



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년07월25일

(11) 등록번호

10-0742473

(24) 등록일자

2007년07월18일

(21) 출원번호	10-2002-7005569	(65) 공개번호	10-2002-0047314
(22) 출원일자	2002년04월30일	(43) 공개일자	2002년06월21일
심사청구일자	2005년10월31일		
번역문 제출일자	2002년04월30일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2000/041787	(87) 국제공개번호	WO 2001/33615
국제출원일자	2000년11월01일	국제공개일자	2001년05월10일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크맨, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 코스타리카, 도미니카, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 인도, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 세르비아 앤 몬테네그로, 시에라리온, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스, 터키,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(30) 우선권주장

60/163,121

1999년11월02일

미국(US)

(73) 특허권자

동경 엘렉트론 주식회사

일本国 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자

비버거맥시밀리언에이

미국캘리포니아주94303팔로알토로마버드애비뉴737-6

레이曼프래드릭풀

미국캘리포니아주94539프레몬트미워코트433

숏톤토마스로버트

미국캘리포니아주95124산호세슈발리어드라이브1790

(74) 대리인

김창세

(56) 선행기술조사문현

WO9112629 A1

심사관 : 백양규

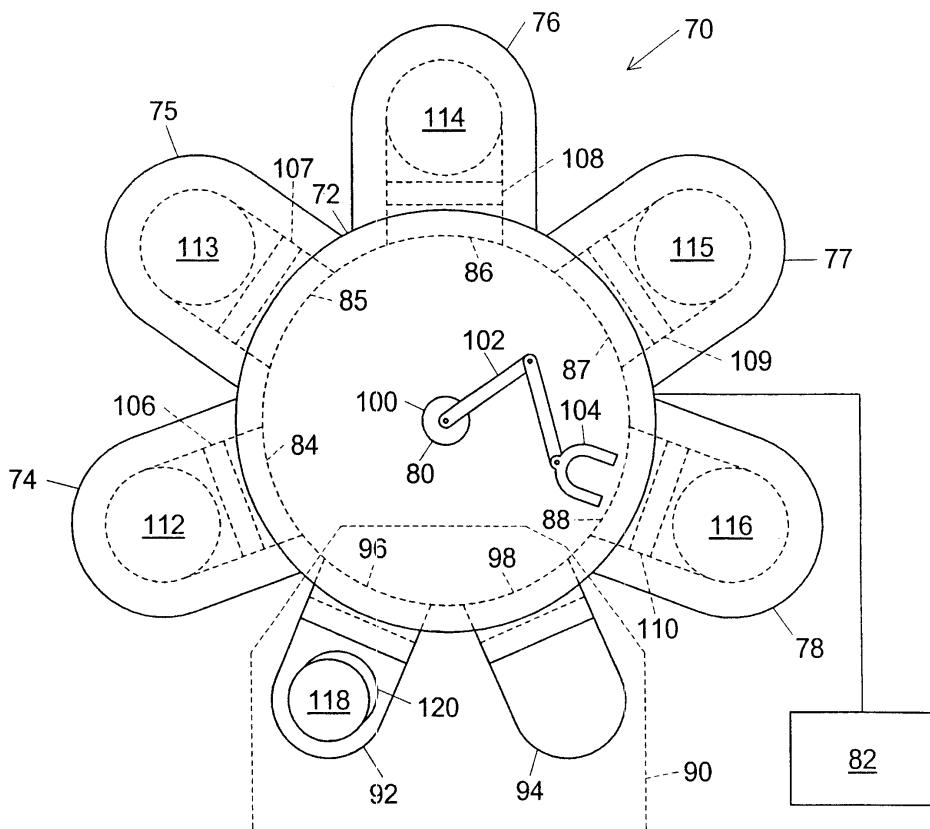
전체 청구항 수 : 총 38 항

(54) 제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치 및 방법

(57) 요약

다수의 소재의 초임계 처리를 위한 장치는 이송 모듈, 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈 및 로봇을 포함한다. 이송 모듈은 입구를 갖는다. 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈은 이송 모듈에 연결된다. 로봇은 이송 모듈과 함께 위치되는 것이 바람직하다. 작동에 있어서, 로봇은 제 1 소재를 이송 모듈의 입구에서 제 1 초임계 처리 모듈로 이송한다. 그런 후 로봇은 제 2 소재를 상기 입구에서 제 2 초임계 처리 모듈로 이송시킨다. 상기 소재가 처리된 후, 상기 로봇은 상기 제 1 및 제 2 소재를 상기 이송 모듈의 입구로 복귀시킨다. 변형 실시예에서, 상기 장치는 상기 이송 모듈에 연결된 부가적인 초임계 처리 모듈을 포함한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리(supercritical processing)하는 장치에 있어서,

- ⓐ 입구를 갖는 이송 모듈(transfer module)과,
- ⓑ 상기 이송 모듈에 연결되고, 거의 일정한 제 1 부피를 갖는 제 1 소재 캐비티(cavity)(112)내에서 상기 제 1 소재에 초임계 처리를 실행하도록 구성된 제 1 초임계 처리 모듈과,
- ⓒ 상기 이송 모듈에 연결되고, 거의 일정한 제 2 부피를 갖는 제 2 소재 캐비티(113)내에서 상기 제 2 소재에 초임계 처리를 실행하도록 구성된 제 2 초임계 처리 모듈과,
- ⓓ 상기 제 1 소재 캐비티에 연결된 제 1 초임계 상태 발생 장치와,
- ⓔ 상기 제 2 소재 캐비티에 연결된 제 2 초임계 상태 발생 장치와,
- ⓕ 상기 이송 모듈에 연결된 이송 장치(80)를 포함하며,

상기 이송 장치는 상기 제 1 소재를 상기 입구와 상기 제 1 초임계 처리 모듈 사이에서 이동시키도록 구성되며, 또한 상기 이송 장치는 상기 제 2 소재를 상기 입구와 상기 제 2 초임계 처리 모듈 사이에서 이동시키도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 이송 모듈은 대략 대기압에서 작동하도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 이송 모듈은 주위 환경에 대해 상기 이송 모듈내에 약간의 정압(positive pressure)을 유지시키기 위한 수단을 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 이송 모듈내에 약간의 정압을 유지시키기 위한 수단은 불활성 가스 주입 장치를 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 5.

제 2 항에 있어서,

상기 이송 모듈의 상기 입구는 핸드-오프 스테이션(hand-off station)(92)을 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 이송 모듈의 상기 입구는 추가의 핸드-오프 스테이션(94)을 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 7.

제 1 항에 있어서,

상기 이송 모듈은 증가된 압력에서 작동하도록 구성되며, 상기 이송 모듈의 입구는 로드록(loadlock)(192)을 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 이송 모듈의 입구는 추가적인 로드록(194)을 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 이송 장치는 로봇(80)을 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 이송 모듈은 원형 구조체(72)를 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,

상기 로봇은 중앙 로봇을 포함하며, 상기 중앙 로봇은 상기 원형 구조체의 중앙에 있는
제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 이송 모듈은 트랙 구조체(202)를 포함하는
제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 로봇은 트랙식 로봇(204)을 포함하며, 상기 트랙식 로봇은 트랙에 연결된 로봇을 포함하고, 상기 로봇은 상기 트랙을
따라 이동하여 상기 트랙을 따라서 위치된 상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈에 도달하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 14.

제 13 항에 있어서,

제 3 및 제 4 초임계 처리 모듈(77, 78)을 더 포함하며, 상기 제 3 및 제 4 초임계 처리 모듈은 상기 트랙을 따라서 위치되
고, 상기 제 3 및 제 4 초임계 처리 모듈은 상기 트랙에 대해 상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈에 대향하여 위치되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 15.

제 9 항에 있어서,

상기 로봇은 연장가능한 아암(102)과 엔드 이펙터(end effector)(104)를 포함하는
제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 로봇은 추가적인 아암 및 추가적인 엔드 이펙터를 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 17.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 초임계 처리 모듈은 제 1 압력 용기(136)를 포함하며, 상기 제 2 초임계 처리 모듈은 제 2 압력 용기를 포함하는
제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 18.

제 17 항에 있어서,

- ⓐ 상기 제 1 압력 용기는 상기 제 1 소재 캐비티 및 제 1 압력 용기 입구(84)를 포함하며, 상기 제 1 소재 캐비티는 초임계 처리동안 상기 제 1 소재를 유지하며, 상기 제 1 압력 용기 입구는 상기 제 1 소재용 진입 및 배출을 제공하도록 구성되며,
- ⓑ 상기 제 2 압력 용기는 상기 제 2 소재 캐비티 및 제 2 압력 용기 입구(85)를 포함하며, 상기 제 2 소재 캐비티는 상기 초임계 처리동안 상기 제 2 소재를 유지하며, 상기 제 2 압력 용기 입구는 상기 제 2 소재용 진입 및 배출을 제공하도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 19.

제 18 항에 있어서,

상기 이송 장치는 상기 제 1 및 제 2 소재를 각기 상기 제 1 및 제 2 소재 캐비티내에 위치시키도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 이송 모듈 및 상기 초임계 처리 모듈은 초임계 상태에서 작동하도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

제 1 및 제 2 게이트 밸브(gate valve)(106, 107)를 더 포함하며, 상기 제 1 게이트 밸브는 상기 이송 모듈과 상기 제 1 초임계 처리 모듈을 연결하며, 상기 제 2 게이트 밸브는 상기 이송 모듈과 상기 제 2 초임계 처리 모듈을 연결하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 22.

제 18 항에 있어서,

제 1 및 제 2 대기실(ante-chambers)(172, 173)을 더 포함하며, 상기 제 1 대기실은 상기 이송 모듈과 상기 제 1 초임계 처리 모듈을 연결하며, 상기 제 2 대기실은 상기 이송 모듈과 상기 제 2 초임계 처리 모듈을 연결하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 23.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈을 가압하기 위한 수단(134, 146)을 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 24.

제 23 항에 있어서,

상기 가압 수단은 CO₂ 가압 구조체를 포함하며, 상기 CO₂ 가압 구조체는 펌프(134)에 연결된 CO₂ 공급 용기(132)를 포함하고, 상기 펌프는 상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈에 연결되어, 상기 CO₂ 가압 구조체가 상기 제 2 초임계 처리 모듈과는 독립적으로 상기 제 1 초임계 처리 모듈을 가압하며, 또한 상기 CO₂ 가압 구조체가 상기 제 1 초임계 처리 모듈과는 독립적으로 상기 제 2 초임계 처리 모듈을 가압하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 25.

제 18 항에 있어서,

제 1 및 제 2 밀봉 수단(106, 107)을 더 포함하며, 상기 제 1 밀봉 수단은 상기 제 1 압력 용기 입구를 밀봉하도록 작동하고, 상기 제 2 밀봉 수단은 상기 제 2 압력 용기 입구를 밀봉하도록 작동하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 26.

제 1 항에 있어서,

제어 수단(82)을 더 포함하며, 상기 제어 수단은 상기 이송 장치가 상기 제 1 및 제 2 소재를 상기 이송 모듈의 입구와 상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈 사이에서 각기 이동하도록 지시하고, 또한 상기 제어 수단은 상기 제 2 초임계 처리 모듈과는 독립적으로 상기 제 1 초임계 처리 모듈을 제어하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 장치.

청구항 27.

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법에 있어서,

- ⓐ 상기 제 1 소재를 이송 모듈(72, 202)의 입구로부터 제 1 대기실내로 그리고 상기 제 1 대기실로부터 제 1 초임계 처리 모듈(74)내로 이송하는 단계와,
- ⓑ 상기 제 2 소재를 상기 이송 모듈의 입구로부터 제 2 대기실내로 그리고 상기 제 2 대기실로부터 제 2 초임계 처리 모듈(75)내로 이송하는 단계와,
- ⓒ 상기 제 1 및 제 2 소재를 상기 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈에서 각기 처리하는 단계와,
- ⓓ 상기 제 1 소재를 상기 제 1 초임계 처리 모듈로부터 상기 제 1 대기실내로 그리고 상기 제 1 대기실로부터 상기 이송 모듈의 상기 입구로 이송하는 단계와,
- ⓔ 상기 제 2 소재를 상기 제 2 초임계 처리 모듈로부터 상기 제 2 대기실내로 그리고 상기 제 2 대기실로부터 상기 이송 모듈의 상기 입구로 이송하는 단계를 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 28.

제 27 항에 있어서,

상기 이송 모듈의 상기 입구는 핸드-오프 스테이션(92)을 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 29.

제 28 항에 있어서,

상기 이송 모듈의 상기 입구는 추가의 핸드-오프 스테이션(94)을 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 30.

삭제

청구항 31.

삭제

청구항 32.

삭제

청구항 33.

삭제

청구항 34.

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 소재 및 상기 제 2 소재중 하나를 처리하는 단계는,

- ⓐ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나내로 클리닝 물질을 도입하는 단계와,
- ⓑ 상기 클리닝 물질이 초임계 상태에 도달할 때까지 상기 클리닝 물질을 가압하는 단계와,
- ⓒ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나내로 용매를 도입하는 단계와,
- ⓓ 상기 제 1 소재 및 상기 제 2 소재중 하나상에 포함된 잔류물이 적어도 부분적으로 용해될 때까지 상기 초임계 클리닝 물질과 용매를 상기 제 1 소재 및 상기 제 2 소재중 하나와 접촉한 상태로 유지하는 단계를 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 35.

제 34 항에 있어서,

상기 제 1 소재 및 상기 제 2 소재중 하나를 처리하는 단계는,

- ⓐ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나를 부분적으로 배기하는 단계와,
- ⓑ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나내로 린스제를 도입하여, 상기 제 1 소재 및 상기 제 2 소재중 하나를 린싱하는 단계와,
- ⓒ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나를 감압하는 단계를 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 36.

제 34 항에 있어서,

상기 클리닝 물질은 이산화탄소인

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 37.

제 35 항에 있어서,

상기 린스제는 본질적으로 물, 알콜 및 아세톤으로 이루어진 그룹으로부터 선택되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 38.

제 37 항에 있어서,

상기 알콜은 저분자량 알콜인

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 39.

제 38 항에 있어서,

상기 저분자량 알콜은 본질적으로 이소프로필 알콜(isopropyl alcohol) 및 에탄올로 이루어진 그룹으로부터 선택되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 40.

제 35 항에 있어서,

ⓐ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나내의 압력을 상승시키는 단계와,

ⓑ 상기 제 1 초임계 처리 모듈 및 상기 제 2 초임계 처리 모듈중 하나를 부분적으로 배기하는 단계를 더 포함하는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 41.

제 4 항에 있어서,

상기 불활성 가스 주입 장치는 불활성 가스를 이송 모듈내로 주입하도록 구성되는

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

청구항 42.

제 41 항에 있어서,

상기 불활성 가스는 Ar, CO₂ 및 N₂중 하나인

제 1 및 제 2 소재를 초임계 처리하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 초임계 처리(supercritical processing) 분야에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 다수의 소재가 동시에 처리되는 초임계 처리 분야에 관한 것이다.

배경기술

반도체 제조는 이온 주입시 포토레지스트(photoresist), 에칭 및 다른 처리 단계를 사용한다. 이온 주입 단계시, 포토레지스트는 불순물이 주입되지 않는 반도체 기판의 영역을 마스킹한다. 에칭 단계에 있어서, 포토레지스트는 에칭되지 않는 반도체 기판의 영역을 마스킹한다. 다른 처리 단계의 예는 처리된 웨이퍼의 블랭킷(blanket) 보호 피복 또는 MEMS[마이크로 전자-기계 시스템(micro electro-mechanical system)] 장치의 블랭킷 보호 피복으로서 포토레지스트를 사용하는 단계를 포함한다. 이온 주입 단계 후, 포토레지스트는 젤리형 코어를 덮는 단단한 외피를 나타낸다. 단단한 외피는 포토레지스트 제거시에 어려움을 초래한다. 에칭 단계 후, 남아있는 포토레지스트는 포토레지스트 제거를 어렵게 하는 경화된 특성을 나타낸다. 에칭 단계 후, 잔류물(에칭 잔류물과 혼합된 포토레지스트 잔류물)은 에칭 특징부의 측벽을 피복한다. 에칭 단계 및 에칭되는 재료의 형태에 따라서, 에칭 잔류물과 혼합된 포토레지스트 잔류물은 제거가 어려운 문제점을 나타내는데, 이는 에칭 잔류물과 혼합된 포토레지스 잔류물이 종종 에칭 특징부의 측벽에 강하게 결합되기 때문이다.

일반적으로, 종래기술에 있어서, 포토레지스트 및 잔류물은 습식-클린 배스(wet-clean bath)에서의 클리닝 후 O₂ 플라즈마에서의 플라즈마 애싱(plasma ashing)에 의해 제거된다. 종래기술의 반도체 에칭 및 금속화 처리는 도 1의 블력도에 도시되어 있다. 반도체 애칭 및 금속화 처리(10)는 포토레지스트 도포 단계(12), 포토레지스트 노출 단계(14), 포토레지스트 현상 단계(16), 유전체 애칭 단계(18), 애싱 단계(20), 습식 클리닝 단계(22) 및 금속 증착 단계(24)를 포함한다. 포토레지스트 도포 단계(12)에 있어서, 포토레지스트는 노출된 산화물을 총을 갖는 웨이퍼에 도포된다. 포토레지스트 노출 단계(14)에 있어서, 포토레지스트는 마스크에 의해 부분적으로 차단되는 빛에 노출된다.

포토레지스트가 포지티브(positive) 포토레지스트인가 또는 네가티브(negative) 포토레지스트인가에 따라서, 노출된 포토레지스트 또는 노출되지 않은 포토레지스트는 각기 포토레지스트 현상 단계(16)에서 제거되어 산화물 층상에 노출된 패턴을 남긴다. 유전체 애칭 단계(18)에 있어서, 산화물 층상의 노출된 패턴은 이 노출된 패턴을 산화물 층내로 애칭하는 RIE [반응성 이온 에칭(reactive ion etch)] 공정에서 애칭되어 애칭된 패턴을 형성하는 한면 부분적으로 포토레지스트를 애칭한다. 이러한 것은 애칭 특징부의 측벽을 피복하는 한면 포토레지스트를 경화시키는 잔류물을 생성한다. 애싱 단계(20)에 있어서, O₂ 플라즈마는 포토레지스트 및 잔류물을 산화 또는 부분적으로 제거시킨다. 습식 클리닝 단계(22)에 있어서, 잔류 포토레지스트 및 잔류물은 습식-클린 배스에서 클리닝된다.

금속 증착 단계(24)에 있어서, 금속층이 웨이퍼상에 증착되어 애칭 패턴을 메우며, 또한 애칭되지 않은 영역을 덮는다. 이후의 처리에 있어서, 애칭되지 않은 영역을 덮는 금속층 적어도 일부는 회로를 형성하기 위해 제거된다.

1990년 7월 31일자로 니시카와 등에게 허여된 미국 특허 제 4,944,837 호는 액화된 가스 또는 초임계 가스를 사용하여 레지스트를 제거하는 종래의 방법을 개시한다. 레지스트를 갖는 기판은 압력 용기내에 탐재되며, 또한 상기 압력 용기는 액화된 가스 또는 초임계 가스를 수용한다. 소정의 시간이 지난 후, 액화된 가스 또는 초임계 가스는 신속히 팽창되어, 레지스트를 제거한다.

상기 미국 특허 제 4,944,837 호에는 초임계 CO₂가 포토레지스트용 현상액으로서 사용될 수 있음을 개시한다. 포토레지스트 층을 갖는 기판이 소정의 패턴으로 빛에 노출되며, 따라서 잠상(latent image)을 형성한다. 포토레지스트 및 잠상을 갖는 기판이 초임계 CO₂ 배스에 30분동안 놓인다. 그런 후 초임계 CO₂가 응축되어 포토레지스트의 패턴을 남긴다. 미국 특허 제 4,944,837 호에는 0.5 중량%의 메틸 이소부틸 케톤(MIBK)이 초임계 CO₂에 첨가되어, 초임계 CO₂의 효율을 향상시키고, 따라서 현상 시간을 30분에서 5분으로 줄일 수 있음을 더 개시한다.

또한, 미국 특허 제 4,944,837 호에는 초임계 CO₂ 및 7 중량%의 MIBK를 사용함으로써 포토레지스트가 제거될 수 있다는 것이 개시되어 있다. 포토레지스트를 갖는 기판은 초임계 CO₂ 및 MIBK에 30분 내지 45분동안 놓인다. 초임계 CO₂를 응축시킴으로써, 포토레지스트가 제거된다.

미국 특허 제 4,944,837 호에 개시된 방법은 여러 이유로 인해 반도체 제조 라인용으로 적절하지 않다. 포토레지스트를 기판에서 제거하기 위해 액화된 가스 또는 초임계 가스를 신속하게 팽창시키는 것은 기판을 파손시킬 수 있다. 30분 정도 소요되는 포토레지스트 현상 처리는 너무 비효율적이다. MIBK를 사용하는 포토레지스트 현상 또는 제거 처리는 바람직하지 않은데, 이는 MIBK가 유독성이며 보다 적절한 선택이 없을 경우에만 MIBK가 사용되기 때문이다.

1995년 1월 3일자로 스미스 2세 등에게 허여된 미국 특허 제 5,377,705 호는 소재로부터 오염물을 클리닝하기 위한 시스템을 개시한다. 오염물은 유기물, 미립자 및 이온성 오염물을 포함한다. 상기 시스템은 가압가능한 클리닝 용기, 액체 CO₂ 저장 용기, 펌프, 용매 이송 시스템, 분리기, 응축기 및 각종 밸브를 포함한다. 펌프는 CO₂ 가스 및 용매를 클리닝 용기로 이송시켜 CO₂ 가스를 초임계 CO₂로 가압한다. 초임계 CO₂ 및 용매는 소재로부터 오염물을 제거한다. 밸브가 초임계 CO₂ 및 용매의 일부를 클리닝 용기로부터 취출하는 반면 펌프는 초임계 CO₂ 및 용매를 보충한다. 분리기는 초임계 CO₂로부터 용매를 분리시킨다. 응축기는 CO₂를 액체 CO₂로 응축시켜 액체 CO₂ 저장 용기가 보충될 수 있다.

포토레지스트 및 잔류물을 제거하기 위해 미국 특허 제 5,377,705 호에 개시된 것과 같은 시스템의 사용은 다수의 어려움이 있다. 가압가능한 클리닝 용기는 반도체 기판을 적절히 핸들링하도록 구성되어 있지 않다. 클리닝시 초임계 CO₂ 및 용매를 취출하는 것은 비효율적이다. 이러한 시스템은 반도체 제조 라인의 스루풋(throughput) 요구치를 만족시키기 쉽지 않다. 이러한 시스템은 반도체 제조 라인에서 중요한 안전한 반도체 기판 핸들링에 기여하지 않는다. 이러한 시스템은 반도체 기판 처리에 대해 경제적이지 못하다.

반도체 제조 라인에 적합한 초임계 이산화탄소를 사용하여 포토레지스트를 현상하는 방법이 요구된다.

반도체 제조 라인에 적합한 초임계 이산화탄소를 사용하여 포토레지스트를 제거하는 방법이 요구된다.

반도체 기판을 핸들링하도록 구성된 초임계 처리 시스템이 요구된다.

처리 챔버내에 유체 유동을 형성하기 위해 초임계 CO₂ 및 용매를 처리 챔버에서 반드시 취출시키지 않아도 되는 초임계 처리 시스템이 요구된다.

반도체 제조 라인의 스루풋 요구치를 만족시키는 초임계 처리 시스템이 요구된다.

안전한 반도체 기판 핸들링을 제공하는 초임계 처리 시스템이 요구된다.

경제적인 반도체 기판 처리를 제공하는 초임계 처리 시스템이 요구된다.

발명의 요약

본 발명은 다수의 소재의 초임계 처리를 위한 장치에 관한 것이다. 본 장치는 이송 모듈(transfer module), 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈 및 로봇을 포함한다. 이송 모듈은 입구를 갖는다. 제 1 및 제 2 초임계 처리 모듈은 이송 모듈에 연결된다. 로봇은 이송 모듈내에 위치되는 것이 바람직하다. 작동시, 로봇은 제 1 소재를 이송 모듈의 입구에서 제 1 초임계 처리 모듈로 이송시킨다. 그런 후, 로봇은 제 2 소재를 상기 입구에서 제 2 초임계 처리 모듈로 이송시킨다. 소재가 처리된 후, 로봇은 제 1 및 제 2 소재를 이송 모듈의 입구로 복귀시킨다. 변형 실시예에서, 상기 장치는 이송 모듈에 연결된 부가적인 초임계 처리 모듈을 포함한다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 반도체 예칭 및 금속화 처리가 도 2에 블럭도로서 도시되어 있다. 반도체 예칭 및 금속화 처리(30)는 포토레지스트 도포 단계(32), 포토레지스트 노출 단계(34), 포토레지스트 현상 단계(36), 유전체 예칭 단계(38), 초임계 제거 처리(40) 및 금속 증착 단계(42)를 포함한다. 포토레지스트 도포 단계(32)에 있어서, 포토레지스트는 노출된 산화물 층을 갖는 웨이퍼에 도포된다. 포토레지스트 노출 단계(34)에 있어서, 포토레지스트는 마스크에 의해 부분적으로 차단되는 빛에 노출된다.

포토레지스트가 포지티브 포토레지스트인가 또는 네가티브 포토레지스트인가에 따라서, 노출된 포토레지스트 또는 노출되지 않은 포토레지스트는 각기 포토레지스트 현상 단계(36)에서 제거되어 산화물 층에 노출된 패턴을 남긴다. 유전체 예칭 단계(38)에 있어서, 산화물 층상의 노출된 패턴은 바람직하게 노출된 패턴을 산화물 층상에 예칭하는 한면 포토레지스트를 부분적으로 예칭하는 RIE 공정에서 예칭된다. 이러한 것은 예칭 특징부의 측벽을 피복하는 한면 포토레지스트를 경화시키는 잔류물을 형성한다.

초임계 제거 처리(40)에 있어서, 초임계 이산화탄소 및 용매는 포토레지스트 및 잔류물을 제거하도록 사용된다. 금속 증착 단계(42)에 있어서, 금속층이 웨이퍼상에 증착되어 에칭 패턴을 메우며 또한 에칭되지 않은 영역을 덮는다. 이후의 처리에 있어서, 에칭되지 않은 영역을 덮는 금속층 적어도 일부는 회로를 형성하기 위해 제거된다.

본 발명의 초임계 제거 처리(40)가 도 3에 불러도로서 도시되어 있다. 초임계 제거 처리(40)는 웨이퍼상에 포토레지스트 및 잔류물을 갖는 웨이퍼를 압력 챔버내에 위치시키고 상기 압력 챔버를 제 1 처리 단계(52)에서 밀봉함으로써 개시된다. 제 2 처리 단계(54)에 있어서, 이산화탄소가 초임계 이산화탄소($SCCO_2$)로 될 때까지 압력 챔버는 이산화탄소에 의해 가압된다. 제 3 처리 단계(56)에 있어서, 초임계 이산화탄소는 용매를 처리 챔버로 이송시킨다. 제 4 처리 단계(58)에 있어서, 포토레지스트 및 잔류물이 웨이퍼로부터 제거될 때까지 초임계 이산화탄소 및 용매는 웨이퍼와 접촉한 상태로 유지된다. 제 4 처리 단계(58)에 있어서, 용매는 포토레지스트 및 잔류물을 적어도 부분적으로 용해시킨다. 제 5 처리 단계(60)에 있어서, 압력 챔버는 부분적으로 배기된다. 제 6 처리 단계(62)에 있어서, 웨이퍼는 린싱된다. 제 7 처리 단계(64)에 있어서, 초임계 제거 처리(40)는 압력 챔버를 감압하고 웨이퍼를 제거함으로써 종료된다.

초임계 제거 처리(40)는 본 발명의 바람직한 초임계 처리 시스템에 의해 반도체 제조 라인에서 바람직하게 실행되며, 이는 도 4에 도시되어 있다. 바람직한 초임계 처리 시스템(70)은 이송 모듈(72), 제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78), 로봇(80) 및 제어 전자기기(82)를 포함한다. 이송 모듈은 제 1 내지 제 5 처리 포트(84 내지 88) 및 이송 모듈 입구(90)를 포함한다. 이송 모듈 입구(90)는 제 1 핸드-오프 스테이션(hand-off station)(92) 및 제 2 핸드-오프 스테이션(94), 그리고 제 1 입구 포트(96) 및 제 2 입구 포트(98)를 포함한다.

제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78)은 각기 제 1 내지 제 5 처리 포트(84 내지 88)를 통해 이송 모듈(72)에 연결된다. 바람직하게는, 로봇(80)은 이송 모듈(72)의 중심에서 이송 모듈(72)에 연결된다. 제 1 및 제 2 핸드-오프 스테이션(92, 94)은 각기 제 1 및 제 2 입구 포트(96, 98)를 통해 이송 모듈에 연결된다. 제어 전자기기(82)는 이송 모듈(72)에 연결된다.

바람직하게는, 이송 모듈(72)은 대기압에서 작동한다. 변형 실시예에서, 이송 모듈(72)은 주위 환경에 대해 약간의 정압에서 작동하며, 약간의 정압(positive pressure)은 불활성 가스 주입 장치에 의해 발생된다. 불활성 가스 주입 장치는 Ar, CO_2 또는 N_2 와 같은 불활성 가스를 이송 모듈(72)내에 주입한다. 이러한 것은 이송 모듈(72)내의 보다 청결한 처리 환경을 보장한다.

로봇(80)은 로봇 베이스(100), 로봇 아암(102) 및 엔드 이펙터(end effector)(104)를 포함하는 것이 바람직하다. 로봇 베이스는 이송 모듈(72)에 연결된다. 로봇 아암(102)은 엔드 이펙터(104)를 로봇 베이스(100)에 연결하는 2개의 로봇 아암인 것이 바람직하다. 엔드 이펙터(104)는 소재를 파지하도록 위치되게 구성된다. 바람직하게, 엔드 이펙터(104)는 웨이퍼를 파지하도록 위치되게 구성된다. 변형 실시예에서, 엔드 이펙터(104)는 퍽(puck) 또는 다른 기판을 파지하도록 위치되게 구성된다. 변형 실시예에서, 이중 아암 로봇이 로봇(80)을 대체하며, 여기서 이중 아암 로봇은 2개의 아암 및 2개의 엔드 이펙터를 포함한다.

제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78)은 각기 제 1 내지 제 5 게이트 밸브(gate valves)(106 내지 110)를 포함하는 것이 바람직하다. 제 1 내지 제 5 게이트 밸브(106 내지 110)는 제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78)의 제 1 내지 제 5 소재 캐비티(cavities)(112 내지 116)를 각기 제 1 내지 제 5 처리 포트(84 내지 88)에 연결시킨다.

바람직하게는, 작동시 로봇(80)은 제 1 소재(118)를 제 1 핸드-오프 스테이션(92)으로부터 초임계 제거 처리(40)가 실시되는 제 1 초임계 처리 모듈(74)로 이송시킨다. 그 후, 로봇(80)은 제 2 소재(120)를 제 1 핸드-오프 스테이션(92)으로부터 초임계 제거 처리(40)가 실시되는 제 2 초임계 처리 모듈(75)로 이송시킨다. 또한, 로봇(80)은 제 3 내지 제 5 소재(도시되지 않음)를 각기 제 1 핸드-오프 스테이션(92)에서 제 3 내지 제 5 초임계 처리 모듈(76 내지 78)로 이송시키며, 상기 모듈에서 초임계 제거 처리(40)가 실시된다.

그 후의 작동에서, 로봇(80)은 제 1 소재를 제 1 초임계 처리 모듈(74)로부터 제 2 핸드-오프 스테이션(94)으로 이송시킨다. 또한, 로봇(80)은 제 2 소재를 제 2 초임계 처리 모듈(75)로부터 제 2 핸드-오프 스테이션(94)으로 이송시킨다. 또한, 로봇(80)은 제 3 내지 제 5 소재를 각기 제 3 내지 제 5 초임계 처리 모듈(76 내지 78)로부터 제 2 핸드-오프 스테이션(94)으로 이송시킨다.

바람직하게는 제 1 소재(118), 제 2 소재(120) 및 제 3 내지 제 5 소재는 웨이퍼이다. 바람직하게는, 웨이퍼는 초임계 처리 전에 제 1 핸드-오프 스테이션(92)의 제 1 카세트(cassette)내에 있다. 바람직하게는, 웨이퍼는 초임계 처리후 로봇(80)에 의해 제 2 핸드-오프 스테이션(94)의 제 2 카세트내에 위치된다. 변형 실시예에서, 웨이퍼는 제 1 핸드-오프 스테이션(92)의 제 1 카세트에서 개시 및 종료하는 반면 웨이퍼의 제 2 그룹은 제 2 핸드-오프 스테이션(94)의 제 2 카세트에서 개시 및 종료한다.

당업자는 제 2 핸드-오프 스테이션(94)이 제거될 수 있거나 또는 추가적인 핸드-오프 스테이션이 바람직한 초임계 처리 시스템(70)에 부가될 수 있음을 쉽게 알 수 있다. 또한, 당업자는 바람직한 초임계 처리 시스템(70)이 제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78)보다 적게 구성될 수 있거나, 또는 제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78)보다 많게 구성될 수 있음을 쉽게 알 수 있다. 또한, 당업자는 로봇(80)이 제 1 소재(118), 제 2 소재(120) 및 제 3 내지 제 5 소재를 이송시키도록 구성된 이송 장치로 대체될 수 있음을 쉽게 알 수 있다. 또한, 당업자는 제 1 및 제 2 카세트가 표준 기계적 인터페이스(interface) 개념을 사용하는 전방 개방의 일체식 포드(pods)일 수 있어 웨이퍼가 주위 환경과 분리된 청정 환경에 유지될 수 있음을 쉽게 알 수 있다.

본 발명의 제 1 초임계 처리 모듈(74)이 도 5에 도시되어 있다. 제 1 초임계 처리 모듈(74)은 이산화탄소 공급 용기(132), 이산화탄소 펌프(134), 압력 챔버(136), 화학제품 공급 용기(138), 순환 펌프(140) 및 배기 가스 수집 용기(144)를 포함한다. 이산화탄소 공급 용기(132)는 이산화탄소 펌프(134) 및 이산화탄소 배관(146)을 통해 압력 챔버(136)에 연결된다. 이산화탄소 배관(146)은 이산화탄소 펌프(134)와 압력 챔버(136) 사이에 위치된 이산화탄소 가열기(148)를 포함한다. 압력 챔버(136)는 압력 챔버 가열기(150)를 포함한다. 순환 펌프(140)는 순환 라인(152)상에 위치되고, 상기 순환 라인은 순환 입구(154) 및 순환 출구(156)에서 압력 챔버(136)에 연결된다. 화학제품 공급 용기(138)는 제 1 주입 펌프(159)를 포함하는 화학제품 공급 라인(158)을 통해 순환 라인(152)에 연결된다. 린스제 공급 용기(160)는 제 2 주입 펌프(163)를 포함하는 린스 공급 라인(162)을 통해 순환 라인(152)에 연결된다. 배기 가스 수집 용기(144)는 배기 가스 배관(164)을 통해 압력 챔버(136)에 연결된다.

이산화탄소 공급 용기(132), 이산화탄소 펌프(134) 및 이산화탄소 가열기(148)는 이산화탄소 공급 장치(149)를 형성한다. 화학제품 공급 용기(138), 제 1 주입 펌프(159), 린스제 공급 용기(160) 및 제 2 주입 펌프(163)는 화학제품 및 린스제 공급 장치(165)를 형성한다. 바람직하게는, 이산화탄소 공급 장치(149), 화학제품 및 린스제 공급 장치(165) 및 배기 가스 수집 용기(144)는 제 1 초임계 처리 모듈(74) 뿐만 아니라, 제 2 내지 제 5 초임계 처리 모듈(75 내지 78)(도 3)로서 역할을 한다. 바꾸어 말하면, 바람직하게 제 1 초임계 처리 모듈(74)은 이산화탄소 공급 장치(149), 화학제품 및 린스제 공급 장치(165) 및 배기 가스 수집 용기(144)를 포함하는 한면, 제 2 내지 제 5 초임계 처리 모듈(75 내지 78)은 제 1 초임계 처리 모듈(74)의 이산화탄소 공급 장치(149), 화학제품 및 린스제 공급 장치(165) 및 배기 가스 수집 용기(144)를 공유한다.

당업자는 하나 이상의 추가적인 이산화탄소 공급 장치, 하나 이상의 추가적인 화학제품 및 린스제 공급 장치, 또는 하나 이상의 추가적인 배기 가스 수집 용기가 제공되어 제 2 내지 제 5 초임계 처리 모듈(75 내지 78)을 작동시킴을 쉽게 알 수 있다. 또한, 당업자는 제 1 초임계 처리 모듈(74)이 벨브 장치, 제어 전자기기, 필터 및 전형적인 초임계 유체 처리 시스템인 다용도 후크업(hookups)을 포함할 수 있음을 쉽게 알 수 있다. 또한, 당업자는 추가적인 화학제품 공급 용기가 제 1 주입 펌프(159)에 연결될 수 있거나 또는 추가적인 화학제품 공급 용기 및 추가적인 주입 펌프가 순환 라인(152)에 연결될 수 있음을 쉽게 알 수 있다.

도 3 내지 도 5를 참조하면, 초임계 제거 방법(40)의 실행은 제 1 처리 단계(52)에 의해 개시되고, 여기서 포토레지스트 또는 잔류물(또는 포토레지스트와 잔류물 양자)을 갖는 웨이퍼는 제 1 처리 포트를 통해 삽입되고 로봇(80)에 의해 압력 챔버(136)의 제 1 웨이퍼 캐비티(112)내에 위치되며, 그런 후 압력 챔버(136)는 게이트 밸브(106)를 폐쇄함으로써 밀봉된다. 제 2 처리 단계(54)에 있어서, 압력 챔버(136)는 이산화탄소 펌프(134)에 의해 이산화탄소 공급 용기(132)로부터의 이산화탄소로 가압된다. 제 2 단계(54) 동안, 이산화탄소는 이산화탄소 가열기(148)에 의해 가열되는 한면 압력 챔버(136)는 압력 챔버 가열기(150)에 의해 가열되어 압력 챔버(136)내의 이산화탄소의 온도가 임계 온도 이상으로 되는 것을 보장한다. 이산화탄소를 위한 임계 온도는 31°C이다. 바람직하게는, 압력 챔버(136)내의 이산화탄소의 온도는 45°C 내지 75°C 범위내에 있다. 변형 실시예에 있어서, 압력 챔버(136)내의 이산화탄소의 온도는 31°C 내지 약 100°C의 범위내에 유지된다.

초기의 초임계 조건에 도달하면, 제 1 주입 펌프(159)는 용매를 화학제품 공급 용기(138)로부터 순환 라인(152)을 통해 압력 챔버(136)내로 펌핑하는 한면, 이산화탄소 펌프는 제 3 처리 단계(56)에서 초임계 이산화탄소를 더욱 가압한다. 용매 주입의 개시시, 압력 챔버(136)내의 압력은 약 1,100 psi 내지 1,200 psi(7.58 MPa 내지 8.27 MPa)이다. 소정량의 용매가 압력 챔버(136)내로 펌핑되어 소망의 초임계 조건에 도달하면, 이산화탄소 펌프(134)는 압력 챔버(136)를 가압하는 것

을 중단하고, 제 1 주입 펌프(159)는 용매를 압력 챔버(136)내로 펌핑하는 것을 중단하며, 제 4 처리 단계(58)에서 순환 펌프(140)는 초임계 이산화탄소 및 용매를 순환시키는 것을 개시한다. 바람직하게, 상기 시점에서의 압력은 약 2,700 psi 내지 2,800 psi(18.62 MPa 내지 19.31 MPa)이다. 초임계 이산화탄소 및 용매를 순환시킴으로써, 초임계 이산화탄소는 용매가 웨이퍼와 접촉하는 것을 유지시킨다. 또한, 초임계 이산화탄소 및 용매를 순환시킴으로써, 유체 유동은 포토레지스트 및 잔류물을 웨이퍼로부터 제거하는 것을 향상시킨다.

바람직하게, 제 4 처리 단계(58) 동안 웨이퍼는 압력 챔버(136)내에 정지된채 유지된다. 변형 실시예에서, 제 4 처리 단계(58) 동안 웨이퍼는 압력 챔버(136)내에서 회전된다.

포토레지스트 및 잔류물이 웨이퍼로부터 제거된 후, 압력 챔버(136)내의 조건을 제 5 처리 단계(60)시의 초기 초임계 조건에 가깝게 복귀시키기 위해 압력 챔버(136)는 초임계 이산화탄소, 용매, 제거된 포토레지스트 및 제거된 잔류물중 일부를 배기 가스 수집 용기(144)로 배출시킴으로써 부분적으로 감압된다. 바람직하게는, 압력 챔버(136)내의 압력은 압력을 증가시킴으로써 상기 시점에서 적어도 한번 순환되며 그 후 압력 챔버(136)를 부분적으로 다시 배기시킨다. 이러한 것은 압력 챔버(136)내의 청결도를 향상시킨다. 제 5 처리 단계(60)에 있어서, 압력 챔버는 임계 온도 이상 및 임계 압력 이상으로 유지되는 것이 바람직하다. 이산화탄소에 대한 임계 압력은 1,070 psi(7.38 MPa)이다.

제 6 처리 단계(62)에 있어서, 제 2 주입 펌프(163)는 린스제를 린스제 공급 용기(160)로부터 순환 라인을 통해 압력 챔버(136)내로 펌핑하는 한면, 이산화탄소 펌프(134)는 압력 챔버(136)를 소망의 초임계 조건에 가깝게 가압하고, 그런 후 웨이퍼를 린싱하기 위해 순환 펌프(140)는 초임계 이산화탄소 및 린스제를 순환시킨다. 바람직하게는, 린스제는 물, 알콜, 아세톤 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹에서 선택된다. 보다 바람직하게는, 린스제는 알콜과 물의 혼합물이다. 바람직하게는, 알콜은 이소프로필 알콜(isopropyl alcohol), 에탄올 및 다른 저분자량 알콜로 이루어진 그룹에서 선택된다. 더욱 바람직하게는, 알콜은 이소프로필 알콜 및 에탄올로 이루어진 그룹에서 선택된다. 가장 바람직하게는, 알콜은 에탄올이다.

바람직하게는, 제 6 처리 단계(62) 동안 웨이퍼는 압력 챔버(136)내에 정지 상태로 유지된다. 변형 실시예에서, 제 6 처리 단계(62) 동안 웨이퍼는 압력 챔버(136)내에서 회전한다.

제 7 처리 단계(64)에 있어서, 압력 챔버(136)는 압력 챔버(136)를 배기 가스 수집 용기(144)에 배기시킴으로써 감압되고, 케이트 밸브(106)가 개방되며, 웨이퍼는 로봇(80)에 의해 압력 챔버(136)로부터 제거된다.

본 발명의 변형 실시예의 초임계 제거 처리는 하기의 특허, 즉 2000년 10월 25일자로 출원된 미국 특허 출원 제 09/697,227 호(또한 2000년 11월 1일자로 제 PCT/US00/30218 호로 국제 출원되었으며, 2001년 5월 10일자로 제 WO 01/33613 호로 공개됨), 1998년 5월 27일자로 출원된 미국 특허 출원 제 09/085,391 호(2001년 10월 23일자로 미국 특허 제 6,306,564 호로 특허 허여됨) 및 1997년 5월 27일자로 출원된 미국 특허 출원 제 60/047,739 호(상기 출원은 미국 특허 제 6,306,564 호에 대해 우선권을 제공함)에 개시되어 있으며, 이를 모두는 본원에 참조로서 인용된다.

본 발명의 제 1 변형 실시예의 초임계 처리 시스템이 도 6에 도시되어 있다. 제 1 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(170)은 제 1 내지 제 5 대기실(ante-chambers)(172 내지 176) 및 제 1 내지 제 5 대기실 로봇(178 내지 182)을 바람직한 초임계 처리 시스템(70)에 부가시킨다. 작동에 있어서, 제 1 내지 제 5 대기실(172 내지 176)은 대략 대기압 내지 약간 증가된 압력에서 작동한다. 이러한 것은 제 1 내지 제 5 웨이퍼 캐비티(112 내지 116)가 증가된 압력과 초임계 압력 사이에서 작동하도록 하며, 따라서 스루풋을 향상시킨다. 선택적으로, 제 1 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(170)에 있어서, 제 1 내지 제 5 대기실 로봇(178 내지 182)은 제 1 내지 제 5 자기적 커플링 장치, 또는 제 1 내지 제 5 유압 구동식 장치, 또는 제 1 내지 제 5 공압 구동식 장치로 대체된다.

본 발명의 제 2 변형 실시예의 초임계 처리 시스템이 도 7에 도시되어 있다. 제 2 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(190)은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)의 제 1 및 제 2 핸드-오프 스테이션(92, 94)을 제 1 및 제 2 로드록(loadlocks)(192, 194)으로 대체한다. 작동시, 이송 모듈은 제 2 증가된 압력에서 작동하며, 따라서 스루풋을 향상시킨다.

본 발명의 제 3 변형 실시예의 초임계 처리 시스템이 도 8에 도시되어 있다. 제 3 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(200)은 변형된 이송 모듈(202)과 로봇 트랙(204)을 포함한다.

본 발명의 제 4 변형 실시예의 초임계 처리 시스템이 도 9에 도시되어 있다. 제 4 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(210)은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)의 제 3 초임계 처리 모듈(76)을 제 3 핸드-오프 스테이션(212)으로 바람직하게 대체하고, 제 2 이송 모듈(214), 제 2 로봇(216) 및 추가적인 초임계 처리 모듈(218)을 부가시킨다. 제 4 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(210)에 있어서, 제 3 핸드-오프 스테이션(212)은 이송 모듈(72)을 제 2 이송 모듈(214)에 연결시킨다. 제 2

로봇(216)은 제 2 이송 모듈(214)내에 존재하는 것이 바람직하다. 추가적인 초임계 처리 모듈(218)은 제 2 이송 모듈(214)에 연결된다. 따라서, 제 4 변형 실시예의 초임계 처리 시스템(210)은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)보다 많은 초임계 처리 모듈이 가능하다.

본 발명의 제 5 변형 실시예의 초임계 처리 시스템은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)의 이송 모듈(72)을 제거한다. 제 5 변형 실시예의 초임계 처리 시스템에 있어서, 이송 모듈(72)에 의해 제공된 커버링 효과로 인한 이점이 없이 로봇(80)은 소재를 제 1 및 제 2 핸드-오프 스테이션(92, 94)과 제 1 내지 제 5 초임계 처리 모듈(74 내지 78) 사이에서 이동시키도록 구성된다.

본 발명의 제 6 변형 실시예의 초임계 처리 시스템은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)에 검사 스테이션을 부가한다. 제 6 변형 실시예의 초임계 처리 시스템에 있어서, 제 1 소재(118), 제 2 소재(120) 및 제 3 내지 제 5 소재는 제 2 핸드-오프 스테이션(94)으로 이송되기 전에 검사 스테이션으로 이송된다. 검사 스테이션에서, 소재를 검사함으로써 포토레지스트 및 잔류물이 소재로부터 제거되었음을 보장한다. 바람직하게, 검사 스테이션은 소재를 검사하기 위해 분광기를 사용한다.

본 발명의 제 7 변형 실시예의 초임계 처리 시스템은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)에 사전 준비 로봇(front-end robot)을 부가시킨다. 제 7 변형 실시예의 초임계 처리 시스템에 있어서, 사전 준비 로봇은 이송 모듈(72)에 대한 입구의 외측에 존재하며 제 1 및 제 2 카세트는 제 1 및 제 2 핸드-오프 스테이션(92, 94)과 이격되게 위치된다. 사전 준비 로봇은 웨이퍼를 제 1 카세트에서 제 1 핸드-오프 스테이션(92)으로 이동시키도록 구성되는 것이 바람직하며, 또한 웨이퍼를 제 2 핸드-오프 스테이션(94)에서 제 2 카세트로 이동시키도록 구성되는 것이 바람직하다.

본 발명의 제 8 변형 실시예의 초임계 처리 시스템은 바람직한 초임계 처리 시스템(70)에 웨이퍼 배향 장치를 부가시킨다. 웨이퍼 배향 장치는 플랫(flat), 노치(notch) 또는 다른 배향 지시기에 따라 웨이퍼를 배향시킨다. 바람직하게는, 웨이퍼는 제 1 핸드-오프 스테이션(92)에서 배향된다. 변형 실시예에 있어서, 웨이퍼는 제 2 핸드-오프 스테이션(94)에서 배향된다.

본 발명의 제 1 변형 실시예의 초임계 처리 모듈은 압력 챔버(136)와 게이트 밸브(106)를 변형 실시예의 압력 챔버로 대체한다. 변형 실시예의 압력 챔버는 챔버 하우징(housing)과 유압 구동식 웨이퍼 플래튼(platen)을 포함한다. 챔버 하우징은 바닥에서 개방되는 원통형 캐비티를 포함한다. 유압 구동식 웨이퍼 플래튼은 원통형 캐비티의 외측을 하우징하는 챔버를 밀봉하도록 구성된다. 작동시, 웨이퍼는 유압 구동식 웨이퍼 플래튼상에 위치된다. 그런 후, 유압 구동식 웨이퍼 플래튼은 상방으로 이동하여 챔버 하우징과 밀봉된다. 웨이퍼가 처리되면, 유압 구동식 웨이퍼 플래튼은 하강되고 웨이퍼는 취출된다.

본 발명의 제 2 변형 실시예의 초임계 처리 모듈은 웨이퍼 캐비티(112)에 도입하기 위한 순환 라인(152)용 변형 입구를 웨이퍼 캐비티(112)의 원주에 배치하고 변형 출구를 웨이퍼 캐비티(112)의 상부 중앙에 배치한다. 변형 입구는 초임계 이산화탄소를 웨이퍼 캐비티(112)에 의해 형성된 평면에 주입하도록 바람직하게 구성된다. 바람직하게, 변형 입구는 웨이퍼 캐비티(112)의 반경에 대해 경사져 있어서, 작동시 변형 입구 및 변형 출구는 웨이퍼 캐비티(112)내에 와류를 형성한다.

당업자는 첨부된 특허청구범위에 의해 규정된 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나는 일 없이 각종 다른 변형이 바람직한 실시예에 실시될 수 있음을 쉽게 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래기술의 반도체 에칭 및 금속화 처리를 위한 처리 플로우(flow)의 블럭도,

도 2는 본 발명의 반도체 에칭 및 금속화 처리를 위한 처리 플로우의 블럭도,

도 3은 본 발명의 초임계 제거 처리의 블럭도,

도 4는 본 발명의 바람직한 초임계 처리 시스템을 도시하는 도면,

도 5는 본 발명의 바람직한 초임계 처리 모듈을 도시하는 도면,

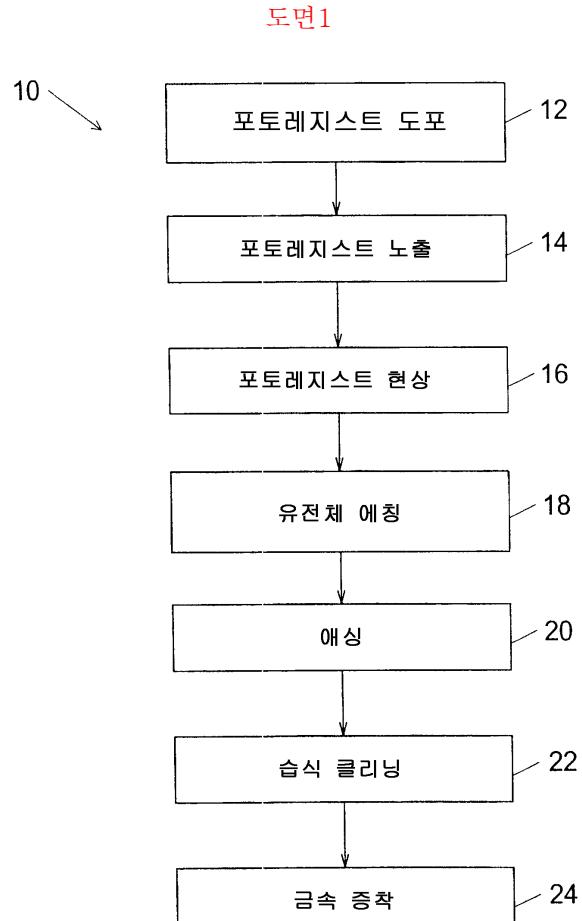
도 6은 본 발명의 제 1 변형 실시예의 초임계 처리 시스템을 도시하는 도면,

도 7은 본 발명의 제 2 변형 실시예의 초임계 처리 시스템을 도시하는 도면,

도 8은 본 발명의 제 3 변형 실시예의 초임계 처리 시스템을 도시하는 도면,

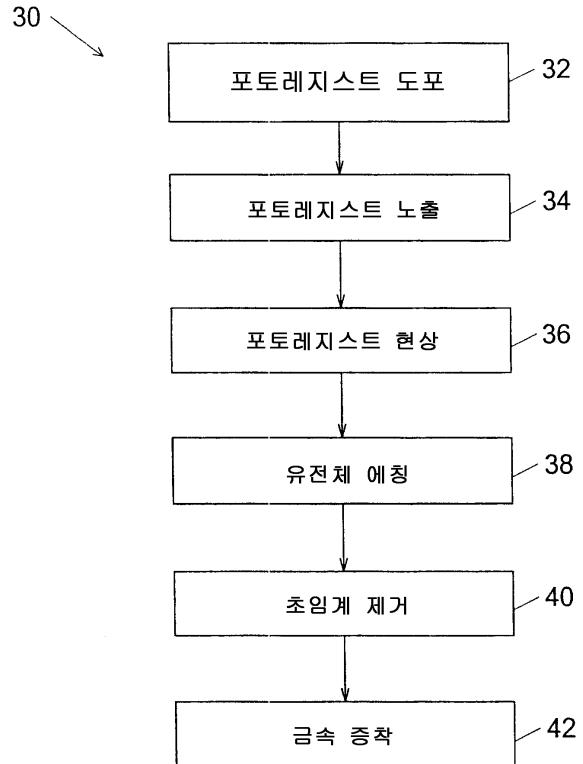
도 9는 본 발명의 제 4 변형 실시예의 초임계 처리 시스템을 도시하는 도면.

도면

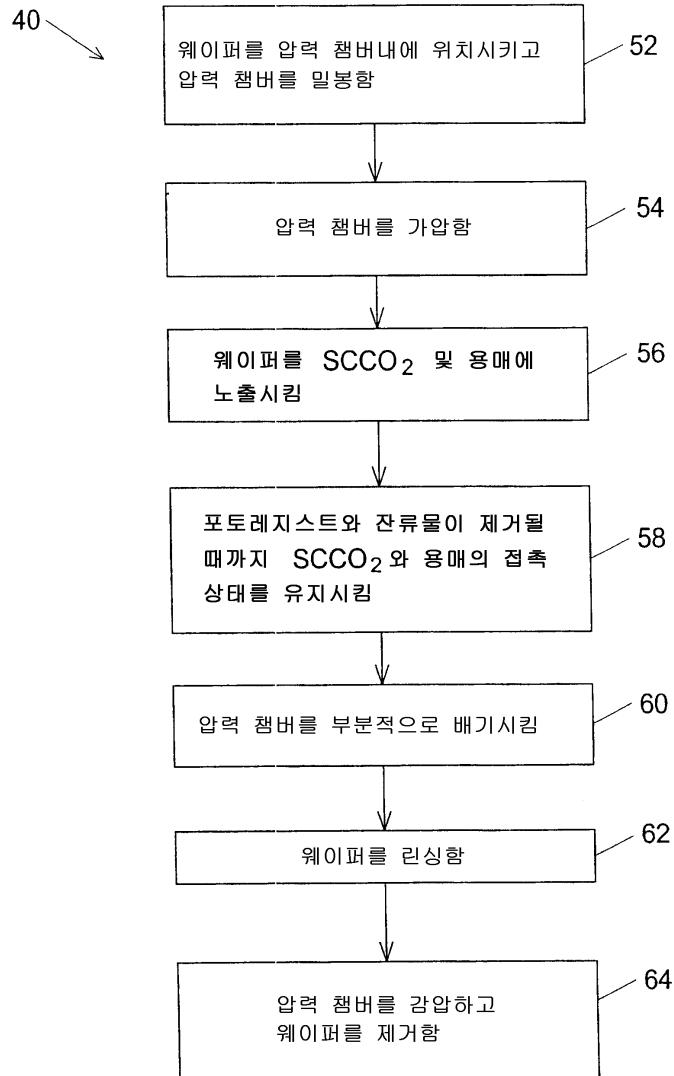


(종래기술)

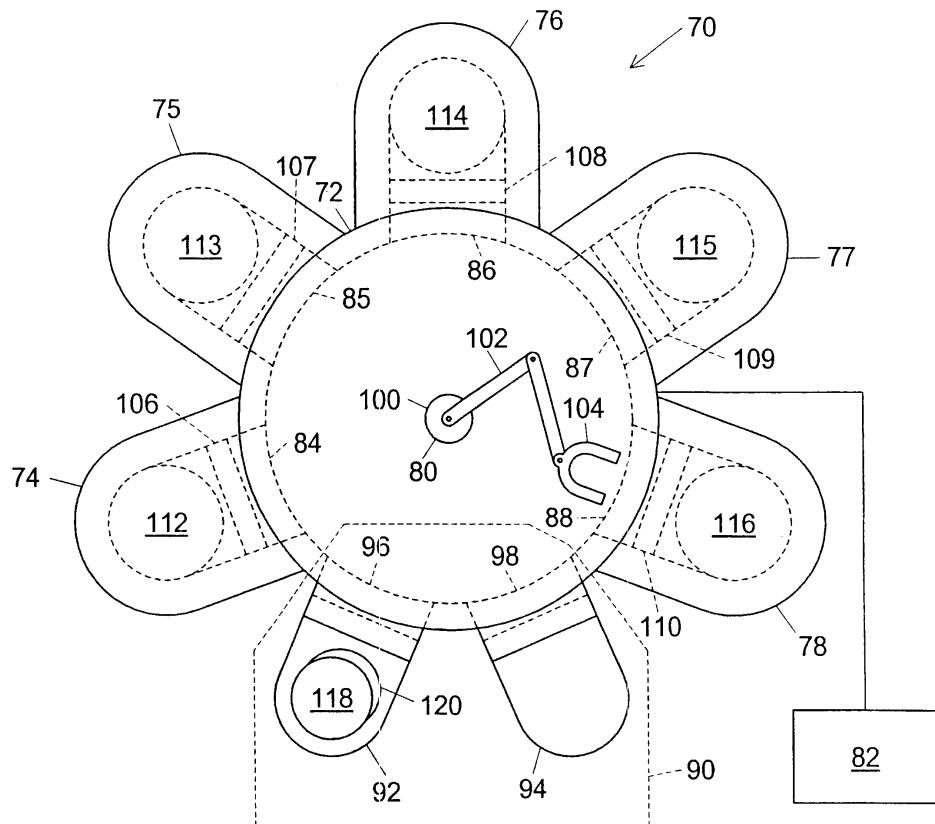
도면2



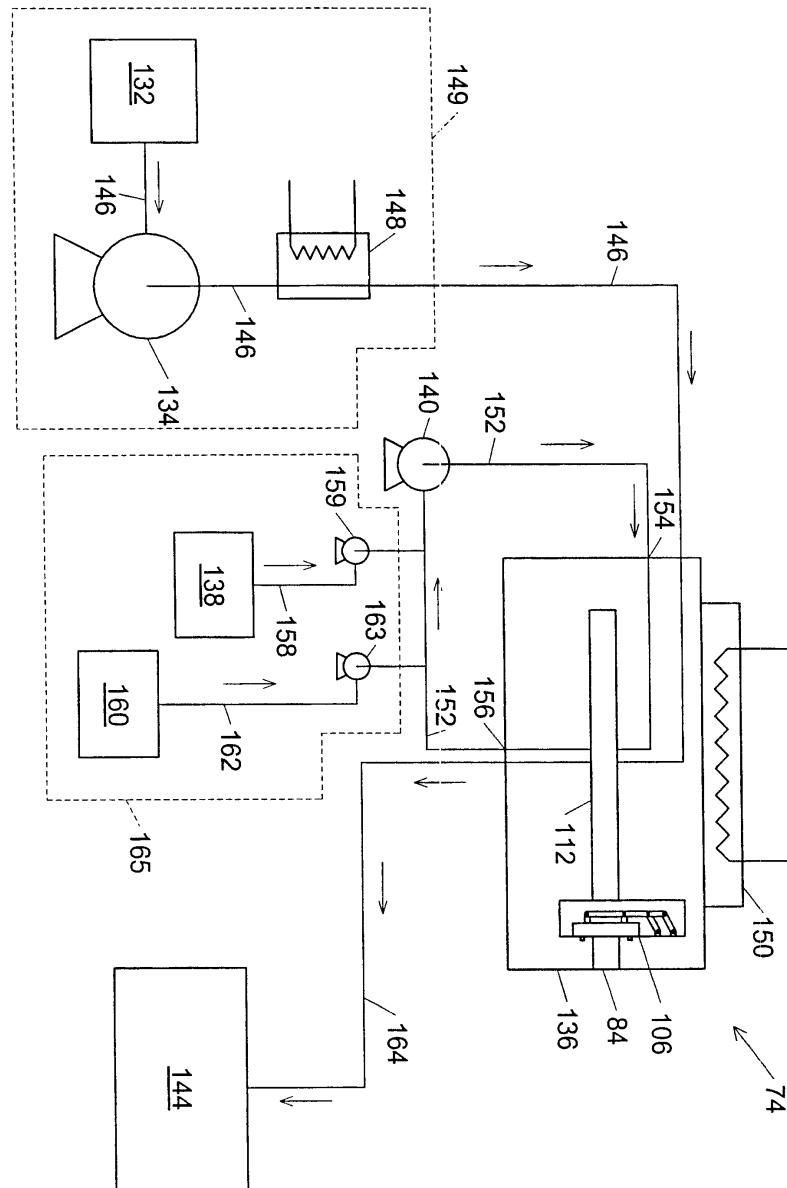
도면3



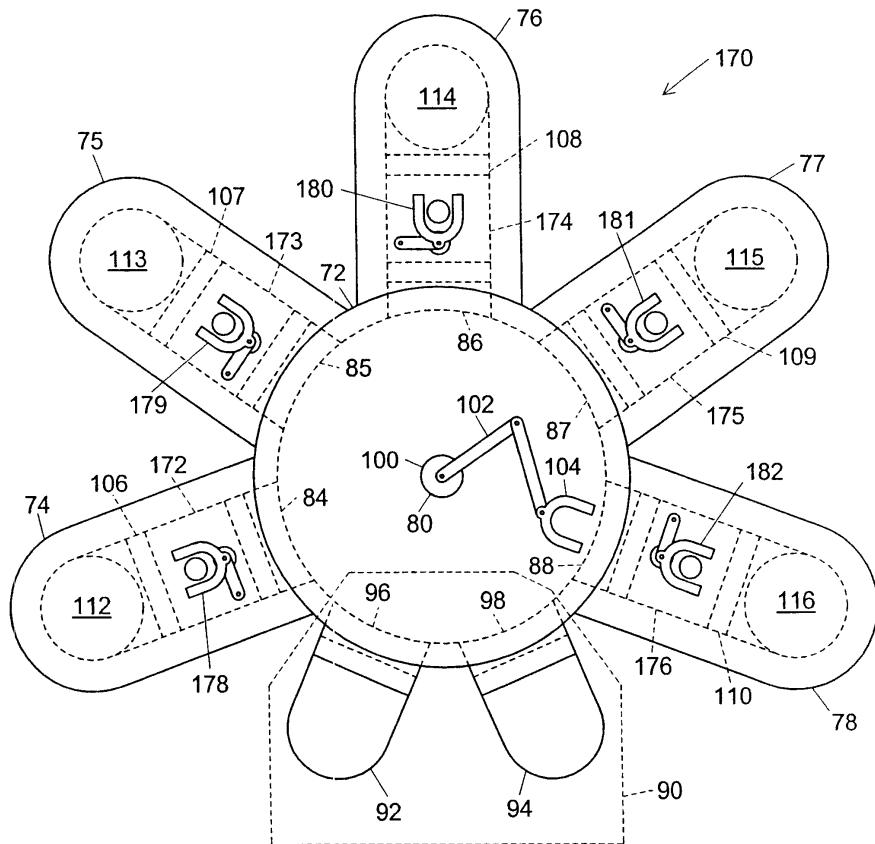
도면4



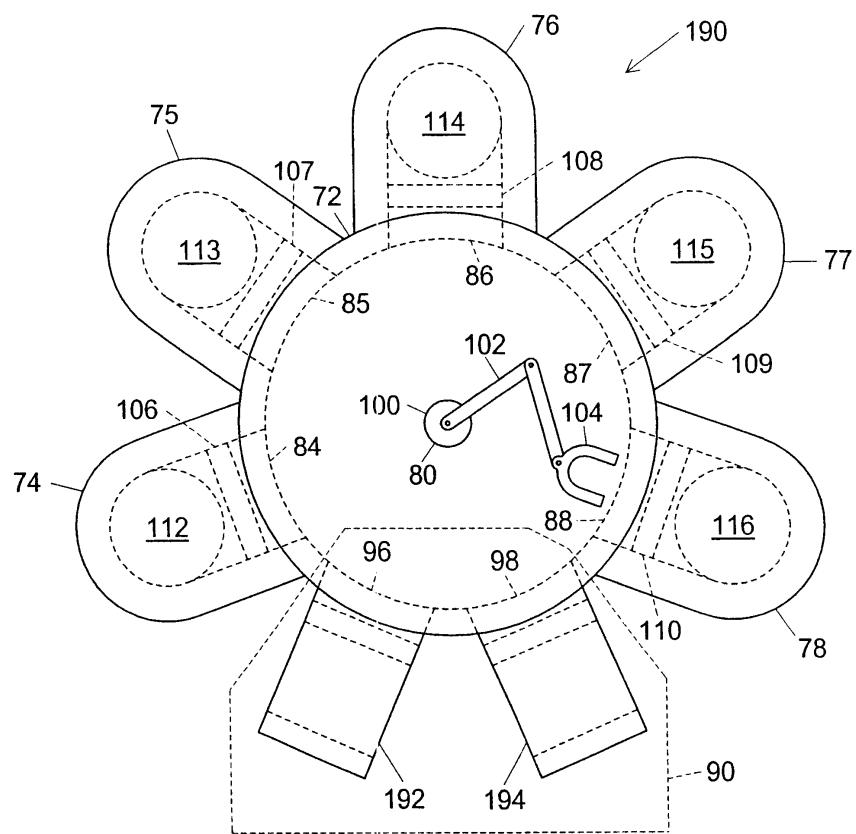
도면5



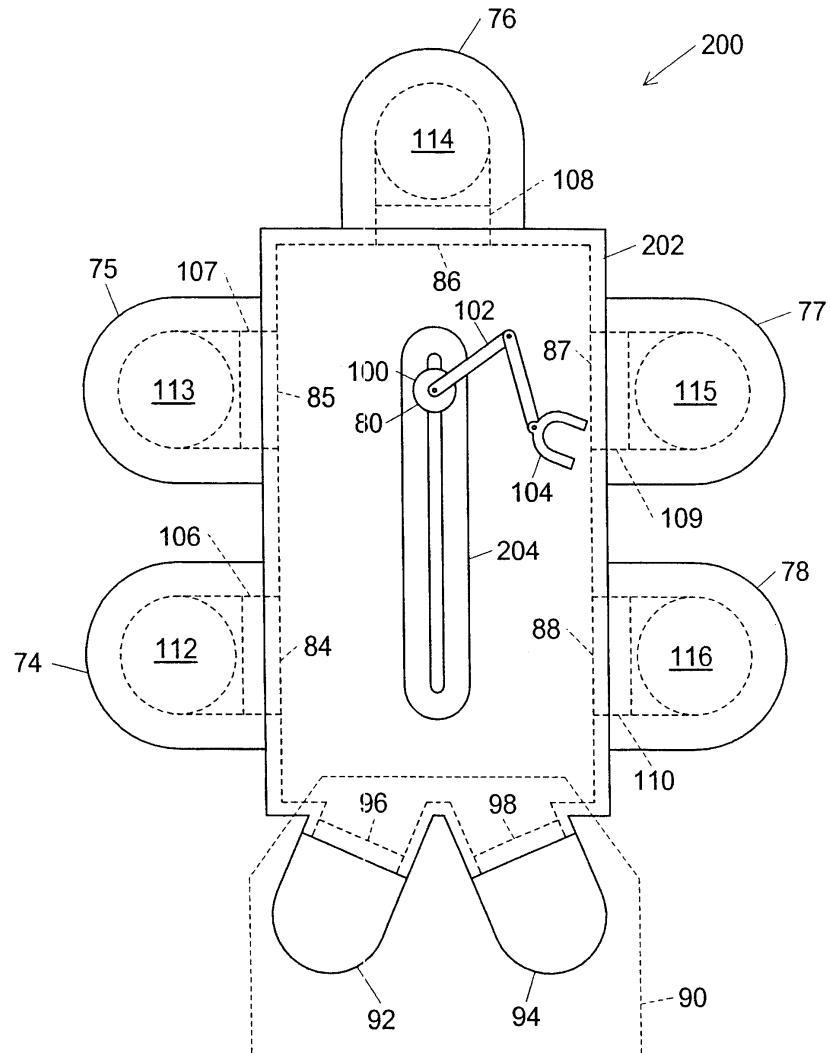
도면6



도면7



도면8



도면9

