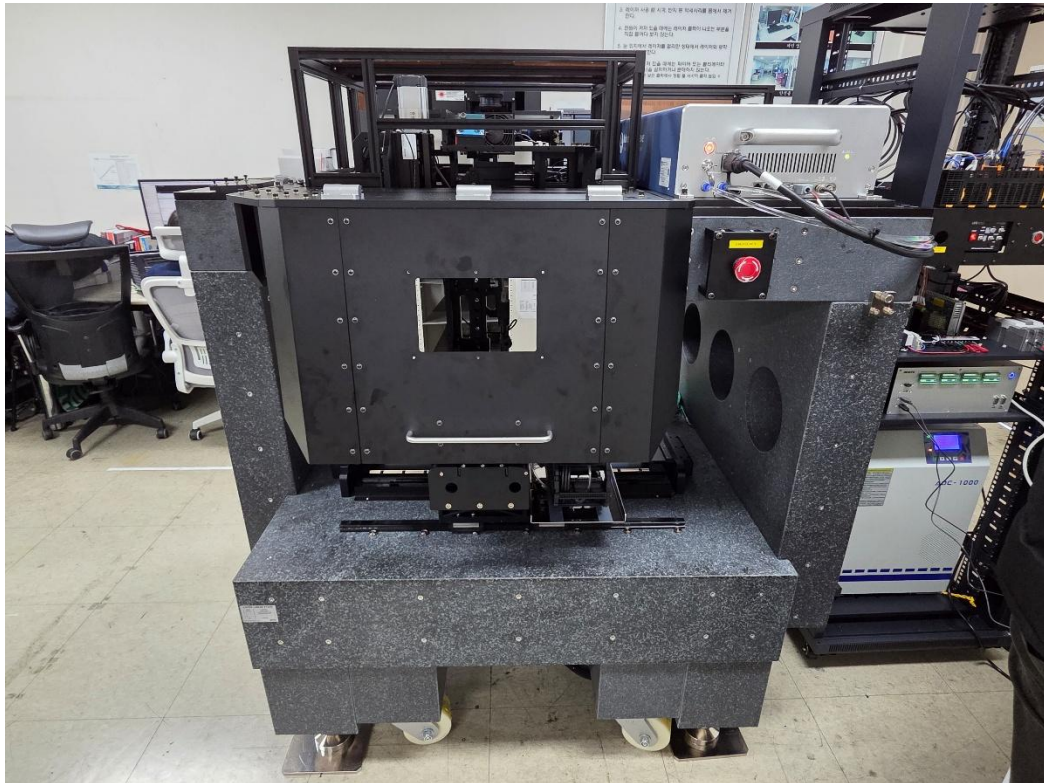


Laser μ -FabTM

Operation Manual



2024.06.05

목차

1. INTRODUCTION	4
2. SAFETY	5
2) 국내 레이저 안전 등급 분류	6
3) 안전 표식 (SAFETY SIGN).....	8
4) AOC - ADVANCED 시스템의 레이저등급과 SAFETY	11
5) 시스템 작동시 주의 사항.....	13
6) 보호 장비	14
3 SYSTEM DESCRIPTION	15
1) LASER SYSTEM.....	15
2) LASER BEAM PASS	15
3) LASER SYSTEM 구성	16
4) LASER SYSTEM.....	17
5) VISION SYSTEM.....	17
6) VISION, VACUUM, LASER POWER CONTROL.....	18
7) IFOV MODE (SCANNER + MOTION STAGE)	19
8) POWER CONTROL PART	20
9) LED 3색 경광등.....	20
4 SYSTEM OPERATION	22
1) 장비 구성	22
2) POWER ON/OFF	22
5 LASER & SCANNER 소프트웨어.....	25
1) LASER CONTROL SYSTEM 소개	25
2) 컴퓨터 인터페이스 설치	25
3) 하이퍼터미널 구성	25
4) AOC PICO GUI(GRAPHICAL USER INTERFACE)	32
5) AOC PICO GUI(GRAPHICAL USER INTERFACE)	33
6) FOCUS SETTING 과 CALIBRATION	34
6. HARDWARE.....	35
1) HARDWARE.....	35
7. SOFTWARE - KOS GUI SOFTWARE.....	38
1) KOS SOFTWARE.....	38
2) MACHINING	38
3) START MACHINING.....	39
4) INTRODUCTION OF MACHINING GROUP	40

5)	DEVICE CONTROL	45
1)	SCIENTIFIC CHART	46
6)	MEASUREMENT	48
7)	CAD GENERATOR	49
7)	IMAGE TO DXF	52
8)	ALIGNMENT TOOL – MOTION CONTROL	53
8.	참고자료	60
1)	TROUBLE SHOOTING	60
9.	레이저 시스템 도면	66

1. Introduction

이 문서에는 안전한 작동방법, 유지관리, 유지 관리에 필요한 모든 정보가 포함되어 있다. 다양한 레이저 응용 분야에서 Laser 시스템을 활용하기 위해 본 시스템에서 가장 중요한 부분인 Laser와 Motion Stage 등 각 Component에 대한 주요한 특징 및 특성을 설명하고 있으며, 장비의 작업 순서, 시스템의 유지 및 관리 보수에 대한 내용을 함께 설명하고 있다.

2. Safety

1) 국제 레이저 안전 등급 분류



▶ IEC (International Electrotechnical Commission)

- IEC60825-1 :
- 국제규격 : 수출을 위하여 생산되는 레이저 제품에 대하여 중요한 규격임
- 유럽에서는 EN60825로 사용되며 요구사항이 비슷함
- LED 제품들도 이 규격에 포함됨



▶ ANSI(American National Standards Institute)

- 위험 수준에 따라 레이저를 분류
- ANSI Z 136.1-2000
- ANSI Z 136.3-1996, 2005



▶ FDA/CDRH(Center for Devices and Radiological Health)

- 21CFR1040.10 규격
- 레이저를 동작 시키기 위한 접근 이외에 인체에 도달할 수 있는 레이저 광선은 반드시 제거되거나 안전하게 다루어져야 한다는 원칙이 있음
- 가시광 영역을 400 ~ 710nm로 정의함 (ANSI 400 ~ 700nm)

ANSI and IEC Laser classification

ANSI and IEC laser classification	Class 1		Class 2	
	Class 1	Class 1M	Class 2	Class 2M
sub-class				
U.S. FDA laser classification	Class I	No special FDA class	Class II	No special FDA class
Human-accessible laser power (for visible light)	For visible light, emits beam less than 0.39milliwatts, or beam of any power is inside device and is not accessible during operation.		Emits visible beam of less than 1 milliwatts.	
Caution/warning indication	No special caution/warning indication		No special caution/warning indication	
Label descriptive text		DO NOT VIEW DIRECTLY WITH OPTICAL INSTRUMENTS	DO NOT STARE INTO BEAM	DO NOT STARE INTO BEAM OR EXPOSE USER OF TELESCOPIC OPTICS

ANSI and IEC laser classification	Class 3		Class 4
	Class 3R	Class 3B	Class 4
sub-class			
U.S. FDA laser classification	Class IIIa (definition is different but results are similar)	Class IIIb	Class IV
Human-accessible laser power (for visible light)	For visible light, emits beam between 1 and 4.99 milliwatts	For visible light, emits beam between Class 3R limit(e.g.5milliwatts)and 499.9milliwatts	For visible light, emits beam of 500 milliwatts (1/2 Watts) or more
Caution/warning indication	<CAUTION>	<WARNING>	<DANGER>
Label descriptive text	AVOID DIRECT EYE EXPOSURE	AVOID ECPOSURE TO BEAM	AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO DIRECT OR SCATTERED RADIATION

2) 국내 레이저 안전 등급 분류


전기용품안전기준 – 레이저 제품의 안정성 (KATS 국가기술표준원)

KC 60825-1

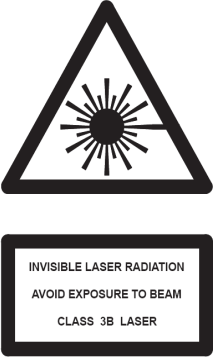
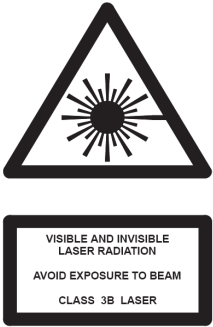
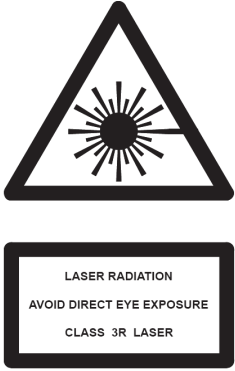

Laser Class	세부 사항	경고 표지
Class 1	적용 파장 및 방출 지속 기간에 대해 1 등급의 접근 가능 방출 제한 (AEL)을 초과하는 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지 않는 레이저 제품	1 등급 레이저 제품
Class 1M	동작 동안 적용 파장 및 방출 지속 기간에 대하여 1 등급의 접근 가능 방출 제한 (AEL)을 초과하는 접근 가능 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지 않는 302.5 ~ 400 nm의 파장 범위를 갖는 레이저 제품	레이저 방사 광계측기로 직접 보지 마시오. 1M 등급 레이저 제품
Class 2	동작 중에 적용 파장 및 방출 지속 기간에 대하여 2 등급의 접근 가능 레이저 방출 (AEL)을 초과하는 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지 않는 400 ~ 700 nm 파장 범위를 갖는 레이저 제품	레이저 방사 빔을 주시하지 마시오. 2 등급 레이저 제품

Class 2M	<p>동작 동안, 적용 파장 및 방출 지속 기간에 대하여 2 등급의 접근 가능 방출 제한 (AEL)을 초과하는 접근 가능 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지 않는 400 ~ 700 nm의 파장 범위를 갖는 레이저 제품</p>	<p>레이저 방사 빔을 주시하거나 광계측기로 직접 보지 마시오. 2M 등급 레이저 제품</p>
Class 3B	<p>레이저에서 발생하는 빛을 직접 바라보는 것은 위험함.</p> <p>안전거리가 확보된 상태에서 반사되는 빛을 보는 것은 일반적으로 안전함.</p> <p>5.0mW에서 500mW 수준의 출력을 갖는 레이저가 해당됨.</p>	<p>레이저 방사 직접 눈 노출을 피하십시오. 3R 등급 레이저 제품</p>
Class 3R	<p>1 등급 및 2 등급의 접근 가능 방출 제한 (AEL)을 초과하는 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지만, 적용 파장 및 방출 지속 기간에 대해 3R 등급 및 3B 등급 (각각)의 접근 가능 방출 제한을 초과하는 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하지 않는 레이저 제품</p>	<p>레이저 방사 빔에 대한 노출을 피하십시오. 3B 등급 레이저 제품</p>
Class 4	<p>3B 등급의 접근 가능 방출 제한을 초과하는 레이저 방사에 사람의 접근을 허용하는 레이저 제품</p>	<p>레이저 방사 직접 또는 분사 방사에 대한 눈 또는 피부 노출을 피하십시오. 4등급 레이저 제품</p>

3) 안전 표식 (Safety sign)

Sign	세부 설명
	<p>레이저의 형태와 Class가 설명된 라벨 위에 위치.</p>
	<p>레이저 광선이 나오는 지점을 표시.</p>
	<p>Class 1 등급의 1550nm의 파장과 164 mW의 출력을 갖는 레이저.</p>
	<p>Class 2 등급의 레이저이며 광선을 직접적으로 보지 말 것을 경고하는 표시.</p>

 <p>The label consists of a triangular warning symbol with a black border and a black sunburst icon in the center. Below the triangle is a rectangular box with a black border containing the text: "LASER RADIATION", "DO NOT STARE INTO BEAM", and "CLASS 2 LASER".</p>	<p>Class 2 등급의 레이저이며 광선을 직접적으로 보지 말 것을 경고하는 표시.</p>
 <p>The label is rectangular with a black border. At the top is a red oval with the word "DANGER" in white. Below this is a red sunburst icon. To the right of the icon, the text reads: "LASER RADIATION - AVOID DIRECT EYE EXPOSURE", "(LASER TYPE, WAVELENGTH, PULSE DURATION, MAXIMUM OUTPUT)", and "CLASS 3a LASER PRODUCT".</p>	<p>Class 3a(R) 등급의 레이저이며 직접적으로 눈에 노출되면 위험함을 표시.</p>
 <p>The label is rectangular with a black border. At the top is a red oval with the word "DANGER" in white. Below this is a red sunburst icon. To the right of the icon, the text reads: "LASER RADIATION AVOID DIRECT EXPOSURE TO BEAM" and "CLASS 3b LASER".</p>	<p>Class 3b 등급의 레이저이며 직접적으로 눈에 노출되면 위험함을 표시.</p>
 <p>The label consists of a triangular warning symbol with a black border and a black sunburst icon in the center. Below the triangle is a rectangular box with a black border containing the text: "LASER RADIATION", "AVOID EXPOSURE TO BEAM", and "CLASS 3B LASER".</p>	<p>Class 3b 등급의 레이저이며 직접적으로 눈에 노출되면 위험함을 표시.</p>

 <p>INVISIBLE LASER RADIATION AVOID EXPOSURE TO BEAM CLASS 3B LASER</p>	<p>Class 3b 등급의 비 가시광선을 발산하는 레이저이며 광선에 의한 노출을 주의할 것을 표시.</p>
 <p>VISIBLE AND INVISIBLE LASER RADIATION AVOID EXPOSURE TO BEAM CLASS 3B LASER</p>	<p>Class 3B 등급의 가시영역과 비 가시 영역의 광선을 발산하는 레이저이며 광선에 의한 노출을 주의할 것을 표시.</p>
 <p>LASER RADIATION AVOID DIRECT EYE EXPOSURE CLASS 3R LASER</p>	<p>Class 3R 등급의 레이저이며 직접적으로 광선이 눈에 노출되는 것을 주의하라는 표시</p>
 <p>DANGER</p> <p>LASER RADIATION - AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO DIRECT OR SCATTERED RADIATION</p> <p>(LASER TYPE, WAVELENGTH, PULSE DURATION, MAXIMUM OUTPUT)</p> <p>CLASS 4 LASER PRODUCT</p>	<p>Class 4 등급의 레이저이며 눈 혹은 피부에 직접적 또는 확산에 의한 광선의 노출은 위험함을 표시</p>

4) AOC - advanced 시스템의 레이저등급과 safety



Safety Instructions



The **AMT** is a high-power Class-IV laser system as described by the **Center for Devices and Radiological Health (CDRH)**.

Warning



The accessible laser radiation is very dangerous and can cause serious damage to your eyes and skin. Even diffuse scattered radiation can be dangerous.

Wear Laser Safety Glasses!

The laser radiation generated by this laser system is in the invisible range (1064 nm). If the system is equipped with the second harmonic module, third harmonic or forth harmonic then the system will also generate laser radiation in the visible range (532 nm) and ultra-violet (355 nm).

Nominal Ocular Hazard Area



Warning



Even apparently defused surfaces may reflect laser radiation.

Defuse reflected laser beams and multiple reflected laser beams are hazardous.

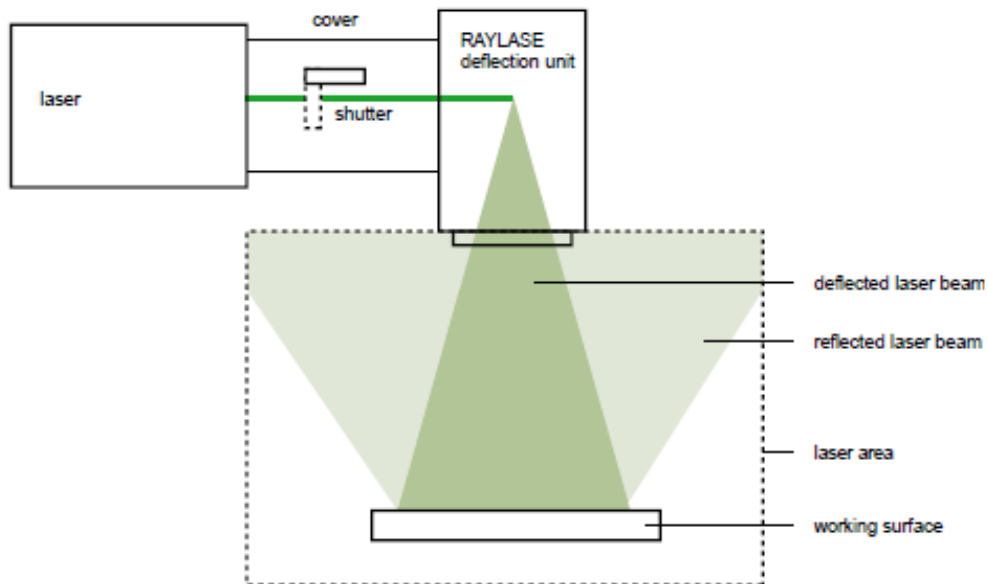
Always wear laser safety glasses when working on or with the **AMT**. Your safety glasses should be optically dense at 1064, 532, and 355nm. Please consult your Laser Safety Officer for the correct glasses that conform to your company's requirements.

The laser area must be clearly marked with appropriate warning signs and/or warning lamp or secured with laser safe blinds and/or interlocks.

Make sure there are no flammable or explosive objects and/or materials inside the nominal ocular hazard area.

Laser radiation may cause fires and explosions.

표식은 AOC Advanced Optowave 사 레이저는 뒷면에 부착되어 있다. 등급은 Class 4 등급이므로 눈 혹은 피부에 직접적 또는 확산에 의한 광선의 노출은 위험함을 인지하고 있어야 하며, 빔 발진 시 반드시 보안경을 착용하고 피부에 노출되지 않도록 주의한다.



레이저 빔이 스캐너를 통해 가공될 때의 가공영역과 반사되는 빔의 영역을 보여주고 있으며, 사용자는 반사영역 밖에 위치하거나, 보호장비를 착용하고 있어야 한다.

5) 시스템 작동시 주의 사항

레이저 가공작업에서 안전확보는 최우선 순위로 두어야 한다. 기본적으로 가공시, 함체문을 닫아 반사빔으로부터 눈과 피부를 보호하고, 눈을 보호하기 위해 보안경(적용 레이저 파장대 사양 확인)을 착용해야 한다. 보안경은 레이저의 파장과 일치되는 보안경을 사용하여 눈을 보호한다. 피부를 보호하기 위한 보호 작업복을 착용해야 한다. 마스크를 착용 및 집진 시설을 작동하여 가공시 발생하는 유해물질에 노출 되지 않도록 대비한다. 작업자는 주변을 체크하여 주변의 상황을 확인하며 작업을 해야 한다. 특히 눈에 보이지 않는 IR 파장의 반사빔을 유의해야 하며, 가공작업시 일정 거리를 두어야 한다. 반지나 팔찌등의 금속 장신구를 착용하지 말고, 주변에 반사를 일으킬만한 물건을 제거한다.

작업자는 장비 **메뉴얼을 숙지해야 하며, 내용을 충분히 이해**하여, 레이저 가공시스템을 적절히 다루고, 작동프로그램을 효율적으로 사용하도록 한다.

레이저 가공 장비의 안정과 고장을 최소화하기 위해 환경유지가 필요하다. **항온항습 작업환경 온도는 20-25℃, 습도는 가능한 60% 이하의 일정한 온도와 습도를 유지하여야 한다.** 여름과 겨울철, 그리고 장마철에 실온과 습도를 확인하여 적정범위를 확보한 후 장비를 사용할 수 있도록 한다.

레이저 장비가 안전하게 작동하려면, **cooling 시스템(Ciller)** 작동이 원활해야 한다.

수냉식(Chiller)

냉각수는 3차 증류수를 사용해야 한다. 냉각수가 흐르는 라인이 구부러져 있지 않은지, 물의 양은 충분한지 등을 확인한다.

공냉식(Air cooling)

Cooling fan이 위치한 흡입, 배기부의 공간이 충분히 확보되어 원활하게 공기가 흡입되고 나갈 수 있도록 해야 한다.

장비를 작동시 문제가 발생하거나 이상징후를 보일 때에는 반드시 제조사에 문의하도록 한다. 장비의 이동이나 진동, 충격이 발생하면 alignmet 세팅을 재설정 해야한다.

****제조사에서 허용하지 않는 작동으로 인한 고장발생 시, Warrenty 기간과 상관없이 사용자가 그 책임을 진다 ****

6) 보호 장비



Laser safety goggles

Always wear safety goggles when working on the StarCut Tube SL Femto, as wave lengths 900-1250 nm are emitted, [see 9.2 Safety equipment on page 9-1!](#)



Protective gloves

Wear protective gloves to prevent injuries caused by the unplanned crate boards, supplemental items and sharp tools!



Safety shoes

Wear safety shoes for protection against sharp objects, such as nails, sheet metal, etc.!

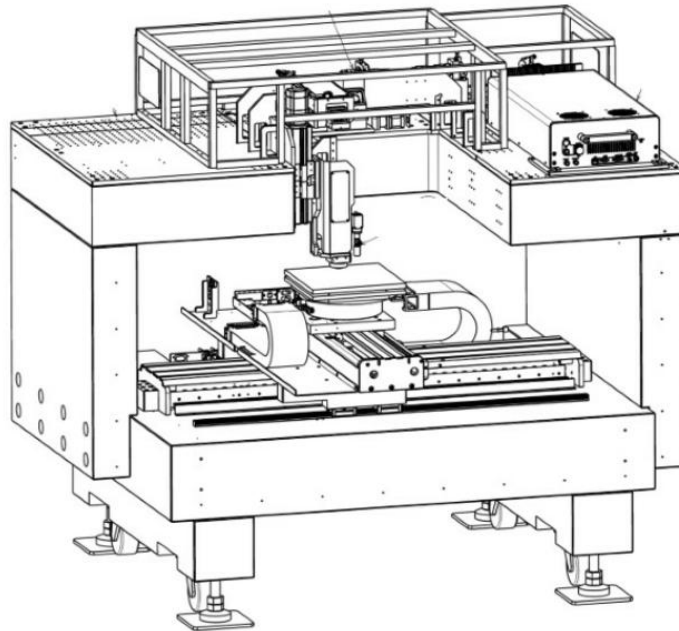


Hard hat

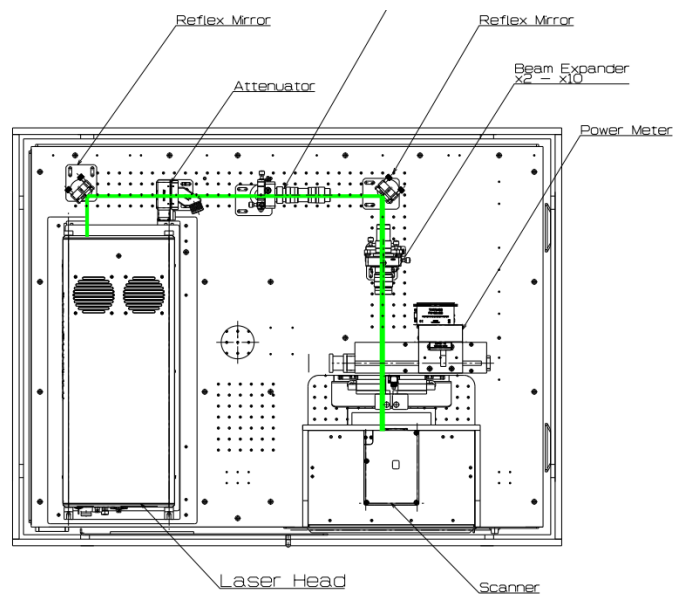
Wear a hard hat when loading and unloading the laser system to prevent head injuries caused by falling objects!

3 System Description

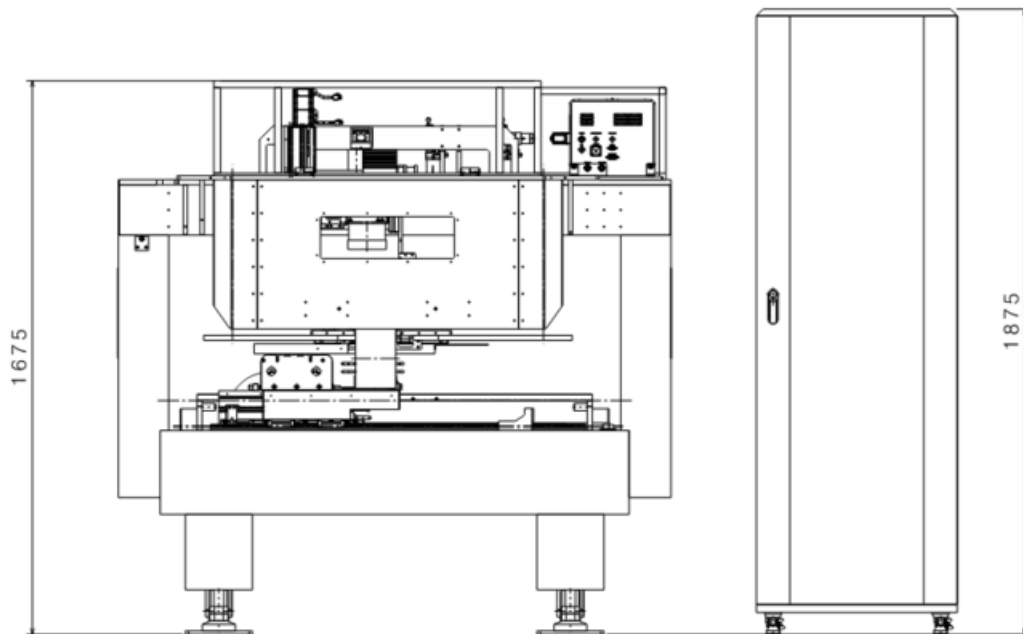
1) LASER System



2) Laser Beam Pass



3) Laser System 구성



KORTHERM Science Laser 가공 시스템은 그림과 같이 레이저 가공 part 와 PC & Control Part 로 구분되며 세부적으로는 아래와 같이 구분할 수 있다.

- ✓ Laser (Nano, Pico, Femto)
- ✓ Beam Delivery Part
 - Direct Mode
 - Scanner Mode
- ✓ Vision part
- ✓ Stage Part
- ✓ Power Control Part

4) Laser system

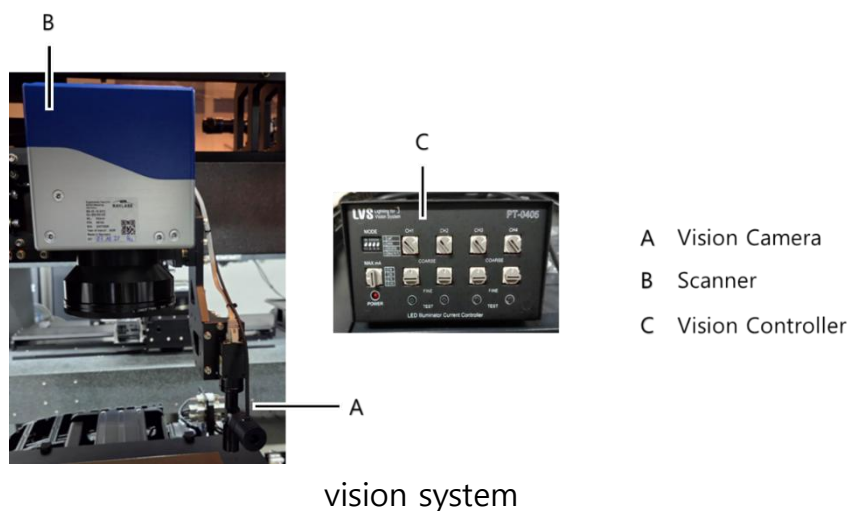
Laser는 AOC Advanced Optowave사의 모델이 탑재되었다. 본 레이저는 532nm의 파장(Wavelength)을 갖는 레이저로, 출력은 30W 이다. Aperture로부터 나온 빔(beam)은 광학계를 통하여 가공영역(workpiece)에 도달하며 미세가공이 가능하다.



* Class 4 레벨의 고위험군 레이저이로 빔이 발진될 때 반드시 레이저의 파장에 맞는 보안경을 착용하고, 반사되는 빔에 눈과 피부를 보호하도록 한다.

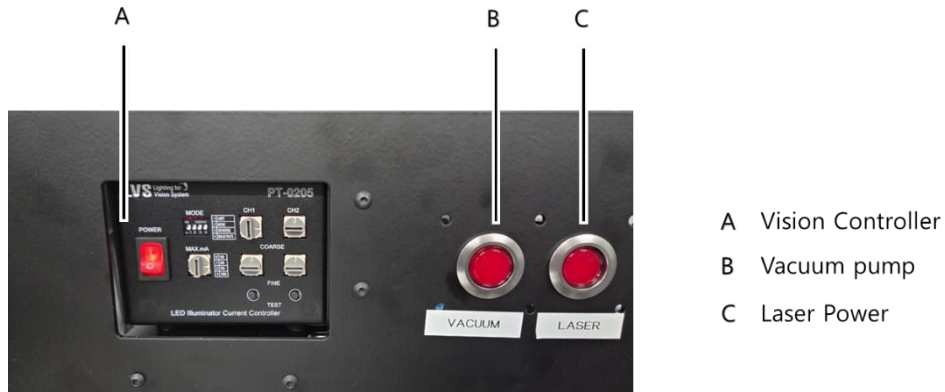
5) Vision System

Vision System 기능은 CCD 카메라를 사용하여 가공 영역의 전체를 확인할 수 있다. 비전 카메라를 통해 레이저 가공 전 가공 영역 확인, Alignment에 활용되며 레이저 가공이 완료된 이후 비전을 통한 측정 및 레이저 가공 품질을 확인을 할 수 있다. 측정은 면적, 길이, 각도를 측정할 수 있다. vision system은 가공영역의 Alignment Mark, Sample edge 등을 찾아 자신이 원하는 위치에서 가공을 빠르고 쉽게 작업할 수 있다. 코썬사이언스 전용 소프트웨어 KOS alignment Tool 프로그램에 통합제어 된다.



6) Vision, Vacuum, Laser Power control

장비의 하드웨어 전원 컨트롤 파트로 비전의 LED 밝기 및 전원, 진공 제어, 레이저 소스의 메인 전원을 컨트롤 한다.



1. Vision Control

- 비전 시스템 컨트롤러는 비전의 LED 전원 밝기를 컨트롤한다.

2. Vacuum Control

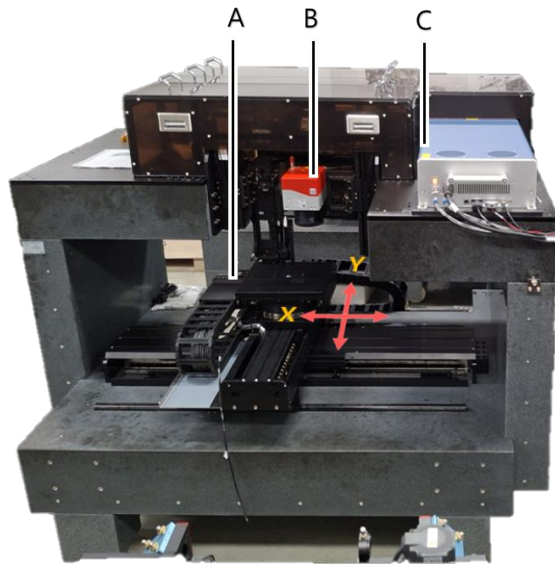
- Stage 세라믹 진공척의 진공을 컨트롤 하는 스위치

3. Laser Power

- 레이저의 전원을 제어하며 레이저 사용시 on 상태로 유지

7) IFOV mode (Scanner + Motion Stage)

IFOV 모드는 스캐너(Scanner)와 모션스테이지(Motion stage)가 동기화된 방식으로 대면적 가공을 높은 정밀도로 다양한 패턴을 빠르게 가공하는 방법이다. 스캐너 내부에 X, Y 미러가 내장되어 있으며 Motion Stage는 X, Y 축으로 구성되어 두개의 개별 시스템을 통합제어 하여 동기화시키는 기술이다. Vision camera는 1대가 장착되어 Work Pieces alignment와 가공 품질을 비전 카메라로 확인할 수 있다.



- A Motion Stage
- B Scanner
- C Laser Source

*가공물의 크기 400 mm × 300 mm

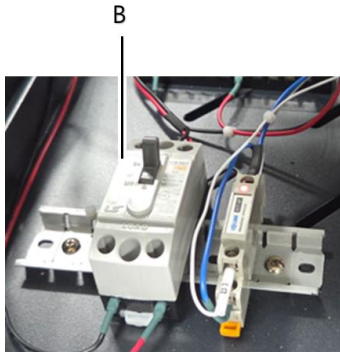
*가공물의 두께 0.1T ~ 2T의 다양한 두께의 기판을 사용할 수 있다.

*스테이지 크기 : 400mm × 300 mm, 다공성 세라믹 진공 척(Porous Ceramic Vacuum Chuck) 적용.

*다공성 세라믹 진공 척(Porous Ceramic Vacuum Chuck)을 적용하여 진공을 이용해 샘플이 이동하지 않도록 고정한다. 진공만으로 시료를 고정하기 때문에 샘플에 영향을 최소화할 수 있다.

8) Power Control Part

본 장비의 하단부는 PC, 레이저 컨트롤 박스, 메인 전원, PC 본체, Chiller 로 구성 되어있다.



A Stage Power
B System Power

9) LED 3색 경광등.

본 Laser System의 상태를 LED 3색 경광등을 통해서 확인할 수 있다.

녹색(Green) – **안전한 상태이다.** Laser 장비의 전원 및 레이저가 켜진 상태이다. 이때 레이저의 Diode가 가동 중이며 셔터가 닫힌 상태이다.

주황색(Orange) – **레이저가 사용중인 상태이다.** 소프트웨어에서 레이저 가공을 실행한 상태로 레이저가 Work Pieces 영역으로 도착한 상태이다.



< 3색 경광등 >

USB 모듈 연결확인 함수: `usb_io_init(ProductID)`; 결과값: 0=장치없음, n=연결된 장치번호

모듈 출력 초기화 함수: `usb_io_reset(ProductID)`; 출력 포트 상태를 초기화시킨다.

결과값: False=장치없음, True=명령어 전송 완료

입력상태 확인 함수: `usb_in_requet(ProductID)`; 결과값: False=장치없음, True=명령어 전송 완료
입력 상태 값은 리턴 값으로 받지 못하고 WM_INPUT 인터럽트를 통해서 받는다.

장치 출력제어 함수: `usb_io_output(ProductID, Cmd, PortNo, PortNo, PortNo, PortNo,);` 출력포트에 원하는 on/off/blink 상태로 만드는 함수로 1~4개의 포트를 동시에 제어하는 함수입니다.

- on/off 명령

출력 포트를 on 또는 off시킨다.

cmd=0

Ex)usb_io_output(0x261 0, 1, 0, 0, 0); 0x261장치의 출력포트 1번은 High로 만드는 예

Ex)usb_io_output(0x261, 0, -2, 0, 0, 0); 0x261 장치의 출력포트 2번은 Low로 만드는 예

- blink 명령(on/off 50%) 출력 포트를 cmd 숫자값*0.2초의 주기로 점멸시킨다.

cmd=1~15

Ex)usb_io_output(0x261, 1, 1, 0, 0, 0); 0x261 장치의 출력포트 1번을 0.2초 주기로 on/off를 반복한다.

- blink 명령(on/off 50% 및 시간동기)

출력 포트를 cmd 숫자값*0.2초의 주기로 점멸시키는데, 동시에 점멸하거나 반전되는 점멸을 하고 싶을 때 PortNo 4개까지 동기가 가능하다.

cmd=1~15

Ex)usb_io_output(0x261, 5, 1, 2, 0, 0);

0x261 장치의 출력포트 1번과 2번이 1.0초 주기로 on/off를 반복하는데, 1번과 2번이 동시에 동작한다.

Ex)usb_io_output(0x261, 5, 1, -2, 0, 0);

0x261 장치의 출력포트 1번과 2번이 1.0초 주기로 on/off를 반복하는데, 1번과 2번의 on/off가 서로 반전되도록 동작한다.

- blink 명령(on/off 시간을 다르게)

출력 포트를 cmd 상위4비트 숫자값*0.1초는 High cmd 하위4비트 숫자값*0.1초는 Low를 반복한다.

cmd=0x11~0xFF Ex)usb_io_output(0x261, 0xA5, 1, 0, 0, 0);

0x261 장치의 출력포트 1번을 1.0초 on, 0.5초 off 주기로 on/off를 반복한다.

- 1회 펄스 명령 출력 포트를 cmd 상위4비트 숫자값*0.1초 동안 1회만 High 또는 Low 신호를 줄 때 편리하게 사용할 수 있다.

cmd=0x10~0xF0 (하위 4비트는 반드시 0)

Ex)usb_io_output(0x26, 0x50, 1, 0, 0, 0);

0x26 장치의 출력포트 1번을 0.5초 동안 High로 후에 Low 상태를 유지

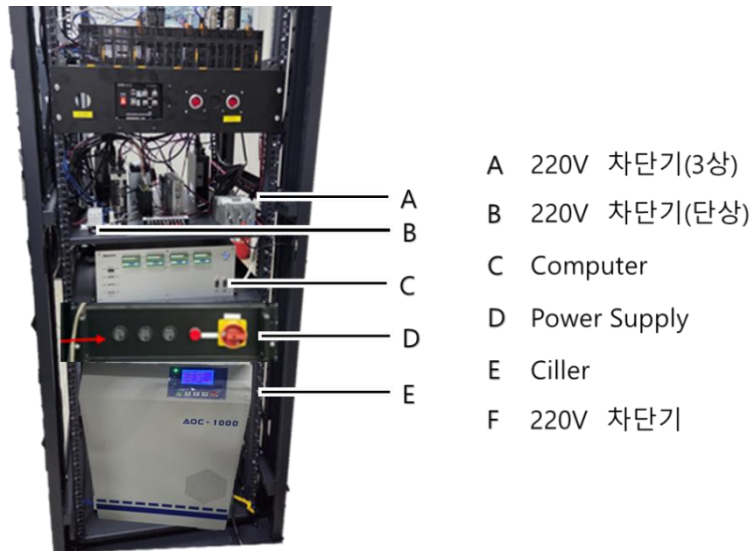
Ex)usb_io_output(0x261, 0xA0, -1, 0, 0, 0);

0x261 장치의 출력포트 1번을 1.0초 동안 Low로 후에 High 상태를 유지

4 System Operation

1) 장비 구성

장비의 전원을 인가할 경우 정확한 순서대로 전원을 켜다. 특히 Laser를 사용시 Chiller는 일정한 온도로(22°C) 냉각 장비이며 Chiller의 켜고 종료하는 절차는 메뉴얼의 순대로 사용한다.



2) Power ON/OFF

(1) Main Power – On / OFF

그림-A의 멀티 탭의 스위치를 ON으로 전환하면 장비의 모든 시스템에 200V가 공급된다. OFF는 모든 시스템에 전원을 차단하므로 장비종료 절차가 완료된 이후 OFF 한다.

(2) Chiller Power – ON / OFF

Chiller는 Laser 내부의 온도를 20°C ~ 24°C(22°C 세팅)로 일정하게 유지하는 장비이다. 레이저 사용 중 전원이 차단될 경우 Laser에 문제가 발생할 수 있어 정확한 순서대로 장비를 조작한다. 주기적으로 냉각수 확인을 하고 냉각수는 Max ~ Min 사이에 위치하도록 확인 및 보충한다. 냉각수가 부족할 경우(자연적으로 기화되어 줄어든다.) 냉각수 주입구 캡을 열고 3차 증류수를 넣는다. 증류수가 아닌 것을 냉각수로 사용할 경우 레이저와 Chiller 고장의 원인이 된다.

1. Chiller 전원차단기 - ON
2. Chiller 전원 - ON



(3) Motor Driver Power – ON / OFF

그림-C의 220V 차단 스위치 ON/OFF. Stage의 구동을 위한 Driver의 전원이다. 220V의 전원을 Driver에 공급하며 전원이 공급되면 스테이지에 전원이 공급된다. 모터 드라이브에 전원이 공급되면 스테이지는 고정되어 움직이지 않는다. 전원 공급이 중단되면 스테이지의 수동 이동이 가능하다.

(4) Power Supply 전원 – ON / OFF

그림-D의 스위치를 ON으로 전환한다. Power Supply는 Scanner Power DC $\pm 15V$, DC 12V 조명 전원, DC 24V의 Terminal Block 전원이 통합되어있다. 스위치가 ON될때 각각의 파트에 전원이 공급된다.

(5) PC Power – On

PC 전원 버튼을 사용해 전원을 켜다.



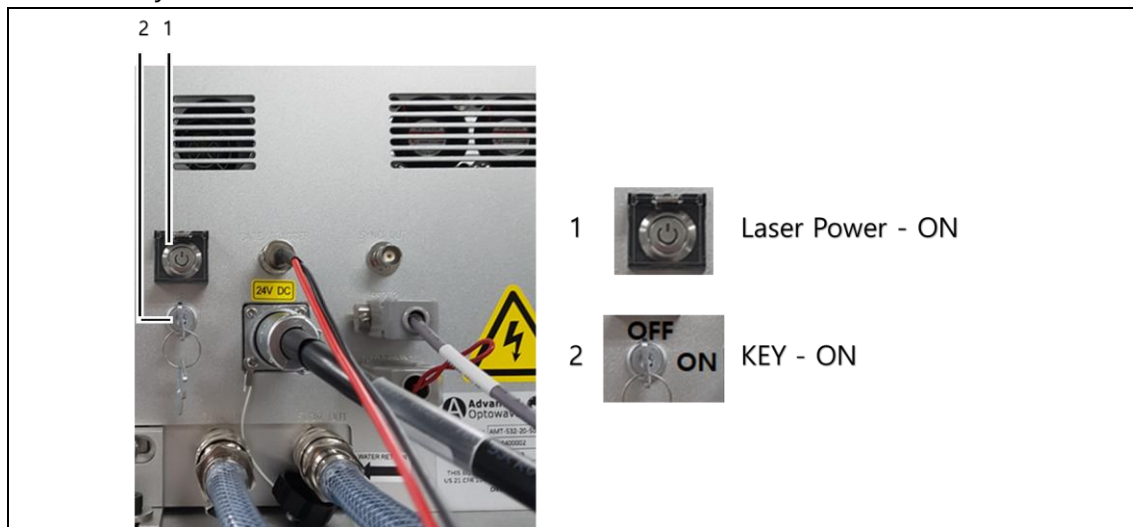
(6) Laser Power – ON / OFF

Laser의 전원 공급전에 Chiller가 동작하고 있는지 확인한다. Chiller의 전원을 공급하고 30분간 가동이후 레이저의 전원을 켜다.

Laser를 켜기 위해서는 전원 버튼을 먼저 누르고 1~2분간 대기한다. 이후 Key가 ON의 위치가 되도록 돌려준다.

1 Laser 전원 ON -> 2 Key ON

2 Key OFF -> 1 Laser 전원 OFF



5 Laser & Scanner 소프트웨어

1) Laser Control System 소개

Laser control system은 하드웨어에서 직접 조절하는 방법과, Control pc 내부에 설치되어 있는 Laser control 소프트웨어를 사용하는 방법이 있다. 도면을 그리거나 그려진 도면을 사용하여 가공하기 위해서는 전용 컨트롤 소프트웨어를 사용하는 방법 추천한다.

우리는 AOC Laser Control 프로그램과, KOS Laser Control 프로그램 2가지를 제공한다.

2) 컴퓨터 인터페이스 설치

AOC의 모든 레이저는 제공된 그래픽 사용자 인터페이스를 실행하는 Windows 기반 PC와 컴퓨터의 RS232 직렬 통신 포트를 사용하는 GUI를 사용하여 제어할 수 있다. 이 설명서의 섹션은 제공된 그래픽 사용자 인터페이스가 작동하지 않는 경우 컴퓨터와 레이저 사이의 통신 링크를 설정하는데 도움이 되도록 작성되었다. 제공된 GUI를 사용하는 경우 그래픽 사용자 인터페이스 GUI 하위 메뉴를 참고한다.

그래픽 사용자 인터페이스를 개발하거나 레이저 제어를 운영 소프트웨어에 통합하려는 경우 이번 메뉴에서 명령과 쿼리를 간략히 설명한다.

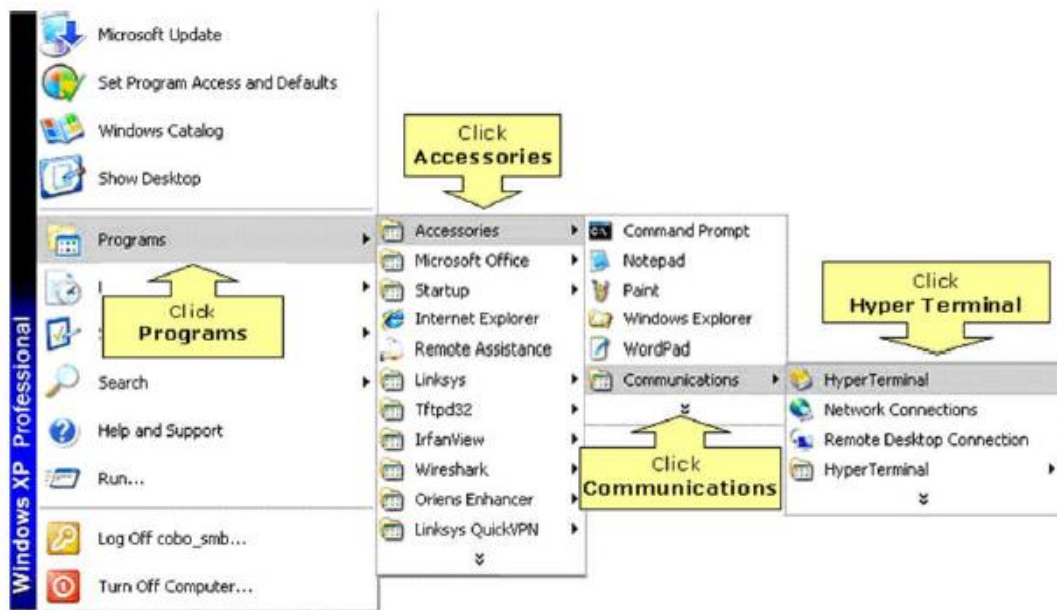
현재 AOC 레이저에 있는 통신 프로토콜 ASCII 기반 프로토콜이다. 컴퓨터와 레이저 사이의 모든 통신은 ASCII 문자가 될 것이다. 이 프로토콜의 단순성은 AOC레이저 컨트롤러의 가장 큰 장점이다.

컴퓨터와 레이저 컨트롤러 사이의 하이퍼터미널 통신 링크를 사용하여 간단한 ASCII문자열을 전송한다. 이 프로토콜은 소프트웨어 개발자들이 그들의 요구에 가장 잘 맞는 높은 수준의 응용 프로그램 소프트웨어 패키지를 쉽게 개발할 수 있게 해준다. 레이저 컨트롤러는 인터럽트 방식으로 구동되므로 컨트롤러가 더 높은 우선순위 작업을 실행하는 경우에도 사용자 명령이나 쿼리에 응답이 가능하다.

3) 하이퍼터미널 구성

AOC 레이저 컨트롤러와 하이퍼터미널을 설정하는 방법을 설명하기 전, 최신 버전의 Windows로 구성된 PC를 사용할 것을 권장한다.

1. 하단 그림에서와 같이 순차적인 단계를 사용하여 하이퍼 터미널을 프로그램을 클릭한다.
시작 ⑦ 프로그램 ⑦ 보조프로그램 ⑦ 커뮤니케이션 ⑦ 하이퍼터미널을 클릭한다.



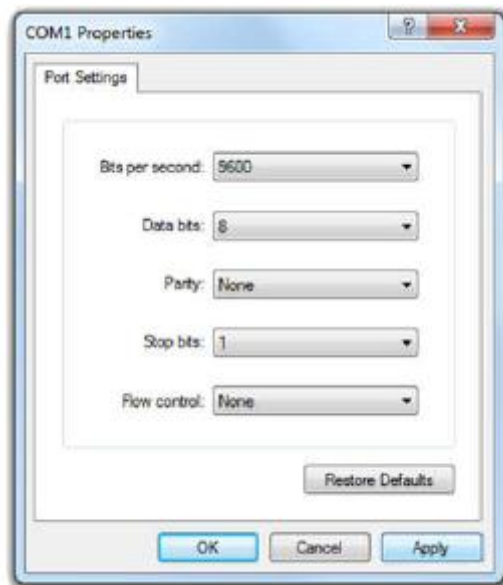
3. 하이퍼터미널을 클릭한다. (연결이 되지 않을 경우 자동으로 새로운 연결을 생성하라는 메시지가 나타난다. 새 연결을 눌러 새 연결을 만들 수 있으며, "레이저 컨트롤러"와 같은 고유한 이름을 선택하는 것이 좋다.)
- 4.



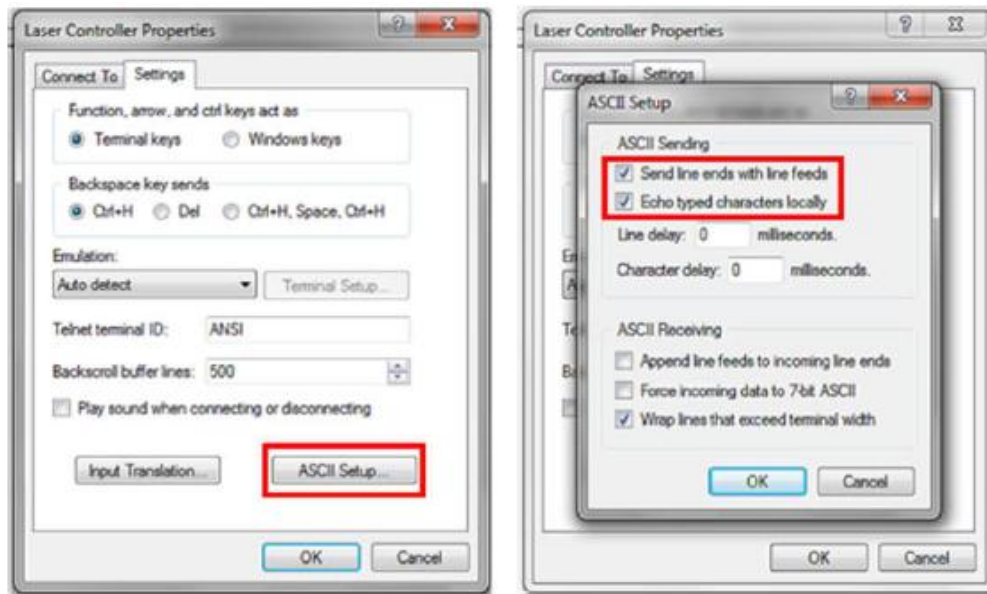
3. 연결 이름을 지정하고 아이콘을 선택한 다음 확인을 누른다.
4. "연결 대상" 대화 상자에서 사용중인 COM포트를 선택 (일반적으로 COM1 또는 COM2)후 확인을 누른다.



5. 표시되는 포트 속성 시트에서 포트 속도를 선택한다. (초당 비트 수 Bit/s) Laser Baud Rate = 9600, Data Bit = 8, Parity = None, Stop Bit = 1, Flow Control = None 을 사용 한다. (하단의 창 상태와 같이 진행한다.)



6. 컨트롤러와 컴퓨터 사이의 통신을 보다 쉽게 볼 수 있도록, Line Feed와 Line End 부분을 로컬로 입력된 문자로 보내는 것이 좋다. 이 두 기능은 하단의 그림과 같이 하이퍼 터미널 설정 창으로 이동하여 Window에 활성화 할 수 있다.



7. 컴퓨터는 컨트롤러에 명령 메시지와 쿼리 메시지 두 가지 유형의 메시지를 보낸다. 추천 메시지는 레이저 조작이나 파라미터를 설정하거나 변경한다. 쿼리 메시지는 레이저 작동 파라미터와 같은 레이저 시스템에 대한 정보를 얻는다.

그리고 쿼리: 표에는 각 명령 또는 쿼리가 컨트롤러에서 반환되는 해당 응답을 포함하고 있다. 각 메시지는 줄 끝 문자(0xD)와 줄 피드 문자(0xD)로 끝난다. 컨트롤러의 응답은 항상 6자, 줄 끝 문자(0xD) 및 줄 피드 문자(0xD)이다.

8. PC에서 전송되는 각 메시지에 대해 컨트롤러는 컨트롤 명령어에 따라 반응한다. 정상 반응은 하단의 표에 열거하였다. 단, 운전자가 특별한 상태 모드일 경우 PC로 직접 전송 해야 한다. 이러한 특별한 상태 모드는 PC소프트웨어에 의한 오류 메시지일 수도 있고 RS232 Bit 전송 오류에 의해 발생할 수 도 있다.

System Control Commands

COMMAND FROM PC (Syntax)	RESPONSE FROM CONTROLLER	COMMENTS
MCH	1	000001: remote mode
DI1=0	0	Diode off
DI1=1	1	Diode on
QSW=0	0	Q-switch off
QSW=1	1	Q-switch on
SHT=0	0	Shutter off
SHT=1	1	Shutter on
EXT=0	0	Internal trigger
EXT=1	1	External trigger
PRF=xxxxxx	xxxxxx	Pulse rate set up to 300KHz. Unit is Hz.
PRF = 12345	12345	Sets the repetition rate to 12345 Hz (shown as 12. 3kHz
PRF = 123456	123456	Sets the repetition rate to 123456 Hz (shown as 123 kHz
PWF=xxxxxx	xxxxxx	Set power control factor. Range 1-980 corresponding to Minimum-Maximum power output. (x = 0 to 9)
PWF=500	500	Sets laser power output to approximately 50% of Maximum power
PWF=980	950	Sets laser power output to approximately 100% of Maximum.
IS1=xxxxxx	xxxxxx	Diode current set. Unit: 0.1A. . (x = 0 - 9)
IS1=50	50	Set diode current to 5.0A
IS1=21	21	Set diode current to 2.1A
PWS=xxx	xxxxxx	Functions only with optional power monitor Feature. Power calibration setting. Unit: 1mW/0.1W/0.01W (Unit depends on Power Monitor Type.) (x = 0 to 9)
PWS=888	888	Set calibration power to 8.88W (Power monitor for laser power <10W)
T1S=xxxxxx	xxxxxx	Sets the temperature for Crystal 1
T1S=4751	4751	Sets the crystal 1 set temperature. Example 4751 = 47.51C
TS2=xxxxxx	xxxxxx	Sets the temperature for Crystal 2
TS2=5200	5200	Sets the crystal 2 set temperature. Example 5200 = 52.00C
GTR=0	0	Set the Gate logic to TTL low is lasing
GTR=1	1	Set the Gate logic to TTL high is lasing
MOD=xxxxxx	xxxxxx	Sets the mode of the laser
MOD=12	12	Set the laser operation mode 12

System Query Commands

QUERY FROM PC	RESPONSE FROM CONTROLLER	Comments
?DI1	0 1	Diode off Diode on
?QSW	0 1	Q-switch off Q-switch on
?SHT	0 1	Shutter Closed Shutter Open
?EXT	0 1	Internal trigger mode External trigger mode
?PRF Example:	xxxxxx 23456	Pulse rate set. Unit HZ. Current repetition rate is 23,456Hz or 23.4kHz
?IS1 Example:	xxxxxx 50	Diode current setting. Unit: 0.1A. Reports the ste diode current setting is 5.0 amps
?IDI Example:	xxxxxx 50	Actual diode current set. Unit: 0.1A. Reports the actual diode current is 5.0 amps
?PWF Example:	xxxxxx 950	Power control factor (Range: 1—980. 980 for highest laser power output) Reports that power control factor is set to 950 - please refered to your factory supplied test data to understand the power factor curve.
?AOW Example:	xxxxxx 123	Hour meter reading. Unit: 1 hour. Report the current operation hours
?OKK Example:	2731	Firmware version number Displays the current firmware version - 2.7.3.1
?TK1	xx4751	Query Crystal 1 Actual temperature in units of 0.01 degC. Example 4751 = 47.51C
?T1S	xx4751	Query Crystal 1 Set temperature in units of 0.01 degC. Example 4751 = 47.51C
?TK2	xx5000	Query Crystal 2 Actual temperature in units of 0.01 degC. Example 5000 = 50.00C
?T2S	xx5000	Query Crystal 2 Set temperature in units of 0.01 degC. Example 5000 = 50.00C
?TLA		Query Actual laser head temperature in units of 0.01 degC.

System Query Commands, Continued

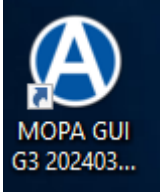
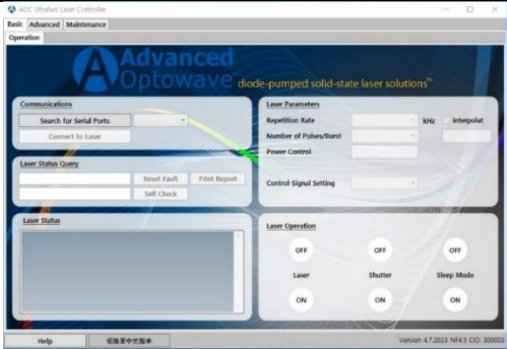
QUERY FROM PC	RESPONSE FROM CONTROLLER	Comments
?TDI		Query Diode 1 Actual temperature in units of 0.01 degC.
?GTR		000000: gate low trigger 000001: gate high trigger
?MOD		Query the laser operation mode. Example 000012 = Mode 12
?STA	0	Normal
	1	Diode 1 Temperature High
	2	Diode 1 Temperature Low
	3	Laser Head Temperature High
	4	Laser Head Temperature Low
	5	Environmental Temperature High
	6	Environmental Temperature Low
	7	Interlock Open
	8	Fiber error
	9	Diode 2 Temperature High
	10	Diode 2 Temperature Low
	11	Diode 3 Temperature High
	12	Diode 3 Temperature Low
	13	Crystal 1 Temperature High
	14	Crystal 1 Temperature Low
	15	Crystal 2 Temperature High
	16	Crystal 2 Temperature Low
	17	Crystal 3 Temperature High
	18	Crystal 3 Temperature Low
	19	Crystal 4 Temperature High
	20	Crystal 4 Temperature Low
	21	Not used
	22	Not used
	23	Not used
	24	Emergency button
	25	Not used

Special Controller Messages

SPECIAL CASE	RESPONSE FROM CONTROLLER	COMMENTS
Any error message: wrong message, wrong message ending (0xD, 0xA), or incorrect value range.	ERROR	Need to check the message, the ending and value. If it is caused by RS232 bit error rate, PC needs to resend message.
PC tries to send a message to laser controller when it is busy with other high priority task.	BUSY	Wait for laser driver to finish its task.
When laser alarms any command sent to laser driver will be ignored and the system will send back "ALARM", followed by the alarm condition code.	Example: ALARM '000007	Indicates laser is alarming because of interlock open need to verify
When alarm condition is cleared, the laser will require user to enter the command RTS=1	RESET	RESET by user required

4) AOC PICO GUI(Graphical User Interface) Software

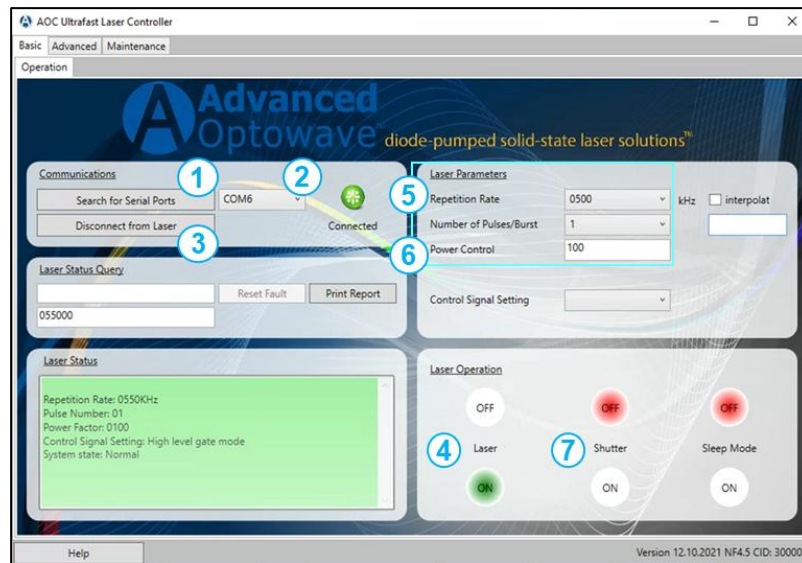
AOC GUI는 레이저는 모델마다 차이가 있어 사용중인 레이저에 맞는 GUI 프로그램을 사용한다. AOC Laser Control 프로그램에서는 기본적인 Laser를 조작하는 인터페이스를 제공하고 레이저 진단, 에러코드, 온도 확인, Repetition Rate 변경, 레이저 파워 조절 등 프로그램으로 레이저를 조작하는데 특화되어 있다.

	
<p align="center">ICON</p>	<p align="center">Pico Second GUI</p>

- Laser Status – 레이저의 셔터, 펌프 다이오드, 반복속도(PRF), 출력(MCS) 등을 표시하는 시스템 상태 창이다.
- Parameter Setting – 사용자는 파라미터 설정을 통해 레이저의 세팅을 변경할 수 있다. 반복속도(PRF), 출력(MCS) 파라미터를 가공조건에 맞게 조정한다.
- Repetition Rate (PRF) – 사용자가 레이저의 반복 속도를 조절한다. 입력단위는 KHz이고 최소 30 kHz ~ 1000 kHz이다. 더 낮은 Repetition Rate를 사용하기 위해서는 Pulse-On-Demand 기능을 이용해야 한다.
- Power Factor(MCS) - 사용자가 레이저의 출력 전력을 설정할 수 있다. 입력 값은 100 ~ 950 이다.
 - Pump Diode Current (A) – Nano Laser에서 사용되며 펌프 다이오드의 특정 전류를 컨트롤할 수 있다. 제조사에서 권장하는 전류 값을 사용해야 레이저를 안정적으로 사용할 수 있다. *전류 설정이 바뀐 상태에서 오랫동안 사용할 경우 레이저 판매전의 출력을 유지하기 어려울 수 있다.
- Laser Operation – GUI창에서 레이저 전원, 셔터 ON /OFF 제어가 가능하다. 셔터, 다이오드, Q-switch 등 레이저의 종류와 버전에 따라 달라진다.

*GUI를 사용할 때 사용자는 원하는 값을 입력하고 Enter 키를 입력해야 원하는 값으로 변경된다.

5) AOC PICO GUI(Graphical User Interface)



AOC PICO GUI가 실행되면 아래 순서에 따라서 레이저를 조작한다.

Laser ON

1. Search for Serial Ports
2. COM 포트 – 선택
3. Connect to Laser.
4. Laser ON – Laser가 작동하며 약8분의 대기시간이 필요.
5. Repetition Rate – 200 kHz ~ 1MHz
6. Power Control – MCS 값 입력
– Enter Key- MCS 값은 150~1000까지 입력
7. Shutter On / OFF.

Laser OFF

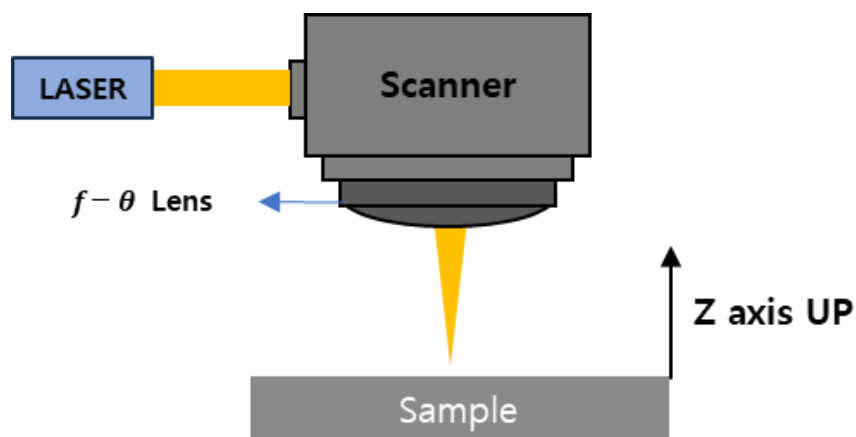
1. Shutter – 7 OFF
2. Laser - 4 OFF - 60초 대기
3. Disconnect from Laser
- Laser의 냉각을 위해 30~1시간 동안 Chiller 냉각.
4. 시스템 전원 OFF

6) Focus Setting 과 Calibration

레이저 가공 전단계로 샘플의 위치와 샘플 표면에 Focus를 정확히 맞추는 것이 중요하다. Focus 위치를 확인하는 테스트 순서는 아래와 같다. Calibration 작업은 많은 의미를 가지고 있지만 scanner를 통해 가공단의 focus 위치(z값의 위치)에서, weldMARK3에서 구현한 도면의 크기나 기울기, offset을 맞추어 보정하는 것을 의미한다. 일반적으로 납품 시 보정이 되어 나오기는 하지만, 사용자가 추후 보정이 필요할 때 참조자료를 활용하여 할 수 있다. 보통은 가공단의 높이가 달라질 때 길이보정(scale)이 필요한데 이에 대한 자료를 첨부하도록 한다.

- (1) 적당한 테스트 가공 시료를 준비하고, AOC GUI에서 MCS 값을 설정하여 weldMARK3에서 Run 버튼으로 가공이 진행될 수 있도록 한다.
- (2) weldMARK3, Ray Guide 프로그램에서 job 파일을 하나 열어, +자 라인을 그린다.
(보통, 5mm 길이로 100um 이하의 선간격으로 그리고 복사 후 90도 회전하여 십자형태로 구현, 가로, 세로의 선 길이를 확인할 수 있다. 가공 파라미터는 100mm/s, 1pass, power는 MSC 4 ~ 500)
- (3) 렌즈를 통과한 레이저 초점에 샘플이 위에 위치하도록 샘플을 세팅한다.
- (4) 가공 선 폭을 현미경으로 확인한다.
- (5) Focus 위치를 찾을 때까지 z축의 위치를 미세하게 조절하여 위의 과정을 반복한다. 보통 스캐너 가동 범위가 200um 이내이므로 조절 범위를 100~200um 정도로 한다.

Calibration 작업은 많은 의미를 가지고 있을 수 있지만, 여기서 언급하는 것은 scanner를 통해 가공단에서 레이저 가공이 되는데 있어서, 주어진 가공단의 focus 위치(z값의 위치)에서, weldmark에서 구현한 도면의 크기나 기울기, offset 을 맞추어 보정하는 것을 의미한다. 일반적으로 납품 시 보정이 되어 나오기는 하지만, 사용자가 추후 보정이 필요할 때 참조자료를 활용하여 할 수 있다. 보통은 가공단의 높이가 달라질 때 길이보정(scale)이 필요한데 이에 대한 자료를 첨부하도록 한다.



6. Hardware

*Hardware Manual of KOS Laser System (Date : 2025.01.20)

1) Hardware

(1) Chiller

Chiller – Turn on



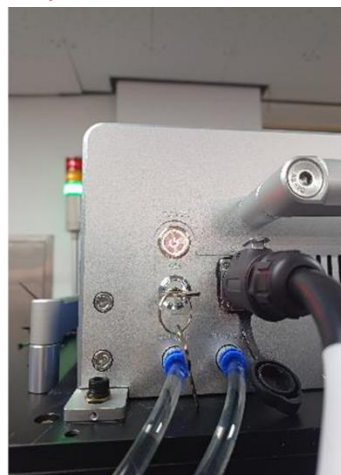
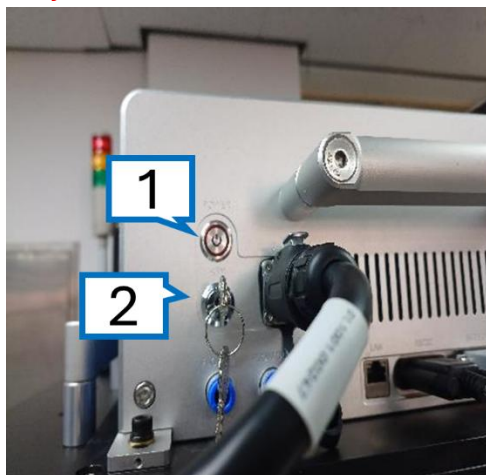
Step 1: Turn on the switch



Step 2: Press the power button
- Wait for about 30 minutes for the actual temperature to match the set temperature. (22.0 °C)

(2) Laser turn on- Laser head

Only turn on the Laser head after Chiller temperature has stabilized

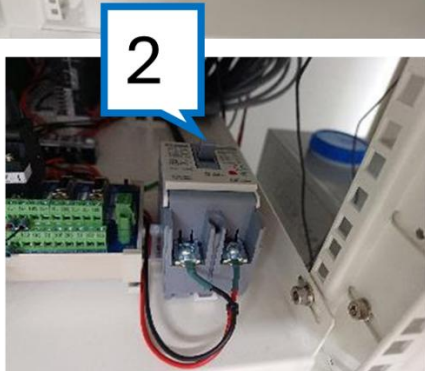
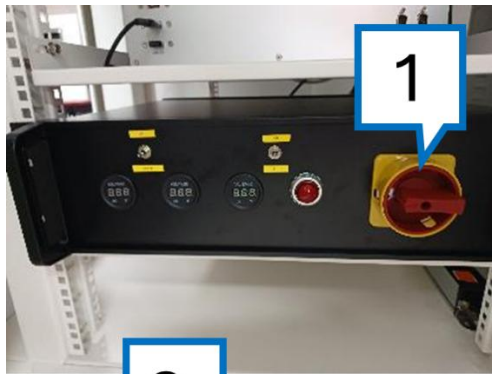


Step 1: Press the power button
- Wait for 10 second

Step 2: Switch the key

Laser turn on – AOC software

(3) Turn on Power Supply



Step 1: Switch the power button

Step 2: Turn on the switch

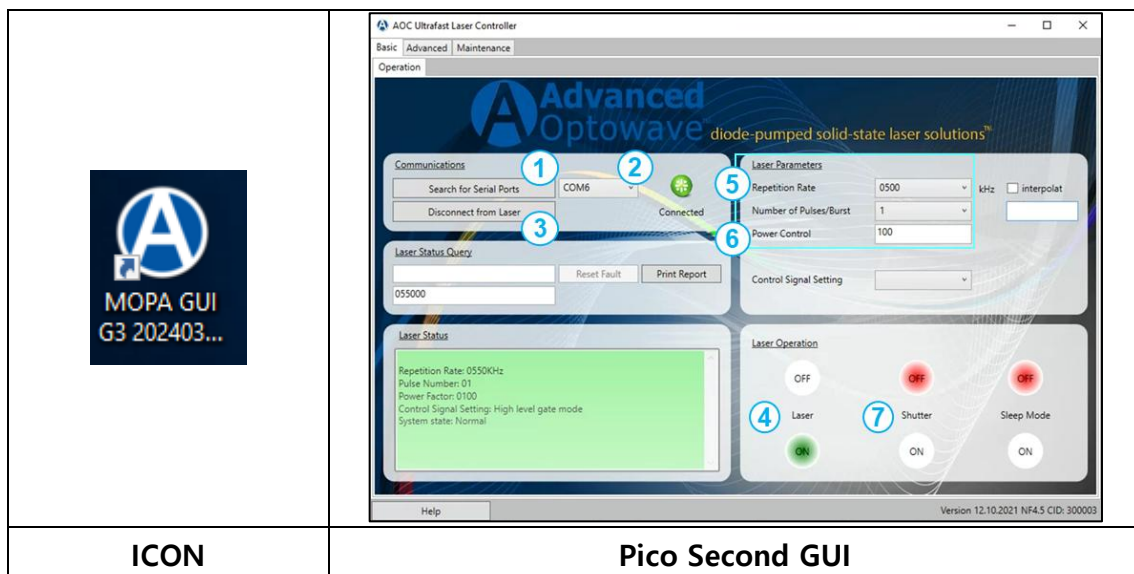
All motion are ready to use.

(4) Turn on PC

Turn on PC Power



(5) AOC PICO GUI(Graphical User Interface)



AOC PICO GUI가 실행되면 아래 순서에 따라서 레이저를 조작한다.

Laser ON

1. Search for Serial Ports
2. COM 포트 번호 – 선택
3. Connect to Laser.
4. Laser ON – Laser가 작동하며 약8분의 대기시간이 필요.
5. Shutter On
6. (3) Disconnect to Laser. –(KOS software에서 제어)

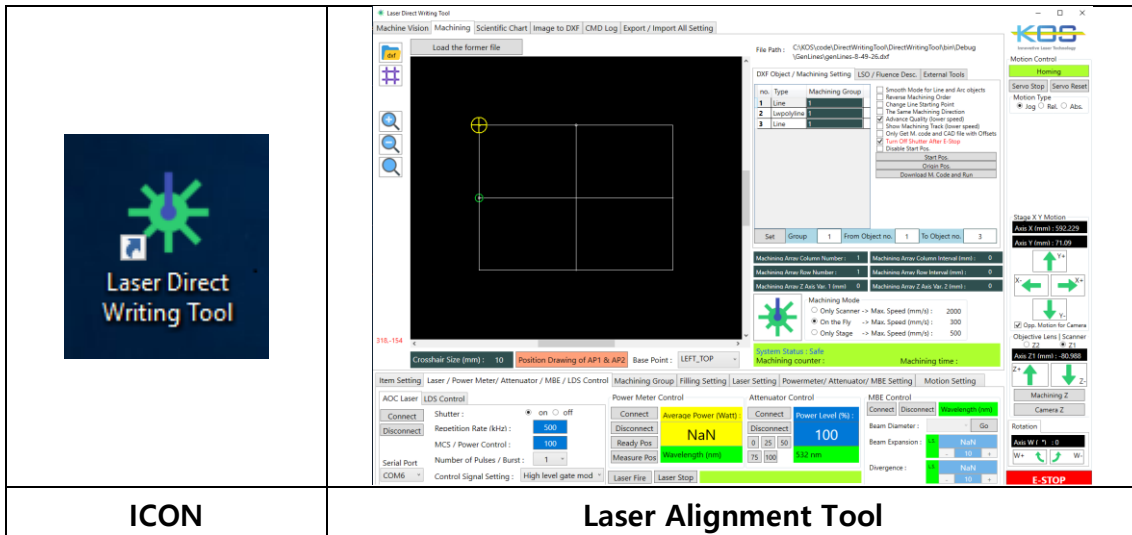
Laser OFF

1. Shutter – 7 OFF
2. Laser - 4 OFF - 60초 대기
3. Disconnect from Laser
 - Laser의 냉각을 위해 30~1시간 동안 Chiller 냉각.
4. 시스템 전원 OFF

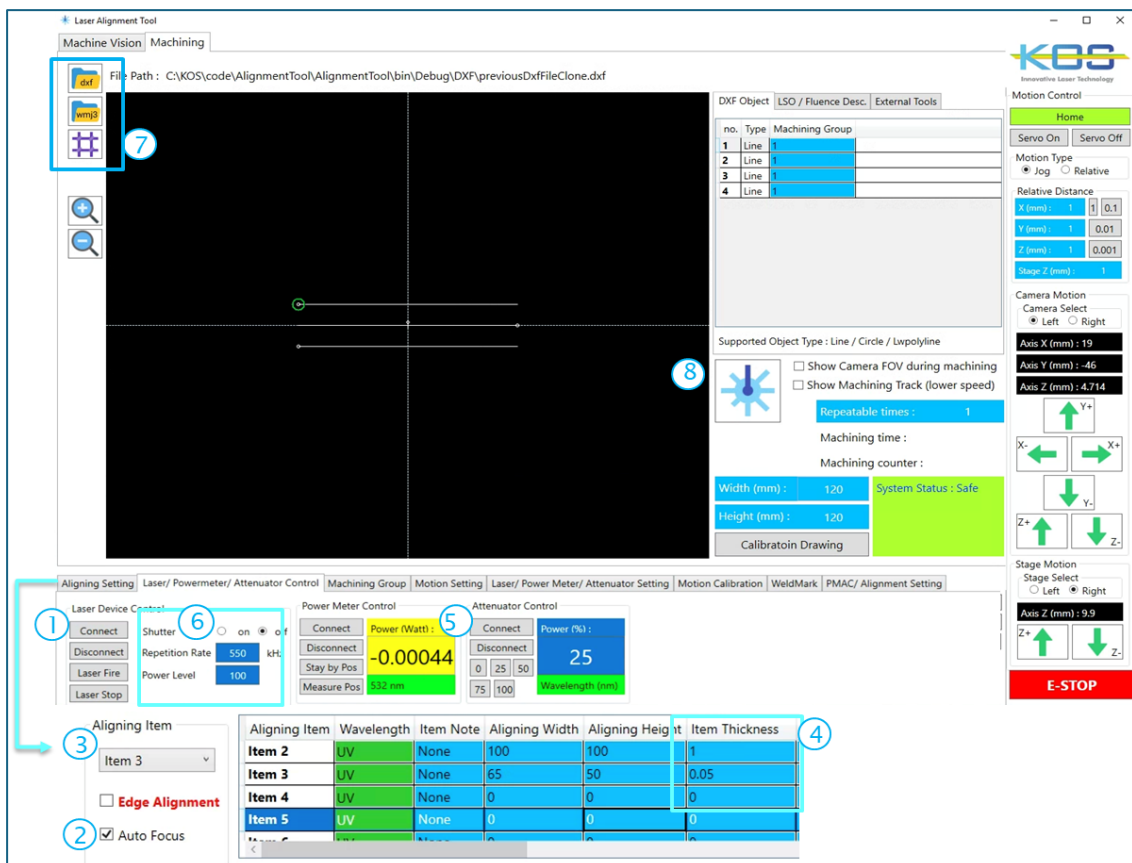
7. Software - KOS GUI Software

*Software Manual of KOS Laser System (Date : 2025.01.20)

1) KOS Software

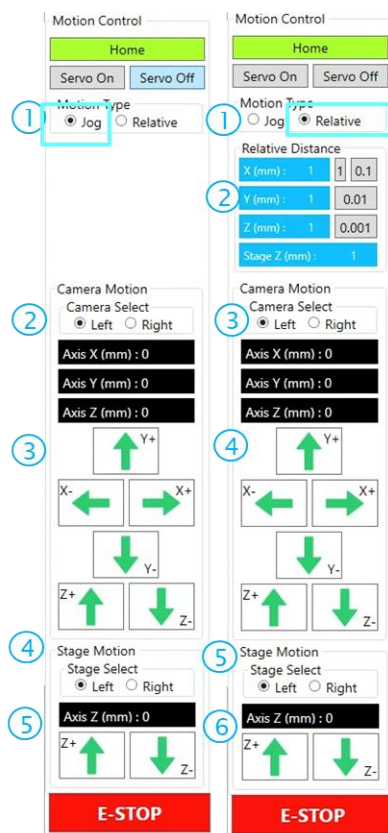


2) Machining



1. Connect to Laser
2. Select the Alignment setting → Check Auto Focus
3. Select the Item number.
4. Input the item thickness.
5. The Connect to the attenuator.
6. Input a value and then press the “Enter” key and Shutter on
7. Open/Generate a CAD Drawing

3) Start machining.

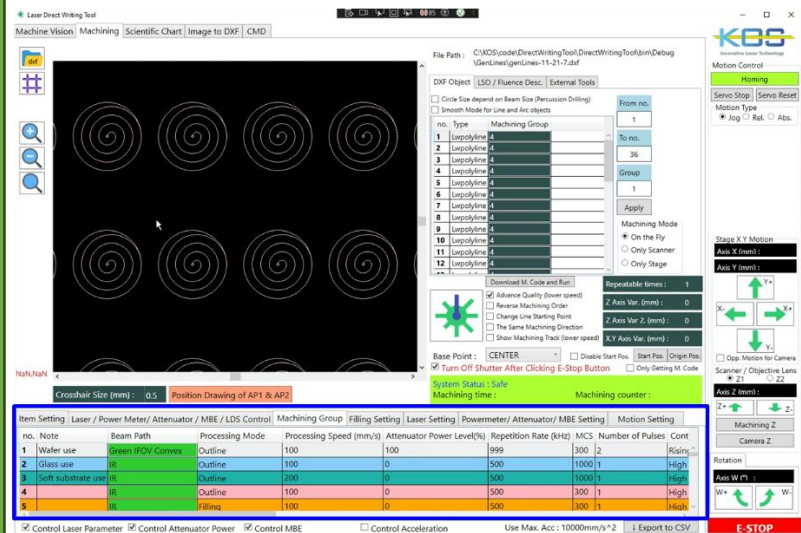


1. Select Jog Motion or Relative Motion
2. IF: Relative Motion Distance of Camera X/Y/Z-axis and Stage Z-axis
3. Select Right/Left Camera for motion control.
4. Execute Camera X/Y/Z-axis Motion by clicking button.
5. Select Right/Left Stage for motion control.
6. Execute Stage Z-axis Motion by clicking button

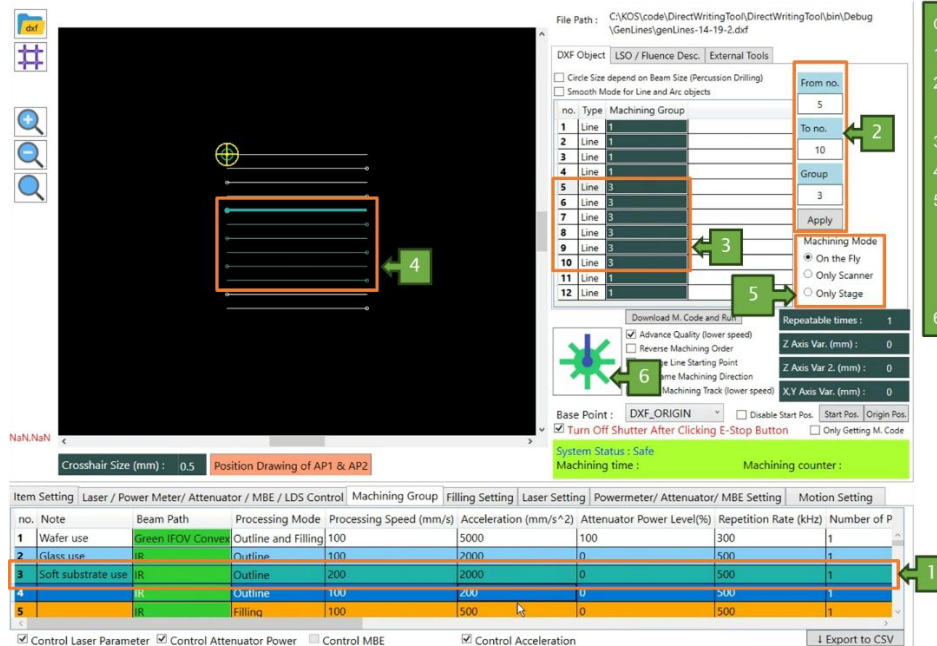
4) Introduction of Machining Group

Machining Group

- Before machining, users can select one machining group for each DXF Object (etc Line, Circle, LwPolyline..).
- User can set the specified parameters in each machining group.
- Main Parameters :
 1. Processing Mode -> Optional
 2. Processing Speed (mm/s)
 3. Acceleration (mm/s²) -> Optional
 4. Attenuator Power Level (%) -> Optional
 5. Repetition Rate (kHz)
 6. Number of Pulses -> Optional
 7. MCS (LaserPower level)
 8. Control Signal -> Optional
 9. Spot Dia. (um) -> User need input it in advance
 10. LSO (%) (Laser Spot Overlap)
 11. Fluence (J/cm²)
 12. Power Energy (uj)
 13. Average Power (Watt)
 14. Machining Z Offset (mm)
 15. Pass #
 16. Pass X Offset (mm) -> Optional
 17. Pass Y Offset (mm) -> Optional
 18. Laser On Delay (ms) -> Optional
 19. Laser Off Delay (ms) -> Optional
 20. Group Delay (s)
 21. Processing Mode -> Optional



Machining Group – Common Operation



Operation Example

1. Input specified parameters in Group 3
2. Specify Line 5 to Line 10 for machining by using Group 3's machining parameters.
3. Update group number
4. Update group color
5. Select Machining Mode (Optional)
 1. On the Fly (IFOV Laser Machining)
 2. Only Scanner
 3. Only Stage
6. Perform Machining

Machining Group – Processing Speed (mm/s)

Alignment Tool (Scanner Mode)

- Processing Speed mean a scanner's scan speed during machining.

Processing Speed (mm/s)
150
150
150
150



Machining Group – Laser Parameters

- Repetition Rate is Laser Pulse Repetition Rate (PRF)
- Min./Max. Value depend on the specification of Laser.

Repetition Rate (kHz)
300
500

- MCS is Laser Power level (Power Control)
- Power change is non-linear.

MCS
300
1000

- Attenuator Power Level can meet the demand of sensitive film processing
- Power change is linear.
- Power Level Range : 0% ~ 100%



Attenuator Power Level(%)
20
35

- Beam Expansion and Divergence are used in MBE (Motorized Beam Expander) function
- The 2 parameters are optional.

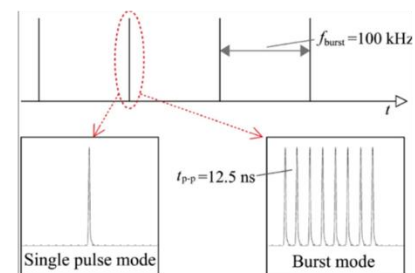
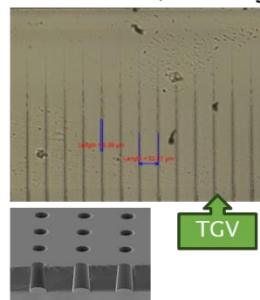
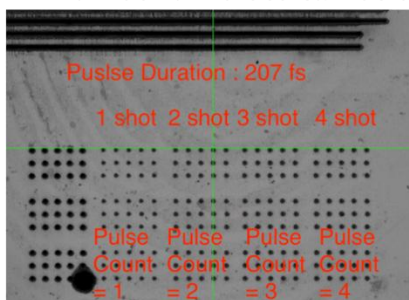


B. Expansion	Divergence
20001	20002
20000	20000

Machining Group – Laser Parameters

- Number of Pulses is used in Burst Mode
- High level gate mode is the normal Control Signal
- The 2 parameters are optional.
- Using Rising edge trigger mode (Control Signal) and Number of Pulses can be used in TGV (Through Glass Vias)

Number of Pulses	Control Signal
1	High level gate mode
1	High level gate mode



Machining Group – Laser Parameters

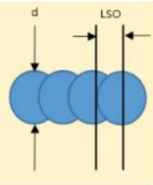
LSO Calculation

- LSO (%) is Laser Spot Overlap
- The LSO formula is as below
- Input 3 variables of v,f,d to get LSO

Laser Spot Overlap

$$\text{LSO (\%)} = \left(1 - \frac{v}{f \times d}\right) \times 100\%$$

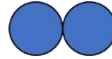
LSO = Laser Spot Overlap
 v = processing speed (mm/s)
 f = repetition frequency (kHz)
 d = beam spot diameter (um)



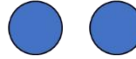
LSO = 50%



LSO = 0%



LSO = -50%



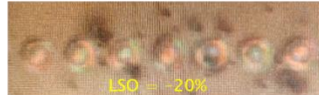
no.	Processing Speed (mm/s)	PRF (kHz)	Power Level	Spot Dia.(um)	LSO(%)
1	9600	400	300	20	-20

Input

Input

Input

Output



Fluence Calculation

- Fluence is optical energy delivered per unit area
- The fluence formula is the below
- Use three variables of p,f,d to change Fluence

Fluence

Fluence = 5.427056 J/cm²

$$\text{Fluence (J/cm}^2\text{)} = p / f / (\pi * (d / 2)^2)$$

p = laser power (Watt)

13.32 Watt

f = repetition frequency (kHz)

500 kHz

d = beam spot diameter (um)

25 um

Calculate

PRF (kHz)	Power Level	Spot Dia.(um)	LSO(%)	Power (Watt)	Fluence(J/cm ²)
400	300	20	-20	20	7.95774715459477

Input

Input

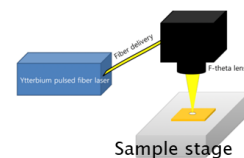
Input

Output

Machining Group – Machining Z Offset (mm)

For Alignment Tool (Scanner Mode)

- Machining Z Offset is Z-axis move during machining by controlling the Z-axis position of Sample stage.
- Users can get the optimal spot size by using this function.

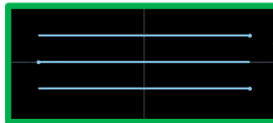


Machining Group – Pass Parameters

- Pass # is the repeat times of machining.

Pass #	
3	1
2	
1	

The Pass # value of Machining Group 2 is 2.



Each line path of Machining Group 2 will be passed for 2 times by laser beam.

- Pass X Offset is the added Offset in every repeat times of machining in X direction.
- Pass Y Offset is the added Offset in every repeat times of machining in Y direction.
- The 2 parameters are optional.

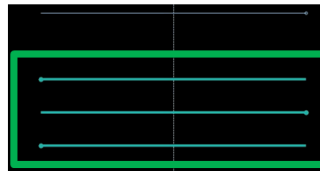
Pass #	Pass X Offset (mm)	Pass Y Offset (mm)
3	0.2	0.6
2	0.1	0.5
1	0	0

Machining Group – Group Parameters

- Group Delay (s) is the delay time of start machining of each machining group.

Group Delay (s)
5
10
30

The group delay value of Machining Group 3 is 30s.



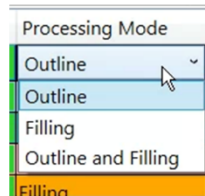
Wait for 30s before processing the line path of Machining Group 3.

- Group Note : User can record the purpose for each Machining Group.

no.	Note	Be
1	Wafer use	Gr
2	Glass use	IR
3	Soft substrate use	IR

Machining Group – Processing Mode

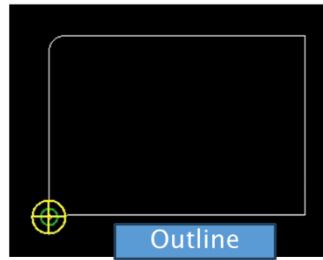
- Processing Mode have 3 kind of machining mode for DXF 2D Polyline object.
 - Outline
 - Filling
 - Outline and Filling



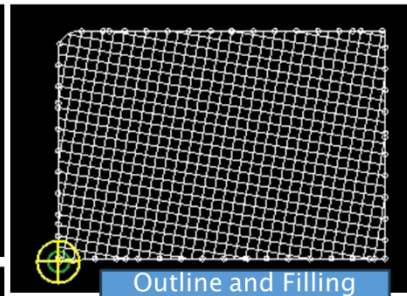
Filling Setting

Hatching

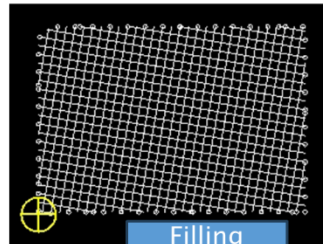
Pitch (mm) : 0.5 ☒ Cross Hatch
 Angle (°) : -10
 Offset (mm) : 0
 Apply



Outline



Outline and Filling



Filling

Machining Group – Export All Group Parameters

no.	Note	Beam Path	Processing Mode	Processing Speed (mm/s)	Attenuator Power Level(%)	Repetition Rate (kHz)	MCS	Number of Pulses	Control Signal
1	Wafer use	Green IFOV Convex	Outline and Filling	100	100	999	300	1	High level g...
2	Glass use	IR	Outline	100	0	500	1000	1	High level g...
3	Soft substrate use	IR	Outline	200	0	500	1000	1	High level g...
4		IR	Outline	100	0	500	300	1	High level g...
5		IR	Filling	100	0	500	300	1	High level g...

☒ Control Laser Parameter ☒ Control Attenuator Power ☒ Control MBE ☐ Control Acceleration Use Max. Acc : 10000mm/s^2

Export all parameter to a CSV file

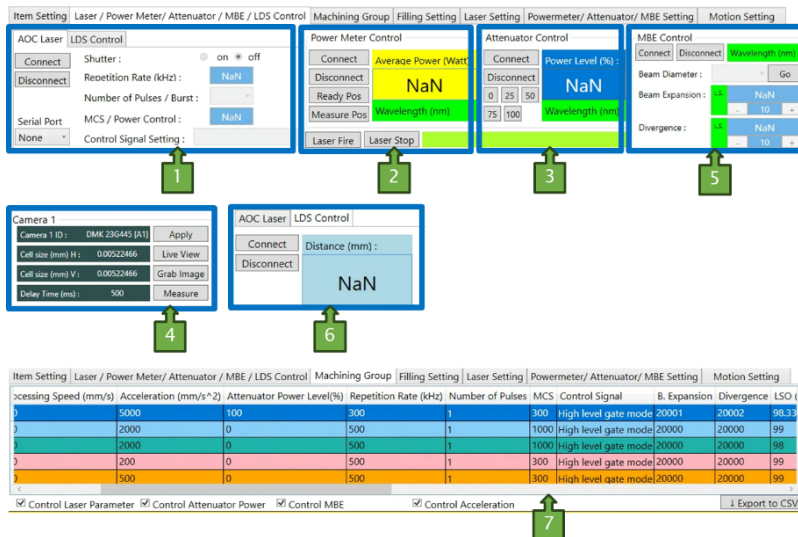
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
no.	Note	Beam Path	Processing Mode	Processing Speed (mm/s)	Attenuator Power Level(%)	Repetition Rate (kHz)	MCS	Number of Pulses	Control Signal
1	1	Wafer use	100	100	999	300	20001	20002	20
2	2	Glass use	100	0	500	1000	20000	20000	20
3	3	Soft substrate use	200	0	500	1000	20000	20000	20
4	4		100	0	500	300	20000	20000	20
5	5		100	0	500	300	20000	20000	20
6	6		300	0	500	300	20000	20000	20
7	7		100	0	500	300	20000	20000	20

Open CSV file by Excel

5) Device Control

KOS software can intergrate with many device for customer's demand

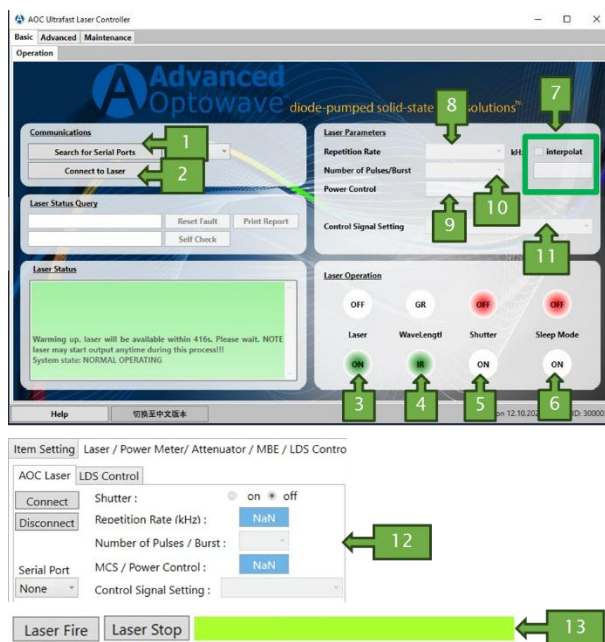
Device Control



KOS Software can integrate with many devices for customer's demand.

1. Laser Control
2. Power Meter Control
3. Attenuator Control
4. Camera
5. Motorized Beam Expander (MBE) -> **Optional**
6. Laser Displacement Sensors (LDS) -> **Optional**
7. Machining Group can automatically control the above some devices function during machining.

Device Control - Laser Control



1. Select Com Port
2. Connect to Laser
3. Turn On Laser and then wait for 8 mins
4. Select Wavelength and then wait for 2 mins
5. Turn On / Off laser shutter
6. Turn On Sleep Mode if user doesn't use laser for a long time. It can extent laser use life.
7. Check the check box of Interpolat and then user can input the value of Repetition Rate.
8. Select the value of Repetition Rate
9. Input the value of Power Control (Change Power)
10. Input Number of Pulses/Burst -> **Optional**
11. Control Signal Setting
 - High level gate mode -> **Normal Use**
 - Low level gate mode
 - Rising edge trigger mode -> **Use it with Number of Pulse/Burst**
 - Falling edge trigger mode
12. Our software integrated with the above some laser control function
13. Laser Fire -> Beam Appear, Laser Stop -> Beam Disappear

Device Control – Common Device Operation

Item Setting Laser / Power Meter/ Attenuator / MBE / LDS Control

AOC Laser LDS Control

1 Connect

Shutter: 2 on off

Repetition Rate (kHz): 550

Number of Pulses / Burst: 3

MCS / Power Control: 100

Serial Port: None

Control Signal Setting:

Machining Group Filling Setting Laser

Power Meter Control

4 Connect

Average Power (Watt): 7

14 Disconnect

Ready Pos

5 Measure Pos

Wavelength (nm)

6 Laser Fire

Laser Stop 13

Attenuator Control

8 Connect

Power Level (%): 9 25

Wavelength (nm)

Custom Table:

Note	B. Expansion	Div
1.2x	-7787687	564
3.6x	-2343467	454
5x	-5656576	756

MBE Control

10 Connect

Beam Diameter: 1.5

Beam Expansion: 10

Divergence: 1.5

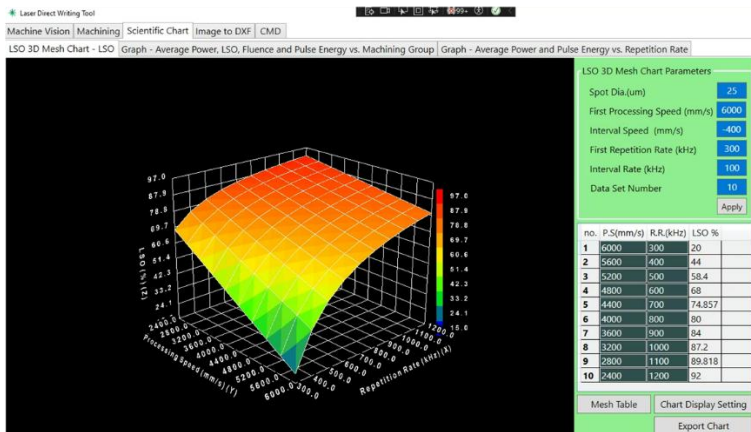
Common Device Operation

1. Connect to Laser
2. Turn on Laser Shutter
3. Check / Input Laser parameters
4. Connect to Power Meter
5. Move Power Meter to Measure Position
6. Laser Fire
7. Check Power Value
8. Connect to Attenuator
9. Input a value (%)
 - Enter key
 - Check Power Value
10. Connect to MBE
11. Input MBE parameters
 - Check Beam Shape
 - Check Power Value
12. Record MBE test result in MBE Table Tab
13. Laser Stop
14. Move Power Meter back to Ready Position

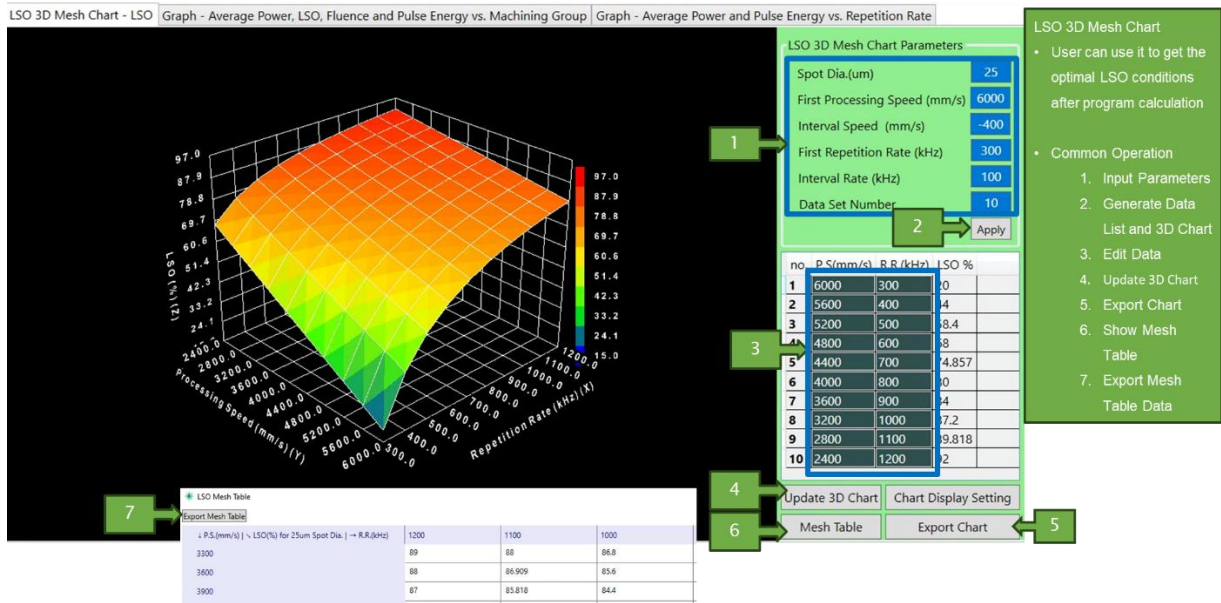
1) Scientific Chart

Scientific Chart

- KOS Software provide 3 scientific charts to meet customer demand.



Scientific Chart – LSO 3D Mesh Chart



LSO 3D Mesh Chart

• User can use it to get the optimal LSO conditions after program calculation

• Common Operation

1. Input Parameters
2. Generate Data List and 3D Chart
3. Edit Data
4. Update 3D Chart
5. Export Chart Table
6. Show Mesh
7. Export Mesh Table Data

Scientific Chart – Power, Fluence and Pulse Energy vs. Machining Group



• Users can check the actual condition of Power, Fluence and Pulse Energy for each laser parameters in Machining Group before machining.

• Common Operation

1. Connect to Laser
2. Turn on shutter
3. Connect to Power Meter
4. Move Power Meter to Measure Position
5. Edit laser parameters in Machining Group
6. Input Machining Group No. Range
7. Start Measure Power
8. Export Graph
9. Move Power Meter to Ready Position

Scientific Chart – Power and Pulse Energy vs. Repetition Rate



6) Measurement

Small Size Measure

- Small Size Measure : Use Camera to measure Distance, Angle, Area, ...

Direct Writing Tool

Alignment Point 1 and Alignment Point 2

Select AP1 Mark	Save AP1 to Get AP2	AP1	AP2	Select AP2 Mark	Click
X1 Offset:	AP1 X (mm): 316.902	AP2 X (mm): 416.902	X2 Offset:		
Y1 Offset:	AP1 Y (mm): -151.06	AP2 Y (mm): -151.06	Y2 Offset:	Measure	

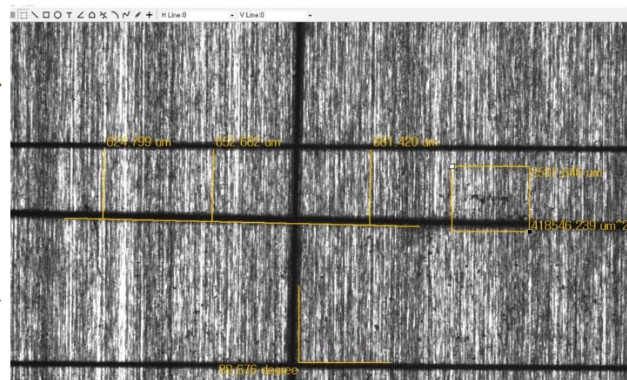
Alignment Tool

Alignment Point 2

Select Mark	AP2 X (mm): -44.11	Center2 X (mm): -49.11
X2 Offset:	AP2 Y (mm): -69.297	Center2 Y (mm): -74.297
Y2 Offset:	Go to AP2	Center Offset: 40 mm
Calculate Approx. AP2	Save AP2	Measure
		Center2
		Save Center2

Alignment Point 1

Select Mark	AP1 X (mm): 26.081	Center1 X (mm): 31.081
X1 Offset:	AP1 Y (mm): -69.982	Center1 Y (mm): -73.982
Y1 Offset:	Go to AP1	Center Offset: 40 mm
Calculate Approx. AP1	Save AP1	Measure
		Center1
		Save Center1



Big Size Measure

Direct Writing Tool

- Use Linear / Gantry Stage and Camera to measure size, angle and so on.

Large Area Measuring / Angle Correction			
1 Save 1st Point	1st X (mm) : 35.874	1st Y (mm) : -31.184	1st Point
2 Save 2nd Point	2nd X (mm) : 243.439	2nd Y (mm) : -174.271	2nd Point
Start Angle Correction	Mid X (mm) : 235.872	Mid Y (mm) : -174.264	Mid Point
Recover Correct Angle	Angle (°) : -0.057	Dist. (mm) : 15.135	Auto-Correct
Save After Point	After X (mm) : 0	After Y (mm) : 0	Point
Get Rotation Center	Center X (mm) : 0	Center Y (mm) : 0	Point

Measure Operation

1. Move Camera to 1st Point and then save the position
2. Move Camera to 2nd Point and then save the position
3. Show the calculation result
4. Automatically Move Camera to the position of 1st Point after Angle Correction

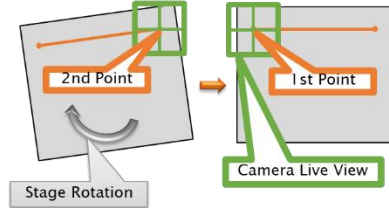
Alignment Tool

- Use Linear / Gantry Stage and Camera to measure size, angle and so on.

Large Area Measuring & Angle Correction			
1 Save 1st Point	Angle (°)	Correct Angle	1st X (mm)
2 Save 2nd Point	Distance (mm)		1st Y (mm)
1st Point	Mid X (mm)	Mid Point	2nd X (mm)
2nd Point	Mid Y (mm)		2nd Y (mm)

Auto-Correct (Optional)

- Make a line horizontal with camera by stage rotation and then move camera to the 1st Point from a former 2nd Point.



7) CAD Generator

Machine Vision | Machining | Scientific Chart | Image to DXF | CMD

1. Click the icon of CAD Generator

2. Input the parameters according to user needs

3. Click Generate Button

4. Users can directly perform machining by using the drawing.

CAD Generator - Please input parameters

Basic Line Array			
Horizontal line number :	12		
Horizontal line length (mm) :	100		
Horizontal line interval (mm) :	10		
Horizontal group number :	0		
Horizontal group interval (mm) :	0		
Vertical line number :	0		
Vertical line length (mm) :	1		
Vertical line interval (mm) :	3.3		
Vertical group number :	0		
Vertical group interval (mm) :	0		
<input type="checkbox"/> Group interval include line interval			
<input type="checkbox"/> Hide Line Array			

Circle Array			
Horizontal Circle number :	1		
Horizontal Circle Radius (mm) :	1		
Vertical Circle number :	0		
Vertical Circle Radius (mm) :	1		
<input type="checkbox"/> Circle Size depend on Beam Size (Percussion Drilling)			
<input checked="" type="checkbox"/> Hide Circle Array			

Rectangle Array			
Horizontal Rectangle number :	1		
Horizontal Rectangle Width (mm) :	1		
Horizontal Rectangle Height (mm) :	1		
Horizontal Rectangle Corner R (mm) :	0.2		
Vertical Rectangle number :	0		
Vertical Rectangle Width (mm) :	10		
Vertical Rectangle Height (mm) :	10		
Vertical Rectangle Corner R (mm) :	0		
<input checked="" type="checkbox"/> Hide Rectangle Array			

Helical Circle Array			
Horizontal Helical Circle number :	1		
Horizontal Helical Circle Radius (mm) :	20		
Horizontal Helical Circle Interval (mm) :	1		
Vertical Helical Circle number :	0		
Vertical Helical Circle Radius (mm) :	10		
Vertical Helical Circle Interval (mm) :	1		
<input checked="" type="checkbox"/> Hide Helical Circle Array			

Total Setting

Default Machining group No : 1

Generate Cancel

Item Setting | Laser / Power Meter / Attenuator / MBE / LDS Control | Machining

no.	Note	Beam Path	Processing Mode	Processing Speed
1	Wafer use	Green IFOV Convex	Outline and Filling	100
2	Glass use	IR	Outline	100
3	Soft substrate use	IR	Outline	200
4		IR	Outline	100
5		IR	Filling	100

Crosshair Size (mm) : 0.5 Position Drawing of AP1 & AP2

CAD Generator

Automatically generate Line Array, Circle Array, Rectangle Array and Helical Circle Array by using the parameters that user input.

Basic Line Array, Circle Array, Rectangle Array and Helical Circle Array can be generated at the same

Common Operation:

1. Click the icon of CAD Generator
2. Input the parameters according to user needs
3. Click Generate Button
4. Users can directly perform machining by using the drawing.

CAD Generator – Basic Line Array

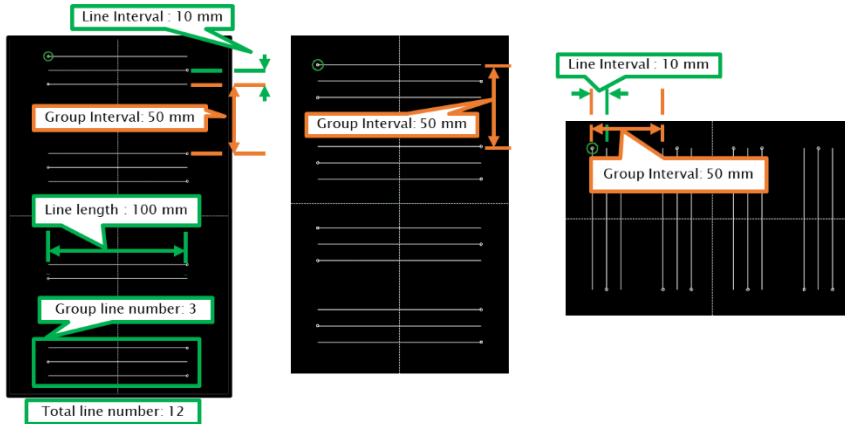
Basic Line Array	
Horizontal line number :	12
Horizontal line length (mm) :	100
Horizontal line interval (mm) :	10
Horizontal group line number :	3
Horizontal group interval (mm) :	50
Vertical line number :	0
Vertical line length (mm) :	0
Vertical line interval (mm) :	0
Vertical group line number :	0
Vertical group interval (mm) :	0
<input type="checkbox"/> Group interval include line interval	
<input type="checkbox"/> Hide Line Array	

Basic Line Array	
Horizontal line number :	12
Horizontal line length (mm) :	100
Horizontal line interval (mm) :	10
Horizontal group line number :	3
Horizontal group interval (mm) :	50
Vertical line number :	0
Vertical line length (mm) :	0
Vertical line interval (mm) :	0
Vertical group line number :	0
Vertical group interval (mm) :	0
<input checked="" type="checkbox"/> Group interval include line interval	
<input type="checkbox"/> Hide Line Array	

Basic Line Array	
Horizontal line number :	0
Horizontal line length (mm) :	0
Horizontal line interval (mm) :	0
Horizontal group line number :	0
Horizontal group interval (mm) :	0
Vertical line number :	12
Vertical line length (mm) :	100
Vertical line interval (mm) :	10
Vertical group line number :	3
Vertical group interval (mm) :	50
<input checked="" type="checkbox"/> Group interval include line interval	
<input type="checkbox"/> Hide Line Array	

Basic Line Array

- Horizontal Lines
- Vertical Lines
- Circle Array, Rectangle Array and Helical Circle Array follow Basic Line Array Setting to generate Circles, Rectangles and Helical Circles and then hide Basic Line Array.

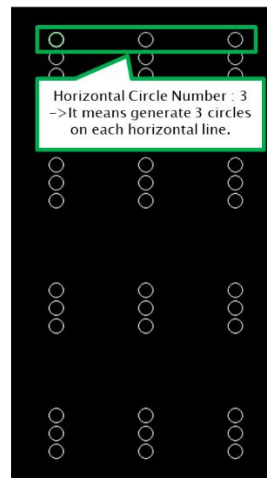


CAD Generator – Circle Array

Basic Line Array	
Horizontal line number :	12
Horizontal line length (mm) :	100
Horizontal line interval (mm) :	10
Horizontal group line number :	3
Horizontal group interval (mm) :	50
Vertical line number :	0
Vertical line length (mm) :	0
Vertical line interval (mm) :	0
Vertical group line number :	0
Vertical group interval (mm) :	0
<input type="checkbox"/> Group interval include line interval	
<input checked="" type="checkbox"/> Hide Line Array	

Circle Array	
Horizontal Circle number :	3
Horizontal Circle Radius (mm) :	4
Vertical Circle number :	0
Vertical Circle Radius (mm) :	0
<input type="checkbox"/> Circle Size depend on Beam Size (Percussion Drilling)	
<input type="checkbox"/> Hide Circle Array	

Total Setting	
Default Machining group No. :	1
Generate Cancel	



Circle Array

- Horizontal Circles
- Vertical Circles
- Common Operation
 1. Input Basic Line Array Setting
 2. Hide Line Array
 3. Input Circle Array Setting
 4. Show Circle Array
 5. Input Machining group No.
 6. Generate Circle Array

- Circle Size depends on Beam Size
 - TGV application
 - This function is optional.
 - This function must be use with the setting of Number of Pulses and Control Signal

Number of Pulses	Control Signal
2	Rising edge trigger mode

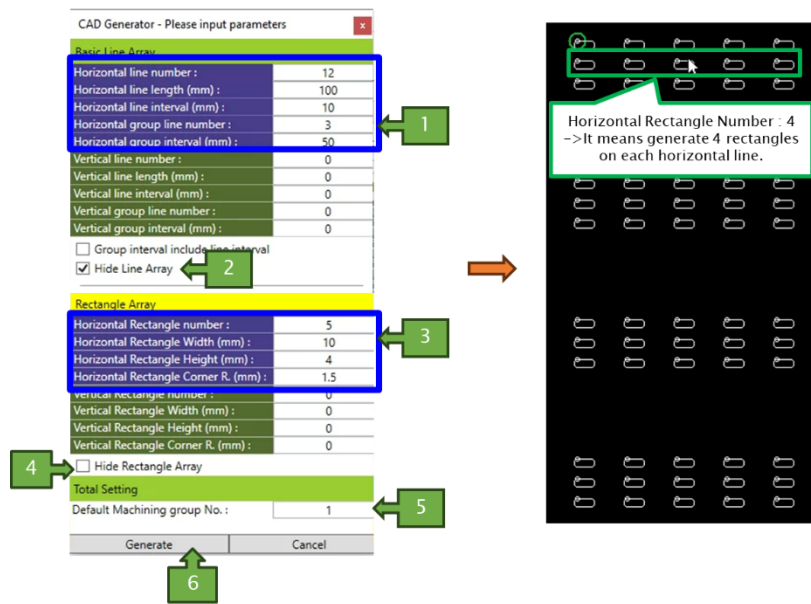
Pulse Duration : 207 fs

1 shot 2 shot 3 shot 4 shot

Pulse Count Count Count Count

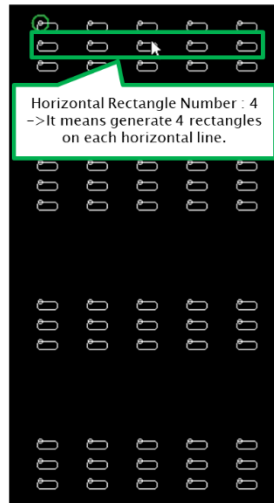
= 1 = 2 = 3 = 4

CAD Generator – Rectangle Array

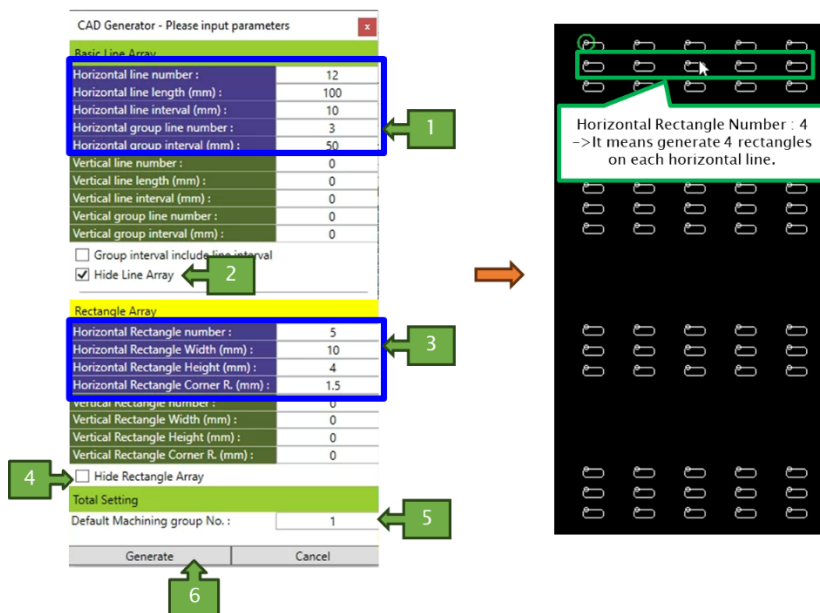


Rectangle Array

- Horizontal Rectangles
- Vertical Rectangles
- Common Operation
 1. Input Basic Line Array Setting
 2. Hide Line Array
 3. Input Rectangle Array Setting
 4. Show Rectangle Array
 5. Input Machining group No.
 6. Generate Rectangle Array

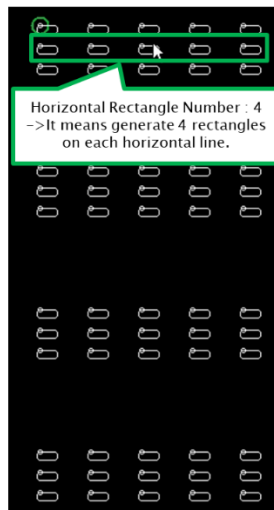


CAD Generator – Rectangle Array



Rectangle Array

- Horizontal Rectangles
- Vertical Rectangles
- Common Operation
 1. Input Basic Line Array Setting
 2. Hide Line Array
 3. Input Rectangle Array Setting
 4. Show Rectangle Array
 5. Input Machining group No.
 6. Generate Rectangle Array



CAD Generator – Helical Circle Array

Basic Line Array

Horizontal line number :	6
Horizontal line length (mm) :	100
Horizontal line interval (mm) :	30
Horizontal group line number :	3
Horizontal group interval (mm) :	50
Vertical line number :	0
Vertical line length (mm) :	0
Vertical line interval (mm) :	0
Vertical group line number :	0
Vertical group interval (mm) :	0

☐ Group interval include line interval
☒ Hide Line Array

Helical Circle Array

Horizontal Helical Circle number :	6
Horizontal Helical Circle Radius (mm) :	4
Horizontal Helical Circle Interval (mm) :	2
Vertical Helical Circle number :	0
Vertical Helical Circle Radius (mm) :	10
Vertical Helical Circle Interval (mm) :	1

☐ Hide Helical Circle Array

Total Setting

Default Machining group No. : 4

Generate Cancel

Horizontal Helical Circle Number : 6
 -> It means generate 4 helical circles on each horizontal line.

Horizontal Helical Circle Number : 6
 -> It means generate 4 helical circles on each horizontal line.

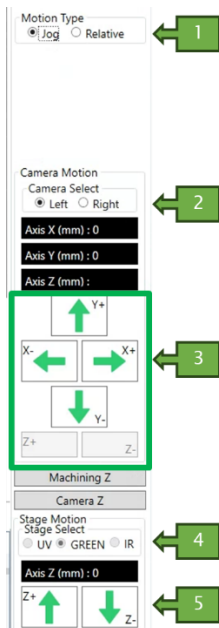
- ## Helical Circle Array
- Horizontal Helical Circles
 - Vertical Helical Circles
 - Common Operation
 1. Input Basic Line Array Setting
 2. Hide Line Array
 3. Input Helical Circle Array Setting
 4. Show Helical Circle Array
 5. Input Machining group No.
 6. Generate Helical Circle Array

7) Image to DXF

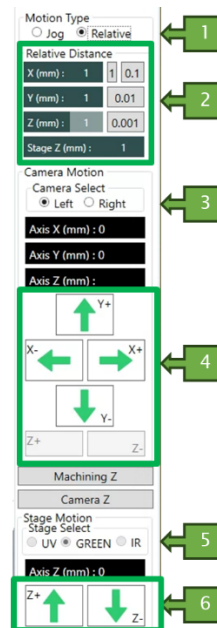
Image to DXF

- KOS Software provide the function to convert an image file to DXF file.
- Common Operation :
1. Select an image file (bmp, png, jpg).
 2. Edit Conversion Parameters.
 3. Convert Image to Binarization Image. If the image result is not good , try Step. 2 again.
 4. Convert the image to DXF.
 5. Perform an image machining .

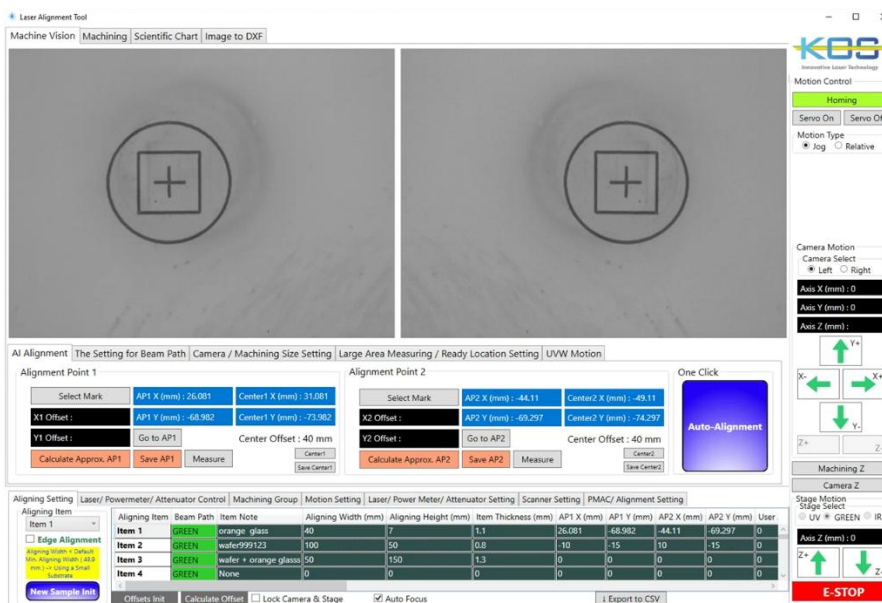
8) Alignment Tool – Motion Control



1. Jog Motion is when motion is commanded at a defined constant velocity with infinite distance.
2. Select to control a Left or Right Camera Stage
3. Move Camera Stage by pressing buttons
4. Select UV/Green/IR Sample Stage if there is not only one sample stage
5. Move Sample Stage by pressing buttons



1. Relative motion is a motion to move by a specified distance from the current position.
2. Input a specified relative distance of X/Y/Z/StageZ axis
 - o X/Y/Z : Camera Stage Axis
 - o Stage Z : Sample Stage Axis
3. Select to control a Left or Right Camera Stage
4. Move Camera Stage by clicking buttons
5. Select UV/Green/IR Sample Stage to control motion if there is not only one sample stage
6. Move Sample Stage by clicking buttons

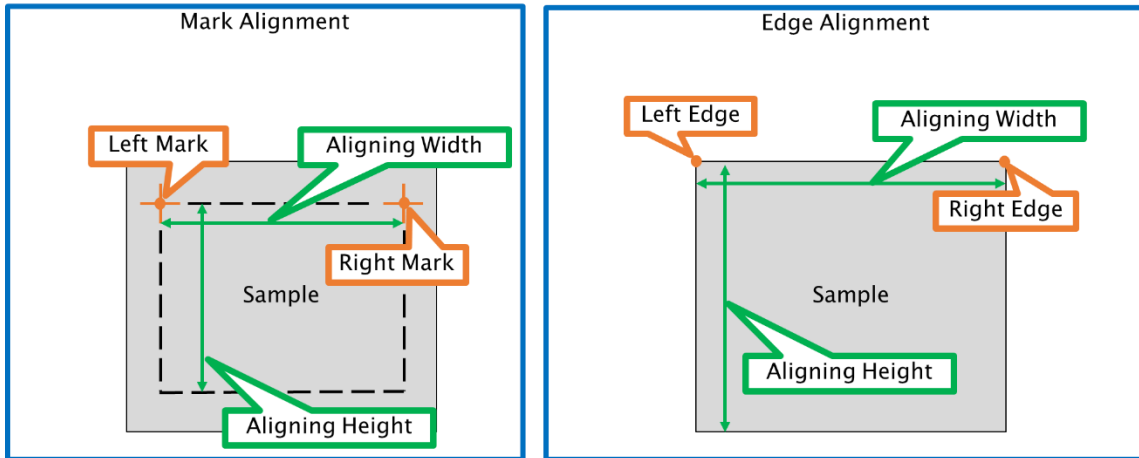


Alignment Tool :

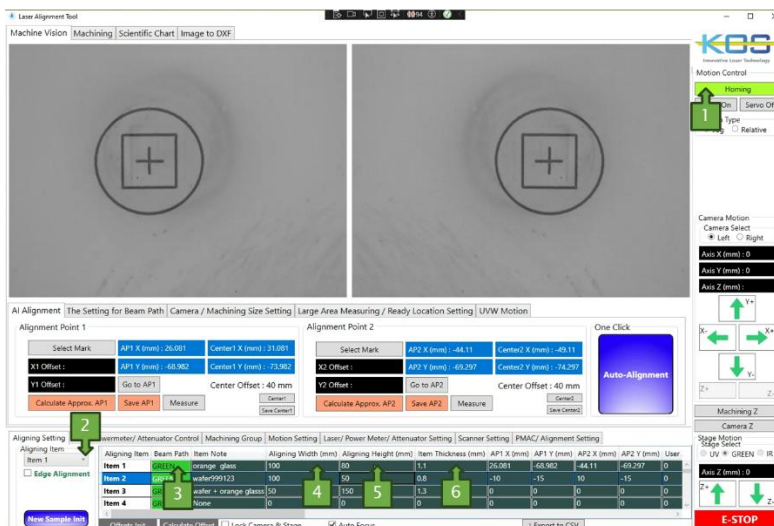
1. Alignment by using 2 Camera
2. Use Left Camera to move to the position of Alignment Point 1 (AP1)
3. Use Right Camera to move to the position of Alignment Point 2 (AP2)
4. It's for the Beam Path of Scanner Mode
5. Mark Alignment
6. Edge Alignment

Alignment Tool

Definition – Aligning Width, Alignment Height

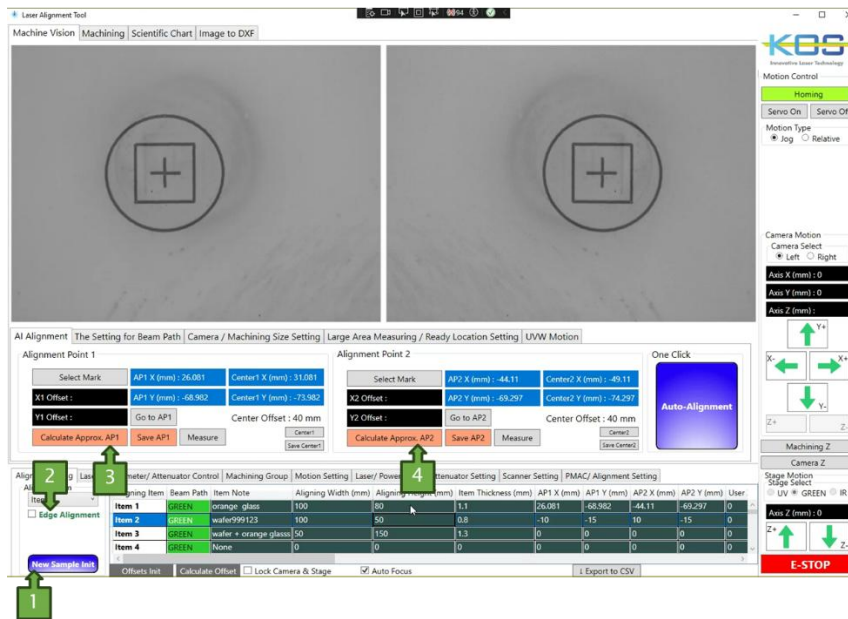


Alignment Tool – Initial Setting



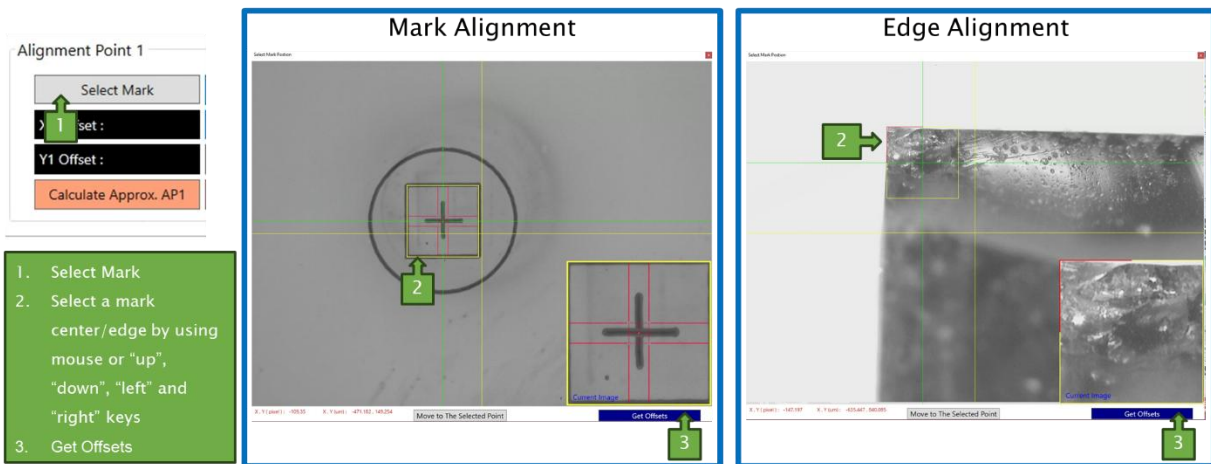
1. Execute Homing
2. Select Item
3. Select Beam Path
4. Input Aligning Width
5. Input Aligning Height
6. Input Item Thickness

Alignment Tool – P1 Processing



1. New Sample Init
2. Uncheck / Check Edge Alignment
3. Move Left Camera to AP1
4. Move Right Camera to AP2
5. Put sample marks/edges under Camera Live views

Alignment Tool – P1 Processing



Alignment Tool – P1 Processing

Alignment Point 2

Select Mark

1. Set : 0 / 0

Y2 Offset : 0 / 0

Calculate Approx. AP2

Mark Alignment

Edge Alignment

1. Select Mark
2. Select a mark center/edge by using mouse or "up", "down", "left" and "right" keys
3. Get Offsets

Alignment Tool – P1 Processing

File Path : C:\KOS\code\AlignmentTool\bin\Debug\GenLines\genLines-22-0-28.dxf

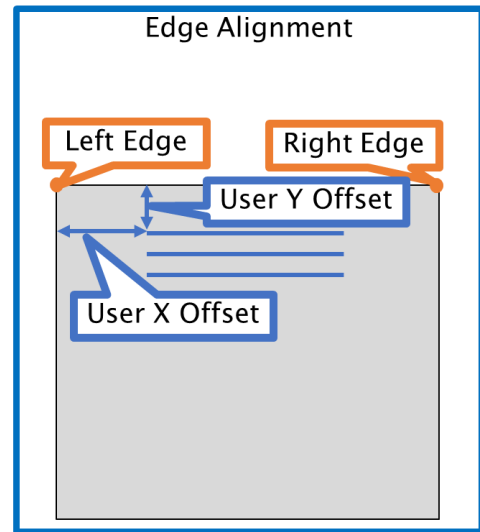
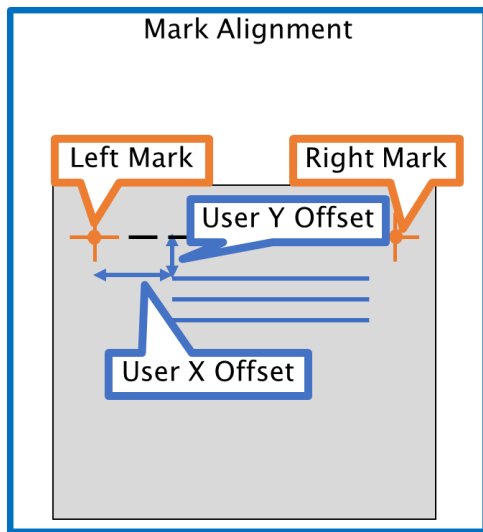
Object no.	Type	Machining Group
1	Line	3
2	Line	3
3	Line	3

Aligning Item	Aligning Height (mm)	Item Thickness (mm)	AP1 X (mm)	AP1 Y (mm)	AP2 X (mm)	AP2 Y (mm)	User X Offset (mm)	User Y Offset (mm)	User Angle Offset (°)	Auto Mach
1	100	1.1	25.561	-58.962	-44.11	49.3297	0	0	22.653	
2	150	0.8	0	0	0	0	0	0	-2.653	
3	150	1.3	0	0	0	0	0	0	-0.5	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

1. Open/Generate a CAD
2. Input User X Offset
3. Input User Y Offset
4. Start machining. After machining, the user can take out the sample.

Alignment Tool – P1 Processing

P1 Processing Result



Alignment Tool – P2/P3 Processing



1. Put Marks /Edges under Camera Live Views

Alignment Tool – P2/P3 Processing

Alignment Point 1

Select Mark
 1 set :
 Y1 Offset :
 Calculate Approx. AP1

1. Select Mark
 2. Program select the former position automatically
 3. Get Offsets

Mark Alignment

Edge Alignment

Alignment Tool – P2/P3 Processing

Alignment Point 2

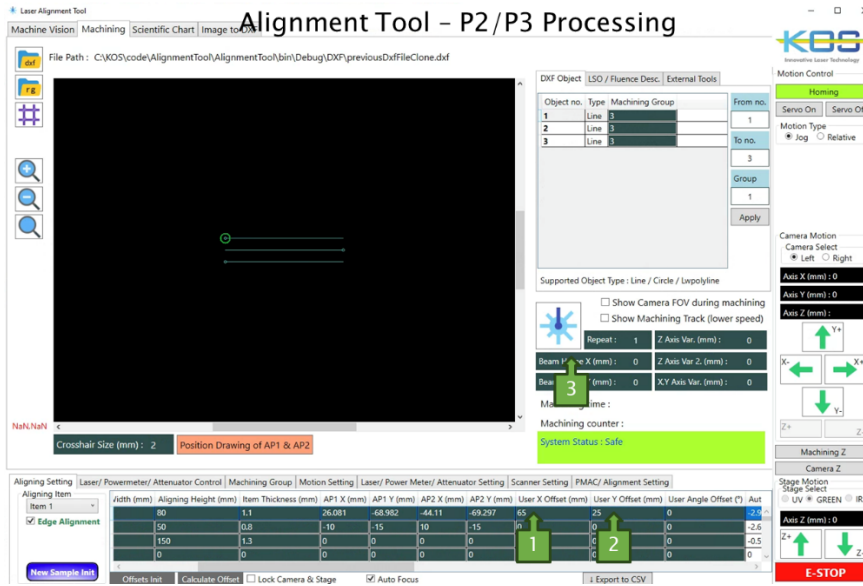
Select Mark
 1 fset :
 Y2 Offset :
 Calculate Approx. AP2

1. Select Mark
 2. Program select the former position automatically
 3. Get Offsets

Mark Alignment

Edge Alignment

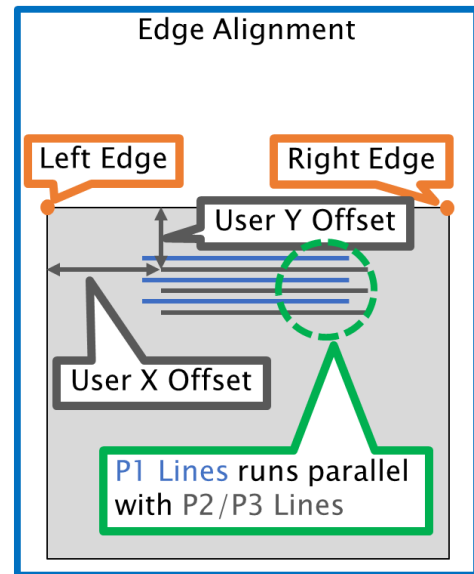
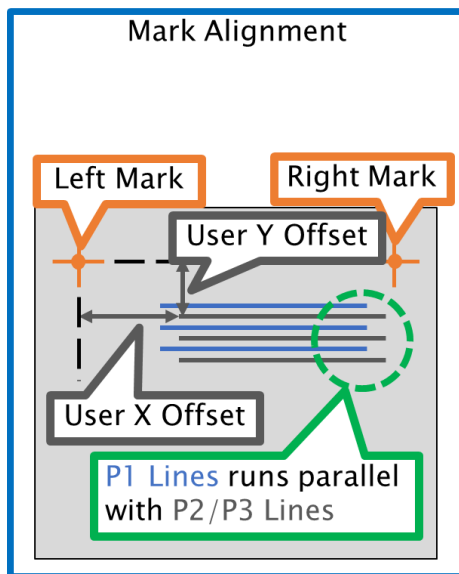
Alignment Tool – P2/P3 Processing



1. Input User X Offset
2. Input User Y Offset
3. Start machining. After machining, the user can take out the sample.

Alignment Tool – P2/P3 Processing

P2/P3 Processing Result



8. 참고자료

1) Trouble shooting

(1) A Common Problem

	Trouble	Check
T01	Weldmark로 도면 가공을 시도하는데, 스캐너가 움직이지 않고 빔이 한곳에만 나온다.	스캐너 전원 연결상태를 체크 스캐너 윗부분에 4개의 녹색등이 켜져있는지 확인 후 안켜져 있는 경우, 배선 체크
T02	메인스위치로 전원을 인가했는데, 일부 파트가 인가되지 않았다.	컨트롤 박스 내부 배선체크(제조사에 문의)
T03	Probamus 프로그램에서 카메라의 위치 조절이 안된다.	Probamus 프로그램보다 weldmark 프로그램을 먼저 실행한 후, 연동을 해야 한다.
T04	레이저 빔이 발진되지 않는다.	SHT-ON, DIODE-ON, QS-ON 3개의 버튼이 모두 켜 있는지 확인. 빔 경로 alignment 확인(제조사문의) 쿨러의 냉각수준금이 확인하여 충분한지 확인
T05	Probamus 프로그램 실행도중에 오류창이 발생	강제종료하고 재부팅해 볼 것.
T06	레이저 컨트롤 박스에서 경고음이 나거나, 에러 메시지가 나타난다. 레이저 발진이 되지 않는다.	디스플레이 창의 에러메세지를 확인하고 문제해결 후 다시 켜다.
T07	Weldmark 작업도중에 다운된 것 같은 때	Object의 개수가 수백개이상이면 용량 때문에 다 운됨. 개수를 제한할 것.
T08	레이저 파워가 약해졌다.	- Warming up을 충분히 하였는가 -향온,향습환경이 아닌 상태에서 오랜기간 사용하여 수명이 단축되었는가. -내부 빔경로 셋팅된 렌즈가 손상되었는가 -빔경로 Align 이 틀어졌는가. (제조사에 문의)
T09	메인 전원을 인가했는데, PC가 안켜짐.	모니터전원을 켜는지 확인(따로 켜야할 경우도 있음) 배선체크(제조사문의)
T10	무선 키보드와 마우스가 작동되 지 않음.	원격 USB가 잘 꼽혀있는지 확인 배터리 체크

(2) 레이저 컨트롤 박스에서 발생할 수 있는 Error message 표

Error Code	Error Message	Interpretation
000001	!!! WARNING !!! TOO HIGH PUMP DIODE TEMP	Diode Temperature is higher than 35 °C
000002	!!! WARNING !!! TOO LOW PUMP DIODE TEMP	Diode Temperature is lower than 15 °C; or chiller controlling cable is not connected; or chiller water flow is too slow
000003	!!! WARNING !!! TOO HIGH LASER HEAD TEMP	Laser Head Temperature is higher than 40 °C
000004	!!! WARNING !!! TOO LOW LASER HEAD TEMP	Laser Head Temperature is lower than 15 °C
000005	!!! WARNING !!! TOO HIGH ENVIRONMENTAL TEMP	Environmental Temperature is higher than the setting alarm temperature (usually set to 32 °C or 35 °C)
000006	!!! WARNING !!! TOO LOW ENVIRONMENTAL TEMP	Environmental Temperature is lower than 15 °C
000007	!!! WARNING !!! INTERLOCK OPEN	Interlock is open

(3) LASER Controller Check

COMMAND FROM PC	RESPONSE FROM LASER DRIVER IS ALWAYS 6 DIGITS (EACH DIGIT IS BETWEEN 0-9)	COMMENTS
MCH	MOD_CH REMOTE LOCAL ERROR	If laser driver is in Local mode and LCD display stays at status screen, this command will change laser to REMOTE mode. Indicates laser driver is in Local mode but not at status screen Indicates laser driver is in REMOTE mode
MCH=1	MOD_CH LOCAL LOCAL	If laser driver is in REMOTE mode, this command will change laser driver to Local mode Indicates laser driver is in Local mode
DIO=0	000000	Diode off
DIO=1	000001	Diode on
QSW=0	000000	Q-switch off
QSW=1	000001	Q-switch on
SHT=0	000000	Shutter off
SHT=1	000001	Shutter on
EXT=0	000000	Internal trigger
EXT=1	000001	External trigger
PRF=xxxxxx (x: digits 0-9) Examples: PRF=12345 PRF=123456	xxxxxx 012345 123456	Pulse rate set up to 300KHz. Unit is HZ. Set pulse rate to 12345HZ (shown on display as 12.3KHZ) Set pulse rate to 123456HZ (shown on display as 123KHZ)
PWS=xxx (x: digits 0-9) Example: PWS=888	xxxxxx 000888	Power calibration setting. Unit: 1mW/0.1W/0.01W (Unit depends on Power Monitor Type.) Set calibration power to 8.88W (Power monitor for laser power <10W)
IDI=xxx (x: digits 0-9) Examples: IDI=150 IDI=321	xxxxxx 000150 000321	Diode current set. Unit: 0.1A. Set diode current to 15.0A Set diode current to 32.1A
PWF=xxxx (x: digits 0-9.) (Set power control factor. Range 1-1000 corresponding to Minimum-Maximum power output.) Examples: PWF=1000 PWF=950	xxxxxx 001000 000950	 Set laser power output to Maximum Set laser power output to about 95% Maximum.

QUERY FROM PC	RESPONSE FROM LASER DRIVER IS ALWAYS 6 DIGITS (EACH DIGIT IS BETWEEN 0-9)	COMMENTS
?DIO	000000 000001	Diode off Diode on
?QSW	000000 000001	Q-switch off Q-switch on
?SHT	000000 000001	Shutter off Shutter on
?EXT	000000 000001	Use internal pulse Use external pulse
?PRF	xxxxxx	Pulse rate set. Unit HZ.
Example: ?PRF	023456	Pulse rate is 23456HZ (23.4 KHZ)
?IDS	xxxxxx	Diode current setting. Unit: 0.1A.
Example: ?IDS	000150	Diode current setting is 15.0A
?IDI	xxxxxx	Actual diode current set. Unit: 0.1A.
Example: ?IDI	000150	Actual diode current is 15.0A
?PWS	xxxxxx	Power calibration setting. Unit: 1mW/0.1W/0.01W (Unit depends on Power Monitor Type.)
Example: ?PWS	000095	Power calibration setting: 9.5W (power monitor for laser power <10W)
?PWR	xxxxxx	Calibrated power measurement. Unit: 1mW/0.1W/0.01W (Unit depends on Power Monitor Type.)
Example: ?PWR	000095	Power monitor measurement : 9.5W (power monitor for laser power > 10W)
?PWF	xxxxxx	Power control factor (Range: 1—1000. 1000 for highest laser power output)
Example: ?PWF	001000	Laser output set to Maximum
?AOW	xxxxxx	Hour meter reading. Unit: 1 hour.
Example: ?AOW	000123	Hour meter reading is 123 hour.
?STA	000000 000001 000002 000003 000004 000005 000006 000007	Normal Diode Temperature High Diode Temperature Low Laser Head Temperature High Laser Head Temperature Low Environmental Temperature High Environmental Temperature Low Interlock Open

(4) System Control Commands

COMMAND FROM PC (Syntax)	RESPONSE FROM CONTROLLER	COMMENTS
MCH	1	000001: remote mode
DI1=0	0	Diode off
DI1=1	1	Diode on
QSW=0	0	Q-switch off
QSW=1	1	Q-switch on
SHT=0	0	Shutter off
SHT=1	1	Shutter on
EXT=0	0	Internal trigger
EXT=1	1	External trigger
PRF=xxxxxx PRF = 12345 PRF = 123456	xxxxxx 12345 123456	Pulse rate set up to 300KHz. Unit is Hz. Sets the repetition rate to 12345 Hz (shown as 12. 3kHz Sets the repetition rate to 123456 Hz (shown as 123 kHz
PWF=xxxxxx PWF=500 PWF=980	xxxxxx 500 950	Set power control factor. Range 1-980 corresponding to Minimum-Maximum power output. (x = 0 to 9) Sets laser power output to approximately 50% of Maximum power Sets laser power output to approximately 100% of Maximum.
IS1=xxxxxx IS1=50 IS1=21	xxxxxx 50 21	Diode current set. Unit: 0.1A. (x = 0 - 9) Set diode current to 5.0A Set diode current to 2.1A
PWS=xxx PWS=888	xxxxxx 888	Functions only with optional power monitor Feature. Power calibration setting. Unit: 1mW/0.1W/0.01W (Unit depends on Power Monitor Type.) (x = 0 to 9) Set calibration power to 8.88W (Power monitor for laser power <10W)
T1S=xxxxxx T1S=4751	xxxxxx 4751	Sets the temperature for Crystal 1 Sets the crystal 1 set temperature. Example 4751 = 47.51C
TS2=xxxxxx TS2=5200	xxxxxx 5200	Sets the temperature for Crystal 2 Sets the crystal 2 set temperature. Example 5200 = 52.00C
GTR=0 GTR=1	0 1	Set the Gate logic to TTL low is lasing Set the Gate logic to TTL high is lasing
MOD=xxxxxx MOD=12	xxxxxx 12	Sets the mode of the laser Set the laser operation mode 12

QUERY FROM PC	RESPONSE FROM CONTROLLER	Comments
?DI1	0 1	Diode off Diode on
?QSW	0 1	Q-switch off Q-switch on
?SHT	0 1	Shutter Closed Shutter Open
?EXT	0 1	Internal trigger mode External trigger mode
?PRF Example:	xxxxxx 23456	Pulse rate set. Unit HZ. Current repetition rate is 23,456Hz or 23.4kHz
?IS1 Example:	xxxxxx 50	Diode current setting. Unit: 0.1A. Reports the ste diode current setting is 5.0 amps
?DI Example:	xxxxxx 50	Actual diode current set. Unit: 0.1A. Reports the actual diode current is 5.0 amps
?PWF Example:	xxxxxx 950	Power control factor (Range: 1—980. 980 for highest laser power output) Reports that power control factor is set to 950 - please refered to your factory supplied test data to understand the power factor curve.
?AOW Example:	xxxxxx 123	Hour meter reading. Unit: 1 hour. Report the current operation hours
?OKK Example:	2731	Firmware version number Displays the current firmware version - 2.7.3.1
?TK1	xx4751	Query Crystal 1 Actual temperature in units of 0.01 degC. Example 4751 = 47.51C
?T1S	xx4751	Query Crystal 1 Set temperature in units of 0.01 degC. Example 4751 = 47.51C
?TK2	xx5000	Query Crystal 2 Actual temperature in units of 0.01 degC. Example 5000 = 50.00C
?T2S	xx5000	Query Crystal 2 Set temperature in units of 0.01 degC. Example 5000 = 50.00C
?TLA		Query Actual laser head temperature in units of 0.01 degC.

(5) System Query Commands, Continued

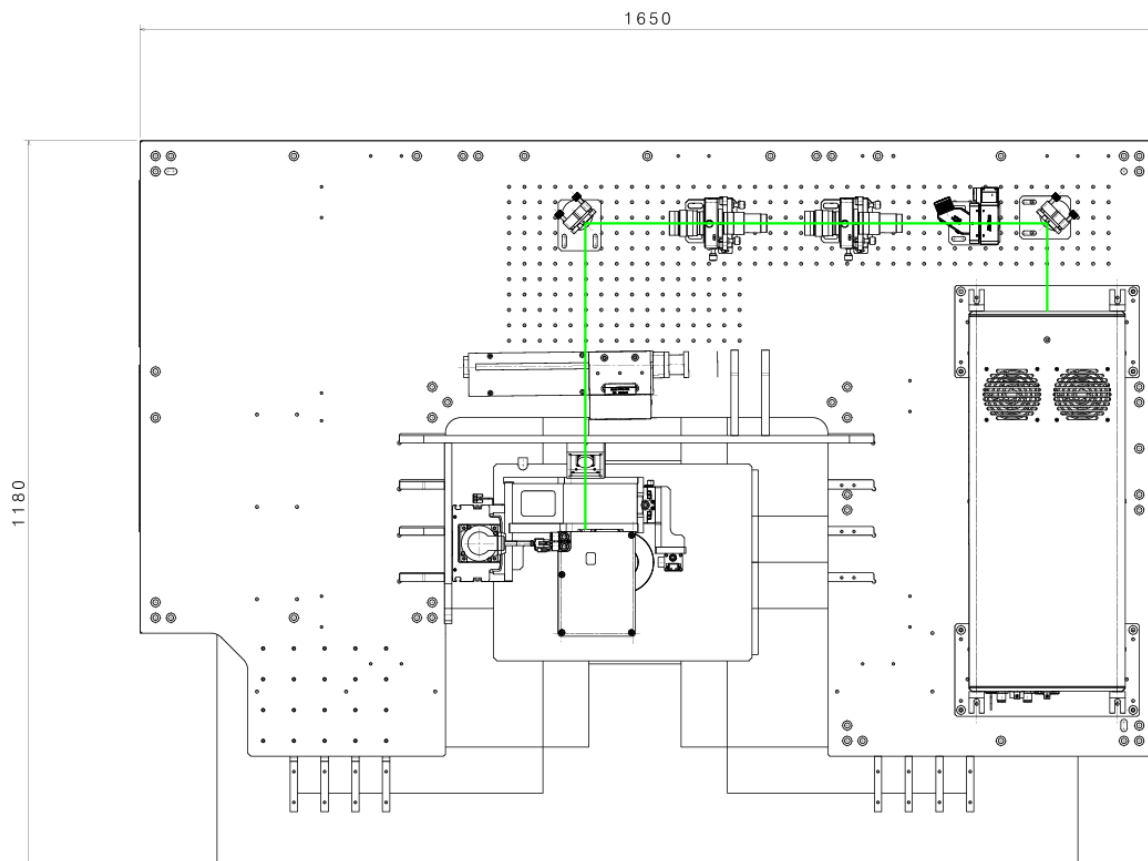
QUERY FROM PC	RESPONSE FROM CONTROLLER	Comments
?TDI		Query Diode 1 Actual temperature in units of 0.01 degC.
?GTR		000000: gate low trigger 000001: gate high trigger
?MOD		Query the laser operation mode. Example 000012 = Mode 12
?STA	0	Normal
	1	Diode 1 Temperature High
	2	Diode 1 Temperature Low
	3	Laser Head Temperature High
	4	Laser Head Temperature Low
	5	Environmental Temperature High
	6	Environmental Temperature Low
	7	Interlock Open
	8	Fiber error
	9	Diode 2 Temperature High
	10	Diode 2 Temperature Low
	11	Diode 3 Temperature High
	12	Diode 3 Temperature Low
	13	Crystal 1 Temperature High
	14	Crystal 1 Temperature Low
	15	Crystal 2 Temperature High
	16	Crystal 2 Temperature Low
	17	Crystal 3 Temperature High
	18	Crystal 3 Temperature Low
	19	Crystal 4 Temperature High
	20	Crystal 4 Temperature Low
	21	Not used
	22	Not used
	23	Not used
	24	Emergency button
	25	Not used

(6) Special Controller Messages

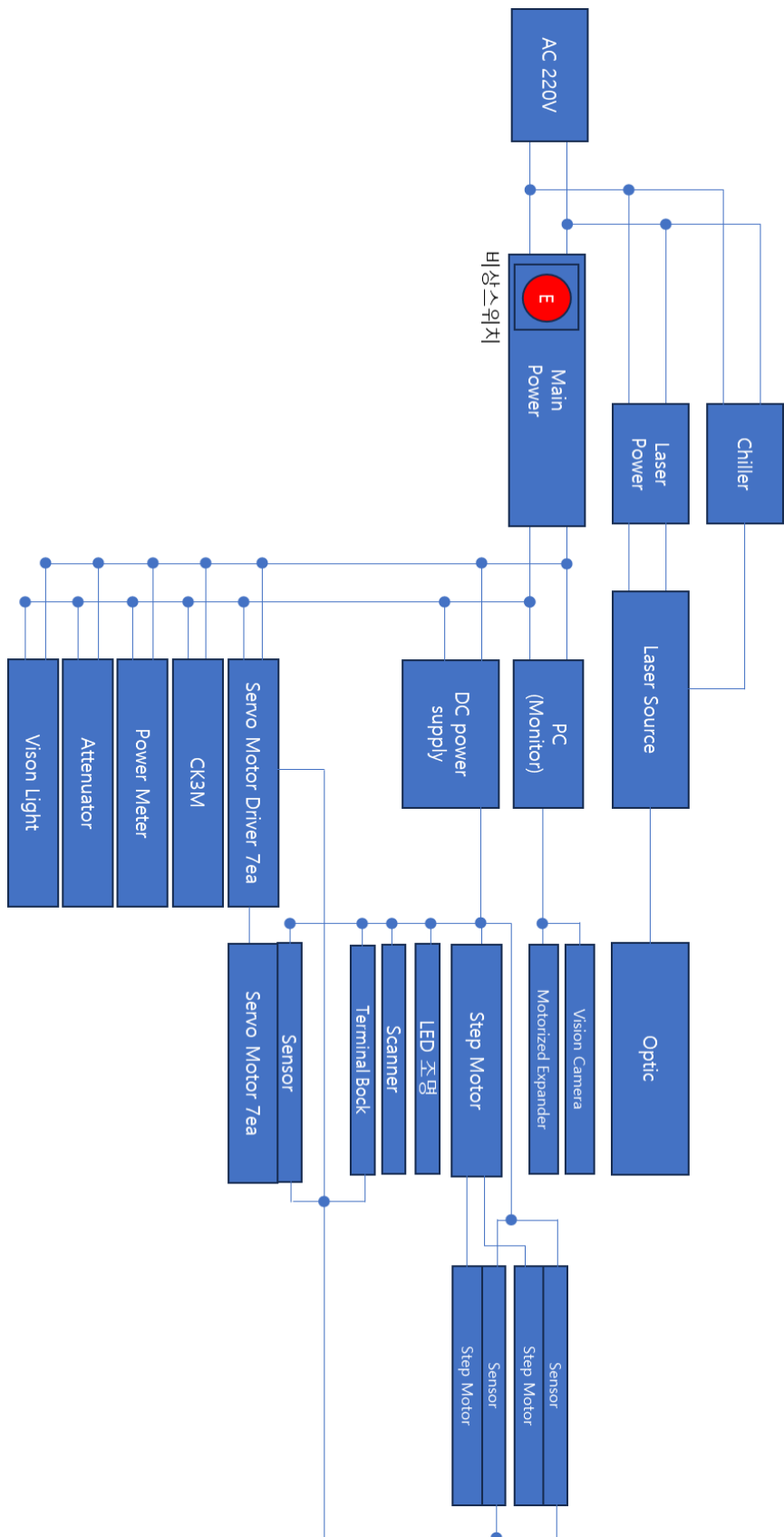
SPECIAL CASE	RESPONSE FROM CONTROLLER	COMMENTS
Any error message: wrong message, wrong message ending (0xD, 0xA), or incorrect value range.	ERROR	Need to check the message, the ending and value. If it is caused by RS232 bit error rate, PC needs to resend message.
PC tries to send a message to laser controller when it is busy with other high priority task.	BUSY	Wait for laser driver to finish its task.
When laser alarms any command sent to laser driver will be ignored and the system will send back "ALARM", followed by the alarm condition code.	Example: ALARM `000007	Indicates laser is alarming because of interlock open need to verify
When alarm condition is cleared, the laser will require user to enter the command RTS=1	RESET	RESET by user required

9. 레이저 시스템 도면

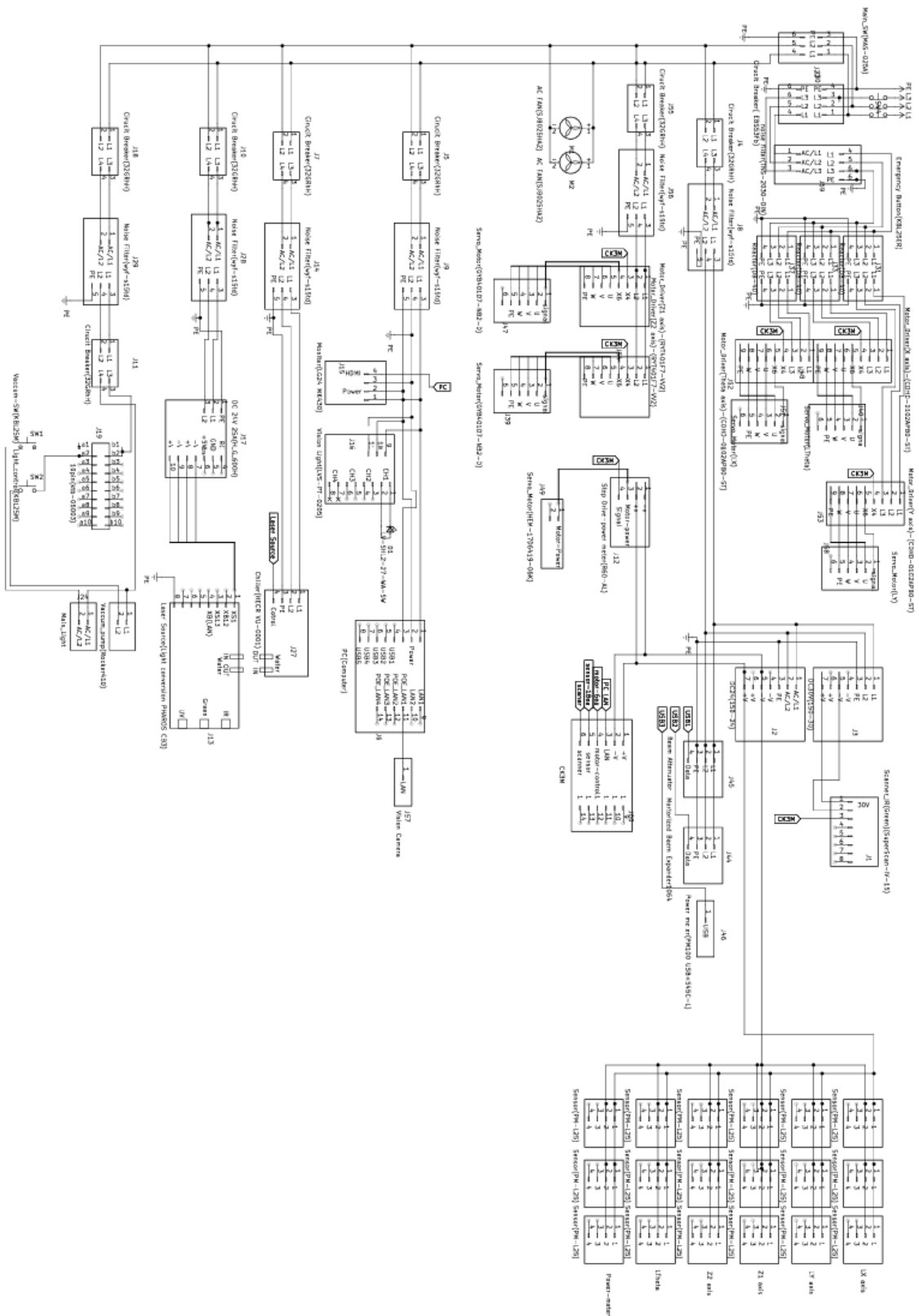
1) 단파장 사용시 빔 경로 도면



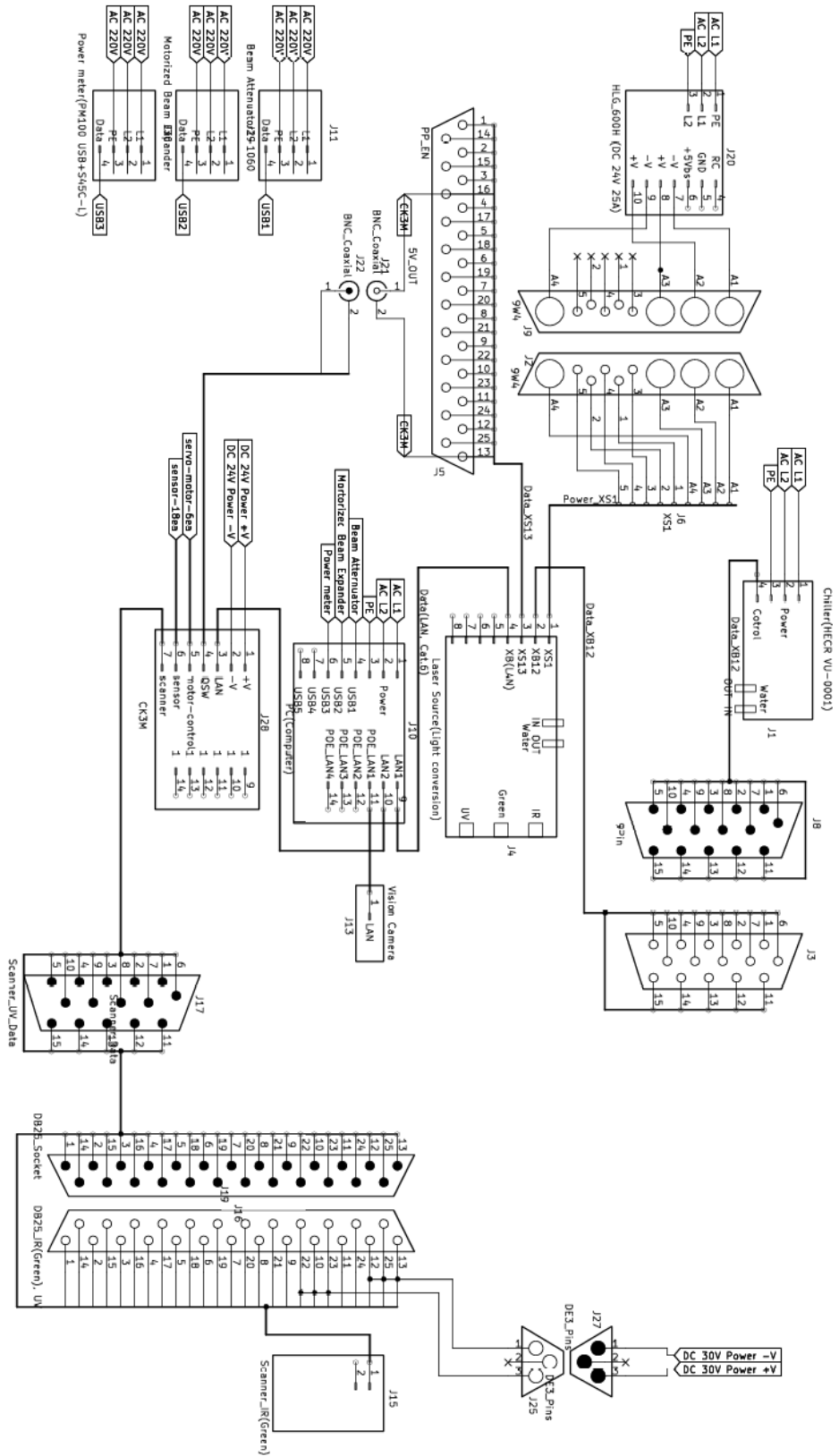
2) 시스템 구성



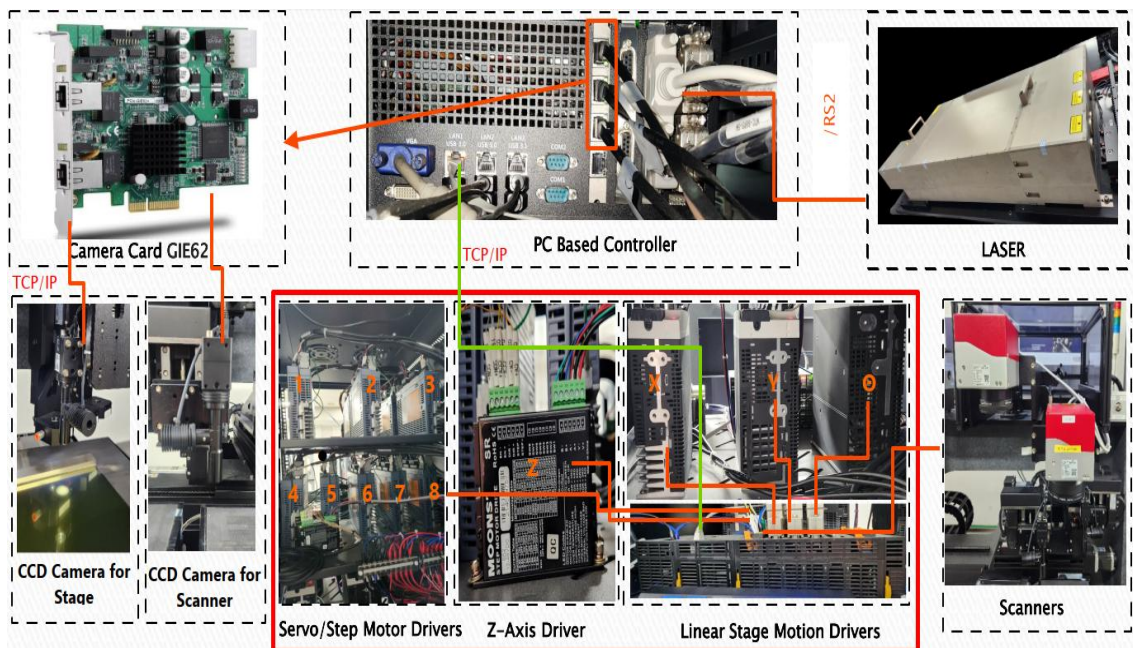
3) 전기 배선 사진 자료



4) System 전기 배선 참고 자료



5) Controller



10. Chiller 냉각수 보충 및 관리

Chiller의 냉각수는 3차 증류수를 사용해야 하며 냉각수가 부족할 경우 chiller 내부의 센서가 동작하여 경고음을 통해서 냉각수가 부족함을 알려줍니다. 증류수가 아닌 냉각수를 사용하는 경우 레이저와 chiller의 고장의 원인이 됩니다.

설치된 제품은 냉각수가 부족할 경우 경고음이 발생하며 장비의 사용을 중지하고 모든 시스템을 종료한 상태에서 냉각수를 보충합니다.

1. 레이저를 포함한 장비의 전원을 차단한다.
2. Chiller의 전원을 켜다.
3. 장비 뒷면의 도어를 연다.
4. Chiller 상단의 냉각수 캡을 연다.
5. 자바라를 통해서 냉각수를 보충한다.
6. 경고음이 종료되면 냉각수 보충을 멈추고 냉각수 캡을 닫는다.
7. 레이저 장비의 시스템의 전원을 켜다.



< Chiller 냉각수 주입구 >

냉각수 보충시 공간이 협소하여 자바라 펌프를 사용해서 냉각수를 주입한다.



<자바라 펌프>