



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0052683
(43) 공개일자 2023년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/31 (2006.01) G01N 21/25 (2006.01)

G01N 33/38 (2020.01) G06N 20/00 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/314 (2013.01)

G01N 21/255 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0136008

(22) 출원일자 2021년10월13일

심사청구일자 2021년10월13일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

주영규

서울특별시 서초구 사임당로 137(서초동, 신동아아파트) 3동 703호

장아름

서울특별시 성북구 고려대로22길 15 (안암동5가, 영산빌딩)

송창현

서울특별시 강남구 개포로109길 69 (개포동 엘지개포자이) 102동 1001호

(74) 대리인

특허법인 아이퍼스

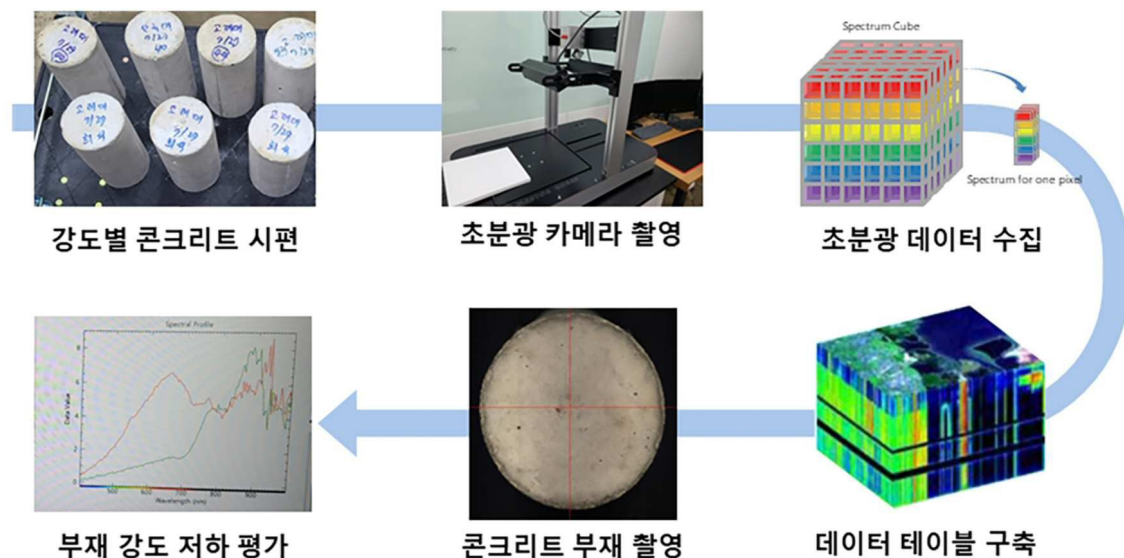
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법

(57) 요약

본 발명은 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템에 있어서, 복수의 강도별 시편 각각을 촬영하여, 시편 각각에 대한 초분광 데이터를 획득하고, 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 획득하는 초분광 카메라; 강도별 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 빅데이터 수집부; 및 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 상기 데이터 테이블에 입력하여 회귀분석을 진행하여, 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 평가수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 33/383 (2013.01)

G06N 20/00 (2021.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2001082
과제번호	2020R1A2C300568712
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	(이공)(유형2)중견연구(연평균연구비 2억원~4억원이내)
연구과제명	AI를 활용한 열화상 이미지 기반 건물 포렌식 기술
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2025.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711137738
과제번호	2021R1A5A1032433
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학분야(S/ERC)
연구과제명	초융합 건설 포렌식 연구센터
기 여 율	1/2
과제수행기관명	고려대학교 산학협력단
연구기간	2021.06.01 ~ 2028.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템에 있어서,

복수의 강도별 시편 각각을 촬영하여, 시편 각각에 대한 초분광 데이터를 획득하고, 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 획득하는 초분광 카메라;

강도별 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 빅데이터 수집부; 및

상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 상기 데이터 테이블에 입력하여 회귀분석을 진행하여, 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 평가수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 빅데이터 수집부는 초분광 데이터의 특정파장을 수집하며, 수집된 특정파장을 모아 데이터 테이블을 구축하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템.

청구항 3

제 2항에 있어서,

평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하는 데이터 학습부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 데이터 학습부는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 상기 시편의 종류별로 파장 특성을 도출하고,

상기 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장특성을 기반으로 상기 콘크리트 부재의 종류를 판별하고, 판별된 종류로 분류된 초분광 데이터들과 상기 콘크리트 부재의 초분광데이터를 매칭시켜 매칭된 초분광 데이터의 강도를 기반으로 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템.

청구항 6

비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법에 있어서,

초분광 카메라를 통해 복수의 강도별 시편 각각을 촬영하여, 시편 각각에 대한 초분광 데이터를 획득하는 제1단계;

빅데이터 수집부가 강도별 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 제2단계;

초분광 카메라를 통해 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 획득하는 제3단계;

평가 수단이 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 상기 데이터 테이블에 입력하여 회귀 분석을 진행하여, 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제2단계에서, 상기 빅데이터 수집부는 초분광 데이터의 특정파장을 수집하며, 수집된 특정파장을 모아 데이터 테이블을 구축하고,

상기 제4단계에서, 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 제4단계에서 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법.

청구항 9

제 8항에 있어서,

상기 제2단계에서,

데이터 학습부가 수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하는 단계를 더 포함하고

상기 데이터 학습부는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 상기 시편의 종류별로 파장 특성을 도출하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 제4단계에서, 상기 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장특성을 기반으로 상기 콘크리트 부재의 종류를 판별하고, 판별된 종류로 분류된 초분광 데이터들과 상기 콘크리트 부재의 초분광데이터를 매칭시켜 매칭된 초분광 데이터의 강도를 기반으로 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법.

청구항 11

컴퓨터에 의해 판독가능한 프로그램으로서, 제 6항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 따른 평가방법을 실행시키는 프로그램.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 초분광 카메라로 촬영한 콘크리트 부재의 초분광 데이터를 빅데이터 기반의 머신러닝을 이용하여 압축강도를 평가하는 기술에 대한 것을 말한다.

배경 기술

- [0002] 본 발명이 속한 종래 기술은 비파괴 기법을 활용한 구조물의 안전진단기술에 바탕을 두고 있다.
- [0003] 기존의 콘크리트 강도측정 기술은 슈미트 해머를 이용한 반발경도 측정법과 공시체 추출을 통한 압축강도 시험 기법이 있다. 반발경도 측정법은 타격법중의 하나이며 콘크리트의 표면을 슈미트 해머로 타격하여 표면의 손상 정도나 반발 정도로부터 압축강도를 판정하는 검사방법이고 압축강도 시험 기법은 필요한 부분의 부재에서 공시체를 추출하여 압축강도 시험을 진행하여 강도를 측정하는 기법이다.
- [0004] 초분광 카메라는 초분광 센서를 이용하여 NIR, VNIR, SWIR 등의 영역에서 초분광 정보를 수집하는 장치이다. 물질은 각각의 특징에 따라 특정한 파장을 갖기에 이를 이용하여 콘크리트의 특정 파장 수집을 통해 강도를 측정한다.
- [0005] 초분광 카메라 촬영 기법은 물질에 대해 카메라가 이동하며 물질 전체를 스캐닝하는 방법과 물질을 이동시키며 스캐닝하는 방법이 있다. 물질을 이동시키며 스캐닝하는 방식의 경우 실내에서 촬영이 가능하며 광원을 제공할 때 일정하게 유지할 수 있기 때문에 높은 신뢰성의 데이터를 얻는 것이 가능하다.
- [0006] 데이터의 분석에 있어 머신러닝 알고리즘은 복잡한 입력값에 대하여 높은 성능을 기대할 수 있다. 특히 초분광 데이터의 경우 대기환경, 광원의 값, 실시간 변동성 등의 영향을 많이 받아 유용한 결과값의 도출이 어렵다. 이러한 관점에서 머신러닝을 이용한 분석은 외부변수를 분석하여 식별 가능한 특성을 찾으므로 높은 신뢰성의 결과값을 기대할 수 있다.
- [0007] 종래의 콘크리트 강도 측정 방식은 공시체 추출을 통한 압축강도 시험, 슈미트 해머를 이용한 반발경도 측정법이 있다. 기존의 방식들은 모두 측정을 진행하는 콘크리트에 손상이 가해지거나, 사람이 다가가기 힘든 부분의 측정은 제한되어있다. 또한 압축강도 시험의 경우 시험기의 크기가 크고 무거워 장소의 제한 역시 존재한다.

선행기술문헌**특허문헌**

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1958539호
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1922831호
(특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-2254773호

발명의 내용**해결하려는 과제**

- [0009] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 실시예에 따르면, 초분광 카메라를 이용하였으며 촬영을 통해 얻어지는 초분광 이미지를 통해 강도를 평가할 수 있는, 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 다양한 강도의 콘크리트 실험체를 초분광 카메라로 촬영하여 각 강도에 맞는 초분

광 이미지 및 콘크리트의 특정 파장대를 모은 후 각 데이터에 강도 값을 입력해 빅데이터를 만들고 머신러닝을 이용해 빅데이터를 교육시킨 후, 강도를 측정하고 싶은 콘크리트의 초분광 이미지를 촬영하여 파장을 입력하면 회귀분석을 통해 높은 정확도의 강도 평가를 진행할 수 있는, 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 초분광 카메라를 구조물 안전진단에 사용할 경우 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대한 효율적인 부재의 강도 평가가 가능해지며, 이에 따라 기존의 제한점이 사라지게 될 수 있으며, 콘크리트 부재의 강도와 초분광 파장의 관계를 머신러닝을 이용해 비파괴 및 비접촉 검사를 진행하여 신속하고 간단하게 부재의 강도 평가를 진행할 수 있는, 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따르면, 초분광 카메라를 이용한 콘크리트 구조물의 긴급안전진단에 적용이 가능하며, 저층 건축물부터 사람의 접근이 제한되는 고층 이상의 건축물까지 적용이 가능하고, 제한점이 많았던 기존의 진단방법의 효율적인 대체방안으로 활용할 수 있으며, 노후 아파트 단지와 같은 넓은 범위의 안전진단 작업에 간단하고 신속하게 진행이 가능한, 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0013] 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

[0014] 본 발명의 제1목적은 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템에 있어서, 복수의 강도별 시편 각각을 촬영하여, 시편 각각에 대한 초분광 데이터를 획득하고, 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 획득하는 초분광 카메라; 강도별 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 빅데이터 수집부; 및 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 상기 데이터 테이블에 입력하여 회귀분석을 진행하여, 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 평가수단;을 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템으로서 달성될 수 있다.

[0015] 그리고 빅데이터 수집부는 초분광 데이터의 특정파장을 수집하며, 수집된 특정파장을 모아 데이터 테이블을 구축하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0016] 또한 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0017] 그리고 수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하는 데이터 학습부를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0018] 또한 상기 데이터 학습부는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 상기 시편의 종류별로 파장 특성을 도출하고, 상기 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장특성을 기반으로 상기 콘크리트 부재의 종류를 판별하고, 판별된 종류로 분류된 초분광 데이터들과 상기 콘크리트 부재의 초분광데이터를 매칭시켜 매칭된 초분광 데이터의 강도를 기반으로 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0019] 본 발명의 제2목적은, 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법에 있어서, 초분광 카메라를 통해 복수의 강도별 시편 각각을 촬영하여, 시편 각각에 대한 초분광 데이터를 획득하는 제1단계; 빅데이터 수집부가 강도별 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 제2단계; 초분광 카메라를 통해 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 획득하는 제3단계; 평가 수단이 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터를 상기 데이터 테이블에 입력하여 회귀분석을 진행하여, 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 제4단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법으로서 달성될 수 있다.

[0020] 그리고 상기 제2단계에서, 상기 빅데이터 수집부는 초분광 데이터의 특정파장을 수집하며, 수집된 특정파장을 모아 데이터 테이블을 구축하고, 상기 제4단계에서, 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [0021] 또한 상기 제4단계에서 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 상기 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0022] 그리고 상기 제2단계에서, 데이터 학습부가 수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하는 단계를 더 포함하고, 상기 데이터 학습부는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 상기 시편의 종류별로 파장 특성을 도출하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0023] 또한 상기 제4단계에서, 상기 평가수단은 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재에 대한 초분광 데이터의 파장특성을 기반으로 상기 콘크리트 부재의 종류를 판별하고, 판별된 종류로 분류된 초분광 데이터들과 상기 콘크리트 부재의 초분광데이터를 매칭시켜 매칭된 초분광 데이터의 강도를 기반으로 상기 콘크리트 부재의 강도를 평가하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 제3목적은, 컴퓨터에 의해 판독가능한 프로그램으로서, 앞서 언급한 제2목적에 따른 평가방법을 실행시키는 프로그램으로서 달성될 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 초분광 카메라를 이용하였으며 촬영을 통해 얻어지는 초분광 이미지를 통해 강도를 평가할 수 있는 효과를 갖는다.
- [0026] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 다양한 강도의 콘크리트 실험체를 초분광 카메라로 촬영하여 각 강도에 맞는 초분광 이미지 및 콘크리트의 특정 파장대를 모은 후 각 데이터에 강도 값을 입력해 빅데이터를 만들고 머신러닝을 이용해 빅데이터를 교육시킨 후, 강도를 측정하고 싶은 콘크리트의 초분광 이미지를 촬영하여 파장을 입력하면 회귀분석을 통해 높은 정확도의 강도 평가를 진행할 수 있는 장점이 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 초분광 카메라를 구조물 안전진단에 사용할 경우 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대한 효율적인 부재의 강도 평가가 가능해지며, 이에 따라 기존의 제한점이 사라지게 될 수 있으며, 콘크리트 부재의 강도와 초분광 파장의 관계를 머신러닝을 이용해 비파괴 및 비접촉 검사를 진행하여 신속하고 간단하게 부재의 강도 평가를 진행할 수 있는 장점을 갖는다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 초분광 카메라를 이용한 콘크리트 구조물의 긴급안전진단에 적용이 가능하며, 저층 건축물부터 사람의 접근이 제한되는 고층 이상의 건축물까지 적용이 가능하고, 제한점이 많았던 기존의 진단방법의 효율적인 대체방안으로 활용할 수 있으며, 노후 아파트 단지와 같은 넓은 범위의 안전진단 작업에 간단하고 신속하게 진행이 가능한 장점이 있다.
- [0029] 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

- [0030] 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 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법의 흐름도,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라 사진,
- 도 4는 빅데이터 분석 예시도,
- 도 5는 콘크리트 공시체,

도 6a 내지 도 6c은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 부재 초분광 데이터 예시도,
 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 테이블 구축 단계에서의 시스템 블록도,
 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 강도 평가 단계에서의 시스템 블록도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0031] 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.
- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] 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.
- [0035] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 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.
- [0037] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가 시스템의 구성, 기능 및 평가 방법에 대해 설명하도록 한다.
- [0038] 먼저, 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0039] 그리고 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라 사진을 나타낸 것이고, 도 4는 빅데이터 분석 예시도, 도 5는 콘크리트 공시체 사진을 나타낸 것이다.
- [0040] 또한 도 6a 내지 도 6c은 본 발명의 실시예에 따른 콘크리트 부재 초분광 데이터 예시도를 나타낸 것이다. 그리고 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 데이터 테이블 구축 단계에서의 시스템 블록도를 도시한 것이고, 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 강도 평가 단계에서의 시스템 블록도를 도시한 것이다.
- [0041] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템은 전체적으로, 초분광카메라(10), 빅데이터 수집부(21), 데이터 학습부(22), 평가수단(23) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0042] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가방법은, 크게,

도 7a에 도시된 바와 같이, 강도별 콘크리트에 대한 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하는 단계와, 도 7b에 도시된 바와 같이, 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대한 초분광 이미지를 촬영하여 구축된 데이터 테이블을 기반으로 회귀분석을 통해 강도를 평가하는 단계로 구분될 수 있다.

- [0043] 데이터 테이블을 구축하는 단계는, 도 1, 도 2에 도시된 바와 같이, 먼저, 강도별 콘크리트 시편(1)을 준비한다. 이러한 시편(1)은 강도를 정확히 알고 있으며, 콘크리트의 종류(예를 들어, 다양한 혼화제가 혼합된 특수 콘크리트, 일반 콘크리트 등)를 알고 있다.
- [0044] 그리고 도 3에 도시된 초분광 카메라(10)를 통해 강도별 시편(1) 각각을 촬영하여(S1) 초분광 데이터를 획득하게 된다(S2).
- [0045] 그리고 빅데이터 수집부(21)는 이러한 강도별 시편(1) 각각에 대한 초분광 데이터를 수집하여 데이터 테이블을 구축하게 된다. 구체적으로 빅데이터 수집부(21)는 초분광 데이터의 특정파장을 수집하며(S3), 수집된 특정파장을 모아 데이터 테이블을 구축하게 된다(S4). 즉, 다양한 강도의 콘크리트 시편(1)을 촬영하여 각 강도에 맞는 초분광 데이터 및 콘크리트 특정 파장대를 모은 후 각 데이터에 강도 값을 입력해 빅데이터를 만들고 머신러닝을 이용해 빅데이터를 교육시킨다.
- [0046] 즉, 데이터 학습부(22)는 수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하여, 강도에 따른 초분광 파장의 특징을 도출할 수 있다.
- [0047] 또한 데이터 학습부(22)는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 시편(1)의 종류별로 파장 특성을 도출하게 된다. 이러한 데이터 테이블은 촬영되는 강도별 시편(1)의 개수가 방대해 짐에 따라 정교해지고 빅데이터화되게 된다.
- [0048] 데이터 테이블과 머신러닝을 통한 학습 후, 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대해 초분광 카메라(10)를 통해 초분광 데이터를 획득하게 된다(S5). 그리고 평가수단(23)은 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대한 초분광 데이터를 데이터 테이블에 입력하여 회귀분석을 진행하여(S6), 상기 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)의 강도를 평가하게 된다(S7). 즉, 강도를 평가하고 싶은 콘크리트 부재(2)의 초분광 이미지를 촬영하여 파장을 입력하면 회귀분석을 통해 높은 정확도의 강도평가가 진행되게 된다.
- [0049] 구체적으로, 평가수단(23)은 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대한 초분광 데이터의 파장과 매칭되는 데이터 테이블에 구축된 초분광 데이터를 도출하여, 매칭된 초분광 데이터의 강도값을 콘크리트 부재(2)의 강도로 평가하게 된다.
- [0050] 또한 앞서 언급한 바와 같이, 데이터 학습부(22)는 수집된 초분광 데이터에서 강도와 초분광 파장과의 관계를 학습하게 되며, 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대한 초분광 데이터에 대해 파장 특성을 분석하여, 이에 매칭되는 시편(1)의 초분광데이터를 도출하게 된다.
- [0051] 그리고 데이터 학습부(22)는 수집된 초분광 데이터를 종류별로 분류하고, 학습하여 상기 시편(1)의 종류별로 파장 특성을 도출하게 된다.
- [0052] 따라서 평가수단(23)은 먼저, 강도 평가 대상 콘크리트 부재(2)에 대한 초분광 데이터의 파장특성을 분석하여 콘크리트 부재(2)의 종류를 판별할 수 있다.
- [0053] 그리고, 판별된 종류로 분류된 초분광 데이터들과, 콘크리트 부재(2)의 초분광데이터를 비교 분석하여, 매칭된 초분광 데이터의 강도를 기반으로 콘크리트 부재(2)의 강도를 평가하게 된다.
- [0055] 앞서 언급한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축 강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 다양한 강도의 콘크리트 실험체를 초분광 카메라로 촬영하여 각 강도에 맞는 초분광 이미지 및 콘크리트의 특정 파장대를 모은 후 각 데이터에 강도 값을 입력해 빅데이터를 만들고 머신러닝을 이용해 빅데이터를 교육시킨 후, 강도를 측정하고 싶은 콘크리트의 초분광 이미지를 촬영하여 파장을 입력하면 회귀분석을 통해 높은 정확도의 강도 평가를 진행할 수 있게 된다.
- [0056] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가방법에 따르면, 초분광 카메라를 구조물 안전진단에 사용할 경우 최소한의 인력으로 넓은 범위에 대한 효율적인 부재의 강도 평가가 가능해지며, 이에 따라 기존의 제한점이 사라지게 될 수 있으며, 콘크리트 부재의 강도와 초분광 파장의 관계를 머신러닝을 이용해 비파괴 및 비접촉 검사를 진행하여 신속하고 간단하게 부재의 강도 평

가를 진행할 수 있게 된다.

[0057] 본 발명의 실시예에 따른 초분광 카메라와 머신러닝을 이용한 비접촉식 콘크리트 압축강도 평가시스템 및 평가 방법에 따르면, 초분광 카메라를 이용한 콘크리트 구조물의 긴급안전진단에 적용이 가능하며, 저층 건축물부터 사람의 접근이 제한되는 고층 이상의 건축물까지 적용이 가능하고, 제한점이 많았던 기존의 진단방법의 효율적인 대체방안으로 활용할 수 있으며, 노후 아파트 단지와 같은 넓은 범위의 안전진단 작업에 간단하고 신속하게 진행이 가능하다.

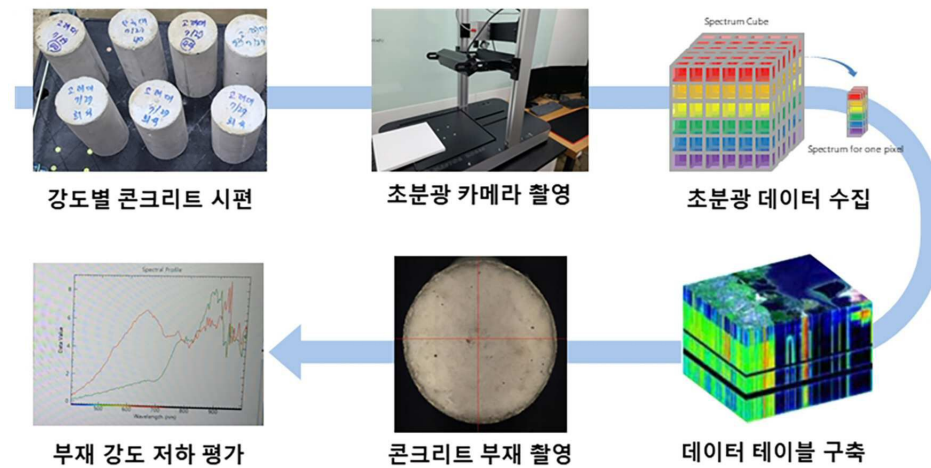
[0059] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

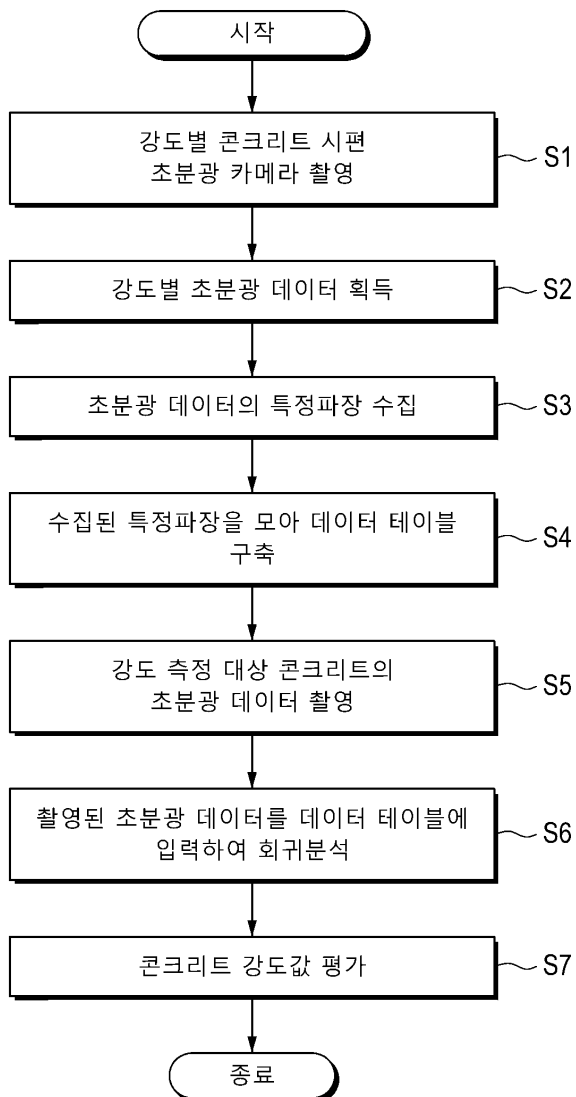
[0060] 1:강도별 시편
2:평가 대상 콘크리트 부재
10:초분광 카메라
21:빅데이터 수집부
22:데이터 학습부
23:평가수단

도면

도면1



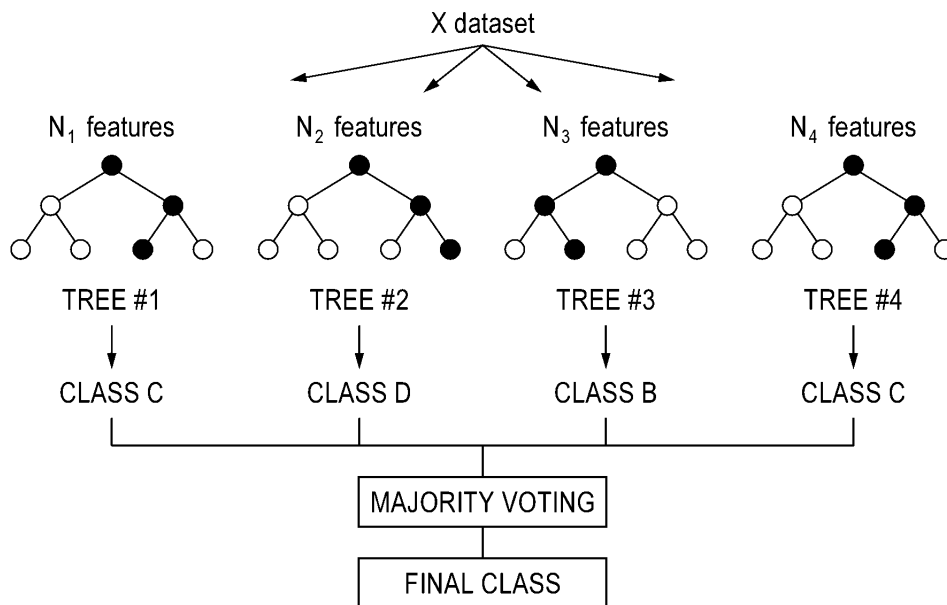
도면2



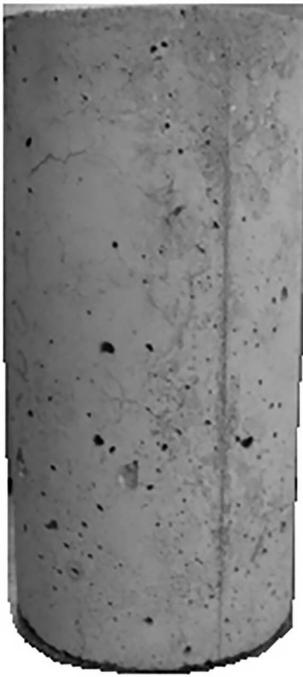
도면3



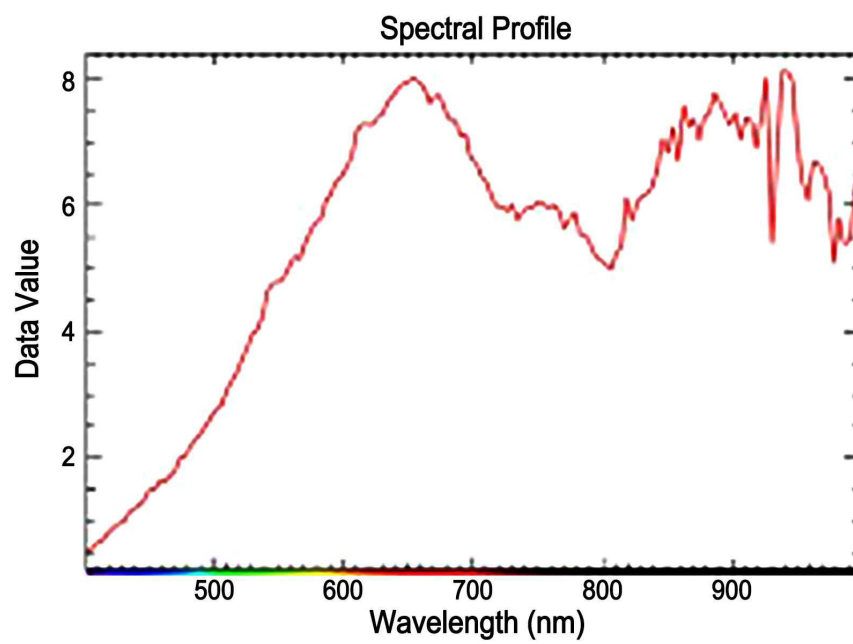
도면4



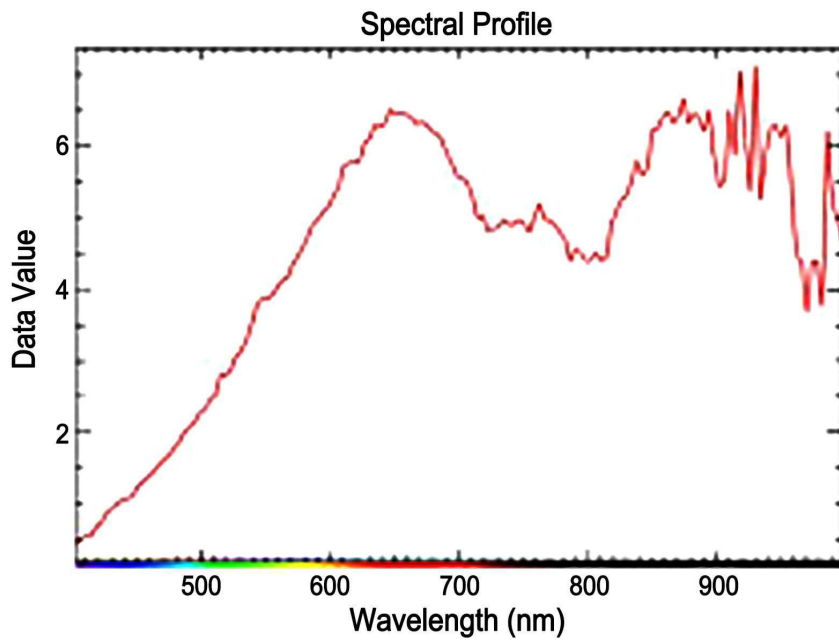
도면5



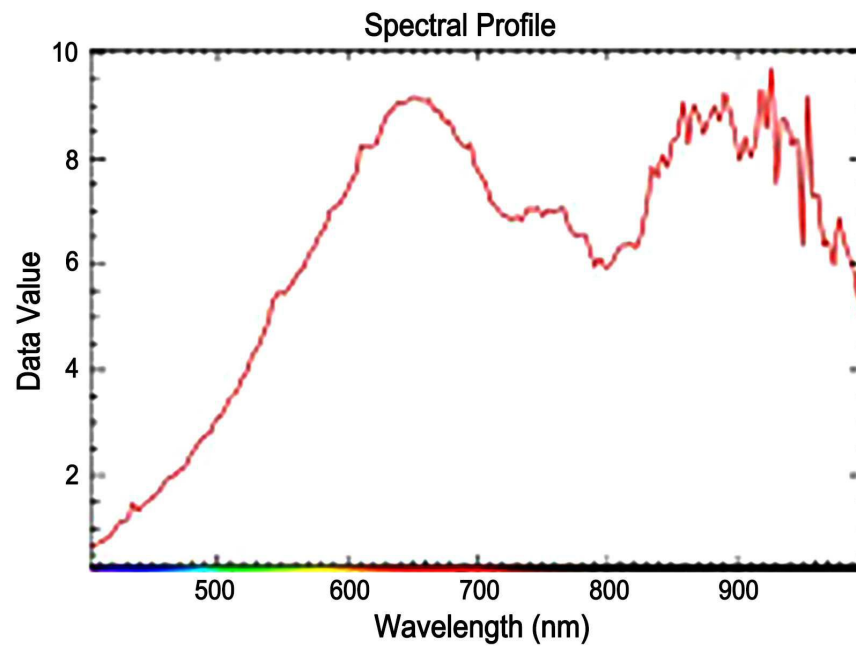
도면6a



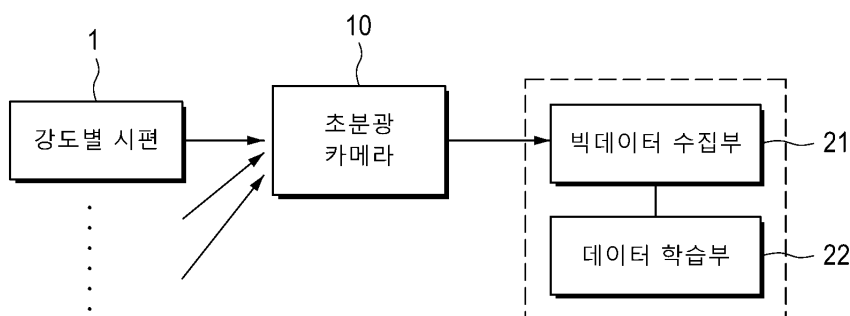
도면6b



도면6c



도면7a



도면 7b

