

◆특집◆ 첨단레이저 응용 미세가공기술 첨단 레이저 응용 미세 접합 기술

서정*, 이재훈*, 노지환*, 신희원**, 김도열**

Advanced laser micro-joining

Suh Jeong*, Jae-Hoon Lee*, Jiwhan Noh*, Heewon Shin**, Doyoul Kim**

Key Words : Micro joining (미세 접합), 레이저, Spot size (스폿 사이즈), Flip chip joining (플립칩 접합)

1. 서론

레이저를 이용한 미세가공 및 접합은 빔을 수 μm 에서 수백 μm 수준으로 집광하여 좁은 영역에 정확한 인입에너지를 제어하여 재료를 가공, 접합 및 조립하는 기술이다. 이를 가능하게 하기 위해서, 레이저의 스폿 사이즈 (spot size) 를 수 μm 로 집광시켜야 하고, 소형 부품에 가해지는 열영향을 최소화해야 하며 레이저빔의 출력 안정성 및 위치 안정성의 요구되며 수 마이크로 분해능을 가진 스테이지도 필요하게 된다.

레이저를 이용한 미세가공 및 접합은 가공물의 형태에 따른 장비 구성의 제약이 적고, 공정 시간이 짧으며, 비접촉 친환경적인 가공이 가능하다. 이러한 장점으로 인해 정밀도를 요하는 디스플레이, 반도체, 전자, 통신, 의료분야 등으로 그 활용도가 높아 가고 있다.

레이저 미세가공은 레이저 빔을 에너지원으로 이용하는 형태에 따라 재료를 성형 또는 가공하는 직접 가공^{1,2,3}, 포토리소그래피의 노광 공정에 적용하는 것과 같이 광원으로 활용되는 경우^{1,4}, 레이저 빔을 에너지 공급원으로 하여 재료의 화학적 열적 현상을 유도하는 레이저 유도 가공^{1,4} 으로

나눌 수 있다. 또한 재료의 가공형태에 따라 크게 어블레이션 (ablation)이나 천공과 같이 재질을 제거하여 가공하는 제거 공정과 용접, 솔더링 등 재료를 접합하는 부가공정으로 구분할 수도 있다. 이러한 기술들은 산업적 필요에 의해 빠르게 발전하고 있으며 가공형태에 따른 세분화된 분류를 Fig 1 에 나타내었다.

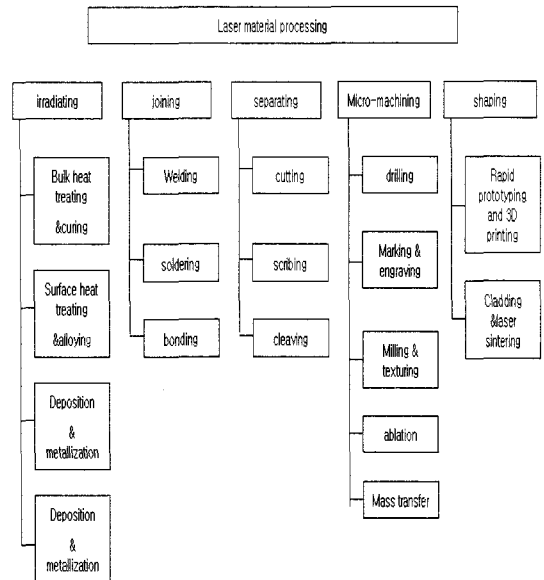


Fig. 1 laser materials processing

* 한국 기계 연구원 지능형 정밀 기계 본부
정보장비 연구센터, 레이저 공정 장비팀.
Tel) 042-868-7915 fax 042-868-7431
Email jsuh@kimm.re.kr
** 하나 기술(주)
Email hwshin@hanalaser.com

Fig.1 에서의 레이저 미세 접합 공정에는 레이저 용접, 레이저 솔더링, 레이저 본딩이 대표적이며 그 특징은 Table 1 과 같다.

Table 1 laser joining and assembly process

process	Part/ component	material	Geometry /accuracy
Laser welding	Connectors Lead frames	Copper, steel,poly mers	Seam/spot width = 100 μm Accuracy<10 μm
Laser soldering	Electronic parts	copper	Part geometry<500 μm Accuracy<50 μm
Laser bonding	Micro system component	Silicon glass	Part geometry<100 μm Temperature<200 $^{\circ}\text{C}$

레이저 미세 접합 기술의 경우 디스플레이 소자나 메모리 반도체 소자 등의 소형화, 고집적화, 다기능화 추세에 따라 매크로 부품과 마이크로 연결선 간의 접합, 성능을 향상시키기 위한 연결재료를 다양화한 접합, MEMS 등 마이크로 접합에 대한 연구가 진행 중이다. 따라서 본 논문에서는 레이저를 이용한 미세 접합에 영향을 주는 요인에 대해 기술하고, 현재 레이저 접합에 관한 연구를 요약 및 정리하고자 한다.

2. 레이저 미세 접합에 영향을 주는 요인

레이저를 이용한 미세 가공의 경우 레이저 빔의 특성에 영향을 받으며, 재료와 레이저 빔과의 상호작용도 중요한 변수로 작용한다. 또한 가공 조건에 따라서도 많은 변화가 생긴다. 이처럼 가공성에 영향을 미치는 요인들은 각각이 독립적이지 않고 종속 변수로 작용하는 경우가 일반적이며 아주 다양하므로, 레이저 마이크로 접합에 영향을 주는 요인을 살피고자 한다.

2.1 레이저 빔 초점 크기

필요한 부분을 국부적으로 접합을 하기 위해서는 초점 크기를 줄일 필요가 있다. 500W 이상의 산업용 고체 레이저의 일반적인 초점 크기는 수백 마이크로미터에 이르나 디스플레이나 반도체의 미세 가공 및 접합에 적용하기 위해서는 수 마이크로미

터 수준의 초점크기가 필요하다.⁴ 레이저 빔의 회절에 의한 집광 초점크기는 다음과 같은 식 1 과 같이 기술 된다.

$$\text{spot size due to diffraction} = \frac{4M^2\lambda f}{\pi D} \quad (1)$$

λ 는 레이저 빔의 파장, f 는 집광 렌즈의 초점 거리, M^2 는 빔 모드 파라미터 (beam mode parameter)이며 D 는 렌즈에 입사하는 빔의 지름이다. 이중 레이저 빔 특성에 해당되는 파라미터는 λ 와 M^2 이다.

λ 가 짧을수록 초점 크기를 줄이기에 유리하여 미세가공에 응용을 위해서는 FIR (Far Infra Red : 10.6 μm 파장의 CO₂ 레이저 등) 보다는 IR (Infra Red : 1.06 μm 파장의 Nd:YAG 레이저 등), 그린 (Green : 532nm 의 2 고조파 Nd:YAG 레이저 등), UV (Ultra violet : 355nm 3 고조파 Nd:YAG 레이저, 엑시머 레이저 등) 파장의 첨단 레이저가 유리하다. 단일 모드의 가우시안 (Gaussian) 빔 프로파일을 갖는 M^2 가 1 에 가까운 레이저의 적용이 유리하다.

레이저의 미세접합 기술은 국부 가열 방식이므로 여분의 열에 의한 열적 손상을 받지 않음을 알 수 있다.

2.2 레이저 빔 출력 안정성 및 위치 안정성

일반 산업용 레이저 용접 장비의 레이저 빔 출력 안정성은 $\pm 5\%$ 정도라도 가공 결과에 큰 영향을 미치지 않으나, 미소한 영역의 국부 접합의 경우 열영향의 효과가 상대적으로 크기 때문에 이 정도의 안정성으로는 반복 재현성이 떨어질 수 있다. 초점 위치에서의 레이저 빔의 위치 안정성 (position stability)도 매크로한 가공의 경우와는 달리 가공성에 영향을 주는 주요 인자 중 하나이다.

2.3 레이저 빔 편광 (beam Polarization)

매크로한 절단의 경우 이미 빔의 편광 영향^{1,3} 을 고려하여야 하지만 접합 가공의 경우는 고속 작업등 특별한 경우³ 를 제외하고는 큰 영향을 주지 않는다. 하지만 유전체의 미세 접합의 경우 편광 방향과 접합 가공방향에 따라 접합부 크기 차가 날 수 있다.⁵

2.4 레이저 빔 펄스 폭 및 안정성

미세 접합부의 열영향을 줄이는 방법으로 짧은 시간동안 펄스를 조사하는 방법이 사용되고 있

으며, 특별한 초미세 제거 가공에는 펨토초(10^{-15} 초) 레이저를 이용해 주변 열영향을 배제할 수 있는 기술개발이 활발히 진행되고 있다.^{6,7,8} 재료를 국부적으로 녹여 접합하는 경우에는 펨스 폭을 줄여 주변부 열영향을 감소시킬 필요가 있다. 또한 펨스와 다음 펨스간의 에너지 변화가 심할 경우 가공의 품질이 일정할 수가 없으므로, 펨스간 출력 안정성도 주요 요인이 된다.

2.5 재료의 특성 및 가공 조건

접합 공정이 이루어지는 재료의 레이저 빔 흡수율, 상변화 형태, 표면 상태 등도 가공성에 영향을 주는 주요인자이며, 보조가스, 재료의 접합부 정렬정도, 심 접합(seam joining)의 경우 가공 속도 등도 역시 큰 영향을 미치는 요인들이다.

2.6 미세 접합 가공에 적용되는 첨단 레이저

효율적인 레이저 미세접합에 적용이 가능한 첨단 레이저의 상품화가 지속적으로 진행되고 있다. 짧은 파장 또는 M^2 가 1 에 가까운 고품질의 빔 질(beam quality) 을 가진 레이저가 유리하며, 피크 출력이 높고 짧은 폭을 갖는 펨스레이저의 적용이 대두되고 있다.

짧은 펨스 조사시간은 열영향을 줄이는 훌륭한 방안으로 고려되고 있다. 레이저 빔이 재료에 조사되는 경우, 먼저 전자에 의해 흡수가 일어나며 전자는 다시 포논(phonon : 양자화된 격자 진동)에 전달된다. 포논에 의해 최종적으로 열 형태로 주변에 전달되게 된다. 포논 간의 에너지 전달이 일어나는데 걸리는 시간은 약 $10^{-11} \sim 10^{-12}$ 초 (10^{-12} 초 = 1 피코초)정도이며, 이보다 짧은 시간 동안 레이저 에너지가 조사되면 열에 의한 가공부 주변의 변형을 막을 수 있다. 이러한 레이저는 제거가공에는 유용하고 정밀한 결과를 줄 수 있지만 부가가공의 경우에는 적용이 쉽지 않다. 연속 심(seam) 접합이 필요한 경우 연속파(continuous wave) 출력을 갖는 레이저를 이용할 필요도 있다.

Ar, Kr, Xe 등의 불활성 기스와 F, Cl 등의 할로젠 기스의 혼합에 의해 발전되는 엑시머 레이저는 혼합하는 기스의 종류에 따라 193-351nm 의 UV 영역 짧은 파장 (XeCl: 308nm, KrF: 248 nm, ArF: 193 nm 등)을 가지며 짧은 펨스 발전이 가능하여 레이저 미세가공, 특히 초미세 제거가공에 많이 응용되고 있다.

TEA(Transversely Exited Atmospheric pressure)-CO₂ 레이저는 레이저 가스압을 대기압으로 동작시키며 높은 피크 출력을 얻을 수 있어 파장이 긴 편임에도 불구하고 천공 (drilling) 작업에 사용되고 있다.

고체 레이저는 레이저 이득 매질로 Nd:YAG 를 사용하는 것이 많으며, 넓은 영역의 파장범위를 갖는 플래쉬램프(flash lamp)로 여기시키는 방법과 여기 에너지가 일치하는 파장의 레이저 다이오드로 여기시키는 DPSSL (diode-pumped solid state laser) 타입이 있다. 플래쉬 램프 타입에 비해 DPSSL 은 효율이 월등히 높아 냉각기 등 전체 장비를 소형화 할 수 있고 제 2, 제 3, 제 4 고조파 생성이 가능해 1064nm, 532nm, 355nm, 266nm의 파장 사용이 가능하다. 또한 선택적으로 여기를 시킴으로 M^2 가 1 에 가까운 단일 모드 빔 생성이 훨씬 용이하다. 따라서 집광도를 높여 고에너지 밀도 가공에도 유리하다. 이들 레이저의 일반 특성을 table 2 에 기술하였으며, DPSSL 의 구조도를 Fig 2 에 표시하였다.

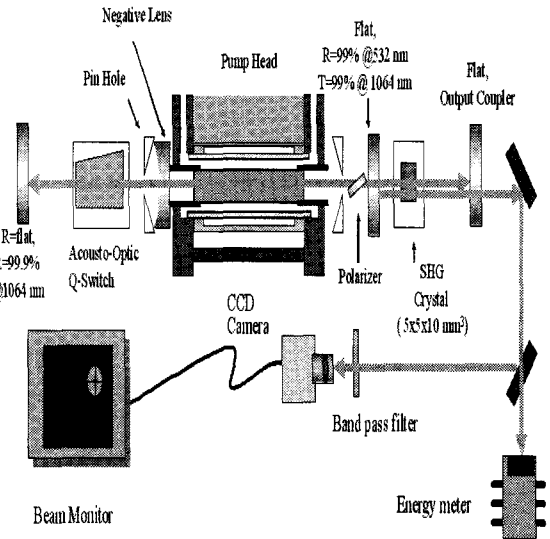


Fig. 2 Green DPSSL generator

Table 2 Laser wavelength , pulse duration and frequency

Laser	Wave length (nm)	Pulse length	Frequency (kHz)
TEA CO ₂	10600	200μs	~5
Q-switched DPSSL (Nd:YAG)	1060, 532, 355, 266	10 ~ 200ns	~50
Excimer	193-351	20ns	0.1~1

디스크 레이저⁹나 파이버 레이저^{10,11}를 이용한 미세가공도 진행되고 있으나 빈도수가 낮은 편이며 효율이 좋은 다이오드 레이저는 원형빔 집광의 복잡성 등으로¹² 미세가공 보다는 표면가공과 알루미늄 재질 가공에 주로 사용되고 있다.

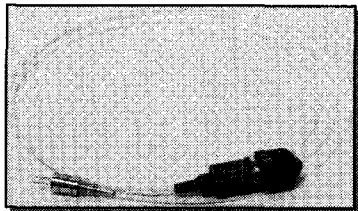
3. 레이저 미세 접합 기술의 특징

3.1 레이저 정밀 용접

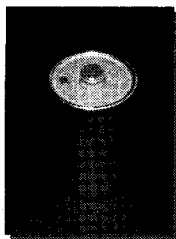
일반 산업군에 주로 응용되고 있는 레이저 미세 접합은 대부분 용접 공정이었으나, 적은 열영향, 비 접촉성, 친환경성, 빠른 생산성, 제어의 용이성 등으로 자동화 양산 장비로 쓰임새가 넓어지고 있다. 하지만 전술한 이유로 인해 수 마이크로미터 수준의 용접은 거의 없으며 소형 부품 생산이 주를 이루고 있다.

자동차 부품 산업에 레이저 용접이 많이 응용되고 있으며, 실 예로 국내에서 만들어지는 ABS 브레이크 솔레노이드 밸브는 전량 레이저 용접을 이용하여 생산하고 있다. 그 외에도 연료 분사 노즐, 에어백 기폭장치, 파워 조향장치 등에 들어가는 소형 전자 장치, 파워 스티어링 밸브, 그 외 센서류 등을 레이저 용접을 통해 생산을 하고 있다.

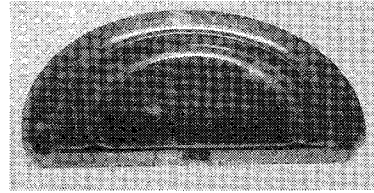
전자, 통신 분야의 경우 부품들의 hermetic encapsulation, 소형 전지, 형광 전극, 센서류 다이아 프레임, 광통신용 모듈등 여러 분야에 적용되고 있다. (Fig 3 참조.)



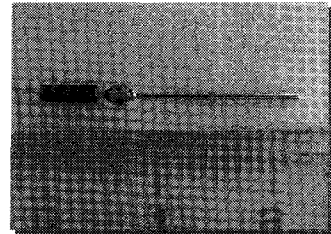
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 3 micro-welding application

- (a) optical communication module
- (b) battery
- (c) sensor frame
- (d) fluorescence electrode

3.2 레이저 솔더링 접합

laser soldering 접합 기술은 마이크로 부품에 필요한 고기능, 고성능, 고밀도 실장, 고속 대용량의 정보전달 등의 요구에 충족시키기 위하여 PCB 위에 부품의 배어칩 형태로 실장되는 COB(Chip On Board) 제조 기술인 플립칩과 와이어 본딩 접합공정 (Fig.4 참조) 에서 핵심적으로 사용되는 기술로서 laser 를 사용하여 접합부의 솔더를 순차적으로 녹여서 솔더링 접합하므로 인접한 패드 사이가 동시에 녹지 않는다. 따라서 패드 사이에 브릿지가 일어나 가능성이 최소화 되며 인접한 부품에 손실을 끼치지 않고 열을 가할수 있기 때문에 휴대전화, 가전제품 등과 같은 마이크로 부품의 초집적 패키징 접합 공정에 많이 사용되고 있다.

laser 솔더링 접합 기술은 다음과 같은 장단점이 있다.

1. 국부 가열방식 이기 때문에 여분의 열에 의한 열적 손상을 받지 않음.
2. laser 조사 시간, 조사 출력의 제어가 용이하여 솔더링의 반복 작업성이 안정 됨. 집광성이 좋고, 장비의 자동화가 용이함.

3. 하프미러, 프리즘 등에 의해 laser 과의 분할이 용이하여, 다중 동시 솔더링이 가능함
4. 광파이버를 사용하여 임의의 위치에 laser 광을 안전하게 전송할 수 있음
5. 장비가 고가임.
6. 금속면에서의 반사 정도가 큼
7. 생산성이 낮음

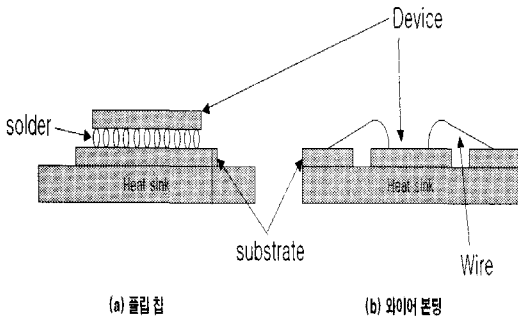


Fig.4 COB micro-joining

3.3 레이저 본딩 접합

레이저 본딩에는 폴리머 접합에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

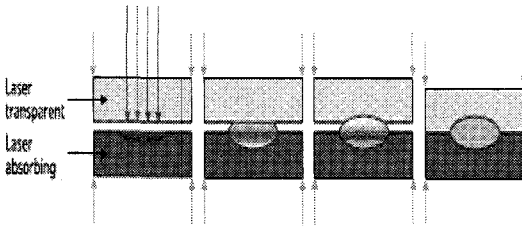


Fig. 5 the process of overlapping bonding by laser ¹³

Fig 5 은 overlap welding 이라는 방법이다. 위판은 레이저가 투과되는 재료이다. 아래판은 레이저가 투과되지 못하고 흡수하는 재료이다.

따라서 레이저는 위판에서 통과되지만 아래 판에서는 흡수되어 위 그림과 같이 아래판의 재질이 녹아서 결국 위판과 아래판이 용접이 된다.

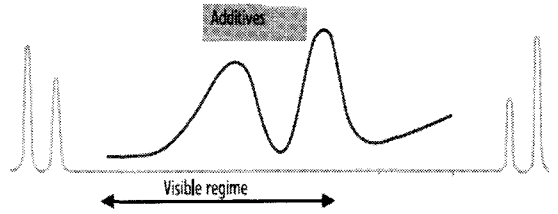


Fig. 6 absorption of material ¹³

Fig 6 에서 X 축은 laser 의 wavelength 을 나타내고, Y 축은 흡수율을 나타낸다. 투명 플라스틱의 경우 황색선은 흡수율을 나타낸다. 다시 말해, 자외선과 적외선 부분에서는 흡수가 있지만, 가시광선 영역에서는 흡수가 없다. 자외선에서는 electronic excitation 이 일어나고, 적외선에서는 vibronic excitation 이 일어난다. 만약 diode laser (808 ,940 980 nm) 나 Nd:YAG laser(1064 nm)을 사용하여 투명 플라스틱 용접을 원한다면, 투명 플라스틱 사이에 레이저를 흡수할 수 있는 재료를 투입해야 한다. 위 그림에서 검은색의 흡수율을 가진 재료를 사용한다면, 이 재료가 레이저에 의해 용융되어, 두 투명 플라스틱을 용접할 수 있다.

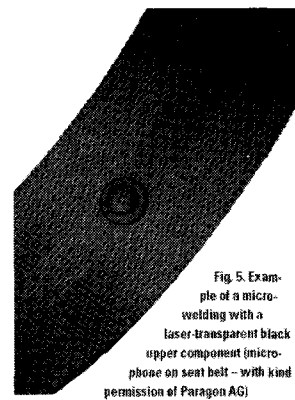


Fig. 7 example of micro-welding. ¹³

Fig 7 은 로핀 (Rofin)이라는 회사에서 제작된 레이저를 이용한 특수 용접의 예를 보여주고 있다. 벨트에 마이크를 부착시키는 예인데, 위에서 보이는 검은색 마이크가 레이저를 투과시킴으로서 용접이 가능해진다.

그리고 clearweld 사는 일정 영역의 파장만을 흡수하는 액체 성분을 제작하였다. 이 액체를

투명 플라스틱 사이에 주입하여, 레이저를 조사시키면, 이 액체 성분에서 발열 반응을 이끈다. 여기서 생긴 열을 이용해 투명 플라스틱을 접합하는 기술을 개발하였다.

4. 레이저 미세접합 연구 동향

4.1 국내 레이저 미세 접합 관련 연구 동향

KAIST 에서는 차세대 신기술 개발사업인 “고기능 초미세 광열유체 마이크로 부품 기술 개발” 사업의 위탁연구로 레이저 접합(솔더링)공정을 연구하였으며, KIMM 에서는 레이저를 이용한 micro-soldering 기술 개발, 레이저와 기체압을 이용한 솔더볼 이송 및 분사 장치에 대한 연구를 수행한 바 있다.

하나기술에서는 산업자원부 중기거점 과제(광전소자의 첨단 접합 기술개발)를 통해 정밀 접합 공정 기술인 광 모듈의 첨단 접합 기술을 개발하였다.

국내의 경우 다양한 연구기관에서 소형의 광모듈 접합을 위한 방법으로 레이저 접합방법을 사용하였으며, 대우전자에서 레이저 솔더링을 이용한 리드프레임 연결방법과 레이저 접합을 이용한 니켈스트림 연결방법에 대한 특허를 보유하고 있다.

MEMS 접합에 관한 연구는 수행하고 있는 연구기관들이 있으나 레이저를 이용한 MEMS 접합 연구는 KAIST 를 제외하고는 거의 전무한 상황이다. 미세구조물의 해석에 대한 연구는 MEMS 구조물의 열 변형에 대한 연구가 수행되어 왔으나 미세접합에 대한 해석의 시도는 미흡한 실정이다. 또한 레이저 빔의 고품질화를 위한 연구는 거의 초기단계로 앞으로 선진국과의 기술 격차를 줄이기 위한 많은 연구가 필요하다.

4.2 국외 레이저 미세 접합 관련 연구 동향

최근 macro/micro 로부터 micro/nano 인터페이스를 위한 조립(접합)기술이 요구되므로 현재의 레이저 솔더링 수준의 2 차원 접합기술을 3 차원 접합기술로 한단계 발전시켜나가는 추세이다.

영국의 GSI Lumonics 사 등에서 반도체 소자 등에 적용할 Laser fuse processing 에 대한 연구 개발이 이루어지고 있으나 아직은 상용화 초기 단계에 이르고 있다.

독일 BLZ gmbh 에서 개발한 “Laser Droplet Weld” 기술은 gap 이 큰 조인트부를 접합하거나 thin foil 의 접합에 적용할 수 있음을 보고하고 있다.

독일 Pac Tech gmbh 는 레이저 솔더 볼 범퍼를 개발하여 판매하고 있으며, Flip Chip 솔더 범퍼에 사용하고 있다.

U.C.Berkely 의 Lin(1999)은 마이크로부품 내부에 마이크로히터를 이용하여 플라스틱, 실리콘, 유리등의 MEMS 접합을 시도하였다. 히터를 가열하여 접합부 온도를 140℃로 유지하면서 그 외의 부분을 상온 상태로 유지하여 접합을 수행하였으며, 열 및 변형 해석을 수행하였다. 패터닝을 이용하여 접합부 형성이 자유롭지만 MEMS 디바이스 내에 신호전달을 위한 요소가 필요할 경우 절연층과 그 외의 추가 배선 층이 필요해 공정과 구조가 복잡해지는 단점이 있다.

미국의 Micron Technology 와 일본의 Yazaki Corporation 등에서 laser 를 이용한 wire welding 방법에 대한 특허를 보유하고 있다. Micron Technology 의 경우 반도체 칩을 base plate 에 부착시키는 방법에서 레이저를 이용한 방법을 사용하였다. 일본의 Yazaki Corporation 의 경우는 와이어를 기판에 접합시키기 위해서 부가적으로 wire 에 찍인 판형의 금속을 붙여서, 그 금속판을 Base plate 에 다시 붙이는 방법을 사용하였으나, 수십 μ m 정도의 마이크로와이어의 접합에 대한 연구는 미흡하다.

4.3 레이저 를 이용한 플립칩 접합 기술

여러가지 레이저를 이용한 마이크로 접합 기술을 이용한 적용 분야에서 현재 가장 중요시 되고 있는 것이 레이저를 이용한 플립칩 접합 분야이다. 이는 휴대전화, 노트북 컴퓨터, IC 카드와 같은 개인용 및 휴대용 전자제품의 발달로 전자 제품 업계는 제품의 소형화와 경량화의 요구에 부응하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 한 예로 레이저를 이용한 솔더 범퍼 플립칩 패키지(solder bump flip chip)의 연구가 활발히 진행중에 있다.

기존의 대부분의 soldering 방식은 와이어 본딩이라고 해서, 얇은 금선을 (25 마이크론 지름) 이용해 왔는데, 이러한 얇은 금선에서 비롯되는 전기적인 저항 기생성분들 때문에 높은 클럭 주파수에서 작동되는 전기기기들의 성능이 저하되거나 오류 작동을 하게 되는 상황을 맞게 된다. 저항성분은 길이가 길어지면 늘어나기 때문에 와이어 본딩 방법은 한계를 많이 가지고 있다. 따라서 와이어의 길이를 가능한 한 짧게 하는 기판 설계를 하거나 아니면 아예 금선을 사용하지 않은 방법을 택할 수 있다. 이러한 요구에 따라 알루미늄 패드에 상호 연결 가능한

전도물질을 직접 형성하게 되는 데 이것을 일컬어 범핑이라고 한다. 이 방법을 사용하면 연결선의 길이가 0.5mm 에서 수 mm 에 이르는 금선 연결에 비해 0.1 mm 밖에 되지 않게 되며, 전기적으로는 전자의 경우 인덕턴스가 최소 0.5 nH 에서 6nH 가 되는 반면, 범핑을 이용하게 되면 0.07 nH 정도 에 지나지 않아 그 만큼 빠른 속도를 요구하는 전자기기의 성능에 지장을 주지 않게 된다. 이러한 기술을 이용하는 애플리케이션을 보게 되면 인텔의 4207 I/O 펜툼 IV 에 도입되었고, communication ASIC 용으로 LSI Logic 의 1732 I/O , 1350 I/O 를 갖는 AMD 의 K7 에서도 볼 수 있다. 이렇게 범핑을 한 칩을 거꾸로 뒤집어 기판위에 붙여 만든 패키지를 플립칩 패키지라고 총칭하며, 현재 칩에 범프를 부착하는 범핑에 대한 연구와 범핑한 플립칩을 기판에 부착시키는 연구가 진행 중이다.

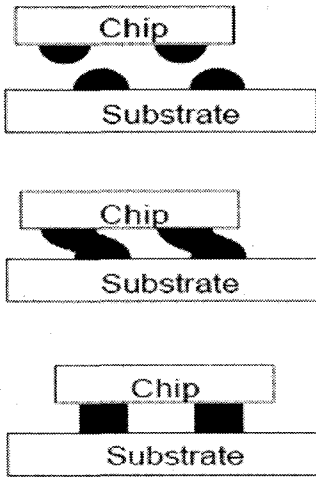


Fig. 8 the process of bonding solder ball to flip chip

핀란드의 university of Oulu 에서는 범핑된 플립칩을 다음과 같은 방법으로 기판에 부착시킨다.

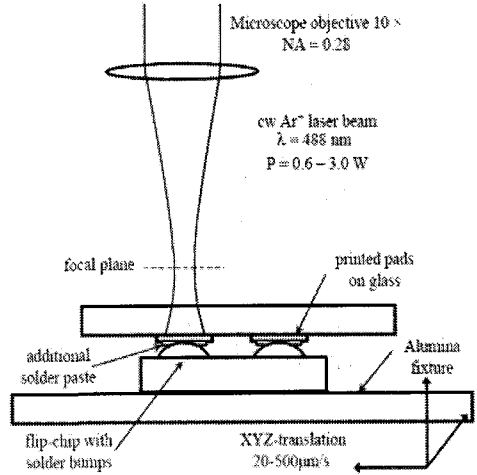


Fig. 9 flip chip bonding by laser

Fig 9 에서, X Y Z translation stage 위에 솔더 범프가 있는 flip-chip 이 뒤집어져서 놓여진다. 그 위에 기판에 올라가게 된다. 이 위에 레이저가 조사된다. 그렇게 되면 유리로된 기판은 레이저를 통과 시키고, 솔더 범프에 레이저 빛이 조사되어 soldering 이 된다.

위 방식은 기판 자체가 레이저를 투과 시켜야 하는 단점이 있다. 따라서 기판이 투명해야 하는 한계가 있다. 그러나 FR4 와 PI 의 재질의 기판을 사용한다면 IR 파장대의 레이저를 사용할 수 있다. FR4 와 PI 의 재질은 IR 파장대의 빛을 투과 시킨다.

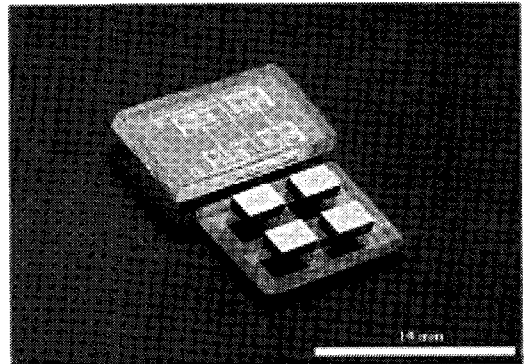


Fig. 10 the photograph of flip chip bonding by laser

이외에 범프 자체를 제작하는 공정 자체도 많은 연구가 진행되었다. 범프를 만드는 방법으로

스탠실 프린팅 방법, C4 (controlled collapsed chip connection), 스타드 볼 범프, 무전해 니켈 도금등이 있다. 이런 방법 외에 레이저를 이용한 다음과 같은 방법이 시도되고 있다.

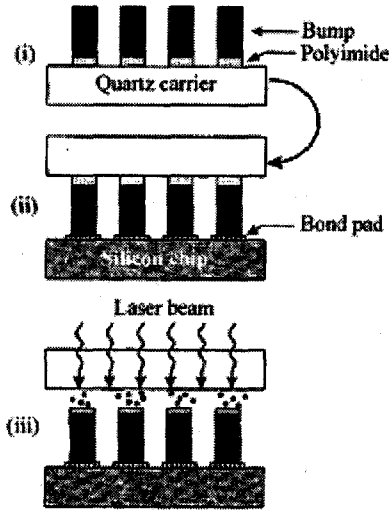


Fig. 11 the process of bumping

Fig 11 그림(i)에서 범프가 quartz carrier 에 만들어진다. 범프와 quartz carrier 사이에는 polyimide 가 존재하게 된다. 그림 (ii)에서는 만들어진 carrier 위의 범프가 silicon chip 위에 부착되게 된다. 그림 (iii)에서 레이저를 이용해서 carrier 과 범프를 분리해내게 된다.

5. 결론

본 논문에서는 레이저 미세 접합에 영향을 주는 요인에 대해 기술하고, 현재 레이저 접합의 특징 및 연구 동향에 대해 요약 및 정리였다. 특히 현재 수요가 늘어나고 있는 레이저를 이용한 플립칩 접합에 대해서도 언급하였다.

현대 산업사회는 유무선 통신 융합을 통하여 유비쿼터스 시대로 급속하게 진행되어 감에 따라 핸드셋의 기능이 커지고 소형, 경량화가 되게 됨에 따라 해당 부품들의 미세 접합은 매우 필요 기술이 된다고 할 것이다. 레이저 미세 접합 기술로 인하여 고집적화 부품의 기술 및 생산 경쟁력을 크게 확보할 수 있다.

가정용 기기 또한 정보가전기기화 함으로서 홈네트워킹 등 네트워크 사회로 급속히 변모해 감에 따라 반도체 소자의 고집적도 및 생산 효율

증대는 더욱 긴요하게 된다. 이에 필요한 광부품 및 반도체 소자의 접합 및 접합기술은 필수적인 요소임으로 정보가전 산업의 생산기술 확보에 기여함으로써 국내의 관련 산업 부가가치 창출에 기여하게 될 것이다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지원사업인 핵심기술개발 사업의 “첨단레이저 응용 미세가공기술 개발” 과제의 지원으로 수행된 것입니다.

참고문헌

1. Ready, John F., "LIA hand book of laser materials processing," Laser Institute of America, p27, 2001.
2. Kanaoka, Masaru, "레이저 가공기술 : 현장 가공 기술 지침서," 한국산업정보센터, p89 2000.
3. 김도훈, "레이저 가공학(개정판)," 경문사, p159 2005.
4. 정성호, "레이저 미세가공의 원리 및 현상," Proceedings of KIEE, Vol. 50, No. 5, p.22, 2001.
5. Hoving, Willem, "Opportunities and challenges for laser technology in microelectronics and photonics," Proceedings of SPIE, Vol. 4977, p.449, 2003.
6. Bauer, Thorsten, "Development of an industrial femtosecondlaser micro-maching system," Proceedings of Photonics West, 2002.
7. Perry, M. D., "Ultrashort-pulse laser machining of dielectric materials," Jour. of Appl. Phys., Vol.85, No.9, p.6803, 1999.
8. 세키타 히로시, "산업용 펨토초 레이저 가공기," 월간 자동화기술 5 월호, p.66, 2004.
9. 가도야 테루요시, "디스크 레이저에 의한 미세가공," 월간 자동화기술 5 월호, p.73, 2004.
10. Gapontsev, Valentin, "Fiber lasers," Laser Focus World, p.83, August, 2002.
11. 다케다 스스무, "파이버 레이저에 의한 미세 열가공," 월간 자동화기술 5 월호, p.70, 2004.

12. Haak, John Me, "High power diode laser fiber assisted fiber replacement of compositet structure," Presentation of WESTEC conference, p31, 2005.
13. <http://www.rofin.com/index-e.htm>