



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월09일  
(11) 등록번호 10-2224552  
(24) 등록일자 2021년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01V 3/08 (2006.01) G01P 15/02 (2006.01)  
G01V 15/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01V 3/081 (2013.01)  
G01P 15/02 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0062536  
(22) 출원일자 2019년05월28일  
심사청구일자 2019년05월28일  
(65) 공개번호 10-2020-0136683  
(43) 공개일자 2020년12월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101225752 B1  
JP09021637 A  
KR1020160141574 A  
JP2000244967 A

(73) 특허권자  
한국전자기술연구원  
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)  
(72) 발명자  
문연국  
서울특별시 성동구 독서당로 344, 103동 1004호(금호동4가, 힐스테이트 서울숲리버)  
김민준  
경기도 성남시 수정구 위례광장로 5, 514호(창곡동, 위례우남역아이파크)  
채승훈  
서울특별시 강서구 화곡로 278, 403호(화곡동, 동도센트리움오피스텔)  
(74) 대리인  
윤앤리특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 11 항

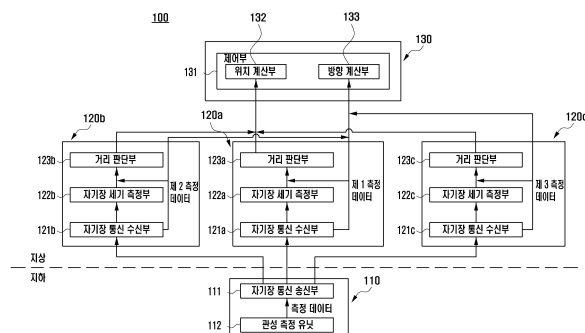
심사관 : 백재홍

(54) 발명의 명칭 지하 매설물 위치 측정 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템은 상기 지하 매설물에 부착되어 있으며, 자기장 신호를 발생시키는 자기장 통신 송신부를 구비하는 지하 매설물 플랫폼; 각각이 상기 자기장 신호를 수신하는 자기장 통신 수신부와, 수신된 상기 자기장 신호의 세기에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼과 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 거리 판단부를 가지는 제1 지상 플랫폼, 제2 지상 플랫폼, 및 제3 지상 플랫폼을 구비하는 복수의 지상 플랫폼; 및 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제1 지상 플랫폼 간의 거리, 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제2 지상 플랫폼 간의 거리, 및 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제3 지상 플랫폼 간의 거리에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 위치 계산부를 가지는 제어부를 구비하는 휴대용 단말기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

**G01V 15/00** (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                                     |
|-------------|-------------------------------------|
| 과제고유번호      | 2018-0-01203                        |
| 부처명         | 과기정통부                               |
| 과제관리(전문)기관명 | 정보통신기획평가원                           |
| 연구사업명       | ICT유망기술개발지원사업                       |
| 연구과제명       | (M)지중매설물 위치변화 감지를 위한 정밀 특위 센서 모듈 개발 |
| 기 여 율       | 1/1                                 |
| 과제수행기관명     | (주)다인인더스                            |
| 연구기간        | 2018.06.01 ~ 2019.05.31             |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

지하 매설물 위치 측정 시스템에 있어서,

상기 지하 매설물에 부착되어 있으며, 자기장 신호를 발생시키는 자기장 통신 송신부를 구비하는 지하 매설물 플랫폼;

각각이 상기 자기장 신호를 수신하는 자기장 통신 수신부와, 수신된 상기 자기장 신호의 세기에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼과 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 거리 판단부를 가지는 제1 지상 플랫폼, 제2 지상 플랫폼, 및 제3 지상 플랫폼을 구비하는 복수의 지상 플랫폼; 및

상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제1 지상 플랫폼 간의 거리, 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제2 지상 플랫폼 간의 거리, 및 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제3 지상 플랫폼 간의 거리에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 위치 계산부를 가지는 제어부를 구비하는 휴대용 단말기

를 포함하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 지하 매설물 플랫폼은 상기 지하 매설물 플랫폼의 가속도 및 각속도를 감지함으로써 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향을 측정하는 관성 측정 유닛을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 자기장 신호는 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 거리 판단부는 수신된 상기 자기장 신호의 세기의 측정값 및 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 복수의 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제어부는 상기 제1 지상 플랫폼이 수신한 상기 자기장 신호에 포함된 제1 측정 데이터의 상기 지하 매설물 플랫폼의 방향값과, 상기 제2 지상 플랫폼이 수신한 상기 자기장 신호에 포함된 제2 측정 데이터의 상기 지하 매설물 플랫폼의 방향값과, 상기 제3 지상 플랫폼이 수신한 상기 자기장 신호에 포함된 제3 측정 데이터의 상기 지하 매설물 플랫폼의 방향값의 평균값을 상기 지하 매설물 플랫폼의 방향으로 계산하는 방향 계산부를 더 가지는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 지상 플랫폼, 제2 지상 플랫폼, 및 제3 지상 플랫폼은 각각, 상기 자기장 통신 수신부에 수신된 자기장 신호의 세기를 측정하여 상기 자기장 신호의 세기의 측정값을 산출하고, 상기 자기장 신호의 세기의 측정값

을 상기 거리 판단부로 전송하는 자기장 세기 측정부를 더 가지는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 위치 계산부는 상기 제1 지상 플랫폼을 중심으로 하면서 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제1 지상 플랫폼 간의 거리를 반지름으로 하는 구와, 상기 제2 지상 플랫폼을 중심으로 하면서 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제2 지상 플랫폼 간의 거리를 반지름으로 하는 구와, 상기 제3 지상 플랫폼을 중심으로 하면서 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 제3 지상 플랫폼 간의 거리를 반지름으로 하는 구의 교차점의 위치를 상기 지하 매설물 플랫폼의 위치로 계산하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 8

지하 매설물 위치 측정 시스템에 있어서,

상기 지하 매설물에 부착되어 있으며, 자기장 신호를 발생시키는 자기장 통신 송신부와, 상기 지하 매설물 플랫폼의 가속도 및 각속도를 감지함으로써 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향을 측정하는 관성 측정 유닛을 구비하는 지하 매설물 플랫폼;

상기 자기장 신호를 수신하는 자기장 통신 수신부와, 수신된 상기 자기장 신호의 세기에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼과 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 거리 판단부를 가지는 지상 플랫폼; 및

상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 지상 플랫폼 간의 거리에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 위치 계산부를 가지는 제어부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 자기장 신호는 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 거리 판단부는 수신된 상기 자기장 신호의 세기의 측정값 및 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터에 근거하여 상기 지하 매설물 플랫폼과 상기 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

#### 청구항 11

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부는 휴대용 단말기에 구비되는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 지하 매설물 위치 측정 시스템에 관한 것으로, 상세하게는, 지하 매설물에 부착된 지하 매설물 플랫폼과 복수의 지상 플랫폼 간의 자기장 통신을 이용함으로써, 지하 매설물에 관하여 미리 저장된 지도가 없더라도 지하 매설물의 절대 위치를 추정할 수 있는 지하 매설물 위치 측정 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근, 통신 케이블, 가스 관 및 수도 관 등과 같은 지하 매설물이 증가하고 있으나, 지중 환경은 시간이 지남에

따라 변동성이 심하여 지속적이고 정기적인 지하 매설물의 관리가 필요한 실정이다.

[0003] 이러한 지하 매설물의 관리를 위한 종래 기술로서, 유선으로 관리용 통신선을 땅 속에 매립하는 방식, 및 RF 통신으로 지하 매설물의 상태를 확인하는 방식이 존재하였다.

[0004] 먼저, 유선으로 관리용 통신선을 땅속에 매립함으로써 지하 매설물을 관리하는 방식은 관리용 통신선을 설치하기 위한 설치 공간 및 설치 비용이 상당히 많이 필요한 문제점이 있다. 다음으로, RF 통신으로 지하 매설물의 상태를 확인하는 방식은 상대적으로 고주파 대역의 통신 기법이기 때문에, 지중 환경의 매질이 통신에 악영향을 미치는 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 목적은, 설치 공간 및 설치 비용을 최소화하고, 지중 환경의 매질로 인한 통신상의 악영향이 없으며, 지하 매설물에 관하여 미리 저장된 지도가 없더라도 지하 매설물의 절대 위치를 추정할 수 있는 지하 매설물 위치 측정 시스템을 제공하는 데에 있다.

[0006] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 다른 목적은, 관성 측정 유닛을 이용함으로써 지하 매설물의 방향을 추정할 수 있을 뿐만 아니라, 지하 매설물의 움직임 및 방향 변화에 관계 없이 지하 매설물의 절대 위치를 안정적이면서 정밀하게 추정할 수 있는 지하 매설물 위치 측정 시스템을 제공하는 데에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 특징에 따르면, 지하 매설물에 부착되어 있으며, 자기장 신호를 발생시키는 자기장 통신 송신부를 구비하는 지하 매설물 플랫폼; 각각, 자기장 신호를 수신하는 자기장 통신 수신부와, 수신된 자기장 신호의 세기에 근거하여 지하 매설물 플랫폼과 지상 플랫폼 간의 거리를 판단하는 거리 판단부를 가지는 제1 지상 플랫폼, 제2 지상 플랫폼, 및 제3 지상 플랫폼을 구비하는 복수의 지상 플랫폼; 및 판단된 지하 매설물 플랫폼과 제1 지상 플랫폼 간의 거리, 판단된 지하 매설물 플랫폼과 제2 지상 플랫폼 간의 거리, 및 판단된 지하 매설물 플랫폼과 제3 지상 플랫폼 간의 거리에 근거하여 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 위치 계산부를 가지는 제어부를 구비하는 휴대용 단말기를 포함하는 것을 특징으로 하는 지하 매설물 위치 측정 시스템이 제공된다.

[0008] 바람직하게는, 본 발명의 일 특징은, 지하 매설물 플랫폼이 지하 매설물 플랫폼의 가속도 및 각속도를 감지함으로써 상기 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향을 측정하는 관성 측정 유닛(Inertial Measurement Unit; IMU)을 더 구비하고, 자기장 신호는 감지된 지하 매설물 플랫폼의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

### 발명의 효과

[0009] 본 발명의 실시예에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템을 사용하면 다음과 같은 효과가 달성된다.

[0010] 1. 설치 공간 및 설치 비용을 최소화하고, 지중 환경의 매질로 인한 통신상의 악영향이 없으며, 지하 매설물에 관하여 미리 저장된 지도가 없더라도 지하 매설물의 절대 위치를 추정할 수 있다.

[0011] 2. 관성 측정 유닛을 이용함으로써 지하 매설물의 방향을 추정할 수 있을 뿐만 아니라, 지하 매설물의 움직임 및 방향 변화에 관계 없이 지하 매설물의 절대 위치를 안정적이면서 정밀하게 추정할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 정면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 블록도이다.

도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템에 의해 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 과정을 설명하기 위한 평면도이다.

도 4는 도 3a에 도시된 절단선 A-A'을 따라 지면(地面)에 수직인 방향으로 절단한 단면도이다.

도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 지하 매설물 플랫폼의 방향 변화

를 설명하기 위한 사시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 본 발명에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 정면도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 블록도이다. 도 2의 경우, 제1 지상 플랫폼(120a), 제2 지상 플랫폼(120b), 및 제3 지상 플랫폼(120c)과 관련하여, 휴대용 단말기(130)와 통신하기 위한 지상 플랫폼 통신부는 도시되어 있지 않으며, 휴대용 단말기(130)와 관련하여, 제1 지상 플랫폼(120a), 제2 지상 플랫폼(120b), 및 제3 지상 플랫폼(120c)과 통신하기 위한 통신부 및 표시부(134; 도 1 참조)는 도시되어 있지 않다.
- [0015] 도 3a 및 3b는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템에 의해 지하 매설물 플랫폼의 위치를 계산하는 과정을 설명하기 위한 평면도이고, 도 4는 도 3a에 도시된 절단선 A-A'을 따라 지면에 수직인 방향으로 절단한 단면도이다. 도 5a 및 5b는 본 발명의 일 실시형태에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템의 지하 매설물 플랫폼의 방향 변화를 설명하기 위한 사시도로서, 도 5a는 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향이 변화되기 전의 상태, 즉, 초기 상태를 나타내고, 도 5b는 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향이 변화된 후의 상태를 나타낸다.
- [0016] 도 1 내지 도 5b를 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템(100)은 지하 매설물 플랫폼(110), 복수의 지상 플랫폼(120), 및 휴대용 단말기(130)를 포함한다.
- [0017] 지하 매설물 플랫폼(110)은 지하 매설물(101)에 부착되어 자기장 신호를 발생시키는 구성요소로서, 자기장 통신 송신부(111) 및 관성 측정 유닛(112)을 포함한다.
- [0018] 자기장 통신 송신부(111)는 자기장 신호를 발생시키고, 발생된 자기장 신호를 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c)의 자기장 통신 수신부(121a, 121b, 121c)에 송신함으로써 지하 매설물 플랫폼(110)과 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c) 간에 자기장 통신을 수행할 수 있게 하는 구성요소이다. 본 명세서에 있어서, "자기장 통신"은 자기장 영역을 이용한 무선 통신을 의미한다. 또한, 이러한 자기장 통신에 이용되는 자기장은 전자파와 달리 매질의 투자율(permeability)에 영향을 받는데, 대부분의 물질은 공기와 비슷한 값의 투자율을 갖기 때문에, 자기장 통신은, RF 통신과 비교하여, 지상에서의 통신뿐만 아니라, 지중에서의 통신, 그리고 지중과 지상 간의 통신에 이용되더라도 매질로 인한 악영향이 거의 없다.
- [0019] 또한, 자기장 통신 송신부(111)가 발생시키는 자기장 신호는 측정 데이터를 포함할 수 있다. 본 명세서에 있어서, "측정 데이터"는 관성 측정 유닛(112)에 의해 측정된 지하 매설물 플랫폼(110)의 속도 및 방향에 관한 데이터를 의미하며, "제1 측정 데이터"는 제1 지상 플랫폼(120a)의 자기장 통신 수신부(121a)가 수신한 자기장 신호에 포함된 측정 데이터를 의미하고, "제2 측정 데이터"는 제2 지상 플랫폼(120b)의 자기장 통신 수신부(121b)가 수신한 자기장 신호에 포함된 측정 데이터를 의미하며, "제3 측정 데이터"는 제3 지상 플랫폼(120c)의 자기장 통신 수신부(121c)가 수신한 자기장 신호에 포함된 측정 데이터를 의미한다.
- [0020] 관성 측정 유닛(112)은 지하 매설물 플랫폼(110)의 가속도 및 각속도를 감지함으로써 지하 매설물 플랫폼(110)의 속도 및 방향을 측정하는 유닛으로서, 가속도 감지부(도시되지 않음) 및 각속도 감지부(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 관성 측정 유닛(112)은 지하 매설물 플랫폼(110)의 속도 및 방향에 관한 측정 데이터를 자기장 통신 송신부(111)로 전송한다. 또한, 이러한 측정 데이터 중 속도에 관한 데이터는 x축, y축, 및 z축 방향의 속도에 관한 데이터(속도에 관한 3축 데이터)일 수 있다. 측정 데이터 중 방향에 관한 데이터는, 도 5a 및 5b에 도시된 바와 같이, x축, y축, 및 z축을 중심으로 한 회전에 관한 데이터(방향에 관한 3축 데이터)일 수 있다.
- [0021] 지상 플랫폼(120)은 지상에 설치되어 있으며 지하 매설물 플랫폼(110)으로부터 수신받은 자기장 신호의 세기에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)과 지상 플랫폼(120) 간의 거리를 판단하는 구성요소이다. 복수의 지상 플랫폼(120)은 제1 지상 플랫폼(120a), 제2 지상 플랫폼(120b), 및 제3 지상 플랫폼(120c)을 포함할 수 있다.
- [0022] 먼저, 제1 지상 플랫폼(120a)을 설명하면 다음과 같다. 제1 지상 플랫폼(120a)은 자기장 통신 수신부(121a), 자기장 세기 측정부(122a), 거리 판단부(123a), 및 지상 플랫폼 통신부(도시되지 않음)를 포함한다.
- [0023] 자기장 통신 수신부(121a)는 지하 매설물 플랫폼(110)의 자기장 통신 송신부(111)로부터 발생된 자기장 신호를 수신하는 구성요소로서, 수신된 자기장 신호에 관한 정보를 자기장 세기 측정부(122a)로 전송한다. 또한, 자기



장 통신 수신부(121a)는 수신된 자기장 신호에 포함된 제1 측정 데이터를 거리 판단부(123a) 및 지상 플랫폼 통신부로 전송할 수 있다.

[0024] 자기장 세기 측정부(122a)는 제1 지상 플랫폼(120a)의 자기장 통신 수신부(121a)에 수신된 자기장 신호의 세기를 측정하여 자기장 신호의 세기의 측정값을 산출하는 구성요소로서, 자기장 신호의 세기의 측정값을 거리 판단부(123a)로 전송한다. 본 실시형태에 따른 제1 지상 플랫폼(120a)은 자기장 세기 측정부(122a)가 별도로 마련되어 있으나, 이는 선택 사양으로 별도의 자기장 세기 측정부 없이, 자기장 통신 수신부(121a) 또는 거리 판단부(123a)가 자기장 신호의 세기를 측정하는 기능을 가질 수도 있다.

[0025] 거리 판단부(123a)는 자기장 신호의 세기에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리를 판단하는 구성요소로서, 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리에 관한 정보를 지상 플랫폼 통신부로 전송한다. 또한, 거리 판단부(123a)는 자기장 신호의 세기의 측정값 및 제1 측정 데이터에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리를 판단할 수 있다. 예를 들면, 자기장 신호의 세기의 측정값을 제1 측정 데이터에 의해 보정함으로써 얻어진 자기장 신호의 세기의 보정값(최종값)에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리를 판단할 수 있다. 이러한 보정을 행하는 이유는, 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 실제 거리가 일정하더라도, 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향이 변화하게 되거나 자기장 통신 시점에서의 지하 매설물 플랫폼(110)의 움직임이 있으면 자기장 신호의 세기의 측정값에 영향을 미치기 때문이다.

[0026] 지상 플랫폼 통신부는 휴대용 단말기(130)와 무선 통신하기 위한 구성요소로서, 지상 플랫폼 통신부로부터 휴대용 단말기(130)의 통신부(도시되지 않음)로 송신되는 신호는 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리에 관한 정보를 포함한다. 또한, 지상 플랫폼 통신부로부터 휴대용 단말기(130)로 송신되는 신호는 제1 측정 데이터를 더 포함할 수 있다.

[0027] 다음으로, 제2 지상 플랫폼(120b) 및 제3 지상 플랫폼(120c)은 각각, 제1 지상 플랫폼(120a)과 동일하게, 자기장 통신 수신부(121b, 121c), 자기장 세기 측정부(122b, 122c), 거리 판단부(123b, 123c), 및 지상 플랫폼 통신부(도시되지 않음)를 포함한다.

[0028] 휴대용 단말기(130)는 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c)으로부터 수신된 정보에 근거하여 지하 매설물(101)의 위치를 판단하는 구성요소로서, 통신부(도시되지 않음), 제어부(131), 및 표시부(134)를 포함한다.

[0029] 본 명세서에 있어서, "지하 매설물의 위치"는 지하 매설물의 공간 상의 위치를 의미한다. 즉, "지하 매설물의 위치"는 "지하 매설물의 수평면(지면에 평행한 면) 상의 위치"와 "지하 매설물의 깊이"를 모두 포함하는 개념이다.

[0030] 휴대용 단말기(130)의 통신부는 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c)과 무선 통신하기 위한 구성요소로서, 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c) 각각의 지상 플랫폼 통신부로부터 송신된 신호를 수신하고 수신된 신호에 포함되어 있는 지하 매설물 플랫폼(110)과 복수의 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c) 간의 거리에 관한 정보를 제어부(131)로 전송한다. 또한, 통신부는 수신된 신호에 포함되어 있는 측정 데이터를 제어부(131)로 전송할 수 있다.

[0031] 휴대용 단말기(130)의 제어부(131)는 지하 매설물(101)의 위치 및 방향을 판단하는 구성요소로서, 위치 계산부(132) 및 방향 계산부(133)를 포함한다.

[0032] 위치 계산부(132)는 지하 매설물(101)의 위치를 판단할 수 있도록 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 계산할 수 있다. 구체적으로, 위치 계산부(132)는 삼각 측량법에 의하여 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 계산할 수 있다. 즉, 위치 계산부(132)는 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리, 지하 매설물 플랫폼(110)과 제2 지상 플랫폼(120b) 간의 거리, 및 지하 매설물 플랫폼(110)과 제3 지상 플랫폼(120c) 간의 거리에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 계산할 수 있다.

[0033] 이러한 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치 계산의 일 예를 도 3a 내지 4를 참조하여 설명하면 다음과 같다. 이와 관련하여, 제1 지상 플랫폼(120a), 제2 지상 플랫폼(120b), 및 제3 지상 플랫폼(120c)은 지면 상에 설치되어 있다고 가정한다. 또한, 도 3a 및 3b의 경우, 제1 원(circle)(Ca)은 제1 지상 플랫폼(120a)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리( $r_1$ )를 반지름으로 하는 구(sphere)가 수평면과 교차하는 원이고, 제2 원(Cb)은 제2 지상 플랫폼(120b)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제2 지상 플랫폼(120b) 간의 거리( $r_2$ )를 반지름으로 하는 구가 수평면과 교차하는 원이며, 제3 원(Cc)은 제3 지상 플랫폼(120c)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제3 지상 플랫폼(120c) 간의 거리( $r_3$ )를 반지름으로 하는

구가 수평면과 교차하는 원이다. 또한, 도 3a 및 3b에 도시된 점 P는 지하 매설물 플랫폼(110)의 수평면 상의 위치를 나타낸다. 또한, 도 4에 도시된 지면으로부터 수평면까지의 높이(h)는 지면으로부터 제1 내지 제3 지상 플랫폼(120a 내지 120c)의 자기장 통신 수신부(121a 내지 121c)까지의 높이와 동일하다.

[0034] 위치 계산부(132)는 제1 지상 플랫폼(120a)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리( $r_1$ )를 반지름으로 하는 구와, 제2 지상 플랫폼(120b)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제2 지상 플랫폼(120b) 간의 거리( $r_2$ )를 반지름으로 하는 구와, 제3 지상 플랫폼(120c)을 중심으로 하면서 지하 매설물 플랫폼(110)과 제3 지상 플랫폼(120c) 간의 거리( $r_3$ )를 반지름으로 하는 구의 교차점의 위치를 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치로 계산할 수 있다. 따라서, 위치 계산부(132)는 3차원 시뮬레이션을 통해 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 직접적으로 판단할 수 있다.

[0035] 또한, 지하 매설물 플랫폼(110)의 수평면 상의 위치(P)는, 도 3b에 도시된 바와 같이, 제1 원(Ca)과 제2 원(Cb)의 공통 현(B1-B2), 제2 원(Cb)과 제3 원(Cc)의 공통 현(B3-B4), 및 제3 원(Cc)과 제1 원(Ca)의 공통 현(B5-B6)의 교차점으로 정해질 수도 있다. 또한, 도 4에 도시된 지하 매설물 플랫폼(110)의 깊이(d)는 지하 매설물 플랫폼(110)과 수평면 간의 거리( $\ell$ )에서 지면으로부터 수평면까지의 높이(h)를 뺀 값과 동일하다. 또한, 도 3a에 도시된 지하 매설물 플랫폼(110)의 수평면 상의 위치(P)를 지나는 제1 원(Ca)의 현 중 제1 지상 플랫폼(120a)과 지하 매설물 플랫폼(110)의 수평면 상의 위치(P)를 잇는 직선에 직교하는 현(H-H')의 길이의 절반( $\ell$ )은 지하 매설물 플랫폼(110)과 수평면 간의 거리( $\ell$ )와 동일하다. 따라서, 지하 매설물 플랫폼(110)의 깊이(d)는 지하 매설물 플랫폼(110)의 수평면 상의 위치(P)를 이용하여 얻어질 수도 있다. 따라서, 위치 계산부(132)는 2차원 시뮬레이션을 통해 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 간접적으로 판단할 수도 있다.

[0036] 방향 계산부(133)는 지하 매설물(101)의 방향을 판단할 수 있도록 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향을 판단한다. 구체적으로, 방향 계산부(133)는 측정 데이터에 근거하여 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향을 계산한다. 예를 들어, 방향 계산부(133)는 제1 지상 플랫폼(120a)으로부터 전송된 제1 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값과, 제2 지상 플랫폼(120b)으로부터 전송된 제2 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값과, 제3 지상 플랫폼(120c)으로부터 전송된 제3 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값의 평균을 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향으로 판단한다.

[0037] 도 5a 및 5b를 참조하여, 이러한 방향 계산의 일 예를 이하에서 설명한다. 이와 관련하여, 방향값은 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ )(여기서,  $\alpha$ 는 x축을 중심으로 시계방향으로 회전한 각도이고,  $\beta$ 는 y축을 중심으로 시계방향으로 회전한 각도이며,  $\gamma$ 는 z축을 중심으로 시계방향으로 회전한 각도임)로 표시된다. 제1 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값이 ( $0^\circ$ ,  $-29^\circ$ ,  $0^\circ$ )이고, 제2 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값이 ( $0^\circ$ ,  $-29^\circ$ ,  $0^\circ$ )이며, 제3 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값이 ( $0^\circ$ ,  $-32^\circ$ ,  $0^\circ$ )라고 가정하면, 제1 내지 제3 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 평균 방향값들은 ( $0^\circ$ ,  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ )으로 계산되며, 이러한 평균 방향값들이 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값으로 정해진다.

[0038] 상술한 지하 매설물 플랫폼(110)으로부터 동시에 수신된 제1 내지 제3 측정 데이터의 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향값들 간에 편차가 생기는 이유는 지하 매설물 플랫폼(110)의 자기장 통신 송신부(111)의 안테나 방향이 자기장 통신 수신부(121a 내지 121c)가 수신하는 자기장 신호에 포함된 측정 데이터에 영향을 미치기 때문이다.

[0039] 표시부(134)는 제어부(131)에서 판단된 지하 매설물(101)의 위치 및 방향을 관리자(140)에게 표시하는 구성요소로서, 예를 들면, 터치스크린패널 디스플레이에 의해 구현될 수 있다.

[0040] 본 실시예에 따른 지하 매설물 위치 측정 시스템(100)은, 지하 매설물(101)에 부착되어 있는 지하 매설물 플랫폼(110)과 복수의 지상 플랫폼(120; 120a 내지 120c) 간의 자기장 통신을 이용하고 있으므로, 설치 공간 및 설치 비용이 최소화되고, 실질적으로 지중 환경의 매질로 인한 통신 상의 악영향이 없다.

[0041] 또한, 휴대용 단말기(130)의 위치 계산부(132)는, 제1 지상 플랫폼(120a)에서 자기장 신호의 세기에 근거하여 판단된 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리, 제2 지상 플랫폼(120b)에서 자기장 신호의 세기에 근거하여 판단된 지하 매설물 플랫폼(110)과 제2 지상 플랫폼(120b) 간의 거리, 및 제3 지상 플랫폼(120c)에서 자기장 신호의 세기에 근거하여 판단된 지하 매설물 플랫폼(110)과 제3 지상 플랫폼(120c) 간의 거리, 총 3개의 거리를 이용하여 지하 매설물 플랫폼(110)의 위치를 계산하고 있으므로, 지하 매설물(101)에 관하여 미리 저장된 지도가 없더라도 지하 매설물(101)의 절대 위치가 추정될 수 있다.

[0042] 또한, 지하 매설물 플랫폼(110)의 관성 측정 유닛(112)은 지하 매설물 플랫폼(110)의 가속도 및 각속도를 감지함으로써 지하 매설물 플랫폼(110)의 속도 및 방향을 측정하고, 자기장 신호를 통해 지하 매설물 플랫폼(110)의



속도 및 방향에 관한 측정 데이터가 복수의 지상 플랫폼(120; 120a 내지 120c)에 전달되므로, 지하 매설물(101)의 방향이 추정될 수 있을 뿐만 아니라, 지하 매설물(101)의 움직임 및 방향 변화에 관계 없이 지하 매설물(101)의 절대 위치가 안정적이면서 정밀하게 추정될 수 있다. 구체적으로, 제1 지상 플랫폼(120a)의 거리 판단부(123a)는 자기장 세기 측정부(122a)에서 측정된 자기장 세기와 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향(제1 측정 데이터)을 함께 이용하여 지하 매설물 플랫폼(110)과 제1 지상 플랫폼(120a) 간의 거리를 추정한다. 즉, 관성 측정 유닛(112)으로부터 지하 매설물 플랫폼(110)의 방향을 추정해내고, 이를 지상 플랫폼(120; 120a, 120b, 120c)에서 지하 매설물 플랫폼(110)까지의 거리를 계산함에 있어서 활용하기 때문에, 지하 매설물 플랫폼(110)의 자기장 통신 송신부(111)의 안테나의 방향이 틀어짐으로 인한 자기장 세기의 변화를 보정함으로써 정밀한 위치 추정이 가능하다.

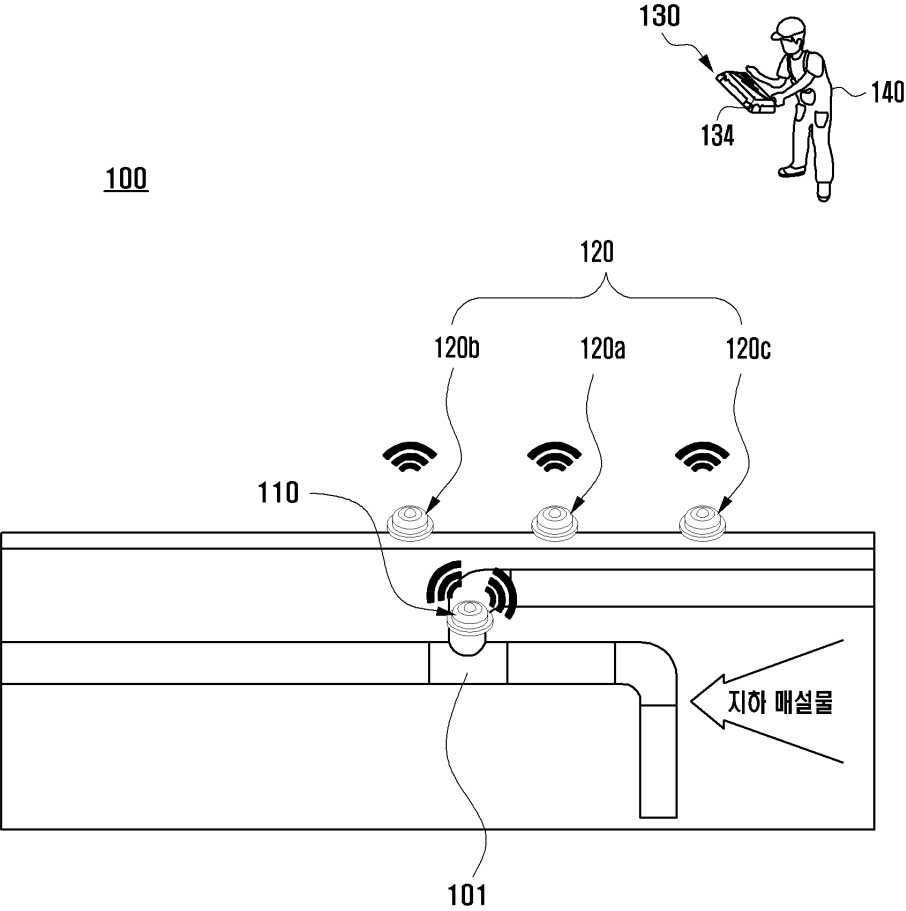
[0043] 본 발명은 첨부된 예시 도면의 바람직한 실시형태를 중심으로 도시하고 설명하였지만, 이에 한정하지 않고 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 이하의 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 형태로 실시할 수 있음은 물론이다.

### 부호의 설명

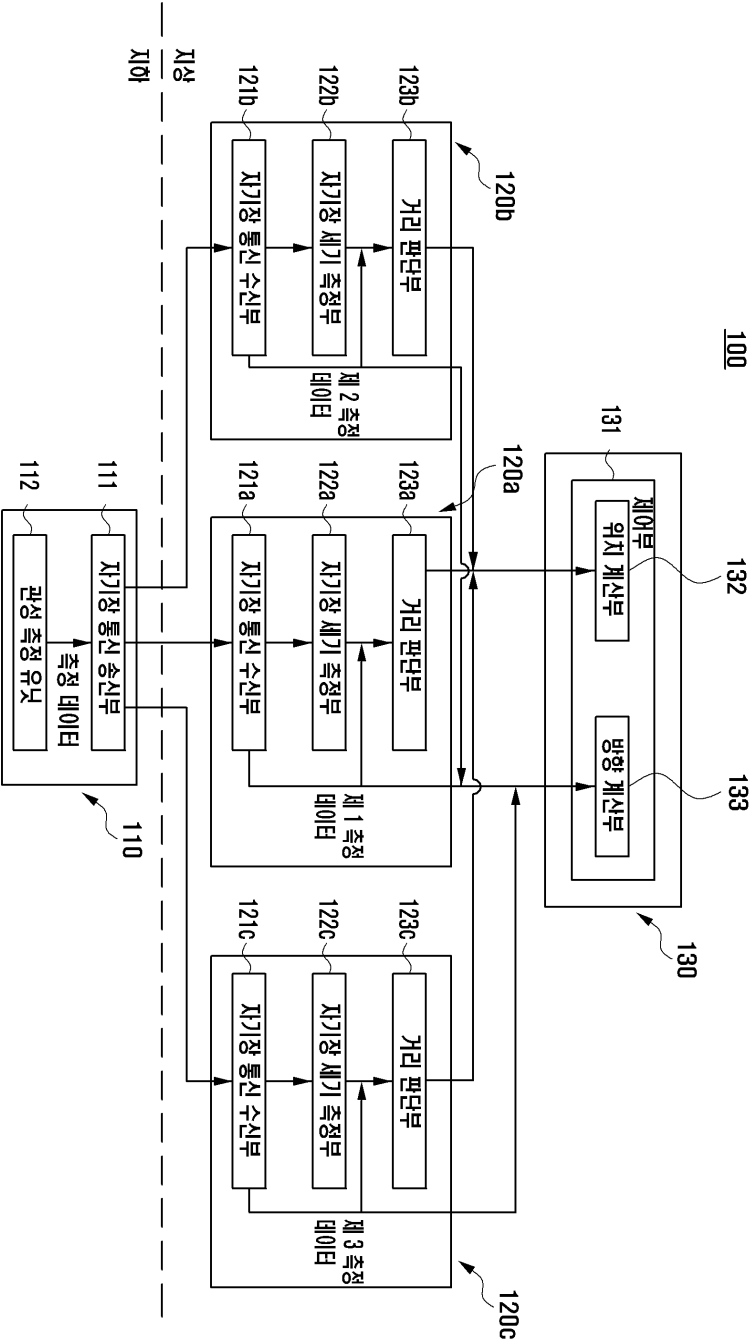
|        |                              |                 |
|--------|------------------------------|-----------------|
| [0044] | 100: 지하 매설물 위치 측정 시스템        | 101: 지하 매설물     |
|        | 110: 지하 매설물 플랫폼              | 111: 자기장 통신 송신부 |
|        | 112: 관성 측정 유닛                | 120: 지상 플랫폼     |
|        | 120a: 제1 지상 플랫폼              | 120b: 제2 지상 플랫폼 |
|        | 120c: 제3 지상 플랫폼              |                 |
|        | 121a, 121b, 121c: 자기장 통신 송신부 |                 |
|        | 122a, 122b, 122c: 자기장 세기 측정부 |                 |
|        | 123a, 123b, 123c: 거리 판단부     | 130: 휴대용 단말기    |
|        | 131: 제어부                     | 132: 위치 계산부     |
|        | 133: 방향 계산부                  | 134: 표시부        |
|        | 140: 관리자                     |                 |

도면

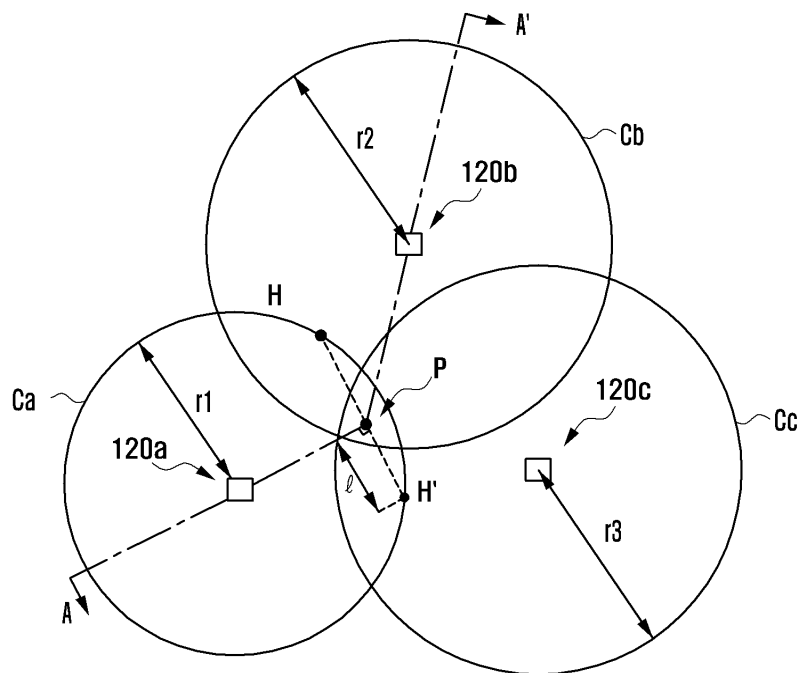
도면1



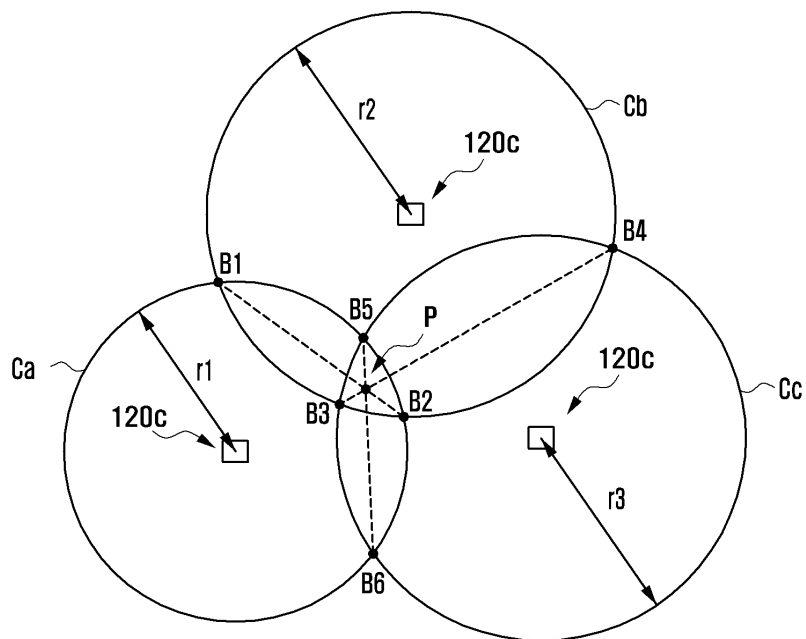
도면2



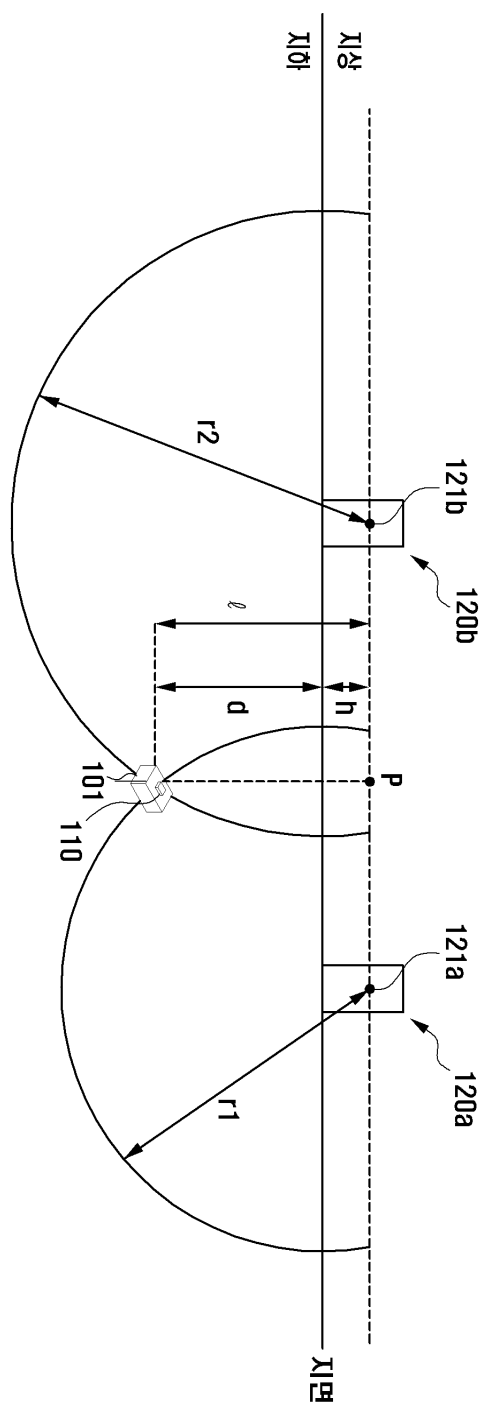
도면 3a



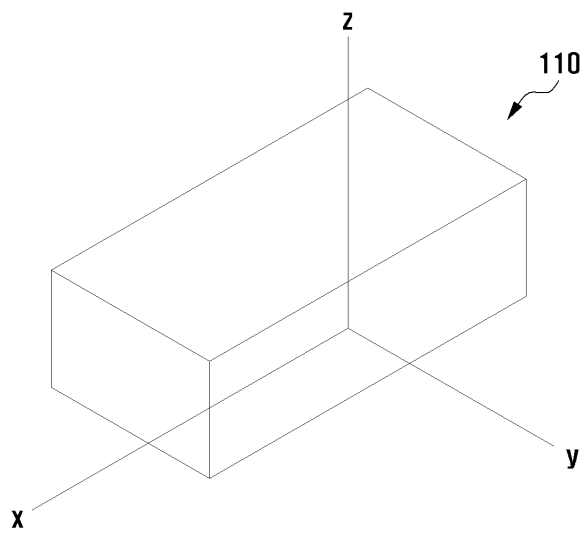
도면 3b



도면4



도면5a



도면5b

