(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0083629
(43) 공개일자 2022년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 1/005 (2006.01) *B23K 26/06* (2014.01)
B23K 26/073 (2006.01) *H01L 23/00* (2006.01)
B23K 101/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 1/0056 (2013.01)
B23K 26/0661 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0177792
(22) 출원일자 2021년12월13일
심사청구일자 2021년12월13일
(30) 우선권주장
1020200173337 2020년12월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인
레이저쎌 주식회사
충청남도 아산시 배방읍 호서로79번길 20 , 1층 (세출리, 호서벤처밸리동)
(72) 발명자
유종재
충청남도 아산시 배방읍 북수로 183 배방롯데캐슬아파트 106동 204호
(74) 대리인
남정훈

전체 청구항 수 : 총 9 항

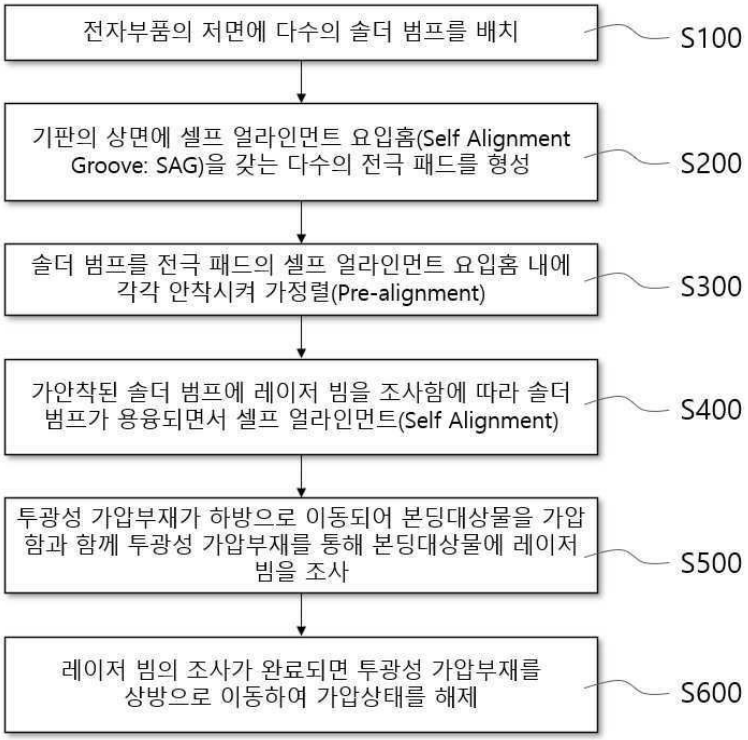
(54) 발명의 명칭 **레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법**

(57) 요 약

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 장방형의 기판 상에 복수의 전자부품이 배치된 본딩대상물을 투광성 가압부재로 눌러 가압함과 함께 상기 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사함으로써 전자부품을 기판에 본딩하는 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법에 있어서, a) 상기 전자부품의 저면에 다수의 솔더

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도11



범프를 배치하는 단계; b) 상기 기판의 상면에 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove: SAG)을 갖는 다수의 전극 패드를 형성하는 단계; c) 상기 솔더 범프를 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 각각 안착시켜 가정렬(Pre-alignment)하는 단계; d) 상기 가안착된 솔더 범프에 레이저 빔을 조사함에 따라 구형 솔더 범프가 용융되면서 유동되어져 상기 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 완전히 정위치된 후 레이저 빔의 조사를 차단함으로써 솔더 범프를 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 고착시키는 셀프 얼라인먼트(Self Alignment) 단계; e) 상기 단계 d가 완료되면 투광성 가압부재가 하방으로 이동되어 본딩대상물을 가압함과 함께 투광성 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사하는 단계; f) 상기 레이저 빔의 조사가 완료되면 투광성 가압부재를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제하는 단계;를 포함한다.

(52) CPC특허분류
B23K 26/0732 (2013.01)
H01L 24/14 (2013.01)
H01L 24/75 (2013.01)
H01L 24/81 (2013.01)
B23K 2101/36 (2018.08)
H01L 2224/81815 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

장방형의 기판 상에 복수의 전자부품이 배치된 본딩대상물을 투광성 가압부재로 눌러 가압함과 함께 상기 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사함으로써 전자부품을 기판에 본딩하는 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법에 있어서,

a) 상기 전자부품의 저면에 다수의 솔더 범프를 배치하는 단계;

b) 상기 기판의 상면에 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove: SAG)을 갖는 다수의 전극 패드를 형성하는 단계;

c) 상기 솔더 범프를 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 각각 안착시켜 가정렬(Pre-alignment)하는 단계;

d) 상기 가안착된 솔더 범프에 레이저 빔을 조사함에 따라 구형 솔더 범프가 용융되면서 유동되어져 상기 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 완전히 정위치된 후 레이저 빔의 조사를 차단함으로써 솔더 범프를 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 고착시키는 셀프 얼라인먼트(Self Alignment) 단계;

e) 상기 단계 d가 완료되면 투광성 가압부재가 하방으로 이동되어 본딩대상물을 가압함과 함께 투광성 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사하는 단계;

f) 상기 레이저 빔의 조사가 완료되면 투광성 가압부재를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제하는 단계;를 포함하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단계 d)의 셀프 얼라인먼트(Self Alignment)는 전자부품들에 형성된 솔더 범프가 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에서 용융 및 유동되는 과정에서 중력에 의해 셀프 얼라인먼트 요입홈의 정중앙으로 이동 및 정위치된 후 표면장력으로 구형을 이루면서 각 솔더 범프와 셀프 얼라인먼트 요입홈의 수직 중심축이 서로 일치하게 되는 것인,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 단계 d)의 레이저 빔의 온도는 솔더 범프의 융점보다 높은 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 단계 a) 내지 d) 단계 중 어느 하나는 비전 촬영이 이루어지는 단계를 더 포함하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 빔은 둘 이상의 레이저 모듈로부터 레이저 빔이 중첩 조사되는 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 각 레이저 모듈은 상호 대칭적으로 배치되고 상기 각 레이저 빔은 동일한 빔 조사 각도를 갖는 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 각 레이저 모듈로부터 레이저 빔이 동시 또는 순차적으로 조사되는 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 각 레이저 모듈 중 적어도 하나의 레이저 모듈은 단계 d)에서 단계 e)로 진행되는 과정에서 레이저 빔이 끊어짐없이 지속적으로 조사되는 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 단계 c) 이후에, 가정렬(Pre-alignment)된 솔더 범프가 셀프 얼라인먼트 요입홈의 정중앙에 위치하도록 상기 기판과 전자부품들을 진동이나 지그(JIG)를 이용하여 더 정렬하는 것을 특징으로 하는,

레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 레이저 리플로우 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 복수의 전자부품을 투광성 가압부재로 눌러 가압한 상태로 레이저를 조사하여 전자부품을 본딩하는 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 산업용 레이저 가공에서 마이크론(㎛)급의 정밀도를 가지는 응용분야가 마이크로 레이저프로세싱인데, 반도체 산업, 디스플레이 산업, 인쇄회로기판(PCB) 산업, 스마트폰 산업 등에서 널리 사용되고 있다. 모든 전자기기에 사용되는 메모리칩은 집적도와 성능 및 초고속 통신속도를 구현하기 위해 회로간격을 최소한으로 축소시키는 기술이 발전하다가 현재는 회로선폭과 선폭간격을 축소시키는 것만으로는 요구되는 기술수준을 달성하기 어려워서 메모리칩들을 수직방향으로 적층하는 수준이 되었다. 이미 128층까지의 적층기술이 TSMC사(社)에서 개발되었고, 72층까지 적층하는 기술을 삼성전자, SK하이닉스 등에서 대량생산에 적용하고 있다.

[0003] 또한, 메모리칩, 마이크로프로세서칩, 그래픽프로세서칩, 무선프로세서칩, 센서프로세서칩 등을 1개의 패키지에 실장하려는 기술개발들이 치열하게 연구개발되고 있으며 상당한 수준의 기술들이 이미 실전적용되고 있다.

[0004] 그러나 앞에서 언급한 기술의 개발과정에서, 초고속/초고용량 반도체칩 내부에서 더욱 더 많은 전자들이 신호처리프로세스에 참여해야 하므로 전력소비량이 커져서 발열에 대한 냉각처리 이슈가 제기되었다. 또한, 더욱 많은 신호들에 대한 초고속 신호처리 및 초고주파 신호처리라는 요구사항을 달성하기 위하여 대량의 전기신호들을 초

고속으로 전달해야 한다는 기술이슈가 제기되었다. 또한, 신호선들이 많아져야 해서 반도체칩 외부로의 신호 인터페이스 선들을 더 이상 1차원적인 리드선방식으로는 처리하지 못하고 반도체칩 하부에서 2차원적으로 처리하는 볼그리드어레이(BGA) 방식(Fan-In BGA 또는 Fan-in Wafer-Level-Package(FIWLP)라고 함)과, 칩 하부의 초미세 BGA층 아래에 신호 배선 재배열층(Signal Layout Redistribution Layer)을 두고 그 하부에 2차 미세 BGA층을 설치하는 방식(Fan-Out BGA 또는 Fan-Out Wafer-Level-Package(FOWLP) 또는 Fan-Out Panel-Level-Package라고 함) 방식이 실적 적용되고 있다.

[0005] 최근에는 반도체칩의 경우, EMC(Epoxy-Mold Compound)층을 포함하여 두께가 200㎛ 이하 제품이 등장하고 있다. 이와 같이 두께가 수백 마이크론에 불과한 마이크론급의 초경박형 반도체칩을 초경박형 PCB에 부착하기 위하여 기존의 표면실장기술(SMT) 표준공정인 써멀리플로우오븐(Thermal Reflow Oven) 기술과 같은 매스리플로우(MR) 공정을 적용하면 수백 초의 시간 동안 100~300도(℃)의 공기온도환경 속에 반도체칩이 노출되므로 열팽창계수(CTE; Coefficient of ThermalExpansion) 차이 때문에 칩-테두리 휨(Chip-Boundary Warpage), PCB-테두리 휨(PCB-Boundary Warpage), 열충격형 랜덤본딩불량(Random-Bonding Failure by Thermal Shock) 등 다양한 형태의 솔더링 본딩 접착불량이 발생할 수 있다.

[0006] 이에 따라 최근들어 각광받고 있는 레이저 리플로우 장치의 구성을 살펴보면, 레이저 헤드 모듈이 본딩대상물(반도체 칩 또는 집적회로 IC)을 수 초 동안 눌러주면서 레이저를 조사하여 본딩하는 방식으로, 반도체 칩 또는 집적회로(IC) 사이즈에 대응하는 면 광원 형태의 레이저를 조사하여 본딩을 수행한다.

[0007] 이러한 가압방식의 레이저 리플로우 방법에 대해서는 한국등록특허 제0662820호(이하, '선행문헌1'이라 함)를 참조하면, 플립칩의 후면에 레이저를 조사하여 상기 플립칩을 가열하는 한편, 상기 플립칩을 상기 캐리어 기판에 압착하기 위한 플립칩 가열압착모듈의 구성이 개시되어 있다.

[0008] 그러나, 상기 선행문헌1에 개시된 종래 가압방식의 레이저 리플로우 방법은 가압 헤드 모듈이 칩을 흡착하여 본딩 포지션으로 이동시키기 위한 수단과, 상기 칩의 이면을 레이저를 통해 가열함과 동시에 상기 칩을 캐리어 기판에 압착시키기 위한 수단으로 분리되기 때문에 반도체 스트립과 같이 복수의 반도체 칩을 본딩하는 경우 하나의 반도체 칩을 가압하면서 레이저를 조사하는 동작을 반도체 칩 개수만큼 반복적으로 수행해야하기 때문에 작업시간이 증대될 수밖에 없었다.

[0009] 한편 한국공개특허 2017-0077721(이하, '선행문헌2'이라 함)을 참조하면, 동 특허에 언급된 레이저 리플로우 방법은 가압 헤드가 여러 개의 플립칩을 동시에 가압한 상태에서 레이저 헤드가 수평 방향으로 이송하며 각 플립칩을 순차적으로 하나씩 레이저를 조사하거나 또는 단일의 레이저 헤드가 여러 개의 플립칩에 레이저를 동시에 조사하는 방식으로 본딩 처리가 가능함에 대해 개괄적으로 언급하고 있다.

[0010] 그러나, 상술한 선행문헌2의 종래 레이저 가압 헤드 구성에 따르면 단일의 레이저 소스를 이용하기 때문에 기판상에 배치된 복수의 플립칩에 레이저 빔이 여러 각도에서 입사함에 따라 균질화된 레이저 빔을 조사 및 불량없이 복수의 플립칩을 리플로우하기는 기술적으로 많은 어려움이 예상된다.

[0011] 그러므로 종래에는 단일의 플립칩을 하나씩 순차적으로 가압 및 리플로우 처리함에 따라 전체 작업시간이 증가될 수밖에 없었고, 복수의 처리를 위해 다양한 기판의 사이즈에 수평적으로 배치된 복수의 플립칩에 단일의 레이저 빔을 동시에 조사하더라도 각각의 플립칩에 충분한 열에너지가 골고루 전달되기는 사실상 어려우므로 여전히 본딩 불량률이 개선되기 어려운 문제점이 남아 있었다.

[0012] 특히, 최근 플렉서블 기판(Flexible PCB)의 적용이 확대되고, 플렉서블 기판 및 전자부품의 두께가 점점 더 얇아지고 있는 추세인데, 상기 플렉서블 기판 및 전자부품의 경박화는 뒤틀림(warpage)이 증가되는 또 다른 문제점이 수반된다.

[0013] 이로 인해 플렉서블 기판 상에 각각 다른 높이 편차를 갖는 전자부품들을 본딩을 위해 그대로 가압 또는 레이저를 조사하게 되면 전자부품의 솔더 범프가 전극 패드를 벗어나게 되어 전기적으로 단선(open) 또는 단락(short)되는 심각한 불량이 빈번히 발생되므로 이에 대한 개선이 시급한 상황이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소할 수 있도록 발명된 것으로, 본 발명은 투광성 가압부재의 가압 전에 하방에 위치한 전자부품의 솔더 범프가 전극 패드의 정확한 융착 지점에 정렬(Alignment)되도록 위치를 셀프

얼라인먼트(Self Alignment)함으로써 상기 투광성 가압부재에 의해 가압시 전자부품에 전달되는 압력이 한쪽으로 편중됨없이 고르게 가압되므로 솔더 범프와 전극 패드 간에 발생되는 전기적인 단선(open) 또는 단락(short) 불량이 방지되며, 이에 따라 복수의 전자부품을 동시에 가압 및 레이저 빔을 조사하여 한번에 리플로우 처리함에 따라 대량 처리가 가능하면서도 불량률이 대폭 개선되는 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 장방형의 기판 상에 복수의 전자부품이 배치된 본딩대상물을 투광성 가압부재로 눌러 가압함과 함께 상기 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사함으로써 전자부품을 기판에 본딩하는 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법에 있어서, a) 상기 전자부품의 저면에 다수의 솔더 범프를 배치하는 단계; b) 상기 기판의 상면에 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove: SAG)을 갖는 다수의 전극 패드를 형성하는 단계; c) 상기 솔더 범프를 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 각각 안착시켜 가정렬(Pre-alignment)하는 단계; d) 상기 가안착된 솔더 범프에 레이저 빔을 조사함에 따라 구형 솔더 범프가 용융되면서 유동되어져 상기 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 완전히 정위치된 후 레이저 빔의 조사를 차단함으로써 솔더 범프를 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 고착시키는 셀프 얼라인먼트(Self Alignment) 단계; e) 상기 단계 d가 완료되면 투광성 가압부재가 하방으로 이동되어 본딩대상물을 가압함과 함께 투광성 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사하는 단계; f) 상기 레이저 빔의 조사가 완료되면 투광성 가압부재를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제하는 단계;를 포함하여 구성된다.

[0016] 또한 일 실시예에 따라, 상기 단계 d)의 셀프 얼라인먼트(Self Alignment)는 전자부품들에 형성된 솔더 범프가 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에서 용융 및 유동되는 과정에서 중력에 의해 셀프 얼라인먼트 요입홈의 정중앙으로 이동 및 정위치된 후 표면장력으로 구형을 이루면서 각 솔더 범프와 셀프 얼라인먼트 요입홈의 수직 중심축이 서로 일치하게 된다.

[0017] 또한 일 실시예에 따라, 상기 단계 d)의 레이저 빔의 온도는 솔더 범프의 융점보다 높다.

[0018] 또한 일 실시예에 따라, 상기 단계 a) 내지 d) 단계 중 어느 하나는 비전 촬영이 이루어지는 단계를 더 포함한다.

[0019] 또한 일 실시예에 따라, 상기 레이저 빔은 둘 이상의 레이저 모듈로부터 레이저 빔이 중첩 조사된다.

[0020] 또한 일 실시예에 따라, 상기 각 레이저 모듈은 상호 대칭적으로 배치되고 상기 각 레이저 빔은 동일한 빔 조사각도를 갖는다.

[0021] 또한 일 실시예에 따라, 상기 각 레이저 모듈로부터 레이저 빔이 동시 또는 순차적으로 조사된다.

[0022] 또한 일 실시예에 따라, 상기 각 레이저 모듈 중 적어도 하나의 레이저 모듈은 단계 d)에서 단계 e)로 진행되는 과정에서 레이저 빔이 끊어짐없이 지속적으로 조사된다.

[0023] 또한 일 실시예에 따라, 상기 단계 c) 이후에, 가정렬(Pre-alignment)된 솔더 범프가 셀프 얼라인먼트 요입홈의 정중앙에 위치하도록 상기 기판과 전자부품들을 진동이나 지그(JIG)를 이용하여 더 정렬한다.

발명의 효과

[0024] 상술한 바와 같은 본 발명은, 투광성 가압부재가 전자부품이 한쪽으로 기울어져 눌리지 않도록 고르게 압력이 분산되도록 투광성 가압부재의 위치를 조정함으로써 기판 상에 배치된 복수의 전자부품에 작용하는 압력이 편중됨에 따라 솔더 범프와 전극 패드 간에 발생되는 전기적인 단선(open) 또는 단락(short) 불량이 방지되는 효과가 있다.

[0025] 또한 투광성 가압부재가 전자부품에 누르기전 사전에 레이저 조사를 통해 셀프 정렬(Self Alignment)을 함으로써 가압부재가 누를 때 쉬프트(Shift)되는 것을 방지하는 효과도 있다.

[0026] 또한 복수의 전자부품을 눌러 가압함과 동시에 균질화된 레이저 빔을 조사할 수 있게 됨으로써 대량 리플로우 처리에 의해 생산성이 대폭 개선되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 실시에 이용되는 레이저 리플로우 장치의 구성을 전체적으로 보인 예시

도

도 2는 도 1의 블록 구성도

도 3은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 일 실시예에 따른 싱글 레이저 빔 모듈의 개념도

도 4는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 다른 실시예에 따른 멀티 레이저 빔 모듈의 개념도

도 5는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 다른 실시예에 따른 멀티 레이저 모듈의 구성도

도 6 내지 도 9는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 싱글 또는 멀티 레이저 모듈에 적용 가능한 레이저 광학계의 구성도

도 10은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 공정 단계별 동작 관계를 나타낸 상태도로서, a)는 투광성 가압부재가 중심선 Cn+1 상방으로 이동된 상태, b)는 투광성 가압부재가 중심선 Cn+1에서 가압 및 레이저 조사되는 상태, c)는 투광성 가압부재가 중심선 Cn+2 상방으로 이동된 상태, d)는 투광성 가압부재가 중심선 Cn+2′ 으로 위치가 보정된 상태, e)는 투광성 가압부재가 중심선 Cn+2′ 에서 가압 및 레이저 조사되는 상태

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 리플로우 방법의 순서도

도 12는 본 발명의 레이저 조사에 따른 셀프 얼라인먼트 과정을 나타낸 예시도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 내지 "구비하다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0029] 본 명세서에서 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 나타낸다.

[0030] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0031] 이하, 첨부된 도 1 및 도 2를 참조하여 본 발명에 따른 리플로우 장치를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0032] 도 1은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 실시에 이용되는 레이저 리플로우 장치의 구성을 전체적으로 보인 예시도이고, 도 2는 도 1의 블록 구성도이다.

[0033] 본 발명에 따른 레이저 리플로우 장치의 레이저 가압 헤드 모듈(300)은, 도 1 및 도 2에 도시한 바와 같이, 하부에 열을 가할 수 있는 구조를 갖추고 있는 다공성 물질 혹은 진공 구멍이 형성된 스테이지(111)에 지지되면서 이송되는 본딩대상물(11)에 면 광원 형태의 레이저를 조사하는 적어도 하나 이상의 멀티 레이저 모듈(310, 320)과, 상기 레이저 모듈(310, 320)과 분리되어 독립적으로 설치되며 면 광원 형태의 레이저를 투과시키는 투광성 가압부재(100), 상기 투광성 가압부재(100)를 오염으로부터 보호하는 보호필름(200)을 포함하여 구성된다.

[0034] 먼저, 복수의 멀티 레이저 모듈(310, 320)은 레이저 발진기에서 발생되어 광섬유를 통해 전달되는 레이저를 면 광원으로 변환시켜서 본딩대상물(11)에 조사한다. 레이저 모듈(310, 320)은 스폿(spot) 형태의 레이저를 면 광원 형태로 변환하는 빔 쉐이퍼(도 5 참조)와, 상기 빔 쉐이퍼의 하부에 배치되며 빔 쉐이퍼에서 출사되는 면 광원이 본딩대상물(11)의 조사영역에 조사되도록 복수의 렌즈모듈이 경통 내부에 서로 적당한 간격을 두고 이격되어 장착되는 광학부(도 5 내지 도 9 참조)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0035] 레이저 모듈(310, 320)은 본딩대상물(11)과의 정렬을 위해 z 축을 따라 상승 또는 하강하거나 x 축을 따라 좌, 우 이동하거나 y 축을 따라 이동될 수 있다.

[0036] 본 발명에 따른 레이저 리플로우 장치의 가압 헤드(300)는 본딩대상물(11)을 눌러주는 투광성 가압부재(100)과 본딩대상물(11)에 면 광원 형태의 레이저를 조사하는 레이저 모듈(310, 320)을 서로 독립적으로 분리하여 형성

함으로써, 투광성 가압부재(100)로 본딩대상물(11)을 눌러준 상태에서 레이저 모듈(310, 320)을 본딩대상물(11)의 복수의 조사 위치로 이동시킨 후 구동함에 의해 하나의 본딩대상물(11)에 대한 택트 타임(tact time)의 단축 및 복수의 본딩대상물(11) 전체에 대한 본딩 작업의 고속화를 실현할 수 있다.

[0037] 이 때, 상기 투광성 가압부재(100)는 소정 형태의 투광성 가압부재 이송부(도면 미도시)에 의해 작업 위치 또는 대기 위치로 이동되는데, 일례로 투광성 가압부재 이송부는 투광성 가압부재(100)를 하강 또는 상승시키거나 좌, 우로 이동시킨 후 하강 또는 상승시킬 수 있다.

[0038] 또한 도면에는 도시하지 않았으나, 본 발명에 따른 레이저 리플로우 장치의 레이저 가압 헤드 모듈(300)은 압력감지센서(도면 미도시)와 높이센서(도면 미도시)로부터 입력되는 데이터를 이용하여 투광성 가압부재 이송부의 동작을 제어하는 제어부(도면 미도시)를 더 포함한다.

[0039] 상기 압력감지센서와 높이센서는 투광성 가압부재(100)과 투광성 가압부재 이송부와 본딩대상물을 지지하는 스테이지(111)에 설치될 수 있다. 예컨대, 제어부는 압력감지센서로부터 데이터를 입력받아 압력이 목표치에 도달하도록 투광성 가압부재 이송부를 제어하고 또한, 높이센서로부터 데이터를 입력받아 높이의 목표치에 도달하도록 투광성 가압부재 이송부를 제어할 수 있다.

[0040] 또한 지지부(도면 미도시)는 투광성 가압부재 이송부(도면 미도시)가 이동가능하도록 지지한다. 일례로, 상기 지지부는 스테이지(111)와 나란하게 연장형성되는 한 쌍의 겐트리로 구현될 수 있으며, 투광성 가압부재 이송부를 x 축, y 축, 또는 z 축으로 이동가능하도록 지지하는 구성이 포함되는 것으로 해석되어져야 한다.

[0041] 본 발명에 따른 레이저 리플로우 장치의 가압 헤드(300)는 투광성 가압부재(100)에 압력을 가하는 1개 이상의 액추에이터와 투광성 가압부재(100)에 미치는 압력을 감지하는 적어도 하나의 압력감지센서와 투광성 가압부재의 높이를 검출하는 하나 이상의 높이센서를 포함하여 구현될 수 있다. 압력감지센서는 일례로 적어도 하나의 로드셀로 구현될 수 있으며, 높이센서는 리니어 엔코더로 구현될 수 있다.

[0042] 상기 압력감지센서를 통하여 본딩대상물에 가해지는 압력을 조정하여 대면적의 경우 다수의 액추에이터와 다수의 압력감지센서를 통하여 동일한 압력이 본딩대상물에 전달될 수 있도록 제어할 수 있으며 또한 하나 이상 혹은 다수의 높이 센서를 통하여 본딩대상물이 본딩되어지는 순간의 높이 위치값을 확인하거나 더 정확한 본딩 높이의 수치를 찾을 수 있는 기술적 데이타를 제공하며 일정한 높이의 간격을 유지해야 하는 공정을 수행할 경우에 정확한 높이를 제어할 수 있는 기능을 수행한다.

[0043] 또한 투광성 가압부재(100)은 레이저 모듈(310, 320)로부터 출력되는 레이저를 투과시키는 모재로 구현될 수 있다. 투광성 가압부재(100)의 모재는 모든 빔투과성 재질로 구현 가능하다.

[0044] 투광성 가압부재(100)의 모재는 예를 들어 쿼츠(Quartz), 사파이어(sapphire), 용융실리카유리(Fused Silica Glass) 또는 다이아몬드 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 그러나 쿼츠(Quarts)재질로 구현된 투광성 가압부재의 물리적 특성은 사파이어(sapphire)로 구현된 투광성 가압부재의 물리적 특성과 다르다. 예컨대 980㎚ Laser를 조사할 경우, 쿼츠(Quarts)재질로 구현된 투광성 가압부재의 투과율은 85%~99%이며 본딩대상물에서 측정된 온도는 100℃이다. 반면에 사파이어(sapphire)로 구현된 투광성 가압부재의 투과율은 80%~90%이며 본딩대상물에서 측정된 온도는 60℃이다.

[0045] 즉, 광 투과율과 본딩에 필요한 열 손실 측면에서 쿼츠(Quarts)는 사파이어(sapphire)보다 우수한 성능을 보인다. 그러나 본 출원 발명자는 레이저 리플로우 장치를 개발하면서 투광성 가압부재(100)을 반복적으로 테스트해 본 결과, 쿼츠(quartz)재질로 구현되는 투광성 가압부재(100)은 레이저 본딩 시 크랙(crack)이 발생하거나 바닥면에서 연소(burning)가 발생하여 본딩품질 불량이 발생하는 문제점이 발견되었다. 이는 레이저 본딩 시 발생하는 가스(fumes)가 투광성 가압부재(100)의 바닥면에 달라붙고, 가스(fumes)가 달라붙은 부분에 레이저의 열원이 집중되어 열적 스트레스를 높이는 것으로 분석되었다.

[0046] 쿼츠(quartz) 재질로 구현되는 투광성 가압부재(100)의 손상을 막고 내구성 향상을 위해, 쿼츠(quartz) 재질로 구현되는 투광성 가압부재의 바닥면에 박막 코팅층을 형성할 수 있다. 투광성 가압부재(100)의 바닥면에 형성되는 박막 코팅층은 통상의 광학코팅인 유전체코팅 또는 SiC코팅 또는 금속물질코팅으로 구현될 수 있다.

[0047] 본 발명에 따른 레이저 리플로우 장치의 레이저 가압 헤드 모듈(300)은, 도 1에 도시한 바와 같이, 투광성 가압부재(100) 하부로, 레이저 본딩시 발생하는 가스(fumes)가 투광성 가압부재(100)의 바닥면에 달라붙는 것을 막아주는 보호필름(200) 및 상기 보호필름(200)을 이송시키는 보호필름 이송부(210)를 더 포함하여 구현된다.

[0048] 상기 보호필름 이송부(210)는 롤 형태로 감긴 보호필름(200)을 풀어주면서 일측으로 이송시키는 릴-투-릴(reel

to reel) 방식으로 구현될 수 있다. 보호필름(200)은 일례로, 최고 사용온도가 섭씨 300도 이상이고, 연속 최고 사용온도가 260도 이상으로 내열성이 우수한 재질로 구현되는 것이 좋다. 에컨대 보호필름(200)은 폴리테트라플루오로에틸렌수지(통상적으로 테플론수지라고도 부름; Polytetrafluoroethylene, PTFE) 또는 퍼플로로 알콕시 수지로 구현될 수 있다. 퍼플루오로알콕시수지(Per Fluoro Alkylvinyether copolymer; PFA)는 불소화 에틸렌 프로필렌 수지의 내열성을 개선하는 제품으로, 연속 최고 사용온도가 폴리테트라플루오로에틸렌수지와 같은 섭씨 260도로 기록되어 고기능성 수지이다.

[0050] 도 3은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 일 실시예에 따른 싱글 레이저 빔 모듈의 개념도이고, 도 4는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 다른 실시예에 따른 듀얼 레이저 모듈의 개념도이다.

[0051] 상기 도 3을 참조하면, 본 발명은 일실시예에 따라 단일의 레이저 모듈(310)을 구비하며, 이에 따라 FPCB 기판 상에 싱글 레이저 빔을 조사하게 된다. 이 때 도 3을 참조하면 상기 제 1 레이저 모듈(310)에 의해 조사된 레이저 빔은 레이저 빔의 세기가 균질화된 스퀘어 빔 형상으로 변형된 상태로 기판 상에서 조사된다.

[0052] 한편 상기 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 레이저 모듈은 예를 들어 제1 레이저 모듈(310)과 제2 레이저 모듈(320)로 구성되며, 본딩대상물(11)의 전자부품이 부착되는 위치에서는 제1, 2 레이저 모듈이 중첩된 상태로 조사됨으로써 균질화된 중첩 레이저 빔이 조사된다.

[0053] 도 4에서는 제1 레이저 빔이 스퀘어 형상이고 제2 레이저 빔이 원형인 것으로 도시되었으나, 두 레이저 빔이 모두 스퀘어 형상일 수도 있다. 또한, 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔은 동시에 조사될 수도 있고, 제1 레이저 빔에 의한 본딩대상물(11)의 예열 후에 제2 레이저 빔이 순차적으로 조사될 수도 있다.

[0055] 도 5는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 다른 실시예에 따른 듀얼 레이저 모듈의 구성도이다.

[0056] 도 5에서, 각 레이저 모듈(310, 320, ... 330)은 각기 냉각장치(316, 326, 336)를 구비한 레이저 발진기(311, 321, 331), 빔 쉐이퍼(312, 322, 332), 광학렌즈모듈(313, 323, 333), 구동장치(314, 324, 334), 제어장치(315, 325, 335) 및 전원공급부(317, 327, 337)를 포함하여 구성된다.

[0057] 이하에서는, 필요한 경우를 제외하고는, 중복 설명을 피하기 위해 동일 구성을 갖는 각 레이저 모듈 중 제1 레이저 모듈(310)을 위주로 설명한다.

[0058] 레이저 발진기(311)는 소정 범위의 파장과 출력 파워를 갖는 레이저 빔을 생성한다. 레이저 발진기는 일례로 '750nm 내지 1200nm' 또는 '1400nm 내지 1600nm' 또는 '1800nm 내지 2200nm' 또는 '2500nm 내지 3200nm'의 파장을 갖는 다이오드 레이저(Laser Diode, LD) 또는 희토류 매질 광섬유 레이저(Rare-Earth-Doped Fiber Laser) 또는 희토류 매질 광결정 레이저(Rare-Earth-Doped Crystal Laser)일 수 있으며, 이와 달리 755nm의 파장을 갖는 알렉산드라이트 레이저 광을 방출하기 위한 매질, 또는 1064nm 또는 1320nm의 파장을 갖는 엔디야그(Nd:YAG) 레이저 광을 방출하기 위한 매질을 포함하여 구현될 수 있다.

[0059] 빔 쉐이퍼(beam shaper)(312)는 레이저 발진기에서 발생하여 광섬유를 통해 전달되는 스폿(spot) 형태의 레이저를 플랫 탑을 가진 면광원(Area Beam) 형태로 변환시킨다. 빔 쉐이퍼(312)는 사각 광 파이프(Square Light Pipe), 회절광학소자(Diffractive Optical Element, DOE) 또는 마이크로렌즈어레이(Micro-Lens Array, MLA)를 포함하여 구현될 수 있다.

[0060] 광학렌즈모듈(313)은 빔 쉐이퍼에서 면 광원 형태로 변환된 레이저 빔의 형태와 크기를 조정하여 PCB 기판에 장착된 전자부품 내지 조사 구역으로 조사하도록 한다. 광학렌즈모듈은 복수의 렌즈의 결합을 통해 광학계를 구성하는데, 이러한 광학계의 구체적 구성에 대해서는 도 6 내지 도 9를 통해 구체적으로 후술하기로 한다.

[0061] 구동장치(314)는 조사면에 대해 레이저 모듈의 거리 및 위치를 이동시키고, 제어장치(315)는 구동장치(314)를 제어하여 레이저 빔이 조사면에 도달할 때의 빔 형상, 빔 면적 크기, 빔 선명도 및 빔 조사 각도를 조정한다. 제어장치(315)는 또한 구동장치(314) 외에 레이저 모듈(310) 각 부의 동작을 통합적으로 제어할 수 있다.

[0062] 한편, 레이저출력조정부(370)는 사용자 인터페이스를 통해 수신한 프로그램 또는 미리 설정된 프로그램에 따라 각 레이저 모듈(310, 320, 330)에 대응하는 전원 공급부(317, 327, 337)에서 각 레이저 모듈로 공급되는 전력량을 제어한다. 레이저출력조정부(370)는 하나 이상의 카메라 모듈(350)로부터 조사면 상에서의 부품별, 구역별 또는 전체 리플로우 상태 정보를 수신하여 이를 토대로 각 전원 공급부(317, 327, 337)를 제어한다. 이와 달리,

레이저출력조정부(370)로부터의 제어정보가 각 레이저 모듈(310, 320, 330)의 제어장치(315, 325, 335)로 전달되고, 각 제어장치(315, 325, 335)에서 각기 대응하는 전원공급부(317)를 제어하기 위한 피드백 신호를 제공하는 것도 가능하다. 또한, 도 6과 달리, 하나의 전원 공급부를 통해 각 레이저 모듈로 전력을 분배하는 것도 가능한데, 이 경우에는 레이저출력조정부(370)에서 전원공급부를 제어해야 한다.

[0063] 레이저 중첩 모드를 구현하는 경우, 레이저출력조정부(370)는 각 레이저 모듈(310, 320, 330)로부터의 레이저 빔이 필요한 빔 형상, 빔 면적 크기, 빔 선명도 및 빔 조사 각도를 갖도록 각 레이저 모듈 및 전원공급부(317, 327, 337)를 제어한다. 레이저 중첩 모드는 제1 레이저 모듈(310)을 이용하여 디본딩 대상 위치 주변 영역까지를 예열하고 제2 레이저 모듈(320)을 이용하여 보다 좁은 리플로우 대상 영역을 추가 가열하는 경우 외에도, 예열 기능 내지 추가 가열 기능을 제1, 2, 3 레이저 모듈(310, 320, ... 330) 간에 적절하게 분배하여 필요한 온도 프로파일을 갖도록 각 레이저 모듈을 제어하는 경우에도 적용된다.

[0064] 한편, 하나의 레이저 광원을 분배하여 각 레이저 모듈에 입력하는 경우에는 분배된 각 레이저 빔의 출력과 위상을 동시에 조절하기 위한 기능이 레이저출력조정부(370)에 구비될 수 있다. 이러한 경우에는, 각 레이저 빔 간에 상쇄 간섭을 유도하도록 위상을 제어하여 빔 평탄도를 현저하게 개선할 수 있으며 이에 따라 에너지 효율이 더욱 증가하게 된다.

[0065] 한편, 복수 위치 동시 가공 모드를 구현하는 경우에는, 레이저출력조정부(370)가 각 레이저 모듈로부터의 레이저 빔의 일부 또는 전부가 상이하도록 각 레이저 빔의 빔 형상, 빔 면적 크기, 빔 선명도, 빔 조사 각도 및 빔 파장 중 하나 이상을 제어한다. 이때에도, 하나의 레이저 광원을 분배하여 각 레이저 모듈에 입력하는 경우에는 분배된 각 레이저 빔의 출력과 위상을 동시에 조절하기 위한 기능이 레이저출력조정부(370)에 구비될 수 있다.

[0066] 이러한 기능을 통해서, 레이저 빔 크기와 출력을 조정함에 의해 조사면 내의 전자부품들과 기판 간의 접합을 수행하거나 접합을 제거할 수 있다. 특히, 기판 상에서 손상된 전자부품을 제거하는 경우에는 레이저 빔의 면적을 해당 전자부품 영역으로 최소화함에 따라 기판에 존재하는 인접한 다른 전자부품 내지 정상적인 전자부품에 레이저 빔에 의한 열이 인가되는 것을 최소화할 수 있으며, 이에 따라 제거 대상인 손상된 전자부품만을 제거하는 것이 가능하다.

[0067] 한편, 복수의 레이저 모듈 별로 서로 다른 파장을 가진 레이저 빔을 방출하도록 하는 경우에는, 레이저 모듈은 전자부품에 포함된 복수의 재료층(예: EMC층, 실리콘층, 솔더층)이 각기 잘 흡수하는 파장을 갖는 개별 레이저 모듈로 구성될 수 있다. 이에 따라 본 발명에 따른 레이저 디본딩 장치는 전자부품의 온도와 인쇄회로기판이나 전자부품 전극간의 연결소재인 솔더(Solder)와 같은 중간접합재의 온도를 선택적으로 상이하게 상승시켜 최적화된 접합(Attaching or Bonding) 또는 분리(Detaching or Debonding) 공정을 수행할 수 있다. 구체적으로, 전자부품의 EMC몰드층과 실리콘층을 모두 투과하여 솔더층에 각 레이저 빔의 모든 에너지가 흡수되도록 하거나, 레이저 빔이 EMC몰드층을 투과하지 않고 전자부품의 표면을 가열하여 전자부품 하부의 본딩부로 열이 전도되도록 할 수도 있다.

[0068] 한편, 이상의 기능을 활용하여 적어도 하나의 제 1 레이저 빔에 의해 리플로우 대상 전자부품 영역과 그 주변을 포함하는 기판의 일정 구역이 소정의 예열 온도까지 예열된 후, 적어도 하나의 제 2 레이저 빔에 의해 리플로우 대상 전자부품 영역의 온도가 솔더의 용융이 일어나는 리플로우 온도까지 선택적으로 가열되어진다.

[0070] 도 6 내지 도 9는 본 발명 레이저 리플로우 방법의 싱글 레이저 빔 또는 멀티 레이저 모듈에 적용가능한 레이저 광학계의 구성도이다.

[0071] 도 6은 본 발명에 적용가능한 가장 간단한 구조의 광학계로서, 빔 전송 광섬유(410)로부터 방출된 레이저 빔이 볼록렌즈(420)를 통해 초점 정렬되어 빔 쉐이퍼(430)로 입사하면, 빔 쉐이퍼(430)에서 스폿 형태의 레이저 빔을 플랫 탑(Flat-Top) 형태의 면광원(A1)으로 변환시키고, 빔 쉐이퍼(430)로부터 출력된 정사각형 레이저 빔(A1)이 오목 렌즈(440)를 통해 원하는 크기로 확대되어 확대된 면광원(A2)으로 결상면(S)에 조사된다.

[0073] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 레이저 광학계의 구성도이다.

[0074] 빔 쉐이퍼(430)로부터의 면광원(B1)이 오목 렌즈(440)를 통해 소정의 크기로 확대되어 제1 결상면(S1)에 조사되는 면광원(B2)이 된다. 이 면광원(B2)을 더욱 확대하여 사용하고자 하는 경우에는 추가 확대에 따라 면광원(B2)의 에지(edge) 부분의 경계가 더 불분명해 질 수 있으므로, 최종 조사면이 제2 결상면(S2)에서도 에지가 명확

한 조사광을 얻기 위해서, 제1 결상면(S1)에 마스크(450)를 설치하여 에지를 트리밍한다.

[0075] 마스크(450)를 통과한 면광원은 하나 이상의 볼록렌즈와 오목 렌즈의 조합으로 구성되는 줌 렌즈 모듈(460)을 통과하면서 원하는 크기로 축소(또는 확대) 조정되어 전자부품이 배치된 제2 결상면(S2)에 사각형 조사광(B3)을 형성한다.

[0077] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 레이저 광학계의 구성도이다.

[0078] 빔 쉐이퍼(430)로부터의 정사각형 면광원(C1)이 오목 렌즈(440)를 통해 소정의 크기로 확대된 후, 적어도 한쌍의 원통형 렌즈(470)를 지나면서 예컨대 x축 방향으로 확대(또는 축소)(C2)되고 다시 적어도 한쌍의 원통형 렌즈(480)를 지나면서 예컨대 y축 방향으로 축소(또는 확대)되어 직사각형 형상의 면광원(C3)으로 변환된다.

[0079] 여기서, 원통형 렌즈는 원기둥 형상을 길이방향으로 절단한 형태로서 각 렌즈가 상하 방향으로 배치되는 형태에 따라 레이저 빔을 확장 또는 축소시키는 기능을 하며, 원통형 렌즈가 배치된 표면 상에서의 렌즈가 x, y 축 방향으로 배치되는 형태에 따라 레이저 빔을 x축 또는 y축 방향으로 조절한다.

[0080] 이어서, 면광원(C3)은 하나 이상의 볼록렌즈와 오목 렌즈의 조합으로 구성되는 줌 렌즈 모듈(460)을 통과하면서 원하는 크기로 확대(또는 축소) 조정되어 전자부품이 배치된 제2 결상면(S2)에 직사각형 조사광(C4)을 형성한다.

[0082] 도 9는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 레이저 광학계의 구성도이다.

[0083] 도 9의 광학계는 도 8의 광학계에 마스크를 적용하여 레이저 빔의 에지를 트리밍하는 구성이 추가된 것으로서, 도 8의 경우에 비해 보다 선명한 에지를 가진 최종 면광원(D5)을 얻을 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0085] 도 10은 본 발명 레이저 리플로우 방법의 공정 단계별 동작 관계를 나타낸 상태도로서, 이하 각 공정 단계별 레이저 리플로우 방법을 일 실시예에 따라 살펴보면 다음과 같다.

[0086] 먼저, 도 10a는 투광성 가압부재(100)가 중심선(Cn+1) 상방으로 이동된 상태도로서, 상기 투광성 가압부재(100)의 가압면(102)이 중심선(Cn+1)에 위치되면 비전 유닛(934)이 상기 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 하방에 위치된 전자부품들(11b)을 촬영하게 된다. 이 때, 상기 비전 유닛(934)은 도 10a와 같이 측면에서 보았을 때 상기 전자부품들(11b)이 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 중심선(Cn+1)을 기준으로 좌우 대칭적으로 배치되어 있는지를 판정하게 된다.

[0087] 즉, 상기 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 직하방에 위치된 전자부품들(11b)이 배치된 형상이 가압면(102)의 면적에 대응하도록 위치되었는지, 예컨대 도 10a에서와 같이 전자부품들(11b)이 3열로 배치된 상태로서 가압면(102)의 중심선(Cn+1)을 기준으로 전자부품들(11b)이 1.5열씩 좌우 대칭적으로 배치되어 있는지 판정하게 된다. 이에 따라 상기 투광성 가압부재(100)의 가압면(102)이 상기 전자부품들(11b)이 3열로 배치된 범위(면적)를 눌러 가압할 때 어느 한쪽으로 압력이 편중됨없이 균형있게 눌러 가압할 수 있게 된다.

[0088] 또한 도면을 참조하면 본딩대상물(11)의 전자부품들(11b)은 기판(11a)의 상면에 본딩을 위해 솔더(11c)와 함께 본딩될 위치에 배열된 상태이며, 이 때 상기 기판(11a)은 하부의 진공 척(940)에 의해 진공 흡착되어져 고정된 상태이다. 이 때, 상기 진공 척(940) 내부에는 히팅 블록(942)이 구비되어 있음에 따라 상기 본딩대상물(11)인 기판(11a), 전자부품(11b) 및 솔더(11c)를 소정 온도로 계속해서 예열한다. 예컨대, 상기 예열 온도는 솔더의 용융온도 미만으로 설정됨이 바람직하며, 예컨대 기판(11a) 및 전자부품(11b)이 일정 시간 이상 노출되어도 열적 데미지가 가해지지 않는 온도범위인 200℃ 미만으로 유지될 수 있다.

[0089] 만약 상기와 같이 본딩대상물(11)을 예열하지 않는 경우에는 본 공정인 레이저 리플로우 처리시 레이저 빔의 열에너지만으로 본딩대상물(11)을 상온에서부터 솔더(11c)의 용융 온도까지 급속히 가열해야만 하며 이 경우 급속한 가열로 인해 솔더(11c)에 오버플로우와 같은 본딩불량이 야기될 수 있다. 그러므로, 예열 온도에서 솔더(11c)의 용융 온도까지 단계적으로 온도를 증가시킴에 따라 솔더(11c)가 안정적으로 용융되어 본딩불량이 최소화될 수 있다. 예컨대, 여기서 상기 솔더(11c)의 용융 온도는 솔더의 재료에 따라 차이가 있을 수 있으나, 일반적인 솔더 페이스트의 용융 온도인 200℃이상 일 수 있다.

[0091] 도 10b는 투광성 가압부재(100)가 중심선(Cn+1)에서 가압 및 레이저 조사되는 상태도로서, 도 10a에서 도시된 것처럼 비전 유닛(934)에 의해 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 중심선(Cn+1)이 본딩될 전자부품들(11b)의 중심선과 일치된 것으로 판정될 경우 투광성 가압부재(100)가 하방으로 이동하여 전자부품(11b)을 눌러 가압하게 된다.

[0092] 이 때, 상기 투광성 가압부재(100)의 가압과 동시에 또는 순차적으로 레이저 빔이 조사될 수 있으며, 예컨대 상기 투광성 가압부재(100)가 가압함과 동시에 상방에 위치하고 있는 멀티 레이저 모듈, 제1 레이저 모듈(310) 및 제2 레이저 모듈(320)로부터 레이저 빔이 전자부품들(11b)에 중첩 조사될 수 있다.

[0093] 이에 따라 상기 중첩 조사되는 레이저 빔에 의해 본딩대상물(11)이 예열 온도에서 솔더(11c)의 용융 온도까지 단계적으로 가열되고, 결국 상기 전자부품들(11b)의 하부에 위치하고 있던 솔더(11c)가 녹으면서 전자부품(11b)이 기판(11a)에 본딩이 완료된다. (본딩 전과 본딩 후의 높이 차이는 도 10a에서 h_c로 표기함)

[0095] 도 10c는 투광성 가압부재가 중심선(Cn+2) 상방으로 이동된 상태도이고, 도 10d는 투광성 가압부재가 새로운 중심선(Cn+2′)으로 위치가 보정된 상태이며, 도 10e는 투광성 가압부재가 중심선(Cn+2′)에서 가압 및 레이저 조사되는 상태도이다.

[0096] 상기 도 10c를 참조하면, 앞서의 레이저 리플로우 공정을 마친 후 투광성 가압부재(100)가 다음 차례의 소정 범위, 즉 3열의 전자부품들(11b)을 가압 및 레이저 리플로우 처리하기 위해 3열의 전자부품들(11b)의 중심선(Cn+2)으로 수평 이동하게 된다. 이 때 비전 유닛(934)이 다시 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 하방에 배치된 전자부품들(11b)의 배치 형상을 촬영한다.

[0097] 그런데, 이 때 도 10c에서 도시된 것처럼 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 하방에 배치된 전자부품들(11b)이 중심선(Cn+2)를 기준으로 좌우 대칭적으로 배치되지 않은 것으로 판정될 경우에는 바로 가압 및 레이저 조사를 진행하지 않는다. 그 이유는, 이 상태에서 투광성 가압부재(100)를 눌러 가압하게 되면 투광성 가압부재(100)의 가압면(102) 중심선(Cn+2)을 기준으로 전자부품들(11b)이 비대칭적으로 배치되어 있기 때문에 가압시 가압력이 어느 일측으로 편중되고, 이로 인해 본딩불량이 야기되는 것이다.

[0098] 그러므로 이를 방지하기 위해 본 발명에서는 제어부(도면 미도시)가 도 10d에 도시된 것처럼 상기 투광성 가압부재(100)를 새로운 중심선(Cn+2′)으로 수평 위치를 이동시키고, 이에 따라 보정된 중심선(Cn+2′)으로 투광성 가압부재(100)의 수평 위치가 보정된다. 이에 따라 투광성 가압부재(100)의 하방에 배치된 전자부품들(11b)이 보정된 중심선(Cn+2′)을 기준으로 좌우 대칭되게 배치되도록 수평 위치가 보정되고, 이 상태에서 도 10e와 같이 투광성 가압부재(100)가 하방으로 이동하여 전자부품들(11b)을 가압 및 레이저 빔을 조사하게 된다.

[0100] 한편, 도 10e를 참조하면 상기 투광성 가압부재(100)는 보정된 중심선(Cn+2′)으로 이동하여 가압을 진행하나 이 때, 제1 및 제2 레이저 모듈(310, 320)은 보정된 중심선(Cn+2′)으로 수평 위치를 보정하지 않고 보정 전의 중심선(Cn+2)을 기준으로 레이저 빔을 조사하게 된다.

[0101] 상기와 같이 레이저 모듈(310, 320)이 투광성 가압부재(100)를 따라 수평 위치를 보정하지 않는 이유는 보정된 중심선(Cn+2′)을 기준으로 레이저 빔이 조사될 경우 이미 앞서 본딩이 완료된 전자부품들(11b)에 레이저 빔이 다시 조사될 우려가 있고, 상기 레이저 빔이 리플로우 처리가 끝난 솔더(11c)에 재조사되면 상기 솔더(11c)가 다시 녹을 수 있고 이에 따라 본딩불량이 야기될 수 있기 때문이다. 그러므로 본 발명에서는 비대칭적으로 배치된 전자부품(11b)을 가압 및 레이저 조사할 경우 제1 또는 제2 레이저 모듈(310, 320)의 위치 보정없이 투광성 가압부재(100) 만을 보정된 중심선(Cn+2′)으로 수평 이동시켜 위치를 보정한 후, 가압 및 레이저를 조사함에 따라 상기에서 살펴본 바와 같이 다양한 본딩불량 요인들의 발생을 최소화할 수 있는 것이다.

[0103] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저 리플로우 방법의 순서도이다.

[0104] 본 발명은 앞서 도 1 내지 도 10b에서 전술한 바와 같이, 장방형의 플렉서블 기판(Flexible PCB, 11a) 상에 복수의 전자부품(11b)이 배치된 본딩대상물(11)을 투광성 가압부재(100)로 눌러 가압함과 함께 상기 가압부재

(100)를 통해 본딩대상물(11)에 레이저 빔을 조사함으로써 전자부품(11b)을 기판(11a)에 본딩하는 레이저 리플로우 장치에서 발생되었던 플렉서블 기판(11a) 및 전자부품(11b)의 뒤틀림에 의한 쉬프트 현상, 솔더 범프(SB)와 전극 패드(EP)의 전기적인 단선(open) 또는 단락(short) 불량을 해소하는 개선된 형태의 레이저 리플로우 방법에 관한 것이다.

[0105] 도 11을 참조하면, 본 발명은 보다 구체적으로 하기의 단계들로 세분화될 수 있다.

[0106] 단계 a(S100): 상기 전자부품(11b)의 저면에 다수의 솔더 범프(SB)를 배치한다.

[0107] 일례로, 상기 솔더 범프(SB)는 주석(Sn)을 포함하는 무연 솔더(lead-free solder)일 수 있으며, 플립칩 공정을 위한 구형(求刑)의 솔더 범프일 수 있다.

[0108] 단계 b(S200): 상기 기판(11a)의 상면에 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove: SAG)을 갖는 다수의 전극 패드(EP)를 형성한다.

[0109] 상기 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG)은 구형 또는 삼각형 등 오목한 형태의 요입홈일 수 있으며, 도 11에서는 일 실시예에 따라 정중앙 부위가 가장 낮은 지점을 형성하는 삼각형 형상의 요입홈으로 도시되었다.

[0110] 단계 c(S300): 상기 솔더 범프(SB)를 전극 패드(EP)의 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG) 내에 각각 안착시켜 가정렬(Pre-alignment)한다.

[0111] 일 실시예에 따라, 상기 가정렬(Pre-alignment)은 솔더 범프(SB)가 전극 패드(EP)의 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG) 내에 안착 및 접촉되는 과정을 의미한다.

[0112] 또한, 본 발명은 상기 단계 c) 이후에, 가정렬(Pre-alignment)된 솔더 범프(SB)가 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG)의 정중앙에 위치하도록 상기 플렉서블 기판(11a)과 전자부품(11b)들을 진동이나 지그(JIG)를 이용하여 더 정렬할 수 있다.

[0113] 단계 d(S400): 상기 가안착된 솔더 범프(SB)에 레이저 빔을 조사함에 따라 솔더 범프(SB)가 용융되면서 유동되어져 상기 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG) 내에 완전히 정위치된 후 레이저 빔의 조사를 차단함으로써 상기 솔더 범프(SB)를 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG) 내에 고착시킨다.

[0114] 즉, 상술한 본 단계는 셀프 얼라인먼트(Self Alignment) 단계로 정의된다.

[0115] 여기서, 상기 단계 d)의 셀프 얼라인먼트(Self Alignment)는 전자부품(11b)들에 형성된 솔더 범프(SB)가 전극 패드(EP)의 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG) 내에서 용융 및 유동되는 과정에서 중력에 의해 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG)의 정중앙으로 이동 및 정위치된 후 표면장력으로 구형을 이루면서 각 솔더 범프(SB)와 셀프 얼라인먼트 요입홈(SAG)의 수직 중심축(미도시)이 서로 일치하게 된다.

[0116] 또한, 상기 단계 d)의 레이저 빔의 온도는 솔더 범프(SB)의 융점보다 높다.

[0117] 일례로, 상기 솔더 범프(SB)의 융점은 216℃이고, 상기 솔더 범프(SB)의 셀프 얼라인먼트를 위해 조사되는 레이저 빔의 온도 범위는 230℃ 내지 280℃ 이내일 수 있다.

[0118] 또한, 상기 레이저 빔의 조사 시간은 5초 이내일 수 있고, 레이저 빔의 설정 온도에 반비례하여 레이저 빔의 조사 시간은 단축될 수 있으며, 아울러 솔더 범프(SB)에 셀프 얼라인먼트를 위한 유동성을 부가하기 위해 솔더 범프는 전체적으로 용융되거나 또는 표면만 순간적으로 용융될 수 있다.

[0119] 단계 e(S500): 상기 단계 d가 완료되면 투광성 가압부재가 하방으로 이동되어 본딩대상물을 가압함과 함께 투광성 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사한다.

[0120] 전술한 바와 같이 본 발명은 일 실시예에 따라, 상기 레이저 빔은 둘 이상의 레이저 모듈로부터 레이저 빔이 중첩 조사될 수 있다.

[0121] 또한, 상기 각 레이저 모듈(310, 320)은 상호 대칭적으로 배치되고 상기 각 레이저 빔은 동일한 빔 조사 각도를 가질 수 있다.

[0122] 또한, 상기 각 레이저 모듈(310, 320)로부터 레이저 빔이 동시 또는 순차적으로 조사될 수 있다.

[0123] 또한, 상기 각 레이저 모듈(310, 320) 중 적어도 하나의 레이저 모듈은 단계 d)에서 단계 e)로 진행되는 과정에서 레이저 빔이 끊어짐없이 지속적으로 조사될 수 있다.

[0125] 단계 f(S600): 상기 레이저 빔의 조사가 완료되면 투광성 가압부재(100)를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제한다.

[0126] 이로써, 상술한 단계 a) 내지 단계 f)에 따라 본 발명 레이저 리플로우 장치의 레이저 리플로우 방법이 순차적으로 수행될 수 있다.

[0127] 한편, 일 실시예에 따라, 상기 단계 a) 내지 d) 단계 중 어느 하나는 비전 촬영이 이루어지는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0128] 이에 따라 상기 비전 촬영을 통해 셀프 얼라인먼트 과정을 자동으로 모니터링할 수 있으며, 셀프 정렬된 전자부품(11b)들이 배치된 형상이 가압면에 대응하도록 위치되었는지 판별하거나, 불량 발생 시 즉각 공정을 중단 및 오차 수정 등 정상화 조치를 수행할 수 있다.

[0130] 도 12는 본 발명의 레이저 조사에 따른 셀프 얼라인먼트 과정을 나타낸 예시도이다.

[0131] 도 12를 참고하여 상술한 본 발명의 단계 a) 내지 d)와 관련된 셀프 얼라인먼트 과정을 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[0132] 먼저, 기판(PCB)에 전자부품(Die)실장하는 과정에서 레이저 빔을 조사하게 되면 전극 패드(EP)와 전자부품(Die, 11b)의 솔더 범프(SB)가 표면장력을 통해 좌우상하 이동하면서 솔더 범프(SB)의 중심축과 기판(11a)의 전극 패드(EP) 중심축이 일치하게 된다. 이 때, 상기 전자부품(11b)들은 마이크로 사이즈 두께의 LED Die(다이)이거나 몰딩 Package(패키지)일 수도 있다.

[0133] 그리고, 셀프 정렬된 전자부품(11b)들이 배치된 형상이 가압면에 대응하도록 위치되었는지 판별하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0134] 이러한 전자부품(11b)들이 가압면에 대응하도록 위치되었다고 판단되면 투광성 가압부재(100)가 하방으로 이동되어 본딩대상물(11)을 가압함과 함께 투광성 가압부재(100)를 통해 본딩대상물(11)에 레이저 빔을 조사하는 단계를 포함한다(S500).

[0135] 이 과정에서 가압 이전에 전술한 셀프 정렬을 사전에 수행함으로써 본딩대상물(11)이 가압될 시 쉬프트(Shift)되는 것을 방지하여 전기적인 단선(Open) 또는 단락(Short)이 방지된다.

[0136] 이러한 효과는 플렉서블 기판(11a) 상에 다수의 전자부품(11b)을 가압 및 레이저 본딩 시 대량생산의 공정 시간을 줄이고, 수율을 대폭 향상시킬 수 있다.

[0137] 마지막으로, 레이저 빔의 조사를 중단함과 함께 투광성 가압부재(100)를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제하는 단계를 포함한다(S600).

[0139] 아울러 본 발명은 단지 앞서 기술된 일 실시예에 의해서만 한정된 것은 아니며, 장치의 세부 구성이나 개수 및 배치 구조를 변경할 때에도 동일한 효과를 창출할 수 있는 것이므로 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상의 범주 내에서 다양한 구성의 부가 및 삭제, 변형이 가능한 것임을 명시하는 바이다.

부호의 설명

[0140]

11 : 본딩대상물	11a : 기판(PCB)
11b : 전자부품(Die)	11c : 솔더
100 : 투과성 가압부재	102: 가압면
200 : 보호필름	210 : 보호필름 이송부
310 : 제 1 레이저 모듈	320 : 제 2 레이저 모듈
500 : 홀더 유닛	934 : 비전 유닛

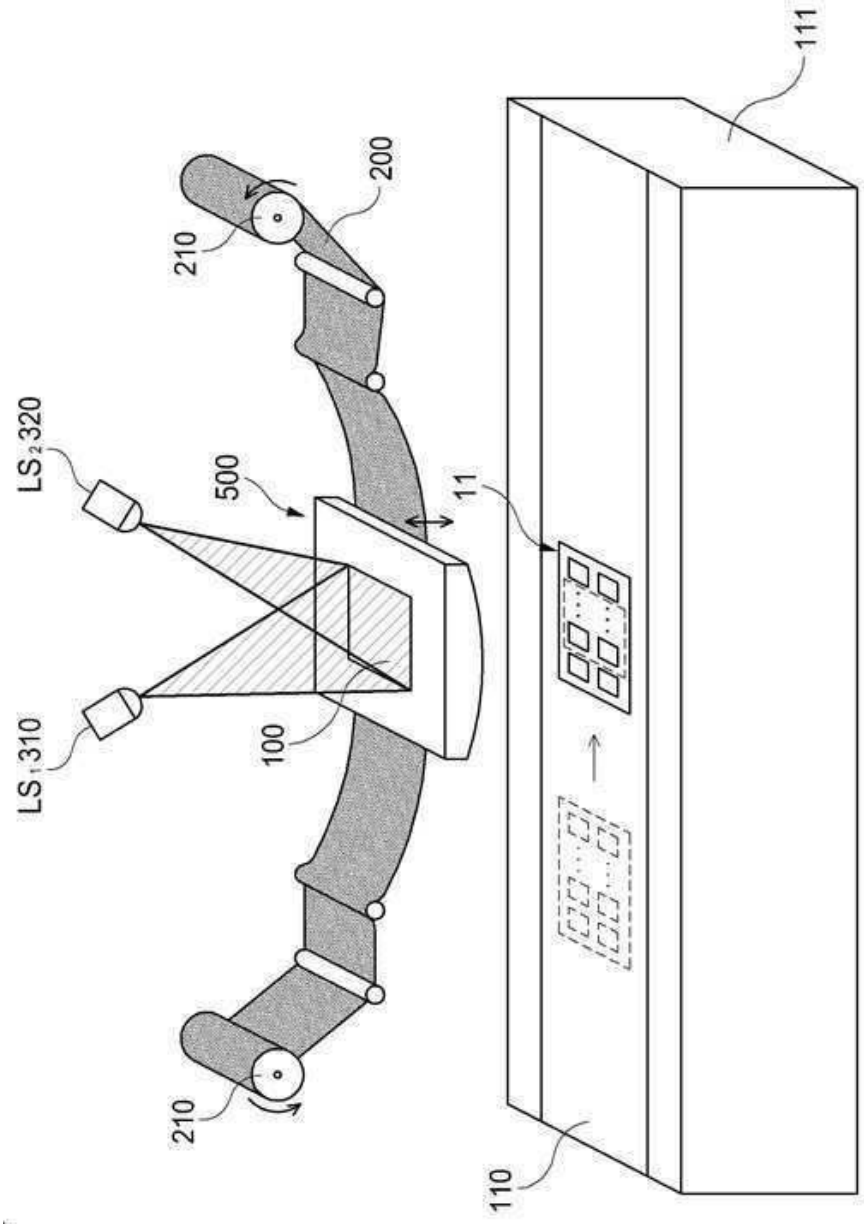
940 : 진공 척 942 : 히팅 블록

SB : 솔더 범프 EP : 전극 패드

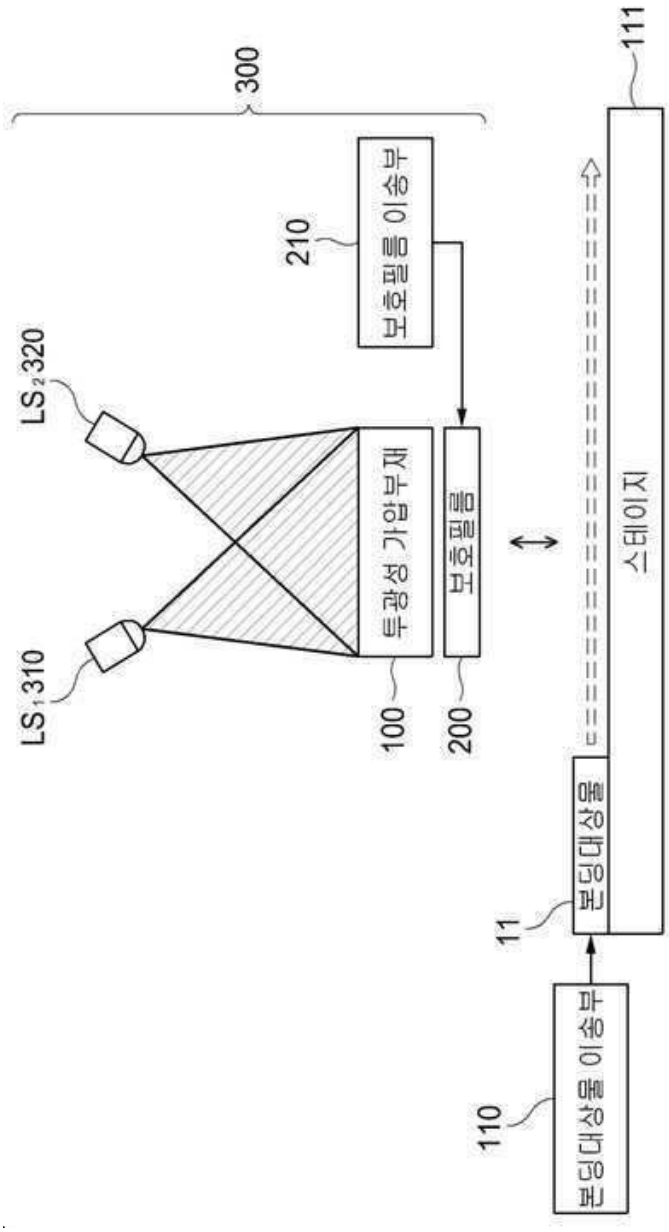
SAG : 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove)

도면

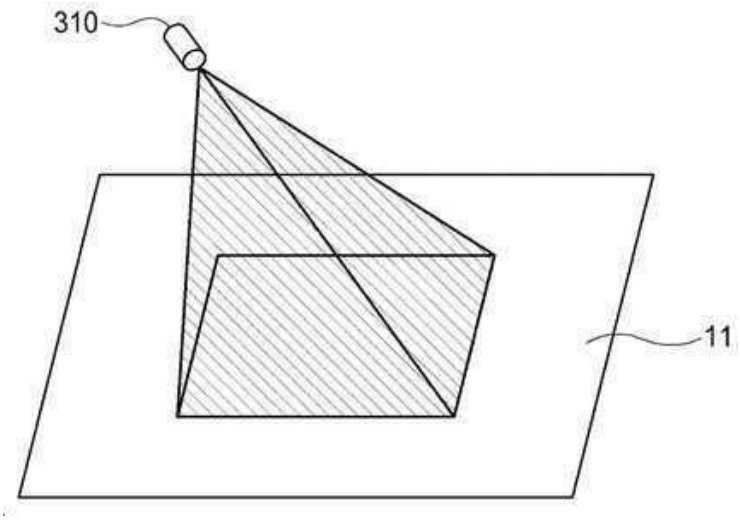
도면1



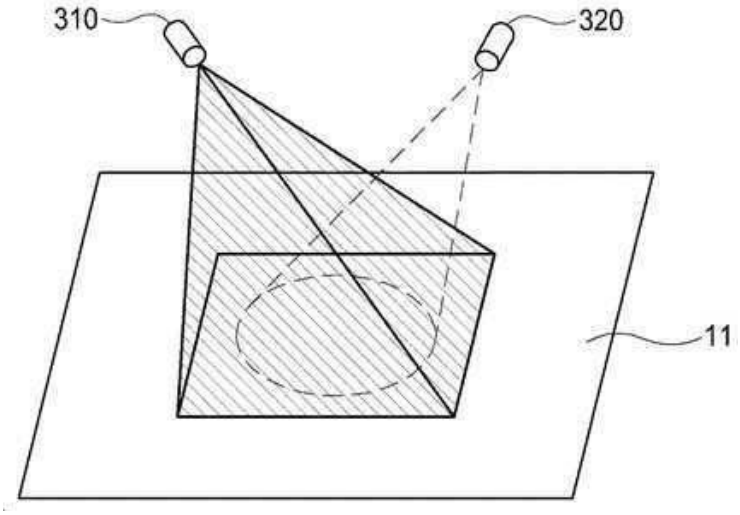
도면2


300
210
보호필름 이송부
LS2 320
LS1 310
투광성 가압부재
보호필름
100
200
111
스테이지
11
본딩대상물
110
본딩대상물 이송부

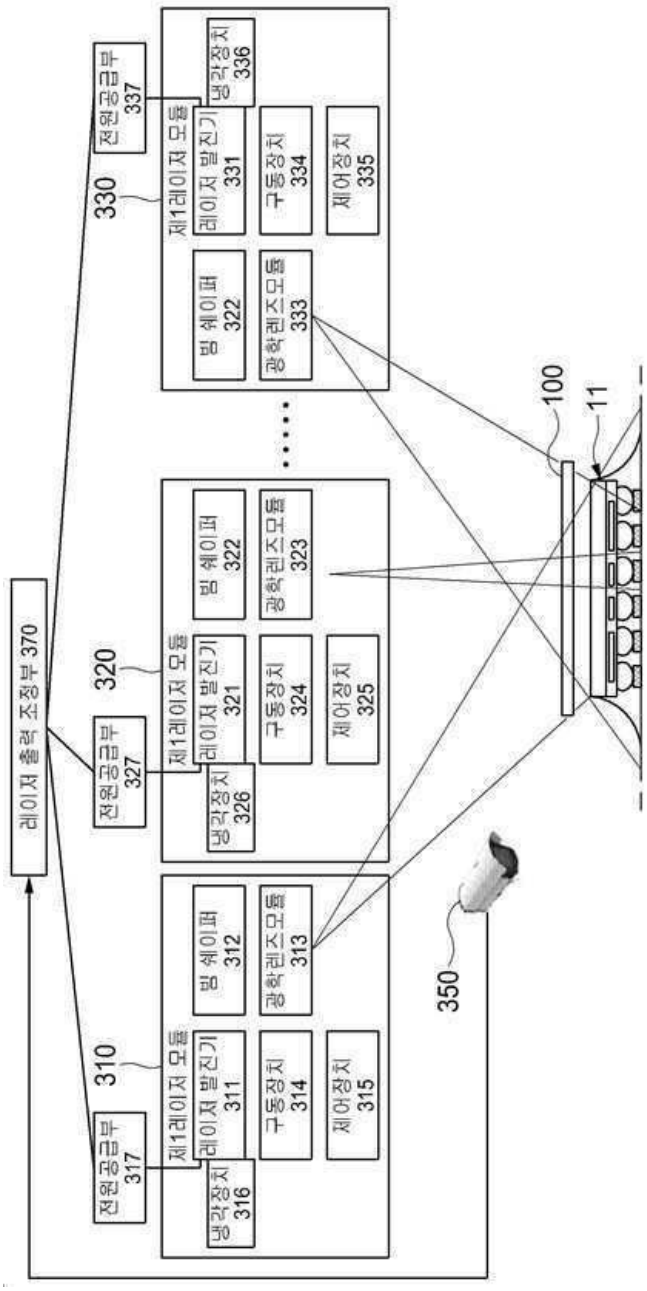
도면3



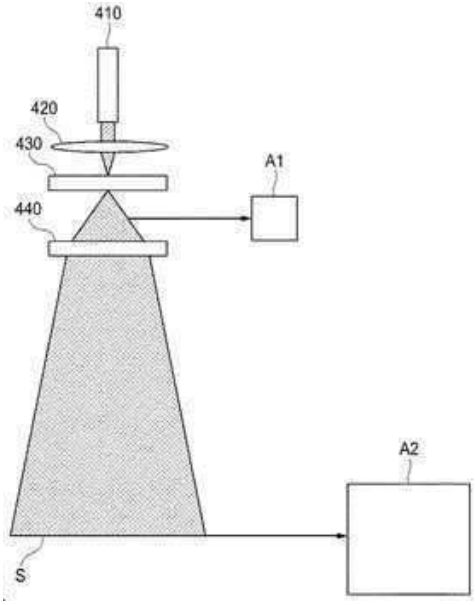
도면4



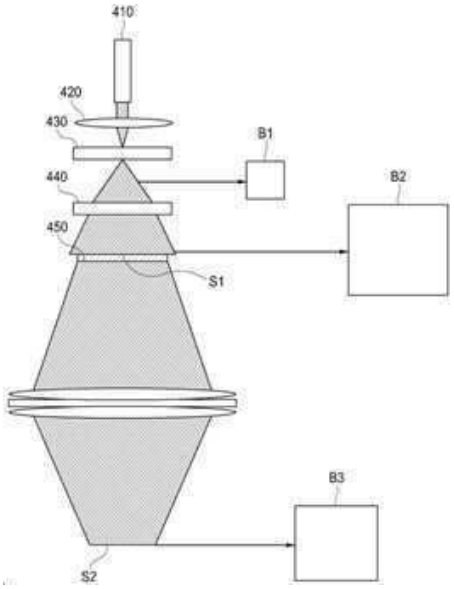
도면5


레이저 출력 조정부 370
310
제1레이저 모듈
레이저 발진기 311
빔 쉐이퍼 312
광학렌즈모듈 313
구동장치 314
제어장치 315
냉각장치 316
전원공급부 317
320
제1레이저 모듈
레이저 발진기 321
빔 쉐이퍼 322
광학렌즈모듈 323
구동장치 324
제어장치 325
냉각장치 326
전원공급부 327
330
제1레이저 모듈
레이저 발진기 331
빔 쉐이퍼 322
광학렌즈모듈 333
구동장치 334
제어장치 335
냉각장치 336
전원공급부 337
350
100
11

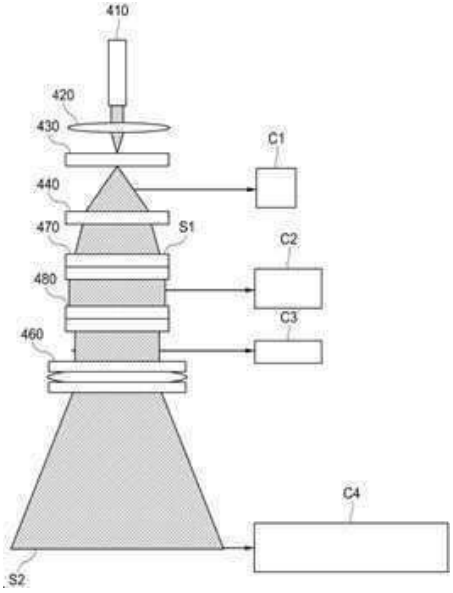
도면6



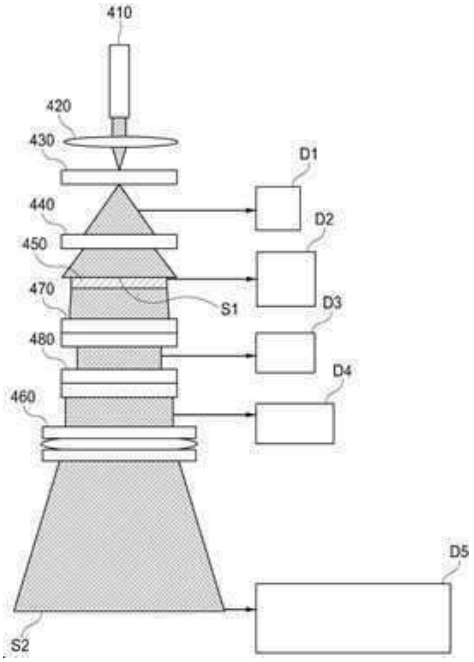
도면7



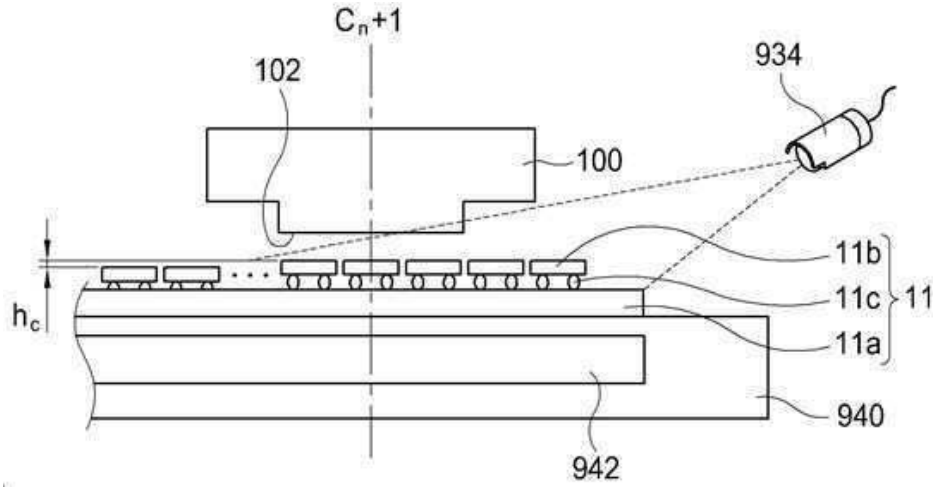
도면8


410
420
430
440
470
480
460
S1
S2
C1
C2
C3
C4

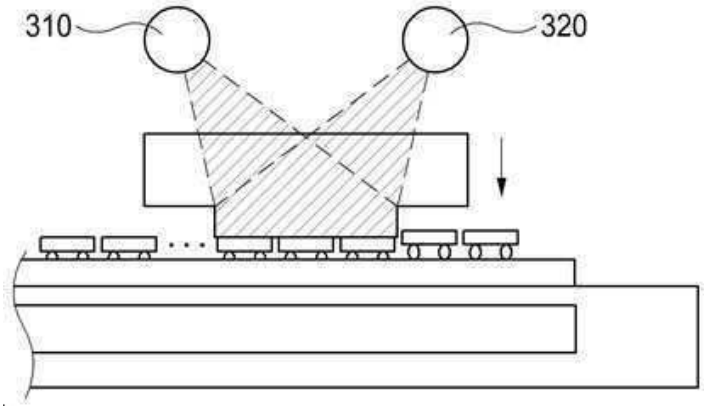
도면9


410
420
430
440
450
470
480
460
S1
S2
D1
D2
D3
D4
D5

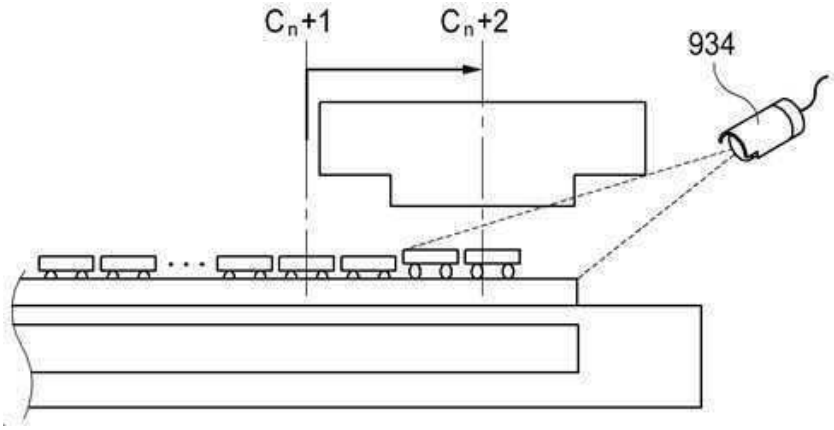
도면10a



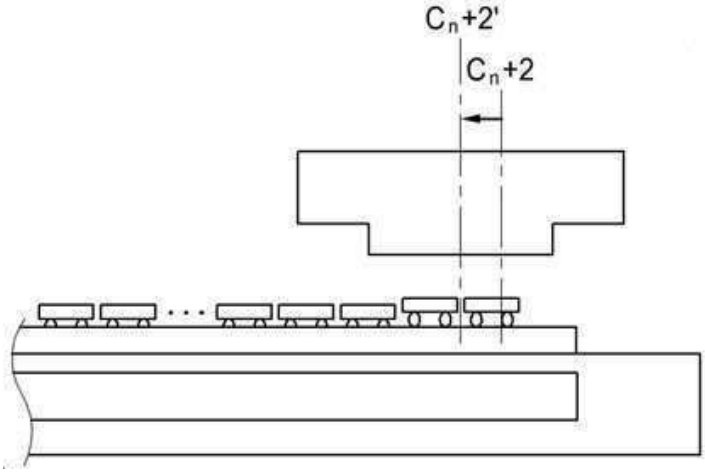
도면10b



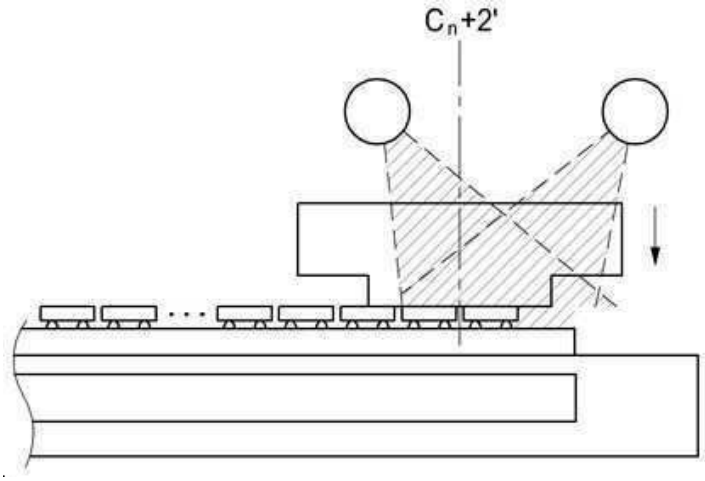
도면10c



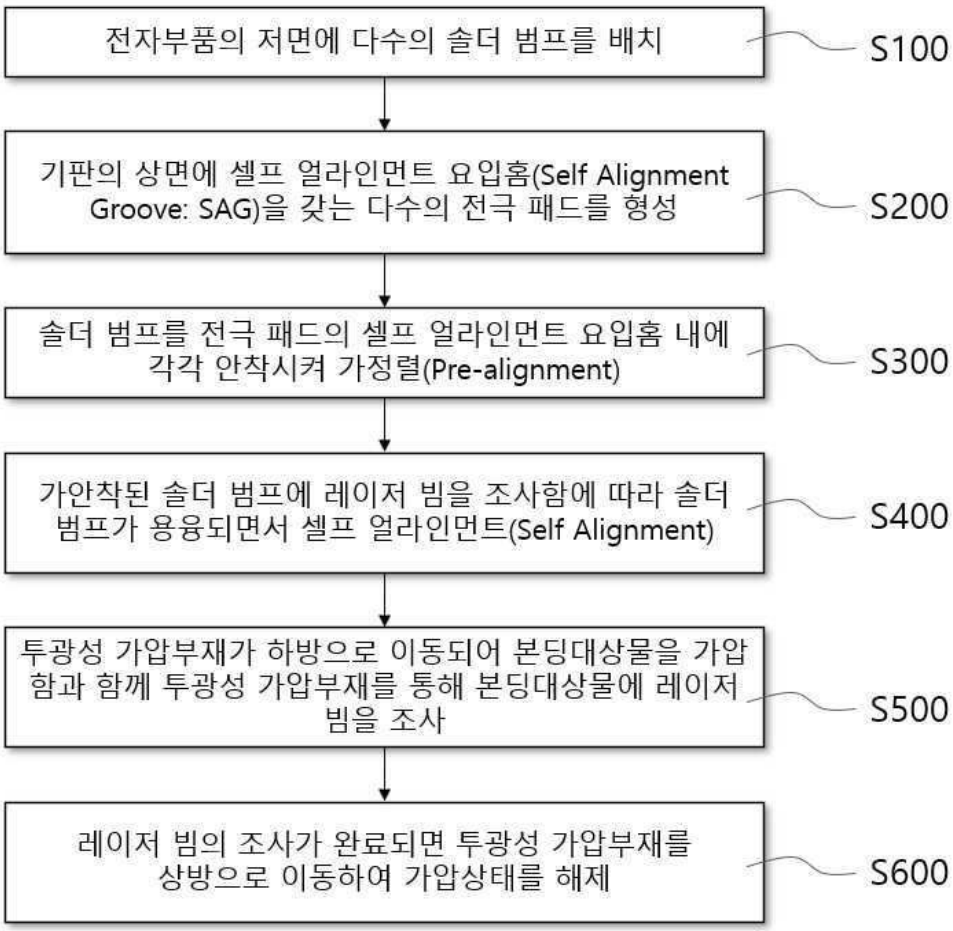
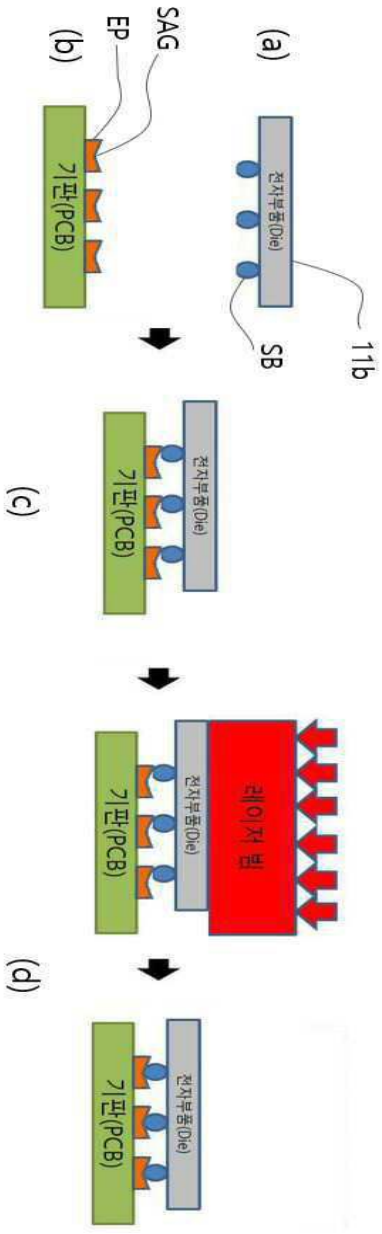
도면10d



도면10e



도면11


전자부품의 저면에 다수의 솔더 범프를 배치
S100
기판의 상면에 셀프 얼라인먼트 요입홈(Self Alignment Groove: SAG)을 갖는 다수의 전극 패드를 형성
S200
솔더 범프를 전극 패드의 셀프 얼라인먼트 요입홈 내에 각각 안착시켜 가정렬(Pre-alignment)
S300
가안착된 솔더 범프에 레이저 빔을 조사함에 따라 솔더 범프가 용융되면서 셀프 얼라인먼트(Self Alignment)
S400
투광성 가압부재가 하방으로 이동되어 본딩대상물을 가압함과 함께 투광성 가압부재를 통해 본딩대상물에 레이저 빔을 조사
S500
레이저 빔의 조사가 완료되면 투광성 가압부재를 상방으로 이동하여 가압상태를 해제
S600

도면12