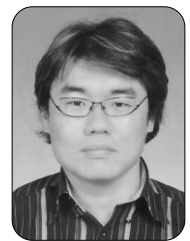


전자부품 산업에서의 펄초 레이저 기술 실용화 연구

현재까지 펄초 레이저 공정 기술은 아직 도입기이며 이제 막 전자 부품 제조업에 적용하고자 하는 시도가 일고 있다. 펄초 레이저는 전자부품 제조공정 일선에 산적한 기술적 숙제들을 해결할 수 있는 많은 잠재적 장점들을 가지고 있다고 판단된다. 그러나 아직까지 양산성을 갖출 수 있는 실용화 연구가 미흡하여 본격적인 기술 개화에 접어들지 못하고 있다. 대학 및 연구소를 중심으로 진행되고 있던 펄초 레이저 기술을 삼성전기를 필두로 하여 실용화시키는 연구를 활발히 진행한다면 보다 큰 기술시장에서 펄초 레이저 기술이 주목 받을 시기가 올 것이다.



클/삼성전기(주) 기술총괄 중앙연구소 기반기술센터 분석그룹 책임연구원 홍상수

극초단 펄스 광원을 제공하는 펄초 레이저가 개발되어 연구 일선에서 중요한 역할을 수행한지도 20여년이 지났다. 기초 학문적 연구분야에서부터 의료/생물학적 응용, 첨단 이미지 기법, 차세대 방사광 광원으로서 응용, 심지어는 재료의 가공분야에 이르기까지 다양한 분야의 기술에 접목이 시도되고 있다. 펄초 레이저의 짧은 펄스길이 때문에 나타나는 물리적 현상을 기반으로 거의 모든 분야에 응용이 되고 있으며, 특히 가공기술 분야에서는 재료상 열확산이 강력히 억압되는 경향이 있어 가공 정밀도가 기존 레이저에 비해 현저히 높고 거의 모든 고체 물질의 가공이 가능하다는 장점 때문에 많은 주목을 받고 있다.

이러한 펄초 레이저의 많은 장점으로 인해 새롭고 다양한 분야에서의 응용 가능성들을 기대해 볼 수 있지만 몇 가지 단점으로 인해 실제 산업분야에서 실용화 기술로 사용되고 있지 못한 실정이다. 예를 들어 CPA 증폭의 경우 설비 및 기법이 매우 복잡하고 시스템의 작동 성능이 환경 조건에 크게 의존하며 산업계에서는 구하기 어려운 펄초 레이저에 매우 숙련된 연구자가 필요하다는 단점들이 실용화의 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 또한 생산 설비에 적합한 양산성을 갖추는 것이 문제인데 현재 펄초 레이저 가공 기술은 가공 성능 대비 느린 속도를 극복하는 것이 기술적 숙제이다.

본 고에서는 'World Top 3' 첨단 전자부품 기업을 지향하는 삼성전기에서 최근 다양하게 시도되고 있는 펄초 레이저 기술을 전자부품 제조현장에 적용하는 연구의 진행상황을 소개하고자 한다.

1. 펨토초 레이저를 이용한 기판 공정 응용

연간 4000억원의 매출을 올리고 있는 적층형 인쇄회로기판(PCB) 사업은 삼성전기에서 매우 큰 비중을 차지한다. 현재까지 레이저는 Drilling, Scribing, Dicing, Trimming, Marking, Peeling(Lift-off), Welding, Soldering 등 다양한 공정에 응용되고 있지만 삼성전기 기판 생산 공정의 경우 현재 Drilling, Scribing, Trimming 공정에서 레이저 기술이 주로 사용되고 있다.

레이저 드릴 공정은 적층형 인쇄회로기판을 생산할 때 각 층간을 전기적으로 연결해 주는 Via-hole을 형성시키는 공정으로 인쇄회로기판 생산공정 분야에서 가장 중요하게 사용되고 있는 대표적 레이저 공정이다. 그러나 PCB 기판 제품은 FR4, Epoxy, metal, 고분자 등과 같은 매우 복잡한 복합소재로 이루어져 있어 레이저 가공 공정 진행 시 예상보다 많은 애로사항에 직면하고 있다. Cu와 같은 금속소재를 가공할 때에는 Q-switch Nd:YAG 레이저를 주로 적용하고 있으며, 기판의 Prepreg 같은 복합소재 재질에 가공할 때는 CO₂ 레이저를 적용하고 있다. 같은 레이저 드릴 공정이라고 하더라도 기판의 기종에 따라 드릴 공정을 수행해야 하는 대상 재질에 따라서 다른 종류의 레이저를 적용하여 제품 생산을 하고 있는 어려움이 있다. 만약 펨토초 레이저 드릴 공정이 실용화되어 생산 공정에 적용될 수 있다면 가공 소재의 제한을 받지 않으므로 한 가지 종류의 레이저 드릴 공정 설비만으로 전체 드릴 공정에 적용할 수 있어 생산 설비 투자비 측면에서도 매력적

인 기술이 될 것으로 보인다.

현 적용 중인 CO₂ 레이저 또는 Nd:YAG 레이저 드릴 공정의 한계는 직경 50mm 수준에 그치고 있다. 그러나 박형화·소형화·고기능화에 대한 기술적 요구도가 증가되고 있는 적층형 PCB 기판 제품의 최근 흐름에 비추어볼 때, 향후 달성해야 하는 적층형 PCB 기판 회로의 집적도는 line/space 기준으로 수 micron 정도를 요구할 것으로 보인다. 기존 레이저를 이용한 드릴 공정은 거의 기술적 한계에 달했으며, 이러한 고성능 제품을 구현하기 위한 새로운 공정 기술의 도입이 절실하다. 이와 같은 기술적 한계를 뛰어넘을 수 있는 기술의 하나로서 필자는 펨토초 레이저 가공 공정 기술을 주목하고 있다. 또한 펨토초 레이저를 이용한 hole 가공시 거의 수직한 가공을 할 수 있는데, 이러한 특성은 기존 레이저로서는 얻을 수 없는 특성이며, 그만큼 회로의 고밀도화를 얻을 수 있어 인쇄회로기판 제품의 새로운 가치를 창출할 수 있는 큰 가능성을 가지고 있다.

2. 펨토초 레이저를 이용한 LED 생산 공정 응용

발광반도체(LED) 생산 분야에서는 Wafer상에 만들어진 LED Chip들을 Scribing 하는 공정에 주로 레이저 가공 공정이 적용되고 있다. 일본의 Nichia, 미국의 Cree, LumiLED, 독일의 Osram, 그리고 한국에서는 삼성전기, LG이노텍, 서울반도체 등의 메이커들을 중심으로 질화물

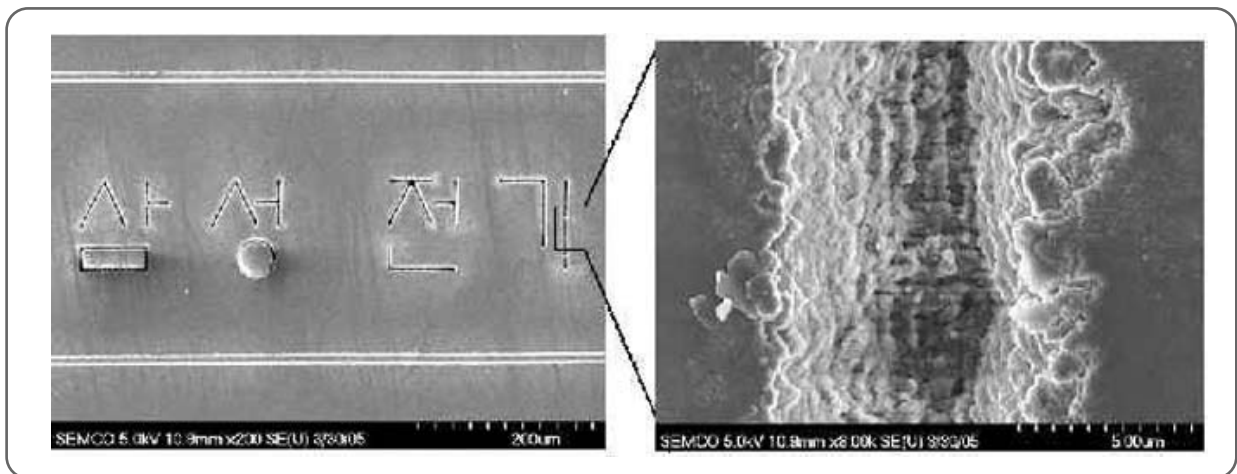


그림1. 펨토초 레이저를 적용한 사파이어 웨이퍼 scribing 결과(SEM으로 측정)

국내 산업용 레이저 시장의 동향

계 무기 발광반도체 산업이 급성장하고 있다. LED는 차세대 대체 조명을 목표로 하는 기술적 흐름 속에서 고휘도·고신뢰성 제품을 위주로 시장이 형성되고 있다. 질화물계 LED는 현재 사파이어 기판에서 질화갈륨(GaN) 층을 MOCVD법으로 성장시켜 제작되므로 Scribing 공정을 사파이어 기판에 적용해야 한다. 일반적으로 다이아몬드 scribing 공정이 많이 사용되는데, 이때 다이아몬드 Tip의 소모량이 많아 LED chip 재료비 상승의 주요 요인이 되고 있다. 이러한 재료비 상승을 억제하고자 일부 Nd:YAG 레이저를 이용한 scribing 공정을 적용하고자 하는 시도는 있으나 나노초 레이저에 의한 열피해가 우려된다. 따라서 LED scribing 공정은 펄스초 레이저 기술 분야만이 독특한 장점을 가질 수 있는 분야가 될 수 있을 것이다. 삼성전기에서는 한국표준과학연구원 정세체 박사 연구팀과 공동으로 질화갈륨 및 사파이어 웨이퍼에 펄스초 레이저 scribing 공정 test를 진행한 결과 그림 1에서 보는 것과 같이 매우 좋은 가공 성능을 확보할 수 있었다. 위의 예 외에도 LED 제품의 경우 고휘도 기종 개발을 위해서 다양한 형태의 chip들이 제안되고 있는데, 그 중 사파이어 기판 층을 제거한 형태의 chip들도 많이 제안되고 있다. 이러한 chip들을 Thin GaN LED라고 부르며 전류 인가 시 장점을 많이 가지고 있어 조명용 LED의 한 모델로서 많이 제안되고 있으며 현재로서는 Osram社에서 세계 최초로 Thin GaN LED 기종을 출시했다. Thin GaN LED 기종을 생산하기 위해서는 질화갈륨 층을 사파이어 기판에 성장시킨 뒤 레이저로 두 층을 분리시키는 Laser Lift-Off(LLO) 공정이 필수적이다. 현재는 이 공정에 UV Nd:YAG 레이저나 Kr:F 엑

시머 레이저를 적용하고 있지만 UV에 의한 재료 변형이 우려된다. 따라서 LLO공정도 적외선 파장을 사용하고 열적으로 안전한 특성을 지닌 펄스초 레이저가 주목 받을 수 있는 분야라고 판단된다.

3. 결론

지금까지 인쇄회로 기판과 LED 생산을 중심으로 펄스초 레이저가 적용될 수 있는 공정들을 살펴보았으며 기술적 가능성을 찾아보았다. 현재까지 펄스초 레이저 공정기술은 아직 도입기이며 이제 막 전자부품 제조업에 적용하고자 하는 시도가 일고 있다. 펄스초 레이저는 전자부품 제조공정 일선에 산적한 기술적 숙제들을 해결할 수 있는 많은 잠재적 장점들을 가지고 있다고 판단된다.

삼성전기만 하더라도 2010년 매출 10조를 목표로 세계 3위의 첨단 부품업체를 달성하고자 RF, 광, 재료기술의 3대 전략기술을 바탕으로 한 PCB (printed circuit board), MLCC (multi layer chip capacitor), ISM (image sensing module) 등의 3대 제품을 중점으로 생산하고 있다. 향후 Nanotechnology를 바탕으로 첨단 IT 제품용 module 및 부품을 생산하고자 하고 있다. 그만큼 전자소자 및 부품 업계에서 펄스초 레이저가 응용될 수 있는 제품이나 산업 분야는 무궁무진하고 펄스초 레이저 기술 또한 강한 잠재력을 가지고 있는 것이 사실이다.

그러나 아직까지 양산성을 갖출 수 있는 실용화 연구가 미흡하여 본격적인 기술 개화에 접어들지 못하고 있다. 대학 및 연구소를 중심으로 진행되고 있던 펄스초 레이저 기술을 삼성전기를 필두로 하여 실용화시키는 연구를 활발히 진행한다면 보다 큰 기술시장에서 펄스초 레이저 기술이 주목 받을 시기가 올 것이다.