



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.
H01L 21/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년08월09일
(11) 등록번호 10-0747126
(24) 등록일자 2007년08월01일

(21) 출원번호	10-2002-7008329	(65) 공개번호	10-2002-0063269
(22) 출원일자	2002년06월26일	(43) 공개일자	2002년08월01일
심사청구일자	2005년09월15일		
번역문 제출일자	2002년06월26일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2000/025723	(87) 국제공개번호	WO 2001/50206
국제출원일자	2000년09월20일	국제공개일자	2001년07월12일

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

(30) 우선권주장 09/476,892 2000년01월03일 미국(US)

(73) 특허권자 어드밴스드 마이크로 디바이시즈, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 94088-3453 서니베일 원 에이엠디 플레이스 메일 스텝68

(72) 발명자 크리스틴크라이그더블유.
미국텍사스78610부다이글네스트드라이브12513

데이비스브래들리엠.
미국텍사스78746오스틴비케이브로드#2422511

이반스알렌엘.
미국텍사스78745오스틴티베리드라이브7214

(74) 대리인 박장원

(56) 선행기술조사문현
US5270222 US5126028

심사관 : 백양규

전체 청구항 수 : 총 58 항

(54) 웨이퍼 제조 제어

(57) 요약

본 발명은 반도체 제조 프로세스에서 다중-체임버 툴의 동작을 제어하는 방법과 장치에 관한 것이다. 상기 장치(100)는 다중-체임버 프로세싱 툴(110)과, 검토 스테이션(122) 및 툴 콘트롤러(130)로 이루어진다. 각 프로세스 체임버(115)는 상기 동작 콘트롤러(120)에 의해 설정된 다수의 동작 파라미터들에 의해 정의된 소정의 동작들을 수행할 수 있다. 상기 검토 스테이션(122)은 상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼(105)의 물리적 특성을 조사하고 그 조사결과를 출력할 수 있다. 상기 툴 콘트롤러(130)는 상기 조사 결과를 수신하고, 상기 프로세스 체임버들(115)의 동작 파라미터들이 일치하는지를 판단하고, 그에 응답하여 상기 프로세스 체임버들(115) 내의 동작 조건들이 일치하도록 상기 동작 콘트롤러(120)로 하여금 상기 동작 파라미터들의 적어도 일부를 재설정하도록 명령할 수 있다.

내용

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

반도체 디바이스를 제조하는 장치에 있어서,

다수의 동작 파라미터들에 의해 정의된 소정의 동작을 각각 수행할 수 있는 다수의 프로세스 체임버들 및 상기 프로세스 체임버들 각각에 대한 동작 파라미터들을 설정할 수 있는 동작 콘트롤러를 포함하는 프로세싱 툴과;

상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하고, 상기 조사 결과를 출력하는 검토 스테이션과; 그리고

상기 조사 결과를 수신하고, 상기 프로세스 체임버들이 동작 파라미터들이 일치하는지를 판단하고, 상기 프로세스 체임버들의 동작 조건들을 일치시키기 위해 상기 판단에 응답하여 상기 동작 파라미터들의 적어도 일부를 재설정하도록 상기 동작 콘트롤러에 명령할 수 있는 툴 콘트롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 프로세싱 툴은 증착 툴 및 급속 열 프로세싱 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 프로세싱 툴은 화학 기상 증착 툴 및 금속 증착 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 프로세스 체임버들은 증착 체임버들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 5.

제 3 항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 RF 전력, 실란(silane) 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 예칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 6.

제 3 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력(stress) 및 온도 프로파일 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 7.

제 2 항에 있어서, 상기 급속 열 프로세싱 툴은 급속 열 산화 툴 및 금속 열 어닐 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 프로세스 체임버들은 오븐들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 9.

제 1 항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 예칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 10.

제 1 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력, 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 11.

제 1 항에 있어서, 상기 검토 스테이션은 상기 프로세스 툴의 내부에 있는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 12.

제 1 항에 있어서, 상기 동작 콘트롤러는 프로그램된 컴퓨터를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 13.

제 12 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 14.

제 1 항에 있어서, 상기 툴 콘트롤러는 프로그램된 컴퓨터인 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 15.

제 14 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 16.

반도체 디바이스를 제조하는 장치에 있어서,

다수의 동작 파라미터들에 의해 정의된 소정의 동작을 각각 수행할 수 있는, 다수의 웨이퍼 프로세싱 수단 및 상기 프로세싱 수단 각각에 대한 동작 파라미터들을 설정하는 수단을 포함하는 프로세싱 툴과;

상기 프로세싱 수단들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하고, 상기 조사 결과를 출력하는 수단과; 그리고 상기 조사 결과를 수신하고, 상기 프로세싱 수단들의 동작 파라미터들이 일치하는지 판단하고, 상기 프로세싱 수단들에서의 동작 조건들을 일치시키기 위해 상기 판단에 응답하여 상기 동작 파라미터들의 적어도 일부를 재설정하도록 상기 설정 수단에 명령하는 툴 콘트롤러를 구비하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 프로세싱 툴은 증착 툴 및 급속 열 프로세싱 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 18.

제 17 항에 있어서, 상기 증착 툴은 화학 기상 증착 툴 및 금속 증착 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 19.

제 18 항에 있어서, 상기 프로세싱 수단은 증착 체임버들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 20.

제 18 항에 있어서, 상기 동작 파라미터는 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 에칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 21.

제 18 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 22.

제 17 항에 있어서, 상기 급속 열 프로세싱 툴은 급속 열 산화 툴 및 급속 열 어닐 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 23.

제 22 항에 있어서, 상기 프로세싱 수단은 오븐들을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 24.

제 16 항에 있어서, 상기 동작 파라미터들은 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 예칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 25.

제 16 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력, 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 26.

제 16 항에 있어서, 상기 조사 수단은 상기 프로세싱 툴의 내부에 있는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 27.

제 16 항에 있어서, 상기 설정 수단은 프로그램된 컴퓨터를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 28.

제 27 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 29.

제 16 항에 있어서, 상기 툴 제어기는 프로그램된 컴퓨터인 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 30.

제 29 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 디바이스를 제조하는 장치.

청구항 31.

반도체 제조 프로세스에서 프로세스 툴의 동작을 제어하는 방법에 있어서,

다중-체임버 프로세스 툴의 다수의 프로세스 체임버 각각의 소정의 동작을 수행하기 위해 다수의 동작 파라미터들을 설정하는 단계와;

상기 프로세스 체임버들 각각에서 상기 소정의 동작을 수행하는 단계와;

상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하는 단계와;

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성들로부터 판단하는 단계와; 그리고

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하도록 적어도 하나의 동작 파라미터를 재설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 프로세스에서 프로세스 툴의 동작을 제어하는 방법.

청구항 32.

제 31 항에 있어서, 상기 동작 파라미터들은 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 애칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 프로세스에서 프로세스 툴의 동작을 제어하는 방법.

청구항 33.

제 31 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 제조 프로세스에서 프로세스 툴의 동작을 제어하는 방법.

청구항 34.

컴퓨터에 의해 실행될 때, 소정의 방법을 수행하는 명령들이 인코딩된 컴퓨터 판독가능 프로그램 저장매체에 있어서,

상기 방법은:

제조 툴 내의 다수의 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하는 단계와;

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성으로부터 판단하는 단계와; 그리고

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건이 일치하도록 적어도 하나의 동작 파라미터를 재설정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 판독가능 프로그램 저장매체.

청구항 35.

제 34 항에 있어서, 상기 프로그램 저장매체는 전자기 프로그램 저장매체인 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 36.

제 35 항에 있어서, 상기 전자기 프로그램 저장매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 테이프 중 하나인 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 37.

제 34 항에 있어서, 상기 프로그램 저장매체는 광학 프로그램 저장매체인 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 38.

제 37 항에 있어서, 상기 광학 프로그램 저장매체는 광 디스크인 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 39.

제 34 항에 있어서, 상기 동작 파라미터들은 RF 전력, 실란 흐름, N_2O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 애칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 40.

제 34 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 컴퓨터 관독가능 프로그램 저장매체.

청구항 41.

웨이퍼 제조 프로세스를 제어하도록 프로그램된 컴퓨터에 있어서,

제조 툴 내의 다수의 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하는 단계와;

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성들로부터 판단하는 단계와; 그리고

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하도록 적어도 하나의 동작 파라미터들을 재설정하는 단계를 포함하는 방법을 수행하도록 프로그램되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 제조 프로세스를 제어하도록 프로그램된 컴퓨터.

청구항 42.

제 41 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 제조 프로세스를 제어하도록 프로그램된 컴퓨터.

청구항 43.

제 41 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 RF 전력, 실란 흐름, N_2O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 애칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 제조 프로세스를 제어하도록 프로그램된 컴퓨터.

청구항 44.

제 41 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 제조 프로세스를 제어하도록 프로그램된 컴퓨터.

청구항 45.

다수의 동작 파라미터들에 의해 정의된 소정의 동작을 각각이 수행하는 다수의 프로세스 체임버들 및 상기 프로세스 체임버들 각각에 대한 동작 파라미터들을 설정할 수 있는 동작 콘트롤러를 포함하는 프로세싱 툴과;

상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 검사하고, 상기 검사 결과를 출력하는 검토 스테이션과; 그리고

상기 검사 결과를 수신하고, 상기 프로세스 체임버들의 동작 파라미터들이 일치하는지를 판단하고, 상기 프로세스 체임버들 내의 동작 조건들을 일치시키기 위해, 상기 판단에 응답하여 상기 동작 파라미터들의 적어도 일부를 재설정하도록 상기 동작 콘트롤러에 명령하는 툴 콘트롤러를 포함하는 컴퓨터 시스템을 구비하여,

제조 툴 내의 다수의 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 검사하고,

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성으로부터 판단하고; 그리고

상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건이 일치하도록 적어도 하나의 동작 파라미터를 재설정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 46.

제 45 항에 있어서, 상기 프로세싱 툴은 증착 툴 및 급속 열 프로세싱 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 47.

제 46 항에 있어서, 상기 증착 툴은 화학 기상 증착 툴 및 금속 증착 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 48.

제 47 항에 있어서, 상기 프로세스 체임버들은 증착 체임버들을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 49.

제 47 항에 있어서, 상기 동작 파라미터들은 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 에칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 50.

제 47 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 51.

제 46 항에 있어서, 상기 급속 열 프로세싱 툴은 급속 열 산화 툴 및 급속 열 어닐 툴 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 52.

제 51 항에 있어서, 상기 프로세스 체임버들은 오븐들을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 53.

제 45 항에 있어서, 상기 동작 파라미터들은 RF 전력, 실란 흐름, N₂O 흐름, 온도, 압력, 증착시간, 웨이퍼와 타겟 사이의 간격, DC 바이어스 및 에칭시간 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 54.

제 45 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 산화물의 두께, 저항, 균일성, 굴절률, 응력 및 온도 프로파일 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 55.

삭제

청구항 56.

제 45 항에 있어서, 상기 동작 콘트롤러는 프로그램된 컴퓨터를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 57.

제 56 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 테스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 58.

제 45 항에 있어서, 상기 툴 콘트롤러는 프로그램된 컴퓨터인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 59.

제 58 항에 있어서, 상기 프로그램된 컴퓨터는 내장된 프로세서, 데스크탑 개인용 컴퓨터, 랩탑, 워크스테이션 및 메인프레임 중 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 반도체 제조에 관한 것으로서, 특히 다중-체임버 프로세스 툴의 동작 파라미터들을 제어하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

반도체 산업은 그 제조 프로세스로부터 집적 회로 디바이스들을 생산하는데 있어서의 품질, 신뢰성 및 생산량을 증가시키고자 지속적으로 노력하고 있다. 반도체 프로세스 툴들을 떠받치는 기술들이 지난 수년에 걸쳐 관심을 끌었고, 그 결과로 실질적인 발전을 야기했다. 반도체 디바이스들, 또는 마이크로칩들 또는 집적 회로 디바이스들은 기판 물질의 웨이퍼들로부터 제조된다. 물질층들이 상기 디바이스를 이루는 집적 전기 회로를 생성하기 위해 제조 공정 동안 부가되고, 제거되고/제거되거나 처리된다. 제조 공정은 4개의 기본 동작들로 이루어진다: 레이어링(laying), 패터닝, 도핑 및 열 처리. 비록 4개의 기본 동작이 있지만, 이들은 특정 제조 프로세스에 따라 수백 개의 다른 방법으로 조합될 수 있다. 예를 들면 피터 반 잔트의 마이크로칩 제조, 반도체 프로세싱에 대한 실질적인 가이드(제3판, 1997년, 맥그리-힐사)(ISBN 0-07-067150-4)를 참조하라.

상기 제조 프로세스는 일련의 제조 툴을 통하여 수많은 웨이퍼들을 처리하는 단계를 포함한다. 이것을 "프로세스 흐름"이라 한다. 각 제조 툴은 상기 4개의 기본 동작들 중에서 하나 또는 그 이상의 동작들을 수행한다. 상기 4개의 기본 동작들은 상기 반도체 디바이스들이 획득되는 웨이퍼들을 최종적으로 생산하는 전체 프로세스에 따라 수행된다. 상기 제조 프로세스의 중요한 특성은 프로세스 제어이다. 특히, 상기 제조 툴들과 제조 환경은 만족스러운 프로세스를 성취하기 위해 제어되어야 한다. 소정의 동작 파라미터들은 감시되고, 필요하다면 상기 툴의 동작은 보다 많거나 좋은 웨이퍼들을 양산하기 위해 상기 프로세스를 향상시키기 위해 변경될 수 있다.

이러한 반도체 제조 산업에서의 경쟁은 사이클 시간과, 품질 및 프로세스 유동성을 향상시키기 위해 복잡한 제품 및 프로세스 기술들과 제조자들에 대한 압력을 증가시킴으로써 유도된다. 1/4 마이크론 이하의 디바이스 제조와 향상된 배치(batch) 제어 기술들에 대한 요구들의 중요성이 증대되고 있다. 웨이퍼 크기가 증가하고 형상부(feature) 크기가 감소함에 따라, 장치와 시설 비용이 현저하게 증가한다. 향상된 공장-레벨 프로세스 제어가 효율적인 완성을 위해 요구되는 생산량과 생산성 레벨을 성취하기 위한 중요한 기술로서 인식되고, 그 배치(deployment)는 충분한 집적 기술과 표준들의 부족으로 인하여 날짜로 제한된다.

종래의 프로세스 제어는 통계 프로세스 제어(statistical process control: "SPC")로 알려져 왔다. SPC는 2개의 형태의 프로세스 문제들만을 검출한다. 하나 또는 2개의 SPC 데이터 포인트들이 상기 SPC 제어 한계치들 근처로 또는 외부로 떨어진 때, 프로세스 동작 또는 유입하는 물질에서의 급격한 변화가 경고될 것이다. 예를 들면, 상기 프로세스 수단의 한면에서 상기 프로세스 수단으로부터 벗어나는 하나의 시그마 또는 8개의 연속하는 점들보다 더 많은 5개 포인트들 중에서 4개의 포인트를 찾는 SPC 규칙들에 의해 프로세스에서의 이동이 검출될 것이다. SPC 시스템들은 그 규칙들 각각을 위해 정의되는 정확한 동작들을 제공한다. 급격한 변화는 수동 식별과 해상도를 후견하면서 문제가 있다는 표시를 나타낼 것이다. 따라서, 향상되어야 하는 하나의 영역이 프로세스 제어이다. 상술된 4개의 동작들 각각은 전체 제조 프로세스와 마찬가지로 수많은 파라미터들을 제어할 것을 요구한다.

이러한 영역에서 이루어진 발전에도 불구하고, 현재 상업적으로 사용 가능한 프로세싱 툴들의 대부분은 소정의 결점을 지니고 있다. 특히, 이러한 툴들은 사용자-친밀 포맷으로 과거 파라미터 데이터를 제공하는 능력과 같은 향상된 프로세스 데이터 감시 능력들뿐만 아니라, 전체 작동 및 원거리 즉 국부 지역 및 전체의 프로세싱 파라미터들과 현재 프로세싱 파라미터들 모두의 실시간 그래픽 디스플레이, 감시, 사건 로킹이 부족하다. 이러한 결점들은 출력 정확성, 안정성과 반복성, 프

로세싱 온도, 기계 툴 파라미터들 등과 같은 중요한 프로세싱 파라미터들의 비최적 제어를 야기할 수 있다. 이러한 가변성은 제품 품질과 성능에서의 편차들을 진전시킬 수 있는 동작 중의 불균형, 동작-대-동작의 불균형 및 툴-대-툴의 불균형을 명확하게 한다.

그러나, 종래의 SPC 기술들은 일부의 동작 파라미터들을 정밀하게 제어하는데 부적합하다. 일반적으로, SPC 기술들은 목표값과, 그 목표값에 대한 확장을 설정한다. 상기 SPC 기술들은 웨이퍼 전기 테스트(wafer electrical test: "WET")에 의해 측정되는 상기 반도체 디바이스의 성능을 최적화하기 위해, 및/또는 상기 반도체 디바이스 생산 및 출력을 최적화하기 위해 상기 개별 목표값들을 자동적으로 조절하거나 조정함이 없이, 상기 목표값으로부터의 그 편차를 최소화시키려 한다. 또한, 목표값들에 대한 무분별한 최소화 비-적응 프로세싱 확대는 프로세싱 생산과 출력을 증가시키지 않는다.

이러한 제어의 부족의 일 실시예는 다중-체임버 프로세싱 툴에서 발견될 것이다. 많은 제조 툴은 다른 웨이퍼들 상에 동일한 동작을 수행하는 때로는 6개인 다중 동작 체임버들을 구비한다. 예를 들면, 화학 기상 증착("CVD") 툴은 6개의 다른 증착 체임버들 내에서 처리되는 6개의 웨이퍼를 구비한다. 상기 증착 프로세스는 이상적으로 동일한 임계 특징들을 지닌 웨이퍼들을 양산한다. 상기 CVD 툴의 경우, 다양한 체임버들 내의 웨이퍼들 각각은 정합 굴절 인덱스들과, 두께, 압력 등을 구비해야 한다. 그러나, 무선 주파수("RF"), 전력, 실란 흐름, N_2O 흐름, 압력 등과 같은 각 체임버에 대한 동작 파라미터들이 수동적으로 설정된다.

특정 범위 내에서의 수동 설정에서의 편차와 상기 설정의 타이밍은 상기 웨이퍼들 간의 편차를 야기할 수 있다. 이러한 편차들은 상기 프로세스 흐름에서 차기 동작으로 전달되고, 그럼으로써 차기 동작에서의 제어를 복잡하게 한다. 일반적으로, 하나의 동작에서의 편차들은 차기 동작에서의 편차를 야기하고, 그 불완전성은 상기 프로세스 흐름을 따라 전달된다. 상기 편차들이 그 결과 반도체 디바이스들이 폐기되도록 하는 치명적 오류들을 야기하지 않는 경우에도, 상기 편차들은 디바이스 성능에서의 편차를 야기한다.

상술된 SPC 기술들은 이러한 문제들을 처리하는데 있어서 비효율적인 것을 증명하고, 산업계는 대안을 찾고 있다. 반도체 제조 산업에서 공식화된 하나의 표준은 향상된 프로세스 제어(Advanced Process Control; "APC") 체제(Framework: "APCFW")이다. 상기 APC 표준은 반도체 프로세싱 장비에서의 고장 검출의 동작-대-동작(run-to-run) 제어를 제공할 것이다. 그러나, 비록 종래의 SPC 기술에서 향상점이 있지만, 상기 APC 표준은 상술된 비효율성과 프로세스 문제들을 해결하지 못한다.

본 발명은 상술된 하나 또는 그 이상의 문제들을 극복하고, 적어도 그 영향을 감소시키는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 반도체 제조 프로세스에서 다중-체임버 툴의 동작을 제어하는 방법과 장치에 관한 것이다.

상기 방법은 다중-체임버 프로세스 툴에서 다수의 프로세스 체임버들 각각에서의 소정의 동작의 수행을 위해 다수의 동작 파라미터들을 설정하는 단계와; 상기 프로세스 체임버들 각각에서 소정의 동작을 수행하는 단계와; 상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하는 단계와; 상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성으로부터 판단하는 단계 및; 상기 프로세스 체임버들 각각에서의 동작 조건들이 일치하도록 적어도 하나의 동작 파라미터들을 재설정하는 단계를 포함한다.

상기 장치는 프로세싱 툴과, 검토 스테이션 및 툴 콘트롤러로 이루어진다. 상기 프로세싱 툴은 다수의 프로세스 체임버들과 동작 콘트롤러를 구비한다. 각 프로세스 체임버는 다수의 동작 파라미터들에 의해 정의된 소정의 동작들을 수행할 수 있다. 상기 동작 콘트롤러는 상기 프로세스 체임버들 각각에 대한 동작 파라미터들을 설정할 수 있다. 상기 검토 스테이션은 상기 프로세스 체임버들 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성을 조사하고 그 조사결과를 출력할 수 있다. 상기 툴 콘트롤러는 상기 조사 결과를 수신하고, 상기 프로세스 체임버들의 동작 파라미터들이 일치하는지를 판단하고, 그에 응답하여 상기 프로세스 체임버들 내의 동작 조건들이 일치하도록 상기 동작 콘트롤러로 하여금 상기 동작 파라미터들의 적어도 일부를 재설정하도록 명령할 수 있다.

실시예

하기에서 본 발명의 설명적인 실시예가 개시된다. 명확성을 위해 실제 구현예의 모든 부분들이 설명되지는 않는다. 이러한 실시예의 전개에서, 수많은 구현-특정 판단들이 하나의 구현에서 다른 구현으로 변화하는, 시스템-관련 및 사업-관련 제

한의 승낙과 같이, 개발자의 특정 목적들을 성취하기 위해 이루어져야하는 것이 인식되어야 한다. 또한, 만약 복잡하고 시간 소비가 있더라도, 이러한 개발 노력은 이러한 설명의 잇점을 지닌 종래 기술에 익숙한 사람에게는 일상적인 작업일 것이다.

도 1은 상기 방법(200)이 실시되는 특정 장치(100)를 도시한다. 도 2는 본 발명에 따라 실시되는 방법(200)의 특정 실시예를 나타낸다. 명확성을 위해, 또한 본 발명의 이해를 위해, 상기 방법(200)이 상기 장치(100)와 관련되어 개시될 것이다. 그러나, 본 발명은 개시되는 점에 제한되지 않고 다양한 변형이 가능하다.

도 1은 다중-체임버 프로세스 툴(110)을 통하여 처리되는 다수의 웨이퍼들을 개념적으로 나타낸다. 상기 다중-체임버 프로세스 툴(110)은 종래에 알려진 다중-체임버 프로세스 툴일 것이고, 예를 들면 증착 툴 또는 고속 열 처리(rapid thermal processing:"RTP") 툴일 것이다. 3개의 웨이퍼(105)가 도 1에 도시되고, 다수의 웨이퍼들, 즉 "웨이퍼 로트"는 한 개로부터 수천 개의 실제적인 개수의 웨이퍼들이다. 상기 툴(110)은 상기 웨이퍼들(105)이 일련의 동작 파라미터들에 의해 정해진 소정의 동작을 하도록 하는 다수의 프로세스 체임버들(115)을 구비한다. 상기 소정의 동작은 종래에 알려진 동작이고 다양한 실시예들에서 구현될 수 있다.

개시된 특정 실시예에는, 본 발명이 이에 제한되지는 않지만, 2개의 프로세스 체임버들(115)이 있다. 상술된 바와 같이, 일부의 다중-체임버 프로세스 툴들은 6개 정도의 체임버들을 구비한다. 본 발명은 상기 프로세스 체임버(115)가 2개 또는 3개인 정도로 그 개수에 제한되지 않는다. 하나 또는 그 이상의 웨이퍼들(105)이 각 프로세싱 체임버(115) 내에 병렬로 놓여짐으로써 상기 프로세스 체임버들(115) 내의 동작들이 병렬적으로 수행된다. 따라서, 2개 그룹의 웨이퍼들(105)이 상기 특정 프로세스 흐름 동안 한번에 상기 툴(110)을 통하여 처리된다.

상기 툴(110)은 다수의 프로세스 체임버들(115)에 대한 동작 파라미터들을 설정하거나 제어하는 동작 콘트롤러(120)를 구비한다. 상기 제어 동작 파라미터들은 상기 프로세스 체임버(115) 내에서 수행된 동작에 의존하여 구현된다. 예를 들면, 만약 상기 툴(110)이 화학 기상 증착("CVD")이면, 상기 프로세스 체임버들(115)은 증착 동작이 발생하는 "증착 체임버들" 일 것이다. 만약 상기 툴(110)이 고속 열 어닐링("RTA")이면, 상기 프로세스 체임버(115)는 어닐링 동작이 이루어지는 "오븐"일 것이다. 예시적인 제어 동작 파라미터들은 예를 들면 하기의 사항들을 포함한다:

* CVD 산화 증착 툴에서, 산화막 두께와 압력에 각각 영향을 미치는 증착 시간과 저주파수 대 고주파수 무선 주파수("RF")의 비율;

* 금속 증착 툴에서, 각각 저항성(또는 두께)과 균일성에 영향을 미치는 증착 시간 또는 웨이퍼(105) 간의 공간 및 타켓(도시되지 않음);

* CVD 옥시-니트라이드막 툴에서, 상기 막의 굴절률에 영향을 미치는 실란 흐름에 대한 질화산화물(N_2O);

* 불용(passivation) 질화막 툴에서 압력에 영향을 미치는 RF 전력 설정 및;

* RTA 툴에서, 웨이퍼들의 온도 프로파일과 저항성에 영향을 미치는 벌브 전력 또는 벌브에 대한 전력.

본 설명을 통하여 종래 기술에 익숙한 사람이 인식하는 것과 같이, 이들 동작들에서의 제어 및 출력 파라미터들은 다르고, 잘 알려져 있다. 상기 제어 동작 파라미터들은 상기 프로세스 체임버들(115)에서 물리적으로 명확해진 예를 들면 압력 또는 온도, 또는 동작의 수행에서 명확한 예를 들면 식각 시간과 같은 동작 조건들을 나타내는 값이다. 상기 제어 동작 파라미터들과 동작 조건들 간의 관계는 대개 용이하게 추론될 수 있다.

상기 장치(100)는 검토 스테이션(122)을 구비한다. 상기 검토 스테이션(122)은 상기 실시예에서 상기 툴(110) 내부에 도시된다. 그러나, 본 설명을 통하여 종래 기술에 익숙한 사람에게는, 상기 검토 스테이션(122)이 다른 실시예에서는 상기 툴(110) 외부에 놓여질 수 있음을 인식할 것이다. 본 발명의 범위는 상기 툴(110)과 관련된 상기 검토 스테이션(122)의 위치에 의해 제한되지 않는다. 상기 검토 스테이션(122)은 상기 체임버들(115)에서 처리된 웨이퍼들(105)의 물리적 특성을 조사한다. 특히, 상기 검토 스테이션(122)은 상기 동작 파라미터들의 효과가 알려진 물리적 특성들을 조사한다. 예시적인 물리적 특성들은 예를 들면 웨이퍼 표면의 굴절률, 강도 저항 및 증착된 층들의 두께를 포함한다. 이러한 측정들은 상기 동작 콘트롤러(115)로 출력된다. 일반적으로, 동일한 물리적 특성들은 다른 프로세스 체임버(115)로부터 유입된 웨이퍼들(105)을 위해 측정된다.

상기 장치(100)는 프로그램된 컴퓨터인 툴 콘트롤러(130)를 구비한다. 상기 툴 콘트롤러(130)는 하기에서 더 개시된 도 2에서의 방법(200)을 수행한다. 개시된 특정 실시예에서, 상기 툴 콘트롤러(130)는 상기 방법(200)을 구현하는 소프트웨어 응용 프로그램으로 프로그램된다. 상기 응용 프로그램은 상기 툴 콘트롤러(130)의 하드 디스크(135) 상에서 인코드된다. 그러나, 상기 응용 프로그램은 왕디스크(140) 또는 플로피 디스크(145)와 같은 컴퓨터 판독가능 프로그램 저장 매체에 저장된다.

상기 설명으로부터 명백한 것처럼, 본 발명의 일부 특징들은 상기 컴퓨터(130)가 전체적으로 또는 부분적으로 프로그램되는 소프트웨어로 구현된다. 따라서, 본 발명의 일부 특징들은 컴퓨터-판독가능 저장 매체 상에서 인코드된 명령들로서 구현된다. 상기 프로그램 저장 매체는 특정 구현에 적합한 형태이면 된다. 그러나, 상기 프로그램 저장 매체는 일반적으로 플로피 디스크(145) 또는 하드 디스크 드라이브(135)와 같이 자기적이거나, 왕디스크(140)와 같이 광학적일 것이다. 이러한 명령들이 상기 컴퓨터(130)에 의해 수행되는 때, 상기 명령들은 개시된 기능들을 수행한다. 유사하게, 상기 컴퓨터(130)는 테스크탑 컴퓨터일 것이다. 그러나, 상기 컴퓨터(130)는 상기 다중-체임버 프로세스 툴(110)에 삽입된 프로세서일 수 있다. 상기 컴퓨터(130)는 다른 실시예에서 랩탑, 워크스테이션 또는 메인프레임일 수 있다. 본 발명의 범위는 구현되어지는 상기 프로그램 저장 매체 또는 컴퓨터의 형태 또는 성질에 의해 제한되지 않는다.

따라서, 일부의 설명이 알고리즘, 기능들, 기술들 또는 프로세스의 용어들로 표현될 것이다. 이들 용어들은 종래의 기술에 익숙한 사람에 의해 이들 작업의 실체를 종래 기술에 익숙한 다른 사람에게 전달하는데 사용되는 수단이다. 이들 용어들은 소정의 결과를 유도하는 일관된 시퀀스는 단계들로 인식된다. 상기 단계들은 물리량의 물리적 조작을 요구한다. 대개, 비록 필요하지는 않지만, 이들 물리양은 저장되고, 전송되고 비교되고, 달리 조작될 수 있는 전기 또는 자기 신호들의 형태를 떨 수 있다.

비트, 값들, 구성소자들, 심볼들, 문자들, 용어들, 숫자들 등과 같은 신호들을 지시하는 것은 주로 공통 사용의 이유로 편리하다. 이들 모두 및 유사한 용어들은 적절한 물리량과 관련되고 이들 물리량과 작용에 적용되는 편리한 라벨들이다. 만약 다르게 진술되지 않으면, 또는 설명으로부터 명확한 것처럼, "프로세싱", "연산(computing)", "계산(calculating)", "결정", "표시" 등과 같은 용어는 상기 컴퓨터 시스템의 레지스터들 및 메모리들 내의 물리(전자)량으로서 표시되는 데이터를 조작하여 상기 컴퓨터 시스템 메모리들 또는 레지스터들 또는 정보 저장, 전송 또는 디스플레이 디바이스와 같은 다른 장치 내의 물리량으로서 유사하게 표시되는 다른 데이터로 변환하는 컴퓨터 시스템 또는 유사한 전자 연산 디바이스의 작동과 프로세스를 지시한다.

도 1에서, 상기 툴 콘트롤러(130)는 제어 동작 파라미터들에 대한 값을 선(125)을 통하여 상기 툴(110)의 동작 콘트롤러(120)로 전달한다. 상기 동작 콘트롤러(120)는 상기 프로세스 체임버들(115)의 적절한 제어를 설정하고, 상기 웨이퍼들(105)은 상기 체임버들(115)에서 처리된다. 상기 검토 스테이션(122)은 상기 처리된 웨이퍼(105)의 물리적 특성들을 조사하고 상기 동작 콘트롤러(120)로 그 정보를 출력한다. 상기 동작 콘트롤러(130)는 상기 정보를 상기 선(125)을 통하여 상기 툴 콘트롤러(130)로 전달한다. 일반적으로, 상기 동작 콘트롤러(130)는 상기 검토 스테이션(122)의 출력을 분석하여 사이 제어 동작 파라미터들의 값들이 다양한 프로세스 체임버들(115) 내의 조건들이 일치하도록 재설정될 필요가 있는지를 판단한다. 상기 조사/판단/재설정은 도 2의 방법(200)의 구현이다.

도 2에서, 상기 방법(200)은 반도체 제조 프로세스에서 프로세스 툴의 동작을 제어하는 방법의 일 실시예이다. 상기 방법(200)은 박스(205)에 개시된 바와 같이, 상기 다중-체임버 프로세스 툴(110)에서 상기 프로세스 체임버들(115) 각각에서의 소정의 동작의 수행을 위해 다수의 동작 파라미터들을 설정하는 단계로 시작한다. 다음으로, 박스(210)에 개시된 바와 같이, 상기 툴(110)은 상기 동작 콘트롤러(120)의 지시 하에서 상기 프로세스 체임버들(115) 각각에서의 상기 소정의 동작을 수행한다. 상기 동작이 수행된 후, 박스(215)에 개시된 바와 같이, 상기 검토 스테이션(122)은 상기 프로세스 체임버들(115) 각각으로부터 처리된 웨이퍼의 물리적 특성들을 조사한다. 다음으로, 박스(220)에 개시된 바와 같이, 상기 툴 콘트롤러(130)는 상기 프로세스 체임버(115) 각각에서의 동작 조건들이 일치하는지를 상기 조사된 물리적 특성으로부터 판단한다. 상기 판단이 상기 동작 조건들은 일치하지 않는다고 나타내는 때, 상기 툴 콘트롤러(130)는 상기 동작 콘트롤러(120)가 적어도 하나의 동작 파라미터를 재설정하도록 명령함으로써 상기 프로세스 체임버들(115) 각각에서의 동작 조건들이 일치될 것이다.

본 설명을 통하여 종래 기술에 익숙한 사람에게 인식되는 것과 같이, 완전한 일치는 거의 성취될 수 없다. 궁극적인 목적은 다양한 프로세스 체임버들(115)로부터의 웨이퍼들(105) 간에 실제적으로 높은 균일성을 성취하도록 함으로써 상기 웨이퍼로부터 생산된 반도체 디바이스들이 가능하면 균일하게 동작하도록 하는 것이다. 성능에서의 일부 편차는 허용 가능하

다. 이러한 허용치의 정도는 예를 들면 메모리 디바이스 또는 프로세서와 같은 디바이스의 형태 및 반도체 디바이스를 생성하는데 사용되는 프로세스를 포함하는 다양한 인자들에 의존할 것이다. 따라서, 상기 용어 "일치(match)"는 "생산 허용 범위 이내에서의 일치"을 의미한다.

또한, 본 설명을 통하여 종래 기술에 익숙한 사람에게 인식되는 것과 같이, 성능면에서의 트레이드오프(tradeoffs)에 대한 고려가 있어야 할 것이다. 특히, 하나의 특성에 "일치시키기" 위해 요구되는 동작은 다른 특성을 "일치되지 않도록" 할 수 있다. 따라서, 일치하는지 여부와, 제어 동작 파라미터들을 변경하는 것이 이러한 변경에 다른 특성들에 미치는 영향을 고려하는지 여부를 고려해야 한다.

다른 특성들에 대한 이러한 고려는 다양한 방법으로 이루어질 수 있다. 예를 들면, 생산 허용치들은 더 넓은 범위의 조건들에서 이러한 일치들이 발견되도록 확대될 수 있다. 또는, 일치의 정의가 조건적으로 이루어질 수 있으며, 예를 들면 "만약 특성 A가 x이하로 다르고, 특성 B가 y이하로 다르면, 일치가 있다; 그렇지 않으면 일치가 없다"이다. 또는, 일치로 판단되는 조건들의 범위가 지식 베이스(knowledge base)(도시되지 않음)에 저장되고, 일치가 존재하는지 확인하기 위해 접근된다. 이러한 지식 베이스는 상업적 생산 흐름에 놓여지지 전에, 새로운 기계의 "실험 설계" 품질 동안 이루어지는 실험적인 관측들로부터 만들어진다. 상기 지식 베이스는 일치가 없는 특성들의 범위를 포함하고, 그럼으로써 추가적인 고려사항 및 연구를 요구하는 새로운 동작 조건들을 식별하는 능력을 제공한다. 일부 실시예들에서, 상기 고려사항은 이러한 지식 베이스 상에서 추론하는 인공 지능 시스템에 의해 조절될 것이다. 그러나, 다른 더 간단한 방법이 다양한 특성들 간의 관련성을 수학적 방정식으로 감소시키고, 상기 프로세스 콘트롤러로 하여금 상기 수학적 해법을 상기 방정식으로 최소화시키기 위해 상기 특성들을 조절하도록 한다.

상술된 방법은 종래의 실시를 능가하는 2개의 장점을 제공한다. 첫째, 다양한 특성들이 다른 특성에 비하여 더 중요시되고, 예를 들면 하나의 특성의 더 넓은 편차가 더 중요하게 판단되는 다른 특성에서의 더 좁은 편차를 성취하기 위해 허용될 것이다. 둘째로, 상기 방법은 수량화된 결정의 시스템적이고 지속적인 응용을 허용함으로써 보다 균일한 결과들을 얻을 수 있도록 한다. 다른 장점들은 본 발명의 다른 다양한 실시예들에서 발생한다.

상술된 설명으로부터 추론되듯이, 상기 방법(200)은 상기 장치(100)가 상업적 생산을 위한 것인 때 또는 상업적 생산을 위한 장치(100)의 자격부여에 있는 때에 적용될 수 있다. 일례로, 제 1 웨이퍼 로트에서의 균일한 생산을 획득하는 것이 바람직하고, 상기 프로세스 파라미터들이 이것을 위해 일치될 필요가 있을 것이다. 또한, 이러한 특정 특성에 대한 웨이퍼 검사가 과정적이기 때문에, 일부 동작 파라미터들이 상업적 생산이전에 설정되고 일치될 필요가 있을 것이다. 반면에, 일단 상기 툴이 상업적 프로세스 흐름으로 진입하면, 일치된 설정들을 관리하기 위해 상기 툴(110)의 생산을 감시하는 것이 바람직하다. 본 발명은 어느 상황에서도 적용될 수 있다.

상기 방법(200)의 각 동작은 수동적 간섭없이 자동적으로 수행된다. 상기 방법(200)은 결과적으로 다중-체임버 프로세스 툴의 프로세싱 체임버들 각각에서 프로세스 파라미터들의 보다 신속하고 효율적인 일치를 제공한다. 그러나, 상기 장치(100)에 구현되듯이, 이러한 강점들은 종래 기술에서의 문제되고 중요한 필요성을 해결하기 위해 추가적으로 조치된다. 예를 들면 상기 툴 콘트롤러(130)가 제시된 일실시예에서, 상기 동작 콘트롤러(120)로부터 분리된 컴퓨터이기 때문에, 본 발명은 현존하는 제조 프로세스 장비들을 개조하는데 사용될 수 있다. 또한, 본 발명이 APC 시스템에 적용되는 실시예들에서, 본 발명은 종래 기술을 능가하는 중요한 발전을 제시하는 표준-기반 환경에서 바람직한 유동성과, 모듈성(modularity)과 측정성(scalability)을 제공한다.

본 발명의 실시예는 도 3 내지 5에서 개시되고, 장치(300)는 APCFW 시스템의 일부분을 구성한다. 상기 APC 시스템은 동작-대-동작 제어와 고장 검출/분류를 가능하게 하고 설계 표준을 구현하는 상호교환가능 표준화된 소프트웨어 구성요소들로 이루어진 분배 소프트웨어 시스템이다. 상기 시스템은 표준-기반이고 상기 SEMATECH CIM 구조의 설계에서 모형화된다. 상기 장치(300)는 도 1에서의 상기 장치(100)의 특정 실시예를 포함하고, 동일한 부분을 동일한 번호들을 지닌다. 상기 APC 시스템은 객체 관리 그룹(Object Management Group:"OMG")의 공통 객체 요구 중계 아키텍쳐(Common Object Request Broker Architecture:"CORBA")와, 분배 객체 시스템들을 위한 CORBA_서비스 사항들을 사용한다. 상기 구성요소들은 CORBA 인터페이스 정의 언어(Interface Definition Language: "IDL")를 사용하여 서로 통신한다. 상기 협조하는 소프트웨어 구성요소들은 프로세스 제어 계획/전략을 관리하고; 프로세서 장비, 도량률 및 감지기(들)로부터 데이터를 수집하고; 상기 정보로 다양한 프로세스 제어 응용/알고리즘들을 유발하고; 프로세스 모델들을 개신하고 적절한 처방(recipe) 파라미터들을 변경한다/다운로드한다.

상기 장치(300)는 도시되지 않은 APC 시스템(302)의 부분을 구성한다. 도 3 내지 4는 상기 장치(300)의 개념적인 구조 및 기능 블록 다이아그램이다. 일련의 프로세싱 단계들이 제조 툴(310)에 의해 다수의 웨이퍼(305) 상에 수행된다. 상기 실시예에서, 상기 제조 툴(310)은 열처리 동작들, 특히 CVD와 같이 증착 동작들을 수행한다. 그러나, 다른 실시예들이 상술된 다른 동작들을 수행할 수 있다.

도 3 및 4에 관하여, 상기 제조툴(310)은 APC 시스템(302)의 남은 부분과 통신한다. 상기 APC 시스템(302)은 "집적 구성 요소들"의 네트워크로 이루어진 APC 제조 구조를 구현한다. "집적 구성요소들"은 현존하는 공장 시스템에 대한 소프트웨어 구현 인터페이스이고, 상기 프로세스 흐름의 다양한 특성들을 정의하는 APC 플랜을 작동시키기 위한 능력을 제공한다. 하나의 이러한 집적 구성요소는 상기 APC 호스트 컴퓨터(340)에 상주하는 상기 APC 시스템 운영자(440)이다. 다른 집적 구성요소들은 상기 툴(310)에 상주하는 장치 인터페이스(420)와, 상기 워크스테이션(330)에 상주하는 기계 인터페이스(430) 및 상기 검토 스테이션(322)에 상주하는 응용 인터페이스(422)에 한정될 필요가 없다.

상기 실시예에서, 상기 APC 시스템 운영자(440)는 하기 사항들을 제공한다:

* 상기 APCFW를 위한 개발된 모든 서버들을 위한 지휘, 구성, 사건 및 상태 서비스들.

*상기 APC 시스템에서의 상기 구성요소들의 정의, 분류, 설치 및 관리.

* 획득 능력과 추적 정보를 위한, 진단 및 감시 목적을 위한 중앙 서비스.

*설정값들을 포함하는 구성요소 배치 정보, 시스템 환경 설정 및 일련의 종속 객체 및 사건 채널들의 중앙 저장.

그러나 다른 실시예들에서, 상기 기능들은 하나 또는 그이상의 소프트웨어 구성요소들로, 예를 들면 기지 운영자, 시스템 운영자, 로거(logger) 및 등록장소로 분류될 것이다.

상기 특정 실시예에서, 상기 APC 시스템은 상기 APC 시스템(302)의 동작을 "안무하는(choreographing)" 것을 주로 책임지는 플랜 실행 운영자(Plan Execution Manager:"PEM")(450)를 구비한다. 상기 시스템은 APC 플랜들을 해석하는 것과, 주 스크립트와 서브스크립트를 실행하는 것과, 사건들이 지시하는 것과 같은 사건 스트립들을 유발하는 것을 포함한다. 다양한 플랜들과, 스크립트들 및 서브스크립트들은 다양한 구현으로 사용될 것이다. 예를 들면, 현재 실시예는 하기를 포함 하나 이들에 제한되지 않는다:

*데이터 수집 플랜- 상기 PEM(450)에 의해 정의된 감지기 인터페이스와 기계 인터페이스에 의해 배타적으로 사용되는 데이터 구조, 특정 프로세싱 장치로부터 수집되어야 하는 데이터의 종류와, 이 데이터가 PEM(450)에 다시 보고되어야 하는 방법에서의 필요성들;

*지속 플랜-트리거(즉 상기 툴의 감지기가 예를 들면 데이터 수집의 개시, 데이터 수집의 정지에 동작하도록 하는 조건들)이 발생한 때 상기 트리거 조건들과 지연을 정의한다;

*보고 플랜-상기 데이터의 사용가능성을 전송하는 때뿐만 아니라 상기 수집된 데이터로 무엇을 할 것인지를 정의한다;

*샘플링 플랜-상기 데이터가 외부 감지기에 의해 수집되어지는 주파수를 정의한다.

그러나, 다양한 플랜들, 스크립트들 및 서브스크립트들의 개수와 기능은 특수한 구현일 것이다.

상기 PEM(450)은 상기 툴(310)과 같은 소정의 제조 툴을 위한 모든 집적 구성요소들 중에서 사용자-정의 프로세스 제어 플랜들의 실행을 조정한다. 명령된 때, 상기 PEM(450)는 플랜과, 이와 관련된 스크립트들을 검색한다. 상기 PEM(450)은 주요 스크립트들과 사건 스크립트들로의 루틴들을 제공하기 위해 서브스크립트들을 미리 처리한다. 또한 상기 플랜에 특정화된 것과 같이 상기 플랜을 실행하기 위해 필요한 일련의 능력들을 획득하고 상기 요구된 능력들을 제공하는 적절한 집적 구성요소들에 연결한다.

상기 PEM(450)은 상기 플랜을 실행하기 위한 책임을 플랜 실행자(Plan Executor:"PE")(422)에게 전달하다. 상기 PE(422)는 상기 플랜을 연속적으로 실행하고, 상기 플랜의 완성 또는 상기 플랜의 실행시의 오류들을 상기 PEM(450)에게 보고한다. 따라서, 상기 PEM(450)이 실행된 모든 플랜들의 전체 관리를 책임지는 때, PE(422)는 오직 하나의 플랜을 실

행하는 것만을 책임진다. 상기 PE(422)는 상기 PEM(450)에 의해 생성되고, 상기 플랜의 수명동안 존재하고 상기 플랜이 완성되거나 폐기된 후 상기 PEM(450)에 의해 파괴된다. 각 PE(422)는 주요 스크립트들과, 0 또는 그 이상의 사건 스크립트들을 실행한다. 상기 PEM(450)은 다중 플랜 실행자를 통하여 동시에 다수의 플랜들을 개시할 수 있다.

상기 기계 인터페이스(430)는 상기 워크스테이션(330) 상에 상주한다. 상기 기계 인터페이스(430)는 상기 APC 시스템(320)의 일부분들(예를 들면, APC 시스템 운영자(440))과 상기 장치 인터페이스(420) 간의 캡을 연결한다. 따라서, 상기 기계 인터페이스(430)는 상기 제조 툴(310)과 상기 APC 시스템(302)을 연결하고, 기계 설정, 활성화, 감지 및 데이터 수집을 지원한다. 상기 기계 인터페이스(430)는 상기 장치 인터페이스(420)의 특정 통신과, 상기 APC 시스템(302)의 CORBA 통신들 간에 통역한다. 특히, 상기 기계 인터페이스(430)는 명령, 상태 사건들과, 상기 장치 인터페이스(420)로부터 수집된 데이터를 수신하고, 필요에 따라 이들을 다른 APC 구성요소들 및 사건 채널들로 전송한다. 반대로, APC 구성요소들로부터의 응답은 상기 기계 인터페이스(430)에 의해 수신되고 상기 장치 인터페이스(420)로 전달된다. 상기 기계 인터페이스(430)는 필요에 따라 메시지들과 데이터를 재포맷하고 재구성한다. 상기 기계 인터페이스(430)는 상기 APC 시스템 운영자(440) 내에서 상기 개시/중단 과정들을 지원한다. 또한 상기 장치 인터페이스(430)에 의해 수집된 데이터를 저장하고, 적절한 데이터 수집 사건들을 방출하여 APC 데이터 수집기로서 작용한다.

상기 집적 구성요소들 각각은 예를 들면 상기 APC 시스템 운영자(440)와 상기 장치 인터페이스(420)와 응용 인터페이스(422) 및 기계 인터페이스(430)는 상기 특정 실시예에서 소프트웨어로 구현된다. 이들은 종래에 알려진 바와 같이 객체-지향 프로그램 기술을 사용하는 C++로 프로그램된다. 객체-지향 프로그래밍에서, 객체는 데이터를 조작하기 위해 데이터와 과정으로 구성된 코드로 생성된 자기-내포(self-contained) 구성원이다. 객체들은 클래스들로 분류되고, 각 클래스는 상기 클래스 내의 모든 객체들에 공통적인 특성들에 의해 정의된다. 일부 객체들은 동일한 클래스 내의 다른 객체들에서 발견되지 않는 특성들을 구비한다. 클래스를 정의할 때 사용된 하나의 공통 특성은 상기 클래스의 객체들에 의해 채용된 방법들이다. 하나의 방법은 다른 종래 과정 프로그래밍 언어들에서 공통적으로 발견되는 동일한 과정, 기능 또는 루틴이다. 따라서, 하나의 방법은 특정 작업을 수행하는 프로그램의 섹션이다. 객체가 동일한 클래스인지와는 관계없이, 다른 객체로부터 메시지를 수신한 때, 상기 객체는 방법을 수행하거나 호출한다.

상기 집적 구성요소들은 그 상호작용을 지원하기 위해 공통의 일련의 서비스들에 의존한다. 일련의 표준 분배-객체 서비스들은 상기 객체 운영 그룹("OMG")에 의해 정의된다. 이들 서비스들은 하기와 같다:

*CORBA-모든 직접 구성요소-대-구성요소 상호작용을 위해 사용되는 표준 기반 통신들. 표준 인터페이스는 객체-지향, 원거리 호출 통신 모델에 따라 정의될 수 있다. 이들 인터페이스들과 모든 APC 통신들은 IDL을 사용하여 정의된다. 구성요소들은 서로의 인터페이스에서 동작을 호출함으로써 동작한다. 데이터는 동작 파라미터들과 리턴값으로서 구성요소들 사이에서 전달된다.

*OMG 사건 서비스- 구성요소들 간의 비동기 통신을 지원. 많은 APC 객체들은 상태를 변화시킴에 따라 사건들을 방출한다. 이들 사건들은 관련된 사건 서비스스크립트들에 의해 수신된다. 상기 APC 시스템 내의 사건 사용의 실시예들은 구성요소 상태(오류 상태를 포함)의 통신, 오류 검출 및 분류 소프트웨어에 의해 검출된 오류 경고의 통지 및 기계 상태 및 수집된 데이터의 보고를 포함하고, 이들에 한정되지 않는다.

*OMG 교환 서비스들은 구성요소가 상호작용할 다른 구성요소들을 찾을 수 있도록 한다. 구성요소가 설치된 때, 그 서비스들(서비스 제공)의 설명은 상기 교환 서비스로 출력된다. 다른 구성요소는 소정의 기준을 충족하는 일련의 서비스 제공자들을 나중에 요청할 수 있다. 상기 교환 서비스들은 상기 요청된 서비스를 제공할 수 있는 일련의 다른 구성요소들을 제공한다. 이러한 능력은 하나의 구성요소로 하여금 상호작용해야 하는 다른 구성요소들을 찾을 수 있도록 하는 구성요소에 사용된다. 또한 플랜 실행 구성요소들이 상기 플랜에서 특정된 요구된 능력들을 제공하는 능력 제공자들을 찾기를 요구하는 대 플랜 개시(Plan Startup)에서 사용된다. 이들 서비스들은 종래에도 잘 알려졌다. OMG의 CORBA/IOP 사항 문서 및 CORBA 서비스 사항 문서들은 종래 기술에 익숙한 사람들 사이에 널리 분포되고 상세한 설명을 제공한다.

따라서, 개시된 특정 실시예에서, 상기 APC 시스템은 공장-범위 소프트웨어 시스템이고, 본 발명의 실시에 필요한 것은 아니다. 본 발명에 의해 지시된 전략들은 공장 부지 상의 반도체 제조툴에 적용될 수 있다. 본 발명은 동일한 공장 또는 동일한 제조 프로세스에서 다중 제조 툴들에 동시에 적용될 수 있다. 상기 APCFW는 상기 프로세스 성능의 원거리 접근과 감시를 가능하게 한다. 또한, 상기 APCFW를 사용함으로써, 데이터 저장은 로컬 드라이브보다 더 편리하고 유동적이고 비용이 저렴하다. 그러나, 본 발명은 다른 실시예들에서 로컬 드라이브에 적용될 수 있다.

상기 장치(300)는 APC 시스템의 부분이기 때문에, 상기 웨이퍼들(305)은 작동-대-작동 기본에서 처리된다. "작동"은 로트, 로트들의 배치 또는 개별 웨이퍼(305)일 것이다. 상기 APC 시스템 내의 상기 제조툴(310)의 전체 동작은 상기 APC 호

스트 컴퓨터(340)에 상주하는 APC 시스템 운영자(440)에 의해 조정된다. 상기 APC 시스템 운영자(440)는 하나 또는 그 이상의 "플랜들"을 구현함으로써 상기 제조 프로세스를 제어한다. 상기 방법(200)과 그에 대한 변경들은 상기 APC 시스템 운영자(440)에 의해 상기 툴(310) 상에서 구현된다. 상기 APC 시스템 운영자(440)는 플랜 실행자("PE")를 통하여 데이터 수집이 상기 검토 스테이션(322)에서 시작하기 전에 상기 응용 인터페이스(422)로 데이터 수집 플랜(Data Collection Plan: "DCPlan")을 전송한다. 상기 DCPlan은 상기 검토 스테이션(322)으로의 데이터 수집을 위한 모든 관련 정보를 포함한다. 상기 관련 정보는 지속 플랜, 샘플링 플랜, 판측가능, 트리거 및 제한(즉, 트리거를 정의하는 설정포인트 또는 값)을 포함할 것이다. 이러한 관련 정보는 검사될 상기 웨이퍼들의 물리적 특성들의 식별자를 포함한다. 상기 응용 인터페이스(422)는 상기 프로세스 툴(310)로부터의 소정의 데이터를 소정의 포맷과 소정의 시간 간격으로 상기 장치 인터페이스(420)를 통하여 상기 PE(422)로 전송한다. 다수의 DCPlan이 병렬적으로, 자신의 PE(422)각각 실행될 수 있고, 상기 PEM(450)에 의해 조절된다.

도 6은 도 3 내지 4에서 도시된 것과 같은 다수의 프로세싱 툴들을 포함하는 제조 프로세스 흐름(600)을 도시한다. 이러한 실시예에서, 상기 방법(200)은 상업적 생산동안 다수의 툴들(310a-c) 상에서 실시된다. 도 2 내지 4에서의 실시예(300)의 모듈성과, 측정성 및 유동성이 명확하게 제시된다. 상기 APC 호스트 컴퓨터(340) 상의 단일 APC 시스템 운영자는 중앙 위치로부터 각각의 프로세싱 툴로 지시들을 발행할 것이다. 상기 APC 시스템은 많은 표준들을 채용할 수 있다. 각 기계를 위한 모듈 집적 구성요소들은 상기 APC 시스템 운영자로 하여금 전체 프로세스 흐름을 조절할 수 있도록 한다. 이것은 만약 상기 툴들(310a-c)이 다른 동작들을 수행하는 다른 종류의 툴들이면 적용된다.

상술된 특정 실시예들은 예시적인 것이고, 본 발명은 변경되고 다르나 균일한 방법으로 실시될 수 있고, 이것은 상술된 설명을 참조로 종래 기술에 익숙한 사람에게 명백하다. 또한, 하기의 청구범위에 개시된 것과 다르게, 개시된 구성 또는 설계의 상세한 설명에 제한이 이루어지지 않는다. 따라서, 상술된 특정 실시예들은 변경되거나 변형될 수 있고, 이러한 변경들은 본 발명의 범위와 정신 이내에서 이루어짐이 명백하다. 따라서, 그 보호는 하기의 청구범위에서 개시된다.

도면의 간단한 설명

본 발명은 하기의 도면과 관련하여 하기의 설명에서 인식될 것이고, 동일한 참조번호는 동일한 구성요소들을 나타낸다:

도 1은 본 발명에 따라 다수의 제어 입력 신호들을 사용하여 다중-체임버 프로세스 툴 상에서 처리되는 반도체 웨이퍼를 도시한다.

도 2는 본 발명에 따라 실시된 반도체 디바이스를 제조하는 방법을 도시한다.

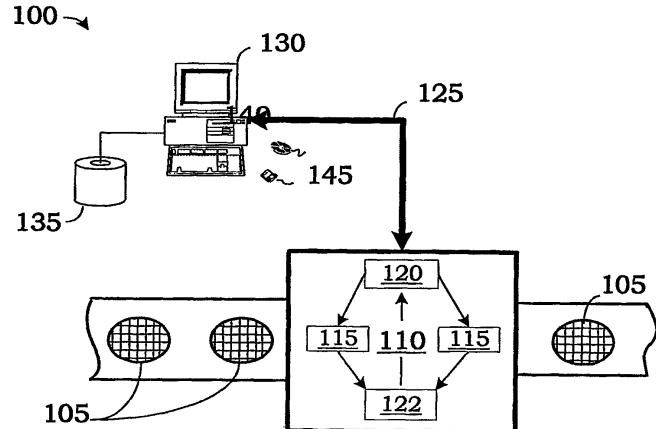
도 3 내지 4는 도 1의 상기 툴의 실시예를 도시한다.

도 5는 도 3 내지 4에 도시된 다수의 프로세싱 툴을 포함하는 제조 프로세스 순서를 나타낸다.

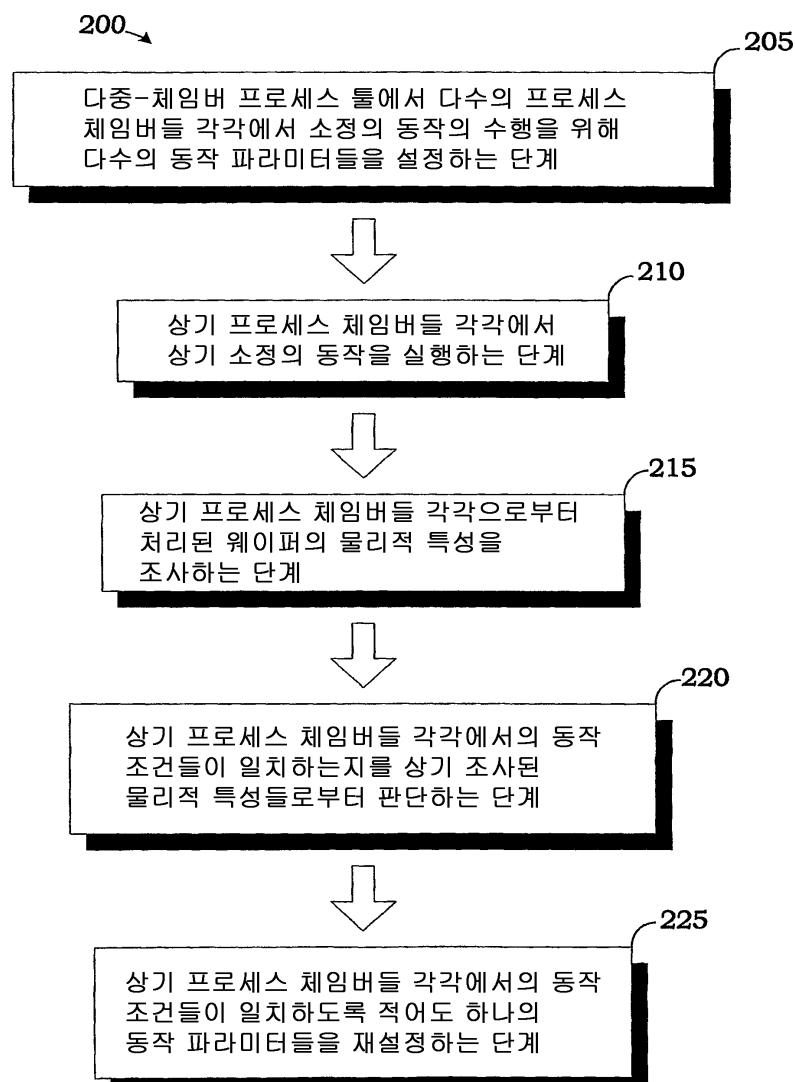
본 발명은 다양한 변경들과 변형들이 용이하고, 그 특정 실시예들은 도면에서 예시적으로 도시된 것이고 상세하게 설명된다. 특정 실시예의 설명은 본 발명을 개시된 형태로 제한하려는 것이 아니며, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정해진 본 발명의 정신과 범위 내에서의 모든 변경들과, 균등물들 및 변형들을 포함한다.

도면

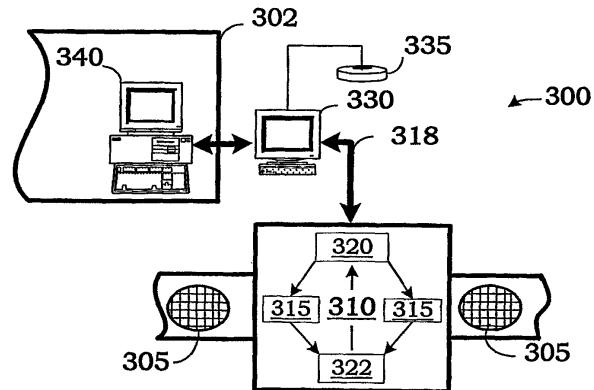
도면1



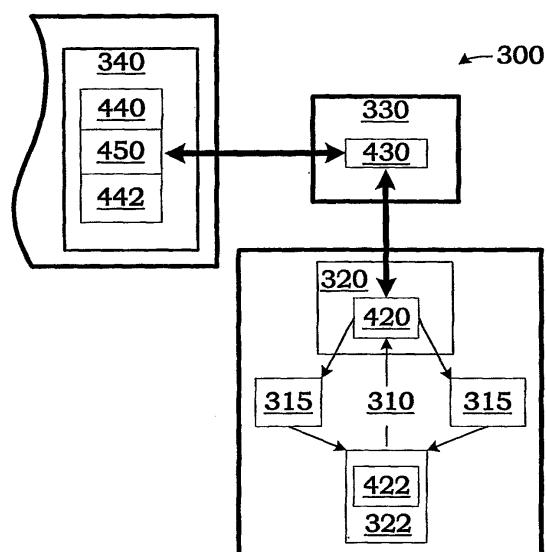
도면2



도면3



도면4



도면5

