



등록특허 10-2160321



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월28일
(11) 등록번호 10-2160321
(24) 등록일자 2020년09월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 23/498 (2006.01) *C09J 5/06* (2006.01)
H01L 23/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 23/49816 (2013.01)
C09J 5/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7015349
- (22) 출원일자(국제) 2013년11월08일
심사청구일자 2018년10월18일
- (85) 번역문제출일자 2015년06월09일
- (65) 공개번호 10-2015-0106875
- (43) 공개일자 2015년09월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/NL2013/050800
- (87) 국제공개번호 WO 2014/073963
국제공개일자 2014년05월15일
- (30) 우선권주장
12192091.2 2012년11월09일
유럽특허청(EPO)(EP)
- (56) 선행기술조사문헌
JP09129649 A*
JP10070151 A*
JP2001237279 A*
W02012107556 A2*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 14 항

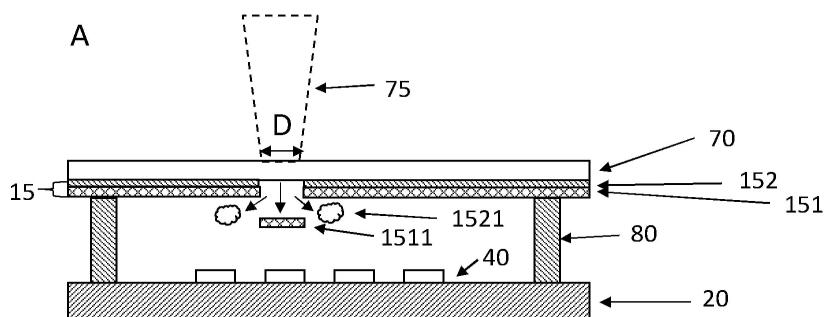
심사관 : 정구원

(54) 발명의 명칭 베어 칩 다이 본딩 방법

(57) 요 약

본 발명은 마이크로-전자 컴포넌트 본딩 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 방법은, 경화가능한 도전성 접착제(curable conductive adhesive) 또는 플럭스 기반 솔더 페이스트(flux based solder paste)의 본딩 물질 및 상기 본딩 물질 중에 인접하는 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)을 포함하는 도너 필름(donor film)을

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2a

제공하는 단계; 레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 도너 필름을 가이딩하는 단계; 상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 또는 연결 패드 구조체의 선택된 부분이 상기 본딩 물질 층으로부터 전송된 본딩 물질로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계; 한쪽 또는 양쪽의 패드 및 패드 구조체 상의 본딩 물질이 상기 패드 구조체와 각 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트를 상기 패드 구조체에 투입하는 단계; 및 본딩 물질의 도전성 접착제를 경화(curing)시키거나 또는 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)함으로써, 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 따라서, 전송 프로세스에서 열적 과노출에 의해 접착제의 효과가 떨어지는 것을 방지하면서 접착성 물질이 전송될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 23/4985 (2013.01)*H01L 24/11* (2013.01)*H01L 24/13* (2013.01)*H01L 24/16* (2013.01)*H01L 24/73* (2013.01)*H01L 24/81* (2013.01)*H01L 24/83* (2013.01)*H01L 24/92* (2013.01)

(72) 발명자

반 덴 브란드, 예룬

네덜란드 엔엘-2595 디에이 스 그라벤하게 안나 반 뷔伦플레인 1 티엔오/아이피 & 콘트랙팅

만담파람빌, 라제쉬

네덜란드 엔엘-2595 디에이 스 그라벤하게 안나 반 뷔伦플레인 1 티엔오/아이피 & 콘트랙팅

스쿠, 하르만너스 프란치스코 마리아

네덜란드 엔엘-2595 디에이 스 그라벤하게 안나 반 뷔伦플레인 1 티엔오/아이피 & 콘트랙팅

명세서

청구범위

청구항 1

각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 본딩(bonding)하는 방법에 있어서,

경화가능한 도전성 접착제(curable conductive adhesive) 또는 플럭스 기반 솔더 페이스트(flux based solder paste)의 본딩 물질 층(151) 및 상기 본딩 물질 층에 인접하는 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계;

레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 상기 도너 필름을 가이딩하는 단계;

상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나의 선택된 부분이 상기 본딩 물질 층으로부터 전송된 본딩 물질(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계;

상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나 상의 본딩 물질이 상기 연결 패드 구조체와 각 연결 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 연결 패드 구조체에 투입하는 단계; 및

본딩 물질의 도전성 접착제를 경화(curing)시키거나 또는 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)함으로써, 1 MPa 이상의 전단강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 본딩 물질은 동작 온도 영역(operating temperature region)에서 열가소성이며, 상기 동작 온도보다 상승된 온도를 갖는 경화 온도 영역(curing temperature region)에서 열경화성인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 동작 온도 영역은 10 ~ 180 °C의 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기판은 적어도 1 cm의 곡률 반경을 갖는 유연성 기판인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 도너 필름에서 상기 기판의 표면까지의 거리는 1 ~ 200 μm 범위로 유지되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 본딩 물질 층은 10 ~ 50 μm 범위의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 도너 필름은 사전 가공된 패턴을 구비하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 사전 가공된 패턴은 레이저 스폿(spot) 크기와 일치하거나 또는 더 작은 크기를 갖는 그리드(grid)를 형성하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 패턴은 $40 \sim 80 \mu\text{m}$ 범위의 그리드 피치(grid pitch)를 갖는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 연결 패드는 $80 \mu\text{m}$ 미만인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 본딩 물질은 동작 온도 영역에서 점성이 있는 열경화성 수지(viscous thermosetting resin)이고, 점성도는 $1 \sim 160 \text{ Pa.s}$ 범위인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 레이저 빔은, 전송된 본딩 물질이 경화가능하게 유지되도록 또는 10 % 이상 부피 퍼센트의 플러스를 포함하도록, 타이밍 및 에너지 측면에서 제어되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 13

각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 본딩(bonding)하는 방법에 있어서,

경화가능한 도전성 접착제(curable conductive adhesive)(151) 및 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계;

레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 상기 도너 필름을 가이딩하는 단계;

상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나의 선택된 부분이 상기 도너 필름으로부터 전송된 도전성 접착제(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계; -상기 레이저 빔은 전송된 도전성 접착제가 경화가능하게 유지되도록 타이밍 및 에너지 측면에서 제어됨-

상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나 상의 도전성 접착제가 상기 연결 패드 구조체와 각 연결 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 패드 구조체에 투입하는 단계; 및

상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 사이의 도전성 접착제를 경화(curing)시킴으로써, 1 MPa 이상의 전단 강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 14

각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 본딩(bonding)하는 방법에 있어서,

플러스 기반 솔더 페이스트(flux based solder paste)(151) 및 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계;

레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 상기 도너 필름을 가이딩하는 단계;

상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나의 선택된 부분이 상기 도너 필름으로부터 전송된 솔더 페이스트(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계; -상기 레이저 빔은 전송된 솔더 페이스트가 10 % 이상 부피 퍼센트의 플러스를 포함하도록 타이밍 및 에너지 측면에서 제어됨-

상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 중 적어도 하나 상의 솔더 페이스트가 상기 연결 패드 구조체와 각 연결 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 연결 패드 구조체에 투입하는 단계; 및

상기 연결 패드 및 상기 연결 패드 구조체 사이의 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)함으로써, 1 MPa 이상의 전단강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 기판 상에, 특히 유연성 기판(flexible substrate) 상에 베어 다이 칩 컴포넌트(bare die chip component)를 상호결합하고 고정하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

기판 상에 개별(discrete) 베어 칩 컴포넌트 또는 마이크로-전자 컴포넌트(칩)을 상호결합(interconnection)하는 것은 소형의 전기적 또는 다른 형태의 상호결합을 제공하기 위하여 충분한 정확성으로 정교한 물질 증착이 필요한 프로세스이며, 칩 컴포넌트가 지정된 위치에 부착될 때 기판에 대한 모든 전기적 연결 및 고정이 이루어질 수 있다. 통상적으로, 이러한 프로세스는 등방성의 도전성 접착제(isotropic conductive adhesive) 또는 솔더 페이스트(solder pastes)를 통해 베어 다이(bare dies)를 칩 하부의 전극들과 본딩하거나 또는 회로 보드 전극들에 대한 패키징 포인팅(package pointing)함으로써 수행된다. 도전성 접착제의 예로는 열적으로 또는 자외선에 의해 경화가능한 은 입자를 갖는 수지(resin)를 들 수 있다. 솔더 페이스트는 통상 솔더 입자들(solder particles)과 플러스(flux)를 포함한다. 이러한 솔더 페이스트는 입자들 상의 산화 층(oxide layers)을 제거하기 위해 플러스를 필요로 하고, 리플로우(reflow)동안 습윤성(wettability)을 향상시킨다. 2가지 형태의 상호결합(즉, 도전성 접착제 또는 솔더 페이스트)은 칩이 위치하기 전에 방지되어야 하는 열적 쇼크(thermal shock)에 민감하다. 플러스는 120 내지 150 °C 이상의 온도에서 활성화되고, 또한 도전성 접착제의 경우 열적 쇼크는 접착제의 접착 특성을 감소시킨다. 현재, 유연성 기판 상의 인터포저(interposers) 또는 볼 그리드 어레이(ball grid arrays)에 베어 실리콘 또는 LED 칩을 본딩하기 위해 도전성 접착제 또는 솔더 페이스트를 프린팅하는 많은 방법들이 공지되어 있다. 이러한 방법 중에는 스크린 프린팅(screen printing)과 스텐실 프린팅(stencil printing)이 있다. 현재의 기술은 효과적이기는 하지만, 어떠한 본질적인 제한으로 인한 문제점이 존재한다.

[0003]

a) 스크린 및 스텐실 프린팅은 빠른 기술이기는 하지만, 필요한 해상도(약 100 μm)를 가지지 못한다. 기판의 웹 이동(web movements) 및 컨택트 모드(contact mode)는 잘못 위치시키기 쉽다. 이는 컨택트 모드 프로세스이기 때문에, 깨지기 쉬운 기판에 손상이 발생될 가능성이 있으며, 단지 물질의 단일 층(single layer)가 칩이 위치하기 전에 증착될 수 있다. 이는 평평하지 않은 표면을 처리할 수 없으며, 특히 호일 기반의 롤투롤(roll to roll) 프로세스의 경우 웹 디포메이션(web deformation)이 보상될 수 없다. 또한, 스크린 제조는 비싸고, 매우

유연하지는 않으며, 스크린 프린팅의 경우 10,000 ~ 100,000의 동작 후 그리고 스텐실 프린팅의 경우 200,000의 동작 후 이들은 대체되어야 한다. 마지막으로, 적절한 결과를 위하여는 정규적인 크리닝과 유지가 필요하다.

[0004] b) 디스펜싱(dispensing) 및 제팅(jetting)은 넌컨택트(non-contact) 방법이고, 스텐실 또는 마스크를 요구하지 않는다. 그러나, 이들의 해상도는 $250 \mu\text{m}$ 로 제한되고, 이는 대부분의 베어 다이 실리콘 칩 및 소형의 수동 컴포넌트에 충분하지 못하다. 또한, 이들은 통상적으로 초(second) 당 10 도트(dots)의 처리량을 갖는 비교적 느린 프로세스이다.

[0005] c) 핀트랜스퍼(pintransfer)도 가능한 방법이지만, 이는 점성도 범위 및 전송될 층의 두께에 있어 제한되어, 전송될 형태에 있어 유연하지 못하다.

[0006] 어드밴스드 머티리얼스 볼륨 22(Advanced Materials Volume 22, Issue 40, 4462 ~ 4466 페이지, 2010년 10월 25일)의 피규(Pique) 등에 의한 "Three- Dimensional Printing of Interconnects by Laser Direct-Write of Silver Nanopastes"에는, 베어 다이 LED를 위한 전기적 와이어 본딩 상호결합을 위한 대안적인 방법을 제공하기 위하여, 기판으로 전송될 솔벤트(solvent) 기반의 드라이 넌실버 페이스트(dried nanosilver paste)를 사용하는 레이저 디렉트 라이팅 방법(laser direct write method)이 개시되어 있다. 그러나, 상기 방법은, 칩 상의 그리고 기판 상의 전기적 연결이 동일한 방향에서 포인팅(pointing)되는, 페이스 다운 본딩 방법(face down bonding method)이 아니며, 또한 접착제에 의해 기판상에 어떠한 고정을 제공하지 못한다. 이는, 구조적 접착(structural adhesion)이 아니라, 폴리이미드 기판(polyimide substrate) 상에 포켓(pockets)에 베어 다이를 위치시킨 후에 전기적 연결을 제공할 수 있기 때문에 적합하지 않다. 더 나아가, 상기 방법은, 레이저 필스를 사용하면 본딩을 위한 접착력을 경화시키거나 또는 감소시키기 때문에, 열경화성 도전성 접착제 등과 같은 대부분의 상호결합 물질에 적합하지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 종래기술에 따른 조립은 충분한 유연성 및 신뢰성을 제공하는 유연성 기판 상에 정교한 피치 베어 다이(fine pitch bare dies)의 고해상도 본딩을 위한 적절한 방법을 제공하지 못하였으며, 본 발명의 목적은 이를 위한 해결책을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 위하여, 본 발명의 일 형태에 따른 마이크로-전자 컴포넌트 본딩 방법은, 각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트, 특히, 베어 다이 컴포넌트(bare die component)(10)를 본딩(bonding)하는 방법으로서,

[0009] 경화가능한 도전성 접착제(curable conductive adhesive) 또는 플렉스 기반 솔더 페이스트(flux based solder paste)의 본딩 물질(151) 및 상기 본딩 물질 층에 인접하는 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계;

[0010] 레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 도너 필름을 가이딩하는 단계;

[0011] 상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 또는 연결 패드 구조체의 선택된 부분이 상기 본딩 물질 층으로부터 전송된 본딩 물질(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계;

[0012] 한쪽 또는 양쪽의 패드 및 패드 구조체 상의 본딩 물질이 상기 패드 구조체와 각 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 패드 구조체에 투입하는 단계; 및

[0013] 본딩 물질의 도전성 접착제를 경화(curing)시키거나 또는 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)함으로써, 1 MPa 이상의 전단강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 따라서, 본딩 물질이 원하는 해상도 크기로 전송될 수 있으며 동시에 본딩 물질이 전송 프로세스에서 열에 과노출되어 비효과적으로 되는 것을 방지하는, 대안적인 본딩 방법이 제공된다. 본딩 물질은 열경화성 또는 열가소성 접착제 또는 솔더 페이스트를 포함하는 플렉스에 의해 형성될 수 있으며, 다이 본딩 물질에서 기판 표면으로

의 솔더 페이스트를 포함하는 플러스의 전송에서, 플러스가 전송된 본딩 물질 내에 온전하게(intact) 남도록, 레이저 빔이 타이밍 및 에너지의 측면에서 제어된다. 본딩 물질 층으로부터 패드 또는 패드 구조체로 본딩 물질을 전송한 이후에 본딩 물질이 그 본딩 특성을 유지할 때 본딩 물질은 온전하게 남는다. 다시 말해, 고정 단계에 의해, 즉, 열경화성 물질을 경화시키거나 또는 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)에 의해 본딩 물질이 본딩을 위해 적합하도록 남는다.

발명의 효과

[0015] 이러한 방식으로, 유연성 기판 상에 배치된 마이크로-기능부들(micro-features)에 대해 마이크로-전자 컴포넌트를 위치시킴으로써, 종래기술의 패드 크기보다 상당히 작은 해상도 스폽 크기(resolution spot sizes)로 마이크로-전자 컴포넌트의 패드가 본딩되고 전기적으로 상호결합되는, 효과적인 본딩 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 마이크로 전자 소자를 위한 어셈블리 방법의 개략도이다.

도 2는 접착제 또는 솔더 매터를 전송하기 위한 셋업의 개략적인 실시예를 나타낸 도면이다.

도 3은 본딩 방법 구현을 위한 템 기반 공급 시스템을 도시한 것이다.

도 4는 칩 어셈블리를 위한 릴투롤 공급 시스템을 도시한 것이다.

도 5는 기판에 볼 그리드 어레이 타입 구조체를 상호결합시키는 실시예에 대한 개략적인 도면이다.

도 6은 호일 상에 수동 컴포넌트 또는 베어를 상호결합시키는 실시예에 대한 개략적인 도면이다.

도 7은 구조화된 도너 필름의 예를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 일 측면에서, 직접 라이팅 방법은 기판 상에 이산된 칩 컴포넌트를 위한 고속의 포지셔닝 다이 본딩 물질을 제공한다. 이는 릴투릴 제조 방식에서 운용될 수 있다. 특히, 상기 방법은 높은 비스코스 물질의 고 해상도 층 착을 위해 사용될 수 있다. 개시된 방법 및 시스템의 이를 수 있는 해상도로, 이송되는 다이 본딩 물질의 해상도 스폽 크기는 $50\mu\text{m}$ 보다 작은 이송된 본딩 물질의 스폽 지름으로 이루어질 수 있다.

[0018] 도 1은 유연성 기판(20)의 패드 구조체(40) 상에 베어 다이 칩 컴포넌트들 (칩들)(10)의 본딩 이산 패드(30)를 위한 몇몇 방법 실시예들(A, B, C)의 개략적인 도면이다. 이하에서 설명하는 바와 같이, 상기 방법은 유연성 기판(20)의 웹 변형(web deformations)을 위한 정정을 할 수 있도록 충분히 정확해야 한다. 본문에 사용된 "유연성 기판"이라는 용어는 특히 릴투릴 프로세스에서 사용될 수 있도록 충분히 굽혀질 수 있는 기판을 말한다. 다시 말해, 본문에 사용된 유연성 기판은, 기판이 본질적인 기능성을 상실하지 않고, (릴 직경에 의존하여) 어떤 곡률(curvature)로, 예컨대 $1 \sim 100\text{cm}$ 의 반경으로 굽어질 수 있는 충분히 유연한 기판이다. 칩 본딩 물질 메터(matter)(50)의 공급은 패드 구조체(40)(도 1의 A 참조) 또는 칩 패드(30)(도 1의 B 참조) 상에 위치될 수 있다. 칩(10)은 기판(20)의 패드 구조체(40) 상에 웹 다이렉트리 본딩될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 도전성 다이 본딩 메터 및 구조적 접착제(60)의 컴포지트 패턴(composite pattern)이 제공될 수 있다(도 1의 C 참조). 또한, 대안적으로, 상기 방법은 라미네이팅된 유연성 기판 상에 배치된 패드 구조체들을 상호결합시키기 위해 제공될 수 있다.

[0019] 도 2a 및 2b는, 다이 본딩 물질(1511)을 기판(20) 상의 패드 구조체(40) 쪽으로(도 2a 참조) 또는 베어 다이 (10)의 패드(30) 쪽으로(도 2b 참조) 이동시키기 위한 예시적인 전송 셋업을 도시한 것이다. 일 실시예에서, 마이크로-전자 컴포넌트 본딩 방법은, 각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트, 특히, 베어 다이 컴포넌트(bare die component)(10)를 본딩(bonding)하는 방법으로서, 경화가능한 도전성 접착제(curable conductive adhesive)(151) 및 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계; 레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 도너 필름을 가이딩하는 단계; 상기 다이나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 또는 연결 패드 구조체의 선택된 부분이 상기 도너 필름으로부터 전송된 접착제(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계; -상기 레이저 빔은 전송된 접착제가 경화가능하도록 남도록 타이밍 및 에너지 측면에서 제어됨- 한쪽

는 양쪽의 패드 및 패드 구조체 상의 본딩 물질이 상기 패드 구조체와 각 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 패드 구조체에 투입하는 단계; 및 1 MPa 이상의 전단강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하기 위해, 상기 패드 및 패드 구조체 사이의 도전성 접착제를 경화(curing)시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 일 실시예에서, 마이크로-전자 컴포넌트 본딩 방법은, 각각 하나 이상의 연결 패드(connection pad)를 통해 마이크로-전자 컴포넌트를 상호 연결하기 위해 배치된 연결 패드 구조체(connection pad structure)(40)를 표면에 갖는 기판(20) 상에, 하나 이상의 전기적 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트, 특히, 베어 다이 컴포넌트(bare die component)(10)를 본딩(bonding)하는 방법으로서, 솔더 페이스트(solder paste)(151) 및 다이나믹 방출 층(dynamic release layer)(152)을 포함하는 도너 필름(donor film)을 제공하는 단계; 레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬시키고, 상기 기판의 표면으로부터 소정 거리 이격된 도너 필름을 가이딩하는 단계; 상기 다이 나믹 방출 층이 활성화되어 상기 연결 패드 또는 연결 패드 구조체의 선택된 부분이 상기 도너 필름으로부터 전송된 솔더 페이스트(50)로 커버되도록, 상기 다이나믹 방출 층 상에 레이저 빔을 인가하는 단계; -상기 레이저 빔은 전송된 솔더 페이스트가 플러스의 10 % 이상 부피 퍼센트로 구성되는 플러스를 포함하도록 타이밍 및 에너지 측면에서 제어됨- 한쪽 또는 양쪽의 패드 및 패드 구조체 상의 솔더 페이스트가 상기 패드 구조체와 각 패드 사이에 전기적 연결을 형성하도록, 상기 연결 패드를 갖는 마이크로-전자 컴포넌트(10)를 상기 패드 구조체에 투입하는 단계; 및 1 MPa 이상의 전단강도(shear strength)로 상기 마이크로-전자 컴포넌트를 본딩하기 위해, 상기 패드 및 패드 구조체 사이의 솔더 페이스트를 리플로잉(reflowing)하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 종래기술에 따른 방법과 달리, 상기 실시예들은 기판의 각 패드 구조체에 패드를 갖는 마이크로전자 컴포넌트를 위치시킨 이후 마이크로전자 컴포넌트의 고속 고해상 본딩을 제공하는 것을 공통 컨셉으로 가진다.

[0022] 전송 동안, 즉 위치하기 전에, 전송되는 접착제 또는 솔더 페이스트(solder paste)는 각각 손상되지 않고(intact), 특히, 경화가능하고(curable) 또는 리플로어블(reflowable)하기 때문에, 본딩 특성이 최적이며, 그 결과 패드 구조체 상에 컴포넌트(10)의 위치 후, 본딩 물질 특히 접착제 또는 솔더 페이스트는 각각 경화되거나 또는 리플로어(reflow)되어 전기적 연결성을 갖는 로버스트 본딩을 제공하고, 이는 1Mpa 이상의 본딩 강도를 가질 수도 있다. 이는 대규모 산업 목적으로 매우 효과적이며 비용을 절감할 수 있다.

[0023] 셋업에서, 레이저 스폿은, 특히 $20 \sim 300 \text{ mJ/cm}^2$, 보다 구체적으로 $40 \sim 150 \text{ mJ/cm}^2$ 의 성능(fluencies)을 갖는 Nd:YAG 또는 엑시머(excimer) 레이저의 경우, $20 \sim 200 \mu\text{m}$ 의 크기로 형성된다. 스폿은 투명 캐리어 기판(70), 예컨대 248 nm KrF 엑시머에 대하여 석영 유리(quartz glass) 그리고 355 nm Nd:YAG 레이저에 대하여 PET 또는 소다 석회 유리(Soda Lime Glass) 상에 조준(aim)된다. 기판(70) 상에, 도전성 다이 부착 다이 본딩 물질(15)이 구비되며, 이는 도전성 열경화성 물질(conductive thermosetting material) 또는 플러스 기반 솔더 페이스트(flux based solder paste)의 다이 본딩 물질 층(151)과 상기 도전성 열경화성 또는 플러스 기반 솔더 물질로 된 다이 본딩 물질 층(151)에 인접하는 다이나믹 방출 층(dynamic release layer; 152)을 포함한다. 다이나믹 방출 층은 본 기술분야에 공지되어 있으며, 이는 국부적으로 조사될(irradiated) 때 갑자기 국부적으로 기체 물질로 변하는, 층에 형성된 합성물(composition)을 포함하고, 그 결과 다이나믹 방출은 기체 물질의 추진력(propulsion)에 의해 이루어진다. 예를 들어, 다이나믹 방출 층(152)은 희생되는 다이나믹 방출 층(sacrificial dynamic release layer)으로서 기능하는 약 100nm 두께의 트리아젠 층(Triazene layer)에 의해 형성되고, 이는 광활성화(photoactivated)에 의해 질소 및 다른 유기 휘발성 기체(1521)로 분해되는 중합체(polymer)를 포함한다. 다이나믹 방출이 다이나믹 방출 층(152) 상에 구비된 물질을 제공하는 효과를 갖는 다른 합성물, 즉 다이나믹 방출 층(152)으로부터 연결 패드 구조체(40)의 선택된 부분으로 경화가능한 도전성 접착제 또는 플러스 기반 솔더 페이스트의 본딩 물질을 다이나믹 방출할 수 있는 효과를 갖는 다른 합성물도 마찬가지로 적합하다. 전형적인 피크 흡수(peak absorption)는 290 ~ 330 nm에서 발견되고, 어블레이션 임계값(ablation threshold)(308 ~ 248 nm에서 $22 \sim 32 \text{ mJ/cm}^2$)는 매우 낮으며, 그 결과 도너 다이 부착 필름 층 또는 솔더 페이스트는 열적으로 로딩/loading)되지 않고 전송 이후에 온전하게 남으며, 이러한 방식으로 다이 본딩 물질(1511)은 열경화성(thermosettable)으로 남는다. 예를 들어, 다이나믹 방출 층(152)으로부터 연결 패드 또는 연결 패드 구조체(40)의 선택된 부분으로 다이나믹 방출에 의해 전송된 본딩 물질이 경화가능하게 남거나 또는 솔더 플러스의 10% 부피 퍼센트 이상을 구성하는 방식으로, 레이저 빔은 타이밍(timing) 및 에너지에 있어 제한될 수 있다. 따라서, 다이나믹 방출 층(152)이 도전성 다이 부착 다이 본딩 물질(1511)에 직접적으로 활성화되어 기판(20)의 선택된 부분이 전송된 도전성 다이 본딩 물질로 커버되는 방식으로, 다이 본딩 물질 층(15)

의 도전성 열경화성 물질에 인접하는 다이나믹 방출 층(152) 상에 레이저 빔을 인가함으로써, 다이나믹 방출 층(152)으로부터 패드 구조체로 전송 동안 원하는 물질 특성이 함유될 수 있다.

[0024] 선택된 부분을 도전성 다이 본딩 물질로 깨끗하게 커버하는 것은 패드 구조체와 도전성 다이 사이에 적절한 전기적 연결을 제공하는 기능을 갖는다. 일 실시예에서, 도 2a 및 2b에 도시된 바와 같이, 예컨대 15 ~ 25 Pa.s의 점성도(viscosity)를 가지며, 헨켈(Henkel)의 CE 3103 WLV처럼 상업적으로 이용가능한, 120 ~ 150 °C에서 10 ~ 3 분(min)의 통상적인 경화 온도 및 통상적으로 4 ~ 10 E-4 Ohm.cm의 부피 저항(volume resistivity)을 갖는 실버 트랙(silver tracks) 또는 코팅된 구리(Cu) 기판 상에 전기 도전성을 갖는 열경화성 등방성 도전성 접착제 물질(thermosettable isotropic conductive adhesive material)(151)이 전송된다. 상기 방법의 일반적인 적용가능성을 표현하기 위하여, 150 °C에서 약 10분(min) 정도 경화되고, 160 ~ 180 Pa.s의 점성도를 갖는 높은 점성도 도전성 접착제로 구성되는, 헨켈(Henkel)의 또 다른 실험적인 도전성 접착제가 전송될 수 있다. 도전성 접착제(151)는 다이나믹 방출 층(152) 상에 20 ~ 30 μm , 특히 25 μm 두께의 균일한 층을 제공한다. 두께는 약 25 μm 또는 50 μm 로 제어될 수 있지만, 이론상 어떠한 두께도 가능하다. 도너 본딩 물질은 심(shims)(80)에 의해 기판으로부터 약 13 ~ 150 μm 거리 떨어져 고정된다.

[0025] 그리고, 도전성 접착제는 플렉스 기반 Sn96.5Ag3Cu0.5 type 5 솔더 페이스트에 의해 대체될 수 있다. 플렉스를 갖는 솔더의 적절한 전송이 이루어질 수 있으며, 기능성이 리플로우(reflow)에 의해 확인될 수 있다. 또한, 비도전성 구조 접착제 또는 압력 민감성 접착제가 성공적으로 전송될 수 있다. 접착제는 1.2 Pa.s의 점성도를 가질 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 다이 본딩 물질 층은 약 7 E-4 Ohm.cm이 높은 도전성을 가지며 175 ~ 200 °C에서 약 1.5 시간의 경화 과정을 갖는 15 ~ 30 μm 두께의 고체 열가소성 층(solid thermoplastic layer)이 될 수 있다.

[0027] 도 3a 및 3b에는, 릴(reel)(180)로 다시 감기는 릴(185) 상의 테이프(70)로부터 도전성 열경화성 접착제 또는 솔더 페이스트를 전송하는 전송 시스템이 도시되어 있다. 여기에 도시된 본딩 방법은, 웹 인TEGRITY(web integrity)가 보장될 수 없는 유연성 호일(flexible foil) 상에 적절히 위치시키기 위하여, 정확하고 적용 가능한 수정을 할 수 있는 얼라인먼트 검출 시스템(alignment detection system)과 결합하여 사용될 수 있다. 도 3a에서, 테이프(70)는 PET 호일로 만들어질 수 있으며, 도너 공급 시스템(donor feed system)(75)을 통과한다. 여기서, 도전성 열경화성 접착제 또는 솔더 페이스트는 레이저(195)의 빔 하부에 정렬되며, 억셉터 기판(acceptor substrate)(20)의 패드 구조체(40)로 전송된다. 기판은, 레이저(195)에 대해 상대적으로 기판(20)을 정렬시키는 얼라인먼트 제어 수단(alignment control means)에 상응하여 이동될 수 있는, 모터 구동 스테이지(motorized stage)에 의해 이동될 수 있다. 도 3b는 도너 필름(15)이, 기판(20) 상에 X-Y 방식으로 필름을 가이딩하기 위한 각각의 가이드(guides)(210, 215)를 포함하는, 모터 구동 스테이지(220)에 의해 이동되는 또 다른 실시예를 보여준다. 기판은 스테이지(220)에 의해 전송방향(P)으로 이동될 수 있다. 레이저(195)는 기계적으로 또는 광학적으로 이동될 수 있으며, 그 결과 본딩 물질(1511)의 전송이 기판(20)에 대해 정렬될 수 있다.

[0028] 도 4는, 앞에 도시된 전송 섹션(250)에서 LIFT 방법에 의해 전송 칩 본딩 및 상호결합 물질을 포함하는, 마이크로전자 컴포넌트(10)를 위한 어셈블리 프로세스를 개략적으로 도시한 것이다. 특히, 도전성 다이 부착 물질(50)과 비도전성 다이 부착 물질(60)을 구비하는 유연성 기판 또는 호일(20) 상에 베어 칩 컴포넌트(bare chip component)(10)를 상호결합 및 본딩하는 베어 칩 컴포넌트 상호결합 방법이 개시되어 있다. 상기 방법은 유연성 기판(20)에 콘택트(contact)(40)를 제공하고, 베어 칩 컴포넌트(10)에 콘택트(30)를 제공하여, 위치지정 수단(positioning means)(255)에 의해 사전 설정된 위치로 위치시킨다. 상기 방법은 열적 노출 단계(thermal exposure step)(260)를 포함하고, 상기 열적 노출 단계에서, 유연성 기판 또는 호일이 릴(270)에 되감기기 전에, 도전성 열경화성 또는 리플로잉 솔더 멜트(conductive thermoset or reflowing solder melt)(280) 및 선택적으로 비도전성 열경화성 접착제(285)를 경화시킴으로써 칩은 영구히 고정된다.

[0029] 도 4에 도시된 릴투릴(reel to reel) 방법에서, 기판(20) 또는 캐리어 웹(carrier web)은 제1 릴(265)에서 풀리고, 가이드 룰러(240) 세트를 통해 가이딩되고, 제2 릴(270)에서 감긴다. 풀리는 조건에서, 다양한 서브 프로세스들이 수행될 수 있으며, 특히 서브 프로세스들 중 하나가 도 1 및 2에 도시된 바와 같이 베어 칩 컴포넌트 본딩이다. 특히, 이러한 서브 프로세스는 다음 과정을 수반한다.

[0030] - LIFT 전송 프로세스에 의해 다이렉팅 도전성 및 비도전성 다이 본딩 물질(60)을 억셉터에 상호결합시키는 과정(250);

- [0031] - 팩 앤 플레이스 유닛(pick and place unit)(255)에 의해, 기판(20) 상의 타깃 영역에 베어 칩 컴포넌트(10), 예컨대 실리콘 기반 베어 칩 컴포넌트 또는 LED(10)를 공급하는 과정;
- [0032] - 열 경화 유닛(thermal curing unit)(260)에 의해 도전성 및 비도전성 접착제(60) 및/또는 솔더 페이스트의 리플로우를 열경화시킴으로써, 다이 칩 컴포넌트(10)를 고정하는 과정.
- [0033] 칩(10)은 예컨대 히터 등과 같은 본딩 툴(260)에 의해 놓여진 위치에서 기판에 영구적으로 안전하게 될 수 있다. 히터 등과 같은 본딩 툴(260)은 전기 도전성 다이 본딩 도너 물질에서 열경화성 물질을 활성화시키고, 이는 본딩 툴(260) 내 LIFT 동작 온도로부터 상승된 온도로 경화 온도 영역에서 열경화되며, 그 결과 컴포넌트는 열경화에 의해 고정된다. 칩을 (유연성) 기판에 부착하기 위한 다른 공지된 방법이 사용될 수도 있다.
- [0034] 도 5에 도시된 실시예에서, 범프 어레이(bump array)는 통상 $10 \sim 500 \mu\text{m}$ 범위의 직경을 갖는 기판(20) 상에 범프들(bumps)(40)로 구성된다. 밀도는 충분한 수의 범프들(30)이 칩(10) 하에 위치될 수 있는 것이 바람직하다. 예컨대, 만약 칩이 1mm 에지 길이(edge length)를 갖는다면, $200\mu\text{m}$ 의 거리(distance)(칩 하에 5개 범프 \times 5개 범프)가 충분할 것이다. 솔더 페이스트 또는 열경화성 접착제(50) 범프가 본드 패드 또는 기판 패드 상에 위치될 수 있으며, 그 후 칩(10)의 범프 어레이(30)가 예컨대 플립 칩 방법(flip chip method)에 의해 기판 상에 위치되고 본딩될 수 있다. 또한, 구조적 접착제(60)가 추가적인 구조적 본딩을 위해 전송될 수 있다.
- [0035] 도 6의 실시예에서, 베어 다이 LED(410) 또는 저항, 캐퍼시터, 인덕터(310) 등과 같은 수동 소자와 같은 추가적인 마이크로전자 컴포넌트가 사전 설정된 패턴 호일(20) 상에 위치될 수 있으며, 여기에 도전성 접착제 또는 솔더 페이스트(50) 및 비도전성 접착제(60)가 전술한 기술에 의해 인가된다. 저항(310) 또는 베어 다이 LED(410)는, 도시된 실시예에서, 도전성 트랙(tracks)(40)으로의 도전성 범프를 통해 기판 호일(20)에 결합된다. 특히, 이러한 회로는 유연성 기판, 예컨대 PEN 또는 PET 호일 상의 은 또는 구리 트랙 상에 인가된다. 통상적인 칩 높이는 다양할 수 있으며, 예컨대 $0 \sim 250 \mu\text{m}$ 이다. 베어 다이 LED(410)는 약 $80 \times 80 \mu\text{m}$ 또는 심지어 약 $50 \times 50 \mu\text{m}$ 이하의 애노드 범프(425) 및 캐소드 범프(426), 및 약 $230 \times 190 \mu\text{m}$ 의 정선 영역(junction area)(415) (LED 파트)를 가진다.
- [0036] 비록 본 발명이 도면 및 전술한 설명에서 상세하게 기재되고 설명되었지만, 이러한 기재와 설명은 예시적인 것으로 이해되어야 하며 제한적인 것이 아니다. 본 발명은 전술한 실시예에 제한되는 것은 아니다. 특히, 만약 문맥으로부터 명백하지 않다면, 개별적으로 논의된 다양한 실시예들에서 다루어진 다양한 실시예들의 측면은 관련되고 물리적으로 가능한 어떠한 조합의 변형으로 개시된 것으로 여겨져야 하며, 본 발명의 범위는 이러한 조합으로 확대된다. 또한, 임의의 도전성 또는 비도전성 접착제에 대해, 증착 단계는 칩 제조 프로세스에서 칩 다이를 위한 범프 취급 방법의 일 실시예로서 수행될 수 있다. 상기 방법은 도전성 접착제에 의해 구비되는 식별된 범프들을 갖는 웨이퍼를 클램핑(clamping)하는 단계; 웨이퍼 상부 표면으로부터 소정 거리 이격되어 도전성 다이 부착 도너 필름을 제공하는 단계; 레이저 시스템의 레이저 빔을 정렬하고 웨이퍼 상의 식별된 범퍼에 대해 상대적으로 도전성 다이 부착 도너 필름을 가이딩하는 단계; 및 웨이퍼에 대향하는 측면에 반대되는 도전성 다이 부착 도너 필름의 측면에 레이저 빔을 인가하는 단계를 포함하고, 상기 레이저 빔은 타이밍, 에너지 및 방향에 있어 조절되어 처리될 범프를 직접 향하는 도전성 다이 부착 도너 필름 물질을 생성한다.
- [0037] 추가적인 실시예는, 범프에 대해 프레쉬(fresh) 도전성 다이 부착 도너 필름을 가이딩하고 상기 도전성 다이 부착 도너 필름 상에 레이저를 인가하는 단계들이 반복되는, 멀티샷(multishot) 프로세스를 수행하여, 범프 상에 도전성 다이 본딩 물질의 입자를 직접적으로 인가한다.
- [0038] 초(second) 당 적어도 $1000 \sim 3000$ 범프의 비율로 비용 효과적인 상호결합을 얻기 위하여, 레이저 반복 비율은 적어도 $60 \sim 600 \text{ Hz}$ 가 바람직하다. 이러한 비율에서 리프레쉬(refreshed)되는 도전성 다이 부착 도너 필름을 위하여, 높은 리프레쉬 비율 성능을 갖는, 예컨대 0.1 m/s 이상의 범프에 대한 도전성 다이 부착 도너 필름 리프레쉬 속도를 갖는, 도전성 다이 부착 도너 필름 리프레쉬 모듈이 매우 유리하다. 약 $60 \sim 200$ 개의 비교적 높은 수의 범퍼와 결합된 높은 레이저 반복 속도는 스텐실(stencil) 또는 스크린 프린팅과 비교하여 이러한 칩 본딩 응용에 대해 효과적인 동작 범위를 제공하고, 초 당 약 10 범퍼를 갖는 제트 프린팅(jet printing)과 비교하여 증착 비율이 훨씬 우수하다.
- [0039] 도 7은 구조화된 도너 필름(70)을 도시한다. 잘 정의된 본딩 물질의 형성을 향상시키기 위하여, 도너 필름은, 희생 물질의 매트릭스(15) 내에, 예컨대 희생 층(sacrificial layer), 사전 패턴화된 도전성 다이 본딩 물질 층을 포함하는 사전 가공된 형태(premachined form)를 가질 수 있다. 균일 층의 적절한 두께는 $50 \sim 2000\text{nm}$ 의 범위가 될 수 있으며, 바람직하게는 $50 \sim 500\text{nm}$, 더욱 바람직하게는 $50 \sim 250\text{nm}$ 의 범위가 될 수 있다.

[0040]

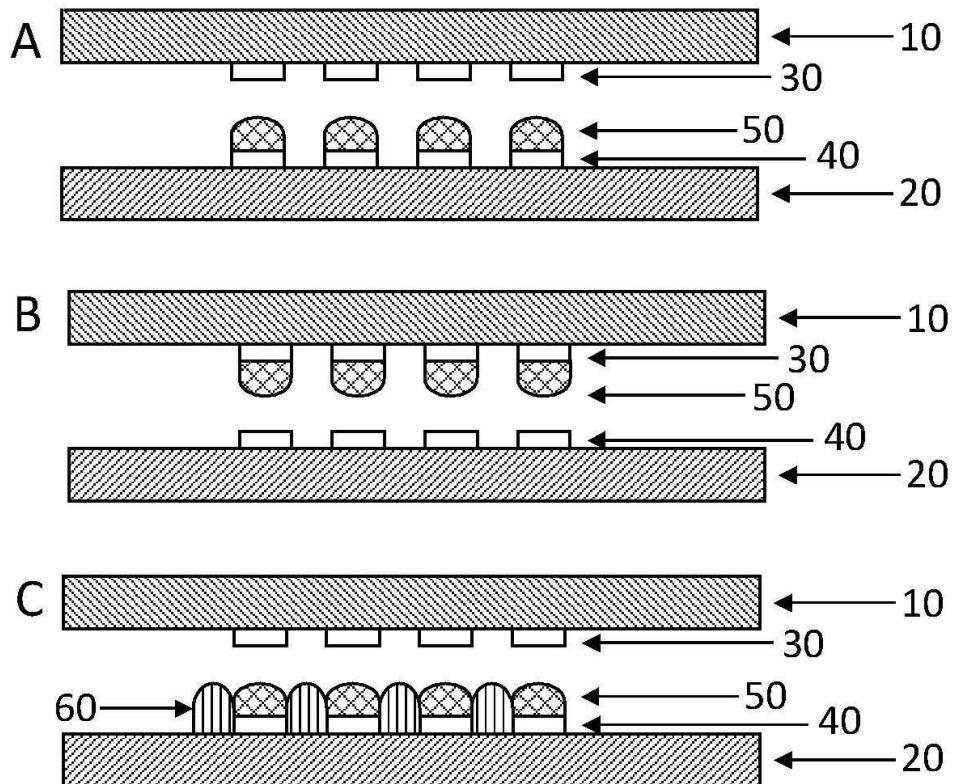
대안적으로, 범프 취급을 위한 실시예는 스텝핑(stepping), 즉 넌롤투롤(non-roll to roll) 프로세스에 의해 수행될 수 있다. 예컨대, 패스트 빔 모듈레이터(갈바노 미러(galvano mirror), 폴리곤 미러(polygon mirror), 어cousto-옵틱(acousto-optic) 또는 일렉트로-옵틱(electro-optic) 모듈레이터 등)는 제1 방향에서 레이저 빔의 스캐닝 움직임을 제공한다. 모듈레이터는 공급 순방향 프로세스(feed forward process)에서 제어될 수 있으며, 여기서 범프 코디네이트(bump coordinates)는 칩 다이의 레이아웃 데이터를 제공하는 외부 소스로부터 제공된다. 대안적으로, 모듈레이터는 프리스캔 스테이지(prescan stage)에서 범프 코디네이트를 매핑(mapping)시키는 스캐닝 유닛으로서 사용될 수 있다. 대안적으로, 추가적인 옵티컬 피드백 시스템(optical feedback system)이 범프에 대한 레이저 열라인먼트를 제공할 수 있다. 선택적으로, 메인 빔은 약 2 ~ 20개의 서브 빔으로 분리될 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 싱글 빔은 멀티샷 프로세스에 의해 처리될 수 있으며, 여기서 범프에 대해 프레쉬 도전성 다이 부착 다이 본딩 물질이 가이딩되고 도너 물질을 생성하는 단계들이 반복된다.

[0041]

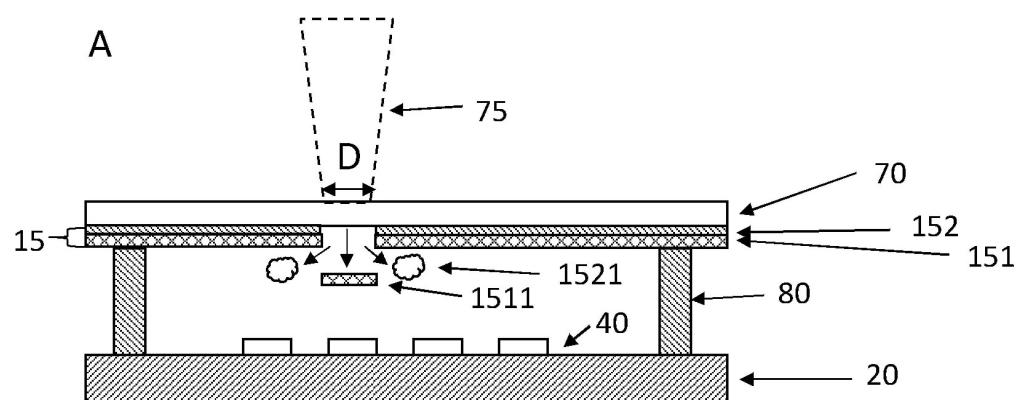
개시된 실시예들의 다른 변형들은, 청구된 발명을 실시하는 통상의 기술자에 의해, 도면, 발명의 상세한 설명, 및 특허청구범위로부터 이해될 수 있을 것이다. 특허청구범위에서, "포함하는"이라는 용어는 다른 구성요소나 단계들을 배제하는 것이 아니며, "하나" 또는 "임의의"라는 용어는 복수개를 배제하는 것이 아니다. 싱글 유닛이 특허청구범위에 언급된 몇몇 아이템의 기능들을 충족시킬 수도 있다. 어떠한 조치들이 서로 다른 종속항에 언급되었다는 사실이 이들 조치들의 조합이 장점을 가지지 않는다는 것을 지시하지는 않는다. 특허청구범위에서 임의의 참조부호는 발명의 범위를 제한하는 것이 아니다. 종래기술에 따른 프린팅과 비교하여 개시된 레이저 전송 프로세스의 장점은 사용 범위이다. $50\mu\text{m}$ 미만의 해상도를 의도한 경우, 스텐실 프린팅(통상 $75\mu\text{m}$ 해상도 스폿 크기)은 일반적으로 실패하며, 제트 프린팅(통상 $200\mu\text{m}$ 해상도 스폿 크기)은 더 그러하다. 또한, 도너 물질은 (1 Pa.s에서 160Pa.s(정확하지는 않음)의) 광범위한 점성도를 가질 수 있다. 스텐실 프린팅의 경우 통상적인 점성도는 50 Pa.s를 초과하며, 잉크젯 프린팅의 경우 통상적인 점성도는 0.1 Pa.s 미만이다. 스템실 프린팅 및 스크린 프린팅과는 달리, 본 발명은 비전 시스템(vision system)을 사용하는 웹 디포메이션(web deformations)에 대해 플라이 커렉션(fly correction)에 가능성을 갖는 비접촉성 다이렉트 라이트 방법(non-contact direct write method)이다.

도면

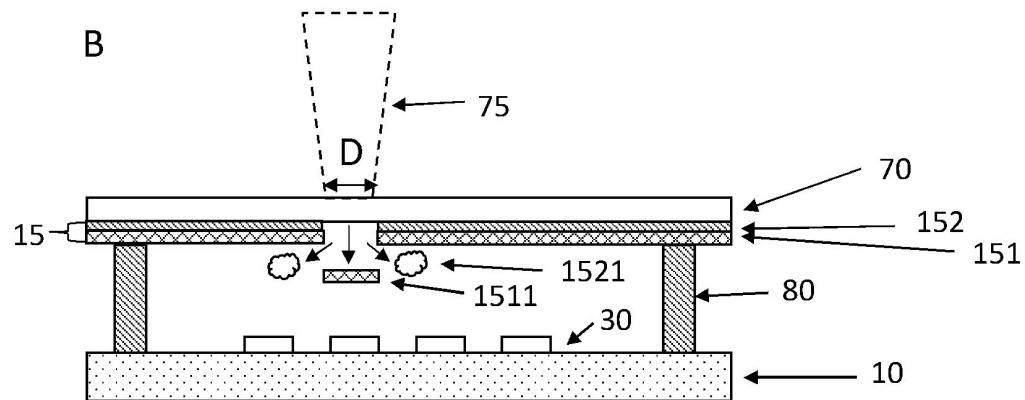
도면1



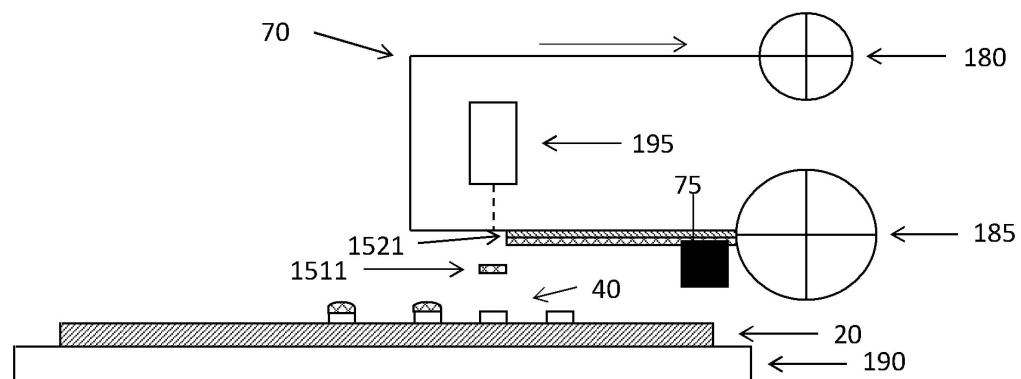
도면2a



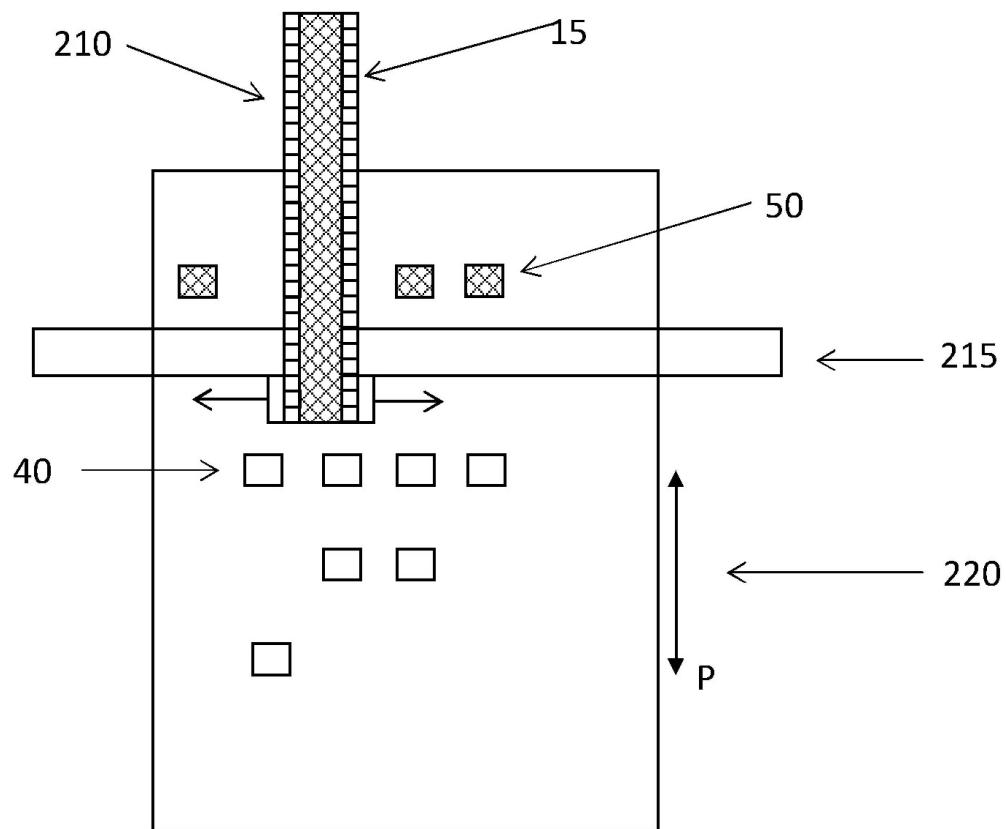
도면2b



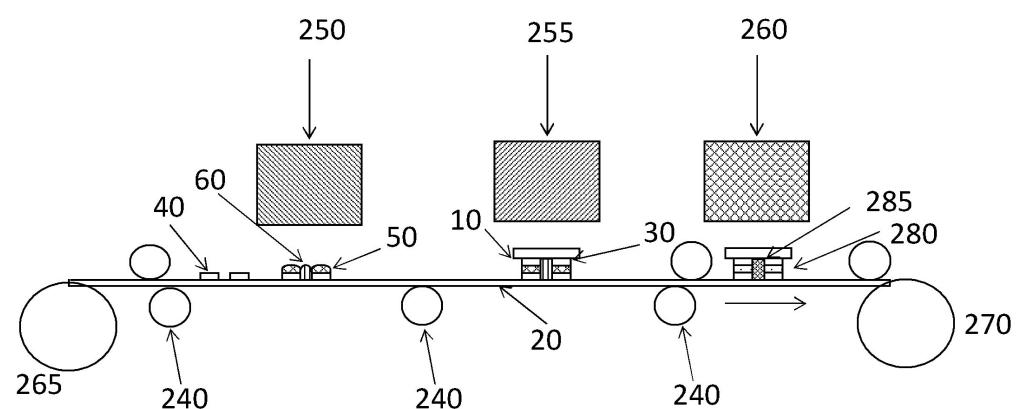
도면3a



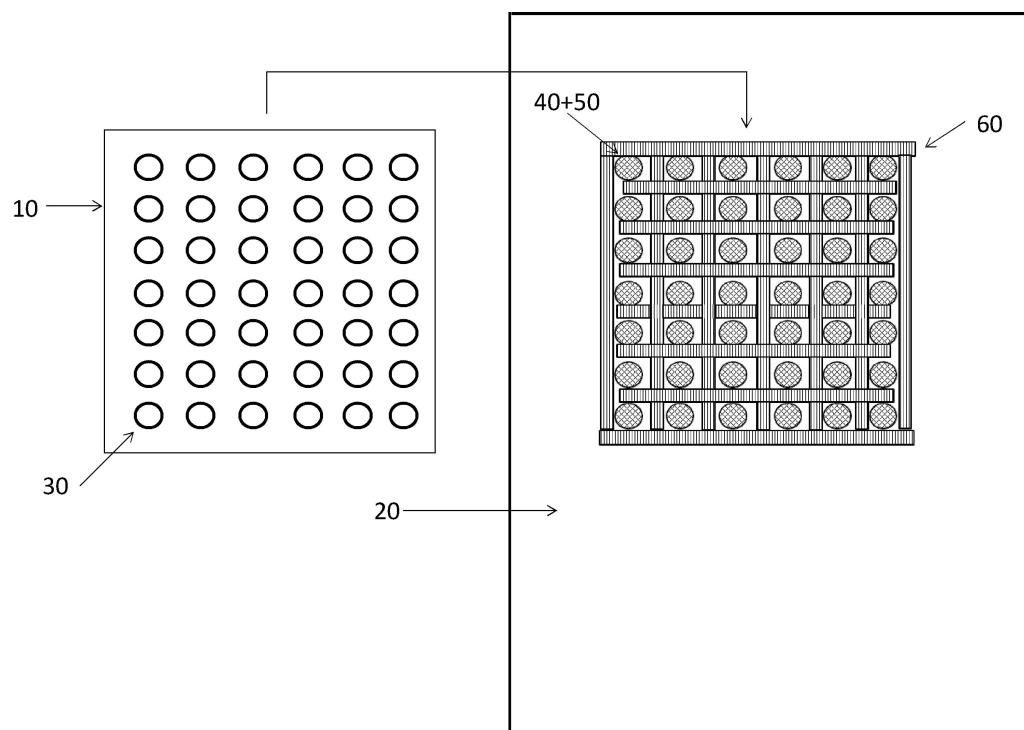
도면3b



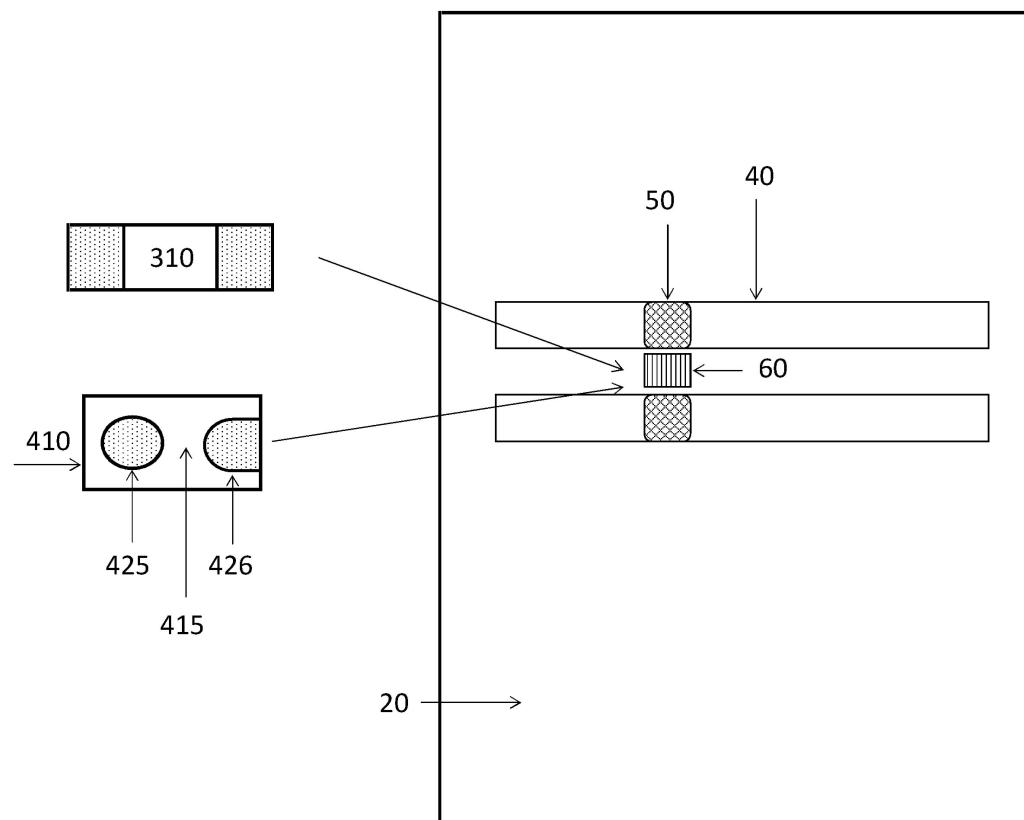
도면4



도면5



도면6



도면7

