수 있으며, 마커의 배치와 관련된 노동 또는 심지어 향상된 탐지 성능을 달성하는 데 요구되는 마커의 비용도 줄일 수 있다.
- [0015] 도 1은 미지의 마커를 탐지하기 위한 예시적인 휴대용 탐지기(10)를 도시한다. 탐지기(10)는 미지의 마커를 찾는 동안에 사용자가 탐지기(10)를 휴대할 수 있게 하는 핸들(12)을 포함한다. 사용자 인터페이스(14)는 사용자에게 피드백을 제공할 수 있다. 사용자 인터페이스(14)는 디스플레이, 버튼, 키보드, 또는 사용자가 탐지기(10)에 정보를 입력하고 탐지기로부터 정보를 수신할 수 있게 하는 다른 특징부를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 사용자 인터페이스는 또한 접촉-감응식 디스플레이를 포함할 수 있다. 휴대용 탐지기(10)는 안테나로부터 수신된 신호로부터 수신된 정보를 처리하고 그러한 정보 또는 다른 관련 정보를 저장하기 위한 프로세서 및 메모리를 갖는 컴퓨터(도시되지 않음)를 포함할 수 있다.
- [0016] 탐지기(10)의 안테나 부분(16)은 본 발명에 따라 다수의 안테나들을 포함할 수 있다. 다양한 안테나 유형들이 본 발명에 따라 사용될 수 있다. 예를 들어, 안테나는 페라이트 코어(ferrite core) 주위에 감싸여진 것과 같은 다이폴 안테나일 수 있으며, 이는 인쇄 회로 기판 상에 배치되거나, 임의의 다른 적당한 구성으로 배열될 수 있다.
- [0017] 하우징(18)은 휴대용 탐지기(10)의 다양한 구성요소들을 봉입한다. 부가적으로, 하우징(18)은 추가적인 구성요소들이 휴대용 탐지기(10)에 부착될 수 있도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 하우징(18)은 탐지기(10)에 대한 휴대용 컴퓨터의 부착을 허용하도록 배열될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 다른 구성요소들은 하우징(18)에 부착될 수 있거나, 안테나 부분(16)은 교체 가능하도록 모듈형일 수 있다.
- [0018] 도 2는 2개의 직교 안테나들을 갖는 휴대용 탐지기(20)를 도시한다. 2개의 안테나들을 갖는 탐지기(20)는 이중-축 안테나 어레이를 갖는 것으로 언급될 수 있으며, 일 유형의 다축 안테나 탐지기이다. 도 2의 안테나(26, 27)들은 직교하지만, 안테나들은 서로에 대하여 임의의 적당한 배열로 구성될 수 있다. 이들은 교차하거나 그렇지 않을 수 있으며, 부가적으로, 안테나(26, 27)들은 또한 서로에 대하여 예각 또는 둔각으로 배치될 수 있다.
- [0019] 몇몇 실시예들에서, 휴대용 탐지기(20)는 핸들(22)을 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 휴대용 탐지기(20)는 대신에 또는 부가적으로, 휴대성을 가능하게 하는 다른 기구(mechanism), 예를 들어 휠, 벨트에 부착될 수 있는 클립, 또는 탐지기(20)를 이동 차량이나 다른 기계류에 부착시키기 위한 장착 기구를 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스(24)는 사용자가 휴대용 탐지기(20)로부터 정보를 수신하고/하거나 휴대용 탐지기에 정보를 입력하게 한다. 위에서 논의된 바와 같이, 휴대용 탐지기(20)는 또한 컴퓨터, 하우징, 디스플레이 또는 당업계에 공지된 다른 특징부와 같은 다른 구성요소들을 포함할 수 있다.
- [0020] 도 2는 예시적인 직교 안테나 세트를 갖는 휴대용 탐지기(20)를 도시한다. 일 실시예에서, 제1 안테나(26) 및

제2 안테나(27)는 하우징 내에 봉입될 수 있다. 대안적으로, 제1 안테나(26) 및 제2 안테나(27)는 휴대용 탐지기(20)의 하우징 또는 본체에 부착가능할 수 있다. 탐지기 내의 안테나들은 다양한 방식으로 다수의 목적들을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 안테나는, 사용자가 휴대용 탐지기를 작동시킬 때, 안테나가 특정 주파수의 무선 주파수 신호를 송신함으로써, 안테나 부근에 전자기장을 생성하도록 설계될 수 있다. 송신 안테나의 배향은 자기장의 배향을 결정한다. 안테나에 의해 생성된 자기장이 다이폴 마커에 대하여 적당히 배향될 때, 마커와의 자기장 상호작용이 최적화된다.

[0021] 안테나는 신호의 송신 전용으로, 수신 전용으로, 또는 송신 및 수신 둘 모두를 위해 구성될 수 있다. 그러한 안테나는 종종 송수신기로 지칭된다. 본 발명에 따르면, 제1 안테나(26)는 2개의 안테나들을 포함할 수 있는데, 하나의 안테나는 신호의 전송 전용이고 두번째 안테나는 신호의 수신 전용이다. 유사하게, 제2 안테나(27)는 2개의 안테나들을 포함할 수 있는데, 하나의 안테나는 신호의 송신 전용이고 두번째 안테나는 신호의 수신 전용이다.

[0022] 제1 안테나(26) 및 제2 안테나(27)는 프로세서와 결합되어, 프로세서가 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 각각과 상호작용하도록 구성되어 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 각각이 신호를 송신 및 수신하도록 구성되게끔 할 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서는 제1 안테나(26)가 신호를 송신하면, 마커로부터 후방 산란된(backscattered) 신호가 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 중 어느 하나 또는 둘 모두에 의해 수신될 수 있도록 제1 및 제2 안테나(26, 27)들을 제어할 수 있다. 유사하게, 프로세서는 제2 안테나(27)가 신호를 송신하면, 마커로부터 후방 산란된 신호가 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 중 어느 하나 또는 둘 모두에 의해 수신될 수 있도록 안테나들을 제어할 수 있다. 신호가 제1 안테나(26)에 의해 그리고 나서 제2 안테나(27)에 의해 교번적으로 송신되지만, 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 중 하나에 의해 또는 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 둘 모두에 의해 두 가지 변동들이 수신되도록 프로세서가 구성될 수 있다. 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 둘 모두에 의해 수신되는 신호는 다양한 알고리즘들로 프로세서에 의해 처리될 수 있다. 하나의 알고리즘에서, 프로세서는 송신 방향들 각각에 대하여 제1 및 제2 안테나(26, 27)들 각각에 의해 수신되는 신호의 제곱 평균 제곱근(root mean square, RMS)을 계산하여 미지의 마커의 탐지에 사용되는 누적 신호를 생성할 수 있다. 누적 신호를 사용하는 경우, 마커의 위치는 누적 신호가 최대 크기를 갖는 지점에 대응한다.

[0023] 도 3은 3개의 직교 안테나들을 갖는 휴대용 탐지기(20)를 도시한다. 이러한 구성에서, 도 2와 비교하면, 휴대용 탐지기는 제1 안테나(26) 및 제2 안테나(27)에 직교하도록 구성된 제3 안테나(28)를 포함한다. 제3 안테나(28)는 본 명세서에서 기술되는 바와 같이 제1 및 제2 안테나(26, 27)들과 유사하게 작동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 안테나(26)가 신호를 송신할 때, 제1, 제2 및 제3 안테나(26, 27, 28)들 각각은 휴대용 탐지기(20)의 범위 내에서 마커로부터 후방 산란된 신호를 수신하도록 구성될 수 있다. 프로세서는 제1, 제2 및 제3 안테나(26, 27, 28)들이 3개의 안테나들을 통해 순환하면서 신호를 교번적으로 송신하게 하도록 구성되는데, 여기서 각각의 안테나는 임의의 안테나가 송신하면 응답 신호를 수신할 수 있다. 도 3의 특정 예시에서, 제2 및 제3 안테나(27, 28)들은 서로에 대하여 직교로 배향되지만, 둘 모두가 수평으로 배향된다. 제1 안테나(26)는 제2 및 제3 안테나(27, 28)들에 대하여 수직으로 그리고 직교로 배향된다. 마커 내의 안테나에 대한 휴대용 탐지기(20) 내의 안테나들의 배향의 영향이 실시예 1에 대해 보다 상세히 논의된다.

[0024] 도 2 및 도 3은 제1, 제2 및 제3 안테나(26, 27, 28)들의 개략도를 도시하지만, 이들 도면은 제1, 제2 및 제3 안테나(26, 27, 28)들의 직교 구성을 보여주기 위한 순전히 개략적인 도면이다. 제1, 제2 및 제3 안테나(26, 27, 28)들은 개략적인 도 2 및 도 3에 도시된 다이폴 안테나만이 아니라 임의의 적당한 유형의 안테나일 수 있다. 예를 들어, 안테나들은 그 길이를 따라 권선부(winding)를 갖는 페라이트 로드(rod) 또는 공기 루프 코일(air loop coil) 안테나로 이루어진 송신 또는 수신을 위한 저주파 유도 안테나일 수 있다. 둘 모두는 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 도넛 형상의 다이폴형 자기장을 제공한다. 다양한 안테나들에 의해 생성되는 전자기장이, 논문 또는 교과서, 예를 들어 문헌[Section 6.5 of Electricity and Magnetism (Berkeley Physics Course), Volume 2, (1986) by Edward Purcell, 1986]에 보다 상세히 설명되어 있다.

[0025] 도 4a는 직교 안테나들의 구성(30)의 정면도를 도시한다. 다른 곳에서 언급된 바와 같이, 제1 안테나(31)와 제2 안테나(33)는 다양한 방식으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 4a에 도시된 안테나 구성에서, 제1 안테나(31)는 페라이트 코어(32) 주위에 배치된다. 제2 안테나(33)는 도시된 바와 같이 인쇄 회로 기판(PCB) 상에 배치된 코일이다. 이러한 특정 구성에서, 제3 안테나(35)는 제1 안테나(31)에 반대편인 PCB의 면 상에 배치될 수 있으므로 본 사시도에서는 보이지 않는다. 몇몇 실시예들에서, 제1 및 제2 안테나(31, 33)들만 있을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제3 안테나(35)는 제1 안테나(31)와 유사하게 제2 페라이트 코어(36) 주위에 배치되도록 구

성될 수 있다.

- [0026] 도 4b는 3개의 직교 안테나들을 위한 구성(30)의 사시도를 도시한다. 도시된 바와 같은 구성에서, 제1 안테나(31)는 페라이트 코어(32) 주위에 배치된다. 제2 안테나(33)는 PCB(34) 상에 배치된다. 제3 안테나(35)는 마찬가지로 페라이트 코어(36) 주위에 배치된다. 안테나(31, 33, 35)들 각각은 다른 안테나들에 대하여 직교하도록 배열된다. 다른 구성에서, 안테나들은 상이하게 장착 또는 배치될 수 있다. 예를 들어, 안테나 어레이는, 탐지기가 표면 위에서 훑고 지나갈 때 마커로부터 수신된 신호의 형상 및 크기를 최적화하도록, 안테나들 사이의 직교성을 유지하면서 회전될 수 있다.
- [0027] 도 5는 휴대용 탐지기에 사용될 수 있는 직교 안테나들의 이중 세트의 개략도를 도시한다. 본 발명에 따른 몇몇 구성에서, 휴대용 탐지기는 2개의 안테나 세트들을 포함할 수 있다. 제1 안테나 세트(52)는 휴대용 탐지기를 위한 하우징 내에 또는 임의의 다른 적당한 구성으로 배치될 수 있다. 제1 안테나 세트(52)는 서로 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함할 수 있다. 제2 안테나 세트(54)는 또한 하우징 내에 또는 다른 적당한 구성으로 배치될 수 있다. 제2 안테나 세트(54)는 서로에 대하여 직교로 배치된 적어도 2개의 안테나들을 포함할 수 있다. 제1 안테나 세트(52) 또는 제2 안테나 세트(54)는 본 개시 내용을 읽을 때 당업자에게 명백하게 되는 바와 같이 임의의 적당한 개수 및 구성의 안테나를 가질 수 있다. 제1 및 제2 안테나 세트(52, 54)들은 프로세서 또는 컴퓨터와 함께 사용되어, 제1 및 제2 안테나 세트(52, 54)들 각각이 신호를 송신 및 수신할 수 있게 하도록 프로세서가 구성될 수 있다.
- [0028] 일 실시예에서, 본 발명에 따른 휴대용 탐지기는 프로세서가 안테나에 의해 수신된 노이즈를 제거할 수 있게 하거나 프로세서가 미지의 마커의 깊이를 추정하게 하도록 제1 및 제2 안테나 세트(52, 54)들을 포함할 수 있다. 높은 주변 RF 노이즈의 영역에서, 검출 범위는 크게 감소될 수 있다. 작은 영역에 걸쳐 동일 방향으로 대체로 균일한 원거리 장(far field)들을 상쇄시키기 위하여, 제2 정합 수신 코일(matching receive coil)이 마커에 보다 근접한 수신 코일 위에 배치될 수 있고 하부 수신 안테나로부터 제하여지도록 연결될 수 있다. 마커로부터의 신호는 거리에 따라 급격하게 떨어지므로, 마커로부터 더 먼 수신기 코일에서의 신호는 마커에 더 근접한 수신 안테나로부터의 수신 신호보다 실질적으로 더 작다. 그러므로, 원거리 장의 신호는 상쇄되는 반면에 수신된 마커 신호는 단지 약간만 감소되어, 마커 신호의 순 신호 대 잡음비(signal to noise ratio, SNR)를 향상시킨다. 또한, 마커로부터의 거리에 걸친 신호 감소는 공지되어 있으므로, 하나 초과와 공지된 안테나 위치에서의 수신 신호를 측정하는 능력은 마커의 추정 위치 또는 깊이의 계산을 허용한다.
- [0029] 본 발명에 따른 다수의 실시예들이 위에서 논의되었지만, 일 실시예의 특징부가 다른 실시예의 특징부와 조합되거나 그에 적용될 수 있음이 본 개시 내용을 읽을 때 당업자에게 명백해질 것이다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 2개 대신에 3개의 직교 안테나들이 사용될 수 있다. 본 발명에 따른 휴대용 탐지기는 휠 또는 몇몇 다른 기구로 인해 핸드헬드(handheld)형이고 휴대형일 수 있다. 본 발명에 따른 휴대용 탐지기는 RFID, 자기기계적 및 다른 마커들을 포함한 다양한 마커들을 탐지하기 위해 사용될 수 있다.
- [0030] 실시예 1
- [0031] 실시예 1은, 안테나가 미지의 마커에 대하여 다양한 구성들로 위치된 때, 3축 안테나를 갖는 휴대용 탐지기 사이의 상호작용을 설명하는 예측예(prophetic example)이다. 도 6a 내지 도 6c는 미지의 마커에 대한 다축 탐지기의 다양한 배향들 및 위치들을 도시한다.
- [0032] 도 6a는 제1 탐지기 안테나(61)가 마커 안테나(65)와 정렬된, 마커 안테나(65)에 대한 휴대용 탐지기의 다축 안테나(61, 62, 63) 어레이의 위치설정을 도시한다. 탐지기 안테나(61, 62, 63) 어레이는 마커 안테나(65) 바로 위에 위치된다. 여기서, 마커 안테나(65)는 지표면(60) 아래에 매립되어 있다. 매립된 마커를 찾기 위해 사람이 휴대용 탐지기를 사용하는 경우, 도시된 바와 같은 구성에 직면할 수 있다. 이전의 도면들에 도시된 바와 같은 구성을 갖는 휴대용 탐지기를 사용하면, 탐지기는 지표면 위에서 훑고 지나갈 수 있으며, 조만간 어느 시점에 매립된 마커 바로 위에 위치될 수 있다. 도 6a는 제1 안테나(61)의 배향이 마커 안테나(65)의 배향과 추가로 정렬되는 경우를 가정한다.
- [0033] 도 6a에 도시된 경우에, 제1 안테나(61)만이 마커 안테나(65)와 결합할 것이다. 제2 안테나(62)와 제3 안테나(63) 둘 모두는 마커 위에서 바로 중심 설정되고 마커 안테나(65)에 대하여 직교로 배향된다. 이와 같이, 제2 및 제3 안테나(62, 63)들 각각에 의해 생성된 전자기장은 상쇄될 것이고, 따라서 마커 안테나(65)와 결합되지 않을 것이다. 도 6a에서, 휴대용 탐지기는 제1 안테나(61)의 위치에서 안테나를 갖는 단일-축 탐지기의 성능을 가질 것이다.

- [0034] 도 6b는 탐지기가 마커 안테나(65) 바로 위에 위치되지만 제1 안테나(61)도 제2 안테나(62)도 마커 안테나(65)와 직교하지 않는, 마커 안테나(65)에 대한 휴대용 탐지기의 안테나(61, 62, 63) 어레이의 위치설정을 도시한다. 이 경우는 사람이 휴대용 탐지기를 사용하여 매립된 마커를 찾는 경우에 도 6a에 도시된 경우보다 발생할 가능성이 더 높다. 이는 제1 안테나(61) 또는 제2 안테나(62)가 마커 안테나(65)의 배향과 정렬하게 정렬되는 것이 일어날 듯 하지 않기 때문이다. 도 6b에 도시된 경우에, 제1 및 제2 안테나(61, 62)들은 마커 안테나(65)와 결합할 것이다. 그러나, 제3 안테나(63)는 마커 안테나(65) 바로 위에 위치되어 있고 그와 직교하므로 마커 안테나(65)와 결합하지 않을 것이다.
- [0035] 제1 안테나(61) 또는 제2 안테나(62) 중 하나로부터 마커 안테나(65)에서 수신된 순 신호는 하기에 나타낸 바와 같이 제1 안테나(61) 또는 제2 안테나(62) 중 하나와 마커 안테나(65) 사이의 각도(α)의 코사인에 신호(A)의 크기를 곱한 것과 동일하다:
- [0036] $S = A * k * \cos(\alpha)$
- [0037] 여기서 k는 수신기와 마커 사이의 신호 결합 계수이며, 예시를 위해 1인 것으로 가정한다.
- [0038] 신호를 원래 송신한 휴대용 탐지기 안테나(61 또는 62)에 의해 마커 안테나(65)로부터 이후에 수신되어진 후방 산란된 귀환 신호는 하기에 나타낸 바와 같이 마커 안테나(65)와 휴대용 탐지기 안테나(61 또는 62) 사이의 각도(α)의 코사인의 제곱에 신호(A)의 크기를 곱한 것과 동일하다.
- [0039] $T_{61}RS_{61} = A * \cos^2(\alpha)$, 안테나(61)에 의해 송신, 안테나(61)에 의해 수신
- [0040] $T_{61}RS_{62} = A * \cos(\alpha) * \sin(\alpha)$, 안테나(61)에 의해 송신, 안테나(62)에 의해 수신
- [0041] $T_{62}RS_{62} = A * \cos^2(\pi/2 - \alpha)$, 안테나(62)에 의해 송신, 안테나(62)에 의해 수신
- [0042] $T_{62}RS_{61} = A * \cos(\pi/2 - \alpha) * \sin(\pi/2 - \alpha)$, 안테나(62)에 의해 송신, 안테나(61)에 의해 수신
- [0043] 그러나, 제1 안테나(61) 및 제2 안테나(62) 각각이 순차적으로 송신하도록 사용되고, 마커 안테나(65)로부터의 후방 산란된 귀환 신호가 안테나(61, 62)들 둘 모두에 의해 검출되는 경우, 모든 안테나들에 의해 수신되는 신호의 제곱의 합으로 이루어지는 누적 귀환 신호(cumulative return signal, CRS)는 하기에 주어진다:
- [0044] $CRS = \sqrt{T_{61}RS_{61}^2 + T_{61}RS_{62}^2 + T_{62}RS_{62}^2 + T_{62}RS_{61}^2}$
- [0045] $CRS = A * \sqrt{\cos^4(\alpha) + 2 * \cos^2(\alpha) \sin^2(\alpha) + \sin^4(\pi/2 - \alpha)}$
- [0046] $CRS = A * \sqrt{\cos^2(\alpha) + \sin^2(\alpha)}^2$
- [0047] $CRS = A$
- [0048] 이는 조합된 신호가 회전 각도에 영향을 받지 않으며 마커와 완벽히 정렬된 수평 안테나로부터의 신호와 동일하다는 것을 보여준다. 결합 인자는 마커와 탐지기 안테나 사이의 거리, 및 마커 축 배향의 함수이다.
- [0049] 도 6c는 탐지기가 마커 안테나(65) 바로 위에 위치되지 않고 제1 안테나(61)가 마커 안테나(65)와 정렬되도록 위치된, 마커 안테나(65)에 대한 휴대용 탐지기의 안테나(61, 62, 63) 어레이의 위치설정을 도시한다. 이러한 상황에서, 제1 안테나(61), 제2 안테나(62) 및 제3 안테나(63) 각각은 안테나 마커(65)와 결합할 것이다. 그러나, 휴대용 탐지기는 마커 안테나(65)로부터 멀리 위치되어 있으므로, 안테나 마커(65)에 의해 수신된 신호의 크기는 휴대용 탐지기가 마커 안테나(65) 바로 위에 배치된 경우에 비해 더 작을 것이다.
- [0050] 실시예 2
- [0051] 실시예 2는 마커 안테나와 휴대용 탐지기 안테나들이 다양한 배향들을 갖는, 이중-축 안테나 어레이 휴대용 탐지기에 대한 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답들을 예시한다.
- [0052] 마커 배향에 대하여 각각 시뮬레이션된 탐지기의 경우, 하기에서 도 7 내지 도 10에 기술된 신호 응답 모델링은, 첫째로, 마커 안테나에 대하여 열거된 배향으로 된 탐지기 안테나를 사용하여 단일-축 안테나 탐지기에 의해 수신된 신호와, 둘째로, 2개의 안테나들이 직교하고 안테나들 중 하나가 단일 안테나 탐지기의 안테나와 동일한 배향으로 있는 2개의 안테나들을 갖는 탐지기에 의한 누적 수신 신호를 그래픽으로 묘사한다. 누적

수신 신호의 경우, 둘 모두의 안테나들은 신호를 송신 및 수신한다. 각각의 시뮬레이션의 경우, 모델링은, 탐지기가 0의 탐지기 수평 위치에서 마커 바로 위에 있는, 마커와 교차하는 축을 따라 일어난다.

[0053] 도 7은 수직 배향된 안테나를 갖는 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수직 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시한다. 도시된 누적 응답은 모든 4개의 수신된 신호 레벨들의 RMS 값으로 이루어진다.

[0054] 선 72로서 도 7에 도시된 것은 마커의 안테나가 수직으로 배향된 상태에서 단일-축 수직 배향된 송신 및 수신 안테나를 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도이다. 선 74는 하나의 안테나는 수직이고 두번째 안테나는 수평인 2개의 안테나들을 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도를 묘사한다. 이러한 시뮬레이션의 경우, 이중 안테나 탐지기는 수직 및 수평 안테나들 둘 모두를 따라 송신하였고 수직 및 수평 안테나들 둘 모두에 의해 수신하였다. 선 72와 선 74는 탐지기의 수직 안테나만이 수직 마커 안테나로부터 신호를 수신할 때 0의 위치에서 예상되는 바대로 둘 모두의 탐지기들이 그 위치에서 동일한 상대 신호 강도를 얻는다는 것을 보여준다. 도 7에 의해 보여지는 바와 같이, 이중 안테나 탐지기는 0의 수평 위치 이외의 임의의 위치에서 단일 안테나 탐지(선 72)의 상대 수신 신호 강도보다 더 높은 상대 수신 신호 강도(선 74)를 얻으며, 또한 이중 안테나 탐지기는 단일 안테나 탐지기보다 먼 거리에서 마커로부터의 신호를 판독할 수 있다.

[0055] 도 8은 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수직 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시한다. 도시된 누적 응답은 모든 4개의 수신된 신호 레벨들의 RMS 값으로 이루어진다.

[0056] 선 82로서 도 8에 도시된 것은 마커의 안테나가 수직으로 배향된 상태에서 단일-축 수평 배향된 송신 및 수신 안테나를 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도이다. 선 84는 하나의 안테나는 수직이고 두번째 안테나는 수평인 2개의 안테나들을 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도를 묘사한다. 이러한 시뮬레이션의 경우, 이중 안테나 탐지기는 수직 및 수평 안테나들을 따라 송신하였고 수직 및 수평 안테나들 둘 모두에 의해 수신하였다. 선 82와 선 84는 마커로부터 멀리 121.9 cm(48 인치)의 거리에 의해 예상되는 바대로 둘 모두의 탐지기들이 그 위치에서 동일한 상대 신호 강도를 얻는다는 것과 각각의 탐지기의 수평 안테나만이 신호를 수신한다는 것을 보여준다. 도 8에 의해 보여지는 바와 같이, 이중 안테나 탐지기는, 이중 안테나 탐지기가 수직 및 수평 안테나들 둘 모두를 따라 누적 신호를 송신 및 수신하므로, 단일 안테나 탐지기보다 마커에 더 근접한 모든 위치들에서 보다 높은 상대 수신 신호 강도를 얻는다. 예상된 대로, 이중 안테나 탐지기는 수직 안테나가 수직 마커 안테나와 탐지기 수평 안테나 송신의 구성에 대하여 최대의 B 장 선속(field flux)에 있으므로 0의 수평 위치에서 마커로부터 강한 신호를 얻는 반면에, 단일 안테나 탐지기는 0의 수평 위치에서의 단일-축 안테나 탐지기의 수평 안테나가 수직 마커 안테나와 탐지기 수평 송신 안테나의 구성에 대하여 0의 B 장 선속에 있으므로 수직 배향된 마커 안테나로부터 어떠한 신호도 수신하지 않는다.

[0057] 도 9는 수직 배향된 송신 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시한다. 도시된 누적 응답은 모든 4개의 수신된 신호 레벨들의 RMS 값으로 이루어진다.

[0058] 선 92로서 도 9에 도시된 것은 마커의 안테나가 수평으로 배향된 상태에서 단일-축 수직 배향된 송신 및 수신 안테나를 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도이다. 선 94는 하나의 안테나는 수직이고 두번째 안테나는 수평인 2개의 안테나들을 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도를 묘사하는데, 이때 마커 안테나는 동일한 수평 배향으로 있다. 이러한 시뮬레이션의 경우, 이중-축 안테나 탐지기는 수직 축 및 수평 축 각각을 따라 송신하였고, 수직 및 수평 안테나들 둘 모두에 의해 수신하였으며, 누적 RMS 수신 응답을 생성하였다. 선 92 및 선 94는 마커로부터 더 멀리 76.2 cm (30 인치)의 거리에서 예상되는 대로 둘 모두의 탐지기들이 그 위치에서 동일한 상대 신호 강도를 얻는다는 것과, 각각의 탐지기의 수직 안테나가 우세한 신호를, 즉 수평 마커와 수직 송신 안테나의 배향에서 B 장 선속에서 수신한다는 것을 보여준다. 도 9에 의해 보여지는 바와 같이, 이중 안테나 탐지기는, 이중-축 안테나 탐지기가 수직 및 수평 안테나들 둘 모두를 따라 누적 신호를 수신하므로, 단일-축 안테나 탐지기보다 마커에 더 근접한 모든 위치들에서 보다 높은 상대 수신 신호 강도를 얻는다. 예상된 대로, 이중 안테나 탐지기는 수평 탐지기 안테나가 수평 마커 안테나와 탐지기 수직 안테나 송신의 구성에 대하여 최대의 B 장 선속에 있으므로 0의 수평 위치에서 마커로부터 강한 신호를 얻는 반면에, 단일 안

테나 탐지기는 0의 수평 위치에서의 단일-축 안테나 탐지기의 수직 안테나가 수평 마커 안테나와 탐지기 수직 송신/수신 안테나의 구성에 대하여 0의 B 장 선속에 있으므로 수평 배향된 마커 안테나로부터 어떠한 신호도 수신하지 않는다.

[0059] 도 10은 수평 배향된 송신 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 송신 및 수신된 신호, 및 이중-축 안테나 어레이 내의 수직 및 수평 배향된 안테나들에 의해 송신 및 수신된 누적 수신 신호에 대한, 수평 배향된 안테나를 갖는 단일-축 마커의 시뮬레이션 응답을 도시한다. 도시된 누적 응답은 모든 4개의 수신된 신호 레벨들의 RMS 값으로 이루어진다.

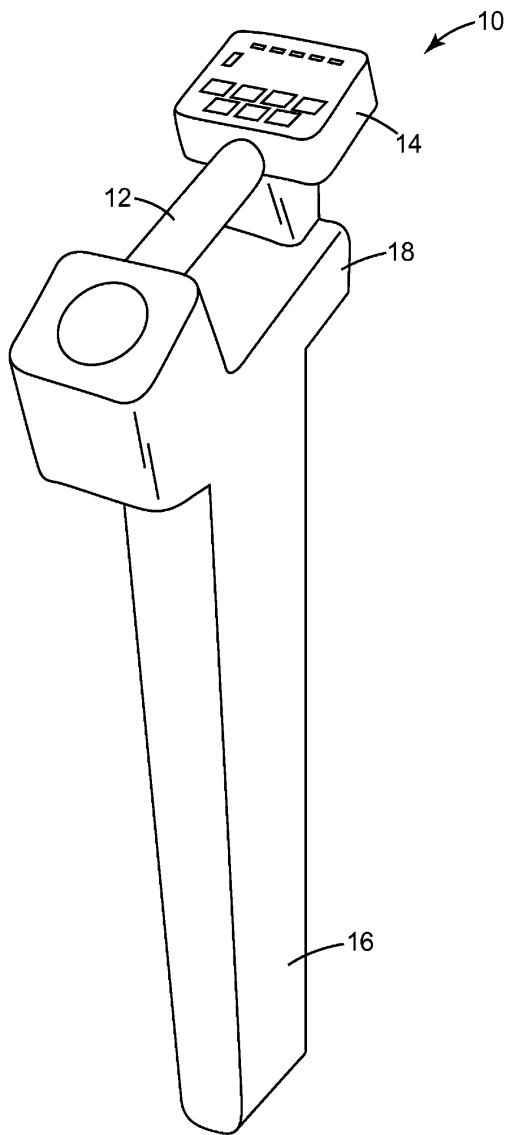
[0060] 선 102로서 도 10에 도시된 것은 마커의 안테나가 수평으로 배향된 상태에서 수평 배향된 송신 및 수신 안테나를 갖는 단일-축 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도이다. 선 104는 하나의 안테나는 수직이고 두번째 안테나는 수평인 2개의 안테나들을 갖는 탐지기에 의해 수신된 상대 수신 신호 강도를 묘사하는데, 이때 마커 안테나는 동일한 수평 배향으로 있다. 이러한 시뮬레이션의 경우, 이중-축 안테나 탐지기는 수직 축 및 수평 축 각각을 따라 송신하였고, 수직 및 수평 안테나들 둘 모두에 의해 수신하였으며, 누적 RMS 수신 응답을 생성하였다. 선 102 및 선 104는 0의 위치에서 예상되는 바대로 둘 모두의 탐지기들이 그 위치에서 동일한 상대 신호 강도를 얻는다는 것과, 각각의 탐지기의 수평 안테나만이 신호를 수신한다는 것을 보여준다. 도 10에 의해 보여지는 바와 같이, 이중-축 안테나 탐지기는 0의 수평 위치 이외의 임의의 위치에서 단일 안테나 탐지(선 102)의 상대 수신 신호 강도에 비해 더 높은 상대 수신 신호 강도(선 104)를 얻으며, 또한 이중 안테나 탐지기는 단일-축 탐지기보다 더 큰 거리에서 마커로부터의 신호를 검출할 수 있다.

[0061] 본 개시 내용 전체에 걸쳐 사용된 위치 용어들, 예컨대 "위에", "아래에", "상부에" 등은 상대적인 위치 정보를 제공하고자 하는 것이지만, 이들은 인접한 배치를 요구하거나 임의의 다른 방식으로 한정하고자 하는 것은 아니다. 예를 들어, 층 또는 구조물이 다른 층 또는 구조물 "위에 배치된다"라고 말하는 경우, 이러한 문구는 층들 또는 구조물들이 조립된 순서에 제한을 두고자 하는 것이 아니라 언급된 층들 또는 구조물들의 상대적인 공간적 관계를 단순히 나타내고자 하는 것이다. 또한, 모든 수치적 한정은 용어 "약"으로 수식되는 것으로 간주되어야 한다.

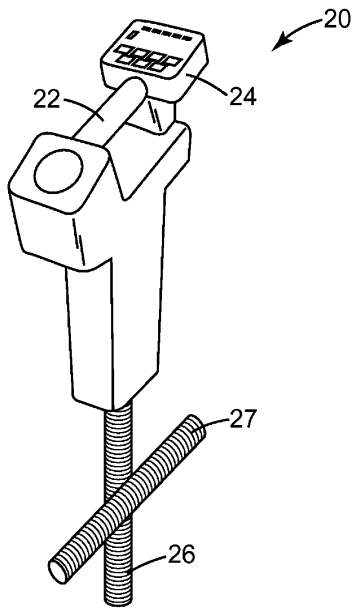
[0062] 이상의 설명 및 연관된 도면에 제시된 교시 내용의 이점을 갖는 본 발명의 많은 수정 및 다른 실시예가 본 발명과 관련된 당업자에게 안출될 것이다. 따라서, 발명이 개시된 특징의 실시예로 제한되지 않고 여러 수정 및 기타 실시예가 첨부된 특허청구범위의 범위 내에 포함되도록 의도된다는 것을 이해할 것이다. 본 명세서에서 특징의 용어들이 이용되지만, 이들 용어가 제한하기 위한 것이 아니라 단지 일반적이고 설명적인 의미로 사용된다.

도면

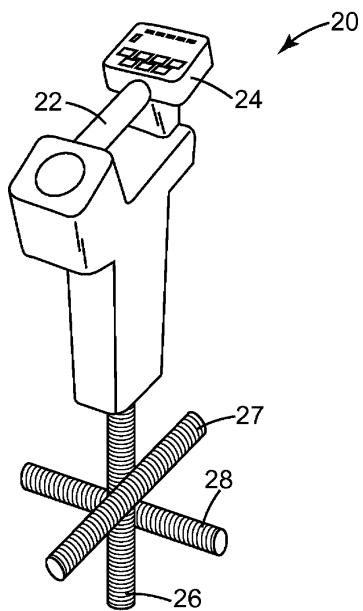
도면1



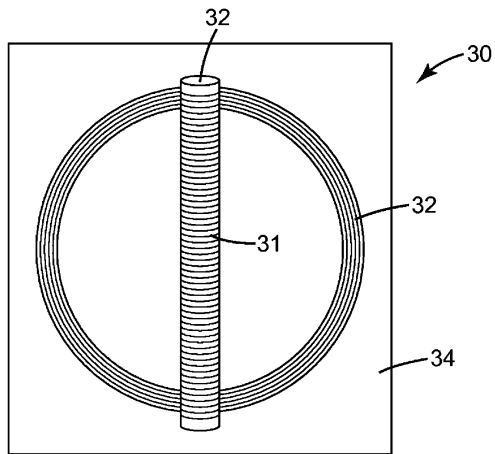
도면2



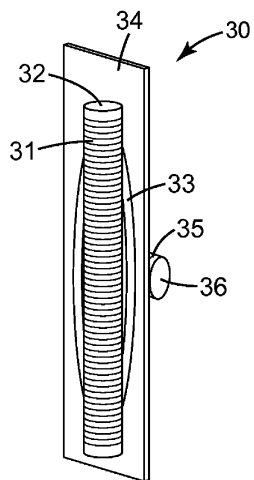
도면3



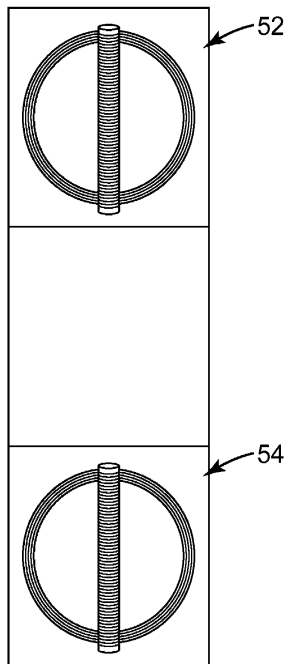
도면4a



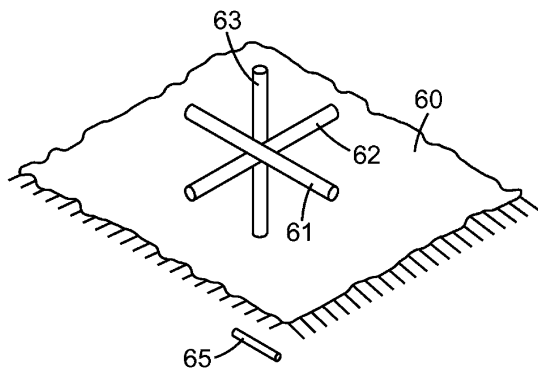
도면4b



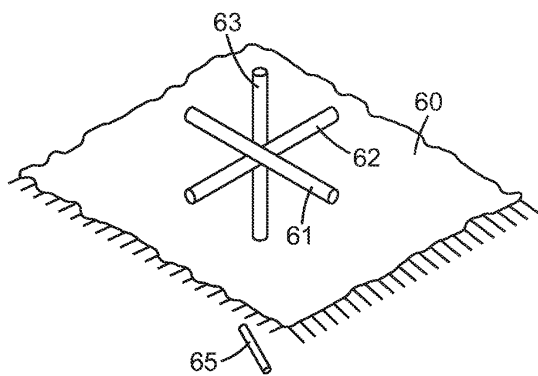
도면5



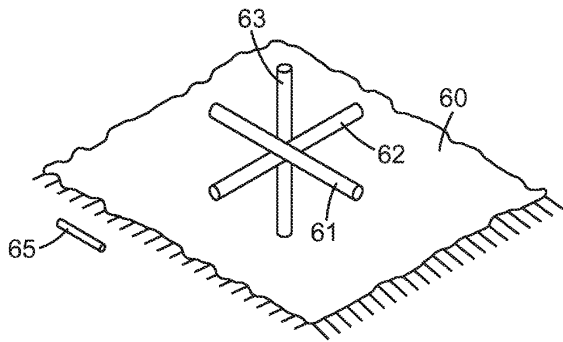
도면6a



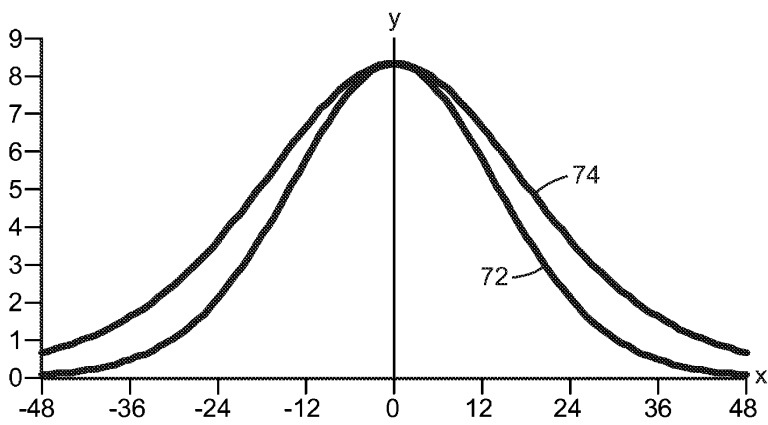
도면6b



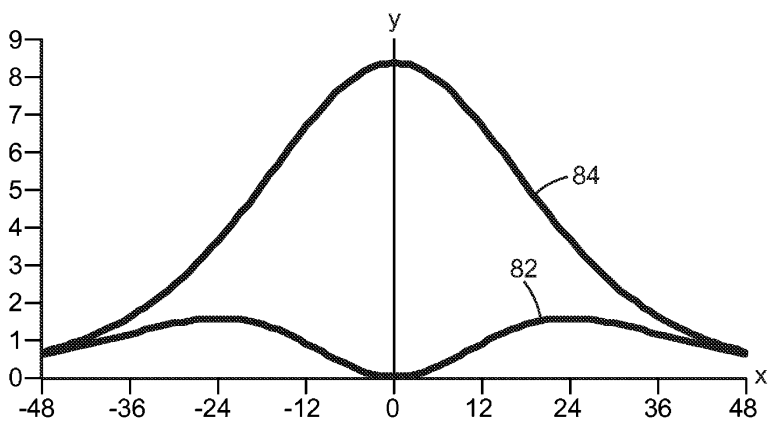
도면6c



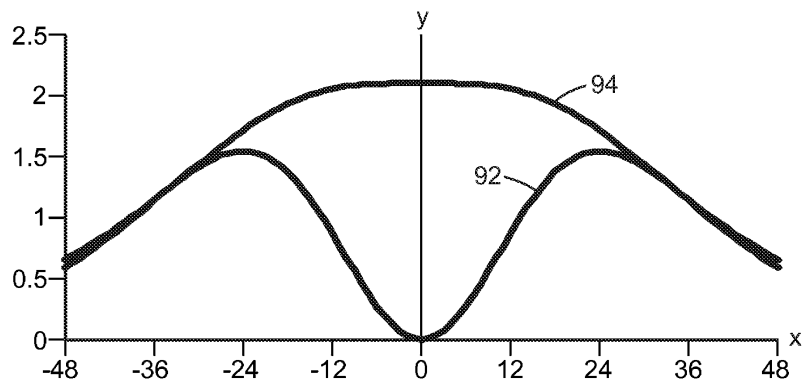
도면7



도면8



도면9



도면10

