

< 레이저 가공의 실상! >

오늘 아침에 전화가 왔습니다. 레이저 절단 맡긴 업체에서 말이죠. 다 되었으니 가져가라구.... 원래 납기는 다음주 화요일이었는데, 삼일 일찍 해 주었군요... 임가공비 2만원, 세금 2천원. 뭐 생각보다 비싸게 받지는 않아 다행입니다.

사실 저는 레이저 가공을 맡겨본 경험이 있습니다. 레이저 기계를 도입 또는 자체 구축하기 위해 좀 연구해 본 적도 있죠(뭐 시장조사 정도... 헤헷..). 그러나 그때 것과 지금 것은 좀 종류가 달라서.. MEMS 쪽이었거든요.

일단, 레이저 가공을 했으니, 레이저 가공이란 대체 뭔가를 우선 잠깐 소개올립니다. 저도 허접이지만, 제가 아는 상식만 적어보죠.

1. 레이저(LASER) 가공의 개요

'레이저'란 것의 물리적 원리는 아인슈타인 시대때부터 알려져 있었습니다. 아인슈타인 그분도 레이저에 관한 논문으로 노벨상을 땀죠(당시에 상대성 이론은 아직 완전히 검증받지 못했으므로). 암튼,

레이저 기계는 기본적으로 빛을 지속적으로 공급해 주는 소스(**Source**) 모듈이 필요합니다. 이 소스에 따라 레이저의 용도와 특성이 매우 크게 달라지죠. 그담에 광학계(**Optics**)가 필요하겠죠? 빛을 더욱 직진성있게 만들어 주거나, 아예 초점을 집중시켜 에너지 밀도를 높이기 위해서, 그리고 빛의 방향을 조절해 주기 위해서요.

그담에 부수적인 설비로, 가공 대상물을 이송시켜주기 위한 스테이지(**Stages**)가 필요하겠죠. X/Y/Z 등으로 정밀하게 움직여 주도록 말이죠. 그밖에, 레이저 소스가 내는 엄청난 열을 식혀주기 위한 냉각장치(**Cooler;Chiller**), 그리고 많은 전력을 소모하기 땀시 강력한 파워(**Power Suply**)도 필요하고... 파티클(**Particle**;먼지) 또는 가공시 발생하는 유해가스를 제거하기 위한 불어주는 장치(**Blower**)난 배기 장치도 있어야 할꺼고... 무엇보다 메인 컨트롤러(**Controller**)도 있어야겠네요.

이중에, 레이저 소스는 필요로 하는 출력과 정밀도에 따라 달라집니다. 예전에 많이 쓰던, 보석인 루비로 만들어 내던 레이저는 낮은 출력에 장파장의 붉은 빛을 내기 때문에... 단지 광학 실험 정도에 사용하던 정도였고... 아직도 사용되고 있답니다. 본격적인 가공용의 레이저는 주로 가스를 사용한 것이 많습니다. CO2(이산화탄소) 레이저, N2(질소) 레이저... 이런 식으로 말이죠. 이런 가스를 충전한 일종의 전구 같은 걸 사용하는 거죠. 강력한 파워를 낼 수 있는 반면에, 수명이 대단히 짧죠. 진공관 같 듯이 갈아야 되는 수준입니다. 유지

비가 장난 아니겠네요.

그러나, 이를 대체할 레이저 소스가 최근에 많이 개발되고 있습니다. 바로 반도체를 이용한 것이죠. 자세한 기술적인 내용은 잘 모르겠습니다만, 원래 수 밀리와트에서 수 와트 정도 내던 수준에서, 지금은 수십와트짜리가 일반화 되었고... 100와트 수준을 뛰어넘는 것도 있습니다. LED 켜는 정도로 생각했던 반도체 발광체가 내는 출력 치고는 엄청나다고 생각됩니다. 뭐 이정도 수준이라면, 충분히 미세가공 정도는 우습죠. 실제로, 금속 표면에 무늬를 새기는 기계(이름이 '마킹 머신(Marking Machine)'인가?)나 레이저 자동 납땜기 등등 많네요.

그밖에, 가스 레이저이긴 하지만 아주 정밀한 가공이 가능한 엑시머(Excimer) 레이저도 있습니다. 거의 반도체 기판상에 어울리는 수준으로 원하는 가공을 직접 할 수 있을 정도의 수준이라 보면 됩니다. 보통의 시장에 나오는 반도체들의 회로 선폭이 이십 마이크로미터 수준이라 할 때... 이것을 따라잡는다는 뜻입니다. 그것도 매끈하게 나오죠.

이런 정밀도 차이의 이유는, 무엇보다도 소스마다 뿜어내는 빛의 종류가 다르기 때문이겠죠? 보통 적외선의 파장이 1 마이크로미터 정도라 할 때, 얼마나 정밀한 가공이 가능하겠습니까.... 가능한한 청색 또는 자외선 대의 빛을 내는 레이저가 보다 더 정밀하겠죠?

암튼, 이 레이저란 것은 기본적으로 볼 때 '전기->빛->열'이라는 복잡한 과정을 거치는 특성 때문인지, 효율이 엄청나게 낮은 미국식 기계(?) 인지도 모릅니다. 거의 5% 대라고 알고 있습니다. 나머지는 전부 열이나 빛 따위로 손실되고 말죠. 그래서 땀땀한 냉각기(수냉식 또는 공냉식)가 필요한 것이고... 그래서 전기는 더 많이 먹고...

최근에 이스라엘에서, 레이저 대공 요격 무기를 개발했다는 소식이 들리더군요... 얼마나 강력한 레이저길래, 날아가는 비행기를 떨어뜨릴 정도일까요? 몇 와트 짜리인지 모르겠습니다만... 암튼 엄청난 시스템일 거라는 생각이 듭니다. 아니면, 효율을 올리는 획기적인 기술을 개발한 거라던지...

우리나라에서 레이저로 밥먹고 사는 회사가 있을까요? 둘러보니 몇 군데 있는거 같더군요.

우선 영등포의 P사. 이 회사의 대머리 사장님이 '성공시대' TV프로에 나온적도 있죠... 엑시머 레이저 기계를 자체개발해서 공급하는 회사입니다. 한 대에 수억짜리 장비이니만큼, 많이 수출했으면 합니다. 기계 살 돈 없는 고객들을 위해서 임가공 서비스도 제공하네요? 불행히도 엑시머 레이저의 소스는 미제로군요.

L사의 경우는, 반도체 레이저 소스를 자체개발했군요... 아직 제대로 매출이 발생하고 있는지는 모르겠지만... 제 생각엔 꽤 괜찮은 회사인 것 같더군요. 이 회사도 잘 발전해서, 우리나라 산업에 기둥이 되면 좋겠습니다.

그밖에도 몇 군데 본 적이 있는데.... 대부분 수입 벤더들... 그래서 더욱 가격이 비싸지고...

2. 가공 결과

아무튼, 저는 대구의 '3공단'이란 곳에 있는 한 레이저 가공 전문 업체를 찾아갔습니다. 생각보다 흔쾌히 해주겠다고 해서 고맙더군요. DWG 파일(Autocad 파일)을 요구했기 때문에... 도면도 주었죠. 결과가 어떨까 하는 걱정과 함께요.

아래에 가공한 사진을 몇 장 올려 봅니다. 실제 가공된 부품들은, 바로 후공정을 위해 가공업소에 맡겼기 때문에 사진이 없구요. 원래의 모재만 들고 가공 상태를 자세히 관찰해 보았습니다.



4mm 두께의 일반 알루미늄 판

총 4개의 부품을 잘라내는 작업이었습니다. 불행히도 좌측 하단에 보이듯이, 가공 실패를 한 번 했군요.

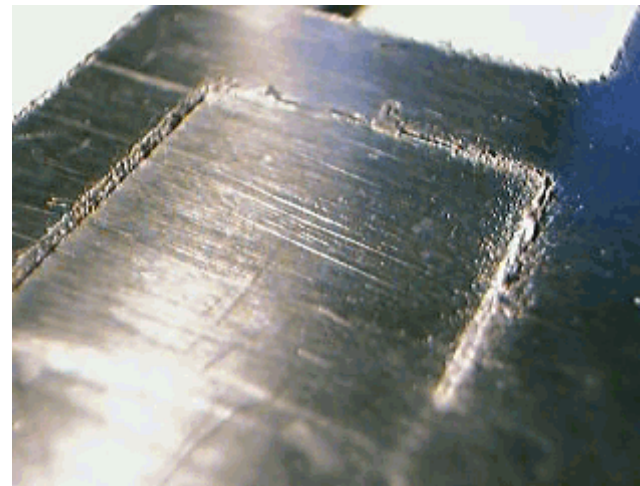
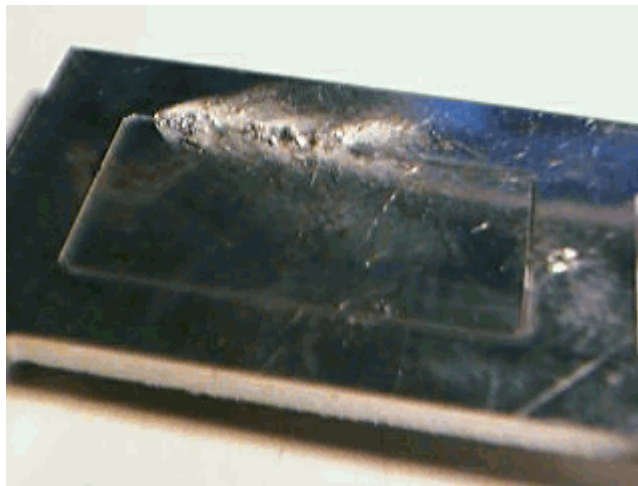
N2 가스를 불어주면서 작동되는 레이저 CNC 머신을 사용했다고 합니다. 레이저 소스는 가공작업 당사자도 잘 모르더군요-_-;;... 암튼, 재료를 기계에다 올려놓고 가공에 들어갈텐데, 아래 사진을 자세히 보시기 바랍니다.



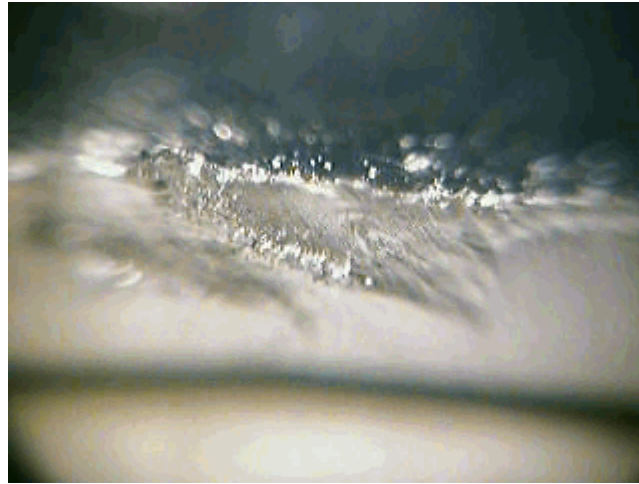
바이스 물린 자국.

가로로 스크래치된 자국입니다. 안보인다구요? 착한사람만 볼 수 있지요!

희미하게 바이스에 물린 자국이 보이네요. 약 3cm 물려들어가 있습니다. 모재가 기계에 비해 워낙 작았기 때문에, 최대한 짧게 물린 것입니다. 원래는 약 5cm 이상 물려놓고 가공해야 정상입니다. 다음에 레이저 가공이 필요한 경우가 있으면 참고할 만한 사항입니다.

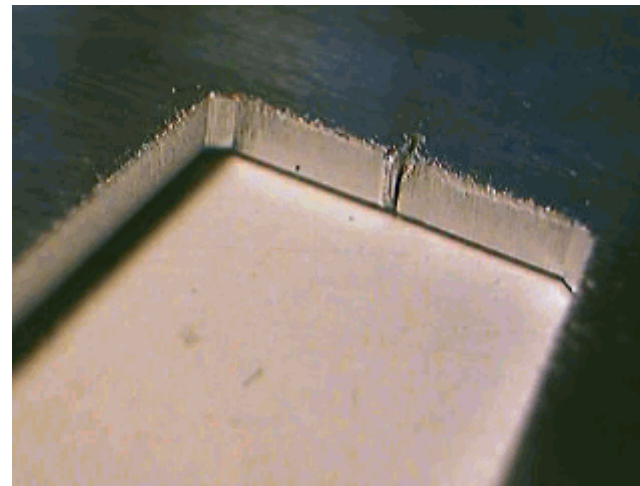


가공 실패한 부분 : 앞면 및 뒷면



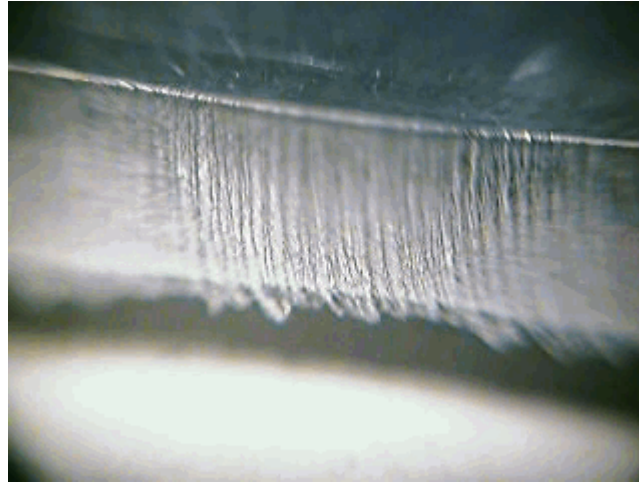
가공 실패한 부분 : 확대 사진(X40)

최초 셋팅값이 무언가 잘못되었는지, 출력이 과했는지, 피드(Feed;이송운동) 속도가 너무 느렸는지, 아니면 재료의 문제인지.... 저는 잘 모르겠구요. 암튼, 가공이 진행되다가 중간에 알미늄이 화산처럼 폭발(?) 했군요. 레이저는 그 부분에서 관통하지 못했습니다.



작업 시작점의 흔적 : 측면 및 정면

위 사진은 가공이 양호한 부분입니다. 작업은 처음에 외부의 한 지점에서부터 따들어오면서 진행되는 형상입니다. 즉, 도면이 처음에 딱 주어진다면 이 데이터를 이용해서 레이저의 궤적을 생성해 주는 소프트웨어로 작업의 시퀀스가 결정됩니다. 이렇게 만들어진 시퀀스 명령문들이 CNC 기계로 입력되어 가공되는 것이죠.

**절단면 상태**

절단면의 상태는, 보시는 바와 같이 세로로 결이 저 있습니다. 이것은 이송속도와 관계된 것이겠죠.

또하나 주목되는 부분이 있는데, 레이저 입수면에서는 약간의 변형만 있고 비교적 매끈하게 잘라져 있는 반면, 반대쪽 면에서는 많은 Chip 들이 발생하고 있습니다. 열에 의해 녹은 재료들이 모두 가스로 화해서 증발하지 못하고, 용융되어 되어 엉겨 붙은 것이죠. 이는, 재료가 좀 두꺼웠다는 것을 말해줍니다. 이 부분을 제거하기 위해... 빼도박도 못하고 줄질을 해서 깨끗이 만들어야 겠군요.

< 후 기 >

처음 레이저 가공을 맡겨서 결과를 보니, 기대만큼 깨끗하게 되지는 않았습니니다. 그러나, 가스 절단기 같은거 보다는 훨씬 낫군요. 공장 기계의 도움을 받아 수공으로 임가공을 맡겼을 경우, 손이 많이 가서 작업 시간이 길어지기 때문에 가격이 상승합니다. 아무래도 이런 자동화된 장비의 도움을 받는 것이 도움이 된다고 봅니다.

생각보다 가공비도 많이 들지 않았군요.

서울에는 구로동 쪽에 레이저 가공업체가 많죠? 복잡한 절단이 필요할 때, 앞으로는 레이저를 먼저 생각해야겠다는 생각이 드네요. 물론 레이저만으로 모든게 끝나는게 아니니... 후처리 과정도 염두에 두어야 겠고요.