



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

C23C 16/18 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년01월31일

(11) 등록번호

10-0676995

(24) 등록일자

2007년01월25일

(21) 출원번호 10-1999-0039490  
 (22) 출원일자 1999년09월15일  
 심사청구일자 2004년08월30일

(65) 공개번호

10-2000-0023166

(43) 공개일자

2000년04월25일

(30) 우선권주장 09/153,390 1998년09월15일 미국(US)

(73) 특허권자 지멘스 악티엔게젤샤프트  
 독일 뮌헨 80333 비엘스파히프라츠 2

(72) 발명자 구체, 마틴  
 독일 84405 도르펜 담메를 베르크 18아

슈트로블, 페터  
 미국 23060 버지니아 글렌알렌 섬머크리크 웨이 5604

베게, 슈테판  
 독일 데-01076 드레스덴 피.오.박스 100940 엠피에프이 피아이

뤼肯, 아이케  
 독일 데 001445 라도보울아이슈타인 슈트라쎄 24

슈토야코빅, 게오르크  
 미국 12601 뉴욕 포우컵시에 보브릭 로드 10

슈풀러, 브루노  
 독일 01478 바이스도르프 드레스덴에 발트클록 슈트라쎄 82

(74) 대리인 남상선

심사관 : 이성준

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 금속 라인들의 사후 에칭 부식을 감소시키기 위한 금속배선 에칭 기술

(57) 요약

본 발명은 기판상에 증착된 금속배선층으로부터 에칭된 금속 라인의 수직 표면상에 중합체 증착을 감소시키기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 금속배선층상에 하드 마스크 층을 형성하는 단계 및 상기 하드 마스크 층상에 포토레지스트 마스크를 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하드 마스크 층으로부터 하드 마스크를 형성하기 위하여 포토레지스트 마스크를 사용하는 단계를 더 포함한다. 하드 마스크는 그 내부에 추후 플라즈마-강화 금속배선 에칭시 금속 라인을 형성

하기 위하여 구성된 패턴을 가진다. 상기 방법은 포토레지스트 마스크를 제거하는 단계를 포함한다. 부가적으로, 하드 마스크와,  $\text{Cl}_2$  및 적어도 하나의 패시베이션 형성 화학 물질을 포함하는 에천트 소스를 사용하여 플라즈마-강화 금속배선 에칭을 수행하는 단계를 포함하고, 여기에서 플라즈마-강화 금속배선 에칭은 포토레지스트를 사용하지 않고 수행되어 플라즈마-강화 금속배선 에칭 동안 중합체 증착을 감소시킨다.

## 대표도

도 8

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

삭제

### 청구항 2.

삭제

### 청구항 3.

삭제

### 청구항 4.

삭제

### 청구항 5.

삭제

### 청구항 6.

삭제

### 청구항 7.

삭제

### 청구항 8.

삭제

### 청구항 9.

기판 상부에 배치되는 금속배선층으로부터 에칭되는 금속 라인들의 부식을 감소시키기 위한 방법으로서,

상부에 상기 금속배선 층을 갖는 기판을 제공하는 단계,

상기 금속배선 층 상부에 하드 마스크 층을 형성하는 단계,

상기 하드 마스크 층 상부에 포토레지스트 마스크를 제공하는 단계,

상기 하드 마스크층으로부터 하드 마스크를 형성하기 위하여 상기 포토레지스트 마스크를 사용하는 단계,

상기 포토레지스트 마스크를 제거하는 단계,

$\text{Cl}_2$  및 적어도 하나의 패시베이션 형성 화학물을 포함하는 에천트 소스 가스 와 상기 하드 마스크를 사용하여 상기 플라즈마-강화 금속배선 에칭을 수행하는 단계, 및

상기 플라즈마-강화 금속배선 에칭 동안에 형성되는 중합체 측벽들을 제거하기 위해 습식 에칭을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 금속배선층은 서로 다른 전기화학적 특성들을 가지는 두개 이상의 층들을 포함하며,

상기 하드 마스크는 후속 플라즈마-강화 금속배선 에칭으로 상기 금속 라인들을 형성하도록 구성되는 패턴들을 내부에 가지며,

상기 플라즈마-강화 금속배선 에칭은 상기 플라즈마-강화 금속배선 에칭 동안 포토레지스트 기질의 중합체 증착을 감소시키기 위해 포토레지스트 없이 수행되며,

상기 습식 에칭은 습식 에칭 동안에 두 개 이상의 층들 사이에 전기분해 반응으로 인한 부식을 감소시키기 위해 상기 금속 라인들 상부에 상기 하드 마스크가 배치되어 있는 동안에 수행되는,

금속 라인들의 부식 감소 방법.

### 청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 두 개 이상의 층들 중 하나는 TiN 층을 나타내는,

금속 라인들의 부식 감소 방법.

### 청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 두 개 이상의 층들 중 다른 하나는 알루미늄 함유 층을 나타내는,

금속 라인들의 부식 감소 방법.

### 청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 측벽 패시베이팅 화학물은  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$  및  $\text{CHF}_3$  중 하나인,

금속 라인들의 부식 감소 방법.

### 청구항 13.

에칭된 금속 피쳐들의 수직 표면들 상에서 측벽 패시베이션과 중합체 증착물 중 하나 이상을 제거하도록 수행되는, 금속배선 층으로부터 보다 먼저 에칭된 금속 피쳐들의 습식 세정 동안에 부식을 감소시키기 위한 방법으로서,

상기 금속배선 층 상부에 하드 마스크를 제공하는 단계,

예칭된 금속 피쳐들을 형성하도록, 상기 하드 마스크를 사용하여 플라즈마 처리 챔버에서 상기 금속배선 층을 예칭하는 단계, 및

상기 습식 예칭에 사용되는 습식 예칭 용액으로 상기 예칭된 금속 피쳐들의 노출을 감소시키도록 상기 예칭된 금속 피쳐들의 상부 표면들을 덮고 있는 상기 하드 마스크를 제거하지 않고 상기 습식 세정을 수행하는 단계를 포함하는,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

#### 청구항 14.

제 13 항에 있어서,

상기 예칭은 포토레지스트 마스크의 사용없이 수행되는,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

#### 청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 예칭은 측벽 패시베이팅 작용제를 포함하는 예천트를 사용하는,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

#### 청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 측벽 패시베이팅 작용제는  $N_2$ ,  $CH_4$  및  $CHF_3$  중 하나인,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

#### 청구항 17.

제 15 항에 있어서,

상기 습식 세정을 수행하기 이전에 플라즈마 패시베이션을 수행하는 단계를 더 포함하는,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

#### 청구항 18.

제 13 항에 있어서,

상기 하드 마스크는 상기 금속 라인들 상부에 순차적으로 형성되는 절연층 부분으로서 사용되는,  
금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

## 청구항 19.

제 13 항에 있어서,

상기 하드 마스크는  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiON}$ ,  $\text{SiN}$  및  $\text{FOX}$  중 적어도 하나를 포함하는 하드 마스크 재료로 형성되는,

금속 피쳐들의 부식 감소 방법.

**명세서**

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 기판상의 금속배선 층(metallization layer)을 에칭하기 위한 기술에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 종래기술의 금속배선 에칭 처리를 동안에 형성된 부산물들로 인한 부식을 감소시키면서 금속배선 층을 에칭하기 위한 기술에 관한 것이다.

반도체 집적 회로의 제조시, 금속 라인들은 집적 회로상의 장치들 사이에서 전도성 경로들로서 종종 사용된다. 금속 라인들 및 피쳐(feature)들을 형성하기 위하여, 금속층은 일반적으로 웨이퍼의 표면 상부에 블랭킷(blanket) 층착된다. 그 다음 적당한 포토레지스트 마스크를 사용하여, 금속층 부분들은 에칭되고, 금속 라인들 및 피쳐들은 남는다.

집적 회로 밀도가 증가하고 구조의 크기가 감소하기 때문에, 여러 기술이 집적 회로의 음각 구조를 적당하게 에칭하기 위하여 개발되었다. 이러한 기술들중 하나는 플라즈마-강화 에칭이다. 논의를 용이하게 하기 위하여, 도 1은 기판(104)상에 배치되는 금속층(202)을 도시한다. 기판(104)은 웨이퍼 자체를 나타내거나, 보다 일반적으로 산화물층과 같이, 그 상부에 금속층(202)이 배치되는 층을 나타낼 수 있다. 도 1의 예에서, 금속층(202)은 통상적으로 티타늄과 같은 재료로 형성된 배리어층(106)을 포함한다. 몇몇 경우에, 배리어층(106)은 티타늄 층 위에 놓인 질화 티타늄( $\text{TiN}$ )을 포함하는 복합 층을 나타낼 수 있다. 금속층(108)은 일반적으로 알루미늄이나, 알루미늄/구리 또는 알루미늄/구리/실리콘 같은 합금들중 하나로 형성된다. 금속층(108)과 포토레지스트 마스크(110) 사이에는 배리어/ARC(anti-reflective coating)(반사-방지 코팅) 층(112)이 층착된다. 배리어/ARC 층(112)은 예를들어 유기 또는 무기 특성일 수 있는 상부에 놓인 반사-방지(anti-reflective) 코팅부를 포함할 수 있다. 당업자는 반사-방지 코팅층이 리소그래피를 위하여 주로 제공된다는 것을 인식할 수 있다. 티타늄 및/또는 질화 티타늄의 배리어층은 상기 반사-방지 코팅층 아래에 배치될 수 있다. 비록 금속층(202)이 배리어/ARC 층(112), 금속층(108) 및 배리어층(106)을 포함하는 것으로 도시될 지라도, 당업자는 배리어/ARC 층(112) 및 배리어층(106)은 선택적이며, 하나 또는 두개의 층이 몇몇 IC들에서는 생략될 수 있다는 것을 인식할 수 있다.

포토레지스트 마스크(110)는 적당한 포토레지스트 공정을 사용하여 형성된 포토레지스트 마스크의 일부를 나타낸다. 금속층(202)을 에칭하는 동안, 포토레지스트 마스크(110)는 포토레지스트 피쳐들 아래에 배치된 금속층(202) 부분들을 보호하므로, 하부의 금속층의 외측에 피쳐들을 형성한다. 예를 들어, 금속층(202)의 에칭은 도 1이 도시된 페이지에 수직으로 배치된 라인을 형성한다.

도 2에서, 에칭이 완료되고 포토레지스트 피쳐들에 의해 보호되지 않은 금속층(202) 부분들은 제거된다. 통상적으로, 알루미늄 코팅 금속층의 에칭은  $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2/\text{HCl}$ ,  $\text{Cl}_2/\text{N}_2$  등과 같은 에칭 소스 가스들을 사용하여 플라즈마 반응기에서 수행될 수 있다. 에칭은 예를들어, 반응성 이온 에칭(RIE)으로서 공지된 플라즈마-강화 프로세스에 따라 수행될 수 있다. 도 2에서, 금속 피쳐(204)의 수직 표면들을 코팅하는 중합체 측벽들(202a 및 202b)이 도시된다. 통상적으로, 중합체 측벽들은 포토레지스트 마스크(110)로부터 스퍼터링되는 포토레지스트와 같은 유기 재료, 금속배선 층(알루미늄, 티타늄 등)으로부

터 재스퍼팅된 재료, 하부 층(기판 104로부터)으로부터 스퍼팅된 재료 및 예칭 소스 가스로부터 약간의 양의 염소 및/또는 염소 함유 화합물을 포함한다. 이후에 논의될 바와같이, 중합체 측벽들은 사후(post) 금속배선 처리 단계들의 일부분으로서 제거될 필요가 있다.

도 3에서, 포토레지스트 마스크는 제거된다. 통상적인 플라즈마-강화 프로세스시, 포토레지스트 마스크 제거는 예를들어 애쉬(ash) 재료로서 O<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O 증기 또는 O<sub>2</sub>를 이용하여 다운스트림(downstream) 애쉬 플라즈마 반응기에서 포토레지스트 재료를 스트립핑함으로써 달성될 수 있다. 통상적으로 상기와 같은 경우, 포토레지스트 스트립 처리는 측벽 중합체들을 거의 제거하지 못한다. 결과적으로, 중합체 측벽들은 포토레지스트 스트립 처리후 남아있어서, 후속 처리 단계에서 제거되어야 한다. 만약 측벽 중합체가 금속 라인에 부착된채 남으면, 염소가 주위 환경의 습기와 반응하여, 금속 라인들을 침식시키는 부식성 산(acid)들을 형성하기 때문에, 중합체 측벽들을 완전히 제거하는 것이 매우 바람직하다. 당업자에게 인식될 수 있는 바와같이, 금속 라인들의 부식은 금속 라인들의 전기적 특성을 변화시킨다. 예를들어, 저항을 증가시킨다. 몇몇 경우, 부식은 전도성 경로를 단절시키기에 충분하게 작용할 수 있어서, 의도되지 않은 개방 회로를 형성한다.

전술한 바와 같이, 포토레지스트 스트립 처리후 남겨진 중합체 측벽들을 제거하기 위하여 종래기술에서는 통상 별도의 프로세스가 요구된다. 종래기술에서, 중합체 측벽 제거는 플라즈마-강화 예칭이 중착되는 중합체를 제거하는데 비교적 효과적이지 않기 때문에 습식 예칭 처리에 의해 달성된다. 습식 예칭은 패시베이팅(passivating) 플라즈마 처리 및/또는 탈이온(deionized) 물 린스(rinse) 처리에 의해 진행될 수 있다. 습식 예칭 처리는 통상적으로 크롬 인산, 희석된 과산화황, 캘리포니아주 해이워드의 EKC 테크놀로지 사의 유기 용매 EKC265 또는 오하이오주 쿨럼버스의 애쉬랜드 캐미컬 사의 ACT935와 같은 적당한 습식 예천트를 사용한다. 도 4는 중합체 측벽들을 제거하기 위하여 습식 예칭이 수행된 후 도 3의 금속배선 피쳐를 도시한다.

비록 습식 예칭 처리가 중합체 측벽을 제거할 수 있지만, 그것은 단점을 가진다. 예를들어, 습식 예칭 처리는 통상적으로 알루미늄에 대한 높은 선택성을 가지지 않는 부식성 화학물들을 사용한다. 만약 습식 예칭 처리가 주의깊게 제어되지 않으면, 특히 상부 및/또는 하부 배리어 층들과의 계면, 또는 알루미늄 라인과 하부의 텅스텐 스터드 사이의 계면에서, 습식 예천트가 알루미늄 라인들을 공격한다. 스터드 관련 부식은 금속 라인과 오정렬(mis-aligned)되어(예를들어 제조 허용 오차로 인해) 금속 라인에 의해 완전히 커버되지 않은 임의의 스터드가 있는 경우 특히 심각하다. 다른 한편, 전술한 부식 문제를 막기 위해 실질적으로 모든 측벽 중합체들이 제거되도록, 습식 예칭은 충분히 진행되어야 한다. 비교적 좁은 처리 윈도우로 인해, 중합체 측벽들을 제거하기 위한 습식 예칭 처리의 사용은 처리자들에게 많은 어려움들을 주었다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 전술한 종래기술의 문제점들을 해결하는 것이다.

### 발명의 구성

본 발명은 일 실시예로서 기판 상부에 배치된 금속배선층으로부터 예칭되는 금속 라인들의 수직 표면들상에서 중합체 중착을 감소시키기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 금속배선 층 상에 하드 마스크 층을 형성하는 단계 및 하드 마스크 층 상에 포토레지스트 마스크를 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하드 마스크 층으로부터 하드 마스크를 형성하기 위하여 포토레지스트 마스크를 사용하는 단계를 더 포함한다. 하드 마스크는 순차적인 플라즈마-강화 금속배선 예칭으로 금속 라인들을 형성하도록 그 내부에 구성되는 패턴들을 가진다. 또한 포토레지스트 마스크를 제거하는 단계가 있다. 부가적으로, Cl<sub>2</sub> 및 적어도 하나의 패시베이션 형성 화학물을 포함하는 예천트 소스 가스 및 하드 마스크를 사용하여 플라즈마-강화 금속배선 예칭을 수행하는 단계를 포함하고, 여기서 상기 플라즈마-강화 금속배선 예칭은 플라즈마-강화 금속배선 예칭동안 중합체 중착을 감소시키기 위하여 포토레지스트를 사용하지 않고 수행된다.

다른 실시예로서, 본 발명은 기판 상부에 배치되는 금속배선층으로부터 예칭되는 금속 라인들의 부식을 감소시키기 위한 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 그 상부에 금속배선층을 갖는 기판을 제공하는 단계를 포함한다. 금속배선층은 다른 전기화학적 특성을 가지는 적어도 두개의 층들을 포함한다. 상기 방법은 부가적으로 금속배선층 상부에 하드 마스크 층을 형성하는 단계 및 하드 마스크 층 상부에 포토레지스트 마스크를 제공하는 단계를 포함한다. 게다가, 하드 마스크 층으로부터 하드 마스크를 형성하기 위하여 포토레지스트 마스크를 사용하는 단계를 포함한다. 하드 마스크는 순차적인 플라즈마-강화 금속배선 예칭으로 금속 라인들을 형성하도록 그 내부에 구성되는 패턴들을 가진다. 상기 방법은 포토레지스트 마스크를 제거하는 단계, 및 Cl<sub>2</sub>와 적어도 하나의 패시베이션 형성 화학물을 포함하는 예천트 소스 가스 및 하드 마스크를 사용하여 플라즈마-강화 금속배선 예칭을 수행하는 단계를 포함하고, 여기서 상기 플라즈마-강화 금속배선 예칭은 플라즈마-강화 금속배선 예칭 동안 포토레지스트 기질의 중합체 중착물을 감소시키기 위하여 포토레지스트를 사용하지 않고

수행된다. 상기 방법은 부가적으로 플라즈마-강화 금속배선 예칭 동안 형성되는 중합체 측벽들을 제거하기 위한 습식 예칭을 수행하는 단계를 포함한다. 하드 마스크가 습식 예칭 동안 적어도 두개의 금속 층들 사이의 전기분해 반응으로 인한 부식을 감소시키도록 금속 라인들 상부에 배치되면서, 상기 습식 예칭이 수행된다.

다른 실시예에서, 본 발명은 금속배선 층으로부터 보다 먼저 예칭되는 금속 피쳐들의 습식 세정동안 부식을 감소시키기 위한 방법에 관한 것이다. 습식 예칭은 예칭되는 금속 피쳐들의 수직 표면들상에서 적어도 하나의 측벽 패시베이션 및 중합체 증착물을 제거하기 위하여 수행된다. 상기 방법은 금속배선층 상부에 하드 마스크를 제공하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 하드 마스크를 이용하여 플라즈마 처리 챔버에서 금속배선 층을 예칭하는 단계를 포함한다. 예칭은 예칭되는 금속 피쳐들을 형성한다. 상기 방법은 하드 마스크를 제거하지 않고 습식 예칭을 수행하는 단계를 부가적으로 포함하고, 여기서 하드 마스크는 습식 예칭시 사용된 습식 예칭 용액에 예칭된 금속 피쳐의 노출을 줄이기 위하여 예칭되는 금속 피쳐들의 상부 표면들을 덮는다.

본 발명의 이들 및 다른 특징은 도면과 관련하여 본 발명의 상세한 설명에 상세히 기술될 것이다.

본 발명은 첨부 도면을 참조하여 다음 상세한 설명에 의해 쉽게 이해될 것이고, 동일 부호는 동일 구성요소를 나타낸다.

본 발명은 첨부 도면에 도시된 바와같은 몇몇의 바람직한 실시예를 참조하여 상세히 기술될 것이다. 다음 상세한 설명에서, 다수의 특정 실시예는 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위하여 기술된다. 그러나 당업자에게 있어서, 본 발명이 몇몇 또는 모든 이러한 구체적인 상세한 설명 없이 실행될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 다른 예에서, 잘 공지된 구조 및/또는 처리 단계는 본 발명을 불명료하게 하지 않도록 상세히 기술하지 않는다.

본 발명의 일 실시예에 따라, 플라즈마-강화 금속배선 예칭 동안 금속 라인들상에 포토레지스트 기질의 중합체 증착물을 실질적으로 제거하는 개선된 금속배선 예칭 기술이 제공된다. 포토레지스트 마스크가 금속 예칭 동안 금속 라인들을 형성하기 위하여 일반적으로 사용되는 종래기술의 플라즈마-강화 금속배선 예칭 기술과 비교하여, 본 발명은 하드 마스크가 포토레지스트 조각들로 인한 중합체 증착을 제거하기 위하여 대신 사용되는 플라즈마-강화 예칭 기술을 바람직하게 사용한다. 특히, 에천트 소스 가스는 이방성 예칭을 용이하게 하고 측벽 프로파일을 보호하기 위하여 적어도 하나의 측벽 패시베이팅 작용제(agent)를 포함하도록 선택된다. 측벽 패시베이팅 작용제는 금속배선부 예칭동안 포토레지스트 마스크의 제거와 함께 제거되는 중합체 증착물을 보상하기 위하여 측벽 패시베이션을 형성하도록 제공된다. 측벽 패시베이팅 작용제의 체적이 통상적인 플라즈마 예칭 장치에서 미세하게 제어될 수 있기 때문에, 측벽 패시베이션 양이 측벽 프로파일 요구 조건들과 부합하면서 최소화되도록 처리를 미세하게 조절하는 것이 가능하다. 그래서, 습식 예칭 요구조건들이 함께 감소되거나 제거되고, 부식성 습식 예칭 용액에 민감한 예칭 금속 피쳐들의 노출을 제한하거나 습식 세정 요구를 제거한다.

금속 예칭후 남아있을 수 있는 임의의 측벽 패시베이션을 제거하기 위하여 감소된 습식 예칭 처리가 어느 정도 바람직하며, 본 발명은 부정확한 방식으로 습식 예칭 처리 동안 부식을 감소시키도록 작용한다. 이것은 만약 금속배선층이 두개 이상의 서로 다른 금속층들로 형성되면, 종종 발생되는 바와 같이, 습식 예칭 용액에서 서로 다른 금속들의 존재가 전기화학적 반응들로 인해 더 큰 부식을 유발하기 때문이다. 본 발명의 특히 바람직한 일 실시예에 따라, 하드 마스크는 금속 라인을 "덮기" 위한 습식 예칭동안 금속 라인상에 남겨지고 부식성 습식 예칭에 대한 노출을 감소시킨다. 습식 예칭 처리 동안 금속 라인들을 "덮음(capping)"으로써, 금속층들 중 보다 더 작은 표면 영역이 습식 예칭 용액에 노출되어, 명백하지 않은(nonobvious) 방식으로 부식을 감소시킨다.

본 발명의 하나의 바람직한 실시예에 따라, 하드 마스크는 예칭되는 금속 라인들 상부에 순차적으로 중착되는 절연 유전체 층 부분으로서 사용하는 재료로 형성된다. 따라서, 예칭후 하드 마스크를 제거하는 것이 필요하지 않다. 대신, 하드 마스크는 그후 금속 라인들상에 중착될 수 있는 절연 유전체층 부분으로서 배치되도록 남겨질 수 있다. 만약 순차적으로 중착되는 층이 금속 라인들 층 아래까지 예칭되면, 하드 마스크 재료는 바람직하게 하나의 예칭 단계에서 순차적으로 중착되는 유전체 재료와 함께 예칭될 수 있도록 선택된다. 이런 방식으로, 감소된 포토레지스트 기질의 중합체 중착과 연관된 장점은 금속배선 예칭후 별도의 하드 마스크 제거 단계를 필요로 하지 않고 달성될 수 있다는 것이다. 이것은 특히 금속 라인들이 다중 금속 처리시 절연 재료층으로 종종 커버되기 때문에 IC 제조자에게 중요하다.

본 발명의 특징 및 장점의 논의를 쉽게하기 위하여, 포토레지스트 없는 플라즈마-강화 금속배선 예칭 기술의 특정 실시예는 도 5-8에 도시된다. 도 5에서, 기판(104) 상부에 배치된 금속층(502)이 도시된다. 특정 실시예에서, 금속층(502)은 3개의 개별 층들을 포함한다: 배리어층(504), 금속층(506), 및 배리어/반사-방지 코팅(ARC) 층(508). 당업자는 배리어층(504) 및 배리어/ARC 층(508)은 선택적(optional)이고, 금속층(502) 및/또는 금속층(502)에 인접한 층들에 대한 재료의 특정 선택에 따라 모든 경우 필요하지 않을수 있다는 것을 쉽게 인식할 것이다.

도 5를 참조하여, 배리어층(504)은 Ti 층 위에 놓인 TiN 층을 포함한다. 금속층(506)은 알루미늄 함유 층, 바람직하게 알루미늄이나, Al/Cu 또는 Al/Cu/Si 같은 알루미늄 합금들 중 하나로 형성된다. 배리어/ARC 층(508)은 Ti 층 상부에 놓인 TiN 층을 포함한다. 금속층을 통하여 에칭을 용이하게 하기 위하여, 하드 마스크 층(510)은 SiON, 산화물, SiN, FOx, 또는 임의의 이들의 조합물 같은 하드 마스크 재료로 형성된다. 특히 바람직한 실시예에서, 하드 마스크 재료는 부가적인 유기 ARC 층을 요구하지 않고 그 위에 깊은 UV 리소그래피를 사용할 수 있는 SiON이다.

통상적인 상황에서, 유기 ARC 층은 하드 마스크 층(510) 및 순차적으로 형성되는 유기 포토레지스트 마스크(514) 사이에 제공된다. 유기 ARC 층은 만약 포토리소그래피를 위해 필요할 때만 포함된다는 것을 유의한다. 포토레지스트 유기 마스크는 금속층으로 점차 전달되는 금속 라인들의 패턴을 포함한다. 그러나 첫번째 단계로서, 포토레지스트 마스크는 하드 마스크 층에 패턴을 전달하도록 하드 마스크 층을 통하여 에칭하기 위하여 사용되어, 하드 마스크를 형성한다. 일 실시예에서, 하드 마스크는  $\text{SiO}_2$  및 SiON의 이중층을 포함하고 반응성 이온 에칭 처리를 사용하는  $\text{CF}_4/\text{CHF}_3/\text{아르곤}$ 을 사용하여 에칭된다. 일 실시예에서, 하드 마스크의 RIE는 캘리포니아주 산타클라라에 있는 어플라이드 머티어리얼스에 의해 공급되는 MXP 플라즈마 처리 시스템에서 수행된다. 도 6에서, 하드 마스크의 일부는 참조 번호(512)에 의해 도시된다.

그 다음 포토레지스트 마스크는 애쉬 재료로서  $\text{O}_2$  또는  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$  증기를 사용하는 플라즈마-강화 애쉬와 같은 통상적인 포토레지스트 스트립핑 처리로 스트립된다. 이런 방식으로, 포토레지스트 마스크는 하드 마스크 층을 통하여 금속층 아래로 에칭하는데만 사용된다. 포토레지스트 스트립후의 결과는 도 7에 도시된다.

순차적으로, 하드 마스크의 패턴은 적당한 에친트를 사용하여 금속층에 전달된다. 사용되는 특정 에친트는 물론 금속층을 포함하는 층들의 혼합에 따라 좌우된다. 에친트가 알루미늄 층을 통하여 에칭하는 동안 하드 마스크 재료에 선택적인 것은 바람직하다. 예를 들어,  $\text{Cl}_2$ 를 포함하는 에친트들은 알루미늄 함유 층을 통하여 에칭하는데 적당하다는 것이 발견되었다.

본 발명의 일측면에 따라, 금속배선 에칭 처리에서 포토레지스트 마스크의 제거는 마스크 언더커팅(undercutting)을 보호하기 위한 PR 기질의 중합체 측벽이 없기 때문에 플라즈마-강화 에칭 처리(예를 들어, RIE)의 이방성 에칭(예를 들어, 원하는 수직 에칭 프로파일)에 악영향을 미칠 수 있다. 에칭 프로파일을 보호하기 위하여, 금속층을 통하여 에칭하기 위하여 사용된 에친트 소스 가스는 본 발명의 일실시예에 따라 적어도 하나의 측벽 패시베이팅 작용제를 포함한다. 측벽 패시베이팅 작용제는 예를 들어,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ 이다. 따라서,  $\text{Cl}_2/\text{HCl}/\text{N}_2$ ,  $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2$ ,  $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{CH}_4$ ,  $\text{BCl}_3/\text{Cl}_2/\text{N}_2/\text{CH}_4$  같은 에친트들은 알루미늄 함유 층을 에칭하는데 사용될 수 있다. 금속배선 에칭후 결과는 도 8에 도시되고, 도 8은 그것에 의해 형성된 금속 피쳐(516)를 도시한다.

측벽 패시베이팅 작용제의 입력 유속(flow rate)을 제어함으로써, 이후에 제거하기 어려울 수 있는 과도하게 두꺼운 측벽 패시베이션 층을 형성함이 없이, 에칭 방향성을 개선하기 위해 충분한 측벽 패시베이션을 형성하기 위한 처리를 미세하게 조절하는 것이 가능하다. 이것은 매우 높은 레벨의 탄소 함유 중합체 증착물이 포토레지스트 조각들에 의해 발생되어 조절하기가 더 어려운 종래기술과 대조적이다.  $\text{CCl}_2$  같은 탄소 함유 중합체 전구체(precursor)들의 형성은 본 발명에서 실질적으로 제거된다. 감소되는 중합체와 함께, 보다 적게 흡착된 염소가 부식을 유발하도록 금속 라인들 근처에 존재한다.

바람직하게, 측벽 패시베이션의 얇은 층은 금속배선 에칭후 습식 에칭 처리의 요구조건에 의해 감소 또는 바람직하게 제거된다. 비록 몇몇 습식 에칭이 모든 측벽 패시베이션을 제거하기 위하여 요구될지라도, 보다 얕은 주기의 시간 또는 보다 적은 부식성 습식 에칭 작용제를 충족시킬 수 있다.

금속 에칭후, 플라즈마 패시베이션(예를 들어,  $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2$  플라즈마를 사용) 및/또는 탈이온 물 린스 같은 통상적인 후처리가 수행된다. 플라즈마 패시베이션은 웨이퍼의 표면을 세정하고 및/또는 임의의 나머지 염소를 제거한다. 그후, 부가적인 통상적인 처리는 컴퓨터 또는 소비자/상업적 전자제품 같은 여러 전자 장치에 사용될 최종 IC 제품을 형성하기 위하여 발생할 수 있다.

#### 특정 실시예

다음 예시적인 에칭에서, 알루미늄 함유층은 캘리포니아주 프리모트의 램 리서치 코포레이티드(Lam Research Corp.)로부터 이용할수있는 TCP™ 9600SE 플라즈마 처리 반응기에서 에칭된다. 비록 특정 파라미터들이 아래에 기술되고 본 발

명에 따른 유기 기질의 포토레지스트 마스크를 사용하지 않고 알루미늄 함유 층을 에칭하기에 적당하다는 것이 증명될지라도, 특정 장치 또는 특정 기판에 요구된 정확한 파라미터들은 가변될 수 있고 당업자에 의해 이런 논의로 유도될 수 있다.

하나의 예시적인 에칭에서, 사용된 에천트는  $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{N}_2/\text{CH}_4$ 이다. 플라즈마 반응기내의 압력은 약 1mT 내지 약 100 mT이고, 바람직하게 약 3mT 내지 약 30mT, 및 더욱 바람직하게 6mT 내지 16mT이다. 상부 전력 대 바이어스 전력의 비율은 약 5:1 내지 약 1:5, 바람직하게 약 3:1 내지 1:3, 및 더욱 바람직하게 1.5:1 내지 1:1.5이다.  $\text{Cl}_2$  가스 흐름 대  $\text{BCl}_3$  흐름의 비율은 약 12:1 내지 약 1:3, 바람직하게 약 8:1 내지 약 1:2, 및 더욱 바람직하게 약 6:1 내지 약 1:1.5이다.  $\text{Cl}_2$  및  $\text{BCl}_3$ 의 총 흐름과 더불어  $\text{N}_2$ 의 퍼센트는 약 0% 내지 50%, 바람직하게 약 2% 내지 30%, 및 더욱 바람직하게 약 3% 내지 약 25%이다.  $\text{Cl}_2$  및  $\text{BCl}_3$ 의 총 흐름과 더불어  $\text{CH}_4$ 의 퍼센트는 약 0% 내지 20%, 바람직하게 약 1% 내지 10%, 및 더욱 바람직하게 약 2% 내지 약 8%이다. 에칭은 두 개 이상의 별도의 단계들(예를 들어, 관통, 메인 에칭, 및 오버 에칭)에서 수행될 수 있다.

다른 예시적인 에칭에서,  $\text{Cl}_2/\text{HCl}/\text{N}_2$ 가 사용된다. 플라즈마 반응기내의 압력은 약 1mT 내지 약 30mT, 바람직하게 약 3mT 내지 약 20mT, 및 더욱 바람직하게 6mT 내지 약 16mT이다. 상부 전력 대 바이어스 전력의 비율은 약 5:1 내지 약 1:5, 바람직하게 약 2:1 내지 약 1:2, 및 더욱 바람직하게 1:1 내지 1:1.5이다.  $\text{Cl}_2$  가스 흐름 대  $\text{HCl}$  가스 흐름의 비율은 약 10:1 내지 약 1:3, 바람직하게 8:1 내지 약 1:2, 및 더욱 바람직하게 5:1 내지 약 2:1이다.  $\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ 의 총 흐름과 더불어  $\text{N}_2$ 의 퍼센트는 약 1% 내지 50%, 바람직하게 약 5% 내지 30%, 및 더욱 바람직하게 약 10% 내지 25%이다. 에칭은 두 개(또는 그 이상)의 별도의 단계들(예를 들어, 메인 에칭, 및 오버 에칭)에서 수행될 수 있다.

본 발명은 몇몇 바람직한 실시예에 관련하여 기술되었지만, 본 발명의 범위내에서 변형, 치환 등이 가능하다. 본 발명의 방법 및 장치를 실행하는 다른 많은 방식이 있다는 것이 주의된다. 그러므로, 다음 첨부된 청구항이 본 발명의 사상 및 범위내에 속하는 변형, 치환 모두를 포함하는 것으로 해석될 수 있다는 것이 주의된다.

### 발명의 효과

본 발명은 기판 상부에 배치되는 금속배선층에서 에칭되는 금속 라인들의 수직 표면들상에서 중합체 증착이 감소되는 효과를 가진다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 금속배선부 에칭을 위하여 금속층상에 증착된 포토레지스트 마스크를 포함하는, 기판상에 배치된 금속층을 도시한 도면.

도 2는 금속배선층이 에칭된 후 도 1의 기판을 도시한 도면.

도 3은 포토레지스트 마스크가 제거된 후 도 2의 기판을 도시한 도면.

도 4는 습식 에칭이 중합체 측벽을 제거하도록 수행된 후 도 3의 금속배선부 구조를 도시한 도면.

도 5는 금속배선부 에칭을 용이하게 하기 위하여 금속층상에 배치된 하드 마스크층 및 포토레지스트 마스크를 포함하는, 기판상에 배치된 금속층을 도시한 도면.

도 6은 하드 마스크층을 에칭한 하드 마스크를 포함하는, 도 5의 기판을 도시한 도면.

도 7은 포토레지스트 마스크가 제거된 후 하드 마스크를 포함하는, 도 6의 기판을 도시한 도면.

도 8은 금속배선 에칭이 수행된 후 도 7의 금속배선 구조를 도시한 도면.

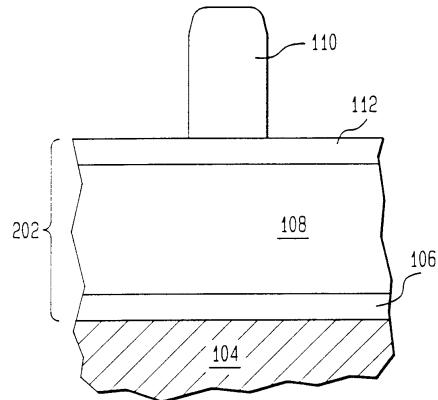
\*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*

104 : 기판 512 : 하드 마스크

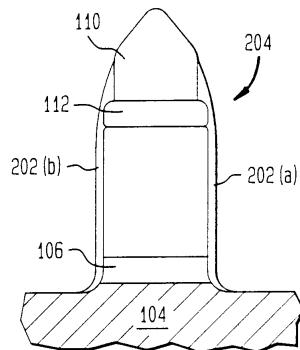
516 : 금속 피쳐

도면

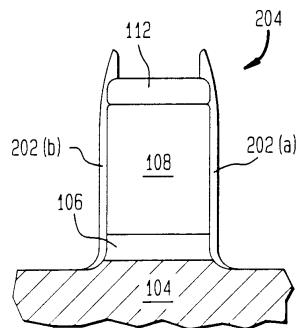
도면1



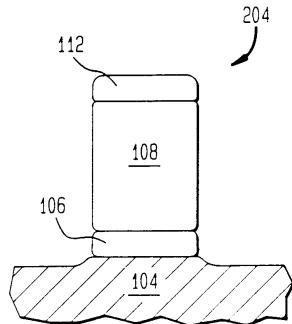
도면2



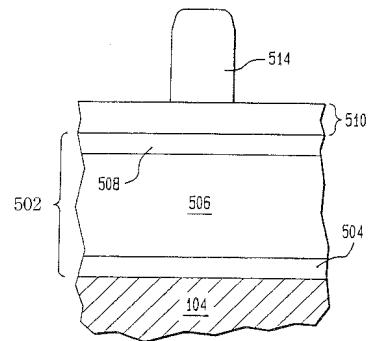
도면3



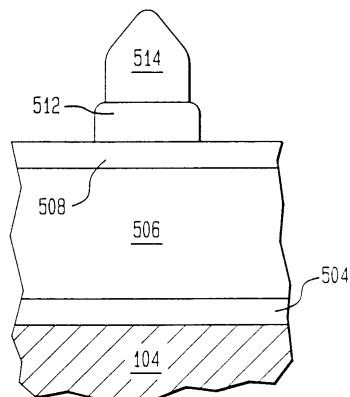
도면4



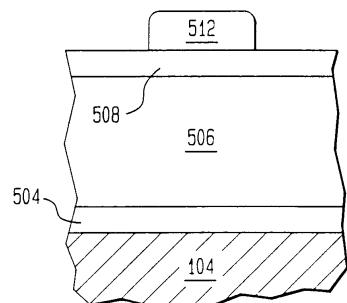
도면5



도면6



도면7



도면8

