

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0092384
(43) 공개일자 2024년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01M 5/00 (2006.01) G01B 7/16 (2006.01)

G01N 27/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01M 5/0033 (2013.01)

G01B 7/18 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0175096

(22) 출원일자 2022년12월14일

심사청구일자 2022년12월14일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

신경준

대전 유성구 반석동로 33, 509동 1401호

이도근

세종 해밀3로 32, 101동 2003호

(74) 대리인

김태완, 이재명

전체 청구항 수 : 총 9 항

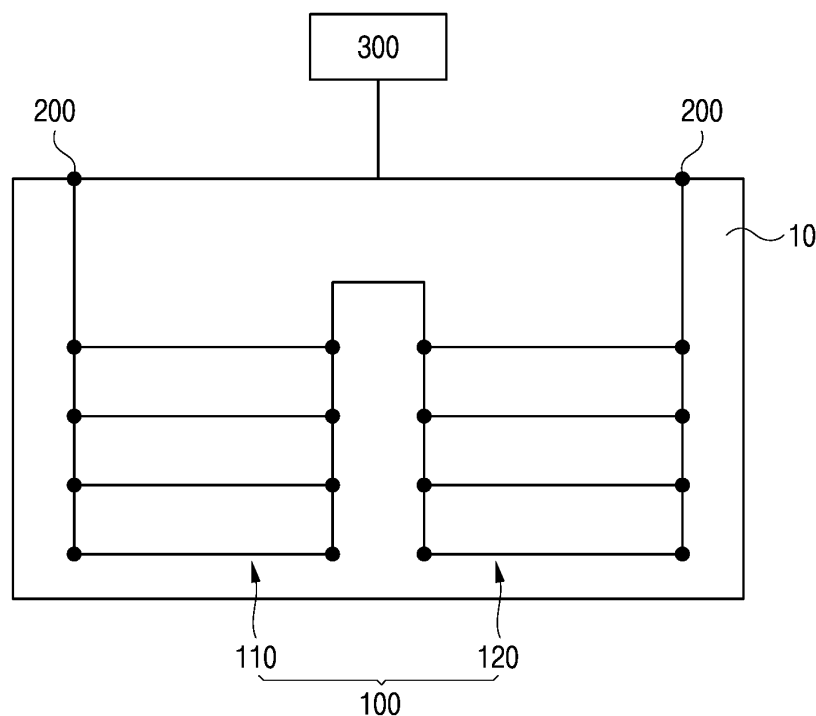
(54) 발명의 명칭 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 콘크리트 구조물의 균열을 모니터링하는데 있어서 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 패턴을 고려한 병렬 저항 네트워크를 구성하여 콘크리트 구조물의 균열을 상시 모니터링할 수 있는 콘크리트 구조물의 정형

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법에 관한 발명이다.

이를 위하여, 본 발명은 콘크리트 구조물에 부착되는 저항부; 상기 저항부에 전기를 인가하는 전극; 및 상기 콘크리트 구조물 내의 균열에 따른 상기 저항부의 저항 변화를 측정하여 상기 콘크리트 구조물 내의 균열 여부를 감지하는 모니터링부;를 포함하고, 상기 저항부는, 복수개의 제1 저항선이 병렬로 연결되는 제1 저항패턴부; 및 복수개의 제2 저항선이 병렬로 연결되는 제2 저항패턴부;를 포함하며, 상기 제1 저항패턴부와 상기 제2 저항패턴부는 직렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템을 제공한다.

(52) CPC특허분류

G01M 5/0083 (2013.01)

G01N 27/041 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711160799
과제번호	2021R1A2C1094923
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공분야기초연구사업
연구과제명	콘크리트 구조물의 균열 및 손상 모니터링이 가능한 센싱 그리드 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트 구조물에 부착되는 저항부;

상기 저항부에 전기를 인가하는 전극; 및

상기 콘크리트 구조물 내의 균열에 따른 상기 저항부의 저항 변화를 측정하여 상기 콘크리트 구조물 내의 균열 여부를 감지하는 모니터링부;를 포함하고,

상기 저항부는,

복수개의 제1 저항선이 병렬로 연결되는 제1 저항패턴부; 및

복수개의 제2 저항선이 병렬로 연결되는 제2 저항패턴부;를 포함하며,

상기 제1 저항패턴부와 상기 제2 저항패턴부는 직렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 저항패턴부와 상기 제2 저항패턴부는 서로 다른 대역의 저항값을 가지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 복수개의 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 저항이 작아지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 복수개의 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 두께가 더 두꺼워지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 복수개의 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 길이가 더 짧아지는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 저항부와 상기 전극은 상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 복수개의 제2 저항선보다 저항이 작은 도선으로 연결되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 저항부는,

상기 콘크리트 구조물의 균열의 위험조건을 감지하는 위험 감지부와, 상기 콘크리트 구조물의 균열의 파괴조건을 감지하는 파괴 감지부를 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템.

청구항 8

콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법에 있어서,

상기 콘크리트 구조물에 저항선을 부착하는 저항선 부착단계와, 상기 콘크리트 구조물에 부착된 상기 저항선의 저항을 측정하는 저항 측정단계를 가지는 저항부 형성단계;

상기 저항부에 상기 저항선보다 저항이 작은 도선으로 전극을 연결하는 전극 연결단계;

상기 저항부의 저항을 측정하는 모니터링부를 설치하는 모니터링부 설치단계;를 포함하고,

상기 저항부 형성단계는,

상기 저항선 부착단계와 상기 저항 측정단계를 상호 반복하여 수행하되, 상기 저항선 부착단계는 상기 콘크리트 구조물의 상측에서부터 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 저항부 형성단계 이전에 수행되며, 상기 저항부가 형성되는 상기 콘크리트 구조물의 표면에 비전도성물질을 도포하는 코팅단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 콘크리트 구조물의 균열을 모니터링하는데 있어서 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 패턴을 고려한 병렬 저항 네트워크를 구성하여 콘크리트 구조물의 균열을 상시 모니터링할 수 있는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법에 관한 발명이다.

배경 기술

[0002] 현대의 철근 콘크리트 사회기반 시설물과 건축물들은 보편적으로 50~100년 정도 사용되고 있으며 구조물 수명의 증가에 따라 구조물의 유지, 보수기술이 중요하게 여겨지고 있다. 그러나 구조물의 생애 주기 동안에도 콘크리트의 균열, 탈락, 누수, 강도 발현 저하 등의 하자가 발생하며, 그중 가장 많은 하자 건수를 차지하고 있는 것은 콘크리트의 균열이다.

[0003] 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 비구조적인 원인에 의한 균열과 구조적인 요인에 의한 균열로 구분할 수 있다. 비구조적인 원인에 의한 균열은 장시간에 걸쳐서 발생하고 진전하여 구조적인 안전성과 직접적인 관련이 없지만, 가장 보편적으로 많이 발생하며, 향후 구조물의 내구 수명 단축에 중대한 영향을 미치는 하자이다. 누수, 염해, 중성화 등의 원인으로 발생하며, 이는 철근 부식을 유발하고 균열량이 증가하는 악순환이 이루어지고, 결국 구조물의 내구성 저하로 이어져 구조물 수명이 단축된다. 과대하중과 같은 구조적 원인에 의해 발생한 균열은 구조물의 안전 성능과 직접적인 연관이 있는 매우 위험하고 중요한 하자이고, 즉각적인 대처와 유지와 보수가 필요하다.

[0004] 종래에는 정기적 육안 점검을 통하여 균열의 발생과 진전 여부를 점검하는 것이 일반적이었다. 상시 모니터링을 위하여 AE(Acoustic Emission) 센서를 이용하여 콘크리트의 균열을 감지할 수 있으나, 대규모 구조물에 적용이 어렵고 진동과 노이즈에 민감하며 고가의 비용이 소요되는 문제점이 있다.

[0005] 또한, 종래에는 점검차량이나 드론과 같은 장비를 활용하여 콘크리트 구조물의 이미지를 분석하여 균열을 감지하는 시스템이 제공되고 있으나, 단발적으로 구조물의 상태를 검사하는 용도로 적합할 뿐 구조물의 상시 모니터

링 용도로 쓰기에는 부적합한 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2020-0141768호 (발명의 명칭: 전기전도성 페인트를 이용하여 건물 균열을 진단하는 장치와 방법, 공개일: 2020. 12. 21)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 이에 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 패턴을 고려한 병렬 저항 네트워크를 구성하여 콘크리트 구조물의 균열을 상시 모니터링할 수 있는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0008] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템은, 콘크리트 구조물에 부착되는 저항부; 상기 저항부에 전기를 인가하는 전극; 및 상기 콘크리트 구조물 내의 균열에 따른 상기 저항부의 저항 변화를 측정하여 상기 콘크리트 구조물 내의 균열 여부를 감지하는 모니터링부;를 포함하고, 상기 저항부는, 복수개의 제1 저항선이 병렬로 연결되는 제1 저항패턴부; 및 복수개의 제2 저항선이 병렬로 연결되는 제2 저항패턴부;를 포함하며, 상기 제1 저항패턴부와 상기 제2 저항패턴부는 직렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템을 제공한다.
- [0010] 여기서, 상기 제1 저항패턴부와 상기 제2 저항패턴부는 서로 다른 대역의 저항값을 가질 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 저항이 작아질 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 두께가 더 두꺼워질 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물의 상측에 배치될수록 길이가 더 짧아질 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 저항부와 상기 전극은 상기 제1 저항선 및 상기 제2 저항선보다 저항이 작은 도선으로 연결될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 저항부는, 상기 콘크리트 구조물의 균열의 위험조건을 감지하는 위험 감지부와, 상기 콘크리트 구조물의 균열의 파괴조건을 감지하는 파괴 감지부를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법은, 상기 콘크리트 구조물에 저항선을 부착하는 저항선 부착단계와, 상기 콘크리트 구조물에 부착된 상기 저항선의 저항을 측정하는 저항 측정단계를 가지는 저항부 형성단계; 상기 저항부에 상기 저항선보다 저항이 작은 도선으로 전극을 연결하는 전극 연결단계; 상기 저항부의 저항을 측정하는 모니터링부를 설치하는 모니터링부 설치단계;를 포함하고, 상기 저항부 형성단계는, 상기 저항선 부착단계와 상기 저항 측정단계를 상호 반복하여 수행하되, 상기 저항선 부착단계는 상기 콘크리트 구조물의 상측에서부터 순차적으로 수행되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 여기서, 상기 저항부 형성단계 이전에 수행되며, 상기 저항부가 형성되는 상기 콘크리트 구조물의 표면에 비전도성물질을 도포하는 코팅단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템 및 그 시스템의 제조방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0019] 첫째, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템은 콘크리트 구조물에 저항부를 구성하여 균열에 따른 저항부의 저항 변화를 실시간으로 모니터링함으로써 구조물의 유지관리의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다. 특히 과대하중에 의하여 균열이 급격하게 발생하고 진전하는 경우를 효과적으로 감지할 수 있다.
- [0020] 둘째, 복수개의 제1 저항선이 병렬로 연결되는 제1 저항패턴부와 복수개의 제2 저항선이 병렬로 연결되는 제2 저항패턴부가 직렬로 연결되며 서로 다른 대역의 저항값을 가지는 간단한 구성만으로 콘크리트 구조물 내의 균열이 발생된 위치를 추정할 수 있다.
- [0021] 셋째, 위험 감지부와 파괴 감지부를 포함하고 모니터링부에서 콘크리트 구조물의 파괴될 수 있는 위험 및 파괴를 실시간으로 감지할 수 있어, 콘크리트 구조물로 이루어진 건물 등이 붕괴되기 전에 위급한 상황을 대비할 수 있다.
- [0022] 넷째, 콘크리트 구조물 부재의 역학적 특성을 고려하여 저항부의 저항패턴을 다양하게 설치하여 균열에 의한 저항선의 파단을 더 효과적으로 유도하여 콘크리트 구조물의 균열을 더 효과적으로 감지할 수 있다.
- [0023] 다섯째, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법은 다수의 균열 감지용 저항의 개별 저항값을 정확하게 측정하는 단계적 시공을 통해 균열의 발생과 진전에 따른 저항부의 저항변화를 더 정확하게 모니터링할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 전체 개요도를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 다른 실시예들을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 위험 감지부와 파괴 감지부를 도시한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 또 다른 실시예를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법의 순서도를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 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.
- [0027] 본 명세서에 첨부된 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의성을 위하여 과장되게 도시될 수 있다. 각 도면에서 동일한 구성은 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 또한, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기술의 기능 및 구성에 관한 상세한 설명은 생략될 수

있다.

- [0028] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0029] 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떠한 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 또는 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하기 위한 다른 표현들도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0030] 본 명세서에서 사용되는 상단, 하단, 상면, 하면 또는 상부, 하부 등의 용어는 구성 요소들에 있어서 상대적인 위치를 구별하기 위해 사용되는 것이다. 예를 들어, 편의 상 도면상의 위쪽을 상부, 도면상의 아래쪽을 하부로 명명하는 경우 실제로 있어서는 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 상부는 하부로 명명될 수 있고, 하부는 상부로 명명될 수 있다.
- [0031] 본 명세서에서 기재한 ~제1~, ~제2~ 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 각 구성요소가 서로 다른 구성 요소들임을 구분하기 위해서 지칭한 것일 뿐, 제조된 순서에 구애받지 않는 것이며, 발명의 상세한 설명과 청구범위에서 그 명칭이 일치하지 않을 수 있다.
- [0032] 본 명세서에서 사용되는 기술적이거나 과학적인 용어를 포함한 모든 용어들은, 다르게 정의되지 않는 한 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0033] 이하, 본 발명의 일 실시예에 의한 콘크리트 구조물의 균열 발생 모니터링 시스템을 설명하기 위하여 도면들을 참고하여 본 발명에 대해 설명하도록 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 전체 개요도를 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템은 콘크리트 구조물(10)에 부착되는 저항부(100)와, 상기 저항부(100)에 전기를 인가하는 전극(200)과, 상기 콘크리트 구조물(10) 내의 균열에 따른 상기 저항부(100)의 저항 변화를 측정하여 상기 콘크리트 구조물(10) 내의 균열 여부를 감지하는 모니터링부(300)를 포함한다.
- [0036] 상기 저항부(100)는 복수개의 저항선이 콘크리트 구조물(10)의 상하방향으로 배치되어 콘크리트 구조물(10) 내의 균열의 발생과 진전에 따라 저항값이 변할 수 있다. 구체적인 구성은 후술하기로 한다.
- [0037] 상기 전극(200)은 저항부(100)의 양 끝단부와 연결되어 저항부(100)에 전기를 인가한다.
- [0038] 상기 모니터링부(300)는 콘크리트 구조물(10) 내의 균열 여부를 실시간 감지할 수 있다. 구체적으로 모니터링부(300)는 저항부(100)의 저항값을 실시간 측정하여 콘크리트 구조물(10) 내의 균열에 의한 저항부(100)의 저항 변화를 파악할 수 있고, 이로부터 콘크리트 구조물(10) 내의 균열 여부를 감지할 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 저항부(100)는 복수개의 제1 저항선 즉, 제1-1 저항선(111), 제1-2 저항선(112), 제1-3 저항선(113), 제1-4 저항선(114)이 병렬로 연결되는 제1 저항패턴부(110)와 복수개의 제2 저항선 즉, 제2-1 저항선(121), 제2-2 저항선(122), 제2-3 저항선(123), 제2-4 저항선(124)이 병렬로 연결되는 제2 저항패턴부(120)를 포함하며, 상기 제1 저항패턴부(110)와 상기 제2 저항패턴부(120)는 직렬로 연결된다.
- [0041] 이때, 제1-1 저항선(111), 제1-2 저항선(112), 제1-3 저항선(113), 제1-4 저항선(114)은 서로 같은 저항값을 가질 수 있고, 또는 각각 다른 저항값을 가질 수 있다. 마찬가지로, 제2-1 저항선(121), 제2-2 저항선(122), 제

2-3 저항선(123), 제2-4 저항선(124)은 서로 같은 저항값을 가질 수 있고, 또는 각각 다른 저항값을 가질 수 있다.

- [0042] 여기서, 복수개의 제1 저항선 및 제2 저항선은 도 2에서와 같이 네 개씩 설치될 수 있지만, 반드시 이에 한정되지 않고 콘크리트 구조물(10)의 높이방향을 따라 복수개가 설치될 수 있다.
- [0043] 제1 저항패턴부(110)는 제1-1 저항선(111), 제1-2 저항선(112), 제1-3 저항선(113), 제1-4 저항선(114)이 병렬로 연결되어 있어 콘크리트 구조물(10) 내의 균열에 의해 제1-1 저항선(111), 제1-2 저항선(112), 제1-3 저항선(113), 제1-4 저항선(114)이 파단되면 제1 저항패턴부(110)의 전체 저항값의 변화가 발생할 수 있다.
- [0044] 마찬가지로, 제2 저항패턴부(120)는 제2-1 저항선(121), 제2-2 저항선(122), 제2-3 저항선(123), 제2-4 저항선(124)이 병렬로 연결되어 있어 콘크리트 구조물(10) 내의 균열에 의해 제2-1 저항선(121), 제2-2 저항선(122), 제2-3 저항선(123), 제2-4 저항선(124)이 파단되면 제2 저항패턴부(120)의 전체 저항값의 변화가 발생할 수 있다.
- [0045] 그리고, 제1 저항패턴부(110)와 제2 저항패턴부(120)는 직렬로 연결되어 있어 모니터링부(300)에서 저항부(100)의 저항 변화를 측정하여 콘크리트 구조물(10) 내의 균열 여부를 감지할 수 있다.
- [0046] 이때, 상기 제1 저항패턴부(110)와 상기 제2 저항패턴부(120)는 서로 다른 대역의 저항값을 가질 수 있다. 이를 위해 제1 저항패턴부(110) 및 제2 저항패턴부(120)는 서로 다른 전도성 물질로 형성될 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 제1 저항패턴부(110)는 한자리 저항값을 가지는 구리로 형성되어 저항 대역이 1~4이고, 제2 저항패턴부(120)는 두자리 저항값을 가지는 니켈로 형성되어 저항 대역이 10~40일 수 있다.
- [0048] 이후, 콘크리트 구조물(10)에 균열이 발생하여 모니터링부(300)에서 저항부(100)의 저항 변화를 측정할 때, 저항 변화값이 1에서 4 사이에서는 제1 저항패턴부(110)의 저항이 변화된 것을 파악할 수 있고, 저항 변화값이 10에서 40 사이에서는 제2 저항패턴부(120)의 저항이 변화된 것을 파악할 수 있다.
- [0049] 즉, 제1 저항패턴부(110)와 상기 제2 저항패턴부(120)는 서로 다른 대역의 저항값을 가짐으로써, 콘크리트 구조물(10) 내의 균열이 발생된 위치를 추정할 수 있다.
- [0050] 그리고, 상기 복수개의 제1 저항선 및 상기 복수개의 제2 저항선은 상기 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 저항이 작아질 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 균열에 의해 제1 저항패턴부(110)의 저항값이 변화될 때, 콘크리트 구조물(10)은 구조적 균열이 발생하면 콘크리트 구조물(10)의 하단부 측에서 상단부 측으로 균열이 진전되기 때문에 제1-1 저항선(111)부터 순차적으로 파단될 수 있다.
- [0052] 여기서, 복수개의 제1 저항선은 병렬로 연결되어 있으므로 제1-1 저항선(111)이 파단되면 제1 저항패턴부(110)의 저항값은 커지고, 순차적으로 제1-2 저항선(112)이 파단되면 제1 저항패턴부(110)의 저항값은 더 커질 수 있다.
- [0053] 이때, 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 역학적 특징에 따라 진전하며, 각 저항선이 파단되는 순서를 정형화할 수 있다. 따라서, 각 저항선의 저항이 동일한 경우에도 균열발생 원리에 따라 균열이 발생한 위치를 감지할 수 있다. 예를 들어, 도 5나 도 6과 같은 보 구조물은 하면에서 상면으로 균열이 진전하므로, 하측부터 차례로 저항선이 파단된다고 가정하여 균열 위치를 감지할 수 있다.
- [0054] 이때, 각 저항선의 저항이 다르게 구성된 경우, 개별 저항선의 정확한 저항값을 알고 있다면, 균열에 의하여 임의의 저항선이 파단되어 저항부의 저항이 변화한다 하더라도, 값을 역추산하여 어느 위치에서 균열이 발생하였는지 정확하게 감지할 수 있다.
- [0055] 이때, 저항선의 저항이 순차적으로 작게 시공된 경우, 제1-2 저항선(112)의 저항은 제1-1 저항선(111)의 저항보다 작기 때문에 제1 저항패턴부(110)의 저항 변화값은 제1-1 저항선(111)이 파단됐을 때보다 제1-2 저항선(112)이 파단됐을 때 더 클 수 있다.
- [0056] 즉, 복수개의 제1 저항선은 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 저항이 작아지기 때문에, 콘크리트 구조물(10) 내의 균열이 진전될수록 제1 저항패턴부(110)의 저항 변화값은 더 커질 수 있다.
- [0057] 이때, 콘크리트 구조물(10)은 균열이 진전될수록 위험도가 증가될 수 있는데 균열이 진전될수록 제1 저항패턴부(110)의 저항 변화값은 더 커지기 때문에 콘크리트의 분극효과 등에 의해 제1 저항패턴부(110)의 저항 측정값의

오차가 발생하더라도 위험도가 증가되면 저항 변화값을 더 민감하게 감지할 수 있다.

- [0058] 한편, 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 또 다른 실시예를 나타낸 도면이다.
- [0059] 도 3을 참조하면, 복수개의 제1 저항선은 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 두께가 더 두꺼워질 수 있다.
- [0060] 도 3에서와 같이 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치된 제1-4 저항선(114')은 더 하측에 있는 제1-3 저항선(113')보다 두께가 더 두껍게 형성될 수 있다. 이와 같이 복수개의 제1 저항선은 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 두께가 더 두꺼워짐으로써, 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 저항이 작아질 수 있다.
- [0061] 도 4를 참조하면, 복수개의 제1 저항선은 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 길이가 더 짧아질 수 있다.
- [0062] 도 4의 (a) 내지 (b)에서와 같이, 복수개의 제1 저항선은 다양한 형상으로 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 길이가 더 짧아지게 형성되어 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 저항이 작아질 수 있다.
- [0063] 복수개의 제2 저항선이 콘크리트 구조물(10)의 상측에 배치될수록 저항이 작아지는 특징은 복수개의 제1 저항선의 기술적 특징과 실질적으로 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [0064] 다시 도 2를 참조하면, 저항부(100)와 전극(200)은 제1 저항선(110) 및 제2 저항선(120)보다 저항이 작은 도선(50)으로 연결될 수 있다.
- [0065] 도선(50)은 저항부(100)의 전체 저항값에 영향을 주지 않도록 저항이 작은 재료를 사용할 수 있다. 또한, 도선(50)은 도선(50)의 파단으로 인한 저항부(100)의 저항 측정이 되는 않는 것을 방지하기 위하여 콘크리트와 비부착으로 연결될 수도 있다.
- [0066] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 위험 감지부(400)와 파괴 감지부(500)를 도시한 도면이다.
- [0067] 도 5를 참조하면 저항부는, 상기 콘크리트 구조물(10) 균열의 위험조건을 감지하는 위험 감지부(400)와, 상기 콘크리트(10) 균열의 파괴조건을 감지하는 파괴 감지부(500)를 포함할 수 있다.
- [0068] 위험 감지부(400)는 복수개의 제1 저항선 중 하나일 수 있고, 복수개의 제2 저항선 중 하나일 수 있다. 그리고, 위험 감지부(400)는 콘크리트 구조물(10)이 파괴될 수 있는 위험조건인 균열 높이에 설치될 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 도 5에서와 같이 위험 감지부(400)는 콘크리트 구조물(10)이 파괴될 수 있는 위험조건인 균열 높이에 부착된 제1 저항선, 다시 말해, 콘크리트 구조물(10)의 하측에서 상측 방향으로 세번째에 부착된 제1 저항선일 수 있다.
- [0070] 그러므로, 균열이 발생하여 위험 위치까지 진전이 되면, 위험균열(31)에 의해 위험 감지부(400)가 파단될 수 있고, 이에 모니터링부(300)는 균열에 의한 콘크리트 구조물(10)의 위험을 실시간으로 감지할 수 있다.
- [0071] 또한, 파괴 감지부(500)는 위험 감지부(400)보다 상측에 위치한 복수개의 제1 저항선 중 하나일 수 있고, 위험 감지부(400)보다 상측에 위치한 복수개의 제2 저항선 중 하나일 수 있다. 그리고, 파괴 감지부(500)는 콘크리트 구조물(10)이 파괴될 수 있는 파괴조건인 균열 높이에 설치될 수 있다.
- [0072] 예를 들어, 도 5에서와 같이 파괴 감지부(500)는 콘크리트 구조물(10)이 파괴될 수 있는 파괴조건인 균열 높이에 부착된 제1 저항선, 다시 말해, 콘크리트 구조물(10)의 하측에서 상측 방향으로 다섯번째에 부착된 제1 저항선일 수 있다.
- [0073] 그러므로, 구조물에 발생한 균열이 진전하여 부재의 파괴 조건의 위치까지 진전하면, 파괴균열(32)에 의해 파괴 감지부(500)는 파단될 수 있고, 이에 모니터링부(300)는 균열에 의한 콘크리트 구조물(10)의 파괴를 실시간으로 감지할 수 있다.
- [0074] 여기서, 위험 감지부(400)와 파괴 감지부(500)의 위치는 대상 구조물에 대한 사전 구조 검토를 통해 결정할 수 있다.
- [0075] 이와 같이, 위험 감지부(400)와 파괴 감지부(500)를 포함하여 모니터링부(300)에서 콘크리트 구조물(10)의 파괴될 수 있는 위험 및 파괴를 실시간으로 감지할 수 있어, 콘크리트 구조물(10)로 이루어진 건물 등이 붕괴되기 전에 위급한 상황을 대비할 수 있다.

- [0076] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 저항부의 다른 실시예를 나타낸 도면이다.
- [0077] 도 6을 참조하면, 저항부는 복수개의 제3 저항선(1310)이 병렬로 연결되며, 제1 저항패턴부(1100) 및 제2 저항패턴부(1200)와 다른 대역의 저항값을 가지는 제3 저항패턴부(1300)를 더 포함할 수 있다.
- [0078] 그리고, 콘크리트 구조물(10)을 양 단부 구역과 중앙부로 구획하여, 양 단부 구역에 제1 저항패턴부(1100) 및 제2 저항패턴부(1200)를 배치하되, 복수개의 제1 저항선(1110) 및 복수개의 제2 저항선(1210)은 지면으로부터 일정한 각도를 가지도록 형성될 수 있다.
- [0079] 콘크리트 구조물(10)은 보와 같은 부재이면 중앙 하부는 휨균열(22)이 발생하고 양단부에는 전단균열(21, 23)이 발생할 수 있다.
- [0080] 이에 따라, 콘크리트 구조물(10)을 휨 균열(22)이 발생하는 중앙부와 전단균열(21, 23)이 발생하는 양 단부 구역으로 구획하고, 각 구역에서 발생하는 균열 특징을 고려하여 양 단부 구역에 배치되는 제1 저항패턴부(1100) 및 제2 저항패턴부(1200)의 복수개의 제1 저항선(1110) 및 복수개의 제2 저항선(1210)은 지면으로부터 일정한 각도를 가지도록 형성하여 균열에 의한 저항선의 파단을 더 효과적으로 유도할 수 있다.
- [0081] 이와 같이 콘크리트 구조물(10) 부재의 역학적 특성을 고려하여 저항부를 다양하게 설치할 수 있다.
- [0082] 예를 들어 보 주변 상부 슬래브와 중앙 하부 슬래브에 항복선을 따라 휨 균열이 발생하는 바닥 슬래브의 경우, 상부 슬래브와 중앙 하부 슬래브에 저항부를 설치하여 균열을 감지할 수 있고, 보 또는 슬래브와 결합되는 결합부에 상당한 전단력을 받아 균열이 발생하는 기둥의 경우, 저항부를 측면 상단 또는 측면 하단에 설치할 수 있다.
- [0083] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법의 순서도를 나타낸 도면이다.
- [0084] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법은, 코팅단계(S100), 저항부 형성단계(S200), 전극 연결단계(S400) 및 모니터링부 설치단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0085] 코팅단계(S100)는 저항부 형성단계(S200) 이전에 수행되며, 저항부가 형성되는 콘크리트 구조물(10)의 표면에 비전도성물질을 도포할 수 있다.
- [0086] 콘크리트는 비전도성 재료에 가깝지만, 넓은 면의 전극으로 저항을 측정하면 넓은 면의 전극효과에 의해 콘크리트의 저항이 같이 측정될 수 있어 콘크리트의 분극효과에 의해 측정결과에 오류가 발생할 수 있다.
- [0087] 따라서, 콘크리트 구조물(10)의 표면에 비전도성물질을 도포하여 콘크리트의 저항이 측정과정에서 측정되지 않도록 할 수 있다.
- [0088] 저항부 형성단계(S200)는 저항부를 형성하는 단계로 콘크리트 구조물(10)에 저항선을 부착하는 저항선 부착단계(S210)와, 콘크리트 구조물에 부착된 저항선의 저항을 측정하는 저항 측정단계(S220)를 가진다.
- [0089] 이때, 상기 저항선 부착단계(S210)와 상기 저항 측정단계(S220)는 상호 반복하여 수행하되, 상기 저항선 부착단계(S210)는 콘크리트 구조물(10)의 상측에서부터 순차적으로 수행된다.
- [0090] 더 구체적으로, 콘크리트 구조물(10)의 상측에서부터 저항선 부착단계(S210)와 저항 측정단계(S220)를 순차적으로 상호 반복하여 수행하되, 부착된 저항선들을 병렬로 연결하면서 저항 측정단계(S220)를 수행할 수 있다.
- [0091] 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템은 저항선의 파단에 따른 저항값의 변화를 측정하여 균열 여부를 감지할 수 있기 때문에 각각의 저항선의 저항값을 정확하게 알고 있는 것이 중요하다.
- [0092] 이때, 저항선은 현장에서 도포하여 시공하거나, 미리 제작된 저항선을 부착하여 시공할 수 있다. 시공이 완료된 저항선의 저항은 시공 방법에 따라 균일하지 않을 수 있으며, 콘크리트에 시공되면 콘크리트의 저항에 의해 시공되기 전의 저항값과 다를 수 있다.
- [0093] 그러므로, 저항선 부착단계(S210)에서 저항선을 부착한 후 부착된 저항선의 저항값을 저항 측정단계(S220)를 수행하여 실제 시공된 저항선의 저항값을 측정할 수 있다.
- [0094] 이후, 콘크리트 구조물(10)의 일구역에서 병렬로 연결된 저항선들로 이루어진 제1 저항패턴부와 콘크리트 구조물(10)의 타구역에서 병렬로 연결된 저항선들로 이루어진 제2 또는 제3 저항패턴부를 직렬로 연결함으로써 제

항부는 형성될 수 있다.

- [0095] 따라서, 콘크리트 구조물(10)의 상측에서부터 저항선 부착단계(S210)와 저항 측정단계(S220)를 순차적으로 상호 반복하여 수행하는 단계적 시공으로 저항부의 저항값을 정확하게 측정할 수 있다.
- [0096] 전극 연결단계(S400)는 저항부에 저항선보다 저항이 작은 도선(50)으로 전극(200)을 연결하는 단계이다.
- [0097] 도선(50)은 저항이 작기 때문에 저항부의 전체 저항값에 영향을 주지 않을 수 있다. 그리고, 전극은 콘크리트 구조물(10)의 상단부에서 저항부와 연결될 수 있다. 콘크리트 구조물(10) 내의 균열은 콘크리트 구조물(10)의 하단부 측에서 상단부 측으로 진전되기 때문에 전극은 손상을 받지 않을 수 있다.
- [0098] 모니터링부 설치단계(S500)는 저항부의 저항을 측정하는 모니터링부(300)를 설치하는 단계이다.
- [0099] 이와 같은 콘크리트 구조물의 정형화된 균열 발생 모니터링 시스템의 제조방법은 저항선의 저항값이 시공 방법이나 콘크리트의 저항 등에 의해 오차가 발생하더라도 저항부의 저항값을 정확하게 파악할 수 있어 더 효과적으로 콘크리트 구조물(10) 내의 균열 여부를 감지할 수 있도록 한다.
- [0100] 상술한 바와 같이 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어서는 안 될 것이다.

부호의 설명

- [0101] 100 : 저항부
- 110, 110', 1100 : 제1 저항패턴부
- 111 : 제1-1 저항선
- 112 : 제1-2 저항선
- 113, 113' : 제1-3 저항선
- 114, 114' : 제1-4 저항선
- 1110 : 복수개의 제1 저항선
- 120, 1200 : 제2 저항패턴부
- 121 : 제2-1 저항선
- 122 : 제2-2 저항선
- 123 : 제2-3 저항선
- 124 : 제2-4 저항선
- 1210 : 복수개의 제2 저항선
- 1300 : 제3 저항패턴부
- 1310 : 제3 저항선
- 200, 2000 : 전극
- 300 : 모니터링부
- 400 : 위험 감지부
- 500 : 파괴 감지부
- 10 : 콘크리트 구조물
- 21, 23 : 전단균열
- 22 : 휨균열

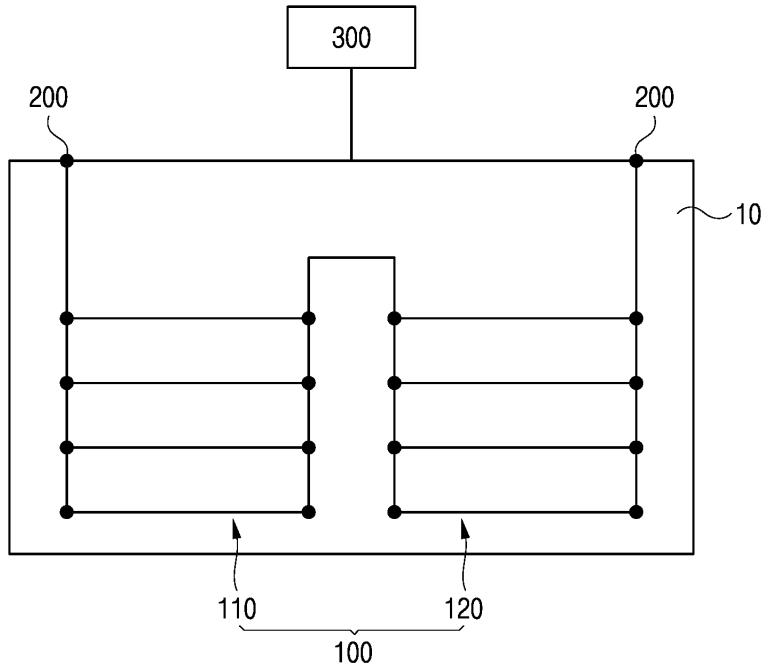
31 : 위험균열

32 : 파괴균열

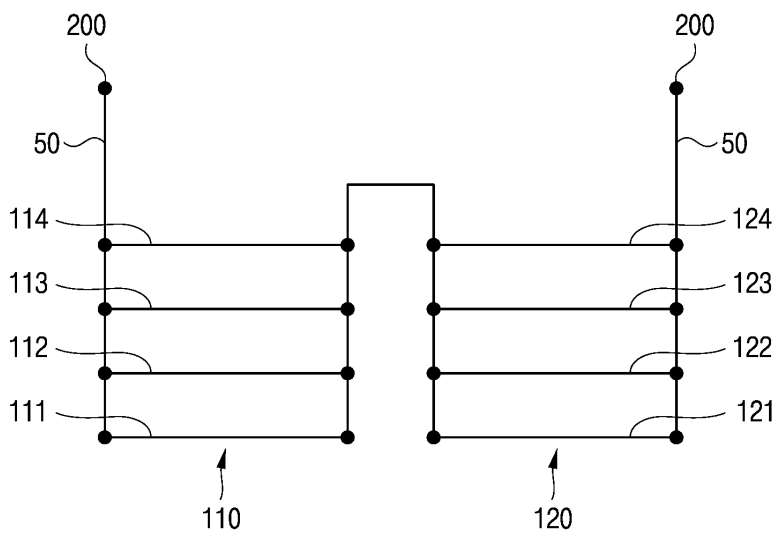
50 : 도선

도면

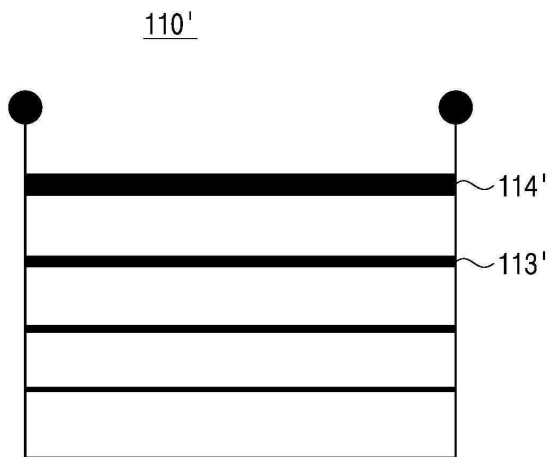
도면1



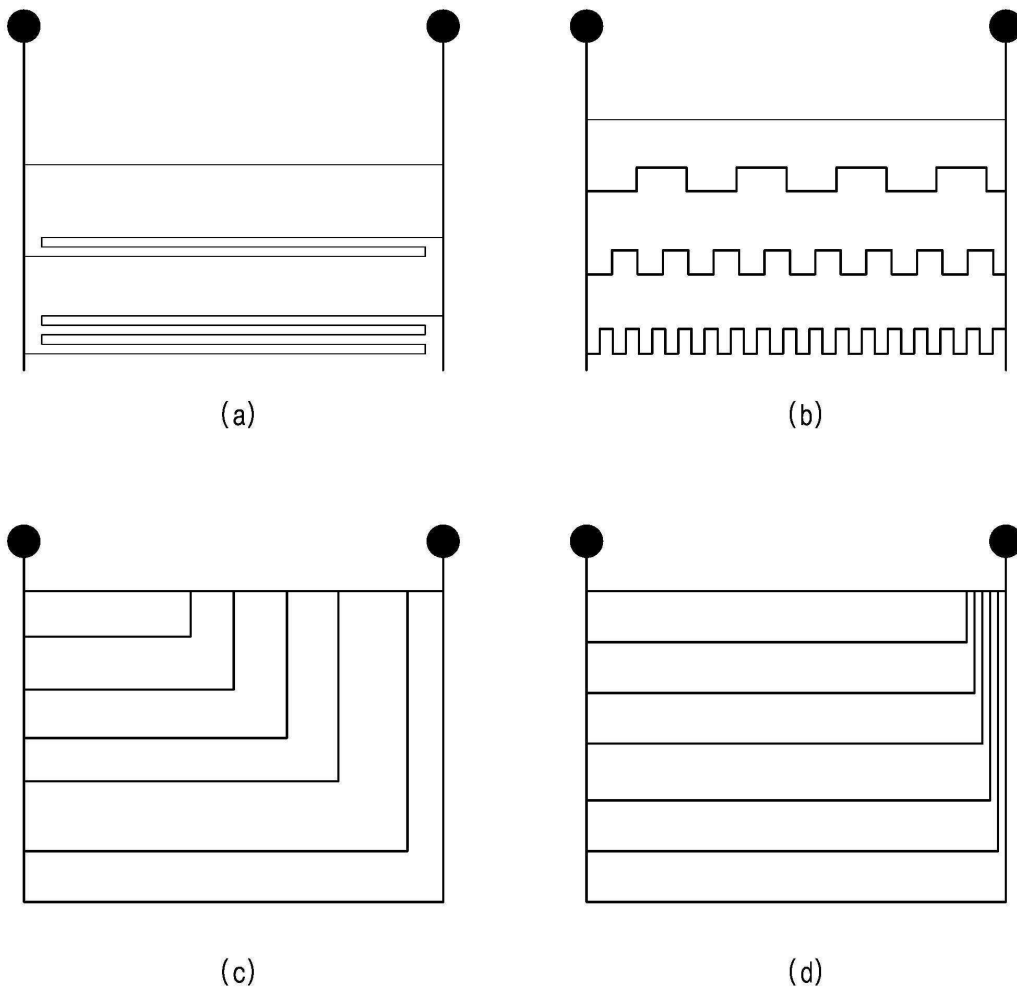
도면2



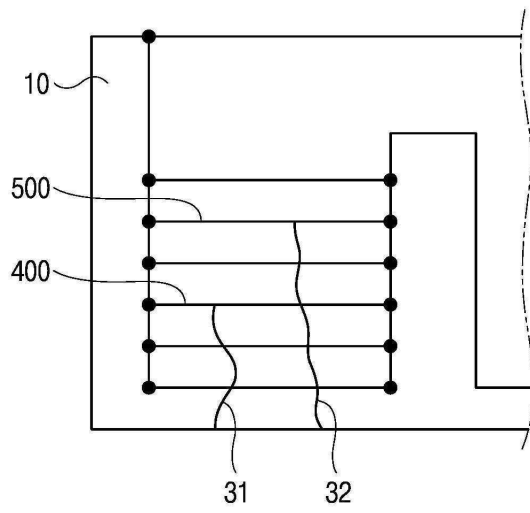
도면3



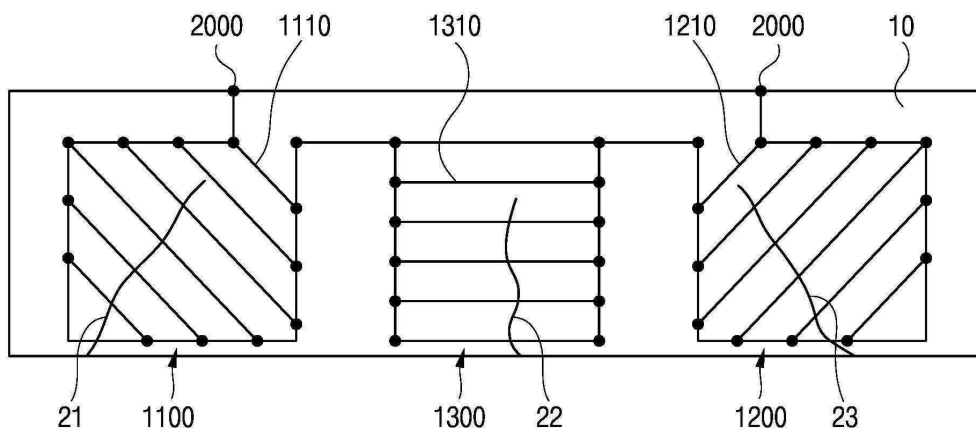
도면4



도면5



도면6



도면7

