(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0051139
(43) 공개일자 2010년05월17일

(51) Int. Cl.
G01B 11/24 (2006.01) *G01B 11/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0110156
(22) 출원일자 2008년11월07일
심사청구일자 2008년11월07일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
윤태현
서울 중구 신당동 동아약수하이츠 108동 101호
(74) 대리인
김인한, 김희곤

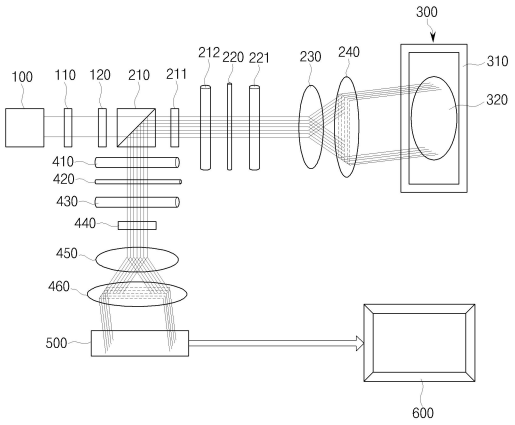
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기 및 이를 이용한 표면형상 측정방법

(57) 요 약

본 발명은 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기에 관한 것으로, 구체적으로는 3차원 대면적 표면형상을 초고속으로 측정할 수 있으며, 이로 인해 반도체 웨이퍼 위의 범퍼의 높이나 흡집 등을 실시간으로 측정가능한 3차원 공초점 표면형상측정기를 제공하는 것에 관한 것이다.

대 표 도 - 도4



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	S1080100012808A010012810
부처명	한국과학재단
연구사업명	우주기초원천기술개발사업
연구과제명	우주기초물리 실험용 광.RF 기준 주파수 동시발생 시스템
주관기관	한국과학재단
연구기간	2008년 06월 01일 ~ 2009년 05월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

일정한 파장간격(△λ)을 갖는 동축광원을 조사하는 광발생부(100);

상기 동광원을 X 축방향으로 N개의 파장을 구비하는 M개의 점광원인 2차원 광원어레이를 형성하는 광원형성부(200);

상기 광원어레이를 이용하여 검사용 샘플의 높이방향으로 스캔함 없이 광축(Z축)에 수직한 한축으로만 스캔하는 스캔부(300);

상기 스캔부에어 스캔한 광정보를 검출하는 면적스캔 검출부(500);

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기(단, N,M은 자연수이다).

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 광발생부(100)는,

상기 광원발생부에서 나온 동축광원을 파장코딩하기 위한 N 개의 파장을 갖는 동축광원으로 형성할 수 있는 다중 칼라필터(120);

N개의 파장을 가진 동축광원의 편광을 선형으로 변환하는 광대역 선형편광기(210);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 스겐부에서 스캔한 광정보를 검출가능한 2차원 광원정보로 변환하여 상기 면적스캔 검출부로 전달하는 검출광정보 변환부(400)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 광원형성부(200)는,

선형으로 입사되는 광을 분할하는 광대역 편광빔 분할기(210);

광원의 진행방향에 수직방향으로 배치되는 마이크로렌즈 핀홀 또는 핀홀 어레이를 구비한 제 1선형슬릿(220);

투과되는 광원과 상기 선형 슬릿시스템의 방향과 수직한 방향으로 광을 분산시키는 투과 또는 반사형 회절격자(230);

을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 광원형성부는,

상기 광대역 선형편광기와 상기 선형슬릿시스템 사이에 배치되는,

모든 광원의 편광을 원형 편광으로 변환시키는 광대역 사분의 일 파장판(211);

N개의 파장을 갖는 동축광원을 광축과 수직한 Y축방향으로 선형광으로 형성하는 제1실린더렌즈(212);

를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 광원형성부는,

상기 선형슬릿시스템과 회절격자사이에 배치되어 상기 선형슬릿시스템을 통과한 광원을 상기 회절격자로 시준하는 제2실린더렌즈(221)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 광원형성부는 상기 회절격자의 후면에 초점거리(f)를 갖는 대물렌즈를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 8

청구항 1 내지 4 중 어느 한항에 있어서,

상기 스캔부는, 검사용샘플을 광축(Z축)과 직교하는 X축 또는 Y축 방향으로 이동시킬 수 있는 선형이동대(310)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 9

청구항 1 에 있어서, 상기 검출광정보 변환부(400)은,

색수차가 보상된 제3 및 제4실린더렌즈(410, 430);

상기 제3 및 제4 실린더 렌즈의 사이에 형성되어, 광원의 진행방향에 수직방향으로 배치되는, 마이크로 렌즈 핀홀 또는 핀홀 어레이를 구비한 제2 선형슬릿(420);

동축광원의 편광을 선형으로 변환하는 제 2 광대역 선형편광기(440);

상기 광원 및 제2 선형슬릿 방향과 수직한 방향으로 광을 분산시키는 투과 또는 반사형 제 2회절격자(450);

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 검출광정보 변환부(400)는,

상기 제2회절격자(450)을 투과하여 N개로 분산된 2차원광원을 면적 스켄 검출기에 집속시키는 대물렌즈(460)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기는, 상기 면적스켄 검출기에서 검출된 정보를 전송하는 전송장치(510)와

상기 전송장치에서 전송된 정보를 바탕으로 3차원 영상을 구성 및 투영하는 디스플레이장치(600)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 병렬 3차원 공초점 표면 형상 측정기.

청구항 12

청구항 1 또는 9에 있어서,

상기 다중칼라필터는 일정한 파장간격을 갖는 백색 광 동축광원을 만들기 위해 두께(l)과 굴절률(n)과의 관계가 이하의 식에 의해 이루어지는 코체 페브리-페롤 에탈론으로 형성되는 것을 특징으로 하는 3차원 공초점 표면형상 측정기.

{식 1}

$$l = \frac{\lambda^2}{2n\triangle\lambda}$$

(l은 두께, λ는 광원의 중심파장, n은 에탈론의 굴절률)

청구항 13

일정한 파장간격(△λ)을 갖는 동축광원을 1차원 마이크로렌즈 또는 핀홀어레이를 구비한 선형슬릿을 투과시키는 1 단계;

상기 선형슬릿을 투과한 광을 투과 또는 반사형 회절격자를 이용하여 광축 및 Y축 방향과 수직인 X 축 방향으로 빛을 분산시키는 2차원 공초점 어레이를 구성하는 2단계;

상기 2차원 공초점 어레이를 통해 측정물체를 스캔하되, 대물렌즈 또는 측정물체를 광축(Z축)방향으로 쎄타(0) 기울여 스캔하는 3단계;

를 포함하는 공초점 표면 형상의 측정방법.

청구항 14

특정한 파장(λ_{2D})만을 선택하여 펄스광원으로 동작시키는 1단계;

상기 펄스광원을 상기 선형슬릿을 투과한 광을 투과 또는 반사형 회절격자를 이용하여 광축 및 Y축 방향과 수직인 X 축 방향으로 빛을 분산시키는 2차원 공초점 광원 어레이를 구성하는 2단계;

상기 2차원 공초점 광원 어레이를 통해 측정물체를 광축(Z축) 방향으로 기울이지 않고, X축방향으로 스캔하여 2차원의 평면형상을 측정하는 3단계;

를 포함하는 3차원 공초점 표면 형상 측정기를 이용한 공초점 표면형상의 측정방법.

청구항 15

일정한 파장간격(△λ)을 갖는 백색광 동축광원을 이용하여 측정대상의 표면 형상을 측정하되, 상술한 청구항 1 또는 9에 기술된 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기를 이용하여,

측정대상의 높이방향의 스캔 없이 광축(Z축)에 수직한 한축방향으로만 스캔하여 초고속으로 대면적의 3차원 형상을 측정하는 공초점 표면 형상의 측정방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기 및 이를 이용한 측정방법에 관한 것으로, 구체적으로는 일정한 파장간격을 갖는 백색광 동축광원 및 1차원 마이크로 렌즈-핀홀 또는 핀홀어레이를 이용하여, 2차원 또는 3차원 대표면 표면형상을 검사샘플의 높이 방향으로 스캔하지 않고, 광축에 수직한 한방향으로 스캔하여 초고속으로 측정할 수 있는 병렬 파장 코딩 핀홀 어레이 공초점 표면 형상측정기 및 이를 이용한 측정방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 나노과학, 반도체, 나노물리, 나노화학, 나노재료, 나노광학, 표면과학, 의료영상, 생물학, 생명물리, 의학물리, 의광학 분야 등에서 3차원으로 공초점 위치에 빛의 조사한 후 빛의 투과 또는 반사 신호를 검출하여 광축방향 및 평면방향의 고분해능을 갖는 대면적 3차원 구조 및 표면형상을 고속으로 측정하는 기술에 대한 연구는 지속적으로 계속되고 있다.

[0003] 특히 특정 검사샘플의 표면형상을 고속으로 측정하는 장치는 광 촉침법 형상측정기, 슬릿광 주사법 형상측정기, 영사식 모아레법 측정기, 백색광 간섭법 측정기, 단일 공초점 형상측정기, 다중 공초점 형상측정기 등 다양하게 보급이 되고 있다.

[0004] 그러나 상술한 다양한 형상측정기는 각각의 내제하는 문제가 실질적으로 드러나고 있다. 구체적으로는 하나의 집속된 광원이 반사된 위치를 이용하여 표면 형상을 측정하는 광 촉침법 형상 측정기는 한 번에 한 점만을 측정하므로 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 기계적인 X-Y 스캐닝 스테이지가 필요하게 되는데, 이때 구동 스테이지의 가감속 한계에 의해 측정 속도가 제한을 받게 되며, 따라서 측정 속도가 느린 단점이 존재한다.

[0005] 또한, 광을 1차원 슬릿으로 만든 후 3차원 영상을 측정하는 슬릿광 주사법 형상 측정기는 한 번의 측정으로 하나의 단면 형상을 모두 구하므로 측정 단면의 수직한 방향으로 한 축만을 스캐닝 하면 되므로, 비교적 많은 양의 측정 데이터를 빠르게 얻을 수 있으나, 측정 정확도는 슬릿광 중심 곡선을 찾는 방법에 크게 좌우되어 공초점 방식에 비해 매우 성능이 떨어지는 문제가 있다.

[0006] 또한, 영사식 모아레법을 사용하는 형상 측정기는 위상 천이법을 사용함에 따라 필연적으로 발생하는 모호성 문제로 인해 급격한 단차를 가진 물체는 측정하기 어렵고, 위상 펼침 알고리즘이 완벽하지 않을 경우 형상 데이터 복원에 실패할 수 있는 치명적인 문제가 내재하고 있다.

[0007] 또한, 백색광 간섭법을 이용하는 형상 측정기는 위상 천이법을 사용함에 따라 필연적으로 발생하는 모호성 문제로 인해 급격한 단차를 가진 물체는 측정하기 어렵고, z-축으로 스캔하여 3차원 영상을 구할 수 있기 때문에 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 실시간 영상획득이 어렵다는 문제가 발생한다.

[0008] 아울러, 단일 공초점 원리를 사용하는 형상기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 기계적인 X-Y 스캐닝 스테이지로 2차원 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 영상획득이 어렵다는 문제가 있으며, 다중 공초점 원리를 사용하는 형상 측정기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 z-축 방향으로 공초점 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 영상획득이 어려운 문제가 있다.

[0009] 또한, 기울어진 측정면을 가진 백색광 간섭법을 이용하는 형상 측정기는 백색광원을 포함한 기준 거울, 빔 분할기 및 광검출기 전체를 샘플면에 대해 일정한 각도를 유지하면서 기울여야 하기 때문에 동축 간섭계 구성이 불가능하며, 높이방향 분해능을 변화시키려면 백색광 간섭계의 기울임 각도를 매번 조절해야 하는 문제가 있다.

[0010] 그리고, 파장코딩 슬릿 공초점 현미경을 사용한 표면 형상 측정기는 전체 삼차원 형상을 모두 측정하기 위해서 z-축 방향으로 공초점 표면을 스캔하여 3차원 영상을 얻으므로 분해능은 좋은 반면 영상획득 속도가 느려 대면적 고속 영상획득이 어려우며, 2차원 렌즈 및 핀홀 어레이를 사용하며 기울어진 공초점 면을 가진 병렬 형상 측정기는 고속으로 3차원 영상을 측정할 수 있는 반면 고투과율을 갖는 렌즈-핀홀 어레이 제작이 어려운 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0011] 본 발명은 상술한 문제를 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 3차원 대면적 표면형상을 초고속으로 측정할 수 있으며, 이로 인해 반도체 웨이퍼 위의 범퍼의 높이나 흡집 등을 실시간으로 측정가능한 3차원 공초점 표면형상측정기를 제공하는데 있다.

과제 해결수단

[0012] 상술한 과제를 해결하기 위한 본 발명의 구체적인 과제해결 수단으로서의 표면 형상 측정기는, 광을 이용하여 반도체 웨이퍼에 100 ㎛ 오더 높이를 가지는 범퍼 어레이와 같은 3차원 대면적 표면형상을 초고속으로 측정할 수 있는 병렬 파장 코딩 마이크로렌즈-핀홀 또는 핀홀 어레이 공초점 표면형상 측정기를 제공할 수 있도록 한다. 또한, 이를 통해 본 발명에서 새롭게 고안한 표면형상 측정기는 축방향 500 ㎚ 이하 및 횡방향 1 ㎛ 이하의 고분해능을 갖으며 1 GPixel/s의 영상 전송 속도를 가지는 면적스켄 CMOS 카메라를 이용하여 3차원 대면적 표면형상을 초고속으로 측정할 수 있는 3차원 공초점 표면형상 측정기를 제공할 수 있도록 한다.

[0013] 또한, 3차원 형상정보를 획득하기 위해서 일정한 파장간격(△λ) 을 갖는 동축백색광을 1차원 마이크로렌즈-핀홀 또는 핀홀 어레이(Y-축)를 통과시키고, 투과 또는 반사형 회절격자를 이용하여 광축 및 Y-축 방향과 수직인 X-축 방향으로 빛을 분산시킴으로써 2차원 공간에서 공초점 어레이를 구성한다. 이어서 대물렌즈 또는 물체를 광축(Z-축) 방향으로 만큼 기울임으로써 3차원 공간에서 공초점 어레이를 구성한다. 이후 샘플이 장착된 마이크론 X-Y 선형 이동대를 X-축 방향으로 이동하면서 이동시간과 2차원 영상을 검출할 수 있는 면적스켄 광 검출기의 스켄 시간을 동기시킴으로써 광축 방향으로 스켄 없이 3차원 영상정보를 고속으로 검출할 수 있도록 한다.

효 과

[0014] 본 발명에 따른 표면형상 측정기는 고속으로 대면적 3차원 표면형상을 측정할 수 있어서 반도체 웨이퍼위의 범퍼의 높이나 흠집 실시간 검사에 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0015] 특히, 본 발명에서 고안한 표면형상 측정기는 초고속 대면적 2차원 및 3차원 복합형 미세패턴 검사 및 측정에 매우 적합하여 반도체 산업, 태양전지, 고종횡비 미세패턴 제작 등에 실시간 전수 검사장비로 활용할 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명에서 고안한 표면형상 측정기는 300 ㎜ 및 450 ㎜ 직경을 갖는 웨이퍼를 시간당 20개씩 측정 반복율 500 ㎚, 검사 분해능 3 ㎛으로 1 GPixel/s의 고속도로 측정할 수 있어서 2차원 및 3차원 복합형 미세패턴 검사 및 측정 장비로 활용할 수 있다.

[0017] 아울러, 본 발명에서 고안한 표면형상 측정기는 특정한 파장 만(λ_{2D})을 선택하여 펄스광원으로 동작시킨 후 대물렌즈 또는 측정 물체를 광축(Z축) 방향으로 기울이지 않고 X-축방향로 스켄하면서 스트로보스코픽 원리에 의해 대면적 2차원 형상을 고속으로 측정할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0018] 이하에서는 본 발명에 따른 병렬 3차원 표면 형상 측정기(PAPCON ;PArallel wavelength-coding Pin-hole array CONfocal surface profiler)의 구성 및 작용을 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0019] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 이는 본 발명에 따른 병렬 3차원 표면형상 측정기의 내부 구성을 나타낸 블럭구성도이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명은 크게 일정한 파장간격(△λ)을 갖는 동축광원을 조사하는 광발생부(100)와 상기 동광원을 X 축방향으로 N개의 파장을 구비하는 M개의 점광원인 2차원 광원어레이를 형성하는 광원형성부(200), 상기 광원어레이이용하여 검사용 샘플의 높이방향으로 스캔함 없이 광축(Z축)에 수직한 한축으로만 스켄하는 스캔부(300), 상기 스켄부에어 스켄한 광정보를 검출하는 면적스켄 검출부(500)를 포함하여 구성됨이 바람직하다.

[0021] 상술한 광 발생부(100)는 연속 발진 및 펄스형 백색광으로 파장 코딩을 할 수 있는 광대역 스펙트럼(△λ)를 발생시키는 레이저, 램프 또는 발광다이오드로 구성될 수 있다.

[0022] 특히 상기 광 발생부(100)은 광원에서 발생하는 빛을 파장 코딩하기 위해 N 개의 파장을 갖는 동축 빔을 만들 수 있는 다중 칼라 필터(도 4, 부호 110)를 구비할 수 있다. 이 때의 파장 간격은 △λ/N 으로 주어진다. 따라서 고체 페브리 페롯 에탈론의 두께(1)은 아래와 같은 식으로 구성될 수 있다. 특히 상기 다중 칼라 필터는 페

브리 페롯 에탈론으로 구성됨이 바람직하다.

[0023] {식 1}

$$l = \frac{\lambda^2}{2n\triangle\lambda}$$

[0024]

[0025] (l은 두께, λ는 광원의 중심파장, n은 에탈론의 굴절률)

[0026] 아울러 상기 광 발생부(100)에는 N개의 파장을 가진 동축 광원의 편광을 선형으로 만들 수 이는 광대역 선형 편광기(도 4, 부호 120)를 더 구비함이 바람직하다.

[0027] 도 2를 참조하여, 상술한 광원 형성부(200)의 구성을 설명한다.

[0028] 상술한 광원발생부(100)를 통과한 빛은 상기 광원형성부(200)을 통과하여 상술한 검사샘플의 측정 면에 일정한 각도를 가지고 2차원 광원어레이로 조사되게 된다. 즉 광원발생부에서 발생한 동축광원을 X 축 방행으로 N개의 파장을 구비하는 M개의 점광원인 2차원 광원어레이를 형성하여 검사샘플 면에 일정한 각도를 가지고 조사되는 것이다.

[0029] 상기 광원 형성부(200)는 선형으로 입사되는 광을 분할하는 광대역 편광빔 분할기(210)와, 파장간격 △λ사이의 모든 파장에 대해 동작하여 모든 광원의 편광을 원형 편광으로 바꾸는 기능을 하는 λ/4 파장판(211), M개의 핀홀을 구비하는 선형슬릿(220)과 상기 선형 슬릿의 양 쪽에 구비되는 2개의 실린더 렌즈(213,221)를 구비한다.

[0030] 상술한 제1 실린더렌즈(213)는 색수차가 없도록 보상된 렌즈로, N개의 파장을 갖는 동축광원을 광축과 수직한 Y축방향으로 선형 빔을 만들어 상기 선형슬릿(220)으로 조사하도록 하며, M개의 핀홀을 구비한 상기 선형슬릿(220)을 투과한 광원은 N의 파장을 갖는 M개의 점광원으로 형성된다.

[0031] 색수차가 없는 제2 실린더 렌즈(221)에서는 N개의 파장을 갖는 M개의 점광원을 투과 또는 반사형 회절격자(230)으로 시준시키며, 회절격자(230)를 투과한 광원은 X 축방향으로 N개의 동일 파장을 갖은 광 어레이가 Y축 방향으로 형성되어, N×M 개의 2차원 광원 어레이를 형성하게 된다. 이러한 N×M 개의 2차원 광원 어레이는 대물렌즈(240)거쳐, 샘플을 검사하는 스켄부(300)으로 전달된다.

[0032] 스켄부 위에 위치한 샘플에서 반사된 광은 다시 상기 광원 형성부(200)를 역으로 거쳐(점선 화살표), 광대역 편광빔 분할기(210)에서 검출할 수 있는 2차원 광원으로 변경되는 검출광원 정보 변환부(400)을 거쳐 면적 스켄 검출부(500)에서 3차원 표면 형상으로 검출이 가능하게 된다.

[0033] 도 3은 검출광원 정보 변환부(400)의 구성을 도시한 것으로, 검출광원 정보 변환부(400)는 스켄부에서 샘플에서 반사된 N×M 개의 점광원은 다시 입사경로의 반대경로를 거쳐 상기 광원 형성부(200)을 역으로 거쳐, 광대역 편광빔 분할기(210)에서 조사된 빛이, 제 3실린더렌즈(410), 마이크로 렌즈 핀홀 또는 핀홀 어레이를 구비한 선형슬릿(420), 이어서 제4 실린더렌즈(430)를 투과하게 되고, 투과된 빛은 다시 시준된 M개의 광원이 된다. 상술한 선형슬릿(420)과 제3 및 4실린더 렌즈는 도 2의 선형슬릿 또는 실린더 렌즈와 동일한 기능을 한다.

[0034] 이후 제2 광대역 선형편광기(440)를 지난 M개의 점광원은 투과 또는 반사형 회절격자(450)을 지나 다시 파장에 따라 N개로 분산된 N×M개의 2차원 광원이 된다. 이러한 N×M개로 분산된 2차원 광원을 2차원 광세기를 검출할 수 있는 면적스켄 검출부(500)으로 전달되어 검출된다.

[0035] 도 4는 본 발명에 따른 병렬 3차원 공초점 표면형상 측정기의 바람직한 일실시예를 도시한 개념도이다. 이를 통하여 상술한 본 발명에 따른 공초점 표면형상 측정기의 작용예를 설명하기로 한다.

[0036] 파장코딩을 할 수 있는 광대역 스팩트럼 △λ을 갖는 백색광이 광원발생부(100)에서 발생되어, 페브리 페롯 에탈론 다중칼라필터(110)를 통과하며 파장코딩을 통해 N개의 파장을 갖는 동축 광(beam)으로 형성된다. 이후 광대역선형 편광기(120)을 거치며, N개의 동축광의 편광은 선형으로 변형되게 된다.

[0037] 광대역 선형 편광기(120)을 거친 선형광은 광대역 편광빔 분할기(210)을 통과하며,이후 광대역 사분의 일(λ/4)파장판(212)통과하며 원형 편광으로 변경된다.(이후 반사되어 되돌아 오는 빛은 사분의 일 파장판(212)에서 다시 역으로 선형 편광으로 바뀌게 된다.)

[0038] 이후, 제1 실린더 렌즈(213)을 통과하며 N개의 파장을 갖은 원형 동축광을 광축과 수직한 Y축 방향으로 선형 빔

(beam)으로 바뀌게 되고, 이에 따라 M개의 선형 핀홀을 가진 핀홀 어레이인 선형슬릿(220)을 높은 투과율로 통과하며, N개의 파장을 가진 M개의 점광원으로 변경된다. 이 점광원은 다시 색수차 없는 제2실린더 렌즈(221)에 의해 다시 시준되어 회절격자(230)(또는, 프리즘)로 투과된다.

[0039] 이를통해 X축 방향으로 N개의 동일 파장을 갖는 빔어레이가 Y 축 방향으로 형성되어 N×M개의 2차원 광원 어레이를 생성하게 된다. 이후 N×M개의 2차원 광원 어레이는 색수차 없는 대물렌즈(240)에 의해 검사샘플의 평면에 N×M개의 점광원으로 집속되게 된다.

[0040] 이때, 상술한 색수차 없는 대물렌즈(240)는 초점거리(f)와 직경(D)를 가지며, 이때 NA는 $\Theta = \mathrm{Sin}[\frac{D/2}{f}]$ 로 주어지게 된다. 상기 대물렌즈는 투과 또는 반사형 회절격자(230)으로 부터, f 만큼 떨어진 위치에 위치함이 바람직하다.

[0041] 도 5를 참조하여 검사샘플의 검사를 위한 스캔부(300)에서의 스캔방식을 구체적으로 설명한다.

[0042] 3차원 영상을 얻기 위해 상기 대물렌즈(240) 또는 검사샘플(320)을 X-Y 평면에서 각도 α만큼 Z 축방향으로 기울여서, 본 발명에 따른 병렬 파장 코딩 핀홀 어레이 공초점 표면형상 측정기를 구성한다.

[0043] 이 경우 종방향 즉, Z 축 방향(물체의 높이 방향)의 분해능(Δh)는 샘플의 직경이 Ds라 하는 경우, 도 5의 높이(h)까지 측정할 수 있게 설계하면, 아래의 식으로 설계될 수 있다.

[0044] {식 2}

$$\triangle h = \frac{h}{N} = \frac{D_s \tan\alpha}{N}$$

[0045]

[0046] 또한, X-Y 축 정밀 선형 이송장치인 선형이동대(310)를 도시된 좌표계(330)에서 X 축 방향으로 이동하면서, 이동시간과 2차원 영상을 검출할 수 있는 면적스캔 검출기(도 4의 부호 500)의 스캔 시간을 동기 시킴으로써, 광축방향으로 스캔 없이 대면적 3차원 영상정보를 고속으로 검출할 수 있도록 한다. 상기 면적 스캔 검출기는 바람직하게는 초고속으로 2차원 면적 광원을 검출할 수 있는 면적스캔 CMOS 검출기를 이용할 수 이다.

[0047] 상술한 검사샘플면에서 반사(또는 투과)된 N×M개의 점광원들은 입사빔의 반대경로(점선 화살표 방향)를 통해 대물렌즈(240), 회절격자(또는 프리즘)(230), 제 2실린더 렌즈(221), 마이크로렌즈 또는 핀홀 어레이인 선형슬릿(220), 제 1실린더렌즈(212)를 거쳐, 사분의 일 파장판(211)에서 선형편광으로 변형되어 광대역 편광 빔분할기(210)에서 반사되어, 2차원 면적스캔 CMOS 광 검출기인 면적스캔 검출부(500)으로 향하게 된다.

[0048] 이 과정에서 상술한 편광빔 분할기(210)에서 반사된 빛은 상기 제1 및 제2실린더 렌즈, 선형슬릿와 동일한 기능을 하는 제 3실린더 렌즈(410), 선형슬릿(420) 제4실린더 렌즈를 지나 다시 시준된 M개의 빔이 된다.

[0049] 이후, M개의 빔은 선형편광기(440)을 지나, 상술한 회절격자(230)과 동일한 기능을 하는 제2회절격자(450)를 지나, 다시 파장에 따라 N개로 분산된 N×M개이 광원이 된다.

[0050] 이 경우, N×M개로 분산된 2차원 광원을 2차원 광세기를 검출할 수 있는 면적스캔 CMOS 광검출기인 면적스캔 검출부(500)에서 검출하게 된다. 이때 X 축 방향으로 검사샘플을 스캔하면, 면적스캔 검출부(500)의 각 픽셀번호 (i,j)에서 검출된 광의 세기는 $I_{(i,j,k)} = I(i,j,k)$ 로 나타낼 수 있다.

[0051] 여기서, $i = 1,2,\ \ldots, N,\ j = 1,\ 2,\ \ldots, M,\ k = 1,\ 2, \ldots, L$ 로 주어지며, $L = \frac{T}{N}$ 이고, T는 X-축 스캔 시간을 나타낸다.

[0052] X-축으로 한번 스캔에 의해 총 N × M × L개의 3차원 구조에 해당하는 공초점 광세기가 검출되면, 이로부터 고

속으로 광축 방형으로 스캔없이 광대역 3차원 표면형상을 측정할 수 있는 병렬 3차원 공초점{PAPCON;PArallel wavelength-coding Pin-hole array CONfocal surface profiler} 표면형상 측정신호를 검출할 수 있다.

[0053] 또한, 본 발명의 면적스캔 검출부(500)에서 검출된 총 N ×M × L개의 3차원 구조에 해당하는 공초점 광세기 정보를 고속 전송 시스템(510)을 통해 디스플레이부(600)인 컴퓨터로 전송하여 최적 높이 측정 알고리즘으로 3차원 형상을 측정하고 저장하며 디스프레이 할 수 있도록 함이 더욱 바람직하다.

[0054] 본 발명에 따르면, 일정한 파장간격 을 갖는 백색광 동축광원 및 1차원 마이크로렌즈-핀홀 또는 핀홀 어레이를 이용하여 2차원 및 3차원 3차원 대면적 표면형상을 높이 방향으로 스캔없이 광축에 수직한 한축으로만 스캔하여 초고속으로 측정할 수 있는 병렬 파장 코딩 핀홀 어레이 공초점 표면형상 측정기(PAPCON, PArallel wavelength-coding Pin-hole array CONfocal surface profiler)를 제공할 수 있게 된다.

[0055] 또한, 본 발명에 따르면, 일정한 파장간격을 갖는 백색광 동축광원, 1차원 마이크로렌즈-핀홀 또는 핀홀 어레이 및 1 GPixel/s의 영상 전송 속도를 가지는 면적스캔 CMOS 카메라를 이용하여 3차원 대면적 표면형상을 높이 방향으로 스캔없이 광축에 수직한 한축으로만 스캔하여 초고속으로 대면적 3차원 형상을 측정할 수 있는 공초점 표면형상 측정기를 제공할 수 있게 된다.

[0056] 아울러, 3차원 형상정보를 획득하기 위해서 일정한 파장간격을 갖는 백색광 동축광원을 1차원 마이크로렌즈-핀홀 또는 핀홀 어레이(y-축)를 통과시키고, 투과 또는 반사형 회절격자 또는 프리즘을 이용하여 광축 및 y-축 방향과 수직인 x-축 방향으로 빛을 분산시킴으로써 2차원 공간에서 공초점 어레이를 구성하고, 이어서 대물렌즈 또는 측정 물체를 광축(z-축) 방향으로 만큼 기울임으로써 3차원 공간에서 공초점 어레이를 구성할 수도 있다.

[0057] 또한, 상술한 본 발명에 따른 표면 형상 측정기를 이용할 때, 상술한 바와 같이 일정한 파장간격(Δλ)을 갖는 백색광 동축광원을 만들기 위해, 고체 패브리 페롯 에탈론과 마이크로 렌즈 핀홀 또는 핀홀이 형성된 선형슬릿을 활용하여 측정기를 구성하여 그 효율을 높일 수 있다. 특히 이경우에는 전술한 바와 같이 패브리 페롯 에탈론이 두께를 $$l = \frac{\lambda^2}{2n\Delta\lambda}$$ 로 한정하여 그 효율을 증대 시킬 수 있다.(이 경우, l은 두께, λ는 광원의 중심파장, n은 에탈론의 굴절률)

[0058] 또한, 본 발명에 따른 상술한 병렬 공초점 2차원 표면형상 측정기를 활용함에 있어서, 특정한 파장(λ_{2D})만을 선택하여 펄스광원으로 동작시킨 후 가, 나, 다에서 시현된 장치를 그대로 사용하고 대물렌즈 또는 측정 물체를 광축(z-축) 방향으로 기울이지 않고 X-축방향로 스캔하면서 스트로보 스코픽 원리에 의해 대면적 2차원 형상을 고속으로 측정할 수 있는 기능을 구현시킬 수도 있다.

[0059] 전술한 바와 같은 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였다. 그러나 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능하다. 본 발명의 기술적 사상은 본 발명의 기술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

[0060]

도면의 간단한 설명

[0061] 도 1은 본 발명에 따른 표면형상 측정기의 구성도이다.

[0062] 도 2 내지 도 3은 본 발명에 따른 표면형상 측정기의 요부 개념도이다.

[0063] 도 4는 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 작용상태도이다.

[0064] 도 5는 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 스캔부의 작용상태도이다.

[0065] ** 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명**

[0066] 100: 광원발생부

[0067] 110:다중 칼라 필터

[0068] 120: 광대역 선형 편광기

[0069] 210: 광대역 편광 빔 분할기

[0070] 211: 광대역 사분의 일 (λ/4) 파장판

[0071] 212: 제1실린더 렌즈

[0072] 220: 선형슬릿

[0073] 221: 제2실린더렌즈

[0074] 230: 회절격자

[0075] 240: 대물렌즈

[0076] 300:스캔부

[0077] 310:선형이동대

[0078] 320: 검출샘플(N개의 파장을 가진 동축 백색광과 N개의 선형 핀홀 어레이에 의해 생성된 N × M 개의 공초점 광원이 샘플과 각도 α를 가지는 평면)

[0079] 330: 좌표계(샘플이 있는 평면 (X-Y 평명), 광축(Z-축), 및 샘플 스캔 축(X-축)을 규정하는 (X,Y,Z)오른속 직각 좌표계)

[0080] 400: 광정보 변환부

[0081] 410: 제3실린더렌즈

[0082] 420: 제2선형슬릿

[0083] 430: 제4실린더렌즈

[0084] 440:제2광대역 선형편광기

[0085] 450:제2회절격자

[0086] 500:면적 스캔 검출부

[0087] 510:전송장치

[0088] 600:디스플레이부

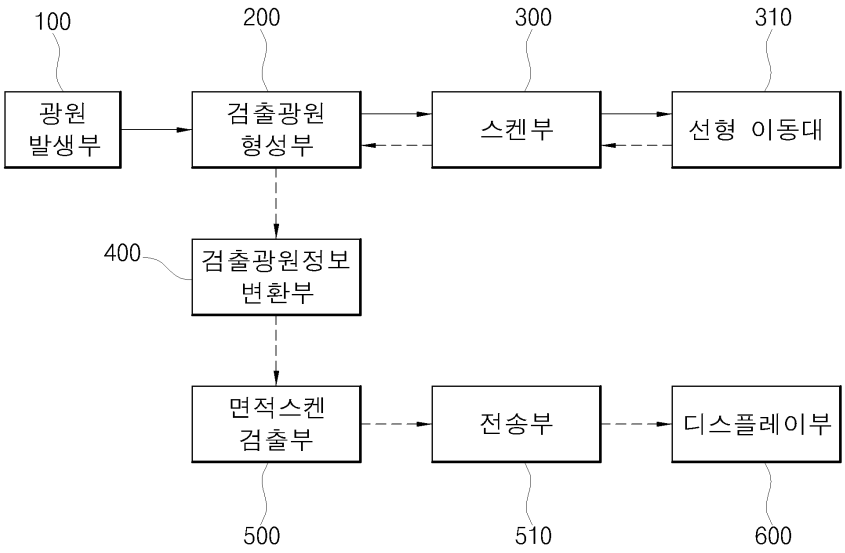
[0089] 321: 샘플이 놓여진 X-Y 평면에서 샘플을 스캔하는 X-축방향 기준선

[0090] h: 반경 Ds를 가지는 측정물체를 Z-축 방향으로 h=Ds·tanα 만큼 기울인 높이

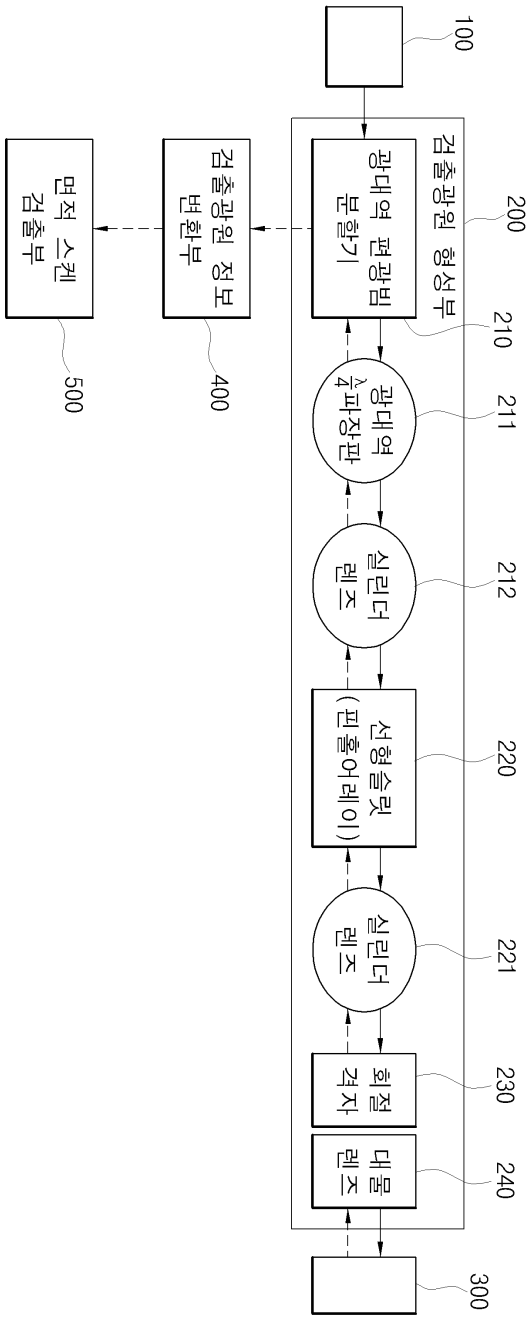
[0091] α: N ×M 개의 공초점 광원이 존재하는 면과 X-축이 이루는 각도

도면

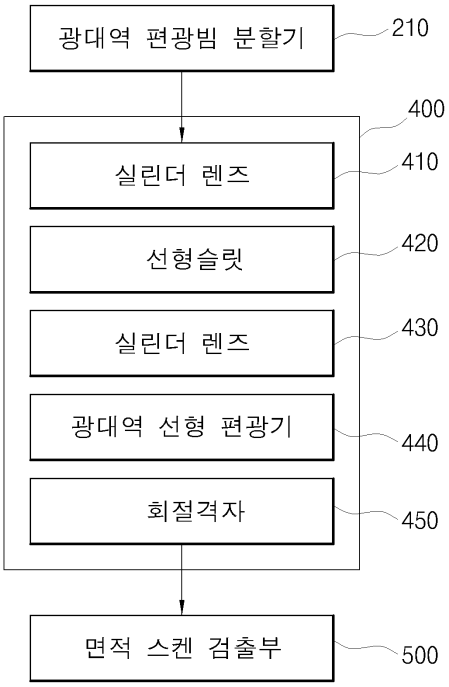
도면1


100
200
300
310
광원 발생부
검출광원 형성부
스캔부
선형 이동대
400
검출광원정보 변환부
면적스캔 검출부
전송부
디스플레이부
500
510
600

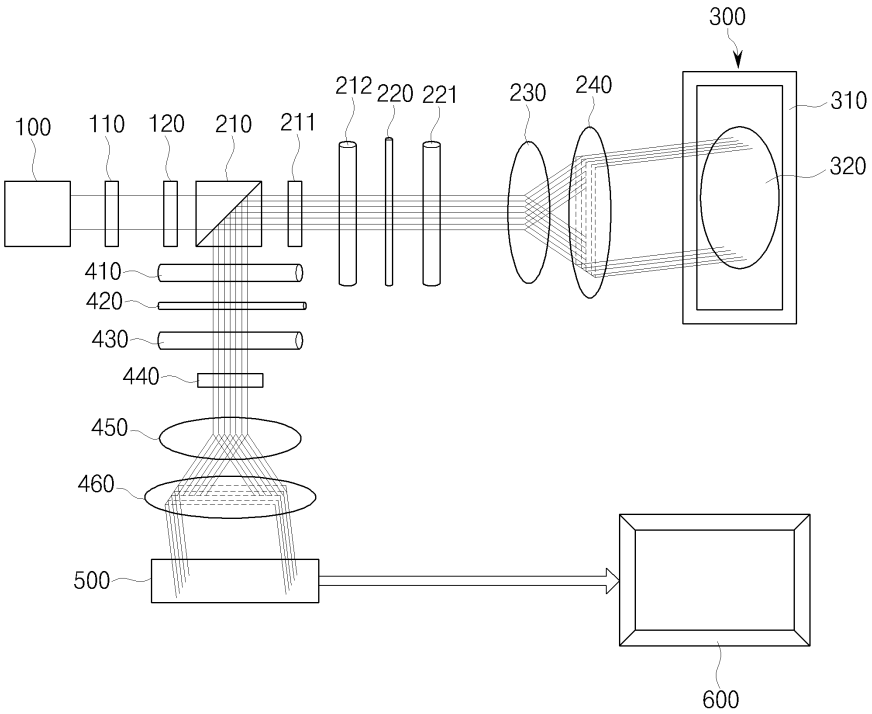
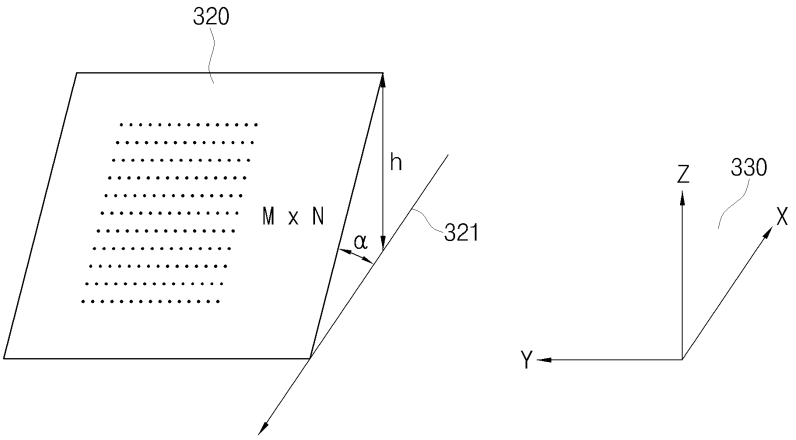
도면2


100
검출광원 형성부
200
광대역 편광빔 분할기
210
광대역 λ/4 파장판
211
실린더 렌즈
212
선형슬릿 (핀홀어레이)
220
실린더 렌즈
221
회절 격자
230
대물 렌즈
240
300
검출광원 정보 변환부
400
면적 스캔 검출부
500

도면3


광대역 편광빔 분할기
210
400
실린더 렌즈
410
선형슬릿
420
실린더 렌즈
430
광대역 선형 편광기
440
회절격자
450
면적 스캔 검출부
500

도면4


300
100
110
120
210
211
212
220
221
230
240
310
320
410
420
430
440
450
460
500
600

도면5