



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0111862  
(43) 공개일자 2023년07월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01V 3/02 (2006.01) G01V 3/20 (2006.01)  
G01V 3/38 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01V 3/02 (2013.01)  
G01V 3/20 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2022-0007843  
(22) 출원일자 2022년01월19일  
심사청구일자 2022년01월19일

(71) 출원인  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
남명진  
서울특별시 서초구 사임당로19길 10  
김빛나래  
서울특별시 광진구 자양로23길 34, 102호(구의동)  
유희은  
서울특별시 광진구 동일로28길 27, 502호(화양동, 햇살좋은집)  
(74) 대리인  
유병욱

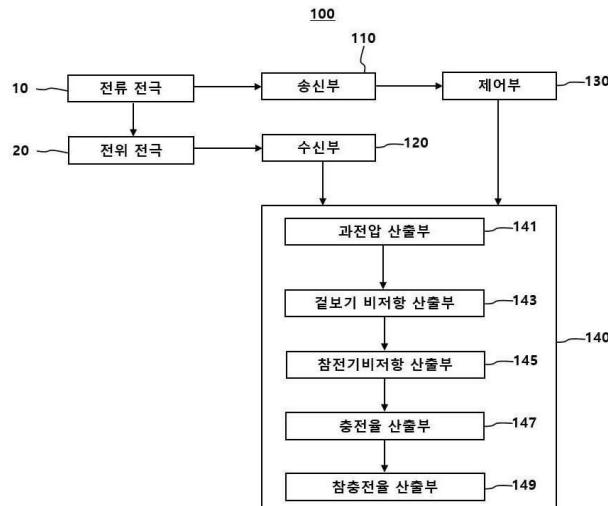
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법

### (57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템은, 탐사 대상체에 전류를 인가하는 전류 전극; 상기 전류 전극에 전류를 송신하는 송신부; 상기 탐사 대상체에서 발생한 분극 전위를 인출하는 전위 전극; 및 상기 전위 전극에서 전위를 수신하는 수신부;를 포함하며, 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압으로부터 상기 탐사 대상체의 참충전율을 산출할 수 있다.

### 대표도



(52) CPC특허분류  
**G01V 3/38** (2021.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

|             |                         |
|-------------|-------------------------|
| 과제고유번호      | 1485017796              |
| 과제번호        | ARQ201805034004         |
| 부처명         | 환경부                     |
| 과제관리(전문)기관명 | 한국환경산업기술원               |
| 연구사업명       | 지중환경오염위해관리기술개발사업(R&D)   |
| 연구과제명       | 지중 유체의 이동경로 조사·평가 기술 개발 |
| 기 여 율       | 1/1                     |
| 과제수행기관명     | 세종대학교 산학협력단             |
| 연구기간        | 2022.01.01 ~ 2022.12.31 |

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

탐사 대상체에 전류를 인가하는 전류 전극;

상기 전류 전극에 전류를 송신하는 송신부;

상기 탐사 대상체에서 발생한 분극 전위를 인출하는 전위 전극; 및

상기 전위 전극에서 전위를 수신하는 수신부;

를 포함하며,

상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압으로부터 상기 탐사 대상체의 참충전율을 산출하는, 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수신부에서 전위를 전달 받아 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 상기 과전압을 구하는 과전압 산출부;

상기 과전압으로부터 겐보기 비저항값을 구하는 겐보기 비저항 산출부;

상기 겐보기 비저항값을 역산하여 참전기비저항값을 구하는 참전기비저항 산출부;

상기 참전기비저항값을 이용하여 충전율을 구하는 충전율 산출부; 및

상기 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율을 구하는 참충전율 산출부;를 포함하는, 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 과전압 산출부는,

상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압의 곡선이 상기 송신부에서 상기 전류 전극으로의 전류 공급을 끊은 시간 동안 감소하는 과전압의 곡선과 서로 대칭이라는 것을 이용하거나,

상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 상기 과전압이 증가하는 형태가 상기 송신부에서 상기 전류 전극으로의 전류 공급을 끊은 시간 동안 상기 과전압이 감소하는 형태와 서로 대칭이라는 것을 이용하여 상기 과전압을 구하는, 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 겐보기 비저항 산출부는,

상기 과전압 산출부에서 구한 상기 과전압에 거리계수를 곱하여 다중 시간채널별 겐보기 비저항값을 구하는, 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템.

## 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 참전기비저항 산출부는,

상기 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는, 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템.

## 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 참전기비저항 산출부는 다중 시간채널의 시간 마다 개별적으로 겹보기 비저항값을 역산하거나 다중 시간채널의 모든 시간에 대한 겹보기 비저항값을 동시에 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는, 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템.

## 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 충전을 산출부는,

상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 충전을 구하는, 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 충전을 산출부는,

상기 다중 시간채널별 충전을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전을 구하거나 참충전을 구조를 영상화하는, 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템.

## 청구항 9

제2항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템에 의한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법에 있어서,

상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 동안 증가하는 과전압을 구하는 단계;

상기 과전압과 거리계수를 이용하여 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 구하는 단계;

상기 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 역산하여 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는 단계;

상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 다중 시간채널별 충전을 구하는 단계; 및

상기 다중 시간채널별 충전을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전을 구하는 단계;

를 포함하는, 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법.

## 발명의 설명

## 기술 분야

본 발명은 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 시간영역 유도분

[0001]

극 탐사의 시간 감쇠 특성을 고려한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템 및 방법을 제공한다.

## 배경 기술

- [0003] 유도분극(INDUCED POLARIZATION; IP) 현상은 외부 전기장에 의해 전류가 흐를 때, 지하 매질의 공극을 채우고 있는 지층수의 이온들이 유도분극 이상체에 축적되면서(전하가 충전되면서) 나타나는 현상이다.
- [0004] 외부에서 방향과 크기가 일정한 정전기장(electrostatic field)이 걸리면, 유도분극 이상체 내에서는 이상체의 전기적 용량만큼 공극수 내의 이온들이 이상체 주변에 쌓여 평형을 이루게 되며, 외부 전기장이 소멸하면 충전된 이온들이 방전되는 과정에서 전류의 흐름이 생긴다.
- [0005] 만약 외부 전기장이 일정한 진동수로 진동할 경우, 극성이 바뀔 때마다 극성에 상응하는 방향에 맞도록 충전되기 위해 이온의 이동이 발생한다.
- [0006] 이와 같이 외부 송신원에 의해 발생하는 전기장에 의해 충전이 일어나게 된다는 것은 결과론적으로 매질 내에서 전기적 분극이 유도된 것이며, 이러한 유도분극 현상은 과전압을 야기하므로 이러한 과전압을 측정하여 유도분극 이상체의 분포 등을 파악하는 것이 유도분극 탐사(IP survey)이다.
- [0007] 유도분극 탐사는 전기비저항 탐사와 동시에 수행할 수 있다는 장점이 있으며, 측정 방법에 따라 시간영역 유도분극(time-domain IP) 탐사, 진동수영역 유도분극(frequency-domain IP) 탐사, 복소전기비저항(complex resistivity) 탐사, 광대역(혹은 빗띠) 유도분극(spectral IP; SIP) 탐사 등으로 분류되어 왔다.
- [0008] 유도분극 탐사를 위해서는 도 1에 도시된 바와 같이 전류 전극(10)을 설치하여 매질 내의 전류 흐름을 야기시키고, 전위 전극(20)에서 지하 매질 내의 전기적 분극의 유도에 의한 과전압을 측정하도록 구성된다.
- [0009] 시간영역 유도분극 탐사 방법의 경우 전기비저항 탐사와 같이 직류 전류를 송신원으로 하여 유도분극을 탐사하는데, 이러한 시간영역 유도분극 탐사에서는 도 2에 도시된 바와 같이 전류 전극(10)의 전기장이 안정될 때까지의 직류 전류를 주입하다가(on-time) 전류 공급을 중단하고(off-time), 전위 전극(20)에서 과전압으로 나타나는 유도분극 반응을 측정하게 된다.
- [0010] 일반적으로 시간영역 유도분극 탐사의 경우 일정 시간 동안 전류를 주었다가 끊고 또 일정 시간 후에 이를 반복하는 형태의 소스를 주어 매질의 유도분극 반응을 유도한다(도 2의 (a) 참조).
- [0011] 시간 영역 유도분극 탐사에서는 분극 현상을 과전압(overvoltage)과 입력 전류로 인한 전압의 비인 충전율로 나타낸다(도 3 참조). 겉보기 충전율( $\eta_a$ )을 나타내는 식은 분극 현상이 일어나기 전과 후 전압의 상대오차를 구한 것으로 [수학식 1]과 같이 정의된다.

## 수학식 1

$$\eta_a = \frac{V_0 - V_{DC}}{V_0} = \frac{\Delta V}{V_0}$$

- [0012]
- [0013] [수학식 1]에서  $V_{DC}$ 는 분극 효과가 일어나기 전 입력 전류로 인한 전압,  $V_0$ 는 정상상태(steady-state)에서 측정한 전압, 즉, 분극 효과가 일어난 상태의 전압이며  $\Delta V$ 는 과전압으로 정상상태에서 측정한 전압( $V_0$ )에서 입력전류로 인한 전압(VDC)를 뺀 값이다( $\Delta V = V_0 - V_{DC}$ ).
- [0014] 그런데, 탐사 현장에서 과전압을 직접 측정하는 것은 불가능하기 때문에 실제 장비에서는 도 3에 도시된 바와 같이 전류를 끊은 뒤(off-time) 감쇠하는 전압( $V_p(t)$ )을 일정 시간 동안( $t_f - t_s$ ) 동일한 시간 간격( $\Delta t$ )의 시간채널 수(nt)만큼 측정하여 겉보기 충전율을 구하게 된다. 여기서, 감쇠하는 측정 전압값을 시간채널 자료라 하며 이 자료를 이용하여 [수학식 2]와 같이 겉보기 충전율( $\eta_a$ )을 구한 뒤, 이 겉보기 충전율을 역산하여 참충전을

분포를 영상화 하게 된다.

## 수학식 2

$$\eta_a = \frac{1}{t_f - t_s} \frac{1}{V_0} \int_{t_s}^{t_f} V_p(t) dt$$

[0015]

[0016]

[수학식 2]에서,  $t_s$ 와  $t_f$ 는 각각 측정을 시작하는 시간과 마치는 시간을 의미한다. 이때,  $t_f = t_s + \Delta t(nt-1)$ 이다.

[0017]

그런데, [수학식 2]를 이용하여 겔보기 충전율을 역산하면, 과전압 감쇠 곡선의 특성을 고려하지 못한다는 문제점이 있다. 또한, 기존의 충전율 자료 해석 과정은 실제 장비에서 측정하는 겔보기 충전율의 메커니즘과는 맞지 않는 방법으로 충전율 모델을 구한다는 문제점도 있다.

[0018]

본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0020]

(특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2334282호(2021.11.29. 등록)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0021]

본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 다중 시간채널 충전율 자료로 실제 장비의 유도분극 자료 측정 메커니즘을 반영한 충전율 분포를 구하는 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법을 제공한다.

[0022]

본 발명은 겔보기 충전율 자료를 이용하지 않고 다중 시간채널의 감쇠곡선을 이용하여 참충전율을 구하거나 참충전율 구조를 영상화 할 수 있는 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법을 제공한다.

[0023]

본 발명은 실제 장비에서 측정하는 겔보기 충전율의 메커니즘과 부합하는 충전율 자료 해석 과정을 통해 참충전율을 구하는 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법을 제공한다.

### 과제의 해결 수단

[0025]

상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템은, 탐사 대상체에 전류를 인가하는 전류 전극; 상기 전류 전극에 전류를 송신하는 송신부; 상기 탐사 대상체에서 발생한 분극 전위를 인출하는 전위 전극; 및 상기 전위 전극에서 전위를 수신하는 수신부;를 포함하며, 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압으로부터 상기 탐사 대상체의 참충전율을 산출할 수 있다.

[0026]

상기 수신부에서 전위를 전달 받아 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 상기 과전압을 구하는 과전압 산출부; 상기 과전압으로부터 겔보기 비저항값을 구하는 겔보기 비저항 산출부; 상기 겔보기 비저항값을 역산하여 참전기비저항값을 구하는 참전기비저항 산출부; 상기 참전기비저항값을 이용하여 충전율을 구하는 충전율 산출부; 및 상기 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율을 구하는 참충전율 산출부;를 포함할 수 있다.

[0027]

상기 과전압 산출부는, 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압의 곡선

이 상기 송신부에서 상기 전류 전극으로의 전류 공급을 끊은 시간 동안 감소하는 과전압의 곡선과 서로 대칭이라는 것을 이용하거나, 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 시간 동안 상기 과전압이 증가하는 형태가 상기 송신부에서 상기 전류 전극으로의 전류 공급을 끊은 시간 동안 상기 과전압이 감소하는 형태와 서로 대칭이라는 것을 이용하여 상기 과전압을 구할 수 있다.

[0028] 상기 걸보기 비저항 산출부는, 상기 과전압 산출부에서 구한 상기 과전압에 거리계수를 곱하여 다중 시간채널별 걸보기 비저항값을 구할 수 있다.

[0029] 상기 참전기비저항 산출부는, 상기 다중 시간채널별 걸보기 비저항값을 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구할 수 있다.

[0030] 상기 참전기비저항 산출부는 다중 시간채널의 시간 마다 개별적으로 걸보기 비저항값을 역산하거나 다중 시간채널의 모든 시간에 대한 걸보기 비저항값을 동시에 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구할 수 있다.

[0031] 상기 충전율 산출부는, 상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 충전율을 구할 수 있다.

[0032] 상기 충전율 산출부는, 상기 다중 시간채널별 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율을 구하거나 참충전율 구조를 영상화할 수 있다.

[0033] 한편, 발명의 다른 분야에 의하면, 본 발명은, 상기한 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템에 의한 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 방법에 있어서, 상기 송신부에서 상기 전류 전극에 전류를 공급하는 동안 증가하는 과전압을 구하는 단계; 상기 과전압과 거리계수를 이용하여 다중 시간채널별 걸보기 비저항값을 구하는 단계; 상기 다중 시간채널별 걸보기 비저항값을 역산하여 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는 단계; 상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 다중 시간채널별 충전율을 구하는 단계; 및 상기 다중 시간채널별 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율을 구하는 단계;를 포함하는, 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 방법을 제공할 수 있다.

### 발명의 효과

[0035] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법은 다중 시간채널 충전율 자료로 실제 장비의 유도분극 자료 측정 메커니즘을 반영하여 충전율 분포를 구할 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법은 걸보기 충전율 자료를 이용하지 않고 다중 시간채널의 감쇠곡선을 이용하여 참충전율을 구하거나 참충전율 구조를 영상화 할 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법은 감쇠 곡선의 특성을 고려한 참충전율을 구하기 때문에 기존의 충전율 자료 역산법 대비 유도분극 이상체의 구조를 잘 제시할 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법은 실제 장비에서 측정하는 걸보기 충전율의 메커니즘과 부합하는 참충전율을 구할 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템 및 방법은 유도분극 탐사 자료 해석시 일반적으로 이용하는 걸보기 충전율을 이용하지 않고, 그 대신 시간에 따른 전압의 감쇠곡선을 각각 역산하여 구한 다중 시간채널별 충전율로부터 참충전율 구조를 산출하고 참충전율 영상화를 할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0041] 도 1은 시간영역 유도분극 탐사방법을 실시하기 위한 전류 전극 및 전위 전극의 실시예를 도시한 도면이다.

도 2는 도 1에 따른 전류 전극에 의한 전류인가 및 이에 따른 전위 전극의 전압검출결과를 도시한 그래프이다.

도 3은 도 2에 도시한 전압검출결과를 이용한 시간영역 유도분극 측정의 원리를 설명하는 도면으로서, (a)는 분극효과 및 전압을 보여주는 그래프이고 (b)는 시간채널 데이터를 보여주는 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 블



록도이다.

도 5는 도 4에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템에 의해 참충전율을 구하는 과정을 보여주는 도면이다.

도 6은 도 4에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템에 의한 수치모델 실험 결과를 도시한 도면이다.

도 7 및 도 8은 도 4에 따른 시스템에 의한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에 대해서는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로서 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0043] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0044] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0045] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0046] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0047] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.
- [0048] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.
- [0050] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 블록도, 도 5는 도 4에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템에 의해 참충전율을 구하는 과정을 보여주는 도면, 도 6은 도 4에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템에 의한 수치모델 실험 결과를 도시한 도면, 도 7 및 도 8은 도 4에 따른 시스템에 의한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0051] 이하에서는 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)에 대해서 설명한다.
- [0053] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)은, 탐사 대상체에 전류를 인가하는 전류 전극(10); 전류 전극(10)에 전류를 송신하는 송신부(110); 상기 탐사 대상체에서 발생한 분극 전위를 인출하는 전위 전극(20); 및 전위 전극(20)에서 전위를 수신하는 수신부(120);를 포함할



수 있다.

- [0054] 송신부(110)는 전류 전극(10)에 직류 전류를 공급하며, 전류 전극(10)은 소스 전극으로 불릴 수도 있다.
- [0055] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)은 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간 동안 증가하는 과전압으로부터 상기 탐사 대상체의 참충전율을 산출할 수 있다.
- [0056] 여기서, 전류 전극(10) 및 전위 전극(20)은 도 1에 도시된 바를 참조할 수 있다.
- [0057] 이하에서, "탐사 대상체"는 지하, 땅속 등을 포함하는 개념으로서 매질과 동일한 의미로 볼 수 있다.
- [0058] 보다 구체적으로 살펴 보면, 본 발명의 일 실시예에 따른 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은, 전류 전극(10), 전위 전극(20), 송신부(110) 및 수신부(120)와 함께, 수신부(120)에서 전위 전극(20)의 전위를 전달 받아 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간 동안(on-time) 상기 과전압을 구하는 과전압 산출부(141); 상기 과전압으로부터 겉보기 비저항값을 구하는 겉보기 비저항 산출부(143); 상기 겉보기 비저항값을 역산하여 참전기비저항값을 구하는 참전기비저항 산출부(145); 상기 참전기비저항값을 이용하여 충전율을 구하는 충전율 산출부(147); 및 상기 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율을 구하는 참충전율 산출부(149);를 포함할 수 있다.
- [0059] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 제어부(130)를 포함할 수 있다.
- [0060] 제어부(130)는 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류가 공급되는 시간(on-time) 및 전류 전극(10)에 전류가 공급되지 않는 시간(off-time)의 길이, 간격, 횟수 등을 제어할 수 있다. 즉, 제어부(130)는 송신부(110)의 작동 상태를 제어할 수 있다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 수신부(120)에 전달된 전위 전극(20)의 전위(전압)은 유도분극 측정부(140)에 전달될 수 있다. 제어부(130)는 유도분극 측정부(140)의 작동 상태를 제어하거나 측정 데이터를 전달 받아 분석할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 유도분극 측정부(140)의 측정 데이터를 외부 단말기(미도시) 또는 디스플레이(미도시)에 전달할 수도 있다. 이를 위해, 제어부(130)는 무선통신 기능을 구비할 수도 있다.
- [0062] 상기 유도분극 측정부(140)는 과전압 산출부(141), 겉보기 비저항 산출부(143), 참전기비저항 산출부(145), 충전율 산출부(147) 및 참충전율 산출부(149)를 포함할 수 있다. 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 유도분극 측정부(140)를 포함할 수도 있고, 과전압 산출부(141), 겉보기 비저항 산출부(143), 참전기비저항 산출부(145), 충전율 산출부(147) 및 참충전율 산출부(149)를 개별적으로 각각 포함할 수도 있다.
- [0063] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 전류 전극(10)에 공급되는 전류를 차단한 시간(off-time) 동안 감소하는 전압을 측정하고 이를 이용해서 참충전율을 구하는 것이 아니라, 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류(DC)를 공급하는 시간(on-time) 동안 증가하는 전압을 측정해서 탐사 대상물(매질)의 참충전율을 구한다.
- [0064] 이를 위해, 과전압 산출부(141)는 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간 동안(on-time) 상기 과전압을 구하게 된다.
- [0065] 도 5의 (a)를 참조하면, on-time 동안, 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 인가한 시점의 전압( $V_{DC}$ )은 시간이 경과함에 따라 분극 현상에 의한 과전압( $\Delta V$ ) 만큼 서서히 증가하다가 일정한 정상상태의 전압( $V_0$ )을 유지하게 된다. 이와 같이 과전압 산출부(141)는 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간(on-time) 동안 증가하는 과전압을 구한다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은, 유도분극 탐사 현장에서 과전압을 직접 측정하는 것이 불가능하다는 점을 감안하여 과전압 산출부(141)에서 off-time 동안 시간에 따라 감소하는 과전압을 측정하게 되고, 측정된 과전압은 겉보기 비저항 산출부(143)에서 수치해석을 위해 on-time 동안의 과전압으로 변환된다.
- [0067] 여기서, 과전압 산출부(141)는, 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간 동안(on-time) 증가하는 과전압의 곡선이 송신부(110)에서 전류 전극(10)으로의 전류 공급을 끊은 시간(off-time) 동안 감소하는 과전압의 곡선과 서로 대칭이라는 것을 이용하거나, 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 시간(on-time) 동안 상기 과전압이 증가하는 형태가 송신부(110)에서 전류 전극(10)으로의 전류 공급을 끊은 시간 동안

(off-time) 상기 과전압이 감소하는 형태와 서로 대칭이라는 것을 이용하여 상기 과전압을 구하게 된다.

[0068] 도 5의 (a)를 참조하면, on-time 시간 구간에서의 전압 곡선과 off-time 시간 구간에서의 전압 곡선이 서로 대칭을 이룬다는 것을 알 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(100)은 과전압 산출부(141)가 off-time 시간 구간에서 감쇠하는 전압과 서로 대칭을 이루는 on-time 시간 구간에서의 증가하는 전압을 구함으로써 탐사 대상체의 참충전율을 구할 수 있다.

[0069] 과전압 산출부(141)는 도 5의 (a)에 도시된 전압 곡선 중에서 on-time 시간 구간 내에서 증가하는 과전압 곡선( $V^{on}(t)$ )을 구할 수 있다. 여기서, 전압 증가( $V^{on}(t)$ )는 [수학식 3]과 같이 표현할 수 있다.

### 수학식 3

$$V^{on}(t) = V_{DC} + \Delta V - V_p(t) = V_0 - V_p(t)$$

[0070]

[0071] [수학식 3]에서  $V_p(t)$ 는 off-time 시간 구간에서 감쇠하는 전압을 의미한다. 상기에서 설명한 바와 같이, on-time 시간 구간에서 전압이 증가하는 양상이 off-time 시간 구간에서 감쇠 전압( $V_p(t)$ )과 서로 대칭적인 형태가 되기 때문에, on-time 시간 구간에서의 증가 전압( $V^{on}(t)$ )은 [수학식 3]과 같이 표현될 수 있다.

[0072] 한편, 과전압 산출부(141)에서 구한 과전압 곡선( $V^{on}(t)$ )은 겔보기 비저항 산출부(143)로 전달될 수 있다. 겔보기 비저항 산출부(143)는 과전압 산출부(141)에서 구한 상기 과전압 내지 과전압 곡선( $V^{on}(t)$ )에 거리계수(G)를 곱하여 다중 시간채널별 겔보기 비저항값( $\rho_a^{on}(t)$ )을 구할 수 있다.

### 수학식 4

$$\rho_a^{on}(t) = GV^{on}(t)$$

[0073]

[0074] [수학식 4]에서 거리계수(G)는 상수이기 때문에 과전압 내지 과전압 곡선( $V^{on}(t)$ )에 거리계수(G)를 곱하여 얻어지는 다중 시간채널별 겔보기 비저항값의 곡선은 과전압 내지 과전압 곡선( $V^{on}(t)$ )과 동일한 형태를 가지게 된다. 도 5의 (b)에는 on-time 시간 구간에서의 다중 시간채널별 겔보기 비저항값( $\rho_a^{on}(t)$ ) 곡선이 도시되어 있다. 도 5(a)와 마찬가지로 도 5(b)에서  $t_s$ 와  $t_f$ 는 각각 측정을 시작하는 시점과 측정을 마치는 시점을 의미한다. 겔보기 비저항 산출부(143)는 [수학식 4]를 이용하여 탐사 대상체에 대한 다중 시간채널별 겔보기 비저항값을 구할 수 있다.

[0075] 여기서, 다중 시간채널은 도 3의 (b)에 도시된 바와 같이  $t_s$ 와  $t_f$  사이의 시간 구간을 일정한 시간 간격( $\Delta t$ )으로 나눈 것을 의미한다.

[0076] 다중 시간채널별 겔보기 비저항값( $\rho_a^{on}(t)$ )을 수치적으로 얻기 위해서는  $V_{on}$ 이나  $V_p(t)$ 를 수치적으로 계산할 수 있어야 한다.

[0077] 한편, 참전기비저항 산출부(145)는, 겔보기 비저항 산출부(143)에서 구한 다중 시간채널별 겔보기 비저항값( $\rho_a^{on}(t)$ )을 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값( $\rho^{on}(t)$ )을 구할 수 있다.

[0078] 도 5의 (c)를 참조하면, 참전기비저항 산출부(145)는 다중 시간채널별 겔보기 비저항값( $\rho_a^{on}(t)$ )을 역산함으로

써 상기 탐사 대상체(매질)의 다중 시간채널에 따른 참전기비저항값( $\rho^{on}(t)$ )을 구할 수 있다.

[0079] 여기서, 참전기비저항 산출부(145)는 다중 시간채널의 시간 마다 개별적으로 겉보기 비저항값을 역산하거나 다중 시간채널의 모든 시간에 대한 겉보기 비저항값을 동시에 역산하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널에 따른 참전기비저항값( $\rho^{on}(t)$ )을 구할 수 있다.

[0080] 상기 충전을 산출부(147)는, 다중 시간채널에 따른 참전기비저항값( $\rho^{on}(t)$ )을 이용하여 상기 탐사 대상체의 다중 시간채널별 충전율( $\eta^{on}(t)$ )을 구할 수 있다. 충전율 산출부(147)는 [수학식 5]를 이용하여 탐사 대상체(매질)의 다중 시간채널별 충전율( $\eta^{on}(t)$ )을 구할 수 있다.

### 수학식 5

$$\eta^{on}(t) = \frac{V_0 - V^{on}(t)}{V_0} = \frac{\rho_0 - \rho^{on}(t)}{\rho_0}$$

[0081]

[0082] 도 5의 (d)는 참전기비저항값( $\rho^{on}(t)$ )과  $\rho_0$ 로부터 계산된 다중 시간채널별 충전율( $\eta^{on}(t)$ )을 나타낸다.

[0083] 상기 충전을 산출부(147)는, 상기 다중 시간채널별 충전율( $\eta^{on}(t)$ )을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전율( $\eta_0$ )을 구하거나 참충전율 구조를 영상화할 수 있다. 이때, 충전율 산출부(147)는 [수학식 6]을 이용하여 다중 시간채널별 충전율( $\eta^{on}(t)$ )로부터 탐사 대상체의 참충전율( $\eta_0$ )을 구할 수 있다.

### 수학식 6

$$\eta_0 = \frac{1}{\Delta t \cdot nt} \sum_{i=1}^{nt} \eta^{on}(t_s + \Delta t(i-1)) \Delta t$$

[0084]

[0085] [수학식 6]에서  $\Delta t$ 는 시간 간격,  $n$ 은 시간채널의 개수를 나타낸다. 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 최종적으로 [수학식 6]을 이용하여 탐사 대상체 즉, 매질의 참충전율( $\eta_0$ )을 구함으로써 감쇠 곡선의 특성을 고려한 참충전율을 구할 수 있다.

[0086] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 유도분극 탐사 자료 해석시 일반적으로 이용하는 겉보기 충전을 자료를 이용하지 않고, 시간에 따른 전압 감쇠곡선을 각각 역산하여 구한 다중 시간채널별 충전율로부터 참충전율 구조를 구하고 참충전율 영상화를 할 수 있다.

[0087] 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전율 영상화 시스템(100)은 시간채널 자료를 적분한 후 역산하여 참충전율을 구하는 것이 아니라, on-time 시간 구간에서 증가하는 전압을 시간채널별로 구한 후 이 값을 직접 역산하여 참충전율을 구하기 때문에 해석 결과에서 잡음의 영향을 상쇄시킬 수 있다.

[0088] 상기 충전을 산출부(147)는 [수학식 6]을 이용하여 탐사 대상체의 참충전율을 구하게 되는데, 시간 간격( $\Delta t$ )의 크기에 따라 참충전율이 달라질 수 있기 때문에 최적의 시간 간격을 설정하는 것이 중요하다.

[0089] 한편, 상기 충전을 산출부(147)는 [수학식 6]을 이용하여 구한 참충전율을 탐사 대상체의 구조에 적용하여 영상

화할 수 있다.

- [0090] 도 6에는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)에 의한 수치모델 실험 결과가 도시되어 있다. 시간영역 유도분극 자료의 총 측정시간은 2초로 정했으며 0.01 초를 시작으로 0.33 초의 간격을 둔 총 7개의 시간채널 자료가 만들어지게 했으며, 현장 조건을 고려하기 위해 1% 가우시안 랜덤 잡음을 추가하였다.
- [0091] 도 6에 도시된 바와, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)을 이용하여 시간영역 유도분극 탐사를 수행하는 경우 2개의 이상체가 잘 나타나는 것을 확인할 수 있다. 즉, 도 6을 참조하면, 시간이 경과함에 따라 충전율이 낮아지는 일관된 경향을 볼 수 있다.
- [0092] 도 6에서 보여지듯이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)은 기존의 충전을 자료 역산법과 비교하여 유도분극 이상체 구조를 잘 보여 준다는 장점을 기대할 수 있다.
- [0093] 이상에서 설명된 시스템은 하드웨어 구성 요소, 소프트웨어 구성 요소, 및/또는 하드웨어 구성 요소 및 소프트웨어 구성 요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성 요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 시스템은 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 시스템은 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 시스템은 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 시스템이 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 시스템은 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0094] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 시스템을 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 시스템을 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 시스템에 의하여 해석되거나 시스템에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0096] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)을 이용한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법에 대해서 설명한다.
- [0097] 우선, 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법은, 전압 곡선( $V^{on}(t)$ )을 모델링하는 단계(1100), 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 모델링하는 단계(1200), 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 역산하는 단계(1300) 및 탐사 대상체(매질)의 참충전율을 얻는 단계(1400)를 포함할 수 있다.
- [0098] 상기 전압 곡선을 모델링하는 단계(1100)에서는 off-time에 측정된 감쇠 전압 곡선과 on-time에서 측정된 증가 전압 곡선이 서로 대칭임을 이용하여 on-time에서 증가하는 과전압 곡선을 구하게 된다.
- [0099] 상기 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 모델링하는 단계(1200)에서는 과전압 곡선을 겹보기 비저항값으로 변환하고, 상기 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 역산하는 단계(1300)에서는 다중 시간채널별 겹보기 비저항값을 역산하여 탐사 대상체의 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하게 된다.
- [0100] 상기 참충전율을 얻는 단계(1400)에서는 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 다중 시간채널별 참충전율을 구하게 된다.

- [0102] 도 8을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법을 보다 자세하게 설명한다.
- [0103] 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법은, 상기에서 설명한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템(100)에 의한 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 방법으로서, 송신부(110)에서 전류 전극(10)에 전류를 공급하는 동안 증가하는 과전압을 구하는 단계(2100); 상기 과전압과 거리계수를 이용하여 다중 시간채널별 겉보기 비저항값을 구하는 단계(2200); 상기 다중 시간채널별 겉보기 비저항값을 역산하여 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는 단계(2300); 상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 다중 시간채널별 충전율을 구하는 단계(2400); 및 상기 다중 시간채널별 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전을 구하는 단계(2500);를 포함할 수 있다.
- [0104] 상기 과전압을 구하는 단계(2100)는 과전압 산출부(141)에 의해서 수행될 수 있으며, 자세한 과정은 과전압 산출부(141)에 관한 상기의 설명과 동일하다.
- [0105] 상기 과전압과 거리계수를 이용하여 다중 시간채널별 겉보기 비저항값을 구하는 단계(2200)는 겉보기 비저항 산출부(143)에 의해서 수행될 수 있으며, 자세한 과정은 겉보기 비저항 산출부(143)에 관한 상기의 설명과 동일하다.
- [0106] 상기 다중 시간채널별 겉보기 비저항값을 역산하여 다중 시간채널별 참전기비저항값을 구하는 단계(2300)는 참전기비저항 산출부(145)에 의해서 수행될 수 있으며, 자세한 과정은 참전기비저항 산출부(145)에 관한 상기의 설명과 동일하다.
- [0107] 상기 다중 시간채널별 참전기비저항값을 이용하여 다중 시간채널별 충전율을 구하는 단계(2400)는 충전율 산출부(147)에 의해서 수행될 수 있으며, 자세한 과정은 충전율 산출부(147)에 관한 상기의 설명과 동일하다.
- [0108] 상기 다중 시간채널별 충전율을 이용하여 상기 탐사 대상체의 참충전을 구하는 단계(2500)는 참충전을 산출부(149)에 의해서 수행될 수 있으며, 자세한 과정은 참충전을 산출부(149)에 관한 상기의 설명과 동일하다.
- [0109] 상기 참충전을 구하는 단계(2500)에서는 상기 탐사 대상체의 참충전 구조를 영상화할 수 있다. 여기서, 참충전 구조를 영상화 한다는 의미는 탐사 대상체 또는 매질의 구조에 대해 참충전율의 분포를 영상화 하여 보여 준다는 것을 의미한다.
- [0110] 상기한 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDRom, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함될 수 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함할 수 있다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0112] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

## 부호의 설명

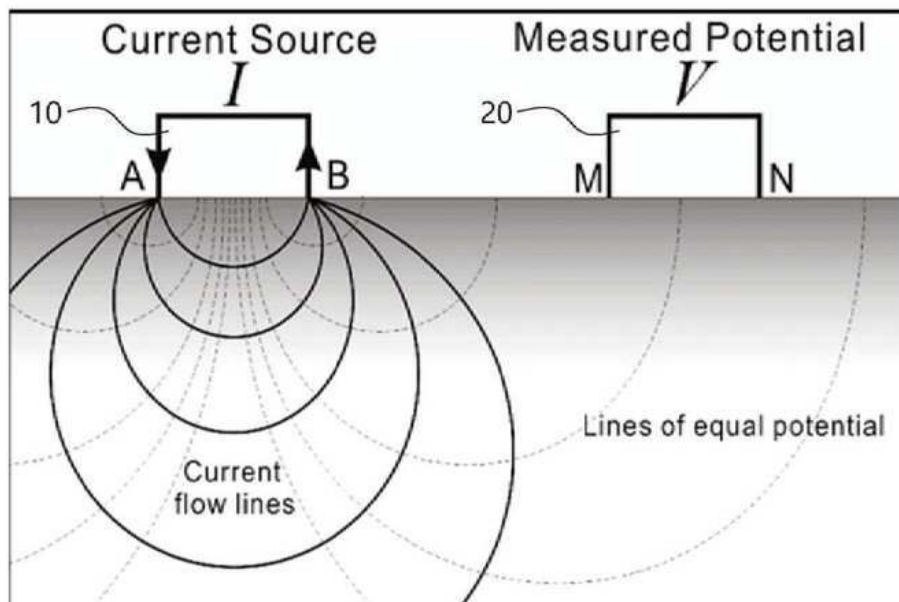
- [0114] 100: 유도분극 탐사의 참충전을 영상화 시스템



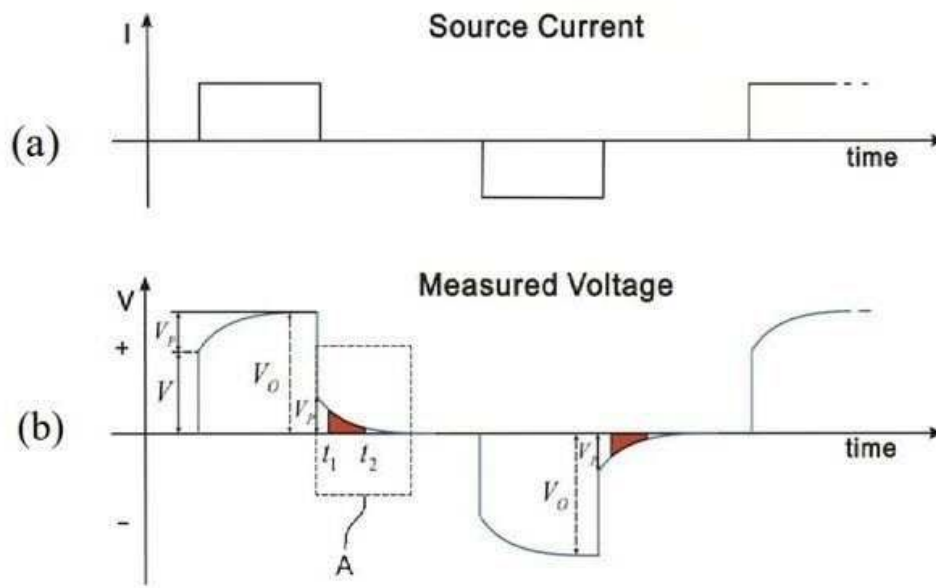
- 10: 전류 전극    20: 전위 전극  
 110: 송신부    120: 수신부  
 130: 제어부    140: 유도분극 측정부  
 141: 과전압 산출부  
 143: 결보기 비저항 산출부  
 145: 충전기비저항 산출부  
 147: 충전율 산출부  
 149: 참충전율 산출부

## 도면

### 도면1



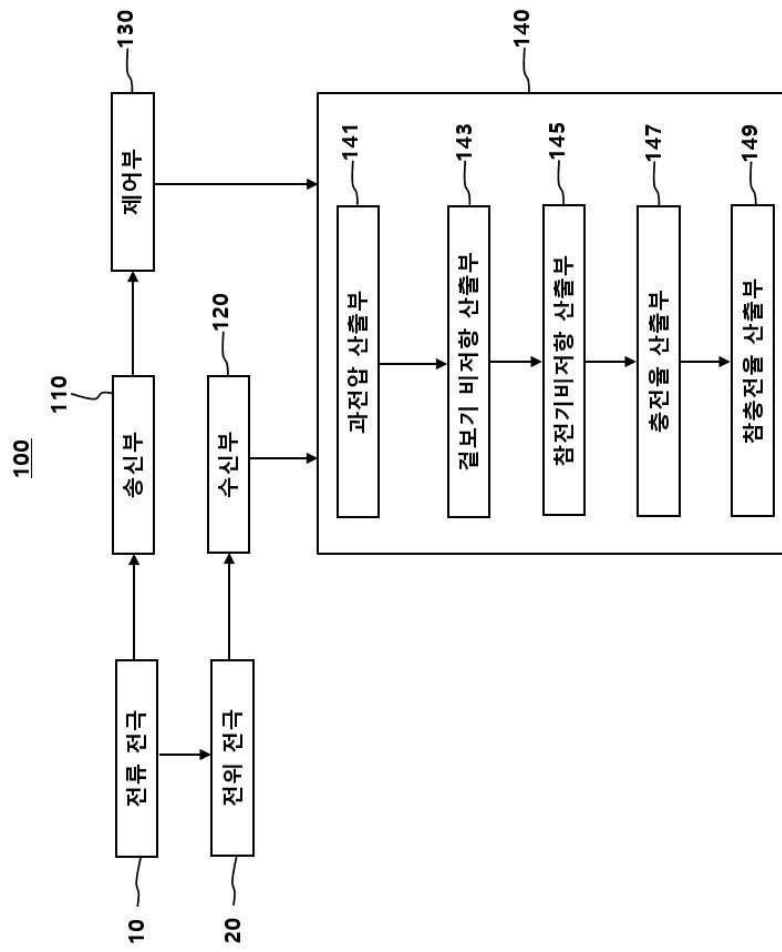
도면2



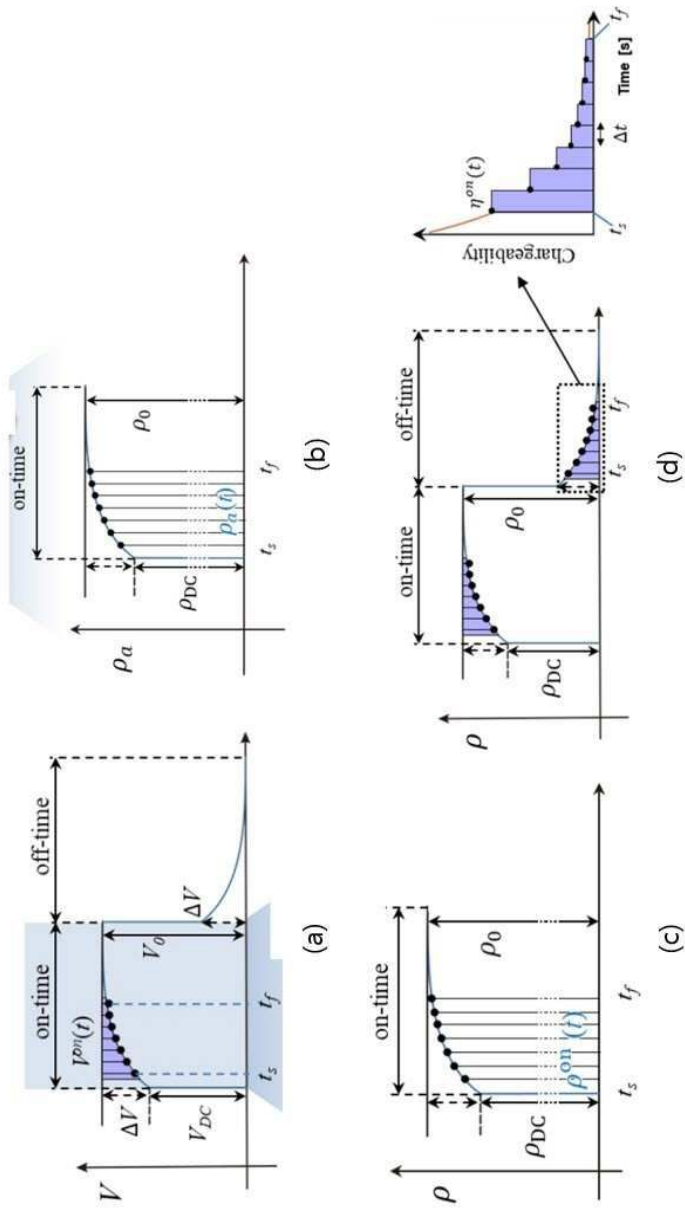




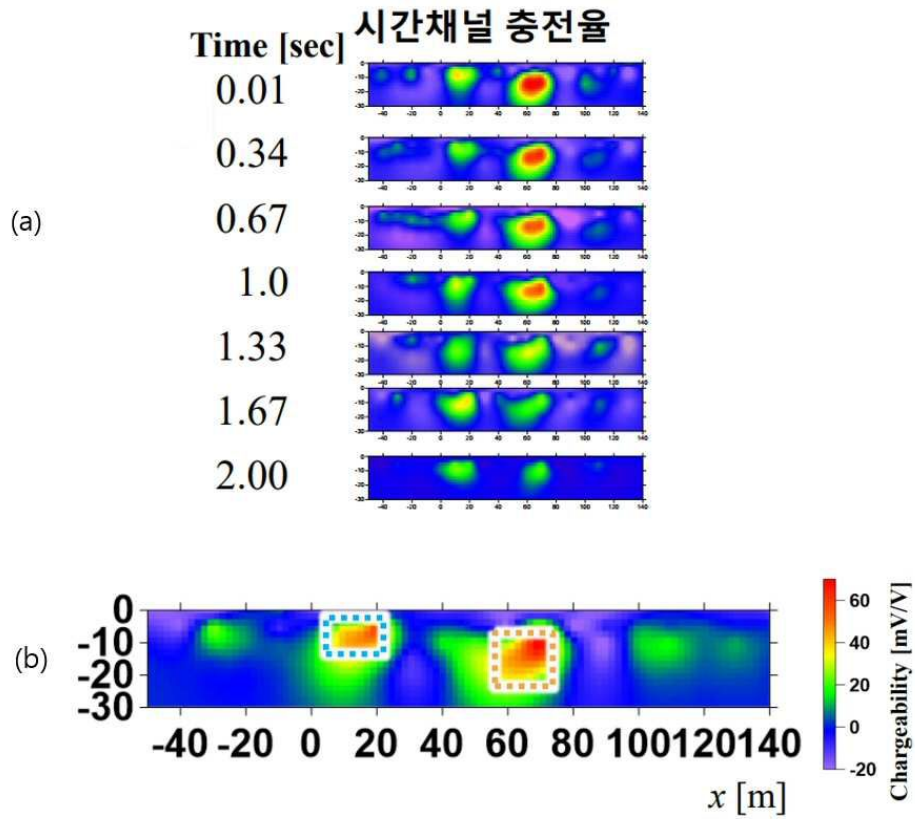
도면4



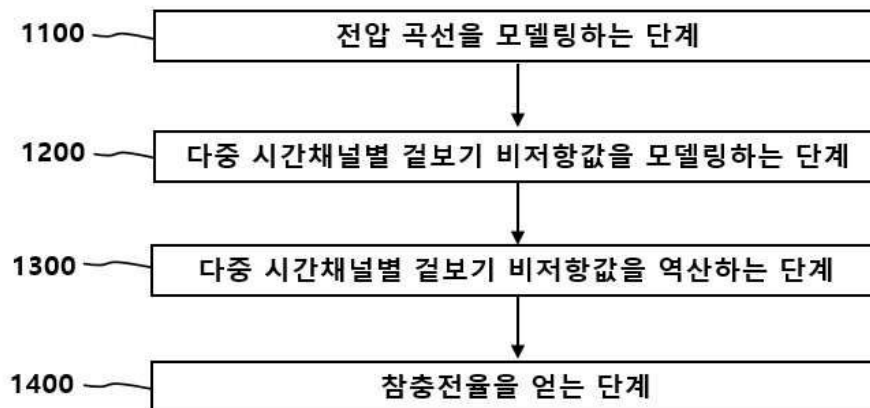
도면5



도면6



도면7



도면8

