

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2023년 1월 19일 (19.01.2023)



(10) 국제공개번호

WO 2023/286999 A1

(51) 국제특허분류:

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/07 (2006.01)

G01N 29/09 (2006.01)

G01N 29/44 (2006.01)

G01N 33/38 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2022/006869

(22) 국제출원일:

2022년 5월 13일 (13.05.2022)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2021-0092385 2021년 7월 14일 (14.07.2021) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)

[KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

디엘건설 주식회사 (DL CONSTRUCTION CO.) [KR/

KR]; 21556 인천시 남동구 미래로 14, Incheon (KR). 주식

회사 서영엔지니어링 (SEOYOUNG ENGINEERING

CO., LTD.) [KR/KR]; 13595 경기도 성남시 분당구 황새

울로 246, Gyeonggi-do (KR). (주)백경지앤씨 (BACKY-

OUNG G&C CO., LTD.) [KR/KR]; 07030 서울시 동작

구 사당로 160, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이종섭 (LEE, Jong-Sub); 05649 서울시 송파구 양재대로 1218, 132동105호, Seoul (KR). 유정동 (YU, Jung-Doung); 16497 경기도 수원시 팔달구 아주로 17, 101동1401호, Gyeonggi-do (KR). 정석규 (JEONG, Seok-Gyu); 02853 서울시 성북구 고려대로10길 29, 405호, Seoul (KR). 이동수 (LEE, Dong-Soo); 02622 서울시 동대문구 황물로 168, 712호, Seoul (KR).

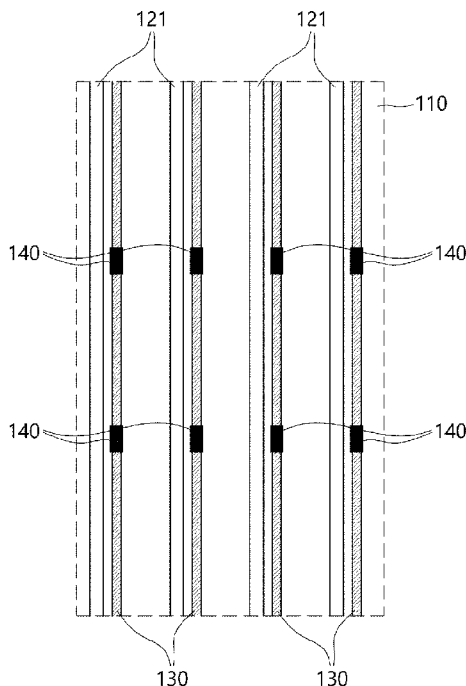
(74) 대리인: 특허법인 남촌 (NAMCHON INTERNATIONAL PATENT AND LAW FIRM); 03173 서울시 종로구 새문안로5길 37, 도림빌딩 406호(도림동), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,

(54) Title: DEVICE FOR EVALUATING INTEGRITY OF UNDERGROUND STRUCTURE BY USING ELECTROMAGNETIC WAVE

(54) 발명의 명칭: 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치



(57) Abstract: The present invention relates to a device for evaluating the integrity of an underground structure by using an electromagnetic wave, the device comprising: multiple main reinforcing bars arranged in the underground structure in the vertical direction; multiple measurement cables extending in the vertical direction while being adjacent to the main reinforcing bars, respectively; at least one impedance change unit which is provided on each of the measurement cables, is electrically connected to the measurement cable, and has a characteristic impedance different from that of the measurement cable; and an electromagnetic wave measurement unit for detecting a characteristic impedance change point as a defect point of the underground structure by providing an electromagnetic wave by using, as signal transmission lines, one of the multiple measurement cables and one of the multiple main reinforcing bars or a pair of measurement cables selected from among the multiple measurement cables, wherein the electromagnetic wave measurement unit determines a defect position in the vertical direction of the defect point by using, as a reference point, a point at which a characteristic impedance is changed by the impedance change unit. Therefore, the impedance change unit having the different characteristic impedance can be applied as the reference point, thereby detecting the absolute position of a defective part in the underground structure.

WO 2023/286999 A1

LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명은 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치에 관한 것으로, 지중 구조물에 상하 방향으로 배치되는 복수의 주 철근과, 각각의 상기 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 각각 연장되는 복수의 측정 케이블과, 각각의 상기 측정 케이블 상에 마련되며 상기 측정 케이블과 전기적으로 연결되고, 상기 측정 케이블과 상이한 특성 임피던스를 갖는 적어도 하나의 임피던스 변화부와, 복수의 상기 측정 케이블 중 어느 하나와 상기 복수의 주 철근 중 어느 하나, 또는 복수의 상기 측정 케이블 중 선택된 한 쌍을 신호전송선로로 전자기파를 제공하여 특성 임피던스의 변화 지점을 상기 지중 구조물의 결합 지점으로 검출하는 전자기파 측정부를 포함하며; 상기 전자기파 측정부는 상기 임피던스 변화부에 의해 특성 임피던스가 변화하는 지점을 기준 지점으로 하여, 상기 결합 지점의 상기 상하 방향으로의 결합 위치를 판단하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 특성 임피던스가 상이한 임피던스 변환부가 기준 지점으로 적용되어 지중 구조물 내의 결합 부위의 절대 위치를 검출할 수 있다. [대표도 5]

명세서

발명의 명칭: 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치 기술분야

- [1] 본 발명은 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 주변 지반의 굴착없이도 말뚝 기초와 같은 지중 구조물의 결함을 평가할 수 있는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 말뚝 기초는 지지력이 약한 지반에 구조물을 설치하기 위하여 사용되는 공법이다. 말뚝 기초는 구조물의 하중을 깊은 깊이의 지지층까지 전달하여 구조물의 안정성을 확보하는 깊은 기초의 일종이다. 말뚝 기초는 지지력의 확보가 우수하며, 시공성, 경제성 등에서 뛰어난 면모를 보이기 때문에 깊은 기초로서 가장 많이 사용된다.
- [3] 말뚝 기초의 시공시 콘크리트의 재료 분리, 시멘트 유실, 이물질 함유, 공벽 붕괴 등으로 인해 말뚝 기초에는 결함이 발생할 수 있다. 도 1은 말뚝 기초에서 발생할 수 있는 결함의 예를 도시한 도면으로, 크랙(Crack), 불연속면(Discontinuity), 벌징(Bulging), 넥킹(Necking)의 예를 나타내고 있다.
- [4] 이와 같은 말뚝 기초에 발생된 결함을 평가하는 기법으로 충격반향기법(Sonic echo), 공대공음과검출법(Crosshole Sonic Logging, CSL) 등이 널리 사용되고 있다.
- [5] 하지만, 충격반향기법의 경우 말뚝 길이와 직경비(L/D)가 30~60을 초과하면 조사 깊이에 한계가 있으며, 결함이 다수 발생했을 경우 모든 결함의 위치를 정확히 파악하기 어려운 단점이 있다. 또한, 말뚝 기초의 결함을 길이 방향으로만 파악할 수 있고, 원주 방향으로서는 파악하기 어려운 단점이 있다.
- [6] 공대공음과검출법은 말뚝 기초 내에 검측을 위한 다수의 구멍을 설치하여야 하기 때문에, 말뚝 기초의 몸체 및 주변 지반의 손상을 초래할 수 있으며, 시간적 및 비용적 측면에서 경제성이 낮은 단점이 있다.
- [7] 이에, 본원 출원인은 한국등록특허 제10-1897905호를 통해 "전자기파를 이용한 말뚝 건전도 평가 장치"를 제안한 바 있다. 상기 말뚝 건전도 평가 장치는 전선을 철근을 따라 배치함으로써, 말뚝 기초의 전 길이에 대해 말뚝에 발생하는 복수의 결함을 평가할 수 있는 기술을 제안하고 있다.
- [8] 전자기파의 신호전송선로로 전선과 말뚝 기초의 철근을 이용하여 전자기파의 전파 특성을 이용하여, 말뚝에 발생한 결함을 조사할 수 있어, 주변 지반의 굴착 없이 말뚝 기초의 결함 위치를 파악할 수 있으며, 결함이 다수 발생된 경우에도 결함의 위치를 구분할 수 있는 장점을 제공할 수 있다.
- [9] 그러나, 상기 한국등록특허에 개시된 말뚝 건전도 평가 장치의 경우, 결함의

절대적인 위치를 검출하는 데에는 한계가 있다. 보다 구체적으로 설명하면, 상기 한국등록특허에 개시된 말뚝 건전도 평가 장치는 말뚝 기초 내부에서 전자기파가 전파될 때 특성 임피던스가 변하는 지점에서 반사되어 돌아오는 전자기파의 도달시간(Round-trip travel time)을 이용하여 결함 지점을 검출하게 되는데, 측정되는 값이 도달시간 하나라는 점에서 절대적인 위치를 측정하기 어려운 문제점이 있다.

- [10] 도 2를 참조하여 설명하면, 말뚝 기초에 내장된 전선을 따라 전파되는 전자기파는 특성 임피던스가 변하는 결함 지점에서 반사되어 되돌아오고, 되돌아오는 도달시간을 측정하게 된다. 즉, 이미 알려진 전자기파의 속도, 그리고 도달시간을 알게 되면, 결함 부위의 위치 파악이 가능하게 된다.
- [11] 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 말뚝 기초의 길이가 L 이고, 결함 지점이 길이 방향으로 가운데 지점에 발생한 것으로 가정하게 되면, 결함 지점에서 반사되어 오는 도달시간과 전자기파의 속도를 이용하여, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같이, 결함 위치가 검출이 가능하게 된다.
- [12] 도 2의 (b)에 도시된 그래프는 상기 한국등록특허에 개시된 방식을 이용하여 측정한 것으로, 이는 전자기파가 말뚝 기초를 따라 등속도로 전파되는 것을 가정하고 측정한 것이다. 즉, 상기 한국등록특허에 개시된 말뚝 건전도 평가 장치를 통해 측정되는 값은 전자기파의 도달시간으로, 이를 이용하여 결함 부위의 위치를 검출하기 위해 전자기파의 속도를 상수로 설정하고 있다.
- [13] 그러나, 말뚝 기초 내부에서의 전자기파의 속도는 일정하지 않아, 위와 같은 가정은 정확한 결함 위치를 찾는 데 한계로 작용하고 있다. 전자기파의 실제 속도는 [수학식 1]과 같이 계산된다.
- [14] [수학식 1]
- [15]
$$V = \frac{C_0}{\sqrt{k}}$$
- [16] 여기서, V 는 특정 물질에서의 전자기파의 속도이고, k 는 해당 물질의 유전율이고, C_0 는 공기 또는 진공 중에서의 전자기파의 속도이다.
- [17] [수학식 1]에서와 같이, 전자기파의 실제 속도는 물질의 유전율에 따라 변하게 되는데, 말뚝 기초에 내장된 전선을 따라 유전율이 일정하지 않기 때문에 전자기파의 속도는 말뚝 기초를 따라 달라지게 된다.
- [18] 이와 같은 원인은 말뚝 기초의 내부 원인 뿐만 아니라 외부 원인에서 발생하게 된다. 즉, 말뚝 기초의 길이는, 도 3에 도시된 예에서와 같이, 짧게는 10m에서 길게는 80m 이상이 되는데, 말뚝 기초의 전체 길이에 걸쳐 콘크리트가 균일하게 타설된다고 가정하기는 현실적이지 않으며, 불균일한 타설이 이루어질 뿐만 아니라 그 불균일한 정도 또한 알지 못한다. 도 3은 종래의 말뚝 기초의 시공에 적용되는 스틸 케이지의 예를 나타낸 도면이다.
- [19] 일 예로, 중력에 의해 발생하는 블리딩 현상, 즉 무거운 자갈 등이 아래로 가라

앞아서 발생하는 블리딩 현상, 말뚝의 슬라임 등은 콘크리트가 불균질하게 타설되게 하는 원인 중 하나이다.

- [20] 이와 같이 콘크리트가 불균질하게 타설되면 콘크리트의 전기적인 물성인 유전율이 달라지게 되므로, 전자기파의 속도가 말뚝 기초 내부에서 달라지게 된다.
- [21] 또한, 말뚝 기초가 시공되는 지반은 다양한 재료의 지반층으로 이루어질 수 있다. 일 예로, 점토층, 사질토층, 지하수위의 유무, 지반의 함수비, 지반의 강도에 따라 지반의 유전율이 달라지게 되는데, 전자기파의 속도는 주변의 유전율에 영향을 받기 때문에, 말뚝 기초가 타설되는 지반의 중력 방향으로의 특성 변화로 인해 전자기파의 속도가 달라지게 된다.
- [22] 결과적으로, 전자기파 속도가 일정한 것으로 가정하고, 전자기파의 도달 시간만으로 측정하게 되면, 도 2의 (a)에 도시된 결함 위치가, 도 2의 (b)에 도시된 바와 같은 그래프로 나타나지 않게 된다.
- [23] 예컨대, 도 2의 (a)에 도시된 말뚝 기초에서, 결함 위치를 중심으로 위쪽의 유전율이 아래쪽의 유전율보다 작아 전자기파 속도가 더 빠르게 되면, 도 2의 (a)에 도시된 말뚝 기초의 결함 위치는 도 2의 (a)에 도시된 바와 같이, 실제 결함 위치와 다른 위치에 결함이 있는 것으로 측정될 것이다.
- [24] 정리하면, 종래의 말뚝 건전도 평가 장치는 전자기파의 속도가 등속도인 것으로 가정하고, 전자기파의 도달속도에 기반하여 상대적인 위치를 측정할 뿐, 결함 부위의 말뚝 기초 내에서의 절대 위치를 찾지 못하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [25] 이에, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 안출된 것으로서, 전자기파를 이용하여 말뚝 기초와 같은 지중 구조물의 건전도를 평가하는데 있어, 지중 구조물 내의 결함 부위의 절대 위치를 검출할 수 있는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [26] 또한, 수중 말뚝 기초의 세굴 정도를 보다 정확하게 측정할 수 있는 지중 구조물의 건전도 평가 장치를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [27] 상기 목적은 본 발명에 따라, 지중 구조물에 상하 방향으로 배치되는 복수의 주 철근과, 각각의 상기 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 각각 연장되는 복수의 측정 케이블과, 각각의 상기 측정 케이블 상에 마련되며 상기 측정 케이블과 전기적으로 연결되고, 상기 측정 케이블과 상이한 특성 임피던스를 갖는 적어도 하나의 임피던스 변화부와, 복수의 상기 측정 케이블 중 어느 하나와 상기 복수의 주 철근 중 어느 하나, 또는 복수의 상기 측정 케이블 중 선택된 한 쌍을 신호전송선로로 전자기파를 제공하여 특성 임피던스의 변화 지점을 상기 지중 구조물의 결함 지점으로 검출하는 전자기파 측정부를

포함하며; 상기 전자기파 측정부는 상기 임피던스 변화부에 의해 특성 임피던스가 변화하는 지점을 기준 지점으로 하여, 상기 결합 지점의 상기 상하 방향으로의 결합 위치를 판단하는 것을 특징으로 하는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치에 의해서 달성된다.

- [28] 여기서, 각각의 상기 측정 케이블은 적어도 둘 이상의 단위 케이블로 구성되고; 상기 임피던스 변화부는 하나의 상기 단위 케이블의 말단에 설치되는 제1 커넥터와, 하나의 상기 단위 케이블과 연결되는 다른 하나의 상기 단위 케이블의 말단에 설치되고, 상기 제1 커넥터와의 체결을 통해 하나의 상기 단위 케이블과 다른 하나의 상기 단위 케이블을 전기적으로 연결하는 제2 커넥터를 포함할 수 있다.
- [29] 또한, 상기 지중 구조물은 해수 또는 담수를 거쳐 수중 바닥면 내부로 매설되고; 상기 전자기파 측정부는 상기 해수 또는 상기 담수의 수중 구간과 상기 수중 바닥면 아래의 지중 구간 간의 특성 임피던스의 차이로 상기 수중 구간과 상기 지중 구간의 경계면을 판단하고, 상기 기준 지점에 기초하여 상기 경계면의 변화에 따라 상기 경계면에서의 세굴 여부 및 세굴 정도를 판단할 수 있다.
- [30] 그리고, 복수의 상기 주 철근의 외곽을 원주 방향으로 감싸며 상기 상하 방향으로 상호 이격된 복수의 띠 철근을 더 포함할 수 있다.
- [31] 그리고, 상기 지중 구조물은 상기 상하 방향으로 배치되는 복수의 단위 스틸 케이지와, 복수의 단위 스틸 케이지에 타설되는 콘크리트를 포함하고; 상기 단위 스틸 케이지는 상하 방향으로 상기 지중 구조물에 배치되는 복수의 단위 주 철근과, 복수의 상기 단위 주 철근의 외곽을 원주 방향으로 감싸며 상기 상하 방향으로 상호 이격된 복수의 단위 띠 철근과, 각각의 상기 단위 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 연장되는 복수의 단위 케이블을 포함하고; 상기 상하 방향으로 이웃하는 상기 단위 스틸 케이지들의 상호 대응하는 위치의 상기 단위 주 철근이 상호 연결되어, 상기 주 철근을 형성하고; 복수의 상기 단위 띠 철근 각각이 상기 띠 철근을 형성하고; 상기 임피던스 변화부는 상기 상하 방향으로 이웃하는 상기 단위 스틸 케이지들의 상호 대응하는 위치의 상기 단위 케이블을 전기적으로 연결하며; 상기 상하 방향으로 연결되는 복수의 상기 단위 케이블이 하나의 상기 측정 케이블을 형성할 수 있다.
- [32] 그리고, 상기 전자기파 측정부는 상기 신호전송라인을 통해 제공되는 전자기파가 특성 임피던스가 변하는 지점에서 반사되어 되돌아오는 도달시간을 측정하여 특성 임피던스가 변하는 지점을 검출할 수 있다.
- [33] 그리고, 상기 측정 케이블은 상기 원주 방향을 기준으로 상기 띠 철근의 내측 과 외측 중 적어도 어느 한 곳에 설치될 수 있다.
- [34] 그리고, 상기 띠 철근의 내측 또는 외측에 배치된 상기 측정 케이블과 상기 주 철근, 또는 상기 띠 철근의 내측에 배치된 상기 측정 케이블과, 상기 띠 철근의 외측에 배치된 상기 측정 케이블의 조합이 상기 신호전송선로를 형성할 수 있다.

- [35] 그리고, 상기 지중 구조물의 원주 방향으로의 중심을 기준으로 마주하는 방향의 상기 측정 케이블과 상기 주 철근, 또는 상기 측정 케이블 간에 상기 신호전송선로를 형성하여, 상기 지중 구조물의 내부의 건전도가 평가할 수 있다.

발명의 효과

- [36] 상기와 같은 구성에 따라, 본 발명에 따르면 전자기파를 이용하여 말뚝 기초와 같은 지중 구조물의 건전도를 평가하는데 있어, 특성 임피던스가 상이한 임피던스 변환부가 기준 지점으로 적용되어 지중 구조물 내의 결함 부위의 절대 위치를 검출할 수 있는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치가 제공된다.

- [37] 또한, 수중의 말뚝 기초의 세굴 여부 및 세굴 정도를 보다 정확하게 측정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [38] 도 1은 말뚝 기초에서 발생할 수 있는 결함의 예를 도시한 도면이고,
 [39] 도 2는 종래의 말뚝 건전도 평가 장치에서 발생하는 측정 오류를 설명하기 위한 도면이고,
 [40] 도 3은 도 3은 종래의 말뚝 기초의 시공에 적용되는 스틸 케이지의 예를 나타낸 도면이고,
 [41] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 구성을 나타낸 도면이고,
 [42] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 측정 원리를 설명하기 위한 도면이고,
 [43] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 구성을 나타낸 도면이고,
 [44] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 적용예를 설명하기 위한 도면이고,
 [45] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치를 이용하여 측정 실험한 결과를 나타낸 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [46] 본 발명은 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치에 관한 것으로, 지중 구조물에 상하 방향으로 배치되는 복수의 주 철근과, 각각의 상기 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 각각 연장되는 복수의 측정 케이블과, 각각의 상기 측정 케이블 상에 마련되며 상기 측정 케이블과 전기적으로 연결되고, 상기 측정 케이블과 상이한 특성 임피던스를 갖는 적어도 하나의 임피던스 변환부와, 복수의 상기 측정 케이블 중 어느 하나와 상기 복수의 주 철근 중 어느 하나, 또는 복수의 상기 측정 케이블 중 선택된 한 쌍을 신호전송선로로 전자기파를 제공하여 특성 임피던스의 변화 지점을 상기 지중 구조물의 결함 지점으로 검출하는 전자기파 측정부를 포함하며; 상기 전자기파

측정부는 상기 임피던스 변화부에 의해 특성 임피던스가 변화하는 지점을 기준 지점으로 하여, 상기 결합 지점의 상기 상하 방향으로의 결합 위치를 판단하는 것을 특징으로 한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [47] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 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.
- [48] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예들을 상세히 설명한다. 본 발명의 설명에 앞서 본 발명에서의 "지중 구조물"은 본 발명에 따른 건전도 평가 장치에 의해 건전도가 평가되는 구조물로, 후술할 주 철근(121)을 포함하여 구성되는 스틸 케이지가 지중에 삽입되고 콘크리트(110)가 타설되어 형성되는 구조물이며, 이하에서는 지중 구조물이 말뚝 기초인 것을 예로 하여 설명한다.
- [49] 도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 구성을 나타낸 도면이다. 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 건전도 평가 장치에서 지중 구조물의 평면을 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 건전도 평가 장치에서 지중 구조물의 측면을 도시한 것이다. 도 5에서는 단면 형태로 도시되어 있으나, 이는 실제 단면도는 아니며, 측면에서 바라볼 때 측정 케이블(130) 및 주 철근(121)을 중심으로 개략적으로 도시한 것이다.
- [50] 도 4 및 도 5를 참조하여 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 건전도 평가 장치는 복수의 주 철근(121), 복수의 측정 케이블(130), 임피던스 변화부(140) 및 전자기파 측정부(150)를 포함할 수 있다. 여기서, 복수의 주 철근(121)은 띠 철근(122)과 함께 스틸 케이지를 형성하며, 지중에 매설된 후 콘크리트(110)의 타설로 지중 구조물을 형성하게 된다.
- [51] 복수의 주 철근(121)은 지중 구조물에 상하 방향으로 배치되는데, 도 4에 도시된 바와 같이, 지중 구조물이 원기둥 형상의 말뚝 기초인 경우 원주 방향을 따라 이격된 상태로 배치된다. 그리고, 복수의 띠 철근(122)이 복수의 주 철근(121)의 외각을 원주 방향으로 감싸며 상하 방향으로 이격되고, 복수의 주 철근(121)과 복수의 띠 철근(122)이 연결되어 스틸 케이지를 형성하게 된다.
- [52] 복수의 측정 케이블(130)은, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 각각의 주 철근(121)에 인접하게 상하 방향으로 각각 연장된다. 도 4에서는 하나의 측정

케이블(130)이 하나의 주 철근(121)에 인접하게 배치되는 것을 예로 하며, 띠 철근(122)의 내측에 배치되는 것을 예로 하고 있다.

- [53] 임피던스 변화부(140)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 각각의 측정 케이블(130) 상에 마련된다. 그리고, 각각의 임피던스 변화부(140)는 해당 측정 케이블(130)과 전기적으로 연결된 상태를 유지한다. 여기서, 임피던스 변화부(140)는 측정 케이블(130)과 상이한 특성 임피던스를 갖도록 마련된다.
- [54] 전자기파 측정부(150)는 복수의 측정 케이블(130) 중 어느 하나와 복수의 주 철근(121) 중 어느 하나를 신호전송선로로 전자기파를 제공한다. 또는 전자기파 측정부(150)는 복수의 측정 케이블(130) 중 선택된 한 쌍을 신호전송선로로 하여 전자기파를 제공할 수 있다.
- [55] 그리고, 전자기파 측정부(150)는 신호전송선로를 통해 제공된 전자기파의 측정 결과에 기초하여, 특성 임피던스의 변화 지점을 지중 구조물의 결합 지점으로 검출하여, 지중 구조물의 건전도를 평가하게 된다.
- [56] 보다 구체적으로 설명하면, 전자기파 측정부(150)는 신호전송라인을 통해 제공되는 전자기파 특성 임피던스가 변하는 지점에서 반사되어 돌아오는 도달시간을 측정하여 특성 임피던스가 변하는 지점을 검출하게 된다.
- [57] 그리고, 전자기파의 속력을 기준으로, 속력=거리/시간의 관계식을 이용하여 특성 임피던스가 변하는 지점까지의 거리를 산출하게 된다. 그러나, 앞서 설명한 바와 같이, 이와 같은 위치 측정은 전자기파의 속력이 지중 구조물(100) 내에서 일정하다는 가정하에서 산출되는 것이므로, 절대적인 위치에 오차가 발생할 수 있다.
- [58] 이에, 본 발명에 따른 전자기파 측정부(150)는 각각의 측정 케이블(130)에 마련된 임피던스 변화부(140)에 의해 특성 임피던스가 변화하는 지점을 기준 지점으로 하여, 결합 지점의 상하 방향으로의 결합 위치를 판단하게 된다.
- [59] 도 6을 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 지중 구조물의 상하 방향으로의 길이를 L 이라고 가정하고, 각각의 측정 케이블(130)에 두 개씩의 임피던스 변화부(140)를 설치하되, 두 개의 임피던스 변화부(140)를 등 간격으로 설치하는 것을 예로 한다. 그리고, 두 개의 임피던스 변화부 사이와, 두 번째 임피던스 변화의 아래쪽에 결합이 발생한 것을 예로 하는데, 중간 부분에 발생한 것을 예로 한다.
- [60] 상기와 같은 구성에 따라 전자기파 측정부(150)가 하나의 신호전송라인을 통해 전자기파를 인가하게 되면, 앞서 설명한 도달시간을 기준으로 한 측정 결과에서는 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점(T_{R1} , T_{R2})과, 두 개의 결합 부위에 따른 임피던스 변화 지점($F1$, $F2$)이 검출 가능하게 된다.
- [61] 여기서, 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점(T_{R1} , T_{R2})을 기준 지점으로 하게 되면, 각각의 결합 부위에 따른 임피던스 변화 지점($F1$, $F2$)은 기준 지점을 기준으로 절대 위치의 측정이 가능하게 된다.
- [62] 즉, 신호전송라인의 경우 지중 구조물의 상하 방향으로의 양 끝단에서

임피던스의 변화가 발생하여, 양 끝단의 위치가 측정 가능하게 되고, 기준 지점이 양 끝단을 등 간격으로 구분하는 기준이 된다.

- [63] 따라서, 전자기파가 지중 구조물(100) 내부에서 전파 속도가 달라져, 측정 그래프 상에서 지중 구조물의 도입 측과 첫 번째 기준 지점(T_{R1}), 첫 번째 기준 지점(T_{R1})과 두 번째 기준 지점(T_{R2}), 그리고, 두 번째 기준 지점(T_{R1})과 지중 구조물의 말단 측 간의 길이가 달라지더라도, 각각의 간격의 길이는 $L/3$ 이 된다. 즉, 각각의 간격의 길이를 등 간격이 되도록 스케일을 보정하게 되면, 각각의 결합 부위에 따른 임피던스 변화 지점($F1, F2$)의 위치가 보정되어, 결합 부위의 절대적인 위치의 측정이 가능하게 된다.
- [64] 상기와 같은 구성에 따라, 콘크리트(110)의 불균질한 타설로 인한 블리딩 현상이나 슬라임 현상, 지중 구조물이 매설되는 지반층의 특성 등의 원인으로 인해 발생하는 전자기파의 속도 변화로 인해, 결합 부위의 절대 위치의 측정이 어려운 문제점을 임피던스 변화부(140)를 통해 기준 지점을 측정하여, 결합 부위의 지중 구조물(100) 내에서의 절대 위치의 측정이 가능하게 된다.
- [65] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [66] 도 7을 참조하여 설명하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 건전도 평가 장치의 측정 케이블(130)은 적어도 2 이상의 단위 케이블(131,132)로 구성되는 것을 예로 한다. 도 7에서는 두 개의 단위 케이블(131,132)이 하나의 측정 케이블(130)을 구성하는 것을 예로 하고 있으나, 3 이상의 단위 케이블(131,132)이 하나의 측정 케이블(130)을 구성하도록 마련될 수 있음은 물론이다.
- [67] 임피던스 변화부(140)는 하나의 단위 케이블(131,132)의 말단에 설치되는 제1 커넥터(141)와, 하나의 단위 케이블(131,132)과 연결되는 다른 하나의 단위 케이블(131,132)의 말단에 설치되는 제2 커넥터(142)를 포함할 수 있다.
- [68] 여기서, 제2 커넥터(142)는 제1 커넥터(141)와의 체결을 통해 하나의 단위 케이블(131,132)과 다른 하나의 단위 케이블(131,132)을 전기적으로 연결시킨다. 즉, 서로 인접한 한 쌍의 단위 케이블(131,132)이 제1 커넥터(141)와 제2 커넥터(142) 간의 체결을 통해 전기적으로 연결된다.
- [69] 제1 커넥터와 제2 커넥터(142)로 구성되는 임피던스 변화부(140)는 단위 케이블(131,132)을 전기적으로 연결할 뿐만 아니라, 제1 커넥터(141) 및 제2 커넥터(142) 자체가 단위 케이블(131,132)과 다른 특성 임피던스를 가지게 되어, 임피던스 변화부(140)로의 기능을 동시에 수행할 수 있게 된다.
- [70] 한편, 앞서 설명한 바와 같이, 지중 구조물은 복수의 주 철근(121)과 복수의 띠 철근(122)을 포함하는 스틸 케이지와, 콘크리트(110)를 포함한다.
- [71] 주 철근(121)의 길이는 통상 12m로 제작되는 것이 일반적인데, 12m 이상의 지중 구조물의 제작시에는 12m 단위의 단위 스틸 케이지(100a,100b)를 상하 방향으로 연결하여 사용하게 된다.
- [72] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 지중 구조물은 상하 방향으로 배치되는

복수의 단위 스틸 케이지(100a,100b)와, 복수의 단위 스틸 케이지(100a,100b)에 타설되는 콘크리트(110) 구조물을 포함할 수 있다.

[73] 즉, 주 철근(121)의 길이에 대응하여 단위 스틸 케이지를 제작하고, 이를 상하 방향으로 배치시켜 전체 스틸 케이지를 구성하게 된다. 그런 다음, 콘크리트(110)가 타설되어 지중 구조물이 형성된다.

[74] 여기서, 단위 스틸 케이지(100a,100b)는 복수의 단위 주 철근(121a,121b)과, 복수의 단위 띠 철근(122)(미도시)과, 복수의 단위 케이블(131,132)을 포함할 수 있다.

[75] 단위 주 철근(121a,121b)은 상하 방향으로 지중 구조물에 배치되는 형태를 갖는다. 단위 띠 철근(122)은 단위 주 철근(121a,121b)의 외곽을 원주 방향으로 감싸며 상하 방향으로 상호 이격된다.

[76] 각각의 단위 케이블(131,132)은 단위 주 철근(121a,121b)에 인접하게 상하 방향으로 연장되는데, 단위 띠 철근(122)의 내측에 배치되는 것을 예로 한다.

[77] 그리고, 상하 방향으로 이웃하는 단위 스틸 케이지(100a,100b)들의 상호 대응하는 위치의 단위 주 철근(121a,121b)이 상호 연결되어 전체 주 철근(121)을 형성하게 된다. 그리고, 복수의 단위 띠 철근(122) 각각이 지중 구조물의 띠 철근(122)을 형성하게 된다.

[78] 여기서, 임피던스 변화부(140)는 상하 방향으로 이웃하는 단위 스틸 케이지(100a,100b)들의 상호 대응하는 위치의 단위 케이블(131,132)을 전기적으로 연결할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 임피던스 변화부(140)가 제1 커넥터(141)와 제2 커넥터(142)를 포함하여 단위 케이블(131,132)을 상호 연결하도록 마련될 수 있다. 그리고, 상호 연결되는 단위 케이블(131,132)들이 하나의 측정 케이블(130)을 형성하게 된다.

[79] 상기와 같은 구성을 통해, 상호 인접한 단위 스틸 케이지(100a,100b)의 단위 케이블(131,132)들을 상하로 연결할 때, 제1 커넥터(141)와 제2 커넥터(142)로 상호 연결시킴으로써, 지중 구조물의 제작이 상하 방향으로 긴 길이의 측정 케이블(130)을 보다 쉽게 설치할 수 있게 된다.

[80] 보다 구체적으로 설명하면, 통상 주 철근(121)의 길이가 12m이고 2 이상의 단위 스틸 케이지(100a,100b)를 상하 방향으로 배치시킬 때 하나의 케이블로 이를 작업하는 것은 현실적으로 불가능하다.

[81] 통상 하나의 단위 스틸 케이지(100a,100b)를 타공된 홀에 삽입시킨 후 다음의 단위 스틸 케이지(100a,100b)를 홀에 삽입하게 되는데, 하나의 케이블을 각각의 주 철근(121)에 인접하게 배치시키는 작업은 현실적으로 어렵다. 반면, 본 발명에 따른 단위 스틸 케이지(100a,100b)의 경우 상하 방향으로 인접한 한 쌍의 단위 케이블(131,132)을 제1 커넥터(141)와 제2 커넥터(142)의 체결을 통해 상호 연결시킴으로써, 작업의 용이성을 높일 수 있을 뿐만 아니라, 제1 케이블과 제2 케이블이 임피던스 변화부(140)로서의 기능을 동시에 수행하게 되어 측정의 정확도 또한 높일 수 있게 된다.

- [82] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 지중 구조물이 해수 또는 담수를 거쳐 수중 바닥면에 매설되는 경우, 전자기파 측정부(150)를 통해 세굴 여부와 세굴 정도를 측정할 수 있다.
- [83] 도 8을 참조하여 설명하면, 앞서 설명한 바와 같이, 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점(T_{R1} , T_{R2})이 측정 가능하게 되는데, 수중 구간(Water)과 수중 바닥면 아래의 지중 구간(Soil) 간의 특성 임피던스 차이로 인해 B_1 지점에서 특성 임피던스의 급격한 변화가 측정되어, 수중 구간(Water)과 지중 구간(Soil) 간의 경계면의 측정이 가능하게 된다.
- [84] 여기서, 세굴이 진행되면 경계면의 변화가 발생하게 되는데, 경계면이 B_2 지점에서 측정됨으로써, 세굴 여부가 판단 가능하게 된다. 또한, 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점(T_{R1} , T_{R2})에 기초하여, 세굴에 따른 경계면의 변화 정도가 측정 가능하게 되어, 세굴 정도의 정확한 측정이 가능하게 된다.
- [85] 여기서, 세굴이 진행됨에 따라, 수중 구간의 길이도 B_1 에서 B_2 로 길어지게 되어 전자기파의 전파 구간도 변하게 되어, 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점($T_{R1'}$, $T_{R2'}$)도 변화하게 되는데, 두 개의 임피던스 변화부(140)에 따른 임피던스 변화 지점($T_{R1'}$, $T_{R2'}$)을 기준으로 하여, 새로운 경계면(B_2)의 위치를 측정하게 되면 세굴 여부와 세굴 정도를 보다 정확하게 측정할 수 있게 된다.
- [86] 전술한 실시예에서는 측정 케이블(130)의 띠 철근(122)의 내측에 배치되는 것을 예로 하였다. 이외에도 측정 케이블(130)은 띠 철근(122)의 외측에 배치될 수 있으며, 띠 철근(122)의 내측 및 외측에 각각 설치될 수 있음은 물론이다.
- [87] 여기서, 띠 철근(122)의 내측 또는 외측에 배치된 측정 케이블(130)과 주 철근(121)이 신호전송선로로 구성될 수 있다. 또는 띠 철근(122)의 내측에 배치된 측정 케이블(130)과, 띠 철근(122)의 외측에 배치된 측정 케이블(130)의 조합이 신호전송선로를 형성할 수 있다.
- [88] 다른 예로, 지중 구조물의 원주 방향으로의 중심을 기준으로 마주하는 방향의 측정 케이블(130)과 주 철근(121)의 조합이 신호전송선로를 형성하게 되면, 지중 구조물(100) 내부의 결함도 측정이 가능하게 된다. 마찬가지로, 서로 마주하는 방향의 측정 케이블(130)이 신호전송선로를 형성할 수도 있다.
- [89] 전술한 실시예에서는 도 6에 도시된 바와 같이, 임피던스 변환부(140)가 충전 케이블(130)보다 작은 값으로 측정되는 특성 임피던스를 갖는 것을 예로 하나, 충전 케이블(130)보다 큰 측정값을 갖는 특성 임피던스의 재질로 마련될 수 있음은 물론이다. 이 경우 도 6에 도시된 그래프에서 기준 지점의 굴곡이 반대 방향으로 측정될 것이다.
- [90] 한편, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치를 이용하여 측정 실험한 결과를 나타낸 그래프이다. 도 9를 참조하여 설명하면, P1 구간에서와 같이, 말뚝두부에서 측정값이 변화가

나타남을 확인할 수 있다.

[91] 그리고, P2 구간에서와 같이, 임피던스 변화부(140), 즉 제1 커넥터(141)와 제2 커넥터 제2 커넥터(142)가 결합된 부분에서 측정값의 변화가 나타났으며, 마지막으로 콘크리트 말뚝의 선단부에서 최종적으로 측정값의 변화가 확인되었다.

[92] 비록 본 발명의 몇몇 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 당업자라면 본 발명의 원칙이나 정신에서 벗어나지 않으면서 본 실시예를 변형할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 발명의 범위는 첨부된 청구항과 그 균등물에 의해 정해질 것이다.

[93] [부호의 설명]

[94] 100 : 지중 구조물 100a, 100b : 단위 스틸 케이싱

[95] 110 : 콘크리트 121 : 주 철근

[96] 121a, 121b : 단위 주 철근 122 : 띠 철근

[97] 130 : 측정 케이블 131, 132 : 단위 케이블

[98] 140 : 임피던스 변화부 141 : 제1 커넥터

[99] 142 : 제2 커넥터 150 : 전자기파 측정부

산업상 이용가능성

[100] 본 발명은 말뚝 기초와 같은 지중 구조물의 건전도를 평가하는데 적용될 수 있다.

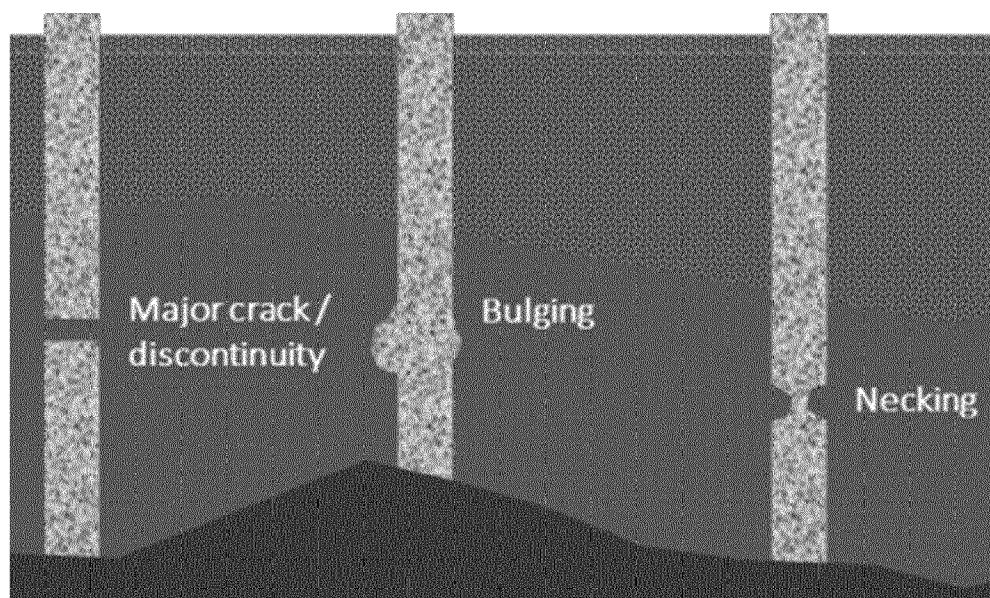
청구범위

- [청구항 1] 지중 구조물에 상하 방향으로 배치되는 복수의 주 철근과,
 각각의 상기 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 각각 연장되는
 복수의 측정 케이블과,
 각각의 상기 측정 케이블 상에 마련되며 상기 측정 케이블과 전기적으로
 연결되고, 상기 측정 케이블과 상이한 특성 임피던스를 갖는 적어도
 하나의 임피던스 변화부와,
 복수의 상기 측정 케이블 중 어느 하나와 상기 복수의 주 철근 중 어느
 하나, 또는 복수의 상기 측정 케이블 중 선택된 한 쌍을 신호전송선로로
 전자기파를 제공하여 특성 임피던스의 변화 지점을 상기 지중 구조물의
 결함 지점으로 검출하는 전자기파 측정부를 포함하며;
 상기 전자기파 측정부는 상기 임피던스 변화부에 의해 특성 임피던스가
 변화하는 지점을 기준 지점으로 하여, 상기 결함 지점의 상기 상하
 방향으로의 결함 위치를 판단하는 것을 특징으로 하는 전자기파를
 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 각각의 상기 측정 케이블은 적어도 둘 이상의 단위 케이블로 구성되고;
 상기 임피던스 변화부는
 하나의 상기 단위 케이블의 말단에 설치되는 제1 커넥터와,
 하나의 상기 단위 케이블과 연결되는 다른 하나의 상기 단위 케이블의
 말단에 설치되고, 상기 제1 커넥터와의 체결을 통해 하나의 상기 단위
 케이블과 다른 하나의 상기 단위 케이블을 전기적으로 연결하는 제2
 커넥터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자기파를 이용한 지중
 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 지중 구조물은 해수 또는 담수를 거쳐 수중 바닥면 내부로 매설되고;
 상기 전자기파 측정부는
 상기 해수 또는 상기 담수의 수중 구간과 상기 수중 바닥면 아래의 지중
 구간 간의 특성 임피던스의 차이로 상기 수중 구간과 상기 지중 구간의
 경계면을 판단하고,
 상기 기준 지점에 기초하여 상기 경계면의 변화에 따라 상기
 경계면에서의 세굴 여부 및 세굴 정도를 판단하는 것을 특징으로 하는
 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 복수의 상기 주 철근의 외곽을 원주 방향으로 감싸며 상기 상하 방향으로
 상호 이격된 복수의 띠 철근을 더 포함하는 것을 특징으로 하는
 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.

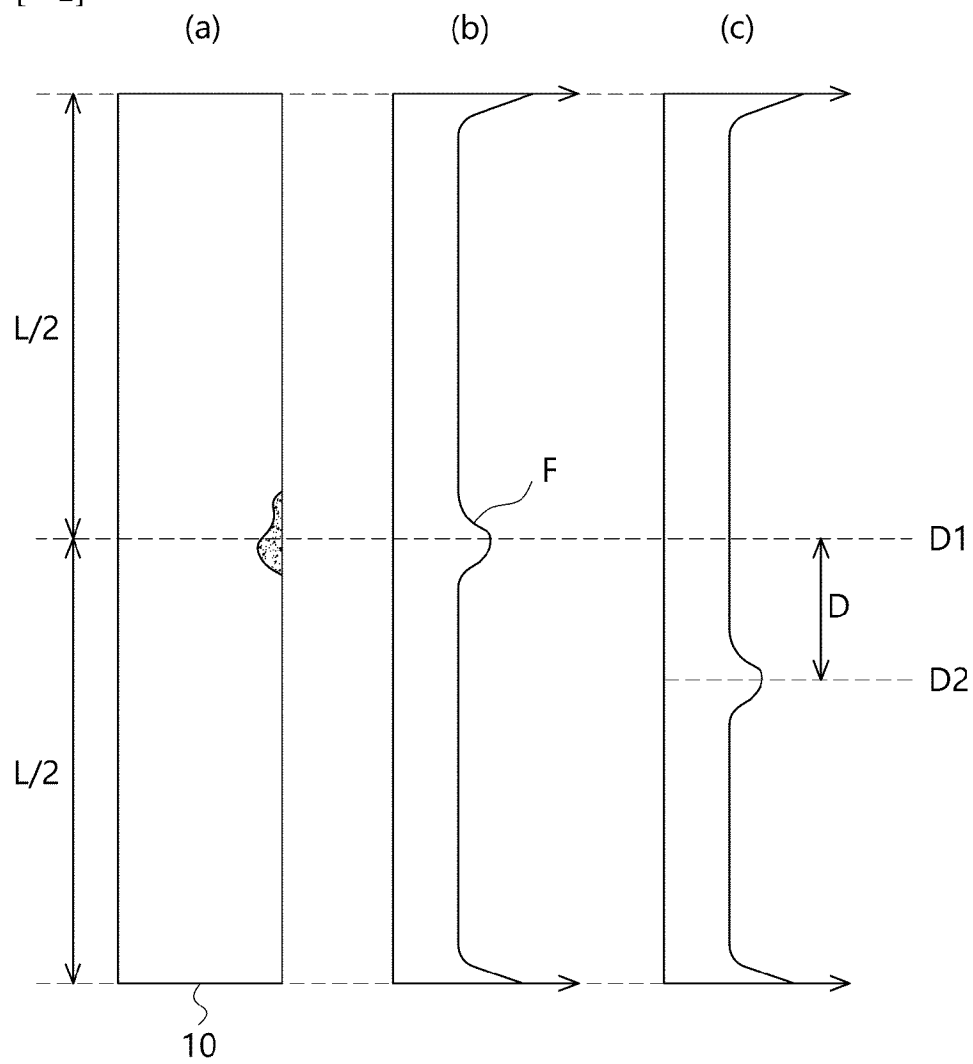
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 지중 구조물은
 상기 상하 방향으로 배치되는 복수의 단위 스틸 케이지와,
 복수의 단위 스틸 케이지에 타설되는 콘크리트를 포함하고;
 상기 단위 스틸 케이지는
 상하 방향으로 상기 지중 구조물에 배치되는 복수의 단위 주 철근과,
 복수의 상기 단위 주 철근의 외곽을 원주 방향으로 감싸며 상기 상하
 방향으로 상호 이격된 복수의 단위 띠 철근과,
 각각의 상기 단위 주 철근에 인접하게 상기 상하 방향으로 연장되는
 복수의 단위 케이블을 포함하고;
 상기 상하 방향으로 이웃하는 상기 단위 스틸 케이지들의 상호 대응하는
 위치의 상기 단위 주 철근이 상호 연결되어, 상기 주 철근을 형성하고;
 복수의 상기 단위 띠 철근 각각이 상기 띠 철근을 형성하고;
 상기 임피던스 변화부는 상기 상하 방향으로 이웃하는 상기 단위 스틸
 케이지들의 상호 대응하는 위치의 상기 단위 케이블을 전기적으로
 연결하며;
 상기 상하 방향으로 연결되는 복수의 상기 단위 케이블이 하나의 상기
 측정 케이블을 형성하는 것을 특징으로 하는 전자기파를 이용한 지중
 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 전자기파 측정부는 상기 신호전송라인을 통해 제공되는 전자기파가
 특성 임피던스가 변하는 지점에서 반사되어 되돌아오는 도달시간을
 측정하여 특성 임피던스가 변하는 지점을 검출하는 것을 특징으로 하는
 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
 상기 측정 케이블은 상기 원주 방향을 기준으로 상기 띠 철근의 내측 과
 외측 중 적어도 어느 한 곳에 설치되는 것을 특징으로 하는 전자기파를
 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
 상기 띠 철근의 내측 또는 외측에 배치된 상기 측정 케이블과 상기 주
 철근, 또는
 상기 띠 철근의 내측에 배치된 상기 측정 케이블과, 상기 띠 철근의
 외측에 배치된 상기 측정 케이블의 조합이 상기 신호전송선로를
 형성하는 것을 특징으로 하는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도
 평가 장치.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
 상기 지중 구조물의 원주 방향으로의 중심을 기준으로 마주하는 방향의
 상기 측정 케이블과 상기 주 철근, 또는 상기 측정 케이블 간에 상기

신호전송선로를 형성하여, 상기 지중 구조물의 내부의 건전도가 평가되는 것을 특징으로 하는 전자기파를 이용한 지중 구조물의 건전도 평가 장치.

[도1]



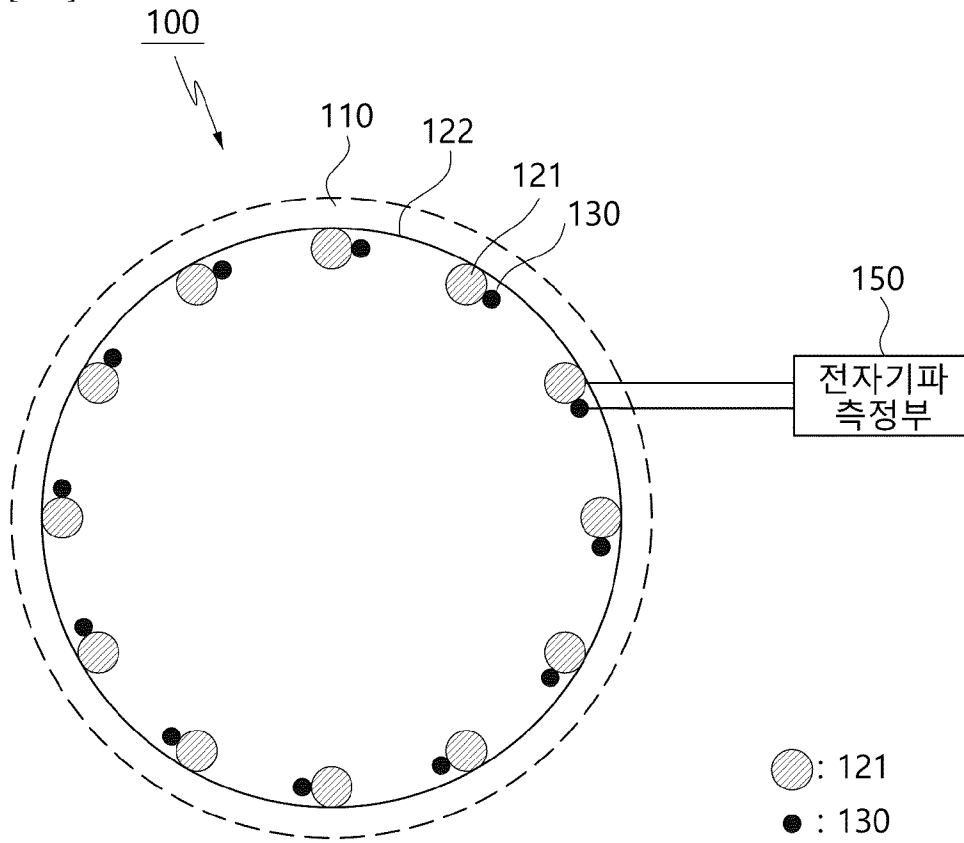
[도2]



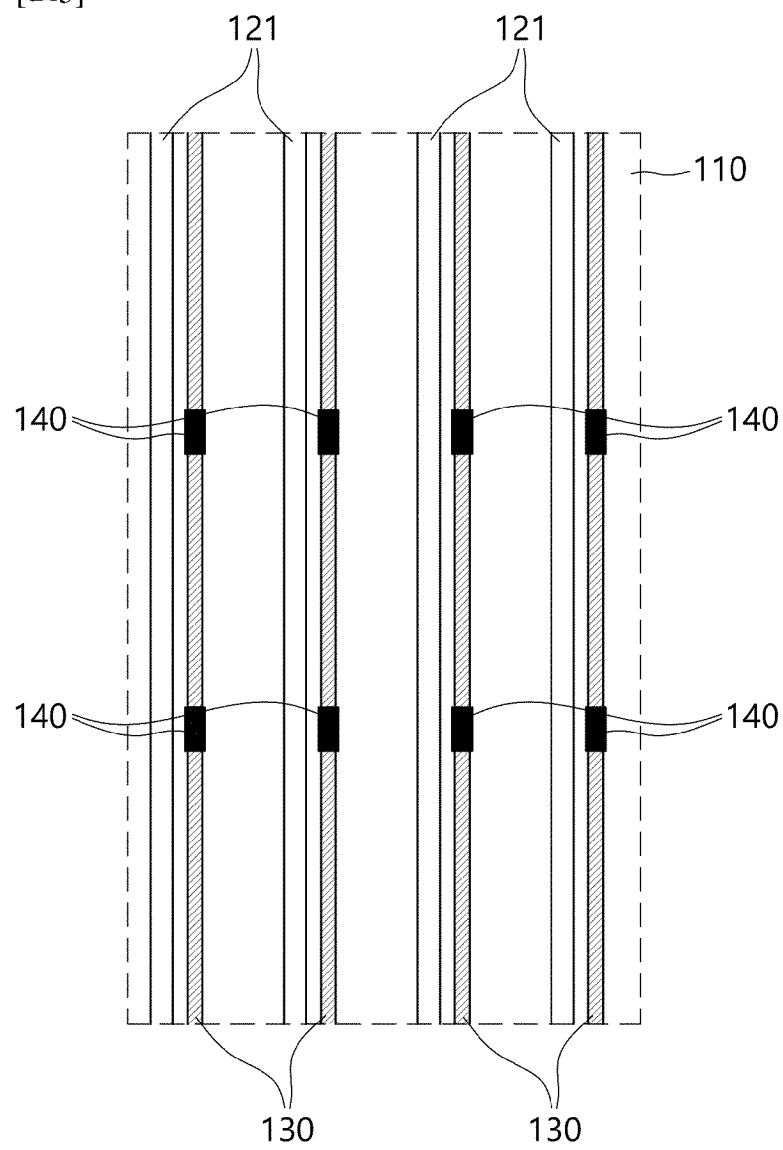
[도3]



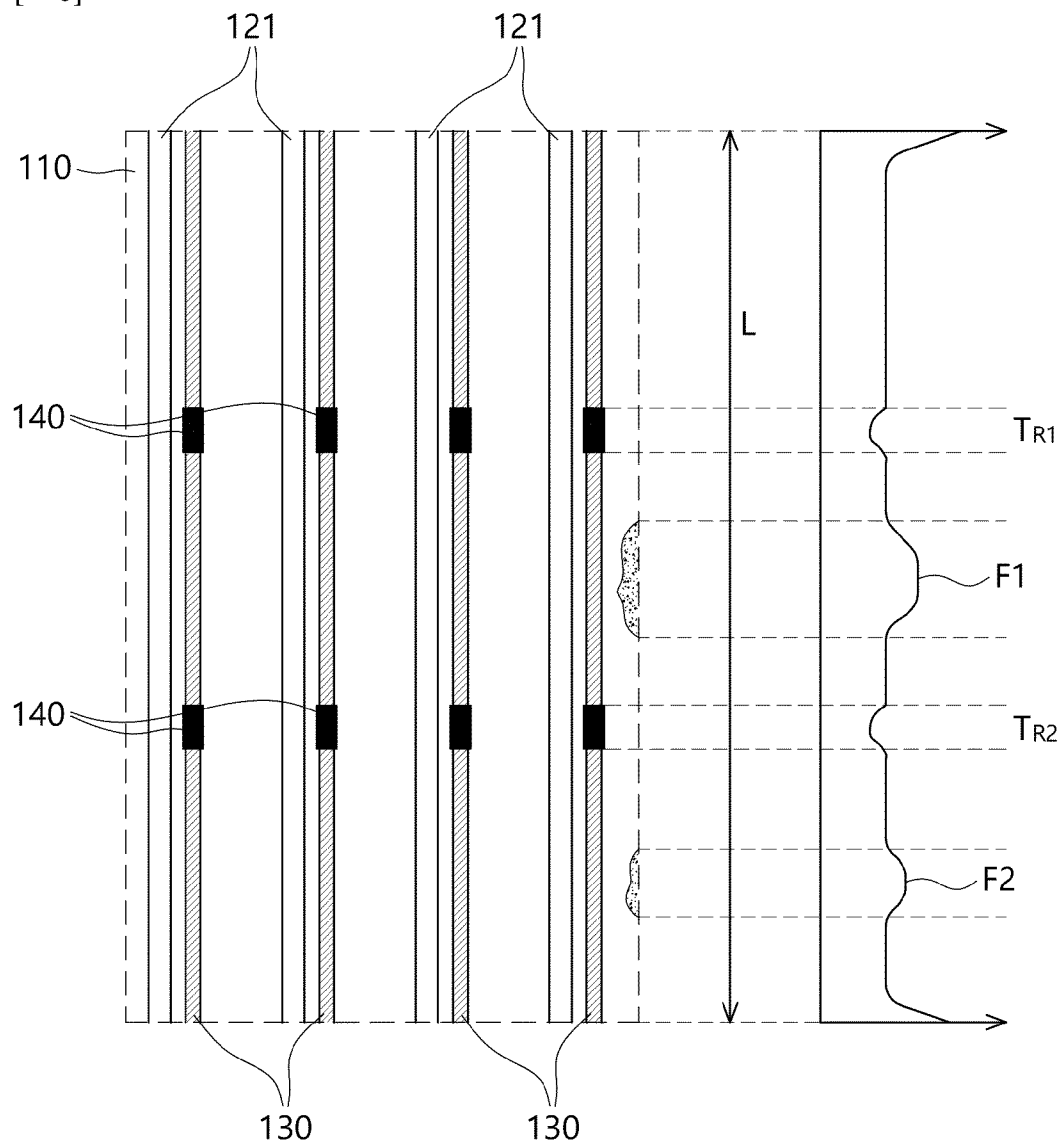
[도4]



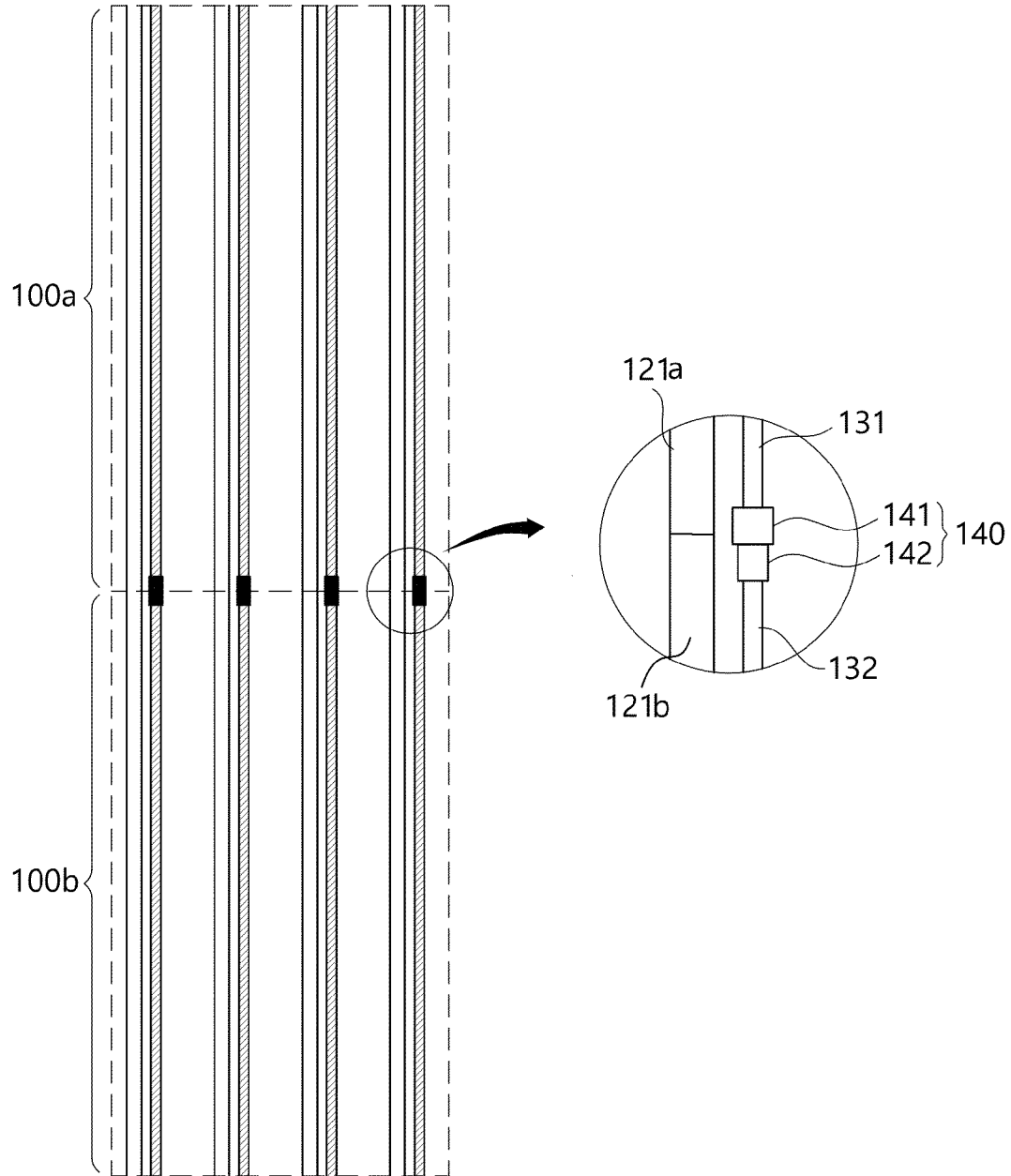
[도5]

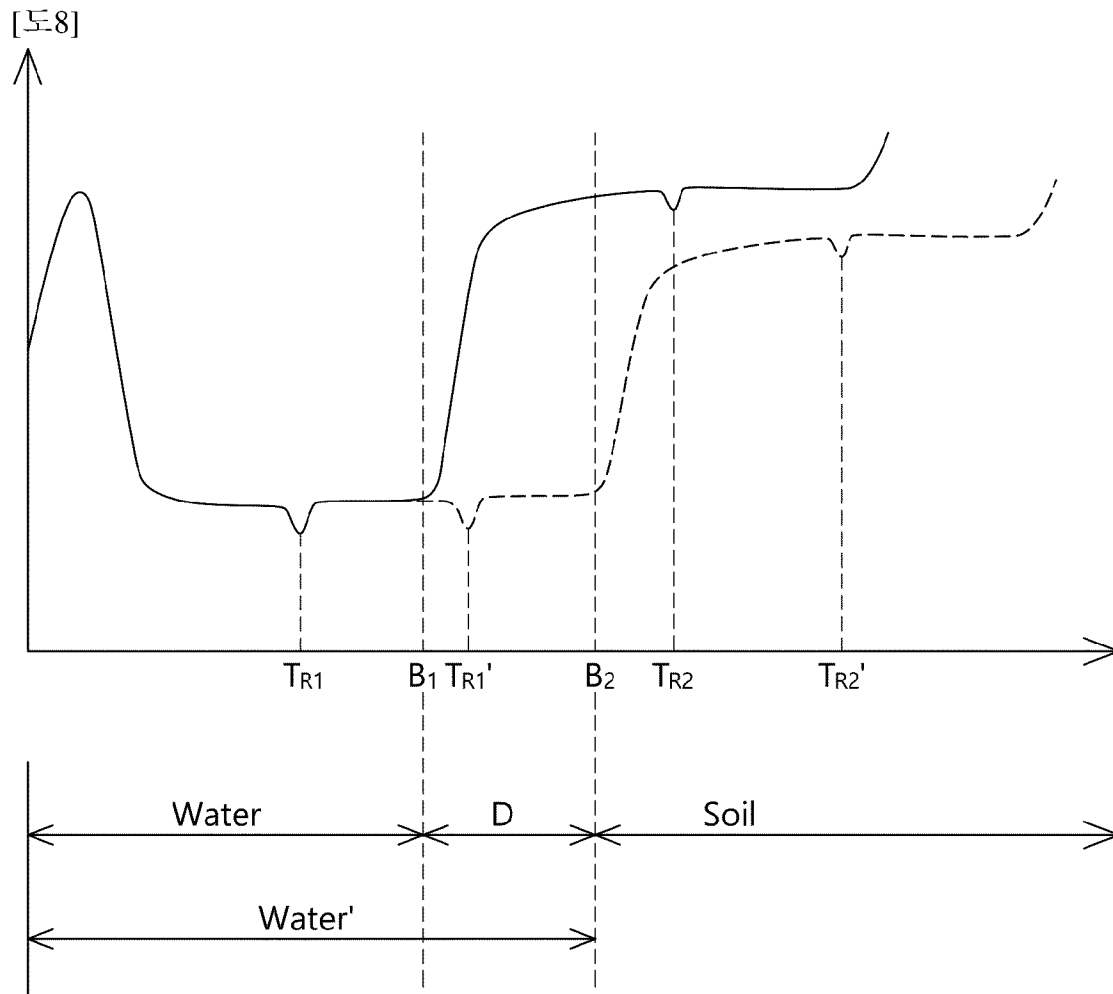


[도6]

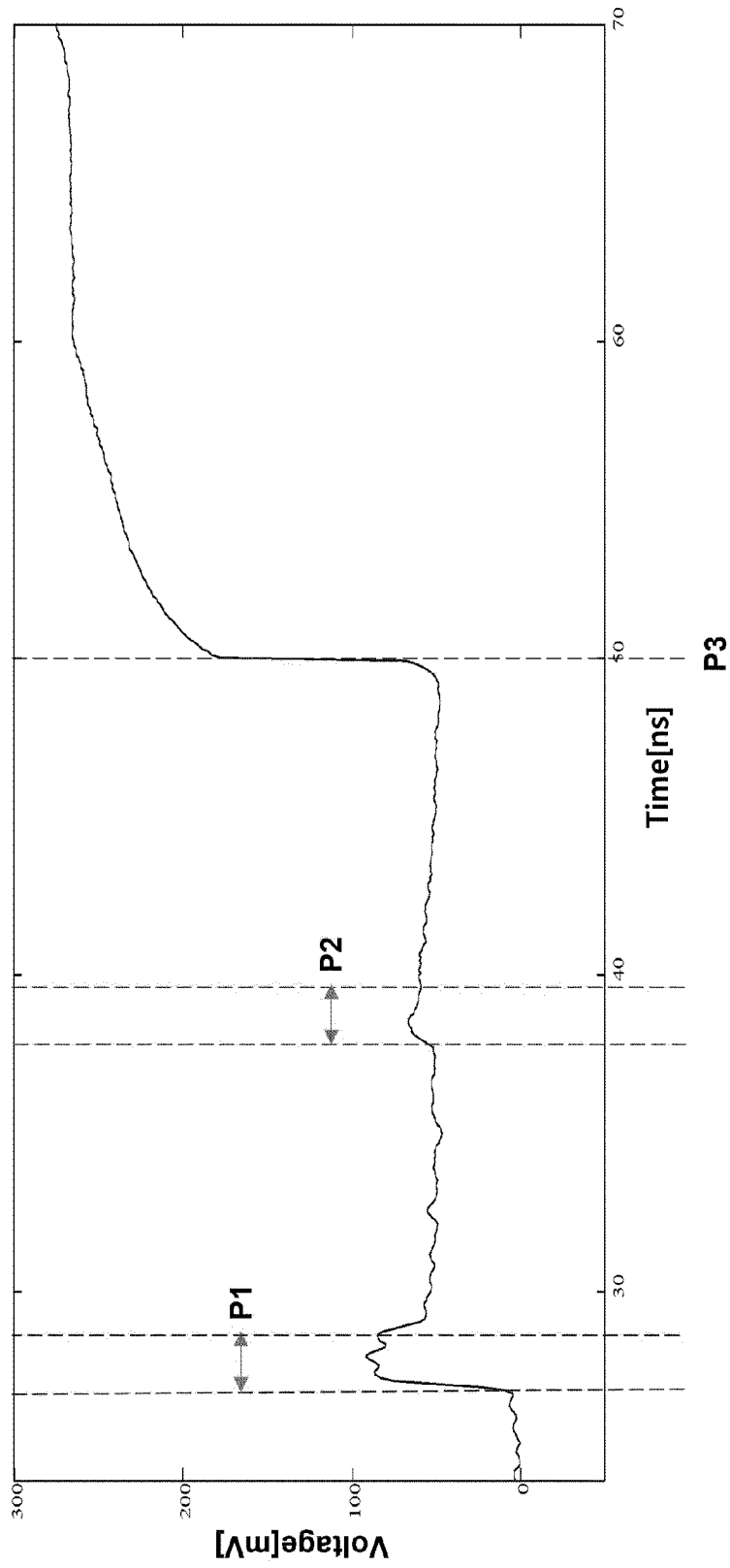


[도7]





[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/006869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 29/04(2006.01)i; G01N 29/07(2006.01)i; G01N 29/09(2006.01)i; G01N 29/44(2006.01)i; G01N 33/38(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N 29/04(2006.01); G01B 7/16(2006.01); G01M 19/00(2006.01); G01N 17/00(2006.01); G01N 23/18(2006.01); G01N 27/00(2006.01); G01N 27/04(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 지중 구조물(underground structure), 건전도(integrity), 전자기 파(electromagnetic wave), 철근(rebar), 임피던스(impedance), 케이블(cable)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
DA	KR 10-1897905 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 12 September 2018 (2018-09-12) See paragraphs [0033]-[0064], claim 1 and figures 1-6.	1-9
A	JP 2012-112982 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE et al.) 14 June 2012 (2012-06-14) See paragraphs [0018]-[0041], claims 1-3 and figures 3 and 4.	1-9
A	JP 2012-127908 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) 05 July 2012 (2012-07-05) See paragraphs [0016]-[0025] and figures 1-4.	1-9
A	JP 2013-092510 A (SEIKO EPSON CORP.) 16 May 2013 (2013-05-16) See paragraphs [0017]-[0066] and figures 1-8.	1-9
A	JP 2004-258041 A (SHIMIZU CORP.) 16 September 2004 (2004-09-16) See claim 1 and figures 1-5.	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 August 2022		Date of mailing of the international search report 16 August 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/006869

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
KR	10-1897905	B1	12 September 2018	None		
JP	2012-112982	A	14 June 2012	JP	2008-134117 A	12 June 2008
				JP	4975420 B2	11 July 2012
				JP	5452648 B2	26 March 2014
JP	2012-127908	A	05 July 2012	None		
JP	2013-092510	A	16 May 2013	JP	2014-092510 A5	11 December 2014
				JP	5927842 B2	01 June 2016
JP	2004-258041	A	16 September 2004	JP	11-030571 A	02 February 1999
				JP	3555061 B2	18 August 2004
				JP	4013149 B2	28 November 2007

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G01N 29/04(2006.01)i; G01N 29/07(2006.01)i; G01N 29/09(2006.01)i; G01N 29/44(2006.01)i; G01N 33/38(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01N 29/04(2006.01); G01B 7/16(2006.01); G01M 19/00(2006.01); G01N 17/00(2006.01); G01N 23/18(2006.01); G01N 27/00(2006.01); G01N 27/04(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 지중 구조물(underground structure), 건전도(integrity), 전자기파(electromagnetic wave), 철근(rebar), 임피던스(impedance), 케이블(cable)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
DA	KR 10-1897905 B1 (고려대학교 산학협력단) 2018.09.12 단락 [0033]-[0064], 청구항 1 및 도면 1-6	1-9
A	JP 2012-112982 A (RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE 등) 2012.06.14 단락 [0018]-[0041], 청구항 1-3 및 도면 3, 4	1-9
A	JP 2012-127908 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) 2012.07.05 단락 [0016]-[0025] 및 도면 1-4	1-9
A	JP 2013-092510 A (SEIKO EPSON CORP.) 2013.05.16 단락 [0017]-[0066] 및 도면 1-8	1-9
A	JP 2004-258041 A (SHIMIZU CORP.) 2004.09.16 청구항 1 및 도면 1-5	1-9
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2022년08월16일(16.08.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년08월16일(16.08.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 박태욱 전화번호 +82-42-481-5560

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1897905 B1	2018/09/12	없음	
JP 2012-112982 A	2012/06/14	JP 2008-134117 A	2008/06/12
		JP 4975420 B2	2012/07/11
		JP 5452648 B2	2014/03/26
JP 2012-127908 A	2012/07/05	없음	
JP 2013-092510 A	2013/05/16	JP 2014-092510 A5	2014/12/11
		JP 5927842 B2	2016/06/01
JP 2004-258041 A	2004/09/16	JP 11-030571 A	1999/02/02
		JP 3555061 B2	2004/08/18
		JP 4013149 B2	2007/11/28