

대표도

도 4b

특허청구의 범위

청구항 1.

유도-연결 플라즈마 공정 챔버에서 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법으로서, 상기 산화물층은 기판의 하부층 위에 배치되고, 상기 방법은,

- CH_2F_2 , C_4F_8 , O_2 를 포함하는 에칭 소스 기체를 상기 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하고,
- 상기 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하며,
- 상기 기판의 상기 산화물층을 따라 상기 플라즈마로 에칭을 실시하고, 이때 상기 에칭은 상기 하부층 상에서 정지되며, 상기 하부층은 실리콘층이나 텅스텐 기반층 중 하나인, 이상의 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 플라즈마 공정 챔버는 온도에 의해 제어되는 상부 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 플라즈마 공정 챔버는 상부 전극을 포함하고, 상기 기판은 상기 에칭 단계 중 정전 척 상에 배치되며, 상기 상부 전극과 상기 정전 척간의 거리는 약 10cm인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 에칭 소스 기체는 CH_2F_2 , C_4F_8 , O_2 로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 산화물층은 BPSG, PSG, TEOS로 구성되는 그룹으로부터 선택되는 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 포토레지스트 마스크는 6000-8000 옴스트롬 사이의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7.

제 1 항에 있어서, 상기 하부층은 상기 실리콘층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 실리콘층은 단결정 실리콘 물질과 다결정 실리콘 물질 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 에칭 소스 기체는 희석 기체를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10.

제 9 항에 있어서, 상기 희석 기체가 아르곤인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 하부층은 상기 텅스텐-기반층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 상기 텅스텐-기반층은 W층과 WSi층 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13.

제 1 항에 있어서, 상기 특징부는 0.2-0.35 미크론 사이의 특징부 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14.

제 1 항에 있어서, 상기 산화물층은 3-4 미크론 사이의 깊이를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 15.

제 1 항에 있어서, 상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 10-150% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 16.

제 1 항에 있어서, 상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 40%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 17.

상기 CH₂F₂의 유동 속도에 대한 상기 O₂의 유동 속도의 비는 0-150% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 18.

상기 CH₂F₂의 유동 속도에 대한 상기 O₂의 유동 속도의 비는 30%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 19.

제 1 항에 있어서, 상기 CH₂F₂의 유동 속도는 총 유동의 10-50% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20.

제 1 항에 있어서, 상기 C₄F₈의 유동 속도는 총 유동의 5-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21.

제 1 항에 있어서, 상기 O₂의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22.

유도-연결된 플라즈마 공정 챔버에서 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법으로서, 상기 산화물층은 기판의 하부층 위에 배치되고, 상기 기판은 상기 에칭 중 상기 플라즈마 공정 챔버의 정전 척에 배치되며, 상기 방법은,

- CH₂F₂, C₄F₈, O₂를 포함하는 에칭 소스 기체를 상기 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하고,

- 상기 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하며,

- 상기 기판의 상기 산화물층을 따라 상기 플라즈마로 에칭을 실시하고, 이때 상기 에칭은 상기 하부층 상에서 정지되며, 상기 하부층은 실리콘층이나 텅스텐 기반층 중 하나이고, 상기 플라즈마 공정 챔버는 온도에 의해 제어되는 상부 전극을 포함하고, 상기 상부 전극과 상기 정전 척간의 거리는 상기 에칭 중에 10cm인, 이상의 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

제 22 항에 있어서, 상기 하부층은 상기 실리콘층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

제 22 항에 있어서, 상기 희석 기체는 아르곤인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제 22 항에 있어서, 상기 하부층은 상기 텅스텐-기반층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26.

제 25 항에 있어서, 상기 텅스텐-기반층은 W층과 WSi층 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27.

제 22 항에 있어서, 상기 특징부는 0.2-0.35 미크론 사이의 특징부 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28.

제 22 항에 있어서, 상기 산화물층은 3-4 미크론 사이의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29.

제 22 항에 있어서, 상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 10-100% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30.

제 22 항에 있어서, 상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 41%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 31.

상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 0-150% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32.

상기 CH_2F_2 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 30%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 33.

제 22 항에 있어서, 상기 CH_2F_2 의 유동 속도는 총 유동의 10-50% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34.

제 22 항에 있어서, 상기 C_4F_8 의 유동 속도는 총 유동의 5-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35.

제 22 항에 있어서, 상기 O₂의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 36.

유도-연결된 플라즈마 공정 챔버에서 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법으로서, 상기 산화물층은 기판의 하부층 위에 배열되며, 상기 방법은,

- C₃H₃F₅, C₄F₈, O₂를 포함하는 에칭 소스 기체를 상기 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하고,
- 상기 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하며,
- 상기 기판의 상기 산화물층을 따라 상기 플라즈마로 에칭을 실시하고, 이때 상기 에칭은 상기 하부층 상에서 정지되며, 상기 하부층은 실리콘층이나 텅스텐 기반층 중 하나인, 이상의 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 37.

제 36 항에 있어서, 상기 플라즈마 공정 챔버는 온도에 의해 제어되는 상부 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 38.

제 36 항에 있어서, 상부 전극을 포함하고, 상기 기판은 상기 에칭 중 정전 척 위에 배치되며, 상기 상부 전극과 상기 정전 척 간의 거리는 10cm인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 39.

제 36 항에 있어서, 상기 에칭 소스 기체는 C₃H₃F₅, C₄F₈, O₂로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 40.

제 36 항에 있어서, 상기 산화물층은 BPSG, PSG, TEOS로 구성되는 그룹으로부터 선택된 물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 41.

제 36 항에 있어서, 상기 포토레지스트 마스크는 8000-10000 옴스트롬 사이의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 42.

제 36 항에 있어서, 상기 하부층이 상기 실리콘층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 43.

제 42 항에 있어서, 상기 실리콘층은 단결정 실리콘 물질과 다결정 실리콘 물질 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 44.

제 36 항에 있어서, 상기 에칭 소스 기체는 희석 기체를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 45.

제 44 항에 있어서, 상기 희석 기체는 아르곤인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 46.

제 36 항에 있어서, 상기 하부층은 상기 TiN층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 47.

제 36 항에 있어서, 상기 특징부는 0.25 미크론 이하의 특징부 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 48.

제 36 항에 있어서, 상기 산화물층은 1.8 미크론의 깊이를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 49.

제 36 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 10-300% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 50.

제 36 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 50%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 51.

제 36 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 10-300% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 52.

제 36 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 50%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 53.

제 36 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도는 총 유동의 5-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 54.

제 36 항에 있어서, C_4F_8 의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 55.

제 36 항에 있어서, 상기 O_2 의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 56.

유도-연결된 플라즈마 공정 챔버에서, 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법으로서, 상기 산화물층은 기판의 하부층 위에 배열되고, 상기 기판은 상기 에칭 중 상기 플라즈마 공정 챔버의 정전 척 상에 배치되며, 상기 방법은,

- $C_3H_3F_5$, C_4F_8 , O_2 를 포함하는 에칭 소스 기체를 상기 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하고,
- 상기 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하며,
- 상기 기판의 상기 산화물층을 따라 상기 플라즈마로 에칭을 실시하고, 이때 상기 에칭은 상기 하부층 상에서 정지되며, 상기 하부층은 실리콘층이나 TiN층 중 하나이고, 상기 플라즈마 공정 챔버는 온도에 의해 제어되는 상부 전극을 포함하며, 상기 상부 전극과 상기 정전 척간의 거리는 상기 에칭 중에 10cm인, 이상의 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 57.

제 56 항에 있어서, 상기 하부층이 상기 실리콘층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 58.

제 56 항에 있어서, 상기 희석 기체가 아르곤인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 59.

제 56 항에 있어서, 상기 하부층이 상기 TiN층인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 60.

제 56 항에 있어서, 상기 특징부는 0.25 마이크로 이하의 특징부 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 61.

제 56 항에 있어서, 상기 산화물층의 두께가 1.8미크론인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 62.

제 56 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 10-300% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 63.

제 56 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 C_4F_8 의 유동 속도의 비는 50%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 64.

제 56 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 10-300% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 65.

제 56 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도에 대한 상기 O_2 의 유동 속도의 비는 50%인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 66.

제 56 항에 있어서, $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도는 총 유동의 5-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 67.

제 56 항에 있어서, C_4F_8 의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 68.

제 56 항에 있어서, 상기 O_2 의 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이인 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 집적 회로(IC)의 제작에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 에칭부 형성을 위해 IC 제작 중 산화물층을 포함하는 IC의 적층 구조를 따라 에칭하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

평판 디스플레이 장치나 집적 회로와 같은 반도체 기반의 제품의 제작 중, 다중 증착이나 에칭 단계가 사용될 수 있다. 증착 단계 중, 기판 표면(글래스 패널이나 웨이퍼 면) 위에 물질이 증착된다. 역으로, 기판 표면의 정해진 영역으로부터 물질

을 선택적으로 제거하기 위해 에칭이 사용될 수 있다. 이러한 방식의 에칭은 기판 표면의 산화물층에 에칭부(바이어, 접점, 트렌치)를 생성할 수 있다. 이때 에칭부는 전도 경로를 형성하기 위해 금속으로 채워질 수 있다. 본 명세서에서 산화물층이란, TEOS(테트라에틸옥소실리케이트), BPSG(보로포스포실리케이트 글래스), PSG(포스포로스-도핑된 실리케이트 글래스) 등과 같이 이산화규소 포함 물질로 형성되는 층을 의미한다.

에칭 중, 포토레지스트와 같이 적절한 마스크 물질로 형성되는 마스크는 산화물층에 에칭될 영역을 형성하도록 하기 위해 일반적으로 사용된다. 한 예의 포토레지스트 기술에서, 포토레지스트 물질은 에칭될 산화물층에 먼저 증착된다. 적절한 리소그래피 시스템에서 포토레지스트 물질을 노출시킴으로서, 그리고 이어지는 에칭을 돕고자 마스크를 형성하기 위해 포토레지스트 물질을 현상시킴으로서, 포토레지스트 물질이 패턴처리된다. 마스크에 의해 보호되지 않는 타겟층(산화물층) 영역은 적절한 에칭 소스 기체를 이용하여 에칭되어 사라질 수 있고, 그래서 하부층에 에칭부를 형성한다.

도 1a에서, 적층구조(10)가 도시된다. 기판(20)은 적층구조(10)의 맨 하부에 위치하고, 통상적으로 실리콘인 반도체 웨이퍼를 포함한다. 기판(20)은 에칭될 산화물층의 아래에 놓일 수 있는 다른 층을 또한 포함할 수 있다. 산화물층(24)이 기판(20) 위에 형성된다. 기판(20)으로부터 산화물층(24)까지 에칭부를 형성하기 위해, 포토레지스트 물질층이 증착되고 기존 포토리소그래피 단계를 이용하여 패턴처리된다. 패턴 처리 후, 포토레지스트 마스크(28)에 초기 구멍(26)이 형성되어, 이어지는 산화물 에칭을 용이하게 한다. 앞서 기술된 층 및 특징부와, 이 형성 과정에 연루된 과정은 당 분야에 공지된 내용이다.

도 1b는 도 1a와 동일한 적층 구조를 가지며, 도 1a 이후의 단계를 나타낸다. 포토레지스트 마스크(28) 내에 구멍(26)이 도시되고, 이 구멍(26)은 마스크 패턴처리 과정 중 생성된다. 구멍(26)을 따라, 에칭제는 산화물층(24)의 물질과 반응하여, 산화물층(24) 부위를 에칭한다. 이 에칭 과정 중, 에칭제는 포토레지스트 마스크(28)의 구멍(26)을 따라 산화물층(24)을 이방성으로 에칭하는 경향이 있어서, 직경(또는 폭)(32)과 깊이(34)를 가지는 에칭부(30)를 형성한다. 직경(또는 폭)은 특징부 크기로 불리고, 회로 밀도가 증가할수록 작아지는 경향이 있다. 에스펙트비는 폭에 대한 깊이의 비로서, 이 비의 분모인 폭이 감소함에 따라 증가하는 경향이 있다. 에칭부가 형성된 후, 금속 전도체가 증착되어 에칭부(30)를 따라 기판(20)의 하부층과 접촉할 수 있다.

도 1b는 에칭제에 의해 타격받는 층들을 점선으로 또한 도시한다. 포토레지스트층(28)은 산화물층(24)과는 다른 속도로 침식된다. 일반적으로, 산화물층은 포토레지스트층보다 훨씬 더 빠른 속도로 에칭된다. 두 에칭 속도간의 차이는 산화물-포토레지스트 선택도로 명명되는 비에 의해 정량화될 수 있다. 가령, 산화물-포토레지스트 선택도가 3:1일 경우, 산화물층은 포토레지스트층보다 세배 속도로 에칭된다.

집적 밀도를 증가시키기 위해, 현대의 집적 회로는 보다 근접한 설계 규칙을 이용하여 집적된다. 가령, 일부 고밀도 집적 회로 제작시 0.18 마이크론이나 그 이하의 설계 규칙을 사용하는 것이 더 이상 드문 일이 아니다. 소자가 더 가깝게 집적될수록, 산화물-포토레지스트 선택도가 증가하여야 한다. 왜냐하면 얇은 포토레지스트 층이 적용되기 때문이다. 더욱이, 에칭부의 폭이 감소할수록, 에스펙트비가 증가하고, 높은 에스펙트비의 에칭 과정을 필요로 한다. 더욱이, 에칭부의 폭이 감소할수록, 직선의 측벽 프로파일에 대한 요구가 증가한다. 직선 프로파일로 인해, 이어 증착되는 금속 물질이 핀치-오프(pinch-off) 등으로 인한 보이드(void) 문제점없이 에칭부를 적절하게 채울 수 있다.

더욱이, 산화물층을 통한 에칭에 사용되는 현재의 화학물질은 주변 환경에 유독성인 경향이 있다. 따라서, 부산물 배출 기체는 적절히 방출되기 전에 광범위한 처리 과정을 필요로 한다. 이러한 처리 과정은 값비싼 세척 장치와 과정을 필요로 하고, 이는 반도체 기반 제품의 최종 가격을 증가시킨다.

앞서로부터, 좁은 폭, 높은 에스펙트비, 산화물층의 직선 프로파일을 가지는 에칭부를 에칭하기 위한 개선된 기술이 요구된다.

발명의 상세한 설명

발명은, 한 실시예에서, 유도적으로 연결된 플라즈마 공정 챔버에서 기판의 하부층 위에 배치되는 산화물층의 특징부를, 포토레지스트 마스크를 이용하여 에칭하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 에칭 소스 기체를 플라즈마 공정 챔버로 흐르게 하는 단계를 포함한다. 이때 에칭 소스 기체는 CH_2F_2 , C_4F_8 , O_2 를 포함한다. 이 방법은 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하는 단계를 또한 포함한다. 이 방법은 플라즈마로 기판의 산화물층까지 에칭을 실행하는 단계를 추가로 포함하고, 이때 에칭은 하부층 상에서 정지되며, 이 하부층은 실리콘층과 텅스텐 기반층 중 하나이다.

발명은, 또다른 실시예에서, 에칭 중 유도적으로 연결된 플라즈마 공정 챔버의 정전 척에 배치되는 기관의 하부층 위에 배치되는 산화물층의 특징부를, 포토레지스트 마스크를 이용하여 에칭하는 방법에 관한 것이다. 이 방법은 CH_2F_2 , C_4F_8 , O_2 를 포함하는 에칭 소스 기체를 플라즈마 공정 챔버로 흐르게 하는 과정을 포함한다. 이 방법은 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하는 단계를 또한 포함한다. 이 방법은 플라즈마로 기관의 산화물층을 통한 에칭을 추가로 포함하고, 이 에칭은 하부층에서 정지되며, 이 하부층은 실리콘층이나 텅스텐 기반 층 중 하나이며, 이때 플라즈마 공정 챔버는 온도에 따라 제어되는 상부 전극을 포함하고, 상부 전극과 정전 척간의 거리는 에칭중 10cm이다.

발명은, 또 하나의 실시예에서, 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법에 관한 것이다. 이때 상기 산화물층은 유도적으로 연결되는 플라즈마 공정 챔버에서 기관의 하부층 위에 배치된다. 이 방법은 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5$, C_4F_8 , O_2 를 포함하는 에칭 소스 기체를 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하는 단계를 포함한다. 이 방법은 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하는 단계를 또한 포함한다. 이 방법은 기관의 산화물층을 따라 플라즈마로 에칭하는 단계를 추가로 포함하고, 이때 에칭은 하부층 상에서 정지하고, 이 하부층은 실리콘층이거나 TiN층 중 하나이다.

다른 하나의 실시예에서, 발명은 포토레지스트 마스크를 이용하여 산화물층의 특징부를 에칭하는 방법에 관한 것이다. 이때 산화물층은 기관의 하부층 위에 배열되고, 기관은 에칭중 유도적으로 연결되는 플라즈마 공정 챔버의 정전 척에 배치된다. 이 방법은 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5$, C_4F_8 , O_2 를 포함하는 에칭 소스 기체를 플라즈마 공정 챔버로 흐르게하는 단계를 포함한다. 이 방법은 에칭 소스 기체로부터 플라즈마를 형성하는 단계를 또한 포함한다. 이 방법은 기관의 산화물층을 따라 플라즈마로 에칭하는 단계를 추가로 포함하고, 이때 에칭은 하부층 상에서 정지하고, 이 하부층은 실리콘층이거나 TiN층 중 하나이다. 이때 플라즈마 공정 챔버는 온도에 의해 제어되는 상부 전극을 포함하고, 상부 전극과 정전 척간의 거리는 에칭 중 약 10cm이다.

실시예

본 발명의 한 태양에 따라, 플라즈마 공정 챔버에서 창의적인 에칭 소스 기체 화학물질로 산화물층을 에칭함으로써 높은 에스펙트비와 증가된 산화물-포토레지스트 선택도를 얻을 수 있다. 플라즈마 공정 챔버 내 척에 기관이 배치될 때 에칭이 일어난다. 일반적으로, 에칭 소스 기체는 챔버 내로 유입되고, 압력이 일정해진다. 압력이 안정된 후 플라즈마가 점화되어, 에칭 소스 기체로부터 이온을 발생시킨다. 그 후, 플라즈마는 안정되고, 이온은 기관을 향해 가속된다. 이 기관에서 이온들은 산화물층을 에칭한다. 앞서 언급한 바와 같이, 에칭부는 바이어, 점점 구멍, 트렌치로 사용될 수 있다.

한 실시예에서, 산화물층을 따라 하부 실리콘층까지 특징부를 에칭하기 위해 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 의 에칭 소스 기체 화학물질이 사용된다. 여기서 공개되는 에칭 매개변수와 함께 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 화학 물질이 사용될 때, 에칭 과정은 포토레지스트 마스크와 하부 실리콘층에 양호한 선택도를 제공하면서 높은 에스펙트비로 산화물층에 작은 특징부를 생성한다. $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 의 에칭 소스 기체 화학 물질은 산화물층을 따라 하부 텅스텐 기반층까지 특징부를 에칭하기 위해 또한 사용될 수도 있다. 여기서 공개되는 에칭 매개변수와 함께 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 화학 물질이 사용될 경우, 포토레지스트 마스크와 하부 텅스텐 기반층에 대한 양호한 선택도를 또한 얻을 수 있다.

한 실시예에서, 산화물층을 따라 하부 실리콘층까지 특징부를 에칭하기 위해 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 의 에칭 소스 기체 화학 물질이 사용된다. 여기서 공개되는 에칭 매개변수와 함께 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 가 사용될 때, 에칭 공정은 포토레지스트 마스크와 하부 실리콘층에 양호한 선택도를 제공하면서 높은 에스펙트비로 산화물층에 작은 특징부를 생성한다. $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 에칭 소스 기체 화학물질은 산화물층을 따라 하부 TiN 층까지 특징부를 에칭하기 위해 또한 사용될 수 있다. 여기서 공개되는 에칭 매개변수와 함께 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 가 사용될 때, 포토레지스트 마스크와 하부 TiN층에 대한 양호한 선택도를 또한 얻을 수 있다.

선호되는 실시예에서, 본 발명은 수정된 TCP 9100 플라즈마 반응기에서 실현되며, 이 제품은 RAM RESEARCH CORPORATION 사의 제품이다. 도 2는 수정된 TCP 9100 플라즈마 반응기의 단순화된 도면이다. 플라즈마 반응기(100)는 플라즈마 공정 챔버(102)를 포함한다. 챔버(102)는 양극화된 알루미늄으로 제작되는 것이 선호된다. 챔버(102) 위에는 유도 전극(104)(코일로 나타남)이 배치된다. 유도 전극(104)은 제 1 RF 전원(106)에 의해 정합망(도 2에 도시되지 않음)을 통해 전력을 공급받는다.

일반적으로, 기체 분배판이나 샤워 헤드(108)가 챔버(102) 내에 제공된다. 샤워 헤드(108)는 질화실리콘이나 그의 다른 적절한 물질로 만들어지는 것이 선호되며, 에칭 소스 기체와 같은 기체성 소스 물질을 샤워헤드(108) 및 기관(110) 사이 RF 유도 플라즈마 영역으로 분사하기 위한 다수의 구멍을 포함한다. 기체 소스 물질은 챔버 자체의 벽에 구축된 포트로부터 또한 분사될 수 있다. 기관(110)은 챔버(102) 내에 삽입되어 척(112) 위에 배치된다. 이 척(112)은 하부 전극으로 작용하고, 제 2 RF 전원(114)에 의해 바이어스되는 것이 선호된다. 척(112)은 하부 전극 주위로 배치되는 포커스 링(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 이 포커스 링은 질화실리콘이나 질화실리콘과 탄화실리콘의 조합으로 만들어지는 것이 선호된다. 척(112)은 예를 들어 ESC(정진) 척을 나타낼 수 있고, 정진 척은 전기력으로 기관(110)을 척의 표면에 고정시킨다.

헬륨 냉각 기체가 척(112)과 기관(110) 사이에 어떤 압력(한 실시예에서 약 20토르) 하에 삽입되어, 균일하고 반복가능한 에칭 결과를 보장하기 위해 처리 과정 중 기관 온도를 정확하게 제어하는 열전달 매질로 작용한다. 플라즈마 에칭중, 챔버(102) 내의 압력은 에칭 중 0 mTorr에서 30 mTorr까지와 같이 포트(116)를 통해 부산물을 배출함으로써 낮게 유지되는 것이 선호된다. 에칭에 적절한 챔버 온도를 유지하기 위해 다수의 히터(도시되지 않음)가 제공될 수도 있다. 전기 경로의 접지 제공을 위해, 챔버(102)의 챔버 벽이 통상적으로 접지된다.

본 발명의 한 실시예에서, 플라즈마 반응기(100) 내에서 샤워 헤드(상부 전극)(108)의 하부면과 척(하부 전극)(112)의 상부면 사이의 간격이 에칭 중에 10cm로 설정되는 것이 선호된다. 기관(110)과 접촉하기 전에, 고리형으로 유도된 플라즈마를 균일한 플라즈마로 확산시키게 하는 더 큰 챔버 공간을 제공하는 효과가 큰 간격에 의해 나타난다고 알려져 있다. 따라서, 척(112)과 샤워 헤드(108)간 간격이 플라즈마의 균일성을 향상시킬 수 있고, 특히 10cm이하의 간격에서도 적용될 수 있다. 균일한 플라즈마는 기관(110)의 중심 영역으로부터 기관(110)의 변부까지 보다 균일한 에칭을 발생시킨다.

플라즈마 반응기(100)는 유도 전극(104)의 온도를 제어하기 위해 유도 전극(104)의 안테나를 통해 글리콜이나 이온제거된 물과 같은 냉매를 순환시키는 장비를 또한 포함하는 LAM RESEARCH사의 TCP 9100 반응기에 바탕한, 수정된 설계 장비이다. 안테나는 샤워 헤드(108)와 물리적으로 접촉하는 유전체 윈도우에 연결된다. 냉매는 냉각 장치(chiller)에 의해 순환된다. 이러한 수정형 플라즈마 공정 시스템에 의해 생성되는 에칭은 현재의 비수정 플라즈마 공정 시스템(온도 제어 메카니즘을 포함하지 않음)에 의해 생성되는 에칭에 비해 일부 에칭에 대해 보다 재생이 용이한 것으로 판명된다.

비수정 플라즈마 공정 시스템의 온도 제어 결여는 시간에 따른 산화물 에칭 특성에 불필요한 타격을 가하고, 재생산 불량 문제점을 가진다. 샤워 헤드(108)의 온도는 앞서 언급한 온도 제어 메카니즘에 의해 또한 제어된다. 산화물 에칭 중, 챔버(102)에서 발생된 플라즈마로부터 일부 폴리머는 샤워 헤드(108)의 보다 찬 표면에서 응축된다. 에칭을 촉진시키고자 그의 다른 에칭 화학 물질과 통상적인 화학 물질이 사용될 때, 기관(110) 에칭 전면에서 폴리머 부족이 생길 수 있다. 이 폴리머 부족은 폴리머 형성 및 산화물 에칭 사이 공지된 균형을 붕괴시키는 것으로 파악된다. 그러나 후에 설명되는 바와 같이, 본 발명의 화학 물질은 수정된 플라즈마 공정 시스템에서 최적의 에칭 특성을 제공한다.

도 2에서, 챔버(102)의 측부나 아래에 위치하는 터보몰레큘러 펌프(118)는 챔버(102) 내에 적절한 압력을 유지시킨다. 터보몰레큘러 펌프(118)는 플라즈마 반응기(100)의 챔버(102) 아래에 위치하는 것으로 도시된다. 한 실시예에서, 터보몰레큘러 펌프(118)는 2000 리터/초의 용량을 가진다. 그러나 비용절감을 위해, 본 발명의 선호되는 실시예에 따른 수정형 플라즈마 반응기 설계는 약 1300 리터/초의 상대적으로 낮은 용량을 가지는 터보몰레큘러 펌프(118)를 사용한다. 높은 용량에 비해 상대적으로 저렴한 낮은 용량의 터보몰레큘러 펌프는 챔버 내부로부터 부산물 기체를 배출시키는 속도를 변화시킨다. 이 부산물은 에칭 공정에 해를 끼칠 수 있다. 이는 산화물 에칭에 요구되는 저압 범위로 압력을 유지하기 위해 챔버 내로 에칭 소스 기체를 흐르게 하는 속도가 또한 감소되어야 하기 때문이다. 아래에 기술되는 바와 같이 본 발명의 한가지 태양은 두 창의적인 화학물질을 이용하여 수정형 유도-연결 플라즈마 공정 반응기에서 작은 폭, 높은 에스펙트비, 타층에 대한 높은 선택도로 산화물 에칭을 실행시키는 적절한 매개변수를 찾는 과정을 포함한다.

플라즈마 공정 챔버로의 높은 총 유동 속도와 관련된 에칭 매개변수는 총 유동 속도가 감소할 때 실현되지 못할 수 있는 산화물 에칭 결과를 제공한다. 상기 총 유동 속도는 저압 유지를 위해 약 2000 리터/초의 고용량을 가지는 터보몰레큘러 펌프를 이용하여 수용될 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 에칭 중 원하는 저압 범위 내로 챔버압을 유지하기 위해 유입과 유출 사이에 어떤 균형의 유지가 필요하기 때문에, 저용량 터보몰레큘러 펌프가 사용될 때 챔버 내로의 총 유동 속도는 감소한다.

고용량 챔버와 연계하여 저용량 펌프가 사용될 경우 추가적인 복잡화가 생긴다(예를 들어, 본 발명의 수정형 플라즈마 공정 반응기에서 행해지는 바와 같이 간격을 키우는 등의 예). 이 경우에, 상대적으로 작은 체적의 플라즈마 챔버(한 예로, 척(112)과 샤워 헤드(108) 간의 간격이 10cm 미만이기 때문)와 상대적으로 고용량의 터보몰레큘러 펌프(가령, 약 2000 리터/초)를 이용하는 에칭 공정에서 상업적으로 가용한 에칭 속도 및 산화물 에칭 특성을 생성하는 공정 매개변수는 상대적

으로 큰 체적의 플라즈마 챔버(예를 들어, 척(118)과 샤워 헤드(108) 간의 간격이 약 10cm이기 때문)와 상대적 저용량의 터보몰레큘러 펌프(가령, 1300 리터/초)를 사용하는 에칭 공정에서 구현될 때 수용가능한 에칭 속도와 산화물 에칭 특성을 제공하지 못할 수 있다. 한 실시예에서, 발명은 작은 폭, 높은 에스펙트비, 양호한 선택도를 얻으면서 산화물층의 특징부를 에칭하기 위해 상대적으로 큰 간격, 저온 상부 전극, 저용량 터보몰레큘러 펌프를 가지는 수정형 유도-연결 플라즈마 공정 반응기에서 새로운 화학물질을 이용하는 과정을 포함한다.

본 발명의 한 실시예에 따라, 10:1의 에스펙트 비와 0.2-0.35 미크론 사이의 에칭 특징부 크기를 가지는 에칭 특징부를 형성하기 위해, $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 를 포함하는 에칭 화학물질을 사용하는 창의적인 에칭 공정이 이용된다. 또한 창의적인 에칭 공정은 88도의 에칭 프로파일을 생성하고, 상대적으로 높은 약 5:1의 산화물-포토리저스트 선택도와 약 50:1의 산화물-실리콘 선택도를 유지한다. 에칭 프로파일은 산화물층의 상부면에 평행한 평면에 대해 에칭 측면에 의해 형성되는 각도로 측정된다.

도 3a는 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 를 포함하는 에칭 소스 기체 화학물질을 이용하는 창의적 에칭 공정으로 에칭될 수 있는 전형적인 적층구조(20)를 도시한다. 패턴처리된 마스크 구멍(212)을 가지는 포토레지스트층(210)이 산화물층(214) 위에 배치된다. 산화물층(214)은 실리콘층(216)(단결정 또는 다결정)의 기판 위에 배치된다. 이 실리콘층(216)은 타겟 산화물층의 아래에 놓인다.

도 3b는 창의적인 에칭 공정을 이용하여 에칭이 달성된 후 도 3a의 적층구조(200)의 도면이다. 이 에칭 공정은 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 에칭 소스 기체를 이용한다. 패턴처리된 마스크 구멍(212)을 통하여, 에칭제는 산화물층(214)의 물질과 반응하여, 산화물층(212)의 에칭부(218)까지 에칭시킨다. 이 에칭 과정 중, 플라즈마는 에칭부(218)를 이방성으로 에칭하는 경향이 있다. 플라즈마는 포토레지스트층(210)의 일부를 초기 두께(점선 220)로부터 도시되는 최종 두께까지 침식시키는 경향이 또한 있다. 그러나 높은 산화물-포토리저스트 선택도로 인해, 일부 포토레지스트는 에칭이 필요하지 않은 산화물층 영역을 보호하기 위해 에칭 후에도 유지된다. 더욱이, 높은 산화물-실리콘 선택도는 하부 실리콘층(216) 상에서 에칭을 정지하게 한다.

$\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 에칭 소스 기체를 이용하는 창의적인 에칭 공정은 높은 산화물-텅스텐 선택도를 또한 가진다는 것이 발견되었다. 따라서, 하부층은 텅스텐 기반의 금속으로 형성될 수 있고, 창의적인 에칭 공정은 산화물층을 통한 에칭 후 그 위에서 효과적으로 정지될 것이다. 이러한 두가지 텅스텐 기반 금속은 W이거나 WSi이다.

본 발명의 한 실시예에 따라, 0.25 미크론의 에칭부 크기와 7:1보다 큰 에스펙트비를 가지는 에칭부를 형성하기 위해, $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 를 포함하는 에칭 화학 물질을 이용하는 창의적인 에칭 공정이 사용된다. 또한, 창의적인 에칭 공정은 상대적으로 높은 약 5:1의 산화물-포토리저스트 선택도와 약 50:1의 산화물-실리콘(단결정 또는 다결정) 선택도를 유지한다. 이 공정에 사용되는 화학 물질은 비독성, 비가연성, 낮은 반응성의 장점을 또한 제공한다.

도 4a는 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 를 포함하는 에칭 소스 기체 화학물질을 이용하는 창의적인 에칭 공정으로 에칭될 수 있는 전형적인 적층 구조(300)를 도시한다. 패턴처리된 마스크 구멍(312)을 가지는 포토레지스트층(310)은 산화물층(314) 위에 배치된다. 산화물층(314)은 실리콘층(316)(단결정 또는 다결정)을 가지는 기판 위에 배치되고, 상부 실리콘층(316)은 타겟 산화물층 아래에 놓인다.

도 4b는 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 에칭 소스 기체를 이용하는 창의적 에칭 공정에서의 에칭 후 도 4a의 적층 구조(300)의 도면이다. 패턴처리된 마스크 구멍(312)을 따라, 에칭제가 산화물층(314) 물질과 반응하여 산화물층(312)의 에칭부(318)까지 에칭시킨다. 이 에칭 공정 중, 플라즈마는 에칭부(318)를 이방성으로 에칭하려는 경향이 있다. 플라즈마는 초기 두께(점선(320))로부터 최종 두께까지 포토레지스트층(310)의 일부를 침식시키는 경향을 또한 보인다. 그러나 높은 산화물-포토리저스트 선택도로 인해, 에칭이 필요하지 않은 산화물층의 영역을 보호하기 위해 에칭 후에도 일부 포토레지스트가 유지된다. 더욱이, 높은 산화물-실리콘 선택도는 도시되는 바와 같이 에칭이 하부 실리콘층(316) 위에서 정지하게 한다.

$\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 에칭 소스 기체를 이용하는 창의적 에칭 공정은 높은 산화물-질화티타늄(TiN) 선택도를 또한 가진다는 것이 또한 발견되었다. 일부 공정에서, 질화물층이 확산 장벽으로 이용된다. 따라서, 하부층은 TiN으로 형성되고, 창의적인 에칭 공정은 산화물층을 따른 에칭 후 그 위에서 효과적으로 정지된다. 한 실시예에서, 산화물-TiN 선택도는 약 20:1이다.

에칭 공정을 설명하기 위해, 도 5는 창의적 에칭 공정으로 산화물층을 에칭함에 있어 관련 단계의 순서도를 보여준다. 에칭전 기존 사전 에칭 단계가 실행된다(단계 500). 즉, 기판 및 플라즈마 반응기를 준비한다. 이 사전 에칭 단계는 공지된 공정이다. 일반적으로, 산화물층 에칭은 3단계로 이루어진다. 단계 1(502)은 압력을 안정시키고 에칭 소스 기체를 흐르게 한다. 에칭 소스 기체가 챔버 내로 유입되고, 특정 압력으로 안정화된다. 기체는 안정되면 단계 2가 시작된다. 단계 2(504)는 유도 전극에 연결된 제 1 RF 전원으로 플라즈마를 충돌시키는 과정을 포함한다. 점화된 플라즈마는 챔버 내의 특정 에칭 압력으로 안정화된다. 챔버압이 안정화된 후, 진정한 에칭 단계인 단계 3(506)이 실행된다. 에칭 단계 중, 기판을 향해 이온을 가속시키기 위해 하부 전극 위 바이어스 전력이 위치하는 것이 선호된다.

플라즈마는 기존 산화물층을 에칭하고 기존 종료 과정을 이용하여 종료된다. 그후, 기존 에칭후 공정(단계 508)이 실시될 수 있다. 이 에칭후 공정 단계는 공지된 과정으로서, IC나 평판 디스플레이 제품을 제작하기 위한 추가 공정 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 두 예에서, 이산화규소 포함층(가령, TEOS, BPSG, PSG 등)과 같은 산화물층을 가지는 200nm 기판이 기존 수정형 TCP 9100 플라즈마 공정 시스템에서 에칭된다. 그러나, 본 발명은 이러한 특정 크기의 기판에 제한되지 않는다.

산업상 이용 가능성

응용 #1

본 응용에서, 수정형 TCP 9100 플라즈마 에칭 반응기에서 $\text{CH}_2\text{F}_2/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 화학물질을 사용하는 에칭 공정을 이용하여 BPSG층이 에칭된다. 기판은 직경 200nm이고, 단결정 실리콘 하부층 위의 BPSG층의 두께는 4.0 마이크론이다. 포토레지스트층의 두께는 6000-8000 옹스트롬이다. 하부 전극은 헬륨으로 냉각되고, 섭씨 20도의 온도에서 작동한다.

앞서 언급한 플라즈마 공정 반응기 시스템 내의 압력은 에칭 중 5-30 mTorr로 유지되는 것이 선호되고, 20-30mTorr가 더욱 선호되며, 가장 선호되는 값은 30mTorr이다. 상부 RF 전력은 에칭 중 500-2000 와트로 유지되는 것이 선호되고, 1200-1500 와트가 더 선호되며, 가장 선호되는 값은 1500 와트이다. 하부 전극 전력은 에칭 중 500-2000 와트가 선호, 700-1100 와트가 더욱 선호, 가장 선호값은 900 와트이다.

CH_2F_2 의 유동 속도는 에칭 중 20-50 sccm이 선호, 40-50 sccm이 더욱 선호, 가장 선호값은 50 sccm이다. CH_2F_2 의 유동 속도는 총 유동 속도의 10-50% 사이가 선호된다. C_4F_8 의 유동 속도는 에칭 중 5-30sccm이 선호, 10-20 sccm이 더욱 선호, 20sccm이 가장 선호된다. CH_2F_2 유동 속도에 대한 C_4F_8 유동 속도의 비는 10-150% 사이가 선호되고, 40%가 가장 선호된다. C_4F_8 유동 속도는 총 유동의 5-30% 사이가 선호된다. O_2 의 유동 속도는 에칭 중 0-30 sccm이 선호, 10-20 sccm이 더욱 선호, 17 sccm이 가장 선호된다. CH_2F_2 유동 속도에 대한 O_2 유동 속도의 비는 0-150%가 선호되고, 30%가 가장 선호된다. O_2 유동 속도는 총 유동 속도의 0-30% 사이가 선호된다. 앞서 기술된 에칭 소스 기체는 아르곤과 같은 희석 기체를 포함할 수 있다.

그러나, 더 큰 기판이 사용될 때와 같이 성분 소스 기체의 유동 속도가 필요한 대로 변화될 수 있다. 따라서, 여러 성분 기체 간의 상대적 유동 속도가 중요하며, 각 성분 기체의 절대 유동 속도는 다른 기판 크기를 수용하기 위해 필요한 대로 수정될 수 있다.

앞서 공개된 에칭 매개변수와 화학물질을 이용하여 기판이 에칭될 때, 10:1보다 큰 애스펙트비(2.4 마이크론과 4 마이크론 깊이에 대해 0.2 마이크론과 0.35 마이크론의 특징부 크기)를 얻는다. 또한, 에칭 프로파일이나 에칭 속도에 악영향을 미치지 않으면서 5:1의 산화물-포토레지스트 선택도를 얻을 수 있다. 실제로, 생성되는 에칭 프로파일은 88도의 가늘어짐을 가진다.

응용 #2

본 응용에서, 수정형 TCP 9100 플라즈마 에칭 반응기에서 $\text{C}_3\text{H}_3\text{F}_5/\text{C}_4\text{F}_8/\text{O}_2$ 기반의 화학물질을 사용하는 에칭 공정을 이용하여 TEOS층이 에칭된다. 기판 직경은 200 nm이고, TiN 하부층 위의 TEOS층의 두께는 1.0 마이크론이다. 포토레지스트층의 두께는 8000-10000 옹스트롬이다. 하부 전극은 헬륨으로 냉각되고, 섭씨 20도의 온도에서 작동한다.

앞서 언급한 플라즈마 공정 반응기 시스템 내의 압력은 예칭 중 5-30 mTorr로 유지되는 것이 선호되고, 20-30mTorr가 더욱 선호되며, 가장 선호되는 값은 30mTorr이다. 상부 RF 전력은 예칭 중 500-2000 와트로 유지되는 것이 선호되고, 1200-2000 와트가 더 선호되며, 가장 선호되는 값은 1700 와트이다. 하부 전극 전력은 예칭 중 500-2000 와트가 선호, 1200-2000 와트가 더욱 선호, 가장 선호값은 1700 와트이다.

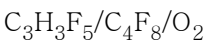
$C_3H_3F_5$ 의 유동 속도는 예칭 중 5-30 sccm이 선호, 10-20 sccm이 더욱 선호, 가장 선호값은 20 sccm이다. $C_3H_3F_5$ 의 유동 속도는 총 유동 속도의 5-30% 사이가 선호된다. C_4F_8 의 유동 속도는 예칭 중 5-30sccm이 선호, 5-15 sccm이 더욱 선호, 8sccm이 가장 선호된다. $C_3H_3F_5$ 유동 속도에 대한 C_4F_8 유동 속도의 비는 10-300% 사이가 선호되고, 50%가 가장 선호된다. C_4F_8 유동 속도는 총 유동의 0-30% 사이가 선호된다. O_2 의 유동 속도는 예칭 중 0-30 sccm이 선호, 10-20 sccm이 더욱 선호, 15 sccm이 가장 선호된다. $C_3H_3F_5$ 유동 속도에 대한 O_2 유동 속도의 비는 10-300%가 선호되고, 50%가 가장 선호된다. O_2 유동 속도는 총 유동 속도의 0-30% 사이가 선호된다. 앞서 기술된 예칭 소스 기체는 아르곤과 같은 희석 기체를 포함할 수 있다.

그러나, 더 큰 기관이 사용될 때와 같이 성분 소스 기체의 유동 속도가 필요한 대로 변화될 수 있다. 따라서, 여러 성분 기체 간의 상대적 유동 속도가 중요하며, 각 성분 기체의 절대 유동 속도는 다른 기관 크기를 수용하기 위해 필요한 대로 수정될 수 있다.

앞서 공개된 예칭 매개변수와 화학물질을 이용하여 기관이 예칭될 때, 7:1보다 큰 에스펙트비(1.8 마이크론 깊이에 대해 0.25 마이크론의 특징부 크기)를 얻는다. 또한, 예칭 프로파일이나 예칭 속도에 악영향을 미치지 않으면서 5:1의 산화물-포토레지스트 선택도를 얻을 수 있다. 또한, $C_3H_3F_5/C_4F_8/O_2$ 의 기체 화학 물질은 약 20:1의 TiN 선택도를 생성한다.

$C_3H_3F_5/C_4F_8/O_2$ 의 기체 화학 물질의 또다른 구별되는 장점은 낮은 광역 워밍 전위(low global warming potential), 낮은 독성, 낮은 반응성, 비가연성에 있다.

다수의 하부층(실리콘, 텅스텐 기반 금속, TiN 등)과 포토레지스트에 높은 선택도를 제공하면서, 높은 에스펙트비를 가지는 작은 특징부를 산화물층을 따라 예칭하는 능력을 본 발명이 제공한다는 것이 관찰되었다. 본 발명은 예칭 프로파일 및 예칭 속도에 큰 악영향을 미치지 않으면서 7:1에서 10:1 이상의 범위의 에스펙트비를 얻으며 0.25 마이크론 이하의 특징부 크기를 예칭할 수 있다. 공개되는 공정에서, 포토레지스트 선택도는 약 5:1까지 증가되었고, 한 실시예에서, TiN 선택도는 약 20:1까지 증가되었다. 또한, 상부 전극과 기관 사이 간격을 키움으로서 플라즈마를 채우고 그 부피를 증가시킴으로서, 기관의 내부 변부로부터 외부 변부까지 균일한 예칭을 얻을 수 있었다.



의 화학 물질의 추가적 장점은 이것이 환경친화적인 기체라는 점이다. 즉, 이 화학 물질에 추가 처리없이 대기로 안전하게 방출할 수 있는 것이다. 이 특징은 유독성 부산물 기체의 남용과 연관된 비용을 크게 감소시킨다.

도면의 간단한 설명

도 1a는 전형적인 반도체 IC 제작 중 형성되는 일부층을 나타내는 적층구조의 단면도.

도 1b는 산화물층을 따라 점점 구멍이 예칭된 후 도 1a와 동일한 적층 구조의 도면.

도 2는 창의적 예칭 과정에 적절히 사용될 수 있는 플라즈마 반응기의 단순화된 도면.

도 3a는 $CH_2F_2/C_4F_8/O_2$ 예칭 소스 기체를 사용하는 창의적인 예칭 공정을 이용하여 예칭되기 전에 산화물층을 포함하는 적층 구조의 단면도.

도 3b는 $CH_2F_2/C_4F_8/O_2$ 예칭 소스 기체를 사용하는 창의적인 예칭 공정을 이용하여 산화물층을 따라 점점 구멍이 예칭된 후 도 3a의 적층구조의 도면.

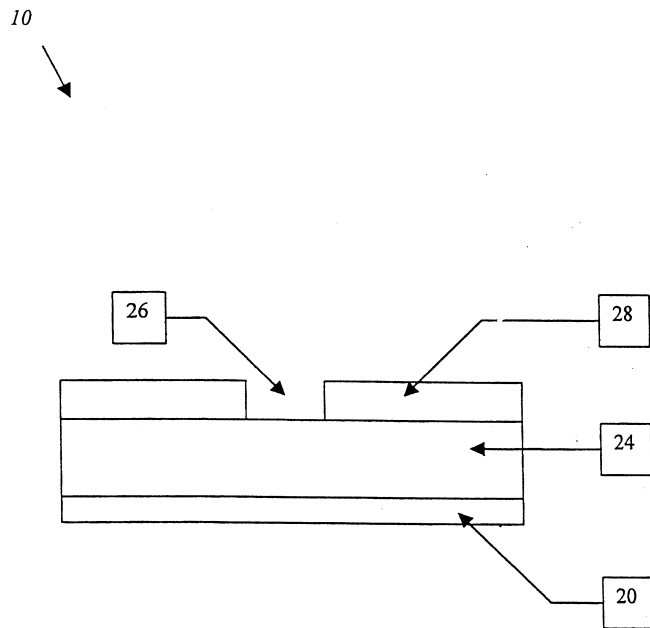
도 4a는 $C_3H_3F_5/C_4F_8/O_2$ 에칭 소스 기체를 사용하는 창의적 에칭 공정을 이용하여 에칭되기 전에 산화물층을 포함하는 적층구조의 단면도.

도 4b는 $C_3H_3F_5/C_4F_8/O_2$ 에칭 소스 기체를 사용하는 창의적 에칭 공정을 이용하여 산화물층을 따라 점점 구멍이 에칭된 후 도 4a의 적층구조의 도면.

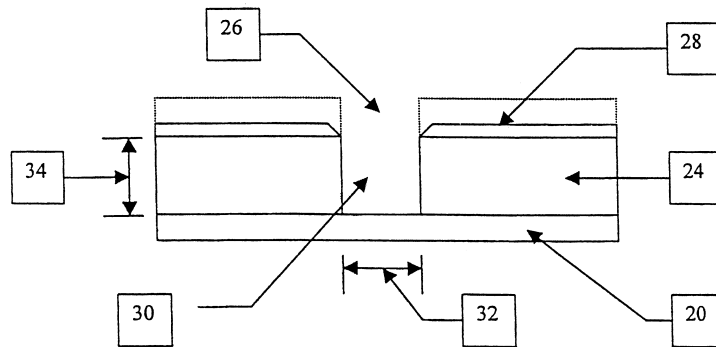
도 5는 본 발명의 한 실시예에 따른 에칭 공정의 순서도.

도면

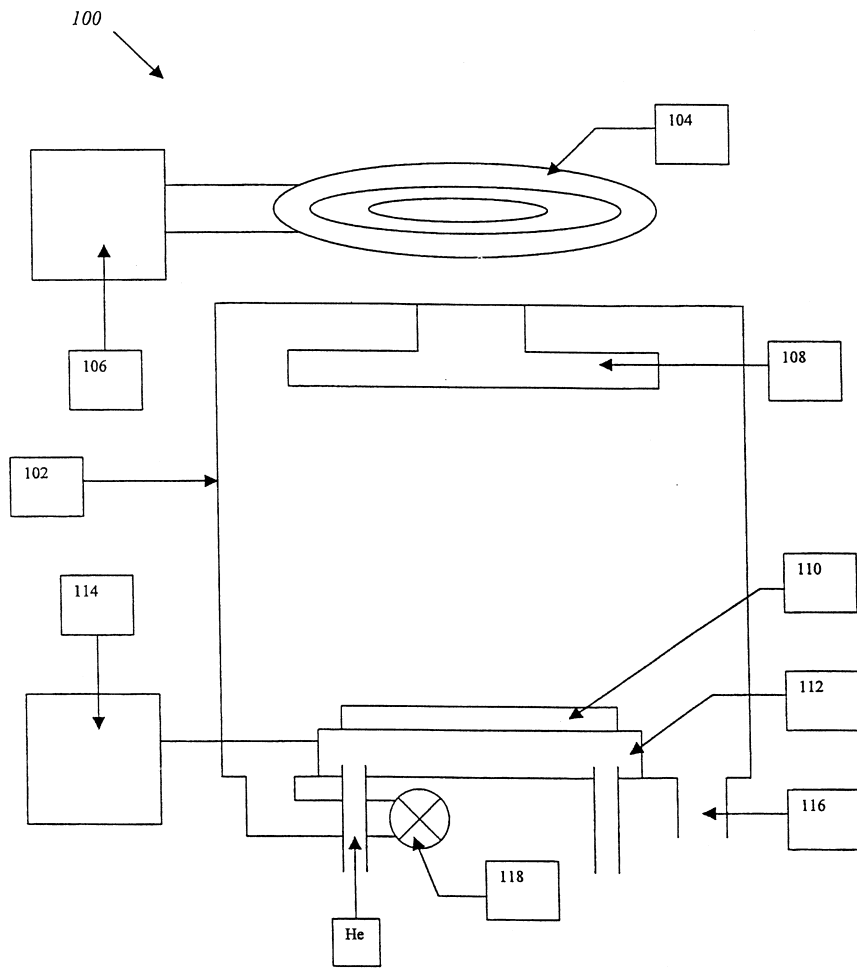
도면1a



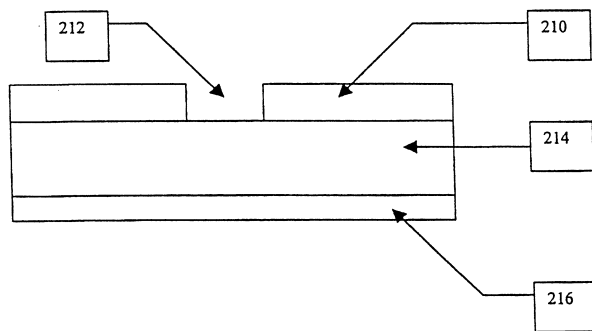
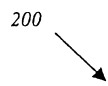
도면1b



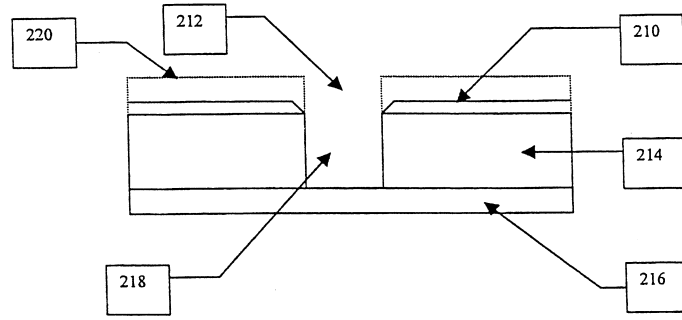
도면2



도면3a

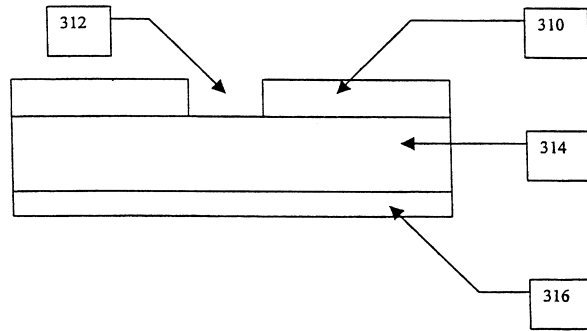


도면3b

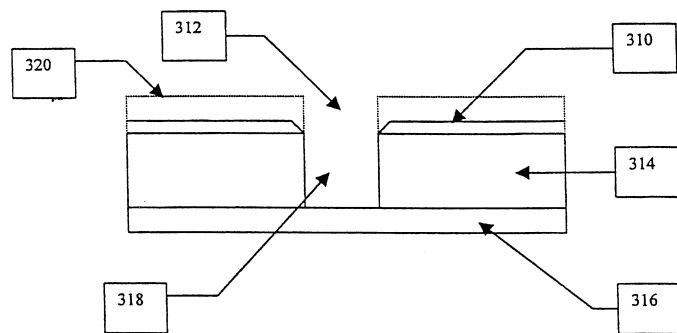


도면4a

300



도면4b



도면5

