



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월01일

(11) 등록번호 10-2258774

(24) 등록일자 2021년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/35 (2014.01) G01N 21/17 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01) G06F 17/14 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/35 (2013.01)

G01N 21/1717 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0054180

(22) 출원일자 2020년05월07일

심사청구일자 2020년05월07일

(65) 공개번호 10-2020-0129052

(43) 공개일자 2020년11월17일

(30) 우선권주장

1020190052889 2019년05월07일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

US20050254047 A1*

KR1020180061859 A

KR1020100128180 A

KR1020180063778 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

주철민

경기도 고양시 일산서구 강선로 96 강선마을5단지 아파트 508동 602호

김수철

서울특별시 서대문구 연희로 60 연희소프트빌 71 4호

(74) 대리인

특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 11 항

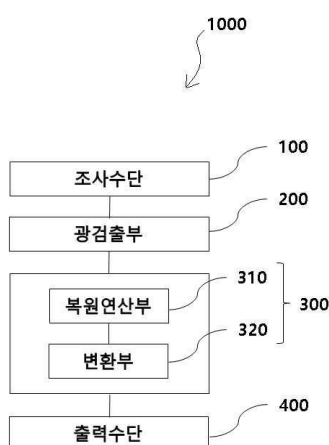
심사관 : 장일석

(54) 발명의 명칭 적외선 영상 측정 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 적외선 영상 측정 장치에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 패턴 부호화된 빛을 시편에 조사하여 반사 또는 투과시켜 신호를 광검출부에서 검출하여 영상복원부에서 2차원 영상으로 복원할 수 있는 적외선 영상 측정 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 21/27 (2013.01)

G06F 17/145 (2013.01)

G01N 2201/06153 (2013.01)

G01N 2201/062 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711028167
과제번호	2015R1A5A1037668
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	초정밀 광 기계기술 연구센터
기 여 율	50/100
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2015.08.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163616
과제번호	20002631
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업기술혁신사업
연구과제명	[RCMS]주식회사필로시스/광학기반 무채혈 당대사이상 모니터링을 위한 웨어러블 장
비개발(3/3)	
기 여 율	50/100
과제수행기관명	주식회사 필로시스
연구기간	2020.02.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사수단(100);

상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 검출하는 광검출부(200);

상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬에 의해 정의되는 검출 행렬의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산부(310)와, 상기 복원연산부(310)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 차원변환부(320)를 포함하여, 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리부(300); 및

상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력수단(400)을 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 조사수단(100)은 적외선 빛을 조사하는 광원(111)과, 상기 조사된 광원(111)을 수광하여 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사하는 패턴변환부(112)를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조사수단(100)은 복수개의 적외선 LED(121)와, 상기 복수개의 적외선 LED(121)를 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화하여 상기 시편(10)에 조사하는 LED 어레이부(122)를 포함하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 시편(10)은 광원(111)으로부터 조사되는 빛을 흡수할 수 있는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 아다마르 행렬(H)은 실수 성분 $n \times n$ 정사각 행렬로, 다음 조건들이 서로 동치이며, 모든 성분이 ± 1 이고, 모든 행벡터가 서로 직교하며, 모든 열벡터가 서로 직교하고, 모든 성분이 절대값 1이하의 실수이되, 아래 [수학식 1]을 만족하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

(이 때, H/\sqrt{n} 는 직교 행렬이며, $\det(H)=\pm n^{n/2}$ 임)

[수학식 1]

$$H_n H_n^T = n I_n$$

H_n^T : Transpose of H

$n I_n$: $n \times n$ identity matrix

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 검출 행렬은 $n^2 \times n^2$ 행렬이되, 각 행이 상기 아다마르 행렬(H)의 2차원 패턴들로 이루어지는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 출력수단(400)은 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 장치.

청구항 11

조사수단(100)에 의해 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사단계(S10);

광검출부(200)에 의해 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 검출하는 광검출단계(S10);

영상처리부(300)에 의해 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리단계(S30); 및

상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력단계(S40)를 포함하며,

상기 영상처리단계(S30)는,

상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬에 의해 정의되는 검출 행렬의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산단계(S31)와,

상기 복원연산단계(S31)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 변환단계(S32)를 포함하며,

상기 출력단계(S40)는 출력수단(400)에 의해 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 조사단계(S10)는 광원(111)에 의해 적외선 빛을 패턴변환부(112)로 조사한 후, 상기 패턴변환부(112)에서 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 조사단계(S10)는 복수개의 적외선 LED(121)와, 상기 복수개의 적외선 LED(121)를 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화하여 상기 시편(10)에 조사하는 LED 어레이부(122)의 작동에 의해 수행되는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 아다마르 행렬(H)은 실수 성분 $n \times n$ 정사각 행렬로, 다음 조건들이 서로 동치이며, 모든 성분이 ± 1 이고, 모든 행벡터가 서로 직교하며, 모든 열벡터가 서로 직교하고, 모든 성분이 절대값 1이하의 실수이되, 아래 [수학식 1]을 만족하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.

(이 때, H/\sqrt{n} 는 직교 행렬이며, $\det(H) = \pm n^{n/2}$ 임)

[수학식 1]

$$H_n H_n^T = n I_n$$

H_n^T : Transpose of H

$n I_n$: $n \times n$ identity matrix

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적외선 영상 측정 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 적외선 광원을 패턴 부호화하여 시편에 조사한 후, 2차원 영상으로 복원하는 적외선 영상 측정 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 유기 화합물, 유기가스 등의 입자가 작은 화학 물질을 관찰하기 위해서 가시광선에서 일반적인 카메라로는 촬영하거나 사람의 육안으로는 확인이 불가능하다. 적외선 영상은 가시광선 영상과 달리 주/야간에 표적 또는 배경의 열 방사에 의한 밝기 정보를 획득할 수 있기 때문에 야간 표적 탐지 및 화학물질을 관찰하고 측

정하기 위해 사용되고 있다.

[0003] 종래에는 2차원 적외선 이미지 센서를 사용하여 2차원 영상을 취득하는 기술로서, 공개특허공보 2000-0044341("2차원배열 검출부를 구비한 적외선 열영상장치", 2000.07.15., 이하 '선행문헌'이라고 함)와 같은 기술에는 2차원 적외선 이미지 센서를 이용하여 2차원 영상을 얻을 수 있는 기술이 개시되어 있다.

[0004] 그러나, 종래에 사용되고 있는 적외선 영상 측정 장치는 적외선 이미지 센서를 사용하는데 적외선 이미지 센서는 고가의 장비이고, 픽셀수가 제한적이기 때문에 고해상도의 영상을 취득하기 어렵기 때문에 명확한 측정이 불가능하다는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 공개특허공보 2000-0044341(2000.07.15)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 패턴 부호화된 빛을 시편에 조사한 후, 2차원 영상으로 복원하는 적외선 영상 측정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 다시 말해, 본 발명의 목적은 아다마르 행렬에 의한 2차원 패턴을 이용하여 적외선 빛을 조사하고 광검출하며, 영상처리부를 통해 시편 영상 정보를 복원하고 출력수단을 통해 출력하여 영상 측정을 보다 용이하게 수행할 수 있는 적외선 영상 측정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 목적은 조사수단이 적외선광원 및 공간변조기 또는 적외선 LED 어레이를 사용하기 때문에 기존 적외선 영상 장비에 비해 저렴하게 이용할 수 있어 경제적인 효과를 높일 수 있는 적외선 영상 측정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 또한, 본 발명의 목적은 기존의 적외선 영상 장치보다 크기가 소형화되고 범용성이 뛰어나 많은 사람들이 용이하게 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 가시광선에서 관찰 및 촬영하기 어려운 휘발성 유기화합물, 유기가스를 적외선으로 영상 측정 가능하여 다양한 환경 사업 분야에 용이하게 사용할 수 있는 적외선 영상 측정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치(100)는 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사수단(100); 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 검출하는 광검출부(200); 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리부(300); 및 상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력수단(400)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 조사수단(100)은 적외선 빛을 조사하는 광원(111)과, 상기 조사된 광원(111)을 수광하여 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사하는 패턴변환부(112)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또, 상기 조사수단(100)은 복수개의 적외선 LED(121)와, 상기 복수개의 적외선 LED(121)를 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화하여 상기 시편(10)에 조사하는 LED 어레이부(122)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 아울러, 상기 시편(10)은 광원(111)으로부터 조사되는 빛을 흡수할 수 있는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 조사수단(100)은 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또, 상기 아다마르 행렬(H)은 실수 성분 $n \times n$ 정사각 행렬로, 다음 조건들이 서로 동치이며, 모든 성분이 1 이고, 모든 행벡터가 서로 직교하며, 모든 열벡터가 서로 직교하고, 모든 성분이 절대값 1이하의 실수이되, 아래

[수학식 1]을 만족하는 것을 특징으로 한다. (이 때, H/\sqrt{n} 는 직교 행렬이며, $\det(H) = \pm n^{n/2}$

임)

[수학식 1]

$$H_n H_n^T = n I_n$$

H_n^T : Transpose of H

$n I_n$: $n \times n$ identity matrix

또, 상기 광검출부(200)는 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 측정되는 것을 특징으로 한다.

상기 영상처리부(300)는, 상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬(H)에 의해 정의되는 검출 행렬(M)의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산부(310)와, 상기 복원연산부(310)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 차원변환부(320)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

이 때, 상기 검출 행렬(M)은 $n^2 \times n^2$ 행렬이되, 각 행이 상기 아다마르 행렬(H)의 2차원 패턴들로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 출력수단(400)은 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 한다.

한편, 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 방법은 조사수단(100)에 의해 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사단계(S10); 광검출부(200)에 의해 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 검출하는 광검출단계(S10); 영상처리부(300)에 의해 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리단계(S30); 및 상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력단계(S40)를 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 조사단계(S10)는 광원(111)에 의해 적외선 빛을 패턴변환부(112)로 조사한 후, 상기 패턴변환부(112)에서 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사하는 것을 특징으로 한다.

또, 상기 조사단계(S10)는 복수개의 적외선 LED(121)와, 상기 복수개의 적외선 LED(121)를 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화하여 상기 시편(10)에 조사하는 LED 어레이부(122)의 작동에 의해 수행되는 것을 특징으로 한다.

이 때, 상기 조사수단(100)은 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화하는 것을 특징으로 한다.

또한, 상기 아다마르 행렬(H)은 실수 성분 $n \times n$ 정사각 행렬로, 다음 조건들이 서로 동치이며, 모든 성분이 ± 1 이고, 모든 행벡터가 서로 직교하며, 모든 열벡터가 서로 직교하고, 모든 성분이 절대값 1이하의 실수이되, 아래 [수학식 1]을 만족하는 것을 특징으로 한다.

(이 때, H/\sqrt{n} 는 직교 행렬이며, $\det(H) = \pm n^{n/2}$ 임)

[수학식 1]

$$H_n H_n^T = n I_n$$

H_n^T : Transpose of H

$n I_n$: $n \times n$ identity matrix

또, 상기 광검출단계(S10)는 상기 광검출부(200)에 의해 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 측정되고, 상기 영상처리단계(S30)는, 상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬에 의해 정의되는 검출 행렬의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산단계(S31)와, 상기 복원연산단계(S31)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 변환단계(S32)를 포함하며, 상기 출력단계(S40)

는 상기 출력수단(400)에 의해 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0031] 이에 따라, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치 및 방법은 아다마르 행렬에 의한 2차원 패턴을 이용하여 적외선 빛을 조사하고 광검출하며, 영상처리부를 통해 시편 영상 정보를 복원하고 출력수단을 통해 출력하여 영상 측정을 보다 용이하게 수행할 수 있는 장점이 있다.
- [0032] 특히, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치 및 방법은 조사수단이 적외선광원 및 공간변조기 또는 적외선 LED 어레이를 사용하기 때문에 기존 적외선 영상 장비에 비해 저렴하게 이용할 수 있어 경제적인 효과를 높일 수 있는 장점이 있다.
- [0033] 또한, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치 및 방법은 기존의 적외선 영상 장치보다 크기가 소형화되고 범용성이 뛰어나 많은 사람들이 용이하게 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 가시광선에서 관찰 및 촬영하기 어려운 휘발성 유기화합물, 유기가스를 적외선으로 영상 측정 가능하여 다양한 환경 사업 분야에 용이하게 사용할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치의 구성도.
- 도 2 및 도 3은 각각 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치의 개략도.
- 도 4는 아다마르 행렬에 의한 이미지를 나타낸 도면.
- 도 5는 아다마르 행렬에 의한 $n \times n$ 의 2차원 패턴을 나타낸 도면.
- 도 6은 수학식 2를 설명한 개략도.
- 도 7은 검출행렬과 아다마르 행렬의 관계 및 이미지를 나타낸 도면.
- 도 8은 2차원 샘플 행렬과 1차원 샘플 행렬의 관계를 나타낸 도면.
- 도 9는 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 방법의 단계도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0036] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0037] 이하, 본 발명의 기술적 사상을 첨부된 도면을 사용하여 더욱 구체적으로 설명한다. 첨부된 도면은 본 발명의 기술적 사상을 더욱 구체적으로 설명하기 위하여 도시한 일예에 불과하므로 본 발명의 기술적 사상이 첨부된 도면의 형태에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 도 1은 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치(1000)의 구성도이고, 도 2 및 도 3은 각각 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치(1000)의 개략도이며, 도 4는 아다마르 행렬(H)에 의한 이미지를 나타낸 도면이고, 도 5는 아다마르 행렬(H)에 의한 $n \times n$ 의 2차원 패턴을 나타낸 도면이고, 도 6은 수학식 2를 설명한 개략도이고, 도 7은 검출 행렬(M)과 아다마르 행렬(H)의 관계 및 이미지를 나타낸 도면이며, 도 8은 2차원 샘플 행렬(G)과 1차원 샘플 행렬(g)의 관계를 나타낸 도면이며, 도 9는 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 방법의 단계도이다.
- [0039] 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)는 조사수단(100), 광검출부(200), 영상처리부(300) 및 출력수단(400)을 포함한다. (도 1 참조)
- [0040] 상기 조사수단(100)은 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 수단이다.

- [0041] 상기 시편(10)은 상기 조사수단(100)에 의해 패턴 부호화된 빛이 조사되는 대상으로, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)를 통해, 시편(10)의 영상 정보가 2차원의 $n \times n$ 픽셀로 출력될 수 있다.
- [0042] 특히, 상기 빛은 다양한 형태가 이용될 수 있으나, 상기 시편(10)이 유기 화합물인 경우, 가시광선에서 관찰하기 어려운 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOC)로 분류되는 유해가스이기 때문에 상기 시편(10)을 측정하기 위해 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)는 상기 빛의 종류가 적외선인 것이 가장 바람직하다. 이 때, 상기 조사수단(100)에 의해 조사되는 적외선 빛은 상기 광검출부(200)의 광반응 재료 특성에 따라 제한이 되는데, 적외선 중에서도 근적외선 및 중적외선인 것이 가장 바람직하고 상기 광검출부(200) 부분에 원적외선에 반응하는 재료를 적용하면 원적외선 영상도 측정이 가능하다.
- [0043] 상기 유기화합물은 이용되는 공장이나 실생활에 노출되었을 때, 육안으로 관찰하거나 일반적인 카메라로는 촬영이 불가하기 때문에 직접적으로 느끼거나 알 수 없는데 반해, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)는 시편(10)이 유기화합물인 경우에도 이를 행렬화 및 영상화하여 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0044] 물론, 본 발명에서 시편은 위에서 특정한 유기화합물 뿐만 아니라, 광원(111)으로부터 조사되는 빛을 흡수할 수 있는 대상이라면 어느 물질이든지 다양하게 적용될 수 있다.
- [0045] 이 때, 상기 조사수단(100)은 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 수단이라면 다양하게 적용할 수 있으며, 상기 도 2에 도시한 조사수단(100)은 광원(111) 및 패턴변환부(112)를 포함하는 형태를 나타내었고, 상기 도 3에 도시한 조사수단(100)은 LED(121) 및 LED 어레이부(122)를 포함하는 형태를 나타내었다.
- [0046] 먼저, 상기 도 2에 도시한 조사수단(100)의 광원(111)은 적외선 빛을 조사한다.
- [0047] 상기 패턴변환부(112)는 상기 조사된 광원(111)을 수광하여 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사한다.
- [0048] 또, 상기 도 3에 도시한 조사수단(100)은 적외선 LED(121)가 복수개로 적외선 빛을 조사하고, 상기 LED 어레이부(122)에 장착되되, 복수개의 적외선 LED(121)는 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화가 가능할 수 있다. 더욱 상세하게, 상기 LED 어레이부(122)는 상황에 따라 적어도 하나 이상의 적외선 LED(121)를 선택적으로 키고(On) 끄(Off)함으로써 기설정된 패턴 부호화한다. 상기 LED 어레이부(122)는 사용자의 설정대로 선택적으로 on/off 할 수 있으며, 파장에 제한이 없기 때문에 다양한 파장대의 빛을 사용할 수 있다는 장점이 있다.
- [0049] 이 때, 상기 광검출부(200)는 상기 시편(10)에 투과 또는 반사된 신호를 검출하는 수단이다.
- [0050] 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)에서, 상기 패턴 부호화는 임의의 패턴(random pattern), 구조적 패턴(structured pattern), 푸리에 패턴(Fourier pattern), 하다마르 패턴(Hadamard pattern) 중 적어도 하나 이상의 패턴을 선택하여 조사된 적외선 빛을 패턴 부호화할 수 있으며,
- [0051] 상기 패턴변환부(112)는 패턴 부호화를 수행하는 장치로서, SLM(spatial light modulator), DMD(digital mirror device), 및 패턴 디스크 중 선택되는 하나가 이용될 수 있으며, 시간에 따라 공간적으로 변조가 가능한 장치가 모두 이용될 수 있다. 상기 패턴변환부(112)는 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화할 수 있어, 다양한 픽셀수를 갖는 영상으로 출력이 가능하여, 높은 픽셀의 패턴 부호화를 수행할 경우, 고해상도의 영상을 복원할 수 있다는 효과가 있다. 본 발명에서 상기 n 은 정사각 영상의 가로 및 세로 픽셀수를 의미한다.
- [0052] 특히, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)는 상기 조사수단(100)으로 사용된 아다마르(Hadamard) 행렬(H)은 다음과 같이 정의 할 수 있으며, $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화 할 수 있다. 실수 성분 $n \times n$ 정사각 행렬 H에 대하여 다음 조건들이 서로 동치이며, 이를 만족시키는 H를 아다마르 행렬 이라고 한다. 모든 성분이 ± 1 이며, H/\sqrt{n} 는 직교 행렬 이다. 모든 행벡터가 서로 직교한다. 모든 열벡터가 서로 직교한다. 모든 성분이 절대값 1이하의 실수이며, $\det(H) = \pm n^{n/2}$ 이다. 이 아래 [수학식 1]과 같은 특징을 가진다.
- [0053] [수학식 1]
- $$H_n H_n^T = n I_n$$
- H_n^T : Transpose of H
 $n I_n$: $n \times n$ identity matrix (n은 1 이상의 정수)

- [0055] 상기 아다마르 행렬은 정사각 행렬로서 내부의 열은 상호 직교하며, +1 또는 ??1(혹 또는 백)의 형태로 구현되는 것으로, 위 [수학식 1]에 의해 n 이 2 내지 5인 경우의 이미지를 도 4에 도시하였다.
- [0056] 상기 조사수단(100)은 상기 아다마르 행렬(H)에 의한 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화할 수 있으며, 상기 n 이 64인 경우의 부호화된 패턴들을 도 5에 나타내었다.
- [0057] 상기 광검출부(200)는 상기 조사수단(100)을 통해 조사된 빛이 상기 시편(10)에 투과되거나 반사되는데, 이를 검출한다. 즉, 상기 광검출부(200)는 상기 시편(10)에 투과된 빛을 검출하거나, 반사되는 빛을 검출할 수 있으며, 도 2 및 도 3에서 상기 광검출부(200)는 상기 시편(10)에 반사되는 빛을 검출하는 형태를 나타내었다.
- [0058] 상기 조사수단(100)에 의해 부호화된 패턴이 상기 아다마르 행렬(H)의 2차원 형상인 경우, 상기 광검출부(200)는 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 측정되며, 상기 1차원 측정 행렬(y)을 이용하여 상기 영상처리부(300)에서 처리되어 상기 출력수단(400)을 통해 출력된다.
- [0059] 상기 영상처리부(300)는 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 취득하여 연산을 통해 영상으로 처리한다. 여기서, 연산은 사칙연산, 행렬 연산, 푸리에변환(Fourier transform)을 포함할 수 있으며, 상기 출력수단(400)은 상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력한다.
- [0060] 상기 조사수단(100)에 의해 부호화된 패턴이 상기 아다마르 행렬(H)의 2차원 형상이고, 상기 광검출부(200)에 의해 1차원 측정 행렬(y)이 측정되는 경우, 상기 영상처리부(300)는 복원연산부(310) 및 차원변원부(320)를 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 복원연산부(310)는 상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬(H)에 의해 정의되는 검출 행렬(M)의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산한다.
- [0062] 상기 도 6 및 아래 [수학식 2]에 나타낸 바와 같이, 1차원 측정 행렬(y)은 벡터값으로, 검출 행렬(M)과 1차원 샘플 행렬(g) 벡터의 곱으로 표현할 수 있다.
- [0063] [수학식 2]
- $$\vec{y} = M\vec{g}$$
- [0064]
- [0065] 이 때, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)에서 검출 행렬(M)은 $n^2 \times n^2$ 행렬이되, 각 행이 2차원 아다마르 행렬(H)의 패턴들로 이루어지는 것으로 정의한다. 즉, 도 7에 도시한 바와 같이, 상기 조사수단(100)에 의해 조사되는 2차원 아다마르 행렬(H)의 부호화된 패턴들은 상기 검출 행렬(M) 하나의 행들을 이룬다.
- [0066] 또, 상기 1차원 샘플 행렬(g)이란, 도 8에 도시한 바와 같이, $n \times n$ 픽셀을 갖는 2차원 영상으로 출력되는 결과값인 2차원 샘플 행렬(G)을 1차원 형태로 재배열한 것을 의미한다.
- [0067] 상기 차원변원부(320)는 상기 복원연산부(310)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열한다.
- [0068] 상기 출력수단(400)은 상기 영상처리부(300)를 통해 얻어진 2차원 샘플 행렬(G)을 이용하여 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력한다. 이를 통해, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000)는 시편(10)이 가시광선에서 관찰 및 촬영하기 어려운 휘발성 유기화합물, 유기가스인 경우에도, 적외선으로 영상 측정 가능하여 다양한 환경 사업 분야에 용이하게 사용할 수 있는 장점이 있다.
- [0069] 한편, 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 방법은 상술한 바와 같은 적외선 영상 측정 장치(1000)를 이용하는 것으로, 보다 상세하게, 도 9에 도시한 바와 같이, 조사단계(S10), 광검출단계(S10), 영상처리단계(S30) 및 출력단계(S40)를 포함할 수 있다.
- [0070] 상기 조사단계(S10)는 상기 조사수단(100)에 의해 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 단계이며, 첫 번째로, 상기 조사단계(S10)는 광원(111)에 의해 적외선 빛을 패턴변환부(112)로 조사한 후, 상기 패턴변환부(112)에서 패턴 부호화하고 시편(10)에 조사하여 수행될 수 있다.
- [0071] 또한, 두 번째로, 상기 조사단계(S10)는 복수개의 적외선 LED(121)와, 상기 복수개의 적외선 LED(121)를 선택적으로 on/off 함으로써 패턴 부호화하여 상기 시편(10)에 조사하는 LED 어레이부(122)의 작동에 의해 수행될 수

있다.

[0072] 이 때, 상기 조사수단(100)은 아래 [수학식 1]로 정의되는 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 부호화한다.

[0073] [수학식 1]

$$H_n H_n^T = n I_n$$

H_n^T : Transpose of H

$n I_n$: $n \times n$ identity matrix

[0074] (n 은 2 이상의 정수)

[0075] 상기 광검출단계(S10)는 상기 광검출부(200)에 의해 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 검출하는 단계로, 상기 광검출부(200)에 의해 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 측정된다.

[0076] 상기 영상처리단계(S30)는 상기 영상처리부(300)에 의해 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 단계로, 더욱 상세하게, 상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬(H)에 의해 정의되는 검출 행렬(M)의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산단계(S31)와, 상기 복원연산단계(S31)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 변환단계(S32)가 순차적으로 수행된다.

[0077] 상기 출력단계(S40)는 상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 단계로, 상기 출력수단(400)에 의해 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력한다.

[0078] 이에 따라, 본 발명의 적외선 영상 측정 장치(1000) 및 방법은 아다마르 행렬(H)에 의한 2차원 패턴을 이용하여 적외선 빛을 조사하고 광검출하며, 영상처리부(300)를 통해 시편(10) 영상 정보를 복원하고 출력수단(400)을 통해 출력하여 영상 측정을 보다 용이하게 수행할 수 있는 장점이 있다.

[0079] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것 일 뿐, 본 발명은 상기의 일 실시예에 한정되는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

[0080] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구 범위뿐 아니라 이 특허 청구 범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0081] 10 : 시편

1000 : 본 발명에 따른 적외선 영상 측정 장치

100 : 조사수단

111 : 광원

112 : 패턴변환부

121 : LED

122 : LED 어레이부

200 : 광검출부

300 : 영상처리부

310 : 복원연산부

320 : 변환부

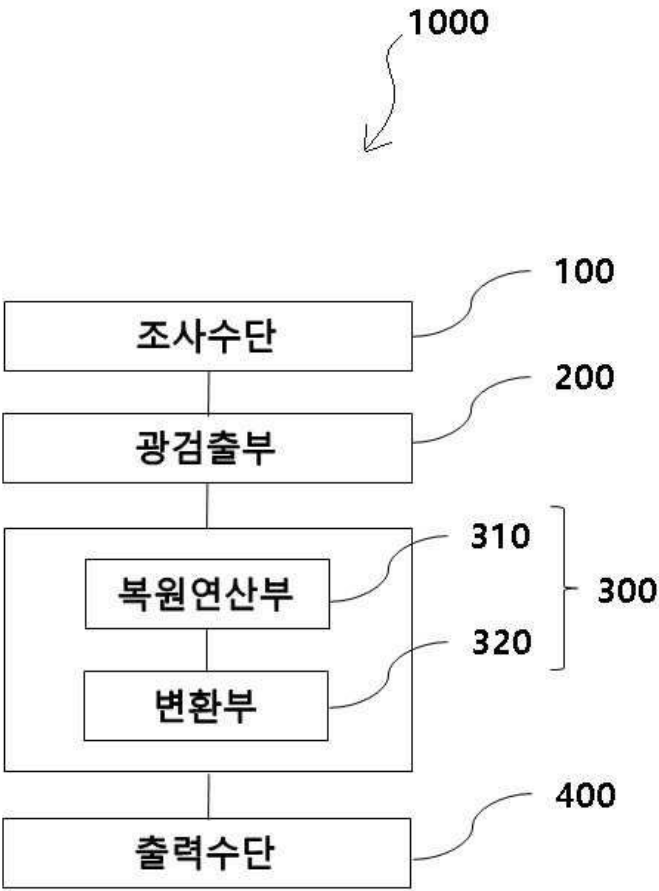
400 : 출력수단

H : 아다마르 행렬

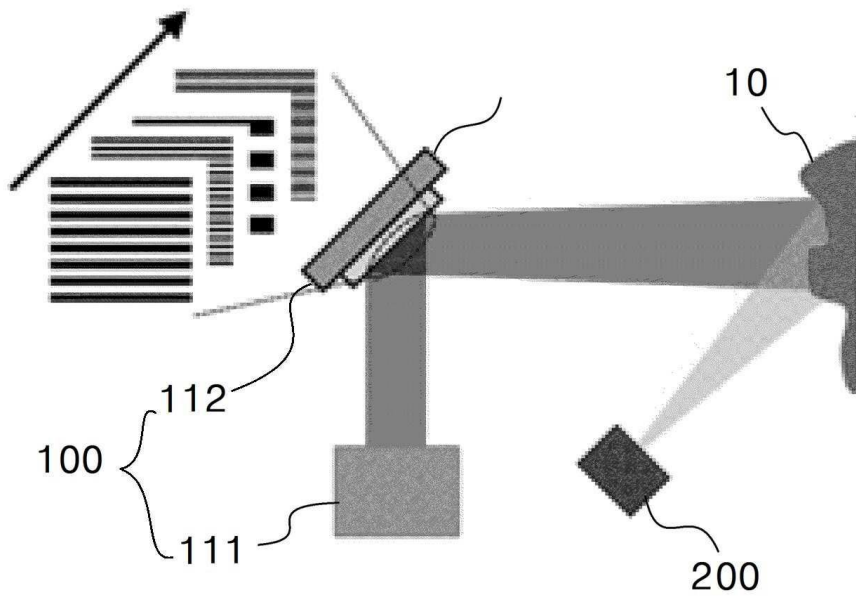
$y : n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬
 $g : n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬
 $G : n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬
 $M : n^2 \times n^2$ 의 2차원 검출 행렬
S10 내지 S40 : 적외선 영상 처리 방법의 각 단계

도면

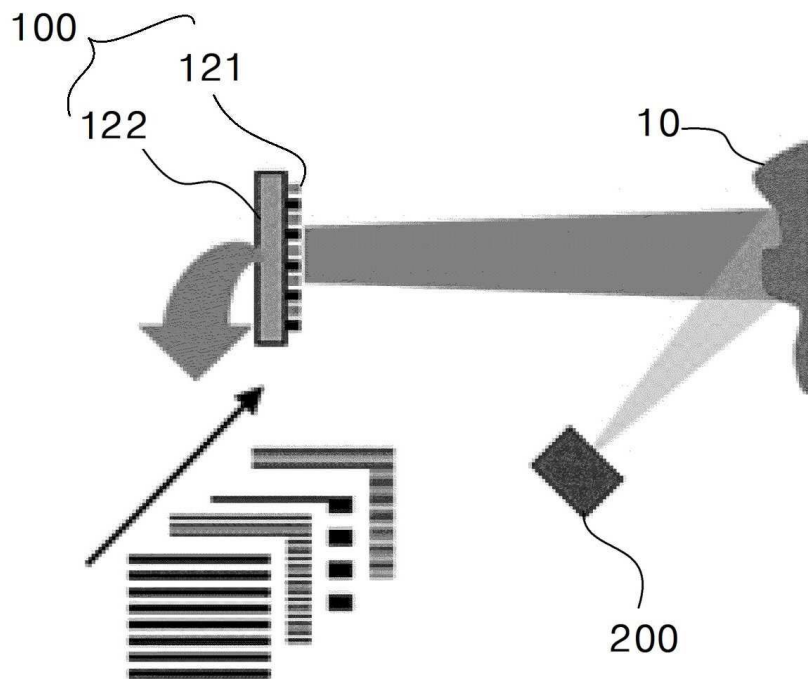
도면1



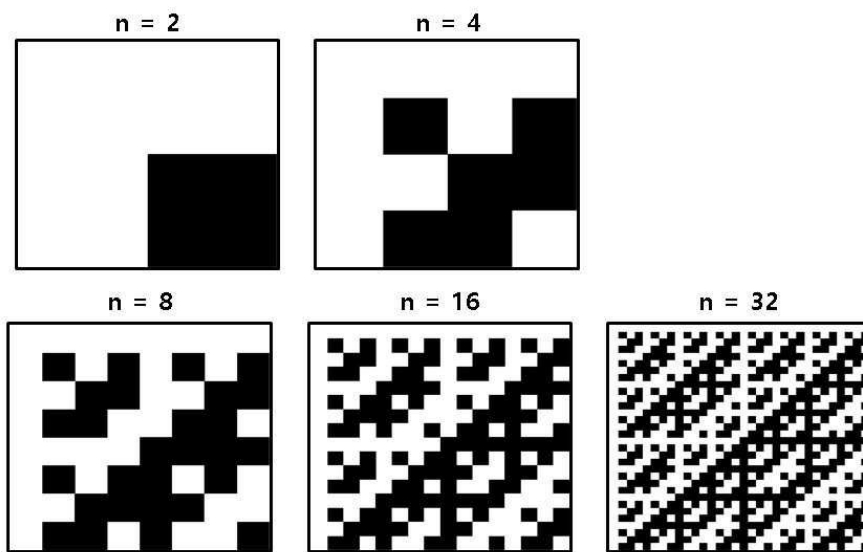
도면2



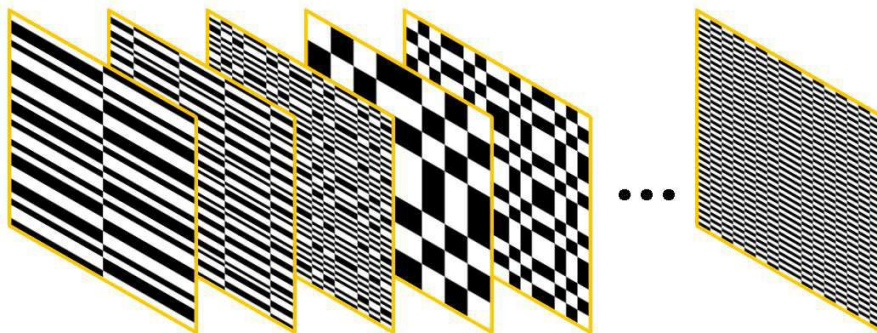
도면3



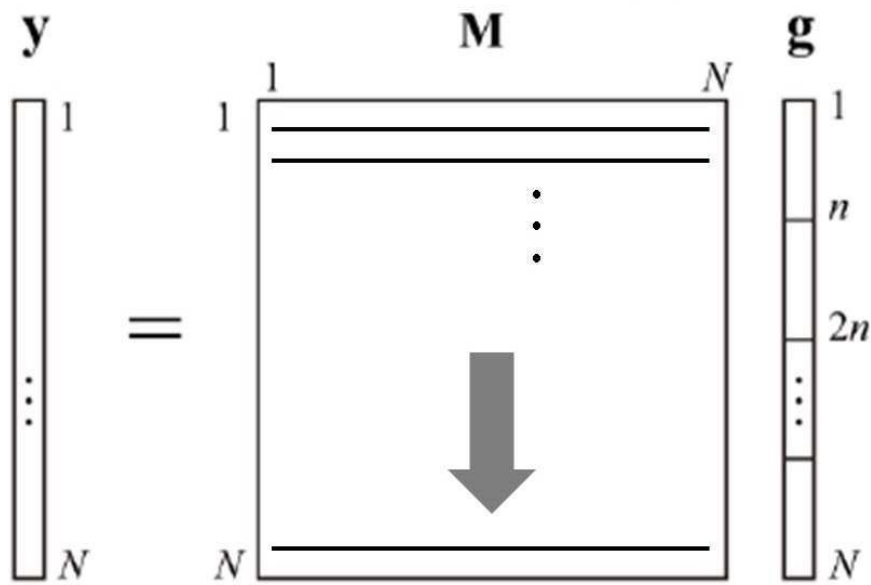
도면4



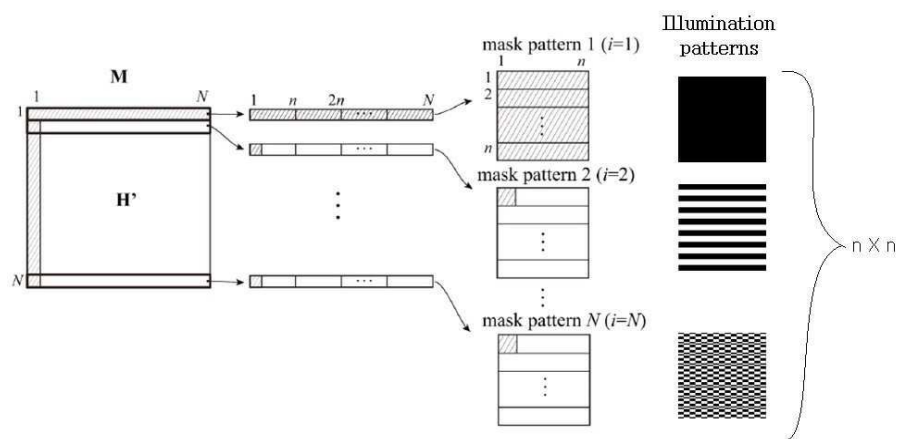
도면5



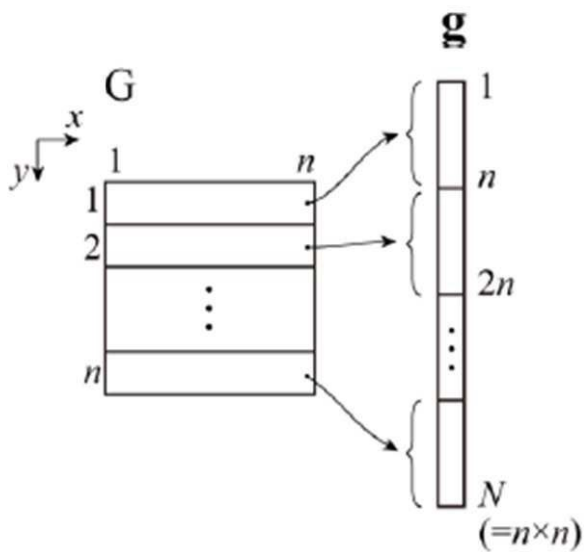
도면6



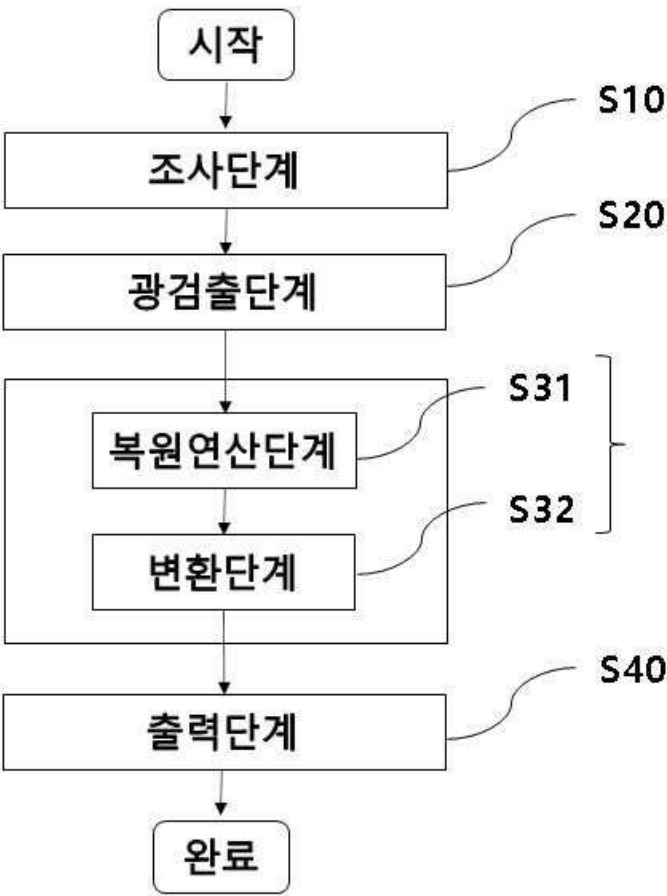
도면7



도면8



도면9



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 11

【변경전】

조사수단(100)에 의해 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사단계(S10);

광검출부(200)에 의해 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 검출하는 광 검출단계(S10);

영상처리부(300)에 의해 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리단계(S30); 및

상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력단계(S40)를 포함하며,

상기 영상처리단계(S30)는,

상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬에 의해 정의되는 검출 행렬의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산단계(S31)와,

상기 복원연산단계(S31)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 변환단계(S32)를 포함하며,

상기 출력단계(S40)는 상기 출력수단(400)에 의해 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.

【변경후】

조사수단(100)에 의해 아다마르(Hadamard) 행렬(H)의 $n \times n$ 의 2차원 패턴으로 패턴 부호화된 빛을 시편(10)에 조사하는 조사단계(S10);

광검출부(200)에 의해 상기 시편(10)에 투과 혹은 반사된 신호를 $n^2 \times 1$ 의 1차원 측정 행렬(y)로 검출하는 광 검출단계(S10);

영상처리부(300)에 의해 상기 광검출부(200)에서 검출된 신호를 연산 처리하는 영상처리단계(S30); 및

상기 영상처리부(300)를 통해 처리된 영상을 출력하는 출력단계(S40)를 포함하며,

상기 영상처리단계(S30)는,

상기 1차원 측정 행렬(y)에 아다마르 행렬에 의해 정의되는 검출 행렬의 역행렬을 곱하여 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 연산하는 복원연산단계(S31)와,

상기 복원연산단계(S31)에서 연산된 $n^2 \times 1$ 의 1차원 샘플 행렬(g)을 $n \times n$ 의 2차원 샘플 행렬(G)로 재배열하는 변환단계(S32)를 포함하며,

상기 출력단계(S40)는 출력수단(400)에 의해 상기 2차원 샘플 행렬(G)의 값에 따른 $n \times n$ 의 픽셀값으로 영상출력하는 것을 특징으로 하는 적외선 영상 측정 방법.