(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0122078
(43) 공개일자 2025년08월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*G01B 21/32* (2006.01) *G01B 21/04* (2006.01)
*G06K 19/06* (2006.01)
(52) CPC특허분류
*G01B 21/32* (2013.01)
*G01B 21/04* (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0017869
(22) 출원일자 2024년02월06일
심사청구일자 2024년02월06일

(71) 출원인
**중앙대학교 산학협력단**
서울특별시 동작구 흑석로 84 (흑석동)
(72) 발명자
**박종웅**
서울특별시 송파구 가락로 187(송파동, 한양아파트) 2동 107호
**김광현**
서울특별시 송파구 송파대로 567 527동 102호
**박준영**
서울특별시 동작구 매봉로4길 7 (상도동 상도베스트빌)407
(74) 대리인
**특허법인 아이퍼스**

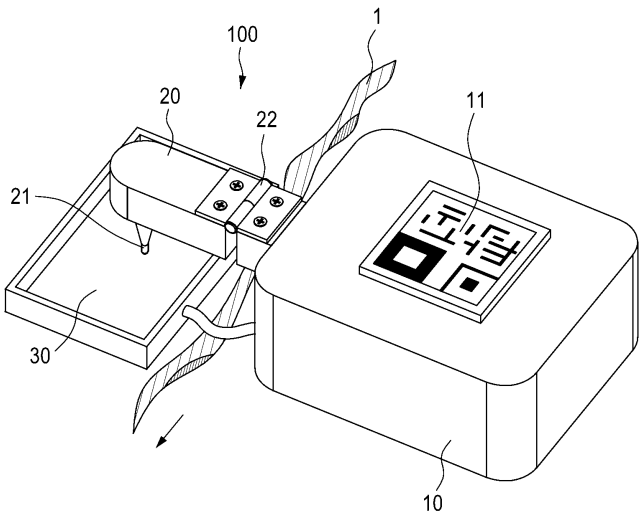
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템**

## (57) 요 약

본 발명은 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하기 위한 장치로서, 균열부의 일단에 설치되는 본체; 상기 균열부 타단에 설치되는 터치패드; 상기 본체에 연결되는 연결부; 및 상기 연결부 일측에 구비되어 상기 균열부에 궤적변화를 상기 터치패드에 나타내는 펜촉;을 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치에 관한 것이다.

*대 표 도* - 도1



(52) CPC특허분류
***G06K 19/06037*** (2013.01)
*G01B 2210/58* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

| | |
|---|---|
| 과제고유번호 | 1615013244 |
| 과제번호 | RS-2020-KA156007 |
| 부처명 | 국토교통부 |
| 과제관리(전문)기관명 | 국토교통과학기술진흥원 |
| 연구사업명 | 스마트건설기술개발사업 |
| 연구과제명 | [4차] 디지털 기반 도로구조물 설계-제작-시공 지원기술 개발 |
| 과제수행기관명 | 중앙대학교산학협력단 |
| 연구기간 | 2024.04.28 ~ 2025.12.31 |

# 명 세 서

## 청구범위

### 청구항 1

콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하기 위한 장치로서,

균열부의 일단에 설치되는 본체;

상기 균열부 타단에 설치되는 터치패드;

상기 본체에 연결되는 연결부; 및

상기 연결부 일측에 구비되어 상기 균열부에 궤적변화를 상기 터치패드에 나타내는 펜촉;을 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 펜촉에 의해 생성된 좌표값으로부터 균열을 계측하는 계측데이터 획득부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 계측데이터 획득부는, 상기 터치패드의 좌표값으로부터 평면상의 2차원 균열을 계측하고, 터치패드에 가해지는 압력값으로부터 Z축방향의 미세변위를 산출하여 3차원 괘적변화를 계측하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치.

### 청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 계측데이터 획득부는, 상기 터치패드 좌표값에 스케일 팩터(scaling factor)를 곱해 길이단위로 변환하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 연결부는 상기 본체에 대하여 상기 연결부의 상하 틸팅 자유도를 확보하도록 힌지결합되는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치.

### 청구항 6

콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하여 장기 계측이력을 시각화하는 시스템으로서,

제 2항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치;

본체 일측에 구비되는 디스플레이부;

계측데이터를 저장하는 저장부; 및

계측데이터 획득부에서 계측한 계측데이터를 시각화하여 상기 디스플레이부에 표출하는 시각화모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 7**

제 6항에 있어서,

상기 시각화모듈은, 저장부에 기록된 계측데이터를 인코딩하여 이-페이퍼를 통해 QR코드화하여 상기 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 8**

제 7항에 있어서,

시스템의 작동주기를 제어하는 트리거시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 9**

제 8항에 있어서,

상기 트리거시스템은, 초저전력상태인 슬립모드에서, 설정된 주기 또는 이벤트 발생시 작동모드로 변환시키는 RTC를 포함하고,

상기 작동모드시 계측데이터획득부를 통해 계측데이터를 산출하고, 저장부에 저장한 후, 시각화모듈을 통해 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 10**

제 9항에 있어서,

상기 QR코드를 스캔하여 수집하는 데이터 수집 모빌리티;를 포함하는 하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 11**

제 9항에 있어서,

상기 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치는 근거리 통신모듈을 더 포함하고,

근거리 통신연결된 모바일 기기를 통해 상기 계측데이터를 수집하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템.

**청구항 12**

콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하는 방법에 있어서,

균열부 측에 제 2항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치를 설치하는 제1단계;

계측데이터 획득부가 펜촉에 의해 생성된 좌표값으로부터 균열을 계측하여 계측데이터를 획득하는 제2단계;

저장부가 상기 계측데이터를 저장하는 제3단계; 및

시각화모듈이 계측데이터 획득부에서 계측한 계측데이터를 시각화하여 디스플레이부에 표출하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법.

**청구항 13**

제 12항에 있어서,

상기 제2단계에서,

상기 터치패드의 좌표값으로부터 평면상의 2차원 균열을 계측하고, 터치패드에 가해지는 압력값으로부터 Z축방향의 미세변위를 산출하여 3차원 괘적변화를 계측하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법.

**청구항 14**

제 13항에 있어서,

제4단계에서, 저장부에 기록된 계측데이터를 인코딩하여 이-페이퍼를 통해 QR코드화하여 상기 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법.

**청구항 15**

제 14항에 있어서,

내장 RTC로부터 설정된 시점에만 전원부에 전원을 공급해 상기 제2단계, 제3단계, 제4단계를 수행하고, QR코드 시각화가 끝나면 전원 공급을 차단해 다음 시점까지 저전력 상태를 유지하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법.

**청구항 16**

제 15항에 있어서,

데이터 수집 모빌리티가 상기 QR코드를 스캔하여 수집하는 단계; 또는

근거리 통신연결된 모바일 기기를 통해 상기 계측데이터를 수집하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법.

## *발명의 설명*

### *기 술 분 야*

[0001] 본 발명은 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 관한 것이다.

### *배 경 기 술*

[0002] 구조 상태 모니터링(SHM)은 피로, 좌굴 및 균열 전파 식별과 같은 구조 부재의 정량적 거동 분석에 중요하다.이터가  그러나 이전에 개발된 접근 방식은 전력 비효율 성과 데이터 관리 문제로 인해 장기 인프라 모니터링에 효과적으로 구현할 수 없는 문제가 존재한다.

[0003] 프리팹 (prefab) 구조물은 미리 만들어진 모듈단위의 구조를 현장에서 바로 블록형태로 시공하여 시공의 품질 및 효율성 향상에 큰 도움이 된다.

[0004] 이러한 프리팹 부재를 제작시부터 시공시, 그리고 생애주기 동안 변형을 모니터링하기 위해서는 초저전력으로 데이터를 계측하고 수집할 수 있는 장치가 필요하다. 장기 데이터를 통해 만약 제작 시 과도한 데계측된다면 제품의 이상유무를 신속하게 알 수 있어 전체적인 구조물의 품질향상에 큰 도움이 된다.

[0005] 기존에는 프리팹의 품질관리를 위해 3D 스캐닝 기술을 중심으로 발전해왔다. 특히 연결부를 정밀하게 스캐닝하여 형상관리를 수행한다.

[0006] 그러나 이러한 3D 스캐닝 장비가 비싸고, 사용이 어려워 모든 부재를 관리하기 어려웠으며, 또한 시공 직후 시공의 품질을 판단하기 어려운 문제점이 존재한다.

[0007] 지난 몇 년 동안의 토목 구조적 실패로 인해 미래의 손실을 방지하기 위한 현재 주요 관심사인 구조 상태 모니터링(SHM)의 수요가 증가하였다. 노후화된 토목 구조물은 환경적 요인, 부하 및 설계 오류로 인해 시간이 지남에 따라 성능 및 상태가 감소함에 따라 대부분 치명적인 변형이 존재하고 있다.

[0008] SHM은 구조의 철거 또는 유지 여부에 관계없이 의사 결정을 위한 상태 평가를 용이하게 하는 정량적 세부 정보를 제공한다. 유지 보수에 대한 적절한 대책은 안전성과 함께 서비스 가능성을 높인다. 최근 몇 년 동안 첨단 센싱 기술을 통해 고신뢰도 데이터 수집을 위해 정밀 장치를 사용할 수 있게 되었다.

[0009] 변위와 변형은 구조적 상태 평가의 두드러진 속성 중 하나이다. 그러나 SHM에서 사용되는 시스템에 대한 전력 소비, 설치 비용 및 데이터 관리와 같은 요소는 여전히 고려 중이다.

[0010] 또한 비용 절감을 위해 기존의 유선 센서가 무선 센서로 대체되었다. 무선 센서 네트워크(WSN)는 여러 노드로 구성되어 있으며 민간 인프라 모니터링을 위해 배치되었다.

[0011] 그러나 이러한 WSN은 전력 소비 및 데이터 관리와 같은 특정 제한에 직면했습니다. 효율적인 전력 관리를 위해 그리고 배터리 수명을 늘리기 위해 하드웨어 기반 솔루션 및 태양 에너지 수집 등이 고려될 수 있으나 이러한 방법은 일광이 없는 상태에서 비효율적인 전력 재충전으로 인해 여전히 어려운 문제이다.

[0012] 또한 WSN은 서버 또는 노드 장애로 인해 통신 장애가 발생할 가능성이 높아 데이터 처리 오류가 발생할 수 있는 단점이 존재한다.

[0013] 그리고 변형 시각화는 SHM이 이러한 문제를 해결하기 위한 최근의 개념이며 구조의 효율적인 장기 관리를 위해 통신없이 현장에서 구조 상태의 시각화가 연구되고 있다. 과거에는 변형률 시각화를 위해 광범위한 ML(mechanoluminescence) 재료가 사용되었다.

[0014] 모든 ML 재료 중에서 SrAl2O4 : Eu (SAOE), SrAl2O4 : Eu 및 Dy (SAOED)는 이러한 재료의 광 강도가 기계적 부하를 받을 때 볼 수 있기 때문에 가장 효과적인 것으로 밝혀져있다. 그러나 ML 재료는 방출된 빛의 강도가 응력이 아닌 적용된 응력 비율에 의존하기 때문에 정적 모니터링에 적합하지 않다. 최근 연구는 단색 EL (electro-luminance) 기술을 기반으로 변형 시각화 시스템을 개발했으나, EL 패널은 AC 소스 구동 디스플레이 장치이다. EL 패널을 사용한 변형 시각화는 ML 재료 사용에 비해 효과적이지만 연속 활성 디스플레이에는 전력이 비효율적인 단점이 존재한다. EL 패널은 또한 빛의 강도에서 변형 응답을 얻기 위해 고해상도 카메라, 계산 능력 및 복잡한 알고리즘이 필요하다. 이는 EL 패널을 사용하는 통합 변형률 감지 장치의 비용을 증가시키게 된다.

[0015] 또한 콘크리트 구조물의 균열 계측을 위한 종래의 기술은 투명판과 눈금자가 결합된 크랙 게이지를 균열부 전후에 각각 붙이고 정기적으로 방문하여, 달라진 눈금 값을 비교하는 아날로그적인 방식을 택하고 있다. 또한, 균열부 전후로 전기식 변위계와 데이터로거를 설치하는 방식도 존재한다.

[0016] 투명판과 눈금자가 결합된 형태의 크랙 게이지는 작은 크기로 설치가 쉬우며 저비용의 장점을 지니고 있다.

[0017] 그러나 원점(측정 시작값)을 기준으로 방문 시점의 눈금값(측정 완료 값)만 일시적으로 알 수 있을 뿐, 방문이 없는 점검공백기간의 궤적이동(진전도 및 변화 이력)은 알 수 없으며 눈금 값을 육안으로 확인하고 수기로 기록해야하는 번거로움이 발생한다.

[0018] 전기식 변위계와 데이터로거의 경우 연속적인 계측이 가능하여 궤적의 꾸준한 이동을 기록할 수 있다.

[0019] 하지만 전기식 변위계는 유선장비라 설치과정이 오래 걸리고 연속 계측을 위해 데이터로거를 비롯한 컴퓨터가 동반되며 많은 전기가 소모된다.

[0020] 또한, 장비의 크기가 크고 데이터 계측 과정에서 인력을 수반하며 인력이 동원된 상태에서 일시적인 계측만 가능할 뿐, 장기적인 거동을 모니터링하기엔 적절치 못하다는 문제점이 존재한다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0021] (특허문헌 0001) 공개특허 10-2020-0069882

(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 10-2555161

(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 10-1953209

(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 10-2019-0126067

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0022] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 콘크리트 구조물의 표면에 발생한 균열의 진전도 및 변화이력을 저비용으로 관리하기 위한 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0023] 그리고 본 발명의 실시예에 따르면, 정기적인 무인 데이터 계측장치를 통해 시간에 따른 균열의 진전도 및 변화이력을 정량화하며 균열 관리방안에 대한 의사결정에 도움 제공할 수 있는, 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 콘크리트 구조물의 균열 이력을 부착이 용이한 저가의 센서로 장기 추적 가능하고, 계측 이력을 모두 내부 SD카드에 저장하여 시작점으로부터 계측 지점에 도달하기까지의 중간과정(이력)을 제공할 수 있는, 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따르면, E-paper를 통해 계측 데이터를 압축한 QR코드를 무전력으로 시각화하여 인력의 방문 없이도 드론이나 로보틱스와 같은 무인 이동체를 통해 데이터를 수집할 수 있고, 센서에 내장된 블루투스 기능을 이용해 센서 주변으로 Beacon 신호를 게시(Advertising)하여, 블루투스를 이용한 데이터 수집이 가능한, 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0026] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0027] 본 발명의 제1목적은 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하기 위한 장치로서, 균열부의 일단에 설치되는 본체; 상기 균열부 타단에 설치되는 터치패드; 상기 본체에 연결되는 연결부; 및 상기 연결부 일측에 구비되어 상기 균열부에 궤적변화를 상기 터치패드에 나타내는 펜촉;을 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치로서 달성될 수 있다.

[0028] 그리고 상기 펜촉에 의해 생성된 좌표값으로부터 균열을 계측하는 계측데이터 획득부;를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] 또한 상기 계측데이터 획득부는, 상기 터치패드의 좌표값으로부터 평면상의 2차원 균열을 계측하고, 터치패드에 가해지는 압력값으로부터 Z축방향의 미세변위를 산출하여 3차원 괘적변화를 계측하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0030] 그리고 상기 계측데이터 획득부는, 상기 터치패드 좌표값에 스케일 팩터(scaling factor)를 곱해 길이단위로 변환하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0031] 또한 상기 연결부는 상기 본체에 대하여 상기 연결부의 상하 틸팅 자유도를 확보하도록 힌지결합되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0032] 본 발명의 제2목적은, 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하여 장기 계측이력을 시각화하는 시스템으로서, 앞서 언급한 제1목적에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치; 본체 일측에 구비되는 디스플레이부; 계측데이터를 저장하는 저장부; 및 계측데이터 획득부에서 계측한 계측데이터를 시각화하여 상기 디스플레이부에 표출하는 시각화모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 균열 장기 계측이력 시각화 시스템으로서 달성될 수 있다.

[0033] 그리고 상기 시각화모듈은, 저장부에 기록된 계측데이터를 인코딩하여 이-페이퍼를 통해 QR코드화하여 상기 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0034] 또한 시스템의 작동주기를 제어하는 트리거시스템을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0035] 그리고 상기 트리거시스템은, 초저전력상태인 슬립모드에서, 설정된 주기 또는 이벤트 발생시 작동모드로 변환시키는 RTC를 포함하고, 상기 작동모드시 계측데이터획득부를 통해 계측데이터를 산출하고, 저장부에 저장한 후, 시각화모듈을 통해 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0036] 또한 상기 QR코드를 스캔하여 수집하는 데이터 수집 모빌리티;를 포함하는 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0037] 그리고 상기 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치는 근거리 통신모듈을 더 포함하고, 근거리 통신연결된 모바일 기기를 통해 상기 계측데이터를 수집하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0038] 본 발명의 제3목적은, 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하는 방법에 있어서, 균열부 측에 제1목적에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치를 설치하는 제1단계; 계측데이터 획득부가 펜촉에 의해 생성된 좌표값으로부터 균열을 계측하여 계측데이터를 획득하는 제2단계; 저장부가 상기 계측데이터를 저장하는 제3단계; 및 시각화모듈이 계측데이터 획득부에서 계측한 계측데이터를 시각화하여 디스플레이부에 표출하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 방법으로서 달성될 수 있다.

[0039] 그리고 상기 제2단계에서, 상기 터치패드의 좌표값으로부터 평면상의 2차원 균열을 계측하고, 터치패드에 가해지는 압력값으로부터 Z축방향의 미세변위를 산출하여 3차원 괘적변화를 계측하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0040] 또한 제4단계에서, 저장부에 기록된 계측데이터를 인코딩하여 이-페이퍼를 통해 QR코드화하여 상기 디스플레이부에 시각화하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0041] 그리고 내장 RTC로부터 설정된 시점에만 전원부에 전원을 공급해 상기 제2단계, 제3단계, 제4단계를 수행하고, QR코드 시각화가 끝나면 전원 공급을 차단해 다음 시점까지 저전력 상태를 유지하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0042] 또한 데이터 수집 모빌리티가 상기 QR코드를 스캔하여 수집하는 단계; 또는 근거리 통신연결된 모바일 기기를 통해 상기 계측데이터를 수집하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

## *발명의 효과*

[0043] 본 발명의 실시예에 따르면, 콘크리트 구조물의 표면에 발생한 균열의 진전도 및 변화이력을 저비용으로 관리하기 위한 시스템을 제공할 수 있다.

[0044] 그리고 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 따르면, 정기적인 무인 데이터 계측장치를 통해 시간에 따른 균열의 진전도 및 변화이력을 정량화하며 균열 관리방안에 대한 의사결정에 도움 제공할 수 있는 장점이 있다.

[0045] 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 따르면, 콘크리트 구조물의 균열 이력을 부착이 용이한 저가의 센서로 장기 추적 가능하고, 계측 이력을 모두 내부 SD카드에 저장하여 시작점으로부터 계측 지점에 도달하기까지의 중간과정(이력)을 제공할 수 있는 장점이 있다.

[0046] 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 따르면, E-paper를 통해 계측 데이터를 압축한 QR코드를 무전력으로 시각화하여 인력의 방문 없이도 드론이나 로보틱스와 같은 무인 이동체를 통해 데이터를 수집할 수 있고, 센서에 내장된 블루투스 기능을 이용해 센서 주변으로 Beacon 신호를 게시(Advertising)하여, 블루투스를 이용한 데이터 수집이 가능한

장점이 있다.

[0047] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

## 도면의 간단한 설명

[0048] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 사시도,

도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 평면도,

도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 측면도,

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 경첩에 발생하는 압력으로 인해 이격이 생겨도 균열계측이 이뤄질 수 있음을 나타내는 그림,

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 도면 3는 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 내부 하드웨어 설계를 보여주는 다이어그램,

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 센서가 계측한 데이터의 QR 시각화 과정이며 궤적의 이동에 따라 변화하는 모습,

도 6는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드의 단위가 pixel에서 mm로 변환되는 모식도,

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 구조물(교량 등)의 균열부에 부착된 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치(스마트 균열계)의 QR코드를 드론이나 로봇으로 자동 수집하는 모습을 나타낸 것이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0050] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.

[0051] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.

[0052] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprises)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0053] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이

해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.

[0055] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 구성, 기능 및 모니터링 방법 및 이를 이용한 장기 계측이력 시각화 시스템에 대해 설명하도록 한다.

[0056] 먼저, 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 사시도를 도시한 것이다. 그리고 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 평면도를 도시한 것이다.

[0057] 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 측면도를 도시한 것이다. 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 경첩에 발생하는 압력으로 인해 이격이 생겨도 균열계측이 이뤄질 수 있음을 나타내는 그림을 도시한 것이다.

[0058] 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치는 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하기 위한 장치이다.

[0059] 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치(10)는 도 1, 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 균열부(1) 기준으로 일단에 설치되는 본체(10), 이러한 균열부(1)를 기준으로 타단에 설치되는 저항식 터치패드(30)를 포함한다.

[0060] 그리고 본체(10)에는 연결부(20)가 연결되어 진다. 그리고 이러한 연결부(20) 일측에 구비되어 균열부(1)에 궤적변화를 터치패드(30)에 나타내는 펜촉(21)을 포함한다.

[0061] 또한 본 발명의 실시예에 따른 연결부(20)는 본체(10)에 대하여 연결부(20)의 상하 틸팅 자유도를 확보하도록 힌지결합부(22)에 의해 결합되어 진다. 이러한 힌지결합부(22)는 경첩 등으로 구성될 수 있다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이, 경첩을 이용해 균열로 인한 이격이 발생해도 펜촉(21)이 터치패드(30)에 떨어지지 않고 압력을 유지하여 계측이 지속되도록 설계된다.

[0063] 이하에서는 콘크리트 구조물 일측에 설치되어 콘크리트 균열 궤적을 모니터링하여 장기 계측이력을 시각화하는 시스템에 대해 설명하도록 한다.

[0064] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치의 내부 하드웨어 설계를 보여주는 다이어그램을 도시한 것이다.

[0065] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 센서가 계측한 데이터의 QR 시각화 과정이며 궤적의 이동에 따라 변화하는 모습을 나타낸 것이다. 그리고 도 6는 본 발명의 실시예에 따른 저항식 터치패드의 단위가 pixel에서 mm로 변환되는 모식도를 도시한 것이다.

[0066] 본 발명의 실시예에 따른 계측데이터 획득부(120)는 펜촉(21)에 의해 생성된 좌표값으로부터 균열을 계측한다. 이러한 계측데이터 획득부(120)는, 터치패드(30)의 좌표값으로부터 평면상의 2차원 균열을 계측하고, 터치패드(30)에 가해지는 압력값으로부터 Z축방향의 미세변위를 산출하여 3차원 괘적변화를 계측하게 된다.

[0067] 또한 도 6에 도시된 바와 같이, 계측데이터 획득부는, 터치패드 좌표값에 스케일 팩터(scaling factor)를 곱해 길이단위(mm)로 변환함을 알 수 있다.

[0068] 그리고 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치(100)의 본체(10) 일측에 디스플레이부(11)가 구비된다. 그리고 예를들어 SD카드로 구성될 수 있는 저장부는 이러한 계측데이터를 저장한다.

[0069] 또한 시각화모듈(130)은 계측데이터 획득부(120)에서 계측한 계측데이터를 시각화하여 디스플레이부(11)에 표출하도록 구성된다.

[0070] 구체적으로 시각화모듈(130)은, 저장부에 기록된 계측데이터를 인코딩하여 이-페이퍼(E-paper)를 통해 QR코드화하여 디스플레이부(11)에 시각화하도록 구성된다. 따라서 콘크리트 구조물의 균열 이력을 부착이 용이한 저가의 센서로 장기 추적 가능하며, 계측 이력을 모두 내부 저장부(SD카드)에 저장하여 시작점으로부터 계측 지점에 도

달하기까지의 중간과정(이력)을 제공할 수 있다.

[0071] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 시스템의 작동주기를 제어하는 트리거시스템(110)을 포함하여 구성될 수 있다. 이러한 트리거시스템(110)은, 초저전력상태인 슬립모드에서, 설정된 주기 또는 이벤트 발생시 작동모드로 변환시키는 RTC를 포함하고, 작동모드시 계측데이터획득부(120)를 통해 계측데이터를 산출하고, 저장부에 저장한 후, 시각화모듈(130)을 통해 디스플레이부에 시각화하게 된다.

[0072] 즉, 센서에 타이머 기반 트리거시스템(110)을 탑재하여 평소에 초저전력 상태(sleep mode)를 유지하다가 미리 설정된 계측주기에 따라 작동모드로 전환되어 계측을 수행하고 이를 저장/시각화한 뒤 다시 슬립모드로 전환되는 전력 관리 회로를 내장하였다.

[0073] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 구조물(교량 등)의 균열부에 부착된 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치(스마트 균열계)의 QR코드를 드론이나 로봇으로 자동 수집하는 모습을 나타낸 것이다.

[0074] 본 발명의 실시예에서는 드론 등의 데이터수집 모빌리티(2)를 통해 디스플레이부(11)에서 시각화된 QR코드를 스캔하여 계측데이터를 수집할 수 있다.

[0075] 즉, E-paper를 통해 계측 데이터를 압축한 QR코드를 무전력으로 시각화하여 인력의 방문 없이도 드론이나 로보틱스와 같은 무인 이동체를 통해 데이터를 수집할 수 있게끔할 수 있다.

[0076] 또한 저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치(100)는 근거리 통신모듈을 포함할 수 있다. 따라서 근거리 통신연결된 모바일 기기(3)를 통해 계측데이터를 수집할 수 있다. 예를 들어, 센서에 내장된 블루투스 기능을 이용해 센서 주변으로 Beacon 신호를 게시(Advertising)하여, 블루투스를 이용한 데이터 수집이 가능하도록 할 수 있다.

[0078] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

## *부호의 설명*

[0079] 1:균열부

2:데이터수집 모빌리티

3:통신연결 모바일기기

4:교량

10:본체

11:디스플레이부

20:연결부

21:펜촉

22:힌지결합부

30:터치패드

100:저항식 터치패드를 이용한 콘크리트 균열 궤적 모니터링 장치

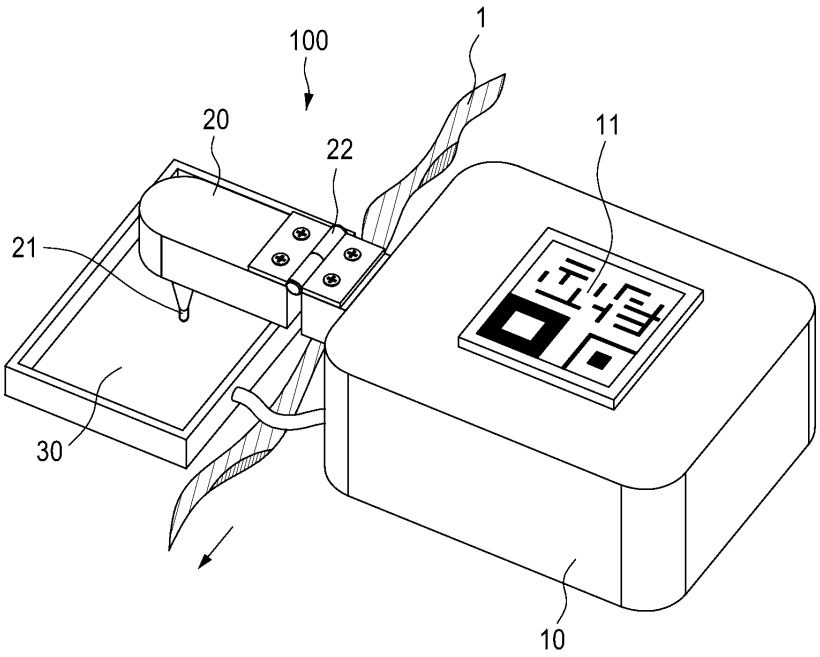
110:트리거시스템

120:계측데이터 획득부

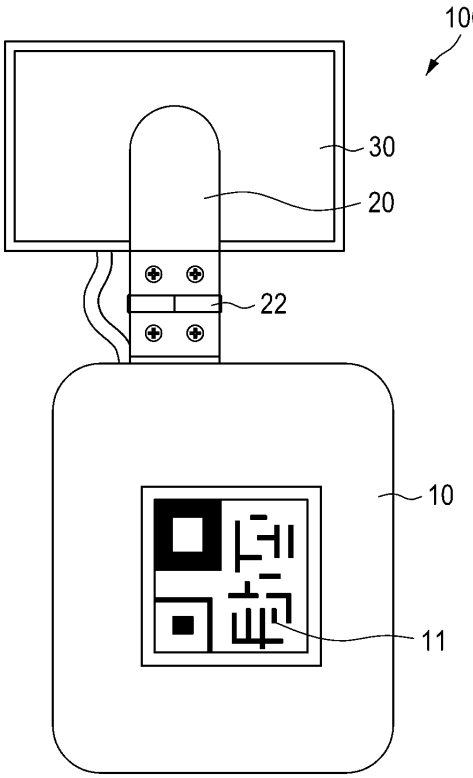
130:시각화모듈

## 도면

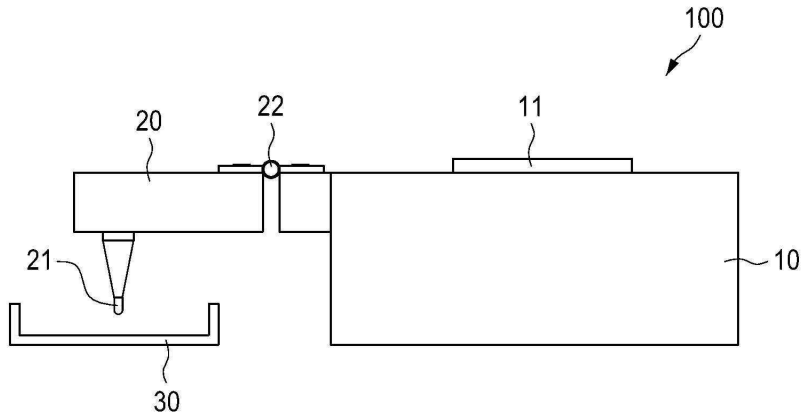
### 도면1



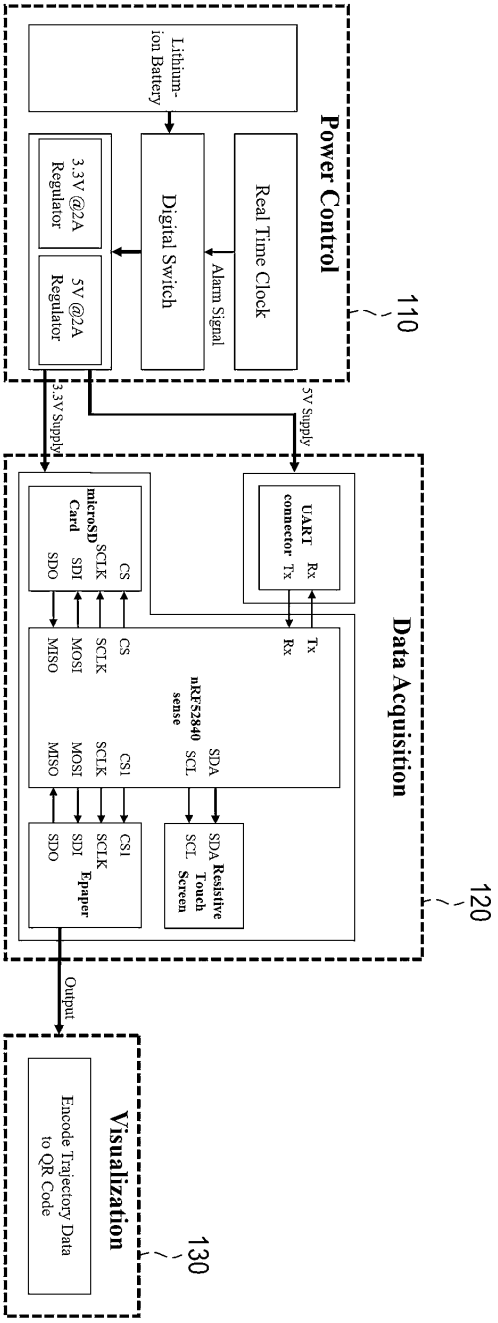

### 도면2a



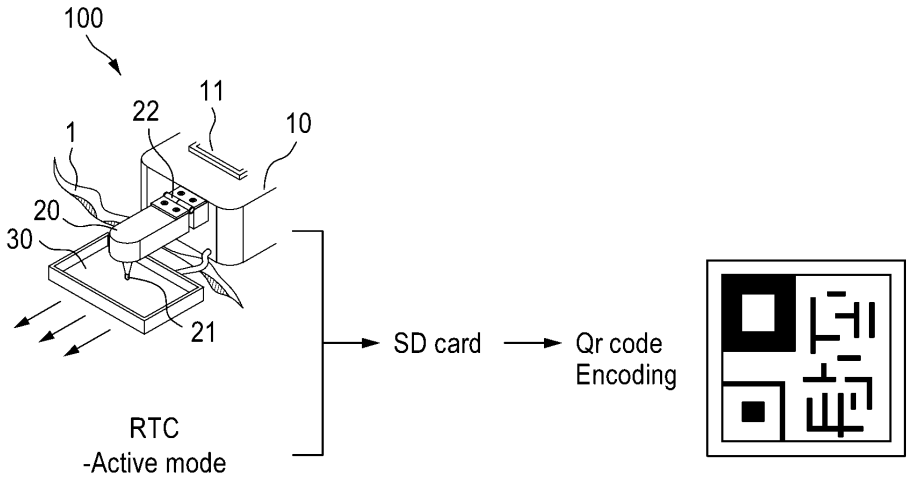
도면2b



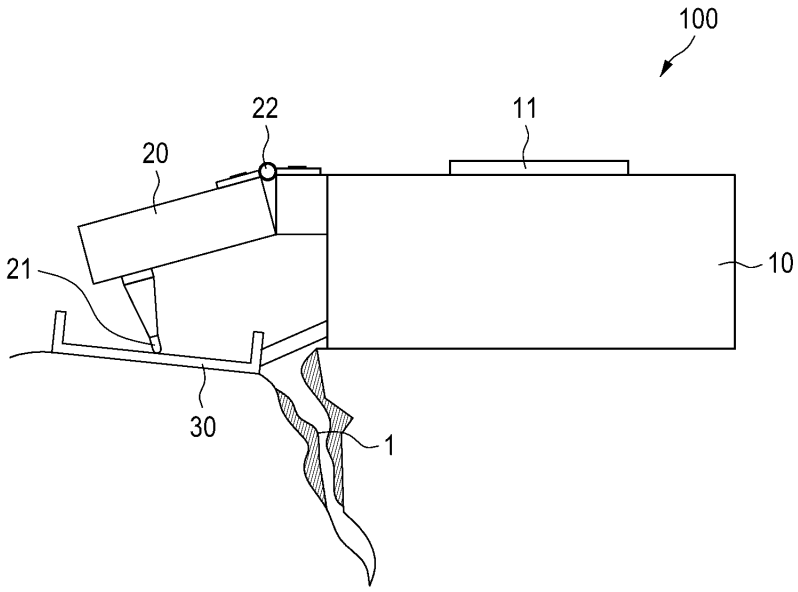
도면3


Power Control
Lithium-ion Battery
3.3V @2A Regulator
5V @2A Regulator
Digital Switch
Real Time Clock
Alarm Signal
110
3.3V Supply
5V Supply
Data Acquisition
microSD Card
CS
SCLK
SDI
SDO
UART connector
Rx
Tx
MISO
MOSI
nKF52840 sense
SDA
SCL
CS1
Epaper
Resistive Touch Screen
120
Output
Visualization
Encode Trajectory Data to QR Code
130

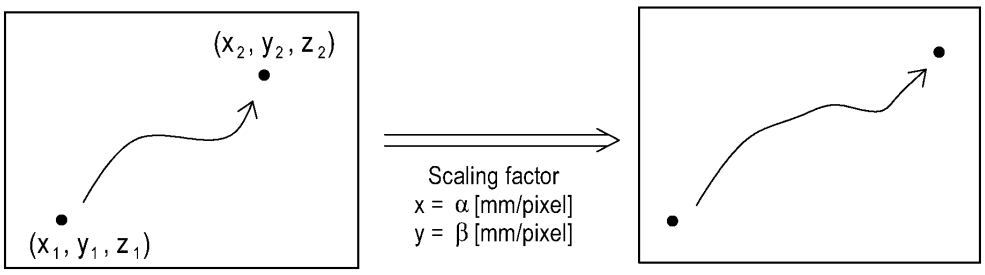
도면4


100
11
22
10
1
20
30
21
SD card
Qr code
Encoding
RTC
-Active mode

도면5


100
22
11
20
21
10
30
1

도면6


(x2, y2, z2)
(x1, y1, z1)
Scaling factor
x = α [mm/pixel]
y = β [mm/pixel]

도면7

