(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0050967
(43) 공개일자 2020년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/683 (2006.01) *B23K 26/00* (2014.01)
B23K 26/03 (2014.01) *B23K 26/046* (2014.01)
B23K 26/06 (2014.01) *B23K 26/0622* (2014.01)
B23K 26/082 (2014.01) *B23K 26/53* (2014.01)
B23K 101/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/6835 (2013.01)
B23K 26/0006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7006356
(22) 출원일자(국제) 2017년09월12일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년03월04일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/072869
(87) 국제공개번호 WO 2019/052634
국제공개일자 2019년03월21일

(71) 출원인
에베 그룹 에. 탈너 게엠베하
오스트리아, 아-4782 세인트 플로리안 암 인, 데이 에리히 탈너 슈트라쎄 1
(72) 발명자
브란틀 엘리자베스
오스트리아, 린츠 4020, 아이젠한트슈트라쎄 33
포바제이 보리스
오스트리아, 비엔 1220, 키르쉐날레 95
우르만 토마스
독일, 티르나우 94136, 파러-라이스-슈트라쎄 18
(74) 대리인
강명구

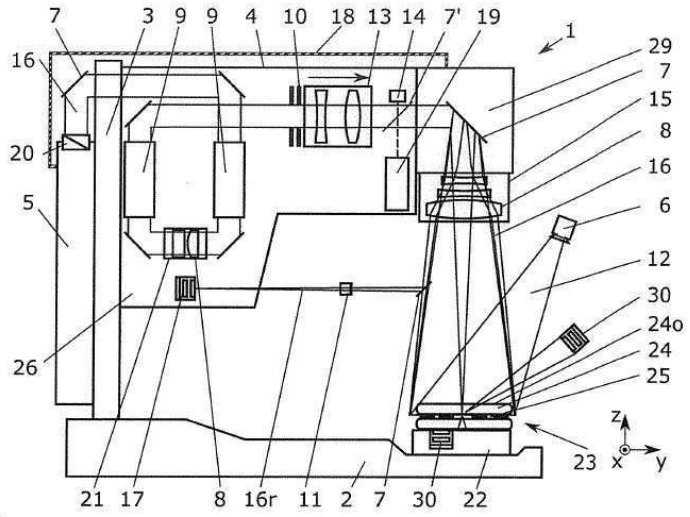
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **일시적으로 접합된 기판 스택을 분리하는 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명은, 레이저(5)에 의해 발산된 레이저 빔(16, 16')들이 기판 스택(23)의 연결층(25)에 타격됨으로써, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법에 관한 것으로서, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)에서 전달되거나 및/또는 반사된 레이저(5)의 레이저 빔(16, 16', 16r)들은 레이저 빔(16, 16')들이 연결층(25)에 타격되는 동안 탐지된다. 또한, 본 발명은, 그와 상응하게, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치에 관한 것이다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B23K 26/032 (2013.01)
B23K 26/046 (2013.01)
B23K 26/0622 (2015.10)
B23K 26/0626 (2013.01)
B23K 26/082 (2015.10)
B23K 26/0861 (2013.01)
B23K 26/53 (2018.08)
B23K 2101/40 (2018.08)
H01L 2221/68327 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

레이저(5)에 의해 발산된 레이저 빔(16, 16')들이 기판 스택(23)의 연결층(25)에 타격됨으로써, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법에 있어서,

일시적으로 접합된 기판 스택(23)에서 전달되거나 및/또는 반사된 레이저(5)의 레이저 빔(16, 16', 16r)들은 레이저 빔(16, 16')들이 연결층(25)에 타격되는 동안에 탐지되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 레이저(5)의 반사되거나 및/또는 전달된 레이저 빔(16, 16', 16r)은, 일시적으로 접합된 기판 스택(23) 또는 기준 기판 스택에서, 레이저 빔(16, 16')들이 연결층(25)에 타격되기 전에 탐지되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 레이저 빔(16, 16')들의 형태 및/또는 강도 프로파일은 탐지된 레이저 빔(16, 16', 16r)들에 의해 조절되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 레이저 빔(16, 16')들이 연결층(25)에 타격되는 것은 스캐닝 방식으로 수행되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 탐지된 레이저 빔(16, 16', 16r)들은 평가되어 공정을 조절하기 위해 사용되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 방법.

청구항 6

일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치에 있어서, 상기 장치는:

레이저(5)에 의해 발산된 레이저 빔(16, 16')들이 기판 스택(23)의 연결층(25)에 타격하기 위한 수단,

일시적으로 접합된 기판 스택(23) 및/또는 기준 기판 스택에서 전달되거나 및/또는 반사된 레이저(5)의 레이저 빔(16, 16', 16r)들을 탐지하기 위한 탐지 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 탐지 수단은, 레이저 빔(16, 16')들이 연결층(25)에 타격되기 전에, 일시적으로 접합된 기판 스택(23) 또는 기준 기판 스택에서, 레이저(5)의 반사되거나 및/또는 전달된 레이저 빔(16, 16', 16r)을 탐지할 수 있는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치.

청구항 8

제6항 또는 제7항에 있어서, 탐지된 레이저 빔(16, 16', 16r)들에 의해 레이저 빔(16, 16')들의 형태 및/또는 강도 프로파일을 조절하기 위한 조절 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 장치는:

베이스(2),

스탠드(3),

레이저 빔(16, 16', 16r)의 빔 방향 및/또는 빔 형태에 영향을 미치는 광학 시스템(26), 및

기판 스택(23)을 수용하고 고정하기 위한 기판 홀더(22)를 포함하되, 기판 스택은 레이저 빔(16, 16')에 대해 이동되는 것을 특징으로 하는, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리하는 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청구항 제1항에 따른 일시적으로 접합된 기판 스택을 분리하는 방법 및 청구항 제6항에 따른 일시적으로 접합된 기판 스택을 분리하는 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래 기술에는, 기판들을 서로 접합하기 위한 수 많은 방법들이 공지되어 있다. 이들의 목적은 기판 스택들을 영구적으로 또는 일시적으로 접합하는 방법을 제공하는 데 있다. 기판들이 특히 접합층에 의해 일시적으로 연결되면, 기판들은 공정 체인(process chain)의 또 다른 지점에서 서로로부터 분리된다. 이러한 분리 공정은 디본딩 공정(debonding process)으로도 알려져 있다. 기판 스택들을 분리하는 최근의 방법들 중 중요한 한 방법은 레이저 디본딩(laser debonding)이다. 레이저 디본딩의 경우, 높은 전력과 정해진 파장을 가진, 집중 레이저 빔(focused laser beam)이 두 기판들의 기판 스택 경계면 영역(substrate stack interface region)을 스캐닝 하며, 그에 따라 고 에너지가 접합층 안으로 들어가서 두 기판이 서로로부터 분리된다.

[0003] 종래 기술에서, 디본딩 공정의 평가(evaluation)는 기판이 서로로부터 분리되고 난 후에, 예를 들어, 광학적 평가방법(optical assessment)에 의해 수행된다. 예컨대, 표면 거칠기(surface roughness) 및 표면 품질(surface quality)가 검사된다.

[0004] 종래 기술의 한 문제점은 레이저 빔들에 의한 타격으로 인해, 기판, 특히, 기판들의 값비싼 구성요소들이 파손될 수 있다는 사실이다.

발명의 내용

[0005] 본 발명의 목적은 종래 기술의 단점들을 해결하고 가능한 최대한 파손되지 않으면서도 효율적으로 기판 스택(substrate stack)을 분리할 수 있게 하는 것이다.

[0006] 이러한 목적은 밑에서 기술되는 본 발명의 사상 및 청구항들의 특징들에 의해 구현된다. 본 발명의 바람직한 실시예들은 종속항들에 기술된다. 본 발명의 상세한 설명, 청구범위 및/또는 도면들에 기술되거나 예시된 특징들 중 2개 이상의 특징들을 조합하는 것도 본 발명의 범위 내에 있다. 또한, 값들의 범위에서, 기술된 제한 내에 있는 값들은 한계값들로서 표시되며 이들의 임의의 조합도 청구될 수 있다.

[0007] 특히, 본 발명에 따르면, 분리 공정 동안에 기판 스택들을 분리하기 위하여, 그와 동시에, 분리 공정을 효율적으로 수행할 수 있도록 하기 위하여, 정확한 레이저 변수(laser parameter)들을 평가함으로써(evaluating), 파손이 방지될 수 있다. 한편으로는, 레이저 빔(laser beam)들의 유입되는 에너지는 분리 공정을 효율적으로 수행하기 위하여 일시 접합층(연결층)을 적어도 부분적으로 파괴하기에 충분히 커야 한다. 다른 한편으로, 유입되는 레이저 전력(laser power)은 기능적인 구성요소(functional component)들이 위치될 수 있는 기판 표면을 파괴할 수도 있는 전력값을 초과해서도 안 된다. 달리 말하면, 레이저 빔의 유입되는 에너지는 일시 접합층의 접합력(bonding strength)을 적어도 부분적으로 약화시킬 수 있다(바람직하게는, 완전히 감소시킬 수 있다). 방사선 조사(irradiation)로 인해, 목표 에너지 입력 및 에너지 변환은 접합층에서 수행되는데, 특히, 기능적 구성요소 상의 열 및/또는 광열 하중(photothermal load)은 최소화된다. 정확한 레이저 변수들을 평가하기 위하여, 반사된 레이저 빔 및/또는 기판 스택을 통해 전달되는 레이저 빔들이 탐지되는데, 본 발명에 따르면, 기판 스택의 기판들을 분리시키기 위하여, 특히, 기판 스택이 레이저 빔들로 타격되는 동안에, 특히, 인-시튜(in-situ) 상태에서 탐지된다.

[0008] 본 발명의 핵심 개념은, 접합층의 모니터링(monitoring) 및/또는 레이저 변수들의 변경(adaptation) 및/또는 모니터링이 기판 스택의 접합층의 타격 동안에 구현될 수 있는 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

[0009] 본 발명에 따르면, 기판 스택의 2개의 기판들은, 하나 이상의 연결층(joining layer), 특히, 일시 접합층(temporary bonding layer), 바람직하게는 접합 접착제(bonding adhesive)에 의해 서로 결합된다. 복수의 연결층들을, 특히, 상이한 물리적 및/또는 화학적 특성들과 함께 사용하는 것을 고려해 볼 수 있다. 본 발명에 따른 특정 실시예에서, 상이한 연결층들은, 상이한 감응도(sensitivity)를 가지고, 레이저의 광자와 물리적으로 및/또는 화학적으로 반응한다. 본 발명에 따르면, 연결층이 릴리스 층(release layer)을 포함하는 것을 고려해 볼 수 있다. 릴리스 층을 타격함으로써, 릴리스 층은 기판들 사이의 접착력이 줄어들도록, 특히 완전히 줄어들도록 화학적으로 및/또는 물리적으로 변한다.

[0010] 본 발명의 추가적인 개념은, 수율(throughput)이 높으면서도 컨트롤 작업(control work)을 최소로 하는 대량 제작(high volume manufacturing: HVM)에서 기판 스택이 분리될 수 있도록 하기 위하여, 기판 스택의 타입을 위해 정확한 또는 최적의 레이저 변수들을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

[0011] 레이저 변수들은 제어 변수(control variable)들의 변수들로서 및/또는 측정 시리즈(measurement series)로부터 나온 결과들로서 최적화된다. 달리 말하면, 탐지된 측정값, 가령, 레이저 빔 강도, 프로파일 형태(profile 형태), 분리된 스택의 표면 균일성, 레이저 빔의 균질성이, 특히, 컨트롤/조절 유닛, 특히, 컴퓨터에 들어가는 자동 피드백 루프(automatic feedback loop)에 의해, 컴파일링 되거나(compiled) 및/또는 평가된다. 그 뒤, 최적화된 제어 변수들은 추가적인 디본딩 공정(debonding process) 및/또는 측정 시리즈들을 위해 사용된다.

[0012] 앞에서 언급한 것과 같이, 최적의 레이저 변수들을 결정한 후에, 컨트롤 작업을 최소한으로 하는 것은, 인-시튜 상태에서 레이저 빔 특성들의 측정과 관련이 있는데, 여기서, 방사선은 적어도 부분적으로 및/또는 일시적으로 기판 스택에 안내되지 않고, 레이저 센서(laser sensor)에 직접 안내된다. 이에 따라, 특히, 노화 현상(ageing phenomena)을 정확하게 설정하기 위해, 제공된 상태(given state)의 방사선 공급원(radiation source)을 조절할 수 있게 된다.

[0013] 본 발명의 한 바람직한 실시예에 따르면, 레이저 빔들이 연결층에 타격되는 것은 스캐닝 방식으로(scanned) 수행된다.

[0014] 스캐닝 단계들에서 레이저 빔의 스캐닝 운동(scanning movement)은 다음과 같이 궤적(trajectory) 및/또는 트랙(track)들 중 하나 이상을 포함하는데, 이들은:

[0015] x-y 스캔 또는 톱니 라인(saw-tooth line) 스캐닝. 레이저 빔이 기판 스택에 좌표 방향(coordinate direction)으로 조명되는데(illuminate), 한 라인이 종료되고 이와 똑같은 방향으로 그 다음 라인에 조명된다.

[0016] 전후 운동(만곡 운동)을 가진 x-y 스캔으로서, 레이저 빔은 한 라인에서 한 방향으로 조명되며, 특히 이음매 없이(seamlessly), 그 다음 라인은 반대 방향으로 조명되고, 이후 계속된다.

[0017] 나선형 스캔(spiral scan)으로서, 이 스캐닝 운동은 동일한 펄스 주파수(pulse frequency)를 가진 나선을 따라 수행되며, 상이한 편향 속도(deflection speed)로 결합된다.

[0018] 교류식 나선형 스캔(alternative spiral scan)으로서, 이 스캐닝 운동은 가변 펄스 주파수를 가진 나선을 따라 수행되며, 스캐너의 상이한 편향 속도로 결합된다.

[0019] 원형 스캔(circle scan)으로서, 이 스캐닝 운동은 특히, 닫힌(closed) 완전한 원형 링(ring) 형태로 수행된다.

[0020] 국부적 한계를 가진 랜덤-스폿 스캔(random-spot scan)으로서, 이 스캐닝 운동은 임의 공정(random process), 가령, 랜덤 카운트 제너레이터(random count generator)로 결합되며, 한 레이저 펄스 후에 그 다음 레이저 펄스가, 임의로 계산된 위치에서, 5 마이크로미터 이상, 바람직하게는 50 마이크로미터 이상, 특히 바람직하게는 500 마이크로미터 이상, 그보다 더 바람직하게는 5 ㎜ 이상의 거리에서 수행된다. 레이저 펄스에 의해 처리되고 처리되지 않는 영역들은, 처리되지 않은 영역들의 개수로부터, 임의로, 자동으로, 본 장치가 그 다음 위치를 선택하도록, 지속적으로 업데이트 된다. 상기 방법의 이점은 기판에 국부적 열 하중(local heat load)이 줄어든다는 점이다.

[0021] 한 스캐닝 단계가 레이저 빔의 운동 없이 레이저 빔의 조사 영역(irradiation area)의 노출(exposure)에 상응한다. 위에서 언급한 모든 스캐닝 운동들의 경우, 2개의 연속적인 스캐닝 단계들 사이의 최소 거리가 조절되는 것이 바람직하다. 특히, 이러한 최소 거리는 특히 조사 영역의 직경보다 크며, 바람직하게는, 조사 영역의 직경의

2배 이상이다. 추가적인 실시예에서, 기판 스택의 스캐닝 동안 레이저 빔이 정해진 영역에 타격되고, 이러한 전달은 리스트 센서에 의해 탐지되며, 레이저 방사선의 측정을 위해서, 어떠한 추가적인 기술적 측정, 특히, 스캐너 운동도 필요하지 않다는 점에서, 컨트롤 작업이 최소로 된다.

[0022] 본 발명에 따르면, 본 장치는 레이저 변수들의 모니터링 및/또는 변경이 수행될 뿐만 아니라 이 레이저 빔들로 레이저 디본딩 공정도 수행될 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다. 기존의 레이저 디본딩 장치들이, 본 발명에 따른 탐지 수단이 장착됨으로써, 본 발명에 따른 장치를 형성하도록 확장될 수 있다.

[0023] 추가적인 실시예에서, 기존의 디본딩 장치들은 본 발명에 따른 측정 장치 및 컨트롤 장치 뿐만 아니라 방법들로 변형될 수 있도록 확장될 수 있다. 본 발명의 독립 청구항에 기재된 것과 같이, 종래 기술의 기존 장치에 본 발명에 따른 기능을 제공하기 위하여 한 수단이 기술된다.

[0024] 본 발명은 인-시튜(in-situ) 상태에서 디본딩 공정, 특히 레이저 디본딩 공정을 측정할 수 있는 장치 및 방법에 관해 기술하고 있다. 특히, 본 발명은, 하나 이상의 센서, 바람직하게는 센서 어레이(sensor array)에 의해, 기판 스택에 결합된 레이저 빔의 전달된 및/또는 반사된 강도를 측정하고, 특히, 입력 전력(input power)에 대해 표준화함으로써, 접합층의 타격의 품질을 얻을 수 있도록 하는 개념에 따른다. 특히, 전력 손실(power loss)을 결정함으로써, 타격 품질에 대해 결론을 내릴 수 있다.

[0025] 센서 어레이를 이용하면, 특히, 국부적으로 분해된(locally resolved) 전체 접합층의 맵(map)이 생성될 수 있다.

[0026] 본 장치 및 방법은 전달 모드(transmission mode)에서 사용되는 것이 바람직한데, 그 이유는 디텍터(디텍터)를 광학 시스템(optical system)의 맞은편에 위치된 측면(side)에 배열시키는 것이 기술적으로 구현하기에 더 쉽기 때문이다.

[0027] 전달된 및/또는 반사된 레이저 전력은 인-시튜 상태, 특히, 국부적으로 분해될 수 있다. 기록된 데이터는 접합층에 제공되는 레이저의 효과에 대해 기술할 수 있다.

[0028] 본 발명에 따른 릴리스 층의 두께는, 0.0001 μm 내지 1000 μm 사이, 바람직하게는 0.005 μm 내지 500 μm 사이, 더 바람직하게는 0.001 μm 내지 400 μm 사이, 그보다 더 바람직하게는 0.05 μm 내지 300 μm 사이, 그 중에서도 가장 바람직하게는 0.01 μm 내지 200 μm 사이이다.

[0029] 특히, 릴리스 층을 포함하는 일시 접합층의 두께는, 0.001 μm 내지 1000 μm 사이, 바람직하게는 0.005 μm 내지 500 μm 사이, 더 바람직하게는 0.01 μm 내지 400 μm 사이, 그보다 더 바람직하게는 0.05 μm 내지 300 μm 사이, 그 중에서도 가장 바람직하게는 0.1 μm 내지 200 μm 사이이다.

[0030] 특히, 레이저 디본딩의 경우, 일시 접합층의 릴리스 층은 릴리스 되어, 분리 공정 즉 디본딩 공정이 수행된다. 특히, 화학적 화합물(chemical compound)들이 레이저 빔들과 분리되며 그에 따라 접착력이 줄어든다. 디본딩 공정의 한 바람직한 실시예에서, 특히, 조절가능한 레이저 빔은 일시 접합층에서 직접적인 광화학적 반응(photochemical reaction)을 유도하며, 이러한 직접적인 광화학적 반응은 일시 접합층의 접합부, 특히 일시 접합층의 릴리스 층을 직접적으로 변경시켜, 특히 비가역적으로 변경시켜(irreversibly change), 층의 접착 강도가 줄어들며, 특히 사라진다. 직접적인 광화학적 반응으로 인해, 기판 또는 기판 스택은 현저하게 가열되지 않으며, 특히 전혀 가열되지 않는다. 전체 기판 스택의 초기 온도에 비해, 온도 증가는, 100℃ 미만, 바람직하게는 50℃ 미만, 더 바람직하게는 25℃ 미만, 특히 바람직하게는 15℃ 미만으로 제한된다. 일시 접합층에 있어서는, 연결층도 한 대안으로서 고려해 볼 수 있다.

[0031] 디본더(debonder)의 추가적인 실시예에서, 특히, 조절가능한 레이저 방사선은 일시 접합층에서의 광열 반응(photothermal reaction)을 유도하며, 이러한 광열 반응은 일시 접합층의 접합부, 특히 일시 접합층의 릴리스 층을 변경시켜, 특히 비가역적으로 변경시켜, 층의 접착 강도가 줄어들며, 특히 사라진다. 접착 강도를 줄이기 위하여, 충분히 높은 국부 가열이 수행된다. 레이저 스폿(laser spot)에서의 국부 가열은, 2000℃ 미만, 바람직하게는 1500℃ 미만, 더 바람직하게는 1000℃ 미만, 가장 바람직하게는 500℃ 미만, 그 중에서도 가장 바람직하게는 250℃ 미만이다. 기판 스택은 전체적으로 100℃ 미만, 바람직하게는 50℃ 미만, 특히 바람직하게는 25℃ 미만만큼 가열된다.

[0032] 본 장치에서 기판에 전체적으로 측정된 반응 온도는, 0℃ 내지 300℃ 사이, 바람직하게는 10℃ 내지 200℃ 사이, 특히 바람직하게는 실온/주변 온도 내지 40℃ 사이이다.

[0033] 디본더의 추가적인 실시예에서, 레이저 빔 특성, 특히, 파장, 펄스 지속시간(pulse duration), 균질성, 빔 횡단

면 및/또는 발산 에너지(luminous energy)는, 광화학적 또는 광열 반응 혹은 이 두 반응의 혼합된 형태가 발생하도록 조절될 수 있다.

[0034] 특히, 유기 재료의 경우, 광화학적 및/또는 광열 반응으로 인해, 유기 재료는 완전한 탄화작용(carbonization)을 거칠 수 있다. 이는, 탄소를 제외하고는, 모든 원자들이 화학적으로 제거되는 것을 의미하는 것으로 이해하면 된다. 탄화작용의 반응 생성물로서, 층과 같이, 탄소는, 본 발명에 따른 파장 범위를 위해, 높은 흡수성(absorbance)을 가진다. 따라서, 가능한 최대한 탄화작용이 발생되지 않도록, 바람직하게는 어떠한 탄화작용도 발생되지 않도록, 그리고, 그 결과, 탄소를 함유하는, 투명하지 않은 층, 검댕이 층(soot layer)은 발생되지 않도록, 본 발명에 따른 변수들을 조절하는 것이 바람직하다.

[0035] 본 발명에 따른 장치는 광학 시스템을 포함하는데, 이러한 광학 시스템을 이용하여, 레이저에 의해 생성된 레이저 빔들은 기판 스택에 안내될 수 있으며, 그들의 변수(특히, 전력)은 반사 및/또는 전달 모드에서 측정된다. 광학 시스템은 스탠드(stand)에 의해 베이스(base)에 정지 상태로 연결되는(connected statically) 것이 바람직하다. 기판 스택들은 기판 홀더(substrate holder)에 고정된다.

[0036] 기판 홀더는 고정 수단(fixing means)을 포함하는 것이 바람직하다. 고정 수단은 기판들을 고정하도록 사용된다. 고정 수단은, 다음의 고정 수단들 중 하나 이상으로부터 선택되는데, 이들은:

[0037] - 기계적 고정 수단, 특히, 클램프, 및/또는

[0038] - 진공 고정 수단, 특히, 개별적으로 조절가능한 진공 트랙(vacuum track) 및/또는 서로 연결될 수 있는 진공 트랙, 및/또는

[0039] - 전기적 고정 수단, 특히, 정전기적 고정 수단, 및/또는

[0040] - 자성 고정 수단, 및/또는

[0041] - 접착 고정 수단, 특히, 겔-팩(gel-pak) 고정 수단 및/또는 접착성의, 특히, 조절가능한 표면을 가진 고정 수단이다.

[0042] 고정 수단은 소프트웨어-기반의 컨트롤 유닛에 의해 특히 전자적으로 조절될 수 있다. 진공 고정은 고정 방법의 한 바람직한 타입이다. 진공 고정은 샘플 홀더(sample holder)의 표면에서 빠져 나오는(exit) 복수의 진공 트랙들을 포함한다. 진공 트랙들은 개별적으로 조절될 수 있다. 기술적으로 구현하기 쉬운 적용예에서, 몇몇 진공 트랙들이 진공 트랙 세그먼트(vacuum track segment)들로 조합되는데, 이 진공 트랙 세그먼트들도 개별적으로 조절될 수 있다. 이들은 진공화되거나(evacuated) 또는 플러딩(flooded) 될 수 있다. 각각의 진공 세그먼트는 그 밖의 다른 진공 세그먼트들과 무관한 것이 바람직하다. 진공 세그먼트들은 환형 형태로(annular form) 구성되는 것이 바람직하다. 표적 방식으로(targeted), 반경 방향으로 대칭으로, 특히, 내부로부터 외부를 향해 고정되거나, 혹은, 그 반대로, 기판이 샘플 홀더로부터 릴리스 될 수도 있다.

[0043] 일반적으로, 디본딩 장치는 하나 이상의 컨트롤 및/또는 조절 유닛, 특히 장치 변수/공정 변수를 체크하거나 및/또는 저장하거나 및/또는 처리하거나 및/또는 출력하거나 및/또는 설정하는 컴퓨터를 포함할 수 있다. 특히, 본 발명에 따른 방법에서, 모든 측정 기기들은 정보 획득 또는 처리 또는 저장 또는 출력을 위해 컨트롤 및/또는 조절 유닛에 연결될 수 있다.

[0044] 광학 시스템과 기판 홀더 사이에 상대 운동이 수행되는 것이 바람직할 수 있다. 광학 시스템, 스탠드 및 베이스는 정지된 상태로 배열되지만, 기판 홀더는 이동되는 것이 바람직하다.

[0045] 특히 바람직한 실시예에서, 광학 시스템에서 레이저 빔을 편향시킴으로써, 레이저 빔과 기판 스택 사이에 상대 운동이 수행되는데, 장치의 추가적인 부분들과 기판 홀더 상의 기판은 서로에 대해 이동되지 않는다.

[0046] 기판 스택의 로딩 및 조사된 기판 스택 또는 분리된 기판들의 언로딩을 위해, 통상의 기술자에게 알려져 있는 로딩 및 언로딩 절차(loading and unloading sequence)가 제공된다.

[0047] 본 발명에 따른 장치를 이용하면, 레이저에 의해 기판 스택의 일부분인 2개 이상의 기판들을 분리할 수 있으며, 그와 동시에, 그리고, 또는 적어도 부분적으로 중첩된 시간 주기에서, 반사된 및/또는 전달된 레이저 빔들의 특성/변수들을 결정할 수 있는데, 이는 디본딩 공정에서 직접적으로 끌어낼 수 있는 결론이다. 따라서, 본 발명에 따르면, 분리 공정을 최적화시키기 위하여, 즉 가능한 최대한 파손되지 않으면서도 효율적으로 분리하기 위하여, 분리 공정 동안에 분리 공정을 조절하는 것이 가능하다.

[0048] 본 발명에 따른 제1 실시예에서, 본 장치는 스캐닝 장치(scanning device)로서 구성되는 것이 바람직하다. 스캐닝 장치는 본 발명에 따른 장치를 의미하는 것으로 이해하면 되는데, 기판 스택에 의해 형성된 X-Y 평면에서, 광학 시스템에 대해, 특히, Z-방향으로 기판 스택에 대해 수직으로(normal) 안내되는 레이저 빔들에 대해, 상대 운동이 수행된다. 레이저는, 연속적인, 특히, 전체 면적을 스캐닝 함으로써, 기판 스택의 전체 접합층에 조사될 수 있다. 하나 이상의 디텍터가 광학 시스템에 대해 정지 상태로 고정되는 것이 바람직하다.

[0049] 본 발명에 따른 제2 실시예에서, 레이저 빔들은, 전체 면적에 걸쳐 기판 스택에 조사되는 장치에 의해, 특히, 렌즈 시스템에 의해 레이저로부터 발산된 레이저 빔을 넓힘으로써 발산된다. 레이저 빔, 특히, 그들의 전력을 측정하는 것은, 전달된 및/또는 반사된 레이저 방사선을 위치에 따라 측정하는 한 어레이의 디텍터들에 의해 수행되는 것이 바람직하다. 대안으로, 전달된 및/또는 반사된 레이저 방사선을 위치에 따라 측정하기 위하여, 정지 상태의 기판 스택에 대해 하나 이상의 디텍터의 상대 운동이 수행된다.

[0050] 발산 전력으로서 측정된 레이저 전력, 특히 연속으로 기판에 전달될 수 있는 방사선 전력의 크기는, 5 W 이상, 바람직하게는 10 W 이상, 더 바람직하게는 15 W 이상, 그보다 더 바람직하게는 17 W 이상, 그 중에서도 가장 바람직하게는 30 W 이상이다.

[0051] 레이저의 바람직한 파장 범위는, 100 nm - 10,000 nm, 바람직하게는 250 nm - 1100 nm, 더 바람직하게는 270 nm - 430 nm, 그보다 더 바람직하게는 280 nm - 380 nm, 그 중에서도 가장 바람직하게는 305 nm - 380 nm이다.

[0052] 특히 바람직한 실시예에서, 레이저의 파장은 주파수 컨버터, 특히, 음향-광학 변조장치, 특히 Bragg cell에 의해 필터링 되고(filtered) 조절될 수 있다.

[0053] 본 장치의 추가적인 바람직한 실시예에서, 레이저 빔은 1064 nm, 420 nm, 380 nm, 343 nm, 318 nm, 308 nm, 280 nm 세트로부터 하나 이상의 파장을 포함한다.

[0054] 접합층에서 광화학적 공정 및 광열 공정을 조합하여 수행하기 위하여, 2개 이상의 파장을 가진 레이저 빔을 사용하는 것이 특히 바람직하다.

[0055] 본 장치의 특히 바람직한 실시예에서, 방사선 공급원은 다이오드 레이저(diode laser)이다.

[0056] 기판 당 레이저 방사선의 총 에너지는 0.01 mJ 내지 5000 kJ 사이, 바람직하게는 0.1 mJ 내지 4000 kJ 사이, 특히 바람직하게는 100 mJ 내지 2000 kJ 사이에 설정된다.

[0057] 레이저 빔은 연속 모드(continuous mode) 또는 펄스 형태로 작동될 수 있다. 펄스 주파수는 0.1 Hz 내지 300 MHz 사이, 바람직하게는 100 Hz 내지 500 kHz 사이, 특히 바람직하게는 10 kHz 내지 400 kHz 사이, 그보다 더 바람직하게는 100 kHz 내지 300 kHz 사이이다.

[0058] 필요한 총 에너지에 따른, 기판 스택 당 펄스의 개수는, 1 백만 펄스 이상, 바람직하게는 3 백만 펄스 이상, 특히 바람직하게는 5 백만 펄스 이상s, 그보다 더 바람직하게는 6 백만 펄스 이상이다.

[0059] 방사선의 펄스 당 기판 스택에 타격되는 에너지는, 0.1 nJ 내지 1 J 사이, 바람직하게는 1 nJ 내지 900 μJ 사이, 특히 바람직하게는 10 nJ 내지 500 μJ 사이에 설정된다.

[0060] 펄스 당 조사 영역은, 1 μm^2 내지 100000 μm^2 사이, 바람직하게는 10000 μm^2 내지 50000 μm^2 사이, 특히 바람직하게는 1000 μm^2 내지 40000 μm^2 사이, 그보다 더 바람직하게는 2500 μm^2 내지 26000 μm^2 사이에 배열된다.

[0061] 통상의 기술자라면, 조사 영역(irradiation area)의 동의어로서, 스폿 크기(spot 크기), 빔 스폿(레이저 스폿 크기)이 알려져 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0062] 특히, 조사 영역의 형태는 원형이며, 그 밖의 다른 바람직한 실시예들에서는 타원형이고, 특히 바람직한 실시예들에서는 직사각형이다.

[0063] 이제, 본 발명에 따른 제1 실시예가 첨부도면들을 참조하여 기술된다.

[0064] 여기서, 광학 시스템은 모든 광학 요소들의 세트를 의미하는 것으로 이해하면 되는데, 본 발명에 따른 장치는 광학 시스템을 이용하여 본 발명에 따른 공정을 수행하도록 사용되고 구성된다. 본 발명에 따르면, 다음 중 하나 이상의 구성요소가 광학 요소들로서 선택되는데, 이들은:

[0065] - 거울(mirror), 특히 평면 거울, 볼록 거울 또는 오목 거울,

[0066] - 렌즈, 특히, 볼록 렌즈, 양면 볼록, 평면 볼록 또는 오목 볼록, 오목 렌즈, 특히, 양면 오목, 평면 오목 또는 볼록 오목 렌즈, 프레스넬 렌즈(Fresnel lens),

[0067] - 프리즘,

[0068] - 회절 요소, 특히 회절 격자(diffraction grating),

[0069] - 텔레스코프이다.

[0070] 텔레스코프는 레이저 빔의 초점 및/또는 직경이 2개 이상의 광학 구성요소(optical component)들로 변경될 수 있는 광학 시스템을 의미하는 것으로 이해하면 된다.

[0071] 광학 구성요소들은, 단순한 렌즈 및/또는 보정 렌즈, 가령, 무색 렌즈(achromatic lens) 및/또는 색 수차 및 구면 수차를 없앤 렌즈(apochromatic lens), 뿐만 아니라 특히 서로에 대해 조절될 수 있는 복수의 렌즈를 포함하는 렌즈 그룹을 포함할 수 있다.

[0072] 기판은 임의의 형태를 가질 수 있지만, 바람직하게는 원형이다. 기판의 직경은, 특히, 산업용으로 표준화되어 있다. 웨이퍼를 위해서는, 산업용으로 표준화된 직경은, 1 인치, 2 인치, 3 인치, 4 인치, 5 인치, 6 인치, 8 인치, 12 인치 및 18 인치이다. 하지만, 본 발명에 따른 실시예는, 원칙적으로는, 직경에 무관하게, 임의의 기판을 취급할 수 있다. 기판은, 특히, 레이저를 위해 투명하게 구성된다. 바람직하게는 하나 이상의 기판, 더 바람직하게는 두 기판 모두 유리 기판(glass substrate)이다.

[0073] 추가적인 실시예에서, 기판 스택은 레이저 방사선을 위해 투명한 캐리어 기판(carrier substrate), 투명하지 않은, 특히 부분적으로 금속화된(metallized), 반사의(reflecting) 제품 기판(product substrate) 및 일시 접합층을 포함한다. 이 경우, 캐리어 기판은 레이저 빔에 의해 먼저 통과된다.

[0074] 추가적인 실시예에서, 기판 스택은 기판 홀더에 고정될 수 있으며, 그에 따라 기판 스택은 캐리어 기판이 아니라 레이저 빔에 의해 먼저 통과되는 제품 기판이다.

[0075] 본 발명에 따른 기판 혹은 본 발명에 따른 기판 스택을 위해서, 사용된 레이저에 대해, 적어도 캐리어 기판을 통해 연결층 안으로 들어가는 광학 경로(optical path)에서의 전달은, 5% 이상, 바람직하게는 25% 이상, 더 바람직하게는 50% 이상, 그보다 더 바람직하게는 75% 이상, 그 중에서도 가장 바람직하게는 90%이다.

[0076] 텔레스코프는, 특히, 매우 신속하게 변경될 수 있는 텔레스코프들인데, 이러한 텔레스코프의 초점이 매우 신속하게 변경될 수 있다. 2개의 초점 사이에서 변경을 위한 주파수 변경(switching frequency)은, 1 Hz 이상, 바람직하게는 10 Hz 이상, 더 바람직하게는 100 Hz 이상, 그보다 더 바람직하게는 1000 Hz 이상, 그 중에서도 가장 바람직하게는 10000 Hz 이상이다.

[0077] 초점이 변경될 수 있는 길이는, 0.1 ㎜ 이상, 바람직하게는 1 ㎜ 이상, 더 바람직하게는 5 ㎜ 이상, 그보다 더 바람직하게는 10 ㎜ 이상, 그 중에서도 가장 바람직하게는 20 ㎜ 이상이다.

[0078] 본 발명에 따른 실시예는, 복수의 텔레스코프, 특히, 1개 이상의 텔레스코프, 바람직하게는 2개 이상의 텔레스코프, 더 바람직하게는 3개 이상의 텔레스코프, 그보다 더 바람직하게는 4개 이상의 텔레스코프, 그 중에서도 가장 바람직하게는 5개 이상의 텔레스코프를 포함할 수 있다. 이러한 텔레스코프들은, 특히, 빔 형태의 동적 확대/축소 및 그에 따라 삭마 영역(ablation area) 또는 조사 영역을 위해 사용된다.

[0079] 초점 변경(focus adaptation)으로 인해, 기판 스택의 임의의 곡률(curvature)에 상응하는 초점 깊이 범위의 정확한 위치배열이 가능하게 된다. 특히, 일시적으로 접합된 기판 스택은, 특히, 제품 기판이 백-씨닝(back-thinned) 되고 난 뒤 또는 그 밖의 경우 처리되고 난 뒤, 상당한 응력(stress)을 받게 되는데, 이는 전체 기판 스택의 곡률에 결코 사소한 요인이 아니다. 기판 스택이 만곡되면, 기판이 서로 결합되는 기판들 또한 만곡된다. 본 발명에 따라 접합층을 따라 모든 지점들이 스캐닝 되면, 최적의 디본딩 결과를 얻기 위하여, 본 발명에 따른 초점 깊이 범위는 위치에 따라 변경된다.

[0080] 빔은 임의의 개수의 광학 요소들과 그 조합으로 형성될 수 있다. 빔 형태는 레이저 빔이 평면과 교차될 때 생성되는 기하학적인 단면 윤곽이다. 특히, 접합층과 교차되는 빔의 기하학적인 단면 윤곽은 삭마 영역/조사 영역과 동일하다. 고려되는 빔의 형태는:

[0081] - 라인 형태,

[0082] - 직사각형 형태, 특히, 정사각형 형태,

[0083] - 육각형 형태,

[0084] - 삼각형 형태,

[0085] - 타원형 형태, 특히, 원형 형태,

[0086] - 그 밖의 임의의 형태, 특히, 구멍(aperture)에 의한 형태이다.

[0087] 강도 프로파일(intensity profile), 즉 빔 형태를 통과하는 방향을 따라 형성되는 강도 경로는 광학 요소들에 의해 임의로 설정될 수 있다. 바람직한 강도 프로파일들은:

[0088] - 가우시안 프로파일(Gaussian profile),

[0089] - 직사각형 프로파일,

[0090] - 삼각형 프로파일,

[0091] - 타원형 프로파일, 특히 원형 프로파일이다.

[0092] 강도 프로파일들과 빔 형태를 위한 설정 옵션들은 특히 균질성(homogeneity)을 최적화시키기 위해 사용된다. 다음에서, 한 이상적인 예가 기술된다. 완벽한 직사각형 강도 프로파일과 1 μm 측면 길이의 정사각형 빔 형태를 가진 레이저 빔은, 전체 면적을 스캐닝한, x-방향 및 y-방향에서 1 μm의 계단(step) 크기를 가질 때, 완전히 균질한 방사선을 생성할 수 있다. 완벽한 직사각형의 방사선 프로파일과 완벽한 정사각형의 빔 형태를 가진 레이저 빔이 생성되는 것은 가능하지 않기 때문에, 조사된 영역의 균질성은 그 밖의 다른 빔 형태 및/또는 그 밖의 다른 강도 프로파일들을 중첩함으로써(superimposing) 근사화된다(approximated).

[0093] 빔 형태는 삭마 영역/조사 영역을 형성한다.

[0094] 제한적인 경우에서는, 작은 면적 또는 삭마 지점(ablation point)으로도 지칭되는 삭마 영역은, 접합층의 일부분이 레이저 빔에 의해 파괴되거나 및/또는 특히 비가역적으로 변경되는 레이저 빔의 단면적이다. 특히, 삭마 영역의 크기 및/또는 형태는 상기 영역에서 레이저의 전력 밀도(power density)에 직접적인 영향을 끼치며, 따라서, 삭마 과정을 표적 방식으로 조절하도록 사용될 수 있다.

[0095] 삭마 영역의 크기는 광학 요소들에 의해, 바람직하게는 텔레스코프들에 의해 설정될 수 있다. 또한, 기판 스택에 안내되는 레이저가 평행이 아닌 한 즉 수렴되거나 발산되는 한, 광학 시스템과 기판 스택 사이의 상대 이동(relative displacement)도 고려해 볼 수 있다. 특히, 삭마 영역의 합동 변환(affine transformation), 특히, 스케일링(scaling)을 위해 제2 텔레스코프도 사용될 수 있다. 삭마 영역의 형태와 크기를 설정할 수 있기 때문에, 디본딩 공정은, 기판 스택의 재료들, 특히, 경계층(interface layer)의 재료에 제공될 수 있다.

[0096] 본 발명에 따른 한 특정 실시예에서, 빔 형태 및/또는 강도 프로파일은 원격으로 조절될 수 있는데(remote-controlled), 특히, 자동으로 조절되거나 제어될 수 있으며, 또 다른 실시예에서는 디본딩 공정 동안에 조정될 수 있다. 빔 형태 및/또는 강도 프로파일이 변경되면, 삭마 지점 또는 삭마 영역에서 레이저 전력 밀도도 변경된다.

[0097] 본 발명에 따른 장치는 바람직하게는 레이저 빔 형태 센서(레이저 빔 프로파일러)를 포함하는데, 이들을 이용하여 레이저 빔은 인-시튜 상태에서 즉 본 발명에 따른 디본딩 공정 동안에 검사될 수 있다(investigated). 레이저 빔 형태 센서들을 위한 통상적인 실시예들은 레이저 빔 프로파일을 탐지하는 카메라이다. 레이저 빔의 균질성은 센서들로 정량적으로 측정될 수 있다(measured quantitatively). 본 발명에 따른 제1 실시예에서, 레이저 빔 형태 센서는 샘플 홀더 외부에 위치된다. 레이저 빔의 한 부분은 광학 요소들에 의해 분리되고, 레이저 빔 형태 센서 내로 재안내된다(redirected). 본 발명에 따른 추가적인 실시예에서, 레이저 빔 형태 센서가 샘플 홀더에 통합되고(incorporated), 특히 내장되며(embedded), 바람직하게는 샘플 홀더의 고정 표면에서 수평으로 위치된다(flush).

[0098] 본 발명에 따른 장치는 레이저 빔 에너지 센서를 포함하는데, 이를 이용하여 레이저 빔의 에너지는 인-시튜 상태에서 즉 본 발명에 따른 디본딩 공정 동안에 검사될 수 있다.

[0099] 레이저 빔 에너지 센서들은 레이저 전력 센서로서 구성될 수 있다. 본 발명에 따른 제1 실시예에서, 레이저 빔 에너지 센서는 샘플 홀더 외부에 위치된다. 레이저 빔의 한 부분은 광학 요소들에 의해 분리되고, 레이저 빔 에너지 센서 내로 재안내된다. 본 발명에 따른 추가적인 실시예에서, 레이저 빔 에너지 센서가 샘플 홀더에 통합되고, 특히 내장되며, 바람직하게는 샘플 홀더의 고정 표면에서 수평으로 위치된다.

[0100] 본 발명에 따른 한 실시예에서, 레이저 빔 형태 센서 및/또는 레이저 빔 에너지 센서가 위치되어, 레이저 빔의 한 부분이 광학 요소들에 의해 분리되고 기판 스택 내로 통과하기 전에 재안내된다. 이러한 구성으로 인해, 본 발명에 따르면, 레이저 빔이 기판 스택을 통과하거나 또는 기판 스택에 타격하기 전에, 레이저 빔을 분석하는 것이 가능하다. 이 측정값들은, 특히, 기준(reference) 또는 기준값(reference value)으로서 사용된다.

[0101] 게다가, 제2 레이저 빔 형태 센서 및/또는 레이저 빔 에너지 센서가, 특히 샘플 홀더에서, 기판 스택 밑에 통합될 수 있다. 이 경우, 전달된 신호들이 분석된다.

[0102] 본 발명에 따른 추가적인 실시예에서, 기판 스택에 의해, 특히, 제품 기판의 금속화층(metallization layer) 및 접합층에 의해, 반사된 방사선을 측정하기 위하여, 제2 레이저 빔 형태 센서 및/또는 레이저 빔 에너지 센서가 기판 스택 위에 위치된다. 이 경우, 반사된 신호들이 분석된다.

[0103] 레이저 빔 형태 센서 및 레이저 빔 에너지 센서를 한 장치에 통합하는 것도 고려해 볼 수 있다.

[0104] 또한, 레이저 빔 형태 센서 및 레이저 빔 에너지 센서는 통상적인 용어인 레이저 빔 센서로 지칭된다.

[0105] 각각의 레이저 빔 센서는, 레이저 빔 특성들을 인-시튜 상태에서 분석하도록, 데이터를 컨트롤 시스템으로 릴레이 시킬 수 있다. 그러면, 레이저 빔 특성들의 분석 결과는 레이저 빔의 변경을 위해 사용될 수 있다. 레이저 빔 및 레이저 빔 센서들로부터 컨트롤 루프(control loop)가 형성된다. 이러한 분석 및 컨트롤은 하드웨어 및/또는 펌웨어 및/또는 소프트웨어에 의해 수행된다.

[0106] 기판 홀더 내에 또는 밑에 하나 이상의 리세스가 위치되는데, 이 리세스에는 광-감응성 장치들이 위치된다. 본 발명에 따르면, 이러한 광-감응성 장치들은, 다음 장치들 중 하나 이상의 장치로부터 선택되는데, 이 장치들은:

[0107] - 광-감응성 센서, 특히, 포토다이오드(photodiode),

[0108] - 초전기 센서(pyroelectric sensor),

[0109] - 열 센서, 특히, 써모커플(thermocouple) 또는 써모파일(thermopile),

[0110] - 카메라, 특히 CCD 카메라 또는 CMOS 카메라이다.

[0111] 본 발명에 따른 장치들로 인해, 다음 중 하나 이상을 결정할 수 있는데, 이들은:

[0112] - 기판의 전달 및/또는 노화,

[0113] - 일시 접합층을 통과하는 전달:

[0114] 기능적 기판(장치 웨이퍼)의 통합성(integrity)을 보장하기 위하여, 개별 타격에 있어서, 이상적으로는, 어떠한 전달(T)도 없거나 또는 오직 매우 작은 전달($T < 0.01\%$) 만이 일시 접합층을 통해 수행된다.

[0115] 바람직하게는, 레이저의 99.9% 이상이 일시 접합층에 흡수된다(absorbed).

[0116] 분리되어야 하는 기판 스택의 동일한 스폿에서, 레이저 펄스들에 대해, 용량(dose)에 대응하는, 일시 접합층에서의 일시적인 변경이 측정될 수 있다. 윌리엄스-랜들-페리 방정식 또는 또 다른 시간-온도 중첩 접근법과 비슷하게, 일시 거동으로부터 일시 접합층의 열 거동(heat behavior)으로 결론이 날 수 있다.

[0117] 또한, 제품 기판을 보호하는 최적화된 용량을 위한 요구 용량은, 한 스폿에서 반복되는 펄스의 개수로부터 공지의 정적 알고리즘을 이용하여 결정된다.

[0118] 상이한 두께는 상이한 전달을 보여주는데, 램버트-비어 법칙에 따라 고유 계수가 제공될 수 있다.

[0119] 웨이퍼 블랭크 측정(wafer blank measurement)을 위한 기준 측정에서, 탄화작용 결정을 할 수 있는데, 최적의 공정 변수들은 제품 기판에 원치 않는 열 입력이 생성될 수 있는 탄화작용을 방지한다.

[0120] - 레이저 전력이 측정되고 시간에 따라 분해되는 경우(일시적 해상도(temporal resolution) 1 ns 또는 그 이상), 접착제 또는 접합층의 그 밖의 다른 재료들과 레이저 간의 상호작용(interaction).

[0121] - 레이저 기록 필드(laser writing field)에서, 하나 또는 인접한 위치들에서 다수의 노출(exposure)을 가진 균질성 및 동적 측정(dynamics measurement).

[0122] 본 발명에 따른 한 변형예에 따르면, 본 장치는 에지 세척 모듈(edge cleaning module)을 포함한다. 에지 세척 모듈은 기판들의 일시적 접합을 위해 사용되는 과잉 재료(예를 들어, 접합제)를 제거하도록 사용된다. 접합층의

과잉 재료는, 특히, 접합 공정으로 인해, 기판 에지(substrate edge)에 매우 가까이 또는 기판 에지 위에서, 바람직하지 못한 외부 에지 영역들이 제거될 수 있다.

[0123] 이러한 과잉 재료는, 기판의 분리가 시작되기 전에, 제거되는 것이 바람직하다.

[0124] 본 발명에 따른 디본딩 방법에서, 특정 영역과 접합된 기판 스택들을 서로 분리하기 위하여, 레이저 방사선이 기판 스택의 에지 영역에서 사용되는데, 이들은 특히 공보 US2009/0218560 A1호에 기술되어 있다.

[0125] 특히, 본 발명에 따른 실시예는, 완전한 디본딩 공정이 수행되는 것이 아니라, 몇몇 지점들에서, 접착 특성들이 손상되지 않은 상태로(intact) 남아 있도록, 사용될 수 있다. 이에 따라, 기판들은 서로 완전히 분리되고 서로로부터 즉각적으로 분리되는 것이 방지된다. 기판 스택은 이동될 수 있지만, 기판들은 최소한의 힘을 제공해도 분리될 수 있다.

[0126] 본 발명에 따른 디본딩 방법 및 본 발명에 따른 디본딩 장치에서, 일시 접합층은 국부적으로 제한적으로 약화될 수 있으며, 시간에 있어서 추후 지점에서, 기판 스택이 특히 기계적으로 분리될 수 있도록, 접착 특성은 에지 영역에서 손상되지 않은 상태로 유지된다.

[0127] 본 발명에 따르면, 상응하는 에지 층들이 제거될 때, 에지 영역에서 전달 특성들이 측정된다. 특히, 일시적으로 접합된 기판들은 원심 코팅 공정(centrifugal coating process)에서 에지에서 수거되고 에지 비드(edge bead)를 형성하는 일시 접합층을 가진다. 본 발명에 따르면, 이러한 에지 비드는 두꺼울 뿐만 아니라 조밀하다. 에지 비드가 발생되는 본 발명에 따른 영역 측정에 의해, 효율적인 제거를 위한 정확한 변수들이 제공될 수 있다.

[0128] 이러한 방법은 트랙 기판(tracked substrate)의 디본딩으로 지칭된다.

[0129] 본 발명에 따른 방법의 기본 개념은, 레이저 디본딩 공정이 동시에 수행될 수 있는 측정 공정, 특히 스캐닝 측정 공정이다.

[0130] 본 발명에 따른 모든 방법들에서, 접합층 또는 경계면의 조사는 반복적으로 수행될 수 있다. 이를 위하여, 스캐닝 공정은 반복적으로 수행되며, 기판 스택의 삭마 영역은 레이저에 의해 반복적으로 조사된다. 삭마 영역에 제공되는 방사선 조사 횟수는, 1회 이상, 바람직하게는 2회 이상, 더 바람직하게는 5회 이상, 그보다 더 바람직하게는 10회 이상, 그 중에서도 가장 바람직하게는 15회 이상이다.

[0131] 레이저 스폿 크기 및 형태에 따라, 기판 스택은 디본딩을 위해 최대 천 백만 펄스로 타격될 수 있다. 삭마 영역의 펄스값은 기판 영역, 레이저 스폿 크기 및 전체 기판에 대한 펄스 개수로부터 결정될 수 있다.

[0132] 특히, 상이한 레이저 변수들로 다수의 방사선 조사가 반복적으로 수행될 수 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 매 횟수 마다 방사선 하중(radiation load)이 감소되고 우수한 균질화(homogenization)가 구현될 수 있다. 방사선 하중이 작으면, 제품 기판에 위치되는 구성요소들을 보호하게 된다. 그에 따라 제품 기판에도 작은 열 하중이 제공된다.

[0133] 삭마 영역의 크기 변수의 한 분율(fraction) 만큼, 레이저 빔의 공급원을 이동시킴으로써(shifting), 균질성을 개선할 수 있다. 이러한 이동은, 삭마 영역의 크기 변수의 10배 미만, 바람직하게는 삭마 영역의 크기 변수의 5배 미만, 더 바람직하게는 삭마 영역의 크기 변수의 1배 미만, 그보다 더 바람직하게는 삭마 영역의 크기 변수의 0.0배 미만, 그 중에서도 가장 바람직하게는 삭마 영역의 크기 변수의 0.01배 미만이다. 레이저 빔이 둥근 삭마 영역을 가지면, 크기 변수는 예를 들어 직경에 상응한다.

[0134] 달리 말하면, 삭마 영역들의 중첩(overlap)은 레이저 빔의 공급원을 이동시킴으로써 형성될 수 있으며, 레이저 빔의 비균질성은 다수의 방사선 조사에 의해 평균이 된다(averaged out). 다수의 방사선 조사는 삭마 영역에 제공되는 에너지 용량의 추가 또는 전체를 의미하는 것으로 이해할 수 있다.

[0135] 본 발명에 따른 제1 방법은, 기판 스택으로부터 2개 이상의 기판들의 최적의 디본딩을 위해 최적의 레이저 변수들을 결정하는 단계를 포함한다. 하지만, 오직 한 기판의 레이저 변수들을 검사하는 것도 고려해 볼 수 있다. 이 경우, 기판 스택 대신에 오직 한 기판이 기판 홀더에 고정된다. 게다가, 일시 접합층을 삽입하거나 및/또는 릴리스 층을 삽입하지 않고도 2개의 기판을 검사하는 것도 고려해 볼 수 있다. 따라서, 기판 스택의 전달이 보장될 수 있다. 공지된 기판 스택의 특성들로, 일시 접합층의 특성들은 동일한 측정값들로부터 계산될 수 있다.

[0136] 또한, 기판 또는 기판 스택을 상이한 영역에서 동일한 일시적 접합 접착제(temporary bonding adhesive)의 상이한 재료 두께로 코팅하는 것도 고려해 볼 수 있으며, 그에 따라 층의 특성을 결정하기 위해 측정 시리즈도 기판 상에서 수행될 수 있다. 게다가, 기판 상에서 상이한 재료 두께 및/또는 상이한 일시적 접합 접착제를 사용하는

것도 가능하다. 이에 따라 일시적 접합 접착제 또는 일시적 접합 접착제들의 신속한 특정화(characterization) 또는 최적화가 가능하다.

[0137] 최적의 디본딩 공정은, 특히 기판 상의 구성요소들이 파괴되거나 파손되지 않고도, 최소 시간에 기판들이 완전히 분리되는 분리 공정으로 이해하면 된다. 이는 제품 기판이 최소 가능 범위까지 조사되도록 변수들이 선택된다는 사실에 의해 명백해진다. 이러한 최적 레이저 변수들을 확인하기 위하여, 특히 리스트(list) 또는 매트릭스(matrix) 형태의, 다수의 레이저 변수들이 생성되며 컴퓨터, 바람직하게는 소프트웨어 내에 저장된다. 레이저 변수, 예를 들어, 레이저 전력을 리스트에서 10 와트 내지 1000 와트로 10 단계로 저장하는 것도 고려해 볼 수 있다. 본 발명에 따르면, 스캐너로 10개 위치에 접근하고, 경계면은 저장된 10개 값들 중 한 값에 상응하는 레이저 전력으로 조사된다. 본 발명에 따르면, 반사된 및/또는 전달된 레이저 전력을 동시에 측정함으로써, 경계면의 최적 파괴가 수행되며, 그에 따라 최적의 디본딩 공정이 발생되는 레이저 전력에 대한 결론을 낼 수 있다. 리스트를 사용하면, 변수에 기반하여 본 발명에 따른 공정을 최적화시킬 수 있다. 복수의 변수들이 변경되면, 이 변수들은 n개 차원의 리스트(n-dimensional list)에 저장되어야 한다. 이러한 n개 차원의 리스트는 매트릭스로도 지칭될 수 있다. 수학적 최적화 공정에 의해 최적의 변수 조합이 얻어진다. 테스트 계획(test planning)에 대한 접근법들은 통상의 기술자에게 잘 알려져 있으며, 최적화를 위한 계산 명령들은 본 발명에 따른 방법의 일부로서 본 명세서에서는 상세하게 기술되지 않는다. 본 발명에 따라 검사될 수 있는 레이저 변수들은 다음 중 하나 이상을 포함하는데, 이들은, 레이저 전력, 노출 시간, X-Y 중첩, 빔 형태, 펄스 형태, 반복되는 노출, 파장이다.

[0138] 다음으로, 본 발명에 따른 제2 방법은, 인-시튜 상태에 있는 균질화 정량(homogenization quantification)을 가능하게 한다. 이는, 디본딩 공정 동안, 특히, 기판들 사이의 경계면의 상이한 지점들에서, 디본딩 공정의 품질에 관한 정보를 얻는 방법을 의미하는 것으로 이해하면 된다. 디본딩 공정을 수행하기 위하여 레이저가 경계면에 집중되면(focused), 특히, 국부적으로 집중되면, 반사된 및/또는 전달된 방사선이 동시에 측정된다. 이로부터, 상응하는 지점에서 디본딩 공정의 품질이 결정된다. 디본딩 공정이 완전히 수행되지 않으면, 상기 지점은 디본딩 공정을 완전히 수행하기 위하여 추후에 또는 다시 노출될 수 있다. 본 발명에 따르면, 디본딩 공정(분리 공정)의 균질성 및/또는 품질은 레이저가 타격된 후가 아니라 레이저 타격 동안에 발생된다.

[0139] 본 발명에 따른 방법들은, 다음과 같이 일시적 접합 재료들 중 하나 이상을 위해 특히 적합한데, 이들은:

[0140] - HD 3007(단일 층),

[0141] - 브루어 사이언스 2중 층: UV 활성층(릴리스 층),

[0142] - 브루어 701,

[0143] - 브루어 접합부 305,

[0144] - 브루어 접합부 220,

[0145] - JSR 레이저 디본딩 재료 2중 층(UV 활성층 + 일시 접합층),

[0146] - 신 에추(Shin Etsu) 유기 평면화 층 + 일시 접합층,

[0147] - 3M 2중 층,

[0148] - 후지필름 2중 층,

[0149] - 추가로 광화학적으로 여기가능한(excitable) 일시 접합 접착제,

[0150] - 추가로 광열로 여기가능한 일시 접합 접착제,

[0151] - 폴리이미드이다.

[0152] 본 발명에 따른 제1 방법은, 다음 단계들 중 하나 이상의 단계를 포함하는데, 이들은:

[0153] - 측정 기기들과 방사선 공급원의 자체-교정 단계(self-calibration). 이를 위해, 기판들 또는 기판 스택들 없이 장치의 블랭크 측정(blank measurement)이 수행된다. 주변 환경(atmosphere)에서 레이저 공급원의 균질성과 강도는 센서들에서 탐지된다. 이러한 자체-교정 단계는 공정과 관련된 모든 변수들, 가령, 실험실 조건, 가령, 온도, 공기의 상대 습도, 부유 입자(floating particle) 개수의 현재 실제 상태를 기록하도록 사용된다.

[0154] - 측정값들은 처리되어 저장된다.

[0155] - 서로 상하로 배열된, 접합되지 않은 기판 스택이 본 장치 내에 로딩된다.

[0156] - 선택적으로는, 필름을 고정하기 위해 사용되는 필름과 서로 상하로 배열된, 접합되지 않은 기판 스택이 본 장치 내에 로딩된다.

[0157] - 선택적으로는, 기판 스택으로서 서로 상하로 배열된, 유리 기판, 특히 투명한 유리 기판들이, 필름을 본 장치 내에 고정시키거나 고정시키지 않고도, 로딩될 수 있다.

[0158] - 선택적으로는, 필름을 고정하지 않고도, 기판 스택을 구성하는 유리 기판이 장치 내에 로딩되어 측정될 수 있다. 그러면, 추가적인, 특히 똑같은 유리 기판이 본 장치 내에 로딩될 수 있다. 따라서, 기판들과 접촉하지 않고도, 기준 측정을 위해, 기판 스택의 유리 기판의 흡수(absorbance) 및 전달이 결정될 수 있다.

[0159] - 접합되지 않은 기판 스택과의 교정 측정. 일시적 접합 접착제 없이도 기판 스택의 전달이 측정된다.

[0160] - 측정값들이 처리되고 저장된다. 특히, 기판 스택의 흡수가 계산될 수 있다.

[0161] - 접합되지 않은 기판 스택이 장치로부터 언로딩 된다(unloaded).

[0162] - 레이저 변수들이 최적으로 변경된다(adapted). 이러한 변경은, 변수 세트로서 메모리에 저장된 실험값 및/또는 계산 변수들에 따른다.

[0163] - 특히, 일시적으로 접합된 기판 스택이 본 장치 내에 로딩된다.

[0164] - 선택적으로는, 공지되고 측정된 전달율을 가진 유리 기판, 공지된 두께의 일시적 접합 접착제, 및 공지되고 측정된 전달율을 가진 추가적인 유리 기판을 포함하는, 일시적으로 접합된 기판 스택이, 필름이 고정되거나 고정되지 않은 상태로(전달이 없는), 본 장치 내에 로딩될 수 있다.

[0165] - 인-시튜 상태의 측정이 디본딩 공정과 병렬로(in parallel) 수행된다.

[0166] - 선택적으로는, 일시적 접합 접착제의 전달율을 결정하기 위하여, 인-시튜 상태의 측정이 수행될 수 있는데, 이는 특히, 변수들의 최적화를 결정하기 위해 사용된다.

[0167] - 분리된 기판 스택이 언로딩 된다.

[0168] - 측정값들이 처리되고 저장된다.

[0169] - 레이저 변수들이 다시 최적화된다.

[0170] 변수들의 변경의 메모리를 형성하기 위하여 측정 시리즈(measurement series)가 수행될 수 있다. 특히, 변수들은, 다음들에서 변경을 포함하는데, 이들은:

[0171] - 캐리어 기판 재료,

[0172] - 캐리어 기판 코팅,

[0173] - 캐리어 기판 사전-처리, 특히 플라즈마 처리(plasma treatment),

[0174] - 캐리어 기판 두께,

[0175] - 고정 필름 재료,

[0176] - 고정 필름 두께,

[0177] - 고정 필름 코팅,

[0178] - 일시적 접합 접착제의 재료,

[0179] - 일시적 접합 접착제의 두께,

[0180] - 일시적 접합 접착제의 필러 재료(filler material),

[0181] - 일시적 접합 접착제의 릴리스 층 두께,

[0182] - 일시적 접합 접착제의 제공 방법, 가령, 스프레이, 스핀-코팅, 캐스팅, 스퀴지(squeegee)이다.

[0183] 모든 측정 결과들 뿐만 아니라 모든 변수들을 가진 모든 공지된 입력 변수들은 공정의 메모리에 저장될 수 있으며, 통상의 기술자에게 알려져 있는 접근법을 이용하여, 신속한 최적화가 수행될 수 있다.

[0184] 특히, 측정 시리즈에 의해 용량(dose)이 결정될 수 있는데, 이 용량은 디본딩 공정 동안 제품 기판에 타격된다. 따라서, 제품 기판을 파손시키는 것을 방지하기 위하여, 레이저 빔의 스폿 크기 및/또는 일시적 접합 접착제의 층 두께 및/또는 레이저 전력은 변경될 수 있다.

[0185] 제품 기판의 용량 결정을 위한 개별 측정은 다음을 포함하는데, 이들은:

[0186] - 제1 기판, 특히 유리 기판, 바람직하게는 유리로 제작된 캐리어 기판의 전달 측정(transmission measurement). 캐리어 기판의 흡수 및/또는 전달율은 그로부터 결정된다.

[0187] - 제2 기판, 특히 고정 필름이 있거나 없는 유리 기판의 전달 측정. 제2 기판의 흡수 및/또는 전달율은 그로부터 결정된다.

[0188] - 기판 스택의 전달 측정으로서, 이 기판 스택은, 제1 측정된 유리 기판 또는 동일한 상세(specification)의 유리 기판 및 공지된 두께를 가진 일시적 접합 접착제, 및 추가적인 변수 및 이전 이력(previous history), 가령, 제공 방법, 충전(charge), 및 공지된 변수를 가진 제2 유리 기판, 및 선택적으로는, 공지된 변수를 가진 고정 필름을 포함한다.

[0189] 일시적 접합 접착제의 흡수 및/또는 전달율은 이러한 전달 측정들로부터 결정될 수 있다.

[0190] 기판, 특히 제2 기판이 기판 스택에서 제품 기판을 대체하면, 그 밖의 다른 기판 및 변수들은 매우 유사한 상태로, 바람직하게는 똑같은 상태로 유지되며, 제품 기판에 타격되는 용량이 계산될 수 있다. 그에 따른 용량이 제품 기판을 파손시키는 용량보다 작으면, 계산이 평가될 수 있다. 이 용량이 제품 기판을 파손시키면, 기판 스택을 파손 없이 효율적으로 분리하기 위하여, 변수들은 상기 계산에 따라 변경될 수 있다.

[0191] 특히, 입력 변수들이 분산되거나(scatter) 및/또는 변경되면, 최적 디본딩 변수들은 메모리 도움으로 설정될 수 있다. 특히, 일시적 접합 접착제의 노화 또는 일시적 접합 접착제에서의 두께 변화 또는 레이저 공급원의 노화가 식별되며, 이에 상응하게 출력되고 피드백된 정보 및/또는 변경된 변수들로 상쇄될 수 있다(compensated).

[0192] 고정 필름에서 분리되어야 하는 기판 스택의 전달율 결정은, 일시적 접합 접착제에서, 레이저 전력이 50% 이상, 바람직하게는 75% 이상, 특히 바람직하게는 95% 이상, 그보다 더 바람직하게는 99% 이상, 최적의 경우에서는 99.9% 이상, 동일한 경우에서는 99.99% 이상 흡수된다.

[0193] 본 발명에 따라, 앞에서 언급한 모든 실시예들 및 공정들은 서로 임의로 조합될 수 있으며, 개별적으로 실시될 수도 있다. 본 발명에 따른 장치의 특징들과 본 발명에 따른 방법들의 특징들은 상호교환하여 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0194] 본 발명의 추가적인 이점, 특징 및 세부사항들은 첨부도면들을 참조하여 하기에 기술한 바람직한 실시예 내용으로부터 자명해 질 것이다. 도면에서:

도 1a는 제1 스캐너 위치에 있는 본 발명에 따른 장치의 제1 실시예,

도 1b는 제2 스캐너 위치에 있는 도 1a에 따른 제1 실시예,

도 1c는 제3 스캐너 위치에 있는 도 1a에 따른 제1 실시예,

도 2는 본 발명에 따른 장치의 제2 실시예,

도 3은 본 발명에 따른 장치의 확대 부분도.

도면에서, 동일한 구성요소들 또는 동일한 기능을 가진 구성요소들은 똑같은 도면부호들로 표시된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0195] 도 1a는, 본 발명에 따라, 전달 모드(transmission mode)에서 광학 시스템(26)으로부터 발산된 레이저 빔(16)들에 의해 기판 스택(23)의 연결층(26)에 타격됨으로써, 일시적으로 접합된 기판 스택(23)을 분리시키기 위한 장치(1)를 도시한다. 본 장치(1)는 베이스(2), 스탠드(3) 및 광학 시스템(26)을 포함한다.

[0196] 광학 시스템(26)은 복수의 구성요소, 특히 광학 요소(optical element)를 포함한다. 베이스(2)와 스탠드(3)는 서로에 대해 움직일 수 없도록 고정 연결될 수 있다. 또한, 연결층(25)은 접합층(25)으로도 지칭되며 특히 일시 접합층(temporary bonding layer)으로 구성된다.

[0197] 이 광학 요소들은 하우징(4) 내에 수용되는 것이 바람직하다. 본 장치(1)는 레이저(5)를 포함한다. 레이저(5)에 의해 생성된 레이저 빔(16)(또는 복수의 레이저 빔(16)들)이 브루스터 윈도우(Brewster window)(20)에 의해 분리되며(분리된), 광학 요소들, 특히 거울(7)들에 의해 광학 시스템(26)에 결합된다. 바람직하게는, 레이저 빔(16)이 도달하는 경로를 따라, 하나 이상의 텔레스코프(9) 및/또는 레이저 빔 형성 유닛(21) 및/또는 하나 이상의 구멍(10) 및/또는 동적 초점 유닛(13) 및/또는 레이저 빔(16)들을 분리하거나 및/또는 편향시키는 반-투명 거울(7')들 및/또는 광학 위치 센서, 특히 PSD(14), 및/또는 자동 초점 유닛(19), 및 특히 동적 조절식 편향 유닛(29) 및/또는 렌즈(8)들을 가진 편평 렌즈 유닛(15)이 위치된다.

[0198] 레이저(5)를 동적 조절식 편향 유닛(29)과 결합시키는 것은, 라인(18)으로 표시된다. 측정 및 조절 기기들은 컴퓨터(도시되지 않음)에 연결된다.

[0199] 편향 유닛(29)에 의해 편향된 레이저 빔(16)의 제1 위치에서, 레이저 빔(16)의 적어도 일부분이 거울(7)에 의해 한 분리된 레이저 빔(16r)으로 편향되고, 따라서, 빔 경로(16')로부터 분리되어 기판 스택의 방향으로 편향된다. 분리된 레이저 빔(16r)은 레이저 빔 형태 센서(11) 및/또는 레이저 빔 에너지 센서(17)로 전달된다. 따라서, 분리된 레이저 빔(16r)은, 레이저 빔(16)의 분리되지 않은 잔여 부분이 기판 스택(23)에 도달하기 전에, 측정된다. 분리된 레이저 빔(16r)은 기준(reference) 또는 기준값(reference value)들을 결정하도록 사용된다. 레이저 빔(16)의 잔여 부분은 접합층(25)에 도달할 수 있으며 적어도 부분적으로 기판 스택(23)을 분리시킬 수 있다.

[0200] 기판 표면(24o) 및/또는 접합층(25)은 가시 범위(12)에 있는 카메라(6)에 의해 본 발명에 따른 각각의 장치(1, 1')에서 조사되고 측정될 수 있다. 카메라(6)는 특히 적외선 카메라이다. 가시광을 위해 기판(24)들이 투명하면, 카메라는 가시 파장 영역에서 감응하는 카메라인 것이 바람직하다.

[0201] 기판 홀더(22)는 이동될 수 있는데, 특히 x-방향 및/또는 y-방향 및/또는 z-방향으로 이동될 수 있다. 특히, z-방향으로의 이동은 초점 깊이의 위치를 변경시키도록 사용될 수 있거나, 및/또는 본 장치의 로딩 및/또는 언로딩 절차를 위해 사용될 수 있다. 바람직하게는, 초점 깊이는 레이저 빔의 초점 변경(focusing adaptation)에 의해 변경된다. 또한, 로딩 및/또는 언로딩도 기판 홀더에 일체형으로 구성된 로딩 핀(loading pin)들을 이용하여 수행할 수 있다.

[0202] 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 기판 스택(23)은 레이저 빔(16')의 초점 평면(focal plane)으로 이동되어, 디본딩 공정(debonding process)을 위해 고정되고, 특히 클램핑 되고(clamped), 기판 스택(23)은 기판 스택(22) 상에서 정해진 위치에 배열되어, 그 위치가 변경되지 않는다.

[0203] 바람직하게는, 기판 스택(23)은 캐리어(carrier) 상에서 본 발명에 따른 장치로 이동된다. 이 경우, 캐리어는 기판 스택(23)의 제품 기판(product substrate)에 연결되는 것이 바람직하다.

[0204] 매우 특별한 공정에서, 기판 스택(23)은 프레임(frame) 상에서 연신되는(stretched) 필름(테이프)에 고정된다. 기판 스택(23)은 제품 기판에 의해 필름에 연결된다. 따라서, 기판 스택(23)은 쉽게 이동될 수 있다. 이렇게 고정됨으로써, 일반적으로, 캐리어 기판이 제거된 후에, 상대적으로 얇은 제품 기판은 필름 상에 남게 되고 아무런 문제 없이 본 발명에 따른 장치로부터 제거될 수 있다.

[0205] 또한, 캐리어 없이도, 기판 스택(23)이 본 발명에 따른 장치에 의해 처리되는 것도 고려해 볼 수 있다. 이 경우, 제품 기판은 수치적으로 충분히 안정적이 되도록 하기 위해 충분한 두께(강성)를 가져야 한다.

[0206] 한 실시예에 따르면, 캐리어가 없을 때, 기판 스택으로부터 캐리어 기판이 제거되고 난 후에, 기판 홀더는 기판 홀더가 충분히 견고하게 고정되어 제품 기판을 안정화시킬 수 있도록 구성된다. 본 발명에 따른 장치의 상기 실시예에서, 디본딩 공정 후에, 특히, 제품 기판을 위한 변경된 고정 요소(adapted fixing element)들에 의해, 제품 기판의 롤링-업(rolling-up)이 방지된다. 특히, 제품 기판은, 기판 홀더로부터 제거되기 전에, 캐리어 교체(캐리어 플립 플롭(carrier flip flop))에 의해, 또 다른 캐리어에 고정될 필요가 있다.

[0207] 레이저 빔(16')이 기판 스택(23)에 타격되는 것은, 스캐닝 운동(scanning movement)에 의해 접합층(26)의 대부분, 바람직하게는 전체 부분을 스캐닝 함으로써 수행된다. 이러한 스캐닝 운동들은 특히 기판 스택(23)과 레이저 빔(16') 사이의 상대 운동으로서 편향 유닛(29)에 의해 수행된다.

[0208] 이에 대한 대안으로서(또는 그 외에도), 초점 깊이의 위치는 텔레스코프(9)에 의해 변경될 수도 있다.

[0209] 추가적인 실시예에서, 스캐닝은 상대 운동, 특히, 광학 시스템(26)에 대한 기판 홀더(22)의 능동 운동(active

movement)에 의해 수행될 수 있다.

[0210] 레이저 빔(16')의 스캐닝 운동은, 기판 스택(23), 특히, 연결층(25)에 적어도 대부분 타격하거나, 바람직하게는 완전하게 타격하지만, 그와 동시에, 기판 스택(23)을 가능한 최대한 덜 손상시키도록 하기 위하여, 상이한 궤적(trajectory) 및/또는 경로를 포함할 수 있다.

[0211] 스캐닝 운동에 있어서, 레이저 빔(16') 및/또는 기판 스택(23) 및/또는 기판 홀더(22)는, 본 발명에 따라, 다음과 같이:

[0212] - 레이저 빔(16')은 정지되고 기판 스택(23)은 이동되거나, 또는

[0213] - 기판 스택(23)은 정지되고 레이저 빔(16')은 이동되거나, 또는

[0214] - 레이저 빔(16')은 이동되고 기판 스택(23)도 이동되도록, 스캐닝을 수행하던지 간에 상관이 없다.

[0215] 본 발명에 따르면, 타격 동안에, 어떠한 움직임 없이도, 정지된 레이저 빔(16')(또는 정지된 레이저 빔들의 그룹) 및 정지된 기판 스택은 일체형으로 즉 전체 면적을 스캐닝(full-area scan) 할 수 있다.

[0216] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 한 실시예에서, 레이저 빔 센서(30)는 기판 스택(23)에 의해 마스킹(masked) 되지 않고 일시적으로 결합되는 접착제(adhesive)의 평면에서 기판 옆에 위치될 수 있다. 이 실시예는 도시되지 않는다.

[0217] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 대안의 실시예에서, 레이저 빔 센서(30)는, 개략적으로 도시되긴 했지만, 기판 홀더(22)의 부분 면적으로서 구성될 수 있는데, 이러한 배열은 동심적으로 또는 비-동심적으로 수행될 수 있다.

[0218] 기판 표면(23o)과 정렬되거나 및/또는 특히 평행하게 배열된 레이저 빔 센서(30)의 센서 영역은 기판 캐리어(22)의 전체 면적의 0.001% 이상, 바람직하게는 0.005% 이상, 특히 바람직하게는 0.01% 이상, 더 바람직하게는 0.05% 이상, 가장 바람직하게는 0.1% 이상을 점유할 수 있다.

[0219] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 제3 실시예(도시되지 않음)에서, 1개 이상, 바람직하게는 2개 이상, 특히 바람직하게는 5개 이상의 레이저 빔 센서(30)들이 기판 홀더(22)에 일체형으로 구성될 수 있으며, 특히 기판 표면(23o)에 분포될 수 있다(distributed). 센서 영역에 대한 기판 홀더의 전체 면적의 크기는 제2 실시예의 경우와 상이할 수도 있다.

[0220] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 제4 실시예(도시되지 않음)에서, 하나 이상의 레이저 빔 센서(30)는 하나의 표면적 센서(surface-area sensor)로서 구성될 수 있으며, 그에 따라 디본딩 공정 동안, 특히, 인-시튜(in-situ) 상태에서, 기판 스택 영역의 50% 이상, 바람직하게는 기판 스택 영역의 60% 이상, 특히 바람직하게는 기판 스택 영역의 80% 이상, 가장 바람직하게는 기판 스택 영역의 99% 이상이 측정될 수 있다.

[0221] 도 1b는 도 1a의 실시예에 따른 장치(1)의 상세하게 도시한다. 편향 유닛(29)은 추가적인 빔 위치로 편향된 레이저 빔(16')을 가진다. 레이저 빔(16')은 상기 빔 위치에서 기판 스택(23)을 통해 레이저 빔 센서(30)에 타격한다(strike). 기판 스택(23), 특히 접합층(25)에서 또는 이들을 통해 반사되거나 및/또는 전달되고 난 후에, 레이저 빔(16')의 잔여 부분의 측정은 레이저 빔 센서(30)에 의해 수행되는데, 레이저 빔의 형태 뿐만 아니라 레이저 빔의 에너지의 측정을 위해 레이저 빔 에너지 센서(17)와 레이저 빔 형태 센서(11) 및 일체형 센서가 적합할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 장치(1)는 전달 측정(transmission measurement)을 위한 장치(1)이다.

[0222] 도 1c는 도 1a에 도시된 것과 같이 본 발명에 따른 장치(1)의 일부분을 도시한다. 편향 유닛(29)은 추가적인 빔 위치로 편향된 레이저 빔(16')을 가진다. 레이저 빔(16')은 기판 스택(23)을 통해 기판 홀더(22)에 타격된다. 따라서, 접합층(25)의 전체 면적 스캐닝도 가능하다.

[0223] 도 2는 본 발명에 따라 반사 모드(reflection mode)에 있는, 즉 전달 측정 외에도 또는 그 대신에 반사 측정(reflection measurement)을 가진 장치(1')를 도시한다. 앞에서 기술한 장치(1)와는 달리, 레이저 빔 형태 센서(도시되지 않음) 및/또는 레이저 빔 에너지 센서(도시되지 않음)가 기판 스택(23) 위에 위치되며 접합층(25)에 의해 반사된 방사선(radiation)을 측정한다.

[0224] 본 발명에 따른 각각의 장치(1, 1')에서, 기판 표면(24o) 및/또는 접합층(25)은 가시 범위(12)를 가진 카메라(6)에 의해 조사되고 측정될 수 있다. 카메라(6)는 특히 적외선 카메라, 바람직하게는 적외선 및 가시광선을 동시에 탐지할 수 있는 카메라이다. 카메라(6)는 기판 스택(23)의 투명도(transparency) 및 사용되는 레이저 방사선에 맞춰져서(matched), 광학 수단으로 릴리스 공정(릴리스 process)이 관측될 수 있다.

[0225] 기판 홀더(22)는 특히 x-방향 및/또는 y-방향 및/또는 z-방향으로 이동될 수 있다. 특히, z-방향으로의 이동은 초점 깊이의 위치를 변경시키도록 사용될 수 있거나, 및/또는 본 장치의 로딩 및/또는 언로딩 절차를 위해 사용될 수 있다.

[0226] 본 발명에 따른 제1 실시예에서, 기판 스택(23)은 레이저 빔(16')의 초점 평면으로 이동되고 디본딩 공정을 위해 클램핑 되며, 기판 스택(23)은 기판 홀더(22) 상의 한 위치에 배열되어, 그 위치가 변경되지 않는다. 스캐닝 운동은, 특히, 기판 스택과 레이저 빔(16) 사이의 상대 운동으로서 편향 유닛(29)에 의해 수행된다.

[0227] 이에 대한 대안으로서(또는 그 외에도), 초점 깊이의 위치는 텔레스코프(9)에 의해 변경될 수도 있다.

[0228] 추가적인 실시예에서, 상대 운동, 특히, 광학 시스템(26)에 대한 기판 홀더(22)의 능동 운동에 의해, 전체 접합층(25)의 스캐닝이 수행될 수 있다.

[0229] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 한 실시예(도시되지 않음)에서, 장치(1, 1')는 반사 측정을 위해 레이저 빔 센서(30)를 포함할 수는 있지만, 전달 측정을 위한 레이저 빔 센서(30)를 포함하지는 않는다. 투명하지 않은(non-transparent) 제품 기판으로 제작된 장치(1, 1')가 사용될 수 있다.

[0230] 본 발명에 따라, 도 2에 도시된 장치(1, 1')에서, 레이저 빔(16)의 3개의 전용 빔 경로(dedicated beam path) 즉 2개의 에지 빔(edge beam)과 중앙 빔(central beam)이 동시에 도시된다. 본 발명에 따른 제1 실시예에서, 이는 기판 상의 한 스폿(spot)을 동시에 처리할 수 있는 개별 레이저 빔(16)의 에지 위치를 예시한다.

[0231] 본 발명에 따른 장치(1, 1')의 추가적인(도시되지 않은) 실시예에서, 편향 유닛(29)과 레이저 빔(16)의 적절한 변경장치(빔 스플리터, 복수의 레이저 공급원)에 의해, 디본딩 공정을 위해, 복수의 레이저 빔을 평행하게, 특히, 전체적으로 평행하게 동시에 사용하는 것도 가능하다.

[0232] 도 3은 2개의 기판(24)들과 접합층(25)을 포함하는 기판 스택(23)의 확대 횡단면도이다. 각각의 x-y 위치에서, 집중(focused) 레이저 빔(16)은 z-방향으로 유한한 초점 깊이 범위(28)를 가진다. 기판 스택(23)은 곡률반경(27)을 가진 다소 구부러진 형태로 구성된다. 접합층(25) 상에서, 초점 깊이 범위(28)를 각각의 x-y 위치에 정확하게 정렬시킬 수 있도록 하기 위하여, 초점 깊이 범위(28)의 z-위치는 조절될 수 있는 것이 바람직하다. 이러한 조절은, 광학 요소들 중 하나 이상에 의해, 바람직하게는, 레이저 빔(16)의 빔 경로에 위치된 텔레스코프(9)들 중 하나 이상에 의해 수행된다. 도 3은, 한 예로서, 상류에 위치된(upstream) 광학 요소로서, 텔레스코프(9)들 중 한 텔레스코프를 도시한다. 특히, z-방향에서 초점 깊이 범위(28)는 기판 스택(23)보다 작다. 초점 깊이 범위는 접착제의 층 두께보다 작은 것이 바람직하며, 접착제의 두께의 0.5배보다 작은 것이 특히 바람직하다.

부호의 설명

[0233] 1 : 장치 2 : 베이스

3 : 스탠드 4 : 하우징

5 : 레이저 6 : 카메라

7 : 거울 7' : 부분-투명 거울

8 : 렌즈 9 : 텔레스코프

10 : 구멍 11, 11': 레이저 빔 형태 센서

12 : 가시 범위 13 : 동적 초점 유닛

14 : PSD(위치 센서 장치)

15 : 편평 렌즈 유닛(필드 편평 유닛) 16 : 레이저 빔

16' : 레이저 빔 16r : 분리된 레이저 빔

17, 17': 레이저 빔 에너지 센서 18 : 라인

19 : 자동 초점 유닛 20 : 부르스터 윈도우

21 : 레이저 빔 형성 유닛 22 : 기판 홀더

23 : 기판 스택　　24 : 기판

24o : 기판 표면　　25 : 연결층/접합층

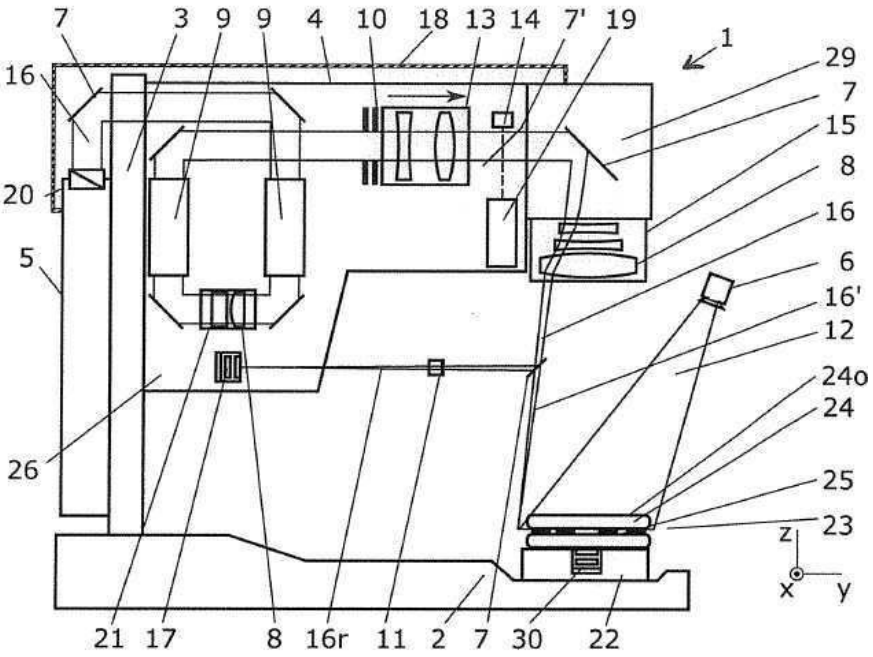
26 : 광학 시스템　　27 : 곡률반경

28 : 필드 범위 깊이　　29 : 편향 유닛

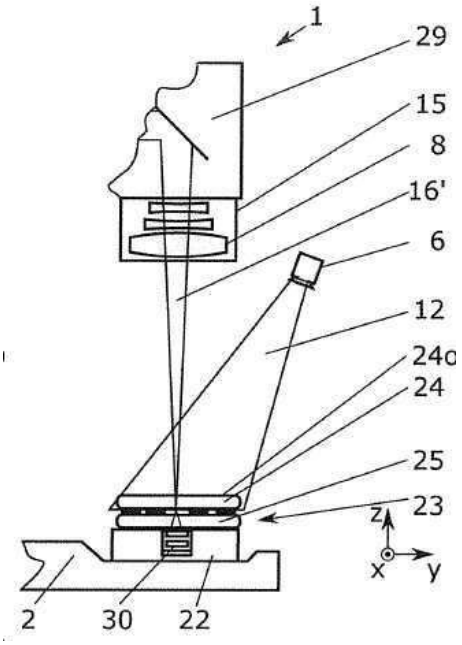
30 : 레이저 빔 센서

도면

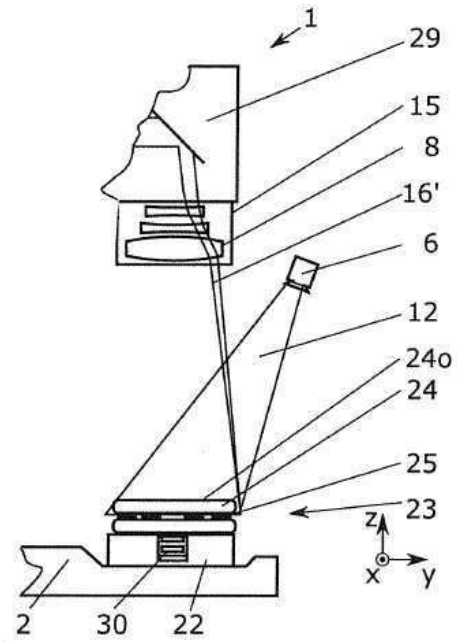
도면1a



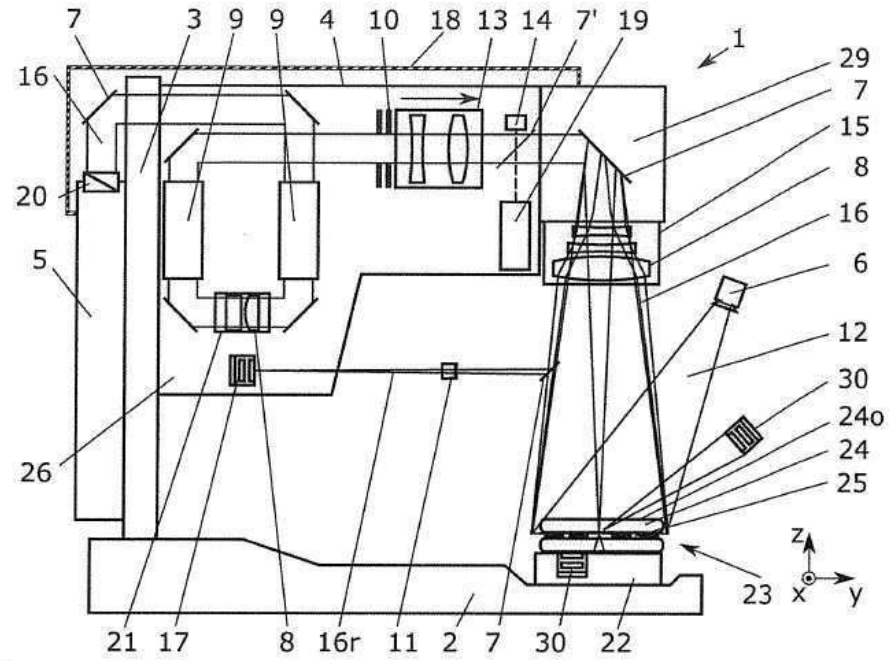
도면1b



도면1c


1
29
15
8
16'
6
12
24o
24
25
23
z
x
y
2
30
22

도면2


7
3
9
9
4
10
18
13
14
7'
19
1
16
29
7
15
8
16
6
20
5
12
30
24o
24
25
26
z
x
y
23
21
17
8
16r
11
2
7
30
22

도면3

