



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2017년06월15일  
 (11) 등록번호 10-1748109  
 (24) 등록일자 2017년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01V 3/16 (2006.01) G01V 3/17 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G01V 3/16 (2013.01)  
 G01V 3/17 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0022138  
 (22) 출원일자 2017년02월20일  
 심사청구일자 2017년02월20일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20140312905 A1  
 JP03041415 B  
 KR1020150089372 A  
 KR1020150103960 A

(73) 특허권자  
 한국지질자원연구원  
 대전광역시 유성구 과학로 124 (가정동)  
 네오 사이언스 코., 엘티디.  
 일본 오사카 590-0521 센난 다루이 4-2-30  
 (72) 발명자  
 이명중  
 대전광역시 유성구 대덕대로 594, 404호 (도룡동, 타워코리아나)  
 정수철  
 대전광역시 유성구 노은로 71, 1509호 (노은동, 노은스타돔아파트)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 인비전 특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

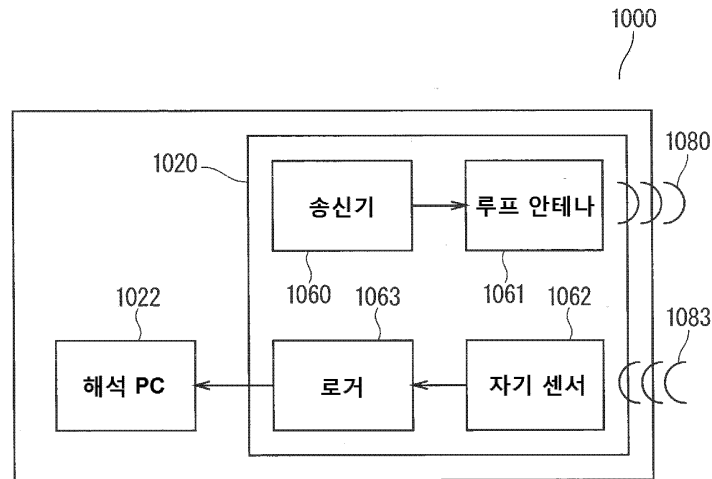
심사관 : 권민정

(54) 발명의 명칭 **항공전자탐사를 위한 탐사장치 및 이를 이용한 탐사방법**

**(57) 요약**

[과제] 큰 1차 자기장의 영향을 받지 않고 지하의 비저항 구조를 정확하게 탐사한다. [해결수단] 송신기는 루프 안테나에 전류를 공급한다. 전류는 1차 자기장을 발생시킨다. 1차 자기장은 와전류를 지하에 야기시킨다. 와전류는 2차 자기장을 발생시킨다. 자기센서는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출한다. 자기센서는 1차 자기장의 수직성분이 소멸되는 위치를 따라 배치된다. 자기센서로부터 루프 안테나까지의 거리는 루프 안테나의 직경의 0.5 배 이상이다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자

**박계순**

세종특별자치시 마음안로 221, 2103동 1201호 (고  
운동, 가락마을 21단지)

**아키라 조모리**

일본 오사카 590-0521 센난 다루이 4-2-30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711045909

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 국가과학기술연구회

연구사업명 국가과학기술연구회운영비지원

연구과제명 한반도 융합형 광물자원기술개발

기여율 1/1

주관기관 한국지질자원연구원

연구기간 2016.12.01 ~ 2017.11.30

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

루프 안테나,

1차 자기장을 발생시키는 전류를 상기 루프 안테나에 공급하는 송신기,

상기 1차 자기장에 의해 지하에서 야기되는 와전류가 발생시키는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출하는 자기 센서, 및

상기 1차 자기장의 수직성분이 소멸되는 위치를 따라 상기 자기센서가 배치되도록 상기 자기센서를 지지하는 지지체

를 포함하는 항공전자탐사장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 지지체는 상기 자기센서로부터 상기 루프 안테나까지의 거리가 상기 루프 안테나의 직경의 0.5배 이상이 되도록 상기 자기센서를 지지하는 것인 항공전자탐사장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 자기센서는 상기 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분을 검출하는 3축 자기센서이며,

상기 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분의 검출결과에 대하여 좌표축을 회전하는 처리를, 상기 처리가 행해진 후에 상기 1차 자기장의 수직성분의 검출결과가 소멸되도록 행하는 해석 PC

를 더 포함하는 항공전자탐사장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 송신기를 매다는 현수로프

를 더 포함하고,

상기 지지체는

상기 현수로프에 결합되는 제1 결합부와, 상기 현수로프로부터 떨어진 위치에서 상기 자기센서에 결합되는 제2 결합부를 가지는 지지봉

을 구비하는 것인 항공전자탐사장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 지지체는

적어도 하나의 진동방지로프가 잔여의 진동방지로프와 동일 평면상에 배치되지 않도록 붙여진 복수의 진동방지로프

를 구비하고,

상기 복수의 진동방지로프의 각각은

상기 루프 안테나에 결합되는 제3 결합부와, 상기 지지봉 및 상기 자기센서 중 어느 하나에 결합되는 제4 결합부

를 포함하는 것인 항공전자탐사장치.

**청구항 6**

제4항에 있어서,

상기 지지체는

상기 지지봉보다 수직방향 위에서 상기 현수로프에 결합되는 제5 결합부와, 상기 지지봉 또는 상기 자기센서에 결합되는 제6 결합부를 포함하는 늘어짐방지로프

를 추가로 구비하는 것인 항공전자탐사장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 자기센서의 검출결과를 기록하는 로거를 더 포함하는 항공전자탐사장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 로거에 통신 가능하게 접속되는 해석 PC를 더 포함하는 항공전자탐사장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서, 상기 해석 PC는 지상에 있는 것인 항공전자탐사장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 상기 자기센서의 검출결과를 직접 수신하는 해석 PC를 더 포함하는 항공전자탐사장치.

**청구항 11**

루프 안테나에 1차 자기장을 발생시키는 전류를 공급하는 단계,

자기센서를 이용하여 상기 1차 자기장에 의해 지하에서 야기되는 와전류가 발생시키는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출하는 단계를 포함하며,

상기 검출 단계는 상기 자기센서를 1차 자기장의 수직성분이 소멸되는 위치를 따라 배치하는 단계

를 포함하는 것인 항공전자탐사방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

상기 검출 단계는 상기 자기센서로부터 상기 루프 안테나까지의 거리가 상기 루프 안테나의 직경의 0.5배 이상인 것인 항공전자탐사방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 자기센서로부터 검출되는 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분의 검출결과에 대하여 1차 자기장의 수직성분의 검출결과가 소멸되도록 좌표축을 회전하는 단계

를 더 포함하는 항공전자탐사방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은 항공전자탐사장치에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 시간영역 항공전자탐사는 시간변화하는 자기장에 대한 지하 응답이 지하의 비저항 구조를 반영한다는 것을 이용하는 물리 탐사이다.
- [0003] 시간영역 항공전자탐사에서는 송신 안테나 및 자기센서가 지면에 대향된다. 송신 안테나에는 펄스상의 전류가 공급된다. 송신 안테나에 흐르는 펄스상의 전류는 1차 자기장을 발생시킨다. 발생한 1차 자기장은 지하에 와전류를 야기시킨다. 야기된 와전류는 2차 자기장을 발생시킨다. 자기센서는 발생하는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출한다. 야기되는 와전류 및 발생하는 2차 자기장은 지하의 비저항 구조를 반영한다. 따라서, 펄스상의 전류가 차단된 후의 2차 자기장의 검출 결과로부터 지하의 비저항 구조를 알 수 있다.
- [0004] 1차 자기장은 이론상으로는 펄스상의 전류 공급이 차단된 후에 소실되지만 실제로는 펄스상의 전류 공급이 차단된 후에도 약간 잔존한다. 한편, 2차 자기장은 펄스상의 전류 공급이 차단된 후에 잔존한다. 이 때문에 자기센서가 검출하는 자기장에는 잔존하는 1차 자기장이 검출해야 하는 2차 자기장에 겹쳐진다.
- [0005] 따라서, 2차 자기장의 검출에 있어서는, 자기장의 검출결과로부터 1차 자기장을 반영하는 시스템 응답을 제함으로써 2차 자기장을 반영하는 대지 응답을 얻는 등의 대책이 필요하다.
- [0006] 그러나, 2차 자기장은 1차 자기장보다 현저히 약하고, 전형적으로는 2차 자기장의 크기는 1차 자기장의 크기의  $10^{-6}$ 에서  $10^{-4}$ 배이다. 이 때문에, 종래의 시간영역 항공전자탐사에 있어서는, 큰 1차 자기장의 영향을 받아 지하의 비저항 구조를 정확히 탐사할 수 없다는 문제가 발생한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0007] (특허문헌 0001) 미국 공개특허 제2014-0312905호 (공개일 2014년 10월 23일)
- (특허문헌 0002) 미국 등록특허 제4,628,266호 (공개일 1986년 12월 9일)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0008] 본 발명은 앞서 언급된 문제를 해결하기 위하여 이루어진다. 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 큰 1차 자기장의 영향을 받지 않고 지하의 비저항 구조를 정확히 탐사하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 상기 본 발명의 과제는 루프 안테나, 1차 자기장을 발생시키는 전류를 상기 루프 안테나에 공급하는 송신기, 상기 1차 자기장에 의해 지하에서 야기되는 와전류가 발생시키는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출하는 자기센서, 및 상기 1차 자기장의 수직성분이 소멸되는 위치를 따라 상기 자기센서가 배치되도록 상기 자기센서를 지지하는 지지체를 포함하는 항공전자탐사장치에 의해 해결된다.
- [0010] 상기 지지체는 상기 자기센서로부터 상기 루프 안테나까지의 거리가 상기 루프 안테나의 직경의 0.5배 이상이 되도록 상기 자기센서를 지지할 수 있다.
- [0011] 상기 자기센서는 상기 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분을 검출하는 3축 자기센서이며, 상기 항공전자탐사장치는 상기 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분의 검출결과에 대하여 좌표축을 회전하는 처리를, 상기 처리가 행해진 후에 상기 1차 자기장의 수직성분의 검출결과가 소멸되도록 행하는 해석 PC를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 항공전자탐사장치는 상기 송신기를 매다는 현수로프를 더 포함하고, 상기 지지체는 상기 현수로프에 결합되는 제1 결합부와, 상기 현수로프로부터 떨어진 위치에서 상기 자기센서에 결합되는 제2 결합부를 가지는 지지봉을 구비할 수 있다.
- [0013] 상기 지지체는 적어도 하나의 진동방지로프가 잔여의 진동방지로프와 동일 평면상에 배치되지 않도록 붙여진 복

수의 진동방지로프를 구비하고, 상기 복수의 진동방지로프의 각각은 상기 루프 안테나에 결합되는 제3 결합부와, 상기 지지봉 및 상기 자기센서 중 어느 하나에 결합되는 제4 결합부를 포함할 수 있다.

- [0014] 상기 지지체는 상기 지지봉보다 수직방향 위에서 상기 현수로프에 결합되는 제5 결합부와, 상기 지지봉 또는 상기 자기센서에 결합되는 제6 결합부를 포함하는 늘어짐방지로프를 추가로 구비할 수 있다.
- [0015] 상기 항공전자탐사장치는 상기 자기센서의 검출결과를 기록하는 로거를 더 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 항공전자탐사장치는 상기 로거에 통신 가능하게 접속되는 해석 PC를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 해석 PC는 지상에 있을 수 있다.
- [0018] 상기 항공전자탐사장치는 상기 자기센서의 검출결과를 직접 수신하는 해석 PC를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 본 발명의 과제는 루프 안테나에 1차 자기장을 발생시키는 전류를 공급하는 단계, 자기센서를 이용하여 상기 1차 자기장에 의해 지하에서 야기되는 와전류가 발생시키는 2차 자기장을 포함한 자기장을 검출하는 단계를 포함하며, 상기 검출 단계는 상기 자기센서를 1차 자기장의 수직성분이 소멸되는 위치를 따라 배치하는 단계를 포함하는 것인 항공전자탐사방법에 의해 해결된다.
- [0020] 상기 검출 단계는 상기 자기센서로부터 상기 루프 안테나까지의 거리가 상기 루프 안테나의 직경의 0.5배 이상 일 수 있다.
- [0021] 상기 항공전자탐사방법은 상기 자기센서로부터 검출되는 자기장의 제1 수평성분, 제2 수평성분 및 수직성분의 검출결과에 대하여 1차 자기장의 수직성분의 검출결과가 소멸되도록 좌표축을 회전하는 단계를 더 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0022] 본 발명에 따르면, 큰 1차 자기장의 영향을 받지 않고 지하의 비저항 구조를 정확히 탐사할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1은 제1 실시형태의 항공전자탐사장치의 사용상태를 도시하는 단면도이다.
- 도 2는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치를 도시하는 블록도이다.
- 도 3은 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 구비되는 버드를 도시하는 사시도이다.
- 도 4는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 있어서의 위치별 1차 자기장의 변화의 값 및 방향을 도시하는 도면이다.
- 도 5는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 있어서의 수직위치에 의한 1차 자기장의 수직성분의 변화를 도시하는 그래프이다.
- 도 6은 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 있어서의 수직위치에 의한 1차 자기장의 수직성분의 변화를 도시하는 그래프이다.
- 도 7은 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 있어서의 수직위치에 의한 1차 자기장의 수직성분의 변화를 도시하는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] **1. 항공전자탐사장치의 개략**
- [0025] 도 1의 모식도는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치의 사용상태를 도시하는 단면도이다. 도 2의 모식도는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치를 도시하는 블록도이다. 도 3의 모식도는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 구비되는 버드를 도시하는 사시도이다.
- [0026] 도 1 및 2에 도시되는 항공전자탐사장치(1000)는 시간영역 항공전자탐사에 의한 지하의 비저항 구조의 탐사에 사용된다.
- [0027] 항공전자탐사장치(1000)는 버드(1020), 현수로프(1021) 및 해석 퍼스널 컴퓨터(PC)(1022)를 구비한다. 항공전자탐사장치(1000)가 이들 구성물 이외의 구성물을 구비할 수도 있다.

- [0028] 버드(1020)는 현수로프(1021)에 의해 매달아진다. 버드(1020) 및 현수로프(1021)는 헬리콥터(1040)로부터 매달아진다. 이에 따라 버드(1020)는 공중에 배치되고, 헬리콥터(1040)의 이동에 수반하여 공중을 이동한다. '버드'라는 명칭은 버드(1020)가 새처럼 공중을 이동하는 공중이동체라는 것에서 유래하며 항공전자탐사의 기술분야에서 일반적으로 이용된다. 버드(1020) 및 현수로프(1021)가 헬리콥터(1040) 이외의 비행기로부터 매달아질 수도 있다. 공중탐사를 행하는 장소를 이동할 필요가 없는 경우에는 버드(1020) 및 현수로프(1021)가 탐 등의 지상건조물로부터 매달아질 수도 있다.
- [0029] 버드(1020)는 송신기(1060), 루프 안테나(1061), 자기센서(1062), 로거(1063) 및 지지체(1064)를 구비한다. 버드(1020)가 이들 구성물 이외의 구성물을 구비할 수도 있다.
- [0030] 버드(1020) 및 현수로프(1021)가 헬리콥터(1040)로부터 매달아진 경우, 루프 안테나(1061) 및 자기센서(1062)가 지면에 대향되고, 루프 안테나(1061)가 수평으로 배치된다. 이하에서는, 루프 안테나(1061)의 중심을 통과하여 수직인 축을 코일축이라고 칭한다. 버드(1020) 및 현수로프(1021)가 헬리콥터(1040)로부터 매달아진 경우, 루프 안테나(1061)의 코일축이 수직방향과 평행을 이루는 방향으로 연장되고, 루프 안테나(1061)에 흐르는 전류가 발생시키는 중심 자기장이 수직방향과 평행을 이루는 방향으로 연장된다. 단, 진동 등의 영향에 의해 루프 안테나(1061)가 약간 경사지는 경우가 있다.
- [0031] 공중탐사가 행해지는 경우에는, 송신기(1060)가 루프 안테나(1061)에 펄스상의 전류를 공급한다. 이에 따라, 루프 안테나(1061)에 펄스상의 전류가 흐른다. 루프 안테나(1061)에 흐르는 펄스상의 전류는 1차 자기장(1080)을 공중에 발생시킨다. 발생한 1차 자기장(1080)은 지하(1090)에 침투한다. 발생한 1차 자기장(1080)은 시간변화하는 자기장이므로, 지하(1090)에 와전류(1081)를 야기시킨다. 야기된 와전류(1081)는 2차 자기장(1082)을 공중에 발생한다. 자기센서(1062)는 발생한 2차 자기장(1082)을 포함한 자기장(1083)을 검출한다. 검출되는 자기장(1083)은 잔존하는 1차 자기장(1080)이 2차 자기장(1082)에 겹쳐져 있다. 로거(1063)는 자기장(1083)의 검출결과를 반복하여 기록한다.
- [0032] 해석 PC(1022)는 공중탐사가 행해지는 동안은 로거(1063)로부터 분리되어 있다. 해석 PC(1022)는 공중탐사가 행해진 후, 로거(1063)에 통신 가능하게 접속되어, 기록된 자기장(1083)의 검출결과를 입력하고, 입력한 자기장(1083)의 검출결과로부터 지하의 비저항 구조를 얻는다. 해석 PC(1022)는 지하의 비저항 구조를 얻는 경우에는 입력한 자기장(1083)의 검출결과로부터 1차 자기장(1080)에서 유래하는 시스템 응답을 줄임으로써 2차 자기장(1082)에서 유래하는 대지응답을 얻고, 루프 안테나(1061)에 대한 전류공급이 차단된 후에 있어서의 대지응답으로부터 지하의 비저항 구조를 얻는다. 시스템 응답은 2차 자기장(1082)을 무시할 수 있는 정도의 고고도에서 검출된다.
- [0033] 해석 PC(1022)는 공중탐사가 행해지는 동안에는 지상에서 대기된다. 그러나 공중탐사가 행해지는 동안에 해석 PC(1022)가 로거(1063)에 통신 가능하게 접속될 수도 있고, 해석 PC(1022)가 버드(1020)에 내장될 수도 있고, 해석 PC(1022)가 현수로프(1021)에 지지될 수도 있고, 해석 PC(1022)가 헬리콥터(1040)에 탑재될 수도 있다. 로거(1063)가 생략되고 해석 PC(1022)가 자기장(1083)의 검출결과를 직접적으로 입력하는 것도 허용된다.
- [0034] **2. 위치에 의한 1차 자기장의 변화 및 자기센서의 배치**
- [0035] 도 4는 제1 실시형태의 항공전자탐사장치에 있어서의 위치별 1차 자기장의 값 및 방향을 도시하는 도면이다.
- [0036] 도 4에 도시되는 값 및 방향은 루프 안테나(1061)의 코일축을 포함한 수직면에서의 것이다. 도 4에 도시되는 각 화살표의 길이 및 방향은 각 화살표가 그려지는 위치에 있어서의 1차 자기장의 값 및 방향을 각각 나타낸다. 도 4에 도시되는 x축은 수평축이며, 정방향상의 평면형상을 가진 루프 안테나(1061)의 대각선과 평행을 이루는 방향으로 연장된다. 도 4에 도시되는 z축은 수직축이며, 루프 안테나(1061)의 코일축과 평행을 이루는 방향으로 연장된다. 도 4에 도시되는 값 및 방향은 한 변의 길이가 5m인 정방향상의 평면형상을 가진 루프 안테나(1061)가 x축을 포함하는 수평면에 배치되고, 루프 안테나(1061)에 1000A의 전류가 흐른 경우의 것이다. 도 4에 도시되는 '+12.8', '+6.4', '+3.2', '+1.6', '+0.8', '+0.4', '0', '-0.4', '-0.8', '-1.6', '-3.2', '-6.4' 및 '-12.8'이라는 수치가 붙여진 등Hz선은, 각각 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)이 +12.8, +6.4, +3.2, +1.6, +0.8, +0.4, 0, -0.4, -0.8, -1.6, -3.2, -6.4 및 -12.8 A/m가 되는 위치에 그려져 있다.
- [0037] 1차 자기장(1080)은 x축 및 z축에 대하여 대칭으로 되어 있다. 1차 자기장(1080)의 크기 및 방향은 위치에 따라 변화한다.
- [0038] 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)은 도 4에 도시된 바와 같이, "0"이라는 수치가 붙여진 등Hz선이 그려지는 위



치(1100)에 있어서 0이 된다. 따라서, 위치(1100)를 따라 자기센서(1062)가 배치되고 자기센서(1062)에 의해 자기장(1083)의 수직성분이 검출될 경우에는 검출되는 자기장(1083)의 수직성분이 주로 2차 자기장(1082)의 수직 성분으로 이루어지고, 1차 자기장(1080)의 영향이 억제되어 지하(1090)의 비저항 구조를 정확히 탐사할 수 있게 된다. 이 때문에, 자기센서(1062)는 위치(1100)를 따라 배치되고, 자기장(1083)의 수직성분을 검출한다. 자기센서(1062)가 위치(1100)를 따라 배치되는 경우, 루프 안테나(1061)의 중심으로부터 자기센서(1062)를 향하는 방향의 수직방향으로부터의 기울기는 대략 20° 이상 70° 이하가 된다.

[0039] 도 5 내지 7까지의 각각은 제1 실시형태의 항공전자탐사장치의 수직위치에 의한 1차 자기장의 수직성분의 변화를 도시하는 그래프이다. 도 5는 (X, Z)가 (5, 2)인 위치로부터 (X, Z)가 (5, 4)인 위치까지의 구간에서 일어나는 변화를 도시한다. 도 6은 (X, Z)가 (7.5, 4)인 위치로부터 (X, Z)가 (7.5, 6)인 위치까지에 있어서의 변화를 도시한다. 도 7은 (X, Z)가 (10, 6)인 위치로부터 (X, Z)가 (10, 8)인 위치까지에 있어서의 변화를 도시한다.

[0040] 도 4에 도시된 바와 같이 등Hz선은 루프 안테나(1061)에 가까운 영역에서는 밀집되어 있지만, 루프 안테나(1061)로부터 먼 영역에서는 산재되어 있다. 이는 위치에 의한 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 변화가 루프 안테나(1061)에 가까운 영역에서는 크고, 루프 안테나(1061)로부터 먼 영역에서는 작은 것을 의미한다. 실제로 도 5 내지 7에서 도시된 바와 같이 (X, Z)가 (7.5, 4)인 위치로부터 (X, Z)가 (7.5, 6)인 위치까지의 구간에서의 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 변화는 (X, Z)가 (5, 2)인 위치로부터 (X, Z)가 (5, 4)인 위치까지의 구간에서의 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 변화보다 작고, (X, Z)가 (10, 6)인 위치로부터 (X, Z)가 (10, 8)인 위치까지의 구간에서의 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 변화는 (X, Z)가 (7.5, 4)인 위치로부터 (X, Z)가 (7.5, 6)인 위치까지의 구간에서의 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 변화보다 작다. 따라서, 자기센서(1062)가 루프 안테나(1061)로부터 먼 경우에는 진동 등에 의한 자기센서(1062)의 이동이나 자기센서(1062)의 부착위치의 오차의 영향이 억제된다. 이 때문에, 자기센서(1062)로부터 루프 안테나(1061)까지의 거리는 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 직경의 0.5배 이상이며, 더욱 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 직경의 1배 이상이며, 특히 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 직경의 2배 이상이다. 단, 자기센서(1062)가 루프 안테나(1061)로부터 극단적으로 먼 경우에는 자기센서(1062)를 지지하는 것이 곤란해지는 등의 문제가 발생한다. 이 때문에, 자기센서(1062)로부터 루프 안테나(1061)까지의 거리는 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 직경의 10배 이하이며, 더욱 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 직경의 5배 이하이다. 여기서 말하는 자기센서(1062)로부터 루프 안테나(1061)까지의 거리는 자기센서(1062) 및 루프 안테나(1061)의 최근접 부분에서의 거리이다.

[0041] 루프 안테나(1061)가 정방향상의 평면형상을 갖는 경우는 바람직하게는 루프 안테나(1061)의 대각선을 포함한 수직면 내에 자기센서(1062)가 배치된다. 이에 따라 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)의 위치에 의한 변화가 더욱 작아진다.

[0042] **3. 좌표축 회전**

[0043] 자기센서(1062)는 바람직하게는 3축 자기센서이며, 자기장(1083)의 제1 수평성분인 X성분, 자기장(1083)의 제2 수평성분인 Y성분 및 자기장(1083)의 수직성분인 Z성분을 검출한다.

[0044] 해석 PC(1022)는 바람직하게는 X성분, Y성분 및 Z성분의 검출 결과에 대하여 좌표축을 회전하는 처리를 행하는 처리부로서도 가능하다. 해당 처리는, 해당 처리가 행해진 후에 1차 자기장(1080)의 Z성분의 검출결과가 0에 가깝게 실질적으로 소멸되도록 행해진다. 이에 따라, 자기센서(1062)의 진동 또는 자기센서(1062)의 부착자세의 오차에 의해 1차 자기장(1080)의 수직성분이 0이 되지 않은 경우에도 1차 자기장(1080)의 영향이 억제된다.

[0045] **4. 현수로프 및 지지체**

[0046] 현수로프(1021)의 일방의 단부(1120)는 도 1에 도시된 바와 같이 헬리콥터(1040)에 결합된다. 로거(1063)는 현수로프(1021)의 중간부(1121)에 결합된다. 송신기(1060)는 현수로프(1021)의 타방의 단부(1122)에 결합된다. 송신기(1060)는 루프 안테나(1061)의 전기공급 지점 부근에 결합된다. 현수로프(1021)의 일방의 단부(1120)가 헬리콥터(1040)에 결합된 상태에 있어서 헬리콥터(1040)가 이륙한 경우에는 현수로프(1021)가 헬리콥터(1040)로부터 수직방향의 하방에 매달려서, 송신기(1060) 및 로거(1063)가 현수로프(1021)에 매달아진다.

[0047] 지지체(1064)는 도 3에 도시된 바와 같이 지지봉(1140)을 구비한다.

[0048] 지지봉(1140)의 중간부(1161)는 송신기(1060)보다 수직방향 상방에 있어서 현수로프(1021)의 중간부(1121)에 결합되는 결합부가 된다. 지지봉(1140)의 일방의 단부(1160)는 현수로프(1021)로부터 떨어진 위치에서 자기센서(1062)에 결합되는 결합부가 된다.



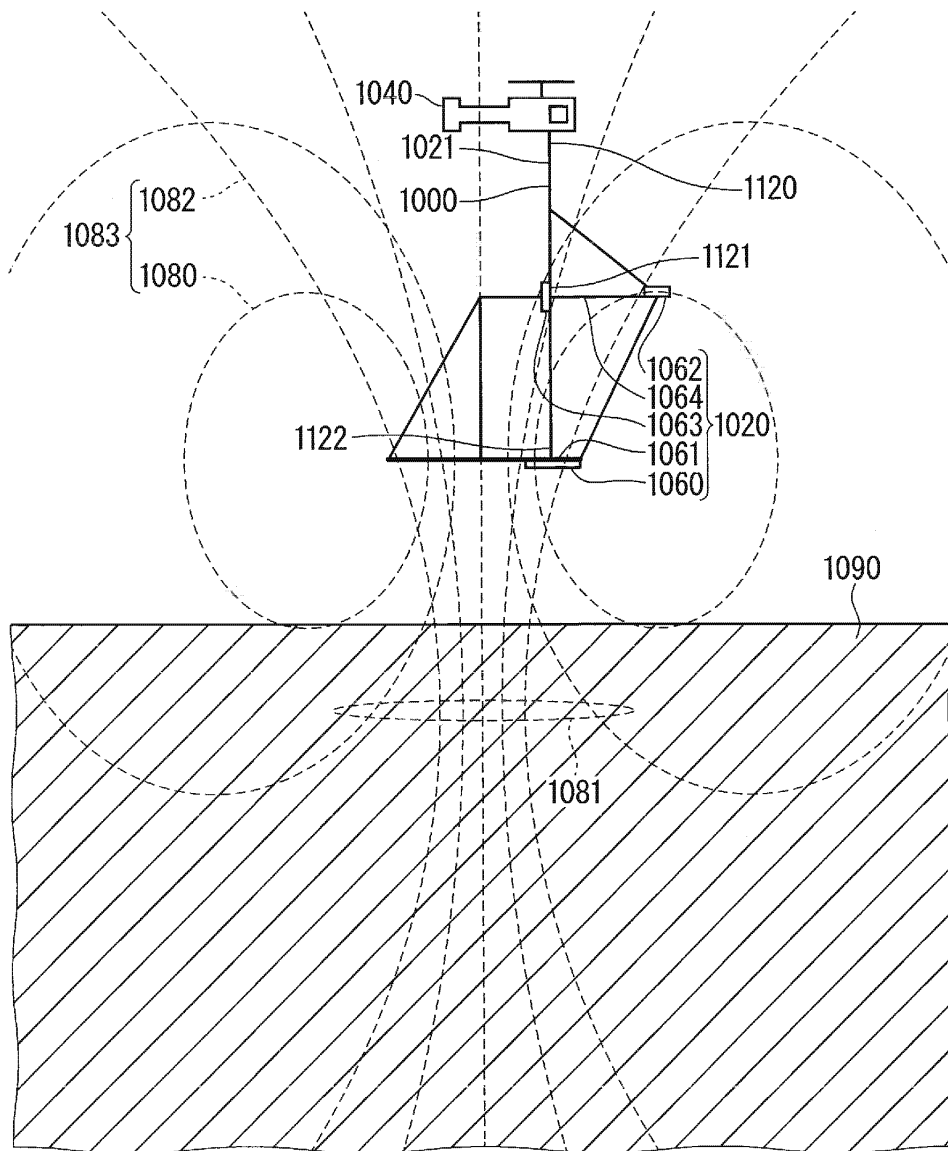
- [0049] 지지봉(1140)이 자기센서(1062)를 지지함으로써, 1차 자기장(1080)의 수직성분(Hz)이 0에 가깝게 실질적으로 소멸된 위치(1100)에 자기센서(1062)가 배치된다. 단, 지지봉(1140)에만 의해 자기센서(1062)가 지지된 경우에는 지지봉(1140) 및 자기센서(1062)가 흔들리기 쉬워, 지지봉(1140) 및 자기센서(1062)가 늘어뜨려지기 쉽다. 이 때문에, 바람직하게는, 진동방지기구(1180) 및 늘어짐방지기구(1181)가 지지체(1064)에 설치된다.
- [0050] 진동방지기구(1180)는, 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)를 구비한다. 진동방지기구(1180)가 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203) 이외의 구성물을 구비할 수도 있다. 4개의 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)가 3개 이하의 진동방지로프 또는 5개 이상의 진동방지로프로 치환될 수도 있다.
- [0051] 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)가 각각 가지는 일방의 단부(1220, 1221, 1222 및 1223)는 루프 안테나(1061)에 결합되는 결합부가 된다. 진동방지로프(1200, 1201 및 1202)가 각각 가지는 타방의 단부(1240, 1241 및 1242)는 지지봉(1140)의 타방의 단부(1162)에 결합되는 결합부가 된다. 진동방지로프(1203)의 타방의 단부(1243)는 지지봉(1140)의 일방의 단부(1160)에 결합되는 결합부가 된다. 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)는 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)에 포함되는 적어도 1개의 진동방지로프가 진동방지로프(1200, 1201, 1202 및 1203)에 포함되는 잔여의 진동방지로프와 동일 평면상에 배치되지 않도록 붙여진다. 예를 들어, 진동방지로프(1200 및 1202)는, 진동방지로프(1201 및 1203)와 동일 평면상에 배치되지 않는다. 이에 따라, 지지봉(1140) 및 자기센서(1062)의 진동이 억제된다. 자기센서(1062)의 지지 강도가 충분한 경우는 타방의 단부(1243)가 자기센서(1062)에 결합될 수도 있다.
- [0052] 늘어짐방지기구(1181)는 늘어짐방지로프(1260)를 구비한다. 늘어짐방지기구(1181)가 늘어짐방지로프(1260) 이외의 구성물을 구비할 수도 있다.
- [0053] 늘어짐방지로프(1260)의 일방의 단부(1280)는 지지봉(1140)보다 수직방향 위에서 현수로프(1021)에 결합되는 결합부가 된다. 늘어짐방지로프(1260)의 타방의 단부(1281)는 지지봉(1140)의 일방의 단부(1160)에 결합되는 결합부가 된다. 이에 따라, 지지봉(1140) 및 자기센서(1062)의 늘어짐이 억제된다. 자기센서(1062)의 지지 강도가 충분한 경우는 타방의 단부(1281)가 자기센서(1062)에 결합될 수도 있다.
- [0054] 상기 제1 실시형태에서는 루프 안테나(1061)가 정방형상의 평면형상을 갖지만, 정방형상의 평면형상을 가진 루프 안테나(1061)가 정방형상이 아닌 평면형상을 가진 루프 안테나로 치환될 수도 있다. 예를 들면, 정방형상의 평면형상을 가진 루프 안테나(1061)가 팔각형상, 원형상, 타원형상 등의 평면형상을 가진 루프 안테나로 치환될 수도 있다. 정방형상이 아닌 평면형상을 가진 루프 안테나도, 정방형상의 평면형상을 가진 루프 안테나(1061)와 마찬가지로 x축에 대하여 대칭인 형상을 가진다.

**부호의 설명**

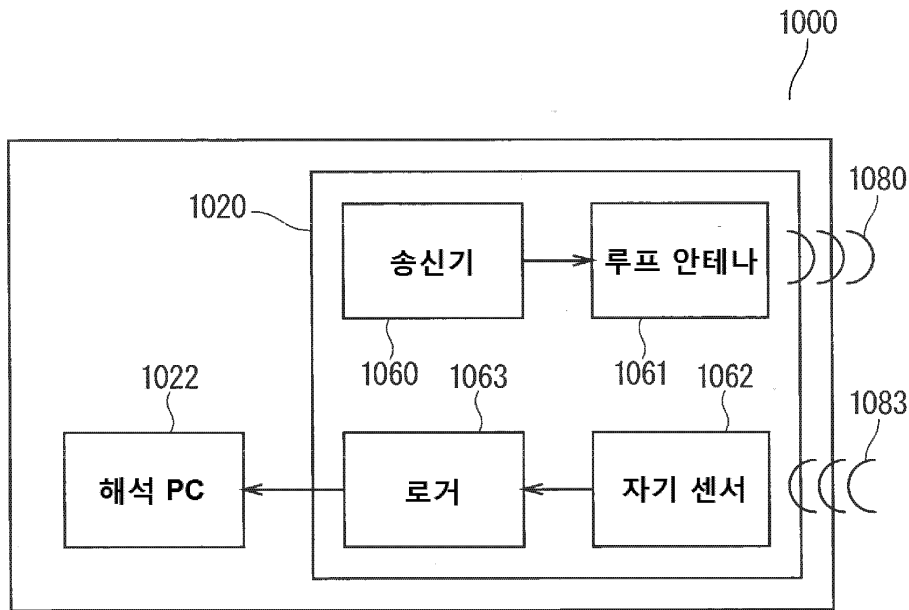
- |        |               |                     |
|--------|---------------|---------------------|
| [0055] | 1000 항공전자탐사장치 | 1020 버드             |
|        | 1021 현수로프     | 1022 해석 퍼스널 컴퓨터(PC) |
|        | 1040 헬기       | 1060 송신기            |
|        | 1061 루프 안테나   | 1062 자기센서           |
|        | 1063 로거       | 1064 지지체            |
|        | 1080 1차 자기장   | 1081 와전류            |
|        | 1082 2차 자기장   | 1083 자기장            |
|        | 1100 위치       | 1140 지지봉            |
|        | 1200 진동방지로프   | 1201 진동방지로프         |
|        | 1202 진동방지로프   | 1203 진동방지로프         |
|        | 1260 늘어짐방지로프  |                     |

도면

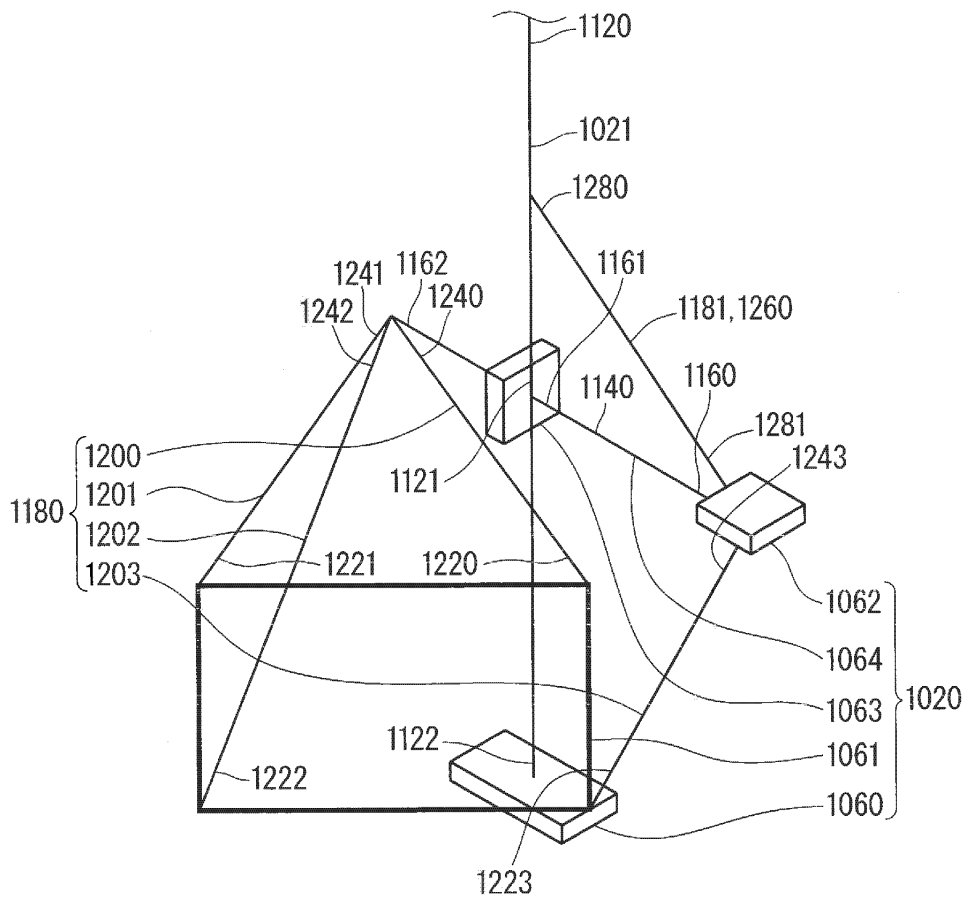
도면1



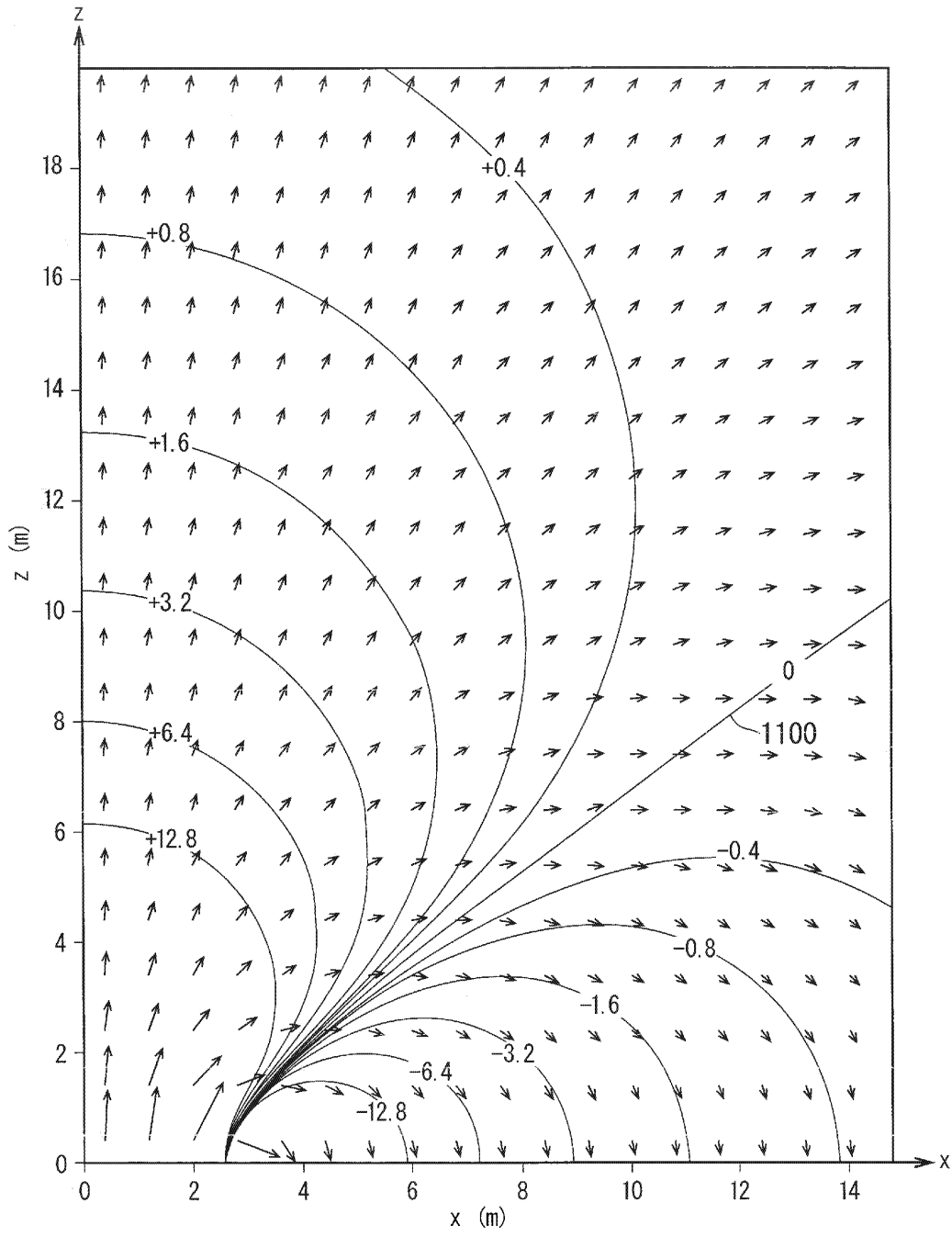
도면2



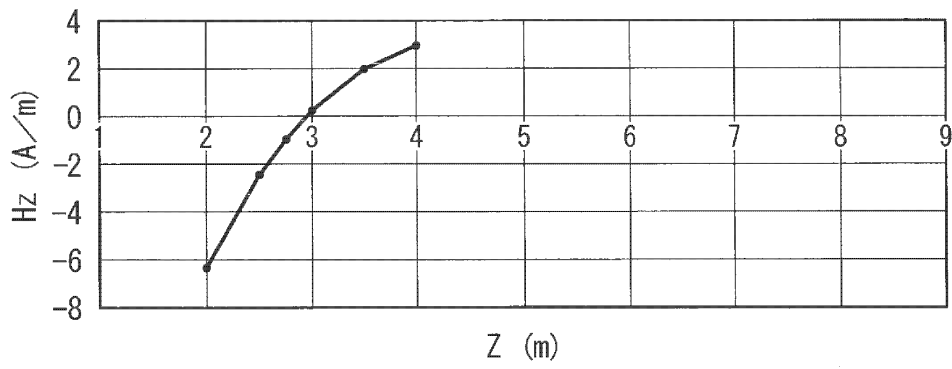
도면3



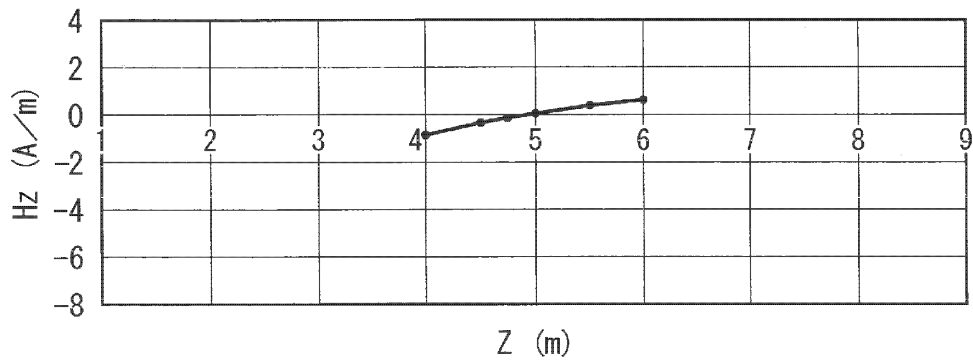
도면4



도면5



도면6



도면7

