



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0008268
(43) 공개일자 2009년01월21일

(51) Int. Cl.⁹

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7025965

(22) 출원일자 2008년10월23일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년10월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/006707

국제출원일자 2007년03월16일

(87) 국제공개번호 WO 2007/120420

국제공개일자 2007년10월25일

(30) 우선권주장

11/396,167 2006년03월31일 미국(US)

(71) 출원인

이스트맨 코닥 캄파니

미합중국 뉴욕 로체스터 스테이트 스트리트 343

(72) 발명자

리버스 앤드레아 에스

미국 뉴욕주 14469 블룸필드 카운티 로드 35 2227

트레드웰 티모시 존

미국 뉴욕주 14450 페어포트 카운티 클레이 크레
센트 79

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김창세, 김원준

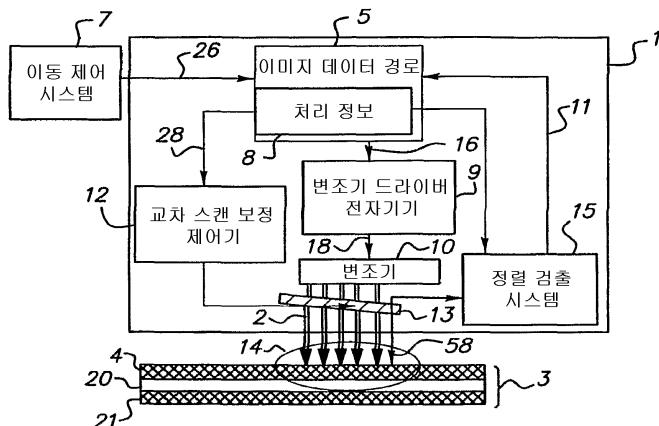
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 정합 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 기판 상에 복수의 패터닝된 층을 동적으로 정합(registering)하는 방법은, 기판 상에 제 1 층을 증착하는 단계와, 상기 제 1 층 상에 제 1 패턴(20)을 인쇄하는 단계와, 상기 제 1 패턴 상에 제 2 층을 증착하는 단계와, 제 2 패턴을 제 2 층 상에 인쇄하되, 제 2 패턴을 제 1 패턴에 정합하도록 제 1 패턴을 동적으로 겹출하면서 인쇄하는 단계를 포함한다.

대 표 도



(72) 발명자

커프니 로버트 하워드

미국 뉴욕주 14472 혼예 폴스 스톤필드 플레이스
21

스튜스 제임스 토마스

미국 뉴욕주 14568 월위스 스미스 힐 로드 2274

코브 조슈아 먼로

미국 뉴욕주 14564 빅터 체리 스트리트 6704

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 복수의 패터닝된 층을 동적으로 정합(registering)하는 방법에 있어서,

제 1 층 상에 제 1 패턴을 형성하는 단계와,

상기 제 1 패턴 상에 제 2 층을 증착하는 단계와,

상기 제 2 층 상에 제 2 패턴을 형성하되, 상기 제 1 패턴을 동적으로 검출하면서 상기 제 2 패턴이 상기 제 1 패턴에 정렬되도록 형성하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층은 상기 제 1 패턴을 형성하기 전에 상기 기판 상에 증착되는

정합 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 검출은 광학적인(optical)

정합 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 광학적 검출은 마스크, 선형(linear) 어레이 또는 에어리어(area) 어레이를 갖는 포토다이오드를 포함하는 그룹으로부터 선택된 센서에 의해 달성되는

정합 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 포토다이오드는 바이셀(bi-cell) 또는 큐드 셀(quad cell) 또는 레터럴 이펙트 포토다이오드(lateral effect photodiode)인

정합 방법.

청구항 6

제 3 항에 있어서,

상기 광학적 검출은

상기 제 2 층을 조명하는 단계와,

상기 제 1 패턴에 의한 반사를 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 조명은 코히어런트(coherent) 소스 및 인코히어런트(incoherent) 소스를 포함하는 그룹으로부터 선택된 소스에 의해 탄성되는

정합 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 조명 및 광학적 검출은

상기 제 2 층을 코히어런트 소스로 조명하는 단계와,

상기 제 1 패턴으로 인한 상기 반사된 빔 편향을 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 조명 및 광학적 검출은

상기 제 2 층을 코히어런트 소스로 조명하는 단계와,

상기 제 1 패턴으로 인한 코히어런스의 변화를 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 조명 및 광학적 검출은

상기 제 2 층을 인코히어런트 소스로 조명하는 단계와,

상기 기판 및 상기 제 1 패턴의 반사율의 차를 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 11

제 6 항에 있어서,

상기 조명 및 광학적 검출은

상기 제 2 표면을 코히어런트 소스로 조명하는 단계와,

송출 빔(outgoing beam)과 반사 빔의 조합에 의해 생성된 간섭 패턴을 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 동적 검출 단계는 캡처 윈도우 내에서 행해지는

정합 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 캡처 윈도우는 사전 정의되는

정합 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 캡처 윈도우는 상기 제 1 패턴으로 인해 광학적으로 검출된 서명을 인식함으로써 검출되는 정합 방법.

청구항 15

적어도 하나의 패턴을 갖는 기판 상에 제 2 패터닝된 층을 동적으로 정합하는 방법에 있어서,

상기 적어도 하나의 패터닝된 층 상에 제 2 층을 증착하는 단계와,

상기 제 2 층 상에 제 2 패턴을 형성하되, 상기 적어도 하나의 패턴을 동적으로 검출하면서 상기 제 2 패턴이 상기 적어도 하나의 패턴에 정렬되도록 형성하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 16

복수의 패턴을 갖는 기판 상에 패터닝된 층을 동적으로 정합하는 방법에 있어서,

상기 기판 상에 추가의 층을 증착하는 단계와,

상기 추가의 층 상에 추가적인 패턴을 형성하되, 상기 복수의 패턴 중 적어도 하나를 동적으로 검출하면서 상기 추가적인 패턴이 상기 복수의 패턴 중 적어도 하나에 정렬되도록 형성하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 패턴을 상기 제 1 층 상의 상기 제 1 패턴에 정렬하기 위해, 보정 신호에 따라 광학 소자를 회전시켜 인쇄 빔 및 검출 빔을 시프트하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 패턴을 상기 제 1 층 상의 상기 제 1 패턴에 정렬하기 위해,

상기 제 1 패턴을 마스킹된 포토디텍터로 동적으로 검출하는 단계를 포함하되, 상기 제 2 패턴을 형성하는 동안,

상기 검출된 신호로부터 인 스캔 및 교차 스캔 에러를 계산하는 단계와,

상기 검출된 인 스캔 에러에 기초하여 상기 제 2 패턴을 형성하는 타이밍을 조정하는 단계와,

상기 검출된 교차 스캔 에러에 기초하여 상기 제 2 패턴 형성의 교차 스캔 위치를 조정하는 단계를 포함하는
정합 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 패턴을 검출하기 위해,

상기 제 1 층의 특징을 제어기로 송신하는 단계와,

상기 특징에 응답하여 신호 처리하는데 사용된 알고리즘을 조정하는 단계를 포함하는
정합 방법.

청구항 20

제 3 항에 있어서,

상기 광학적 검출은, 결합을 감시하고, X 및 Y 방향의 교정을 조정하며, 상기 제 1 패턴과 관련된 특징을 조정하며 적어도 하나의 부가적인 조명 소스와 적어도 하나의 부가적인 검출기 및 신호 처리 유닛을 포함하는 프로세스 제어 시스템을 포함하는

정합 방법.

청구항 21

제 3 항에 있어서,

상기 광학적 검출은

기록 빔 광학 경로로부터 물리적으로 분리되는 광학 경로를 갖는 소스로 상기 제 2 층을 조명하는 단계와,

상기 제 1 패턴으로 인한 반사된 빔 편향을 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 광학적 검출은

상기 반사 빔과 기록 빔 사이의 물리적 관계의 교정을 가능하게 하도록 상기 감지 빔과 기록 빔을 검출하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 23

기판 상에 복수의 패터닝된 층을 동적으로 정합하는 방법에 있어서,

제 1 층 상에 제 1 패턴을 형성하는 단계와,

상기 제 1 패턴 상에 제 2 층을 증착하는 단계와,

상기 제 2 층을 조명하는 단계와,

상기 제 1 패턴으로부터의 반사를 동적으로 검출하여 제 2 패턴을 상기 제 1 패턴에 정렬시키는 단계와,

상기 제 2 패턴을 상기 제 2 층 상에 형성하는 단계를 포함하는

정합 방법.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

파장 또는 크기 조명을 조정하여 층 또는 패턴 특징에 기초하여 검출을 최적화하는 단계를 더 포함하는

정합 방법.

청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 제 2 패턴은 기록 헤드에 의해 형성되고,

상기 동적 검출에 기초하여 기록 헤드 특징들이 조정되는

정합 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 일반적으로 기판 상에 패턴들을 인쇄하는 것에 관한 것으로, 특히 패턴들을 동적으로 정렬하면서 기판 상에 복수의 패턴을 인쇄하는 것에 관한 것이다.

배경기술

<2> 리소그래피는 1950년대에 전자 산업에 도입되었다. 첫 번째 인쇄 회로는 1960년에 페어차일드 반도체(Fairchild Semiconductor) 및 텍사스 인스트루먼트(Texas Instrument) 사에 의해 제조되었다. 리소그래피 공정은 백플레인 및 프론트 플레이 디스플레이 제조 모두에 사용된다. 지난 10년 동안, 리소그래피 공정은 DNA 테스트에 요구되는 핵산 구조의 패턴 합성과 같은 정밀 패터닝의 새로운 분야에 적용되어 왔다.

<3> 1990년에 M.Rieger 등은 직접 기록 리소그래피(direct write lithography) 또는 무마스크(maskless) 리소그래피와 관련된 평가를 논하였다. 마스크의 제거가 처리 비용을 감소시키고, 제조 수율을 증가시키며 보다 큰 기판의 사용을 가능하게 할 것이라는 주장이 널리 제기되어 왔다. 고분해능으로 선택적으로 패터닝하는 능력을 제공하기 위해 레이저 패터닝 및 광 변조를 이용하는 것은 널리 알려져 있다. 미국 특허 제5,521,748호(Sarraf 등)는, 레이저로부터의 광이 반사 유형 또는 투과 유형의 광 변조 요소들의 열을 갖는 광 변조기 상에 이미징되는 레이저 다이오드 어레이 또는 레이저와 함께 사용하는 광 변조기를 개시하고 있다. 광 변조기는 광감 재료에 이미징되고, 그 이미지는 광감 재료에서 한 라인씩 스캐닝된다. 광 변조기와 평면 형태의 또는 원통형 드럼의 원주 주위에 감길 수 있는 광감 재료 간의 상대적인 이동을 제어하기 위해 제어 회로가 제공된다.

<4> 1995년에 Monk(The Digital Micro-mirror Device for Projection Display)에 의해 영역 기반의 SLM이 설명되었다. H.Kuck은 1995년 5월에 무마스크 리소그래피 시스템에 사용하기 위한 사용 영역 기반의 공간 광 변조기, 레이저, 광학기기 및 정밀 운동 시스템을 발표하였다. Kuck은 이 기법을 이용하여 서브마이크론 피처를 제공하는 능력을 예증하였지만, 반도체 산업에서 이것을 이용하기 위해 SLM의 사이즈를 증가시킬 것을 필요로 하며 정밀 공기 베어링 운동 시스템(precision air bearing motion system)을 이용할 필요가 있다고 지적하고 있다. 따라서, 직접 기록 시스템에 레이저 및 공간 광 변조기를 이용하여 마스크를 사용하지 않는다는 개념이 분명 유익한 것으로 보인다.

<5> 그러나, 큰 기판 상에서의 무마스크 리소그래피 공정을 가능하게 하기 위해서는 해결해야 할 과제가 남아있다. 레이저 패터닝은 열 에너지를 기판으로 전달할 것이다. 보다 큰 선형(linear) 또는 에어리어(area) 어레이 변조는 보다 큰 마스크 제조의 과제를 큰 렌즈 어레이의 제조 또는 큰 변조 조립체의 제조로 바꿀 뿐이다. 전체 제조 비용을 최소화하기 위해서는, 적절한 수의 채널을 갖는 변조를 이용할 필요가 있다. 태스크 시간 요건을 만족시키기 위해서는, 적절한 수의 채널에서 각각 별별 어레이를 사용할 필요가 있다. 이 애플리케이션은 큰 영역의 마스크 처리에 가까운 대규모의 별별 모델로부터 사고의 전환을 요구한다. 이 전환이 일어나면, 시간과 공간에 대한 과제에 직면하게 된다. 첫째, 패터닝 처리 동안에 시간이 경과할 것이다. 플레이시 노출 시간보다 긴 시간이 경과한다고 가정하면, 이 과제에 기판의 치수 안정성(dimensional stability) 및 패터닝 메커니즘의 과제를 포함해야하고, 또한 기판과 패터닝 광빔 사이의 치수 관계의 과제를 포함해야 한다. 두 번째 과제는 복수의 공간 광 변조기 또는 프린트헤드 조립체의 서로에 대한 공간적인 관계 및 이를 조립체와 기판 사이의 공간적인 관계와 연관된다.

<6> 현재의 제조 공정은 GenVIII 크기의 유리 기판 상에서 이루어진다. 이것이 기판 크기에 대한 한계이거나 또는 그에 가깝다는데 산업계는 동의한다. 이 크기를 넘는 것은 가요성 지지부 상에서의 패터닝 및 가능하게는 웨브(web) 기반 공정에서의 제조에 대한 논의를 부추긴다.

<7> 미국 특허 제6,251,550호(Ishikawa)는 영역 노출 시스템(area exposure system)을 이용하는 무마스크 리소그래피 시스템을 개시하고 있다. 이 특허문헌에는 영역 노출 시스템을 이용하는 무마스크 리소그래피 시스템이 개시되어 있다. 마스크의 축면 이동과 관련된 통상의 정렬 단계가 전자 수단을 통해 발생할 수 있다는 점에서 이 점이 있다. X 또는 Y 방향으로 마스크를 이동시키는 것은 포괄적인 정렬 처리로서 포함될 수 있다. 디스플레이 산업은 보다 큰 기판 및 가요성 기판 상에 제조하는 것으로 이동하고 있으므로, 처리 중에 기판 상에 패턴을 갖는 패터닝 채널의 정합에 국부적인 변화를 동적으로 검출하여 보상하는 수단이 요구된다.

발명의 상세한 설명

- <8> 본 발명의 일측면에 따르면, 기판 상에 복수의 패터닝된 층을 동적으로 정합(registering)하는 방법은, 기판 상에 제 1 층을 증착하는 단계와, 제 1 층 상에 제 1 패턴(20)을 인쇄하는 단계와, 제 1 패턴 상에 제 2 층을 증착하는 단계와, 제 2 패턴을 제 2 층 상에 인쇄하되, 제 2 패턴을 제 1 패턴에 정합하도록 제 1 패턴을 동적으로 검출하면서 인쇄하는 단계를 포함한다.
- <9> 상술한 본 발명의 이점은 복수의 프린트헤드를 조정하는 능력, 기판 및/또는 프린트헤드의 열적으로 유도된 왜곡에 의한 것과 같은 크기 변화, 이송 동안 웨브(web)의 흡(hop) 및 위브(weave)에 의한 것과 차원의 시프트 또는 패터닝 이동 시스템의 구조에 의한 아베 오프셋(abbe offset)으로 인한 기판에 대한 프린트헤드의 부정합을 추적하는 능력을 포함한다.
- <10> 본 발명에 따르면, 기록 지점의 위치의 보정이 기판 이미지 평면을 가로질러 X 및 Y 차원에서 변경되어, 그 결과 한 패터닝의 층의 패터닝의 후속 층에 대한 정합이 개선된다.
- <11> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 시스템이 이전의 패터닝 층에 대한 정보를 이용하여 프린트헤드와 기판 패턴의 상대적인 위치를 고속으로 정확하게 검출할 수 있게 한다.
- <12> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 시스템이 패터닝의 에러를 인식하는 능력을 제공하는데, 이 능력은 자동화된 방식으로 보정 동작을 프롬프트하는데 사용될 수 있다.
- <13> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 시스템이 기록 지점 위치를 변경하기 위해 레이저 소스와, 레이저 소스로부터의 광을 변조하는 수단과, 변조된 레이저 광의 위치를 2 차원에서 변경하는 수단을 이용한다.
- <14> 본 발명의 다른 측면에 따르면, 시스템이 고속 검출 시스템을 이용하여 위치 정보와 시스템이 정렬 에러를 결정할 수 있게 하는 기판 컨텐츠 데이터(substrate content data)와 함께 데이터를 수집한다.
- <15> 본 발명과 그 목적 및 이점은 후술하는 바람직한 실시예의 상세한 설명에서 보다 명확해질 것이다.

실시예

- <61> 본 발명은 생성되는 제 2 패턴을 제 1 패턴과 정렬시키는 폐루프 제어 시스템에 관한 것이다. 폐루프 시스템은 동적으로 동작하는데, 이는 폐루프 시스템이 패턴 형성 공정 동안에 패턴 형성 공정에 맞게 동작한다는 것을 의미한다. 그 결과, 부가적인 정렬 오버헤드가 요구되지 않는다.
- <62> 본 발명과 호환되는 다양한 패턴 형성 방법이 존재한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 바람직한 실시예에 따르면 패터닝된 제 1 층을 갖는 기판이 감광 재료(sensitive material)(4)로 코팅된다. 패턴은 이 제 2의 코팅 층에 형성된다. 이 패턴을 형성하는 한 방법은 레이저 어블레이션(laser ablation)을 이용하는 것이다. 이와 달리, 패턴은 후속 단계에서 재료의 변형을 통해 형성될 수 있다. 예를 들면, 재료를 소결시켜 제 2 층의 소결되지 않은 부분을 씻어낼 수 있다. 또는, 재료를 중합시켜 제 2 층의 중합되지 않은 성분을 씻어 낼 수 있다.
- <63> 또한, 부가적인 패턴 형성 방법들이 본 발명과 호환될 수 있다. 패터닝될 제 2 층을 도포하기보다 패턴을 직접 도포할 수 있다. 적절한 부가 공정으로는 잉크젯, 그라비어 인쇄(gravure) 및 레이저 열 전사 등이 있다.
- <64> 마지막으로, 다양한 패턴 형성 방법을 고려하여 가감 기법(subtractive and additive technique)의 조합을 이용해도 된다. 예를 들어 잉크젯에 의해 패터닝된 피처를 찾아내는 능력은 애플리케이션 요건을 만족시키지 않아도 되기 때문에, 잉크젯에 의해 패터닝한 다음에 어블레이션(ablation)에 의해 정돈할 수 있다.
- <65> 바람직한 실시예의 동작은 전술한 패턴 형성 방법들 중 어느 하나와 부합한다. 시스템 부품은 아래에 설명되며 도 1에 도시되어 있다. 제 2 패턴(도시되어 있지 않음)과 제 1 패턴(20)은 광(2)의 패턴을 기판에 제공하는 다채널 레이저 프린트헤드(1)를 사용하여 무마스크 리소그래픽 공정을 통해 생성된다. 기판(3)은 지지부(21), 제 1 패턴(20) 및 다채널 프린트헤드로부터 패터닝 광의 광장 또는 광장 범위에 민감한 감광 재료(4)를 포함한다.
- <66> 광의 패턴은 변조기(10)로부터 방사되고, 변조기는 변조기 드라이버 전자기기(9)로부터 드라이브 신호(18)를 수신한다. 변조기 드라이버 전자기기(9)는 이미지 데이터 경로(5)라고 하는 전자기기로부터 이미지 데이터(16)를 수신한다.
- <67> 이미지 데이터(16)는 제 1 패턴(20)의 이미지 데이터에 대한 레지스터에서 생성되는 제 2 패턴을 나타낸다. 이미지 데이터 경로(5)는 여러 기능을 갖는다. 이미지 데이터 경로(5)는 이미지 데이터(16)를 변조기 드라이버 전자기기(9)로 게이팅하는 것을 담당한다. 이미지 데이터 경로(5)는 또한 이미지를 변조기 드라이버 전자기기(9)로 게이팅할 때를 결정하는 것을 담당한다. 마지막으로, 이미지 데이터 경로(5)는 교차 스캔 제어 신호

(28)를 계산하여 교차 스캔 보정 제어기(12)로 보낸다. 이미지 데이터 경로(5)는 정렬 검출 시스템(15)의 검출된 기판(3)의 현재의 영역(14)을 감시한다. 현재의 영역(14)은 대략 패터닝되는 기판(3)의 영역으로 정의된다. 정렬 검출 시스템(15)은 다채널 레이저 프린트헤드(1) 및 기판(3)이 서로에 대해 이동할 때 표면의 반사율의 변화를 나타내는 전기 신호를 캡처한다. 이미지 데이터 경로(5)는 또한 이동 제어 시스템(7)에 의해 제공된 현재의 이동 제어 시스템 위치(26) 및 펜딩 이미지 데이터(16)를 처리한다. 현재의 위치는 관심 표시기의 영역으로서 작용하며 의사 노이즈를 필터링하는 인에이블 신호로서 사용된다.

<68> 관심 영역에서 기판(3) 상의 피쳐들이 검출되면 동기 신호를 터리거링한다. 이 정보에 기초하여, 이미지 데이터 경로(5)는 변조기 드라이버 전자기기(9)로의 펜딩 이미지 데이터(16)의 게이팅을 조정한다. 데이터의 게이팅 조정은 인스캔(in-scan) 제어라고도 한다. 교차 스캔 제어는 교차 스캔 제어기(12)에 의해 이 시스템에서 조정된다. 이미지 데이터 경로(5)는 현재의 이동 제어 시스템 위치(26)에 대한 펜딩 이미지 데이터(16)와 현재의 영역(16) 사이의 부정합을 계산하여 교차 스캔 방향으로의 부정합을 회복하기 위해 적용될 필요가 있는 보정을 나타내는 에러 신호를 발생한다. 이미지 데이터 경로(5)는 교차 스캔 제어 신호(28)를 교차 스캔 제어기(12)로 보낸다.

<69> 이미지 데이터 경로(5)는 처리 정보(8)를 상술하는 이미지 파일 내에 존재하는 정보이다. 이 처리 정보(8)는 정렬 검출 시스템으로부터의 출력을 해석하는데 매우 중요하다. 또한, 이미지 데이터 경로는 처리 정보(8)를 정렬 검출 시스템으로 송신하여, 기판(3) 상의 특정 층 또는 층들의 조합에 대한 검출 프로세스를 최적화하기 위해, 전자 회로의 이득, 조명 파장, 크기 등의 조정을 프롬프트할 수 있다. 처리 정보(8)는 기판(3) 상에 위치하는 코팅된 재료의 특성과 같은 정보와, 현재 정렬 검출 시스템(15)의 뷔 내에 있을 것으로 예상되는 기판(3) 상의 제 1 패턴(20)과 관련된 정보를 포함한다. 또한, 처리 정보(8)는 서로 중첩되는 복수의 제 1 패턴에 의해 형성된 복잡한 토폴로지와 관련된 정보를 포함할 수 있다.

<70> 변조기(10)는 다채널 레이저 프린트헤드(1)로부터 방사되는 광(2)의 패턴을 변경하는 것을 담당한다. 다양한 변조 방식이 당해 분야에 공지되어 있다. 일반적으로, 이들은 반사/굴절 및 투과형으로 나누어질 수 있으며, 예를 들어 TIR 및 DMD 디바이스를 포함한다. 모든 경우에, 적절한 변조기 드라이버 전자기기를 통해 개별 채널의 제어가 가능하다.

<71> 전술한 비교 프로세스는 공간적으로 단속적인 프로세스(spatially intermittent process)이다. 통상적으로 처리에 가장 적합한 패턴 내 특정 영역이 존재한다. 이를 캡처 윈도우(capture window)라고도 한다. 이를 영역은 제조되는 디바이스의 기능적 패턴의 일부일 수도 있고, 또는 부가적인 정렬 마스크일 수도 있다. 이를 영역의 위치는 사전에 정의될 수도 있다. 이를 영역이 사전에 정의되면, 이들의 위치를 식별하는 데이터가 처리 정보(8)에 삽입된다. 이미지 데이터 경로(5)가 이미지 데이터(16)를 변조기 드라이버 보드(9)로 이송할 때, 이미지 데이터 경로(5)는 시스템이 캡처 윈도우에 접근하거나 또는 캡처 윈도우 내에 있음을 나타내는 처리 정보를 인식한다. 이 실시예에서는, 이미지 데이터 경로(5)가 이 정보를 사용하여 비교 프로세스를 시작한다. 이와 달리, 이미지 데이터 경로(5)가 처리 정보(8)를 인식하면, 이미지 데이터 경로(5)는 정렬 검출 시스템(15)에 신호를 보내어 검출 프로세스를 트리거한다. 정렬 보정은 교차 스캔 및 인스캔(in-scan) 방향으로 정렬을 시프팅하는 것을 지칭한다. 인스캔 보정은 타이밍 보정을 통해 이루어진다. 이 특정 실시예에서, 교차 스캔 보정은 교차 스캔 제어기(12)로 교차 스캔 제어 신호(28)를 보내어 프린트헤드에 의해 방사된 패턴이 굴절에 의해 교차 스캔 방향으로 소정의 양만큼 오프셋되도록 광학 소자(13)를 회전시킴으로써 달성된다. 정렬 검출 시스템(15)은 광학 소자(13)를 통해 감지 및 검출 빔(58)을 전송하여, 광학 소자(13)의 이동이 정렬 검출 시스템(15)의 감지에 영향을 준다. 또한, 이 특정 실시예에서, 인스캔 보정은 헤드 로드 타이밍(head load timing)의 변화를 통해 이미지 데이터 경로(5)에 의해 달성된다.

<72> 도 2는 정렬 검출 시스템(15)의 구성요소를 도시한 것이다. 이들 구성요소는 제 1 패턴(20), 마스크(22), 마스크 패턴(23), 광검출기(24)를 구비한 기판(3)을 포함한다. 조명 소스 및 검출기 전자기기는 도시하지 않았다. 기판(3)이 다채널 레이저 프린트헤드(1)를 지나 이동하거나 또는 다채널 레이저 프린트헤드(1)가 기판(3)을 지나 이동하므로, 기판(3) 상의 패턴은 기판(3) 상의 제 1 패턴(20)이 마스크 패턴(23)과 어떻게 정합하는지에 따라서 검출기에서 신호의 변조를 생성할 것이다. 마스크 패턴(23)에 수직 슬릿과 경사진 슬릿을 사용하면, 인스캔 및 교차 스캔 부정합을 검출할 수 있다. 도 3은 마스크 패턴(23)을 갖는 제 1 패턴 이미지(62)를 시스템 내의 센서 영역(60) 상에 교차 스캔 에러 없이 오버레이한 것을 도시한 것이다.

<73> 도 4 및 5는 공정 경우의 시스템으로도 알려져 있는 이 시스템에서 교차 스캔 에러를 갖지 않는 정렬 검출 출력 신호(11)의 생성을 도시한 것이다. 도 4에서, 제 1 패턴 이미지(62)는 마스크 패턴(64)과 완전히

교차하였으며, 센서 영역 아래에 도시되어 있는 파형은 정렬 검출 신호(11)가 시간 A로서 표시되어 있는 최고값 까지 증가하였음을 나타낸다. 도 5에 도시되어 있는 바와 같이, 제 1 패턴 이미지(62)와 마스크 패턴(64) 사이에서 상대적인 움직임이 발생할 때, 정렬 검출 출력 신호(15)에서 시간 B로서 표시된 제 2 피크가 생성된다. A 와 B의 발생 사이의 시간은 교차 스캔 에러를 나타낸다. 교차 스캔 에러는 두 이벤트 A와 B 사이에서 이동한 거리에 의해 특징지워질 수 있음을 이들 도면으로부터 분명하다.

<74> 유사한 방식으로, 도 6 및 7은 부(negative)의 교차 스캔 에러를 갖는 시스템에 대한 정렬 검출 신호(11)의 생성을 도시하고 있다. 도 8 및 9는 정(positive)의 교차 스캔 에러를 갖는 시스템에 대한 정렬 검출 신호(11)의 생성을 도시하고 있다. 도 10은 부(negative), 공칭(nominal), 정(positive)의 교차 스캔 에러를 갖는 시스템에 대한 타이밍 차를 도시한 것이다.

<75> 간소화된 신호 처리의 상세가 도 11에 도시되어 있다. 이 도면은 이미지 데이터 경로(5)에 의해 송신된 인스캔 및 교차 스캔 싱크(synch) 입력을 도시하고 있다. 제 3 입력은 정렬 검출 신호(11)이다. 정렬 검출 신호(15)의 제 1 최대치(A)는 이미지 데이터 경로(5)에 의해 생성된 인스캔 싱크 펄스의 위치에 대해 측정된다. 이들 두 지점 사이의 위치 차가 인스캔 에러이다. 인스캔 싱크 펄스와 교차 스캔 싱크 펄스의 차는 정렬 검출 신호(11)에서 제 1 펄스로부터 제 2 펄스로 진행하는데 필요한 예측 시간 또는 거리를 나타낸다. 이것을 싱크 델타(synch delta)라고 한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 교차 스캔 에러가 증가함에 따라, 정렬 검출기 출력 상의 실제 제 2 최대치에 도달하는데 요구되는 시간 또는 거리는 증가한다. 제 1 최대치(A)로부터 제 2 최대치(B)까지의 경과 시간 또는 거리를 캡처한 것이 실제 델타이다. 교차 스캔 에러 신호는 싱크 델타와 실제 델타 간의 차이다. 이 실시예에서, 레이저 광은 808nm이고, 변조기는 TIR 전송 장치이다.

<76> 레지스트로 작용하는 것을 의미하는 기판(3) 상에 코팅된 재료는 IR에 민감한 레이저 애블라티브 레지스트(laser ablative resist)이다. 채널 크기는 5 마이크론이고, 노출된 선폭 및 생성될 수 있는 캡은 2 마이크론이다. UV에서 동작하는 시스템은 UV 소스 및 회절 변조기를 이용하며, 채널 크기 및 피쳐 크기를 보다 작게 할 수 있다. 검출 시스템은 기록 빔의 파장과 다른 파장에서 레이저 소스에 의해 생성된 감지 빔을 이용한다.

<77> 이 실시예는 무마스크 리소그래피 시스템의 일부로서 설명하였음에 주의하라. 그러나, 현재의 패턴과 제 1 패턴 사이의 부정합을 검출하여 동적으로 보상하는 능력은 패턴의 정밀 정렬을 요구하는 많은 다른 분야에 적용될 수도 있다.

<78> 다른 실시예에서, 정렬 검출 시스템(15)은 예상 이미지 영역과 이미지 정합을 수행하는 카메라 및 고속 이미지 처리부일 수 있다. 이러한 시스템에서, 감지 조명은 기록 빔의 파장 범위와 실질적으로 상이한 파장 범위에서 조명을 확산시킨다. 카메라 및 고속 이미지 처리부는 회전 결정을 가능하게 한다는 점에서 이점이 있다.

<79> 검출 시스템에 대한 기록 파장 및 상이한 감지 파장을 통과시키는 것과 관련하여 시도되는 광학 디자인이 존재한다. 808nm의 기록 광 및 상이한 파장의 감지 광을 전송하는 광학 시스템을 설계하는 것과 관련된 광학적 문제를 다루는 한 방법은 감지 서브시스템을 기록 경로의 외부에 배치하는 것이다. 이 대안과 관련된 단점은 감지 광학 경로가 기록 경로로부터 물리적으로 치환된다는 것이다. 정밀한 물리적인 탑재 외에, 두 경로 사이에 직접적인 링크는 존재하지 않는다. 두 경로 사이의 물리적인 시프트는 두 경로가 충분히 링크되었음을 보장하기 위해 규칙적으로 교정할 필요가 있다. 또한, 감지 시스템은 폐루프 시스템의 일부로서 기능할 수 없기 때문에, 광학 소자에 의해 형성된 변화를 검출하여 정상 상태 에러를 낮게 할 수 있다. 두 시스템을 연결하는 한 방법은 하나의 채널을 사용하거나 또는 감지 시스템에게 기록 빔이 진행할 장소를 지시하는 포인터로서 다채널 레이저 프린트헤드와 관련된 부가적인 채널을 사용하는 것이다. 이 포인터는 감지 시스템에 의해 사용되어 기록 시스템과 감지 시스템 사이에 물리적인 관계를 설정한다. 기록 빔의 에너지가 패터닝 임계치보다 낮은 한, 기록 빔과 동일한 파장의 부가적인 채널을 사용하는 것도 가능하다. 또는, 감지 시스템을 기록 시스템에 연결하는 프로세스는 기판의 비 이미징(non-imaging) 영역에서 발생할 필요가 없다. 그러나, 비 패터닝(non-patterning) 파장의 부가적인 채널이 제공되면, 카메라와 다채널 레이저 프린트헤드(1) 사이의 결합이 연속적으로 발생할 수 있다. 다른 파장을 사용하면, 패터닝 아티팩트의 위험을 회피할 수 있지만, 더욱 복잡한 광학 디자인이 요구된다.

<80> 또 다른 실시예에서는, 작은 지점에 포커싱되는 코히어런트 조명(coherent illumination)을 활용하는 순수한(pure) 에지 검출 방안을 이용해도 된다. 이러한 구성은 통상의 오토포커스 시스템의 구성과 유사하다. 그러한 하나의 시스템이 도 12에 도시되어 있다. 이중 반 개구 방법(dual half aperture approach)을 이용하는 통상의 오토 포커스 검출 시스템은 반사면의 높이에 비례하는 아날로그 신호를 제공할 것이다. 이 시스템에서, 레이저 소스(76)는 빔 스플리터(78)를 통해 기판(3)의 표면으로 광을 보낸다. 기판(3)의 표면으로부터 반사된

광은 빔 스플리터(78)를 통과하여, 이중 웨지(wedge)(74) 및 광학기기(72)를 통해 쿼드 포토디텍터(quad photodetector)(70)에 부딪힌다. 이중 반 개구 포커스 에러 검출 방법은 포커스 검출을 위한 광학 개구의 양 절반을 이용하여 차분 신호를 생성한다. 광학 개구의 각 절반은 한 쪽은 높고 다른 한 쪽은 낮게 굴절시키는 이중 웨지(74)를 통해 포토디텍터(70)의 상위 또는 하위 바이셀(bi-cell)로 보내진다. 기판이 최선의 포커스 위치로부터 안으로 또는 밖으로 이동할 때, 포토디텍터(70)를 형성하는 두 개의 바이셀 상에 형성된 지점이 동일 방향 및 반대 방향으로 변한다. 각각의 바이셀의 두 대향면으로부터의 신호를 더하면 반 개구 방법의 신호의 2 배의 신호가 생성된다. 바이셀의 다른 두 대향면의 합의 차를 취함으로써, 모든 셀로부터의 신호에 편승한 임의의 공통 노이즈가 제거된다. 그 결과 포커스에 대한 에러 신호를 보다 염밀히 나타내는 클리너(cleaner) 신호가 생성된다. 차 신호는 통상 일관성(consistency)을 위해 정규화된다. 그러한 시스템에 대한 디자인은 미국특허 제5,406,541호(Kay)에 공지되어 있다. 그러한 검출기 신호는 도 13에 도시된 바와 같이 나타난다. 도 12에서와 같은 오토 포커스 시스템에서의 센서의 각각의 세기는 에지가 광을 산란시킨 것을 나타내는 변화들에 대해 감시될 수도 있다. 도 14는 에지를 가로지르는 것에 응답하여 발생된 신호를 도시한 것이다. 이 실시예에서, 작은 지점이 기판 상의 높이의 변화를 횡단했을 때 뚜렷한 펄스가 발생한다. 이것은 에지 검출 시스템으로서 효과적으로 기능한다. 또 다른 실시예에서는, 간섭계를 갖는 다채널 레이저 프린트헤드(1)가 패터닝된 층 표면을 따라 스캐닝될 때, 간섭계를 사용하여 토폴로지의 변화를 검출할 수 있다. 이 시스템은 도 15에 도시되어 있다. 이 시스템에서, 코히어런트 광은 레이저 소스(29)로부터 패터닝된 층으로 향한다. 조명의 일부는 빔 스플리터(31)를 통과하여 기판(3)에 부딪힌다. 조명의 나머지 부분은 미러(30)를 향한다. 미러(30)와 기판(3)으로부터의 반사광은 센서(32)를 향한다. 센서(32)는 간섭 패턴을 생성하는 이 조합된 광 에너지를 수신한다. 이 중간 패턴은 센서(32)에 의해 검출되며, 센서(32)는 통상 포토디텍터 또는 CCD이다.

<81> 또 다른 실시예에서, OCT(optical coherence tomography) 또는 낮은 코히어런스 간섭계가 표면 토폴로지를 검출하는데 사용되는 간섭계의 한 형태이다. 기본 시스템 다이어그램이 도 16에 도시되어 있다. OCT(optical coherence tomography)에서, 간섭계용 낮은 코히어런스 광원(34)은 짧은 코히어런스 길이를 갖는다. 낮은 코히어런스 광원의 예로는, 수피 발광 다이오드, 펨토초(femtosecond) 차수의 매우 짧은 펄스를 갖는 레이저 및 백색 광원이 있다. 이 시스템은 2 개의 암을 포함하는데, 기판(3)을 포함하는 샘플 암(54)을 포함한다. 제 2 암은 기준 미러(40)를 포함하는 기준 암(56)이다. 낮은 코히어런스 소스(34)로부터의 광은 콜리메이션 렌즈(36)에 의해 교정되며, 빔 스플리터(38)에 의해 두 개의 암을 향한다. 반사 빔은 빔 스플리터(38)에서 결합되며, 빔 축소기(bean reducer)(44)에 의해 작용되어 포토디텍터(52)에 부딪힌다. 포토디텍터(52)는 기판(3)의 표면 토폴로지와 직접 관련되는 두 빔의 간섭의 결과인 요동 신호를 검출한다. 간섭은 기준 암 내의 미러(42)가 특정 축 위치 내에 있을 때에만 발생한다. 스캐닝 미러(46)는 대물 렌즈(48)를 통해 기판을 스캐닝한다. 기준 암 미러의 위치가 가까이 감시되면, 미러의 축 위치가 (대상 영역 내의) 특정 표면 변화를 나타낼 때 신호가 발생할 수 있다.

<82> 표면 토크그래피의 검출을 위해 스침 입사 간섭계가 또한 사용될 수도 있다. 도 17은 홀로그래픽 회절 격자(61)에 부딪혀 대략 동일한 세기의 두 개의 빔을 생성하는 레이저 소스로부터의 레이저 빔을 도시한 것이다. 1차 빔은 0차 빔으로부터 낮은 각만큼 분리된다. 1차 빔은 기판(3)으로부터 작은 각으로 스치고, 일부 광은 반사하고 회절한다. 제 2 홀로그래픽 격자(63)에서의 기준 빔과 결합되는 광은 기판(3)으로부터 릴리프(relief) 패턴의 이미지를 포함하는 간섭 패턴을 형성할 것이다. 센서/비디오 카메라(65)는 이 패턴을 검출한다.

<83> 또 다른 실시예에서, 본 발명은 적응적 제어 애플리케이션에 적합하다. 패턴이 생성된 직후에 그 패턴을 검출하는 것이 가능하므로, 이 시스템은 두 개의 검출기를 이용할 수 있는데, 하나의 검출기는 패턴 지점을 찾아내는 것을 돋고, 다른 하나는 생성된 패턴을 검사한다. 데이터는 다음 검출 프로세스를 향상시키는데 사용될 수 있는 제 2 검출 시스템으로부터 저장될 수 있다. 데이터는 또한 제 1 센서 및 정정 시스템에 의해 제공된 정정을 보다 잘 교정하는데 사용될 수 있다. 데이터는 또한 프로세스 검사에서와 같이 사용될 수도 있다.

<84> 또 다른 실시예에서, 이미지 데이터 경로(5)에 의해 이용된 제어 알고리즘은, 인스캔 제어 및 교차 스캔 제어 신호(28)의 변화율을 제한한다. 그러한 비율 제한 제어 알고리즘을 흔히 서보 루프라고 한다. 제어 신호의 변화율에 대한 이 제한은 바람직하지 않은 패터닝 아티팩트를 방지하는데 사용된다.

<85> 또 다른 실시예에서, 이미지 데이터 경로에 의해 이용된 제어 알고리즘은 인스캔 및 교차 스캔 제어 신호(28)의 변화율을 제한하지 않는다. 이 유형의 제어는 급격한 제동기화가 바람직한 경우에 적합하다.

<86> 또 다른 실시예에서, 이용된 제어 알고리즘은 비율 제한 또는 비제한 또는 이들의 조합일 수 있다. 이미지 데이터 경로(5)는 처리 정보(8)를 이용하여 적응 제어 알고리즘을 결정한다.

<87> 또 다른 실시예에서는, 기판이 광의 인코하이어런트 소스로 조명될 수 있으며, 검출기로 투사된 기판의 이미지를 가질 수 있다. 기판 상의 층들이 그들 사이에 충분한 대비(contrast)를 가지면, 그 층들 내의 피쳐가 이미지 내에서 구별될 수 있다. 검출기는 어레이, 라인 센서 또는 단일 센서일 수 있다.

도면의 간단한 설명

<16> 도 1은 본 발명에 따른 인쇄 시스템의 개략도.

<17> 도 2는 정렬 검출 시스템의 부품들을 도시한 개략적인 사시도.

<18> 도 3은 마스크 패턴을 갖는 제 1 패턴 이미지의 오버레이를 도시한 도면.

<19> 도 4는 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 수직 부분과 교차하는 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<20> 도 5는 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 경사진 부분과 교차하는 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<21> 도 6은 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 수직 부분과 교차할 때의 부의 교차 스캔 에러 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<22> 도 7은 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 경사진 부분과 교차할 때의 부의 교차 스캔 에러 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<23> 도 8은 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 수직 부분과 교차할 때의 정의 교차 스캔 에러 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<24> 도 9는 제 1 패턴 이미지가 마스크 패턴의 경사진 부분과 교차할 때의 정의 교차 스캔 에러 경우에 대한 제 1 패턴 이미지와 마스크 패턴의 오버레이를 도시한 도면.

<25> 도 10은 가변 교차 스캔 오프셋을 갖는 정렬 검출 출력 신호의 예들을 도시한 도면.

<26> 도 11은 단순화된 신호 처리의 상세도.

<27> 도 12는 이중 스플리트 반 구경 자동 포커스 시스템의 블록도.

<28> 도 13은 통상의 자동 포커스 피드백 신호를 도시한 도면.

<29> 도 14는 애지에 응답하는 자동 포커스 피드백 신호를 도시한 도면.

<30> 도 15는 간접계 시스템의 블록도.

<31> 도 16은 광학 간접성 단층촬영 시스템.

<32> 도 17은 스침 입사 간접계를 도시한 도면.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

<34> 1 : 다채널 레이저 프린트헤드 2 : 광 패턴

<35> 3 : 기판 4 : 감광 재료

<36> 5 : 이미지 데이터 경로 7 : 이동 제어 시스템

<37> 8 : 처리 정보 9 : 변조기 드라이버 전자기기

<38> 10 : 변조기 11 : 정렬 검출 출력 신호

<39> 12 : 교차 스캔 보정 제어기 13 : 광학 소자

<40> 14 : 현재의 영역 15 : 정렬 검출 시스템

<41> 16 : 이미지 데이터 18 : 드라이브 신호

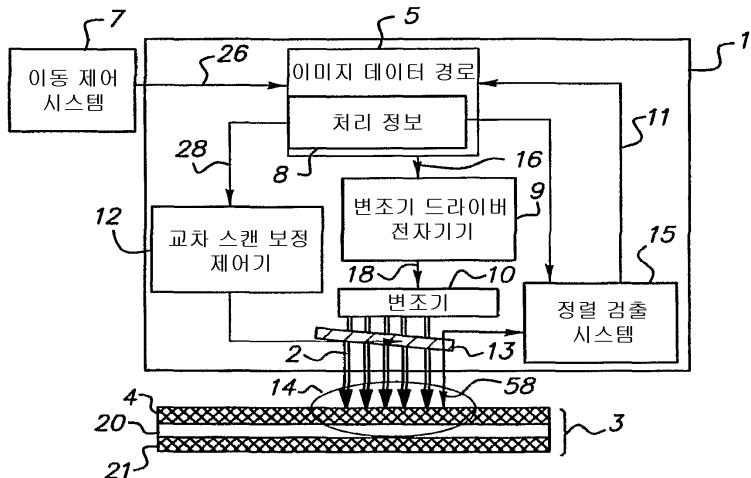
<42> 20 : 제 1 패턴 21 : 지지부

<43> 22 : 마스크 23 : 마스크 패턴

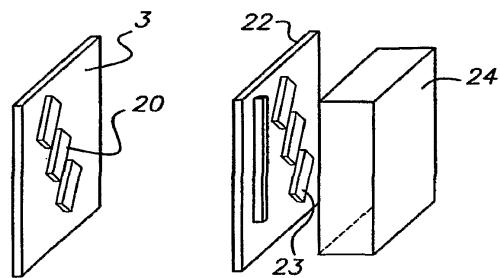
- | | | |
|------|--|-----------------------|
| <44> | 24 : 포토디텍터 | 26 : 현재의 이동 제어 시스템 위치 |
| <45> | 28 : 교차 스캔 제어 신호 | 29 : 레이저 소스 |
| <46> | 30 : 미러 | 31 : 빔 스플리터 |
| <47> | 32 : 센서 | 34 : 낮은 코히어런스 광원 |
| <48> | 36 : 콜리메이션 렌즈 | 38 : 빔 스플리터 |
| <49> | 40 : 기준 미러 | 42 : 축 스캐닝 방향 |
| <50> | 44 : 빔 축소기 | 46 : 스캐닝 미러 |
| <51> | 48 : 대물 렌즈 | |
| <52> | 50 : OCT(optical computed tomography) 프로세서 | |
| <53> | 52 : 포토디텍터 | 54 : 샘플 암 |
| <54> | 56 : 기준 암 | 58 : 감지 및 검출 빔 |
| <55> | 60 : 센서 영역 | 61 : 제 1 홀로그래픽 회절 격자 |
| <56> | 62 : 제 1 패턴 이미지 | 63 : 제 2 홀로그래픽 회절 격자 |
| <57> | 64 : 마스크 패턴 | 65 : 비디오 카메라 |
| <58> | 70 : 포토디텍터 | 72 : 광학기기 |
| <59> | 74 : 이중 웨지 | 76 : 레이저 소스 |
| <60> | 78 : 빔 스플리터 | |

도면

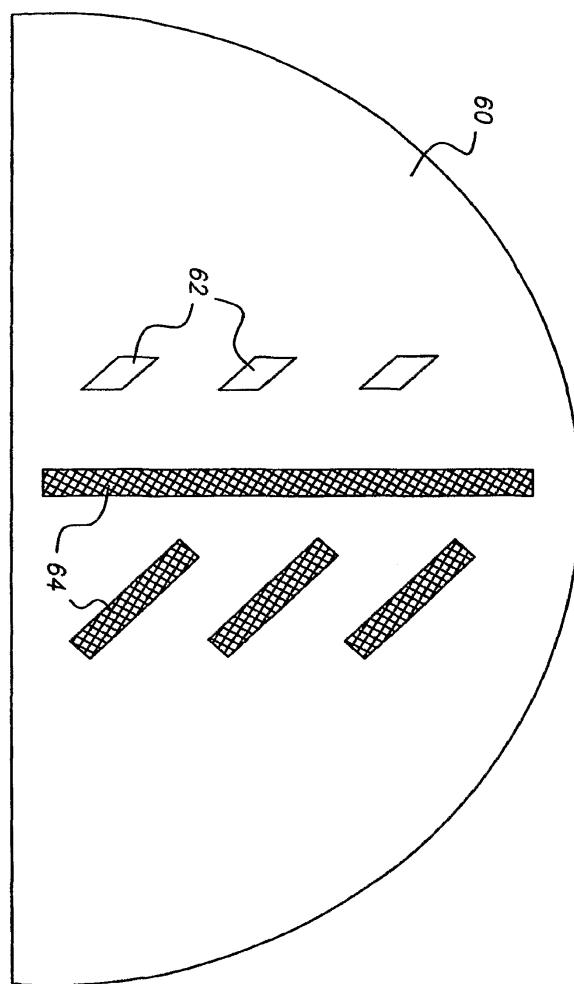
도면1



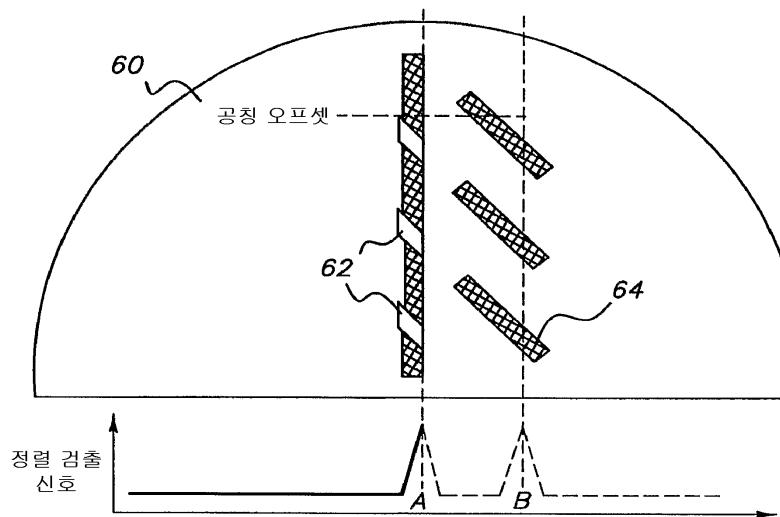
도면2



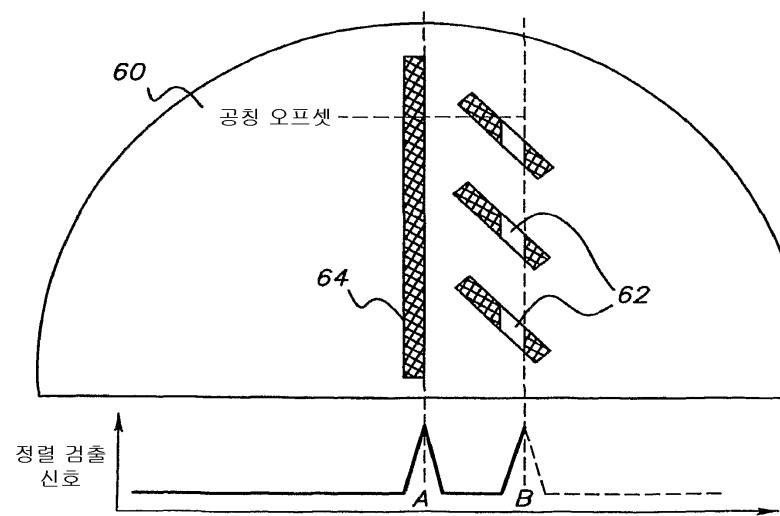
도면3



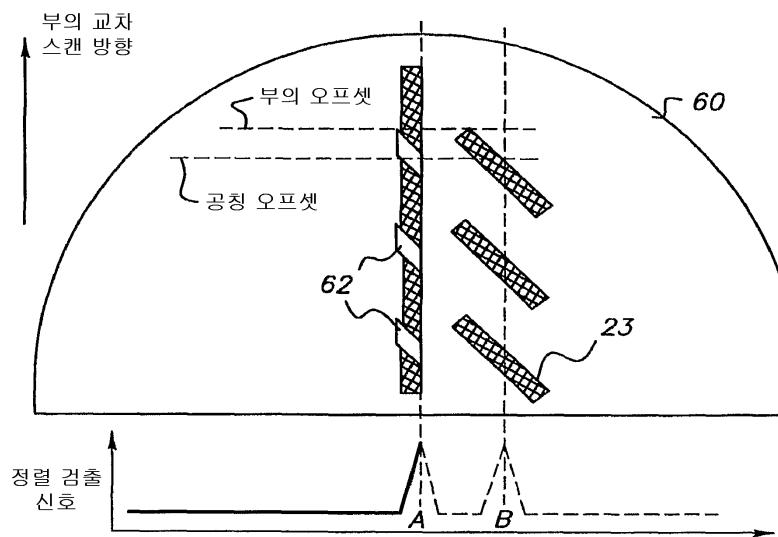
도면4



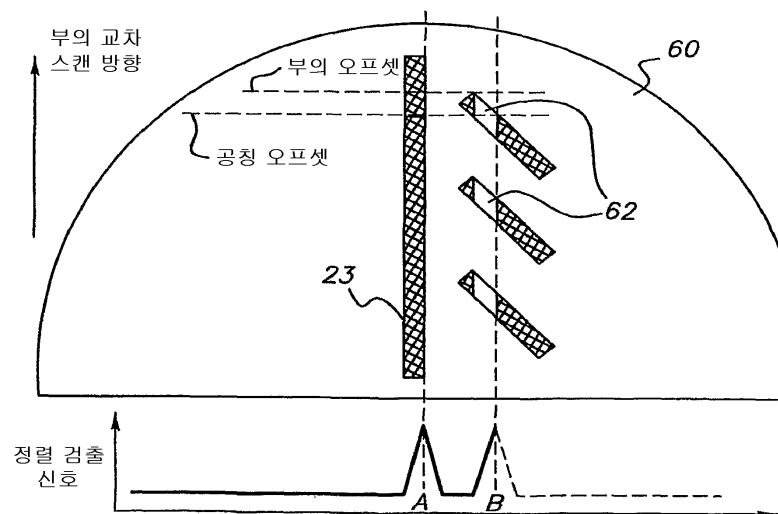
도면5



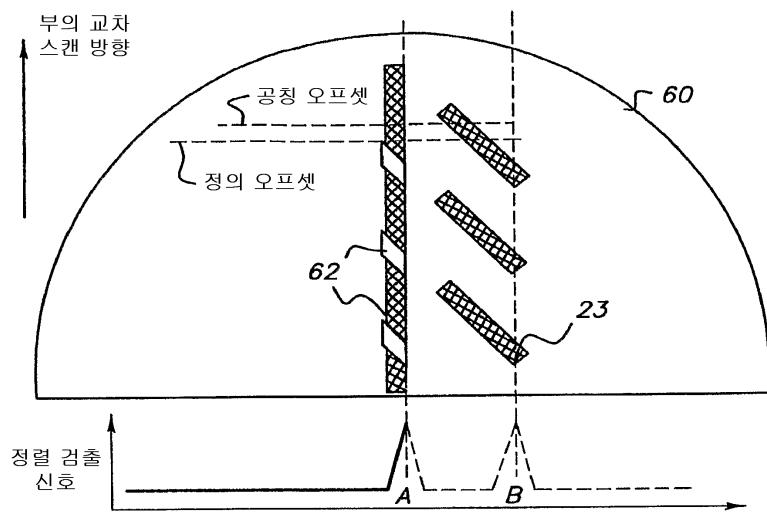
도면6



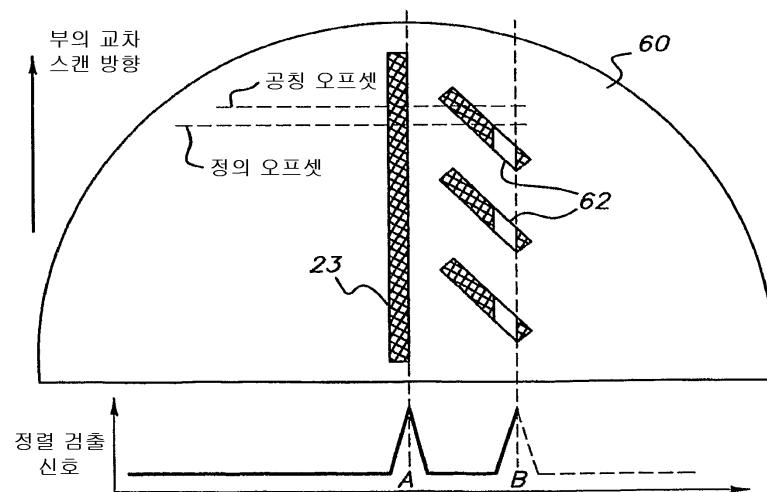
도면7



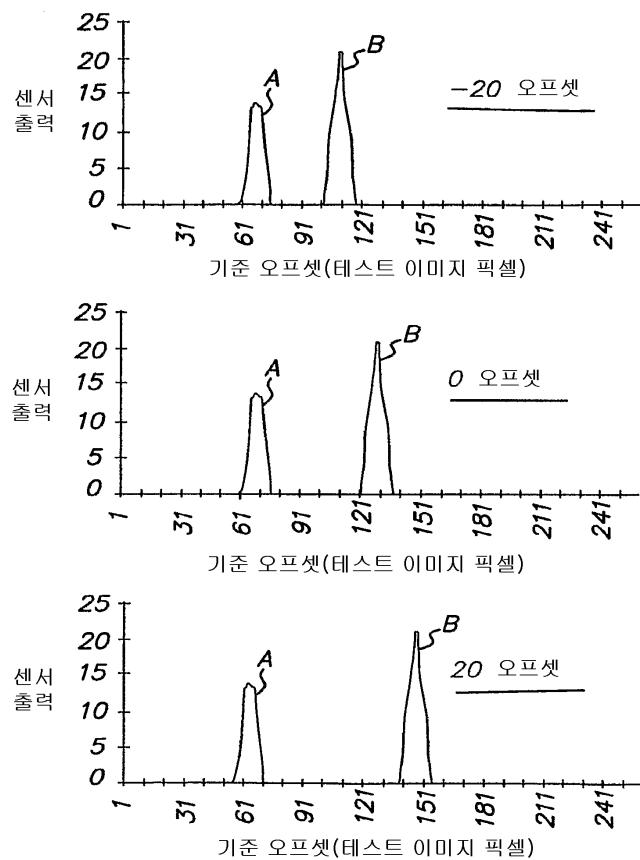
도면8



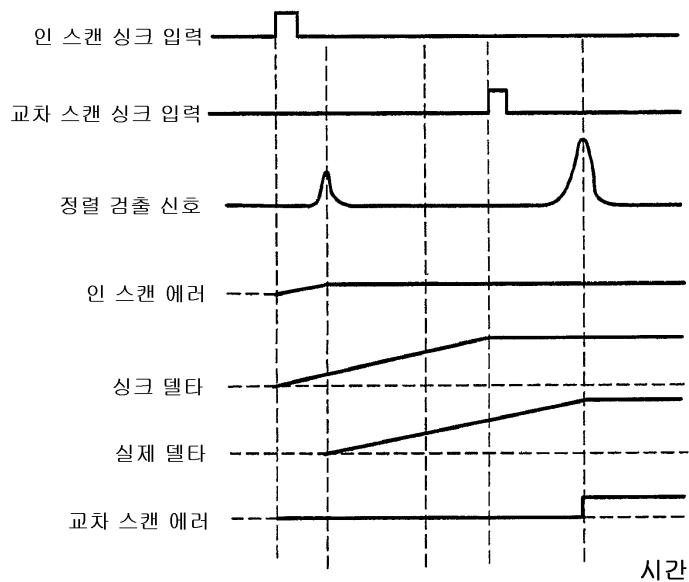
도면9



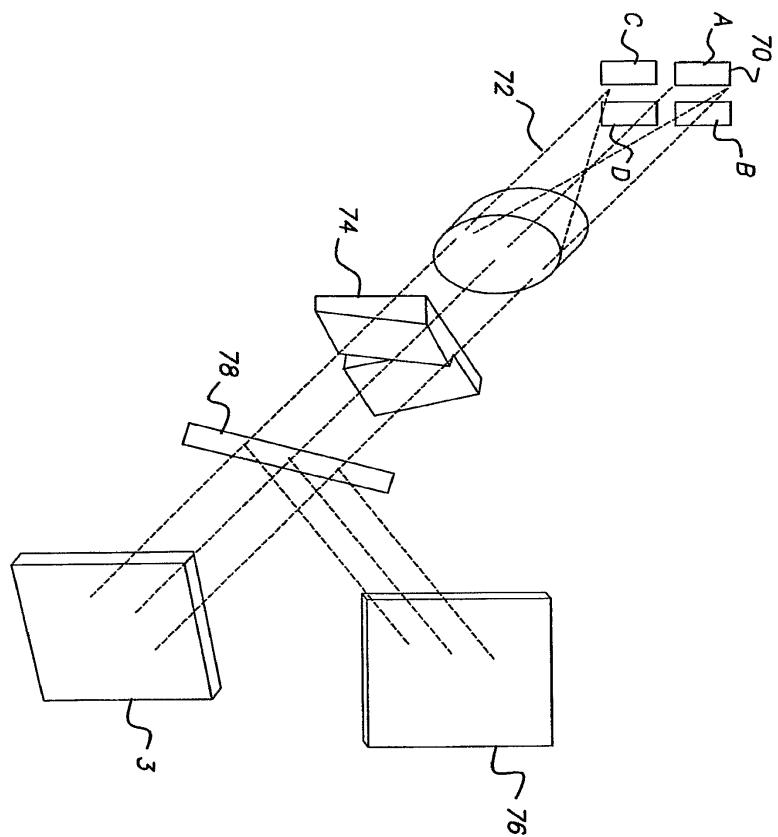
도면10



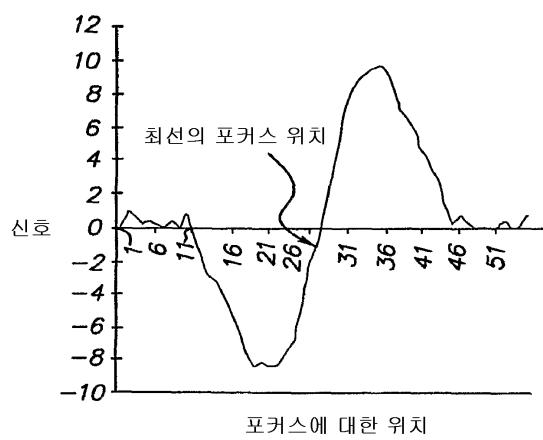
도면11



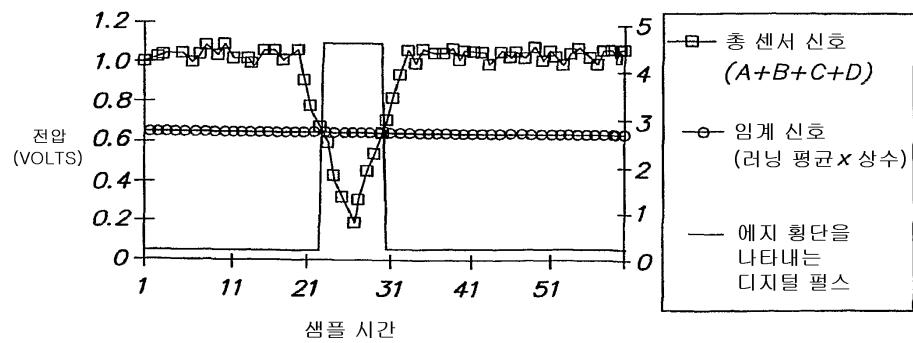
도면12



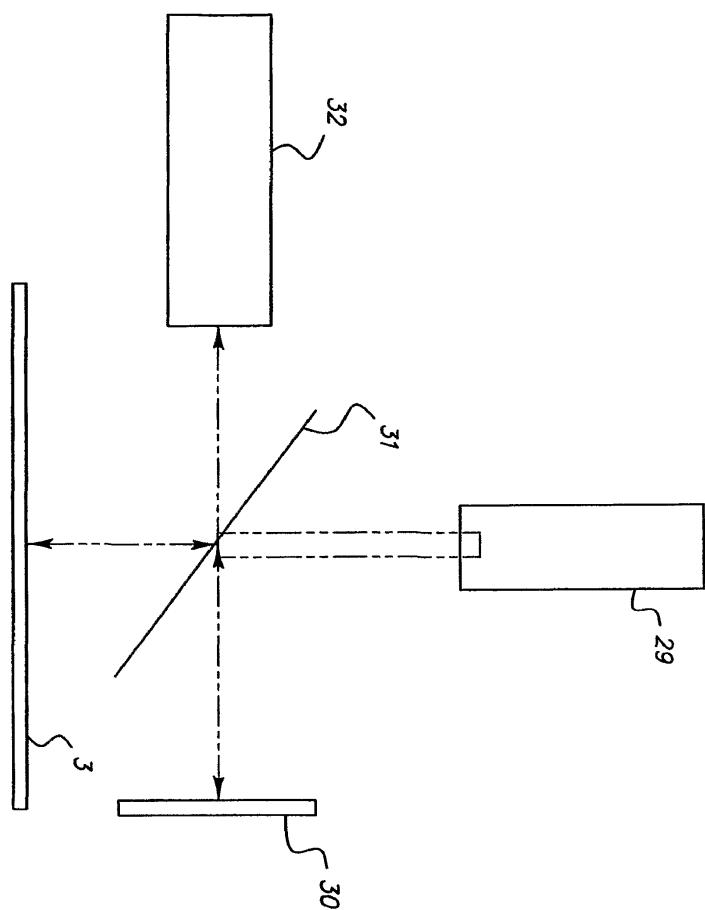
도면13



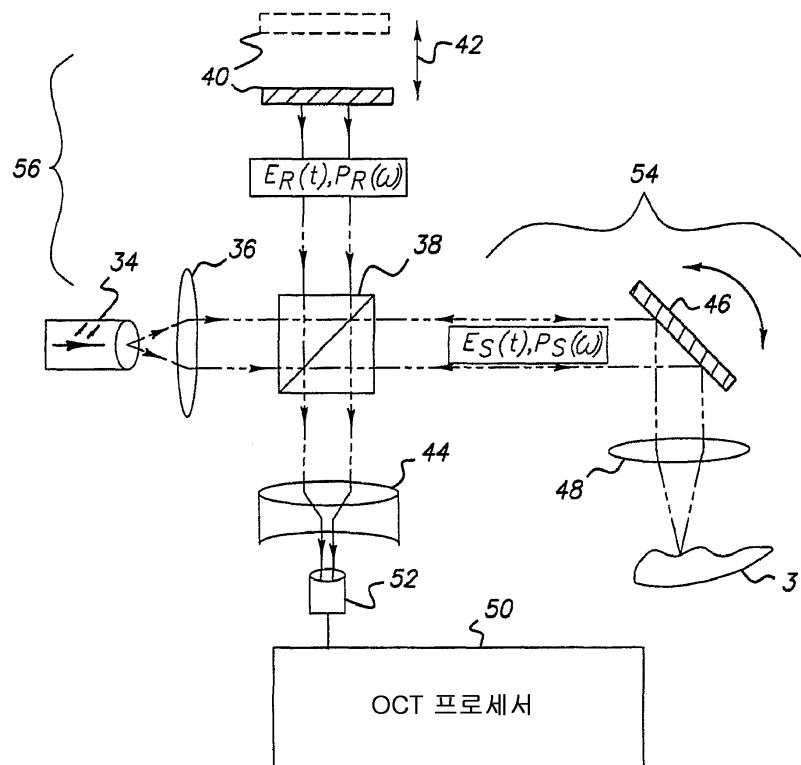
도면14



도면15



도면16



도면17

