

이차전지 파우치셀 진공열처리 시스템

Operation Manual



세종하이테크

주소: 대구시 북구 3 공단로 240 아이빌 309 호

홈페이지: www.sejonghitech.com

전화: 053-961-8667, 팩스: 053-961-8665

이메일: rosanghak@hanmail.net

목 차

1. 개요.....	4
2. 주의사항	4
2.1 일반 주의사항	4
2.2 안전에 대한 사용자의 의무	4
2.3 장비 가동 전 후의 주의사항	5
2.4 장비 가동시 주의사항	5
3. 장비의 구조 및 사양	7
3.1 장비 시스템 구성	8
3.2 기술자료(세부사양)	11
3.2.1 장비크기	11
3.2.2 Chamber & Door Unit	11
3.2.3 Pumping System	12
3.2.4 Carrier Unit	13
3.2.5 Carrier 좌/우 Moving Unit	14
3.2.6 Heater Unit	15
3.2.7 플라즈마 처리기 – Dry Scrubber 를 이용한 유해가스 처리시스템	15
3.2.8 Vacuum Gauge	17
3.2.9 가스공급유닛	18
4. Utility	20
4.1 Cooling Water 공급 유닛	20
4.2 Compressed Air 공급 유닛	21
5. 전기 판넬 및 제어시스템	21
6. 설비의 유지보수	22
6.1 설비 가동전 점검사항	22
6.2 설비 가동시 점검사항	22

6.3 설비 가동후 점검사항	22
6.4 주요 설비의 점검항목 및 주기	25
7. Troubleshooting	26
7.1 전체 시스템	26
7.2 Dry Pump	27
7.3 Chiller	27
8. SPARE PARTS 교체방법.....	29
부품별 제조사 및 연락처	32

1. 개요

- 본 지침서는 세종하이테크의 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』에 대한 사용설명서입니다.
- 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』의 특성을 정확하게 이해하고 본 지침서의 내용을 충분히 숙지하고 사용해 주시기 바랍니다.

주의!

본 장비는 안전 지침을 준수하지 않을 경우 위험을 수반할 수 있으므로 2 장의 주의사항을 필히 숙지하고 작동 및 유지보수 하여 주십시오.

2. 주의사항

2.1 일반 주의사항

- 본 지침서의 지시대로 설치하고 본 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』을 운영하기 전 본 지침서를 충분히 숙지하여 주십시오.
- 본 지침서에 첨부된 기술 자료를 바탕으로 훈련된 기술자에 의해서만 본 장비를 가동, 조정 및 유지보수 하십시오.
- 본 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』 가동 시 본 지침서에 위배되는 설치나 작동은 피해 주십시오.
- 장비의 모든 인터록 기능을 해제하지 마십시오.

2.2 안전에 대한 사용자의 의무

- 본 지침서 및 장비 사양서 상의 사양을 초과한 모든 응용과 부적절한 사용은 심각한 부상이나 장비의 손상을 초래할 수 있으며 이로 인해 발생하는 모든 손해에 대해 당사에서는 책임을 지지 않습니다.
- 본 사용설명서는 세종하이테크의 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』의 운영에 있어 각 설비의 사양 및 동작원리, 보수, 기계 고장 및 대책에 필요한 모든 사항을 최대한 상세히 기술한 설비 지침서로 장비를 정확하게 이해하고 사용해 주시기 바랍니다.
- 본 사용설명서는 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』과 함께 제공되는 부분으로 장비의 운영 및 유지 보수를 참고할 수 있도록 항상 장비 옆 눈에 띄는 장소에 보관하여야 합니다.
- 본 『이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템』은 매우 높은 정밀도와 신뢰도를 요구하는 설비이기 때문에 운전 및 사용전에 본 지침서를 필독함으로써 운전시 주의사항을 숙지하고, 설비의 효율적인 운영은 그동안 많은 경험과 지식을 갖춘 설비 운영자의

노하우를 바탕으로 운전 및 운영하여야 합니다.

- 본 지침서에서는 주로 기계적인 부분을 다루고 있으며 전기적인 부분은 관련 해당 설비의 카달로그 또는 전기제어 매뉴얼을 참조하시기 바랍니다. 아울러 개별적인 해당 설비의 세부 운전방법은 HMI 매뉴얼을 참조하기 바랍니다.

2.3 장비 가동 전/후의 주의사항

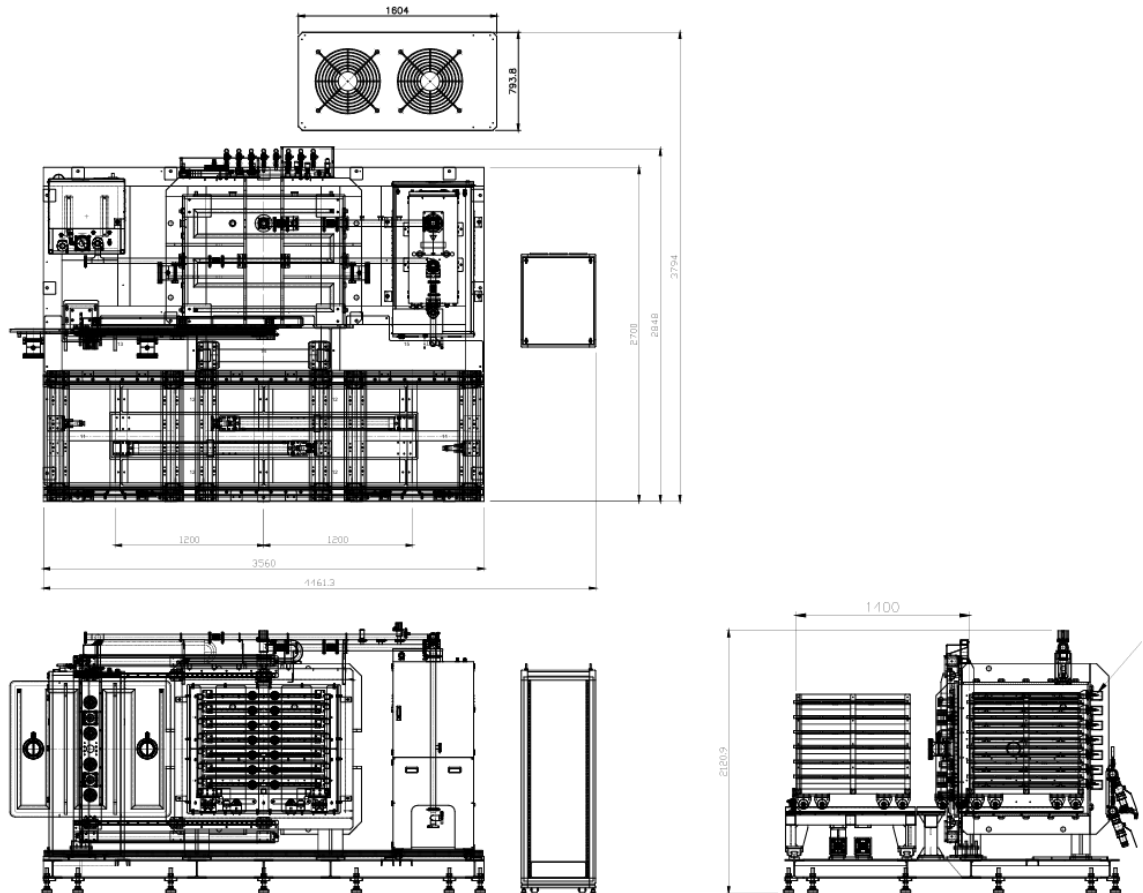
- **전원 사용 부위의 감전 조심** - 전원이 연결된 상태에서 전기가 흐르는 감전의 우려가 있는 곳은 손대지 않도록 한다. 기계적인 보수작업이나 전기적 작업 시 반드시 전원을 OFF 시킨 상태에서 한다. 전원을 OFF 해도 SYSTEM 안쪽에 전기적 VOLTAGE 가 남아 있을 수 있으므로 SYSTEM 의 모든 전원을 OFF 시킨 상태에서 한다
- **고온히터 사용에 따른 화상 및 감전 주의!!!** - 본 장비는 고온의 히터를 사용하기 때문에 히터 가동시 화상의 위험이 있으므로 반드시 보호장구를 착용하고 작업을 진행한다. 또한 히터 전원 연결부는 감전의 위험이 있으므로 보수작업이나 전기적 작업시 반드시 전원을 OFF 상태에서 한다.
- **동작 중 접근 금지** - 장비가 동작 시, 구동 부위의 접근은 큰 사고를 일으킬 수 있으므로 세심한 주의를 요한다. 각 PORT 부의 CLAMPING, Gear 구동시 부주의한 동작이나 무리한 작업 진행은 장비손상 및 큰 사고를 일으킬 수 있다.
- Cathode 수리 시 항상 냉각수 라인의 메인 밸브를 잠그고 작업을 해야만 한다
- 항상 Sealing Surface Scratch 에 주의해야 한다. 만약 Sealing Surface 에 Scratch 가 생기면 Leak 발생하며 진공펌핑속도 및 박막특성에 큰 영향을 줄 수 있다.
- 모든 작업시에는 장갑과 안전화를 필히 착용하고 특히 타겟의 교체, 제품의 Loading 및 Unloading, 챔버 내부 유지보수 및 Cleaning 시에는 Door 의 Open 상태를 정확하게 확인하고 끼임이나 부딪힘에 주의해야 한다.
- Door 의 Open 혹은 Close 할때는 주변 방해물이 있는지 확인하고 끼임이나 부딪힘에 주의해야 한다. 또한 작업을 완료하고 Close 할때는 항상 O-Ring Surface 를 깨끗하게 닦아야 한다

2.4 장비 가동시 주의사항

- 기계 동작 시
 - ① 기계 주위에서 복장을 단정히 한다.
 - ② 보호물과 가이드 등은 동작하는 부품을 덮는데 사용하고 커버는 항상 제위치에 부착한다.
 - ③ 기계 주위에 정비 시 필요한 부품이 있다면 한쪽으로 정리 정돈하여 놓는다.

- 이송 작업 시
 - ① 설비를 이용할 때 통로를 정리 정돈 후 운반한다.
 - ② 중량물인 경우 항상 2-3 인이 운반하고 위치가 나쁘다면 대차 혹은 호이스트를 사용한다.
 - ③ 운반이 완료되면 안전하게 놓는다.
- 보수 작업 시
 - ① 회전되는 기계의 보수 작업 시에는 항상 메인 스위치(MAIN S/W)를 끈다.
 - ② 작업개소와 주 패널에 "작업 중"이란 표시판을 부착한다.
 - ③ 작업장 주위를 정리 정돈한 상태에서 순차적으로 작업한다.
 - ④ 작업이 끝나면 순서에 의해 시운전을 하고 이상이 없으면 작업을 종료한다.
 - ⑤ 작업장 주위를 깨끗하게 정리정돈 한다.
- 정지(SHUT DOWN) 작업 시
 - ① 설비에 사용되는 공기(AIR), 진공(VACUUM), 물(WATER), 가스(GAS) 배관의 주 밸브를 잠근다.
 - ② 설비의 전원을 끈다. (필요치 않은 부분의 전원을 끈다.)
 - ③ 설비가 회전되지 않도록 조치를 취한다.

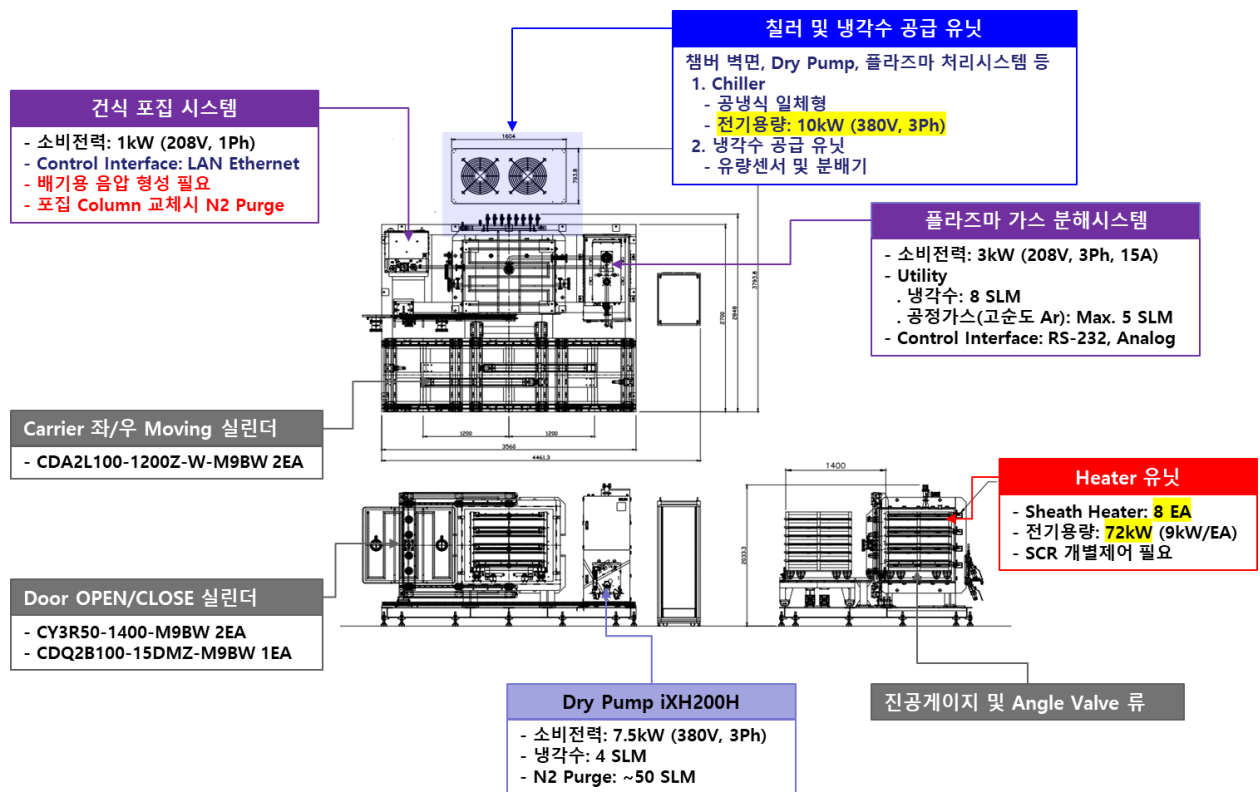
3. 장비의 구조 및 사양



[이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템]

본 이차전지 파우치셀 진공 열처리 시스템은 사용후 재생 이차전지 파우치셀의 진공 열처리와 열처리시 발생하는 불소계 유해가스 처리할수 있도록 설계되었습니다. 본 장비는 작업 시간 단축을 위해 6 단 선반 형태의 이동형 대차 2 개로 구성하여 교대로 파우치셀 투입/반출을 연속으로 작업할수 있도록 설계되었습니다. 대기중 대차에 파우치셀을 미리 투입하고 챔버 내부에서 진공/고온 열처리후 대차를 반출하고 미리 준비해둔 대차를 투입하여 작업시간을 단축할 수 있습니다. 진공/고온 열처리후 반출된 대차의 경우 고온에 주의하여 충분히 온도가 떨어진후 다음 작업을 진행합니다.

3.1 장비 시스템 구성



장비는 진공챔버 및 도어 유닛 - 진공펌프 유닛 - 히터 유닛 - 파우치셀용 캐리어 유닛 - 플라즈마 분해 유닛 - 건식 포집유닛 - 진공게이지 및 가스공급 유닛 등으로 구성되어 있습니다. 챔버를 포함하여 각 구성 Unit 은 기본적으로 Stainless Steel 으로 제작되어 있으며 기능상 문제가 없을 경우 Door, Frame 및 외부 커버 등은 조립 및 유지 보수가 용이하도록 Aluminium, Painted Steel 등의 재질로 제작되어 있습니다.

진공펌핑 유닛은 이차전지 파우치셀 진공열처리시 발생하는 유해/유독가스에 의한 진공 펌프 손상을 최소화하기 위해 Oil-free Dry Pump 를 적용하였습니다.

파우치셀용 캐리어 유닛은 Stainless Steel 로 제작하여 고온 및 부식을 최소화하였습니다.

플라즈마 분해 유닛 및 건식포집시스템은 초기 고객사에서 제공한 발생 유해가스의 효과적인 처리를 위한 시스템을 구성하였습니다.

마지막으로 진공도 확인을 위한 진공게이지와 펌프, 플라즈마 분해유닛 및 건식 포집 유닛의 구동을 위한 가스공급 유닛과 냉각수 공급을 위한 칠러 유닛으로 구성되어 있습니다.

[장비의 시스템 구성]

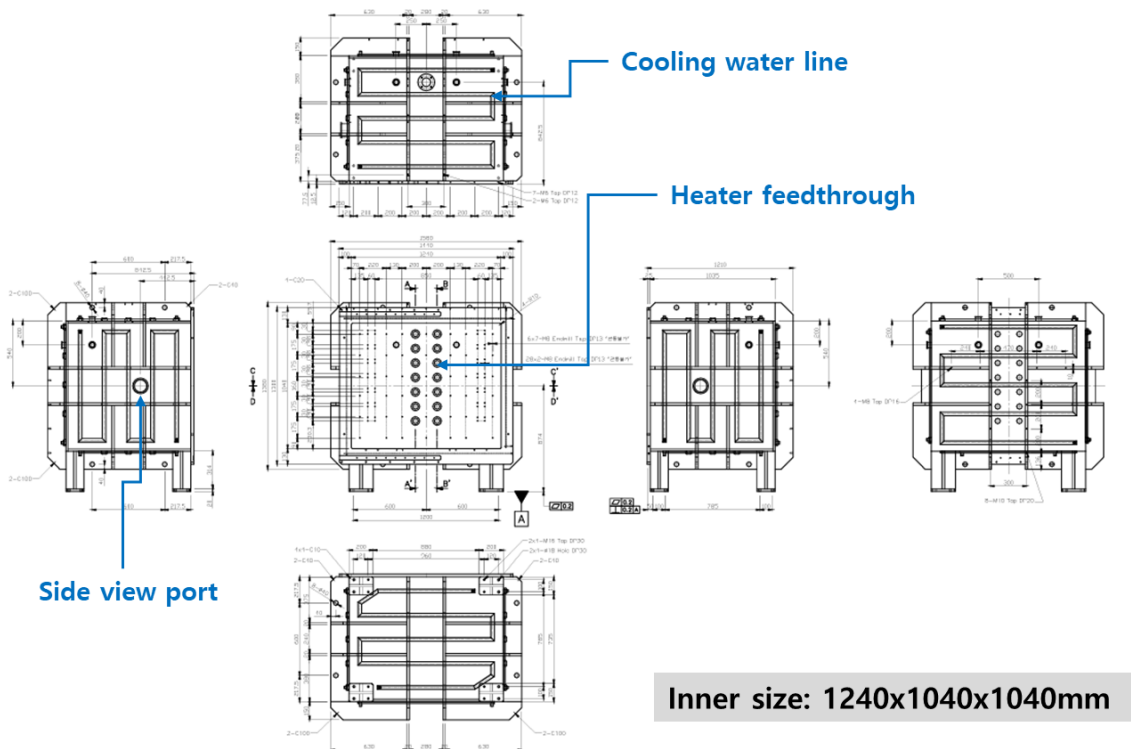
Process Chamber & Door Unit	✓ Process Chamber Unit - Material: SUS304 - Dimension: Inner(LxWxH) 1240x1040x1040mm - 챔버 외부 벽면 Cooling line - 각종 Port (for Pumping, Heater, View Port, Gauge 등)	1ea
	✓ Door Unit - Material: SUS304 - Door 외부 Cooling line - Door Open/Close Moving Unit - View Port(2EA)	1ea
Vacuum Pumping Unit	✓ Dry Pump, Edwards iXH-200H - Typical peak pumping speed: 215 m³/h - Ultimate pressure: < 3x10⁻² mbar - Dimension: 901x390x526mm, 287kg - Inlet flange(ISO63) / Outlet(NW40) - Utility . Nitrogen purge(Supply pressure): 2.5~6.9 bar . Cooling water: 4 slm	1ea
Carrier Unit	✓ Carrier(선반) Unit - 6 단 적재선반 구성 (※ 모듈 투입을 고려해서 고정형 3 단 선반 – 조립형 3 단선반으로 변경구성) - 좌/우 2ea 로 구성하여 교대로 투입 - 좌/우 Moving 은 실린더를 이용하여 자동으로 이송하고 챔버에 투입 및 반출은 수동으로 이송하는 구성임	2set
Heater Unit	✓ Sheath Heater - 히터는 4 단으로 구성하여 히터 용량을 고려하여 1 단에 히터 2ea 를 적용하여 총 8ea 히터로 구성되어 있음 - Type: Sheath Heater - Temperature: Max. 650°C - T/C: 4ea(히터 제어용) + 2ea(분위기용)	4set (8ea)
플라즈마 분해유닛	✓ Pre-Pump Plasma 분해 유닛, FST FinePAS - Pre-Pump Plasma – Quencher, Cabinet 통합시스템 - 저전력, 고효율, Easy Maintenance - Dimension: 650 x 1250 x 1800mm, 165kg - Control interface: RS-232, Analog	1set

건식 포집유닛	✓ Dry Scrubber, FST FINE100CS - 플라즈마 분해유닛에서 1 차적으로 분해된 불소계 유해가스를 효과적으로 포집하기 위한 흡착충진제가 충전된 Scrubber 시스템 - 불소계 위주의 충진제가 충전되어 있으며 추후 포집하고자 하는 물질을 변경하고자 할 경우 충진제를 변경 가능함 - Dimension: 610x600x1500mm,	1ea
진공게이지	✓ Pirani Gauge, INFICON PSG554 - 부식성이 높은 응용분야를 위해 세라믹 코팅 타입 - 측정범위: 3.8×10^{-5} ~ 750 Torr	2ea
가스공급유닛	✓ Mass Flow Controller, MFCFLOW MF-200C - 용도: 플라즈마 처리유닛 공정가스 공급용 - 사양: Ar, 0~5slm ✓ N2 gas 공급 시스템 구성 - 용도: Dry Pump Purge 용, Dry Scrubber 용 ✓ Gas 분배유닛: Regulator, Diaphragm Valve 등	1set
냉각수 공급유닛	✓ 공냉식 일체형 냉각기, 디아이테크 DI-10A-S - Cooling capacity: 28000 kcal/hr - Flow rate: 130~266 LPM - 사용온도: 7~30℃ - Dimension: 1604x810x1450mm, 500kg - Water tank: 150L - 전원: 3hp 380V 60Hz (제어전원: 1ph 220V 60Hz) ✓ Water 분배기: 챔버벽면, Dry Pump, 플라즈마 분해유닛 용	1set
Electric Control Unit	✓ Electric Control Panel	1 set

3.2 기술자료 (세부사양)

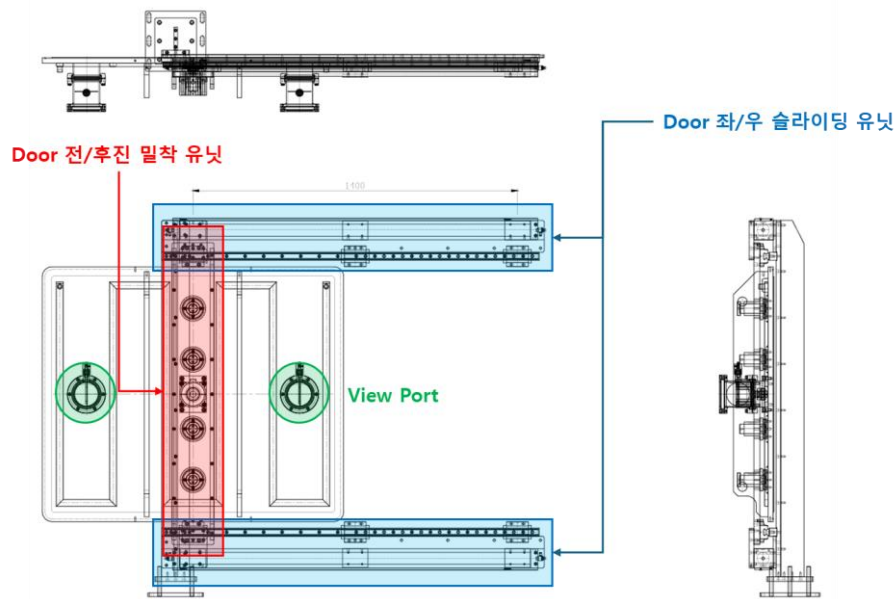
3.2.1 장비크기(Dimension): 4.5m(L) x 4.0m(D) x 2.2m(H)

3.2.2 Chamber Unit



[Vacuum Chamber]

본 장비는 Process chamber 로만 구성되어 있으며 정면 Door 가 장착되어 제품 캐리어 유닛 투입/반출 및 유지 보수시에 사용할 수 있도록 설계되었습니다. Chamber 의 재질은 Stainless Steel 을 사용하였으며 Pumping port, Vacuum gauge port, Heater Unit port, 각종 Valve 용 port, View port 등을 연결할수 있는 Port 들이 용접되어 있습니다. Door 는 좌/우 에어실린더 및 센서를 이용하여 좌/우 슬라이딩 타입으로 설계하여 공간 활용을 최적화하였습니다. 또한 전면 및 측면에 View Port 를 장착하여 공정 진행상황을 확인할 수 있습니다. 챔버 벽면 및 Door 의 경우 고온 히터 사용시 변형 및 고온을 방지하기 위해 냉각수 순환을 위한 Cooling line 을 적용하였습니다.



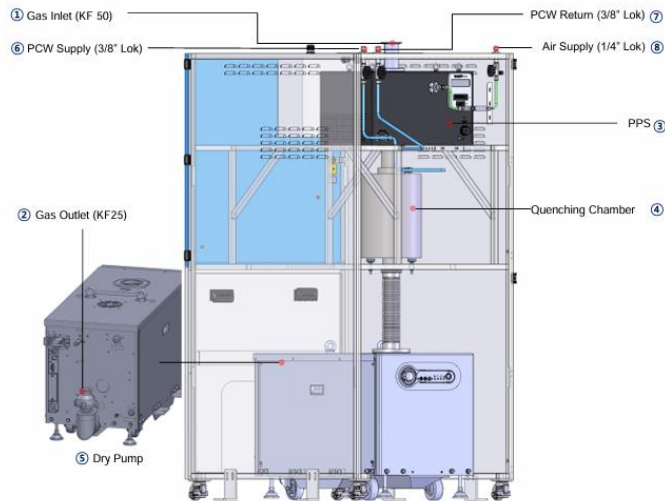
[Door Unit]

3.2.3 Pumping System

본 장비에는 챔버 진공 형성 및 플라즈마 분해 유닛의 가동을 위한 진공 형성을 위해 저진공 펌프를 적용하였습니다. 이차전지 파우치셀의 진공 열처리시 발생하는 불수계 유해가스에 내성이 비교적 우수한 Dry pump 를 본 장비에는 적용하였습니다. Dry pump 는 아래 그림과 같이 플라즈마 처리기 하부에 설치하여 챔버에서 유입되는 유해가스를 최대한 분해후 Dry pump 에 유입되도록 설계하여 Dry pump 의 손상을 최소화하고자 하였습니다.

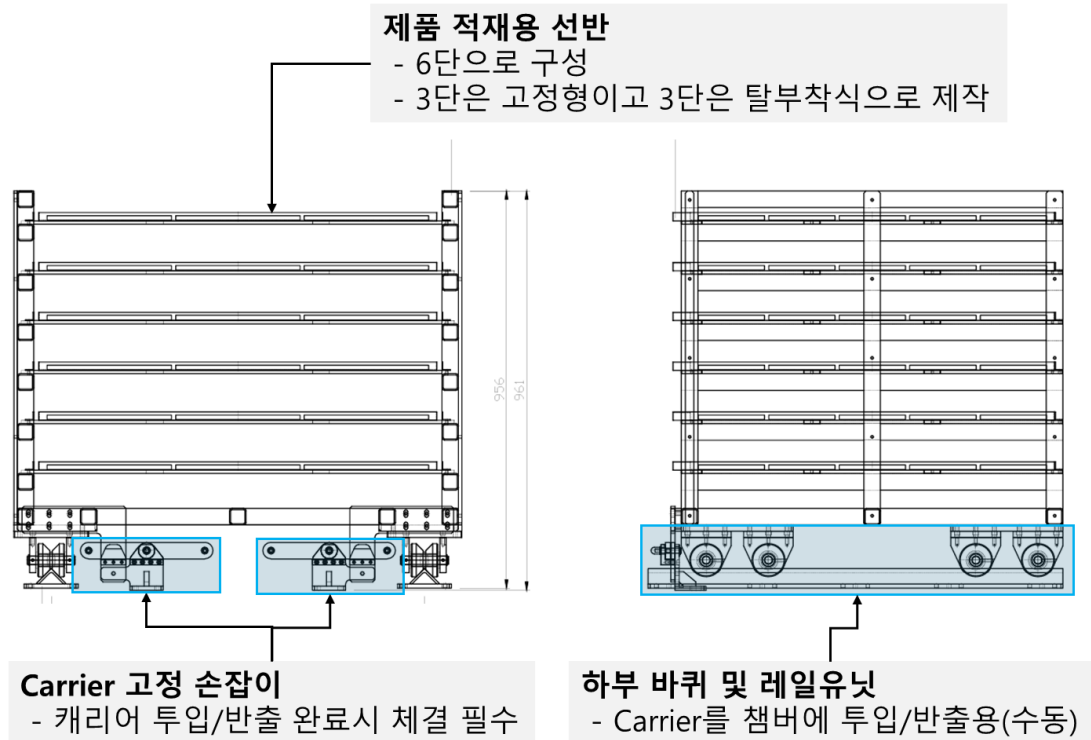
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Control/connector identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Ethernet LAN LED (green)</td></tr> <tr><td>2</td><td>Ethernet link LED (yellow)</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ethernet connection</td></tr> <tr><td>4</td><td>Power LED (green)</td></tr> <tr><td>5</td><td>System interface</td></tr> <tr><td>6</td><td>Warning LED (yellow)</td></tr> <tr><td>7</td><td>Running and Alarm LEDs (2 colours, either green or red)</td></tr> <tr><td>8</td><td>Accessory interface</td></tr> <tr><td>9</td><td>MicroTm in control LED (green)</td></tr> <tr><td>10</td><td>EMS interface</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Control/connector identification</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>11</td><td>Micro Tm connection (if fitted)</td></tr> <tr><td>12</td><td>Electrical supply connection</td></tr> <tr><td>13</td><td>Electrical connector locking mechanism</td></tr> <tr><td>14</td><td>Nitrogen purge connection</td></tr> <tr><td>15</td><td>Cooling water supply connection</td></tr> <tr><td>16</td><td>Protective earth (ground) stud</td></tr> <tr><td>17</td><td>Exhaust gas outlet connection</td></tr> <tr><td>18</td><td>Cooling water return connection</td></tr> <tr><td>19</td><td>RF earth (ground) stud</td></tr> </tbody> </table>	Item	Control/connector identification	1	Ethernet LAN LED (green)	2	Ethernet link LED (yellow)	3	Ethernet connection	4	Power LED (green)	5	System interface	6	Warning LED (yellow)	7	Running and Alarm LEDs (2 colours, either green or red)	8	Accessory interface	9	MicroTm in control LED (green)	10	EMS interface	Item	Control/connector identification	11	Micro Tm connection (if fitted)	12	Electrical supply connection	13	Electrical connector locking mechanism	14	Nitrogen purge connection	15	Cooling water supply connection	16	Protective earth (ground) stud	17	Exhaust gas outlet connection	18	Cooling water return connection	19	RF earth (ground) stud
Item	Control/connector identification																																										
1	Ethernet LAN LED (green)																																										
2	Ethernet link LED (yellow)																																										
3	Ethernet connection																																										
4	Power LED (green)																																										
5	System interface																																										
6	Warning LED (yellow)																																										
7	Running and Alarm LEDs (2 colours, either green or red)																																										
8	Accessory interface																																										
9	MicroTm in control LED (green)																																										
10	EMS interface																																										
Item	Control/connector identification																																										
11	Micro Tm connection (if fitted)																																										
12	Electrical supply connection																																										
13	Electrical connector locking mechanism																																										
14	Nitrogen purge connection																																										
15	Cooling water supply connection																																										
16	Protective earth (ground) stud																																										
17	Exhaust gas outlet connection																																										
18	Cooling water return connection																																										
19	RF earth (ground) stud																																										
Model	Edwards iXH200H																																										
Dimension	901 x 390 x 526 mm																																										
Mass	287 kg																																										
Inlet / Outlet flange	ISO63 / NW40																																										
Typical peak pumping speed	215 m ³ /h																																										

Ultimate pressure	$< 3 \times 10^{-2}$ mbar
Nitrogen purge	2.5 ~ 6.0 bar, 1/4" tube fitting
Cooling water	6.9 barg / 4 l/min, Temp. 10~30°C



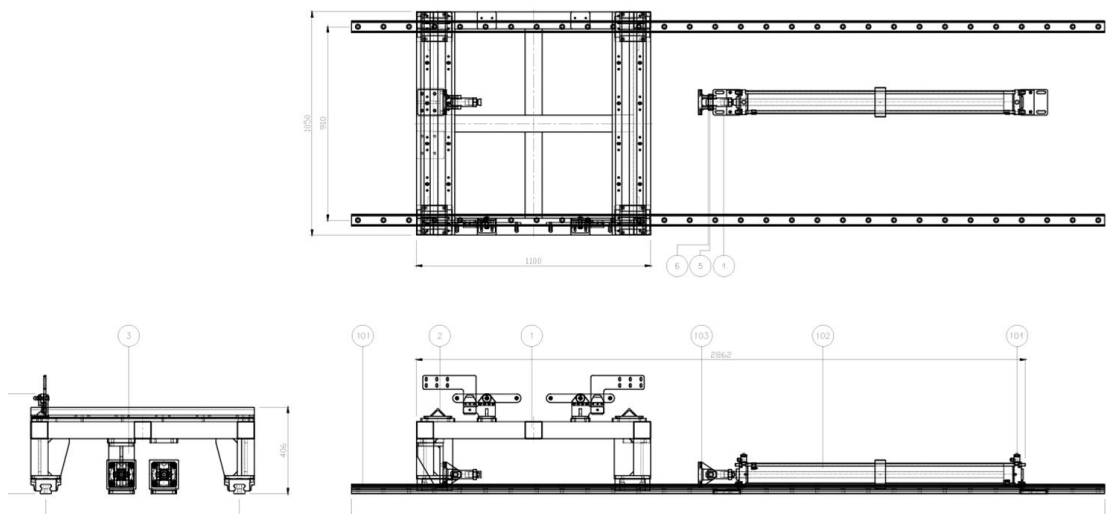
3.2.4 Carrier Unit

본 장비에는 이차전지 파우치셀 제품을 투입/반출을 용이성을 위해 Carrier Unit 을 적용였으며 두개의 Carrier Unit 을 적용하여 작업시간 단축(사전 제품 투입준비) 및 안전을 확보(열처리후 고온 상태의 Carrier 및 제품에 의한 화상방지)하고자 하였습니다. Carrier Unit 는 이차전지 파우치셀 적재를 위한 6 단 선반형태로 설계되어 있으며 그중 3 단은 고정형이고 나머지 3 단은 탈부착이 가능하도록 설계하여 제품의 형태 및 크기에 따라 변경가능합니다. 아래 그림에서 보듯이 하부에 바퀴 및 레일이 있어 작업자가 직접 챔버로 투입/반출 가능합니다. 또한 챔버 내부 및 Carrier Moving Unit 에 고정이 가능하도록 하부 고정형 손잡이가 있어 투입/반출 완료후 반드시 고정형 손잡이를 180 도 회전하여 고정하여야 합니다.



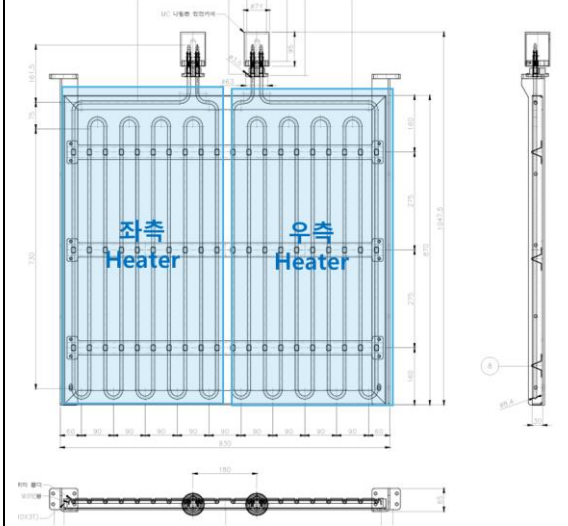
3.2.5 Carrier 좌/우 Moving Unit (자동)

본 장비에는 두개의 Carrier 가 좌/우에 위치하여 교대로 제품을 투입/반출할수 있도록 설계되어 있는데 좌/우로 Carrier unit 를 자동으로 이송 가능합니다. HMI 상의 대차 이송 전/후진 버튼을 터치하여 원하는 위치로 대차를 이송할수 있습니다. 하부 실린더에는 전용 커버를 제작 설치하여 상부 열처리후 제품에서 발생하는 이물에 의한 실린더를 보호할수 있도록 설계 적용되어 있습니다.



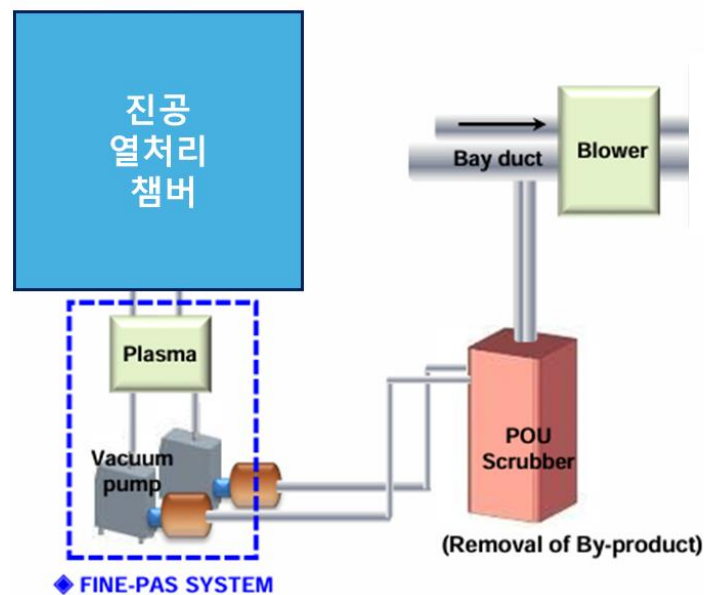
3.2.6 Heater Unit

본 장비에는 이차전지 파우치셀 효과적인 열처리를 위해 4 단 히터를 챔버내부에 적용하였습니다. 히터 내구성이 우수한 Sheath Heater 로 최대온도 650℃까지 가열가능하도록 설계하였으며 히터 용량을 고려하여 1 단에 2 개의 히터를 적용하였습니다. 히터의 온도제어를 위해 각 1 단에 K type 온도센서를 4 개 사용하고 챔버 내부의 분위기 온도를 확인하기 위한 온도센서를 상부/하부 2 개를 추가로 적용하였습니다.

	Heater	- Type: Sheath Heater - 직경: Φ8.4mm - 전체길이: 8550mm - 히터최대온도: 650℃ - 메인전원: 380V, 9kW/1EA
	온도센서	- Type: K type - Sensor 길이: 500mm

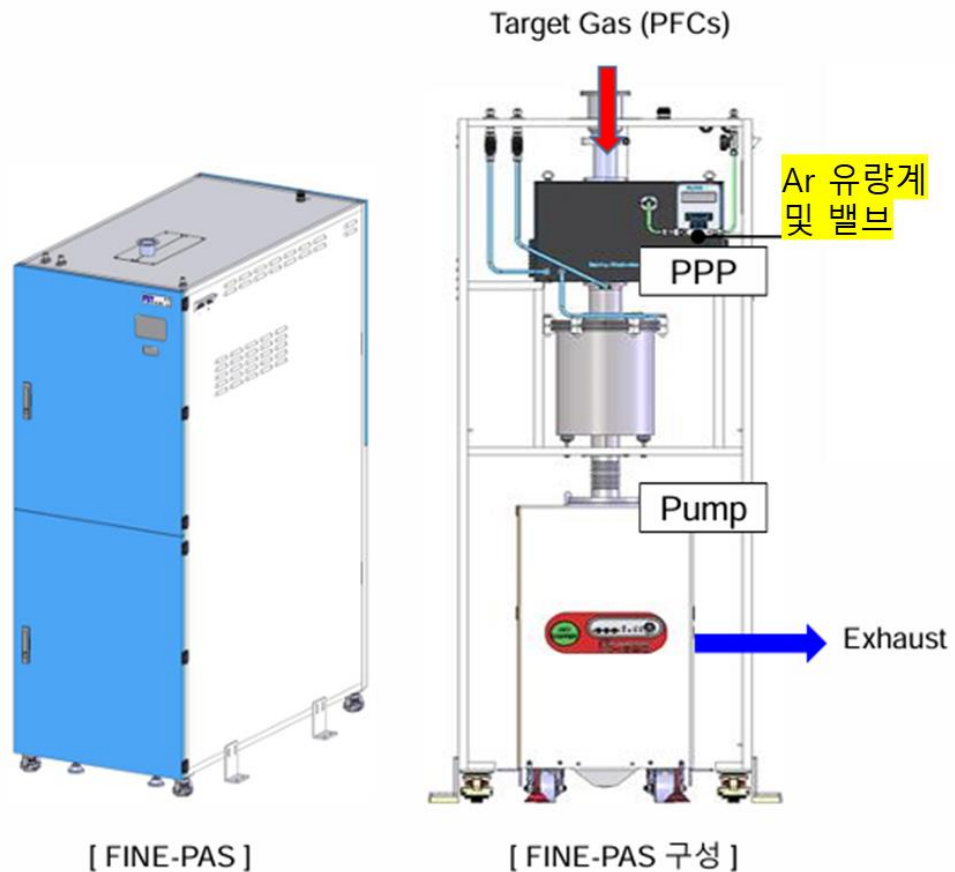
3.2.7 플라즈마 처리기 – Dry Scrubber Unit 을 이용한 유해가스 처리시스템

본 장비에는 이차전지 파우치셀의 진공열처리시 발생하는 불소계 유해가스의 처리를 위해 1 단계 플라즈마 처리기를 의한 분해 및 2 단계 Dry Scrubber 를 이용한 포집 시스템을 적용하였습니다. 플라즈마 처리기는 진공펌프 전단에 위치하여 진공챔버 내에서 발생한 유해가스를 고온상태의 플라즈마를 이용하여 분해하여 진공펌프를 보호하고 분해된 가스를 배기라인으로 배출합니다. 2 단계 Dry Scrubber 는 진공펌프 배기라인을 통해 배출되는 불소계 유해가스를 포집용 충전재에 흡착하여 포집하는 시스템입니다. Dry Scrubber 후단에는 배기 blower 를 반드시 설치하여 배출된 가스를 배기합니다.

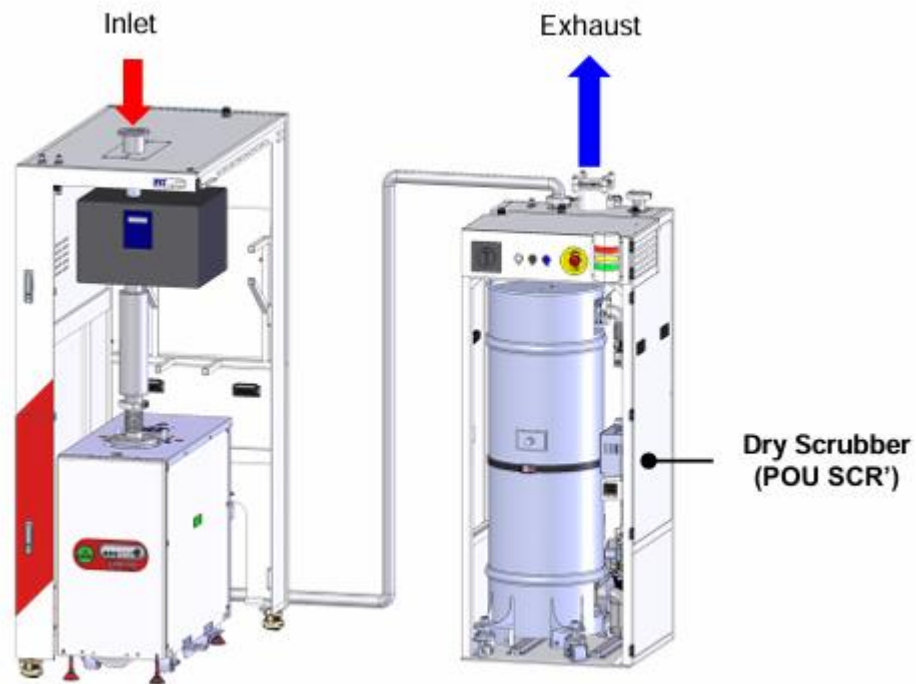


[플라즈마 처리기(FINE-PAS) – Dry Scrubber Unit 시스템 구성]

플라즈마 처리기는 아래 그림과 같이 상부 플라즈마 분해 유닛 – 하부 냉각유닛으로 구성되어 있으며 하부에 진공펌프를 연결하여 진공상태를 형성하고 플라즈마 공정 가스 Ar 를 공급후 플라즈마 처리기를 가동합니다. 상세 운전법은 첨부된 매뉴얼을 참조하세요.



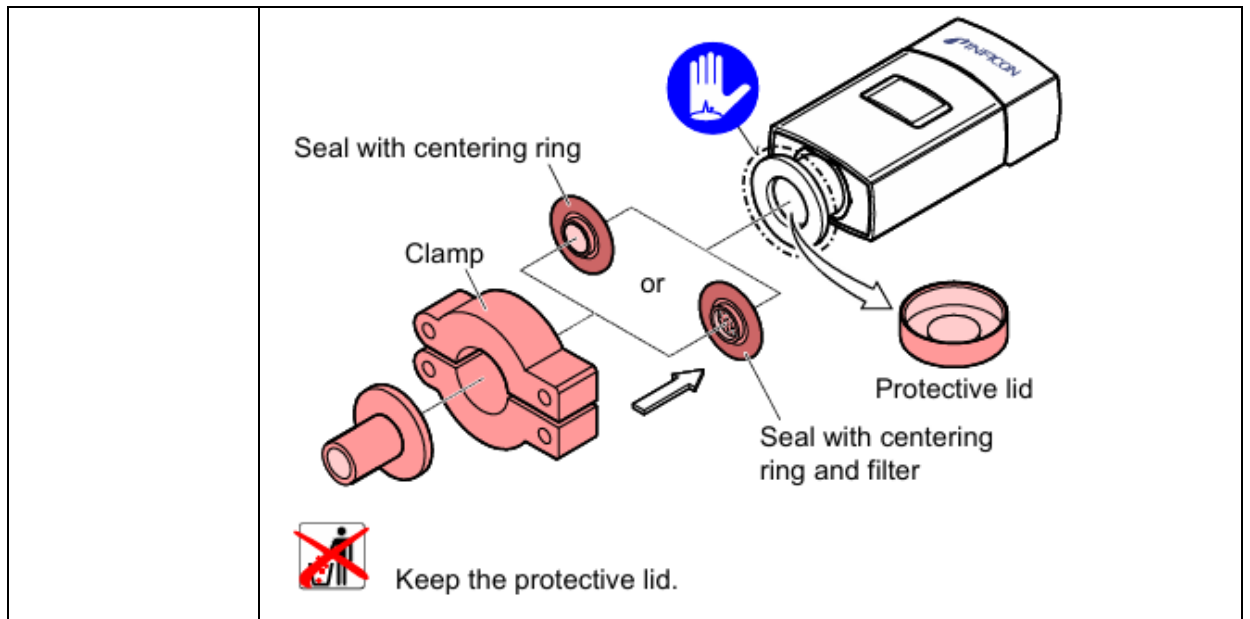
Dry Scrubber 는 플라즈마 처리기에서 분해된 가스중 불소계 가스 위주로 포집하는 장치로 내부 컬럼의 충전재의 종류에 따라 포집 제거하는 가스를 변경할수 있습니다. Dry Scrubber 에는 기본적으로 질소가 Purge 되어야하며 충전재에 포집된 유해가스가 80% 이상이되면 경고가 발생하고 이때에는 제조사인 FST 에 연락하여 충전재 교체를 요청하여야 합니다. 관련 상세 운전법은 첨부된 매뉴얼을 참조하세요. Dr



3.2.8 Vacuum Gauge

본 장비에는 Pirani 타입의 저진공 게이지 적용하였으며 챔버와 진공배관 측정용으로 2 개를 각각 적용하였습니다. 본 장비에 적용된 게이지는 센서 표면에 세라믹 소재가 코팅되어 이차전지 파우치셀 열처리시 발생하는 불소계 유해가스에 의해 진공게이지가 손상을 최소화하고자 하였습니다.

	Fully ceramic coated sensor unit for highly corrosive applications	
	Measurement principle	Thermal conductance acc. to Pirani
	Measurement range	3.8×10^{-5} ... 750 torr
	Installation	in any orientation



3.2.9 가스공급 유닛

(1) Mass Flow Controller ... 플라즈마 분해 유닛용

본 장비의 플라즈마 분해 유닛의 플라즈마 형성을 위해 공정 가스로 사용하는 고순도 Ar 의 안정적인 공급을 위해 5slm 규격의 MFC 는 MFCFLOW 社の MFC (MF-200Series)를 사용합니다. 위 그림에서 볼 수 있듯이 MFC 는 센서에 열을 가했을 때 유량에 따라 센서의 온도 변화값을 측정하여 유체의 유량을 조절하는 방식으로 가스의 종류에 따라 주고받는 열량의 차이가 있어 가스의 종류에 따라 각 가스에 적합한 MFC 를 사용하여 가스량을 정밀하게 제어 가능합니다. 이 유량신호와 외부로부터 설정한 유량설정신호를 비교 제어하여 항상 일정한 유량을 제어합니다. 플라즈마 처리기를 가동할 경우 Ar 용 밸브(2PV1, SV1)을 열고 공급 Ar 양을 설정하여 투입합니다. 기본적인 조건은 Ar 0.4slm 수준으로 투입하고 챔버 진공도 및 발생 가스량에 따라 Ar 양은 조절하여 사용합니다.



» Product Specifications

MODEL	MF-200C
Flow Range (N2 Equivalent)	0~ 30 SLM
Flow Control Range	2~100% of Full Scale
Accuracy	≤±1.0% of Full Scale
Linearity	≤±0.5% of Full Scale
Repeatability	≤±0.2% of Full Scale
Response Time	≤ 2sec
Normal Operating Temperature Range	0~50°C (Guaranteed Accuracy: 15~35°C)
Normal Operating Pressure Range	0~100 Bar(g)
Leak Rate	1x10 ⁻⁸ Pa.m3/sec(He)
Power supply	+15Vdc or +24Vdc / Max. 300mA
Signal Type	0~5Vdc or 4~20mA
Sealing Material	FKM(Viton) / H-NBR(Buna) / FFKM(Kalrez) / Teflon / EPDM
Control Type	Normally Closed Solenoid
Connector Type	D-Sub 9 Pin Male Connector
Fittings Type	LOK: 1/8", 1/4", 3/8", 1/2" VCR: 1/4", 1/2"
Interface Type	Analog
Material of Main Parts	SUS 316L
Warm-up Time	15min (Guaranteed Accuracy : 30min)

[MFC 의 구조 및 Specification]

(2) Nitrogen Gas 공급 유닛 ... Dry Pump Purge, Dry Scrubber, Chamber Purge 용

본 장비에 적용된 Dry Pump 와 Dry Scrubber 는 Purge 용 질소가스가 기본 공급되어야 합니다. 각 장비별 사용조건에 적절한 질소가 장비 가동시에는 기본적으로 공급되어야 하며 장비가동전 반드시 질소가스를 준비해야 합니다.

Nitrogen Gas 공급 유닛 구성



Chamber Purge용 레귤레이터

- 열처리 초기 챔버에 질소 Purge용
- 챔버측 **수동밸브**를 사용하여 공급

Dry Pump Purge용 레귤레이터

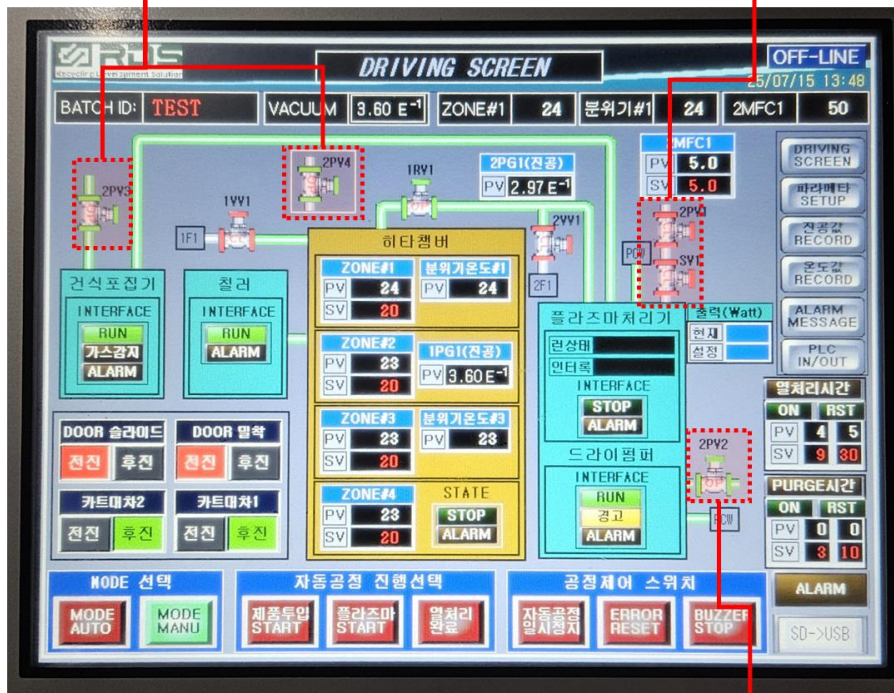
- Dry pump 가동시 Purge용
- HMI **2PV2** Open/Close

Dry Scrubber용 레귤레이터

- Dry Scrubber 가동시 **2PV3, 2PV4** Open
- 내부 컬럼 교체시 사용

Dry Scrubber 가동 시
Diaphragm Valve Open

플라즈마 분해유닛 가동시
Valve Open



Dry Pump 가동 시
Diaphragm Valve Open

4. UTILITY

4.1 Cooling Water 공급유닛



[냉각수 분배기]

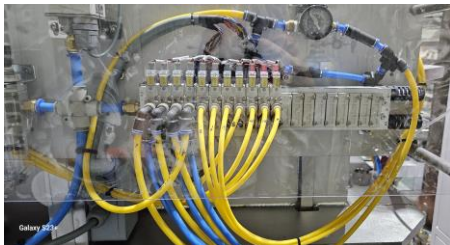
디아이테크 공냉식 일체형 냉각기(DI-10-S)를 본 장비의 냉각수 공급용으로 적용하였습니다. 본 장비에 사용되는 Dry Pump, 플라즈마 처리기와 고온으로 인한 챔버 벽면은 위 사진의 냉각수

분배기를 이용하여 냉각수를 장비 가동시 공급하여야 합니다. 냉각수 분배기에는 유량스위치가 장착되어 있어 냉각수가 정상적으로 공급되는지 확인가능하며 냉각수 공급이 원활하지 않을경우 알람이 울리며 HMI 하단에서 확인할 수 있습니다.

장비 가동전에는 냉각기 전면 오른쪽 하단의 냉각수 수위를 확인하고 부족할 경우 측면 커버를 제거하고 냉각수를 보충하여야 합니다.

4.2 Compressed Air Line

장비의 구동을 위한 각종 밸브(Angle Valve, Vent Valve, Diaphragm Valve), Air Cylinder(Door Open/Close, Carrier Moving Unit)를 구동하기 위한 공압제어를 분배라인으로 정상적인 공압 공급 상태 및 마그네틱 위치센서와 연동하여 정상여부를 확인 가동하도록 설계되어 있습니다. 밸브 및 실린더가 정상적으로 작동되지 않을 경우 각 부분이 작동되지 않도록 Alarm 및 Interlock 기능이 있어 장비의 오작동을 방지할 수 있습니다.



5. 전기판넬 및 제어 시스템 (CONTROL SYSTEM)

- ✓ 전기판넬: Chiller, 플라즈마 처리기, Dry Scubber, Dry Pump, Vacuum Pump, Gauge, Gas 공급 및 각종 밸브, PLC control 등을 포함한 다수의 제어 및 전원 캐비닛
- ✓ 소프트웨어: 전체적인 시스템 제어를 위한 소프트웨어로서 디지털 동작제어, 모니터 표시(윈도우기술)와 시스템 자동화.
 - ① 펌프 설정에 대한 자동 On/Off
 - ② Door Open/Close, Carrier Moving 유닛 제어 및 위치 센서
 - ③ 자동 공정 및 멈춤
 - ④ Alram 작동시 비상 멈춤
 - ⑤ interlock 제어

6. 설비의 유지보수 (Maintenance Instruction)

6.1 설비 가동전 점검사항

본 장비의 전체 시스템을 가동하기전에는 각 해당 설비의 상태를 반드시 확인하고 가동해야 한다. 주요 점검 항목은 아래와 같다.

- ① Chamber 내부 청결 상태 및 간섭부위 점검
- ② Chamber Door 개폐 유무
- ③ 진공 밸브 개폐 및 악세서리 취부 유무
- ④ Power On/Off 인가 상태 확인
- ⑤ 각 유틸리티 Line 공급 상태 확인
- ⑥ 각 해당 설비의 운전 준비 조건
- ⑦ 안전 장구 착용 및 안전 장치 작동 유무
- ⑧ 작업자의 안전 교육 등

6.2 설비 가동시 점검사항

먼저 정상 가동 시까지의 운전 순서를 숙지 및 확인한 후, 정상 가동 중에는 공정 감시 사항들을 점검해야 한다. 특히, 공정 조건이 정상으로 되기까지의 설비 조작이나 설비 상태를 반드시 확인해야 한다. 주요 점검 항목은 아래와 같다.

- ① 진공 Pump 및 밸브 개별 제어 (수동 모드일 때만 개별 제어가 가능함)
- ② Interlock 설정 및 확인
- ③ 각 유틸리티 Line 공급 상태 확인 (Cooling Water, Air, Gas 등)
- ④ 각 Gauge 개별 설정 및 제어
- ⑤ Vent Valve 제어
- ⑥ Heater 제어 (Heating Time, 온도 등)
- ⑦ MFC 제어 (진공 분위기 조성)
- ⑧ Chamber 내부 진공도 확인
- ⑨ Cooling Time 및 유량 설정
- ⑩ 설비 가동 상태 실시간 Trend 감시

6.3 설비 가동 후 점검사항

전체 시스템의 가동을 정지 후 설비의 상태를 확인하고 가동중 이상이 발생한 부분이 있을 경우 필요한 조치를 취해야 한다. 또한 가동 정지 후에는 아래의 항목을 필히 점검하여 재가동에 문제가 발생하지 않도록 하여야 한다.

- ① Power Off (차단)
- ② 진공 밸브 개폐 확인 후에 Vent 를 진행

- ③ 모든 설비의 가동 정지 상태 필히 확인 후 작업 진행
- ④ 각 유틸리티의 Line 공급 차단 및 Drain
- ⑤ 설비 가동 간 Trouble 발생 시 이력을 작성하고 조치 사항에 대해 상세히 기록
- ⑥ Trend 확인 후 기존 데이터와 차이를 보일 경우 필요한 조치 실시
- ⑦ 안전 장구 및 안전 장치 작동 해제
- ⑧ 작업자의 작업 종료 교육 및 이상현상에 대한 전달

설비의 유지 보수 및 관리는 제품의 생산성과 직접 연관되는 중요한 사항이다. 설비의 유지 보수를 위해서는 몇 가지 규칙적인 방법과 보유해야 할 자재 및 물품이 필요하고 해당 설비의 기능을 충분히 이해하여야 한다.

➤ 설비 유지 보수 및 관리의 의의

- ① 경제적 측면: 초기 비용, 가동 비용, 정지 비용의 감소 효과가 있다.
- ② 품질적 측면: 생산 설비의 TOTAL COST 는 생산 설비의 품질 정도, 최적 운전 조건의 유지, 설비의 고장, 수명에 대한 신뢰성(정지 비용) 등의 조건에 의하여 결정된다

➤ 설비 유지 보수 및 관리의 목적

- ① 최소의 관리비용 최소의 정지 비용을 유지하여 작업능률의 향상, 생산 코스트의 개선을 목적으로 한다.
- ② 설비가 고장 나면 교환 부품이나 교환기기의 비용뿐만 아니라. 생산라인의 경우에는 전 생산라인에 영향을 주어 정지 비용이 단순히 부품교환 대금이 아니라는 것을 알 수 있다.
- ③ 사후(고장) 보전은 기능 저하나 정지된 생산라인을 조금이라도 빨리 가동시키기 위하여 중요 하지만, 생산라인을 정지시키지 않기 위해서는 예방 안전이 오히려 중요하며 이를 위한 보전 투자는 설비의 신뢰성을 증대시키고 생산제품의 품질확보도 도모할 수 있다.

➤ 예방 보전의 의의

설비의 신뢰성을 확보하기 위해서는 일반적으로 다음과 같은 항목의 점검 정비가 이루어져야 한다.

- ① 제품 및 장치사양의 이해(취급 설명서, 카다로그 등의 주위사항을 체크)
- ② 정기 점검의 실시 (부품, 기계의 부품 교환 시기, OVERHAUL 시기, 점검사항의 실시)

➤ 설비 유지 보수 및 관리의 기록

보전의 기록(매일의 작동상태 확인, 작동유 교환일 고장기록)등을 정기적 점검을 실시하면

시간 변화에 따른 유압 장치의 운전 상태에 미세한 변화도 파악하고 고장을 미연에 방지할 수 있으며 또한 고장 보전을 할 때나 원인 조사를 할 때에 유익한 데이터가 된다.

➤ 고장 부위에 대한 대책

① 초기 고장

설계상의 문제, 제조상의 문제, 설치상의 문제, 시운전후 단시간에 발생하는 문제에 대해서는 해당업체에서 적절한 대응에 따라 조치가 이루어지거나, 각 사항 들을 재검토 후 착오가 있었을 경우 재조정하고 이에 대한 대책을 세울 필요가 있다.

② 우발 고장

우발적인 고장은 조작 불량, 정전, 폭한, 폭서, 등으로 주의해도 일어나는 고장이며 고장 발생 확률이 상대적으로 적으나. 이에 대한 적절한 대비를 하여 설비 고장 발생율을 낮추거나, 대책을 수립하여 피해를 최소화해야 한다.

③ 시간경과에 따른 고장

모든 설비는 시간경과에 따른 고장대상이 변화하기도 하는데 이에 따른 변화 요인과 처치법에 대해 다음의 사항들을 참조해서 관리 기준을 정하고, 사후 최적상태의 운전유지를 위한 예방 보전에 유의해야 한다.

➤ 설비 유지 보수 및 관리 항목

① 설비 점검 지침서 작성 보유 및 관리

② 설비 점검자 선정

③ 기능성 부품의 교환 주기 기간에 의한 필요 수량 부품(SPARE) 확보

④ 설비 정비 점검 일지 작성 유지 관리

➤ 설비 유지 보수 작업 전 작업자의 교육 사항

① 작업 시작 전에 항상 안전 교육을 실시한다.

② 작업자는 사전에 해당 설비에 대한 충분한 이해와 노력이 필요 하다.

③ 작업 및 점검 전에는 반드시 목적을 확인하고 안전 장구를 갖춘다.

④ 작업 시작 전후 작업 책임자에게 확인 및 보고한다.

6.4 주요 설비 점검 항목 및 주기

[주요 설비의 주기별 점검 항목]

DAILY	Clean room Main Power 는 정상적으로 공급되고 있는가?
	System Control Power 는 'ON'되어 있는가?
	System 접지는 이상이 없는가?
	System 에 공압은 정상적으로 공급되고 있는가?
	Cooling Water 는 정상적으로 공급되고 있는가?
	Cooling Line 은 정상적으로 연결되어 있는가?
	냉각기의 Cooling Water 양은 적정한가?
	Process Stand-by 상태로 장비가 완전히 복귀되어 있는가?
	만약 이상이 있었던 부분이 있었다면 현재 정상적으로 동작하는가?
	공정가스(Ar) 및 Purge Gas(N2)양은 충분한가?
	Chamber Door & 캐리어 대차 Cylinder 구동에 문제는 없는가?
	Chamber Cleaning 상태는 양호한가?
WEEKLY	Dry Pump 의 구동시 이상 소음이나 진동은 없는가?
	Moving System 의 작동시 특이 소음은 없고 상태는 양호한가?
	유량스위치 및 공압스위치는 정상적으로 동작하는가?
	Chamber 내부 Coating 방지 Cover 의 청소는 필요하지는 않는가?
	혹시 부품의 교환이나 수리가 따로 필요한 부분은 없는가?
	Chamber 의 Pump Down Time 은 정상적인가?
MONTHLY	각종 Component 의 동작 상태 이상은 없는가?
	O-ring/View-Port/Gauge 등의 파손은 있지는 않는가?
	Control Program 은 정상적으로 동작하는가?
	PC & PLC 통신 상태는 양호한가?
	Electrical Brake 는 정상적으로 동작하는가?
	Chamber 에 혹시 Leak 가 있지는 않는가?

7. Trouble-shooting!



앞에서 설명한 내용은 상시 정기적인 유지관리에 대한 설명이고, 이 장에서는 기계적인 고장, 문제 발생에 대한 조치와 처리방법을 설명한다. **전기적인 고장, 문제 발생에 대한 조치와 상세한 처리방법은 첨부된 관련 카다로그를 참조하기 바랍니다.**

7.1 전체 시스템

고장(Fault)	원인(Probable Cause)	조치(Corrective Action)
Poor system pressure	Leaks in system, virtual or real	Locate and repair
	High process gas load	Measure gas load, eliminate cause
	System dirty	Clean system to reduce outgassing
Poor Ultimate pressure	Contaminated pump fluid	Examine and clean pump; replace fluid
	Inadequate cooling water flow	Check water pressure. Check tubing for obstructions and backpressure
	Cooling water is too cold	Check temperature
	Cooling water flow is too high	Adjust water flow
	High forepressure	Check for leak in foreline, poor mechanical pump performance, breakdown of mechanical pump fluid
Slow pumpdown	Low fluid level	Add fluid
	Malfunctioning pump assembly	Check and repair or replace
Inlet Pressure surges	Fluid outgassing	Condition fluid by operating the pump for a few hours
	Leak in system ahead of pump inlet	Check and correct
High chamber contamination of the pump fluid	Forepressure too high	Check for leak in foreline, poor mechanical pump performance, breakdown of pump fluid, and incorrect valve operation
	Prolonged operation in overload range	Adhere to operating procedures
	Cutting over from the backing pump too early in the pump down cycle	Cut over at a lower chamber pressure

	Improper system operation and air release procedures	Adhere to operating procedures
Pump will not start	Safety circuits or protective devices prevent contactor from staying closed	Check utilities, flow devices switches, interlocks. Check thermostat operation

7.2 Dry Pump

고장 증상	고장 원인	대 책
ULTIMATE PRESSURE 가 나뉨	시스템에 LEAK 가 있음	LEAK 를 찾아 원인 제거
	시스템 오염	시스템 CLEAN 작업 실시
	냉각수 공급상태	냉각수 압력 확인 후 조치
	보조펌프 간 압력이 높음	LEAK 확인, 보조 펌프 점검
CHAMBER 내부 오일 오염	시스템에 LEAK 가 있음	LEAK 를 찾아 원인 제거
	보조 펌프 간 압력이 높음	보조 펌프와의 연결 부위 LEAK 확인, 보조 펌프의 성능 및 오일 상태 확인 후 조치
	시스템 조작 미숙 또는 외부 공기 유입	진공 시스템 가동 절차를 확인하고 필요한 조치 시행 Vent/N2 purge Valve Close 상태 확인

7.3 Chiller

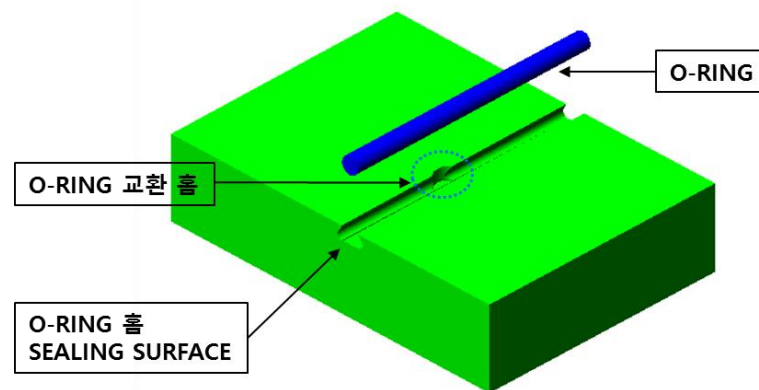
Troubles	Cause	To solve the problem
The power is not applied.	Is the main nfb off?	Turn on the main nfb.
	The nfb is on.	Turn on the machine after checking the power connection and solving the problem.
The chiller is not operated.	There is a problem with the power for operating.	Check the power connection.
Comp doesn't work.	There is a problem with the rated voltage.	Check the power voltage.(220/380/440V $\pm 10\%$)
	The relay for protecting the over electrical load works.	Reset the relay after solving the problem.
	The solonoid valve is closed.	Check the solonoid valve badness and the power connection.
	The temperature of the TIC is configured higher than the current temperature.	Reset the temperature.

	Low pressure s/w is operated for a leakage of refrigerants.	Fill the refrigerants.(2~5Kg/㎥)
	High pressure s/w is bad or is configured low.	Reset the configuration or check the S/W(22~26Kg/㎥)
	HP is operated for F/motor badness of the condenser.	Check the F/motor and replace it.
	Comp is damaged by a fire.	Check comp and replace it.
	The chiller lacks the cooling water and the temperature is high.	Check the cooling water line and cooling tower line.
	HP is operated for rising temperature around the condenser or for dust attaching.	Remove dust around the condenser or clean the condenser.
	MG S/W has problems.	Check the MG S/W and replace it.
Fan motor doesn't work.	HPC is configured high.	Adjust the HPC to 15Kg/㎥.
	The over electrical load relay is operated.	Remove the problem.
	Fan's wing is damaged.	Replace Fan's wing.
The pump doesn't work.	The over electrical load relay is operated.	Remove the problem.
	Dust is flowed into the pump.	Remove the dust.
The cooling water doesn't rotate.	Evaporator is freezed.	When you find freezing, stop the chiller and contact the manufacturer.
	The pump is rotated reversely.	Change the top of the pump power.
	The pump is rotating vacantly.	Operate the chiller after removing air.
	The valve of the chilled water inlet and outlet is closed.	Check the valve.
The temp. of the chilled water doesn't fall.	The compressor doesn't work.	Check the compressor.
	The chilled water doesn't rotate.	Check the chilled water line.
	The evaporator is freezed.	Replace the evaporator.
	The refrigerant lacks.	Check the leakage and fill the refrigerants.
The comp is stoped during operation.	HP S/W is operated.	When the condenser is polluted or dust is attached to the condenser, clean and operate the chiller.
		After checking the chilled water leakage and the pollution, operate the chiller.
	LP S/W is operated.	Check the refrigerants and dryer, replace them and operate the chiller.

8. SPARE PARTS 교체방법

➤ O-RING 교체 방법

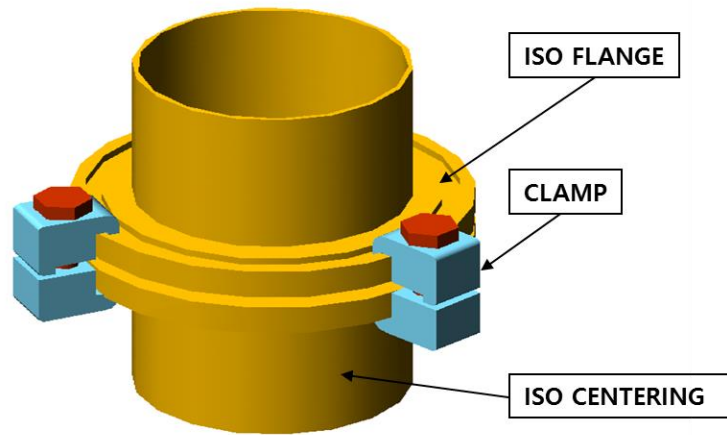
- ① O-RING 교환 홈에 플라스틱류의 핀으로 O-RING 을 살짝 들어 올린다. SEALING SURFACE 에 스크래치가 생기지 않게 조심한다.
- ② O-RING 홈 안쪽을 부드러운 천에 알코올을 묻혀 깨끗이 닦는다.
- ③ 만약 스크래치가 생겼을 경우 미세한 사포로 SEALING SURFACE 를 문지르면서 스크래치를 없애 주어야 한다. (LEAK 발생 방지)
- ④ 교체할 O-RING 을 부드러운 천에 알코올을 묻혀 깨끗이 닦은 후 손으로 다시 한번 닦으면서 미세한 입자나 불순물을 제거한다.
- ⑤ O-RING 홈에 O-RING 을 끼울 때에는 가장자리의 마주보는 대각선부터 우선 끼우고 전체적으로 가볍게 눌러준다. O-RING 을 끼울 때는 원칙적으로 장갑을 끼지 않아야 한다.
- ⑥ O-RING 을 삽입 할때는 O-RING 면에 VACUUM GREASE 를 발라 주어도 좋다.
- ⑦ 사용 개소: CHAMBER DOOR, FLAP V/V BODY, CATHODE BODY 등



O-RING & O-RING 홈

➤ ISO(NW) FLANGE & CLAMP 교체 방법

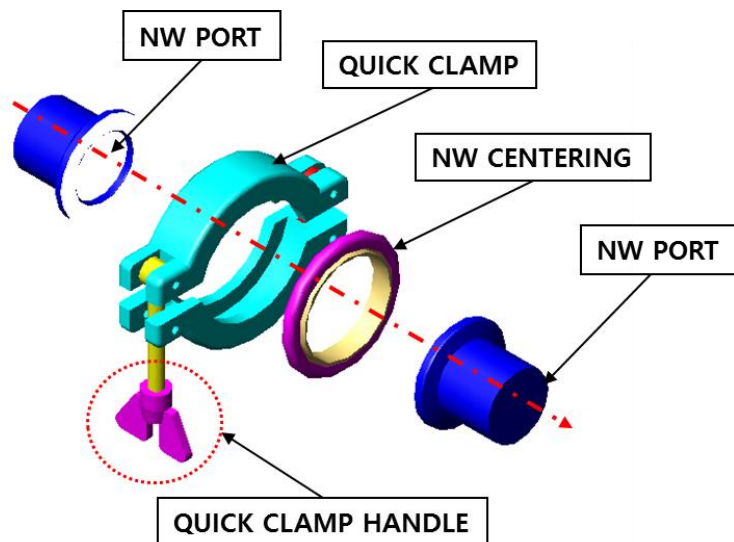
- ① ISO FLANGE 에 CENTERING 을 넣는다. 이때 사전에 CENTERING 을 부드러운 천에 알코올을 묻혀 깨끗이 닦는다.
- ② 조립되는 FLANGE 를 CENTERING 에 잘 맞춘다.
- ③ CLAMP 를 3 개 이상 걸고 한쪽만 많이 죄지 말고 하나씩 조금 조금 죄운다.
- ④ O-RING 을 삽입 할때는 O-RING 면에 VACUUM GREASE 를 발라 주어도 좋다.
- ⑤ 사용 개소: VACUUM LINE 연결 부위 (PIPE, PUMP, GATE VALVE 등)



ISO FLANGE & CLAMP

➤ **PORT & QUICK CLAMP 교체 방법**

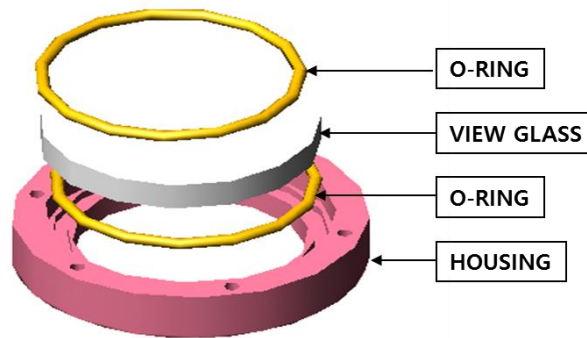
- ① CHAMBER 에 부착된 각 PORT 와 CENTERING 을 깨끗이 닦는다.
- ② 조립되는 PORT 에 CENTERING 를 잘 맞추고 QUICK CLAMP 를 잘 끼운다.
- ③ QUICK CLAMP HANDLE 을 시계 방향으로 돌리면서 잘 죄는다.
- ④ 만약 분리할 때 CLAMP 가 잘 빠지지 않으면 드라이버 같은 것을 사용하여 한쪽 방향으로 민다.
- ⑤ 사용 개소: CHAMBER 에 부착된 각종 SENSOR, GAUGE, VENTING VALVE 등



NW PORT & QUICK CLAMP

➤ **VIEW PORT 교체 방법**

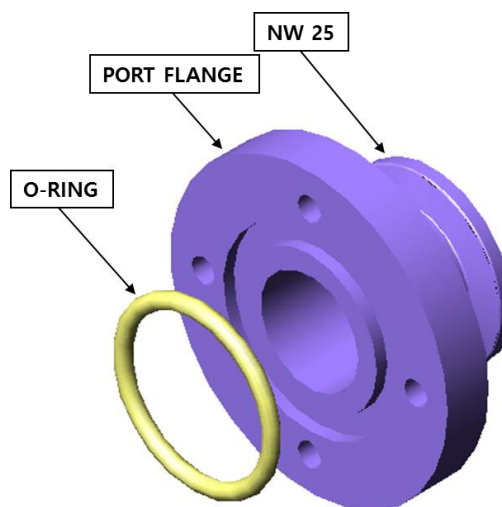
- ① PORT FLANGE 에 잘 닦은 O-RING 을 끼운다.
- ② CHAMBER SEALING SURFACE 를 깨끗이 한 다음 BOLT HOLE 에 맞게 BOLTING 한다. 이때 O-RING 에 상처가 나지 않도록 주의해야 한다.
- ③ O-RING 을 삽입 할 때는 O-RING 면에 VACUUM GREASE 를 발라주어도 좋다.
- ④ 사용 개소: CHAMBER 에 부착된 각종 VIEW PORT, SENSOR PORT 등



VIEW / SENSOR PORT 구성품

➤ **GAUGE PORT 교체 방법**

- ① CHAMBER 에 부착된 VIEW PORT 의 O-RIN 홈을 깨끗이 닦는다.
- ② O-RING 를 삽입 한 후, 진공용 GAUGE 를 끼우고 한 손으로 GAUGE 를 밀고 있고 또 다른 O-RING 를 HOUSING 에 넣고 조립한다.
- ③ O-RING 을 삽입 할 때는 O-RING 면에 VACUUM GREASE 를 발라주어도 좋다.
- ④ 사용 개소: CHAMBER 에 부착된 PIRANI, BARATRON GAUGE, VENT PORT



GAUGE / VENT PORT 구성품

[부품별 제조사 및 연락처]

No	부품명	제조사	연락처
1	전체 시스템 (진공 열처리 시스템)	세종하이테크	홈페이지: www.sejonghitech.com 연락처: 053-961-8667
2	플라즈마 처리기 – Dry Scrubber	(주)에프에스티	홈페이지: www.fstc.co.kr 연락처: 031-371-2400
3	Dry Pump	Edwards (엠평워베콤)	엠평워베콤 연락처: 041-557-7082
4	MFC (MF-200SERIES)	MFC FLOW	홈페이지: https://www.mfc-flow.com 연락처: 042-621-7396
5	Vacuum Gauge (PSG554)	INFICON	홈페이지: https://www.inficon.com/ko