



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
H01L 21/3065 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0085776
(43) 공개일자 2007년08월27일

(21) 출원번호 10-2007-7012669

(22) 출원일자 2007년06월05일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년06월05일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/022351

(87) 국제공개번호 WO 2006/062085

국제출원일자 2005년12월06일

국제공개일자 2006년06월15일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00352614 2004년12월06일 일본(JP)

(71) 출원인 마츠시타 덴끼 산교 가부시키가이샤
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006

(72) 발명자 오쿠네 미츠히로
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006, 마츠시타 덴끼산교
가부시키가이샤 내
스즈키 히로유키
일본 오오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006, 마츠시타 덴끼산교
가부시키가이샤 내

(74) 대리인 김기중
권동용
서장찬
최재철

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 건식 에칭 방법 및 건식 에칭 장치

(57) 요약

본 발명은, 에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성된 처리 대상물의 건식 에칭에 있어서, 노치를 억제하는 것을 목적으로 한다. 기관(12)은, 에칭 스톱 층(21) 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층(22)을 구비한다. 에칭 가스로서 SF₆/C₄F₈을 도입해서 플라즈마를 발생시켜, 피 에칭 층(22)의 레지스트 마스크(23)로부터 노정되는 부분을 에칭한다. 홈이나 홀의 측벽에는 폴리머로 이루어지는 측벽 보호층(24)이 형성된다.

대표도

도 3B

특허청구의 범위

청구항 1.

에칭 스톱 층(etching stop layer) 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피(被) 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크(mask)가 형성된 처리 대상물을 진공 용기 내에 배치하고,

상기 진공 용기 내에, 플라즈마 발생 시에 상기 피 에칭 층의 에칭 종(種)을 생기게 하는 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제2가스 성분을 포함하는 에칭 가스를 도입하고,

상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층의 표면의 상기 마스크로부터 노정(露呈)되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 종에 의해 에칭하는, 건식 에칭 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제2가스 성분은, C_4F_8 , CHF_3 , C_5F_8 , C_4F_6 의 적어도 어느 하나를 포함하는, 건식 에칭 방법.

청구항 3.

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1가스 성분은 SF_6 인, 건식 에칭 방법.

청구항 4.

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 피 에칭 층은 Si이며, 상기 에칭 스톱 층은 SiO_2 인, 건식 에칭 방법.

청구항 5.

에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크가 형성된 처리 대상물을 진공 용기 내에 배치하고,

상기 진공 용기 내에, 플라즈마 발생 시에 상기 피 에칭 층의 에칭 종을 생기게 하는 제1가스 성분과, 상기 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 원자와 반응해서 부작성의 생성물을 생성하는 제2가스 성분을 포함하는 제1에칭 가스를 도입하고,

상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층 표면의 상기 마스크로부터 노정되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 종에 의해 에칭하고,

상기 제1에칭 가스에 의한 에칭을 정지한 후, 상기 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제3가스 성분을 포함하는 제2에칭 가스를 도입하고,

상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층 표면의 상기 마스크로부터 노정되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 종에 의해 에칭하는, 건식 에칭 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 피 에칭 층의 에칭 깊이가 피 에칭 층 두께의 50% 이상에 도달한 후로서 상기 에칭 깊이가 상기 피 에칭 층의 상기 에칭 스톱 층과의 계면에 도달하기 전에, 상기 에칭에 사용하는 가스를 상기 제1에칭 가스로부터 상기 제2 에칭 가스로 전환하는, 건식 에칭 방법.

청구항 7.

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 제3가스 성분은, C_4F_8 , CHF_3 , C_5F_8 , C_4F_6 의 적어도 어느 하나를 포함하는, 건식 에칭 방법.

청구항 8.

제5항 내지 제7항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 제1가스 성분은 SF_6 인, 건식 에칭 방법.

청구항 9.

제5항 내지 제8항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 피 에칭 층은 Si이며, 상기 에칭 스톱 층은 SiO_2 인, 건식 에칭 방법.

청구항 10.

에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크가 형성된 처리 대상물이 내부에 배치되는 진공 용기와,

상기 피 에칭 층의 에칭 중을 생기게 하는 제1가스 성분과, 상기 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 원자와 반응해서 부착성의 생성물을 생성하는 제2가스 성분을 포함하는 제1에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급 가능한 제1에칭 가스 공급원과,

상기 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제3가스 성분을 포함하는 제2에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급 가능한 제2에칭 가스 공급원과,

상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생원과,

상기 제1에칭 가스 공급원이 상기 제1에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급하고, 또한 상기 플라즈마 발생원이 상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 상태를 미리 정해진 제1의 시간 계속한 후, 상기 제2에칭 가스 공급원이 상기 제2에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급하고, 또한 상기 플라즈마 발생원이 상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 상태를 미리 정해진 제2의 시간 계속하도록, 상기 제1 및 제2에칭 가스 공급원 및 상기 플라즈마 발생원을 제어하는 제어 장치를 구비하는, 건식 에칭 장치.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 제1의 시간은, 상기 피 에칭 층의 에칭 깊이가, 피 에칭 층 두께의 50%에 도달하는 시간 이상으로서, 상기 에칭 깊이가 상기 피 에칭 층의 상기 에칭 스톱 층과의 계면에 도달하는 시간 미만인, 건식 에칭 장치.

청구항 12.

제10항 또는 제11항에 있어서, 상기 처리 대상물을 유지하는 가이드 부재를 또한 구비하고, 이 가이드 부재가 플루오르 수지제인, 건식 에칭 장치.

명세서

기술분야

본 발명은, 건식 에칭 방법 및 건식 에칭 장치에 관한 것이다.

배경기술

에칭 스톱 층(etching stop layer) 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피(被) 에칭 층이 형성된 처리 대상물에, 홈(트렌치(trench))이나 비어 홀(via hole) 등의 홀을 형성하는 건식 에칭에서는, 피 에칭 층과 에칭 스톱 층의 계면(界面) 부근에서 홈이나 홀의 측벽(側壁)이 에칭되는 현상(노치(notch))이 생기는 경우가 있다. 특히 문헌 1에는, 이 노치의 발생 원리가 기재되어 있다.

도 6A 및 도 6B를 참조하여, SOI(Silicon on Insulator) 구조의 기판을 SF_6/O_2 (6불화 유황/산소)계의 에칭 가스를 사용해서 건식 에칭하는 경우의 노치의 발생 원리를 개략 설명한다. SiO_2 (산화 실리콘)로 이루어지는 에칭 스톱 층(1) 상에 실리콘계 재료(예를 들면 Si)로 이루어지는 피 에칭 층(2)이 형성되어 있다. 또한, 피 에칭 층(2) 상에는 레지스트 마스크(resist mask)(3)가 형성되어 있다.

도 6A에 나타난 바와 같이, 플라즈마에서 발생한 F 성분, F 라디칼(radical: 基), 및 O 성분이 피 에칭 층(2)의 레지스트 마스크(3)로부터 노정(露呈)되어 있는 부분에 입사(入射)한다. 에칭 종(種)인 F 라디칼과 정(正) 이온(S 이온이나 O 이온 등)에 의해, 피 에칭 층(2)이 에칭된다. 이 때, F 라디칼과 피 에칭 층(2)이 Si 원자와 반응해서 휘발성 반응 생성물인 SiF_4 (4불화 실리콘)나 SiF_6 (6불화 실리콘)가 생성되어, 피 에칭 층(2)으로부터 이탈한다. 또한, O 성분이 피 에칭 층(2)을 구성하는 실리콘계 재료의 Si 원자와 반응해서 SiO_2 (산화 실리콘)가 생성되고, 이 SiO_2 가 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층(4)으로 된다. 이 측벽 보호층(4)에 의해 F 라디칼이나 정 이온에 의한 홈이나 홀의 측벽 침식이 방지된다.

그러나, 홈이나 홀이 피 에칭 층(2)을 관통해서 에칭 스톱 층(1)이 노출되면, 피 에칭 층(2)으로부터의 Si 원자의 공급이 정지하므로 SiO_2 가 생성되지 않게 된다. 그 결과, 피 에칭 층(2)과 에칭 스톱 층(1)의 계면 부근에서는, 홈이나 홀의 측벽에 측벽 보호층(4)이 형성되지 않고 실리콘계 재료가 노출된 채로 된다. 한편, 에칭 스톱 층(1)의 노출 부분은 입사하는 정 이온에 의해 정극성(正極性)으로 대전하고, 거기에 계속해서 입사하는 정 이온은 궤도가 구부러져 홈이나 홀의 측벽을 향한다. 측벽 보호층(4)이 형성되어 있지 않기 때문에, 궤도가 구부러진 정 이온에 의해 홈이나 홀의 측벽이 침식되어, 도 6B에 나타난 바와 같이, 노치(5)로 된다. 이 노치(5)는, 홈이나 홀의 가공 정밀도를 저하시킨다.

(특허 문헌 1)

일본국 특개평9-82682호 공보

발명의 상세한 설명

(발명이 해결하려고 하는 과제)

본 발명은, 에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성된 처리 대상물의 건식 에칭에 있어서, 노치를 억제하는 것을 과제로 한다.

(과제를 해결하기 위한 수단)

제1의 발명은, 에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크가 형성된 처리 대상물을 진공 용기 내에 배치하여, 상기 진공 용기 내에, 플라즈마 발생 시에 상기 피 에칭 층의 에칭 종을

생기게 하는 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제2가스 성분을 포함하는 에칭 가스를 도입하고, 상기 진공 용기 내에 플라스마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층 표면의 상기 마스크로부터 노정되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 중에 의해 에칭하는, 건식 에칭 방법을 제공한다.

실리콘계 재료는, Si(단결정 실리콘), poly-Si(폴리 실리콘), a-Si(비결정 실리콘), WSi(텅스텐 규화물), MoSi(몰리브덴 규화물), 및 TiSi(티타늄 규화물) 등을 포함하지만, SiO₂(산화 실리콘)는 포함하지 않는다.

실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층은, 제1가스 성분의 에칭 중에 의해 에칭된다. 플루오로 카본계 가스인 제2가스 성분에 의해 폴리머(polymer)가 생성되고, 이 폴리머는 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층을 형성한다. 제2가스 성분에 의한 폴리머의 생성은, 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 Si 원자와의 반응의 유무에 관계없이 생기므로, 에칭된 홈이나 홀의 측벽에는 피 에칭 층의 표면으로부터 에칭 스톱 층과의 계면에 도달할 때까지 측벽 보호층이 형성된다. 따라서, 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층을 관통한 후에도, 피 에칭 층과 에칭 스톱 층의 계면 부근에서의 노치를 억제할 수 있다.

플루오로 카본계 가스인 제2가스 성분은, 예를 들면, C₄F₈(옥타플루오로사이클로부탄), CHF₃(트리플루오로메탄), C₅F₈(퍼플루오로사이클로펜테인), 및 C₄F₆(헥사플루오로사이클로부탄)의 적어도 어느 하나를 포함한다.

상기 제1가스 성분은, 플라스마 발생 시에 실리콘계 재료의 에칭 종을 생기게 하는 것이라면 좋다. 제1가스 성분으로서는, 예를 들면 SF₆(6불화 유황)가 있다. 또한, 제1가스 성분은, CF₄(테트라플루오로메탄), C₃F₆(헥사플루오로프로필렌), 또는 NF₃(3불화 질소) 등이어도 좋다.

피 에칭 층과 에칭 스톱 층의 조합으로서는, 전자(前者)가 Si이고 후자(後者)가 SiO₂인 SOI 구조가 있다. 그 밖의 에칭 스톱 층으로서는, 예를 들면 SiON(질산화 실리콘), SiN(질화 실리콘)이 있다.

제2의 발명은, 에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크가 형성된 처리 대상물을 진공 용기 내에 배치하고, 상기 진공 용기 내에, 플라스마 발생 시에 상기 피 에칭 층의 에칭 종을 생기게 하는 제1가스 성분과, 상기 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 원자와 반응해서 부착성(附着性)의 생성물을 생성하는 제2가스 성분을 포함하는 제1에칭 가스를 도입하여, 상기 진공 용기 내에 플라스마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층 표면의 상기 마스크로부터 노정되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 중에 의해 에칭하고, 상기 제1에칭 가스에 의한 에칭을 정지한 후, 상기 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제3가스 성분을 포함하는 제2에칭 가스를 도입하여, 상기 진공 용기 내에 플라스마를 발생시켜, 상기 피 에칭 층 표면의 상기 마스크로부터 노정되는 부분을 상기 제1가스 성분에 의해 생기는 상기 에칭 중에 의해 에칭하는, 건식 에칭 방법을 제공한다.

제1에칭 가스에 의한 에칭 중에는, 제1에칭 가스에 포함되는 제1가스 성분의 에칭 중에 의해 피 에칭 층이 에칭된다. 또한, 제1에칭 가스에 의한 에칭 중에는, 제1에칭 가스에 포함되는 제2가스 성분이 피 에칭 층의 Si 원자와 반응해서 부착성의 생성물이 생성되고, 이 반응 생성물은 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층으로 된다. 이어서, 에칭 가스를 제1에칭 가스로부터 제2에칭 가스로 전환하면, 제2에칭 가스에 포함되는 제1가스 성분의 에칭 중에 의해 피 에칭 층이 에칭된다. 또한, 제2에칭 가스에 포함되어 있는 플루오로 카본계 가스인 제3가스 성분에 의해 폴리머가 생성되고, 이 폴리머가 측벽 보호층을 형성한다. 따라서, 홈이나 홀의 표면 측의 측벽에는 제2가스 성분과 Si 원자의 반응 생성물로 이루어지는 측벽 보호층이 형성되며, 홈이나 홀의 에칭 스톱 층 측의 측벽에는, 폴리머로 이루어지는 측벽 보호층이 형성된다. 제3가스 성분에 의한 폴리머의 생성은, 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 Si 원자와의 반응 유무에 관계없이 생기므로, 피 에칭 층과 에칭 스톱 층과의 계면에 폴리머로 이루어지는 측벽 보호층이 형성된다. 따라서, 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 관통된 후에도, 피 에칭 층과 에칭 스톱 층의 계면 부근에서의 노치를 억제할 수 있다.

예를 들면, 상기 피 에칭 층의 에칭 깊이가 피 에칭 층 두께의 50% 이상에 도달한 후로서 상기 에칭 깊이가 상기 피 에칭 층의 상기 에칭 스톱 층과의 계면에 도달하기 전에, 상기 에칭에 사용하는 가스를 상기 제1에칭 가스로부터 상기 제2에칭 가스로 전환한다.

제3의 발명은, 에칭 스톱 층 상에 실리콘계 재료로 이루어지는 피 에칭 층이 형성되고, 또한 이 피 에칭 층의 표면에 마스크가 형성된 처리 대상물이 내부에 배치되는 진공 용기와, 상기 피 에칭 층의 에칭 종을 생기게 하는 제1가스 성분과, 상기 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 원자와 반응해서 부착성의 생성물을 생성하는 제2가스 성분을 포함하는 제1에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급 가능한 제1에칭 가스 공급원과, 상기 제1가스 성분과, 플루오로 카본계 가스인 제3가스 성

분을 포함하는 제2에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급 가능한 제2에칭 가스 공급원과, 상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 발생원과, 상기 제1에칭 가스 공급원이 상기 제1에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급하고, 또한 상기 플라즈마 발생원이 상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 상태를 미리 정해진 제1의 시간 계속한 후, 상기 제2에칭 가스 공급원이 상기 제2에칭 가스를 상기 진공 용기 내에 공급하고, 또한 상기 플라즈마 발생원이 상기 진공 용기 내에 플라즈마를 발생시키는 상태를 미리 정해진 제2의 시간 계속하도록, 상기 제1 및 제2에칭 가스 공급원, 및 상기 플라즈마 발생원을 제어하는 제어 장치를 구비하는 건식 에칭 장치를 제공한다.

상기 처리 대상물을 유지하는 가이드 부재를 또한 구비하고, 이 가이드 부재가 플루오르 수지체인 것이 바람직하다.

플라즈마에서 발생하는 F 라디칼은 가이드 링(guide ring)에서 소비되는 일 없이, 효율적으로 처리 대상물에 입사한다. 그 결과, 에칭 레이트의 시간 변동을 억제하고, 또한 높은 에칭 레이트를 얻을 수 있다.

(발명의 효과)

본 발명에 의하면, 에칭 가스에 포함되는 플루오르 카본계 가스에 의해 폴리머가 생성되고, 이 폴리머는 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층을 형성한다. 이 폴리머의 생성은 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료의 Si 원자와의 반응에 관계없이 생기므로, 에칭 층과 에칭 스톱 층의 계면 부근에도 폴리머로 이루어지는 측벽 보호층이 형성된다. 따라서, 피 에칭 층을 관통한 후에도, 피 에칭 층과 에칭 스톱 층의 계면 부근에서의 노치를 억제할 수 있다.

실시예

(제1 실시형태)

도 1은, 본 발명의 제1 실시형태에 관한 건식 에칭 방법에 사용하는 장치의 일례를 나타낸다.

이 건식 에칭 장치(11)는, 그 내부에 기관(피 처리물)(12)이 배치되는 챔버(진공 용기)(13)를 구비한다. 챔버(13) 내의 상부에는, 고주파 전원(14A)에 전기적으로 접속된 상부 전극(15)이 설치되어 있다. 한편, 챔버(13) 내의 하부에는, 고주파 전원(14B)에 전기적으로 접속된 하부 전극(16)이 설치되어 있다. 이 하부 전극(16) 상에 기관(12)이 배치되어 있다.

도 3A를 아울러 참조하면, 기관(12)은, SiO_2 (산화 실리콘)로 이루어지는 에칭 스톱 층(21)을 구비하고, 이 에칭 스톱 층(21) 상에 실리콘계 재료의 일례인 Si로 이루어지는 피 에칭 층(22)이 형성되어 있다. 또한, 피 에칭 층(22) 상에는, 원하는 패턴으로 레지스트 마스크(23)가 형성되어 있다.

도 2에 나타난 바와 같이, 기관(12)은 위치 결정용의 가이드 링(17)에 의해 유지되어서 하부 전극(16) 상에 배치되어 있다. 가이드 링(17)은 플루오르 수지 내지는 테플론인 PTF(Polytetrafluoroethylene), FEP(Fluorinated Ethylene Propylene), ETFE(Ethylene Tetrafluoroethylene) 등으로 이루어진다.

챔버(13)의 가스 도입구(13a)에는, 에칭 가스 공급원(18)이 접속되어 있다. 본 실시형태에서는, 에칭 가스 공급원(18)으로부터 공급되는 에칭 가스는, $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스(6불화 유황/옥타플루오로사이클로부탄)이다. 후에 상술하는 바와 같이, 에칭 가스에 포함되는 SF_6 는, 플라즈마 발생 시에 피 에칭 층(22)의 에칭 중을 발생한다. 또한, 플라즈마 발생 시에는, 플루오르 카본계 가스인 C_4F_8 에 의해, 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 보호층이 형성된다.

챔버(13)의 배기구(13b)에는, 진공 배기 장치(19)가 접속되어 있다.

제어 장치(20)는, 제1 및 고주파 전원(14A, 14B), 에칭 가스 공급원(18), 및 진공 배기 장치(19)를 제어해서 건식 에칭을 실행한다.

이어서, 본 실시형태의 건식 에칭 방법을 설명한다.

우선, 기관(12)을 가이드 링(17)으로 유지하여, 챔버(13) 내의 하부 전극(16) 상에 배치한다. 이어서, 에칭 가스 공급원(18)으로부터 소정의 유량으로 에칭 가스인 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스를 공급하면서, 진공 배기 장치(19)에 의해 소정의 유량에서의 배기를 실행하여, 챔버(13) 내를 소정의 압력으로 유지한다.

또한, 상부 전극(15) 및 하부 전극(16)에 대하여, 제1 및 고주파 전원(14A, 14B)으로부터 고주파 전력을 공급한다. 그 결과, 도 1에 개략적으로 나타낸 바와 같이 플라즈마(P)가 발생한다. 플라즈마(P) 중에서는 에칭 가스에 포함되는 SF_6 로부터 F 성분, F 라디칼이 생기는 동시에, C_4F_8 으로부터 플루오로 카본 성분(CF_x)이 생긴다. 또한, 정 이온(S 이온, O 이온, 불화 탄소계의 이온, 불화 유황계의 이온 등)이 발생한다.

도 3A에 나타낸 바와 같이, F 성분, F 라디칼, 정 이온, 및 플루오로 카본 성분은, 피 에칭 층(22)의 레지스트 마스크(23)로부터 노출되어 있는 부분에 입사하여, 에칭 중인 F 라디칼과 정 이온에 의해, 피 에칭 층(22)이 에칭된다. 이 때, F 라디칼과 피 에칭 층(22)의 Si 원자의 반응에 의해 휘발성 반응 생성물인 SiF_4 (4불화 유황)가 생성되어, 피 에칭 층(22)으로부터 이탈한다. 또한, CF_x 성분에 의해 플루오로카본폴리머($(\text{CF}_2)_n$)가 생성되며, 이 플루오로카본폴리머가 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층(24)을 형성한다.

플루오로카본폴리머의 생성은, 피 에칭 층(22)의 Si 원자와의 반응의 유무에 관계없이 발생하므로, 홈이나 홀이 피 에칭 층(22)을 관통해서 에칭 스톱 층(21)이 노출되어도, 홈이나 홀의 측벽에는 측벽 보호층(24)이 계속해서 형성된다. 따라서, 도 3B에 나타낸 바와 같이, 에칭된 홈이나 홀의 측벽에는, 피 에칭 층(22)의 표면으로부터 에칭 스톱 층(21)의 계면에 도달할 때까지 측벽 보호층(24)이 형성된다. 이 측벽 보호층(24)의 존재에 의해, 피 에칭 층(22)을 관통한 후에도 에칭 스톱 층(21)과의 계면 부근의 측벽은 정 이온이나 F 라디칼에 의한 침식으로부터 보호되어, 노치가 억제된다.

만일 가이드 링(17)이 SiO_2 제라고 하면, 플라즈마(P)에서 발생하는 F 라디칼의 일부가 가이드 링(17)에 포함되는 Si와의 반응에 소비되고, 거기에 대응해서 기판(12)에의 F 라디칼의 입사 효율이 저하하므로, 에칭 레이트(etching rate)의 시간 변동이나 저하가 생긴다. 그러나, 전술(前述)한 바와 같이, 본 실시형태의 가이드 링(17)은 실리콘계 재료가 아니고 플루오르 수지로 이루어지므로, 플라즈마(P)에서 발생하는 F 라디칼은 가이드 링(17)에서 소비되는 일 없이, 효율적으로 기판(12)에 입사한다. 그 결과, 에칭 레이트의 시간 변동을 억제하고, 또한 높은 에칭 레이트를 얻을 수 있다.

(제2실시형태)

도 4는, 본 발명의 제2실시형태에 관한 건식 에칭 방법에 사용하는 장치의 일례를 나타낸다. 또한, 기판(12)은 제1실시형태와 마찬가지로, SiO_2 로 이루어지는 에칭 스톱 층(21), 에칭 스톱 층(21) 상에 형성된 Si로 이루어지는 피 에칭 층(22), 및 피 에칭 층(22) 상에는 원하는 패턴으로 형성된 레지스트 마스크(23)를 구비한다.

이 건식 에칭 장치(11)는, 2개의 에칭 가스 공급원, 즉 제1에칭 가스 공급원(18A)과 제2에칭 가스 공급원(18B)을 구비하는 점에서, 제1실시형태의 것과 상이(相違)하다.

제1에칭 가스 공급원(18A)은, 에칭 가스로서 SF_6/O_2 (6불화 유황/산소) 가스를 챔버(13) 내에 공급한다. 후에 상술하는 바와 같이, 제1에칭 가스 공급원(18A)으로부터의 에칭 가스에 포함되는 SF_6 는, 플라즈마 발생 시에 Si로 이루어지는 피 에칭 층(22)의 에칭 종을 생기게 한다. 또한, 이 에칭 가스에 포함되는 O 성분이 피 에칭 층(22)의 Si 원자와 반응해서 SiO_2 가 생성된다.

한편, 제2에칭 가스 공급원(18B)은, 제1실시형태의 에칭 가스 공급원(18)과 마찬가지로, 에칭 가스로서 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스를 챔버(13) 내에 공급한다. 플라즈마 발생 시에는, 주로 제2에칭 가스 공급원(18B)으로부터의 에칭 가스에 포함되는 SF_6 에 의해 에칭 종이 생기고, C_4F_8 에 의해 플루오로카본폴리머가 생성된다.

이어서, 본 실시형태의 건식 에칭 방법을 설명한다.

기판(12)을 가이드 링(17)으로 하부 전극(16) 상에 유지한 후, 제1에칭 가스 공급원(18A)으로부터 소정의 유량으로 에칭 가스인 SF_6/O_2 를 공급하면서, 진공 배기 장치(19)에 의해 소정의 유량에서의 배기를 실행하여, 챔버(13) 내를 소정의 압력으로 유지한다.

또한, 상부 전극(15) 및 하부 전극(16)에 대하여, 제1 및 고주파 전원(14A, 14B)으로부터 고주파 전력을 공급해서 플라즈마(P)를 발생시킨다. 플라즈마(P) 중에서는 에칭 가스에 포함되는 SF_6 로부터 F 성분, F 라디칼, 정 이온(S 이온, 불화 유황

계의 이온 등)이 생긴다. 도 5A에 나타난 바와 같이, F 성분, F 라디칼, 정 이온, 및 O 성분이 피 에칭 층(22)의 레지스트 마스크(23)로부터 노정되어 있는 부분에 입사하여, F 라디칼과 정 이온에 의해 피 에칭 층(22)이 에칭되고, 그것에 의해서 생성된 휘발성의 SiF_4 나 SiF_6 는 피 에칭 층(22)으로부터 이탈한다. O 성분이 피 에칭 층(22)을 구성하는 실리콘계 재료의 Si 원자와 반응하여, SiO_2 (산화 실리콘)가 생성되고, 이 SiO_2 가 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층(24A)으로 된다.

SF_6/O_2 가스에 의한 에칭을 소정의 시간 계속한 후, 에칭 가스 공급원(18A)으로부터의 SF_6/O_2 가스의 공급을 정지하는 동시에, 제2에칭 가스 공급원(18B)으로부터의 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스의 공급을 시작하여, $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스에 의한 에칭을 실행한다. 이 때, 고주파 전원(14A, 14B)으로부터 상부 및 하부 전극(15, 16)에의 전력 공급을 일단 정지해도 좋다. 에칭 가스 전환의 시기는, 에칭 최종 단계, 즉 에칭 스톱 층(21)과의 계면 부근의 피 에칭 층(22)의 에칭을 SF_6/O_2 가스가 아니고 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스에 의해 실행하도록 설정한다. 예를 들면, 홈이나 홀의 에칭 깊이가, 피 에칭 층(22) 두께의 50% 이상에 도달한 후로서, 이 에칭 깊이가 피 에칭 층(22)과 에칭 스톱 층(21)과의 계면에 도달하기 전에, 에칭에 사용하는 가스를 SF_6/O_2 가스로부터 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스로 전환하면 좋다.

$\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스에 의한 에칭 중에는, SF_6 로부터 F 성분, F 라디칼, 정 이온(S 이온, 불화 탄소계의 이온, 불화 유황계의 이온 등)이 생기는 동시에, C_4F_8 으로부터 CF_x 성분이 생긴다. 도 5B에 나타난 바와 같이, F 성분, F 라디칼, 정 이온, 및 CF_x 성분은, 피 에칭 층(22)의 레지스트 마스크(23)로부터 노정되어 있는 부분에 입사하여, 에칭 중인 F 라디칼과 정 이온에 의해 피 에칭 층(22)이 에칭되고, 휘발성 반응 생성물인 SiF_4 가 피 에칭 층(22)으로부터 이탈한다. 또한, CF_x 성분은, 플루오로카본폴리머가 생성되고, 이 플루오로카본폴리머가 에칭된 홈이나 홀의 측벽에 부착되어서 측벽 보호층(24B)을 형성한다. 전술한 바와 같이, 플루오로카본폴리머의 생성은, 피 에칭 층(22)의 Si 원자와의 반응의 유무에 관계없이 생기므로, 피 에칭 층(22)을 관통해서 에칭 스톱 층(21)이 노출되어도, 홈이나 홀의 측벽에는 측벽 보호층(24B)이 계속해서 형성된다. 따라서, 도 5B에 나타난 바와 같이, 측벽 보호층(24B)은 에칭 스톱 층(21)의 계면까지 도달한다. 이 측벽 보호층(24B)의 존재에 의해, 피 에칭 층(22)을 관통한 후에도 에칭 스톱 층(21)과의 계면 부근의 측벽은 정 이온이나 F 라디칼에 의한 침식으로부터 보호되어, 노치가 억제된다. 도 5B에 나타난 바와 같이, 홈이나 홀의 표면 측의 측벽에는 SiO_2 로 이루어지는 측벽 보호층(24A)이 형성되고, 홈이나 홀의 에칭 스톱 층(21) 측의 측벽에는, 플루오로카본폴리머로 이루어지는 측벽 보호층(24B)이 형성된다.

SF_6/O_2 가스를 사용할 때의 에칭 레이트는, $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스 사용 시의 에칭 레이트보다도 빠르다. 따라서, 에칭의 최종 단계에서만 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스를 사용함으로써, 에칭 시작으로부터 종료될 때까지의 시간을 단축할 수 있다.

본 발명은 상기 실시형태에 한정되지 않고, 여러 가지의 변형이 가능하다. 예를 들면, 피 에칭 층을 구성하는 실리콘계 재료는, poly-Si(폴리 실리콘), a-Si(비결정 실리콘), WSi(텅스텐 규화물), MoSi(몰리브덴 규화물), 및 TiSi(티타늄 규화물) 등이어도 좋다.

또한, 에칭 가스는, 플루오로 카본계 가스로서, CHF_3 (트리플루오로메탄), C_5F_8 (퍼플루오로사이클로펜테인), 또는 C_4F_6 (헥사플루오로사이클로부탄)를 포함하고 있어도 좋다.

또한, 에칭 가스에 포함되는 실리콘계 재료의 에칭 종을 생기게 하는 가스 성분은, CF_4 (테트라플루오로메탄), C_3F_6 (헥사플루오로프로필렌), 또는 NF_3 (3불화 질소) 등이어도 좋다.

또한, 본 발명의 방법에 사용하는 건식 에칭 장치는 실시형태의 것으로 한정되지 않는다.

첨부 도면을 참조해서 본 발명을 완전히 설명했지만, 당업자에 있어서는 여러 가지의 변경 및 변형이 가능하다. 따라서, 그러한 변경 및 변형은 본 발명의 의도 및 범위로부터 이탈하지 않는 한, 본 발명에 포함된다고 해석되지 않으면 안 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제1실시형태에 관한 건식 에칭 방법에 사용하는 장치의 개략도.

도 2는 건식 에칭 장치의 부분 확대도.

도 3A는 제1실시형태의 건식 에칭 방법에 있어서의 에칭 깊이가 에칭 스톱 층에 도달하기 전의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

도 3B는 제1실시형태의 건식 에칭 방법에 있어서의 에칭 깊이가 에칭 스톱 층에 도달했을 때의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

도 4는 본 발명의 제2실시형태에 관련하는 건식 에칭 방법에 사용하는 장치의 개략도.

도 5A는 제2실시형태의 건식 에칭 방법에 있어서의 SF_6/O_2 가스에서의 에칭 시의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

도 5B는 제2실시형태의 건식 에칭 방법에 있어서의 $\text{SF}_6/\text{C}_4\text{F}_8$ 가스에서의 에칭 시의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

도 6A는 종래의 건식 에칭 방법에 있어서의 에칭 깊이가 에칭 스톱 층에 도달하기 전의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

도 6B는 종래의 건식 에칭 방법에 있어서의 에칭 깊이가 에칭 스톱 층에 도달했을 때의 기관의 상태를 나타내는 모식도.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

11: 건식 에칭 장치 12: 기관

13: 챔버(chamber) 13a: 가스 도입구

13b: 배기구 14A, 14B: 고주파 전원

15: 상부 전극 16: 하부 전극

17: 가이드 링 18, 18A, 18B: 에칭 가스 공급원

19: 진공 배기 장치 20: 제어 장치

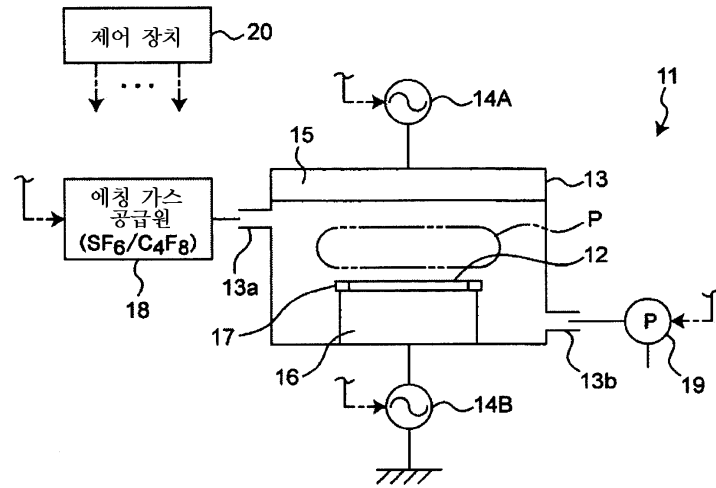
21: 에칭 스톱 층 22: 피 에칭 층

23: 레지스트 마스크 24, 24A, 24B: 측벽 보호층

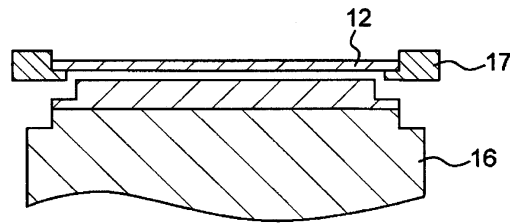
P: 플라스마

도면

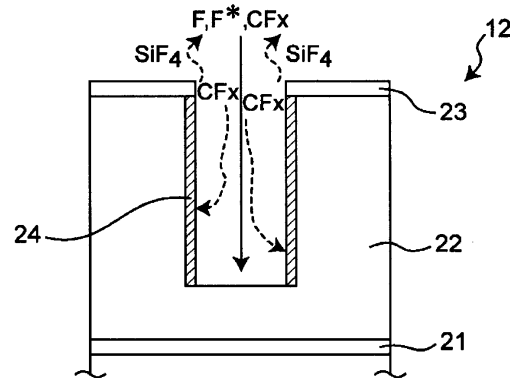
도면1



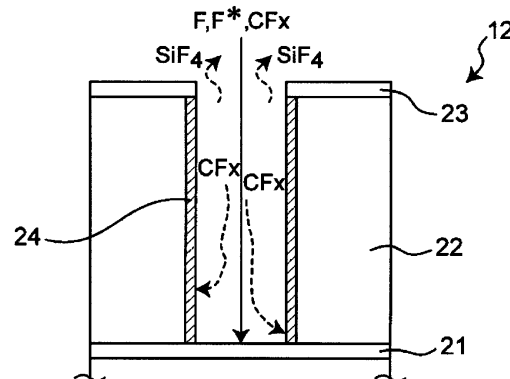
도면2



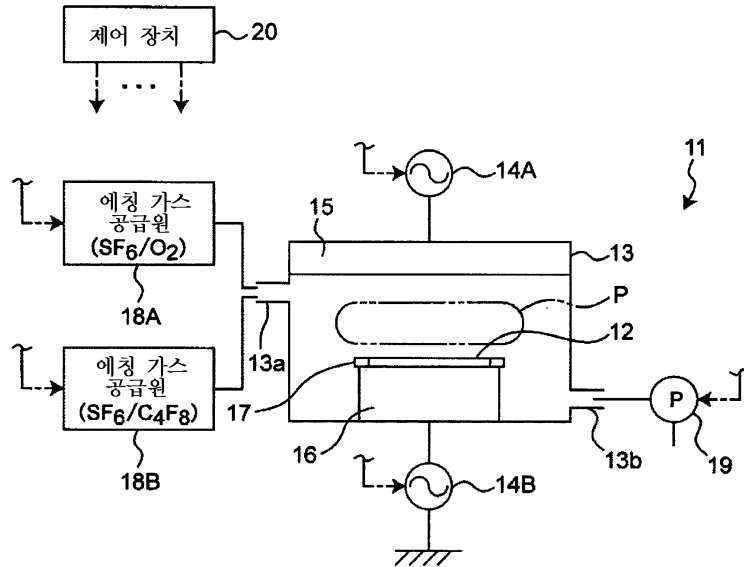
도면3A



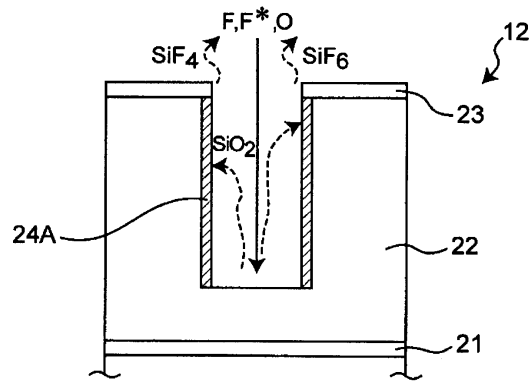
도면3B



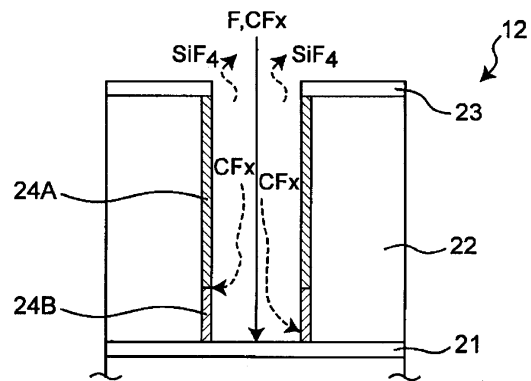
도면4



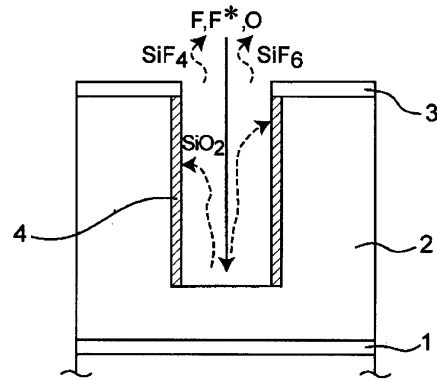
도면5A



도면5B



도면6A



도면6B

