

명세서

청구범위

청구항 1

매립된 구성을 노출시키기 위하여 기관의 전체 너비에 걸쳐 에칭하는 방법으로서, 상기 방법은:

- (a) 기관 전체 너비에 걸쳐 기관면을 균일하게 에칭하는 단계;
- (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- (c) 매립된 구성의 모양을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛을 검출하는 엣지 검출 기법을 적용하는 단계; 및
- (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭 조건을 변경하거나 에칭을 중지하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 에칭면은 예각으로 빛이 조사되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 단계 (c)는 아웃풋 신호를 생성하기 위하여 반사 또는 산란되는 빛을 포착하기 위하여 카메라를 이용하고, 상기 카메라 아웃풋 신호로부터 엣지의 형태를 검출하기 위한 엣지 검출 필터를 이용하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 카메라는 예각에서 반사되거나 산란되는 빛을 수신하기 위하여 위치되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 엣지 검출 필터는 소벨 필터인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 에칭을 변경하는 단계는 에칭을 중지하는 단계인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

매립된 구성의 단부를 노출시키기 위하여 기관의 전체 너비에 걸쳐 에칭하는 방법으로서, 상기 방법은:

- (a) 기관의 전체 너비에 걸쳐 기관면을 균일하게 에칭하는 단계;
- (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- (c) 매립된 구성의 노출을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛에 의하여 표현되는 이미지면의 비-균일성을 검출하는 단계; 및
- (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭 조건을 변경하거나 에칭을 중지하는 단계를 포함하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매립된 단부, 도전체로 채워진 비아(via) 또는 기타 매립된 구성을 노출시키기 위하여 플라즈마 에칭에 의해 기관의 전체 너비에 걸쳐 균일하게 물질을 제거하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종료점(end point)을 검출하는 문제는 플라즈마 에칭 산업에서 잘 알려진 것으로서, 요구되는 깊이까지 에칭되어 에칭 과정이 멈출 수 있도록 하는 상기 종료점을 검출하는 다양한 기술들이 개발되어 왔다. 통상적인 출원에 서 구성은 하부 기저층(들)까지 마스크층을 통하여 새기는 것이 일반적이었다. 상기 종료점을 검출하는 것(요구되는 에칭 깊이에 도달하는 것)은 두 가지의 구별되는 기술에 기초하는 경향이 있다. 첫번째 기술은 장치 또는 장치운전자가 하나의 층에서 다른 층으로 에칭시 상기 종료점에서 발생하는 화학적 변화를 검출하는 것이다. 이는 장치 내 올려진 실질적인 층의 화학적 변화 또는 화학적 변화를 유도하기 위하여 두 층간 의도적으로 배치된 박막의 에칭 정지층에 의하여 발생된다. 예전에는 에칭은 정해진 시간 동안 단순하게 수행되었다. 그러나 좀더 세밀하고 더 빠른 기술이 수년에 걸쳐 개발되어왔다. 두번째 기술은 에칭된 구조의 깊이를 판단할 수 있는 기준 표면을 형성하는 기관의 윗 표면(예를 들면 하드마스크층)에 의존하는 반사광 측정법 또는 간섭굴절측정법에 기초한다.

[0003] 최근, 3-D 장치 통합 방식은 프로세스 장치에 대하여 새로운 도전과제를 생성하기 시작하였다. 도 1에서는 가능한 프로세스 및 장비 흐름도를 나타내었으며, 여기에서 도 EP17은 ITRS ((International Technology Roadmap for Semiconductors)의 2009년 판)의 조립 및 패키징으로부터 나온 것이다. 이는 상기 장비가 진보적으로 개발되었음을 설명하며, 특히 상기 순서 중 하이라이트된 부분은 순차적 세선화(sequential thinning)로 불린다. 이 단계에서 도전체로 채워진 비아가 형성된 장치는 기관의 뒷면이 도전체로 채워진 비아 또는 다른 매립된 구성의 윗면을 향해 아래로 제거될 수 있도록 위치를 뒤집는다.

[0004] 전통적으로, 이 모든 과정을 화학적, 기계적 연마에 의해 수행하여 왔지만, 이후의 플라즈마 에칭 과정을 사용한 과정을 수행할 경우의 장점이 있다. 미국등록특허 제7416648호는 이러한 과정의 예이다. 그러나, 기관은 그 의 너비에 걸쳐 에칭되기 때문에, 반사광 측정법 또는 간섭굴절측정법이 사용될 수 있는 수단으로서의 기준 표면이 존재하지 않는다. 마찬가지로, 매립된 구성은 너무 작고(일반적으로 직경 10 μ m), 에칭면의 전체 영역 중 아주 작은 부분을 형성하기 때문에 검출할 만한 화학적 변화도 너무 적다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 매립된 단부, 도전체로 채워진 비아(via) 또는 기타 매립된 구성을 노출시키기 위하여 플라즈마 에칭에 의해 기판의 전체 너비에 걸쳐 균일하게 물질을 제거하는 장치 및 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 실시예에서, 다음의 단계를 포함하며 일반적으로 마스킹 층이 부재하는 상태에서 매립된 구성(예를 들면, 도전체로 채워진 비아)의 단부를 노출시키기 위하여 기판의 전체 너비에 걸쳐 에칭하는 방법으로 구성된다:
- [0007] (a) 실질적으로 재료를 균일하게 제거하기 위하여 전체 너비에 걸쳐 기판면을 에칭하는 단계;
- [0008] (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- [0009] (c) 매립된 구성의 노출을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛에 의하여 표현되는 이미지의 비-균일성을 검출하는 단계; 및
- [0010] (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭을 변경하는 단계.
- [0011] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 다음의 단계를 포함하며 매립된 구성을 노출하도록 기판의 전체 너비를 에칭하는 방법으로 구성된다:
- [0012] (a) 실질적으로 재료를 균일하게 제거하기 위하여 전체 너비에 걸쳐 기판면을 에칭하는 단계;
- [0013] (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- [0014] (c) 매립된 구성의 모양을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛을 검출하는 엣지 검출 기법을 적용하는 단계; 및
- [0015] (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭을 변경하는 단계.
- [0016] 또 다른 일 실시예에서, 본 발명은 다음을 포함하여 매립된 구성(예를 들면, 도전체로 채워진 비아)을 노출시키기 위하여 그 너비에 걸쳐 기판을 에칭하기 위한 에칭장치로 구성된다.
- [0017] (a) 기판을 에칭하기 위한 에칭 챔버;
- [0018] (b) 에칭되어 노출된 면을 갖는, 일반적으로 수평 위치에서 기판을 유지하기 위한 기판의 지지체;
- [0019] (c) 상기 조사면을 조사하기 위한, 상기 지지체에 대하여 예각으로 장착되는 빛 조사원;
- [0020] (d) 예각에서 조사면으로부터 반사 또는 산란되는 빛을 수집하기 위한 카메라;
- [0021] (e) 조사면의 적어도 하나의 엣지의 모양을 검출하기 위하여 카메라와 결합된 엣지 검출기; 및
- [0022] (f) 엣지의 검출에 대응하여 챔버의 에칭 운전을 조절하고, 에칭을 정지시키는 조절장치.

발명의 효과

- [0023] 본 발명에 의하면 엣지 검출기의 사용으로 인하여 기준 표면이 부재하는 문제점, 플라즈마 화학 방식에 의한 경우 상당한 변화가 결여된다는 문제점을 극복할 수 있고, 특히 경제적으로 종료점의 검출과정 및 검출장치를 제공할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 상기한 프로세스 및 장비 흐름도이다;
- 도 2는 에칭 과정이 수행되는 과정을 보여주는 구성도이다;
- 도 3(a)는 매립된 구성이 노출된 표면을 보여주는 본 발명의 장치의 카메라로 도출한 원본 이미지이고; 도 3(b)는 에칭 후 표면의 이미지이며; 도 3(c)는 소벨 엣지 필터가 적용된 후의 이미지이고; 도 3(d)는 에칭시간의 함수로서 수직 엣지 검출의 강도 신호의 변화를 나타낸 그래프이다;
- 도 4(a) 및 (b)는 개략적인 조직도 및 장치에 있어서 가능한 조명 및 카메라 위치를 보여주는 측면도이다.
- 도 5(a) 및 (b)는 각각 반사광 및 산란광으로부터 도출된 이미지를 나타낸다.
- 도 6은 본 출원의 과정의 구체예의 개략적인 흐름도이다;
- 도 7은 소벨 필터의 출력과정이 진행되는 동안 조사면 중 관심 영역에서의 평균 강도를 나타낸다;
- 도 8(a), (b) 및 (c)는 각각 종료점 전의 가공 이미지, 종료점 이후의 가공 이미지 및 종료점 이후의 가공되지 않은 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 발명에 있어서, 전체 상단 표면 에칭 과정은 개략적으로 도 2에 도시한 바와 같다. 매립된 구성 상부의 재료의 두께가 상당한 경우, 매립된 구성의 단부가 위치할 장소에 가장 근접할 때까지 화학적, 기계적 연마법을 사용하여 연마하고 그런 다음 에칭하는 것이 편리할 수 있다(예를 들면 10 μ m 이내). 도 1a는 에칭 전 상태를 나타낸 것이다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에서, 다음의 단계를 포함하며 일반적으로 마스킹 층이 부재하는 상태에서 매립된 구성(예를 들면, 도전체로 채워진 비아)의 단부를 노출시키기 위하여 기관의 전체 너비에 걸쳐 에칭하는 방법으로 구성된다:
- [0027] (a) 실질적으로 재료를 균일하게 제거하기 위하여 전체 너비에 걸쳐 기관면을 에칭하는 단계;
- [0028] (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- [0029] (c) 매립된 구성의 노출을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛에 의하여 표현되는 이미지의 비-균일성을 검출하는 단계; 및
- [0030] (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭을 변경하는 단계.
- [0031] 또 다른 실시예에서, 본 발명은 다음의 단계를 포함하며 매립된 구성을 노출하도록 기관의 전체 너비를 에칭하는 방법으로 구성된다:
- [0032] (a) 실질적으로 재료를 균일하게 제거하기 위하여 전체 너비에 걸쳐 기관면을 에칭하는 단계;
- [0033] (b) 에칭과정 동안 에칭면에 빛을 조사하는 단계;
- [0034] (c) 매립된 구성의 모양을 검출하기 위하여 조사면으로부터 반사되거나 산란되는 빛을 검출하는 엣지 검출 기법을 적용하는 단계; 및
- [0035] (d) 상기 매립된 구성의 검출에 대응하여 에칭을 변경하는 단계.
- [0036] 이러한 각 과정들로부터 상기의 기준 표면이 결여된 문제 및 상당한 양의 플라즈마 화학적 변화가 없다는 문제는 해결될 것으로 판단된다.
- [0037] 상기 에칭을 변경하는 단계는 과정의 조건을 변경하거나 에칭을 중지하는 것을 포함한다.
- [0038] 특히 에칭면은 예각에서 빛이 조사되며, 각각의 케이스에서 단계 (c)는 아웃풋 신호를 생성하기 위하여 반사 또는 산란되는 빛을 포착하기 위하여 카메라를 이용하고, 상기 카메라 아웃풋 신호로부터 엣지의 형태를 검출하기

위한 엣지 검출 필터를 이용하는 것을 포함할 수 있다.

[0039] 상기 카메라는 예각에서 반사되거나 산란되는 빛을 수신하기 위하여 위치될 수 있다.

[0040] 상기 엣지 검출 필터는 소벨 필터일 수 있다.

[0041] 또 다른 일 실시예에서, 본 발명은 다음을 포함하여 매립된 구성(예를 들면, 도전체로 채워진 비아)을 노출시키기 위하여 그 너비에 걸쳐 기판을 에칭하기 위한 에칭장치로 구성된다.

[0042] (a) 기판을 에칭하기 위한 에칭 챔버;

[0043] (b) 에칭되어 노출된 면을 갖는, 일반적으로 수평 위치에서 기판을 유지하기 위한 기판의 지지체;

[0044] (c) 상기 조사면을 조사하기 위한, 상기 지지체에 대하여 예각으로 장착되는 빛 조사원;

[0045] (d) 예각에서 조사면으로부터 반사 또는 산란되는 빛을 수집하기 위한 카메라;

[0046] (e) 조사면의 적어도 하나의 엣지의 모양을 검출하기 위하여 카메라와 결합된 엣지 검출기; 및

[0047] (f) 엣지의 검출에 대응하여 챔버의 에칭 운전을 조절하고, 에칭을 정지시키는 조절장치.

[0048] 상기 엣지 검출기는 소벨 필터를 이용할 수 있다.

[0049] 상기 엣지 검출기는 조사면의 형태에 있어서의 비-동질성을 검출하기 위한 어떠한 형태의 적절한 비-동질성 검출기로 대체될 수도 있다. 그러나, 웨이퍼 상 비아의 레이-아웃에서 사용되는 직교배열로 인하여, 소벨 필터(들)의 사용이 특히 엣지 검출에 유용하다.

[0050] 본 발명은 상기에서 정의한 바와 같으나, 상기한 설명 또는 다음의 설명에서 명시하는 구성의 발명적 조합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0051] 본 발명은 다양한 방법으로 수행될 수 있으며, 본 발명의 특정 구체예는 다음의 첨부된 도면을 참고로 하여 실시예에 의하여 개시된다:

[0052] 도 1은 상기한 과정 및 장비의 흐름도이다;

[0053] 도 2는 에칭 과정이 수행되는 과정을 보여주는 구성도이다;

[0054] 도 3(a)는 매립된 구성이 노출된 표면을 보여주는 본 발명의 장치의 카메라로 도출한 원본 이미지이고; 도 3(b)는 에칭 후 표면의 이미지이며; 도 3(c)는 소벨 엣지 필터가 적용된 후의 이미지이고; 도 3(d)는 에칭시간의 함수로서 수직 엣지 검출의 강도 신호의 변화를 나타낸 그래프이다;

[0055] 도 4(a) 및 (b)는 개략적인 조직도 및 장치에 있어서 가능한 조명 및 카메라 위치를 보여주는 측면도이다.

[0056] 도 5(a) 및 (b)는 각각 반사광 및 산란광으로부터 도출된 이미지를 나타낸다.

[0057] 도 6은 본 출원의 과정의 구체예의 개략적인 흐름도이다;

[0058] 도 7은 소벨 필터의 출력과정이 진행되는 동안 조사면 중 관심 영역에서의 평균 강도를 나타낸다;

[0059] 도 8(a), (b) 및 (c)는 각각 종료점 전의 가공 이미지, 종료점 이후의 가공 이미지 및 종료점 이후의 가공되지 않은 이미지이다.

[0060] 도 4(a) 및 (b)는 기판 지지체(11)를 둘러싸고 있는 에칭 챔버 10의 부분을 개략적으로 나타내고 있다. 이러한 챔버의 구조 및 운영방식은 당업자에게 잘 알려진 것으로서, 본 발명의 이해를 위하여 필요한 설명 이외에는 여기에서 개시하지 않았다.

[0061] 윈도우(12, 13)는 챔버(10)의 각각의 마주보는 벽(11)에 형성된다. 조명원(14)은 기판(16)의 노출면(15)의 표면의 일부를 비춘다. 산란선(17)은 윈도우(13)를 통해 카메라(18)를 통과하여 카메라(18)에 의하여 검출된다.

[0062] 매립된 구성들의 상부면의 표면의 형태로 인하여 균일면에서 비-균일면으로의 조사면(15)의 변화를 결정하기 위하여 카메라에 의하여 검출되는 연속적인 이미지들을 구별하기 위해 이용될 수 있는 이미지 검출 기법은 많이 존재한다. 편의를 위하여 이러한 매립된 구성들은 도전체로 채워진 비아인 것으로 간주하여 나머지 설명들을 대

체한다. 이는 도 2(a) 및 (b)에서 도면부호 19에 예시적으로 나타내었다. 그러나, 이러한 여러 가지 검출 기법에 있어서, 카메라의 픽셀크기는 노출된 매립구성의 표면적보다 작아야 할 것이 요구된다. 매립된 구성은 기술적으로 요구되는 직경이 통상적으로 10 μ m이므로, 매우 비싼 카메라가 필요하다. 따라서, 특정의 실시예에 있어서, 본 발명은 소벨 필터와 같은 엣지 검출 기법을 사용함으로써 이러한 픽셀 크기의 제한에 대한 요구를 피할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

[0063] 이러한 장점은 도 3(a) 내지 (d)에 확인할 수 있다. 도 3(a)에서 조사면(15)에서 조명되는 부분의 기본 이미지를 나타내었다. 도 3(b)는 확대되어 대비를 강화한, 에칭된 구성의 이미지를 보여준다. 도 3(c)는 소벨 엣지 필터에 의하여 처리된 이후의 이미지를 나타낸다. 검출된 비아가 상당히 잘 보이고, 매립된 구성이 정렬됨으로써 소벨 필터에서 강도의 결과상의 차이가 강화되었음을 확실히 알 수 있다.

[0064] 소벨 필터는 본 발명이 속한 기술분야에서 잘 알려져 있으나, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 소벨 필터는 이미지 강도 함수의 기울기의 근사값을 계산하는 별개의 미분연산자인 소벨 연산을 사용한다. 실질적으로 소벨 필터는 이미지에 대하여 수직 및 수평 필터를 순서대로 적용한다. 그런 다음, 이미지에서의 구성의 엣지의 형태를 강화하기 위하여 이미지의 강도가 처리된다. 바람직하게는, 이 순서는 에칭 과정 전반에 걸쳐 수행된다. 도 3(d)에서 나타낸 그래프에 의하여 도 3(a)-3(c)의 이미지가 웨이퍼의 영역임을 분명히 보여준다. 표면이 균일하기 때문에 에칭시 처음 6분 동안의 부분에서는 수직 엣지 검출 신호의 강도 상의 큰 변화가 없으나, 6분 이후에는 이미지 상에서 강도 기울기의 변화를 만드는 매립된 구성의 형태로 인하여 그래프가 상승한다. 이러한 기울기의 변화는 에칭 종료점의 신호로 사용할 수 있다.

[0065] 도 5(a) 및 (b)는 빛이 산란(예를 들면 광원이 카메라의 맞은편에 위치하는 경우) 또는 반사(예를 들면 광원이 카메라와 같은 편에서 전송되는 경우)되는 위치에서 처리된 이미지를 나타낸다. 빛이 반사되면, 도 5(a)에 나타난 바와 같이 매립된 구성은 배경보다 더 밝아보이는 반면, 빛이 산란되는 경우에는 도 5(b)에 나타난 바와 같이 배경보다 더 어두워보인다.

[0066] 웨이퍼에 대하여 얇은 각도로 카메라를 위치시키면 웨이퍼의 표면형태가 위에서 직접 보는 것에 비하여 상대적으로 강화된 이미지로 보인다. 단순한 방법으로, 각각의 그림자가 드리워진 사실로 도전체로 채워진 비아(19)의 약간 노출된 단부(20)를 볼 수 있다. 조명을 더욱 강하게 하면, 그림자의 길이가 길어지고, 강도 기울기에 있어서 변화가 증가하게 된다.

[0067] 도 6은 개략적인 흐름도를 나타낸다. 프로세스가 시작되고, 카메라는 시간의 함수로 모니터링 된다. 카메라상에서 빛은 소벨 필터를 통과(21)하여 강화된 이미지를 생성한다. 소벨 필터의 출력 신호(24)는 비교측정기(22)에 공급된다. 필터 출력이 사전에 설정된 임계값 이상이면 비교측정기는 지연신호(23)를 보내고, 그런 다음 프로세스를 정지 또는 수정한다.

[0068] 도 6에서의 구성요소(22, 23)는 일반적으로 에칭 장치에 대한 조절장치의 일부를 구성한다.

[0069] 이러한 방법은 도 7에 더욱 상세히 도시되는바, 프로세스 과정에서 관심 영역 내 카메라 출력의 평균 강도를 나타낸다. 약 500초 후 평균 강도의 가파른 상승은 노출된 비아가 출현한 사실을 나타낸다.

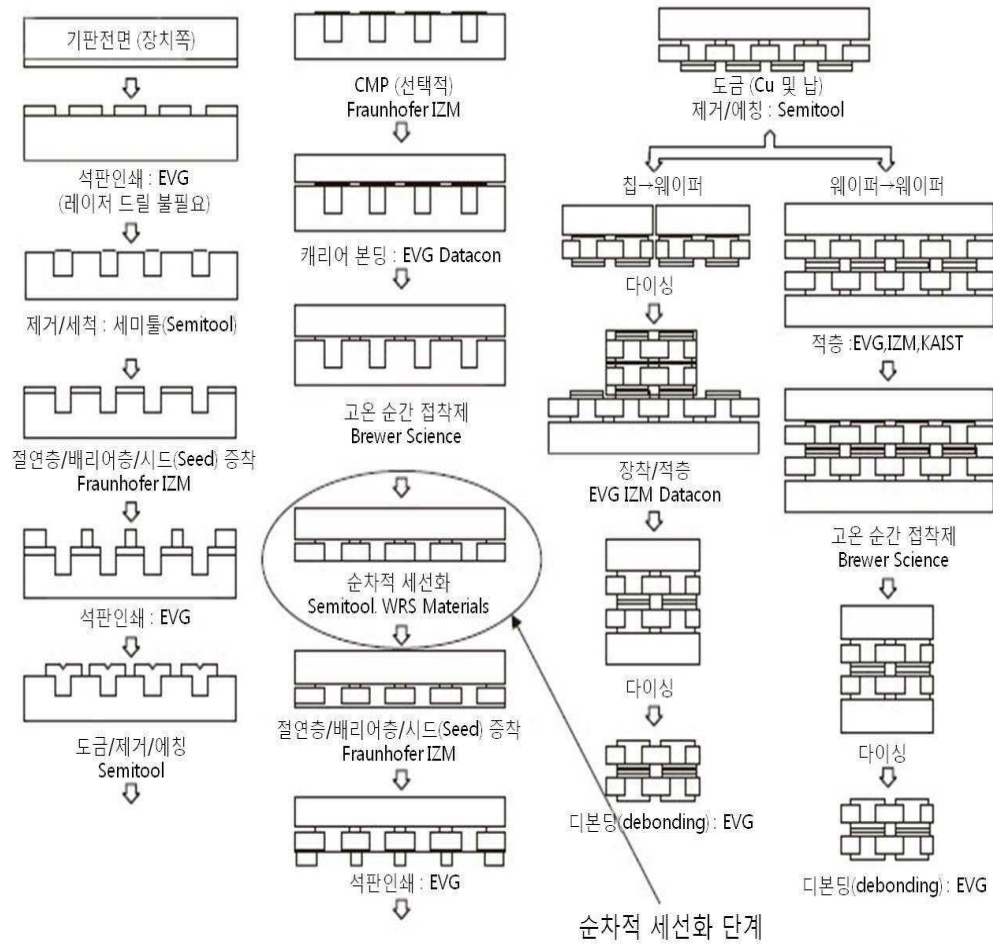
[0070] 도 8에서 또 다른 이미지들이 제공된다. 도 8(a)는 종료점 전의 가공된 이미지를 나타내고; 도 8(b)는 일련의 정렬된 구성들이 쉽게 감지될 수 있는, 수평위치로부터 약 30°에서의 종료점 이후의 가공된 이미지를 나타내며; 도 8(c)는 도 8(b)에서 나타낸 가공된 이미지에 대응되는, 가공되지 않은 이미지를 나타낸다.

[0071] 상기한 본 발명에 의하면 엣지 검출기의 사용으로 인하여 기준 표면이 부재하는 문제점, 플라즈마 화학 방식에 의한 경우 상당한 변화가 결여된다는 문제점을 극복할 수 있고, 특히 경제적으로 종료점의 검출과정 및 검출장치를 제공할 수 있게 된다.

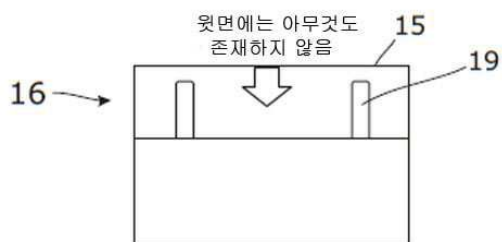
도면

도면1

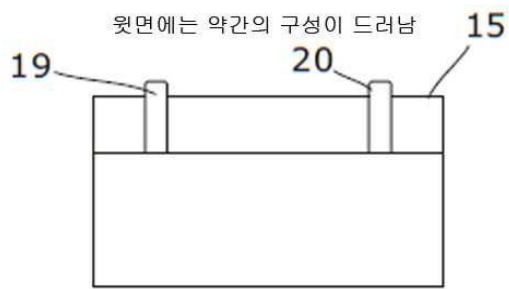
프로세스 및 장비 흐름도



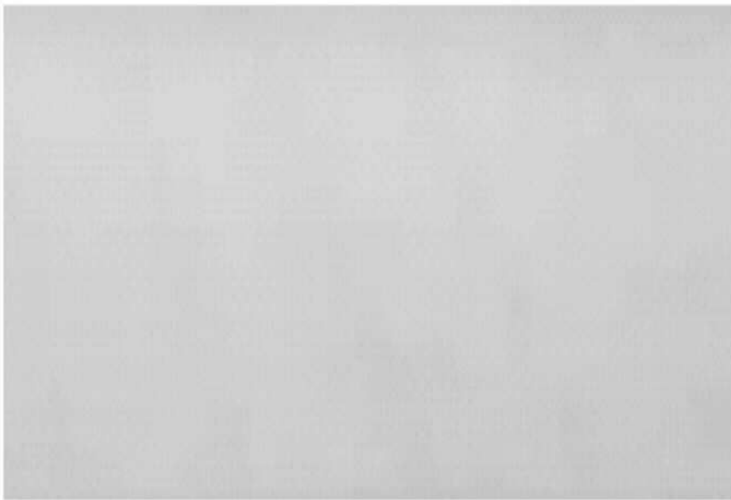
도면2a



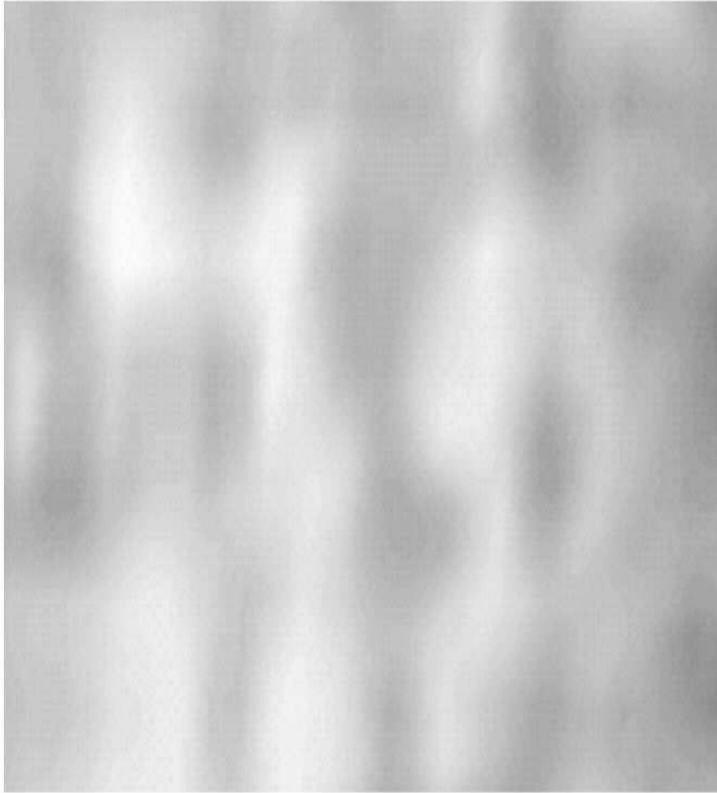
도면2b



도면3a



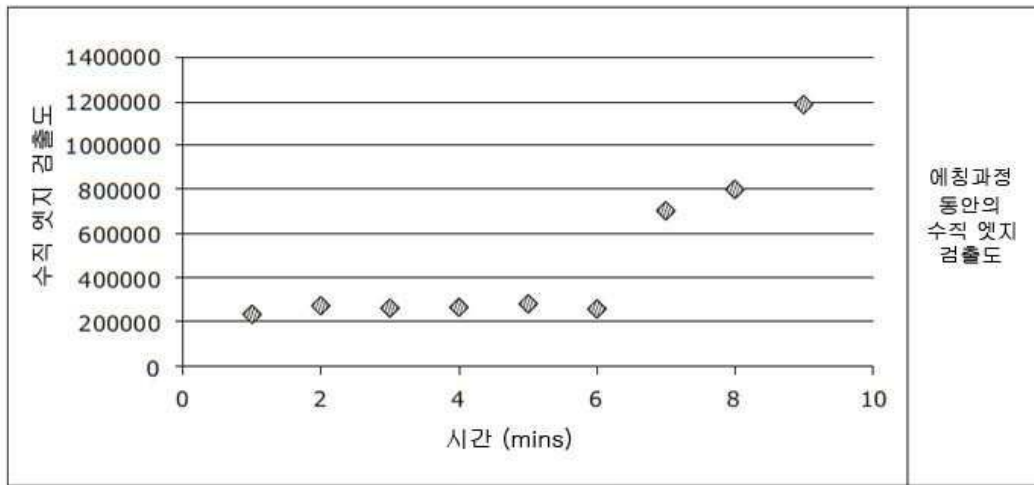
도면3b



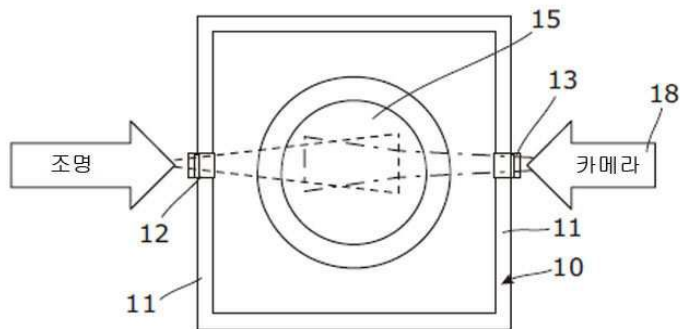
도면3c



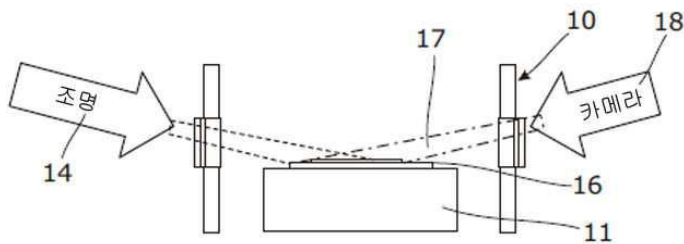
도면3d



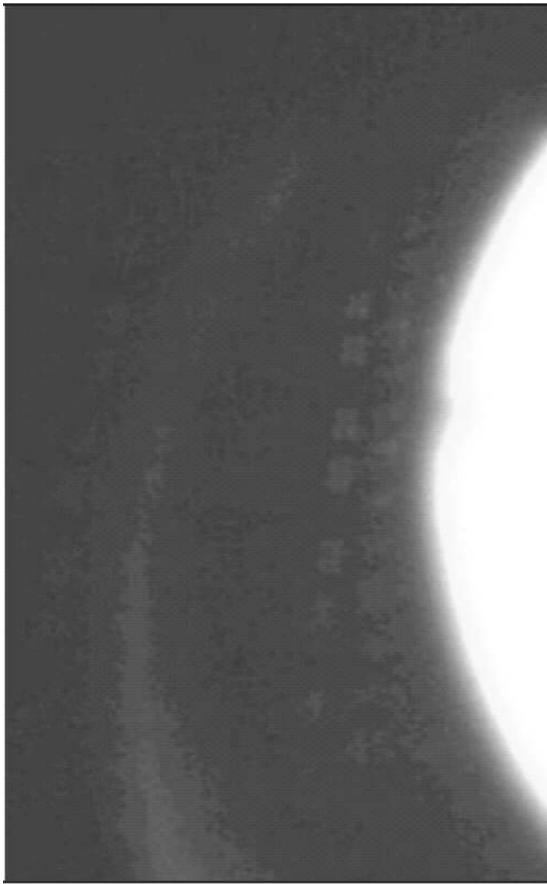
도면4a



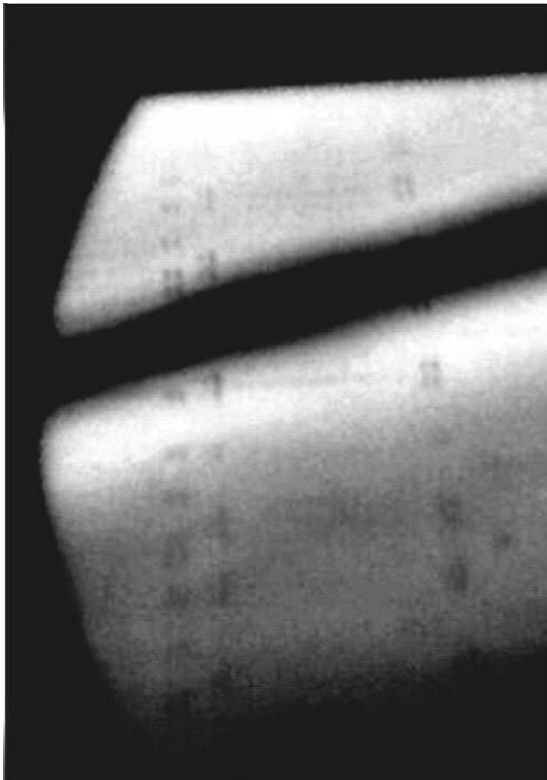
도면4b



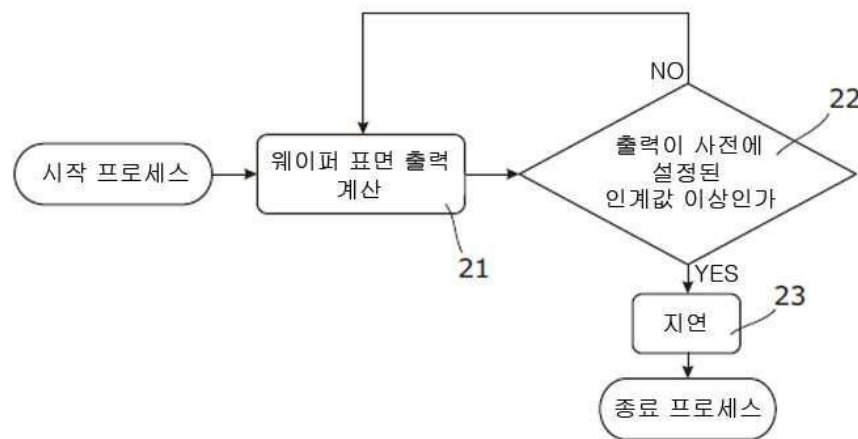
도면5a



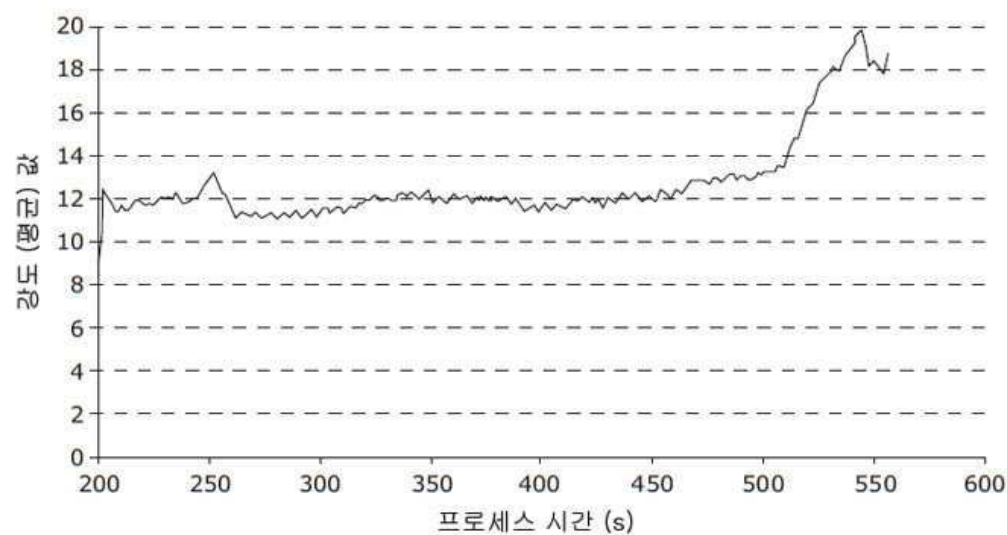
도면5b



도면6

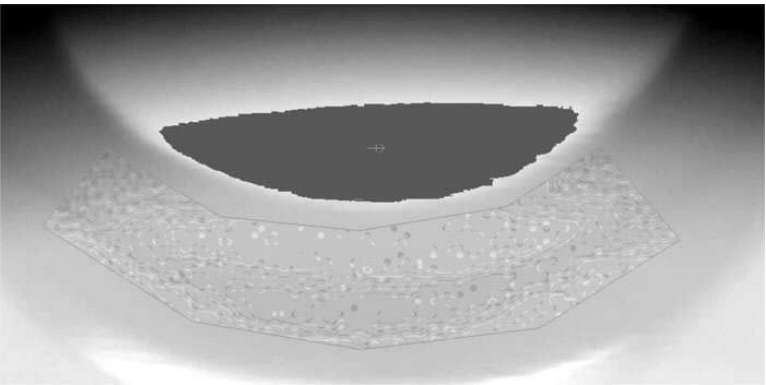


도면7

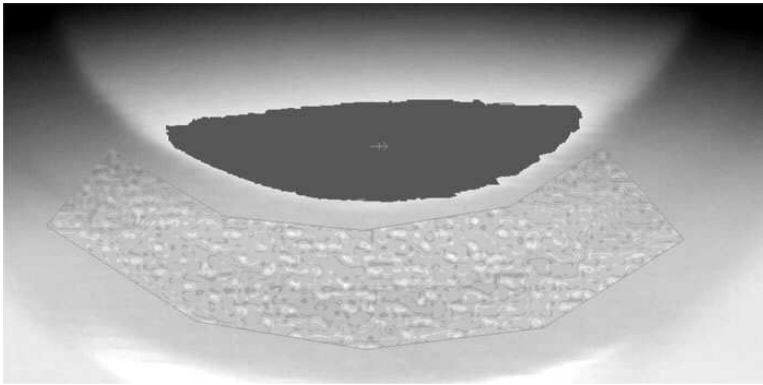


* 본 그래프는 프로세스 과정에서 관심영역 내 출력의 평균강도를 보여준다.
이 데이터는 직경 200mm의 웨이퍼의 중심에서 약 3cmx2cm의 관심영역으로부터 도출되었다.
대표 이미지들은 도8에 나타내었다.

도면8a



도면8b



도면8c

