(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H01L 21/304 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년07월24일
(11) 등록번호 10-0604035
(24) 등록일자 2006년07월14일

(21) 출원번호 10-1999-0007213
(22) 출원일자 1999년03월05일

(65) 공개번호 10-1999-0077604
(43) 공개일자 1999년10월25일

(30) 우선권주장 09/036,478 1998년03월06일 미국(US)

(73) 특허권자 지멘스 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라쯔 2

인터내셔널 비지네스 머신즈 코포레이션
미국 10504 뉴욕주 아몬크 노쓰 캐슬 드라이브

(72) 발명자 와이즈, 마이클 엘.
미국 12603 뉴욕 포우킵시에 스완 레인 137

스티븐스, 제레미 케이.
미국 12590 뉴욕 와핑거스 폴스 #3 풀톤 스트리트 2

헤지, 수리 지.
미국 12530 뉴욕 할로우빌 박스 씨-30 알티. 23

모크, 래리
미국 10509 뉴욕 브레스턴 시닉 리지 9

(74) 대리인 남상선

심사관 : 김성희

(54) 반도체 웨이퍼의 화학 기계적 평탄화 방법 및 장치

요약

여러 온도의 영역은 CMP 동안 폴리싱 속도의 균일성을 개선하기 위하여 반도체 웨이퍼상에 제공된다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 폴리싱 장치의 개략도를 도시한다.

도 2는 본 발명에 따른 CMP 공정에 이용할 수 있는 웨이퍼 캐리어 실시예의 후면 측을 개략적으로 도시한다.

도 3은 도 2의 웨이퍼 캐리어의 개략적인 단면을 도시한다.

도 4는 본 발명에 따른 폴리싱 장치의 다른 실시예를 도시한다.

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

10 : 웨이퍼 15 : 웨이퍼 캐리어

17 : 모터 30 : 폴리싱 플래튼

35 : 폴리싱 패드 37 : 모터

40 : 도관

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 제조 방법 및 특히 반도체 웨이퍼의 화학 기계적 평탄화 동안 반도체의 차별적인 가열 방법을 사용하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

집적 회로의 제조시, 반도체 재료의 얇고 편평한 웨이퍼같은 부분을 폴리싱하는 것이 종종 필요하다. 일반적으로, 반도체 웨이퍼는 결정 격자 손상같은 지형 구조 또는 표면 결함부, 긁힘부, 거친 부분, 또는 먼지같은 내장된 입자를 제거하여 평탄화된 표면을 제공하기 위하여 폴리싱될 수 있다. 이런 폴리싱 공정은 종종 기계적 평탄화 또는 화학 기계적 평탄화("CMP")라 불리고 반도체 장치의 질 및 신뢰성을 개선하기 위하여 사용된다. CMP 공정은 일반적으로 웨이퍼상에 여러 소자 및 집적 회로의 형성 동안 수행된다.

일반적으로, 화학 기계적 평탄화 공정은 제어된 하강 압력하에서 회전 습식 폴리싱 표면에 대향하여 반도체 재료의 얇고 편평한 웨이퍼를 고정시키는 단계를 포함한다. 알루미나 또는 실리카 용액 같은 폴리싱 슬러리는 연마 매체로서 사용될 수 있다. 회전 폴리싱 헤드 또는 웨이퍼 캐리어는 통상적으로 회전 폴리싱 플래튼에 대향하여 제어된 압력하에서 웨이퍼를 고정시키기 위하여 사용된다. 백킹(backing) 필름은 웨이퍼 캐리어 및 웨이퍼 사이에 선택적으로 배치된다. 폴리싱 플래튼은 통상적으로 블로운(blown) 폴리우레탄 같은 비교적 부드러운 습식 패드 재료로 커버된다.

폴리싱 속도의 비균일성은 반도체 웨이퍼에서 원하지 않는 불규칙부를 유발할 수 있다. 폴리싱 속도의 비 균일성을 유발하는 요소는 폴리싱 슬러리의 비균일적인 분배, 평탄하게 제어되지 않은 폴리싱 패드, 및 폴리싱 패드에 대한 압력의 불균일한 인가이다.

화학 기계적 평탄화 공정에서 부딪히는 특정 문제는 "로딩 효과"로서 종래에 공지되었다. 웨이퍼가 화학 기계적 평탄화 장치의 폴리싱 플래튼상 비교적 부드러운 폴리싱 패드 쪽으로 눌려질 때는, 특히 구조들의 폴리싱 속도가 상기 구조들 사이 영역의 폴리싱 속도와 다를 경우에, 폴리싱 패드는 제거될 구조 사이의 영역에서 변형시킬 수 있다. 이것은 불규칙하거나 굽이치는 표면이 웨이퍼상에 형성되게 한다. 일반적으로, 이런 현상은 마이크로 레벨 상에서 발생하고 특히 고밀도 애플리케이션에서 웨이퍼상에 형성된 집적 회로에 악영향을 미친다.

로딩 효과의 다른 예는 예를 들어, 보로포스포러스(borophosphorus) 실리케이트 유리같은 유전체 재료의 보호층 또는 절연 층이 기판상에 형성된 트랜지스터상에 증착될 때 발생된다. 보호 층의 초기 등각 증착은 트랜지스터상 바로 위쪽의 피

크 및 트랜지스터 사이의 밸리(valley)를 가지는 불규칙한 표면을 형성할 수 있다. 상기된 바와 같이, 폴리싱 패드는 보호층 또는 유전층의 불규칙한 표면을 가지도록 변형될 수 있다. 결국 폴리싱 표면은 마이크로 레벨 상에서 굽이치거나 불규칙함이 나타날 수 있다.

로딩 효과는 화학 기계적 평탄화 동안 웨이퍼의 표면상에 나타나는 피쳐(feature)의 측면 및 베이스를 제거하기 위한 다른 상황에서 작용할 수 있다. 게다가, 로딩 효과는 웨이퍼의 표면에서 국부적으로 또는 전체적으로 발생할 수 있다. 이런 문제점은 회전하는 반도체 웨이퍼의 외부 부분과 내부 부분 사이의 속도 차에 의해 더욱 발생된다. 반도체 웨이퍼의 주변부가 보다 빠르게 움직이기 때문에, 예를 들어 비교적 느리게 움직이는 내부 부분보다 재료 제거 속도가 비교적 빠르다.

상기된 측면에서, 반도체 재조시 로딩 효과를 제거하는 화학 기계적 평탄화 공정이 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 CMP 동안 폴리싱 속도의 비균일성을 작게하거나 제거하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

웨이퍼상에 여러 온도의 영역을 제공하는 것이 반도체 웨이퍼를 폴리싱할때 만날 수 있는 폴리싱의 불규칙한 속도로 인한 문제점을 감소 또는 제거하기 위하여 바람직하게 사용될 수 있다는 것이 발견되었다. 특히, 여기에 기술된 장치는 반도체 웨이퍼의 제 2 부분의 온도에 비해 반도체 웨이퍼의 제 1 부분의 온도를 증가시키기 위한 온도 조절 수단을 포함한다. 온도 조절 수단은 반도체 웨이퍼상에 차별적인 온도 영역을 제공하기 위하여 반도체 웨이퍼의 목표된 부분을 냉각 또는 가열할 수 있다. 반도체 웨이퍼상에 차별적인 온도 영역을 제공함으로써 반도체 웨이퍼를 폴리싱하는 방법이 기술된다.

본 발명은 집적 회로(IC)의 제조에 관한 것이다. 예를 들어 IC는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 다이나믹 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 또는 싱크로노스 DRAM(SDRAM) 같은 메모리 IC를 포함한다. IC는 애플리케이션 스페시픽 IC(ASIC), 머지드 DRAM-논리 회로(내장된 DRAM), 또는 다른 논리 회로같은 여러 회로 형태를 포함한다.

통상적으로, 다수의 IC는 웨이퍼상에 병렬로 형성된다. 공정이 끝난 후, 웨이퍼는 집적 회로를 각각의 칩으로 분리하기 위하여 다이싱된다. 그리고나서 칩은 패키지되어, 컴퓨터 시스템, 셀방식 전화, 개인용 디지탈 어시스탄트(PDA), 및 다른 전자 제품같은 소비자 제품에 사용되는 최종 제품으로 만들어진다.

여기에 기술된 본 발명의 일실시예는 CMP에 적용될 반도체 웨이퍼상에 차별적인 온도 영역을 제공하는 것을 포함한다. 본 발명은 웨이퍼 온도가 폴리싱 속도에 영향을 미치는 것뿐 아니라, 폴리싱 속도의 목표된 변화가 CMP 균일성 개선시 실제적으로 값어치 있도록 웨이퍼내에서 온도 변화가 비율적으로 달성될 수 있다는 것을 바탕으로 한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 화학 기계적 폴리싱 장치는 웨이퍼(10)를 고정시키기 위한 웨이퍼 캐리어(15)를 포함한다. 모터(17)는 캐리어(15)를 회전시키기 위하여 사용된다. 폴리싱 패드(35)를 지지하는 폴리싱 플래튼(30)은 모터(37)에 의해 회전될 수 있다. 폴리싱 슬러리는 도관(40)을 통하여 폴리싱 패드(35)에 제공된다. 웨이퍼(10)는 일정한 압력으로 폴리싱 패드(35) 쪽으로 눌려진다. 사용될 슬러리 구성물, 회전 속도 및 압축 양은 당업자의 이해 범위 내에 있다.

여기에 기술된 본 발명을 수행하기 위하여, 가열 또는 냉각이 온도 제어기에 의해 웨이퍼 캐리어(15) 일부분에 인가된다. 열이 웨이퍼 캐리어 일부분에 인가되는 경우, 만약 웨이퍼 캐리어의 물리적 압박이 적용되고 가열 온도가 주의 깊게 제어되면 임의의 형태의 통상적인 가열기가 사용될 수 있다. 그래서, 가열은 예를 들어 저항 가열기, 유도성 가열기, 또는 방사선 가열기에 의해, 또는 광 에너지(예를 들어, 레이저) 또는 RF 에너지에 노출함으로써, 또는 가스, 액체 또는 양쪽 모두를 포함하는 가열된 유체와 캐리어를 접촉함으로써 및 열전기 가열함으로써 달성될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 저항 가열 와이어를 포함하는 환형 테이프(18, 19)는 국부적인 가열을 제공하기 위하여 캐리어(15)의 후면 측(16)에 제공될 수 있다.

도 3에 가장 잘 도시된 바와 같이, 일단 가열기 테이프(18, 19)가 활성화되면, 열은 웨이퍼 캐리어(15)를 통하여 전도되고 차별적인 가열이 웨이퍼(10)에서 발생될 것이다. 그래서, 예를 들어 웨이퍼(10)의 부분(10a)은 가열 테이프(19)에 의해 영향을 받을 인접 부분(10b) 보다 더 차가울 것이다. 유사하게, 웨이퍼(10)의 부분(10b)은 가열 엘리먼트(18, 19) 어느 쪽에 의해 실질적으로 영향을 받지않는 인접한 부분(10c)과 비교하여 비교적 따뜻할 것이다. 가열 테이프(18)의 효과로 인해, 부분(10d)은 부분(10c 또는 10e)의 어느 쪽 보다 비교적 높은 온도에서 유지될 것이다.

엘리먼트(18, 19)의 가열 용량은 동일할 필요는 없다는 것이 이해될 것이다. 오히려, 부분(10b 및 10d)은 다른 열 출력을 가지는 히터를 사용함으로써 다른 온도로 가열될 수 있다. 캐리어(15)의 선택된 부분을 가열하는 대신, 온도 제어기는 웨이퍼의 일부를 냉각하기 위하여 사용될 수 있다는 것이 구상될 수 있다. 냉각 엘리먼트는 캐리어의 영역을 냉각시켜 웨이퍼(10) 부분을 냉각시키기 위하여 상기된 가열 엘리먼트와 같은 방식으로 사용될 수 있다. 예를 들어 열전기 냉각기같은 임의의 통상적인 냉각 메카니즘은 사용할 수 있다. 그러나 바람직한 냉각 메카니즘은 하나 이상의 도관(도시되지 않음)에 직접적으로 또는 상기 도관 내에 냉각 유체를 가지는 캐리어(15)의 후면 측(16)과 접촉시키는 것이다. 다른 실시예에서, 웨이퍼(10)의 한 부분은 온도 조절 제어기에 의해 가열되고 다른 부분은 동시에 냉각된다.

도 4에 도시된 다른 실시예에서, 균일한 가열 또는 냉각은 웨이퍼 캐리어(115)에 적용되고 열 전달 변화도를 가지는 백킹 필름(120)은 웨이퍼(110) 및 웨이퍼 캐리어(115) 사이에 삽입된다. 적당한 백킹 필름(120)은 비교적 높은 열 전달성의 적어도 하나의 영역 및 낮은 열 전달성의 적어도 하나의 영역을 포함할 것이다. 상기 열 전달 변화도를 가지는 백킹 필름을 제공함으로써, 보다 큰 폴리싱 균일성이 달성될 수 있다. 열 전달 변화도는 다수의 방식으로 백킹 필름에 부가된다. 예를 들어, 백킹 필름이 합성 중합체 재료로 만들어지는 경우, 중합체의 특성(예를들어, 결정성, 밀도, 등) 또는 성질은 백킹 필름의 여러 영역에서 변화될 수 있다. 선택적으로, 열 전달 변화도는 백킹 필름의 여러 섹션에서 다양한 다공성 정도를 제공함으로써 달성될 수 있다. 다른 실시예에서, 열 전달 변화도는 백킹 필름의 주어진 영역에서 높은 열 전달 계수를 가지는 보다 많은 미립자 충전제 및 다른 영역에서보다 적은 충전제를 통합함으로써 백킹 필름내에서 달성될 수 있다.

논의된 바와 같이, 폴리싱 속도의 비균일성은 폴리싱 장치 및 기판에 의해 형성된다. 그러나, 웨이퍼의 여러 지역에서 온도를 제어하기 위한 능력은 사용자가 웨이퍼를 가로질러 더욱 균일한 폴리싱 속도를 유발하기 위하여 여러 지역에서 폴리싱 속도를 조절하게 한다. 예를 들어, 더욱 느린 폴리싱 속도를 가지는 웨이퍼의 지역은 폴리싱 속도를 증가시키기 위하여 더욱 높은 온도로 가열된다. 통상적으로, 웨이퍼의 에지는 웨이퍼의 중앙보다 빠른 폴리싱 속도를 가진다. 상기와 같이, 웨이퍼의 중심은 그것이 에지의 폴리싱 속도와 같도록 폴리싱 속도를 증가시키기 위하여 가열된다. 선택적으로, 더욱 느린 폴리싱 속도를 가지는 지역은 가열하고 보다 높은 폴리싱 속도를 가지는 지역은 냉각하는 것을 조화시키는 것은 웨이퍼를 가로질러 더욱 균일한 폴리싱 속도를 제공하는데 효과적이다.

CMP 동안 사용된 온도는 반도체 웨이퍼에 포함된 재료, 웨이퍼의 직경 및 두께, 사용된 슬러리의 성질과 양 및 웨이퍼 캐리어 및 폴리싱 플레이트가 회전되는 속도를 포함하는 다수의 인자를 바탕으로 한다. 그러나 일반적으로 웨이퍼 부분은 30 내지 80 도 범위의 온도로 가열되거나 20 내지 -20 도 범위의 온도로 냉각된다. 바람직하게, 웨이퍼의 따뜻한 부분 및 웨이퍼의 냉각 부분 사이의 차는 1 내지 40 ℃이다. 부가적으로, 온도 차는 웨이퍼의 따뜻한 부분 및 냉각 부분 경계를 적당하게 한정하여 인접한 부분의 폴리싱 속도를 정밀하게 제어하기 위하여 충분히 작은 비율로 제공될 수 있다. 이런 방식에서, 균일한 폴리싱 속도는 다른 구조 및/또는 구성물에 대하여 통상적인 방식으로 달성될 수 있다.

비록 본 발명이 특정 예로 기술하였지만, 많은 변화 및 변형이 가능하고 상기된 설명을 읽은 후 당업자에게 명백하게 될 것이다. 예를 들어, 여기에 기술된 실시예는 환형 가열 엘리먼트(18, 19)를 도시하지만, 임의의 구조 모양을 사용하는 것이 고안될 수 있다. 그러므로 본 발명이 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 실행될 수 있다는 것이 이해된다.

발명의 효과

본 발명에 따라 CMP 동안 폴리싱 속도의 비균일성이 작게 되거나 제거되어 로딩 효과가 개선된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

반도체 웨이퍼를 폴리싱하기 위한 방법으로서,

제 1 부분 및 제 2 부분을 가지는 웨이퍼를 제공하는 단계 - 상기 제 1 부분은 제 2 부분보다 온도가 더 높음 -; 및

회전 폴리싱 패드와 웨이퍼를 접촉시키는 단계를 포함하고,

상기 웨이퍼를 제공하는 단계는,

웨이퍼 캐리어 내에 웨이퍼를 고정(holding)시키고 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분을 가열하는 단계,

상기 웨이퍼와 상기 웨이퍼 캐리어 사이에 백킹 필름(backing film)을 삽입하는 단계 - 상기 백킹 필름은 제 1 부분 및 제 2 부분을 가지며, 상기 제 1 부분은 상기 제 2 부분의 열 전달 속도와는 다른 열 전달 속도를 가짐 -, 및

상기 웨이퍼 캐리어의 온도를 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼를 제공하는 단계는 웨이퍼 캐리어 내에 웨이퍼를 고정시키고 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분을 냉각시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼를 제공하는 단계는 상기 웨이퍼 캐리어 내에 웨이퍼를 고정시키고 상기 웨이퍼 캐리어의 제 1 부분을 가열시킴과 동시에 상기 웨이퍼 캐리어의 제 2 부분을 냉각시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 5.

제 3 항에 있어서, 상기 웨이퍼를 제공하는 단계는 냉각 유체(cooling fluid)와 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분을 접촉시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼를 제공하는 단계는 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분에 레이저 에너지를 조사하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 7.

삭제

청구항 8.

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 캐리어의 온도 조절 단계는 상기 웨이퍼 캐리어를 가열시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 부분은 원형 모양이고 상기 제 2 부분은 제 1 부분의 바깥쪽 원주에 배치되는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 부분은 원형 모양이고 제 1 부분은 제 2 부분의 바깥쪽 원주에 배치되는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 방법.

청구항 11.

반도체 웨이퍼를 폴리싱하기 위한 장치로서,

반도체 웨이퍼를 고정시키기 위하여 제공된 웨이퍼 캐리어;

상기 웨이퍼와 상기 웨이퍼 캐리어 사이에 삽입되는 백킹 필름 - 상기 백킹 필름은 제 1 부분 및 제 2 부분을 가지며, 상기 제 1 부분은 상기 제 2 부분의 열 전달 속도와는 다른 열 전달 속도를 가짐 -;

상기 웨이퍼 캐리어에 의해 고정된 웨이퍼가 제 1 온도의 제 1 부분 및 상기 제 1 온도보다 낮은 제 2 온도의 제 2 부분을 가지도록, 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분의 온도를 변화시키기 위한 온도 조절 제어기; 및

상기 웨이퍼 캐리어에 의해 고정된 웨이퍼와 접촉하도록 배치된 회전 폴리싱 패드를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 12.

제 11 항에 있어서, 상기 온도 조절 제어기는 웨이퍼 캐리어의 일부분을 가열시키는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 온도 조절 제어기는 저항 가열기를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 14.

제 11 항에 있어서, 상기 온도 조절 제어기는 상기 웨이퍼 캐리어의 일부분을 냉각시키는 것을 특징으로 하는 반도체 웨이퍼 폴리싱 장치.

청구항 15.

반도체 웨이퍼를 폴리싱하기 위한 백킹 필름으로서,

제 1 열 전달 계수를 가지는 제 1 부분; 및

제 2 열 전달 계수를 가지는 제 2 부분을 포함하고,

상기 제 1 열 전달 계수는 상기 제 2 열 전달 계수보다 큰 것을 특징으로 하는 백킹 필름.

청구항 16.

제 15 항에 있어서, 적어도 제 2 부분은 미립자 충전제를 포함하는 것을 특징으로 하는 백킹 필름.

청구항 17.

제 15 항에 있어서, 적어도 제 1 부분은 작은 구멍을 포함하는 것을 특징으로 하는 백킹 필름.

청구항 18.

폴리싱 공정을 포함하는 집적 회로를 제조하기 위한 방법으로서,

적어도 제 1 및 제 2 부분을 포함하는 반도체 웨이퍼를 제공하는 단계 - 상기 제 1 부분은 상기 제 1 부분보다 느린 폴리싱 속도를 가짐 -;

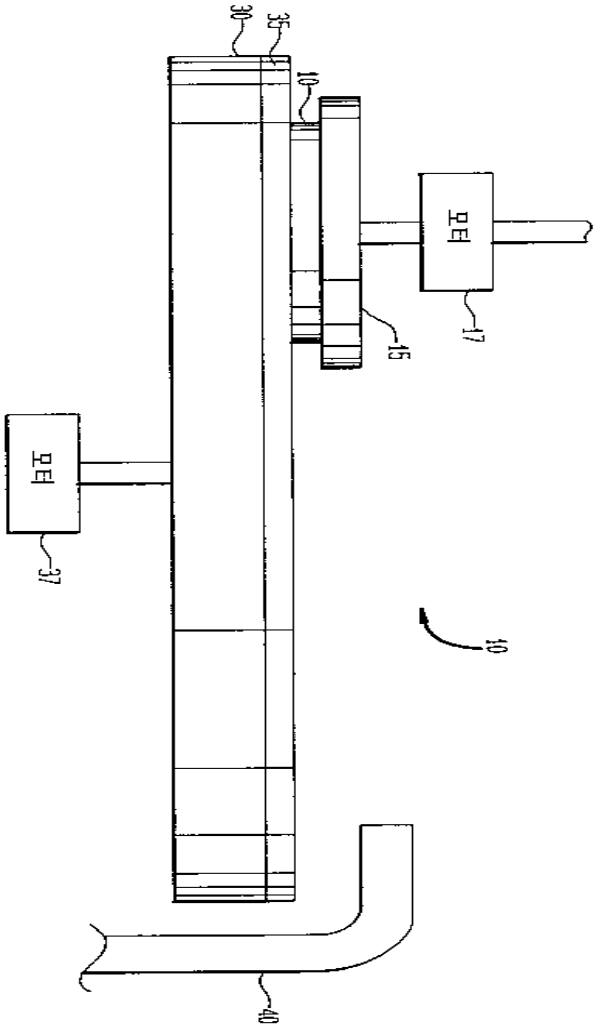
상기 웨이퍼와 웨이퍼 캐리어 사이에 백킹 필름을 삽입하는 단계 - 상기 백킹 필름은 제 1 부분 및 제 2 부분을 가지며, 상기 제 1 부분은 상기 제 2 부분의 열 전달 속도와는 다른 열 전달 속도를 가짐 -;

상기 웨이퍼 캐리어의 온도를 조절하는 단계; 및

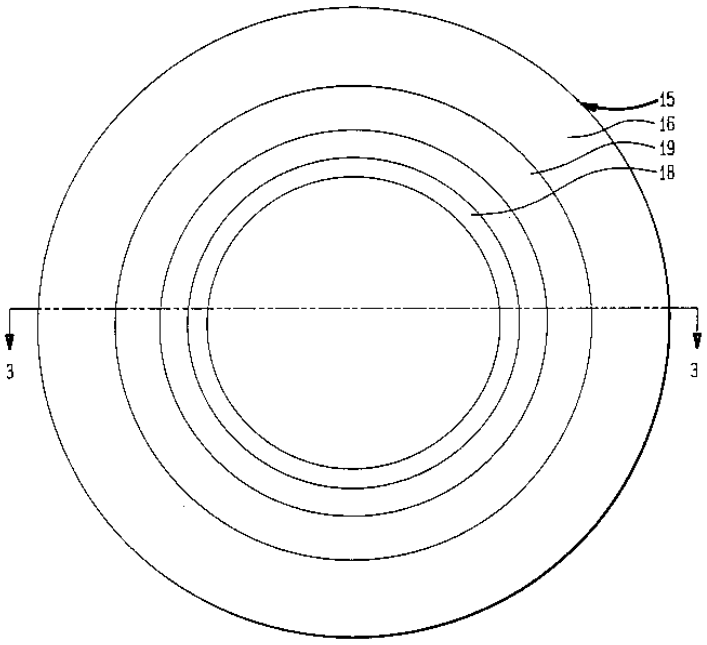
상기 제 2 부분의 폴리싱 속도에 비해 상기 제 1 부분의 폴리싱 속도를 증가시키기 위하여 상기 웨이퍼의 제 1 부분의 온도를 증가시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

도면

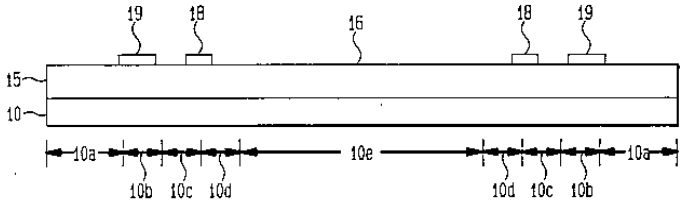
도면1



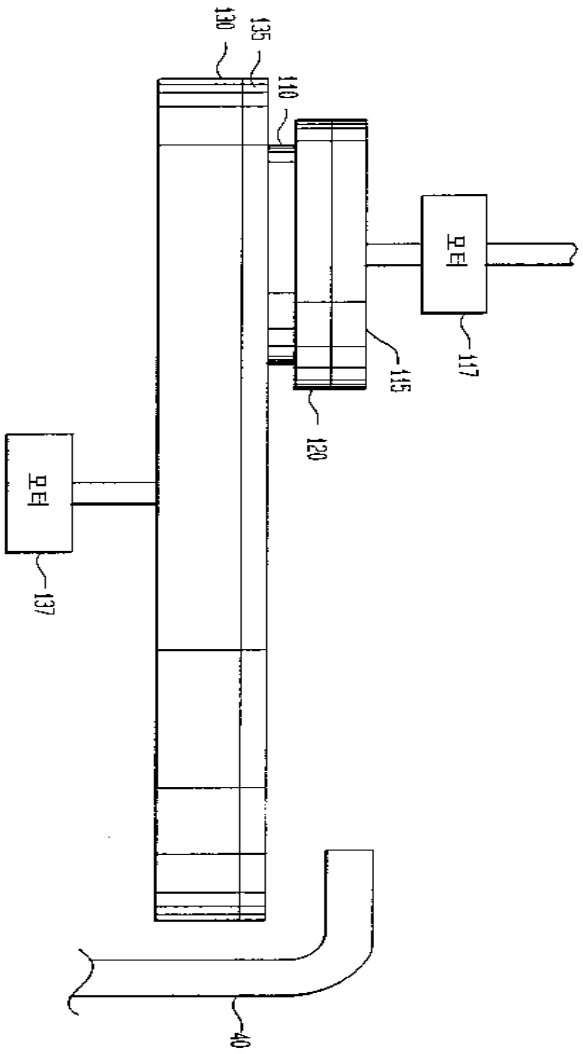
도면2



도면3


19
18
16
18
19
15
10
10a
10b
10c
10d
10e
10d
10c
10b
10a

도면4


130
135
110
모터
117
115
120
모터
137
40