



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월23일
 (11) 등록번호 10-1124810
 (24) 등록일자 2012년02월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/3065 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0083889
 (22) 출원일자 2010년08월30일
 심사청구일자 2010년08월30일
 (65) 공개번호 10-2011-0025607
 (43) 공개일자 2011년03월10일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-205129 2009년09월04일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP11274143 A*
 KR100239399 B1*
 KR1020080031117 A*
 JP2002158181 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
 후키노 야스히코
 일본 야마나시켄 니라사키시 후지이쵸 기타게쵸
 2381-1 도쿄엘렉트론에이티가부시키키가이샤 내
 (74) 대리인
 제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 4 항

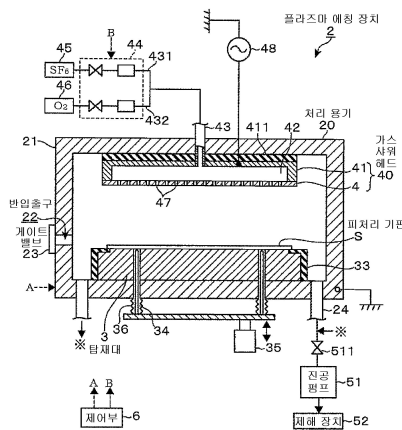
심사관 : 박귀만

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 에칭 방법**

(57) 요약

(과제) 양호한 형상 제어가 가능하고, 고속으로 질화실리콘막의 에칭을 행하는 것이 가능한 플라즈마 에칭 방법을 제공한다. (해결 수단) 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부를 구비한 레지스트 패턴의 하층 쪽에 형성된 피처리 기판 S상의 질화실리콘막을 플라즈마 에칭함에 있어서, 피처리 기판 S를 처리 용기(20) 내에 반입하는 공정과, 처리 용기(20) 내에 육불화유황과 산소의 혼합 가스를 공급하고, 133Pa 이상, 200Pa 이하의 범위 내의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, 상기 질화실리콘막을 에칭하는 공정을 포함한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부를 구비한 레지스트 패턴의 하층 쪽에 형성된 피처리 기관상의 질화실리콘막을 플라즈마 에칭하는 방법으로서,

상기 피처리 기관을 처리 용기 내에 반입하는 공정과,

이 처리 용기 내에 육불화유황과 산소의 혼합 가스를 공급하고, 그 혼합 가스를 133Pa 이상, 200Pa 이하의 범위 내의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, 상기 질화실리콘막을 에칭하는 공정을 포함하며,

상기 혼합 가스는 육불화유황과 산소의 체적비가 1 : 6 이상, 1 : 20 이하의 범위 내인

것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부를 구비한 레지스트 패턴의 하층 쪽에 형성된 피처리 기관상의 질화실리콘막을 플라즈마 에칭하는 방법으로서,

상기 피처리 기관을 처리 용기 내에 반입하는 공정과,

이 처리 용기 내에 이불화카보닐과 산소의 혼합 가스를 공급하고, 플라즈마화하여, 상기 질화실리콘막을 에칭하는 공정을 포함하며,

상기 혼합 가스는 이불화카보닐과 산소의 체적비가 1 : 2 이상, 3 : 20 이하의 범위 내인

것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서,

에칭에 의해 형성되는 상기 질화실리콘막의 개구부가 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 형상인 것을 특징으로 하는 플라즈마 에칭 방법.

청구항 6

피처리 기관을 처리 용기 내에 반입하고, 그 처리 용기 내에 육불화유황과 산소의 혼합 가스를 공급하고, 상기 처리 용기 내 압력을 조정한 후에, 상기 혼합 가스를 133Pa 이상, 200Pa 이하의 범위 내의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, 그 플라즈마에 의해 질화실리콘막을 에칭하되, 상기 혼합 가스는 육불화유황과 산소의 체적비가 1 : 6 이상, 1 : 20 이하의 범위 내가 되도록 에칭 장치를 제어하는 프로그램을 저장한 기억 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 LCD용 기판 등의 피처리체에 대하여 플라즈마화된 가스를 이용하여 에칭하는 플라즈마 에칭 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액정 표시 장치(LCD : Liquid Crystal Display) 등의 FPD(Flat Panel Display)에 사용되는, 예컨대 박막 트랜지스터(TFT : Thin Film Transistor)는, 유리 기판 등의 피처리 기판상에 게이트 전극이나 게이트 절연막, 반도체막 등을 패터닝하면서 순차적으로 적층하여 감으로써 형성된다.

[0003] 피처리 기판상에 TFT를 형성한 후, 최상층에 형성된 표면 보호막(패시베이션막)을, 예컨대 플라즈마 에칭하여, 배선 접속용 콘택트 홀을 형성한다. 이 콘택트 홀에는 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 테이퍼(taper)면을 구비하고 있는 것이 있고, 이에 의해 패시베이션막의 표면과 상기 테이퍼면의 교차각이 둔각이 되도록 하여 홀 내에 매립되는 배선의 단선을 방지하고 있다.

[0004] 콘택트 홀의 테이퍼면은, 패시베이션막상에 형성된 레지스트 패턴을 미리 가열 처리하여 테이퍼면을 형성하고, 이 레지스트 패턴 쪽의 테이퍼면의 형상을 에칭에 의해 패시베이션막 쪽에 전사하는 이른바 레지스트 후퇴법 등에 의해 형성된다.

[0005] 여기서 상술한 패시베이션막이, 예컨대 규소와 질소로 이루어지는 질화실리콘막(이하, SiN막이라고 함)인 경우에는, 예컨대 육불화유황(SF₆) 등의 에칭 가스를 플라즈마화하여 플라즈마 에칭이 행해진다.

[0006] 통상, 플라즈마 에칭은 감압 분위기에서 행해지지만, 예컨대 감압 분위기의 압력을 높게 할수록 SiN막의 에칭 속도를 크게 할 수 있다. 한편으로 감압 분위기의 압력이 높아지면, 레지스트의 에칭 속도와 비교하여 SiN막의 에칭 속도가 커져, 후술하는 언더컷의 상태가 발생해버려, 콘택트 홀의 형상 제어, 즉 레지스트 패턴의 형상을 패시베이션막에 정밀하게 전사하는 것이 어려워져버린다.

[0007] 이와 같이, SiN막을 에칭할 때의 에칭 속도와, 콘택트 홀의 형상 제어 사이에는 트레이드오프의 관계가 있다. 이 때문에, 예컨대 테이퍼면의 형상 제어를 우선시하는 경우에는, 에칭 속도를 충분히 높이는 것이 어려워, 에칭 처리의 처리량을 향상시키는 것이 곤란하다고 하는 문제가 있다.

[0008] 여기서 특허 문헌 1에는, 1.33Pa(10mTorr)~133Pa(1000mTorr)의 범위의 압력 분위기하에서 SF₆을 플라즈마화하여, SiN막을 에칭하는 기술이 기재되어 있고, 특허 문헌 2에는, 불소 가스 및 산소 가스의 혼합 가스를 1Pa~100Pa의 범위의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, SiN막을 에칭하는 기술이 기재되어 있다. 또한, 특허 문헌 3에는, 이불화카보닐과 산소의 혼합 가스를 이용하여 SiN막을 플라즈마 에칭하는 기술이 기재되어 있다.

[0009] 그러나 상기 특허 문헌 1~특허 문헌 3에 기재된 모든 기술에 있어서도, SiN막의 에칭 속도와 테이퍼면의 형상 제어의 관계에 대해서는 착안되어 있지 않고, 예컨대 테이퍼면의 형상을 양호하게 유지하면서 에칭 속도를 향상시키기 위한 조건은 개시되어 있지 않다.

[0010] (선행 기술 문헌)

[0011] (특허 문헌)

[0012] (특허 문헌 1) 일본 특허 공개 공보 평 01-146328 호 : 제 3 페이지 우측 상단란 11행~16행

[0013] (특허 문헌 2) 일본 특허 공개 공보 제 2008-300478 호 : 0014 단락, 0027 단락

[0014] (특허 문헌 3) 일본 특허 공개 공보 제 2002-158181 호 : 0043 단락, 0061 단락

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 양호한 형상 제어가 가능하고 고속으로 질화실

리콘막의 에칭을 행하는 것이 가능한 플라즈마 에칭 방법을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명에 따른 플라즈마 에칭 방법은 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부를 구비한 레지스트 패턴의 하층 쪽에 형성된 피처리 기판상의 질화실리콘막을 플라즈마 에칭하는 방법으로서, 상기 피처리 기판을 처리 용기 내에 반입하는 공정과, 이 처리 용기 내에 육불화유황과 산소의 혼합 가스를 공급하여, 그 혼합 가스를 133Pa 이상, 200Pa 이하의 범위 내의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, 상기 질화실리콘막을 에칭하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 상기 혼합 가스는 육불화유황과 산소의 체적비가 1 : 6 이상, 1 : 20 이하의 범위 내인 것이 바람직하다.
- [0018] 또한 다른 발명에 따른 플라즈마 에칭 방법은 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부를 구비한 레지스트 패턴의 하층 쪽에 형성된 피처리 기판상의 질화실리콘막을 플라즈마 에칭하는 방법으로서, 상기 피처리 기판을 처리 용기 내에 반입하는 공정과, 이 처리 용기 내에 이불화카보닐과 산소의 혼합 가스를 공급하여, 그 혼합 가스를 133Pa 이상, 267Pa 이하의 범위 내의 압력 분위기하에서 플라즈마화하여, 상기 질화실리콘막을 에칭하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 혼합 가스는 이불화카보닐과 산소의 체적비가 1 : 2 이상, 3 : 20 이하의 범위 내인 것이 바람직하다.
- [0020] 또한 상기 각 플라즈마 에칭 방법은 에칭에 의해 형성되는 상기 질화실리콘막의 개구부가 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 형상인 경우에 바람직하다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명에 따르면, 육불화유황이나 이불화카보닐에 산소를 혼합한 혼합 가스를 이용하여 플라즈마 에칭을 행함으로써, 133Pa(1000mTorr) 이상의 높은 압력 분위기하에서도 안정한 플라즈마가 얻어져, 고속으로 질화실리콘막의 에칭을 행할 수 있다. 또한 혼합 가스가 레지스트 패턴을 애싱하는 능력을 갖는 산소를 포함하고 있는 것에 의해, 질화실리콘막의 에칭 속도와 레지스트 패턴의 애싱 속도의 비를 조정하는 것이 가능해져, 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부의 형상을 레지스트 패턴으로부터 질화실리콘막에 정밀하게 전사할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법이 적용되는 피처리 기판의 일례를 나타내는 종단 측면도이다.
- 도 2는 상기 피처리 기판상의 TFT에 콘택트 홀을 형성하는 공정을 나타내는 종단 측면도이다.
- 도 3은 상기 콘택트 홀에 테이퍼면을 형성하는 수법을 모식적으로 나타내는 설명도이다.
- 도 4는 상기 플라즈마 에칭 방법을 실시하기 위한 플라즈마 에칭 장치를 나타내는 단면 측면도이다.
- 도 5는 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 1 설명도이다.
- 도 6은 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 2 설명도이다.
- 도 7은 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 3 설명도이다.
- 도 8은 상기 실험에 이용된 피처리 기판에 있어서의 에칭 속도의 계측점을 나타내는 설명도이다.
- 도 9는 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 4 설명도이다.
- 도 10은 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 5 설명도이다.
- 도 11은 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 6 설명도이다.

도 12는 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 7 설명도이다.

도 13은 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 8 설명도이다.

도 14는 플라즈마 에칭에 따른 실험 결과를 나타내는 제 9 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 도 1은 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법이 적용되는 피처리 기관의 일부의 영역을 확대한 종단 측면도를 나타내고 있다. 도 1에 나타난 피처리 기관은, 예컨대 액티브 매트릭스 방식의 LCD이며, 도면 중, 1a는 각 화소에 마련된 TFT부의 종단 측면이며, 1b는 TFT부(1a)에 마련된, 예컨대 게이트 전극을 LCD의 구동 회로에 접속하기 위한 콘택트부의 종단면도이다.
- [0024] TFT부(1a)는, 유리 기관(11)상에 게이트 배선막(12)을 형성하고, 그 위에 SiN막 등으로 이루어지는 게이트 절연막(13)을 마련하고, 또 그 상층에 비정질 실리콘막(14)이나 n+비정질 실리콘막(15), 및 신호선막을 순차적으로 형성하고, 에칭에 의해 신호선막 및 n+비정질 실리콘막(15)을 좌우로 분리하여, 소스 전극(161), 드레인 전극(162) 및 이들 전극(161, 162) 사이에 마련된 채널부를 형성하고 있다.
- [0025] 이와 같이 하여 형성된 TFT 구조의 윗면 쪽에는, TFT부(1a)의 표면을 보호하기 위한, 예컨대 SiN막으로 이루어지는 패시베이션막(17)이 마련되어 있다. 패시베이션막(17)에는, 소스 전극(161), 드레인 전극(162)과의 접촉부에 콘택트 홀(103)이 마련되고, 이 콘택트 홀(103)을 사이에 두고, 예컨대 ITO(Indium Tin Oxide) 등의 투명전극으로 이루어지는 전극막(18)을 접속하여, 예컨대 소스 전극(161)은 소스 전극(161) 쪽의 구동 회로, 드레인 전극(162)은 각 액정 화소의 구동 전극에 접속된다.
- [0026] 한편, 콘택트부(1b)는, 예컨대 TFT부(1a)의 게이트 배선막(12)에 접속된 게이트 배선막(12)의 윗면 쪽에, 모두 SiN막으로 이루어지는 상술한 게이트 절연막(13) 및 패시베이션막(17)이 아래쪽으로부터 이 순서로 적층된 구조로 되어 있다. 그리고 이들 2층의 막(13, 17)을 관통하는 콘택트 홀(103)을 마련하여 그 콘택트 홀(103) 내에 전극막(18)을 형성하고, 게이트 배선막(12)을 게이트 배선막(12) 쪽의 구동 회로에 접속한다. 또한 본 실시의 형태에 있어서는, TFT부(1a) 및 콘택트부(1b)에 마련된 콘택트 홀(103)은 배경 기술에서 설명한 바와 같이 전극막(18)의 단선을 방지할 목적에서 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 테이퍼면이 형성되어 있다.
- [0027] 이상에 설명한 구성을 구비하는 TFT부(1a), 콘택트부(1b)에 있어서, 각 부(1a, 1b)에 마련된 콘택트 홀(103)은 레지스트의 소비 삭감과 제조 공정의 삭감 등의 관점에서 일괄하여 에칭이 행해진다. 예컨대 도 2(a), 도 2(b)에 나타난 예에서는, TFT부(1a) 및 콘택트부(1b)의 전체를 덮도록 레지스트막(101)을 도포하여 에칭용 개구부(102)를 패터닝하여 레지스트 패턴을 형성한다. 그리고 이들 개구부(102)를 사이에 두고 패시베이션막(17), 게이트 절연막(13)을 에칭하여 각 부(1a, 1b)에 콘택트 홀(103)을 형성하고 있다.
- [0028] 이와 같이 TFT부(1a), 콘택트부(1b)에서 일괄하여 콘택트 홀(103)을 에칭하는 경우에는, TFT부(1a) 쪽에 있어서는 패시베이션막(17)만의 에칭이 행해지는 한편, 콘택트부(1b) 쪽에서는 패시베이션막(17) 및 게이트 절연막(13)을 에칭할 필요가 있어, 두께가 다른 SiN막을 에칭하게 된다. 이 때문에, TFT부(1a) 쪽에서 콘택트 홀(103)이 형성되어 각 전극(161, 162)으로의 콘택트가 가능해진 후에도 콘택트부(1b) 쪽에 있어서는 아직 콘택트 홀(103)이 게이트 배선막(12)에 도달하고 있지 않아, 에칭의 계속이 필요한 경우가 있다. 이 때문에 콘택트 홀(103)의 일괄 에칭에 사용하는 에칭 가스는 TFT부(1a) 쪽의 신호선막(소스 전극(161), 드레인 전극(162))을 에칭하여버리지 않는 성질인 것일 필요가 있다.
- [0029] 또한 상술한 바와 같이 콘택트부(1b) 쪽의 콘택트 홀(103)에는 전극막(18)의 단선을 방지하기 위한 테이퍼면이 마련되지만, 이 테이퍼면은 레지스트 후퇴법 등에 의해 형성된다. 도포된 레지스트막(101)에 개구부(102)를 패터닝한 후, 가열 처리함으로써, 도 3(a)에 모식적으로 확대하여 나타내는 바와 같이 개구부(102)의 내단면(內端面)은 테이퍼 형상이 된다.
- [0030] 이와 같이 레지스트막(101)에 테이퍼면이 형성된 상태에서 패시베이션막(17)을 에칭하면, 레지스트막(101)의 얇은 영역 쪽으로부터 패시베이션막(17)이 에칭되기 시작하므로, 도 3(b)에 나타내는 바와 같이 레지스트막(101)의 테이퍼면의 형상을 패시베이션막(17)에 전사할 수 있다. 여기서 배경 기술에서 말한 바와 같이, 패시베이션막(17)을 플라즈마 에칭으로 에칭하는 경우에 있어서, 그 에칭 속도를 크게 할 목적으로 플라즈마 에칭이 행해지는 감압 분위기의 압력을 높게 하면, 레지스트막(101) 쪽의 에칭 속도와 비교하여 패시베이션막(17)의 에칭 속도가 커진다. 이 결과, 도 3(c)에 나타내는 바와 같이 레지스트막(101)의 아랫면에서 패시베이션막(17)의 에

칭이 진행되어버려, 레지스트막(101)의 테이퍼 형상을 패시베이션막(17)에 정확히 전사할 수 없는 언더컷의 상태가 발생하여버린다. 또한 이 언더컷은 TFT부(1a) 쪽의 콘택트 홀(103)에서도 발생할 가능성이 있다.

- [0031] 또한 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법이 적용되는 피처리 기관은, 예컨대 긴 변이 2m 이상인 대형 각형(角型) 기관으로서 구성되어 있다. 이와 같이 대형 피처리 기관에 대하여 플라즈마 에칭을 행하는 경우에는, 그 피처리 기관을 격납 가능한 대형 처리 용기 내에서, 에칭 가스를 균일하게 플라즈마화하는 것이 필요하게 된다. 특히, 에칭 속도를 크게 할 관점에서, 처리 용기 내의 감압 분위기의 압력을 높게 하면, 편향된 플라즈마가 형성되어버려 피처리 기관면 내에서 균일한 에칭을 행하는 것이 곤란해져버린다고 하는 문제도 있다.
- [0032] 이상에 설명한 바와 같이, 도 1에 나타난 피처리 기관에 콘택트 홀(103)을 형성하는 플라즈마 에칭에 있어서, 에칭 속도를 높여 처리량을 향상시킴에 있어서는, (1) TFT부(1a), 콘택트부(1b)의 서로 다른 영역에서 두께가 다른 SiN막의 에칭에 있어서, SiN막이 얇은 TFT부(1a) 쪽의 신호선막(소스 전극(161), 드레인 전극(162))에 있어서의 에칭의 진행을 억제할 것, (2) 언더컷의 발생을 억제할 것, (3) 피처리 기관의 전체면에 걸쳐 균일한 플라즈마를 형성시킬 것 등을 고려하여 에칭 가스의 선정이나 처리 조건의 설정을 행할 필요가 있다. 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법은 이들 요청을 만족시키면서 종래법보다 고속으로 SiN막의 에칭을 행할 수 있게 되어 있다. 이하, 그 상세한 내용에 대하여 설명한다.
- [0033] 이하, 도 4는 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법을 실시하는 플라즈마 에칭 장치의 구성예를 나타내고 있다. 도 4의 종단 측면도에 나타난 플라즈마 에칭 장치(2)는, 예컨대 도 3(a)에 나타내는 바와 같이 개구부(102)가 패터닝된 레지스트막(101)이 가장 윗면에 도포된 피처리 기관 S에 대하여, 플라즈마 에칭에 의해 TFT부(1a) 및 콘택트부(1b)에 콘택트 홀(103)을 형성하는 역할을 한다.
- [0034] 플라즈마 에칭 장치(2)는 그 내부에 있어서 피처리 기관 S를 플라즈마 에칭하기 위한 진공 챔버인 처리 용기(20)를 구비하고 있다. 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 장치(2)는 상술한 바와 같이, 예컨대 긴 변이 2m 이상인 대형 각형 기관을 처리하는 것이 가능하게 되어 있고, 처리 용기(20)에 대해서도, 예컨대 수평 단면의 한 변이 3.5m, 다른 변이 3.0m 정도의 크기의 각형으로 되어 있다.
- [0035] 처리 용기(20)는, 예컨대 알루미늄 등의 열전도성 및 도전성이 양호한 재질에 의해 구성되어 있고 또한 그 처리 용기(20)는 접지되어 있다. 또한 처리 용기(20)의 한 측면부(21)에는 처리 용기(20) 내에 피처리 기관 S를 반입하기 위한 반입출구(22)가 형성되어 있고, 이 반입출구(22)는 게이트 밸브(23)에 의해 개폐가 자유롭게 구성되어 있다.
- [0036] 처리 용기(20)의 내부에는, 그 윗면에 피처리 기관 S를 탑재하기 위한 탑재대(3)가 배치되어 있다. 탑재대(3)는 처리 용기(20)의 바닥면 위에 전기적으로 접속되어 배치되어 있어, 하부 전극으로서의 역할을 하고, 애노드 전극으로서 기능한다.
- [0037] 또한 탑재대(3)의 둘레 부분 및 측면은 탑재대(3) 위쪽에서 플라즈마를 균일하게 형성하기 위한, 예컨대 세라믹 재료에 의해 구성된 포커스 링(33)에 의해 덮여 있다. 포커스 링(33)은 피처리 기관 S의 둘레의 영역의 플라즈마 상태를 조정하는 역할, 예컨대 피처리 기관 S 위에 플라즈마를 집중시켜 에칭 속도를 향상시키는 역할을 한다. 본 실시의 형태에서는 피처리 기관 S가 탑재되는 탑재 영역은, 예컨대 탑재대(3)의 윗면과 그 주위의 포커스 링(33)의 윗면의 일부를 포함하는 영역에 걸쳐 형성되어 있다.
- [0038] 탑재대(3)에는 외부에 마련된 도시하지 않는 반송 장치와 당해 탑재대(3) 사이에서 피처리 기관 S의 수수(授受)를 행하기 위한 승강 편(34)이 마련되어 있다. 승강 편(34)은 승강 기구(35)와 접속되어 있고, 탑재대(3)의 표면으로부터 자유롭게 돌몰(突沒; 튀어나오고 들어감)하고, 피처리 기관 S의 수수가 행해지는 위치와 상술한 탑재 영역 사이에서 피처리 기관 S를 승강시킬 수 있다. 도면 중, 36은 처리 용기(20) 내를 진공으로 유지하기 위해 승강 편(34)을 덮는 벨로즈(bellows)이다.
- [0039] 한편 탑재대(3)의 위쪽에는 이 탑재대(3)의 윗면과 대향하도록 평판 형상의 상부 전극(4)이 마련되어 있고, 이 상부 전극(4)은 각판(角板) 형상의 상부 전극 베이스(41)에 지지되고 있다. 이들 상부 전극(4) 및 상부 전극 베이스(41)는, 예컨대 알루미늄에 의해 구성되어 서로 도통하고 있다. 상부 전극 베이스(41)의 윗면은 절연 부재(411)를 사이에 두고 처리 용기(20)의 천정부에 부착되고, 처리 용기(20)로부터 전기적으로 뜬 상태로 되어 있다. 상부 전극 베이스(41)에는 플라즈마 발생용의 고주파 전원부(48)가 접속되어 있어, 결과적으로 상부 전극(4)은 캐소드 전극으로서 기능한다. 또한, 이들 상부 전극 베이스(41) 및 상부 전극(4)에 의해 둘러싸인 공간은 에칭 가스의 확산 공간(42)을 구성하고 있다. 이하, 이들 상부 전극(4), 상부 전극 베이스(41)를 합쳐 가스 샤워 헤드(40)라고 부른다.

- [0040] 처리 용기(20)의 천정부에는 상기 확산 공간(42)에 접속되도록 가스 공급로(43)가 마련되어 있고, 이 가스 공급로(43)는 2개로 분기하여 한쪽의 에칭 가스 공급로(431)에는 에칭 가스 공급부(45)가 접속되고, 다른 쪽의 산소 공급로(432)에는 산소 공급부(46)가 접속되어 있다. 에칭 가스 공급부(45)에는 피처리 기판 S의 SiN막을 에칭하기 위한 육불화유황(이하, SF₆이라고 기재)이 저장되어 있고, SF₆을 기체 상태로 처리 용기(20)를 향하여 공급할 수 있다. 한편, 산소 공급부(46)에는 처리 용기(20) 내에서 발생하는 플라즈마를 안정화시키고 레지스트막(101)의 에칭 속도를 조절하여 언더컷의 발생을 억제하기 위한 산소(이하, O₂라고 기재)가 저장되어 있어, SF₆과 혼합된 상태의 O₂를 처리 용기(20)에 공급하는 역할을 한다.
- [0041] 에칭 가스 공급부(45), 산소 공급부(46)와 확산 공간(42) 사이의 각 공급로(431, 432)에는, 예컨대 질량 유량 제어기(mass flow controller) 등으로 이루어지는 유량 조절부(44)가 마련되어 있다. 유량 조절부(44)는 후술하는 제어부(6)로부터의 지시에 근거하여 처리 용기(20)로의 SF₆ 및 O₂의 공급량을 조절하는 기능을 구비하고, 이에 따라 SF₆과 O₂의 혼합비를 조절하는 역할을 하고 있다.
- [0042] 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법에 있어서 유량 조절부(44)는 SF₆과 O₂를, 예컨대 1 : 6 이상, 1 : 20 이하의 범위의 체적비로 혼합한 상태로 처리 용기(20)에 공급할 수 있다. 구체예를 들면, 본 예에 있어서 유량 제어부(44)는, 예컨대 SF₆의 유량을 100sccm(sccm : ml/min(0℃, 1기압), 이하 동일), O₂의 유량을 600sccm으로 조절하여 1 : 6의 체적비로 혼합된 혼합 가스를 처리 용기(20)에 공급하도록 제어된다.
- [0043] 이렇게 하여 혼합된 가스가 확산 공간(42)에 공급되면, 그 혼합 가스는 상부 전극(4)에 마련된 가스 공급 구멍(47)을 통해 피처리 기판 S 위쪽의 처리 공간에 공급되고, 플라즈마화되어 피처리 기판 S에 대한 에칭 처리를 행할 수 있다.
- [0044] 한편, 처리 용기(20)의 바닥면에는 처리 용기(20) 내의 분위기를 배기하는 배기로(24)의 일단이 접속되어 있고, 그 다른 단에는 압력 조절 밸브(511)를 통해 진공 펌프(51)가 접속되어 있어, 처리 용기(20) 내의 가스는 이 배기로(24)로부터, 예컨대 공장 공통의 제해(除害) 장치(52)를 향하여 배기되도록 되어 있다.
- [0045] 여기서 종래의 플라즈마 에칭 방법에 있어서는, 처리 용기(20) 내의 압력이, 예컨대 133Pa(1000mTorr) 미만의, 예컨대 13.3Pa(100mTorr) 정도까지 감압된 고진공 분위기의 처리 용기(20) 내에, 예컨대 O₂를 혼합하고 있지 않은 SF₆을 공급하여 SiN막의 에칭이 행해지고 있었다. 이 정도의 고진공 분위기에 있어서는 본 예와 같은 대형 처리 용기(20)에서도 플라즈마는 안정하고, 또한 언더컷의 발생도 억제할 수 있는 경우도 있다. 그러나, 고진공 분위기에서는 SiN막의 에칭 속도가 느려 충분한 처리량을 얻을 수 없다고 하는 문제가 있었다.
- [0046] 한편으로, SF₆을 단독으로 공급하면서 처리 용기(20) 내의 압력을 높이면, 안정한 플라즈마를 형성하는 것이 곤란하고 언더컷의 발생이 현저해져버릴 우려가 높았다. 그래서, 종래의 플라즈마 에칭 장치는, 예컨대 133Pa(1000mTorr) 이상이라는 비교적 저진공의 압력 분위기하에서 에칭을 실행하는 설계로는 되어 있지 않고, 진공 펌프에 대해서도 고진공 분위기를 형성 가능하고 비교적 고가인 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프가 채용되어 있었다.
- [0047] 이에 비하여 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법에 있어서는 상술한 바와 같이 SF₆에 O₂를, 예컨대 체적비 1 : 6~1 : 20의 범위로 혼합하고, 이에 따라 비교적 압력이 높은 분위기하에서도 안정하게 플라즈마를 형성하고, SiN막의 에칭 속도와 레지스트막(101)의 에칭 속도의 비를 조절하여 언더컷이 발생하기 어려운 상태로 할 수 있다.
- [0048] 처리 용기(20) 내에 이와 같은 압력 분위기를 형성하기 위해, 본 실시의 형태에 따른 진공 펌프(51) 및 압력 조절 밸브(511)는 도시하지 않은 압력계의 지시에 근거하여 압력 조절 밸브(511)가 열리는 정도를 조절함으로써 처리 용기(20) 내의 압력을, 예컨대 133Pa(1000mTorr) 이상, 200Pa(1500mTorr) 이하의 범위 내의, 예컨대 133Pa(1000mTorr)로 조절할 수 있다. 이와 같이, 종래의 고진공 분위기와 비교하여 저진공의 상태에서 플라즈마 에칭을 행하는 것이 가능하므로, 진공 펌프(51)는, 예컨대 터보 분자 펌프와 같이 고진공 상태를 만들어낼 수는 없지만 비교적 저렴한 드라이 펌프 등에 의해 구성된다.
- [0049] 또한 플라즈마 에칭 장치(2)는 제어부(6)와 접속되어 있다. 제어부(6)는, 예컨대 도시하지 않은 CPU와 프로그램을 구비한 컴퓨터로 이루어지고, 프로그램에는 당해 플라즈마 에칭 장치(2)의 동작, 다시 말해 처리 용기(20) 내에 피처리 기판 S를 반입하고, 처리 용기(20)에 대한 SF₆ 및 O₂의 공급량, 공급비 및 처리 용기(20) 내의 압력

을 조절하고 나서 에칭 가스(SF₆과 O₂의 혼합 가스)를 플라즈마화하고, 피처리 기관 S에 에칭 처리를 실시하고 나서 반출하기까지의 동작에 따른 제어 등에 대한 스텝(명령)군이 편성되어 있다. 이 프로그램은, 예컨대 하드 디스크, 콤팩트디스크, 광자기디스크, 메모리카드 등의 기억 매체에 저장되고, 그로부터 컴퓨터에 인스톨된다.

- [0050] 이하, 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 장치(2)의 동작에 대하여 설명한다. 처음에, 도시하지 않는 조작 부를 통해 사용자가 원하는 플라즈마 에칭 처리의 프로세스 레시피를 선택하여 제어부(6)에 입력하면, 제어부(6)에서는 이 프로세스 레시피에 근거하여 플라즈마 에칭 장치(2)의 각 부에 제어 신호를 공급하고, 이렇게 하여 피처리 기관 S에 대하여 소정의 플라즈마 에칭 처리가 행해진다.
- [0051] 우선 게이트 밸브(23)를 열고, 도시하지 않는 외부의 반송 수단에 의해, 도 2(a)에 나타낸 바와 같이, 콘택트 홀(103)에 대응하는 개구부(102)를 구비한 레지스트막(101)이 표면에 형성된 피처리 기관 S를 처리 용기(20) 내에 반입하여 탑재대(3) 위쪽의 수수 위치까지 반송한다.
- [0052] 피처리 기관 S가 수수 위치에 도달하면, 승강 핀(34)을 상승시켜 반송 수단으로부터 승강 핀(34)에 피처리 기관 S를 옮기고, 반송 수단은 처리 용기(20) 밖으로 퇴출시키고, 승강 핀(34)을 하강시켜 피처리 기관 S를 탑재 영역에 탑재한다. 그 후 반입출구(22)를 닫으면, 진공 펌프(51)를 가동시켜 압력 조절 밸브(511)에 의해 처리 용기(20) 내를, 예컨대 133Pa(1000mTorr)의 압력으로 조절하고, 유량 조절부(44)에서 SF₆의 유량이 100sccm, O₂의 유량이 600sccm(체적비 1 : 6)이 되도록 유량을 조절하여 에칭 가스 공급부(45) 및 산소 공급부(46)로부터 양 가스를 처리 용기(20)에 공급한다.
- [0053] SF₆ 및 O₂는 가스 공급로(43) 및 확산 공간(42) 내에서 충분히 혼합되어 가스 공급 구멍(47)을 통해 처리 용기(20) 내에 토출된다. 그리고 고주파 전원부(48)로부터 상부 전극(4)에 고주파 전력을 공급하여 피처리 기관 S의 위쪽의 공간에 플라즈마를 형성하여 SiN막에 대한 플라즈마 에칭을 실행한다.
- [0054] 여기서 SF₆은 절연성 가스이며, 대형 피처리 기관 S를 격납하는 처리 용기(20) 내에서 균일한 플라즈마를 형성하기 어려운 특성을 갖고 있지만, SF₆의 해리(解離)를 촉진시키는 효과를 갖는 O₂를, SF₆과 O₂의 체적비 1 : 6~1 : 20이라는 높은 비율로 혼합함으로써, 처리 용기(20)의 전체면에 걸쳐 균일한 플라즈마를 형성할 수 있다. 이것은 처리 용기(20) 내의 플라즈마 상태를 육안으로 확인하는 것 및 후술하는 실시예에 있어서의 실험으로도 확인하고 있다.
- [0055] 한편으로, O₂에는 SiN막을 에칭하는 능력은 없으므로, O₂의 혼합비를 높게 하면 SiN막의 에칭 속도는 느려질 가능성이 있다. 그러나 본 예에서는 처리 용기(20) 내의 압력을, 예컨대 133Pa(1000mTorr)~200Pa(1500mTorr)의 비교적 높은 압력 분위기로 함으로써, O₂의 혼합비를 높게 한 경우에도 처리 용기(20) 내의 SF₆의 분자수는 종래의 경우보다 적어지지 않거나, 오히려 증가하는 경우도 있다. 그리고, O₂와의 혼합 가스로는 상술한 바와 같이 안정한 플라즈마가 형성되므로, SF₆의 활성종도 많이 생성되어 에칭 속도의 향상에 기여한다. 이와 같이 SiN막의 에칭 속도가 향상되는 점에 대해서도 후술하는 실시예에 있어서의 실험으로 확인하고 있다.
- [0056] 또한, SF₆에 혼합되는 O₂는 SiN막을 에칭하는 능력은 없지만 레지스트막(101)을 에칭하는 능력을 갖고 있으므로, SiN막의 에칭 속도의 향상분을 보상하여 레지스트막(101)의 에칭 속도도 높게 할 수 있다. 이 결과, SiN막과 레지스트막(101)이, 예컨대 균등하게 깎여 언더컷을 발생시키지 않고서 SiN막을 형성하고, 콘택트 홀(103)의 형상 제어를 양호하게 행할 수 있다. 이 점에 대해서도 후술하는 실시예에 있어서 실험으로 확인하고 있다.
- [0057] 또한, 소스 전극(161)이나 드레인 전극(162)을 구성하는 신호선막이 Mo와 Al을 적층시킨 Mo/Al/Mo 적층막과 같이 Mo를 포함하는 경우는, SF₆이 Mo를 에칭하므로 SiN막과의 선택비(Mo의 에칭 속도에 대한 SiN막의 에칭 속도의 비율)가 중요해진다. 그러나, O₂의 혼합비를 높게 함으로써 이 선택비도 크게 할 수 있다.
- [0058] 플라즈마화한 가스는 처리 용기(20) 내를 강하하여 피처리 기관 S에 도달하여, 그 표면에서 에칭 처리를 진행한다. 그리고 그 가스는 피처리 기관 S의 표면을 따라 이동하면서 둘레 부분 쪽으로 흐르고, 포커스 링(33)과 처리 용기(20) 사이의 공간을 지나 배기로(24)에 흘러들어, 처리 용기(20)의 밖으로 배기된다. 이와 같이 하여 프로세스 레시피에 근거하여 소정 시간 플라즈마 에칭 처리를 행하면, SF₆, O₂나 고주파 전력의 공급을 정지하고 처리 용기(20) 내의 압력을 원래의 상태로 되돌린 후, 반입시와는 반대의 순서로 피처리 기관 S를 탑재대(3)로부터 외부의 반송 수단에 옮겨 플라즈마 에칭 장치(2)로부터 반출하여 일련의 에칭 처리를 종료한다.

- [0059] 본 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법에 의하면 이하의 효과가 있다. SF₆과 O₂를 혼합한 혼합 가스를 이용하여 플라즈마 에칭을 행함으로써 133Pa(1000mTorr) 이상의 높은 압력 분위기하에서도 안정한 플라즈마가 얻어져 고속으로 SiN막을 에칭할 수 있다. 또한 혼합 가스가 레지스트막(101)을 에칭하는 능력을 갖는 O₂를 포함하고 있어, SiN막의 에칭 속도와 레지스트막(101)의 에칭 속도의 비를 조정하는 것이 가능해져, 상부로부터 하부를 향하여 개구 면적이 서서히 작아지는 개구부(102)의 형상을 레지스트막(101)으로부터 SiN막에 전사하고 콘택트 홀(103)을 형성함에 있어서 양호한 형상 제어를 행할 수 있다.
- [0060] 또한 종래보다 낮은 진공 분위기에서 SiN막의 에칭을 행할 수 있으므로, 고진공 분위기를 형성하는 터보 분자 펌프 대신에 비교적 저렴한 드라이 펌프 등을 진공 펌프(51)로서 채용함으로써 플라즈마 에칭 장치(2)의 장치 비용을 저감할 수 있다.
- [0061] 다음으로 제 2 실시의 형태에 따른 플라즈마 처리 방법에 대하여 설명한다. 제 2 실시의 형태에 따른 플라즈마 처리 방법은 도 4에 나타난 것과 거의 같은 구성을 구비한 플라즈마 에칭 장치(2)에 의해 실시할 수 있지만 이하의 점이 다르다.
- [0062] 제 2 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 장치(2)에 있어서는, SiN막을 에칭하는 에칭 가스로서 온난화 계수가 이산화탄소와 거의 같은 이불화카보닐(COF₂)이 채용되어 있고, 에칭 가스 공급부(45)에는 SF₆ 대신에 COF₂가 저장되어 있다. 또한 본 예의 유량 조절부(44)는 COF₂와 O₂를, 예컨대 1 : 2 이상, 3 : 20 이하의 범위의 체적비로 혼합한 혼합 가스로서 처리 용기(20)에 공급하도록 되어 있다.
- [0063] 제 2 실시의 형태에 따른 진공 펌프(51) 및 압력 조절 밸브(511)는 도시하지 않은 압력계의 지시에 근거하여 압력 조절 밸브(511)가 열리는 정도를 조절함으로써 처리 용기(20) 내의 압력 분위기를, 예컨대 133Pa(1000mTorr) 이상, 267Pa(2000mTorr) 이하의 범위 내로 조절하는 것이 가능한 능력을 구비하고 있다.
- [0064] 이상에 설명한 조건 아래, COF₂와 O₂의 혼합 가스를 플라즈마화하여 피처리 기관 S의 플라즈마 에칭을 행하는 경우에 있어서도, 안정한 플라즈마의 형상, SiN막의 에칭 속도의 향상, 언더컷의 발생을 억제한 콘택트 홀(103)의 형상 제어, TFT부(1a)와 콘택트부(1b)를 일괄하여 에칭하는 경우에 있어서의 신호선막(소스 전극(161), 드레인 전극(162))의 깎임 방지, 저진공 펌프를 채용함에 의한 설비 비용의 저감 등의 각종 효과를 얻을 수 있다.
- [0065] 여기서 처리 용기(20)로부터 배출된 혼합 가스는 그 가스 중에 포함되는 COF₂의 대부분이 제해 장치(52)에 포집(捕集)되고, 나머지 O₂가 대기에 방출된다. 그러나, 제해 장치(52)에 있어서의 COF₂의 포집 효율은 100%가 아니므로 적은 양의 COF₂가 대기에 방출되는 경우도 있다. 이러한 경우에 있어서도 상술한 바와 같이 COF₂는 온난화 계수가 이산화탄소와 동등한 물질이므로 환경에 가하는 부하를 낮게 억제할 수 있다.
- [0066] 이상에 설명한 제 1, 제 2 실시의 형태에 따른 플라즈마 에칭 방법은 도 1에 나타난 피처리 기관 S상의 TFT부(1a), 콘택트부(1b)를 일괄하여 에칭하는 경우에 한하지 않고 2개의 영역을 따로따로 에칭하는 경우에도 적용할 수 있다.
- [0067] 또한, 처리 용기(20)의 압력을 133Pa(1000mTorr) 이상으로 조절하여 플라즈마를 발생시키는 상술한 플라즈마 처리 방법은 처리 용기(20) 내에 O₂만을 공급하여 레지스트막(101)을 에칭하여 피처리 기관 S로부터 제거하는 플라즈마 에칭 방법에도 적용할 수 있다. 종래, 플라즈마 에칭이 행해지는, 예컨대 133Pa(1000mTorr)보다 높은 압력 분위기하에서 에칭을 행함으로써, 피처리 기관 S상에 형성된 디바이스에 대한 손상이 낮고, 고속의 에칭 처리를 행할 수 있다.
- [0068] (실시에)
- [0069] (실험 1)
- [0070] 도 4에 기재된 플라즈마 에칭 장치(2)와 동등한 구성의 에칭 처리 장치를 이용하여, SF₆과 O₂의 혼합 가스를 플라즈마화하여 표면에 레지스트막(101)이 패터닝된 SiN 기관의 에칭을 행하여, SiN의 에칭 속도(E/R), 레지스트막(101)의 에칭 속도(A/R), 선택비(SiN의 에칭 속도에 대한 레지스트막(101)의 에칭 속도의 비)를 측정했다. 고주파 전원부(48)로부터는 13.56MHz, 3000W의 고주파 전력을 30초간 공급했다. 또한 탑재대(3)의 온도는 25℃로 조절했다.

- [0071] A. 실험 조건
- [0072] (실시예 1-1) SF₆을 100sccm, O₂를 600sccm 공급하고(체적비 1 : 6), 처리 용기(20) 내의 압력을 133Pa (1000mTorr)로 했다.
- [0073] (실시예 1-2) 처리 용기(20) 내의 압력을 160Pa(1200mTorr)로 한 점 이외에는 (실시예 1-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0074] (비교예 1-1A) 처리 용기(20) 내의 압력을 26.7Pa(200mTorr)로 한 점 이외에는 (실시예 1-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0075] (비교예 1-2A) 처리 용기(20) 내의 압력을 53.3Pa(400mTorr)로 한 점 이외에는 (실시예 1-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0076] (비교예 1-3A) 처리 용기(20) 내의 압력을 107Pa(800mTorr)로 한 점 이외에는 (실시예 1-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0077] B. 실험 결과
- [0078] (실시예 1-1~1-2), (비교예 1-1A~1-3A)의 결과를 도 5에 나타낸다. 도 5의 가로축은 처리 용기(20) 내의 압력을 나타내고 있고, 상단의 수치는 [mTorr] 단위, 하단의 수치는 [Pa] 단위를 표시하고 있다. 우측의 세로축은 SiN의 에칭 속도 또는 레지스트막(101)의 애싱 속도[nm/min]를 나타내고 있고, 좌측의 세로축은 SiN의 에칭 속도에 대한 레지스트막(101)의 애싱 속도의 비인 선택비[-]를 나타내고 있다.
- [0079] 도 5에 나타난 흰색 마름모의 플롯은 각 실시예, 비교예에 있어서의 SiN의 에칭 속도를 나타내고 있고, 실선은 그 경향선(trend line)을 나타내고 있다. 또한 검은색 마름모의 플롯은 레지스트막(101)(PR)의 애싱 속도이며, 파선은 이 경향선이다. 한편, 검은색 삼각형 플롯은 상술한 선택비를 나타내고, 일점쇄선은 이 경향선을 나타내고 있다. 여기서 (비교예 1-3A)는 같은 실험을 2회 행하고, 각 플롯은 이들 실험 결과의 평균치를 나타내고, 에러바(error bar)는 실제의 실험 결과의 값을 범위 표시로 나타내고 있다.
- [0080] 도 5에 나타난 SiN의 에칭 속도의 경향을 보면, (비교예 1-1A)로부터 (비교예 1-3A)를 향하여 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 하여 가면, 이에 따라 SiN의 에칭 속도가 상승하고 있다. 그리고, (비교예 1-3A)로부터 (실시예 1-2)에 걸쳐 에칭 속도의 변화는 크게 변동되지 않아, 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 해도 에칭 속도의 큰 상승은 보이지 않는다. 이 경향은 레지스트막(101)의 애싱 속도에 대해서도 같다고 할 수 있다.
- [0081] 한편, 선택비에 대해서는 처리 용기(20) 내의 압력을 높여 감에 따라 SiN의 에칭량 쪽이 비교적 많아지고, (비교예 1-1A)로부터 (비교예 1-3A)에 걸쳐 선택비는 서서히 저하하고 있다. 그리고, (비교예 1-3A)로부터 (실시예 1-2)의 범위에서는 선택비는 크게 변동되지 않는다.
- [0082] 도 6(a)~도 6(c)는 (비교예 1-1A~1-3A)와 같은 조건에서 탑재대(3)의 온도를 90℃로 조절한 (비교예 1-1B)~(비교예 1-3B)의 각 예에 있어서의 레지스트막(101) 및 SiN 기관의 확대 종단면의 사진을 나타내고 있다. 또한 도 7(a)~도 7(c)는 SF₆의 유량 100sccm, O₂의 유량 400sccm(체적비 1 : 4)으로 (비교예 1-1B~1-3B)와 같은 조건에서 SiN 기관의 에칭을 행한 (비교예 1-1C~1-3C)의 결과를 나타내는 확대 종단면의 사진이다.
- [0083] 도 6(a)~도 6(c)의 (비교예 1-1B~1-3B)와 도 7(a)~도 7(c)의 (비교예 1-1C~1-3C)의 실험 결과를 비교하면, SF₆과 O₂의 체적비가 1 : 4인 (비교예 1-1C~1-3C)에서는 비교적 현저하게 언더컷의 발생이 관찰되고 있다. 이에 비하여 (비교예 1-1B)에서는 언더컷은 거의 발생하고 있지 않고, 또한 (비교예 1-2B, 1-3B)에서는 약간의 언더컷의 발생이 보이지만 그 정도는 (비교예 1-2C, 1-3C)와 비교하여 작다.
- [0084] 이로부터, SF₆에 대한 O₂의 혼합 비율을 늘려 감으로써 O₂의 혼합 비율이 작은 경우와 비교하여 언더컷의 발생의 정도를 억제할 수 있는 것을 알 수 있다. 그리고 이것은 처리 용기(20) 내의 압력이 133Pa(1000mTorr) 이상인 (실시예 1-1, 1-2)에 대해서도 같은 경향이 있다 할 수 있다고 생각된다.
- [0085] 또 SF₆에 대한 O₂의 혼합 비율이 체적비 1 : 6보다 작은 영역에서는 처리 용기(20) 내의 압력을 133Pa (1000mTorr) 이상까지 높게 하여 가면, 플라즈마가 불안정해지므로 이 압력 영역에 있어서의 (비교예 1-1C~1-3C)에 대응하는 실험은 행하고 있지 않다.

- [0086] (실험 2)
- [0087] LCD용 양산 기판에 SiN막을 형성하고, 그 윗면에 레지스트막(101)을 도포, 패터닝하여 피처리 기판 S를 작성하고, SiN막의 플라즈마 에칭을 행했다. 플라즈마 에칭에 있어서는 플라즈마 에칭 장치(2)와 동등한 구성의 에칭 처리 장치를 이용하여 SF₆과 O₂의 혼합 가스를 플라즈마화하여 SiN의 에칭 속도(E/R), 레지스트막(101)의 애싱 속도(A/R), 선택비(SiN의 에칭 속도에 대한 레지스트막(101)의 애싱 속도의 비)를 측정했다. 고주파 전원부(48)로부터는 13.56MHz, 3000W의 고주파 전력을 30초간 공급했다. 또한, 탑재대(3)의 온도는 25℃로 조절했다.
- [0088] A. 실험 조건
- [0089] (실시예 2-1) SF₆을 100sccm, O₂를 600sccm 공급하고(체적비 1 : 6), 처리 용기(20) 내의 압력을 133Pa(1000mTorr)로 했다. 도 8에 나타내는 피처리 기판 S의 「1~13」의 수치를 붙인 각 점에 있어서의 SiN막의 에칭량 및 레지스트막(101)의 애싱량을 측정했다.
- [0090] (실시예 2-2) 처리 용기(20) 내의 압력을 160Pa(1200mTorr)로 한 점 이외에는(실시예 2-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0091] (실시예 2-3) 처리 용기(20) 내의 압력을 200Pa(1500mTorr)로 한 점 이외에는(실시예 2-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0092] (비교예 2-1) 처리 용기(20) 내의 압력을 107Pa(800mTorr)로 한 점 이외에는(실시예 2-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0093] B. 실험 결과
- [0094] (실시예 2-1~2-3) 및 (비교예 2-1)의 결과를 도 9, 도 10에 나타낸다. 도 9는 피처리 기판 S상의 계측점마다의 SiN막의 에칭 속도 및 에칭 속도의 면 내 균일성을 플롯한 결과를 나타내고 있다. 도 9의 가로축은 처리 용기(20) 내의 압력을, 상단에 [mTorr] 단위, 하단에 [Pa] 단위로 표시하고 있다. 우측의 세로축은 SiN막의 에칭 속도[nm/min]를 나타내고 있고, 좌측의 세로축은 그 에칭 속도의 피처리 기판 S 면 내에 있어서의 균일성[±%]을 나타내고 있다. 에칭 속도의 면 내 균일성은 이하의 (1)식에 근거하여 산출했다. 면 내 균일성은 그 값이 작을수록 에칭 속도의 편차가 피처리 기판 S의 면 내에서 작은 것을 나타내고 있다.
- [0095] 면 내 균일성[±%]=±{[(E/R)_{MAX}-(E/R)_{MIN}]/{(E/R)_{MAX}+(E/R)_{MIN}}×100 … (1)
- [0096] 단, (E/R)_{MAX};에칭 속도의 최대치[nm/min],
- [0097] (E/R)_{MIN};에칭 속도의 최소치[nm/min]이다.
- [0098] 도 9 중, 흰색 원의 플롯은 도 8에 나타낸 피처리 기판 S의 중앙 위치 「7」의 부분의 에칭 속도를 나타내고, 검은색 원의 플롯은 도 8의 중간 위치 「4, 5, 9, 10」의 4부분의 에칭 속도의 평균치를 나타내고 있다. 또한 도 8에 나타낸 가장자리 위치 「1, 2, 3, 6, 8, 11, 12, 13」의 8부분의 에칭 속도는 에러바에서 최대치 및 최소치를 범위 표시하고 있다. 별표(*)의 플롯은 피처리 기판 S 전체의 「1~13」까지의 각 부분의 에칭 속도의 평균치를 나타내고 있다. 그리고 흰색 삼각형의 플롯은 피처리 기판 S 전체에서의 에칭 속도의 면 내 균일성을 나타내고 있다.
- [0099] 또한, 도 10은 피처리 기판 S 평균의 SiN막의 에칭 속도, 레지스트막(101)의 애싱 속도 및 선택비를 나타내고 있고, 가로축, 좌우의 세로축 및 각 플롯 및 각 경향선의 의미에 대해서는 도 5와 같다.
- [0100] (실시예 2-1~2-3), (비교예 2-1)의 결과에 대해서 우선 도 9에 나타낸 SiN막의 에칭 속도의 경향을 보면, 중앙 위치, 중간 위치, 가장자리 위치 및 전체 평균의 모두에 대해서도(비교예 2-1)로부터(실시예 2-2)로 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 SiN막의 에칭 속도가 상승하고 있다. 이것은 SiN 기판을 이용한(실험 1)의 각 실시예, 비교예의 결과와 같은 경향을 나타내고 있다. 그리고 처리 용기(20) 내의 압력을 200Pa(1500mTorr)까지 더 높인(실시예 2-3)에서는 모든 위치의 계측 결과도(실시예 2-2)와 비교하여 에칭 속도가 작아졌다.
- [0101] 이와 같이 LCD용 양산 기판을 이용한(실험 2)에서는, 에칭 속도는 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 위로 볼록한 커브를 그리는 경향이 관찰되었다. 한편으로 에칭 속도의 면 내 균일성에 대해서는 에칭 속도와는

반대로 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 아래로 볼록한 커브를 그리는 경향이 관찰되었다.

- [0102] 이것은 SF₆과 O₂의 체적비를 일정하게 한 조건하에 있어서는 (실시에 2-2) 이하의 압력 영역에 있어서는 비교적 안정한 플라즈마가 형성되고 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 SiN막의 에칭 속도도 향상시킬 수 있는 것을 나타내고 있다. 또한 처리 용기(20) 내의 압력이 (실시에 2-2)의 값을 넘으면, O₂에 의해 플라즈마를 안정시키는 효과가 상대적으로 작아져, 편향된 플라즈마가 형성되어, SiN막의 에칭 속도, 면 내 균일성이 함께 저하되는 것은 아닌가 하고 해석할 수 있다.
- [0103] 다음으로 도 10에 나타낸 (실시에 2-1~2-3), (비교예 2-1)의 결과를 보면, 상술한 바와 같이 에칭 속도의 평균치는 처리 용기(20) 내의 압력에 대하여 위로 볼록한 커브를 그리는 한편, 레지스트막(101)의 애싱 속도에 대해서는 처리 용기(20) 내 압력의 상승과 함께 저하하고 있다. 이 결과, SiN막에 대한 레지스트막(101)의 선택비는 처리 용기(20) 내의 압력을 높여 감에 따라 서서히 저하하고 있고, (실시에 2-2)로부터 (실시에 2-3)의 범위에서는 선택비는 크게 변동되지 않는다.
- [0104] 도 10에 나타낸 결과에 있어서도 (실시에 2-2) 이하의 압력 영역에 있어서는 비교적 안정한 플라즈마가 형성되고, 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 SiN막의 에칭 속도가 향상됨에 따라 선택비가 저하하고, 처리 용기(20) 내의 압력이 (실시에 2-2)의 값을 넘으면 안정한 플라즈마가 형성되기 어렵게 되어 가는 결과, 선택비가 크게 변동되지 않는 것은 아닌가 하고 생각된다.
- [0105] 도 11(a)~도 11(c)는 (실시에 2-1~2-3)의 각 예에 있어서의 레지스트막(101) 및 SiN막의 확대 종단면 사진을 나타내고 있다. 도 11(a), 도 11(b)에 나타낸 (실시에 2-1, 2-2)에서는 언더컷의 발생은 보이지 않지만, 도 11(c)에 나타낸 (실시에 2-3)에서는 약간의 언더컷의 발생이 관찰되었다. 단, (실시에 2-3)에 있어서도 언더컷의 발생의 정도는, 예컨대 도 7(a)~도 7(c)에 나타낸 (비교예 1-1C~1-3C)의 경우와 비교하여 작다.
- [0106] 이상에 나타낸 (실험 1), (실험 2)의 결과를 종합하면, SF₆과 O₂의 체적비를 1 : 6으로 한 경우에 있어서는 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 함에 따라 SiN의 에칭 속도는 향상된다. 그리고 처리 용기(20) 내의 압력을 더 높게 하면 SiN의 에칭 속도는 크게 변동되지 않거나(SiN 기판을 이용한 (실험 1)의 경우), 위로 볼록한 커브를 그려 감소로 변했다(LCD의 양산 기판을 이용한 (실험 2)의 경우).
- [0107] 이로부터 SiN막의 플라즈마 에칭을 행하는 압력 분위기는, SiN의 에칭 속도가 높은 상태에 머물러 있거나, 볼록한 커브를 그려 감소하는 경우에도 비교적 에칭 속도가 높은 결과가 얻어진, 133Pa(1000mTorr) 이상, 200Pa(1500mTorr) 이하의 범위로 하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한, SF₆과 O₂의 체적비가 1 : 20을 넘으면 SF₆이 너무 적어져 압력을 높여도 거의 에칭이 진행되지 않게 되어버린다고 생각된다. 또, 바람직한 SF₆과 O₂의 체적비의 범위는, 예컨대 1 : 6~1 : 20 정도의 범위라고 생각된다.
- [0108] (실험 3)
- [0109] 도 4에 기재된 플라즈마 에칭 장치(2)와 동등한 구성의 에칭 처리 장치를 이용하여, COF₂와 O₂의 혼합 가스를 플라즈마화하여 (실험 1)과 같은 조건에서 SiN의 에칭 속도(E/R), 레지스트막(101)의 애싱 속도(A/R), 선택비(SiN의 에칭 속도에 대한 레지스트막(101)의 애싱 속도의 비)를 측정했다.
- [0110] A. 실험 조건
- [0111] (실시에 3-1) COF₂를 300sccm, O₂를 600sccm 공급하고(체적비 1 : 2), 처리 용기(20) 내의 압력을 160Pa(1200mTorr)로 했다.
- [0112] (실시에 3-2) 처리 용기(20) 내의 압력을 240Pa(1800mTorr)로 한 점 이외에는 (실시에 3-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0113] (실시에 3-3) 처리 용기(20) 내의 압력을 253Pa(1900mTorr)로 한 점 이외에는 (실시에 3-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0114] (비교예 3-1) 처리 용기(20) 내의 압력을 107Pa(800mTorr)로 한 점 이외에는 (실시에 3-1)과 같은 조건으로 했다.
- [0115] (실시에 3-1~3-3), (비교예 3-1)의 결과를 도 12 및 도 13에 나타낸다. 도 12는 SiN의 에칭 속도, 레지스트막

(101)의 에칭 속도 및 선택비를 나타내고 있고, 가로축, 좌우의 세로축 및 각 플롯 및 각 경향선의 의미에 대해서는 상술한 도 10과 같다.

- [0116] 도 13은 SiN 기판의 중앙 위치의 에칭 속도 및 코너 부분의 에칭 속도의 편차를 나타내는 도면이다. 도 13의 가로축은 처리 용기(20) 내의 압력을, 상단에 [mTorr] 단위, 하단에 [Pa] 단위로 나타내고 있고, 세로축은 각 위치에 있어서의 에칭 속도[nm/min]를 나타내고 있다. 도 13 중, 흰색 마름모의 플롯은 SiN 기판의 중앙 위치의 에칭 속도를 나타내고 있고, 에러바에서 나타낸 범위는 SiN 기판의 코너 위치의 에칭 속도의 편차 범위를 나타내고 있다.
- [0117] 도 12를 보면, COF₂와 O₂의 혼합 가스를 이용한 경우에는, SiN의 에칭 속도, 레지스트막(101)의 에칭 속도 모두에 있어서도, (비교예 3-1)로부터 (실시예 3-3)에 걸쳐 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 하여 가면, 압력의 상승에 거의 비례하여 에칭 속도 및 에칭 속도가 상승하고 있고, 실험의 범위 내에서는 이들 속도가 크게 변동되지 않는 현상은 관찰되지 않았다. 또한 선택비에 대해서는 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 하여 가면, 완만하게 선택비의 값이 작아지고 있지만, 거의 크게 변동되지 않는다고 해도 좋을 정도의 변화이다.
- [0118] 이것은, 실험을 행한 압력 범위에서는, COF₂는 비교적 안정한 플라즈마를 형성하고, 압력의 상승을 에칭 속도의 향상에 반영할 수 있었던 결과라고 생각된다. 이것은, 도 13에 있어서, 중앙 위치 및 코너 위치 중 어디에 있어서도 거의 같은 에칭 속도로 균일하게 에칭이 진행되고 있는 것에서도, SiN 기판 면 내에서 균일하게 플라즈마 에칭을 행하는 것이 가능한 안정한 플라즈마가 형성되고 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0119] 도 14는 (실시예 3-2)에 있어서의 레지스트막(101) 및 SiN 기판의 확대 중단면의 사진을 나타내고 있고, 처리 용기(20) 내의 압력을 높게 해도 언더컷이 발생하지 않는 SiN 기판 쪽에 테이퍼면을 형성할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0120] 도 12, 도 13에 나타낸 바와 같이, (실험 3)의 결과로부터, COF₂와 O₂의 체적비를 1 : 2로 한 경우에 있어서는, 압력 분위기가 133Pa(1000mTorr) 이상인 범위에서는 약 6000Å/min 이상의 고속으로 SiN막의 에칭을 행할 수 있다. 그리고, 실험을 행한 범위에 가까운 267Pa(2000mTorr) 이하의 범위에서는 에칭 속도가 급격히 저하하거나 하지 않고 충분히 빠른 에칭 속도를 실현할 수 있다고 생각된다. 또한, COF₂와 O₂의 체적비가 3 : 20을 넘으면 COF₂가 너무 적어져 압력을 높여도 거의 에칭이 되지 않게 되어버린다고 생각된다. 또, 바람직한 COF₂와 O₂의 체적비의 범위는, 예컨대 1 : 2~3 : 20 정도의 범위로 생각된다.

부호의 설명

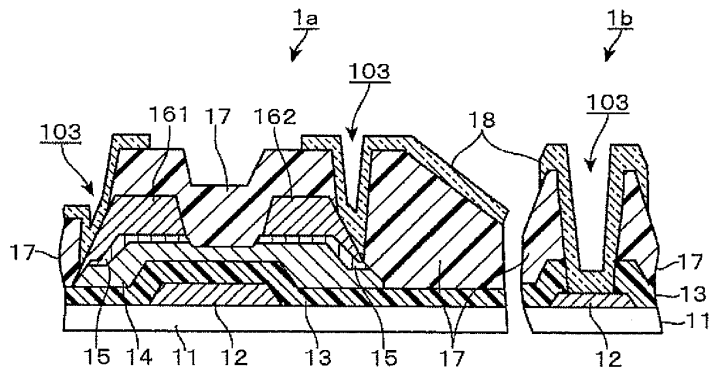
- [0121] S : 피처리 기판
- 1a : TFT부
- 1b : 콘택트부
- 101 : 레지스트막
- 102 : 개구부
- 103 : 콘택트 홀
- 17 : 패시베이션막
- 2 : 플라즈마 에칭 장치
- 3 : 탑재대
- 4 : 상부 전극
- 45 : 에칭 가스 공급부
- 46 : 산소 공급부
- 51 : 진공 펌프

511 : 압력 조절 밸브

6 : 제어부

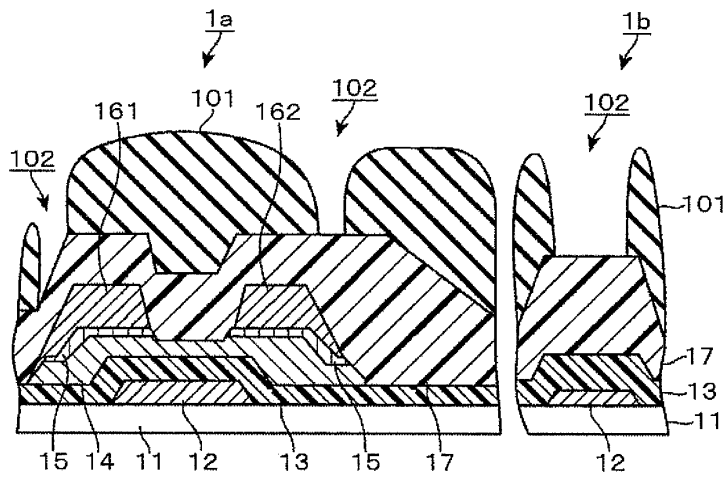
도면

도면1

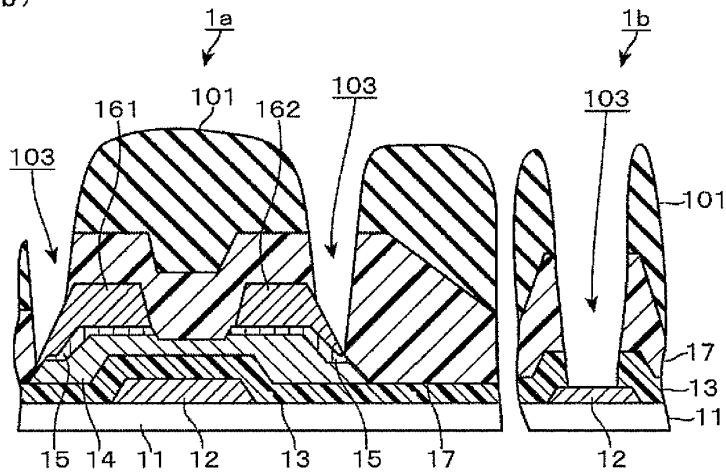


도면2

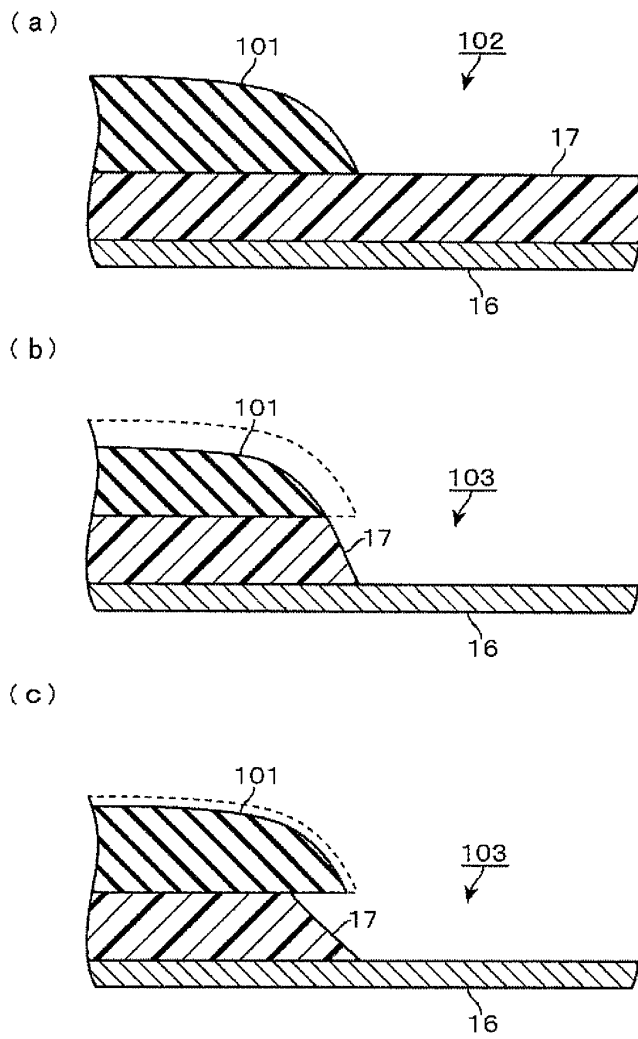
(a)



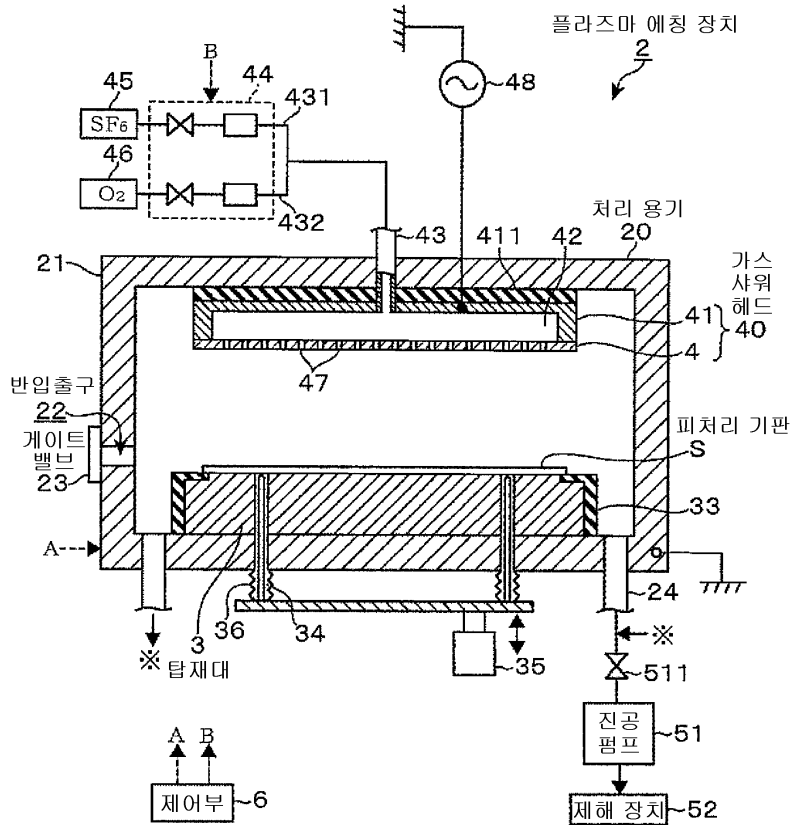
(b)



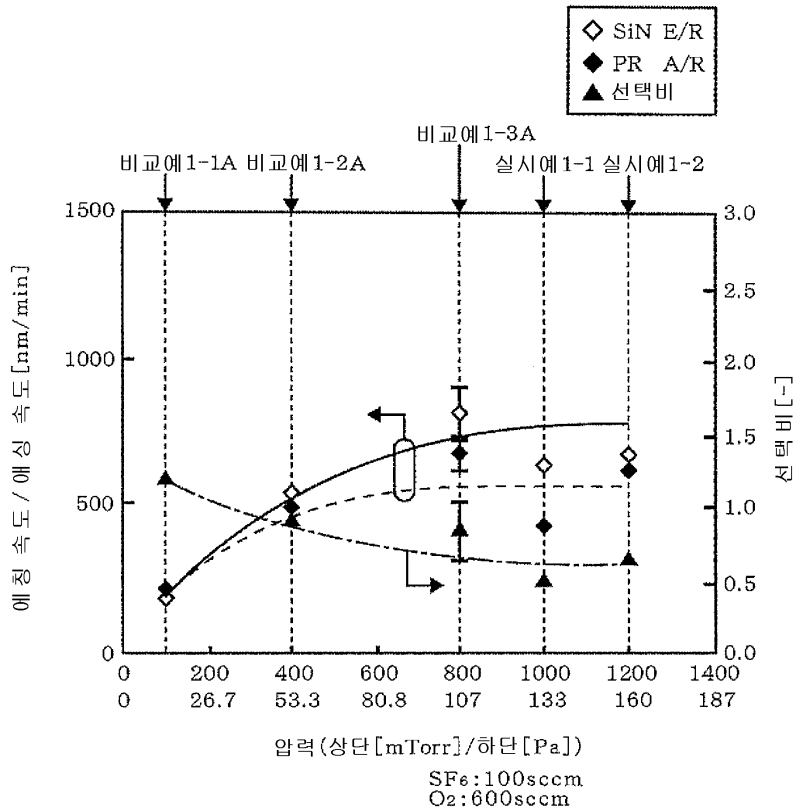
도면3



도면4

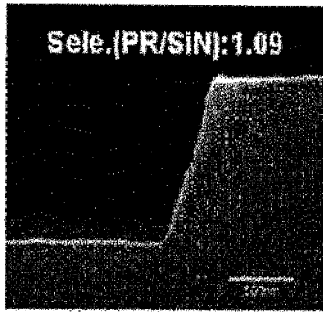


도면5

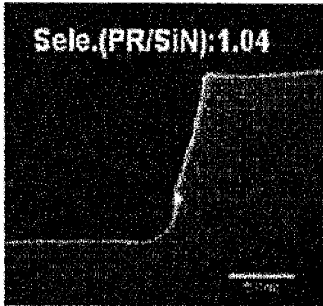


도면6

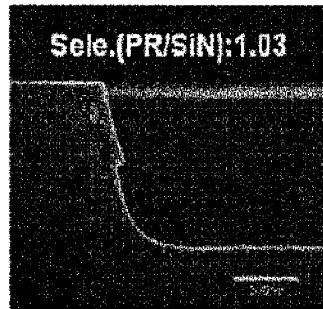
(a) (비교예1 - 1 B)



(b) (비교예1 - 2 B)

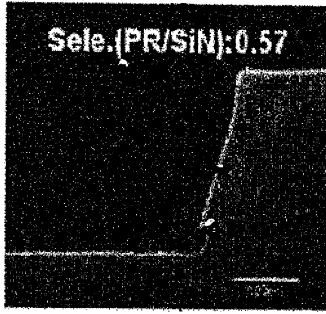


(c) (비교예1 - 3 B)

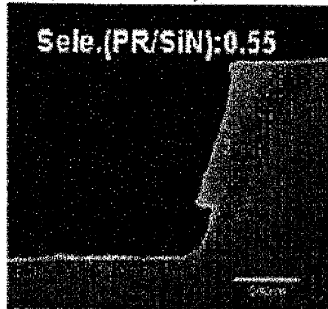


도면7

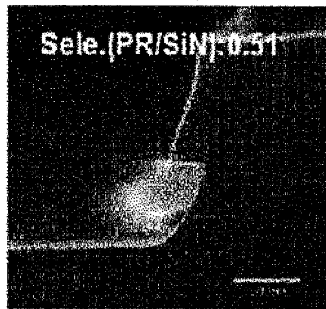
(a) (비교예1-1C)



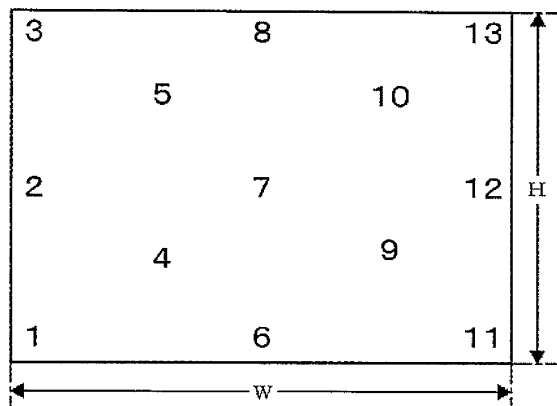
(b) (비교예1-2C)



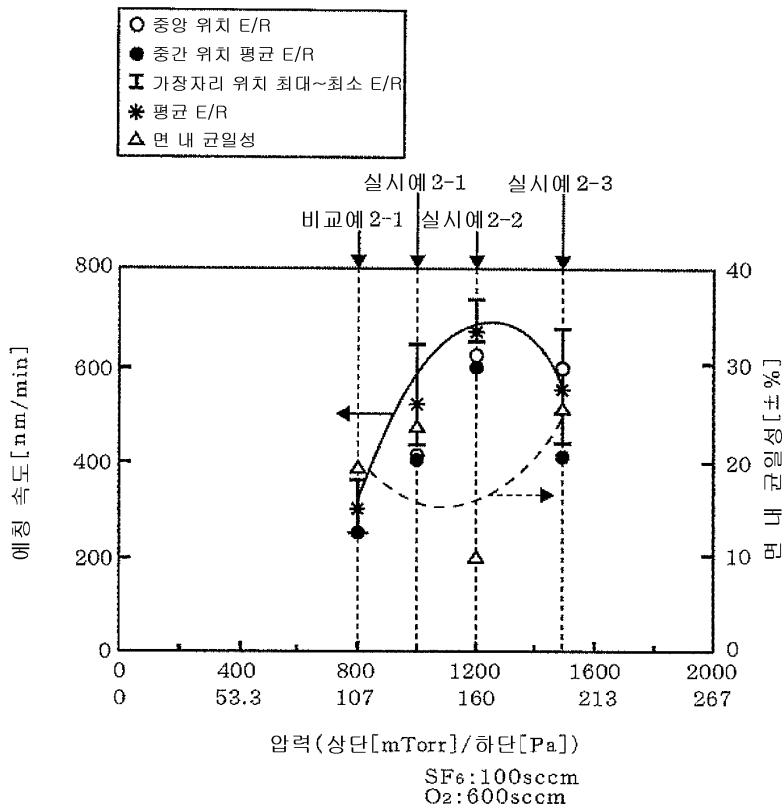
(c) (비교예1-3C)



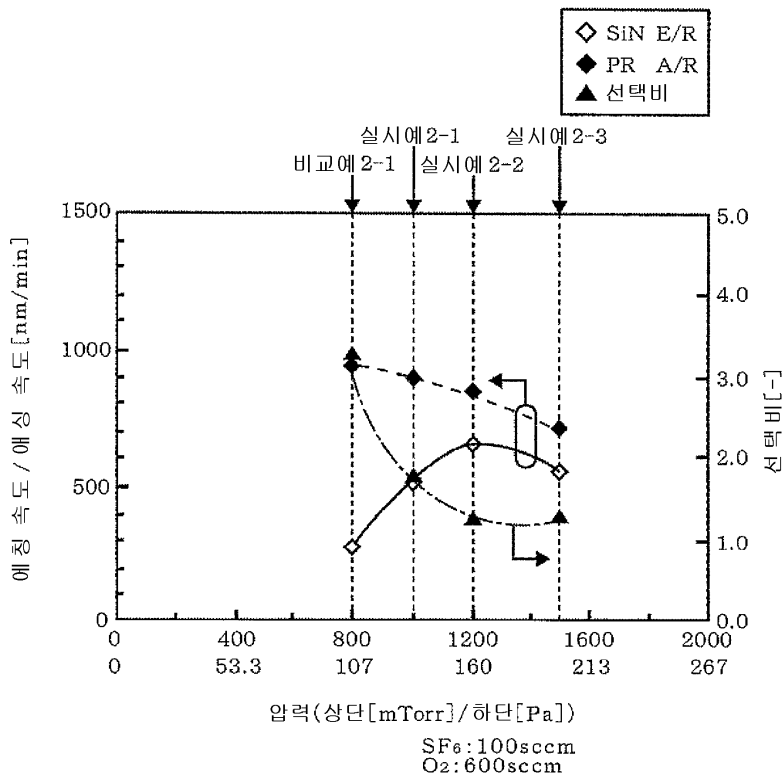
도면8



도면9

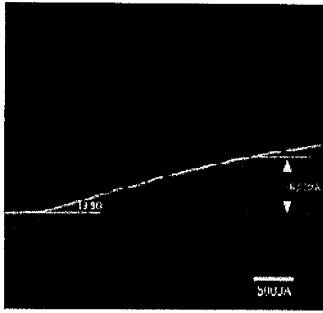


도면10

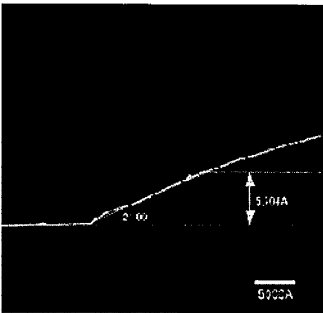


도면11

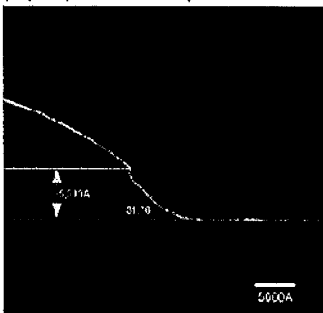
(a) (비교예2-1)



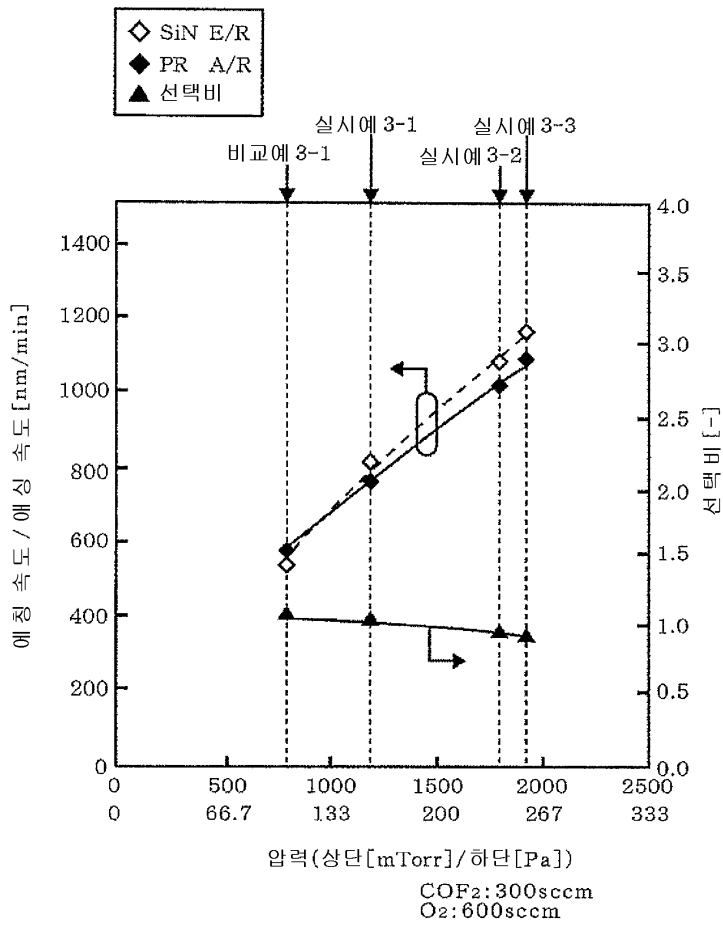
(b) (비교예2-2)



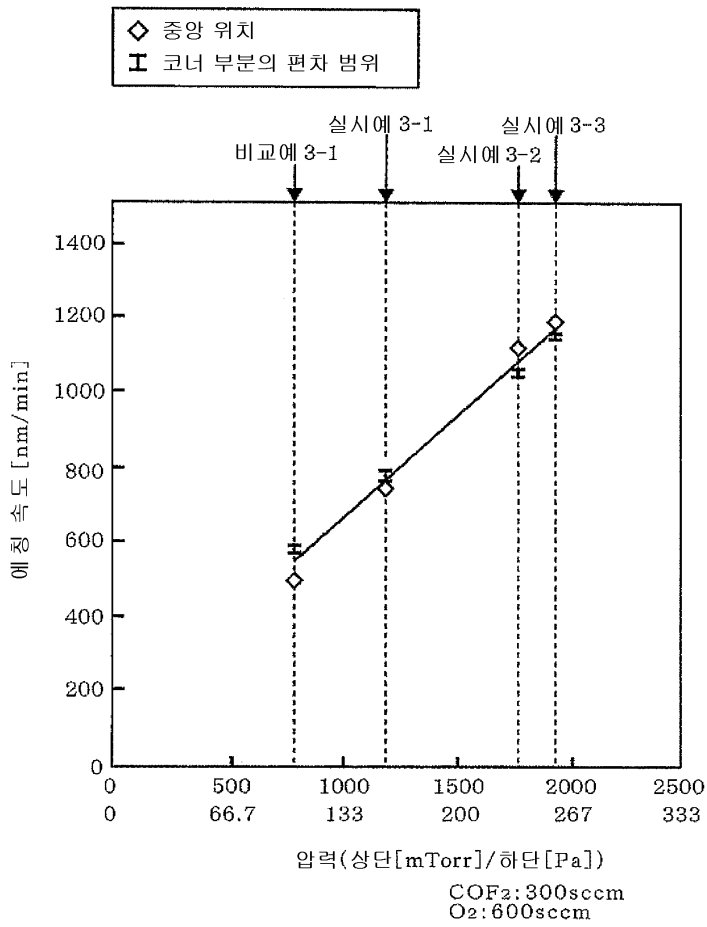
(c) (비교예2-3)



도면12



도면13



도면14

