



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월06일
(11) 등록번호 10-0783200
(24) 등록일자 2007년11월30일

(51) Int. Cl.

H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-7025432(분할)
(22) 출원일자 2005년12월30일
심사청구일자 2006년01월27일
번역문제출일자 2005년12월30일
(65) 공개번호 10-2006-0007448
(43) 공개일자 2006년01월24일
(62) 원출원 특허 10-2000-7003777
원출원일자 2000년04월07일
심사청구일자 2003년10월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US1998/020996
국제출원일자 1998년10월06일
(87) 국제공개번호 WO 1999/19537
국제공개일자 1999년04월22일

(30) 우선권주장

08/948,279 1997년10월09일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

KR101996019503 A

JP08306670 A

전체 청구항 수 : 총 32 항

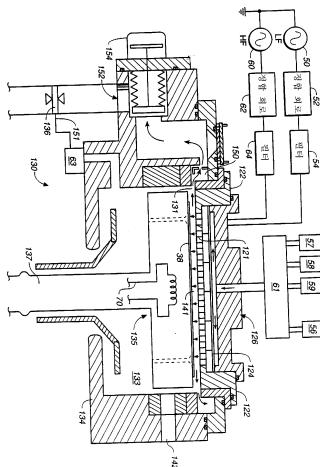
심사관 : 오창석

(54) 박막 증착 장치 및 기판 플라즈마 처리 장치

(57) 요 약

본 발명은 반응기에서 투명한 기판 상에 고품질의 박막을 증착하는 장치에 관한 것이다. 투명한 기판은 플라스틱과 같은 고분자, 유리, 또는 석영으로 제조될 수도 있다. 투명한 기판은 처리 챔버 내에서 가열되고, 공정 가스 스트림이 공정 챔버 내로 도입된다. 본 발명에 따른 장치는 고주파수 전력 공급기 및 저주파수 전력 공급기로부터 각각 고주파수 전력 출력 및 저주파수 전력 출력을 발생시킨다. 고주파수 전력 출력은 약 13MHz 이상의 주파수 및 약 1 내지 5kW의 주파수에서 발생되는 반면, 저주파수 전력 출력은 약 2MHz 이하의 주파수 및 약 300W 내지 2kW의 전력에서 발생된다. 투명한 기판 상에 평활한 박막을 증착시키기 위해, 고주파수 전력 출력 및 저주파수 전력 출력은 겹쳐지고, 약 0.4 내지 3토르의 압력 및 약 250 내지 약 450°C의 온도에서 공정 가스 스트림으로부터 플라즈마를 여기시키기 위해 사용된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

양, 퀸안

미국 95129 캘리포니아 샌에제이 존슨 애브뉴 1507
울센, 제프

미국 95032 캘리포니아 로스 가토스 라스 아스타스
드라이브 140

소렌센, 칼

미국 95037 캘리포니아 모르간 힐 이. 던 애브뉴
4566

(81) 지정국

국내특허 : 중국, 일본, 대한민국, 싱가포르

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일,
덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 포르투
칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스

특허청구의 범위

청구항 1

기판을 플라즈마 처리하기 위한 장치로서, 처리될 기판이 내부에 배치될 수 있으며 하부벽을 갖는 진공 챔버와, 샤크헤드와, 상기 챔버 내로 공정 가스를 도입하기 위해 상기 샤크헤드를 통해 상기 진공 챔버에 결합된 공정 가스 소오스와, 중심축으로부터 연장되는 지지부와 4개의 코너부를 가지며, 기판을 지지하기 위하여 상기 샤크헤드에 대향되게 배치되며, 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결된, RF 플라즈마 전자들을 위한 복수의 접지 경로들을 갖는 서셉터와, 상기 중심축을 따라 상기 하부벽을 관통하여 연장되며 상기 서셉터를 지지하는 수직 이동가능 스템과, 상기 서셉터를 상승 및 하강시키기 위해 상기 스템에 연결된 리프트 메커니즘과, 상기 샤크헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하여 상기 기판을 플라즈마 처리하기 위하여 상기 샤크헤드에 진동 신호를 출력하는 RF 전력 공급기 를 포함하는 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 지지부와 상기 하부벽 사이에 공간이 형성되어 있는 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 스템에 부가적인 접지 경로가 연결되어 있는 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 기판은 직사각형인 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 기판이 적어도 550mm×650mm의 치수를 갖는 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 서셉터와 상기 샤크헤드 사이의 공간은 100 내지 380mm의 범위인 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

박막을 증착하기 위한 장치로서, 처리될 기판이 내부에 배치될 수 있으며 하부벽을 갖는 진공 챔버와, 샤크헤드와, 상기 챔버 내로 증착 가스를 도입하기 위해 상기 샤크헤드를 통해 상기 진공 챔버에 결합된 증착 가스 소오스와, 중심축으로부터 연장되는 지지부와 4개의 코너부를 가지며, 기판을 지지하기 위하여 상기 샤크헤드에 대향되게 배치되며, 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결된, RF 플라즈마 전자들을 위한 복수의 접지 경로들을 갖는 서셉터와,

는 서셉터와,

상기 중심축을 따라 상기 하부벽을 관통하여 연장되며 상기 서셉터를 지지하는 수직 이동가능 스템과,

상기 서셉터를 상승 및 하강시키기 위해 상기 스템에 연결된 리프트 메커니즘과,

상기 샤큐브와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하여 상기 증착 가스로부터 플라즈마를 여기시켜 화학기상증착에 의해 상기 기판 상에 박막을 증착하기 위하여, 상기 샤큐브에 진동 신호를 출력하는 RF 전력 공급기

를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 지지부와 상기 하부벽 사이에 공간이 형성되어 있는 박막 증착 장치.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 스템에 부가적인 접지 경로가 연결되어 있는 박막 증착 장치.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 상기 기판은 직사각형인 박막 증착 장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 기판이 적어도 550mm×650mm의 치수를 갖는 박막 증착 장치.

청구항 14

제 8 항에 있어서, 상기 서셉터와 상기 샤큐브 사이의 공간은 100 내지 380mm의 범위인 박막 증착 장치.

청구항 15

박막을 증착하기 위한 장치로서,

처리될 기판이 내부에 배치될 수 있는 진공 챔버와,

상기 진공 챔버로 공정가스를 도입시키기 위하여 가스 소오스와 연통하는 샤큐브와,

상기 샤큐브에 대향되게 배치되며 4개의 코너부를 갖는, 기판을 지지하기 위한 서셉터와,

상기 샤큐브와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하도록 진동 전기적 신호를 상기 샤큐브로 공급하는 RF 전력 공급기와,

상기 서셉터를 물리적으로 지지하고 상기 진동 전기적 신호의 상기 전력 공급기로의 리턴을 위한 전기적 접지 경로를 제공하는 수직 이동가능 스템과,

상기 진동 전기적 신호의 상기 전력 공급기로의 리턴을 위하여 상기 서셉터에 연결된 적어도 하나의 부가적인 전기적 접지 경로

를 포함하며,

상기 적어도 하나의 부가적인 전기적 접지 경로는 상기 서셉터의 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결되는 박막 증착 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

제 15 항에 있어서, 4개인 상기 부가적인 전기적 접지 경로를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 18

삭제

청구항 19

제 15 항에 있어서, 상기 진동 전기적 신호는 RF 전기적 신호인 박막 증착 장치.

청구항 20

제 15 항에 있어서, 상기 서셉터와 상기 샤워헤드 사이의 공간은 100 내지 380mm의 범위인 박막 증착 장치.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 기판의 크기는 적어도 550mm×650mm인 박막 증착 장치.

청구항 22

박막을 증착하기 위한 장치로서,

처리될 기판이 내부에 배치될 수 있는 진공 챔버와,

상기 진공 챔버로 공정가스를 도입시키기 위하여 가스 소오스와 연통하는 샤워헤드와,

상기 샤워헤드에 대향되며 배치되며 4개의 코너부를 갖는, 기판을 지지하기 위한 서셉터와,

상기 샤워헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하도록 진동 전기적 신호를 상기 샤워헤드로 공급하는 RF 전력 공급기와,

상기 서셉터를 물리적으로 지지하는 스템파,

상기 스템을 수직으로 이동시키기 위한 리프트 메커니즘과,

상기 진동 전기적 신호의 상기 전력 공급기로의 리턴을 위하여 상기 서셉터의 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결된 복수의 전기적 접지 경로

를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 4개인 상기 전기적 접지 경로를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 24

삭제

청구항 25

제 22 항에 있어서, 상기 진동 전기적 신호는 RF 전기적 신호인 박막 증착 장치.

청구항 26

제 22 항에 있어서, 상기 기판의 크기는 적어도 550mm×650mm인 박막 증착 장치.

청구항 27

제 26 항에 있어서, 상기 서셉터와 상기 샤워헤드 사이의 공간은 100 내지 380mm의 범위인 박막 증착 장치.

청구항 28

기판을 플라즈마 처리하기 위한 장치로서,

처리될 기판이 내부에 배치될 수 있으며 하부벽을 갖는 진공 챔버와,

샤워헤드와,

상기 챔버 내로 공정 가스를 도입하기 위해 상기 샤워헤드를 통해 상기 진공 챔버에 결합된 공정 가스 소오스와,

4개의 코너부를 가지며, 기판을 지지하기 위하여 상기 샤워헤드에 대향되게 배치되며, 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결된 RF 플라즈마 전자들을 위한 복수의 접지 경로들을 갖는, 수직 이동가능한 서셉터와,

상기 서셉터를 수직으로 이동시키기 위한 리프트 메커니즘과,

상기 샤워헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하여 상기 기판을 플라즈마 처리하기 위하여 상기 샤워헤드에 진동 신호를 출력하는 RF 전력 공급기

를 포함하는 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 29

제 28 항에 있어서, 상기 리프트 메커니즘은 상기 서셉터를 상기 하부벽으로부터 떨어지도록 수직으로 이동시키는, 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 30

제 28 항에 있어서, 상기 리프트 메커니즘은 상기 서셉터를 수직으로 이동시켜, 상기 서셉터와 상기 샤워헤드 사이의 공간을 조절하는, 기판 플라즈마 처리 장치.

청구항 31

박막을 증착하기 위한 장치로서,

처리될 기판이 내부에 배치될 수 있으며 하부벽을 갖는 진공 챔버와,

샤워헤드와,

상기 챔버 내로 증착 가스를 도입하기 위해 상기 샤워헤드를 통해 상기 진공 챔버에 결합된 증착 가스 소오스와,

4개의 코너부를 가지며, 기판을 지지하기 위하여 상기 샤워헤드에 대향되게 배치되며, 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결된 RF 플라즈마 전자들을 위한 복수의 접지 경로들을 갖는, 수직 이동가능한 서셉터와,

상기 서셉터를 수직으로 이동시키기 위한 리프트 메커니즘과,

상기 샤워헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하여 상기 증착 가스로부터 플라즈마를 여기시켜 화학기상증착에 의해 상기 기판 상에 박막을 증착하기 위하여, 상기 샤워헤드에 진동 신호를 출력하는 RF 전력 공급기

를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 상기 리프트 메커니즘은 상기 서셉터를 상기 하부벽으로부터 떨어지도록 수직으로 이동시키는, 박막 증착 장치.

청구항 33

제 31 항에 있어서, 상기 리프트 메커니즘은 상기 서셉터를 수직으로 이동시켜, 상기 서셉터와 상기 샤워헤드 사이의 공간을 조절하는, 박막 증착 장치.

청구항 34

박막을 증착하기 위한 장치로서,

처리될 기판이 내부에 배치될 수 있는 진공 챔버와,

상기 진공 챔버로 공정가스를 도입시키기 위하여 가스 소오스와 연통하는 샤워헤드와,

상기 샤워헤드에 대향되며 배치되며 4개의 코너부를 갖는, 기판을 지지하기 위한 수직 이동가능 서셉터와,
 상기 서셉터를 수직으로 이동시키기 위한 리프트 메커니즘과,
 상기 샤워헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하도록 진동 전기적 신호를 상기 샤워헤드로 공급하는 RF 전력
 공급기와,
 상기 진동 전기적 신호의 상기 전력 공급기로의 리턴을 위하여 상기 서셉터에 연결된 적어도 하나의 부가적인
 전기적 접지 경로
 를 포함하며,
 상기 적어도 하나의 부가적인 전기적 접지 경로는 상기 서셉터의 상기 4개의 코너부에 각각 독립적으로 연결되
 는 박막 증착 장치.

청구항 35

제 34 항에 있어서, 4개인 상기 부가적인 전기적 접지 경로를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 36

박막을 증착하기 위한 장치로서,
 처리될 기판이 내부에 배치될 수 있는 진공 챔버와,
 상기 진공 챔버로 공정가스를 도입시키기 위하여 가스 소오스와 연통하는 샤워헤드와,
 상기 샤워헤드에 대향되며 4개의 코너부를 갖는, 기판을 지지하기 위한 수직 이동가능 서셉터와,
 상기 서셉터를 수직으로 이동시키기 위한 리프트 메커니즘과,
 상기 샤워헤드와 상기 서셉터 사이에 전력을 인가하도록 진동 전기적 신호를 상기 샤워헤드로 공급하는 RF 전
 力 공급기와,
 상기 진동 전기적 신호의 상기 전력 공급기로의 리턴을 위하여 상기 서셉터의 상기 4개의 코너부에 각각 독립
 적으로 연결된 복수의 전기적 접지 경로
 를 포함하는 박막 증착 장치.

청구항 37

제 36 항에 있어서, 4개인 상기 전기적 접지 경로를 포함하는 박막 증착 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <5> 본 발명은 박막 증착 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 큰 면적의 투명한 기판 상에 고품질의 박
 막을 신속하게 증착시키기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <6> 최근에, 가볍고 전력 소모가 적은 고품질의 디스플레이를 형성하기 위해 액정 셀(liquid crystal cell)이 개발
 되어 왔다. 이러한 액정 셀은 일반적으로 두 개의 유리 기판을 포함하는데, 이들 사이에는 액정 재료층이 삽입
 되어 있다. 박막 트랜지스터(TFTs)와 같은 회로 소자를 형성하도록 기판 상에 도전성 박막이 패턴화된다. 이
 러한 기판은 액정 재료의 방위를 변화시키기 위해 전원에 연결될 수 있으며, 이에 의해 다양한 면적의 액정 디
 스플레이가 TFTs를 통해 선택적으로 에너지가 공급된다.
- <7> 실리콘 기판과 대조적으로, 유리 기판 상의 회로 소자의 증착은 반도체 채널 재료층이 유리 기판 상에 제조될
 것을 요구한다. 이후, 게이트로의 도전성 경로가 유리 기판 상에 증착된다. 보다 상세하게, 백 채널 디바이스
 (back channel device)에 있어서, TFTs는 패턴화된 게이트 금속층 상에 게이트 유전층이 증착될 것을 요구한다.

이어서, 비정질 실리콘(a-Si)층이 게이트 유전층의 상부 상에 증착될 수도 있다. 금속 콘택이 비정질 실리콘층 상에 증착될 수도 있다. 비정질 실리콘층은 그 상부에 도핑되어 증착된 비정질 실리콘을 구비하여, 상부의 금속과의 접촉을 개선할 수도 있다. 질화실리콘(SiN) 또는 산화실리콘(SiO)층이 또한 예정 중단부로서 비정질 실리콘층 위에 증착될 수도 있다.

<8> 큰 면적의 유리 기판 상에 박막을 증착하기 위한 반응기는 일반적으로 플라즈마 강화 화학 기상 증착을 수행하며, 여기서는 처리 챔버 내에서 공정 가스의 분해(breakdown)를 유도하기 위해 단일의 고주파수 전력 공급기를 사용한다. 고주파수 전력 공급기에 의해 생성된 고에너지의 박막의 상부층을 바람직하게 가열할 수도 있지만, 이는 고평탄화 박막을 제공하기 위한 이온 에너지의 양을 충분히 제공하지 못한다. 추가로, 유리 기판이 실리콘 기판 보다 험저하게 크기 때문에, 전극의 칫수는 전력 공급 주파수의 파장에 근접할 수도 있다. 이러한 조건은 유리 기판의 표면 상에 전기적 방전 세기의 불균일한 분포를 유발한다. 이러한 불균일한 분포는 기판 표면 상에 불균일한 박막 증착을 생성할 수도 있다.

<9> 상기한 인자에 기인하여, 유리 기판 상에 증착된 박막은 큰 표면 조도(roughness)를 가질 수도 있다. 이러한 박막의 조도는 박막의 품질을 감소시킨다. 더욱이, 증착된 박막의 조도는 전자 이동성에 악영향을 미치며, 궁극적으로 디스플레이의 성능을 저하시킨다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<10> 상기한 인자에 기인하여, 유리 기판 상에 증착된 박막은 큰 표면 조도(roughness)를 가질 수도 있다. 이러한 박막의 조도는 박막의 품질을 감소시킨다. 더욱이, 증착된 박막의 조도는 전자 이동성에 악영향을 미치며, 궁극적으로 디스플레이의 성능을 저하시킨다.

발명의 구성 및 작용

<11> 본 발명에 따른 장치는 반응기에서 투명한 기판 상에 고품질의 박막을 증착시킨다. 이러한 투명한 기판은 유리, 석영, 또는 플라스틱과 같은 고분자로 제조될 수도 있다. 이러한 투명한 기판은 처리 챔버에서 가열되며, 공정 가스 스트림은 처리 챔버 내로 도입된다. 본 발명에 따른 장치는 고주파수 전력 공급기로부터 고주파수 출력 전력을 발생시키고, 저주파수 전력 공급기로부터 저주파수 출력 전력을 발생시킨다. 고주파수 출력 전력 및 저주파수 출력 전력은 중첩되며, 약 0.4 내지 3토르의 압력 및 약 250 내지 약 450°C에서 공정 가스 스트림으로부터 플라즈마를 여기시켜서 투명한 기판 상에 평활한 박막을 증착시키기 위해 사용된다.

<12> 본 발명의 일양태에서, 고주파수 전력 공급기 및 저주파수 전력 공급기는 각각 임피던스 정합 회로와 이러한 임피던스 정합 회로에 접속된 필터를 포함한다.

<13> 본 발명의 다른 양태에서, 고주파수 출력 전력은 약 13MHz 이상의 주파수와 1 내지 5kW의 전력에서 발생된다. 또한, 저주파수 출력 전력은 약 2MHz 이하의 주파수 및 약 300W 내지 2kW의 전력에서 발생된다.

<14> 본 발명의 또 다른 양태에서, 공정 가스는 실란(silane)과 산소의 혼합물, 실란과 산화질소의 혼합물, TEOS와 산소의 혼합물, 또는 TEOS와 산화질소의 혼합물일 수도 있다. 그 대신에, 공정 가스는 실란, 질소, 및 암모니아의 조합물일 수도 있다.

<15> 본 발명의 또 다른 양태에서, 기판은 중심이 접지된 서셉터 상에 지지된다. 이러한 서셉터는 추가로 각각의 네 개의 코너부에서 접지될 수도 있다.

<16> 본 발명의 또 다른 양태에서, 기판은 서셉터와 샤큐헤드(이를 통해 공정 가스가 챔버 내로 도입됨) 사이에 위치되어 있다. 서셉터가 저주파수 및 고주파수 전력 공급기 중 어느 하나에 선택적으로 접속되는 동안, 샤큐헤드는 남아 있는 저주파수 및 고주파수 전력 공급기 중 어느 하나에 접속된다.

<17> 본 발명의 장점은 다음과 같은 것이 있다. 이중 주파수로 여기된 플라즈마로 증착된 박막은 매우 평탄하다. 이러한 평탄한 박막은 추후에 증착되는 층에 우수한 계면을 제공하며, 전자 이동성을 강화시킨다. 강화된 전자 이동성은 디스플레이의 전기적 성능을 증가시킨다. 생성된 박막은 또한 보다 안정하다. 보다 빠른 증착 속도를 달성하면서도, 밀도 및 응력과 같은 다른 박막 특성 또한 개선된다.

<18> 본 발명의 다른 특징 및 장점에 대해 첨부된 도면을 참조하여 이하에 상세하게 설명한다.

<19> 일반적으로, 본 발명의 작용에서, 투명한 기판은 전공 증착 공정 챔버에서 지지되며, 수 백 °C로 가열된다. 증착 가스가 챔버 내로 주입되고, 이중 주파수 전력 공급 시스템에 의해 여기된다. 투명한 기판 상에 박막층을

증착하기 위해 플라즈마 강화 화학 기상 증착(PECVD)을 사용한다. 증착된 박막층은 유전층(SiN 또는 SiO와 같은) 또는 반도체층(a-Si)일 수도 있다. 본 발명은 미국 캘리포니아 산타 클라라에 소재하는 어플라이드 고마쓰 테크놀로지(AKT)에 의해 제조된 PECVD 시스템과 함께 사용될 수 있다. 본 발명은 또한 다른 상용가능한 증착 시스템과 함께 사용될 수도 있다. 투명한 기판은 유리, 석영 또는 플라스틱과 같은 폴리머로 제조될 수 있다. 통상적인 기판 크기는 약 550mm × 650 mm 이다.

<20> 도 1을 다시 참조하면, PECVD 장치(130)는 스템(137)을 구비한 서셉터(135)를 포함하고 있다. 이러한 서셉터(135)는 진공 증착 처리 챔버(133) 내의 중심에 위치되어 있다. 서셉터(135)는 유리 패널과 같은 투명한 기판(38)을 기판 처리 또는 반응 영역(141) 내에 유지한다. 서셉터(135)를 상승 및 하강시키기 위한 승강 기구(도시되지 않음)가 제공되어 있다. 승강 기구로의 명령은 제어기(도시되지 않음)에 의해 제공된다. 기판(38)은 챔버(133)의 측벽(134)에 형성된 개구(142)를 통해 로봇 블레이드(도시되지 않음)에 의해 챔버 내외로 이송된다. 기판(38)은 가열기(70)에 의해 약 250 내지 400°C로 가열되는데, 이러한 가열기는 서셉터(135)에 내장된 저항식 가열기일 수도 있다. 대신에, 램프 가열기 또는 당업자들에게 공지된 다른 적절한 가열기가 사용될 수도 있다.

<21> 증착 공정 가스는 가스 소오스 매니폴드(61) 및 가스 유입 매니폴드(126)를 통해 챔버(133) 내로 유동한다. 가스 소오스 매니폴드(61)는 실란(SiH₄), 테트라에틸오소실란(TEOS), 산소(O₂), 산화질소(N₂O), 질소(N₂) 및 암모니아(NH₃)를 공급할 수도 있는 소오스(56~59)로부터 가스를 수용한다. 가스 매니폴드(61)는 실란과 산소의 혼합물, 실란과 산화질소의 혼합물, TEOS와 산소의 혼합물, 또는 TEOS와 산화질소의 혼합물을 공정 가스로서 제공할 수도 있다. 선택적으로, 공정 가스는 실란, 질소, 및 암모니아의 조합일 수도 있다. 공정 가스는 천공된 브로커판(124) 및 샤크위헤드 또는 공정 가스 분배 면판(122)에 형성된 다수의 구멍(121)을 통해 유동한다. 미국 특허 제 4,854,263호, 제 5,611,865호, 및 제 5,366,585호(본 발명에서 참조함)에 개시된 형태를 포함하는 다양한 형태의 샤크위헤드가 사용될 수도 있다. 기판 표면과 면판(122)의 방전 표면 사이의 거리 또는 전극 공간은 약 400 내지 1500mils이다. 공정 가스 유동은 도 1의 기판 공정 영역(141)에서 소화살표로 표시되어 있다. 공정을 수행하는 동안, 챔버(133)는 일반적으로 약 0.4 내지 3토르의 압력 및 약 250 내지 약 450°C의 온도로 유지된다.

<22> 도 1에 도시된 챔버에서, 증착 공정을 강화시키기 위해 플라즈마가 적용된다. 따라서, 적절한 플라즈마 점화 회로가 요구되며, 바람직하게는 이중 무선주파수(RF) 전력 공급 시스템이 요구된다. 이중 주파수 RF 전력 공급 시스템은 저주파수(LF) RF 전력 공급기(50) 및 고주파수(HF) RF 전력 공급기(60)를 포함하며, 이들은 가스 분배 면판(122)과 서셉터(135) 사이에 전력을 인가함으로써 공정 가스 혼합물을 여기시켜서 플라즈마를 형성시킨다. 저주파수 RF 전력 공급기(50)는 약 2MHz 이하의 주파수 영역, 바람직하게는 약 200 내지 500kHz의 주파수 영역에서 작동한다. 고주파수 RF 전력 공급기(60)는 약 13MHz 이상의 주파수 영역, 바람직하게는 13.56MHz 또는 고조파(harmonics)에서 작동한다. RF 전력 공급기는 일정한 주파수에서 작동할 수도 있으며, 또는 장치(130)의 튜닝을 허용하도록 조절가능한 주파수를 적용할 수도 있다.

<23> 고주파수 RF 전력 공급기(60)의 출력은 바람직하지 못한 노이즈를 제거하는 필터(64)에 접속되어 있는 임피던스 정합 네트워크(62)에 제공된다. 고주파수 전력 공급기(60)가 단독으로 사용되는 경우에는 높은 평활도를 갖는 박막을 제조하기에 충분한 이온 에너지를 제공하지 못한다. 유용한 이온 에너지의 양을 증가시키기 위해 저주파수 RF 전력 공급기(50)가 관련 임피던스 정합 네트워크(52) 및 필터(54)와 함께 추가된다. 이러한 이온 에너지의 증가는 증착된 박막의 표면 형태를 개선시킨다.

<24> 약 1 내지 5kW의 고주파수 RF 전력과 약 300W 내지 2kW의 저주파수 RF 전력이 플라즈마를 발생시키기 위해 가스 분배 면판(122)에 인가된다. 저주파수 및 고주파수 전력 공급기(50, 60)의 조합은 플라즈마의 구성 성분을 반응 시켜 투명한 기판(38)의 표면 상에 박막을 증착시킨다.

<25> 상이한 크기의 기판은 상이한 RF 전력을 요구함에 주목해야 한다. 따라서, 상기한 특정한 전력값은 약 550mm × 650mm의 면적을 갖는 기판에 적절하다. 이러한 전력은 큰 기판일수록 증가될 수도 있다. 예컨대, 동일한 고주파수 및 저주파수에서, 큰 면적의 기판은 각각의 전력 공급기로부터 보다 많은 전력을 요구한다.

<26> 증착 공정 가스는 챔버로부터 기판 공정 영역(141)을 둘러싸고 있는 슬롯형 오리피스(131)를 통해 배출 플레넘(150)으로 배출된다. 이러한 가스는 진공 차단 밸브(154)에 의해 배출 플레넘(150)으로부터 외부 진공 펌프(도시되지 않음)에 연결되어 있는 배출 출구(152)로 유동한다.

<27> 마노미터(manometer, 63)는 챔버(133) 내의 가스 압력을 측정한다. 물론, 마노미터(63)는 다른 형태의

압력 센서로 대체될 수 있다. 예컨대, 이온 게이지가 사용될 수도 있다. 챔버(133)내의 전체 압력을 조절하기 위해 배출 스트림에 거버너(governor, 136)가 배치될 수도 있다. 마노미터(63)로부터의 신호(151)는 거버너(136)의 전기 제어기로의 입력 신호로서 사용될 수도 있으며, 이에 의해 챔버의 전체 압력이 일정하게 유지된다.

<28> 도 2를 참조하면, 이중 주파수 전력 공급기(50,60)를 사용하여 투명한 기판(38) 상에 박막을 증착하기 위한 공정의 플루우 차트가 도시되어 있다. 먼저, 투명한 기판(38)이 서셉터(135) 상에 놓여진다(단계 200). 다음으로, 투명한 기판(38)이 기판 가열기(20)에 의해 가열된다(단계 202). 공정 소오스로부터의 공정 가스의 유동이 반응 챔버에서 평형화(equilibrate)된다(단계 204). 저주파수 전력 공급기(50) 및 고주파수 전력 공급기(60)는 챔버 내부에서 플라즈마를 여기시키기 위해 턴온되어서, 투명한 기판(38) 상에 박막이 증착되도록 한다(단계 206). 고주파수 전력 공급기(60)가 먼저 턴온되는 것이 바람직하다. 그렇지만, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기가 동시에 턴온될 수도 있고, 저주파수 전력 공급기가 먼저 턴온될 수도 있다. 투명한 기판(38) 상에 박막의 증착을 완료한 후에, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기가 바람직하게는 동시에 턴오프된다(단계 208).

<29> 도 3a, 도 3b, 및 도 3c는 이중 전력 공급기를 샤워헤드(122)와 서셉터(135)에 전기적으로 접속하는 여러 형태를 개략적으로 도시하고 있다. 도 3a를 참조하면, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기의 출력은 겹쳐져 있고 전압 소오스(210)로써 도시되어 있다. 전압 소오스(210)는 샤워헤드(122) 상의 일지점에 접속되어 있다. 서셉터(135) 상에 수집된 전자를 배출하기 위한 전기적 리턴 경로를 제공하기 위해, 서셉터(135)를 지지하고 있고 서셉터(135)에 전기적으로 접속되어 있는 스템(stem)(137)이 접지되어 있다.

<30> 대형 기판에 대해서는 도 3b에 도시된 형태가 바람직하다. 이러한 형태에서, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기의 중첩된 출력을 나타내는 전압원(220)은 샤워헤드(122)의 중앙에 적용된다. 다중 전자 리턴 경로가 스템(137) 뿐만 아니라 서셉터(135)의 코너부(230,232)에 제공된다. 더욱이, 전자 리턴 경로는 또한 4개 면을 갖는 서셉터의 나머지 두 코너부(도시되지 않음)에 제공된다. 따라서, 서셉터(135)는 4개의 코너부 모두가 접지된다. 다중 전자 리턴 경로는 서셉터(135)로부터 전자를 완전히 배출시키는데 유용하다.

<31> 비록 도 3a 및 도 3b가 샤워헤드(122)에 중첩된 전압원을 적용하는 것을 도시하고 있지만, 본 발명에서는 또한 샤워헤드(122)와 서셉터(135)가 상이한 전력 공급기에 개별적으로 연결될 수도 있다. 도 3c에서, 제 1주파수에서 작동하는 전력 공급기(240)는 임피던스 정합 회로(242)에 접속되어 있다. 이러한 정합 회로(242)는 샤워헤드(122)에 접속되어 있는 필터(244)에 접속되어 있다. 이에 대응하여, 제 2주파수에서 작동하는 전력 공급기(250)는 임피던스 정합 회로(252)에 접속되어 있다. 이러한 정합 회로(252)는 서셉터(135)에 접속되어 있는 필터(254)에 접속되어 있다. 제 1주파수가 고주파수인 경우에는 제 2주파수가 저주파수이고, 제 1주파수가 저주파수인 경우에는 제 2주파수가 고주파수이다.

<32> 따라서, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기의 출력은 겹쳐져서 샤워헤드(122)로 제공될 수도 있다. 그 대신에, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기 중 어느 하나가 샤워헤드(122)에 접속되는 반면, 저주파수 및 고주파수 전력 공급기의 다른 하나가 서셉터(135)에 접속될 수도 있다.

<33> 본 발명에 따라 증착된 박막은 이하의 표 1에 도시된 종래의 단일 고주파수 전력 공급기를 갖춘 반응기를 사용하여 증착된 박막 보다 품질이 우수하다. 표 1의 결과란 중 첫 번째 및 두 번째 칼럼은 약 320°C의 온도, 약 20토르의 압력하에서, 4000W 및 4800W에서 각각 작동하는 단일 고주파수(HF) 전력 공급기를 사용하여 달성된 질화실리콘 박막 특성을 나타내고 있다. 표 1의 마지막 칼럼은 도 3b에 도시된 형태의 저주파수 및 고주파수 전력 공급기를 사용하여 달성된 본 발명에 따른 결과를 나타내고 있는데, 이때 전력 공급기는 약 400kHz 및 13.6MHz의 주파수와, 약 4700W의 전체 전력, 약 320°C의 온도, 및 약 2.0토르의 압력에서 작동한다.

표 1

	4000 W HF	4800 W HF	4000 HF & 700 W LF
증착율	3700Å/분	4000Å/분	4000Å/분
응력	-0.8E9 dynes(D)/cm ²	-4.5E9 D/cm ²	-6.5E9 D/cm ²
습식 에칭율(WER)	512Å/분	344Å/분	234Å/분
조도(rms)	1.0nm	1.74nm	0.73nm

<35> 도시된 바와 같이, 이중 주파수 전력 공급 시스템을 갖춘 반응기의 증착율은 4000Å/분이며, 4800W에서 작동하

는 단일 HF 전력 공급기의 증착율 만큼 높다. 이들 특별한 예에서, 이중 주파수 전력 공급 시스템을 사용하여 제조된 박막 상에서 측정된 응력은 4000W 및 4800W에서 작동하는 단일 전력 공급 시스템을 사용하여 증착된 응력 보다 크다. 이러한 응력은 저습식 에칭율(low wet etch rate, WER) 및 이중 주파수 전력 공급 시스템을 사용하여 증착된 박막에 대한 평활도와 함께 박막이 안정되고 품질이 우수함을 나타낸다.

<36> 중요하게도, 이중 주파수 전력 공급 시스템으로 증착되고 평균값의 평균 제곱근(root-mean-square)으로써 측정된 박막의 조도는 단일 주파수 전력 공급 시스템을 사용하여 증착된 박막의 조도 보다 우수하다. 조도가 클수록, 증착 게이트를 가로지르는 전자에 의해 발생되는 저항이 커지게 된다. 따라서, 이중 주파수 전력 공급 시스템을 사용하여 증착된 평활한 박막은 양호한 전자 이동성을 제공하며, 궁극적으로 보다 우수한 디스플레이를 제공한다.

<37> 각각의 반응기에 의해 증착된 박막의 표면 조도의 3차원 형상이 도 4a 내지 도 4c에 도시되어 있다. 도 4a 및 도 4b는 표 1에 나타낸 바와 같이 4000W 및 4800W에서 각각 작동하는 단일 HF 전력 공급 반응기를 사용하여 증착된 박막의 3차원적 형상이다. 도 4a의 표면은 비교적 거칠며 1.00nm의 평균제곱근 조도를 갖는다. 도 4b의 표면은 보다 울퉁불퉁하며, 1.74nm의 평균제곱근 조도를 갖는다.

<38> 이와 대조적으로, 도 4c에 도시된 바와 같이, 이중 주파수 전력 공급 시스템을 사용하여 증착된 박막 표면의 평균제곱근 조도는 4700W의 전체 전력에서 0.73nm이다. 따라서, 사용된 전체 전력이 4800W의 전력 공급기의 전체 전력과 비교되더라도, 이중 주파수 전력 공급 반응기는 대응하는 4800W의 단일 주파수 전력 공급기 보다 50% 이상 평활한 박막을 제조한다.

<39> 이중 주파수로 여기된 플라즈마로 증착된 평활한 박막은 연속적으로 증착된 층에 보다 우수한 결합을 제공하고, 전자 이동성을 강화시킨다. 강화된 전자 이동성은 디스플레이의 전기적 성능을 증가시킨다. 생성된 박막은 또한 보다 안정하다.

발명의 효과

<40> 비록 본 발명이 소정의 실시예를 통해 도시되고 기술되었지만, 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 다양하게 개조될 수 있다. 본 발명은 다른 형태의 CVD 시스템 뿐만 아니라 다른 증착 방법을 사용하는 시스템에도 적용될 수 있다. 가스 혼합물, 온도, 및 압력의 변화가 또한 이루어진다. 전력 공급에 대해, 전력 공급의 주파수를 튜닝하는 대신에, 임피던스 정합 회로가 튜닝될 수도 있다. 더욱이, 비록 전극 공간이 400 내지 1500mils로 개시되었지만, 다른 적절한 공간이 사용될 수도 있다. 또한, 박막 및 증착 순서에 따라 전력 공급기의 다양하고 연속적인 가열 및 순환이 수행될 수 있다.

<41> 이러한 변형 및 개조는 당업자들에게 명백하며, 본 발명은 단지 첨부된 청구범위에 의해 제한된다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명에 따른 반응기의 단면도이다.

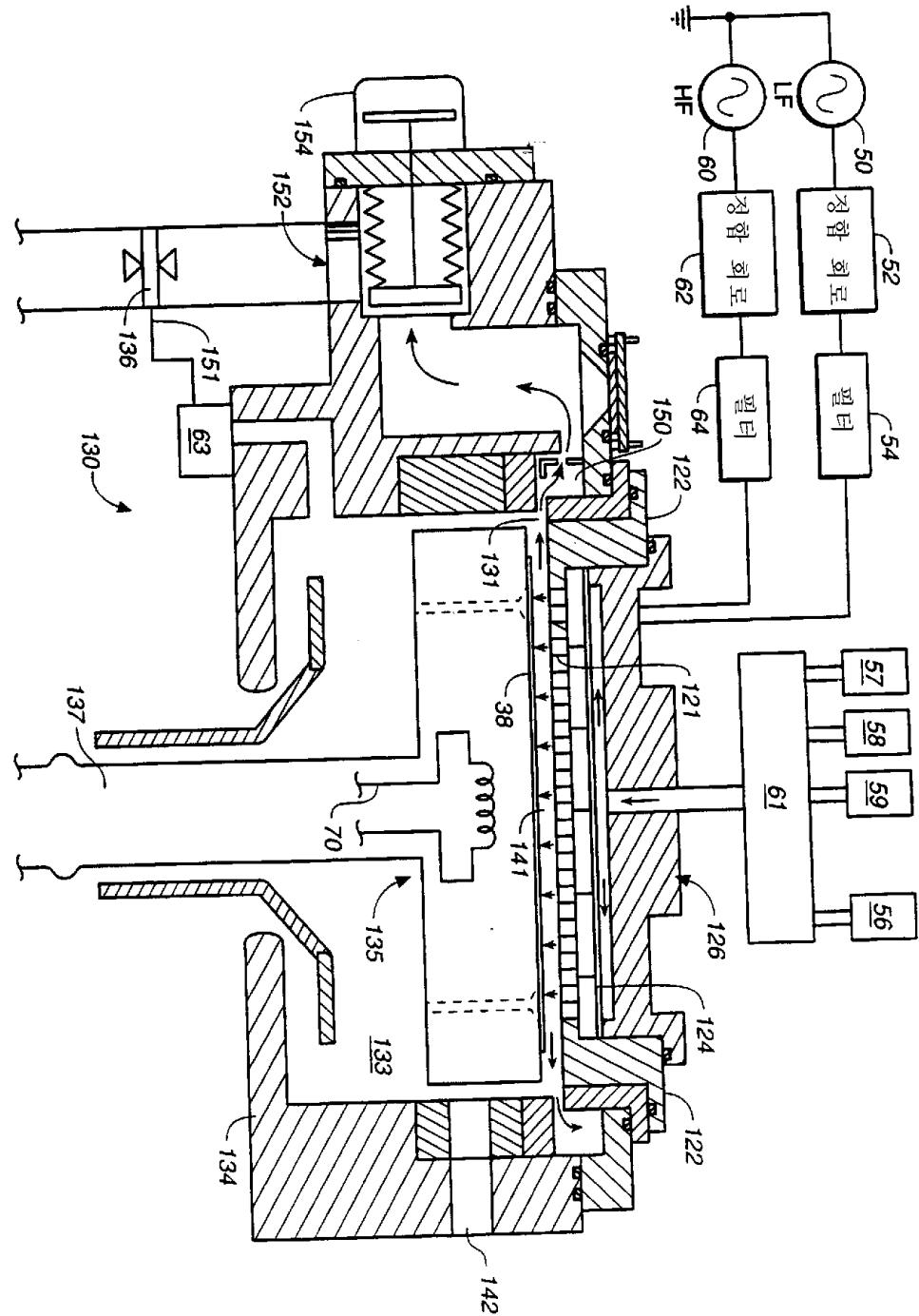
<2> 도 2는 큰 면적의 투명한 기판 상에 박막을 증착하기 위해 이중 주파수 전력 공급기를 사용한 공정의 플루우차트이다.

<3> 도 3a, 도 3b, 및 도 3c는 이중 주파수 전력 공급기가 반응기 내에서 회로에 접속되는 여러 형태를 개략적으로 도시한 도면이다.

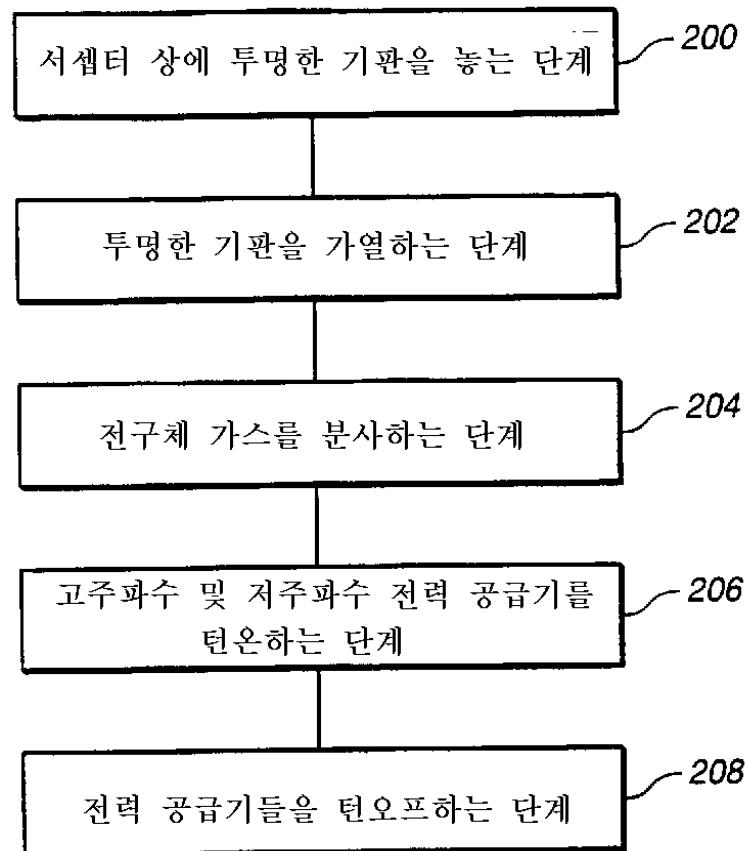
<4> 도 4a, 도 4b, 및 도 4c는 큰 면적의 투명한 기판 상에 박막을 증착할 때 여러 단일 주파수 전력 공급기와 이중 주파수 전력 공급기의 성능을 비교한 3차원 렌더링이다.

도면

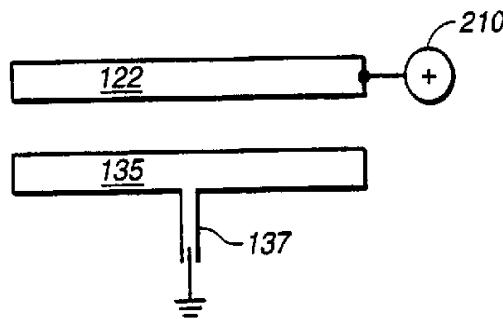
도면1



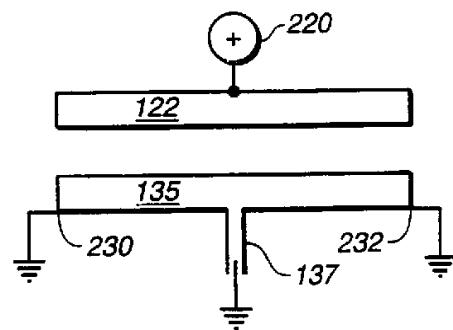
도면2



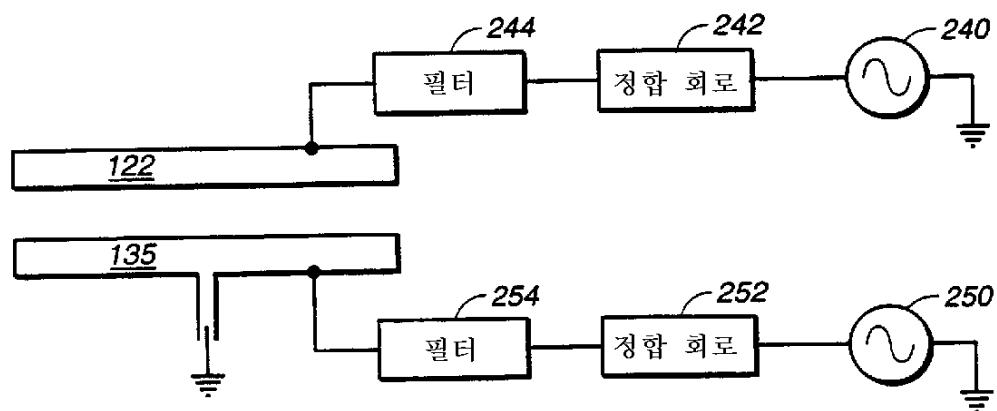
도면3a



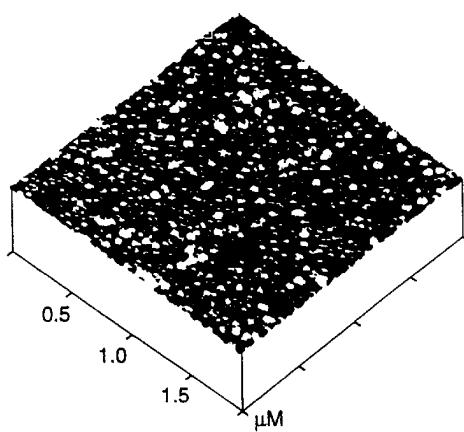
도면3b



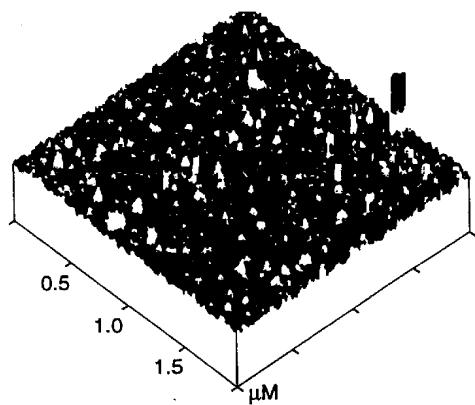
도면3c



도면4a



도면4b



도면4c

