(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H01L 21/00

(45) 공고일자 2002년03월21일
(11) 등록번호 10-0313028
(24) 등록일자 2001년10월16일

(21) 출원번호 10-1994-0035936
(22) 출원일자 1994년12월22일

(65) 공개번호 특1995-0020967
(43) 공개일자 1995년07월26일

(30) 우선권주장 93-346385 1993년12월22일 일본(JP)
94-162706 1994년06월20일 일본(JP)

(73) 특허권자 동경 엘렉트론 주식회사
히가시 데쓰로
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자 아라사와마사시
일본국야마나시켄엔잔시나카하기하라1021
오노가쓰히코
일본국야마나시켄기타코마군무카와무라미부키397
니시카와히로시
일본국도쿄도호야시혼쵸1-6-11
쓰치야가즈오
일본국도쿄도다마시사쿠라가오카1-56-1도오교오에레구토론사쿠라가오카료에이312

(74) 대리인 강일우
강동수
홍기천

심사관 : 김종찬

(54) 플라즈마처리장치및플라즈마처리방법

요약

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치는, 서셉터의 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와, 이 제 1 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 1 가스공급원과, 제 1 통로를 통하여 서셉터와 웨이퍼와의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 1 진공펌프와, 서셉터의 상면의 중앙부에 개구하는 제 2 통로와, 이 제 2 통하여 서셉터와 웨이퍼와의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 2 가스공급원과, 제 2 통로를 통하여 서셉터와 웨이퍼의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 2 진공펌프와, 제 2 가스공급수단 및 제 2 진공펌프에 의하여 제 2 통로내

에 발생시키는 배압이, 제 1 가스공급원 제 1 진공펌프에 의하여 제 1 통로내에 발생시키는 배압보다 낮아지도록, 제 1 및 제 2 가스공급원 그리고 제 1 및 제 2 진공펌프를 개별로 제어하는 제어수단을 가진다.

대표도

도 6

명세서

도면의 간단한 설명

제 1 도는 이방성 에칭시에 웨이퍼와 서셉터와의 사이의 온도차가 매우 클 때의 콘택트 홀을 나타낸 종단면도,

제 2 도는 이방성 에칭시에 웨이퍼와 서셉터와의 사이의 온도차가 상당히 클 때의 콘택트 홀을 나타낸 종단면도,

제 3 도는 이방성 에칭시에 웨이퍼와 서셉터와의 사이의 온도차가 매우 작을 때의 콘택트 홀을 나타낸 종단면도,

제 4 도는 종래의 장치에 의하여 반도체 웨이퍼를 냉각하였을 때의 웨이퍼 각부의 온도를 나타낸 온도분포도,

제 5 도는 비교예의 장치에 의하여 반도체 웨이퍼를 냉각하였을 때의 웨이퍼 각부의 온도를 나타낸 온도분포도,

제 6 도는 본 발명의 제 1 실시예에 관계되는 플라즈마 처리장치의 전체를 나타낸 단면 투시도,

제 7 도는 서셉터(하부전극)를 위에서 보고 나타낸 평면도,

제 8 도 A 및 제 8 도 B는, 각각 서셉터의 일부를 확대하여서 나타낸 단면도,

제 9 도는 웨이퍼를 에칭처리할 때의 플로우차트,

제 10 도는 실시예의 장치에 의하여 반도체 웨이퍼를 냉각하였을 때의 웨이퍼 각부의 온도를 나타낸 온도분포도,

제 11 도는 실시예의 장치에 의하여 반도체 웨이퍼를 냉각하였을 때의 웨이퍼 각부의 온도를 나타낸 온도분포도,

제 12 도는 제 2 실시예의 서셉터 및 백가스 공급시스템의 개요를 나타낸 단면도,

제 13 도는 제 2 실시예의 서셉터를 위에서 보고 나타낸 평면도,

제 14 도는 온도조정기구의 일부를 이루는 배관의 분해사시도,

제 15 도는 제 3의 실시예의 서셉터 및 백가스 공급시스템의 개요를 나타낸 단면도,

제 16 도는 제 4의 실시예의 서셉터 및 백가스 공급시스템의 개요를 나타낸 단면도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

3 : 실리콘 산화막 4 : 콘택트 홀

5 :측벽

10 : 반응성 이온에칭장치(RIE장치)

11 : 처리실(프로세스 챔버) 12 : 배기관

13 : 스페이스 14 : 하부전극(서셉터)

15 : 냉매통로 16 : 블로킹콘덴서

17 : 고주파전원 18 : 정전척

19 : 도전성 금속막 20 : 절연성막

21 : 직류전원 22 : 포커스링

24 : 세로통로 25a,25b : 가스통로

26a,26b : 가스통로 27 : 제 1 가스 공급장치

28 : 제 2 가스 공급장치 7a,28a : 가스공급원

27b,28b : 매스플로컨트롤러(MFC) 27c,28c : 가변밸브

27d,28d : 진공펌프 27e,28e : 압력센서

30 : 컨트롤러 31 : 실린더기구

32 : 승강핀 37a : 제 1 온도센서

37b : 검출기 38a : 제 2 온도센서

38b : 검출기 39 :통로

39a : 제 3 온도센서 39b : 검출기

40 :통로 53 : 상부전극(샤워전극)

54 : 프로세스공급관 61 : 서셉터

62 : 제 1 가스통로 63 : 제 2 가스통로

64 : 제 1 가스 공급수단 65 : 제 2 가스 공급수단

64a,65a : 가스공급원 64b,65b : 배관

64c,65c : 매스플로컨트롤러 64d,65d : 가변밸브

64e,65e : 압력계 67 : 제 1 개구

68 : 제 2 개구 69 : 제 1 온도조정기구

69a : 온도조정부재 69b : 코일

70 : 제 2 온도조정기구 81 : 서셉터

82 : 공급통로 83 : 배기통로

84 : 가스공급수단 85 : 가스배기수단

84a : 가스공급원 85a : 배기장치

84c : 매스플러컨트롤러 84d,85d : 가변밸브

85e : 압력계 87 : 개구

88 : 배기개구 89 : 배선

90 : 제어장치 91 : 배선

101 : 서셉터 110 : 제 1 가스공급장치

113 : 내부통로 116 : 상부개구

120 : 제 2 가스공급장치 123 : 내부통로

126 : 상부개구 130 : 제 3 가스 공급장치

133 : 내부통로 136 : 상부개구

W : 웨이퍼 P_1 P_{10} : 온도분포곡선

MW : 모니터웨이퍼

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 반도체 웨이퍼 등의 기판을 플라즈마 하에서 처리하는 플라즈마처리장치 및 플라즈마 처리방법에 관한 것이다.

근래, 16MDRAM이나 64MDRAM과 같은 고집적화한 반도체 디바이스에서는 회로배선의 선 폭이 하프미크론급 또는 쿼터미크론급으로 되어오고 있다. 이와같은 초미세가공에는 감압 CVD장치, 스퍼터링장치 혹은 에칭장치, 애싱장치 등이 사용된다. 예컨대, 반응성 이온에칭(RIE)장치에서는 이방성 에칭을 함으로써, 실리콘웨이퍼(W)상의 산화실리콘막(SiO_2)(3)을 부분제거하고 제 3 도에 도시한 바와같이 수직측벽(5)을 갖는 콘택트 홀(4)을 형성한다.

그런데, 이방성 에칭 처리중에 있어서는 반응성 이온 이외에도 화학적으로 활성인 래디컬(활성종)이 플라즈마 중에 동시에 생성된다. 이와같은 활성 래디컬은 SiO_2와 반응하고, SiO_2막(3)이 등방성 에칭된다. 그 결과, 제 1 도에 도시한 바와같이 활 형상의 주위측벽(5)을 갖는 콘택트 홀(4)이 되든가, 또는 제 2 도에 도시한 바와같이 테이퍼 형상의 주위측벽(5)을 갖는 콘택트 홀(4)이 된다. 그래서, 서셉터상의 웨이퍼를 냉각하여 플라즈마 복사열의 영향을 적게 함으로써, 활성 래디컬의 생성을 억제하도록 하고 있다.

한편, 균일한 에칭률을 얻기 위해서는 처리중에 웨이퍼 표면을 될 수 있는 대로 균일한 온도로 유지할 필요가 있다. 그러나, 웨이퍼를 전면에 걸쳐서 서셉터(하부전극)에 완전 밀착시키는 것은 곤란하고, 고체간의 상호접촉에 의한 열전도만으로는 웨이퍼의 냉각이 불충분하게 된다. 이 냉각불충분의 문제는 에칭장치만에 한하지 않고, 플라즈마 CVD장치나 플라즈마 애싱장치에 있어서도 발생한다. 이들 장치에서는 프로세스 챔버 내를 수백토르로부터 수밀토르까지의 고진공상태로 하기 때문에, 웨이퍼는 서셉터로부터 진공단열되고, 양자간에서의 열교환이 불량해진다. 그래서, 웨이퍼와 서셉터와의 상호간극에 가스를 도입하고, 열교환 가스에 의하여 웨이퍼/서셉터 양자간에서의 열교환을 촉진시키고, 웨이퍼를 신속하고도 균일하게 냉각하도록 하고 있다.

그러나, 제 4 도에 도시한 바와같이, 웨이퍼 중앙영역은 대략 균일한 온도분포로 되지만, 웨이퍼 둘레 가장자리 영역에서는 불균일한 온도분포로 된다. 통상, 웨이퍼 둘레 가장자리 영역편이 웨이퍼 중앙영역보다도 높은 온도로 되므로, 제 1 도 또는 제 2 도에 도시한 바와같이 웨이퍼 둘레 가장자리 영역에서는 콘택트 홀 측벽의 수직특성이 불량한 이방성 에칭으로 된다.

또한, 종래 장치의 서셉터는, 플라즈마의 조사손상을 받지 않도록 서셉터 바깥지름을 웨이퍼 지름보다 작게 하고 있다. 이와같은 장치에서는 서셉터의 바깥쪽으로 비어져 나온 웨이퍼 둘레가장자리부를 다른 부분만큼 냉각할 수 없으므로, 에칭률이 불균일하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 피처리기판의 면내 온도분포를 똑같게 하고, 균일하고도 양호한 처리를 할 수 있는 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법을 제공하는 것에 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 플라즈마 처리장치는, 플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

서셉터의 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와,

이 제 1 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 1 가스공급수단과,

제 1 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 1 배기수단과,

서셉터의 상면의 중앙부에 개구하는 제 2 통로와,

이 제 2 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 1 가스공급수단과,

제 2 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 2 배기수단과,

제 2 가스공급수단 및 제 2 배기수단에 의하여 제 2 통로내에 발생시키는 배압(backpressure)이, 제 1 가스공급수단 및 제 1 배기수단에 의하여 제 1 통로내에 발생시키는 배압보다 낮아지도록, 제 1 및 제 2 가스공급수단 그리고 제 1 및 제 2 배기수단을 개별로 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 한다.

본 발명에 관계된 플라즈마 처리방법은, 플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리방법으로서,

서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하면서, 서셉터 상면의 둘레가장자리부의 개구로부터 상기 틈에 제 1 열교환가스를 도입함과 동시에, 서셉터 상면의 중앙부의 개구로부터도 상기 틈에 제 2 열교환가스를 도입하고,

상기 제 1 열교환가스의 배압을 상기 제 2 열교환가스의 배압보다 높게 하는 것을 특징으로 한다.

에칭처리중인 웨이퍼는 플라즈마 복사열 받아서 표면온도가 상승한다. 예컨대, 서셉터를 -10℃로 냉각하였다고 하더라도 실제의 웨이퍼 표면온도는 40 50℃에 달한다. 이 경우에 열교환가스의 배압(backpressure)을 단순히 상승시켜서 냉각능을 높이면, 제 4 도에 도시한 바와같이 웨이퍼 둘레 가장자리영역과 웨이퍼 중앙영역과의 온도차가 점점 커지고, 불균일한 에칭을 발생한다. 백가스를 똑같은 압력으로 공급하면, 웨이퍼 둘레 가장자리 영역은 아무래도 웨이퍼 중앙영역보다도 온도가 높아져 버린다.

그래서, 웨이퍼 중앙영역으로의 가스공급계와 웨이퍼 둘레 가장자리 영역으로의 가스공급계를 각각 다른 계통으로 하고, 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압보다 낮게하여, 웨이퍼 중앙영역에 있어서의 가스에 의한 열교환율을 의도적으로 작게 하도록 하면, 제 5 도에 도시한 바와같은 온도분포를 얻을 수 있다. 그러나, 웨이퍼 중앙으로부터 비교적 좁은 영역은 웨이퍼 둘레 가장자리 영역과 같은 정도의 온도로 되지만, 웨이퍼 중간영역은 다른 영역보다도 낮은 온도로 된다. 특히 큰 싸이스의 웨이퍼에서는 중간영역과 주연 및 중앙영역과의 온도차가 상당히 커진다.

그래서, 웨이퍼 중간영역에 다시 다른 계통의 가스공급계를 추가하고, 웨이퍼 중간영역의 가스배압도 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압보다 낮게 하면, 제 10 도 및 제 11 도에 도시한 바와같은 대략 균일한 온도분포를 얻을 수 있다.

[실 시 예]

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 여러 가지의 실시예에 대하여 설명한다. 제 1 실시예에서는, 제 6 도 제 11 도를 참조하면서 플라즈마 에칭장치에 적용한 경우에 대하여 설명한다.

제 1 실시예의 장치(10)는 상부전극(샤워전극)(53) 및 하부전극(서셉터)(14)을 가지는 반응성 이온에칭(RIE)장치이다.

이 RIE장치(10)는 알루미늄 등의 도전성 재료에 의하여 원통형상으로 형성된 처리실(프로세스챔버)(11)을 갖추고 있다. 이 처리실(11)은 기밀구조로 구성되고, 그 하부에 배기관(12)을 가지며, 상부에 프로세스가스공급관(54)을 가진다. 배기관(12)은 진공펌프(도시하지 않음)의 흡입쪽에 연이어 통하고 있고, 챔버(11)의 내압이 예컨대 10^{-2} Torr이하의 고진공도로 진공배기되도록 되어있다. 또, 처리실(11)내의 바닥부에는 하부전극으로서의 서셉터(14)가 설치되어 있다. 서셉터(14)의 본체는 알루미늄 합금으로 만들어져 있다. 서셉터(14)의 상면에는 정전척(18)이 붙여지고, 이에 의하여 웨이퍼(W)가 정전흡착 유지되도록 되어 있다. 서셉터(14) 상부의 지름은 웨이퍼(W)의 지름보다 작다.

서셉터(14)의 내부에는 액화질소 등의 냉매가 유통하는 냉매통로(15)가 형성되어 있다. 또한, 이 서셉터(14)에는 블로킹콘덴서(16)를 통하여 고주파전원(17)이 접속되고, 서셉터(14)에 13.56KHz의 고주파전압이 인가되도록 되어있다.

또, 서셉터(14)의 상면에는 이와 동일외경의 정전척(18)이 접착제로 붙여져있다. 이 정전척(18)의 도전성 금속막(19)은 절연성 막(20)으로 양면이 끼워져 있다. 도전성 금속막(19)은 동박등으로 이루어지며, 절연성 막(20)은 폴리이미드계 수지필름 등으로 이루어진다. 이 도전성 금속막(19)에는 직류전원(21)이 접속되어 있다.

서셉터(14)내에는 스페이스(13)가 형성되고, 4개의 승강핀(32)이 스페이스(13)안에 설치되어 있다. 스페이스(13)의 상부는 4개의 세로통로(24)를 통하여 서셉터(14)의 상면에서 개구하고 있다. 승강핀(32)의 각각은 세로통로(24)의 각각을 승강할 수 있도록 실린더 기구(31)에 의하여 지지되어 있다. 실린더기구(31)의 구동스위치는 컨트롤러(30)의 출력부에 접속되어 있다. 승강핀(32)을 위편으로 돌출시키면, 승강핀(32)에 의하여 웨이퍼(W)가 서셉터(14)의 위편으로 들어올려지도록 되어 있다.

또, 석영제의 포커스링(22)이 서셉터(14)에 주위에 설치되고, 생성 플라즈마가 반도체 웨이퍼(W)편으로 모여지도록 되어 있다.

또, 하부전극(14)의 위편에는 15 20mm의 간격을 두고 대면하는 상부전극(53)이 배설되어 있다. 이 상부전극(53)의 상면중앙에는 처리실(11) 상면 중앙을 관통하고 에칭가스의 공급원(도시하지 않음)에 연이어 통하는 공급관(54)이 부착되어 있다. 또, 상부전극(53)의 하면 전면에는 다수의 가스구멍(15)이 형성되어 있다. 상부전극(53)은 접지전위를 유지하도록 접지되어 있다.

제 1 가스 공급장치(27)에 가스통로(25a, 25b)가 연이어 통하고, 제 2 가스공급장치(28)에 가스통로(26a, 26b)가 연이어 통하고 있다. 제 1 가스 공급장치(27)는 가스공급원(27a), 매스플로컨트롤러(MFC)(27b), 가변밸브(27c), 진공펌프(27d) 및 압력센서(27e)를 가진다. 제 2 가스 공급장치(28)는 가스공급원(28a), MFC(28b), 가변밸브(28c), 진공펌프(28d) 및 압력센서(28e)를 가진다. 압력센서(27e, 28e)는 각각 컨트롤러(30)의 입력부에 접속되어 있다. 가스공급원(27a, 28a), MFC(27b), (28b), 가별밸브(27c, 28c), 진공펌프(27d, 28d)는 각각 컨트롤러(30)의 출력부에 접속되어 있다.

가스공급원(27a, 28a)에는 헬륨가스가 수용되어 있다. 열전도성 가스로서는, 헬륨가스 외에, 예컨대 네온, 아르곤, 크세논 등의 불활성 가스, 혹은 질소가스 + 수소가스, 질소가스 + 산소가스 등의 반응성 가스등을 들 수 있다. 특히, 반응성 가스를 사용할 경우에는, 제 1 가스 공급장치(27)로부터 공급하는 반응성 가스와, 제 2 가스 공급장치(28)로부터 공급하는 반응성 가스가 다르며, 반도체 웨이퍼(W)와 서셉터(14) 사이의 작은 틈에서 서로 흡열반응을 일으키는 것이 바람직하다. 흡열반응에 의하여 단순히 열전달율을 높일 뿐 아니라, 웨이퍼(W)로부터의 흡열에 의하여 더욱 냉각효율을 높일 수 있기 때문이다. 단, 열전도성 가스로서 반응성 가스를 공급할 경우에는, 이들 가스 및 생성가스가 플라즈마 처리에 영향을 주지 않는 것을 선택할 필요가 있다.

가스통로(25a)는 MFC(27b)를 통하여 제 1 가스공급원(27a)에 연이어 통하고있다. 가스통로(25b)는 가변밸브(27c)를 통하여 제 1 진공펌프(27d)에 연이어 통하고 있다. 가스통로(26a)는 MFC(28b)를 통하여 제 2 가스공급원(28a)에 연이어 통하고 있다. 가스통로(26b)는 가변밸브(28c)를 통하여 제 2 진공펌프(28d)에 연이어 통하고 있다. 각 가스통로(25a, 26a, 26b)는 서셉터(14)의 내부에서 서로 간섭하지 않도록 독립으로, 또한 냉매통로(15)와도 간섭하지 않도록 독립으로 서셉터(14)의 내부에 형성되어 있다.

서셉터(14)중에는 3개의 온도센서(37a, 38a, 39a)가 들어가 있다. 제 1 온도센서(37a)는 웨이퍼 둘레가장자리부의 바로 아래에 위치하고 있다. 제 2 온도센서(38a)는 웨이퍼 중간부의 바로 아래에 위치하고 있다. 제 3 온도센서(39a)는 웨이퍼 중앙부의 바로 아래에 위치하고 있다. 각 온도센서(37a, 38a, 39a)는 각각 검출기(37b, 38b, 39b)를 경유하여 컨트롤러(30)의 입력부에 접속되어 있다.

제 7 도 및 제 8 도 A에 도시한 바와같이, 정전척(18)의 둘레가장자리부에는 4개의 원호형상의 홈(41)이 형성되고, 각 홈(41)의 바닥부에는 각각 3개의 관통구멍(39)이 개구하고 있다. 가스통로(25a)는, 서셉터(14) 내부에서 수평통로(23)에 연이어 통하고, 또한 정전척(18)의 관통구멍(39)에 연이어 통하고있다. 정전척(18)의 동박(19)의 두께는 10 100㎛이고, 각 폴리이미드막(20)의 두께는 10 100㎛이다.

제 7 도 및 제 8 도 B에 도시한 바와같이, 정전척(18)의 중앙부에는 4개의 통로(24)가 개구하고, 척(18)의 중간부에는 8개의 통로(40)가 개구하고 있다. 통로(24, 39, 40)의 개구는 직경 0.1 2.0mm인 것이 바람직하고, 0.5 1.2mm인 것이 더 바람직하다. 또, 개구수는 될수록 많은 편이 바람직하며, 6인치 지름 웨이퍼 및 8인치 지름 웨이퍼용으로서는 8 200개의 개구를 형성하는 것이 바람직하다. 각 군의 개구는 동심원형상으로 배열하는 것이 바람직하다. 또한, 중앙영역의 개구군과 중간영역의 개구군과의 상호간거리는 50mm이내로 하는 것이 바람직하고, 또 중간영역의 개구군과 둘레 가장자리 영역의 개구군과의 상호거리도 50mm이내로 하는 것이 바람직하다. 이 이유는, 각군의 개구의 상호간거리를 50mm이상 떨어지게 하면 백가스에 의한 열교환 효과가 적어져 버리고, 특히 중간영역이 다른 영역보다도 과잉으로 냉각(과냉)되도록 되기 때문이다.

다음에, 제 9 도를 참조하면서 상기 장치를 사용하여 웨이퍼(W)를 처리하는 경우에 대하여 설명한다.

진공배기된 챔버(11) 내에 웨이퍼(W)를 반입한다. 이때의 챔버 내압은 수토르로부터 100토르까지의 사이에 설정되어 있다. 서셉터(14)의 위에 8인치 지름 웨이퍼(W)를 재치하고, 이것을 정전척(18)에 의하여 흡착유지한다(공정S1). 냉매유로(15)에 액체질소를 공급하여 서셉터(14)를 냉각한다(공정S2). 서셉터(14)의 냉각설정온도는 예컨대 -10℃이다.

챔버(11)내를 진공배기하면서 상부전극(53)으로부터 챔버(11)내에 에칭가스를 공급하고, 챔버 내압이 10^{-2} Torr이하에서 안정하도록 컨트롤한다(공정S3).

에칭가스의 조성은 하기에 나타낸 바와 같다.

CHF_3 가스 ····· 30SCCM

CF_4 가스 ····· 30SCCM

Ar 가스 ····· 600SCCM

챔버 내압이 10^{-2} Torr이하에 달하였는가의 여부를 판정한다(공정S4). 챔버내압이 설정치에 달하면, 하부전극(14)에 주파수 13.56MHz의 고주파전압을 인가하고, 챔버(11)내에 플라즈마를 생성한다(공정S5).

생성플라즈마의 복사열을 받아서 웨이퍼(W)의 표면온도는 실온 이상의 온도(40 100℃)로 상승한다. 이때, 웨이퍼(W)의 이면쪽의 각 영역에 백가스를 각각 공급함과 더불어, 동시에 이것을 배기하고, 양자의 밸런스를 취한다. 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압이 10 25토르의 범위내의 일정치에 안정하도록, 백가스의 공급과 배기를 밸런스 조정한다. 한편, 웨이퍼의 중간영역 및 중앙영역의 가스배압을 변동시킨다(공정S6), 이 웨이퍼 중간영역 및 중앙영역에 있어서의 변동가스압력은 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 일정가스배압보다도 낮은 범위에서 변동시킨다. 각 영역에 있어서의 가스배압은 하기 조건으로 컨트롤하는 것이 바람직하다.

영역	웨이퍼 둘레 가장자리 영역	웨이퍼 중간영역 및 중앙영역
가스배압	30토르(일정)	7.5~12.5토르(가변)
	25토르(일정)	7.5~12.5토르(가변)
	20토르(일정)	5.0~10.0토르(가변)

15토르(일정)	5.0~10.0토르(가변)
10토르(일정)	5.0~7.5 토르(가변)

제 10 도 및 제 11 도는, 가로축에 온도검출위치를 잡고, 세로축에 검출온도를 잡아서, 각 영역에 공급되는 가스의 배압을 각각 바꿔서 둘레 가장자리영역, 중간영역, 중앙영역의 온도를 각각 조사한 온도분포도이다. 각 조건은, 챔버 내압을 300밀리토르, 고주파 인가 파워를 1300W, 웨이퍼와 상부전극과의 상호간 거리를 1cm, 정전척 유지전류를 1.5KV, 서셉터온도를 -10℃, 상부전극의 온도를 20℃, 챔버 내벽의 온도를 40℃, RF 파워의 인가시간을 2분간으로 하였다. 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 온도검출위치는 웨이퍼 외주 끝단으로부터 10mm의 곳으로 하였다.

제 10 도에 도시한 것에서는 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압을 25토르의 일정으로 하였다. 또, 제 10 도에 도시한 온도분포곡선(P_1)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 12.5토르로 하고, 곡선(P_2)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 10토르로 하고, 곡선(P_3)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 7.5토르로 하고, 곡선(P_4)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 5토르로 하고, 곡선(P_5)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 2.5토르로 한 때의 결과이다.

한편, 제 11 도에 도시한 것에서는 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압을 20토르의 일정으로 하였다. 제 11 도에 도시한 온도분포곡선(P_6)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 12.5토르로 하고, 곡선(P_7)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 10토르로 하고, 곡선(P_8)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 7.5토르로 하고, 곡선(P_9)은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 5토르로 하고, 곡선(P_{10})은 웨이퍼 중앙영역의 가스배압을 2.5토르로 한 때의 결과이다. 양 도면에서 분명한 바와같이, 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압을 25토르(일정)로 한 경우에는 웨이퍼 중앙영역의 가스배압은 7.5~12.5토르(가변)가 최적의 범위가 되고, 웨이퍼 둘레 가장자리 영역의 가스배압을 20토르(일정)로 한 경우에는 웨이퍼 중앙영역의 가스배압은 5.0 10.0토르(가변)가 최적의 범위로 된다.

백가스의 배압컨트롤에 의하여 웨이퍼 둘레 가장자리 영역은 실온정도의 온도(20 30℃)로 됨과 동시에, 웨이퍼 중간영역 및 중앙영역의 온도도 같은 정도로 된다. 이때 가스에 의한 중간영역 및 중앙영역에 있어서의 열교환율이 둘레 가장자리 영역의 그것보다 작아지므로, 중간영역 및 중앙영역의 과냉이 억제된다. 정전척(18)으로부터 비어져 나온 웨이퍼 둘레가장자리부편이 다른 부분보다도 강냉되므로, 결과적으로 웨이퍼(W)의 전체가 밸런스좋게 냉각된다.

온도센서(37a, 38a, 39a)에 의하여 각 영역의 온도를 검출하고, 웨이퍼 각부가 소정의 프로세스 온도로 유지되어 있는가의 여부를 판정한다(공정S7). 웨이퍼 각부의 온도판정이 NO인 경우는 다시 중간영역 및 중앙영역에서의 백가스압력을 변동시킨다. 웨이퍼 각부의 온도판정이 YES인 경우로서, 플라즈마생성으로부터 소정시간 경과후에, 서셉터(14)로의 고주파 전압의 인가를 정지한다(공정S8), 또한, 프로세스가스의 공급을 정지한다(공정S9). 그리고, 정전척(18)의 급전을 정지하고, 핀(32)에 의하여 웨이퍼(W)를 서셉터(14)로부터 위편으로 밀어올리고, 웨이퍼(W)를 챔버(11)로부터 반출한다(공정S10). 이 결과, 웨이퍼(W)상의 실리콘산화막(3)은 균일하게 이방성 에칭되고, 제 3 도에 도시한 바와같이 수직의 측벽(5)을 갖는 콘택트 홀(4)이 형성되었다.

이와 관련하여서, 웨이퍼 표면이 실온보다 높은 온도범위(40 100℃)에서 이방성 에칭하면, 제 1 도 또는 제 2 도에 도시한 바와같이 Bowing 형상 또는 Taper형상의 측벽(5)을 갖는 콘택트 홀(4)이 형성되었다.

또한, 헬륨가스 대신으로서 제 1 및 제 2 가스 공급수단(27, 28)으로부터 서로 반응하는 반응성 가스 예컨대 질소가스와 산소가스를 공급하도록 하여도 좋다. 이와같이 하면, 웨이퍼(W)의 바로 아래에서 이들 가스가 흡열반응을 발생하여, 웨이퍼(W)의 열이 빼앗기므로, 더욱 단시간에 웨이퍼(W)를 냉각할 수 있고 스루풋이 높아진다.

다음에, 제 12도 제 14 도를 참조하면서 제 2 실시예에 대하여 설명한다. 또한, 제 2 실시예가 상기 제 1 실시예와 중복하는 부분의 설명을 생략한다.

이 제 2 실시예의 열교환가스의 공급기구(64, 65)는 상기의 제 1 실시예의 그것과는 다른 것이다. 서셉터(61)내에는 제 1 가스통로(62) 및 제 2 가스통로(63)가 형성되어 있다.

제 13 도에 도시한 바와같이, 제 1 및 제 2 가스통로(62, 63)는 서셉터(61)속에서 분기하고 있으며, 모두 서셉터(61)의 상면의 복수개소에서 개구하고 있다. 제 1 및 제 2 가스 통로(62, 63) 에는 제 1 및 제 2 가스공급수단(64, 65)의 배관(64b, 65b)이 각각 연이어 통하고 있다. 제 1 가스 공급수단(64)은 헬륨가스공급원(64a), 매스플로컨트롤러(64c), 온도조정기구(69), 압력계(64e), 배기계의 가변밸브(64d)를 가지고 있다. 제 2 가스공급수단(65)은 헬륨가스공급원(65a), 매스플로컨트롤러(65c), 온도조정기구(70), 압력계(65e),배기계의 가변밸브(65d)를 가지고 있다. 배관(64b, 65b)은 예컨대 스테인리스강이나 인코넬 등의 니켈 합금으로 만들어져 있다.

또한, 가스공급원(64a, 65a)으로부터 공급하는 열교환가스로서 헬륨가스 대신에, 프로세스 가스를 함유하는 혼합가스나 아르곤가스, 질소가스, 이산화탄소 등을 사용하여도 좋다. 또, 흡열반응을 일으키는 가스로서 예컨대(질소가스+ 수소가스)로 이루어진 혼합가스나, (질소가스+산소가스)로 이루어진 혼합가스를 열교환가스로 사용하여도 좋다. 또, 발열반응을 일으키는 가스로서 예컨대(수소가스+산소가스)로 이루어지는 혼합가스나, (일산화탄소가스+산소가스)로 이루어지는 혼합가스 등을 열교환가스로 사용하여도 좋다.

제 13 도에 도시한 바와같이, 서셉터(61)의 둘레가장자리부에는 8개의 제 1개구(67)가 형성되어 있다. 이들 개구(67)는 제 1 가스통로(62)에 연이어 통하고 있다. 또, 서셉터(61)의 중간부 및 중앙부에는 합계 16개의 제 2 개구(68)가 형성되어 있다. 이들 개구(68)는 제 2 가스통로(63)에 연이어 통하고있다. 8개의 제 1 개구(67)(둘레가장자리부)와, 8개의 제 2 개구(68)(중간부)와, 8개의 제 2 개구(68)(중앙부)와는 동심원형상으로 배열되어 있다. 제 1개구(67)는 서셉터(61)의 외주 끝단으로부터 약 10mm되는 곳에 형성되어 있다. 제 1 및 제 2 개구(67, 68)의 직경은 0.1 2.0 mm인 것이 바람직하다. 또, 개구의 수는 많으면 많을수록 바람직하고, 8 200개인 것이 바람직하다.

다음에, 서셉터(61)를 제조하는 경우에 대하여 설명한다.

웨이퍼(W)의 표면에 온도검출용 시이트를 붙여놓고, 이 웨이퍼(W)를 서셉터(61)의 위에 재치하고, 이것을 정전척으로 흡착유지한다. 이 온도검출용 시이트는, 각 온도에 따라서 색을 나타내는 감열색소를 함유하고 있으며, 띠형상 혹은 원형상 등으로 형성되어 있다. 온도검출용 시이트의 각 부분의 색을 나타내는 것을 관찰함으로써 웨이퍼(W)의 온도분포가 판명된다. 이 작업을 복수회 하여서 서셉터(61)에 의한 웨이퍼(W)의 냉각상황을 파악한다. 이와같이 하여서 서셉터(61)와 웨이퍼(W)와의 열교환이 불량한 부분에는 개구(67, 68)를 많이 형성하고, 열교환이 양호한 부분에는 개구(67, 68)를 적게 형성한다.

제 14 도에 도시한 바와같이, 제 1 온도조정기구(69)는, 온도조정부재(69a)와, 코일(69b)과, 온도제어기(도시하지 않음)를 갖추고 있다. 온도조정부재(69a)는 모세관을 다수개 묶은 관속(管束)으로 이루어지며, 배관(64b)내에 장착되어 있다. 코일(69b)은, 배관(64b)의 바깥쪽에 감기고, 온도조정부재(69a)의 장착영역을 둘러싸고 있다. 온도제어기는 코일(69b)을 통하여 온도조정부재(69a)의 온도를 조정하도록 되어 있다.

헬륨가스를 냉각할 경우에는 코일(69b)은 냉매가 순환하는 냉각코일로서 구성되어 있다. 냉각코일(69b)과 배관(64b) 사이에는 열교환매체로서 실리콘그리스가 개재하고 있다.

온도조정부재(69a)에는, 제 14 도에 도시한 모세관을 다수개 묶은 것 외에,다공질체 등을 사용하여도 좋다. 이 온도조정부재(69a)는 내식성, 내발진성의 재료, 예컨대 배관(64b)과 같은 재료 혹은 석영 등에 의하여 형성된 것이 바람직하다.

다음에, 동작에 대하여 설명한다.

매스플로컨트롤러(64c)에 의하여 유량제어된 헬륨가스를 제 1 통로(62)에 공급함과 동시에, 매스플로컨트롤러(65c)에 의하여 유량제어된 헬륨가스를 제 2 통로(63)에 공급한다.

이들 가스공급압력을 가변밸브(64d, 65d) 및 압력계(64e, 65e)에 의하여 일정하게 유지한다. 제 1 및 제 2 개구부(67, 68)를 통하여 서셉터(61)와 웨이퍼(W)와의 상호간극에 가스를 계속적으로 공급한다. 제 1 통로(62)에 도달하는 가스는 제 1 온도조정기구(69)에 의하여 15℃의 온도로 조정된다. 한편, 제 2 통로(63)에 도달하는 가스는 제 2 온도조정기구(70)에 의하여 37℃의 온도로 조정된다. 제 1 개구(67) 및 제 2 개구(68)를 거쳐서 공급된 가스에 의하여 웨이퍼(W)의 전면이 약 5℃의 온도로 되도록 설정한다.

모니터웨이퍼(MW)를 서셉터(61)상에 재치한 상태로, 제 1 가스공급수단(64)으로부터 일정유량의 가스를 제 1 가스통로(62)에 공급한다. 이와 동시에 제 2 가스공급수단(65)으로부터도 일정유량의 가스를 제 2 가스통로(63)에 공급한다.

모니터웨이퍼(MW)가 균일하게 냉각되지 않을 경우에는, 모니터 웨이퍼(MW)의 온도분포를 적외선온도센서에 의하여 모니터하면서, 매스플로컨트롤러(64c,65c)에 의하여 가스유량을 개별로 조정하든가, 혹은 제 1 및 제 2 온도조정기구(69, 70)에 의하여 가스의 온도를 조정하여 모니터웨이퍼(MW) 전면의 온도가 약 5℃로 되는 가스유량 혹은 온도를 찾는다.

모니터웨이퍼(MW)의 온도가 높은 부분과 낮은 부분과의 온도차가 클 경우에는, 가변밸브(64d) 또는 (65d)보다 가스압력을 높여서 열교환율을 크게 하든가, 혹은 네온가스 등의 엔탈피가 큰 불활성가스를 사용하여서 열수송능력을 높이든가, 혹은 제 1 및 제 2 온도조정기구(69, 70)에 의하여 가스온도를 조정하든가, 의 어느 것을 행함으로써 단시간에 모니터 웨이퍼(MW) 전면의 온도를 평준화시킨다.

또, 모니터웨이퍼(MW) 전면이 균일한 온도로 된 시점에서의 가스유량 및 조정가스온도의 조건을 도시하지 않은 제어장치의 기억장치에 설정등록하여 놓는다.

에칭처리를 행할 경우에는, 프로세스챔버내에 트리플루오로에탄(CHF_3)과 일산화탄소(CO)와의 혼합가스(혼합비 , CHF_3/CO = 45/155)를 예컨대 200SCCM의 유량으로 공급하고, 에칭가스의 가스압력을 예컨대 4×10^{-2} Torr의 진공도로 설정한다. 이어서, 서셉터(61)에 13.56MHz의 고주파전압을 1450W로 인가하고, 에칭가스를 통하여 서셉터(61)와 상부전극(53)과의 사이에서 방전시키고, 플라즈마를 생성한다. 주로 플라즈마중의 반응성 이온에 의하여 웨이퍼(W)는 이방성 에칭된다. 플라즈마 복사열을 받아서 웨이퍼(W)는 온도상승하려고 하지만, 서셉터(61)에 의하여 냉각되어 있으므로 웨이퍼(W)의 온도상승은 억제된다.

상기의 제 2 실시예에 의하면, 온도가 5℃보다 높은 웨이퍼(W)의 둘레가장자리부에는 큰 유량으로 가스를 공급하여 가스배압을 높여서, 그 부분의 온도를 5℃까지 내린다. 한편, 5℃보다 낮은 웨이퍼(W)의 중앙부 및 중간부에는 작은 유량으로 가스를 공급하여 가스배압을 낮게 하여서, 그 부분의 온도를 5℃까지 끌어올린다. 이로써 웨이퍼(W)전면의 온도는 5℃로 평준화된다.

또, 이 제 2 실시예에서는, 경우에 따라서는 제 1 및 제 2 온도조정기구(69, 70)에 의하여 공급가스의 온도를 조정하고, 웨이퍼(W) 전면의 온도를 5℃로 평준화한다.

다음에, 제 15 도를 참조하면서 제 3의 실시예에 대하여 설명한다.

이 제 3 실시예가 상기의 제 1 및 제 2 실시예와 공통하는 부분의 설명은 생략한다.

이 제 3 실시예의 에칭장치에서는, 서셉터(81) 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 통로(82)를 통하여 가스를 공급하고, 이 공급가스를 서셉터(81) 상면의 중앙부 및 중간부에 개구하는 통로(83)를 통하여 배기하도록 하고 있다. 공급통로(82)에는 가스공급수단(84)의 가스공급원(84a)이 연이어 통하고, 배기통로(83)에는 가스배기수단(85)의 배기장치(85a)가 연이어 통하고 있다.

가스배기수단(85)은 제어장치(90)를 갖추고 있다. 제어장치(90)의 입력부에는 배선(89)에 의하여 압력계(85e)가 접속되고, 제어장치(90)의 출력부에는 가변밸브(84d, 85d) 및 매스플로컨트롤러(84c)가 각각 배선(91)에 의하여 접속되어 있다.

다음에, 제 3 실시예의 장치의 동작에 대하여 설명한다.

먼저 공급가스의 온도를 온도조정기구(89)에 의하여 조정하고, 모니터웨이퍼(MW)를 사용하여 온도설정을 한다. 가스공급수단(84)으로부터 일정 유량의 가스를 통로(82)에 공급하고, 복수의 개구(87)로부터 모니터웨이퍼(MW)의 이면쪽에 가스를 공급한다. 이와동시에 배기개구(88)를 통하여 배기한다. 이에의하여 둘레 가장자리 영역으로부터 중앙영역으로 향하는 가스류가 형성된다.배가스의 배압을 압력계(85e)에 의하여 검출하고, 그 검출신호를 제어장치(90)에 보내고, 매스플로컨트롤러(84c)를 제어하여 최적한 가스유량으로 한다. 이와같이 유량조정된 가스에 의하여 모니터웨이퍼(MW)의 온도를 조정한다. 또 필요에 따라서 가변밸브(84d, 85d)의 개방 정도를 조정하여 가스배압을 조정한다.

이때의 가스의 온도 등을 제어장치(90)의 기억장치에 설정등록하여 놓는다.이와같이 하여서 모니터웨이퍼(MW) 전면이 온도를 대략 균일하게 한 후에, 본래의 에칭처리를 개시한다.

이 실시예에 의하면, 모니터 웨이퍼(MW)에 온도분포가 있었다고 하더라도 모니터웨이퍼(MW)의 온도를 열교환가스에 의하여 적극적으로 조정할 수 있고,그 전면의 온도를 평준화할 수 있다.

또, 백가스의 압력을 배기쪽의 압력계(85e)에 의하여 검출하여 모니터하도록 하였기 때문에, 모니터웨이퍼(MW)와 서셉터(81)와의 간극의 내력(內力)을 가스공급쪽에 압력계를 설치한 경우보다도 정확하게 검출 할 수 있다.

다음에, 제 16 도를 참조하면서 제 4 실시예의 장치에 대하여 설명한다. 이 제 4 실시예가 상기의 제 1내지 제 3의 실시예와 공통하는 부분의 설명은 생략한다.

이 제 4 실시예의 장치는, 12인치 지름 웨이퍼(W)용의 서셉터(101)를 갖추고 있다. 서셉터(101)는 대면적이므로 다수의 상부개구(116, 126, 136)를 갖추고 있다. 상부개구(116)는 서셉터(101)의 둘레가장자리부에 형성되고, 상부개구(126)는 서셉터(101)의 중앙부에 형성되고, 상부개구(136)는 서셉터(101)의 중간부에 형성되어 있다. 제 1 군의 개구(116)는 내부통로(113)를 통하여 제 1 가스공급장치(110)에 연이어 통하고, 제 2 군의 개구(126)는 내부통로(123)를 통하여 제 2 가스공급장치(120)에 연이어 통하고, 제 3 군의 개구(136)는 내부통로(133)를 통하여 제 3의 가스공급장치(130)에 연이어 통하고 있다. 이들 3개의 계통의 가스공급장치(110, 120, 130)는 상술한 제 2실시예의 것과 같은 것이다.

상기의 제 4 실시예의 장치에 의하면, 3계통의 가스공급장치(110, 120,130)를 각각 독립으로 제어하고, 각 영역마다 섬세하고 빈틈없이 열교환가스의 배압을 제어할 수 있으므로, 12인치 지름 웨이퍼(W)와 같은 대면적의 것이라도 온도차가 작은 온도분포로 온도컨트롤할 수 있고, 수직특성에 뛰어난 측벽을 가진 이방성 에칭을 실현할 수 있다.

상기 각 실시예에서는 에칭장치를 예로 들어서 설명하였으나, 본 발명의 처리장치는 에칭장치에 제한되는 것이 아니고, 기타의 플라즈마 CVD장치, 플라즈마 애싱장치 등에 대해서도 마찬가지로 적용할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와,

상기 제 1 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 1 가스공급수단과,

상기 제 1 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 1 배기수단과,

상기 서셉터의 상면의 중앙부에 개구하는 제 2 통로와,

상기 제 2 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 2 가스공급수단과,

상기 제 2 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 2 배기수단과,

상기 제 2 가스공급수단 및 상기 제 2 배기수단에 의하여 상기 제 2 통로내에 발생시키는 배압이, 상기 제 1 가스공급수단 및 상기 제 1 배기수단에 의하여 상기 제 1 통로내에 발생시키는 배압보다 낮아지도록, 상기 제 1 및 제 2 가스공급수단 그리고 상기 제 1 및 제 2 배기수단을 개별로 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 더미웨이퍼를 이용하여 온도와 배압의 상관을 구한 데이타를 기억하여 놓는 기억수단을 더욱 포함하여 구성되며,

상기 제어수단은, 상기 기억수단으로부터 호출한 데이타에 기초하여 상기 제 2 가스공급수단 및 상기 제 2 배기수단을 동작제어하고, 상기 제 2 통로내의 배압을 변송시키는 것을 특징으로하는 플라즈마 처리장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 서셉터 온도를 검출하는 온도센서를 더욱 포함하여 구성되며 ,

상기 제어수단은, 검출온도에 기초하여 상기 제 2 가스공급수단 및 상기 제 2 배기수단을 동작제어하고, 상기 제 2 통로내의 배압을 변동시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치 .

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 통로는 상기 서셉터 상면에서 각각 복수장소에 개구하고, 상기 제 1 개구군과 제 2 개구관은 상기 서셉터 상면에 동심원 형상으로 배열되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 서셉터 상면의 둘레가장자리부에 동심원 형상으로 나란히 복수의 홈이 더욱 형성되고, 이들의 홈의 저부에 상기 제 1 개구가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 서셉터 상면의 둘레가장자리부와 중앙부의 중간에 위치하는 중간부에 개구하는 제 3 의 통로와,

상기 제 3 의 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 3 의 가스공급수단과,

상기 제 3 의 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판의 사이에 형성되는 작은 틈내를 배기하는 제 3 의 배기수단을 더욱 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 7.

제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 가스공급수단으로부터 공급되는 상기 열교환가스는, 상호간에 다른 조성인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 8.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 피처리기판 얹어놓는면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와,

상기 제 1 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 가스공급수단과,

상기 서셉터의 피처리기판 얹어놓는면의 중앙부에 개구하는 제 2 통로와,

상기 제 2 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 2 배기수단과,

상기 배기수단과 가스공급수단을 개별로 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치 .

청구항 9.

제 8 항에 있어서, 상기 배기수단을 제 2 가스통로를 통하여 배기되는 가스의 압력을 검출하는 압력검출수단을 더욱 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 10.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리방법으로서,

상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하면서, 상기 서셉터 상면의 둘레가장자리부의 개구로부터 상기 틈에 제 1 열교환가스를 도입함과 동시에, 상기 서셉터 상면의 중앙부의 개구로부터도 상기 틈에 제 2 열교환가스를 도입하고,

상기 제 1 열교환가스의 배압을 상기 제 2 열교환가스의 배압보다 높게 하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리방법.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 제 1 열교환 가스의 배압을 5 30 Torr의 범위내의 일정치로 설정하고, 상기 제 2 열교환 가스의 배압을 5 12.5 Torr의 범위내에서 변동시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리방법.

청구항 12.

제 10 항에 있어서, 상기 플라즈마 생성중에 있어서의 상기 서셉터를 영하 10℃ 이하의 온도영역으로 설정하고, 상기 피처리기판의 표면을 20 70 ℃ 의 온도영역으로 설정하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 13.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와,

상기 제 1 통로를 통하여 서셉터와 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 1 가스공급수단과,

상기 제 1 가스공급수단수단으로부터 상기 제 1 통로에 공급된 열교환가스의 온도를 제어하는 제 1 온도 제어기구와,

제 1 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 1 배기수단과,

상기 서셉터의 상면의 중앙부에 개구하는 제 2 통로와,

상기 제 2 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 제 2 가스공급수단과,

상기 제 2 가스공급수단으로부터 상기 제 2 통로에 공급된 상기 열교환가스의 온도를 제어하는 제 2 온도 제어기구와,

제 2 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 제 2 배기수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

각각의 상기 제 1 및 제 2 온도제어기구는,

상기 열 교환 가스가 공급되는 파이프내에 장착된 온도 제어 부재, 및

상기 열 교환 수단과 상기 열 교환 파이프를 통해 순환되는 상기 열 교환 가스 사이에서 열이 교환되도록 상기 열교환가스를 공급하는 상기 파이프의 외부 표면을 둘러싸는 열교환 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 15.

제 14 항에 있어서,

상기 온도 교환 수단의 온도를 제어하는 온도 제어 수단과,

상기 서셉터의 온도를 검출하는 온도센서와,

상기 온도 센서에 의해 생성된 온도에 기초하여 제 1 및 제 2 가스공급수단, 제 1 및 제 2 배기수단, 및 온도 제어 수단을 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 16.

제 14 항에 있어서, 상기 온도 제어 부재는, 체적에 비해 상당히 큰표면 영역을 갖고, 열 교환을 달성하도록 적용되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치 .

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 온도 부재가 다공성 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 18.

제 16 항에 있어서, 상기 온도 제어 부재는 모세관다발로 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 19.

제 14 항에 있어서, 열 교환 매체가 상기 열 교환 수단과 상기 파이프 사이에 삽입된 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 20.

제 13 항에 있어서,

제 2 가스공급수단 및 제 2 배기수단에 의하여 제 2 통로내에 발생시키는 배압이, 제 1 가스공급수단 및 제 1 배기수단에 의하여 제 1 통로내에 발생시키는 배압보다 낮아지도록, 제 1 및 제 2 가스공급수단과, 제 1 및 제 2 배기수단을 개별로 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 21.

제 13 항에 있어서,

상기 서셉터의 상기 중앙과 상면의 둘레가장자리사이의 중간에서 개방하는 제 3 통로와,

열 교환 가스를 상기 제 3 통로를 통해 상기 서셉터와 상기 피처리 기판사이에 공급하는 제 3 가스 공급 수단과,

상기 제 3 통로를 통해 상기 서셉터와 상기 기판 사이에 형성된 작은 틈 안을 배기하는 제 3 배기수단을 더욱 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 22.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 상면의 둘레가장자리부에 개구하는 제 1 통로와,

열교환가스를 상기 제 1 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 공급하는 가스공급수단과,

상기 가스 공급 수단으로부터 상기 제 1 통로로 공급된 상기 열 교환 가스의 온도를 제어하는 온도 제어 기구와,

상기 서셉터의 상면에 중앙부에 개구하는 제2 통로와,

상기 서셉터와 상기 기판 사이에 형성되는 작은 틈 안을 배기하는 배기수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 23.

제 22항에 있어서,

상기 온도제어기구는,

상기 열 교환 가스가 공급되는 파이프내에 장착된 온도 제어 부재, 및

상기 열 교환 수단과 상기 열 교환 파이프를 통해 순환되는 상기 열 교환 가스 사이에서 열이 교환되도록 상기 열교환가스를 공급하는 상기 파이프의 외부 표면을 둘러싸는 열교환 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 24.

플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 상면에 개구하는 통로와,

상기 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 열교환가스를 공급하는 가스공급수단과,

열교환가스를 상기 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에 공급하는 가스공급수단상기 가스 공급 수단으로부터 상기 통로로 공급된 상기 열 교환 가스의 온도를 제어하는 온도 제어 기구를 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 25.

제 24항에 있어서,

상기 온도제어기구는,

상기 열 교환 가스가 공급되는 파이프내에 장착된 온도 제어 부재, 및

상기 열 교환 수단과 상기 열 교환 파이프를 통해 순환되는 상기 열 교환 가스 사이에서 열이 교환되도록 상기 열교환가스를 공급하는 상기 파이프의 외부 표면을 둘러싸는 열교환 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 26.

제 24 항에 있어서,

상기 열 교환 수단의 상기 온도를 제어하는 온도 제어 수단과,

상기 서셉터의 상기 온도를 검출하기 위한 온도 센서와,

상기 온도 센서에 의해 생성된 온도에 기초하여 제 1 및 제 2 가스공급수단, 제 1 및 제 2 배기수단, 및 온도 제어 수단을 제어하는 제어수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 27.

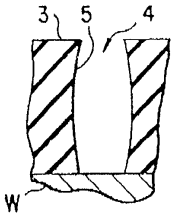
플라즈마 생성중에 열교환가스를 사용하여 서셉터에 의한 피처리기판의 냉각효율을 높이는 플라즈마 처리장치로서,

상기 서셉터의 상면에 개구하는 통로와,

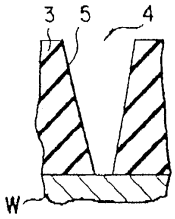
상기 통로를 통하여 상기 서셉터와 상기 피처리기판과의 사이에 형성되는 작은 틈에, 조성물이 서로 상이한 상기 제 1 및 제 2 가스 공급 수단으로부터 공급되는 열교환가스를 공급하는 제 1 및 제2 가스공급수단을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

도면

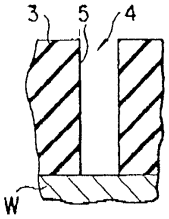
도면 1



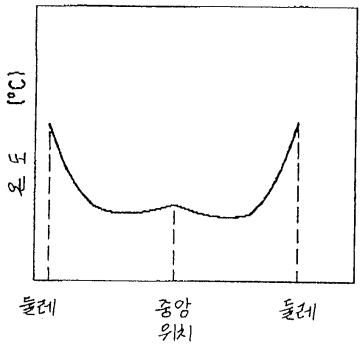
도면 2



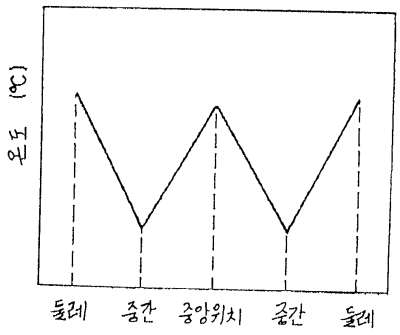
도면 3



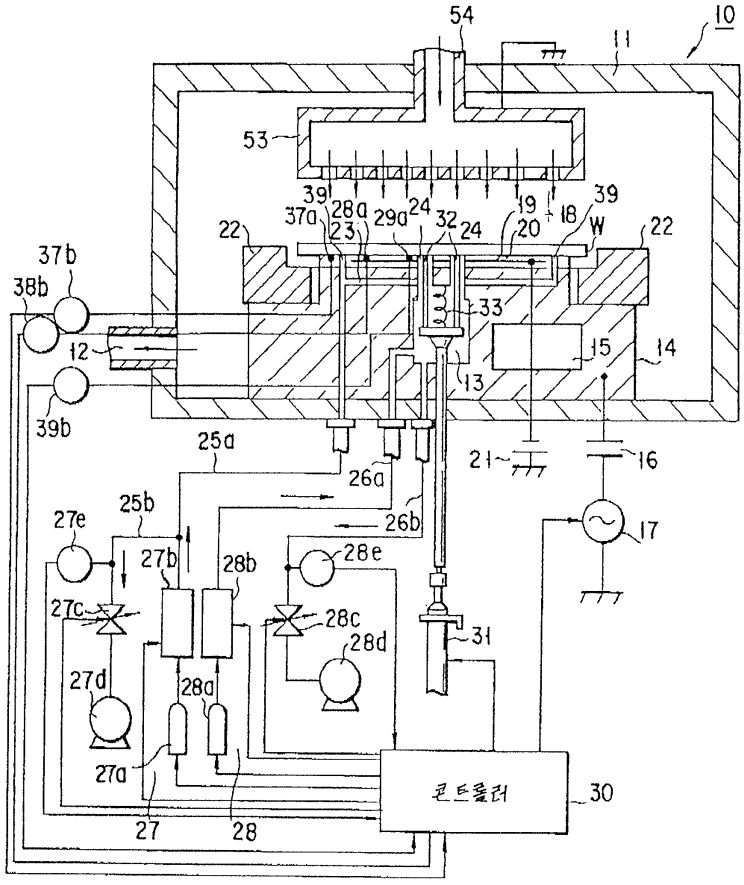
도면 4



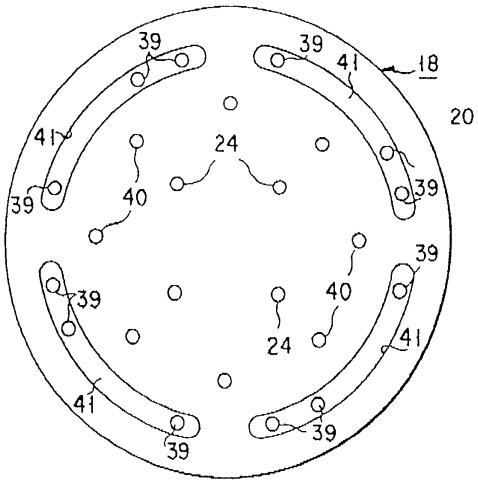
도면 5


온도 (℃)
둘레
중간
중앙위치
중간
둘레

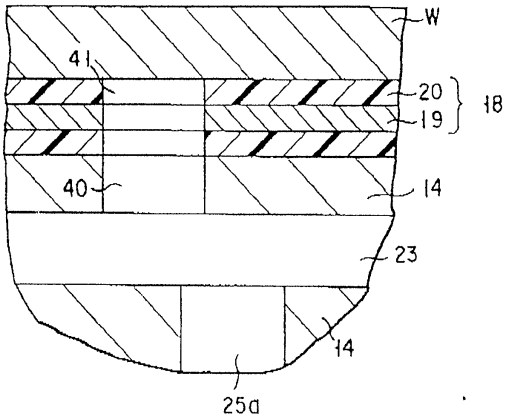
도면 6


54
10
11
53
39
37a
28a
29a
24
32
24
19
20
18
39
W
22
22
23
37b
38b
12
39b
33
15
14
13
25a
26a
21
16
25b
26b
27e
27b
28b
28e
17
27c
28c
28d
31
27d
28a
27a
27
28
콘트롤러
30

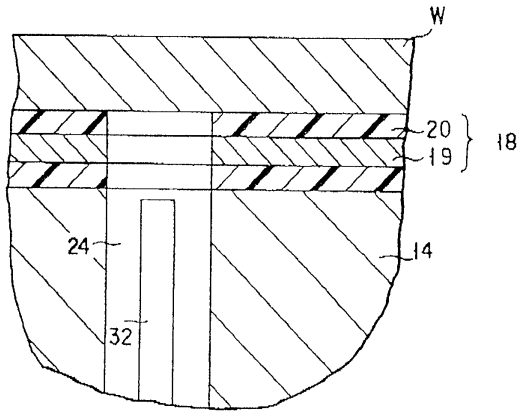
도면 7


39
39
41
18
20
41
24
39
40
39
39
40
39
41
24
41
39
39

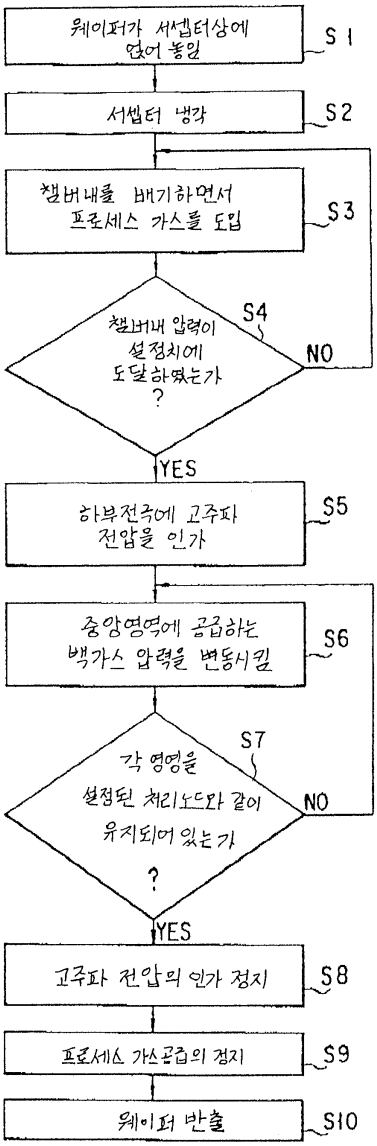
도면 8a


W
41
20
19
18
40
14
23
14
25a

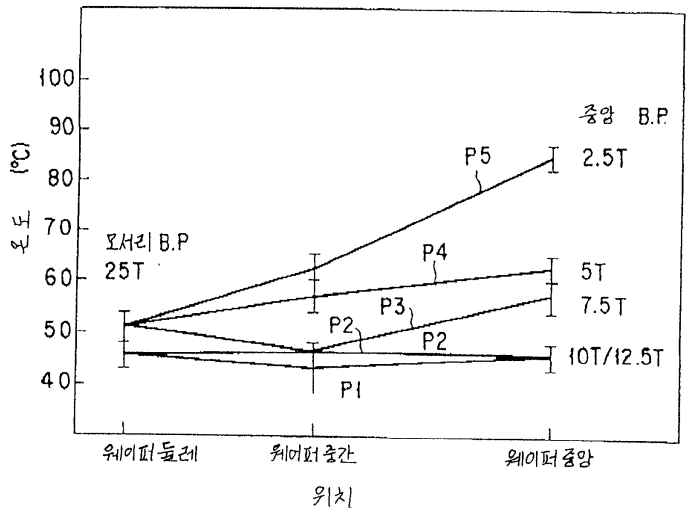
도면 8b



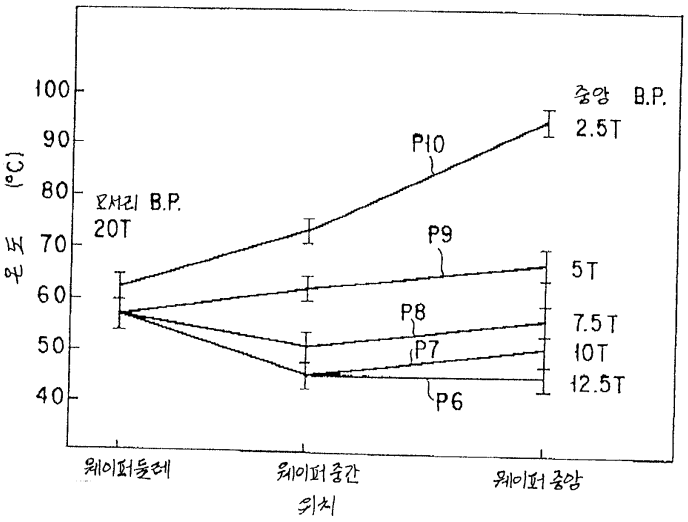
도면 9


웨이퍼가 서셉터상에 얹어 놓임
S1
서셉터 냉각
S2
챔버내를 배기하면서 프로세스 가스를 도입
S3
챔버내 압력이 설정치에 도달하였는가 ?
S4
NO
YES
하부전극에 고주파 전압을 인가
S5
중앙영역에 공급하는 백가스 압력을 변동시킴
S6
각 영역을 설정된 처리노드와 같이 유지되어 있는가 ?
S7
NO
YES
고주파 전압의 인가 정지
S8
프로세스 가스공급의 정지
S9
웨이퍼 반출
S10

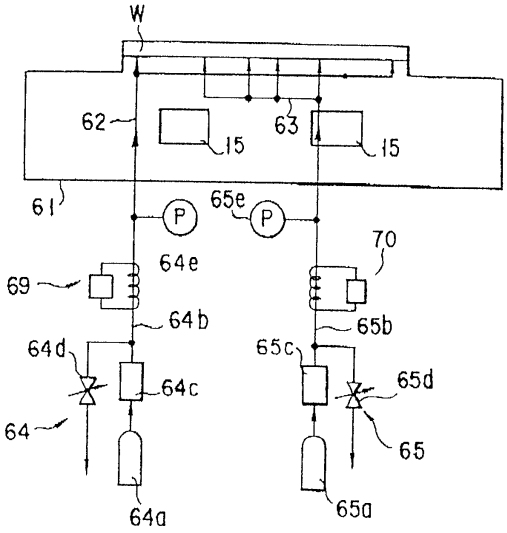
도면 10


100
90
80
70
60
50
40
온도 (°C)
중앙 B.P
2.5T
P5
P4
5T
7.5T
P3
P2
P2
10T/12.5T
P1
모서리 B.P
25T
웨이퍼 둘레
웨이퍼 중간
웨이퍼 중앙
위치

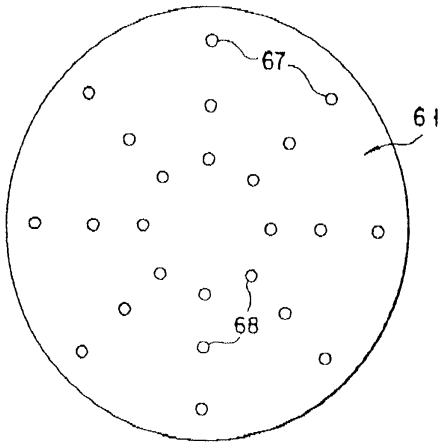
도면 11


100
90
80
70
60
50
40
온도 (°C)
중앙 B.P.
2.5T
P10
P9
5T
P8
7.5T
P7
10T
12.5T
P6
모서리 B.P.
20T
웨이퍼 둘레
웨이퍼 중간
웨이퍼 중앙
위치

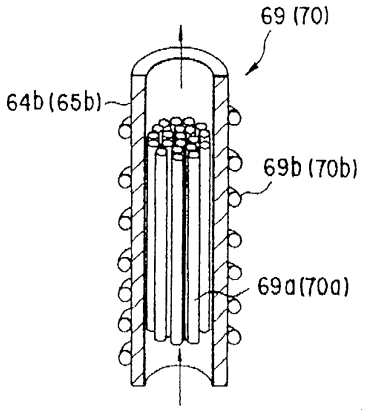
도면 12


W
62
15
63
15
61
P
65e
P
70
69
64e
64b
65b
64d
65c
64c
65d
64
65
64a
65a

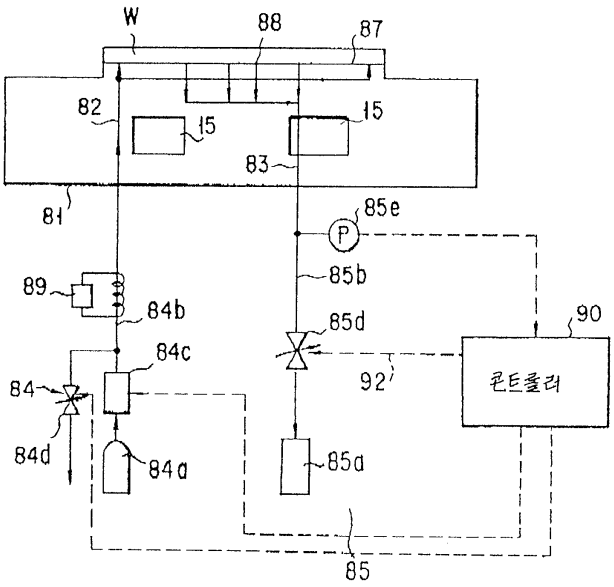
도면 13


67
61
68

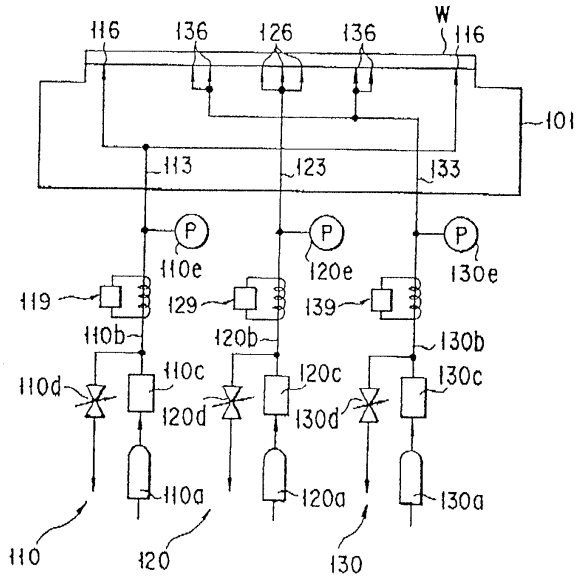
도면 14


69 (70)
64b (65b)
69b (70b)
69a (70a)

도면 15


W
88
87
82
15
15
83
81
85e
P
89
85b
84b
85d
90
84c
92
콘트롤러
84
84d
84a
85a
85

도면 16


116
136
126
136
W
116
101
113
123
133
P
110e
120e
130e
119
129
139
110b
120b
130b
110d
110c
120c
130c
120d
130d
110a
120a
130a
110
120
130