



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0095315  
(43) 공개일자 2017년08월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G03G 21/04* (2006.01) *G01V 15/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G03G 21/04* (2013.01)  
*G01V 15/00* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7019293
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월07일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년07월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/064279
- (87) 국제공개번호 WO 2016/099981  
국제공개일자 2016년06월23일
- (30) 우선권주장  
62/093,467 2014년12월18일 미국(US)

- (71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자  
사벨리 앤서니 제이  
미국 10606 뉴욕주 화이트 플레이스 뱅크 스트리트 20 아파트먼트 201에이  
슈마허 제니퍼 에프  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 조윤성, 김영

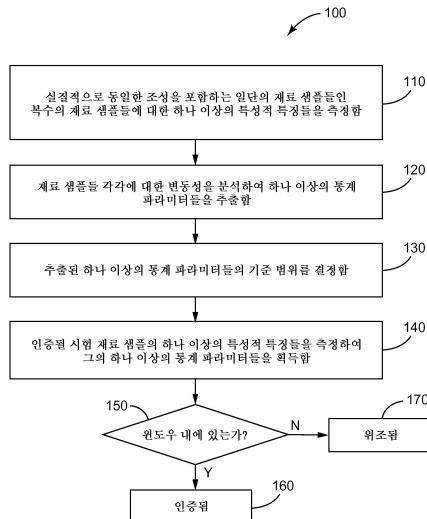
전체 청구항 수 : 총 20 항

**(54) 발명의 명칭 자동화된 위조 방지를 위한 재료들의 일괄 인증**

**(57) 요약**

재료 샘플들을 인증하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들에 대해 특성적 특징들이 측정된다. 측정된 특성적 특징들은 통계 파라미터들을 추출하기 위해 분석되는 각자의 변동성을 갖는다. 몇몇 경우에, 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터들에 기초하여 기준 범위들이 결정된다. 시험 재료 샘플의 대응하는 통계 파라미터들이 기준 범위들과 비교되어 시험 재료 샘플이 진품인지 여부를 확인한다.

**대 표 도 - 도1**



(72) 발명자

**세켈 앤니나**

미국 08542 뉴저지주 프린스턴 스프루스 스트리트  
150 아파트먼트 3

**스tan키에비츠 브라이언 제이**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**캐스너 글렌 이**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

---

**휘틀리 존 에이**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**보니파스 앤드류 피**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**시바링암 라비스한카르**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

재료 샘플들의 인증 방법으로서,

복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들 - 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들(batch of material samples)이고, 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성(variability)을 가짐 - 을 측정하는 단계; 및 각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하는 단계를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터에 기초하여 기준 범위를 결정하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 인증될 시험 재료 샘플의 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하여 시험 재료 샘플의 하나 이상의 통계 파라미터들을 획득하는 단계, 및 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들을 결정된 기준 범위와 비교하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들이 기준 범위 내에 있다면, 샘플이 인증되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 하나 이상의 재료 특성들을 측정하는 단계는 일단의 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계, 및 획득된 디지털 이미지들로부터 각자의 변동성을 추출하는 단계를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수(basis function)들을 생성하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 7

제5항에 있어서, 인증될 시험 재료 샘플에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계, 및 복수의 기저 함수들의 서브세트(subset)를 사용하여 디지털 이미지들을 재구성하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 복수의 기저 함수들은 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 사용하여 생성되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 하나 이상의 특성적 특징들은 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릿(electret) 관련 특징, 또는 기계적 특징을 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 일단의 재료 샘플들은 일단의 연마재들, 광학 필름들 및 부직포들로부터 선택되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

**청구항 11**

자동화된 위치 방지 방법으로서,

미리 결정된 위치에서 시험 물체의 가시 표면(visible surface) 내에 재료의 패치(patch) - 재료의 패치는 실질적으로 동일한 조성을 갖고 동일한 공정으로 생성되는 일단의 재료들로부터 유래되고, 일단의 재료들에 대한 특성적 특징은 서로 다른 각자의 변동성을 가짐 - 를 통합시키는 단계;

일단의 재료들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계;

획득된 디지털 이미지들로부터 변동성을 추출하는 단계;

추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수들을 생성하는 단계;

미리 결정된 위치에서 시험 물체 내에 통합된 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 획득하는 단계; 및

복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용하여 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 재구성하는 단계

를 포함하는, 자동화된 위치 방지 방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 재구성에 대한 재구성 오차를 평가하는 단계, 및 재구성 오차가 미리 결정된 값보다 낮을 때 시험 물체를 진품으로 식별하는 단계를 추가로 포함하는, 자동화된 위치 방지 방법.

**청구항 13**

제11항에 있어서, 일단의 재료들은 일단의 다층 광학 필름들, 또는 일단의 부직포들을 포함하는, 자동화된 위치 방지 방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 일단의 다층 광학 필름들은 일단의 화염 엠보싱된 필름들, 미러 필름들, 또는 파장 특정(wavelength specific) 필터 필름들로부터 선택되는, 자동화된 위치 방지 방법.

**청구항 15**

재료 샘플들의 인증 시스템으로서,

복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들 - 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들이고, 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성을 가짐 - 을 측정하도록 구성되는 측정 구성요소; 및

각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하도록 구성되는 계산 구성요소

를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

**청구항 16**

제15항에 있어서, 계산 구성요소는 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터에 기초하여 기준 범위를 결정하도록 구성되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

**청구항 17**

제16항에 있어서, 측정 구성요소는 인증될 시험 재료 샘플의 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하여 시험 재료 샘플의 하나 이상의 통계 파라미터들을 획득하도록 구성되고, 계산 구성요소는 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들을 결정된 기준 범위와 비교하도록 구성되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

## 청구항 18

제15항에 있어서, 측정 구성요소는 카메라를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

## 청구항 19

제15항에 있어서, 하나 이상의 특성적 특징들은 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릭 관련 특징, 또는 기계적 특징을 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

## 청구항 20

제15항에 있어서, 일단의 재료 샘플들은 일단의 연마재들, 광학 필름들 및 부직포들로부터 선택되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 재료 특성, 예를 들어 일단의 재료 샘플들(batch of material samples)의 재료 특성의 통계(statistic)에 기초하여 재료 샘플들을 인증하는 것에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 위조(counterfeiting)는 세계적인 문제이다. 상품, 제품, 또는 재료를 인증하기 위한 다양한 시스템 및 방법이 기재되어 있다. 미국 특히 출원 공개 제2004/197535호, 미국 특히 제7,495,214호, 미국 특히 제7,706,700호, 및 미국 특히 제7,715,733호가 위조를 해결하고 상품, 제품 또는 재료를 인증하기 위한 다양한 기술을 기재하고 있다.

#### 발명의 내용

[0003] 다수의 산업과 응용에서, 재료, 상품, 또는 제품을 효율적이고 비용-효과적인 방식으로 인증하려는 요망이 있다. 산업과 응용은 여권 및 신분증과 같은 보안 문서, 의료용 테이프 또는 드레이프(drape), 호흡기 마스크, 필터, 광학 필름, 단열 재료, 연마 디스크 또는 사포 등을 포함하지만, 이로 한정되지 않는다. 많은 재료 샘플이 그들의 특성의 고유 물리적 변동성(inherent physical variability)을 갖는다. 일단의 재료 샘플들이 상이한 재료 특성 또는 특징을 보일 수 있지만, 재료 특성 또는 특징의 통계 및/또는 파라미터(parameter)는 샘플마다 더 적은 정도로 다를 수 있다. 간단히 말하면, 일 태양에서, 본 발명은 재료 샘플에 존재하는 물리적 변동의 통계 및/또는 파라미터를 사용함으로써 재료 샘플을 인증하기 위한 시스템 및 방법을 기술한다.

[0004] 본 명세서에 기술된 용어 "일단의 재료 샘플들"은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고/포함하거나 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 다수의 재료 샘플들을 지칭한다.

[0005] 일 태양에서, 재료 샘플들의 인증 방법은 복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하는 단계를 포함하는데, 여기서 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들이다. 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성을 갖는다. 이 방법은 각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하는 단계를 추가로 포함한다.

[0006] 다른 태양에서, 자동화된 위조 방지 방법은 미리 결정된 위치에서 시험 물체의 가시 표면(visible surface) 내에 재료의 패치(patch)를 통합시키는 단계를 포함한다. 재료의 패치는 실질적으로 동일한 조성을 갖고 동일한 공정으로 생성되는 일단의 재료들로부터 유래된다. 일단의 재료들에 대한 특성적 특징은 서로 다른 각자의 변동성을 갖는다. 이 방법은 일단의 재료들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계, 획득된 디지털 이미지로부터 변동성을 추출하는 단계, 추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수(basis function)들을 생성하는 단계, 미리 결정된 위치에서 시험 물체 내에 통합된 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 획득하는 단계, 및 복수의 기저 함수들의 서브세트(subset)를 사용하여 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 재구성하는 단계를 추가로 포함한다.

[0007] 다른 태양에서, 재료 샘플들의 인증 시스템은 복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하도록 구성되는 측정 구성요소를 포함한다. 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으

로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들이다. 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성을 갖는다. 이 시스템은 각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하도록 구성되는 계산 구성요소를 추가로 포함한다.

[0008] 본 발명의 예시적인 실시예에서 다양한 예상치 못한 결과 및 이점이 얻어진다. 본 발명의 예시적인 실시예의 하나의 그러한 이점은 물리적 변동의 통계 및/또는 파라미터의 사용이 재료 또는 이러한 재료를 포함하는 상품/제품을 실시간으로 인증하기 위한 확실한 비용-효과적인 방식을 제공할 수 있다는 것이다. 본 명세서에 기술된 실시예는 시험될 재료의 특유의 시그니처(signature)를 검증할 필요가 없다. 대신에, 재료 고유의 재료 특성/특징을 평가함으로써 재료 샘플을 인증하기 위한 시스템 및 방법이 본 명세서에 제공된다.

#### 예시적인 실시예의 목록

[0010] 예시적인 실시예가 하기에 열거된다. 실시예 A 내지 K, L 내지 P, 및 Q 중 임의의 것이 조합될 수 있음이 이해될 것이다.

[0011] 실시예 A. 재료 샘플들의 인증 방법으로서,

[0012] 복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들 - 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들이고, 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성을 가짐 - 을 측정하는 단계; 및

[0013] 각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하는 단계

[0014] 를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0015] 실시예 B. 실시예 A의 방법으로서, 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터에 기초하여 기준 범위를 결정하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0016] 실시예 C. 실시예 B의 방법으로서, 인증될 시험 재료 샘플의 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하여 시험 재료 샘플의 하나 이상의 통계 파라미터들을 획득하는 단계, 및 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들을 결정된 기준 범위와 비교하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0017] 실시예 D. 실시예 C의 방법으로서, 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들이 기준 범위 내에 있다면, 샘플이 인증되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0018] 실시예 E. 임의의 선행하는 실시예들의 방법으로서, 하나 이상의 재료 특성들을 측정하는 단계는 일단의 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계, 및 획득된 디지털 이미지들로부터 각자의 변동성을 추출하는 단계를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0019] 실시예 F. 실시예 E의 방법으로서, 추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수들을 생성하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0020] 실시예 G. 실시예 E 또는 실시예 F의 방법으로서, 인증될 시험 재료 샘플에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계, 및 복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용하여 디지털 이미지들을 재구성하는 단계를 추가로 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0021] 실시예 H. 실시예 F의 방법으로서, 복수의 기저 함수들은 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 사용하여 생성되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0022] 실시예 I. 임의의 선행하는 실시예들의 방법으로서, 하나 이상의 특성적 특징들은 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릿(electret) 관련 특징, 또는 기계적 특징을 포함하는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0023] 실시예 J. 임의의 선행하는 실시예들의 방법으로서, 일단의 재료 샘플들은 일단의 연마재들, 광학 필름들 및 부직포들로부터 선택되는, 재료 샘플들의 인증 방법.

[0024] 실시예 K. 자동화된 위조 방지 방법으로서,

[0025] 미리 결정된 위치에서 시험 물체의 가시 표면 내에 재료의 패치 - 재료의 패치는 실질적으로 동일한 조성을 갖고 동일한 공정으로 생성되는 일단의 재료들로부터 유래되고, 일단의 재료들에 대한 특성적 특징은 서로 다른 각자의 변동성을 가짐 - 를 통합시키는 단계;

- [0026] 일단의 재료들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들을 획득하는 단계;
- [0027] 획득된 디지털 이미지들로부터 변동성을 추출하는 단계;
- [0028] 추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수들을 생성하는 단계;
- [0029] 미리 결정된 위치에서 시험 물체 내에 통합된 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 획득하는 단계; 및
- [0030] 복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용하여 재료의 패치에 대한 디지털 이미지를 재구성하는 단계
- [0031] 를 포함하는, 자동화된 위조 방지 방법.
- [0032] 실시예 L. 실시예 K의 방법으로서, 재구성에 대한 재구성 오차를 평가하는 단계, 및 재구성 오차가 미리 결정된 값보다 낮을 때 시험 물체를 진품으로 식별하는 단계를 추가로 포함하는, 자동화된 위조 방지 방법.
- [0033] 실시예 M. 실시예 K 또는 실시예 L의 방법으로서, 일단의 재료들은 일단의 다중 광학 필름들, 또는 일단의 부직포들을 포함하는, 자동화된 위조 방지 방법.
- [0034] 실시예 N. 실시예 N의 방법으로서, 일단의 다중 광학 필름들은 일단의 화염 엠보싱된 필름들, 미리 필름들, 또는 파장 특정(wavelength specific) 필터 필름들로부터 선택되는, 자동화된 위조 방지 방법.
- [0035] 실시예 O. 재료 샘플들의 인증 시스템으로서,
- [0036] 복수의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들 - 복수의 재료 샘플들은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들이고, 일단의 재료 샘플들에 대한 하나 이상의 특성적 특징들은 각자의 변동성을 가짐 - 을 측정하도록 구성되는 측정 구성요소; 및
- [0037] 각자의 변동성을 분석하여 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하도록 구성되는 계산 구성요소
- [0038] 를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0039] 실시예 P. 실시예 O의 시스템으로서, 계산 구성요소는 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터에 기초하여 기준 범위를 결정하도록 구성되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0040] 실시예 Q. 실시예 P의 시스템으로서, 측정 구성요소는 인증될 시험 재료 샘플의 하나 이상의 특성적 특징들을 측정하여 시험 재료 샘플의 하나 이상의 통계 파라미터들을 획득하도록 구성되고, 계산 구성요소는 획득된 하나 이상의 통계 파라미터들을 결정된 기준 범위와 비교하도록 구성되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0041] 실시예 R. 실시예 O내지 실시예 Q 중 어느 한 실시예의 시스템으로서, 측정 구성요소는 카메라를 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0042] 실시예 S. 실시예 O내지 실시예 R 중 어느 한 실시예의 시스템으로서, 하나 이상의 특성적 특징들은 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릭 관련 특징, 또는 기계적 특징을 포함하는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0043] 실시예 T. 실시예 O내지 실시예 S 중 어느 한 실시예의 시스템으로서, 일단의 재료 샘플들은 일단의 연마재들, 광학 필름들 및 부직포들로부터 선택되는, 재료 샘플들의 인증 시스템.
- [0044] 본 발명의 예시적인 실시예의 다양한 태양 및 이점이 요약되었다. 상기 발명의 내용은 본 발명의 각각의 예시된 실시예 또는 이 예시적인 특정 실시예의 모든 구현예를 설명하기 위한 것은 아니다. 하기의 도면 및 상세한 설명은 본 명세서에 개시된 원리를 이용하는 소정의 바람직한 실시예를 더 상세하게 예시한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0045] 본 발명은 첨부 도면과 함께 본 발명의 다양한 실시예의 하기의 상세한 설명을 고찰함으로써 더욱 완전히 이해될 수 있다.
- 도 1은 일 실시예에 따른, 재료 샘플들의 인증 방법의 흐름도.
- 도 2는 일 실시예에 따른, 재료 샘플들의 인증 시스템에 대한 블록도.
- 도 3a는 일 실시예에 따른, 재료 샘플의 광학 이미지를 예시한 도면.

도 3b는 도 3a의 광학 이미지의 이미지 픽셀들의 세기 값들을 예시한 도면.

도 4a는 일 실시예에 따른, 일단의 재료 샘플들 중 제1 재료 샘플에 대한 광학 이미지를 예시한 도면.

도 4b는 도 4a의 광학 이미지의 이미지 픽셀들의 세기 값들을 예시한 도면.

도 4c는 일단의 재료 샘플들 중 제2 재료 샘플에 대한 광학 이미지를 예시한 도면.

도 4d는 도 4c의 광학 이미지의 이미지 픽셀들의 세기 값들을 예시한 도면.

도 5a는 일 실시예에 따른, 일단의 부직포 샘플들에 대한 이미지들을 예시한 도면.

도 5b는 도 5a의 일단의 부직포 샘플들에 대한 광 투과율의 분포를 예시한 도면.

도 6a는 시험 부직포 샘플의 이미지를 예시한 도면.

도 6b는 도 5a의 일단의 부직포 샘플들과 비교함으로써 도 6a의 시험 부직포 샘플을 인증하는 것을 예시한 도면.

도 7a는 부직포 재료 샘플의 광학 이미지를 예시한 도면.

도 7b는 도 7a의 부직포 샘플에 대한 PCA 이미지 패치 사전(dictionary) 또는 기저 함수들을 예시한 도면.

도 8a는 화염-엠보싱된 필름 샘플의 광학 이미지를 예시한 도면.

도 8b는 도 8a의 화염-엠보싱된 필름 샘플에 대한 PCA 이미지 패치 사전 또는 기저 함수들을 예시한 도면.

도면에서, 유사한 도면 부호는 유사한 요소를 지시한다. 축척에 맞게 작성되지 않을 수 있는 전술된 도면이 본 발명의 다양한 실시예를 개시하고 있지만, 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 언급된 바와 같이, 다른 실시 예가 또한 고려된다. 모든 경우에, 본 발명은 현재 개시되는 발명을 명백한 제한으로서가 아니라 예시적인 실시예의 표현으로서 기술한다. 본 발명의 범주 및 사상에 속하는 많은 다른 변형 및 실시예가 당업자에 의해 고안될 수 있음이 이해되어야 한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046]

많은 재료 샘플들이 그들의 특성의 고유 물리적 변동성을 갖는다. 일단의 재료 샘플들이 상이한 재료 특성 또는 특징을 보일 수 있지만, 재료 특성 또는 특징의 통계 및/또는 파라미터는 샘플마다 더 적은 정도로 다를 수 있다. 간단히 말하면, 일 태양에서, 본 발명은 재료 샘플에 존재하는 물리적 변동의 통계 및/또는 파라미터를 사용함으로써 재료 샘플을 인증하기 위한 시스템 및 방법을 기술한다.

[0047]

몇몇 실시예에서, 재료 샘플을 일단의 재료 샘플들의 구성원(member)으로 인증하기 위한 시스템 및 방법이 제공된다. 즉, 재료 샘플은 진품(authentic) 또는 위조품(counterfeit)으로 검증될 수 있다. 재료 샘플들의 인증은, 예를 들어 재료 샘플의 구조, 하위구조(substructure) 또는 텍스처의 고유 랜덤성(inherent randomness)의 기본 통계에 기초할 수 있다. 일 실시예에서, 재료 샘플이 이미지화될 수 있고, 재료 샘플의 이미지에 존재하는 랜덤 구조(또는 하위구조 또는 텍스처)와 관련된 통계가 계산되고, 일단의 그러한 재료 샘플들의 재료 특성을 미리 평가함으로써 생성된 기준 값과 비교될 수 있다.

[0048]

도 1은 일 실시예에 따른, 재료 샘플들의 인증 방법(100)을 예시한다. 110에서, 하나 이상의 특성적 특징들이 복수의 재료 샘플들에 대해 측정된다. 재료 샘플들 각각은 실질적으로 동일한 조성을 포함하고/포함하거나 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되는 일단의 재료 샘플들에 속한다. 본 명세서에 기술된 특성적 특징은 각자의 변동성 또는 고유 랜덤성을 갖는다. 예를 들어, 재료 샘플의 광학 이미지는 재료 샘플의 구조, 하위구조, 또는 텍스처와 관련될 수 있고 그의 고유 랜덤성 또는 물리적 변동성을 반영할 수 있는 다양한 세기들을 갖는 픽셀들을 포함할 수 있다. 특성적 특징은, 예를 들어 광학적 특징(예컨대, 세기), 음향적 특징(예컨대, 주파수 흡수), 탄성적 특징(예컨대, 모듈러스(modulus)), 구조적 특징(예컨대, 형상), 전자적 특징(예컨대, 저항), 자기적 특징(예컨대, 자계 강도(field strength)), 일렉트릭 관련 특징(예컨대, 유전성), 기계적 특징(예컨대, 항복 강도) 등을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 일단의 재료 샘플들은, 예를 들어 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 구매가능한 일단의 연마재들, 광학 필름들, 및 부직포들로부터 선택될 수 있다. 이어서, 방법(100)은 120으로 진행한다.

[0049]

120에서, 재료 샘플들의 특성적 특징에 존재하는 변동성 또는 랜덤성이 분석되어 재료 샘플들 각각에 대해 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출한다. 몇몇 실시예에서, 재료 샘플들의 광학 이미지들에 존재하는 변동성이 다

양한 세기들을 갖는 픽셀들로서 분석될 수 있고, 이러한 다양한 세기들로부터 하나 이상의 통계 파라미터들이 추출될 수 있다. 이어서, 방법(100)은 130으로 진행한다.

[0050] 130에서, 추출된 하나 이상의 통계 파라미터들에 기초하여 하나 이상의 기준 범위들이 결정된다. 몇몇 실시예에서, 일단의 재료 샘플들의 추출된 통계 파라미터는, 예를 들어 평균과 분산을 갖는 정규 또는 가우스(Gaussian) 분포와 같은 분포를 형성할 수 있다. 이 분포에 기초하여 하나 이상의 기준 범위들이 결정될 수 있다. 이어서, 방법(100)은 140으로 진행한다.

[0051] 140에서, 시험 재료 샘플의 하나 이상의 특성적 특징들이 측정되어 그의 하나 이상의 통계 파라미터들을 획득한다. 몇몇 실시예에서, 시험 재료 샘플에 대한 통계 파라미터는 일단의 재료 샘플들에 대해서와 동일한 방식으로 획득될 수 있다. 이어서, 방법(100)은 150으로 진행한다.

[0052] 150에서, 시험 재료 샘플의 획득된 하나 이상의 특성적 특징들이 기준 범위들 중 하나와 비교된다. 시험 재료 샘플의 획득된 하나 이상의 특성적 특징들이 기준 범위 내에 있으면, 160에서 시험 재료 샘플이 진품 재료 샘플인 것으로 확인된다. 시험 재료 샘플의 획득된 하나 이상의 특성적 특징들이 기준 범위 내에 있지 않으면, 170에서 시험 재료 샘플이 위조품인 것으로 확인된다.

[0053] 몇몇 실시예에서, 디지털 이미지가 일단의 재료 샘플들 각각에 대해 포착될 수 있고, 획득된 디지털 이미지로부터의 변동성이 추출될 수 있으며, 이는 예를 들어 추가로 후술될 도 3a 및 도 3b와 도 4a 내지 도 4d에 의해 예시될 수 있다.

[0054] 몇몇 실시예에서, 추출된 변동성에 기초하여 복수의 기저 함수들이 생성될 수 있다. 시험 재료 샘플에 대한 디지털 이미지가 포착될 수 있고, 이러한 디지털 이미지는 복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용하여 재구성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 복수의 기저 함수들은 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 사용하여 생성된다.

[0055] 몇몇 실시예에서, 미리 결정된 위치에서 물체의 가시 표면 내에 재료(예컨대, 필름 재료)의 패치가 통합될 수 있다. 재료의 패치는 일단의 재료들 중 하나의 재료로부터 유래될 수 있다. 일단의 재료들은 실질적으로 동일한 조성을 포함할 수 있고 동일한 공정으로 생성될 수 있는데, 여기서 일단의 재료들에 대한 특성적 특징은 서로 다른 각자의 고유 랜덤성을 갖는다. 디지털 이미지가 일단의 재료들 각각에 대해 획득될 수 있고, 이러한 획득된 디지털 이미지로부터 변동성 또는 고유 랜덤성이 추출될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 추출된 고유 랜덤성이 기초하여 복수의 기저 함수들이 생성될 수 있다. 미리 결정된 위치에서 시험 물체에 대해 디지털 이미지가 획득될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용하여 시험 물체에 대한 디지털 이미지를 재구성하기 위해 재구성 오차가 평가될 수 있다. 재구성 오차가 미리 결정된 값 또는 한계치보다 작을 때 시험 물체가 진품으로 식별될 수 있다.

[0056] 몇몇 실시예에서, 일단의 재료들은 일단의 다중 광학 필름들, 또는 일단의 부직포들을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 일단의 다중 광학 필름들은 일단의 화염 엠보싱된 필름들, 미러 필름들, 또는 파장 특정(wavelength specific) 필터 필름들로부터 선택된다.

[0057] 도 2는 일 실시예에 따른, 예를 들어 방법(100)을 구현함으로써 재료 샘플들을 인증하기 위한 시스템(200)을 예시한다. 시스템(200)은 측정 구성요소(224), 계산 구성요소(226), 및 하나 이상의 입력/출력 장치(216)들을 포함한다.

[0058] 측정 구성요소(224)는 재료 샘플들의 하나 이상의 특성적 특징/특성들을 측정하도록 구성된다. 측정 구성요소(224)는, 예를 들어 하나 이상의 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릭, 또는 기계적 특징을 포함한, 고유 변동성을 갖는 재료 특성을 측정하기 위한 다양한 측정 도구들일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 측정 구성요소(224)는, 예를 들어 재료 샘플들의 하나 이상의 이미지들을 포착하기 위한 카메라를 포함할 수 있다.

[0059] 도 2의 실시예에서, 계산 구성요소(226)는 프로세서(212)와 메모리(214)를 포함한다. 계산 구성요소(226)는 측정 구성요소(224)에 기능적으로 연결되고, 측정 구성요소(224)로부터 측정된 특성적 특징과 관련된 신호를 수신하며, 수신된 신호를 분석함으로써 재료 샘플들 각각에 대한 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출한다. 프로세서(212)는 이어서 일단의 재료 샘플들에 대한 추출된 통계 파라미터들에 기초하여 기준 범위를 결정한다. 몇몇 실시예에서, 프로세서(212)는 추출된 통계 파라미터들의 분포를 결정하고 이러한 분포에 기초하여 하나 이상의 기준 범위들을 획득할 수 있다.

- [0060] 결정된 기준 범위는 메모리(214) 내에 저장될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시험 재료 샘플이 인증될 때, 시험 재료 샘플의 하나 이상의 대응하는 특성적 특징들이 측정 구성요소(224)에 의해 측정될 수 있다. 계산 구성요소(226)는 시험 재료 샘플의 측정된 특성적 특징들에 기초하여 하나 이상의 통계 파라미터들을 추출하고 추출된 통계 파라미터들을 기준 범위와 비교할 수 있다. 시험 재료 샘플의 획득된 하나 이상의 특성적 특징들이 기준 범위 내에 있으면, 계산 구성요소(226)는 시험 재료 샘플이 진품 재료 샘플이거나 일단의 재료 샘플들로부터 유래된다고 확인할 수 있다. 시험 재료 샘플의 획득된 하나 이상의 특성적 특징들이 기준 범위 내에 있지 않으면, 계산 구성요소(226)는 시험 재료 샘플이 진품이 아니거나 일단의 재료 샘플들로부터 유래되지 않는다고 결정할 수 있다.
- [0061] 몇몇 실시예에서, 기준 범위는 추출된 통계 파라미터들의 비교가 계산 구성요소(226)에 의해 처리될 때 동적으로 업데이트되거나 개량되거나 처리될 수 있다.
- [0062] 몇몇 실시예에서, 측정 구성요소(224)는 현장에서 작동할 수 있는 휴대용 장치일 수 있다. 측정 구성요소(224)는, 예를 들어 신호를 송신하고 수신함으로써 계산 구성요소(226)와 같은 원격 계산 장치와 무선으로 통신할 수 있다. 계산 구성요소(226)는, 예를 들어 컴퓨터, 서버, 이동 전화기 등과 일체화될 수 있다. 계산 구성요소(226)는 수신된 재료 특성 신호를 처리하고 인증 정보를 입력/출력 장치(216)에 송신하여 그 상에 표시할 수 있다.
- [0063] 메모리(214)는 정보를 저장한다. 몇몇 실시예에서, 메모리(214)는 본 명세서에 기술된 방법 또는 프로세스를 수행하기 위한 명령들을 저장할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 재료 특성 데이터가 메모리(214) 내에 미리 저장될 수 있다. 재료 샘플들로부터의 하나 이상의 특성들, 예를 들어 광학적 특징, 음향적 특징, 탄성적 특징, 구조적 특징, 전자적 특징, 자기적 특징, 일렉트릭 관련 특징, 또는 기계적 특징이 재료 특성 데이터로서 저장될 수 있다. 일단의 재료 샘플들에 대한 결정된 기준 범위들이 또한 메모리(214) 내에 저장될 수 있다.
- [0064] 메모리(214)는 임의의 회발성 또는 비-회발성 저장 요소를 포함할 수 있다. 예는 동기식 동적 랜덤 액세스 메모리(synchronous dynamic random access memory, SDRAM)와 같은 랜덤 액세스 메모리(random access memory, RAM), 판독-전용 메모리(read-only memory, ROM), 비-회발성 랜덤 액세스 메모리(non-volatile random access memory, NVRAM), 전기적 소거 및 프로그램 가능 판독-전용 메모리(electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM), 및 플래시 메모리(FLASH memory)를 포함할 수 있다. 예는 또한 하드-디스크, 자기 테이프, 자기 또는 광학 데이터 저장 매체, 콤팩트 디스크(compact disk, CD), 디지털 다기능 디스크(digital versatile disk, DVD), 블루-레이 디스크(Blu-ray disk), 및 홀로그래픽 데이터 저장 매체(holographic data storage media)를 포함할 수 있다.
- [0065] 프로세서(212)는, 예를 들어 하나 이상의 범용 마이크로프로세서, 특별 설계 프로세서(specially designed processor), 주문형 집적 회로(application specific integrated circuit, ASIC), 현장 프로그램 가능 게이트 어레이(field programmable gate array, FPGA), 개별의 논리의 집합, 및/또는 본 명세서에 기술된 기법을 실행 할 수 있는 임의의 유형의 처리 장치를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 프로세서(212)(또는 본 명세서에 기술된 임의의 다른 프로세서)는 계산 장치로서 기술될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 메모리(214)는 본 명세서에 기술된 프로세스 또는 방법을 수행하기 위해 프로세서(212)에 의해 실행되는 프로그램 명령(예컨대, 소프트웨어 명령)을 저장하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예에서, 본 명세서에 기술된 프로세스 또는 방법은 프로세서(212)의 특별히 프로그래밍된 회로에 의해 실행될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예에서, 프로세서(212)는 본 명세서에 기술된 재료 샘플을 인증하기 위한 기법을 실행하도록 구성될 수 있다. 프로세서(212)(또는 본 명세서에 기술된 임의의 다른 프로세서)는 하나 이상의 프로세서들을 포함할 수 있다.
- [0066] 입력/출력 장치(216)는 사용자 또는 다른 장치로부터 정보를 입력하거나 이에 정보를 출력하도록 구성되는 하나 이상의 장치들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 입력/출력 장치(216)는 사용자가 재료 샘플들의 인증을 제어할 수 있는 사용자 인터페이스(218)를 제공할 수 있다. 예를 들어, 사용자 인터페이스(218)는 사용자에게 시각 정보를 제시하기 위한 디스플레이 스크린을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 디스플레이 스크린은 터치 감응 디스플레이(touch sensitive display)를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 사용자 인터페이스(218)는 사용자에게 정보를 제시하기 위한 하나 이상의 상이한 유형의 장치들을 포함할 수 있다. 사용자 인터페이스(218)는, 예를 들어 임의의 개수의 시각 피드백 장치(예컨대, 디스플레이 장치, 발광체 등), 청각 피드백 장치(예컨대, 하나 이상의 스피커들), 및/또는 촉각 피드백 장치(예컨대, 키보드, 터치 스크린, 또는 마우스)를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 입력/출력 장치(216)는 디스플레이 스크린(예컨대, 액정 디스플레이 또는 발광 다이오드 디스플레이) 및/또는 프린터(예컨대, 인쇄 장치 또는 인쇄 장치에 명령을 출력하기 위한 구성요소) 중 하나

이상을 나타낼 수 있다. 몇몇 실시예에서, 입력/출력 장치(216)는 본 명세서에 기술된 실시예를 수행하기 위해 프로세서(212)에 의해 실행되는 프로그램 명령(예컨대, 소프트웨어 명령)을 받아들이거나 수신하도록 구성될 수 있다.

[0067] 시스템(200)은 또한 다른 구성요소를 포함할 수 있고, 프로세서(212), 메모리(214), 및 입력/출력 장치(216)를 포함한 예시된 구성요소들 중 임의의 것의 기능은 다수의 구성요소들 및 예를 들어 컴퓨터와 같은 별개의 장치들에 분산될 수 있다. 시스템(200)은 워크스테이션, 데스크톱 계산 장치, 노트북 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 모바일 계산 장치, 또는 임의의 다른 적합한 계산 장치, 또는 계산 장치들의 집합체로서 구성될 수 있다. 시스템(200)은 로컬 네트워크 상에서 작동하거나 클라우드 컴퓨팅 환경(Cloud computing environment) 내에서 호스팅(hosting)될 수 있다. 도 2의 예시된 구성요소들은 단지 본 발명의 다양한 태양들을 설명하기 위해 도시되며, 구성요소의 추가 또는 제거가 당업자에게 명백할 것이다.

[0068] 도 3a 및 도 3b와 도 4a 내지 도 4d는 몇몇 실시예에 따른, 재료 샘플의 광학 이미지에 존재하는 변동성 또는 고유 랜덤성의 제시와 분석을 예시한다. 도 3a는 재료 샘플에 대해 포착된 광학 이미지(32)를 보여준다. 광학 이미지(32)는, 예를 들어 재료 샘플의 표면 상의 구조, 하위구조, 또는 텍스처와 관련될 수 있는 도 3b의 표(34)에 보인 바와 같은 다양한 세기들을 갖는 픽셀들을 포함한다. 광학 이미지(32)는, 예를 들어 도 2의 측정 구성요소(224)에 의해 포착될 수 있다. 픽셀들의 다양한 세기들은, 예를 들어 재료 샘플 표면의 하위구조 또는 텍스처의 고유 랜덤성을 반영한다. 광학 이미지(32)의 예시적인 부분(322)에서 이미지 픽셀들의 세기 값들은 표(34)에 나타나 있다. 세기 값들은, 예를 들어 도 2의 계산 구성요소(226)를 통해 0 내지 1인 것으로 정규화될 수 있고, 어레이  $m \times n$ 으로 열거된다. 광학 이미지(32)의 임의의 부분 또는 전체 광학 이미지(32)가 대응하는 세기 값들을 획득하기 위해 사용될 수 있음이 이해될 것이다.

[0069] 하나 이상의 통계 파라미터들이 표(34)에 나타낸 바와 같은 다양한 세기들의 어레이로부터 추출될 수 있다. 통계 파라미터들은, 예를 들어 평균, 분산, 비대칭도(skewness), 위치 파라미터, 산포(dispersion) 파라미터, 척도 파라미터, 형상 파라미터 등을 포함할 수 있다.

[0070] 몇몇 실시예에서, 다양한 재료 특성(예컨대, 표(34)의 세기)들의 어레이는 수학에서 "모멘트(moment)"로 취해질 수 있다. "모멘트"는 한 세트의 값들 또는 점들의 형상의 특정 정량적 척도이다. 예를 들어, 점이 질량을 나타내면, 0차 모멘트는 총 질량이고, 총 질량으로 나눈 1차 모멘트는 질량 중심이며, 2차 모멘트는 회전 관성이다. 점이 확률 밀도를 나타내면, 0차 모멘트는 전체 확률(즉, 1)이고, 1차 모멘트는 평균이며, 2차 모멘트는 분산이고, 3차 모멘트는 비대칭도이다.

[0071] 도 4a와 도 4c는 각각 제1 재료 샘플과 제2 재료 샘플에 대해 포착된 광학 이미지(41, 42)들을 보여준다. 제1 및 제2 재료 샘플들은 동일한 일단의 재료 샘플들로부터의 것이다. 광학 이미지(41, 42)들 각각은 각자의 재료 샘플들의 표면 상의 구조, 하위구조, 또는 텍스처와 관련될 수 있는 다양한 세기들을 갖는 픽셀들을 포함한다. 픽셀들의 다양한 세기들은 각자의 재료 샘플 표면의 하위구조 또는 텍스처의 고유 랜덤성을 반영한다. 광학 이미지(41, 42)들의 각자의 부분들에서 이미지 픽셀들의 세기 값들이 각각 도 4b와 도 4d의 표(44, 45)에 나타나 있다. 세기 값들은 0 내지 1이도록 정규화되고, 어레이로 열거된다. 표(44, 45)의 세기 값들은 서로 다르다. 그러한 변동은 재료 샘플들의 특성들에서 고유한 랜덤성과, 일단의 재료 샘플들을 생성하기 위한 공정들에서 고유한 랜덤성을 반영한다.

[0072] 하나 이상의 통계 파라미터들이 표(44, 45)에 나타낸 바와 같은 재료 샘플들 각각에 대한 다양한 세기들로부터 추출될 수 있다. 통계 파라미터들은, 예를 들어 평균, 평균으로부터의 분산, 위치 파라미터, 산포 파라미터, 척도 파라미터, 형상 파라미터 등을 포함할 수 있다.

[0073] 일단의 재료 샘플( $S_1, S_2 \dots S_N$ )들에 대해, 일련의 통계 파라미터( $P_1, P_2 \dots P_N$ )들이 각자의 재료 샘플( $S_1, S_2 \dots S_N$ )들에 대해 추출될 수 있다. 통계 파라미터( $P_1, P_2 \dots P_N$ )들은, 예를 들어 평균, 분산 등을 갖는 분포를 형성할 수 있다. 일단의 재료 샘플들은 분포를 결정하기에 충분한 N개의 재료 샘플들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 개수 N은 2 이상, 5 이상, 10 이상, 20 이상, 또는 100 이상의 정수일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 일단의 재료 샘플들 내에 재료 샘플들이 많을수록, 분포가 더욱 정밀해질 수 있다. 통계 파라미터( $P_1, P_2 \dots P_N$ )들의 분포에 기초하여 원하는 기준 범위가 결정될 수 있다. 시험 재료 샘플이 인증될 때, 측정된 특성적 특징으로부터 대응하는 통계 파라미터가 추출되고 이는 결정된 기준 범위와 비교되어 시험 재료 샘플이 진품이거나 일단의 재료 샘플들로부터 유래되는지 여부를 확인할 수 있다.

[0074] 도 5a는 실질적으로 동일한 조성을 갖고 실질적으로 동일한 공정에 의해 제조되는 예시적인 일단의 부직포 샘플

( $S_1, S_2 \dots S_N$ )들에 대한 이미지를 예시한다. 부직포 샘플들의 광 투과율이, 예를 들어 도 2의 측정 구성요소(224)에 의해 각각  $T_1, T_2 \dots T_N$ 으로 측정되었다. 측정된 광 투과율( $T_1, T_2 \dots T_N$ )에 기초하여 도 2의 계산 구성요소(226)에 의해 도 5b에 도시된 바와 같은, 일단의 부직포 샘플들에 대한 광 투과율의 분포(50)를 획득하였다. 분포(50)는 평균과 분산을 갖는다. 예를 들어, 도 5b에 도시된  $R_1, R_2$  및  $R_3$ 과 같은 다양한 기준 범위들이 각각 미리 설정된 인증 기준에 따라 분포(50)로부터 결정될 수 있다. 도 5b에 도시된 실시예에서, 분포(50)는 실질적으로 정규 또는 가우스 분포이다. 분포(50)가 예를 들어 지수족 분포(exponential family distribution) 또는 스튜던트  $t$  분포(student's  $t$ -distribution)와 같은 다른 유형의 분포일 수 있음이 이해될 것이다.

[0075] 도 6a는 인증될 부직포 시험 샘플(62)에 대한 이미지를 예시한다. 몇몇 실시예에서, 시험 샘플(62)의 평균 광 투과율( $T_{ave}$ )이 측정되고 분포(50)의 원하는 기준 범위(예컨대,  $R_1, R_2$  또는  $R_3$ )와 비교되어 시험 샘플(62)이 진품인지 여부, 즉 시험 샘플(62)이 일단의 재료 샘플들로부터 유래되거나 도 5a의 일단의 부직포 샘플( $S_1, S_2 \dots S_N$ )들과 동일한 조성을 갖고 이와 동일한 공정에 의해 생산되었는지 여부를 결정할 수 있다. 시험 샘플(62)의 평균 광 투과율( $T_{ave}$ )이 원하는 기준 범위에 속하면, 시험 샘플(62)은 진품으로 확인되고, 그렇지 않으면, 시험 샘플(62)은 위조품인 것으로 결정된다.

[0076] 다른 실시예에서, 일련의 광 투과율 측정들이 시험 샘플(62)에 대해 수행될 수 있다. 예를 들어, 시험 샘플(62)의 다양한 국소 영역들이 시험 샘플의 광 투과율을 측정하기 위해 랜덤으로 선택될 수 있다. 시험 샘플(62)로부터의 일련의 광 투과율 측정들은 시험 샘플(62)에 대한 도 6b에 도시된 바와 같은 광 투과율의 분포(60)를 형성하는 일련의 광 투과율 값들을 생성할 수 있다. 도 6b의 실시예에서, 분포(60)는 실질적으로 표준 또는 가우스 분포이다. 분포(60)는 평균 및 분산에 관하여 분포(50)와 비교되어 시험 샘플(62)이 진품이거나 일단의 부직포 샘플( $S_1, S_2 \dots S_N$ )들로부터 유래되는지 여부를 결정할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 이러한 분포는 예를 들어 당업계에 알려져 있는 콜모고로프-스미르노프 검정(Kolmogorov-Smirnov test)과 같은 적절한 통계적 가설 검증을 사용함으로써 비교될 수 있다.

[0077] 몇몇 실시예에서, 인증될 시험 재료 샘플의 하나 이상의 이미지들이 예를 들어 표준 광학 카메라와 같은 측정 구성요소(224)에 의해 포착될 수 있다. 포착된 하나 이상의 이미지들은 이미지 "사전" 또는 기저 함수로 재구성될 수 있다. 이미지 "사전" 또는 기저 함수는 일단의 진품 재료 샘플들로부터 미리 획득될 수 있다. 이미지 "사전" 또는 기저 함수는 예를 들어 주성분 분석(PCA)에 의해 생성될 수 있고, 재료 데이터로서 메모리(214) 내에 저장될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시험 재료 샘플의 하나 이상의 이미지들은 기저 함수들의 선택된 서브세트로부터 재구성될 수 있다. 재구성된 이미지들은 재구성 오차를 결정하기 위해 계산 구성요소(226)에 의해 평가될 수 있다. 재구성 오차는 시험 재료 샘플이 일단의 진품 재료 샘플들과 얼마나 유사한지를 평가하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 재구성 오차가 미리 결정된 오차보다 크면, 시험 재료 샘플은 진품이 아닌 것으로 간주된다.

[0078] 몇몇 실시예에서, PCA를 통해 기저 함수를 획득하기 위한 프로세스는, 예를 들어 이미지를 다수의 이미지 패치(예컨대,  $20 \times 20$  픽셀 패치)들로 분할하는 단계, 이미지 패치들을 벡터화하는(예컨대, 패치들을  $400 \times 1$  벡터들로 전환시키는) 단계, 벡터들을 데이터 행렬로 배열하는(예컨대, 벡터들을  $400 \times$  패치 개수의 행렬로 연관시키는) 단계, 특이값 분해(Singular Value Decomposition)를 사용하여 데이터 행렬의 주성분들을 결정하는 단계, 및 주성분 벡터들을 이미지 패치들로 다시 전환시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0079] 몇몇 실시예에서, 이미지를 재구성하기 위한 프로세스는, 예를 들어 재구성에 사용하기 위한 주성분들의 서브세트(전형적으로, 특정 한계치에 대한 제1의 N개 주성분들)를 결정하는 단계, 새로운 이미지를 대응하는 이미지 패치들로 분할하는 단계, 이미지 패치들을 주성분들인 정규직교 기저(orthonormal basis) 상에 선형으로 투영하는 단계, 및 투영된 패치들을 합하여 후보 이미지 패치의 재구성을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

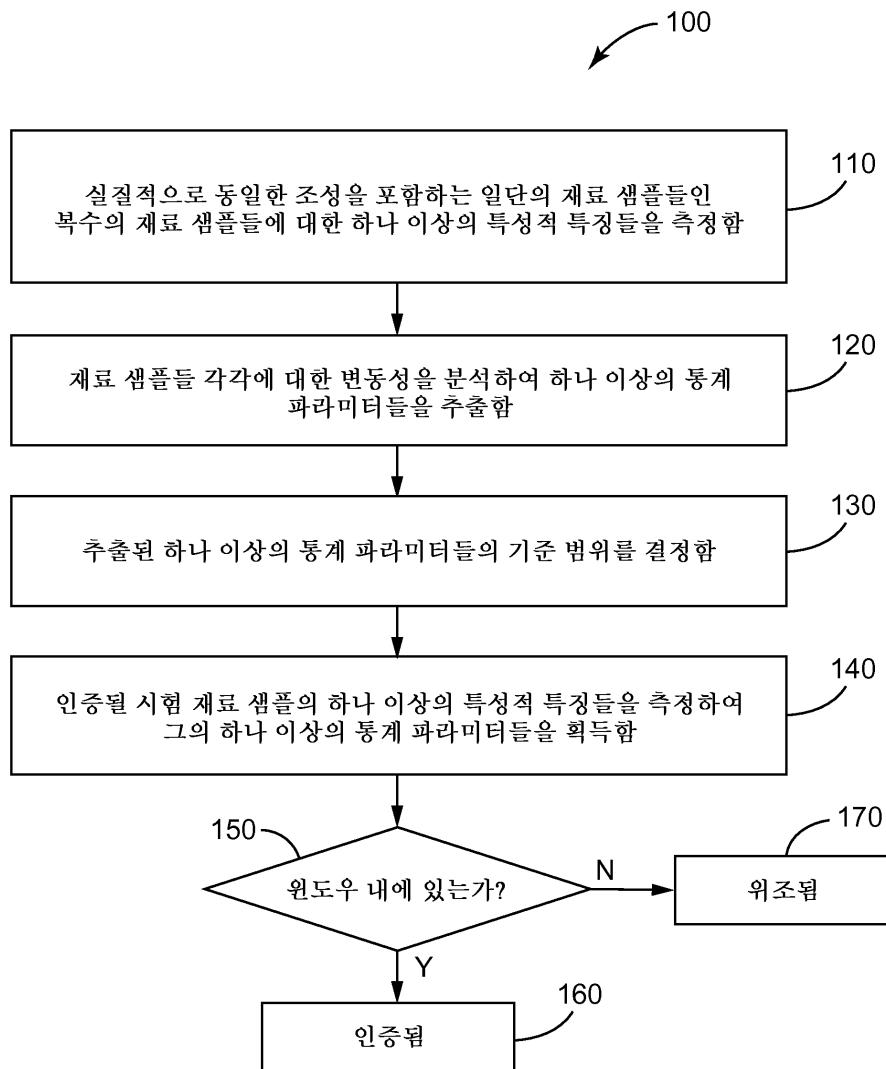
[0080] 몇몇 실시예에서, 본 명세서에 사용되는 기저 함수는 또한 예를 들어 희소 사전 학습(sparse dictionary learning)과 같은 다른 방법으로부터 획득될 수 있는데, 이때 재구성은 많은 투영 방법들 중 하나(예컨대, 정합 추적(matching pursuit))를 통해 학습된 사전으로 달성된다.

[0081] 도 7a는 부직포 샘플에 대한  $20 \times 20$  PCA 이미지 패치 사전 또는 기저 함수를 예시하고, 도 7b는 부직포 샘플의 관련 원시 이미지를 보여준다.

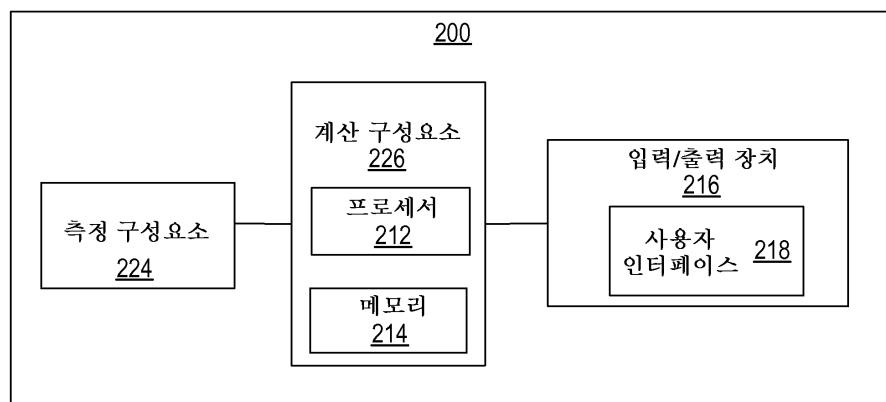
- [0082] 도 8a는 화염 엠보싱된 미러 필름에 대한  $20 \times 20$  PCA 이미지 패치 사전 또는 기저 함수를 예시하고, 도 8b는 화염 엠보싱된 미러 필름의 관련 원시 이미지를 보여준다.
- [0083] 재료 샘플을 인증하기 위한 전술된 시스템 및 방법은 재료 샘플을 포함하는 상품 또는 제품을 인증하기 위해 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 미리 결정된 위치에서 시험 물체의 가시 표면 내에 재료의 패치가 통합될 수 있다. 시험 물체는, 예를 들어 가령 커피 포드 브루잉 시스템(coffee pod brewing system), 일반 커피 포드, 동력식 호흡기(powered respirator), 일회용 필터 등을 포함한 임의의 소비 일회용품일 수 있다. 재료의 패치는 실질적으로 동일한 조성을 갖고 동일한 공정으로 생성되는 일단의 재료들로부터 유래될 수 있다. 즉, 재료의 패치는 일단의 재료들과 실질적으로 동일한 조성을 포함하고, 그와 실질적으로 동일한 공정에 의해 생성되었다. 일단의 재료들에 대한 특성적 특징은 서로 다른 각자의 변동성을 갖는다.
- [0084] 시험 물체를 인증하기 위한 예시적인 프로세스에서, 일단의 재료들 각각에 대한 하나 이상의 디지털 이미지들이 포착될 수 있다. 획득된 디지털 이미지들로부터 재료들의 변동성이 추출될 수 있다. 추출된 변동성에 기초하여, 예를 들어 주성분 분석(PCA)을 사용함으로써 복수의 기저 함수들이 생성될 수 있다. 시험 물체가 인증 중일 때, 미리 결정된 위치에서 시험 물체 내에 통합된 재료의 패치에 대한 디지털 이미지가 포착될 수 있다. 재료의 패치에 대한 디지털 이미지는 복수의 기저 함수들의 서브세트를 사용함으로써 재구성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 재구성에 대한 재구성 오차가 평가될 수 있고, 재구성 오차가 미리 결정된 값보다 작을 때 시험 물체가 진품으로 식별된다.
- [0085] 몇몇 실시예에서, 일단의 재료들은, 예를 들어 미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니로부터 구매 가능한 일단의 다층 광학 필름들 또는 일단의 부직포들을 포함할 수 있다. 일단의 다층 광학 필름들은, 예를 들어 일단의 화염 엠보싱된 필름들, 미러 필름들, 또는 파장 특정 필름들로부터 선택될 수 있다.
- [0086] 달리 지시되지 않는다면, 본 명세서 및 실시예에 사용되는, 성분의 양, 특성의 측정치 등을 표현하는 모든 수는 모든 경우에 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 반대로 지시되지 않는 한, 전술한 명세서 및 첨부된 실시예의 목록에 기재된 수치 파라미터는 본 명세서의 교시 내용을 이용하여 당업자가 얻고자 하는 원하는 특성에 따라 달라질 수 있다. 최소한으로, 그리고 청구된 실시예의 범주에 대한 균등론의 적용을 제한하려는 시도로서가 아니라, 각각의 수치 파라미터는 적어도 보고된 유효숫자의 개수의 관점에서 그리고 보통의 반올림 기법을 적용함으로써 해석되어야 한다.
- [0087] 본 발명의 예시적인 실시예는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 수정 및 변경이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예가 하기에 기술된 예시적인 실시예로 한정되지 않고 청구범위 및 임의의 그 등가물에 기재된 제한에 의해 규제되어야 한다는 것을 이해해야 한다.
- [0088] 본 발명의 예시적인 실시예는 본 발명의 사상 및 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 변형 및 변경을 취할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예는 기술된 예시적인 실시예로 제한되는 것이 아니라, 청구범위에 기재된 제한 및 그것의 임의의 등가물에 의해 좌우되어야 한다는 것이 이해되어야 한다.
- [0089] 본 명세서의 전체에 걸쳐 "일 실시예", "소정 실시예", "하나 이상의 실시예" 또는 "실시예"에 대한 언급은, 용어 "실시예"에 선행하는 용어 "예시적인"을 포함하든 포함하지 않든 간에, 그 실시예와 관련하여 설명된 특정한 특징, 구조, 재료 또는 특성이 본 발명의 소정의 예시적인 실시예들 중 적어도 하나의 실시예에 포함됨을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 다양한 곳에서의 "하나 이상의 실시예에서", "소정 실시예에서", "일 실시예에서" 또는 "실시예에서"와 같은 어구의 표현은 반드시 본 발명의 소정의 예시적인 실시예들 중 동일한 실시예를 언급하는 것은 아니다. 더욱이, 특정한 특징, 구조, 재료, 또는 특성은 하나 이상의 실시예에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다.
- [0090] 본 명세서가 소정의 예시적인 실시예를 상세히 기재하고 있지만, 당업자라면 전술한 내용을 이해할 때 이들 실시예에 대한 변경, 변형 및 등가물을 용이하게 안출할 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 따라서, 본 발명이 상기에 기술된 예시적인 실시예로 부당하게 제한되어서는 안 된다는 것이 이해되어야 한다. 특히, 본 명세서에 사용된 바와 같이, 종점(endpoint)에 의한 수치 범위의 언급은 그 범위 내에 포함되는 모든 숫자를 포함하도록 의도된다(예를 들어, 1 내지 5는 1, 1.5, 2, 2.75, 3, 3.80, 4, 및 5를 포함함). 또한, 본 명세서에 사용된 모든 숫자는 용어 "약"에 의해 수식되는 것으로 가정된다. 더욱이, 다양한 예시적인 실시예가 기술되었다. 이들 및 다른 실시예가 하기 청구범위의 범주 내에 속한다.

## 도면

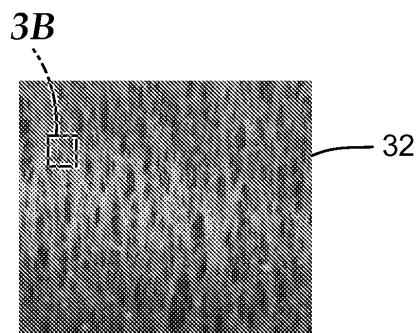
## 도면1



## 도면2



도면3a



도면3b

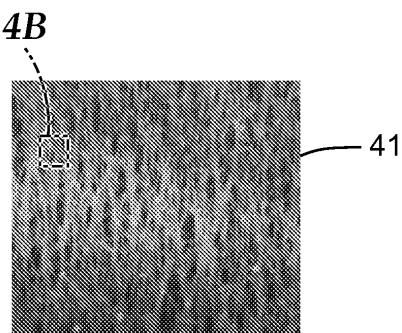
0.5	0.4	1	...
0.4	0.4	0.8	...
0.2	0	0.7	...
...	...	...	...

m

34

n

도면4a

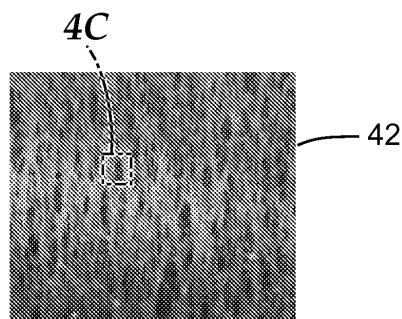


도면4b

0.5	0.4	1	...
0.4	0.4	0.8	...
0.2	0	0.7	...
...	...	...	...

44

도면4c

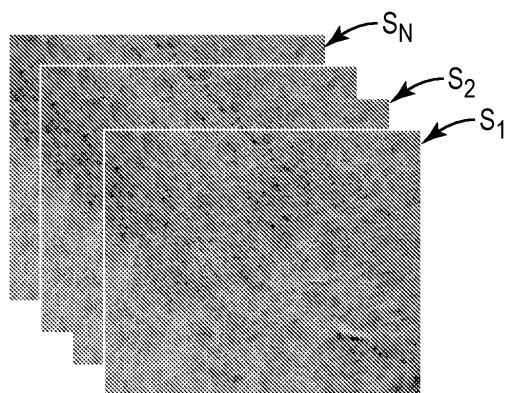


도면4d

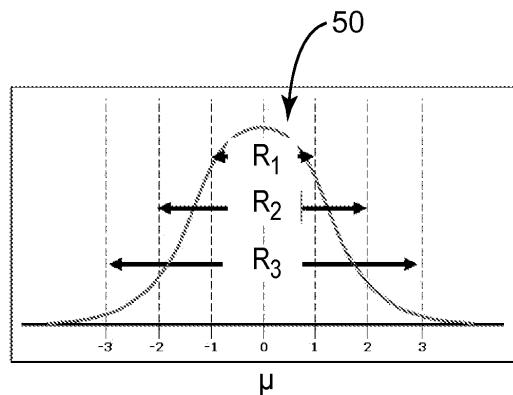
0.7	0.5	0	...
0.3	0.2	0.5	...
0.8	0.9	0.7	...
...	...	...	...

A callout arrow labeled '45' points to the bottom-right corner of the table.

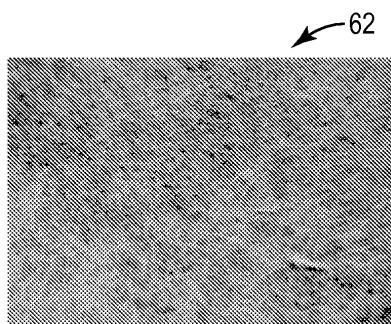
도면5a



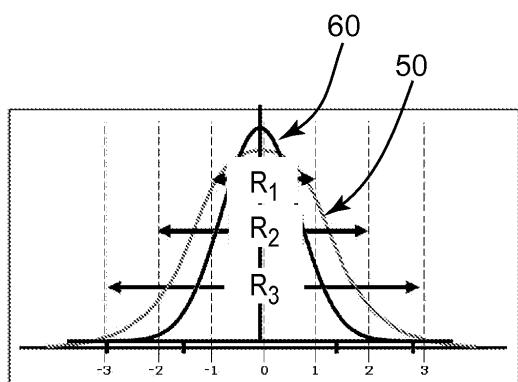
도면5b



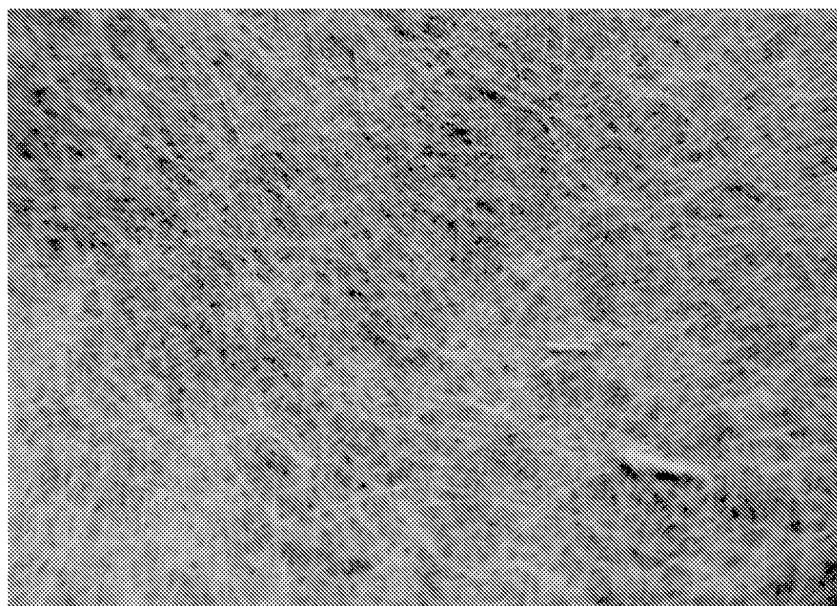
도면6a



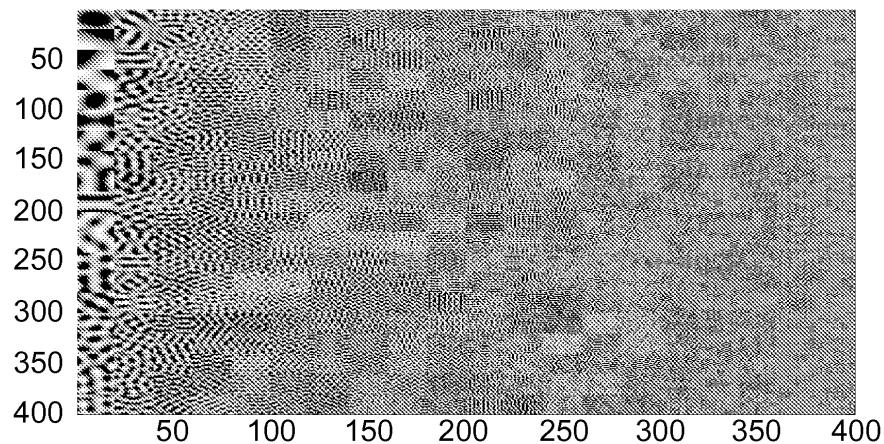
도면6b



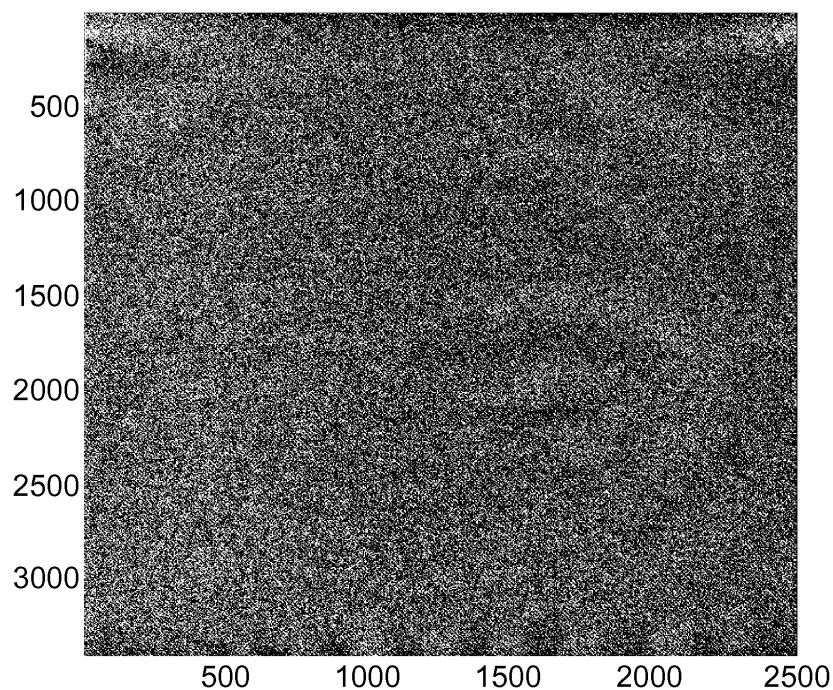
도면7a



도면7b



도면8a



도면8b

