(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[7]
H05H 1/00

(45) 공고일자 2000년06월15일
(11) 등록번호 10-0259220
(24) 등록일자 2000년03월20일

(21) 출원번호 10-1998-0011820
(65) 공개번호 특1998-0086567
(22) 출원일자 1998년04월03일
(43) 공개일자 1998년12월05일
(30) 우선권주장 134065 1997년05월23일 일본(JP)

(73) 특허권자 후지쯔 가부시끼가이샤 아끼구사 나오유끼
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라꾸 가미고다나카 4초메 1-1
(72) 발명자 후지무라 수조
일본국 가나가와켄 가와사키시 나가하라구 가미고다나카 4-1-1 후지쓰가부시끼가이샤 내
오가와 히로끼
일본국 가나가와켄 가와사키시 나가하라구 가미고다나카 4-1-1 후지쓰가부시끼가이샤 내
키구찌 준
일본국 도쿄 하치오지시 묘진쵸 4-29-9 하치오지센트럴맨숀 702
(74) 대리인 문기상, 조기호

심사관 : 최기혁

(54) 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치 및 수소 플라즈마 다운스트림 처리 방법

요약

본 발명은 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치 및 방법의 개선에 관한 것이다. 수소 가스를 공급하는 제1 가스 공급원(18A)과, 불화 질소 가스를 공급하는 제2 가스 공급원(18B)과, 관상이고 수소 가스 및 불화 질소 가스를 이용하여 반도체층의 표면 처리를 하기 위한 챔버(11)를 갖고, 챔버(11)는 수소 가스 및 수소 가스에 대한 유량비가 4 이상인 불화 질소 가스를 도입하여 수소 가스 및 불화 질소 가스를 활성화하는 플라즈마 발생부(12)와, 그 하류측에 배치되고, 반도체층(21)을 배치하는 처리부(13)를 구비하고, 수소 가스에 대한 불화 질소 가스의 유량비가 4이상이 되도록 제1 및 제2 가스 공급원(18A, 18B)를 제어하는 가스 유량 제어 수단(20)을 갖는 것이다.

대표도

도2a

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 실시 형태에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치의 구조를 설명하는 도면.

도2는 본 발명의 실시 형태에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법을 설명하는 도면.

도3은 실리콘 기판상의 SiO_2막을 H_2와 NF_3의 혼합 가스의 플라즈마를 이용하여 에칭한 경우에 있어서의 H_2와 NF_3 비와, 에칭 레이트의 관계를 나타낸 그라프.

도4는 H_2와 NF_3의 혼합 가스의 유량비를 변환시킨 때의 ESR 신호의 변화상태를 설명하는 그라프.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

11 : 챔버 12 : 플라즈마 발생부

13 : 처리부 14A : 가스 배기구

14B : 가스 도입구 15 : 마이크로파 발생원

18A : 제1 가스 공급원 18B : 제2 가스 공급원

18C : 제3 가스 공급원 19A : 제1 매스 플로 콘트롤러

19B : 제2 매스 플로 콘트롤러 19C : 제3 매스 플로 콘트롤러

20 : 가스 유량 제어 수단 21 : 반도체 기판

21A : 자연 산화막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 수소 플라즈마 다운 스트림(hydrogen plasma downstream) 처리 장치, 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법에 관한 것으로 더 상세하게 말하면 반응 가스를 플라즈마화한 영역의 하류에 반도체층을 배치하여 반도체층 표면의 청정화를 이루는 소위 드라이 세정 방법 및 그 방법을 실시하는 장치에 관한 것이다.

최근 반도체 장치 특히 실리콘 기판을 사용한 대규모 집적회로의 제조에서는 금속, 실리콘 등을 퇴적 성장시킬 때에 실리콘 기판 표면의 자연 산화막이 그 위의 막질 또는 층끼리의 계면에서의 전기 특성에 부여되는 영향을 무시할 수 없게 되어 있고, 그 자연 산화막을 신속하게 또 저온으로 제거할 필요가 점증되고 있다.

이 목적을 가장 훌륭하게 달성할 수단으로서 수소와 수증기의 혼합 가스를 플라즈마화 한후에 그 가스 흐름의 하류에서 플라즈마화 되어 있지 않는 NF_3를 첨가하고, 이 NF_3의 첨가 가스에 의해서 실리콘 기판 표면의 자연 산화막을 제거하고 그 표면 원자 결합을 종단처리하는 NF_3 첨가 수소+수증기 플라즈마 다운 스트림 처리가 알려져 있다 (J. Kikuchi, M. Iga, H. Ogawa, S. Fujimura, and H. Yano, "Native oxide removal on Si surface by NF_3-added hydrogen and water-vapor plasma downstream treatment", Jpn. J. Appl. Phys., 33,2207-2211(1994).

이 기술은 플라즈마화된 수소와 수증기의 혼합 기체의 하류에 NF_3를 첨가함으로서 플라즈마 중에서의 전자, 양이온, 광자등의 고에너지 입자와의 충돌로 NF_3가 해리하여 불소 원자가 생기는 일을 회피할 수 있다. 이러한 이유 때문에 처리후의 기판 표면에 불소가 남지도 않고, 불소 원자가 석영등의 진공 용기 내벽을 에칭하여 파티클(particle)을 발생시킬 우려도 없어지게 된다. 이 기술은(J. Kikuchi, M. Nagasaka, S. Fujimura, H. Yano, and Y. Horiike, "Cleaning of silicon surface by NF_3-added hydrogen and water-vapor plasma downstream treatment", Jpn. J. Appl. Phys., 35, 1022-1026(1996).)에 기재되어 있다.

이와같은 수소+수증기 플라즈마의 하류측에 NF_3를 첨가하여 행해지는 처리의 보고 보다도 이전에 실리콘 산화막의 에칭을 목적으로 하여 NF_3+NH_3 플라즈마 다운 플로, NF_3+H_2 플라즈마 다운 플로 처리도 다음 문헌에 보고되어 있으나 효과는 NF_3 첨가+수증기 플라즈마 다운 스트림 처리와 차이가 없다. 또 여기서 말하는 「다운 스트림 처리」와 「다운 플로 처리」는 거의 같은 의미이다. (NF_3+NH_3 H. Nishino, N. Hayasaka, H. Ito, T. Arikado, and H. Okano, Proc. Symp. Dry Process, 1989, Tokyo(The Inst. of Electrical Engineers of Japan, Toyko, 1989) p. 90, NF_3+H_2 : T. Kusuki, H. Kawakami, H. Sakaue, and Y. Horiike, Ext. Abstr. Electrochem. Soc., Hawaii(1993)p.375)

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 수소+수증기 플라즈마의 하류에 NF_3를 첨가하여 행해지는 처리는 자연 산화막의 제거 방법으로서는 상당히 유효하다. 그러나 HF, NH_3F등을 발생시키기 위해서 NF_3와 수소 원자를 충분히 반응시킬 영역이 필요하고, 처리 장치가 대형화한다.

또 NF_3+NH_3 플라즈마 다운 플로, NF_3+H_2 플라즈마 다운 플로 처리는 처리 장치가 대형화 하지 않는다는 잇점이 있으나, 대량의 퇴적물(파티클)이 생기는 것과, 자연 산화막이 제거된 기판 표면에 불소가 잔류하는 등의 문제가 보고되고 있다.

그러나 양자 모두 단순히 2종류의 가스를 혼합시키는 것만의 플라즈마 다운 플로 프로세스이고, 처리의 실시는 비교적 간단하다. 특히 NF_3+H_2 를 이용한 프로세스는 반도체 장치의 양산 공정에서 일반적으로 사용되고 있고, 안전면도 포함하여 취급이 용이한 점에서 우수하다. 따라서 파티클이나 불소의 문제가 경감되면, 목적에 따라서는 수소+수증기 플라즈마의 하류에 NF_3를 첨가하여 행하는 처리보다도 저비용으로 자연 산화막의 제거를 행하는 것만으로도 이용 가치가 있다.

본 발명은 NF_3+H_2 플라즈마 다운 플로 처리에서의 파티클, 불소 잔류등의 문제를 억제하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법과 이 방법을 실행하기 위한 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

반도체 층상의 산화막을 제거할 때에 대량의 파티클이 발생하는 문제나 기판 표면에 불소가 잔류하는 문제가 많은 것은 NF_3를 플라즈마화 함으로서 발생하는 불소 원자에 의해서 초래되고 있다. 예를 들어 파티클은 플라즈마화 된 불소원자가 실리콘이나 NH_3와 반응함으로서 생성되는 $(NH_4)_2SiF_6$ 등이 요인인 것으로 생각되고, 또 자연 산화막 제거후에 기판 표면에 불소가 잔류하는 것도, 불소 원자가 부착함으로서 초래되는 것으로 생각된다.

실리콘의 자연 산화막을 에칭하는 경우에는 HF 또는 NH_4F등이 기상 중에서 합성되는 것이 바람직하다. 이 관점에서 보면, 불소 원자가 수소 원자 또는 수소 분자와 반응하여 HF가 되는 것이 바람직하다. 플라즈마

중에서 생성된 불소 원자는 하류로 수송되는 과정에서 수소 분자등과 기상중 또는 용기 벽면에서 반응하여 HF로 된다. 따라서 용기 내벽, 다른 입자와의 충돌 회수가 불소 원자의 감쇄에 관계하고, 이들을 제어하는 데는 플라즈마로부터 피가공물 표면 까지의 거리 또는 압력을 제어할 필요가 있다.

그러나 이들의 파라미터는 예를 들어 자연 산화막 제거가 균일한 분포를 얻기 위해서도 제어할 필요가 있고, 또 장치의 설계 조건에도 제약을 주게되므로 이들의 파라미터에 제약을 가하는 것은 좋지 않다. 여기서 가장 간단한 조정 방법으로서 반응 가스의 가스 조성을 검토하고, 가스 조성에 의해서 실질적으로 불소 원자가 피가공물 표면에 도달하는 것을 방지할 수 있으면 좋다.

또 상기 파티클은 불소 원자가 용기 내벽의 예를 들어 석영과 반응하여 SiO_xF_y등의 불휘발성의 물질을 만들어 내고, 이것이 용기 내벽에 퇴적하여 바로 굳어진 채로 이탈되어 피가공물 표면에 부착하여 파티클이 된다.

따라서 이 퇴적물이 모여 용기내벽으로부터 이탈할수록 커지기 전에 간편하게 세정 제거할 수 있으면, 파티클의 영향을 경감할 수 있다. 여기서 수소 원자는 예를 들어 실리콘 불화물로부터 불소를 뽑아 내므로, 상기 퇴적물에 수소 원자를 작용시켜 불소를 뽑아내고, SiO_x로 하면, HF가 발생하여 휘발하므로 파티클이 되기 이전에 제거할 수 있게 된다. 수소 원자는 수소 플라즈마 또는 수증기 첨가 수소 플라즈마를 이용함으로서 공급할 수 있다.

이상의 이유에 의해서 본 발명에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치 및 처리 방법에서는 가장 조정이 용이한 가스 조성의 조건을 종래 조건 대신에 처리에 사용하는 수소 가스에 대한 불화 질소 가스의 유량비가 4이상이 되도록 하고, 수소 원자와 불소 원자를 가능한 한 기상중에서 반응시킴으로서, 상기한 파티클의 발생과 불소 잔류를 억제하고 있는 것이다.

(발명의 실시 형태)

이하에서 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다.

도1은 본 발명의 실시 형태에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

이 장치는 도1에 나타낸 바와같이 챔버(11), 플라즈마 발생부(12), 처리부(13), 마이크로파 발생원(15), 제1 가스 공급원(18A), 제1 매스플로 콘트롤러(19A), 제2 가스 공급원(18B), 제2 매스 플로 콘트롤러(19B), 제3 가스 공급원(18C), 제3 매스 플로 콘트롤러(19C) 및 가스 유량 제어 수단(20)을 갖는다.

챔버(11)는 내직경 약 9㎜, 외직경 약 11㎜의 원통상의 길고 가는 석영관으로 된 것이고, 가스를 배기하기 위한 가스 배기구(14A)와, 가스를 도입하기 위한 가스 도입구(14B)를 갖는다. 플라즈마 발생부(12)는 마이크로파 발생원(15)으로 부터 공급되는 마이크로파를 도입하여, 후술하는 가스를 플라즈마화 하기 위한 것이다.

처리부(13)는 반도체층 표면의 자연 산화막 제거나 수소 종단 처리를 하기위한 영역이고, 자연 산화막(21A)이 형성되어 있는 실리콘 기판(피처리물)(21)이 놓여진다. 이 처리부(13)는 플라즈마 발생부(12)보다 거리(L) 만큼 떨어진 가스 흐름의 하류에 설치되어 있다.

마이크로파 발생원(15)은 주파수 2.45 GHz의 마이크로파를 생성하여 플라즈마 발생부(12)에 공급하는 것이다.

제1 가스 공급원(18A)은 수소(H_2) 가스를 그 중에 갖는 것이다. 제2 가스 공급원(18B)은 불화 질소(NF_3) 가스를 그 중에 갖는 것이다. 또 제3 가스 공급관(18C)은 수증기(H_20)를 발생시키는 것이다.

제1 매스플로 콘트롤러(19A)는 제1 가스 공급원(18A)의 가스 유량을 제어하는 것이고, 제2 매스플로 콘트롤러(19B)는 제2 가스 공급원인 18B의 가스 유량을 제어하는 것이다. 또 제3 매스플로 콘트롤러(19C)는 제3 가스 공급원(18C)의 가스 유량을 제어하는 것이다.

가스 유량 제어 수단(20)은 제1 내지 제3의 매스플로 콘트롤러(19A～19C)에 접속하고, H_2 가스의 유량에 대한 NF_3 가스의 유량비가 4이상이 되도록 제1, 제2 매스플로 콘트롤러(19A, 19B)를 제어하는 것이다.

상기 장치에 있어서, 챔버(11)는 석영관에 한정되지 않고, 산화 실리콘을 포함하는 재료로 되는 관상(管狀)의 구조이면 좋다.

이하에서 상기 장치를 이용한 수소 플라즈마 다운 스트림 방법에 대해서 도2를 참조하면서 설명한다. 또 도2는 본 발명의 실시예에 관한 수소 처리에 의해서 실리콘 기판(21) 표면의 자연 산화막을 제거하고, 또 그 표면을 수소 종단 처리를 하는 방법에 대해서 설명하는 단면도이다.

도2a는 자연 산화막(피처리물)(21A)이 형성되어 있는 실리콘 기판(21)을 나타낸다. 이 경우의 기판 온도는 실온으로 한다.

우선 이 상태의 실리콘 기판(21)을 도1에 나타낸 처리 장치의 처리부(13)에 적재한다. 그 후에 배기구(14A)를 통하여 챔버(11) 내의 가스를 배기하면서, 유량 20cc/분의 수소 가스를 가스 도입구(14B)로부터 챔버(11)내로 도입한다.

다음에 주파수 2.45 GHz 이고, 20W 정도의 마이크로파를 마이크로파 발생원(15)에서 플라즈마 발생부(12)로 도입한다. 이것에 의해서 플라즈마 발생부(12)서 가스가 방전하여 수소 이온, 전자, 수소 라디칼, 불소가 발생한다.

이때 플라즈마 상태의 가스는 플라즈마 발생부(12)의 근방에 국부적으로 존재하고, 그 가스 흐름의 하류에는 수소 이온, 전자 및 수소 라디칼 중의 수소 라디칼을 많이 포함하는 활성 가스가 가스의 흐름에 따라서 이동한다.

이어서 플라즈마 영역으로부터의 가스 흐름의 하류측에 있는 가스 도입구(14B)를 통하여 NF_3 가스를 90cc/분의 유량으로 챔버(11) 내로 도입하여 활성가스에 첨가한다.

또 활성 가스와 NF_3 가스는 처리부(13)에 도달할 사이에 어떤 반응이 발생하는 것으로 생각된다. 이 상태를 15분간 유지하면, 도2b에 나타낸 바와 같이 실리콘 기판(21) 상의 자연 산화막(21A)이 완전히 제거되는 동시에 실리콘 기판(21) 표면의 실리콘 원자에 수소가 결합하여 수소 종단처리가 행해진다. 또 이 자연 산화막(21A)의 막두께는 10~20Å 정도이다.

자연 산화막(21A)의 유무는 실리콘 기판(21)의 표면이 친수성 그대로인지 소수성으로 되어 있는지 여부에 따라 판단했다. 친수성 그대로 이면 자연 산화막(21A)은 남아 있고, 한편 소수성으로 되어 있으면, 자연 산화막(21A)은 제거되고, 또 수소 종단 처리가 이루어 지게 된다.

이어서 NF_3, H_2의 순서로 챔버(11) 내로의 공급을 정지한 후에, 마이크로파의 인가를 종료하여 수소의 플라즈마화를 정지하고, 이어서 수소 가스의 도입을 종료한다. 그 후 다음 공정을 행하기 위해서 실리콘 기판(21)을 꺼내거나 또는 연접한 처리 장치로 반송한다.

또 본 실시 형태에서는 H_2 가스와 NF_3 가스만의 혼합 가스의 플라즈마를 사용하고 있으나 본 발명은 이것에 한정되지 않고, NF_3 가스를 도입하여 플라즈마화 한후에 가스 도입구(14B)를 거쳐서 유량 20cc/분의 수증기(H_20)를 제3 가스 공급원(18C)으로부터 공급하고, 수소 플라즈마에 수증기를 첨가해도 좋다.

이와같이 함으로서 활성 가스 중에는 수소 이온이나 수소 라디칼의 재결합에 의해서 생성된 수소 분자의 함유량이 적어지므로 수소 라디칼의 감소를 상당히 억제할 수 있게 되는 효과가 나타난다.

본 실시 형태에서는 가스 유량 제어 수단(20)에 의해서 H_2의 유량에 대한 NF_3의 유량 비가 4 이상이 되도록 제어하고 있다. 이와같이 함으로서 파티클의 발생이나 불소가 기판 표면에 잔류하는 문제등을 저감시킬 수 있게 되나, 왜 이와같이 유량비를 조정하는가에 대한 이유에 대해서는 이하에 설명한다.

도3은 Horiike 등에 의한 실험 결과이다(NF_3+H_2 : T. Kusuki, H. Kawakami, H.Sakaue, and Y. Horiike, Ext. Abstr. Electrochem. Soc., Hawaii(1993)p. 375).

이 실험은 실리콘 기판 상에 형성된 SiO_2막을, H_2와 NF_3의 혼합 가스 플라즈마를 이용하여 에칭한 경우의 H_2와 NF_3의 비와, 에칭 레이트의 관계를 조사한 것이다.

도3에서 횡축은 H_2와 NF_3의 비이고, 종축은 실리콘과 SiO_2의 에칭 레이트를 나타내고 있다.

도3에 나타낸 바와같이 H_2와 NF_3의 비가 1 이하인 경우에는 SiO_2의 에칭 레이트는 $1\times10\sim1\times10^2$ Å/분 정도이나, 실리콘의 에칭 레이트도 $1\times10\sim1\times10^3$ Å/분 정도이다. 이것은 자연 산화막 뿐만 아니라 실리콘 기판 까지도 에칭되어 버린다는 의미이고 바람직하지는 않다.

H_2와 NF_3 비가 1 이상인 때에는 실리콘의 에칭 레이트가 1이 되고, 거의 실리콘 기판은 거의 에칭되지 않게 되고, 또 SiO_2의 에칭 레이트는 $1\times10\sim1\times10^2$ Å/분 정도이기 때문에, SiO_2 만이 에칭되어 바람직하다. 여기서 그들은 수소의 불소에 대한 비가 1인 것이 바람직한 것으로 하고 있다. 그러나 이 문헌에서는 그들 등이 나타낸 H_2와 NF_3 비가 가스의 유량비인지 분압비인지 불분명하다.

도4는 본 발명의 발명자등에 의해서 행해진 실험 결과이다. 실험 장치로서는 도1에 나타낸 장치를 사용했다.

이 실험에서는 도1에 나타낸 장치를 사용하고, 챔버(11)에 수소와 불화 질소의 혼합 기체를 흘리고, 에벤슨 형(Ebenson type) 캐비티를 사용하여 마이크로파 플라즈마를 발생시킨다. 불소 원자의 농도는 플라즈마 발생 개소보다 약 30cm 하류에서 전자 스핀 공명(ESR)을 이용하여 계측했다. 압력은 1Torr, 혼합 기체의 유량은 100cc/분 으로 고정하고, 수소와 불화 질소의 비를 변화시켜 불소 원자의 농도 변화를 관측했다. 마이크로파의 파워는 30W로 설정했다. 또 이 장치에서는 이 처리 조건(1Torr, 10cc/분, 30W, 30cm)에서는 플라즈마 등의 고에너지 입자의 영향이 실질적으로 무시할 수 있음이 다음 문헌에 보고되어 있다.

J. Kikuchi, S. Fuiimura, M. Suzuki, and H. Yano, "Effects of H_20 on atomic hydrogen generation in hydrogen plasma", Jpn. J. Appl. Phys., 32, 3120-3124(1993) 및 J. Kikuchi, M. Iga, H. Ogawa, S. Fujimura, and H. Yano, "Native oxide removal on Si surfaces by NF_3-added hydrogen and Water vapor plasma downstream treatment", Jpn. J. Appl. Phys., 33,2207-2211(1994).

도4는 횡측이 ESR 신호의 파장을 나타내고, 종측은 신호의 강도를 나타낸 그라프이다.

도4에는 H_2의 유량과 NF_3의 유량과의 비를 변경한 4 종류의 조건(H_2 : NF_3 =80 : 20, 65 : 35, 70 : 30, 75 : 25)에 있어서 ESR 신호의 파형을 나타내고 있다. 또 도4에서 H_2 : NF_3 = 80 : 20의 신호 파형만은 거의 노이즈 성분이 중첩되지 않으나 다른 조건에서 ESR 신호의 파형과 비교하기 위해서 수배로 확대하고 있다.

유량비 1(H_20 : NF_3 = 1 : 1)에서는 불소 원자에 의하여 큰 ESR 신호가 검출됐다. 불소 원자의 ESR 신호는 수소의 불화질소에 대한 유량비가 크게 됨에 따라서 감소하여 행해지나. 수소와 불화 질소의 분압비가 약 1이 되는 수소 유량 70cc/분 불화 질소 유량 30cc/분 에서도 또 관찰되었다.

불소 원자의 ESR 신호를 검출할 수 없게 된 것은 수소 유량 80cc/분, 불화 질소 유량 20cc/분(H_2 : NF_3 = 80 : 20)일 때이다. 상술한 바와 같이 이 신호 파형에는 거의 노이즈가 중첩 되지 않고, 또 그 이상 수소

의 유량비가 큰 때에도 불소 원자의 ESR 신호는 검출되지 않았다.

따라서 수소의 불화 질소에 대한 유량비가 4 이상이면, 불소 원자는 거의 기판 표면에 잔류되지 않고, 플라즈마등의 고에너지 입자의 영향을 무시할 수 있음을 알았다.

이상에 의해서 수소 가스에 대한 불화 질소 가스의 유량비를 4이상으로 함으로서, 불소 원자의 영향에 의한 문제를 억제하는 것이 가능하게 됨을 알수 있다. 이 사실을 이용하여 본 발명에서는 수소 가스에 대한 불화 질소 가스의 유량비를 4이상으로 하고 있는 것이다.

이것에 의해서 불소가 기판 표면에 잔류하는 것이나 파티클이 발생하여 장치내가 오염되는 등의 문제를 극력 억제하면서 기판 표면을 처리하는 것이 가능하게 된다.

또 본 발명의 발명자들은 더 실험을 하고, 상기한 실험 장치의 ESR 측정 위치에 스트라이프상으로 절출된 실리콘 웨이퍼를 설치하여 자연 산화막을 제거하는 실험을 행했다. 그 결과 실리콘 웨이퍼 표면에 발생하는 퇴적막은 수소의 불화 질소에 대한 유량비가 클수록 소량이었다. 이것 으로부터 퇴적막을 가열 등으로 제거한 후의 잔류 불소량도 수소 가스의 불화 질소 가스에 대한 유량비가 커질수록 작아지는 것으로 생각된다.

또 상기 챔버의 하류에 석영 챔버를 접속하고, 암모니아 과산화 수소로 성장한 자연 산화막으로 덮은 실리콘 기판을 설치하고, 그 위에 10㎛ 직경의 구멍이 형성된 두께 1㎜ 캐필러리 플레이트(capillary plate)를 놓고서 자연 산화막의 제거를 행했다.

여기서 캐필러리 플레이트로는 반도체 소자상의 고애스팩트비의 콘택트 홀을 의사적으로 평가하는 것에 사용되는 플레이트이고, 금속판으로 복수의 구멍이 형성된 것이다.

수소의 불화 질소에 대한 유량비를 4로 하고, 30분간의 처리를 행하고, 또 수소 1Torr 하에서 퇴적물을 제거했다.

그후 대기중으로 취출하여 순수에 침지한 경우, 캐필러리 플레이트의 구멍이 형성된 부분의 아래에 있는 웨이퍼 표면은 자연 산화막이 제거되고 발수성을 나타낸다.

이것은 본 발명이 반도체 소자의 콘택트 홀내의 세정(자연 산화막 제거)에도 적응 가능한 것을 나타내고 있다. 실제의 반도체 제조 공정에서는 본 발명의 처리후에 금속등의 막을 성장시키게 된다.

이어서 본 발명의 실시 형태에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치의 세정 방법에 대해서 설명한다.

상기한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법에 있어서, 도1에 나타낸 처리 장치의 석영으로 되는 챔버(11)는 NF_3를 방전시킬 때 순시로 하여 플라즈마의 하류 영역이 백탁(白濁)된다. 이것은 불소 원자에 의해서 챔버(11)의 내벽이 에칭되고, 이것과 동시에 발생한 상기한 퇴적물이 관내에 부착하기 때문이다. 본 발명의 발명자 등은 백탁된 챔버(11)에 수소를 흘리고, 방전하여 플라즈마화 시켜 보았다. 이렇게 하면 플라즈마 발생부(12) 보다 하류를 향해서 서서히 퇴적물이 제거되고, 초기의 투명한 상태까지는 회복 되지는 않으나, 투명도는 상당히 회복됐다. 이로부터 수소 플라즈마를 사용함으로서 챔버(11) 내의 클리닝이 가능함을 알았다.

이 현상은 수증기 첨가 수소 플라즈마를 사용한 경우도 동일하고, 챔버의 투명도의 회복은 수소만을 이용한 경우 보다 신속했다. 이것은 수증기 첨가 수소 플라즈마에서는 수소 원자의 플라즈마 하류로의 수송이 효율 좋게 행해지는 것에 기인하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 세정에 대해서는 동시에 수증기를 첨가하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 관한 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치 및 처리 방법에서는 가장 조정이 용이한 가스 조성의 조건을 종래의 조건 대신에, 처리에 사용하는 수소 가스에 대한 불화 질소 가스의 유량비가 4이상이 되도록 하고 있다. 이것에 의해서 수소 원자와 불소 원자를 가능한 한 기상 중에서 반응시킴으로서 상기한 파티클, 불소 잔류의 문제등을 극력 억제할 수 있게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

내부에 가스를 흐르게 하기 위한 챔버와, 상기 챔버의 상기 가스의 상류측에 배치된 플라즈마 발생부와, 상기 플라즈마 발생부에 수소 가스를 공급하는 제1 가스 공급원과, 상기 플라즈마 발생부에 불화 질소 가스를 공급하는 제2 가스 공급원과, 상기 챔버내에서 상기 플라즈마 발생부로부터 분리된 상기 가스의 하류측에 설치되는 웨이퍼 재치부와, 상기 제1 가스 공급원으로부터 상기 챔버로 공급되는 상기 수소 가스의 유량에 대한 상기 제2 가스 공급원으로부터 상기 챔버로 공급되는 상기 불화 질소 가스의 유량을 4배 이상으로 하는 가스 유량 제어 수단을 갖는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 챔버의 내벽이 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 질화물 또는 실리콘 카바이드 중의 적어도 하나로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 장치.

청구항 3

수소 가스의 유량에 대한 불화 질소 가스의 유량을 4배 이상으로 하여 상기 수소 가스와 상기 불화 질소 가스를 포함하는 제1 가스를 플라즈마 발생 영역에서 플라즈마화하여 제2 가스를 생성하고, 상기 플라즈마 발생 영역으로부터 분리된 상기 제2 가스의 흐름의 하류 영역에 반도체층을 놓고, 제2 가스에 의해서

상기 반도체층의 표면을 처리하는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 반도체층은 실리콘층이고, 또 상기 반도체층의 표면 처리는 상기 반도체층의 표면에 형성되는 산화막을 제거하는 처리인 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법.

청구항 5

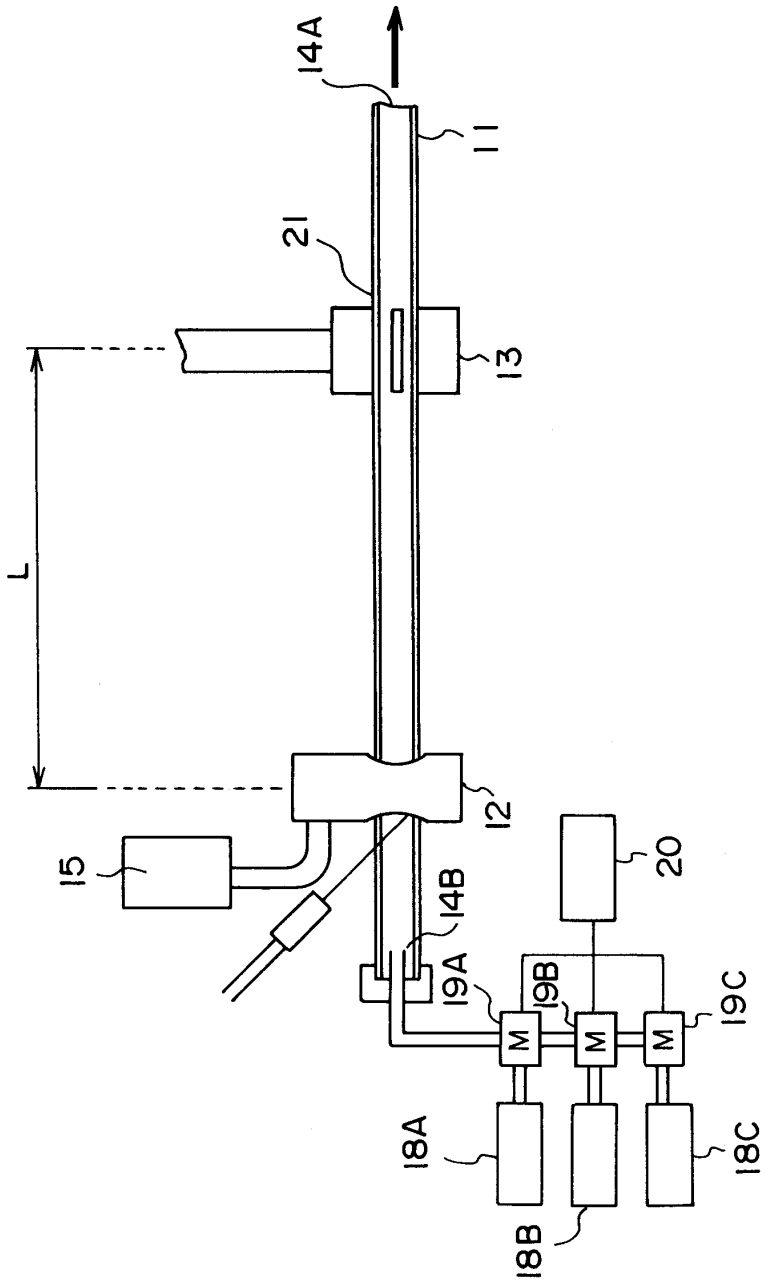
제3항에 있어서, 상기 반도체층은 실리콘이고, 또 상기 반도체층의 표면 처리는 상기 반도체 층상의 절연막의 개구내에서 상기 반도체층 표면에 발생하는 자연 산화막을 제거하는 처리인 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법.

청구항 6

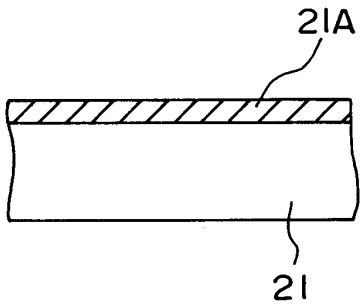
제3항에 있어서, 상기 제2 가스는 챔버내를 거쳐서 상기 반도체층에 공급되고, 상기 플라즈마 발생 영역에서는 상기 반도체층의 상기 표면을 상기 제2 가스에 의해서 처리한 후에 수소 가스가 플라즈마화 되고, 후에 상기 플라즈마화된 상기 수소 가스는 상기 챔버내로 공급되어 상기 챔버의 내벽을 세정하는 것을 특징으로 하는 수소 플라즈마 다운 스트림 처리 방법.

도면

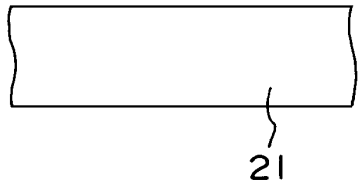
도면1



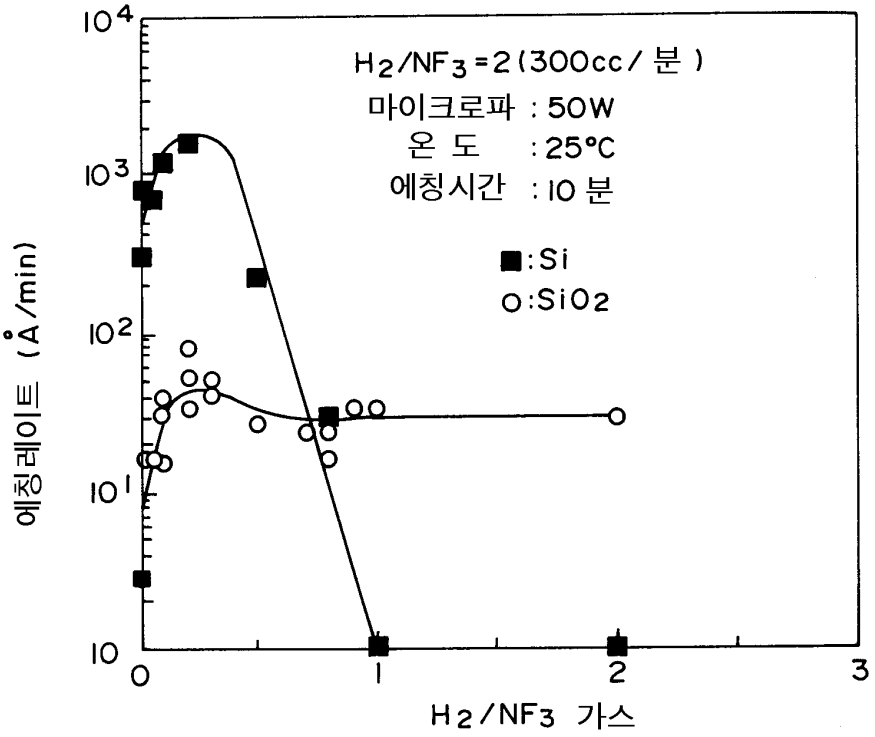
도면2a



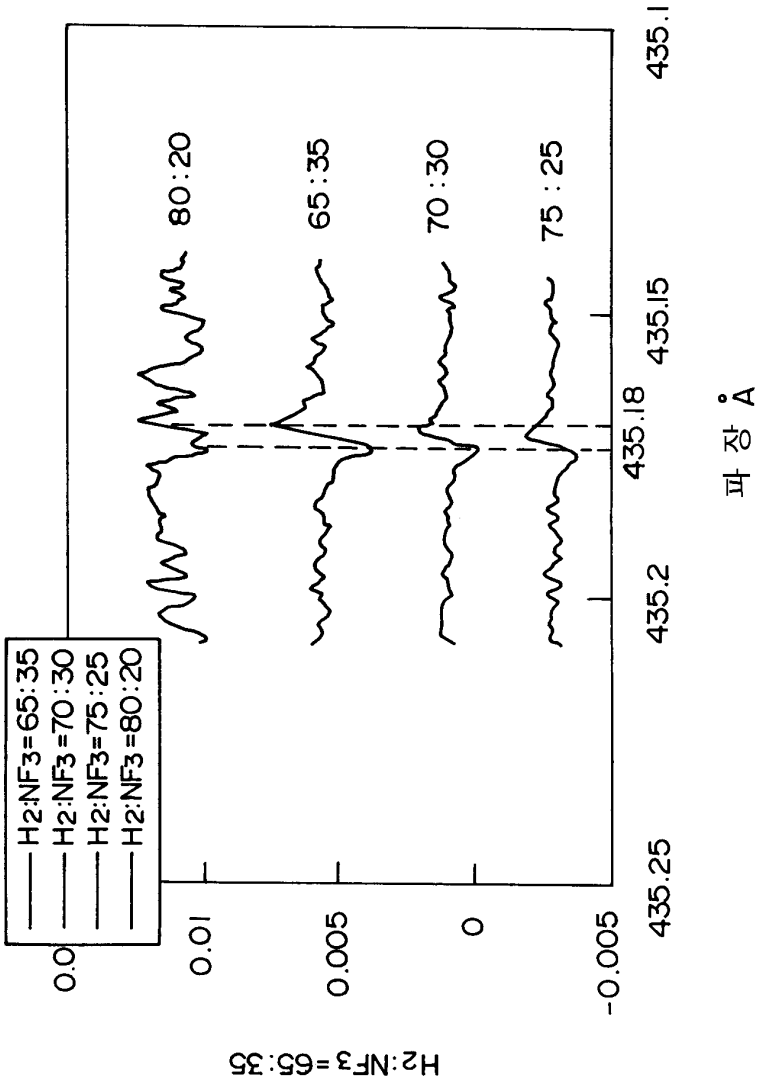
도면2b


21

도면3


H2/NF3=2(300cc/분)
마이크로파 : 50W
온 도 : 25℃
에칭시간 : 10 분
■:Si
○:SiO2
에칭레이트 (Å/min)
H2/NF3 가스
10^4
10^3
10^2
10^1
10
0
1
2
3

도면4


H2:NF3=65:35
0.01
0.005
0
-0.005
435.25
435.2
435.18
435.15
435.1
파 장 Å
80:20
65:35
70:30
75:25
H2:NF3=65:35
H2:NF3=70:30
H2:NF3=75:25
H2:NF3=80:20
0.0