(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
H01L 21/18

(45) 공고일자 2001년08월07일
(11) 등록번호 10-0291234
(24) 등록일자 2001년03월09일

(21) 출원번호 10-1997-0060502
(22) 출원일자 1997년11월17일

(65) 공개번호 특1998-0042503
(43) 공개일자 1998년08월17일

(30) 우선권주장 96-309497 1996년11월20일 일본(JP)

(73) 특허권자
니혼 신꾸 기쥬쯔 가부시키가이샤
나까무라 규조
일본 가나가와껭 지가사끼시 하기조노 2500반찌

(72) 발명자
이시까와 미찌오
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이
하시모또 마사노리
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이
요네자끼 다께시
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이
이또 가즈유끼
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이
도가와 준
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이
오따 요시후미
일본 지바껭 산부군 산부마찌 요꼬다 523 니혼 신꾸 기쥬쯔가부시끼가이샤 지바 죠오자이 료오겡꾸쇼 나이

(74) 대리인
박해선
조영원

심사관 : 김종찬

(54) 다결정실리콘의형성방법및형성장치

요약

효율성 높은 다결정 실리콘을 형성하는 방법을 제공하는 것, 전계 (電界) 효과 이동도가 큰 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 제조에 적합한 다결정 실리콘을 형성하는 방법을 제공하는 것, 및 이 방법들을 적절히 실시할 수 있는 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

기판 (2) 에 형성된 비정질 실리콘막에 기밀 (氣密) 한 실 (12) 내에서 레이저 빔을 조사하고, 레이저 어닐링 (laser annealing) 에 의하여 상기 막을 다결정화하는 결정화 공정을 갖는 다결정 실리콘의 형성방법에 있어서, 상기 실내를 0.1 Torr 이상 내지 상기 실의 내압한도 이하의 압력으로 하고, 또한 수소, 질소, 불활성 가스 중에서 적어도 1 종류의 가스를 유통시킨 분위기로 한다. 상기 실내에서 상기 압력과 가스 분위기에 의하여 형성된 다결정 실리콘을 대기에 노출시키지 않고, 결정화 이후에도 계속하여 수소 플라스마 처리를 행한다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 형성 장치의 일례를 나타내는 개략 절단 평면도.

도 2 는 본 발명의 형성장치의 다른 실시예를 나타내는 개략 평면도.

도 3 은 본 발명의 방법에 의하여 게이트 절연막을 형성한 상태의 기판을 나타내는 단면도.

도 4 는 플라즈마 CVD 의 성막실 주요부의 절단 측면도.

도 5 는 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 확대 단면도.

도 6 은 레이저 어닐링시의 Ar 압력과 이동도의 관계를 나타내는 선도.

도 7 은 레이저 어닐링시의 Ar 압력과 기판상의 레이저 강도의 관계를 나타내는 선도.

도 8 은 레이저 어닐링시의 분위기 가스의 종류와 이동도의 관계를 나타내는 선도.

도 9 은 레이저 어닐링 이후부터 게이트 산화막 형성까지의 분위기 압력과 이동도의 관계를 나타내는 선도.

도 10 은 레이저 어닐링 이후부터 게이트 절연막 형성까지의 분위기 가스의 종류와 이동도의 관계를 나타내는 선도.

도 11 은 본 발명의 형성장치의 또다른 실시예를 나타내는 개략 평면도.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

1 : 반입반출실 2 : 기판

4 : 게이트 밸브 5 : 반송 수단

7 : 가열실 8,9,10 : 성막실

11 : 레이저 12 : 레이저 어닐링실

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 주로 액정표시 장치 등에 사용되는 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 얻기 위한 다결정 실리콘 (Polycrystalline Sillicon) 의 형성에 적용되는 방법 및 그 형성장치에 관한 것이다.

종래에는 다결정 실리콘막을 형성하기 위해서는, 베이스 SiO_2 막을 형성한 유리 등의 기판에, 토대가 되는 비정질 실리콘막을 감압 CVD 장치, 스퍼터 (sputter) 장치, 혹은 플라즈마 CVD 장치의 어느 하나로 성막한 이후, 상기 기판을 일단, 대기 중에 꺼내어 놓고, 다시 레이저 어닐링 장치에 집어넣어 그 장치 내부를 대기 중 또는 진공 중의 분위기로 하여 레이저 빔을 조사하여, 상기 막을 다결정화하는 것이 일반적이다.

다결정 실리콘 박막 트랜지스터 (Polycrystalline Sillicon - TFT) 를 제조하는 경우, 그 제조의 1 공정에 있어서 다결정 실리콘막 상에 다시 산화막 또는 질화막이 게이트 절연막으로 형성되었으나, 이 경우에도 다결정 실리콘막을 형성한 이후에 일단 대기 중에 꺼내고 다시 진공의 성막실에 반입하여, 일반적으로는 플라즈마 CVD 법으로 게이트 절연막을 형성하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

종래의 다결정 실리콘 형성법에서는, 복수의 별개 장치간에 기판을 주고받기 위하여 처리량이 매우 작고, 또한 제조된 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 전계 효과 이동도 (정공 이동도) 가 80 ㎠/V · sec 로 비교적 작고 디바이스 특성이 불량하다는 결점이 있었다. 이 이동도가 불량한 원인을 규명한 결과, 기판을 장치간에 이동할 때, 기판이 대기에 노출되어 양호한 경계면을 유지하기가 곤란해지기 때문이라는 사실이 밝혀졌다.

또한 진공 중에서 다수 장의 기판에 비정질 실리콘막을 다결정화 할 수 있도록 레이저 빔을 반복하여 조사하면, 레이저 빔의 도입창이 흐려져 레이저 강도가 저하되어, 소기의 결정화를 이루지 못하고 작업을 중단하여 상기 흐림을 제거할 필요성이 발생하므로 효율적인 다결정화 처리를 행할 수 없다는 결점이 있었다.

본 발명은, 효율적으로 다결정 실리콘을 형성하는 방법을 제공하는 것, 상기 지식을 토대로 하여 전계 효과 이동도가 큰 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 제조하는데 적합한 다결정 실리콘을 형성하는 방법을 제공하는 것, 및 이 방법들을 적절히 실시할 수 있는 장치를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에서는, 기판에 형성된 비정질 실리콘막에 기밀한 실내에서 레이저 빔을 조사하고, 레이저 어닐링으로 상기 막을 다결정화하는 결정화 공정을 갖는 다결정 실리콘의 형성방법에 있어서, 상기 실내를 0.1 Torr 이상 내지 상기 실의 내압 한도 이하의 압력에서, 또한 수소, 질소, 불활성 가스 중에서 적어도 1 종류의 가스를 유통시키는 분위기로 함으로써 다결정 실리콘을 효율적으로 형성하는 목적을 달성할 수 있도록 하였다. 또한, 상기 실내에서 상기 압력과 가스 분위기에 의하여 형성된 다결정 실리콘을 대기에 노출시키는 일없이 그 결정화 이후에 계속하여 수소 플라즈마 처리를 함으로써, 다결정 실리콘의 표면 또는 입계에 존재하는 댕글링본드 (dangling bond) 가 채워지게 되어 다결정 실리콘막이 안정화되고, 이동도가 큰 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 제작에 적합한 다결정 실리콘을 얻을 수 있게 된다. 상기 실내에서 상기 압력과 가스 분위기에 의하여 형성된 다결정 실리콘을 대기에 노출시키는 일없이, 그 결정화 이후에도 계속하여 게이트 절연막인 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막 혹은 실리콘 산질화막을 상기 다결정 실리콘 상에 형성하거나, 상기 수소 플라즈마 처리를 실시한 이후에, 상기 다결정 실리콘을 대기 중에 노출시키는 일없이 계속하여 게이트 절연막인 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막 혹은 실리콘 산질화막을 상기 다결정 실리콘 상에 형성하면, 계면 오염이 적은 다결정 실리콘에 게이트 절연막을 형성할 수 있고, 이동도가 큰 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 제작할 수 있게 된다. 상기 불활성 가스로는, Ar, He, Xe 및 Kr 중에서 적어도 1 종류를 사용할 수 있다. 또한 본 발명의 방법은, 기판을

대기압의 외부와의 사이에 반입반출시키는, 압력조절이 자유로운 반입반출실에, 수소, 질소, 불활성 가스 중에서 적어도 1 종류의 가스 분위기에서 압력이 0.1 Torr 이상 내지 이 실의 압력한도 이하의 범위에서 설정이 자유로우며, 내부에 있는 기판에 레이저빔을 조사하기 위한 도입창을 갖춘 레이저 어닐링실을 감압 분위기에서 기판을 반송할 수 있는 반송 수단을 매개로 하여 접속하고, 상기 레이저 어닐링실에 성막실인 플라즈마 CVD 실 또는 스퍼터실 혹은 감압 CVD 실을 감압 분위기에서 기판을 반송할 수 있는 반송 수단을 매개로 하여 접속시킨 구성을 갖는 장치에 의하여 간단하고도 확실하게 실시할 수 있다.

이하 첨부도면을 참조로 하여 본 발명을 상세하게 설명한다.

본 발명의 실시예를 도 1 에서와 같은 다결정 실리콘 박막 트랜지스터의 형성장치를 따라서 설명하면, 동 도면에서 부호 1 은 표면에 비정질 실리콘막을 형성한 유리제의 기판 (2) 을 대기압의 외부와의 사이에 반입반출시키는, 압력조절이 자유롭게 이루어지도록 구분된 반입반출실을 나타내고, 기판 (2) 은 일방의 반입실 (1a) 로 개폐문 (1c) 을 통하여 외부에서 반입되고, 반출실 (1b) 에서 개폐문 (1d) 을 통하여 외부로 반출된다. 상기 반입반출실 (1) 의 압력조절은, 진공 펌프에 연결된 진공 배기관 (3) 에 의하여 행해진다. 상기 반입반출실 (1) 은, 게이트 밸브 (4) 를 통하여 기판 반송용 로봇의 반송 수단 (5) 을 내부에 구비한 7 각형의 반송실 (6) 에 접속되어 형성된다. 상기 반송실 (6) 내에도 도시되지 않은 진공 배기관에 의하여 압력조절을 할 수 있다. 상기 반송 수단 (5) 을 구성하는 기판 반송용 로봇에는, 승강 및 선회가 자유로운 지축 (5a) 에 신축이 자유로운 암 (5b) 을 형성한 공지의 구성물을 사용하였다. 상기 로봇의 반송 수단 (5) 의 암 (5b) 은, 예를 들어 반입실 (1a) 로 향하여 늘어나고, 기판 (2) 을 수취한 이후에 수축되며, 지축 (5a) 이 선회하여 상기 암 (5b) 을 반송될 지점, 예를 들어 성막실로 향하여 늘어나고, 상기 암 (5b) 에 실린 기판 (2) 을 상기 성막실에 수납한 후에 수축된다.

상기 반송실 (6) 의 주위에는 가열실 (7) 과, 플라즈마 CVD 또는 수소 플라즈마 처리를 행하는 플라즈마 처리실, 감압 CVD 실 혹은 스퍼터실로 이루어지는 3 개소의 성막실 (8, 9, 10) 을 게이트 밸브 (4) 를 매개로 하여 상기 반송실 (6) 에 접속되어 형성하고, 또한 본 발명에 따라서, 레이저 장치 (11) 를 외부에 갖춘 도입창을 통해 조사하는 레이저에 의해 상기 기판 (2) 의 비정질 실리콘막을 다결정화하는 레이저 어닐링실 (12) (결정화실이라고도 함) 을 게이트 밸브 (4) 를 매개로 하여 접속하였다. 각 성막실 (8, 9. 10) 에는, 성막 원료 가스의 도입구와 압력조절용 진공 배기구, 플라즈마 발생용 전극이 형성되어 있다. 일방의 성막실 (8) 에는 수소 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키고, 다결정 실리콘을 플라즈마에 노출시켜 수소 플라즈마 처리를 할 수 있도록 하였다. 다른 성막실 (9, 10) 에는 TEOS (테트라에톡시실란) 과 산소를 도입하여 플라즈마를 발생시키고, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 산질화막의 게이트 절연막을 형성할 수 있도록 하였다. 상기 결정화실 (12) 에는 H_2, Ar, He, N_2의 가스 도입이 가능하고, 그 압력은 가스를 유통시키면서 10^{-3} Torr ~ 2280 Torr (3 기압) 의 범위에서 가변될 수 있도록 하였다.

반입반출실 (1) 의 반입실 (1a) 에 반입된 표면에 비정질 실리콘막을 갖는 유리제의 기판 (2) 은, 각 실의 진공압력을 조정한 후에 게이트 밸브 (4) 를 매개로 하여 반송수단 (5) 에 의하여 진공 상태의 반송실 (6) 을 통하여 가열실 (7) 로 반입되고, 그곳에서 상기 기판 (2) 을 가열한 이후에 이것을 다시 상기 반송수단 (5) 에 의하여 상기 반송실 (6) 을 통하여 레이저 어닐링실 (12) 로 반입하고, Ar, H_2, He, N_2중에서 적어도 1 종류의 가스 분위기에서 또한 0.1 Torr 이상 내지 상기 실의 내압 한도 이하의 압력으로 상기 비정질 실리콘막에 레이저 빔을 조사함으로써 상기 막을 다결정 실리콘화 한다. 또한 그후에 성막실 (8) 로 반송 수단 (5) 이 기판 (2) 을 반송하여, 그곳에서 수소 플라즈마 처리를 행하고, 다시 성막실 (9, 10) 로 반송하여 SiO_2막, 또는 SiN_X, 혹은 실리콘 산질화막의 게이트 절연막을 상기 다결정 실리콘막 상에 퇴적시키고, 반출실 (1b) 에서 외부로 상기 기판 (2) 을 반출한다. 반출된 기판 (2) 의 대표적인 구조를 도 3 에 나타내었다. 이 반출된 기판 (2) 에, 다시 다른 장치에 의하여 다결정 실리콘막의 일부에 이온 도프 (ion dope) 층을 형성하고, 게이트 메탈 또는 패시베이션 막, 소오스 전극, ITO 막의 화소 전극 (畵素電極) 을 형성하면, 도 5 에서와 같은 구조의 다결정 실리콘 박막 트랜지스터가 기판 (2) 상에 형성된다. 필요한 경우에는, 게이트 절연막을 형성한 후에 다시 성막실 (8) 로 기판 (2) 을 반입하여, 수소 플라즈마 게이트 절연막을 노출시켜 막의 질을 개선한 후에 반출실 (1b) 에서 반출한다.

레이저 조사에 의하여 비정질 실리콘막이 다결정화할 때, 상기 레이저 어닐링실 (12) 의 압력을 진공으로 하는 것이 일반적이고, 진공 중에는 전술한 바와 같이 상기 막에서 Si 원자의 일부가 증발되어 레이저의 도입창에 부착되고, 그 창이 흐려짐으로 인하여 레이저 강도가 저하되는 폐단이 발생하나, 본 발명에서는 이를 방지하기 위하여 상기 레이저 어닐링실 (12) 내를 Si 원자와 반응하지 않는 수소 가스, 불활성 가스, 수치가 낮고 반응성이 낮은 질소 가스, 혹은 이 혼합 가스들의 분위기로 하고, 가스를 도입관으로부터 도입하고 또한 배기구에서 진공 펌프로 배기시킴으로써 가스를 유통시킴과 동시에, 그 도입량과 배기량을 조정하여 압력을 0.1 Torr 이상으로 조정함으로써, 상기 막에서 증발되는 Si 원자를 그 가스 분위기에서 다중 산란시키고, 상기 도입창에 도달하기 전에 배기시켰다. 그 압력이 0.1 Torr 이상이면 상기 도입창이 흐려지는 현상이 발생되지 않고, 그 압력의 상한은 상기 레이저 어닐링실 (12) 의 내압 한도, 예를 들어 상기 실 (12) 과 진공상태를 분리시키는 칸막이 밸브 (4) 의 내압 한도로 결정된다.

각 성막실 (8, 9, 10) 은, 수소 플라즈마 처리, 플라즈마 CVD, 감압 CVD 인 경우, 예를 들어 도 4 에서와 같은 구성을 갖고, 고주파 전류에 접속된 음극 (cathode) 전극 (13) 에 의하여 폐쇄된 진공조 (14) 의 실내 (15) 에, 기판 (2) 이 설치된 양극 (anode) 과 가열수단을 겸한 히터 전극 (16) 을 형성하고, 상기 음극전극 (13) 에는 외부로부터의 가스 도입공 (17) 을 형성하여 도입된 가스를 상기 히터 전극 (16) 과 대향되는 위치에서 샤워 플레이트 (18) 를 매개로 하여 기판 (2) 을 향하여 균일하게 분사시키듯이 하고, 상기 히터 전극 (16) 의 배후에 반송 수단 (5) 으로 반송된 기판 (2) 의 설치와 제거를 위하여 승강기구 (19) 에 의하여 상기 히터 전극 (16) 을 관통하여 승강하는 승강 암 (20) 을 형성하도록 하였다. 21 은 진공 펌프에 접속되는 배기구, 22 는 퍼지 가스 (purge gas) 의 도입구이다. 상기 기판 (2) 에 비정질 실리콘막, SiO_2, SiN_X를 플라즈마 CVD 로 형성하는 경우에는, 가스 도입공 (17) 에서 SiH_4가스를 도입하고, 소정의 압력에 도달한 후에는 히터 전극 (16) 에서 기판 (2) 을 200 ~ 300 ℃ 로 가열하고, 상기 음극 전극 (13) 에 고주파 전력을 투입하여 플라즈마를 발생시킨다. 수소 플라즈마 처리를 행할 때에는, 수소 가스를 가스 도입공 (17) 으로부터 도입하고, 기판 온도를 200 ~ 400 ℃ 로 가열하여 행한다. 감압 CVD 의 경우에는, 음극 전극 (13) 에 고주파 전력을 공급하지 않고, 히터 전극 (16) 에 의하여 기판 (2) 을 430 ~ 600 ℃ 로 가열하여 막을 형성한다. 게이트 절연막을 형성할 때에는, SiH_4, N_2O, Ar 의 혼합 가스가 도입된다. 또한, 기판 (2) 에 스퍼터로 막을 형성하는 경우에는, 상기 음극 전극 (13) 이 Si 타겟으로 교환되고, SiH_4가스 대신에 Ar 가스를 도입하면서 막이 형성된다.

상기 반송실 (6) 은 7 각형으로 하였으나, 도 2 에서와 같이 반입반출실 (1) 의 반입실 (1a) 과 반출실 (1b) 간에 상기 반송 수단 (5) 을 구비한 반송실 (6) 과 동일한 진공 상태의 복수개의 반송실 (6a, 6b, 6c) 을 개재시키고, 각 반송실에 인접하게 가열실 (7) , 성막실 (8, 9, 10) , 및 레이저 어닐링실 (12) 을 배치하도록 할 수도 있으며, 또한 도 11 에서와 같이 반입실 (1a) 과 반출실 (1b) 간에 직렬 상태로 진공 상태의 각 실을 성막 공정에 따라 배치하는 인라인 (inline) 구성을 취할 수도 있다. 도 2 와 도 11 의 예는 게이트 절연막이 형성되기 전에 수소 플라즈마 처리를 행하는 것으로, 그 형성 이후에도 수소 플라즈마 처리를 행하는 경우에는, 게이트 절연막의 성막실 (10) 의 반출실 (1b) 근처에 성막실과 동일한 성막실이 배치된다. 도 11 의 경우, 반송 수단 (5) 은 각 실에 형성된다. 또한 성막실 (10) 에서, TEOS, O_2를 베이스로 한 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막의 게이트 절연막을 성막할 수도 있다.

본 발명에 의하면, 기판 (2) 의 비정질 실리콘막에 레이저 빔을 조사할 때, 레이저 어닐링실 (12) 내에 있어서 Si 와 반응하지 않는 상기 수소 가스 등의 가스 분위기에서 결정화를 행하므로, 결정화 중에 산화와 같은 변질이 일어나지 않고, 순도가 높은 다결정 실리콘막을 형성할 수 있으며, 또 압력을 0.1 Torr 이상에서 내압 한도 이하로 하여 가스를 유통시킴으로써, 형성 중에 기판 (2) 에서 증발된 Si 원자를 레이저 빔의 도입창에 도달하기 전에 배기시켜 상기 창이 흐려지는 것을 방지하고, 장기간에 걸쳐 레이저 빔의 강도를 저하시키지 않고, 여러 장의 기판을 레이저 어닐링으로 다결정화 할 수 있다.

이 다결정화 이후, 진공 또는 상기 가스 분위기 중에서 대기에 노출시키지 않고, 성막실 (8, 9, 10) 중 어느 하나로 반송하고, 플라즈마 CVD 법 등으로 게이트 절연막을 형성하므로, 다결정 실리콘의 표면 및 결정립계가 산화되는 일없이 양질의 다결정 실리콘과 경계면을 유지시킨 상태에서 그대로 게이트 절연막을 형성할 수 있고, 전계 효과 이동도가 우수한 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 얻을 수 있다.

또한, 이 다결정화 직후에 수소 플라즈마 처리를 행함으로써, 다결정 실리콘막의 표면과 입계에 있는 댕글링본드가 수소에 의해 회복되고, 그후에 일부 기판 (2) 이 대기에 접하는 일이 있어도, 표면 또는 입계로의 산소의 혼입을 방지할 수 있으며, 단시간 동안이라면 다결정 실리콘의 형성 후에 기판을 대기로 꺼내고, 다시 별도의 플라즈마 CVD 장치에 반입하여 게이트 절연막을 형성해도, 전계 효과 이동도가 큰 양질의 다결정 실리콘 박막 트랜지스터를 제작할 수 있다.

[실시예]

도 1 에서와 같은 장치의 반입실 (1a) 로 SiO_2의 베이스 절연막 상에 비정질 실리콘막을 섬 모양으로 형성한 유리 기판 (2) 의 여러 장을 반입하고, 각 실의 압력을 조정한 후에 기판 (2) 을 가열실 (7) 에서 300 ℃ 로 가열하였다. 그후에 기판 (2) 을 1×10^{-6} Torr 에서 진공 배기된 레이저 어닐링실 (12) 에 반입하여 그 온도를 300 ℃ 로 유지시킨 상태에서 Ar 가스의 분위기 압력을 조정하고, KrF 엑시머 레이저 (KrF excimer laser) 를 조사하여 상기 비정질 실리콘을 다결정화 하였다. 이 조사는, 비정질 실리콘막 중의 수소의 돌발적 비등을 방지하기 위하여, 3 회에 나누어 조사하였다. 그리고, 성막실 (9) 로 기판 (2) 을 반송하여 수소 플라즈마 처리를 행하고, 다시 성막실 (9) 에서 TEOS 와 O_2의 혼합 가스를 도입하여 실리콘 산화막 (SiO_2) 을 1000 Å 의 두께로 퇴적시켰다. 그후, 상기 기판 (2) 을 반출실 (1b) 에서 꺼내어 이 기판 (2) 의 다결정 실리콘 박막 트랜지스터 (TFT) 로서의 전계 효과 이동도를 측정하였다. 이 예에서는, 기판 (2) 을 여러 장 준비하고, 레이저 어닐링을 행할 때의 각종 분위기에 의한 특성 변화를 측정하고, 또한 연속적으로 여러 장을 기판 처리했을 경우의 기판상에 나타나는 레이저 강도의 변화를 통하여 레이저 빔 도입창의 흐림을 측정하였다. 또한 레이저 어닐링을 행한 이후에 수소 플라즈마 처리가 행해진 기판 (2) 을, 각종 분위기에서 30 분간 노출시킨 후에 게이트 절연막을 형성하고, TFT 특성을 측정하였다. 그 결과는 하기에서 기재한 바와 같다. 또한 이 TFT 의 최종적인 구조는 도 5 에 나타낸 것과 동일하다.

레이저 어닐링을 행할 때의 Ar 압력을 여러 가지로 변화시킨 경우, 이 TFT 의 전계 효과 이동도는, 도 6 에 나타낸 바와 같았다. 이에 따르면, 10^{-5} Torr ~ 2280 Torr (3 기압) 까지 변화시켜도 약 300 ㎠/V · S 의 큰 값을 가질 수 있고, 그 이동도는 변화되지 않는다는 것을 알수 있었다. 또한 Ar 압력을 변화시키면서 50 장의 기판을 연속적으로 레이저 어닐링을 행한 경우, 50 장째의 기판 상에서의 레이저 강도와, 1 장째의 기판 상에서의 레이저 강도의 비를 도 7 에 나타내었다. 이에 따르면, 0.1 Torr 이하에서 급격한 레이저 강도의 저하가 확인되고, 기판에서의 Si 원자의 증발에 의한 레이저 빔 도입창의 흐림이, 저 진공으로 되면 될수록 심화되는 것을 알 수 있었다. 이 흐림은 육안에 의해서도 확인할 수 있었다. 따라서, Ar 압력으로 할 경우, 0.1 Torr 이상이 필요하고, 이상적으로는 10 Torr 이상일 때 흐림이 적고 배기도 용이하여 이상적이나, 양산기 (量産機) 에서는 일반적으로 반송실 (6) 이 진공으로 되어있기 때문에, 기판을 반입반출할 때에 레이저 어닐링실 (12) 도 진공으로 되고, 기판을 상기 실 (12) 로 반입한 이후에는, 칸막이 밸브 (4) 를 잠궈 Ar 가스를 도입한 이후에, 상기 실 (12) 의 압력 설정을 높게 할수록 압력조절에 시간이 걸리고, 처리량이 감소되므로, 그 최적 압력은 레이저 도입창의 유지 사이클과 처리량과의 관계에서 결정하는 것이 바람직하다. 최대 압력은, 상기 레이저 어닐링실 (12) 을 손상시키지 않고 기밀성을 유지할 수 있는 정도의 압력으로, 일반적으로는 실벽 (室壁) 보다도 칸막이 밸브의 내압성이 약하므로, 칸막이 밸브 (4) 의 내압성으로 결정된다.

레이저 어닐링을 행할 때의 압력을 100 Torr 로 고정시켜 분위기 가스의 종류를 변화시킨 경우의 TFT 이동도의 변화를 도 8 에 나타내었다. 이에 따르면, H_2, He, Ar 의 분위기 가스에서는 이동도의 저하가 확인되지 못하고, N_2만이 152 ㎠/V · S 로 기타의 가스의 약 절반의 수치로 저하하였다. 그 저하 이유는 레이저 조사중에 Si 가 N_2와 반응하여 일부에서 SiN_X를 형성하기 때문으로 추정된다. 따라서, 분위기 가스로서는, H_2또는 불활성 가스 (Ar, He, Xe, Kr) 가 바람직하나, 안정성과 경제성의 견지에서 볼 때에는 N_2또는 N_2와의 혼합 가스를 사용해도, 종래의 레이저 어닐링 법에 의한 TFT 보다도 우수한 이동도의 TFT 를 얻을 수 있다.

Ar 가스 10 Torr 의 분위기 중에서 기판 (2) 의 비정질 실리콘의 레이저 어닐링을 행한 이후에 반송실 (6) 에서 각 압력으로 30 분간 기판 (2) 을 방치하고, 그후 SiO_2 의 게이트 절연막을 형성한 경우의 TFT 특성을 도 9 에 나타내었다. 동 도면의 대기압이라고 하는 것은, 반송실 (6) 이 대기압에 도달할 때까지 반송실 (6) 에 대기를 도입한다는 것이다. 이에 따르면, 10^{-4} Torr 이상의 잔류 압력의 분위기에서는 이동도가 저하되어 있는 것을 확인할 수 있다. 또한, 상기 반송실 (6) 의 분위기 압력을 760 Torr 로 일정하게 하고, 분위기 가스의 종류를 N_2, H_2, He 및 Ar 로 변경하여 30 분간 방치한 후에 SiO_2 의 게이트 절연막을 형성한 경우의 TFT 의 이동도는, 도 10 에서와 같이 10^{-5} Torr 의 진공 중에 놓은 후에 SiO_2 의 게이트 절연막을 형성한 TFT 의 이동도와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있었다. 또한 대기 중에 노출시킨 후, 상기 게이트 절연막을 형성한 것은 도 9, 도 10 에 병기한 바와 같이, 이동도가 78 ㎠/V · S 로 대폭 저하되어 있고, 절연막 계면과 입계의 오염이 진행되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이 오염은 잔류 가스의 주성분이 대기 성분, 즉 H_2O, N_2, O_2 이므로, 오염의 원인은 산화에 의한 것으로 추정된다.

발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명에 따라 실시할 경우, 실내를 0.1 Torr 이상에서, 상기 실의 내압 한도 이하의 압력으로, 또한 수소, 질소 혹은 불활성 가스, 혹은 이 혼합 가스들의 분위기로 하여, 레이저 어닐링에 의하여 비정질 실리콘막을 다결정 실리콘으로 하도록 했으므로, 레이저 빔의 도입창의 흐림이 발생되기 어렵게 되어 장시간에 걸쳐 여러 장의 기판을 다결정화 할 수 있고, 이 다결정 실리콘을 대기에 노출시키지 않고 수소 플라즈마 처리를 실시함으로써 안정된 다결정 실리콘을 얻을 수 있고, 여기에 게이트 절연막을 형성하여 이동도가 큰 TFT 를 제작하여 사용함으로써 본 발명의 방법을 적절하게 실시할 수 있는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판에 형성된 비정질 실리콘막에 기밀한 실내에서 레이저 빔을 조사하고, 레이저 어닐링에 의하여 상기 막을 다결정화하는 결정화 공정을 갖는 다결정 실리콘의 형성방법에 있어서, 상기 실내를 0.1 Torr 이상 내지 상기 실의 내압 한도 이하의 압력으로, 또한 수소, 질소, 불활성 가스 중에서 1 종류 이상의 가스를 유통시킨 분위기로 하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 실내에서 상기 압력과 가스 분위기에 의하여 형성된 다결정 실리콘을 대기에 노출시키지 않고, 그 결정화 이후에 계속하여 수소 플라즈마 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 실내에서 상기 압력과 가스 분위기에 의하여 형성된 다결정 실리콘을 대기에 노출시키지 않고, 그 결정화 이후에 계속하여 게이트 절연막을 상기 다결정 실리콘 상에 형성하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 수소 플라즈마 처리를 실시한 이후에, 상기 다결정 실리콘을 대기에 노출시키지 않고, 계속하여 게이트 절연막을 상기 다결정 실리콘 상에 형성하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 5.

제 3 항에 있어서, 상기 게이트 절연막은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막 혹은 실리콘 산질화막인 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 6.

제 4 항에 있어서, 상기 게이트 절연막은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막 혹은 실리콘 산질화막인 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항의 어느 한 항에 있어서, 상기 불활성 가스는 Ar, He, Xe 및 Kr 중에서 1 종류 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성방법.

청구항 8.

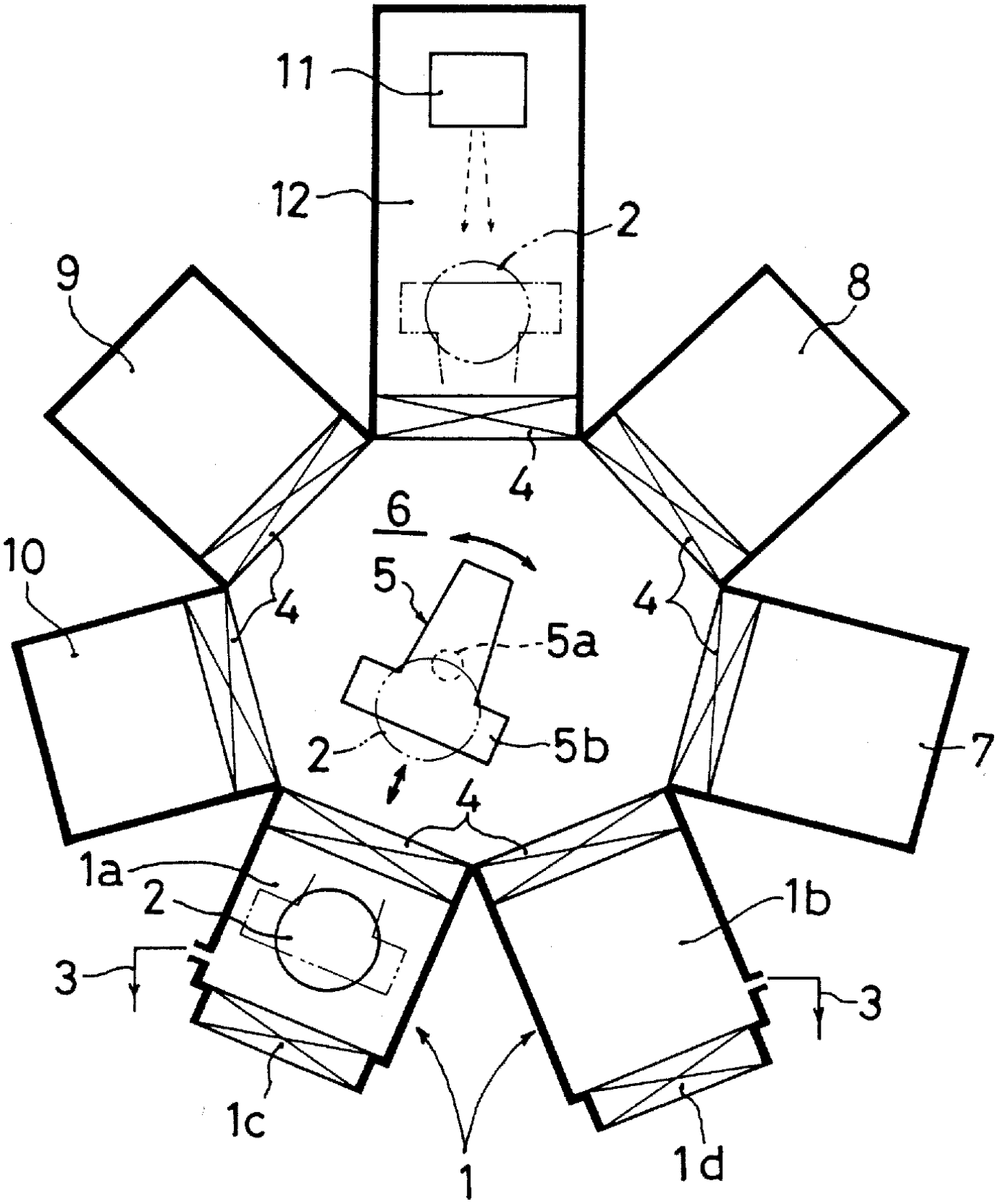
기판을 대기압의 외부와의 사이에서 반입반출시키는, 압력조절이 자유로운 반입반출실에, 수소, 질소, 불활성가스 중에서 1 종류 이상의 가스분위기에서 압력이 0.1 Torr 이상 내지 이 실의 압력한도 이하의 범위에서 설정이 자유로우며, 내부에 있는 기판에 레이저빔을 조사하기 위한 도입창을 갖춘 레이저 어닐링실을, 감압분위기에서 기판을 반송할 수 있는 반송수단을 통해 접속하고, 상기 레이저 어닐링실에 감압분위기에서 기판을 반송할 수 있는 반송수단을 통해 성막실을 접속하는 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성장치.

청구항 9.

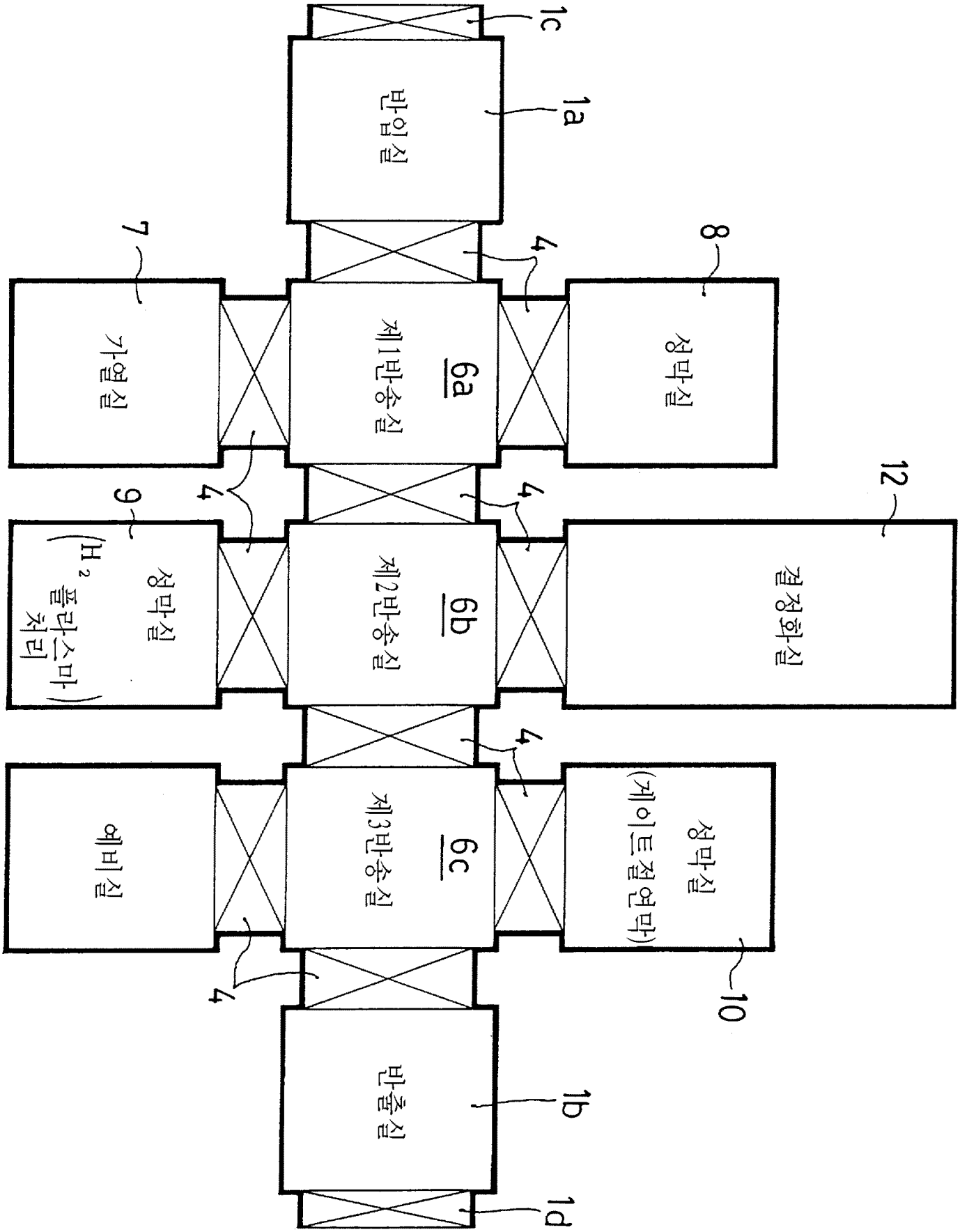
제 8 항에 있어서, 상기 성막실은 플라즈마 CVD 실 또는 스퍼터실 혹은 감압 CVD 실인 것을 특징으로 하는 다결정 실리콘의 형성장치.

도면

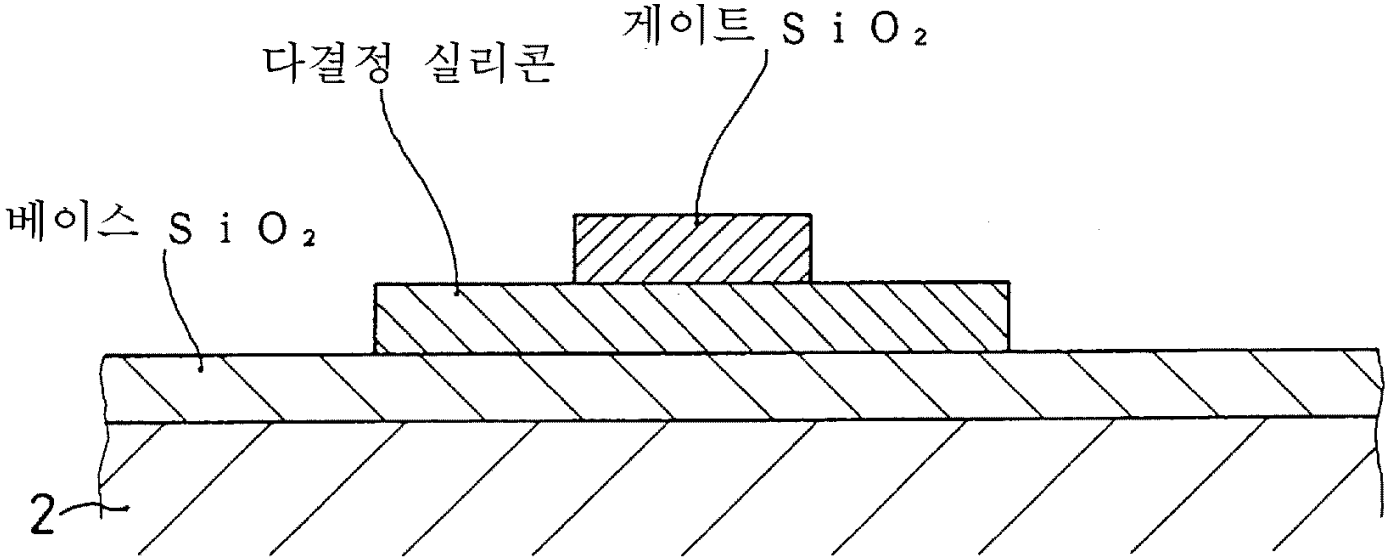
도면 1



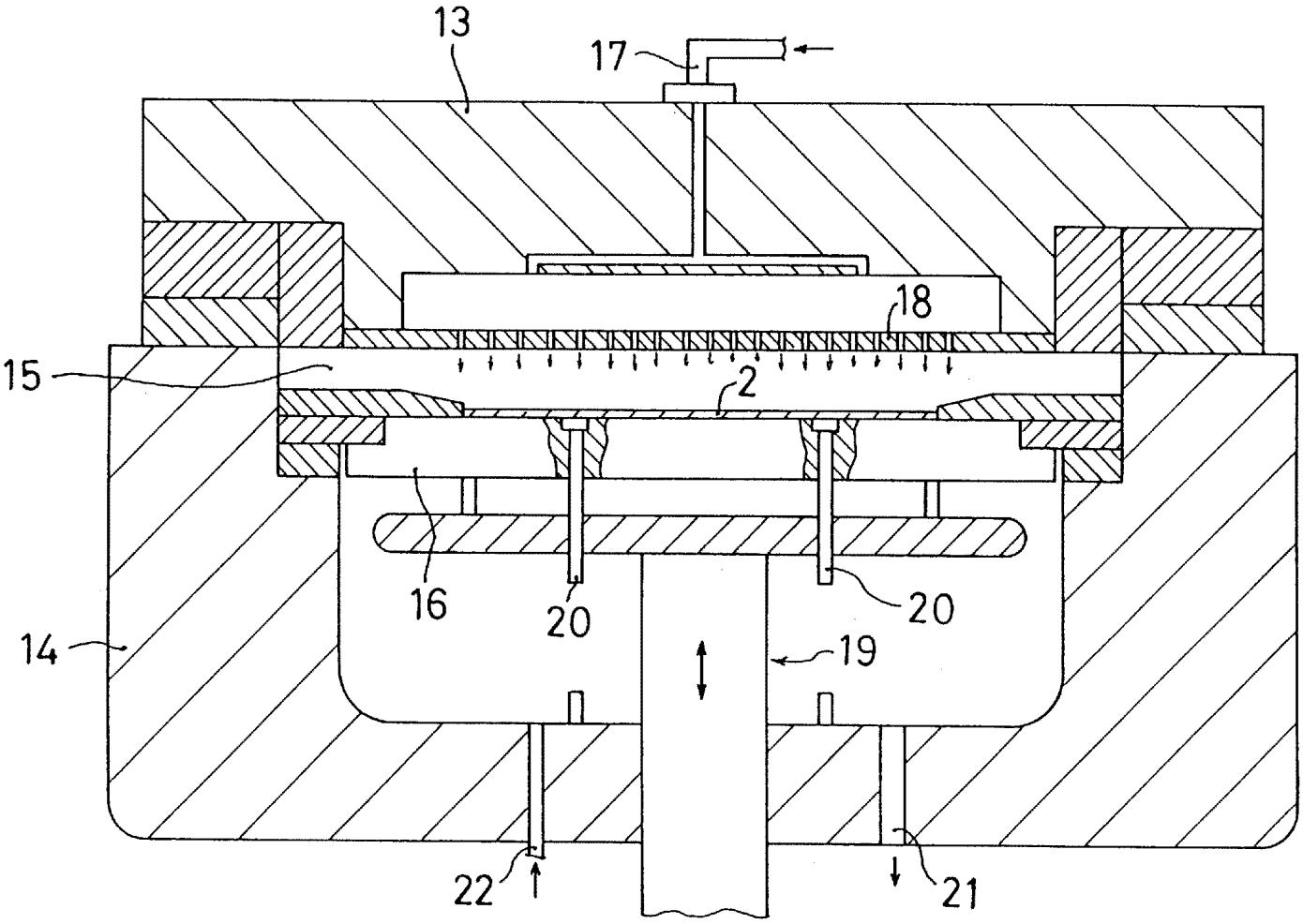
도면 2


1c
반입실
1a
7
가열실
4
6a
제1반송실
8
성막실
4
4
9
성막실
(H_2 플라스마 처리)
6b
제2반송실
12
결정화실
4
4
예비실
6c
제3반송실
성막실
(게이트절연막)
10
4
1b
반출실
1d

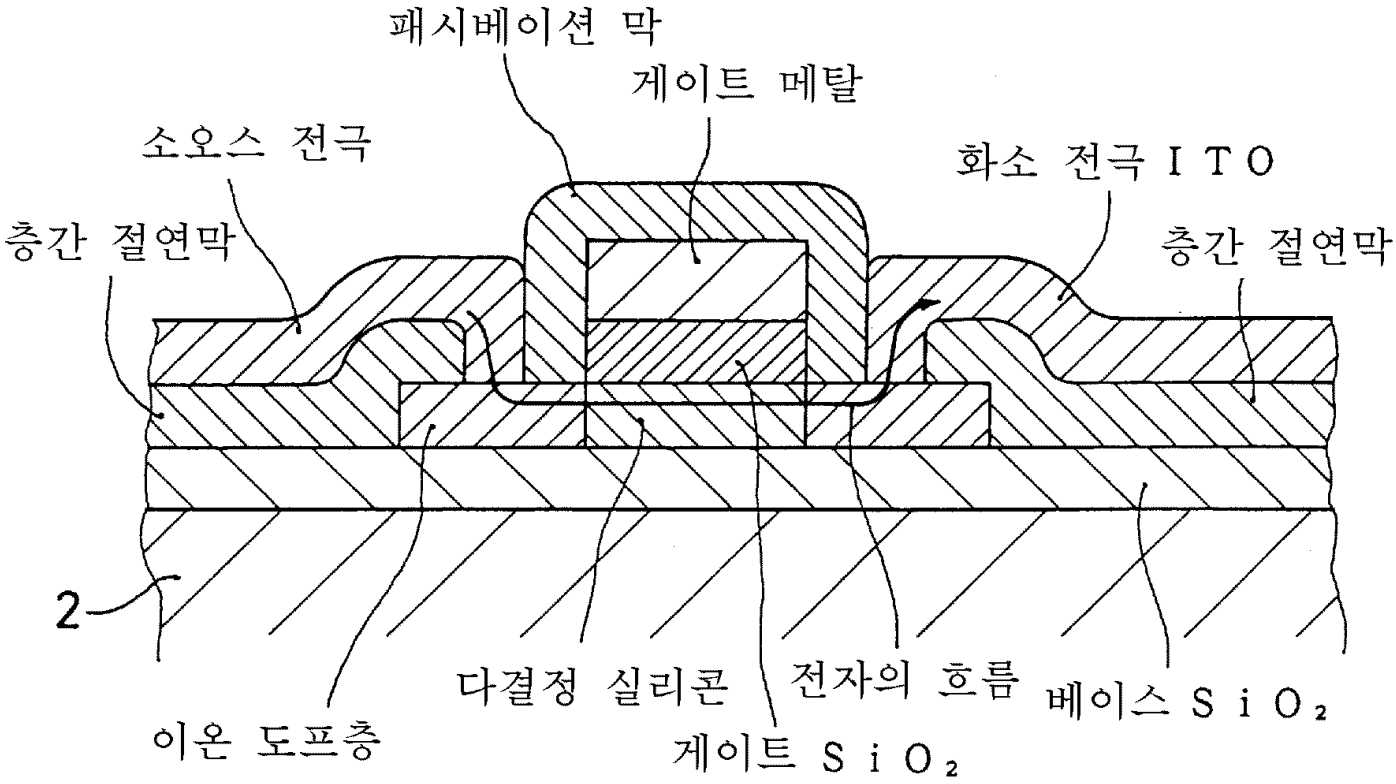
도면 3



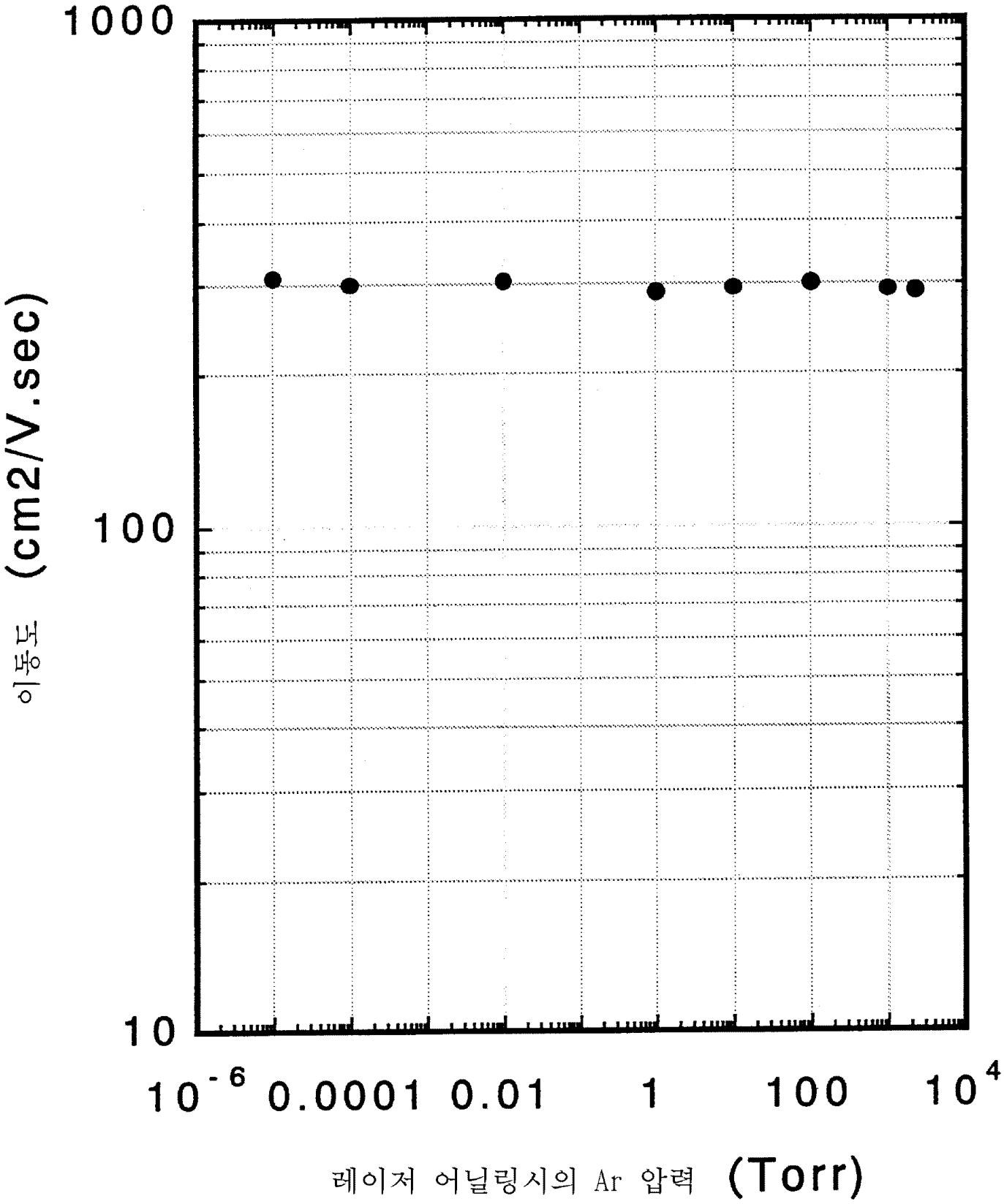
도면 4



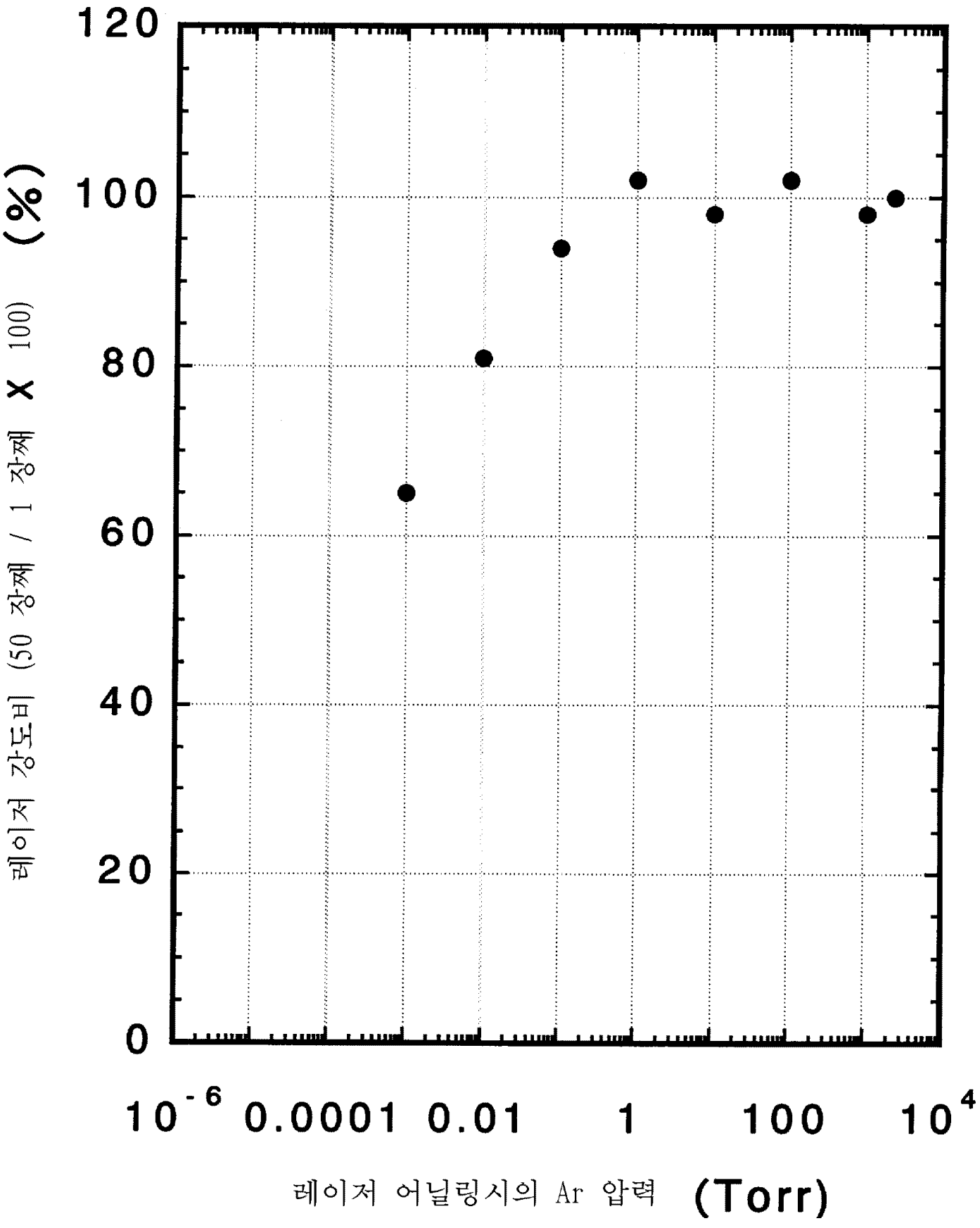
도면 5


패시베이션 막
게이트 메탈
소오스 전극
화소 전극 ITO
층간 절연막
층간 절연막
2
이온 도프층
다결정 실리콘
게이트 SiO2
전자의 흐름
베이스 SiO2

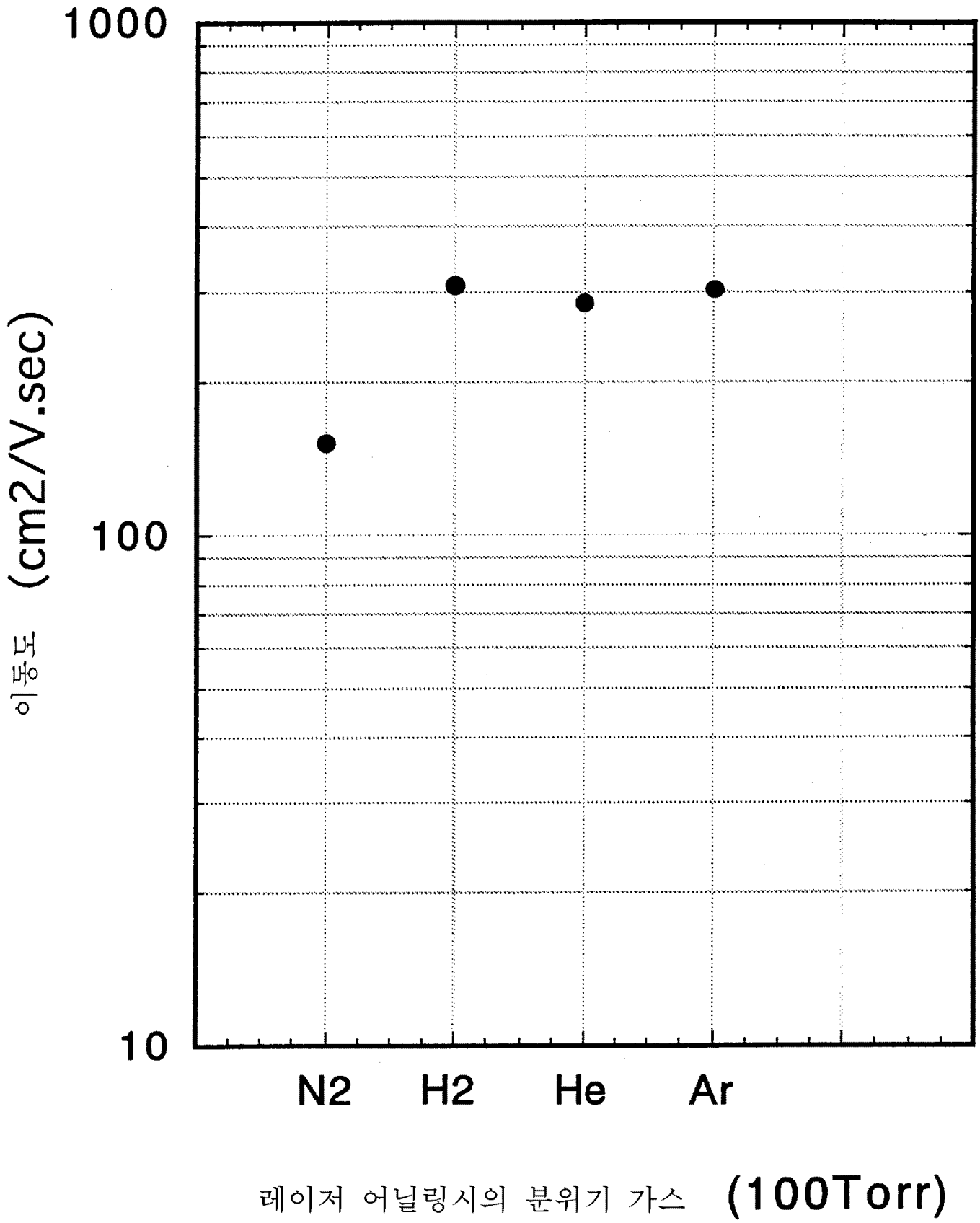
도면 6


1000
100
10
이동도 (cm2/V.sec)
10-6
0.0001
0.01
1
100
10 4
레이저 어닐링시의 Ar 압력 (Torr)

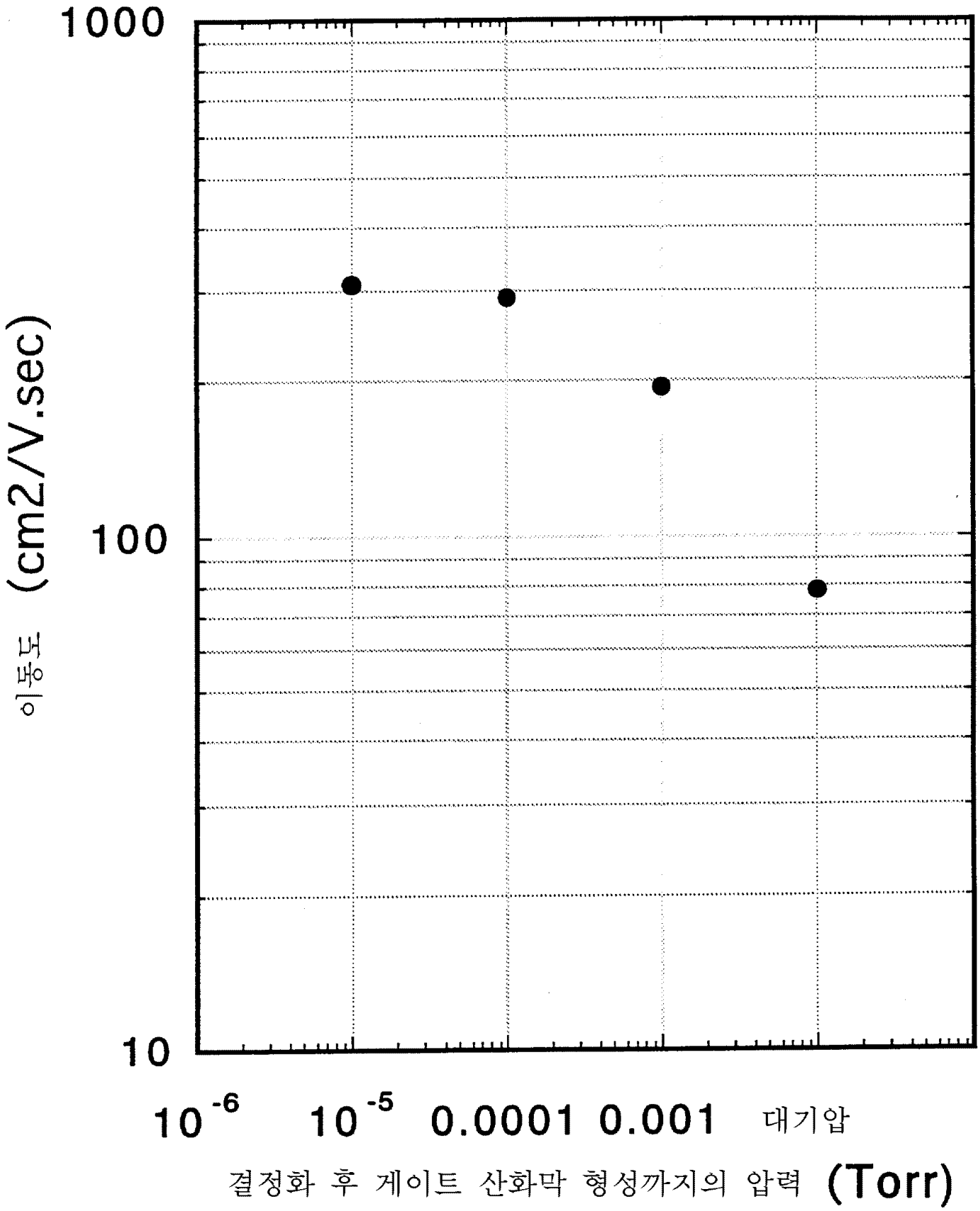
도면 7


120
100
80
60
40
20
0
레이저 강도비 (50 장째 / 1 장째 X 100) (%)
10-6
0.0001
0.01
1
100
10 4
레이저 어닐링시의 Ar 압력 (Torr)

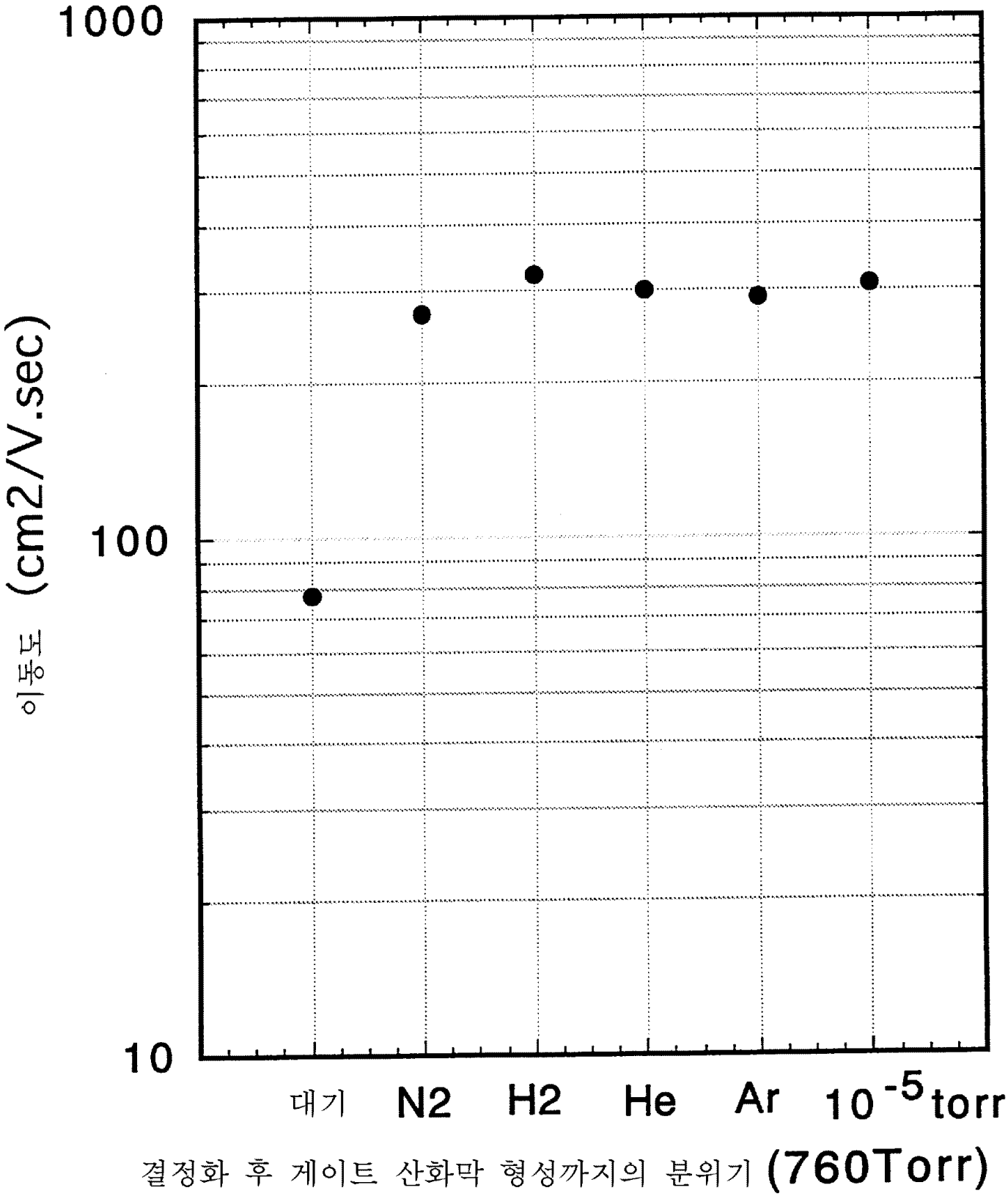
도면 8



도면 9


1000
100
10
이동도 (cm2/V.sec)
10 -6
10 -5
0.0001
0.001
대기압
결정화 후 게이트 산화막 형성까지의 압력 (Torr)

도면 10


1000
100
10
이동도 (cm2/V.sec)
대기
N2
H2
He
Ar
10 -5 torr
결정화 후 게이트 산화막 형성까지의 분위기 (760Torr)

도면 11

