(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월08일
(11) 등록번호 10-2031384
(24) 등록일자 2019년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/146 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7000593
(22) 출원일자(국제) 2012년07월11일
심사청구일자 2017년06월21일
(85) 번역문제출일자 2014년01월09일
(65) 공개번호 10-2014-0053948
(43) 공개일자 2014년05월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2012/067717
(87) 국제공개번호 WO 2013/015117
국제공개일자 2013년01월31일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-165786 2011년07월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP09312385 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자
소니 주식회사
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1
(72) 발명자
요코가와 소조
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 주식회사 내
(74) 대리인
최달용

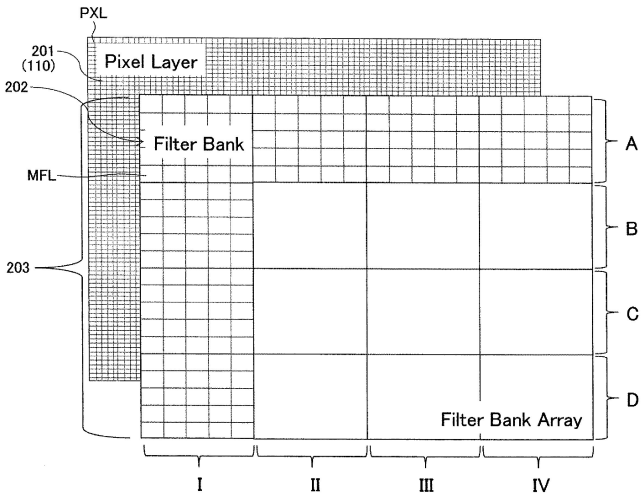
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 **고체 촬상 소자 및 촬상 시스템**

(57) 요 약

본 기술은, 고감도이면서 높은 파장 분해능을 갖는 가시·근적외선용의 분광·촬상 디바이스를 실현하는 것이 가능하고, 공간 해상도가 높은 2차원 분광 매핑을 가능하게 하는 고체 촬상 소자 및 촬상 시스템을 제공할 수 있는 고체 촬상 소자 및 촬상 시스템에 관한 것이다. 2차원 화소 어레이와, 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며, 각 필터는, 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치되어 하나의 유닛을 형성하고, 복수종류의 필터는, 인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고, 필터 뱅크가 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있다.

대 표 도



(56) 선행기술조사문헌
KR1020060130543 A*
KR1020110010564 A*
US20030173501 A1*
US20080198454 A1*
US20100244168 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와,

상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며,

상기 각 필터는,

상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고,

상기 복수종류의 필터는,

인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고,

상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있고,

금속 박막 필터는,

검출하여야 할 소망하는 전자파 파장대역 내의 특정한 전자파를 선택적으로 흡수·투과시키는 필터링 기능을 가지며, 당해 필터가 갖는 요철부 또는 구멍 구조의 주기 패턴 사이의 공극은 유전체로 충전되어 있고, 또한 복수 있는 필터 뱅크 중 적어도 하나의 필터 뱅크는 다른 필터 뱅크와는 다른 굴절률을 갖는 유전체로 그 공극부가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 필터는,

검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 가공 패턴을 갖는 금속 박막 필터를 포함하고,

상기 금속 박막 필터는,

플라즈마 주파수가 자외선역·가시 파장역에 있는 금속에 의해 형성되고,

서브미크론 스케일의 간격으로 요철부, 또는 구멍 구조가 주기적으로 배치된 1차원 격자 또는 2차원 격자인 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 금속 박막 필터는,

검출하여야 할 소망하는 전자파 파장대역 내의 특정한 전자파를 선택적으로 흡수·투과시키는 필터링 기능을 가지며, 당해 필터가 갖는 요철부 또는 구멍 구조의 주기 패턴 사이의 공극은, 중공 구조 또는 유전체로 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 4

삭제

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 금속 박막 필터는,

유전체로 이루어지는 평활화층의 상층에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 금속 박막 필터는,

유전체에 의해 형성되는 평활화층의 상층에 배치되고, 당해 유전체의 평활화층의 굴절률은 상기 화소 영역의 복수 영역에서 각각이 다른 굴절률을 갖는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 화소 영역에 대향하여 배치된 상기 금속 박막 필터의 각 필터는,

2차원 화소 어레이를 형성하는 각 화소와 동등 또는 그것보다도 넓은 면적을 가지며, 인접하는 가로(X축방향) U화소, 세로(Y축방향) V화소로 형성되는 화소군에 대해 1종류의 필터가 배치되는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

여기서, U, V는 1 이상의 정수이다.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 필터는,

X축방향으로 K종류, Y축방향으로 L종류 있고,

각각의 필터군은 K*L종류의 필터로 하나의 필터 뱅크 유닛을 형성하고, 당해 필터 뱅크를 1유닛 이상 갖는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

여기서, K, L은 각각 1 이상의 정수이다.

청구항 9

제8항에 있어서,

배치되는 상기 필터 뱅크는,

X축방향으로 N종류, Y축방향으로 M종류 있는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

여기서, N, M은 각각 1 이상의 정수이다.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 필터 뱅크의 각 필터의 전자파 파장마다의 투과율 정보를 데이터베이스로서 유지하는 기억부를 갖는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 필터 뱅크의 각 필터의 파장마다의 투과율 정보를 데이터베이스로서 유지하는 기억부를 가지며,

상기 데이터베이스는,

기준 광원을 촬영함으로써 재교정 및 갱신이 가능한 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 기억부가 유지하는 데이터베이스의 각 필터의 투과율 정보와 각 화소 출력과의 곱합 연산에 의해 입력 스펙트럼을 추정하는 신호 처리부를 갖는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 2차원 화소 어레이에 의해 형성되는 촬상 소자는, 화소가 2차원으로 전개되는 평면과 수평한 면 내에 미소 거리만큼 시프트하는 기구를 가지며,

상기 촬상 소자를 시프트시키는 타이밍은 화소 출력의 판독 프레임 시간 등의 센서의 판독 타이밍에 동기하는 기준 시간에 대응하는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 2차원 화소 어레이에 의해 형성되는 촬상 소자는, 화소가 2차원으로 전개되는 평면과 수평한 면 내에 미소 거리만큼 시프트하는 기구를 가지며,

그 시프트량은 필터 뱅크 1유닛의 X축Y축방향의 사이즈의 반분, 또는 그 정수분의 1에 상당하는 시프트량이고,

상기 촬상 소자를 미소 거리만큼 센서를 시프트시킬 때마다, 각 화소로부터의 분광 데이터를 취득하고, 또한 시프트량의 조합 패턴의 종류분만큼 취득한 거칠은 공간 분해능으로의 분광 데이터 세트를 합성함으로써, 보다 세밀한 공간 분해능을 갖는 2차원 맵을 합성하는 처리부를 갖는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,

CMOS형 고체 촬상 소자이고,

상기 각 화소는 화소마다 온 칩 집광소자를 구비하고, 상기 집광소자보다도 굴절률이 작은 소재를 온 칩 집광소자의 상층에 적층함으로써, 집광 기능을 유지한 채로 평활화층이 배치되고, 당해 평활화층상에 상기 필터가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 필터는,

고굴절률의 매질과 저굴절률의 매질을 적층한 전자파 파장을 투과시키는 광학 필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 고체 촬상 소자.

청구항 17

고체 촬상 소자와,

상기 고체 촬상 소자의 2차원 화소 어레이부에 피사체상을 결상하는 광학계를 가지며,

상기 고체 촬상 소자는,

광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와,

상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며,

상기 각 필터는,

상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고,

상기 복수종류의 필터는,

인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고,

상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있고,

금속 박막 필터는,

검출하여야 할 소망하는 전자파 파장대역 내의 특정한 전자파를 선택적으로 흡수·투과시키는 필터링 기능을 가지며, 당해 필터가 갖는 요철부 또는 구멍 구조의 주기 패턴 사이의 공극은 유전체로 충전되어 있고, 또한 복수 있는 필터 뱅크 중 적어도 하나의 필터 뱅크는 다른 필터 뱅크와는 다른 굴절률을 갖는 유전체로 그 공극부가 충전되어 있는 것을 특징으로 하는 촬상 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 기술은, 검출하여야 할 파장보다 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 금속 박막 필터를 갖는 고체 촬상 소자 및 촬상 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 의료나 미용, 건강 등 다양한 분야에서의 비침습(非侵襲)으로의 검사 용도에 분광 센서가 이용된다.

[0003] 일반적인 분광 센서는, 가시광 광원이나 적외선 광원 등의 전자파광이나 협대역 파장으로 발광하는 레이저, LED 등을 피사체에 조사하고, 그 반사광이나 라만 산란에 의해 시프트한 광성분을 슬릿을 통과하고 나서 회절 격자에 투과·반사시킨다. 이에 의해, 분광 센서는, 파장 방향의 신호 강도 분포를 공간적인 신호 강도 분포로 변환한다.

[0004] 그리고, 공간적으로 분리된 각 파장 성분의 전자파 강도를 1차원의 리니어 센서, 또는 2차원 센서로 검출함으로써 입사 스펙트럼의 복원이 가능해진다.

[0005] 여기서 검출기로서 이용되는 고체 촬상 소자로서는, CCD(Charge Coupled Device)형이나 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)형의 고체 촬상 소자를 들 수 있다.

[0006] 이들 촬상 소자는 일반적인 디지털 카메라나 캠코더, 스마트 폰 등의 휴대 정보 단말용에도 이용되고 있는 촬상 소자와 기본적으로는 동등한 것이고, 일반적인 촬상 용도의 고체 촬상 소자에서는, 그 화소수은 1000만을 초과할 정도로 다화소화하고 있다.

[0007] 분광 센서에 이용되는 고체 촬상 소자에서도, 통상의 촬상 용도에 이용되는 고체 촬상 소자에서도, 촬상 소자의 각각의 화소는 피사체로부터의 광강도에 응한 신호 전하를 축적하고, 축적한 전하량에 응한 전기 신호를 아날로그 또는 디지털 데이터로서 표본화하여 화상화한다.

[0008] 그런데 분광 센서·촬상 센서의 여하에 의하지 않고, 고체 촬상 소자는 특정한 전자파 파장대에 감도를 갖는다.

[0009] 예를 들면, 가시 광선·근적외선 대역에서 이용되는 CCD나 CMOS형 고체 촬상 소자의 대부분은 실리콘을 베이스로 제조된다. 실리콘은 그 밴드 갭 때문에 근적외선(내지 1.1㎛)보다도 짧은 파장에 대해서만 감도를 갖는다.

[0010] 그러나, 1.1㎛보다도 단파장의 전자파에 대해서는, 에너지 분해능(파장 분해능)이 없고, 축적된 전하로부터는, 어느 파장의 광을 검출하였는지를 특정할 수가 없다. 그러므로 분광 센서에서는 색·파장마다의 광강도의 정보를 검출 가능하게 하기 위해 회절 격자를 이용하는 경우가 일반적이다.

[0011] 회절 격자에 의해 분광을 하는 경우에 회피할 수 없는 문제로서, 광의 에너지를 파장 방향으로 공간적으로 분리되어 버리는 문제가 있다.

[0012] 결국은 피사체의 토탈의 광을 파장 방향으로 희석하여 검출하기 때문에 높은 파장 분해능(고 분산)을 갖는 분광기를 실현하려면, 그만큼 고체 촬상 소자의 감도를 높이는, 또는 적분 시간을 길게 하여 줄 필요가 있다.

[0013] 또한, 입사광은 가는 슬릿을 통과하여 줄 필요가 있기 때문에, 센서에 입사하는 광의 양이 원래 적다는 과제가 있다.

[0014] 다른 한편, 일반적인 컬러 촬상 디바이스에서는, 컬러 화상을 취득하기 위해 다음과 같은 수법이 취하여지는 일이 많다.

[0015] 즉, 2차원 화소 배열의 각 화소에 특정한 파장 성분을 선택적으로 투과하는 수종류의 온 칩 컬러 필터를 구비하고, 인접하는 소수의 화소군에서 복수 파장의 광강도 정보를 취득하여, 디모자이크에 의한 보간 처리에 의해 컬러 화상을 복원하는 수법을 취하는 일이 많다.

[0016] 이들 2차원 화소 평면에 복수종류의 필터를 배치하는 수법의 경우, 전술한 회절 격자 및 슬릿 구조와는 달리, 슬릿에서 광을 버릴 필요는 없지만, 역으로 높은 파장 분해능으로 분광하고 싶은 경우에는 큰 과제가 있다.

[0017] 즉, 필터를 구성하는 염료나 안료 등의 유기 소재는 도포에 의해 형성되기 때문에, 복수종류의 필터를 한번이 실장하는 것은 사실상 불가능하다.

[0018] 즉 RGB 3색으로 컬러 화상을 합성한 통상의 이미징 장치와 비교하여, 10색이나 20색이라는 극단적으로 다색의 필터가 필요해지는 분광 디바이스에서는 비용이 뛰어올라, 실현은 용이하지가 않다.

[0019] 그렇지만 근래, 도체 박막에 검출 파장과 같은 정도 또는 그보다도 미세한 개구를 주기적으로 배치한 홀 어레이 구조, 또는 동(同) 구조와 네가 포지 관계에 있는 아일랜드 어레이 구조는, 플라즈몬 공명체 구조로서 알려져 있다.

[0020] 그리고, 이 플라즈몬 공명체 구조는, 주기나 개구·도트 형상을 최적화함으로써, 투과 파장을 물리 구조로 조정 가능한 필터로서 기능하는 것이 보고되어 있다(비특허 문헌 1, 2 참조).

[0021] 또한, 이 플라즈몬 공명체를 색 필터로서 이용하는 기술도 개시되어 있다(특허 문헌 1, 2, 3 참조).

[0022] 이들의 기술은 금속 박막에의 주기 패턴의 패터닝으로 각각의 필터를 실현할 수 있기 때문에, 다종류의 필터를 한번에 실장할 수 있는 장점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0023] (특허문헌 0001) 일본 특개2008-177191호 공보

(특허문헌 0002) WO2008/082569 A1

(특허문헌 0003) 일본 특개2010-165718호 공보

비특허문헌

[0024] (비특허문헌 0001) Ebbesen, T.W. et al., Nature, Volume 391, Issue 6668, pp.667-669, 1998

(비특허문헌 0002) P.B.Catrysse & B.A.Wandell, J.Opt.Soc.Am.A, Vol.20, No.12, p.2293-2306, 2003

발명의 내용

해결하려는 과제

[0025] 그러나, 선행 특허가 개시하는 색 필터 기술을 구비한 고체 촬상 소자에도 과제가 남는다.

[0026] 플라즈몬 공명체 구조는, 전자파 파장의 λ/2, λ/4 등의 특정 간격의 주기 구조를 반복하여 구비한 구조체에 의해 분광 기능을 발생하는 구조이다. 이 때문에, 파장과 같은 정도의 미세화 화소에 적용하는 데는 부적합하고, 화소 사이즈가 전자파 파장과 비교하여 수배 정도 큰 고체 촬상 소자에만 적용되는 것이 현재의 상태이다.

[0027] 또한, 높은 파장 분해능의 광신호의 강도 프로파일을 얻는 데는 상당 종류의 필터가 필요해지기 때문에, 공간 해상도가 더욱 크게 저하되는 과제가 남는다. 또한, 상기 각 문헌에는, 고체 촬상 소자의 화소 출력치로부터 입력 스펙트럼을 복원하는 구체적 수단에 관한 기술이 없다.

[0028] 또한, 출원인은, 금속 박막 필터를 고체 촬상 소자의 화소 영역의 일부에 실장함에 의해, 염가로 분광 기능을 실현하는 수법을 제안하고 있다. 그러나 이 수법에서는, 필터를 실장할 수 있는 화소 영역이 제한되기 때문에, 배치할 수 있는 필터의 수가 적어져 버리는 과제가 있다.

[0029] 그에 의해, 파장 분해능이나 검출하는 신호의 SN의 관점에서 필터를 고체 촬상 소자 전역에 실장하는 경우에 비하여 뒤떨어져 버린다.

[0030] 나아가서는, 미세 가공의 정밀도에는 제한이 있어서, 보다 높은 파장 분해능, 구체적으로는 Δλ=1㎚ 정도의 초고분산 분광을 이 필터 구조만으로 실현하는 데는, 미세 가공의 정밀도에 과제가 있어서, 현시점에서의 실현성은 낮다.

[0031] 또한, 1종류의 플라즈몬 공명 필터는 협대역 필터가 아니라 파장마다 복잡한 투과 특성을 나타낸다. 그 때문에, 그들 필터의 투과광 강도로부터 입력 스펙트럼을 추정하려면 어떠한 신호 복원 처리가 필요해진다.

[0032] 그러나, 상기한 각 특허 문헌에는 그들의 파형 신호 처리에 관한 수법은 개시되어 있지 않다.

[0033] 본 기술은, 고감도이면서 높은 파장 분해능을 갖는 가시·근적외선용의 분광·촬상 디바이스를 실현하는 것이 가능하고, 공간 해상도가 높은 2차원 분광 매핑을 가능하게 하는 고체 촬상 소자 및 촬상 시스템을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0034] 본 발명의 제1의 관점의 고체 촬상 소자는, 광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와, 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며, 상기 각 필터는, 상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고, 상기 복수종류의 필터는, 인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고, 상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있다.

[0035] 본 발명의 제2의 관점의 촬상 시스템은, 고체 촬상 소자와, 상기 고체 촬상 소자의 2차원 화소 어레이부에 피사체상을 결상하는 광학계를 가지며, 상기 고체 촬상 소자는, 광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와, 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며, 상기 각 필터는, 상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고, 상기 복수종류의 필터는, 인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고, 상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명에 의하면, 고감도이면서 높은 파장 분해능을 갖는 가시·근적외선용의 분광·촬상 디바이스를 실현하는 것이 가능하고, 공간 해상도가 높은 2차원 분광 매핑을 가능하게 한다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 실시 형태에 관한 CMOS형 고체 촬상 소자의 구성례를 도시하는 블록도.

도 2는 본 실시 형태에 관한 고체 촬상 소자와 본 금속 박막 필터와의 위치 관계를 설명하기 위한 도면.

도 3은 본 실시 형태에 관한 금속 박막 필터의 구조례를 도시하는 도면.

도 4는 홀 어레이 구조와 네가 포지 반전한 아일랜드 구조의 플라즈몬 공명체 구조체를 도시하는 도면.

도 5는 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제1의 구조례를 도시하는 도면.

도 6은 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제2의 구조례를 도시하는 도면.

도 7은 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제3의 구조례를 도시하는 도면.

도 8은 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제4의 구조례를 도시하는 도면.

도 9는 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제5의 구조례를 도시하는 도면.

도 10은 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제6의 구조례를 도시하는 도면.

도 11은 본 실시 형태의 분광 고체 촬상 소자를 포함하는 분광 촬상 시스템에서 피사체의 전자파 스펙트럼 파형을 유추하는 수법을 개략 설명하기 위한 도면.

도 12는 세로 4유닛, 옆5 유닛의 합계 20유닛의 필터 뱅크로 구성되는 분광 디바이스에서 얻어지는 2차원 분광 맵의 개략도.

도 13은 본 실시 형태에 관한 고체 촬상 소자를 필터 뱅크의 1유닛의 반분의 간격으로 시프트시키면서 각각의 장소에서 색 스펙트럼을 촬영함으로써 공간 해상도를 올리는 수법에 관해 개략 설명하기 위한 도면.

도 14는 본 실시 형태의 분광 촬상 시스템이 유지하는 필터 투과율의 데이터베이스의 교정 방법에 관해 도시하는 플로 차트.

도 15는 본 실시 형태의 분광 촬상 시스템의 구성례를 도시하는 블록도.

도 16은 금속 박막 필터의 제조 장치의 개략 구성을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면에 관련짓어서 설명한다.

[0039] 또한, 설명은 이하의 순서로 행한다.

[0040] 1. CMOS형 고체 촬상 소자의 전체의 개략 구성례

[0041] 2. 고체 촬상 소자와 금속 박막 필터와의 위치 관계

[0042] 3. 금속막 필터의 구성례

[0043] 4. 금속 박막 필터를 배치한 고체 촬상 소자의 구조례

[0044] 5. 피사체의 전자파 스펙트럼 파형을 유추하는 수법

[0045] 6. 분광 촬상 시스템의 구성례

[0046] 7. 금속 박막 필터의 제조 방법

[0047] <1. CMOS형 고체 촬상 소자의 전체의 개략 구성례>

[0048] 도 1은, 본 실시 형태에 관한 CMOS형 고체 촬상 소자의 구성례를 도시하는 블록도이다.

[0049] 이하, 본 기술의 금속 필터를 이면 조사형 CMOS형 고체 촬상 소자에 실장한 예를 나타낸다. 단, 당연하지만 기존의 표면 조사형 CMOS형 고체 촬상 소자라도, CCD형 고체 촬상 소자라도, Si 이외의 예를 들면 CdSe 등의 양자 도트 구조를 광검출부에 이용한 촬상 소자나 유기 광전 소재를 이용한 포토 콘덕터형의 촬상 소자에도 적응이 가능하다.

[0050] 이 고체 촬상 소자(100)는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 2차원 화소 어레이로서의 화소 어레이부(110), 수직 주사 회로(120), 수평 전송 주사 회로(130), 및 ADC(아날로그-디지털 컨버터)군인 칼럼 ADC 회로(140)를 갖는다.

[0051] 고체 촬상 소자(100)는, PLL 회로(150), 참조 신호(RAMP)를 생성하는 DAC(디지털-아날로그 컨버터)(160), 및 센스 앰프 회로(S/A)(170)를 갖는다.

[0052] 화소 어레이부(110)는, 포토 다이오드(광전 변환 소자)와 화소 내 앰프를 포함하는 복수의 화소(110A)가 m행n열

의 2차원형상(매트릭스형상)으로 배열되어 있다.

[0053] 각 화소(110A)는 광전 변환의 기능을 담당하는 포토 다이오드와 축적된 신호를 판독하기 위한 복수개의 트랜지스터로 구성되는 화소 판독 회로로 이루어진다.

[0054] 도 1에는, 본 실시 형태에 관한 4개의 트랜지스터로 구성되는 CMOS 이미지 센서의 화소의 한 예가 도시되어 있다.

[0055] 화소(110A)에서, 포토 다이오드(111)에 축적된 전하는 전송 트랜지스터(112)를 통하여 FD(Floating Diffusion)(113)에 전송된다. FD(113)는 증폭 트랜지스터(114)의 게이트에 접속되어 있다.

[0056] 신호를 판독하고 싶은 화소는, 선택 트랜지스터(115)를 온 함으로써 선택할 수 있다. 선택된 화소의 신호는, 증폭 트랜지스터(114)를 소스 팔로워(SourceFollower) 구동함으로써 축적 전하량에 대응하는 신호로서 신호선(117)에 판독된다. 또한 화소 신호는 리셋 트랜지스터(116)를 온 함으로써 리셋할 수 있다.

[0057] 각각의 화소로부터 판독된 신호는 CDS 동작에 의해 신호 레벨이 추출되고, 칼럼 ADC 회로(140), 센스 앰프 회로(170)를 경유하여 디바이스 외부로 출력된다.

[0058] 칼럼 ADC 회로(140)는, ADC 블록인 칼럼 처리부(ADC)(141)가 복수열 배열되어 있다.

[0059] 즉, 칼럼 ADC 회로(140)는, k비트 디지털 신호 변환 기능을 가지며, 칼럼 처리부(141)마다 각 수직 신호선(열선)(117)마다 배치되고, 열병렬 ADC 블록이 구성된다.

[0060] 각 칼럼 처리부(141)는, DAC(160)에 의해 생성되는 참조 신호를 계단형상으로 변화시킨 램프파형인 참조 신호(RAMP)와, 행선(行線)마다 화소로부터 수직 신호선을 경유하여 얻어지는 아날로그 신호(VSL)를 비교하는 비교기(비교 회로)(141-1)를 갖는다.

[0061] 또한, 각 칼럼 처리부(141)는, 비교 시간을 카운트하고, 카운트 결과를 유지하는 카운터 래치(카운터)(141-2)를 갖는다.

[0062] 각 카운터(141-2)의 출력은, 예를 들면 k비트폭의 수평 전송선(LTRF)에 접속되어 있다.

[0063] 그리고, 수평 전송선(LTRF)에 대응하는 센스 앰프 회로(170)가 배치된다.

[0064] 칼럼 ADC 회로(140)에서는, 수직 신호선(117)에 판독된 아날로그 신호 전위(VSL)는 열마다(칼럼마다) 배치된 비교기(141-1)에서 참조 신호(RAMP)와 비교된다.

[0065] 이때, 비교기(141-1)와 마찬가지로 열마다 배치된 카운터(141-2)가 동작하고 있다.

[0066] 각 칼럼 처리부(141)는, 램프 파형의 어느 참조 신호(RAMP)와 카운터 값이 1대1의 대응을 취하면서 변화함으로써 수직 신호선(117)의 전위(아날로그 신호)(VSL)를 디지털 신호로 변환한다.

[0067] 칼럼 처리부(ADC)(141)는, 참조 신호(RAMP)(전위(VSLop))의 전압의 변화를 시간의 변화로 변환하는 것이고, 그 시간을 어느 주기(클록)로 셈으로써 디지털값으로 변환한다.

[0068] 아날로그 신호(VSL와 참조 신호(RAMP)(Vslop)가 교차한 때, 비교기(141-1)의 출력이 반전하고, 카운터(141-2)의 입력 클록을 정지하고, 또는, 입력을 정지하고 있던 클록을 카운터(141-2)에 입력하여, AD 변환을 완료시킨다.

[0069] 이상의 AD 변환기간 종료 후, 수평 전송 주사 회로(130)에 의해, 카운터(141-2)에서 유지된 데이터가, 수평 전송선(LTRF)에 전송되고, 센스 앰프 회로(170)를 경유하여 외부의 신호 처리 회로에 출력되고, 소정의 신호 처리에 의해 2차원 화상이 생성된다.

[0070] 외부에 출력된 화소치 데이터는 각각의 화소 위치에서는 단독의 필터에 대응하는 강도 정보밖에 갖지 않기 때문에, 인접하는 이색(異色) 화소의 강도 정보로부터, 각각의 화소 위치에서의 각각의 색성분의 강도 정보를 디모자이크 처리나 콘벌루션 처리 등의 보간에 의해 복원된다.

[0071] 그 밖에, 화이트 밸런스나 감마 보정, 윤곽 강조, 화상 압축 등의 처리가 행하여져서, 관측자에게 있어서 바람직한, 또는 피사체에 충실한 화상이 복원된다.

[0072] 또한, 칩에 화상 처리 프로세서가 실장된 시스템 온 칩형의 이미지 센서의 경우는, 이들의 신호 처리도 동일 칩상에서 행할 수가 있어서, 생(生)화상 데이터 외에 jpeg나 mpeg 방식 등의 압축 화상을 출력하는 경우도 있다.

[0073] <2. 고체 촬상 소자와 금속 박막 필터와의 위치 관계>

[0074] 도 2는, 본 실시 형태에 관한 고체 촬상 소자와 본 금속 박막 필터와의 위치 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0075] 도 2에서, 도 1의 화소 어레이부(110)가 2차원 화소군(201)으로서 나타나 있다.

[0076] 2차원 화소군(201)은, 예를 들면 세로·가로 각각 수천개의 화소(PXL)에 의해 형성되고, 적은 디바이스라도 100만화소 정도, 많은 것에서는 수천만화소에도 미치는 거대한 2차원 화소군을 구성한다.

[0077] 본 실시 형태의 금속 박막 필터군(필터 뱅크)(202)은, 2차원 화소군(화소 어레이부)(201)의 광입사면에 대향하도록 배치된다.

[0078] 여기서, 각 필터(MFL)는 필터 뱅크(202)의 하나의 사각형에 대응한다. 각 필터(202FL)의 사이즈는 광검출 화소(PXL)에 대해 가로(X축)방향으로 U화소, 세로(Y축)방향으로 V화소의 화소 영역에 대해 1종류가 실장된다.

[0079] 즉 인접하는 U*V화소에 대해 1종류의 필터(MFL)가 실장된다.

[0080] 또한, 필터(MFL)는, 가로(X축)방향으로 K종류, 세로(Y축)방향으로 L종류로 1개의 유닛(필터 뱅크)(202)을 구성한다.

[0081] 도 2의 예에서는, K=5, L=4의 20종류로 1개의 필터 뱅크를 구성하는 예로 되어 있다.

[0082] 또한, 필터 뱅크(202)는 2차원 촬상 소자 전면(全面)에 가로(X축)방향으로 N유닛, 세로(Y축)방향으로 M유닛 배치되고, N*M종류의 필터 뱅크 어레이(203)에 의해 구성된다.

[0083] 즉, 도 2의 예의 필터 뱅크(202)는, K=5, L=4의 20종류의 필터를 가지며, 그것이, N=4, M=4, 합계 16유닛 있는 것이 된다.

[0084] 또한, 필터 뱅크(202), 또는 필터 뱅크군의 분광 기능 블록인 금속 박막 필터는 층간 절연막에 끼어져 있고, 그 절연막은 복수종류의 굴절률이라도 상관없다.

[0085] 예를 들면, 필터 뱅크 어레이(203) 중, 도 2의 A라인은 굴절률=1.42이고, B라인은 굴절률=1.40, C라인에서는 굴절률=1.38, D라인에서는 굴절률=1.36 등과 같이 설정 가능하다.

[0086] 즉, 2차원 촬상 소자 영역의 화소 영역마다 다른 굴절률을 갖도록 할 수 있다.

[0087] 여기서, SiO_2의 굴절률의 컨트롤은, 예를 들면 플라즈마 CVD법에 의해 SiO_2막을 성막할 때, CF_4 가스의 유량을 컨트롤함으로써 굴절률의 조정을 할 수 있다.

[0088] <3. 금속막 필터의 구성례>

[0089] 도 3의 (A) 내지 (D)는, 본 실시 형태에 관한 금속 박막 필터의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0090] 도 3에서는, 금속막 필터를 부호 300으로 나타내고 있다.

[0091] 도 3의 (A)는 허니컴 배열(301)을, 도 3의 (B)는 직교 행렬 배열(302)을, 도 3의 (C)는 관통 개구와 비관통 개구가 혼재한 배열(303)을, 도 3의 (D)는 도 3의 (C)의 A-A'선의 단면으로서 오목구조를 갖는 비관통 구멍을 포함하는 배열(304)을 각각 도시하고 있다.

[0092] 금속 박막 필터(300)는, 그 미세 구조 패턴에 의해 특정한 전자파 파장에서 자유 전자와 광이 커플링한 표면 플라즈몬-폴라리톤이 생긴다.

[0093] 이 금속 박막 필터(300)는, 자외선 파장대에 플라즈마 주파수를 갖는 도체 소재(구체적으로는 은이나 알루미늄, 금 등이 알맞다)로 이루어지는 박막에 미세 가공을 시행한 서브 파장 구조체이다.

[0094] 그리고, 금속 박막 필터(300)는, 도체의 물성과 패턴 주기·개구경(開口徑)·도트 사이즈·막두께·구조체의 주위의 매질의 물성에 의해 정해지는 공명 파장을 갖는다.

[0095] 기본 구조는 홀 어레이 구조이고, 검출 파장보다도 작은 지름을 갖는 개구(홀)(H1)를 2차원 배열형상으로 배치한다.

[0096] 홀 배치는 도 3의 (A)에 도시하는 바와 같은 허니컴 배열(301), 또는 도 3의 (B)에 도시하는 바와 같은 직교 행렬 배열(302)로 배치하는 것이 알맞지만, 그 밖의 배열이라도 주기성이 있는 구조라면 상관없다.

[0097] 여기서, 홀 간격이나 홀 사이즈·막두께가 투과 특성의 키 파라미터가 된다. 도 3에서는, 홀 개구부는 305, 도

체부분은 306으로 나타내고 있다.

[0098] 홀 개구(305)의 개구경은 투과시키고 싶은 파장보다도 작고, 직경 100[nm] 정도가 알맞다. 설계 자유도가 있기 때문에, 대강 50[nm] 내지 200[nm]의 범위라면 상관없다.

[0099] 또한, 도체 박막(306)의 두께는 100[nm] 정도가 알맞지만, 10[nm] 내지 200[nm] 정도의 범위라면 상관없다.

[0100] 또한, 인접 홀 사이와의 간격(307, 308)을 조정함으로써, 투과 파장을 변화시킬 수 있지만, 매질 중에서의 실효적인 전자파 파장의 반파장 내지 1파장 정도의 범위가 알맞고, 구체적으로는 150[nm] 내지 1000[nm] 정도의 홀 간격이 바람직하다.

[0101] 또한, 홀 어레이 구조의 모든 개구가 도체 박막을 관통하고 있을 필요는 없고, 도 3의 (C) 및 (B)의 배열(303, 304)에 도시하는 바와 같이, 일부, 또는 모든 개구는 도체상에 오목구조를 갖는 비관통 구멍이라도 상관없다.

[0102] 도 3의 (C) 및 (D)는, 관통 개구(305)와 비관통 개구(309)가 주기적으로 배치한 경우의 실시례이다.

[0103] 또한, 홀 개구의 형상은 가공상(上), 원형이 바람직하지만 타원형상이나 다각형 형상, 성형, 십자형, 링 형, 만형(卍形) 등이라도 상관없다.

[0104] 도 4의 (A) 및 (B)는, 홀 어레이 구조와 네가 포지 반전한 아일랜드 구조의 플라즈몬 공명체 구조체를 도시하는 도면이다.

[0105] 아일랜드 배치(400)는, 도 4의 (A)에 도시하는바 같은 허니컴 배열(401), 도 4의 (B)에 도시하는 바와 같은 직교 행렬 배열(402)이 알맞다.

[0106] 각 아일랜드(403)는 20 내지 200[nm]의 사이즈를 가지며, 아일랜드 간부(間部)(404)는 실리콘 산화막 등의 유전체 소재로 충전된다.

[0107] 인접 아일랜드 사이의 기본 간격(405, 406)은, 매질 중에서의 실행적(實行的)인 전자파 파장의 반파장이 알맞고, 설계 자유도를 가미하면 1/4파장 내지 1파장의 범위가 알맞다. 또한 아일랜드 구조의 형상은, 가공상은 원형이 바람직하지만 타원형상이나 다각형 형상, 성형, 십자형, 링 형, 만형 등이라도 상관없다.

[0108] <4. 금속 박막 필터를 배치한 고체 촬상 소자의 구조례>

[0109] 도 5는, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제1의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0110] 도 5는, 2차원 고체 촬상 소자 어레이를 구성하는 화소군중, 인접하는 6화소분을 잘라내어 단면 모식도로서 기재하고 있다. 당연하지만 실제로는 이들의 화소가 2차원 평면에 화소수만큼 전개된다.

[0111] 도 5의 고체 촬상 소자(500)에서, 501은 온 칩 마이크로 렌즈를, 502A, 502B는 금속 박막 필터를, 503은 평활화층을, 504는 포토 다이오드를, 505는 신호 배선층을, 506A, 506B는 인접 화소를, 각각 나타내고 있다.

[0112] 온 칩 마이크로 렌즈(501)는, 포토 다이오드(504)에 효율적으로 광을 유도하기 위한 광학 소자이다.

[0113] 포토 다이오드(504)는, P형 영역에 둘러싸인 N형 영역, 또는 N형 영역에 둘러싸인 P형 영역이고, 주위보다도 전위가 깊은 영역에 광전 변환에 의해 생긴 전자·홀을 신호 전하로서 축적하는 기능을 갖는다.

[0114] 금속 박막 필터(502A, 502B)는, 예를 들면 Al이나 Ag에 의해 형성되는 금속 박막 필터에 서브 파장 간격으로 주기적인 구조를 패터닝한 구조체이다(도 3, 도 4).

[0115] 금속 박막 필터(502A, 502B)는, 포토 다이오드(504) 상방에 실리콘 산화막·질화막 등으로 이루어지는 평활화층(503)을 형성하고, 그 위에 실장되는 것이 바람직하다. 또한, 금속 박막 필터(502A, 502B)를 보호하는 층간 절연막·보호막(평활화층)(507)은 실리콘 산화막(SiO_2) 및 SiO_2를 주성분으로 하는 복합 소재가 알맞다. 그 밖에 불화마그네슘(MgF_2)이나 중공 구조(Air Gap) 등을 저굴절률의 매질로서 이용할 수도 있다.

[0116] 여기서 도체 박막 필터(502A, 502B)는, 인접하는 화소 사이에서 공통의 패턴 구조인 것이 바람직하다. 예를 들면, 도 5에서는 인접 3화소(506A)가 금속 박막 필터(502A)를 실장하고, 다른 3화소(506B)가 금속 박막 필터(502B)를 실장하고 있다.

[0117] 당연하지만, 필터의 종류는 2종류로 한정되지 않고, 또한 동일 필터를 공유한 화소수도 3화소로는 한정되지 않고, 임의의 정수(예를 들면 인접 8화소 공유, 64화소 공유, 128화소 공유 등)로 공유할 수 있다.

[0118] 신호 배선층(505)은, 광전 변환에 의해 포토 다이오드(504)에 축적된 신호 전하를 외부에 판독하기 위한 신호 배선층으로서 형성되어 있다.

[0119] 포토 다이오드(504)는, 인접하는 포토 다이오드와 전기적으로 분리하기 위해, STI 등의 산화막 분리에 의해 소자 분리되는 외에, 불순물의 임플랜테이션에 의한 EDI 구조나 CION 구조 등에 의해 전기적으로 분리되어 있다.

[0120] 도 6은, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제2의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0121] 도 6에서, 도 5와 동일 구성 부분은, 이해를 용이하게 하기 위해 동일 부호로써 나타내고 있다.

[0122] 도 6의 CMOS형 고체 촬상 소자(500A)가 도 5의 CMOS형 고체 촬상 소자(500와 다른 점은, 이하와 같다.

[0123] 이 CMOS형 고체 촬상 소자(500A)는, 온 칩 마이크로 렌즈(501)의 상층에는 SiO_2나 불화마그네슘(MgF_2) 등으로 형성되는 저굴절률 소재로 이루어지는 저굴절률 평활화층(507A)을 갖는다. 여기서 온 칩 마이크로 렌즈(501)의 굴절률은 평활화층(507A)의 굴절률보다 높을 필요가 있다.

[0124] 상술한 바와 같이, 금속 박막 필터(502A, 502B)는, 포토 다이오드(504) 상방에 실리콘 산화막·질화막 등으로 이루어지는 평활화층(503)을 형성하고, 그 위에 실장되는 것이 바람직하다.

[0125] 도 6의 예에서는, 저굴절률 평활화층(507A)의 상층에 평활화층(503)이 형성되고, 평활화층(503)상에 금속 박막 필터(502A, 502B)가 형성되어 있다.

[0126] 상술한 바와 같이, 필터(502A, 502B)는, 도체 박막 필터(플라즈몬 공명체)(502)에 의해 형성되고, 예를 들면 Al나 Ag에 의해 형성되는 금속 박막 필터(도 3, 도 4)에 서브 파장 간격으로 주기적인 구조를 패터닝한 구조체이다.

[0127] 또한 일반적인 고체 촬상 소자에서는, 온 칩 마이크로 렌즈(501)의 하류(하층)에 RGB 등의 컬러 필터가 실장되어 있는 경우가 많고, 도 6의 예에서도, 유기 안료·염료로 이루어지는 일반적인 컬러 필터(508)를 배치할 수도 있다

[0128] 그에 의해, 기존의 필터(508)와 금속 박막 필터(602A, 602B)와의 조합의 자유도가 높아지고, 보다 높은 파장 분해능으로 파장 스펙트럼을 얻는 것이 가능해진다.

[0129] 도 7은, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제3의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0130] 도 7에서, 도 5 및 도 6과 동일 구성 부분은, 이해를 용이하게 하기 위해 동일 부호로써 나타내고 있다.

[0131] 도 7의 CMOS형 고체 촬상 소자(500B)가 도 6의 CMOS형 고체 촬상 소자(500A)와 다른 점은, 이하와 같다.

[0132] 이 CMOS형 고체 촬상 소자(500B)에서는, 2화소(506A)가 금속 박막 필터(502A)를 실장하고, 다른 2화소(506C)가 금속 박막 필터(502C)를 실장한 예로 되어 있다.

[0133] 2화소(506A)와 2화소(506C)의 사이의 화소(506B)에는 화소 전면을 차광하는 금속 박막 필터(502B)가 실장되어 있다.

[0134] 본 구성에 의해 금속 박막 필터(502A)를 투과한 광이 다른 금속 박막 필터(502C)를 구비한 화소(506C)에 혼입되는 혼색 성분은 대폭적으로 저감이 가능하고, 혼색에 의한 화질 열화나 파장 스펙트럼의 열화의 문제를 경감할 수 있다.

[0135] 상술한 바와 같이, 필터(502A, 502B, 502C)는, 도체 박막 필터(플라즈몬 공명체)(502)에 의해 형성되고, 예를 들면 Al나 Ag에 의해 형성되는 금속 박막 필터(도 3, 도 4)에 서브 파장 간격으로 주기적인 구조를 패터닝한 구조체이다.

[0136] 또한, 도 7의 예에서도, 유기 안료·염료로 이루어지는 일반적인 컬러 필터(508)를 배치할 수도 있다.

[0137] 도 8은, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제4의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0138] 도 8에서, 도 5 내지 도 7과 동일 구성 부분은, 이해를 용이하게 하기 위해 동일 부호로써 나타내고 있다.

[0139] 도 8의 CMOS형 고체 촬상 소자(500C)가 도 6의 CMOS형 고체 촬상 소자(500A)와 다른 점은, 이하와 같다.

[0140] 이 CMOS형 고체 촬상 소자(500C)에서는, 금속 박막 필터(502A, 502B)는 SiO, SiN 등의 유전체에 의해 형성되는 보호막으로서의 평활화층(503)에 의해 주위가 충전된 구조로 되어 있다.

[0141] 도 8의 고체 촬상 소자(500C)는, 3화소(506A)가 금속 박막 필터(502A)를 실장하고, 다른 3화소(506B)가 금속 박막 필터(502B)를 실장한 예이다.

[0142] 당연하지만, 금속 박막 필터의 종류는 2종류로 한정되지 않고, 또한 동일 필터를 공유하는 화소수도 임의의 정수로 공유할 수 있다.

[0143] 상술한 바와 같이, 필터(502A, 502B)는, 도체 박막 필터(플라즈몬 공명체)(502)에 의해 형성되고, 예를 들면 Al나 Ag에 의해 형성되는 금속 박막 필터(도 3, 도 4)에 서브 파장 간격으로 주기적인 구조를 패터닝한 구조체이다.

[0144] 또한, 도 8의 예에서도, 유기 안료·염료로 이루어지는 일반적인 컬러 필터(508)를 배치하는 것도 가능하다.

[0145] 도 9는, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제5의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0146] 도 9에서, 도 5 내지 도 8과 동일 구성 부분은, 이해를 용이하게 하기 위해 동일 부호로써 나타내고 있다.

[0147] 도 9의 CMOS형 고체 촬상 소자(500D)가 도 8의 CMOS형 고체 촬상 소자(500C)와 다른 점은, 이하와 같다.

[0148] 도체 박막 필터는 인접 화소 사이에서 공통의 구조인 것이 바람직하고, 이 CMOS형 고체 촬상 소자(500D)에서는, 2화소(506A, 506B, 506C)의 6화소 모두 동일한 금속 박막 필터를 실장하고 있다.

[0149] 단, 충전된 유전체에 의해 형성되는 평활화층(503A, 503B, 503C)은 화소 그룹마다 다르고, 도 9의 예에서는, 인접 2화소(506A, 606B, 506C)에서 다른 굴절률을 갖는다.

[0150] 본 금속 박막 필터를 보호하는 층간 절연막(보호막)은, 예를 들면 실리콘 산화막으로 이루어지고, 실리콘 산화막은 플라즈마 CVD법 등에 의해 성막되지만, 그 굴절률은 성막 조건(예를 들면 CF_4의 유량(流量))에 의해 컨트롤하는 것이 가능하다.

[0151] 당연하지만 굴절률은 1화소마다 조정할 필요는 없고, 예를 들면 필터 뱅크마다나 영역마다 다른 굴절률을 실현하면 상관없다. 예를 들면 도 2에서, Ⅰ열에서는 굴절률=1.44, Ⅱ열에서는 1.42, Ⅲ열에서는 1.40, Ⅳ열에서는 1.38 등으로 설정된다.

[0152] 상술한 바와 같이, 필터(502A, 502B, 502C)는, 도체 박막 필터(플라즈몬 공명체)(502)에 의해 형성되고, 예를 들면 Al나 Ag에 의해 형성되는 금속 박막 필터(도 3, 도 4)에 서브 파장 간격으로 주기적인 구조를 패터닝한 구조체이다.

[0153] 또한, 도 9의 예에서도, 유기 안료·염료로 이루어지는 일반적인 컬러 필터(508)를 배치하는 것도 가능하다.

[0154] 도 10은, 이면 조사형(BSI) CMOS형 고체 촬상 소자에 관해 본 금속 박막 필터를 배치한 제6의 구조례를 도시하는 도면이다.

[0155] 도 10에 있어서, 도 5 내지 도 9와 동일 구성 부분은, 이해를 용이하게 하기 위해 동일 부호로써 나타내고 있다.

[0156] 도 10의 CMOS형 고체 촬상 소자(500E)는, 금속 박막 필터를 배치한 도 5 내지 도 9의 CMOS형 고체 촬상 소자(500 내지 500D)와 달리, 포토닉 필터를 배치한 구성을 갖는다.

[0157] 포토닉 필터(512A, 512B)는, 투과시키고 싶는 전자파 파장의 1/4파장 간격으로, 고굴절률의 매질과 저굴절률의 매질을 적층한 광학 필터이다.

[0158] 포토닉 필터(512A, 512B)는, 필터 중간의 저굴절률층의 막두께를 조정함으로써 특정한 전자파 파장만을 투과시키는 협대역 필터의 실현이 가능하다.

[0159] 도 10은 그 포토닉 필터(512)를 금속 박막 필터 대신에 실장한 구조례를 나타내고 있다.

[0160] 포토닉 필터(512)는, 저굴절률층으로서는, 실리콘 산화막(SIO_2)이나 불화마그네슘(MgF_2)을 이용할 수 있다.

[0161] 다른 한편, 고굴절률의 매질로서는, 질화실리콘(Si_3N_4), 산화티탄(TiO_2), 산화탄탈(Ta_2O_5), 산화지르코늄(ZrO_2), 산화니오브(Nb_2O_5), 산화하프늄(HfO_2) 등의 산화물, 질화물이 바람직하다.

[0162] 여기서 인접 3화소(506A)에 대해 포토닉 필터(512A)가 실장되고, 타 3화소(506B)에 대해 포토닉 필터(512B)가 실장되지만, 당연하지만 필터는 3화소뿐만 아니라, 임의의 수의 인접 화소에 대해 공유가 가능하다.

[0163] 또한, 도 10의 예에서도, 유기 안료·염료로 이루어지는 일반적인 컬러 필터(508)를 배치하는 것도 가능하다.

[0164] <5. 피사체의 전자파 스펙트럼 파형을 유추하는 수법>

[0165] 다음에, 본 실시 형태의 분광 고체 촬상 소자를 포함하는 분광 촬상 시스템에서 피사체의 전자파 스펙트럼 파형을 유추하는 수법에 관해 개략 설명한다.

[0166] 도 11은, 본 실시 형태의 분광 고체 촬상 소자를 포함하는 분광 촬상 시스템에서 피사체의 전자파 스펙트럼 파형을 유추하는 수법을 개략 설명하기 위한 도면이다.

[0167] 피사체의 스펙트럼(I_λ0, I_λ1,,,, I_λN)은 미지(未知)하다.

[0168] 여기서는 간단을 위해 2차원 화상이 아니라, 공간 해상도가 없는 파장 방향의 강도 분포만으로 생각한다. 피사체의 분광 프로파일을 N점의 파장에서의 강도 정보 프로파일로서 습득하고 싶은 경우를 생각한다. 알고 싶은 파장 스펙트럼을 다음과 같이 N점의 파장으로 기술한다.

[0169] [수식 1]

[0170] λ_0, λ_1,,,,, λ_N … (1)

[0171] 각각의 파장은 λ_0, λ_1,,,,, λ_N으로 한다.

[0172] 여기서, 본 실시 형태의 고체 촬상 소자는 N종류의 필터를 필터 뱅크로서 유지하고 있고, 각각의 필터의 투과율은 다음과 같은 투과 특성을 갖는다.

[0173] [수식 2]

[0174] F_0_λ0, F_0_λ1,,,, F_0_λN … (2-1)

[0175] F_1_λ0, F_1_λ1,,,, F_1_λN … (2-2)

[0176] ·

[0177] ·

[0178] F_N_λ0, F_N_λ1,,,, F_N_λN … (2-3)

[0179] 투과 특성은 금속 박막 필터의 구조와 그 주위를 충전하는 매질의 굴절률로 결정되기 때문에, 미리 설계·측정하여 두어 데이터베이스로서 촬상 디바이스 내의 메모리에 격납하여 두는 것이 가능하다.

[0180] 그러면 고체 촬상 소자의 각각의 화소가 검출하는 신호량을, 식(3)으로 하면, 추정되는 피사체의 전자파 스펙트럼은 (2)와 (3)으로부터 도 11에 도시하는 바와 같이 역행렬의 계산으로부터 직접 구할 수 있다.

[0181] [수식 3]

[0182] S_0, S_1,,,,, S_N … (3)

[0183] 그리고 이것으로부터, 신호의 SN비(Signal to Noise Ratio)가 충분히 높고, 필터의 투과율을 정확하게 측정할 수 있으면, N종류의 필터로부터, N종류의 전자파 파장으로의 전자파 강도를 얻을 수 있고, 그리고 나서 파장 스펙트럼을 계산에 의해 산출하는 것이 가능해진다.

[0184] 또한 본 실시 형태에서는, 이들의 필터 뱅크의 투과 특성 데이터를 재기록 가능한 데이터베이스로서 시스템 중의 기록 부분에 유지할 수 있다.

[0185] 여기서, 입력 스펙트럼의 파장 분해능은 Δλ/λ=N으로 적을 수 있다. Δλ는 파장 분해능, λ는 촬상 소자에서 취하고 싶은 대역폭을 나타내고 있다. 필터의 종류가 N종류 있다고 한다.

[0186] 본 촬상 시스템에서는, 필터 특성의 행렬 인자 또는 역행렬 인자를 데이터베이스로서 유지하고 있다. 본 촬상 시스템은, 각 필터에 대응하는 화소치와의 곱합(積和) 연산에 의해 입력 스펙트럼의 각 파장에서의 강도 정보를

산출할 수 있고, 그들을 파장 방향으로 나열함으로써, 입력 스펙트럼을 재현할 수 있다.

[0187] 도 12는, 세로 4유닛, 가로 5유닛의 합계 20유닛의 필터 뱅크로 구성되는 분광 디바이스에서 얻어지는 2차원 분광 맵의 개략도이다.

[0188] 도 12에서, 601이 유닛을, 602가 필터 뱅크 어레이를, 603은 촬상 이미지를, 각각 나타내고 있다.

[0189] 각 유닛(601)은, K*L종류(여기서 K, L은 1 이상의 정수)의 필터로 이루어지는 필터 뱅크로 구성되어 있고, 도 11에서 도시한 바와 같이, 각각은 공간 해상도를 갖지 않는 분광 스펙트럼의 재현 기능을 갖는다.

[0190] 또한, 그 필터 뱅크가 어레이형상으로 배치되어 필터 뱅크 어레이가 형성되어 있다. 즉, 도 12에서는, 4x5=20화소 상당의 2차원 분광 촬상 이미지(603)가 생기게 된다.

[0191] 다음에, 고체 촬상 소자를 필터 뱅크의 1유닛의 반분의 간격으로 시프트시키면서 각각의 장소에서 색 스펙트럼을 촬영함으로써 공간 해상도를 올리는 수법에 관해 개략 설명한다.

[0192] 도 13은, 본 실시 형태에 관한 고체 촬상 소자를 필터 뱅크의 1유닛의 반분의 간격으로 시프트시키면서 각각의 장소에서 색 스펙트럼을 촬영함으로써 공간 해상도를 올리는 수법에 관해 개략 설명하기 위한 도면이다.

[0193] 우선, 최초의 스텝 ST1에서는, 센서는 위치(A)에 있다(1.A). 위치(A)에서의 촬영을 마치면 다음의 스텝에서는 위치(B)로 시프트한다(2. B).

[0194] 그 다음의 스텝 ST2에서는, 위치(C)로 시프트(3. C)한다.

[0195] 그 다음의 스텝 ST3에서는, 위치(D)로 시프트한다(4. D).

[0196] 그리고, 스텝 ST4에서 위치(D)로부터 위치(A)로 시프트함으로써, 최초의 위치로 돌아온다(5. A). 이들 각각의 위치(A, B, C, D)에서 촬영을 행하고, 각각의 파장 데이터를 합성함으로써, 보다 해상도가 높은 2차원 분광 이미징이 가능해진다.

[0197] 이와 같이, 본 실시 형태의 고체 촬상 소자는, 촬상 소자를 2차원 화소가 전개되는 평면과 수평한 면 내에 미소 거리만큼 시프트하는 기능을 갖는다. 그 촬상 소자를 시프트시키는 타이밍은 화소 출력의 판독 프레임 시간 등의 센서의 판독 타이밍에 동기하는 기준 시간에 대응한다.

[0198] 또한, 상술한 바와 같이, 고체 촬상 소자는, 촬상 소자를 2차원 화소 평면에 수평한 면 내로 미소 거리만큼 시프트하는 기능을 가지며, 그 시프트량은 필터 뱅크 1유닛의 X축Y축방향의 사이즈의 반분, 또는 그 정수분의 1에 상당하는 시프트량이다.

[0199] 2차원 촬상 소자는 미소 거리만큼 센서를 시프트시킬 때마다, 각 화소로부터의 분광 데이터를 취득할 수 있다. 또한, 시프트량의 조합 패턴의 종류분만큼 취득한 거친 공간 분해능으로의 분광 데이터 세트를 합성함으로써, 보다 세밀한 공간 분해능을 갖는 2차원 맵을 합성할 수 있다.

[0200] 다음에, 본 실시 형태의 분광 촬상 시스템이 유지하는 필터 투과율의 데이터베이스의 구성 방법에 관해 설명한다.

[0201] 도 14는, 본 실시 형태의 분광 촬상 시스템이 유지하는 필터 투과율의 데이터베이스의 교정 방법에 관해 도시하는 플로 차트이다.

[0202] 이 방법에서는, 교정 모드가 되면(ST11), 데이터베이스의 교정을 행하는지의 여부의 판별을 행한다(ST12).

[0203] 교정을 행하는 경우에는, 데이터베이스는 표준 광원을 촬영함으로써 (ST13), 새롭게 재기록 갱신할 수 있다(ST14). 이에 의해, 필터 특성이나 센서 특성, 시스템의 장년(長年)의 경시 열화가 있는 경우에도, 높은 재현성을 유지할 수 있다.

[0204] 또한, 데이터베이스의 교정을 행하지 않는 경우에는, 데이터베이스의 갱신은 행하여지지 않는다(ST15).

[0205] <6. 분광 촬상 시스템의 구성례>

[0206] 도 15는, 본 실시 형태의 분광 촬상 시스템의 구성례를 도시하는 블록도이다.

[0207] 도 15의 분광 촬상 시스템(700)은, 센서 모듈(701), 광학계(702), 모듈 제어부(703), 광학계 제어부(704), 광원 제어부(705), DSP(신호 처리부)(706), 및 촬상 소자 제어부(707)를 갖는다.

[0208] 또한 분광 촬상 시스템(700)은, 화상·스펙트럼 신호 처리부(708), 데이터베이스(709), 기록부(710), 마이크로

프로세서(711), 및 유저 인터페이스(712)를 갖는다.

[0209] 분광 촬상 시스템(700)에서, 모듈 제어부(703), 광학계 제어부(704), 광원 제어부(705), 촬상 소자 제어부(707), 화상·스펙트럼 신호 처리부(708), 데이터베이스(709), 기록부(710), 마이크로 프로세서(711)는 버스(BS)에 의해 접속되어 있다.

[0210] 유저 인터페이스(712)를 통하여 입력된 유저에 의한 촬상 처리 등을 받아 마이크로 프로세서(711)가 전체적인 제어를 행한다.

[0211] 센서 모듈(701)은, 상술한 본 실시 형태에 관한 고체 촬상 소자(7011)(도 1의 고체 촬상 소자(100) 등), 및 액추에이터(7012)가 실장되어 있다.

[0212] 고체 촬상 소자(7011)를 시프트시키는 기구인 액추에이터(7012)는, 정전 액추에이터, 폴리머 액추에이터, 형상 기억 합금 등으로 형성된다.

[0213] 모듈 제어부(703)는, 센서 모듈(701)의 모듈 광학계를 제어하는 제어부(7031), 액추에이터(7012)를 제어하는 제어부(7032)를 포함하고, 센서 모듈(701)의 구동계의 제어를 행한다.

[0214] 광학계(702)는, 대물 렌즈(7021)나 고체 촬상 소자(7011)의 수광면의 피사체상을 결상하는 결상 렌즈(7022) 등을 포함하여 구성되고, 광학계 제어부(704)에 의해 제어된다.

[0215] 광원 제어부(705)는, LED 광원(7051)이나 레이저 광원(7052)의 제어를 행한다.

[0216] 이와 같이, 책 시스템은 레이저나 LED 광원 등 가시 파장 및 근적외선의 특정 파장으로 고휘도의 광원 출력을 구비하고 있다.

[0217] 센서 모듈(701)에서 얻어지는 촬상 데이터는, DSP(706), 촬상 소자 제어부(707)를 통하여 소정의 처리를 받았던 후, 화상·스펙트럼 신호 처리부(708) 등에 전송된다.

[0218] 화상·스펙트럼 신호 처리부(708)에서, 상술하는 것 같았던 스펙트럼 파도의 유추 등의 신호 처리가 행하여진다. 이때, 데이터베이스(709)가 상술한 바와 같이 적절히 액세스되고, 필요에 응하여 갱신 처리 등이 행하여진다.

[0219] 화상·스펙트럼 신호 처리부(708)는, 예를 들면 기억부가 유지하는 데이터베이스(709)의 각 필터의 투과율 정보와 각 화소 출력과의 곱합 연산에 의해 입력 스펙트럼을 추정하는 신호 복원 기능을 갖는다.

[0220] <7. 금속 박막 필터의 제조 방법>

[0221] 이하에서는, 본 분광 촬상 디바이스에서의 금속 박막 필터의 제조 방법에 관해 개략을 기술한다.

[0222] 단, 본 금속 박막 필터의 구조를 고정밀도로 실현할 수 있는 것이면, 하기에 기술하는 제조 방법으로 한정하지 않는다. 또한, 여기서는 일반적인 CMOS형 고체 촬상 소자의 제조 프로세스에서 널리 사용되고 있는 알루미늄을 통하여, 본 구조체를 실장하는 수법에 관해 설명하고 있지만, 당연히, 그 이외의 도체, 예를 들면 Ag, Au 등이라도 상관없다.

[0223] 본 구조는 고체 촬상 소자의 광검출 소자 윗면에 실리콘 산화막 등의 평활화층을 형성하고, 그 상층에 도체 박막을 배치한 구조를 기본으로 한다.

[0224] 당연하지만, 본 구조 이하의 광검출부는 일반적인 CMOS형 고체 촬상 소자면 좋고, 나아가서는 CMOS형 고체 촬상 소자로 한하지 않고 CCD형 고체 촬상 소자라도 상관없다. 따라서 광전 변환 소자의 구조 및 제조 방법에 관해서는 주지의 방법을 적용 가능하고, 여기서는 그 설명은 생략한다.

[0225] 우선, 금속 박막 필터를 실장하는 베이스가 되는 평활화층을 플라즈마 CVD법 등에 의해 실리콘 산화막을 적층시킴에 의해 실현한다.

[0226] 그 위에, 금속 박막 필터의 베이스가 되는 금속 박막을 스퍼터링 등으로 적층한다. 금속 박막에 필터 기능을 만들어넣는 미세 구조는, 전자 빔 리소그래피, 포토 리소그래피, 간섭 노광법, 에칭 등의 기술에 의해 제작한다.

[0227] 에칭은 이방성 드라이 에칭이 바람직하고, 에칭에 이용한 가스는 4불화메탄(CF_4)계의 에칭 가스가 알맞다.

[0228] 그 밖에, 6불화유황, 트리플루오로메탄, 2불화크세논 등도 알맞다. 그 밖에, 전자 빔 리소그래피에 의해 기본 구조의 나노 스탬퍼를 제작하고, 나노 임프린트 기술에 의해 구조를 전사하여도 상관없다.

[0229] 다음에, 금속 박막 필터의 공극부를 충전하는 층간 절연막을 플라즈마 CVD법 등에 의해 적층한다. 여기서 플라즈마 CVD법을 이용하는 것은, 감압 CVD법에 비하여 상대적으로 낮은 온도(250℃ 내지 400℃)에서의 성막이 가능하기 때문에, Al 등의 금속으로 만들어진 금속 박막 필터를 실장한 후에 보호막을 형성하는데 유리하기 때문이다.

[0230] 당연하지만, 그 밖의 수법에 의해서도 금속 박막 성막 후에 이용하는 것이 가능한 수법이라면, 상기 수법으로 한정되지는 않는다.

[0231] 또한, 가시 파장대역에서 이용한 절연층의 매질로서는, 산화실리콘(SiO_2) 및 SiO_2를 주성분으로 하는 복합 소재가 알맞다. 그 밖에 불화마그네슘(MgF_2) 등을 이용할 수 있다.

[0232] 그 밖에, 굴절률이 커지지만, 질화실리콘(Si3N4), 산화티탄(TiO_2), 산화탄탈륨(Ta_2O_5), 산화지르코늄(ZrO_2), 산화니오브(Nb_2O5), 산화하프늄(HfO_2) 등의 산화물, 질화물을 사용할 수도 있

[0233] 도 16은, 금속 박막 필터의 제조 장치의 개략 구성을 도시하는 도면이다.

[0234] 도 16의 제조 장치(800)는, 고주파 전원(801, 803), 임피던스 정합기(802, 804), 기판(805), 타겟(806), 진공 듀어(807) 등을 포함하여 구성되어 있다.

[0235] 기판(805)은, 임피던스 정합기(802)를 통하여 고주파 전원(801)에 접속된다.

[0236] 또한, 타겟(806)도 마찬가지로 임피던스 정합기(804)를 통하여 고주파 전원(803)에 접속된다.

[0237] 여기서 고주파 전원은, 일반적으로 주파수가 13.56MHz인 것이 많다.

[0238] 진공 듀어(807) 중에는, 불활성 가스(예를 들면 Ar 가스)를 주성분으로 하는 혼합 가스를 충전하고, 전형적으로는 0.1 내지 10mTorr 정도의 가스 압력이 알맞다.

[0239] 타겟(806) 및 기판(805)에 고주파 전원(803, 801)에 의한 전력을 공급함으로써 플라즈마를 생성시킨다. 타겟(806)에 교류 전압을 인가함으로써, 탐침(探針) 특성의 비선형성에 의한 직류 바이어스(자기(自己) 바이어스 효과)가 걸려서 타겟(806)은 시간 평균으로 부전위가 된다.

[0240] 따라서 정전하를 갖는 기체 이온은 전위차에 의한 운동 에너지를 획득하여 타겟(806)에 충돌한다. 이 반응에 의해 타겟 물질의 표면의 원자·분자가 비산하고, 그 물질 입자가 기판(805)에 부착하여 기판(805)상에 박막이 적층된다.

[0241] 한편으로, 기판(805)에도 고주파 전원(801)과 임피던스 정합기(802)가 접속되어 있다. 그 때문에, 기판(805)에 공급하는 전력, 가스의 종류, 압력을 조정함으로써, 충돌한 이온의 종류, 운동 에너지의 대소, 스퍼터링의 효과를 제어할 수 있다.

[0242] 스퍼터링에 의한 성막 효과를 수반하지 않는, 단독의 스퍼터 에칭을 행한 경우에는, 기판(805)에만 고주파 전원을 공급하면 좋다.

[0243] 또한 성막할 때에, CF_4 등의 가스류량을 조정하면서 성막을 행함으로써, SiO_2의 굴절률은 좁은 범위로 컨트롤할 수 있다.

[0244] 그 때문에, 화소 영역을 복수로 분할하여, 영역마다 다른 굴절률을 갖는 유전체막을 실장하는 것이 가능해진다. 그에 의해, 금속 박막 필터의 가공 패턴이 공통이라도, 플라즈몬 공명 파장이 미묘하게 변화하고, 그 결과, 보다 다수 종류의 필터의 실장이 가능해지고, 보다 높은 파장 분해능(고분산)에서의 분광 데이터의 취득이 가능해진다.

[0245] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 의하면, 이하의 효과를 얻을 수 있다.

[0246] 단일의 칩으로 고감도의 분광 스펙트럼이 가능해진다. 금속 박막 필터의 단독 필터 사이즈와 고체 촬상 소자의 단 화소의 사이즈가 달라도, 촬상 화소의 인접 화소 사이에서 필터를 공유함으로써 다음의 이점을 제공한다.

[0247] 즉, 전용의 고체 촬상 소자가 아니라도, 필터를 실장하는 것만으로 분광·촬상 기능이 실현될 수 있고, 보다 염가로 고성능의 분광·촬상 디바이스를 실현할 수 있다.

[0248] 동일 패턴의 금속 박막 필터라도 굴절률을 X종류로 늘리는 것으로, 실효적으로 필터의 종류를 X배가 되는 것이

가능해지고, 그 결과, 보다 높은 파장 분해능으로 분광·촬상하는 것이 가능해진다.

[0249] 공간 해상도가 높은 2차원 분광 매핑이 가능해진다. 8x8화소나 16x16화소라는 비교적 규모가 큰 범위에서의 인접 화소 사이에서 금속 박막 필터를 공유하기 때문에, 기존의 수법에서는 2차원 분광 매핑을 행할 때에, 공간 해상도가 크게 저하되는 문제가 있다. 본 기술에 의한 화소 시프트법을 조합시킴으로써, 보다 높은 2차원 분광 촬상이 염가의 실현이 가능해진다.

[0250] N종류의 필터의 투과 특성 데이터베이스를 유지, 더욱 그 갱신이 가능하는 기능을 갖음으로써, 그 데이터와 출력 화소치와의 곱합 연산에 의해 입력 스펙트럼을 고정밀도로 복원하는 것이 가능해진다.

[0251] 회절 격자 등의 협대역 필터와 달리, 각각의 필터는 협대역이 아니기 때문에, 광을 효율적으로 사용하고, 계산에 의해 입력 스펙트럼을 추정하는 수법이기 때문에, 고파장 분해능과 고감도의 양립이 가능해진다.

[0252] 또한, 본 기술은 이하와 같은 구성도 취할 수 있다.

[0253] (1) 광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와,

[0254] 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며,

[0255] 상기 각 필터는,

[0256] 상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고,

[0257] 상기 복수종류의 필터는,

[0258] 인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고,

[0259] 상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있는 고체 촬상 소자.

[0260] (2) 상기 필터는,

[0261] 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 가공 패턴을 갖는 금속 박막 필터를 포함하고,

[0262] 상기 금속 박막 필터는,

[0263] 플라즈마 주파수가 자외선역·가시 파장역에 있는 금속에 의해 형성되고,

[0264] 서브미크론 스케일의 간격으로 요철부, 또는 구멍 구조가 주기적으로 배치된 1차원 격자 또는 2차원 격자인 상기 (1) 기재의 고체 촬상 소자.

[0265] (3) 상기 금속 박막 필터는,

[0266] 검출하여야 할 소망하는 전자파 파장대역 내의 특정한 전자파를 선택적으로 흡수·투과시키는 필터링 기능을 가지며, 당해 필터가 갖는 요철부 또는 구멍 구조의 주기 패턴 사이의 공극은, 중공 구조 또는 유전체로 충전되어 있는 상기 (2) 기재의 고체 촬상 소자.

[0267] (4) 상기 금속 박막 필터는,

[0268] 검출하여야 할 소망하는 전자파 파장대역 내의 특정한 전자파를 선택적으로 흡수·투과시키는 필터링 기능을 가지며, 당해 필터가 갖는 요철부 또는 구멍 구조의 주기 패턴 사이의 공극은 유전체로 충전되어 있고, 또한 복수 있는 필터 뱅크중 적어도 하나의 필터 뱅크는 다른 필터 뱅크와는 다른 굴절률을 갖는 유전체로 그 공극부가 충전되어 있는 상기 (2) 기재의 고체 촬상 소자

[0269] (5) 상기 금속 박막 필터는,

[0270] 유전체로 이루어지는 평활화층의 상층에 배치되어 있는 상기 (2)부터 (4)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0271] (6) 상기 금속 박막 필터는,

[0272] 유전체에 의해 형성되는 평활화층의 상층에 배치되고, 당해 유전체의 평활화층의 굴절률은 상기 화소 영역의 복

수 영역에서 각각이 다른 굴절률을 갖는 상기 (2)부터 (4)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0273] (7) 상기 화소 영역에 대향하여 배치된 상기 금속 박막 필터의 각 필터는,

[0274] 2차원 화소 어레이를 형성하는 각 화소와 동등 또는 그보다도 넓은 면적을 가지며, 인접하는 가로(X축방향) U화소, 세로(Y축방향) V화소로 형성되는 화소군에 대해 1종류의 필터가 배치되는 상기 (2)부터 (6)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0275] 여기서, U, V는 1 이상의 정수이다.

[0276] (8) 상기 필터는,

[0277] X축방향으로 K종류, Y축방향으로 L종류 있고,

[0278] 각각의 필터군은 K*L종류의 필터로 1개의 필터 뱅크 유닛을 형성하고, 당해 필터 뱅크를 1유닛 이상 갖는 상기 (1)부터 (7)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0279] 여기서, K, L은 각각 1 이상의 정수이다.

[0280] (9) 배치된 상기 필터 뱅크는,

[0281] X축방향으로 N종류, Y축방향으로 M종류 있는 상기 (8) 기재의 고체 촬상 소자.

[0282] 여기서, N, M은 각각 1 이상의 정수이다.

[0283] (10) 상기 필터 뱅크의 각 필터의 전자파 파장마다의 투과율 정보를 데이터베이스로서 유지하는 기억부를 갖는 상기 (1)부터 (9)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0284] (11) 상기 필터 뱅크의 각 필터의 파장마다의 투과율 정보를 데이터베이스로서 유지하는 기억부를 가지며,

[0285] 상기 데이터베이스는,

[0286] 기준 광원을 촬영함으로써 재교정정 및 갱신이 가능한 상기 (1)부터 (9)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0287] (12) 상기 기억부가 유지하는 데이터베이스의 각 필터의 투과율 정보와 각 화소 출력과의 곱합 연산에 의해 입력 스펙트럼을 추정하는 신호 처리부를 갖는 상기 (10) 또는 (11) 기재의 고체 촬상 소자.

[0288] (13) 상기 2차원 화소 어레이에 의해 형성되는 촬상 소자는, 화소가 2차원으로 전개되는 평면과 수평한 면 내에 미소 거리만큼 시프트하는 기구를 가지며,

[0289] 상기 촬상 소자를 시프트시키는 타이밍은 화소 출력의 판독 프레임 시간 등의 센서의 판독 타이밍에 동기하는 기준 시간에 대응하는 상기 (1)부터 (12)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0290] (14) 상기 2차원 화소 어레이에 의해 형성되는 촬상 소자는, 화소가 2차원으로 전개되는 평면과 수평한 면 내에 미소 거리만큼 시프트하는 기구를 가지며,

[0291] 그 시프트량은 필터 뱅크 1유닛의 X축Y축방향의 사이즈의 반분, 또는 그 정수분의 1에 상당하는 시프트량이고,

[0292] 상기 촬상 소자를 미소 거리만큼 센서를 시프트시킬 때마다, 각 화소로부터의 분광 데이터를 취득하고, 또한 시프트량의 조합 패턴의 종류분만큼 취득한 거칠은 공간 분해능으로의 분광 데이터 세트를 합성함으로써, 보다 세밀한 공간 분해능을 갖는 2차원 맵을 합성하는 처리부를 갖는 상기 (1)부터 (13)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0293] (15) CMOS형 고체 촬상 소자이고,

[0294] 상기 각 화소는 화소마다 온 칩 집광소자를 구비하고, 상기 집광소자보다도 굴절률이 작은 소재를 온 칩 집광소자의 상층에 적층함으로써, 집광 기능을 유지한 채로 평활화층이 배치되고, 당해 평활화층상에 상기 필터가 배치되어 있는 상기 (1)부터 (14)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0295] (16)

[0296] 상기 필터는,

[0297] 고굴절률의 매질과 저굴절률의 매질을 적층한 전자파 파장을 투과시키는 광학 필터를 포함하는 상기 (1), (8)부터 (15)의 어느 하나에 기재된 고체 촬상 소자.

[0298] (17) 고체 촬상 소자와,

[0299] 상기 고체 촬상 소자의 2차원 화소 어레이부에 피사체상을 결상하는 광학계를 가지며,

[0300] 상기 고체 촬상 소자는,

[0301] 광전 변환 소자를 포함하는 화소가 어레이형상으로 배열된 2차원 화소 어레이와,

[0302] 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록 배치되고, 검출하여야 할 파장보다도 짧은 주기적인 미세 패턴을 갖는 분광 기능을 구비한 복수종류의 필터를 가지며,

[0303] 상기 각 필터는,

[0304] 상기 2차원 화소 어레이의 각 화소의 광전 변환 소자보다도 크고, 인접하는 복수의 광전 변환 소자군에 대해 1종류의 필터가 배치된 하나의 유닛을 형성하고,

[0305] 상기 복수종류의 필터는,

[0306] 인접하는 유닛군에 대해 배치되어 필터 뱅크를 형성하고,

[0307] 상기 필터 뱅크가 상기 2차원 화소 어레이의 화소 영역에 대향하도록, NxM유닛(단, N, M은 1 이상의 정수) 배치되어 있는 촬상 시스템.

부호의 설명

[0308] 100 : 촬상 소자

110 : 화소 어레이부

110A : 화소

111 : 포토 다이오드(광전 변환 소자)

112 : 전송 트랜지스터

113 : FD

114 : 증폭 트랜지스터

115 : 선택 트랜지스터

116 : 리셋 트랜지스터

120 : 수직 주사 회로

130 : 수평 전송 주사 회로

140 : 칼럼 ADC 회로

150 : PLL 회로

160 : DAC(디지털-아날로그 컨버터)

170 : 센스 앰프 회로(S/A)

201 : 2차원 화소군(화소 어레이부)

202 : 금속 박막 필터군(필터 뱅크, 유닛)

203 : 필터 뱅크 어레이

300 : 금속 박막 필터

500, 500A 내지 500E : 고체 촬상 소자

501 : 온 칩 마이크로 렌즈

502A, 502B, 502C : 금속 박막 필터

503 : 평활화층

504 : 포토 다이오드

505 : 신호 배선층

506A, 506B, 506C : 인접 화소

507, 507A : 평활화층

512A, 512B : 포토닉 필터

700 : 분광 촬상 시스템

701 : 센서 모듈

702 : 광학계

703 : 모듈 제어부

704 : 광학계 제어부

705 : 광원 제어부

706 : DSP(신호 처리부)

707 : 촬상 소자 제어부

708 : 화상·스펙트럼 신호 처리부

709 : 데이터베이스

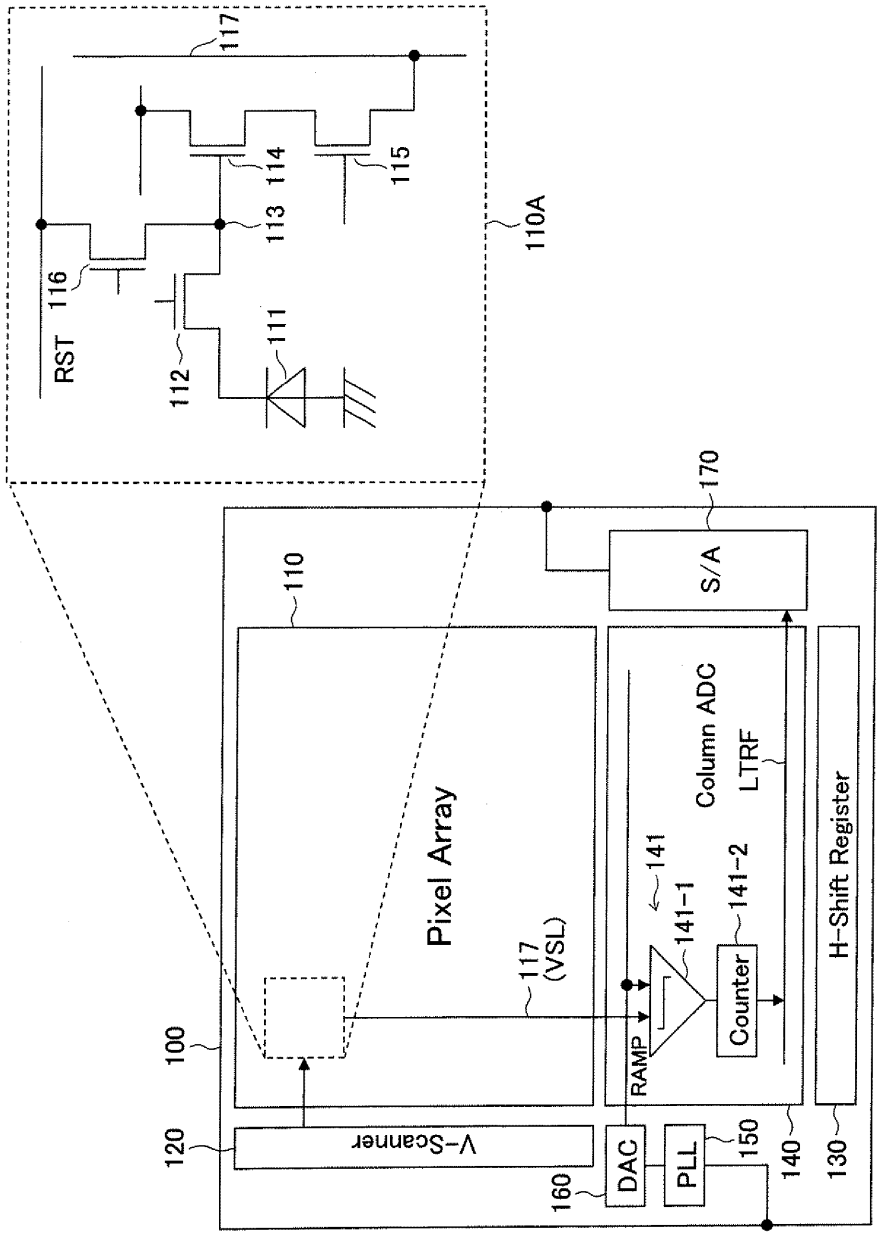
710 : 기록부

711 : 마이크로 프로세서

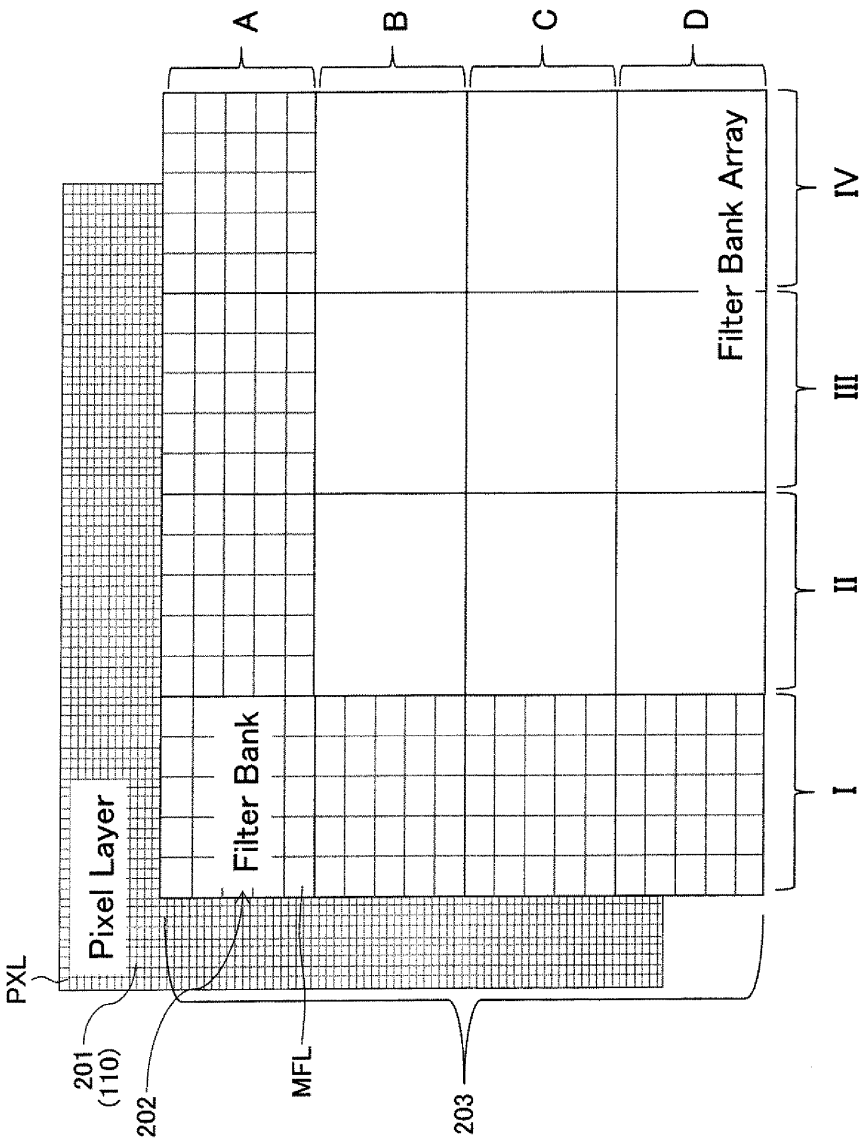
712 : 유저 인터페이스

도면

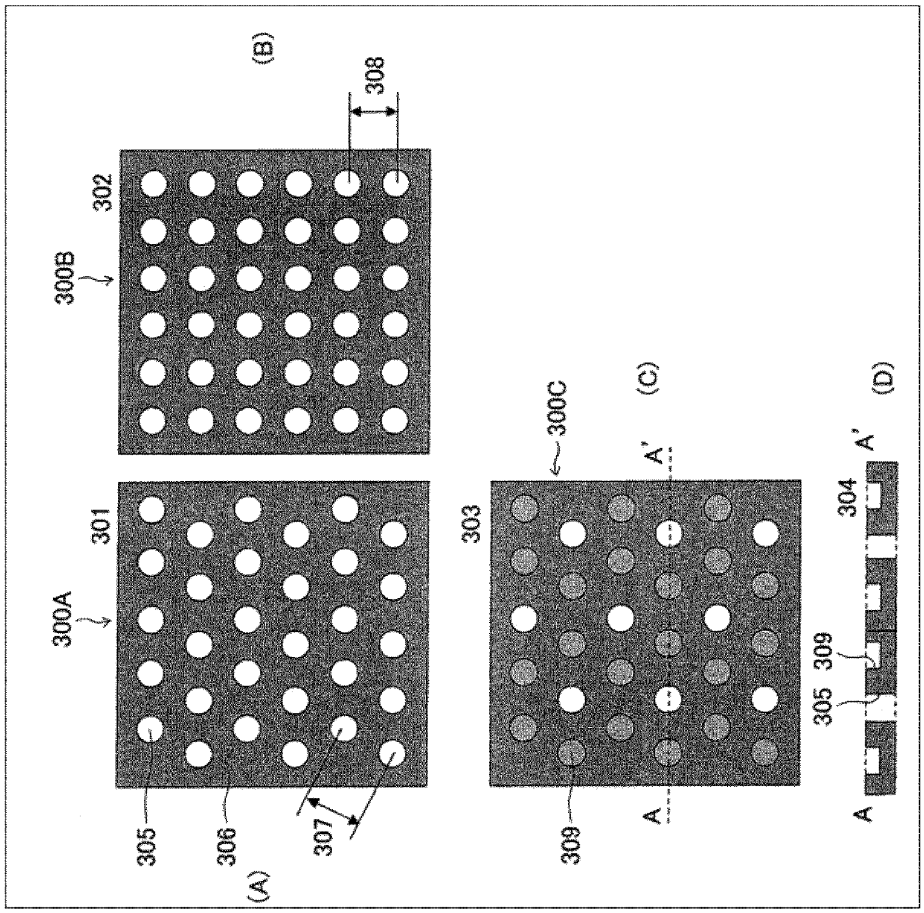
도면1


117
114
115
113
110A
116
RST
112
111
170
S/A
110
Pixel Array
Column ADC
LTRF
141
141-1
141-2
117
(VSL)
RAMP
Counter
H-Shift Register
100
120
V-Scanner
160
DAC
PLL
150
140
130

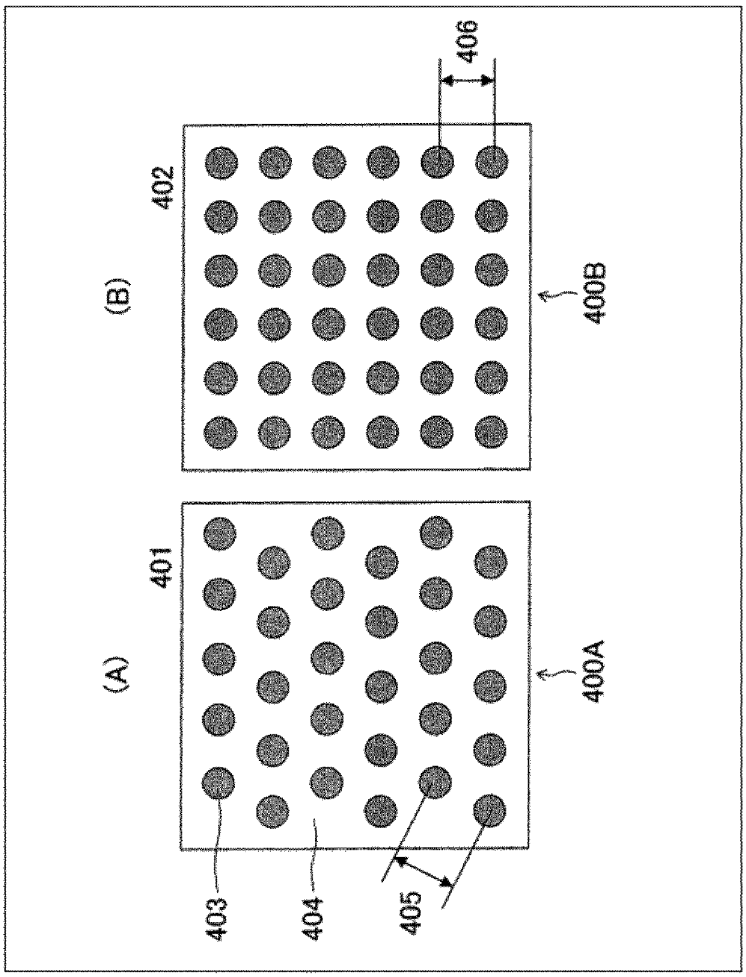
도면2


A
B
C
D
Filter Bank Array
IV
III
II
I
Filter Bank
Pixel Layer
PXL
201
(110)
202
MFL
203

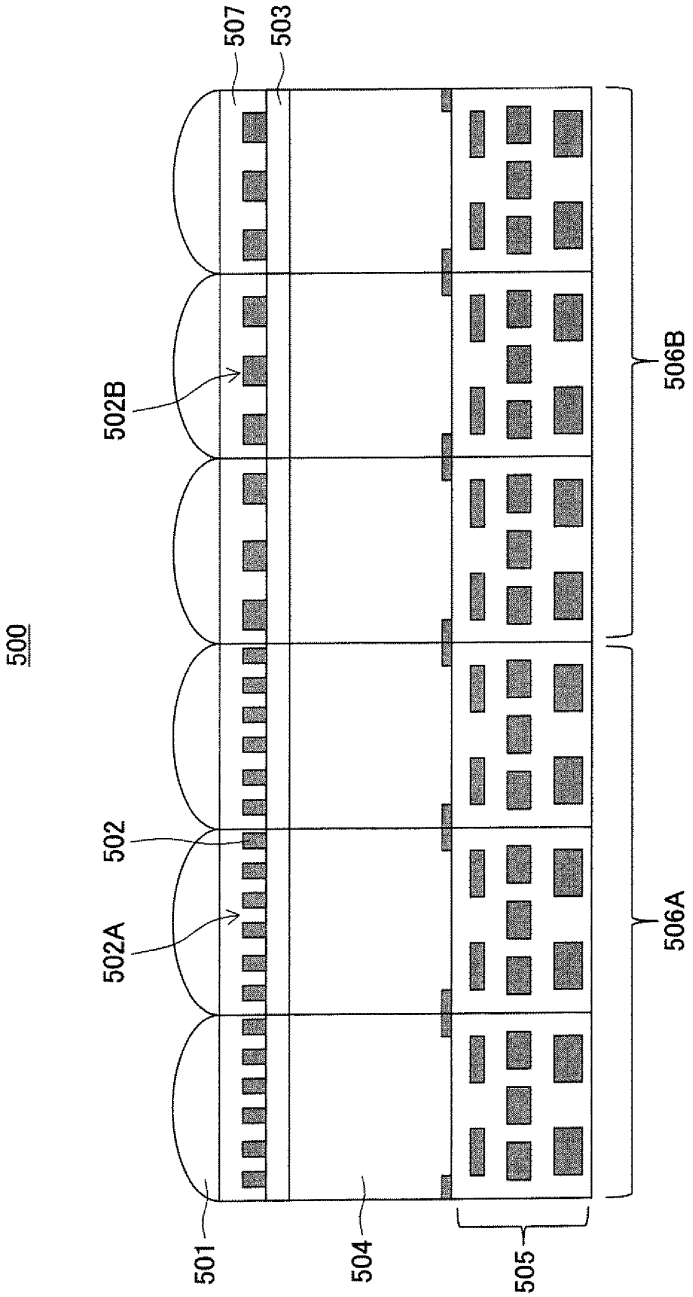
도면3


(B)
308
302
300B
301
300A
305
306
307
(A)
300C
(C)
A'
303
309
A
(D)
304
A'
309
305
A

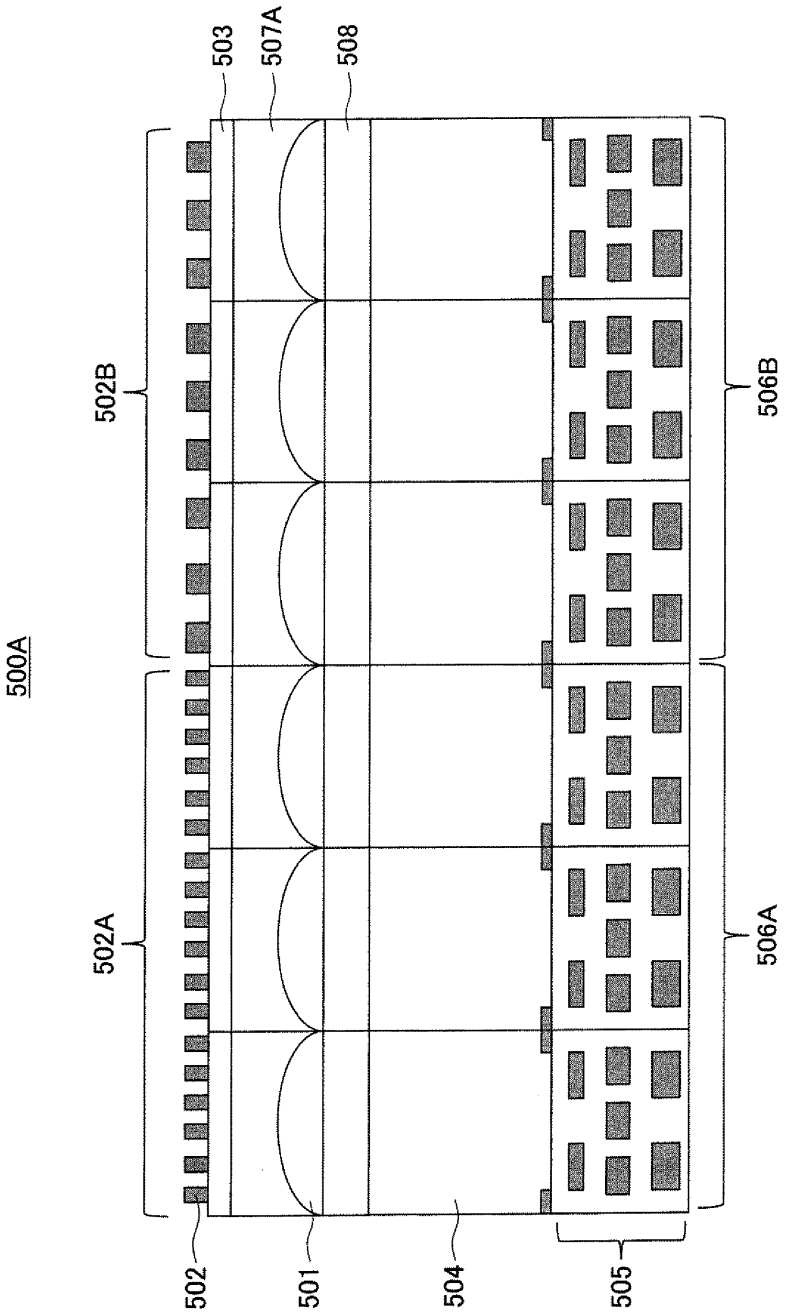
도면4



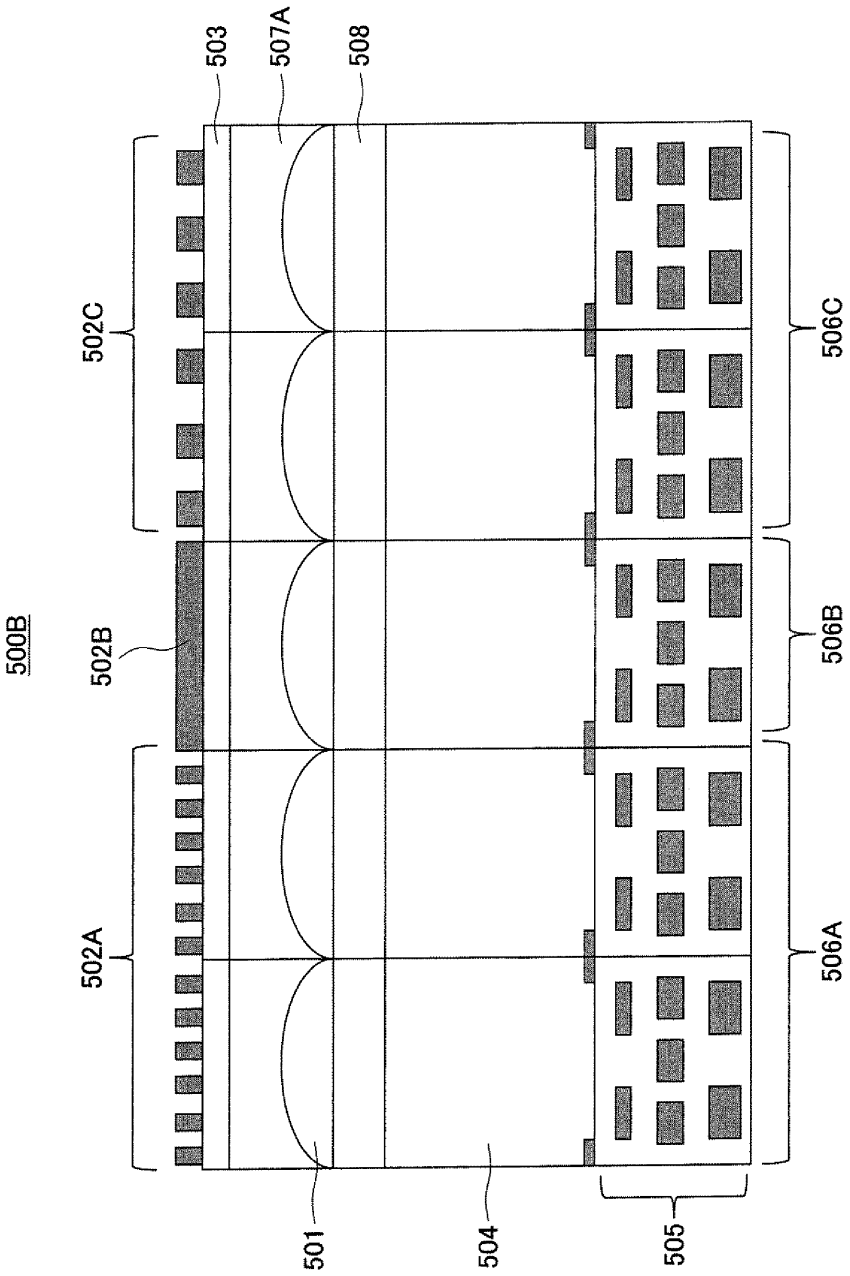
도면5



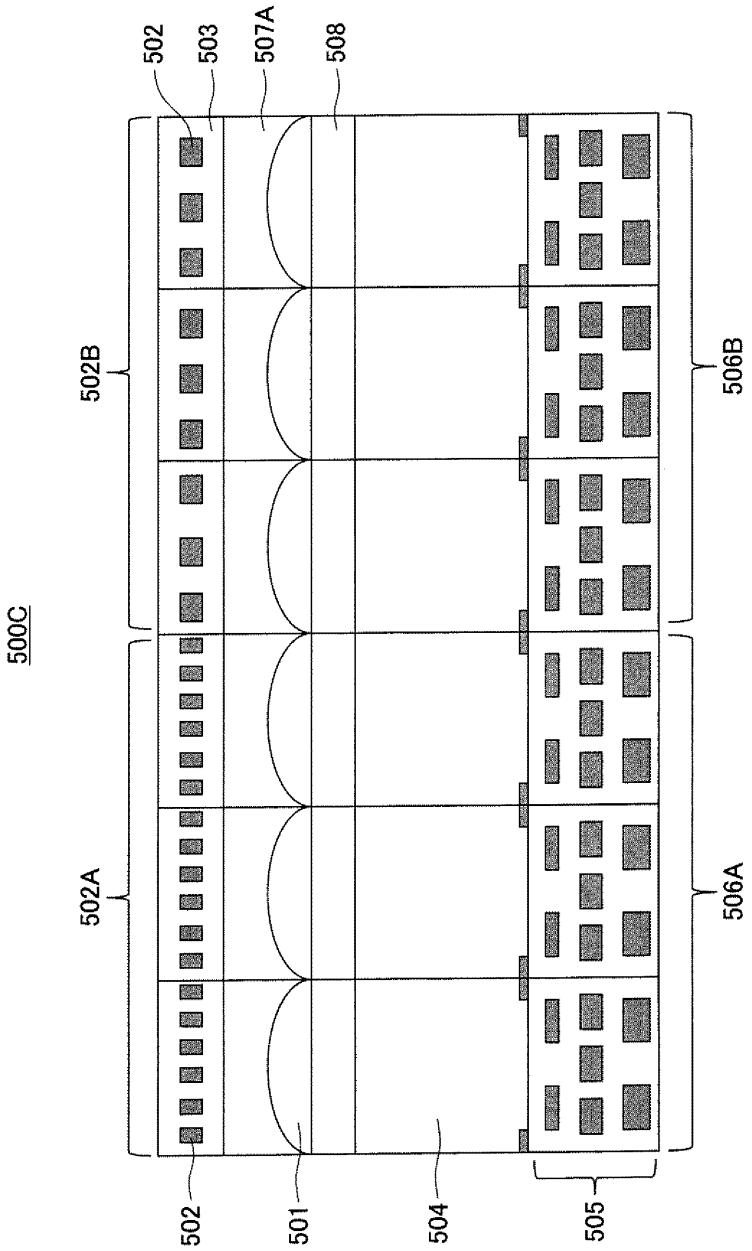
도면6



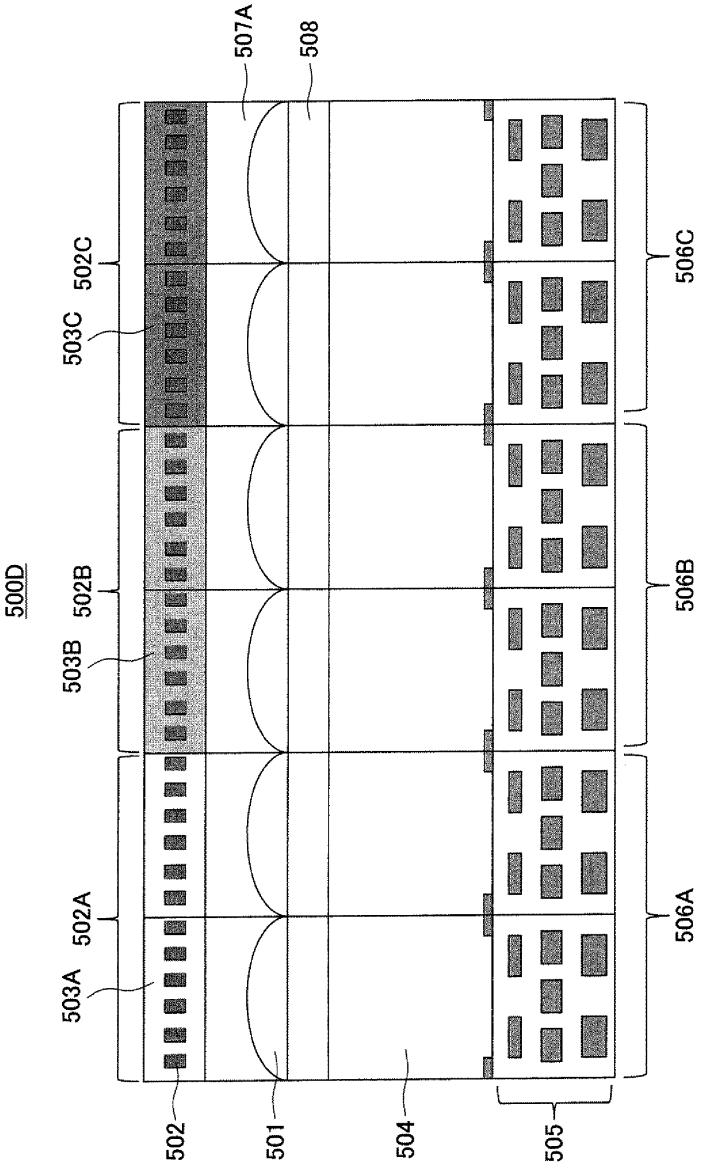
도면7



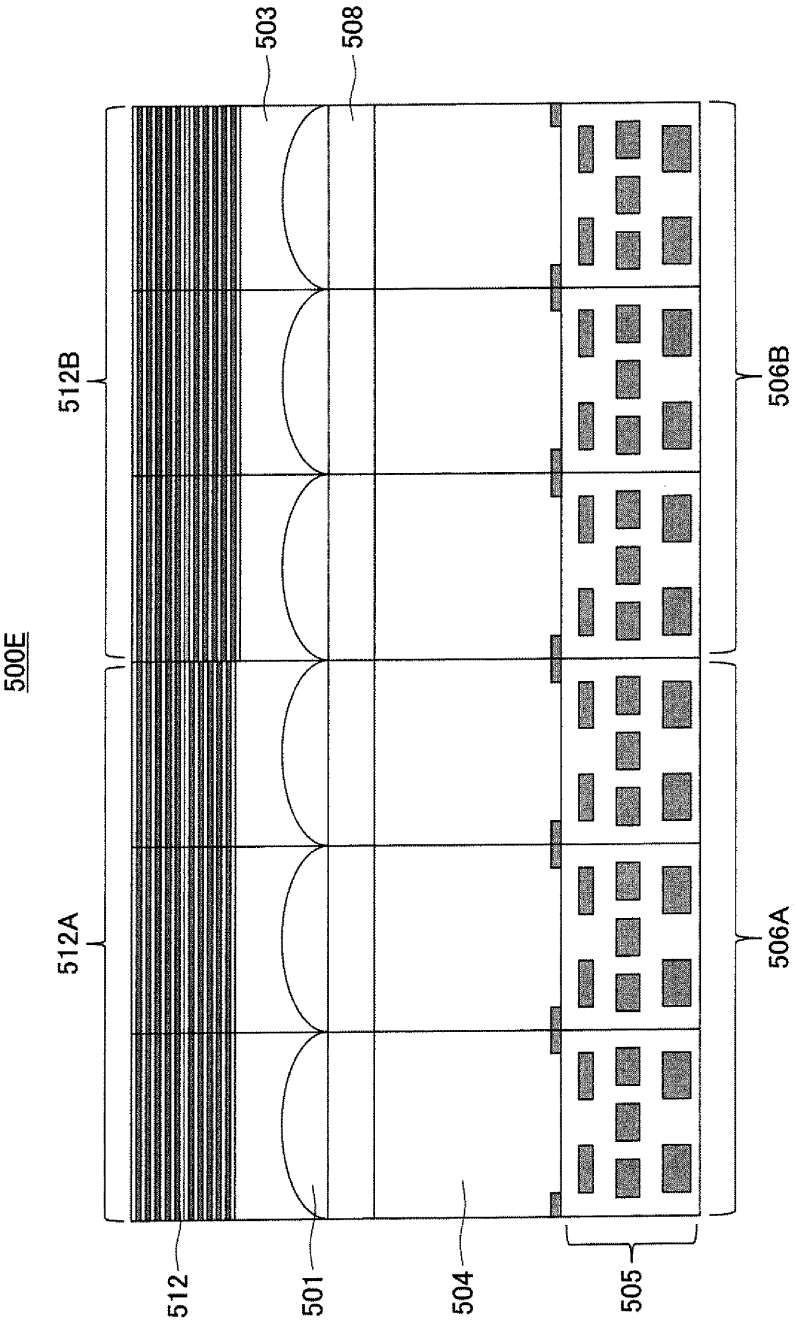
도면8



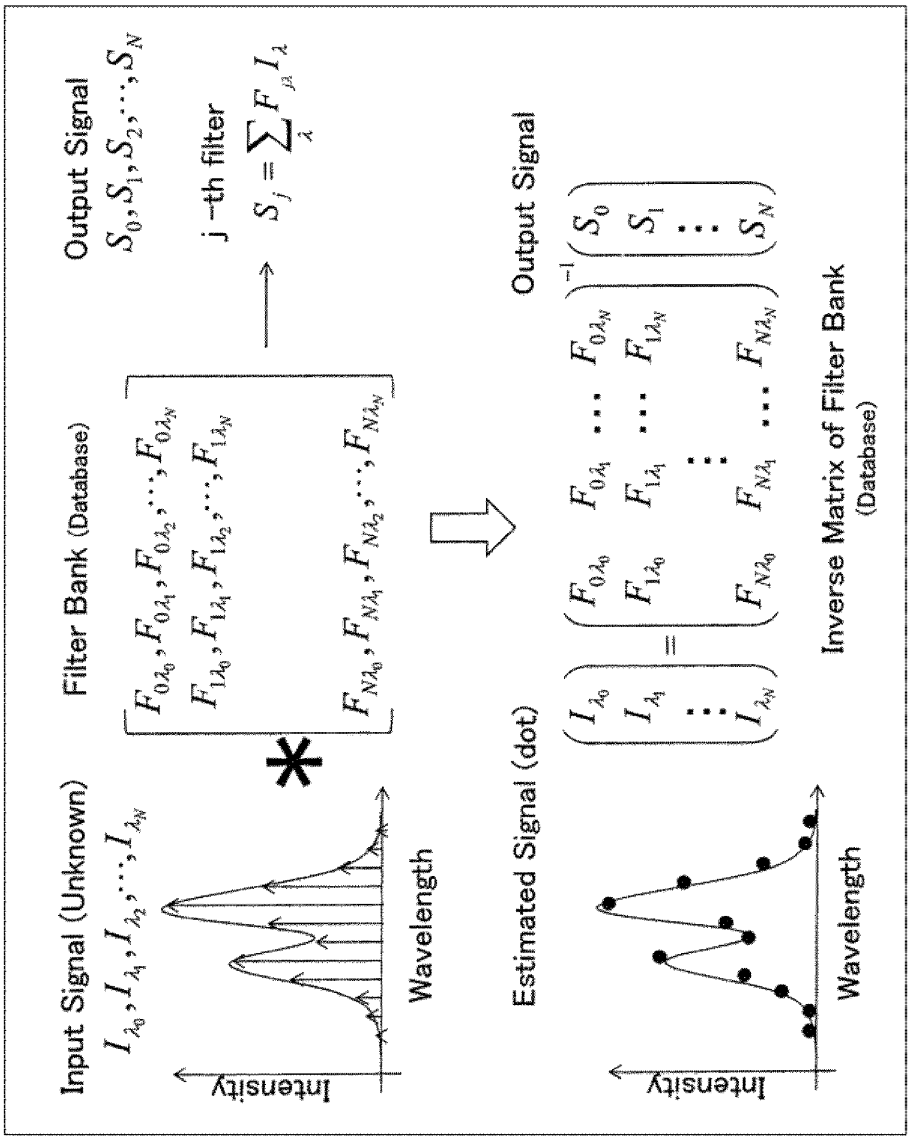
도면9


500D
507A
508
502C
503C
502B
503B
502A
503A
506C
506B
506A
502
501
504
505

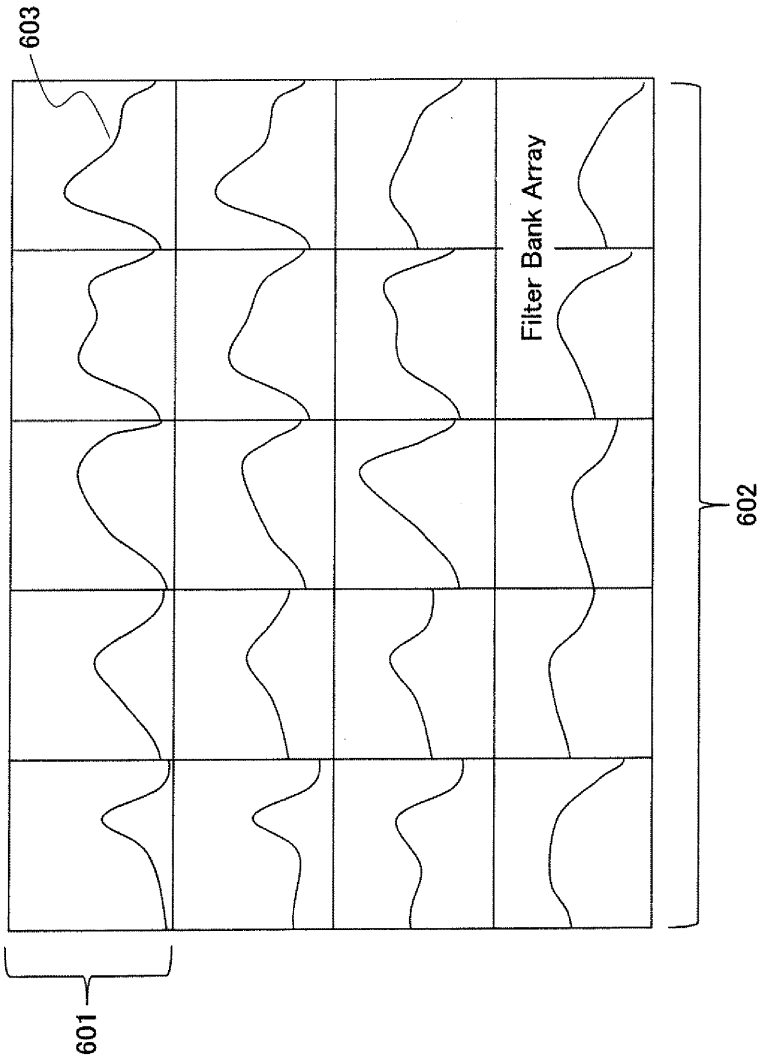
도면10



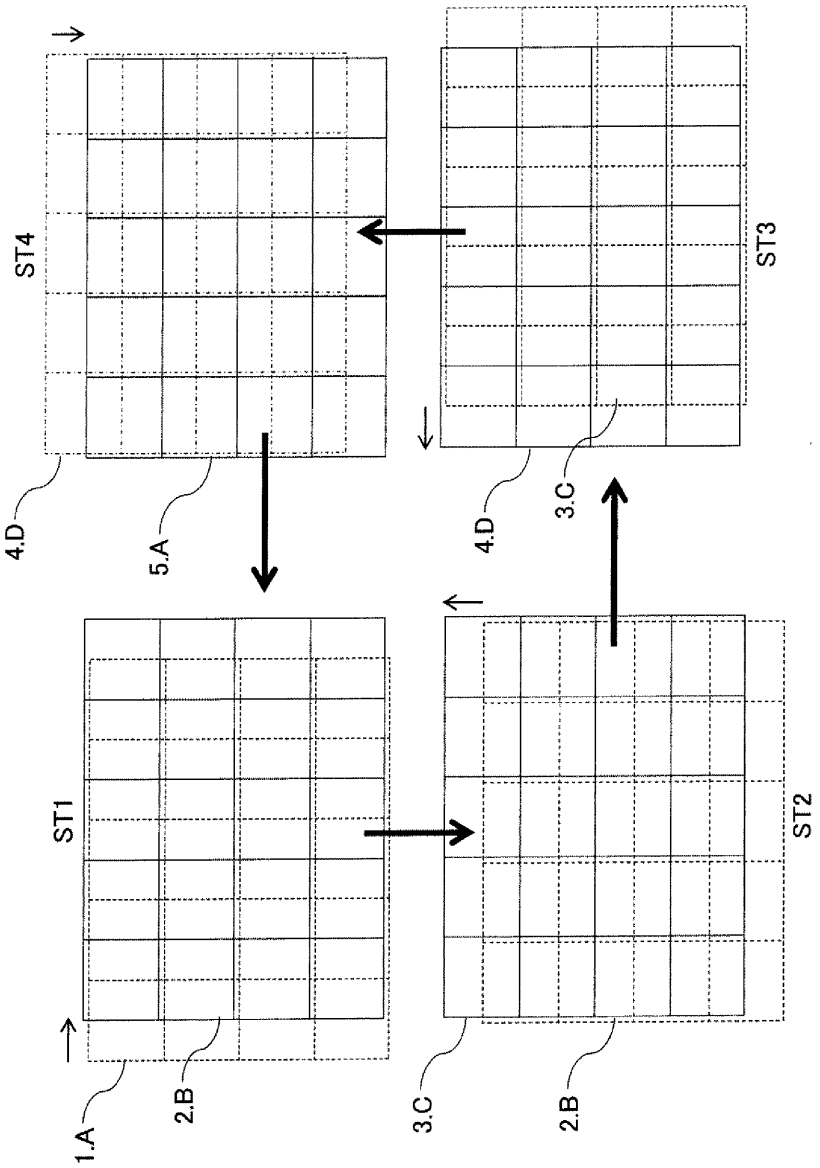
도면11


Input Signal (Unknown)
$I_{\lambda_0}, I_{\lambda_1}, I_{\lambda_2}, \cdots, I_{\lambda_N}$
Intensity
Wavelength
Filter Bank (Database)
$\begin{bmatrix} F_{0\lambda_0}, F_{0\lambda_1}, F_{0\lambda_2}, \cdots, F_{0\lambda_N} \\ F_{1\lambda_0}, F_{1\lambda_1}, F_{1\lambda_2}, \cdots, F_{1\lambda_N} \\ F_{N\lambda_0}, F_{N\lambda_1}, F_{N\lambda_2}, \cdots, F_{N\lambda_N} \end{bmatrix}$
Output Signal
$S_0, S_1, S_2, \cdots, S_N$
j –th filter
$S_j = \sum_{\lambda} F_{j\lambda} I_{\lambda}$
Estimated Signal (dot)
$\begin{pmatrix} I_{\lambda_0} \\ I_{\lambda_1} \\ \vdots \\ I_{\lambda_N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} F_{0\lambda_0} & F_{0\lambda_1} & \cdots & F_{0\lambda_N} \\ F_{1\lambda_0} & F_{1\lambda_1} & \cdots & F_{1\lambda_N} \\ & & \vdots & \\ F_{N\lambda_0} & F_{N\lambda_1} & \cdots & F_{N\lambda_N} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} S_0 \\ S_1 \\ \vdots \\ S_N \end{pmatrix}$
Output Signal
Inverse Matrix of Filter Bank
(Database)
Intensity
Wavelength

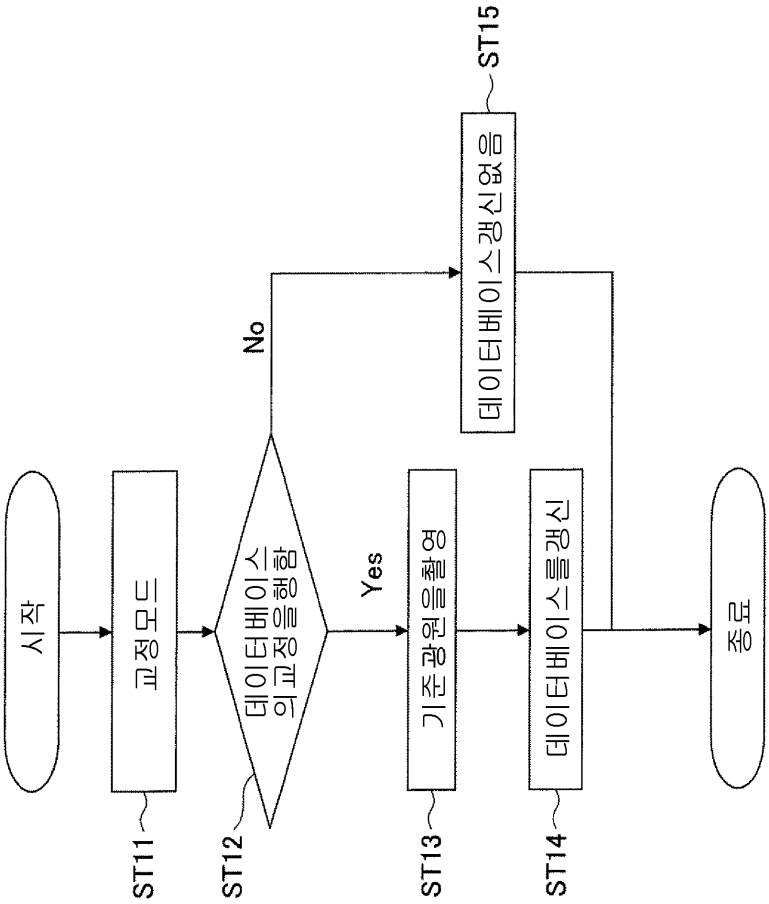
도면12



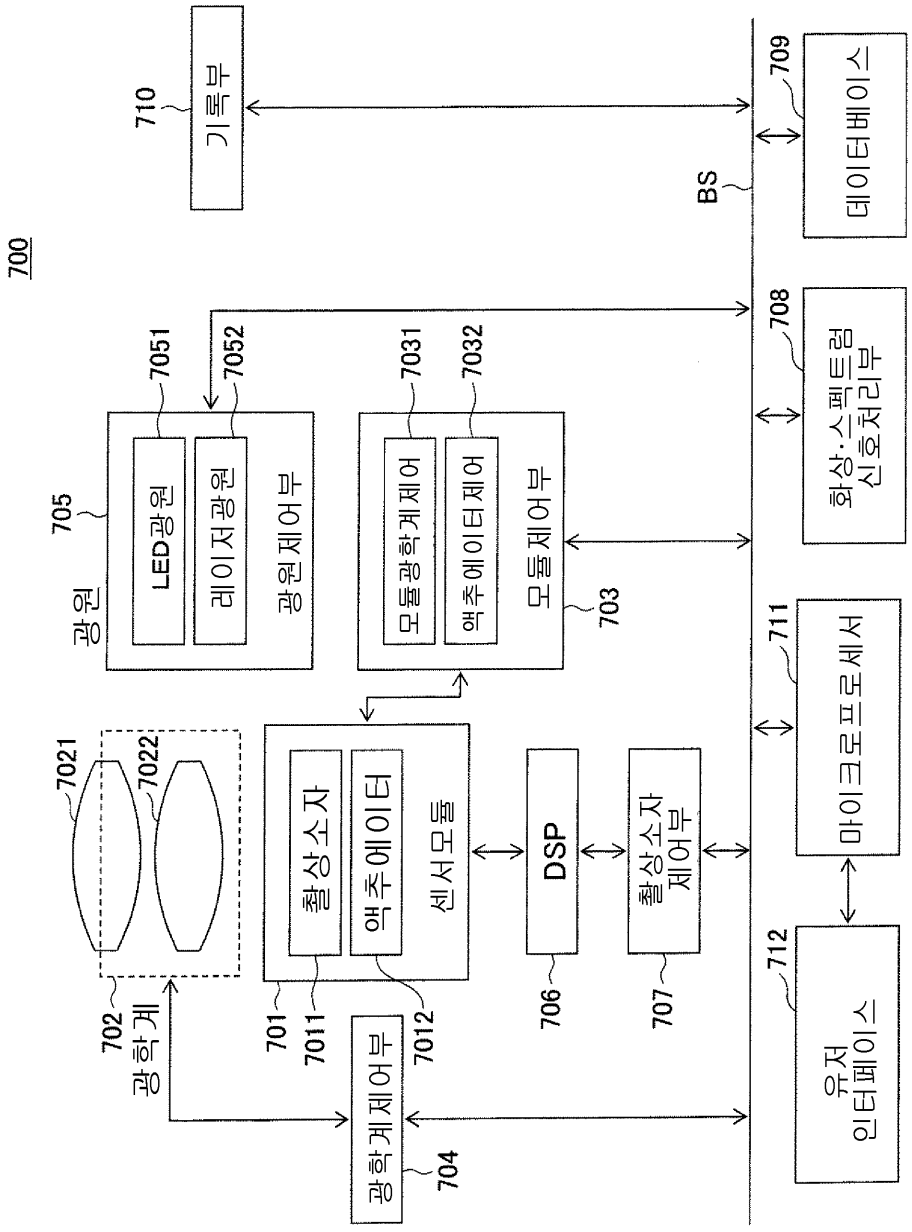
도면13



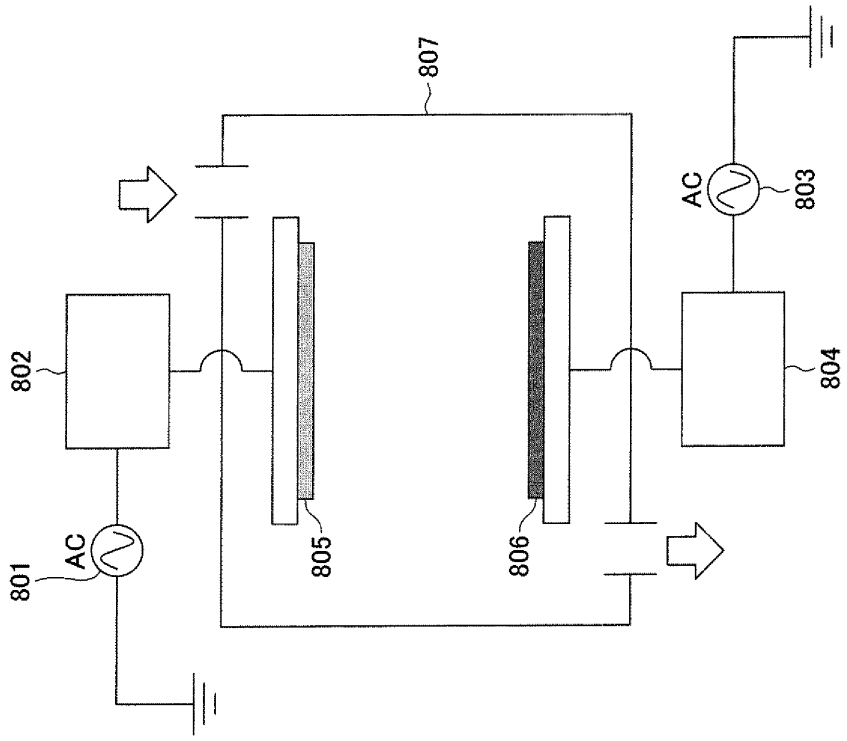
도면14


시작
교정모드
ST11
데이터베이스 의교정을행함
ST12
No
Yes
기준광원을촬영
ST13
데이터베이스를갱신
ST14
데이터베이스갱신없음
ST15
종료

도면15


700
710
기록부
BS
709
데이터베이스
705
광원
LED광원
7051
레이저광원
7052
광원제어부
7031
모듈광학계제어
7032
액추에이터제어
모듈제어부
703
708
화상·스펙트럼
신호처리부
711
마이크로프로세서
712
유저
인터페이스
7021
7022
702
광학계
701
촬상소자
7011
액추에이터
7012
센서모듈
706
DSP
707
촬상소자
제어부
광학계제어부
704

도면16



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1, 17

【변경전】

'상기 금속 박막 필터'

【변경후】

'금속 박막 필터'