



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01L 21/304 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년11월24일 10-0648564 2006년11월15일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2000-0015683 2000년03월28일 2005년03월15일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2001-0014634 2001년02월26일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 99-191057 1999년07월05일 일본(JP)

(73) 특허권자 후지쯔 가부시끼가이샤
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라꾸 가미고다나카 4초메 1-1

(72) 발명자 오바다까유키
일본가나가와켄요코하마시도즈까꾸요시다쵸292반지가부시끼가이샤한
도파이센단테크놀로지스내

(74) 대리인 장수길
안국찬
주성민
구영창

(56) 선행기술조사문헌
jp10-321567a * jp08-210833 *
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 송현정

전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법

(57) 요약

본 발명은 미세 구조물 또는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 얻는 것을 목적으로 한다.

피연마 구조체인 미세 구조물이나 광학 구조물의 상하 및 피연마 구조체인 미세 구조물이나 광학 구조물과 접촉하는 위치에 설치한 적어도 1개 이상의 탄성과 검출 소자에 의해 연마 과정에서 발생하는 탄성파를 모니터링하고, 화학적 기계적 연마 종점 및 균일 화학적 기계적 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 및 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마를 행하도록 구성되어 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 2.

적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 3.

적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건 및 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 상기 피연마 구조체의 평탄화 처리를 실행하는 동시에, 상기 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 4.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 탄성파인 AE파를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자로서의 제1 탐침 및 제2 탐침을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 상기 AE파를 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침으로 각각 관측하고, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침으로 관측된 상기 AE파의 고유 스펙트럼을 해석하여 상기 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴에 있어서의 사상 규모 및/또는 사상 형태를 판별하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 피연마 구조체가 구조가 일정한 고체인 경우, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터 지연 시간을 각각 측정하는 동시에, 상기 지연 시간을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 7.

제4항에 있어서, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침의 각각은 상기 AE파를 수신하여 전기 신호로 변환하는 압전 소자를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 8.

피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된(상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사함) 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 9.

적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마 종점을 설정하여 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 10.

적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건 및 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 상기 피연마 구조체의 평탄화 처리를 실행하는 동시에 상기 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 11.

제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하는 상기 초음파 발신 소자와 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자를 구비한 제3 탐침과,

상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자로서의 제4 탐침을 구비하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 12.

제11항에 있어서, 원자 레벨 또는 원자군 레벨에서의 화학적 기계적 연마 과정에서 발생하는 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 상기 제3 탐침의 상기 초음파 발신 소자가 생성·출력하는 초음파인 기준 펄스를 조사하고, 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위로부터의 상기 포논 에코를 상기 탄성과 검출 소자에 의해 검출하고, 상기 검출한 상기 포논 에코를 기초로 화학적 기계적 연마 상태를 관측하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 13.

제11항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 상기 포논 에코를 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침으로 각각 관측하고, 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침으로 관측된 상기 포논 에코의 고유 스펙트럼을 해석하여 상기 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴에 있어서의 사상 규모 및/또는 사상 형태를 판별하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 14.

제11항에 있어서, 상기 피연마 구조체가 구조가 일정한 고체인 경우, 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터 지연 시간을 각각 측정하는 동시에, 상기 지연 시간을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인하도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 15.

제11항에 있어서, 상기 제3 탐침이 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하는 초음파 발신 소자로서의 압전 소자와 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 상기 포논 에코를 수신하여 전기 신호로 변환하는 상기 초음파 발신 소자와 일체 또는 별개의 개체인 압전 소자를 구비하고,

상기 제4 탐침이 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 상기 포논 에코를 수신하여 전기 신호로 변환하는 압전 소자를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 16.

제1항 내지 제3항 또는 제8항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄성과 검출 소자는 상기 탄성파를 수신하여 전기 신호로 변환하는 티탄산 바륨 또는 폴리불화비닐리덴을 주성분으로 하는 압전 소자를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치.

청구항 17.

피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

청구항 18.

피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하고, 상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고, 상기 탄성파가 갖는 고유 주파수의 변화의 차이 및 주파수 특성, 또는 상기 탄성파의 강도의 차이를 기초로, 한 쪽 연마 부위로부터의 탄성과 특성을 다른 쪽 연마 부위로부터의 탄성과 특성과 일치하도록 상기 화학적 기계적 연마 조건을 제어하여 일정한 연마를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

청구항 19.

피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하고, 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고, 상기 피연마 구조체에 대한 부하량을 포함하는 기계적 연마 요인, 및 온도 그리고 슬러리를 포함하는 화학적 연마 요인을 제어하여 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하여 얻은 화학적 기계적 연마 속도의 차이를 보정하여 일정한 연마를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

청구항 20.

피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

청구항 21.

피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 탄성파가 갖는 고유 주파수의 변화의 차이 및 주파수 특성, 또는 상기 탄성파의 강도의 차이를 기초로, 한 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성을 다른 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성과 일치하도록 상기 화학적 기계적 연마 조건을 제어하여 일정한 연마를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

청구항 22.

피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 피연마 구조체에 대한 부하량을 포함하는 기계적 연마 요인, 및 온도 그리고 슬러리를 포함하는 화학적 연마 요인을 제어하여 상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하여 얻은 화학적 기계적 연마 속도의 차이를 보정하여 일정한 연마를 실행하는 것을 특징으로 하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 초평탄화·고정밀도 제어 연마 기술에 관한 것으로, 특히 반도체 소자나 마이크로 장치 등의 미세 구조물 또는 불화 칼슘(CaF_2) 등의 광학 재료를 재료로 하는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 이와 같은 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마(CMP: Chemical Mechanical Polish) 처리를 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법에 관한 것이다.

도8은 종래의 일반적인 화학적 기계 연마 장치의 동작 설명도이다. 도8을 참조하면, 종래의 일반적인 화학적 기계 연마 장치(종래 기술)는 반도체 소자나 마이크로 장치 등의 미세 구조물 또는 불화 칼슘(CaF_2) 등의 광학 재료를 재료로 하는 광학 구조물의 평탄화 및 임의의 경계까지의 화학적 기계적 연마(CMP)를 행하는 장치로서, 헤드(83)에 장착된 실리콘 웨이퍼(85)의 연마 표면을 임의의 가중(86)으로 패드(82)에 접촉시킨 상태에서 지립이 혼재된 약액(84)을 테이블(81) 상으로 소정량 흘려보내면서 헤드(83)를 자전시키는 동시에 테이블(81)을 공전시켜 임의의 화학적 기계적 연마를 실행하고 있었다.

공업적 및 기능적 관점으로부터, 반도체 소자나 마이크로 장치 등의 미세 구조물 또는 불화 칼슘(CaF_2) 등의 광학 재료를 재료로 하는 광학 구조물의 미세화는 현저하고, 최근 미크론(μm : 100만분의 1미터) 규격으로부터 나노미터(nm : 10억분의 1미터) 규격의 설계 규칙이 적용되기 시작하고 있다. 예를 들어, 반도체 소자에 관해서는 「반도체 기술 요구 조건에 대한 국내 기술 지침서」 1997년도판, SIA 발행(The National Technology Roadmap for Semiconductors Technology Needs, SIA, 1997 edition)에 이와 같은 화학적 기계적 연마 기술이 소개되어 있다.

도9는 반도체의 층간 절연막의 평탄화를 위한 연마 과정을 도시한 소자 단면도이고, 도10은 반도체의 금속막을 화학적 기계적 연마 및 평탄화하여 매립 배선을 작성하는 처리 과정을 도시한 소자 단면도이다. 전술한 바와 같이, 미크론 규격으로부터 나노미터 규격의 설계 규칙이 적용되는 반도체 소자에서는 배선이 고밀도로 구성되고, 도9에 도시한 바와 같이 실리콘 기판(94) 상의 산화 실리콘막(93) 상에 적층된 알루미늄 배선(91)을 매립하도록 형성되어 있는 산화 실리콘막(92)에 대하여 화학적 기계적 연마(CMP)를 실행하여, 도9에 도시한 바와 같은 평탄화(도면에서는 Polished-off로 표기)를 행하는 기술이 요구되고 있다.

마찬가지로, 마이크론 규격으로부터 나노미터 규격의 설계 규칙이 적용되는 반도체 소자에서는 배선이 고밀도로 구성되고, 도10에 도시한 바와 같은 TiN/Ti막(101)과 텅스텐 CVD막(102)(화학적 기상 성장 박막 형성으로 작성된 박막)으로 이루어진 배선에 대하여 화학적 기계적 연마(CMP)를 이용하여 실리콘 기판(104) 상의 산화 실리콘막(103)에의 매립 배선을 형성하기 위해, 초평탄화와 고속 연마 기술이 요구되고 있다.

마찬가지로, 마이크로 장치에서는 상기 반도체 소자에 요구되는 기술 요구에 부가하여 또한 높은 설계 정밀도의 가공 기술이 요구되고 있다. 또, 광학 재료에서도 마찬가지로 결정 방위면 또는 결정 결함에 대한 원자 레벨의 정밀도 가공 기술이 요구되고 있다.

이와 같은 기술 배경에 근거하여, 종래의 평탄화 처리에서는 화학적 기계적 연마후의 상태에서부터 산출한 화학적 기계적 연마 시간(CMP 시간), 또는 「그 부분」의 관찰에 기초한 막두께 측정의 측정치로부터 산출한 화학적 기계적 연마 시간을 이용하고 있었다. 한편, 종래의 금속 매립에서는 화학적 기계적 연마 과정에서 예를 들어 금속으로부터 절연막 연마로 바뀔 때 발생하는 마찰력 변화나 진동 변화를 도8에 도시한 바와 같은 화학적 기계적 연마 장치의 헤드(83)나 테이블(81)의 테이블축의 회전 왜곡 변화로서 모니터링하여 생성한 화학적 기계적 연마 시간을 이용하고 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 종래 기술에는 이하에 제시하는 문제점이 있었다. 우선, 제1 문제점은 제품에 기여하지 않는 실리콘 웨이퍼(85)가 소비되고, 동시에 생산에 착수하기까지 시간이 낭비되는 점이다. 그 이유는, 패드(82)의 교환이나 약액(84)의 교환을 행하면 이에 수반하여 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)가 변화되어 버리고, 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)의 안정화를 피하여 설정 연마량을 알기 위해서는 실제로 화학적 기계적 연마를 반복하여 그 때의 화학적 기계적 연마 상태를 확인하고, 확인 결과의 화학적 기계적 연마 처리로의 피드백을 소망하는 상태로 되기까지 계속하는 작업 공정이 필요해지기 때문이다.

그리고, 제2 문제점은 미세한 연마 변화나 기판면 내에서의 연마 분포가 발생해도, 이를 그 부위에서 보정하는 것이 곤란하여 화학적 기계적 연마의 정밀도의 저하를 초래하는 점이다. 그 이유는, 화학적 기계적 연마 상태를 알기 위해서 참조하는 회전 왜곡의 원신호는 헤드(83)나 테이블(81)을 개재하여 전달되므로, 회전 왜곡의 원신호가 평균화 또는 변형(구체적으로는 평균화)되어 검출 부위에서 관측되기 때문이다.

본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해소하기 위해 이루어진 것으로, 미세 구조물 또는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 얻는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성

본 발명의 청구항 1에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 2에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마 종점을 설정하여 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 3에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건 및 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 상기 피연마 구조체의 평탄화 처리를 실행하는 동시에, 상기 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 4에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 1항 내지 3항 중 어느 한 항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 탄성파인 AE파를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자로서의 제1 탐침 및 제2 탐침을 구비한다.

본 발명의 청구항 5에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 4항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 상기 AE파를 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침으로 각각 관측하고, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침으로 관측된 상기 AE파의 고유 스펙트럼을 해석하여 상기 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴에 있어서의 사상 규모 및/또는 사상 형태를 판별하도록 구성되어 있다.

본 발명의 청구항 6에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 4항 또는 청구항 5항에 있어서, 상기 피연마 구조체가 구조가 일정한 교체인 경우, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터 지연 시간을 각각 측정하는 동시에, 상기 지연 시간을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인하도록 구성되어 있다.

본 발명의 청구항 7에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 4항 내지 청구항 6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 탐침 및 상기 제2 탐침의 각각은 상기 AE파를 수신하여 전기 신호로 변환하는 압전 소자를 구비하고 있다.

본 발명의 청구항 8에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 (상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사함) 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 9에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 10에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 적층 구조의 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자와,

상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자와,

상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 상기 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하는 수단과,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건 및 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 상기 피연마 구조체의 평탄화 처리를 실행하는 동시에 상기 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 실행하는 수단을 구비한다.

본 발명의 청구항 11에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 8항 내지 청구항 10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하는 상기 초음파 발신 소자와 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자를 구비한 제3 탐침과,

상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 검출하는 상기 탄성과 검출 소자로서의 제4 탐침을 구비한다.

본 발명의 청구항 12에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 11항에 있어서, 원자 레벨 또는 원자군 레벨에서의 화학적 기계적 연마 과정에서 발생하는 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 상기 제3 탐침의 상기 초음파 발신 소자가 생성·출력하는 초음파인 기준 펄스를 조사하고, 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위로부터의 상기 포논 에코를 상기 탄성과 검출 소자에 의해 검출하고, 상기 검출한 상기 포논 에코를 기초로 화학적 기계적 연마 상태를 관측하도록 구성되어 있다.

본 발명의 청구항 13에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 11항 또는 청구항 12항에 있어서, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 상기 포논 에코를 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침으로 각각 관측하고, 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침으로 관측된 상기 포논 에코의 고유 스펙트럼을 해석하여 상기 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴에 있어서의 사상 규모 및/또는 사상 형태를 판별하도록 구성되어 있다.

본 발명의 청구항 14에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 11항 내지 청구항 13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피연마 구조체가 구조가 일정한 고체인 경우, 상기 제3 탐침 및 상기 제4 탐침의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터 지연 시간을 각각 측정하는 동시에, 상기 지연 시간을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인하도록 구성되어 있다.

본 발명의 청구항 15에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 11항 내지 청구항 14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제3 탐침이 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하는 초음파 발신 소자로서의 압전 소자와 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 상기 포논 에코를 수신하여 전기 신호로 변환하는 상기 초음파 발신 소자와 일체 또는 별개체인 압전 소자를 구비하고,

상기 제4 탐침이 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 상기 포논 에코를 수신하여 전기 신호로 변환하는 압전 소자를 구비하고 있다.

본 발명의 청구항 16에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치는 청구항 1항 내지 청구항 15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄성과 검출 소자는 상기 탄성파를 수신하여 전기 신호로 변환하는 티탄산 바륨 또는 폴리불화비닐리덴을 주성분으로 하는 압전 소자를 구비하고 있다.

본 발명의 청구항 17에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 2개 이상의 탄성과 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행한다.

본 발명의 청구항 18에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성과 검출 소자를 이용하고, 상기 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에

기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고, 상기 탄성파가 갖는 고유 주파수의 변화의 차이 및 주파수 특성, 또는 상기 탄성파의 강도의 차이를 기초로, 한 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성을 다른 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성과 일치하도록 상기 화학적 기계적 연마 조건을 제어하여 일정한 연마를 실행한다.

본 발명의 청구항 19에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하고, 화학적 기계적 연마 과정에서 화학적 기계적 연마 파괴에 기인하여 발생하는 탄성파를 상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고, 상기 피연마 구조체에 대한 부하량을 포함하는 기계적 연마 요인, 및 온도 그리고 슬러리를 포함하는 화학적 연마 요인을 제어하여 상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하여 얻은 화학적 기계적 연마 속도의 차이를 보정하여 일정한 연마를 실행한다.

본 발명의 청구항 20에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자의 모니터에 기초하여 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건을 설정하여 상기 피연마 구조체의 구조 표면의 평탄화 처리를 실행한다.

본 발명의 청구항 21에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 탄성파가 갖는 고유 주파수의 변화의 차이 및 주파수 특성, 또는 상기 탄성파의 강도의 차이를 기초로, 한 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성을 다른 쪽 연마 부위로부터의 탄성파 특성과 일치하도록 상기 화학적 기계적 연마 조건을 제어하여 일정한 연마를 실행한다.

본 발명의 청구항 22에 기재된 발명에 관한 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은 피연마 구조체의 화학적 기계적 연마 과정에서 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 초음파 발신 소자로부터 상기 피연마 구조체의 격자 진동 부위에 포논을 조사하여 상기 격자 진동 부위로부터 생성되는 포논 에코를 상기 피연마 구조체와 접촉하는 위치에 배치된 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고,

상기 피연마 구조체에 대한 부하량을 포함하는 기계적 연마 요인, 및 온도 그리고 슬러리를 포함하는 화학적 연마 요인을 제어하여 상기 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하여 얻은 화학적 기계적 연마 속도의 차이를 보정하여 일정한 연마를 실행한다.

이하에 제시하는 각 실시 형태의 특징은, 피연마 구조체인 미세 구조물이나 광학 구조물과 접촉하는 위치 또는 상기 피연마 구조체(미세 구조물이나 광학 구조물)의 상하에 2개 이상의 탄성파 검출 소자를 배치하고, 상기 화학적 기계적 연마(CMP: Chemical Mechanical Polish) 과정에서 발생하는 탄성파를 상기 탄성파 검출 소자를 이용하여 모니터링하고, 상기 화학적 기계적 연마가 균일 연마로 되는 화학적 기계적 연마 조건 또는 상기 화학적 기계적 연마 중점을 설정하여 상기 피연마 구조체(미세 구조물이나 광학 구조물)의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 행하도록 구성함으로써, 미세 구조물 또는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마 처리를 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있는 점에 있다.

이하, 본 발명의 실시 형태를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 또, 각 도면에 있어서 동일 구성 요소에는 동일 부호를 부여하고 있다.

<제1 실시 형태>

이하, 본 발명의 제1 실시 형태를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 도1은 AE와 검출을 이용한 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10) 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도이다. 도1에 있어서, 도면 부호 10은 초평

탄화·고정밀도 제어 연마 장치, 11은 제1 탐침(탄성과 검출 소자), 12는 제2 탐침(탄성과 검출 소자), 141, 142는 탄성파로서의 AE(어코스트릭 에미션(Acoustic Emission: AE)파), 15는 헤드, 16은 테이블, 17은 웨이퍼(피연마 구조체), t_1 , t_2 는 지연 시간이다.

도1을 참조하면, 본 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)는 도8에 도시한 화학적 기계 연마 장치와 동일한 기본 구조에 부가하여, 헤드(15) 부분에 배치된 복수개의 탄성과 검출 소자를 테이블(16) 상의 웨이퍼(17)(피연마 구조체)에 접촉시켜 배치, 즉 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)을 웨이퍼(17)(피연마 구조체)에 접촉시켜 배치하도록 구성되어 있는 점에 특징을 갖고 있다.

다음에, 도면에 기초하여 제1 실시 형태의 동작을 설명한다. 도1을 참조하면, 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 AE파(141, 142)(탄성파)는 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)으로 각각 관측된다. 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴(CMP 파괴)에 있어서의 사상 규모나 사상 형태는 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)으로 관측된 AE파(141, 142)(탄성파)의 고유 스펙트럼에 반영되므로, 상기 AE파(141, 142)(탄성파)의 고유 스펙트럼을 해석하여 사상을 판별하고 있다.

구조가 일정한 고체(탄성체, 본 실시 형태에서는 웨이퍼(17)(피연마 구조체))를 전파하는 AE파(141, 142)(탄성파)의 전달 속도는 일정하므로, 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터의 지연 시간(t_1 , t_2)을 측정하고, 상기 지연 시간(t_1 , t_2)을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인한다.

<제2 실시 형태>

이하, 본 발명의 제2 실시 형태를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 도2는 포논 에코를 이용한 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10) 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도이다. 도2에 있어서, 도면 부호 10은 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치, 15는 헤드, 16은 테이블, 17은 웨이퍼(피연마 구조체), 20은 기준 펄스(초음파), 21은 제3 탐침(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자), 22는 제4 탐침(탄성과 검출 소자), 241, 242는 탄성파로서의 포논 에코, t_3 , t_4 는 지연 시간이다.

도2를 참조하면, 본 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법은, 원자 레벨 또는 원자군 레벨에서의 화학적 기계적 연마 과정에서는 고체(탄성체)의 격자 진동(포논)이 발생하는 물리 현상을 응용하고, 상기 고체(탄성체)의 격자 진동(포논) 부위에 초음파를 조사하여 상기 고체(탄성체)의 격자 진동(포논) 부위로부터의 포논 에코를 검출하고, 상기 검출한 포논 에코를 기초로 화학적 기계적 연마 상태, 즉 물질 상태를 관측하는 점에 특징을 갖고 있다.

이에 따라, 본 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 실행하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)는 도8에 도시한 화학적 기계 연마 장치와 동일한 기본 구조에 부가하여, 헤드(15) 부분에 배치된 제3 탐침(21) 및 제4 탐침(22)을 테이블(16) 상의 웨이퍼(17)(피연마 구조체)에 접촉시켜 배치, 즉 탄성과 검출 소자와 초음파 발신 소자를 겸하는 제3 탐침(21) 및 탄성과 검출 소자로서의 제4 탐침(22)을 웨이퍼(17)(피연마 구조체)에 접촉시켜 배치하도록 구성되고, 원자 레벨 또는 원자군 레벨에서의 화학적 기계적 연마 과정에서 발생하는 웨이퍼(17)(피연마 구조체)의 격자 진동(포논) 부위에 제3 탐침(21)의 초음파 발신 소자에 의해 기준 펄스(20)(초음파)를 조사하여, 상기 웨이퍼(17)(피연마 구조체)의 격자 진동(포논) 부위로부터의 포논 에코(241, 242)(탄성파)를 검출하고, 상기 검출한 포논 에코(241, 242)(탄성파)를 기초로 화학적 기계적 연마 상태, 즉 물질 상태를 관측하도록 구성되어 있다.

다음에, 도면에 기초하여 제2 실시 형태의 동작을 설명한다. 도2를 참조하면, 우선 화학적 기계적 연마 부위로부터 발생한 포논 에코(241, 242)(탄성파)는 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)으로 각각 관측된다. 화학적 기계적 연마에 기인하여 발생하는 파괴(CMP 파괴)에 있어서의 사상 규모나 사상 형태는 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)으로 관측된 포논 에코(241, 242)(탄성파)의 고유 스펙트럼에 반영되므로, 상기 포논 에코(241, 242)(탄성파)의 고유 스펙트럼을 해석하여 사상을 판별하고 있다.

구조가 일정한 고체(탄성체)를 전파하는 포논 에코(241, 242)(탄성파)의 전달 속도는 일정하므로, 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터의 지연 시간(t_3 , t_4)을 측정하고, 상기 지연 시간(t_3 , t_4)을 기초로 상기 사상의 발생 부위를 확인한다.

<제3 실시 형태>

본 제3 실시 형태는 상기 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 균일 연마를 행하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법에 관한 것이다. 이하, 본 발명의 제3 실시 형태를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도3은 연마 과정에 발생하는 탄성과 강도(E)와 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)(하중(P)에 비례)의 관계를 도시한 그래프이다. 도3에 있어서, 횡축은 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)이고, 종축은 탄성과 강도(E)이다.

제1 실시 형태(도1)의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 균일 연마를 행하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법에서는 웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)의 헤드(15)에 장착하고, 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)을 제1 실시 형태에서 기술한 바와 같은 배열로 설치하여 화학적 기계적 연마를 행한다.

연마 파괴로 발생하는 AE파(141, 142)(탄성과)의 탄성과 강도(E)는 도3에 도시한 바와 같이, 일반적으로 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)(Polishing Rate)에 비례하고, 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)는 화학적 기계적 연마 조건(CMP 조건)의 하나인 하중(P)에 의해 증감한다. 탄성과 강도(E)와 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)의 관계는 수학적 식 1로 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

$$E=f(\text{화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)})$$

여기서, f는 함수를 의미한다. 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)는 하중(P)에 비례($\propto$)한다. 제1 실시 형태에서 기술한 바와 같이, 임의로 발생하여 웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 전파하는 AE파(141, 142)(탄성과)의 전달 속도는 일정하므로, 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터의 지연 시간(t_1, t_2)을 측정하고, 상기 지연 시간(t_1, t_2)을 기초로 상기 사상(AE파(141, 142)(탄성과))의 발생 부위를 확인할 수 있다.

마찬가지로, 제2 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 균일 연마를 행하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법에서는, 우선 웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)의 헤드(15)에 장착하고, 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)을 제2 실시 형태에서 기술한 바와 같은 배열로 설치하여 화학적 기계적 연마를 행한다.

연마 파괴로 발생하는 포논 에코(241, 242)(탄성과)의 탄성과 강도(E)는 도3에 도시한 바와 같이, 일반적으로 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)(Polishing Rate)에 비례하고, 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)는 화학적 기계적 연마 조건(CMP 조건)의 하나인 하중(P)에 의해 증감한다. 탄성과 강도(E)와 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)의 관계는 수학적 식 1로 나타낼 수 있다.

제2 실시 형태에서 기술한 바와 같이, 임의로 발생하여 웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 전파하는 포논 에코(241, 242)(탄성과)의 전달 속도는 일정하므로, 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)의 각각을 이용하여 사상의 발생 시각으로부터의 지연 시간(t_3, t_4)을 측정하고, 상기 지연 시간(t_3, t_4)을 기초로 상기 사상(포논 에코(241, 242)(탄성과))의 발생 부위를 확인할 수 있다.

도4는 면내 균일을 꺾는 제3 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10) 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도이다. 도4에 있어서, 도면 부호 10은 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치, 11은 제1 탐침(탄성과 검출 소자), 12는 제2 탐침(탄성과 검출 소자), 15는 헤드, 16은 테이블, 17은 웨이퍼(피연마 구조체), 21은 제3 탐침(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자), 22는 제4 탐침(탄성과 검출 소자), E_1, E_2 는 탄성과 강도, P_1, P_2 는 하중이다.

여기서는 도4에 E_1, E_2 로 표시한 두 부위를 제1 AE파(탄성과)(탄성과 강도(E_1)) 및 제2 AE파(탄성과)(탄성과 강도(E_2))의 발생 부위로 하고, 동부위에 대응한 헤드(15)의 하중을 각각 하중(P_1) 및 하중(P_2)으로 한다. 또, 그 하중차를 ΔP 로 한다($\Delta P=P_1-P_2$).

균일 연마는 균일 파괴가 발생할 것이 분명하므로, 이 경우 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)는 일치한다. 즉, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도를 ΔE (=탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차, $\Delta E = E_1 - E_2$)라고 한 경우, ΔE (=탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차)=0의 관계가 성립한다. 따라서, 설정하고 있는 하중(P_1)과 하중(P_2)은 일정(하중차(ΔP)도 일정)하게 할 수 있다.

관측한 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차(ΔE)가 음수(탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E < 0$))인 경우는 탄성과 강도(E_1)의 화학적 기계적 연마가 탄성과 강도(E_2)의 화학적 기계적 연마에 비해 낮으므로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E = 0$)의 관계가 성립되기까지 하중차(ΔP)가 커지도록 이 사상을 하중(P_1 또는 P_2)으로 피드백하면, 균일한 화학적 기계적 연마를 달성할 수 있다.

동일한 취지로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차(ΔE)가 양수(탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E > 0$))인 경우는 탄성과 강도(E_1)의 화학적 기계적 연마가 탄성과 강도(E_2)의 화학적 기계적 연마에 비해 높으므로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E = 0$)의 관계가 성립되기까지 하중차(ΔP)가 작아지도록 이 사상을 하중(P_1 또는 P_2)으로 피드백하면, 균일한 화학적 기계적 연마를 달성할 수 있다.

다음에, 도4에 E_1 , E_2 로 표시한 두 부위를 제1 포논 에코(탄성과 강도(E_1)) 및 제2 포논 에코(탄성과 강도(E_2))의 발생 부위로 하고, 동부위에 대응한 헤드(15)의 하중을 각각 하중(P_1) 및 하중(P_2)으로 한다. 또, 그 하중차를 ΔP 로 한다($\Delta P = P_1 - P_2$).

균일 연마는 균일 파괴가 발생할 것이 분명하므로, 이 경우 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)는 일치한다. 즉, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도를 ΔE (=탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차, $\Delta E = E_1 - E_2$)라고 한 경우, ΔE (=탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차)=0의 관계가 성립한다. 따라서, 설정하고 있는 하중(P_1)과 하중(P_2)은 일정(하중차(ΔP)도 일정)하게 할 수 있다.

관측한 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차(ΔE)가 음수(탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E < 0$))인 경우는 탄성과 강도(E_1)의 화학적 기계적 연마가 탄성과 강도(E_2)의 화학적 기계적 연마에 비해 낮으므로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E = 0$)의 관계가 성립되기까지 하중차(ΔP)가 커지도록 이 사상을 하중(P_1 또는 P_2)으로 피드백하면, 균일한 화학적 기계적 연마를 달성할 수 있다.

동일한 취지로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차(ΔE)가 양수(탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E > 0$))인 경우는 탄성과 강도(E_1)의 화학적 기계적 연마가 탄성과 강도(E_2)의 화학적 기계적 연마에 비해 높으므로, 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 강도차($\Delta E = 0$)의 관계가 성립되기까지 하중차(ΔP)가 작아지도록 이 사상을 하중(P_1 또는 P_2)으로 피드백하면, 균일한 화학적 기계적 연마를 달성할 수 있다.

<제4 실시 형태>

본 실시 형태는 상기 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 임의의 계면까지의 균일 연마를 행하는 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법에 관한 것이다. 이하, 본 발명의 제4 실시 형태를 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도5는 금속 적층막의 연마 과정에서 발생하는 이중 금속 계면의 탄성과 변이의 모식도이다. 도5에 있어서, 횡축은 금속 적층막의 두께 혹은 연마 시간을 나타내고, 501은 하층층의 질화티탄 CVD막, 502는 상층층의 텅스텐 CVD막, t_{p1} , t_{p2} , t_{p3} , t_{p4} , t_{p5} , t_{p6} 은 연마 시각이다.

도6은 면내 분포가 있는 이중 금속 계면의 화학적 기계적 연마시에 발생하는 사상 변이를 나타낸 탄성 파형이다. 도6에 있어서, E_1 , E_2 는 다른 부위로부터의 탄성과 강도이고, t_{conv} 는 지연 시간이다.

상기 제1 실시 형태(도1)의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 임의의 계면까지의 균일 연마를 행하는 연마 방법에서는, 예를 들어 도10에 도시한 바와 같이 웨이퍼(17)(피연마 구조체)로서 실리콘 기판(104) 상에 실리콘 산화막(SiO_2)(103)을 패터닝한 표면에 금속막을 적층시킨 것을 대상으로 하여 설명한다. 이하에서는 현재 산업적으로 이용되고 있는 텅스텐 CVD막(502)과 질화티탄 CVD막(501)의 적층막을 예로 해서 설명을 진행한다.

웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)의 헤드(15)에 장착하고, 제1 탐침(11)(탄성과 검출 소자) 및 제2 탐침(12)(탄성과 검출 소자)을 제1 실시 형태에서 기술한 바와 같은 배열로 설치하여 화학적 기계적 연마를 행한다.

화학적 기계적 연마로 발생하는 AE파(탄성과)는 피연마 구조체의 재료(본 실시 형태에서는 금속 재료)의 종류에 따라 다르며, 이 차이는 고유 주파수 또는 탄성과 강도의 강도차로서 알 수 있다.

이 경우, 텅스텐 CVD막(502)으로부터 질화티탄 CVD막(501)으로 화학적 기계적 연마가 진행되면(연마 시작(t_{p1})→연마 시작(t_{p6})), 도5에 도시한 바와 같은 AE파(탄성과)의 변이점이 텅스텐 CVD막(502)/질화티탄 CVD막(501) 경계(연마 시작(t_{p5}))에서 발생한다. 이로부터 두께 방향의 화학적 기계적 연마의 위치를 특정할 수 있다.

텅스텐 CVD막(502)의 막두께나 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)가 웨이퍼(17)(피연마 구조체) 내에서 다른 상태일 때는 화학적 기계적 연마가 질화티탄 CVD막(501)으로 진행되면, 도6에 도시한 바와 같은 사상의 지연, 즉 다른 부위로부터의 탄성과 강도(E_1)와 탄성과 강도(E_2)의 지연(지연 시간(t_{conv}))으로서 관측된다. 이것이 즉 화학적 기계적 연마 분포이다. 이 상태에서 화학적 기계적 연마를 계속하면, 기초 산화막의 파잉 연마나 스크래치 등의 결함이 발생한다.

도7은 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10) 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 이용한 경우에 발생하는 탄성 파형이다. 도7에 있어서, E_1 , E_2 는 다른 부위로부터의 탄성과 강도이고, t_{impr} 은 지연 시간이다. 제1 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치를 이용하여 제1 AE파(탄성과)의 최초 사상의 발생에 의해, 동부위의 예를 들어 하중(P_1)에 의한 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)를 작게 하는 동시에, 제2 AE파(탄성과)의 다른 사상의 발생 부위의 하중(하중(P_2))에 대해서도 상대되는 조작을 행하면, 다른 사상을 발생한 부위의 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)가 증감되므로, 도7에 도시한 바와 같이 사상 지연(지연 시간(t_{impr}))의 단축(지연 시간(t_{impr}) < 지연 시간(t_{conv}))으로서 관측된다.

또, 피연마 구조체의 재료(본 실시 형태에서는 금속 재료) 차로부터 발생하는 사상의 차이는 금속으로부터 절연막에 이르는 과정(예를 들어, 질화티탄 CVD막(501)으로부터 절연막으로서의 실리콘 산화막(SiO_2)에 이르는 과정)에서도 마찬가지로 발생한다. 따라서, 제1 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치를 이용하면, 화학적 기계적 연마의 종점 검출로서 이용할 수 있다.

다음에, 상기 제2 실시 형태(도2)의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)를 이용하여 임의의 계면까지의 균일 연마를 행하는 연마 방법에서는, 예를 들어 도10에 도시한 바와 같이 웨이퍼(17)(피연마 구조체)로서 실리콘 기판(104) 상에 실리콘 산화막(SiO_2)(103)을 패터닝한 표면에 금속막을 적층시킨 것을 대상으로 하여 설명한다. 이하에서는 현재 산업적으로 이용되고 있는 텅스텐 CVD막(502)과 질화티탄 CVD막(501)의 적층막을 예로 해서 설명을 진행한다.

웨이퍼(17)(피연마 구조체)를 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10)의 헤드(15)에 장착하고, 제3 탐침(21)(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자) 및 제4 탐침(22)(탄성과 검출 소자)을 제1 실시 형태에서 기술한 바와 같은 배열로 설치하여 화학적 기계적 연마를 행한다.

화학적 기계적 연마로 발생하는 포논 에코(탄성과)는 피연마 구조체의 재료(본 실시 형태에서는 금속 재료)의 종류에 따라 다르며, 이 차이는 고유 주파수 또는 탄성과 강도의 강도차로서 알 수 있다.

이 경우, 텅스텐 CVD막(502)으로부터 질화티탄 CVD막(501)으로 화학적 기계적 연마가 진행된다면(연마 시각(t_{p1})→연마 시각(t_{p6})), 도5에 도시한 바와 같은 포논 에코(탄성파)의 변이점이 텅스텐 CVD막(502)/질화티탄 CVD막(501) 경계(연마 시각(t_{p5}))에서 발생한다. 이로부터 두께 방향의 화학적 기계적 연마의 위치를 특정할 수 있다.

텅스텐 CVD막(502)의 막두께나 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)가 웨이퍼(17)(피연마 구조체) 내에서 다른 상태일 때는 화학적 기계적 연마가 질화티탄 CVD막(501)으로 진행된다면, 도6에 도시한 바와 같은 사상의 지연, 즉 다른 부위로부터의 탄성파 강도(E_1)와 탄성파 강도(E_2)의 지연(지연 시간(t_{conv}))으로서 관측된다. 이것이 즉 화학적 기계적 연마 분포이다. 이 상태에서 화학적 기계적 연마를 계속하면, 기조 산화막의 파인 연마나 스크래치 등의 결함이 발생한다.

도7은 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치(10) 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 이용한 경우에 발생하는 탄성 파형이다. 제1 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 이용하여 제1 포논 에코(탄성파)의 최초 사상의 발생에 의해, 동부위의 예를 들어 하중(P_1)에 의한 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)를 작게 하는 동시에, 제2 포논 에코(탄성파)의 다른 사상의 발생 부위의 하중(하중(P_2))에 대해서도 상대되는 조작을 행하면, 다른 사상을 발생한 부위의 화학적 기계적 연마 속도(CMP 속도)가 증감되므로, 도7에 도시한 바와 같이 사상 지연(지연 시간(t_{impr}))의 단축(지연 시간(t_{impr}) < 지연 시간(t_{conv}))으로서 관측된다.

또, 피연마 구조체의 재료(본 실시 형태에서는 금속 재료) 차로부터 발생하는 사상의 차이는 금속으로부터 절연막에 이르는 과정(예를 들어, 질화티탄 CVD막(501)으로부터 절연막으로서의 실리콘 산화막(SiO_2)에 이르는 과정)에서도 마찬가지로 발생한다. 따라서, 제2 실시 형태의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치를 이용하면, 화학적 기계적 연마의 종점 검출로서 이용할 수 있다.

이상 설명한 바와 같이 각 실시 형태에 따르면, 반도체 소자나 마이크로 장치 등의 미세 구조물 또는 불화 칼슘(CaF_2) 등의 광학 재료를 재료로 하는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 이와 같은 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마(CMP) 처리를 탄성파(AE파 또는 포논 에코)를 검출함으로써 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있게 되는 등의 효과를 얻을 수 있다.

또한, 본 발명은 상기 각 실시 형태에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술 사상의 범위내에 있어서 각 실시 형태는 적절하게 변경될 수 있음은 명백하다. 또, 상기 구성 부재의 수, 위치, 형상 등은 상기 실시 형태에 한정되지 않고, 본 발명을 실시하는 면에서 적합한 수, 위치, 형상 등으로 할 수 있다.

발명의 효과

본 발명은 이상과 같이 구성되어 있으므로, 반도체 소자나 마이크로 장치 등의 미세 구조물 또는 불화 칼슘(CaF_2) 등의 광학 재료를 재료로 하는 광학 구조물의 단차 또는 결함을 수반하는 구조 표면의 평탄화 처리, 또는 이와 같은 미세 구조물 또는 광학 구조물의 적층 구조의 임의 계면까지의 화학적 기계적 연마(CMP) 처리를 탄성파(AE파 또는 포논 에코)를 검출함으로써 고속이며 또한 고균일로 실행할 수 있게 되는 등의 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 AE파 검출을 이용한 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도.

도2는 포논 에코를 이용한 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도.

도3은 연마 과정에 발생하는 탄성파 강도와 화학적 기계적 연마 속도의 관계를 도시한 그래프.

도4는 면내 균일을 꾀하는 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법의 원리 개략도.

도5는 금속 적층막의 연마 과정에서 발생하는 이중 금속 계면의 탄성과 변이의 모식도.

도6은 면내 분포가 있는 이중 금속 계면의 화학적 기계적 연마시에 발생하는 사상(事象) 변이를 도시한 탄성 파형.

도7은 본 발명의 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치 및 초평탄화·고정밀도 제어 연마 방법을 이용한 경우에 발생하는 탄성 파형.

도8은 종래의 일반적인 화학적 기계 연마 장치의 동작 설명도.

도9는 반도체의 층간 절연막의 평탄화를 위한 연마 과정을 도시한 소자 단면도.

도10은 반도체의 금속막을 화학적 기계적 연마 및 평탄화하여 매립 배선을 작성하는 처리 과정을 도시한 소자 단면도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10 : 초평탄화·고정밀도 제어 연마 장치

11 : 제1 탐침(탄성과 검출 소자)

12 : 제2 탐침(탄성과 검출 소자)

141, 142 : AE파(탄성파)

15 : 헤드

16 : 테이블

17 : 웨이퍼(피연마 구조체)

20 : 기준 펄스(초음파)

21 : 제3 탐침(탄성과 검출 소자 및 초음파 발신 소자)

22 : 제4 탐침(탄성과 검출 소자)

241, 242 : 포논 에코(탄성파)

501 : 질화티탄 CVD막

502 : 텅스텐 CVD막

ΔE : 탄성파 강도의 차

E_1, E_2 : 탄성파 강도

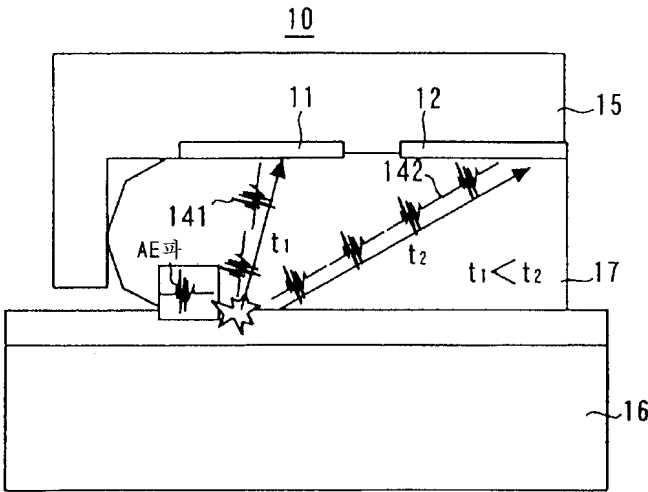
P_1, P_2 : 하중

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_{conv}, t_{impr}$: 지연 시간

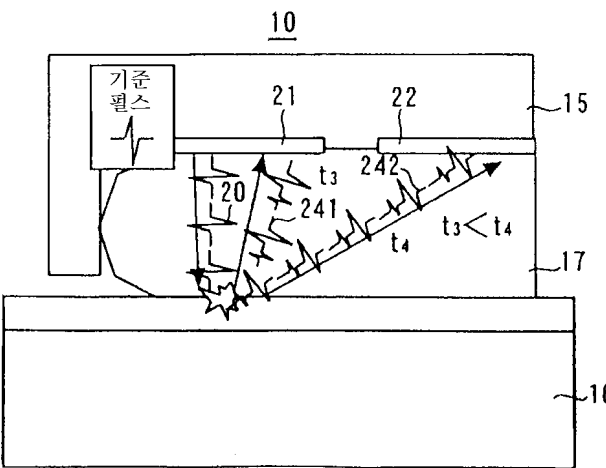
$t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}, t_{p4}, t_{p5}, t_{p6}$: 연마 시각

도면

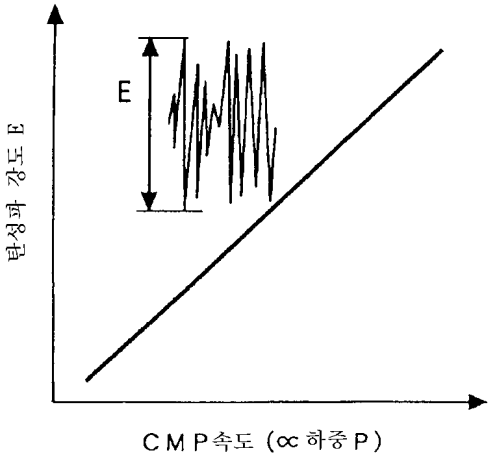
도면1



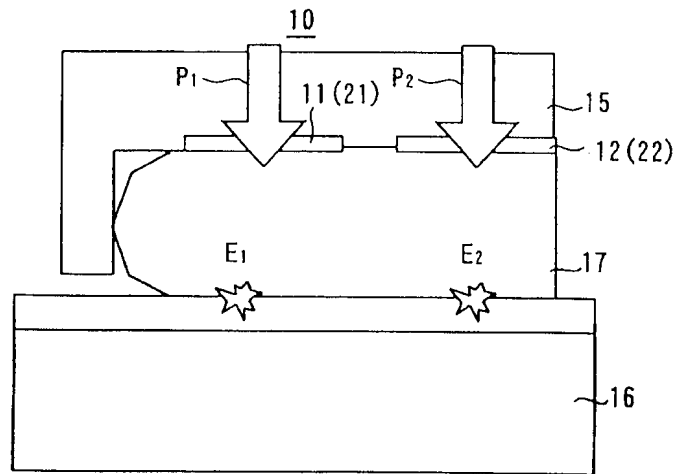
도면2



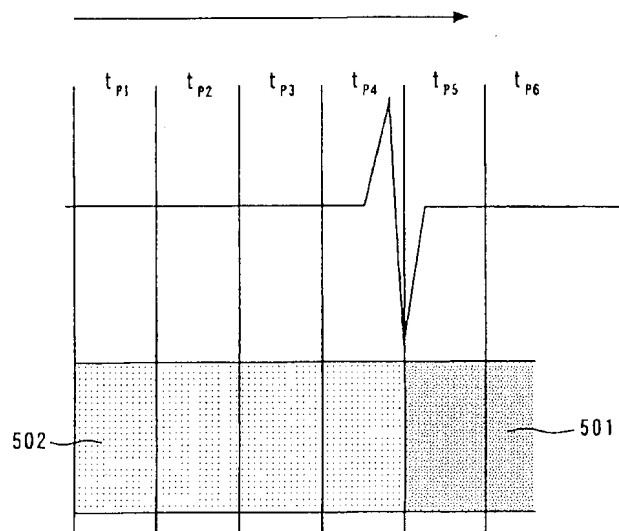
도면3



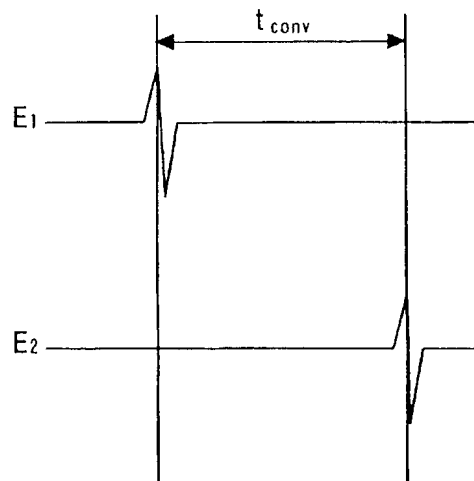
도면4



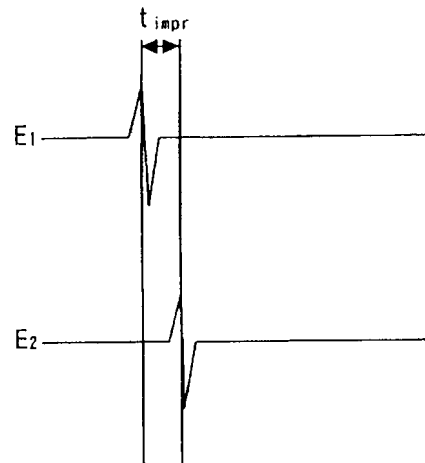
도면5



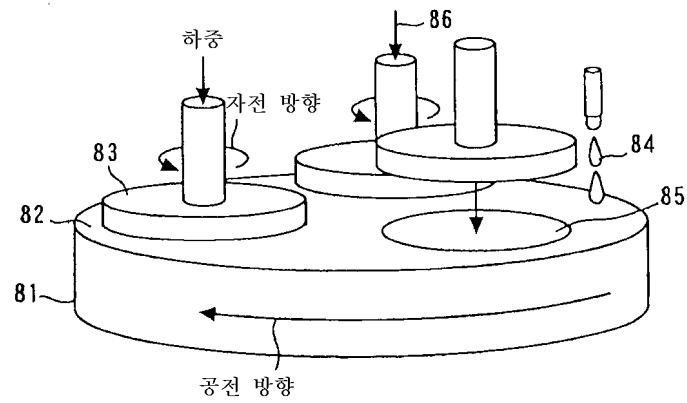
도면6



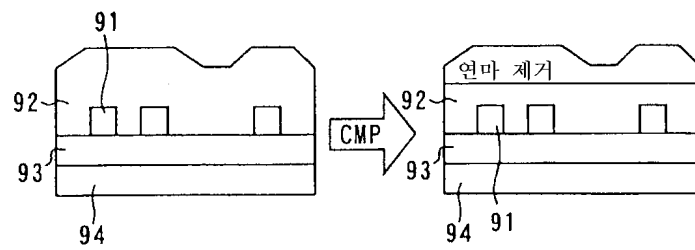
도면7



도면8



도면9



도면10

