

시험 성적서

신청자
주식회사 케이마린

성적서번호
HCT-BA-2512-MF001

발행일
2025년 12월 16일

시험원
박준희



기술책임자
장재호



주식회사 에이치시티 대표이사





|주|에|이|치|시|티

경기도 이천시 마장면 서이천로 578 번길 2-6, 73, 74
Tel. 031 645 6300 Fax. 031 645 6401

시험 성적서

성적서번호 :
HCT-BA-2512-MF001

발행일 :
2025년 12월 16일

신청자 주식회사 케이마린
전북특별자치도 김제시 공덕면 황경 2길 76

제품명 전기추진설비 (배터리 시스템)
모델명 EP-SS-563V230Ah-C

시험기간 2025년 08월 14일 to 2025년 11월 24일

시험장소 고정시험실 현장시험
(주소 : 경기도 이천시 마장면 서이천로 578 번길 74)

시험방법 해양수산부고시 제 2024-149 호:2024. 12. 30
(선박용물건의 형식승인 시험 및 검정에 관한 기준)

시험결과 시험결과 참조

제조사 Guangdong ePropulsion Technology Limited
Room 801, Building 1, 11 Daxue Road, Songshan Lake, Dongguan, Guangdong
Province, China
정격 DC 563.2 V, 220.0 Ah

시험성적서 발행내역

시험성적서의 개정내역이 표시됩니다.

개정번호	발행일	발행내역
0	2025. 12. 16	최초발행

안내사항

내용

본 시험성적서의 시험결과는 신청자가 제출한 시료에 한합니다.

본 시험결과는 규격에서 요구하는 시험방법만을 적용하였습니다.

* 표시된 시험결과는 시험기관의 인정범위 밖의 것임을 밝힙니다.

** 표시된 내용은 고객에 의해 제공받은 정보입니다.

*** 표시된 내용은 위탁시험한 결과입니다.

[해당시] 본 시험결과는 OO 기관에서 위탁시험한 결과입니다.

본 시험성적서의 진위여부에 대한 확인이 필요하신 경우에는 www.hct.co.kr로 문의 부탁드립니다.

본 성적서는 국제시험기관인정협력체(ILAC) 상호인정협정(MRA)에 서명한 한국인정기구(KOLAS) 및 미국인정기구(A2LA) 인정((KS Q) ISO/IEC 17025)과 관련없는 시험결과입니다.

목 차

1	시험기관	5
1.1	일반현황	5
1.2	시험장 소재지	5
2	시험 항목 및 결과	6
3	시료 정보	7
3.1	전기추진설비 (배터리시스템)	7
3.2	BMS 정보	8
4	시험 방법 및 결과	9
4.1	외관검사	9
4.2	과충전 전압제어 시험	13
4.3	과충전 전류제어 시험	17
4.4	과열 제어 시험	21
4.5	셀 균등화 시험	25
4.6	배터리충전량 확인 시험	29
4.7	내전압시험	34
4.8	절연 저항 시험	42
4.9	안전 기능 시험	64
4.9.1	비상 정지 기능	64
4.9.2	알람 및 차단 기능	67
4.9.3	배터리 관리시스템 기능	74
4.9.4	통신 신호 고장	78
4.9.5	기타 안전기능과 관련된 시험 (루프 안전성)	81
4.10	센서 고장 시험	86
4.11	최대 C-rate 확인 시험	98
4.12	환경시험	100
4.12.1	성능시험	100
4.12.2	고온건조 시험	105
4.12.3	저온 시험	109
4.12.4	온습도 시험	122
4.12.5	진동 시험	135
4.13	보호등급(IP 등급)시험	143
4.14	난연성 시험	147

4.15 전원 상실 시험	158
4.16 전원 변동 시험	161
5 시험 설비 현황	165

1. 시험기관

1.1 일반현황

기관명	(주)에이치시티
대표이사	허봉재
주소	경기도 이천시 마장면 서이천로 578 번길 2-6, 73, 74
전화번호	031-645-6300
팩스번호	031-645-6401
이메일	HCT_safety@hct.co.kr

1.2 시험장 소재지

주소	경기도 이천시 마장면 서이천로 578 번길 74
전화번호	031-645-6300
팩스번호	031-645-6401

2. 시험 항목 및 결과

번호	시험규격	시험항목	시료번호	결과	
1	해양수산부고시 제 2024-149 호	외관검사	#1 (배터리 시스템)	적합	
2		과충전 전압제어 시험		적합	
3		과충전 전류제어 시험		적합	
4		과열 제어 시험		적합	
5		셀 균등화 시험		적합	
6		배터리충전량 확인 시험		적합	
7		내전압시험		적합	
8		절연 저항 시험		적합	
9		안전 기능 시험		적합	
10		센서 고장 시험		적합	
11		최대 C-rate 확인 시험		적합	
12		환경시험	성능시험	#1-BPU (BPU)	적합
			고온건조 시험		적합
			저온 시험		적합
			온습도 시험		적합
			진동 시험		적합
13		¹⁾ 보호등급(IP 등급)시험	적합		
14		난연성 시험	개별 시편	적합	
15		전원 상실 시험	#1 (배터리 시스템)	적합	
16		전원 변동 시험		적합	

비고

- 시험은 별도의 온도 제시값이 없는 경우 (25 ± 5) °C 에서 진행한다.
- ¹⁾환경시험 및 보호등급 시험은 해양수산부고시 제2024-149호로 검증된 모듈을 사용하여 BPU 만 별도로 평가됨.
- 배터리 시스템은 별도의 배터리룸에 설치되어 환경시험 항목중 염수분무 시험은 평가에서 면제됨.
- 배터리 시스템은 가동부가 없어 경사 시험은 평가에서 면제됨.

- 해양수산부고시 제 2024-149 호 166. 전기추진설비 시험 항목중 전자기적합성 시험은 별도로 평가됨.
(성적서 번호 : HCT-EM-2512-MF001, 발행기관 : 주식회사 에이치시티)

3. 시료 정보

3.1 전기추진설비 (배터리 시스템)

모델명	EP-SS-563V230Ah-C
정격 전압	563.2 V
정격 용량	220.0 Ah
충전 전류	73.33 A
최대 충전 전류	110.0 A
충전 전압	610.0 V
상한 충전 전압	642.4 V
충전 종료 전류	N/A
방전 전류	73.33 A
최대 방전 전류	110.0 A
방전 종료 전압	520.0 V
하한 방전 전압	440.0 V
치수	2080 mm x 1013 mm x 728 mm
중량	Approx. 1 034.5 kg
직병렬 구조	1P176S
배터리셀	L173F230 (성적서 번호 : HCT-BA-2508-MF001, 발행기관 : 주식회사 에이치시티)
배터리모듈	EP-51.2V230Ah-C (성적서 번호 : HCT-BA-2508-MF002, 발행기관 : 주식회사 에이치시티)
BCU (BMS)	EP-SSCU-750V-A

비고

- 배터리시스템에 사용된 배터리셀 및 배터리모듈은 해양수산부고시 제 2024-149 호
(선박용물건의 형식 승인 시험 및 검정에 관한기준 166. 전기추진설비)에 의해 평가됨.

3.2 BMS 정보

Fault Description	Spec.
System High Voltage	620.0 Vdc
System Low Voltage	440.0 Vdc
Cell Voltage (Protection)	3.65 Vdc
Cell Voltage (Protection)	2.50 Vdc
Protection Current	128 A
Rated Voltage	(18~ 26) Vdc
High Temperature	55 °C (Charging) 60 °C (discharging)
BMS Software Version	25.1.4.1
BMS Model name	EP-SSCU-750V-A

4. 시험 방법 및 결과

4.1 외관검사

4.1.1 시험 방법

배터리시스템과 제조자가 제공한 도면 및 사양서와 비교하여 일치여부를 확인한다.

4.1.2 시험 기준

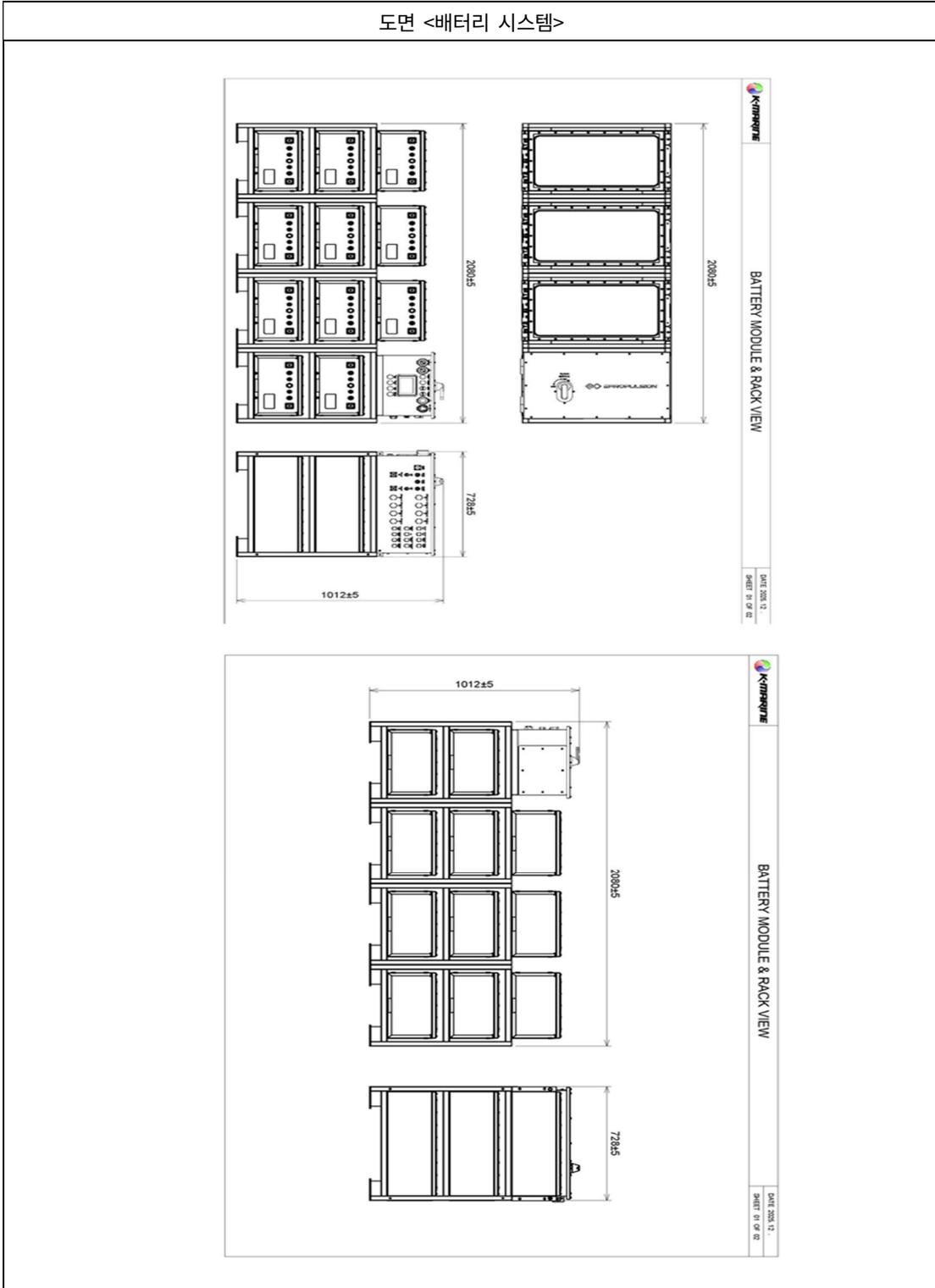
도면 및 사양서와 같을 것

4.1.3 시험 결과

시료번호	구분	결과
#1	도면	일치
	사양서	일치

비고

4.1.4 시험 사진



제품사진<정면>



제품사진<우측>



제품사진 <좌측>



제품사진 <뒷면>



4.2 과충전 전압제어 시험

4.2.1 시험 방법

- 배터리 시스템은 제조사에서 지정한 종료 전압까지 정전류 44.0 A (0.2 lt A)로 방전한다.
- 단전지의 상한 충전 전압의 10% 초과하는 전압으로 설정하여 권장된 충전기의 최대 전류로 충전한다.
- 충전 종료 후 1시간 동안 지속적으로 데이터 저장/감시 하여야 한다.

단전지 상한 전압 [Vdc]	시험 전압 110 % [Vdc]	최대 충전 전류 [A]	차단 전압 (배터리시스템)	차단 전압 (단전지)
3.80	735.68	110	642.4	3.65

<시험 조건>

4.2.2 시험 기준

- 발화 및 폭발이 없어야 한다.
- 시험이 진행되는 동안 배터리 시스템의 모든 기능은 설계된 것과 같이 동일하게 동작되어야 한다.

4.2.3 시험 결과

시료 번호	시험 전 전압 [Vdc]	측정된 최대 충전 전압 [Vdc]	측정된 단전지 최대 전압 [Vdc]	과충전 전압 제어 여부	결과
#1	533.58	628.25	3.685	BMS 에 의해 주개폐기 동작	발화 및 폭발 없음

비고

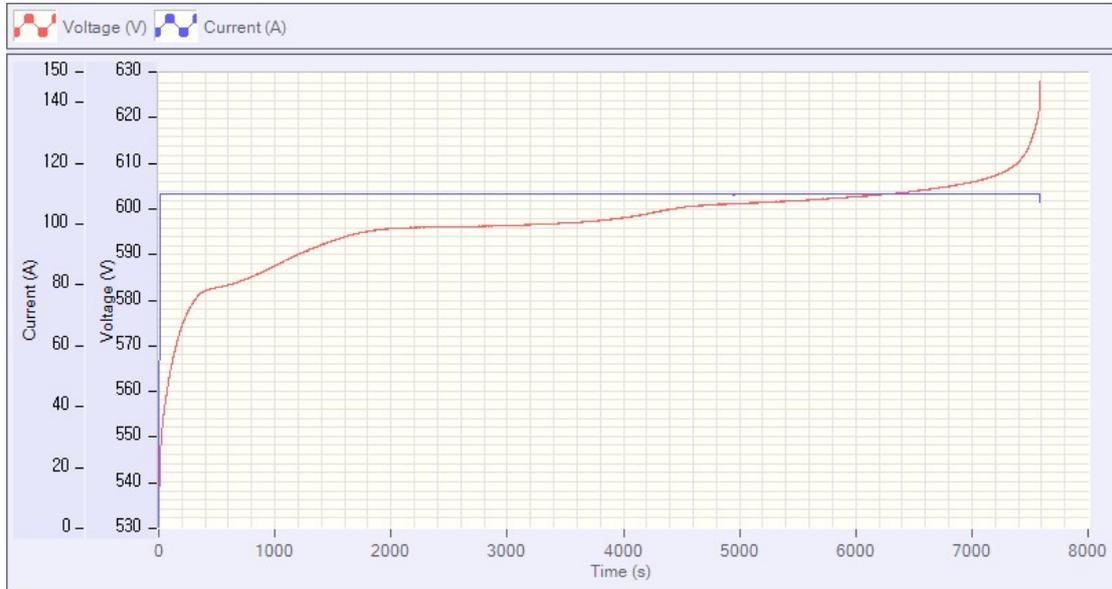
- 측정된 단전지 최대 전압은 BMS 에서 측정된 값임. (단전지 과전압 알람 발생 3 초 후 차단됨)

4.2.4 시험 사진

과충전 전압제어



시험 그래프



<충방전기>



<BMS>

BMS 화면

BMS basic info V3.3
— □ ×

ePropulsion

Detailed

Configuration

Download

History

Simulation

SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Discharge

0.2%

VOLT	CUR
533.8 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3146	mv
Min Volt	2868	mv
Max Temp	28	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

High Cell Volt

Low Cell Volt

High Cell Temp

High Temp Differ

Low Cell Temp

High Volt Differ

Master Slave Comm

Volt Cable

Temp Cable

Low Insulation

Low SOC

High Balance Temp

power supply

Emergency

High Chg Cur

High Dis Cur

Relay

Precharge

High Total Volt

Low Total Volt

High Volt Collect

HVIL Fault

<시험 전>

BMS basic info V3.3
— □ ×

ePropulsion

Detailed

Configuration

Download

History

Simulation

SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Charge

100.0%

VOLT	CUR
591.1 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3392	mv
Min Volt	3350	mv
Max Temp	40	°c
Min Temp	37	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

High Cell Volt

Low Cell Volt

High Cell Temp

High Temp Differ

Low Cell Temp

High Volt Differ

Master Slave Comm

Volt Cable

Temp Cable

Low Insulation

Low SOC

High Balance Temp

power supply

Emergency

High Chg Cur

High Dis Cur

Relay

Precharge

High Total Volt

Low Total Volt

High Volt Collect

HVIL Fault

<시험 후>

F-TP22-03 (Rev. 06)

페이지 16 / 총 166 페이지

본 시험성적서는 시험기관의 승인없이 전체를 제외하고는 (일부만이) 복제되어서는 안됩니다.

4.3 과충전 전류제어 시험

4.3.1 시험 방법

- 배터리 시스템은 제조사에서 지정한 종료 전압까지 정전류 44.0 A (0.2 lt A)로 방전한다.
 - 배터리 시스템의 최대 충전 전류의 20% 초과하는 전류로 충전한다
 - 충전 종료 후 1시간 동안 지속적으로 데이터 저장/감시 하여야 한다.
- 비고) 냉각 시스템(만약 존재한다면)이 작동되는 정상적인 운영 조건하에서 수행한다.

최대 충전 전류 [A]	차단 전류 [A]	120 % 초과 적용 전류 [A]
110.0	128.0	132.0

<시험 조건>

4.3.2 시험 기준

- 단전지 및 배터리로 인가되는 전류가 셀의 최대 충전전류를 초과할 경우, BMS는 충전을 중지시켜서 배터리시스템을 위험으로부터 보호해야 한다.
- 발화 및 폭발이 없어야 한다.

4.3.3 시험 결과

시료 번호	시험 전 전압 [Vdc]	측정된 최대 전류 [A]	시험 후 전압 [Vdc]	과충전 전류 제어 여부	결과
#1	530.35	132.12	0	BMS에 의해 주개폐기 동작	발화 및 폭발 없음

비고

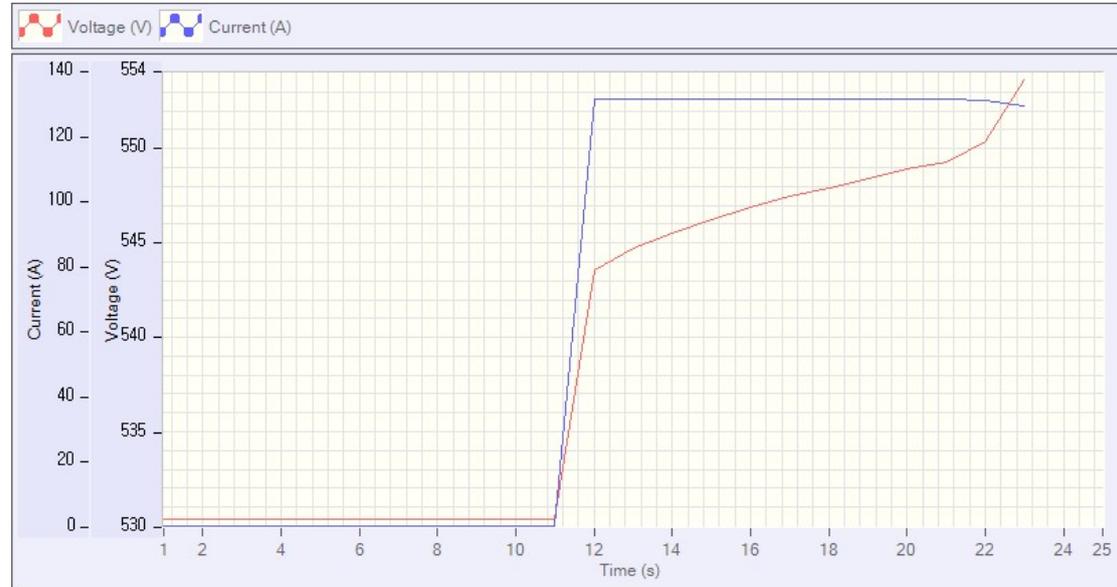
- 시험 후 전압은 1시간 관찰중 마지막 측정된 전압임.
- 과전류 알람 발생 5초 후 차단됨.

4.3.4 시험 사진

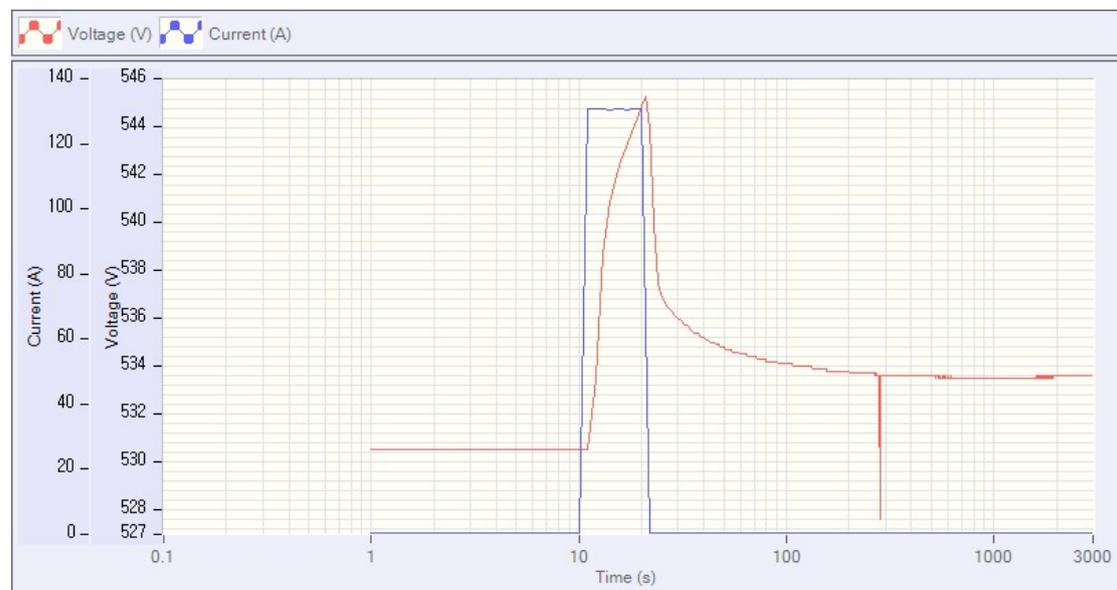
과충전 전류제어



시험 그래프



<충방전기>



<BMS>

BMS 화면

BMS basic info V3.3

- □ ×

ePropulsion

- Detailed
- Configuration
- Download
- History
- Simulation
- SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Discharge

0.0%

VOLT		CUR	
530.4	V	0.0	A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3134	mv
Min Volt	2835	mv
Max Temp	29	°c
Min Temp	27	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm:3 Level

High Cell Volt	Low Cell Volt
High Cell Temp	High Temp Differ
Low Cell Temp	High Volt Differ
Master Slave Comm	Volt Cable
Temp Cable	Low Insulation
Low SOC	High Balance Temp
power supply	Emergency
High Chg Cur	High Dis Cur
Relay	Precharge
High Total Volt	Low Total Volt
High Volt Collect	HVIL Fault

<시험 전>

BMS basic info V3.3

- □ ×

ePropulsion

- Detailed
- Configuration
- Download
- History
- Simulation
- SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Discharge

0.2%

VOLT		CUR	
533.6	V	0.0	A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3142	mv
Min Volt	2867	mv
Max Temp	28	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm:3 Level

High Cell Volt	Low Cell Volt
High Cell Temp	High Temp Differ
Low Cell Temp	High Volt Differ
Master Slave Comm	Volt Cable
Temp Cable	Low Insulation
Low SOC	High Balance Temp
power supply	Emergency
High Chg Cur	High Dis Cur
Relay	Precharge
High Total Volt	Low Total Volt
High Volt Collect	HVIL Fault

<시험 후>

4.4 과열 제어 시험

4.4.1 시험 방법

- 배터리 시스템은 제조사에서 지정한 종료 전압까지 정전류 44.0 A (0.2 lt A)로 방전한다.
- 그 후, 시료 전지는 권고되는 전류로 SOC 50%의 충전상태까지 충전한다.
- 배터리 시스템의 온도는 최대 운용 온도보다 5°C 높게 상승되어야 한다.
- 충전은 BMS가 충전을 종료할 때까지 지속적으로 충전을 진행하여 온도를 상승시킨다.
- 테이터 저장/감시는 시험이 종료된 후 (즉, BMS가 충전을 종료시킨 후) 1시간 동안 지속한다.

충전 전류 [A]	차단 온도 [°C]
110	55

<시험 조건>

4.4.2 시험 기준

- BMS는 과열 온도를 감지하여야 하고, 심각한 영향으로부터 배터리 시스템을 보호하기 위하여 충전을 종료해야 한다. 시험이 진행되는 동안 배터리 시스템의 모든 기능은 설계된 것과 같이 동일하게 작동되어야 한다.
- 발화 및 폭발이 없어야 한다.

4.4.3 시험 결과

시료 번호	시험 전 전압 [Vdc]	시험 후 전압 [Vdc]	최대 측정 온도 [°C]	과열 제어 여부	결과
#1	581.49	0	55	BMS에 의해 주개폐기 동작	발화 및 폭발 없음

비고

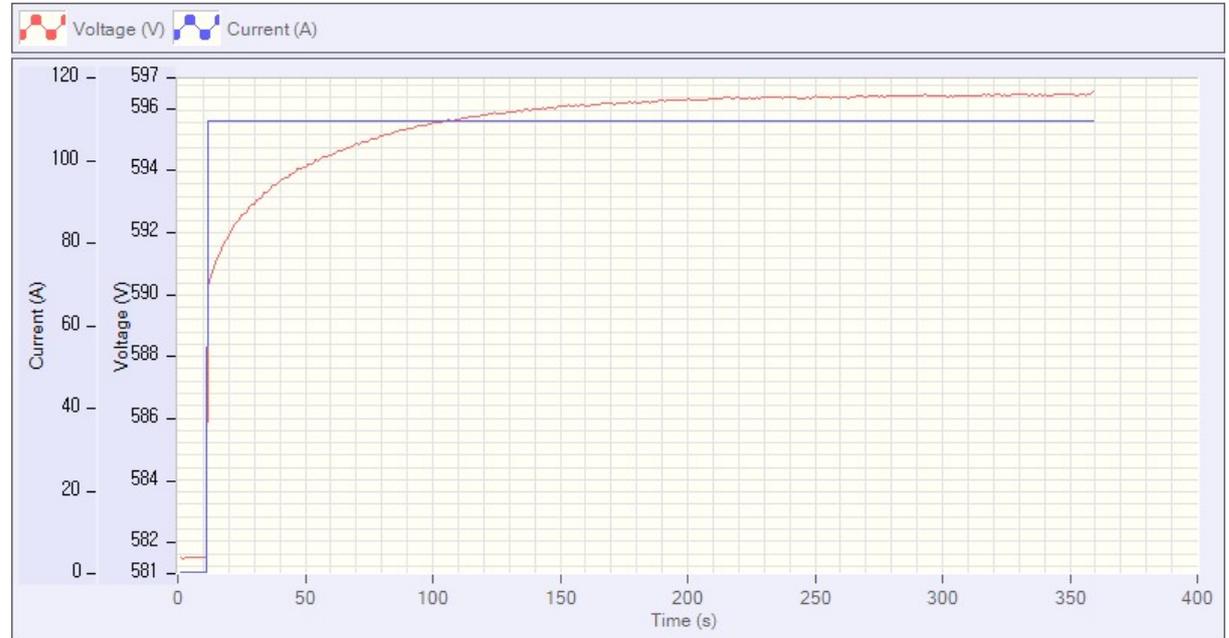
- 최대 측정 온도값은 BMS에서 측정된 온도값임.

4.4.4 시험 사진

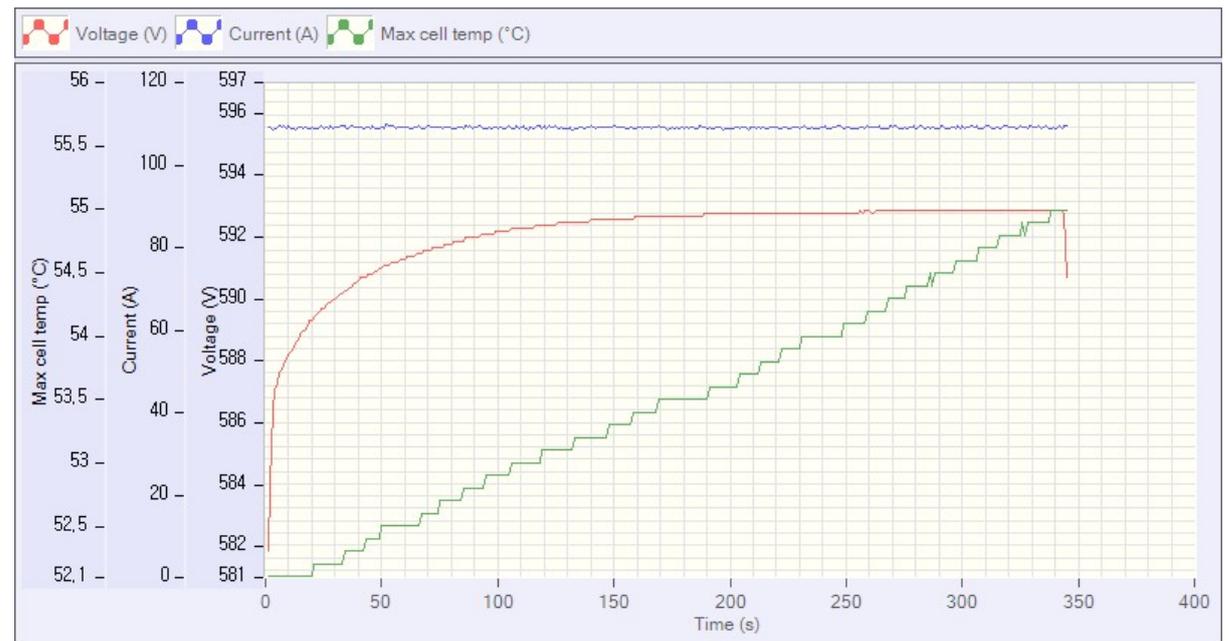
과열 제어



시험 그래프

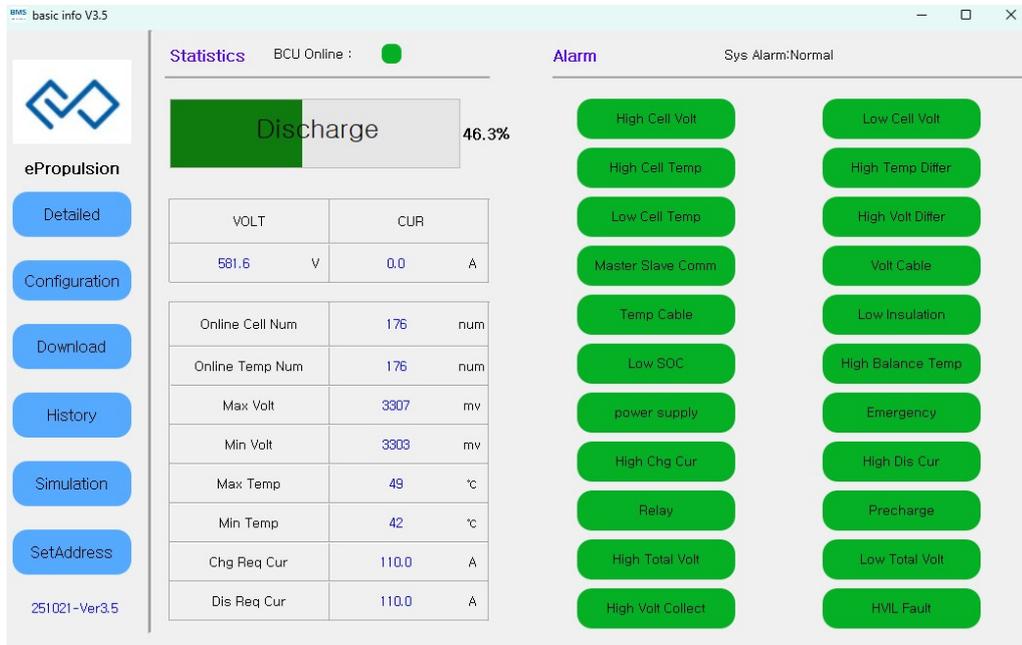


<총방전기>

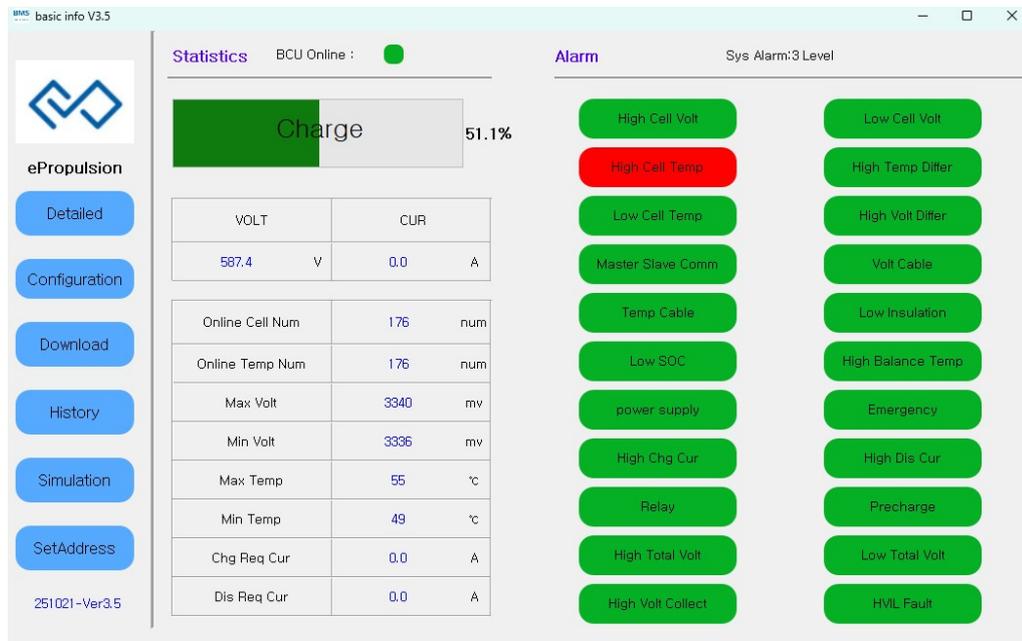


<BMS>

BMS 화면



<시험 전>



<시험 후>

4.5 셀 균등화 시험

4.5.1 시험 방법

- 아래 제조자가 제시한 방법으로 충/방전을 진행한다.

순번	상태	비고
STEP1	방전	73.33 A, Cut off : 520.0V
STEP2	휴지	1 시간
STEP3	충전	73.33 A, Cut off : 610.0V

- 1개의 모듈을 분리하여 22 A의 전류로 최대 셀 전압이 3.6V가 될 때까지 충전한다.
- 모듈을 시스템에 재조립하고 BMS의 전원을 차단시킨 상태에서 1시간 동안 방치한다.
- BMS의 전원을 가동시키고 48시간 동안 셀 밸런싱 기능을 수행한다.
- 시험 종료 후 BMS 데이터를 확인하여 밸런싱 기능의 동작여부 및 셀 전압 편차를 비교한다.

4.5.2 시험 기준

- 셀 밸런싱 기능이 동작하여 최종 셀 전압 편차가 25mV 미만이 되어야 한다.

4.5.3 시험 결과

시료 번호	셀 밸런싱 기능 동작 전 단전지 전압 편차 (mV)	셀 밸런싱 기능 동작 후 단전지 전압 편차 (mV)	관찰 시간	결과
#1	132	24	48 시간	셀 밸런싱 기능 동작됨.

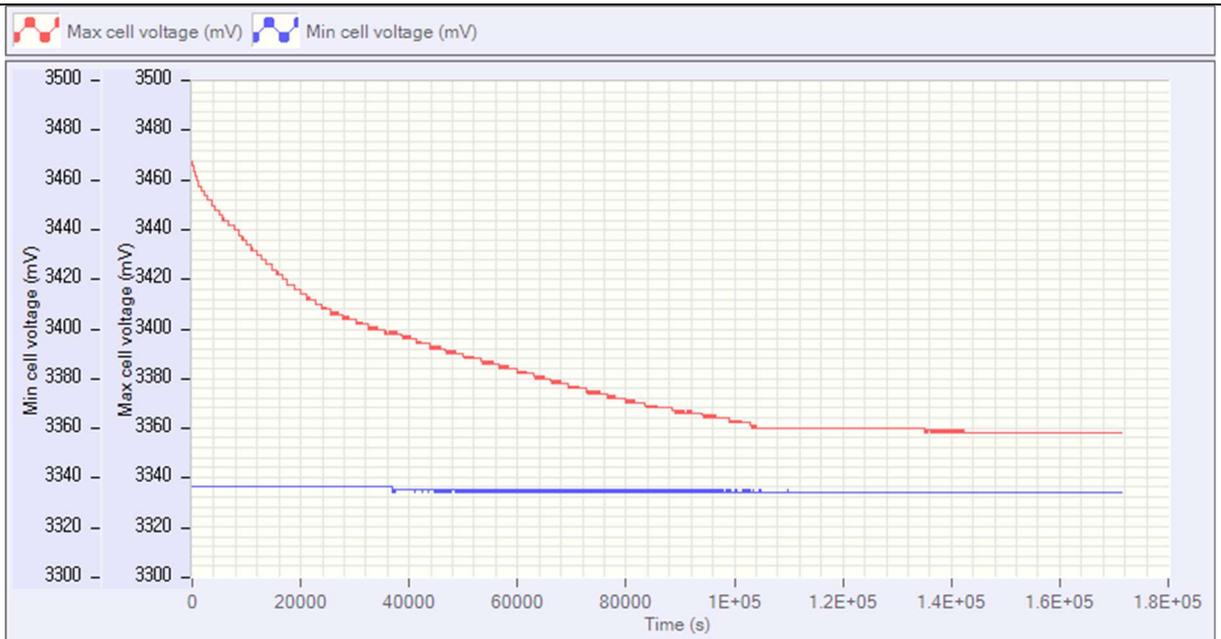
비고

4.5.4 시험사진

셀 균등화 시험



시험 그래프



< 셀 균등화 그래프 >

Balance Config			
Balance Open Volt	2700	<input type="text"/>	mV
Balance Close Volt Diff	25	<input type="text"/>	mV

< BMS 시스템 셀 균등화 설정값 >

BMS 화면

VOLT		CUR	
588.3	V	0.0	A
Online Cell Num	176	num	
Online Temp Num	176	num	
Max Volt	3468	mv	
Min Volt	3336	mv	
Max Temp	28	℃	
Min Temp	24	℃	
Chg Req Cur	0.0	A	
Dis Req Cur	110.0	A	

<셀 균등화 기능확인 시험_시험 전>

VOLT		CUR	
587.4	V	0.0	A
Online Cell Num	176	num	
Online Temp Num	176	num	
Max Volt	3358	mv	
Min Volt	3334	mv	
Max Temp	26	℃	
Min Temp	25	℃	
Chg Req Cur	0.0	A	
Dis Req Cur	110.0	A	

<셀 균등화 기능확인 시험_시험 후>

4.6 배터리충전량 확인 시험

4.6.1 시험 방법

- 배터리 시스템을 아래의 조건으로 충방전한다.

순번	상태	조건
STEP1	방전	73.33 A, Cut off : 520.0 V
STEP2	휴지	1 시간
STEP3	충전	73.33 A, Cut off : 610.0 V
STEP4	휴지	1 시간
STEP5	방전	73.33 A, Cut off : 520.0 V

<충방전 조건>

- STEP3 및 STEP5에서 충방전 시작 후 1시간, 2시간 및 충방전 종료 시의 충방전 용량을 기록한다.
- 충방전기 Raw Data를 통하여 1시간, 2시간 및 충방전 종료 시에 측정된 충방전 용량값과 BMS Data의 누적 충방전 용량을 기초로 Ah 값을 계산하여 두 값을 산출하여 오차율을 확인한다.

4.6.2 시험 기준

- 각각 충방전기와 BMS Data Log의 Data 누적 충방전 용량값을 기초로 산출된 용량(Ah)값의 오차율은 $\pm 5\%$ 이내 이어야 한다.

4.6.3 시험 결과

시료 번호	충방전 상태	측정 시점	BMS 측정값 [Ah]	충방전기 측정값 [Ah]	편차 [%]	결과
#1	충전	1 시간	73.40	73.30	0.13	±5 %이내
		2 시간	147.0	146.61	0.27	±5 %이내
		종료	22 .80	22 .21	0.26	±5 %이내
	방전	1 시간	73.40	73.29	0.15	±5 %이내
		2 시간	146.70	146.58	0.08	±5 %이내
		종료	224.70	223.54	0.52	±5 %이내
비고						

4.6.4 시험 사진

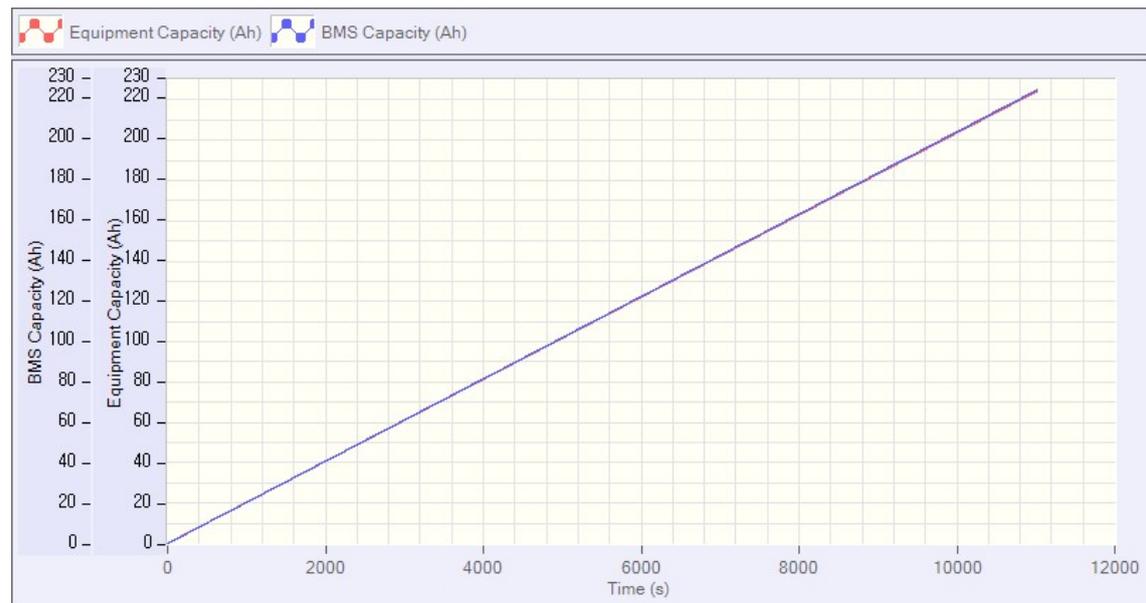
배터리충전량 확인시험



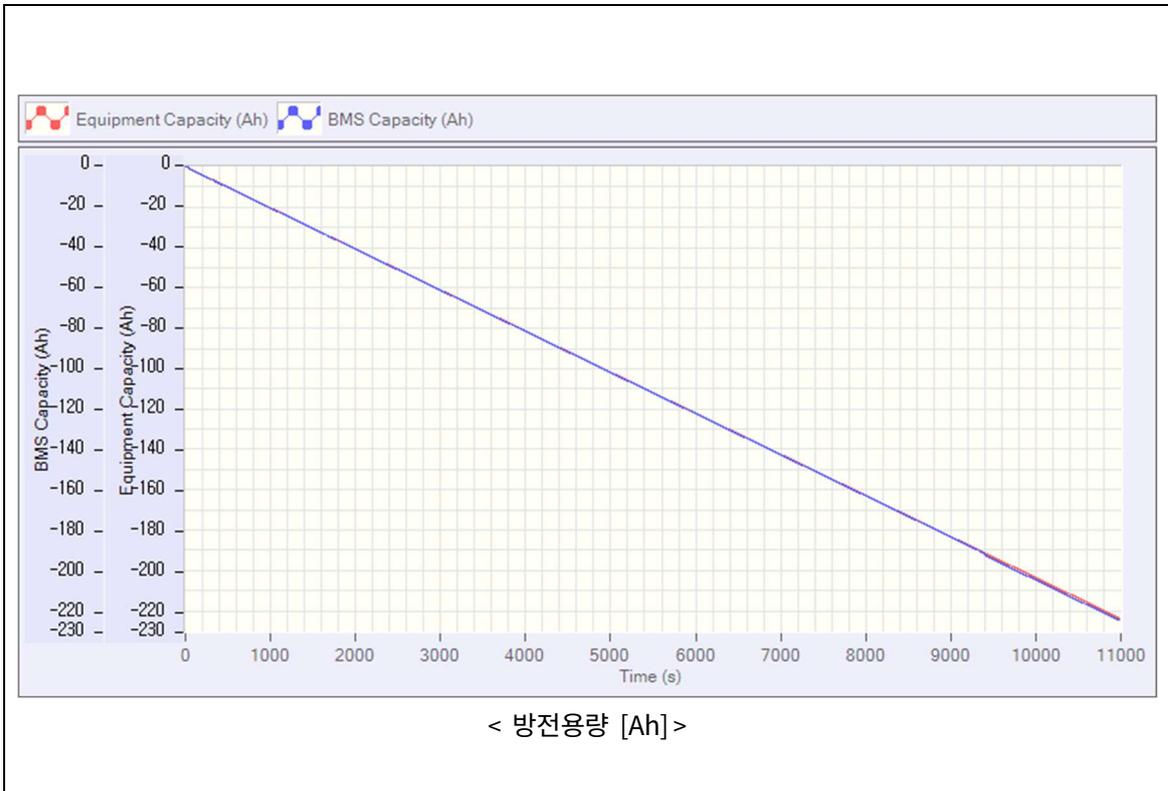
시험 그래프



<충/방전>



< 충전용량 [Ah] >



4.7 내전압 시험

4.7.1 시험 방법

- 배터리 시스템의 SOC를 100%까지 충전한다.
- BMS의 SPD 및 RFI와 시스템의 외함을 연결하는 선을 제거한다.
- 내전압 시험 전 절연저항을 측정한다. (4.8 절연저항 시험 확인)
- 내전압 시험기를 배터리 시스템의 주회로와 외함 접지, 양극과 음극 사이에 5초간 내전압 시험을 진행한다.
- 내전압 시험기를 배터리 시스템의 제어회로와 외함 접지 사이에 5초간 내전압 시험을 진행한다.
- 내전압 시험 후 절연저항을 측정한다. (4.8 절연저항 시험 확인)

4.7.2 시험 기준

- 섬락 및 절연파괴가 없어야 한다.

4.7.3 시험 결과

<주 회로>

시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [DC]	결과
#1	양극	외함	5	2670	이상없음
	음극	외함	5	2670	이상없음
	양극	음극	5	2670	이상없음
	Heat+	외함	5	2670	이상없음
	Heat-	외함	5	2670	이상없음

비고

- 양극/음극에 시험전압을 인가 전 메인 스위치 차단 후 시험이 진행됨.
- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 2670Vdc로 평가됨.

<제어 회로>

시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [AC]	결과
#1	제어전원 (+24 V)	외함	5	500	이상없음
	제어전원 (-24 V)	외함	5	500	이상없음
	통신회로(BCU/CAN H)	외함	5	250	이상없음
	통신회로(BCU/CAN L)	외함	5	250	이상없음

비고

4.7.4 시험 사진

내전압 시험 <주회로>



<양극 to 외함>



<음극 to 외함>



<양극 to 음극>



<Heat+>



< Heat ->

내전압 시험 <제어회로>



< 제어전원 (+24 V) >



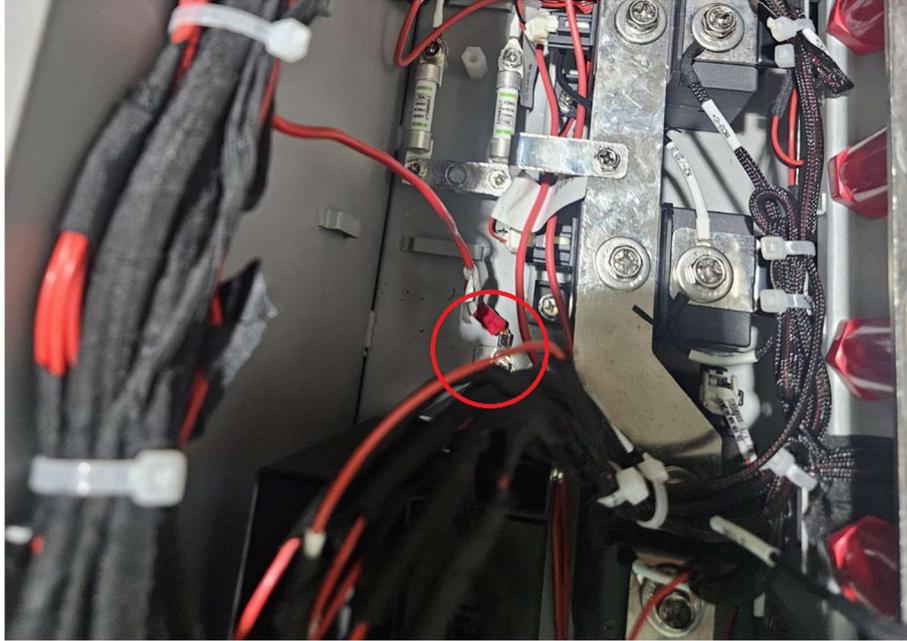
< 제어전원 (-24 V) >



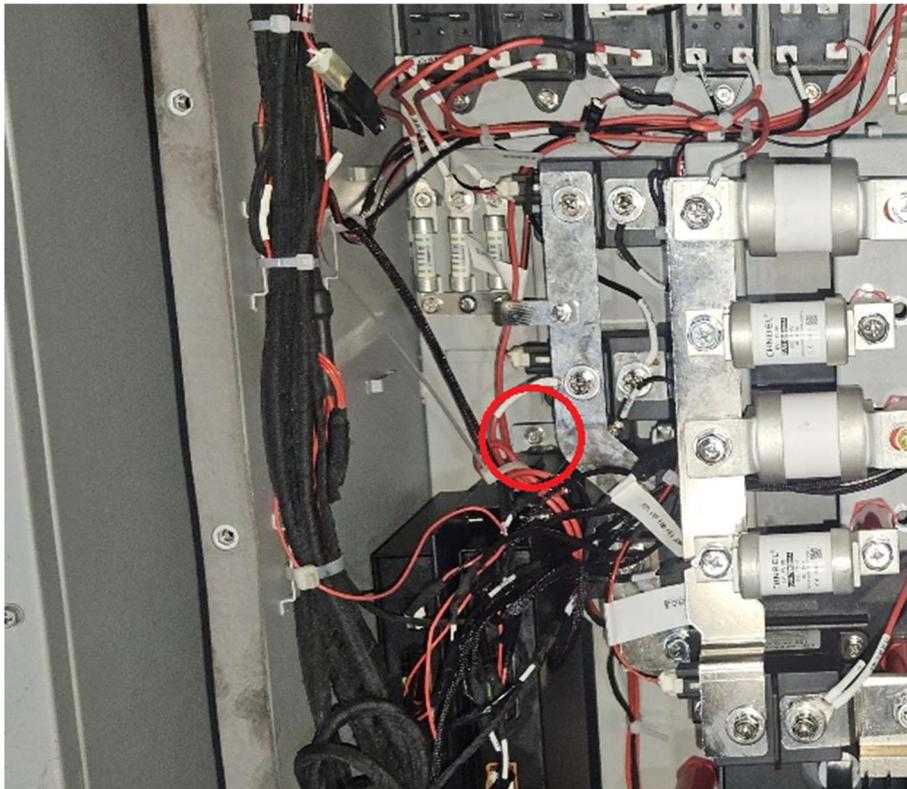
< 통신회로(BCU/CAN H) >



< 통신회로(BCU/CAN L) >



< SPD 및 RFI 연결선 제거 전 >



< SPD 및 RFI 연결선 제거 후 >

4.8 절연저항 시험

4.8.1 시험 방법

- 배터리 시스템을 제조자가 제시한 방법으로 충전한다.
- BMS의 SPD 및 RFI와 시스템의 외함을 연결하는 선을 제거한다.
- 절연저항 시험기를 배터리 시스템의 주회로 및 제어회로와 외함 접지 사이에 1분간 시험을 진행한다.

4.8.2 시험 기준

구분	주회로	제어회로
시험 전	100 M Ω 이상	10 M Ω 이상
시험 후	10 M Ω 이상	1.0 M Ω 이상

4.8.3 시험 결과

<내전압 시험 전>

시료 번호	구분	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [DC]	결과
#1	주회로	양극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		음극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		양극	음극	60	500	100 MΩ 이상
		Heat+	외함	60	500	100 MΩ 이상
		Heat-	외함	60	500	100 MΩ 이상
	제어회로	제어전원 (+24 V)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		제어전원 (-24 V)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		통신회로 (BCU/CAN H)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		통신회로 (BCU/CAN L)	외함	60	48	10 MΩ 이상

비고

- 양극/음극에 시험전압을 인가 전 메인 스위치 차단 후 시험이 진행됨.
- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc로 평가됨.

<내전압 시험 후>

시료 번호	구분	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [DC]	결과
#1	주회로	양극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		음극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		양극	음극	60	500	100 MΩ 이상
		Heat+	외함	60	50	100 MΩ 이상
		Heat-	외함	60	500	100 MΩ 이상
	제어회로	제어전원 (+24 V)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		제어전원 (-24 V)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		통신회로 (BCU/CAN H)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		통신회로 (BCU/CAN L)	외함	60	48	10 MΩ 이상

비고

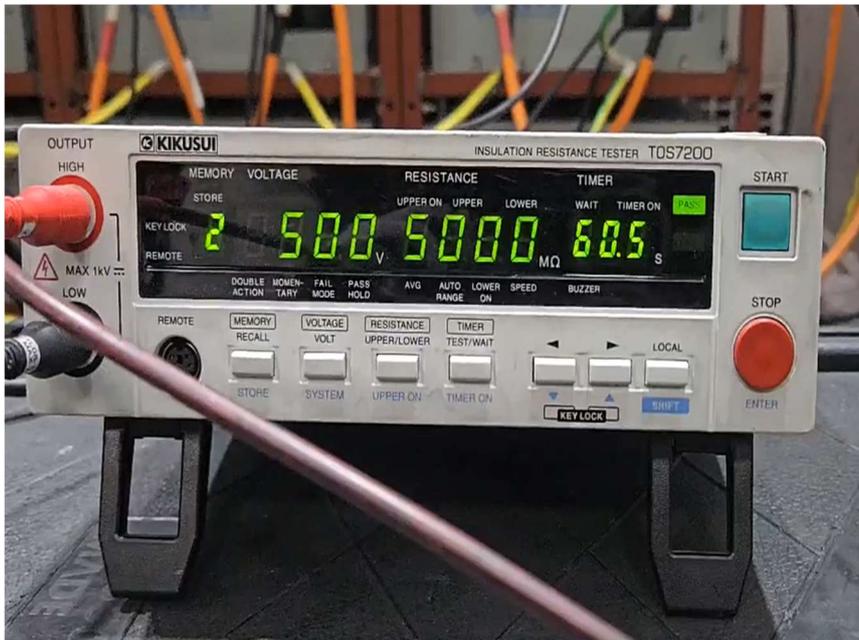
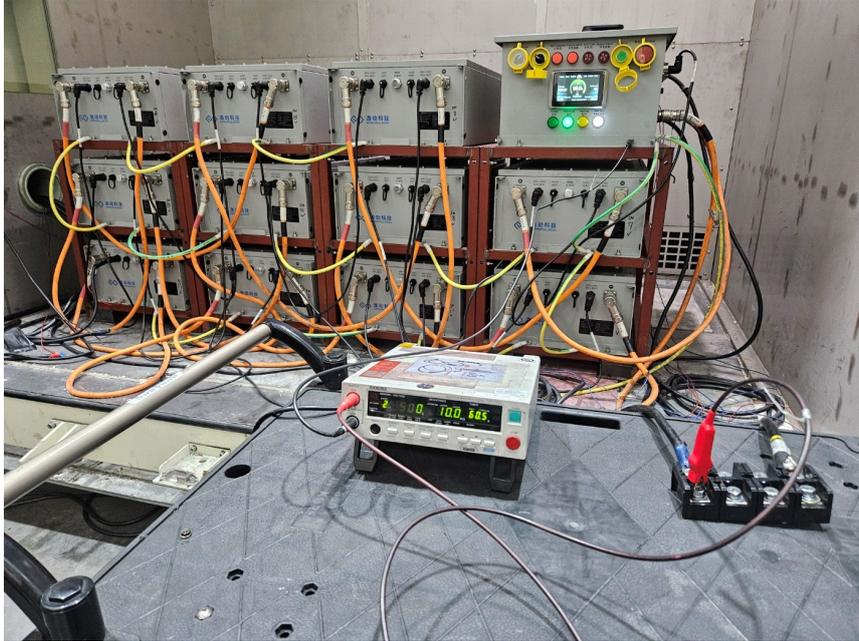
- 양극/음극에 시험전압을 인가 전 메인 스위치 차단 후 시험이 진행됨.
- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc 로 평가됨.

4.8.4 시험 사진

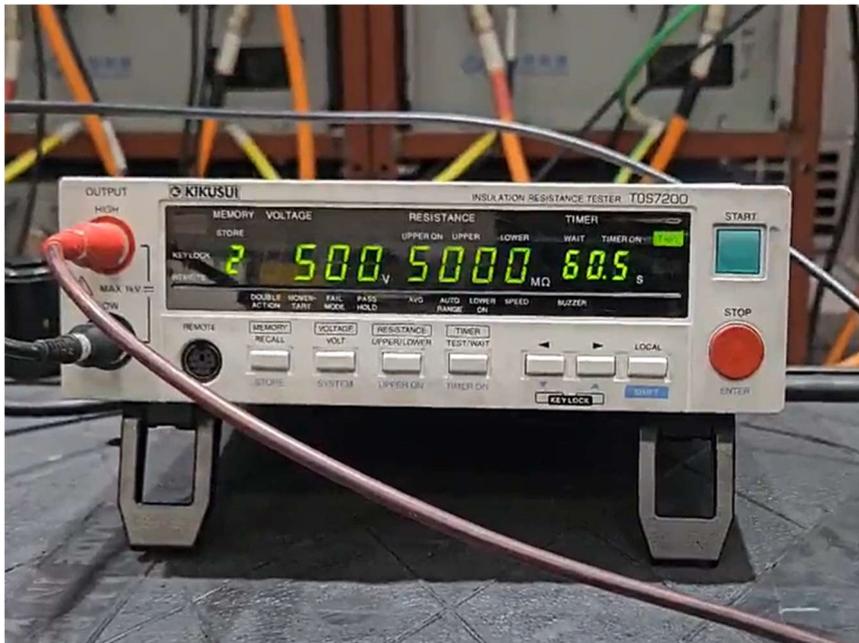
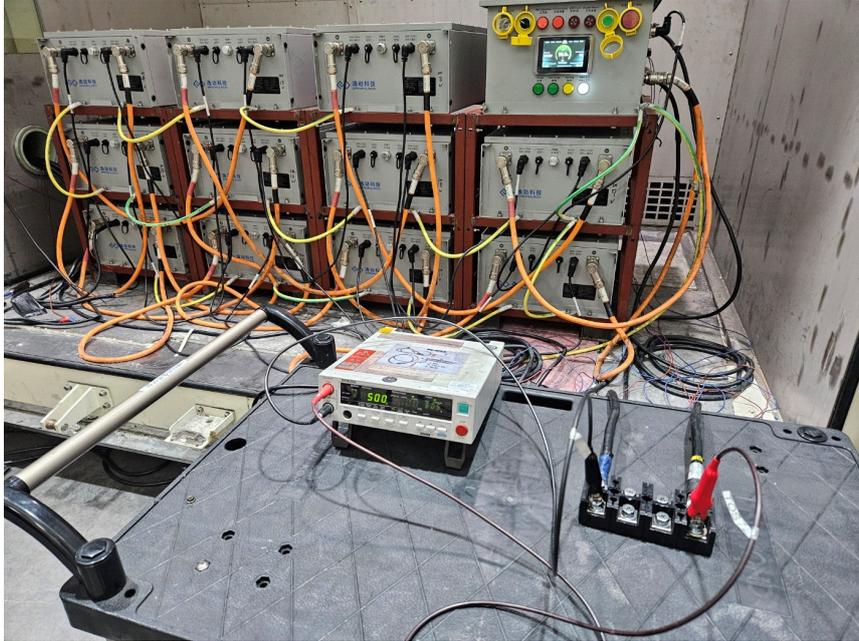
절연저항 <주회로_내전압 시험 전>



<양극 to 외함>



<음극 to 외함>



<양극 to 음극>

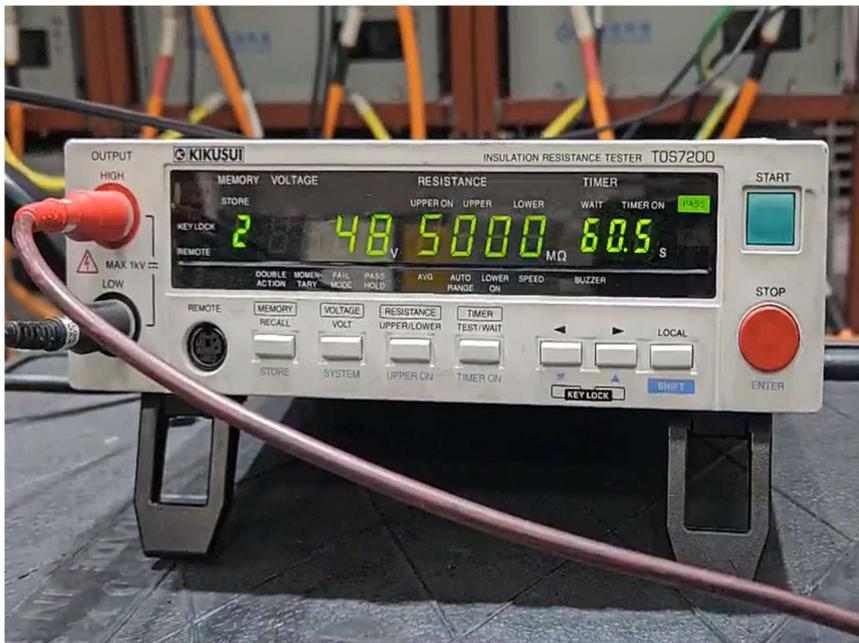
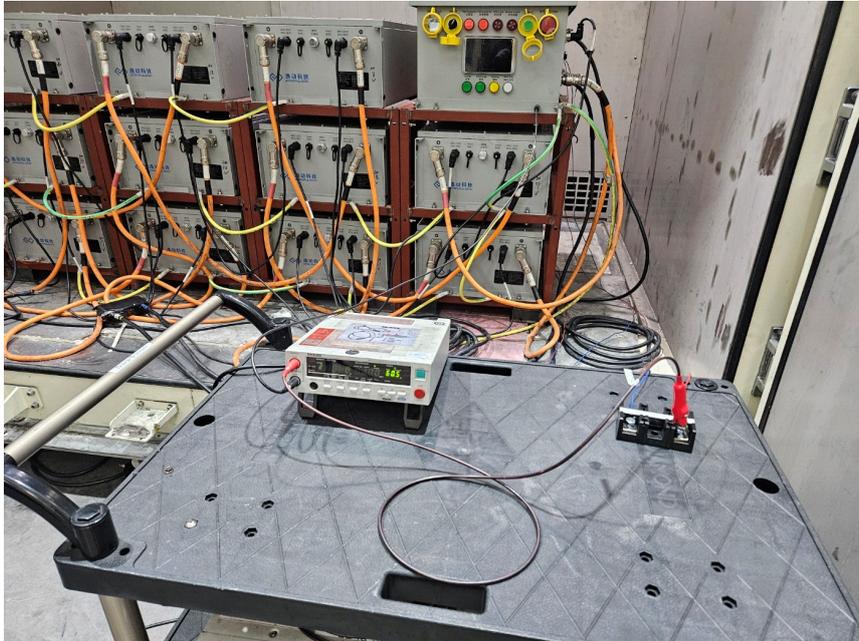


< Heat+ >

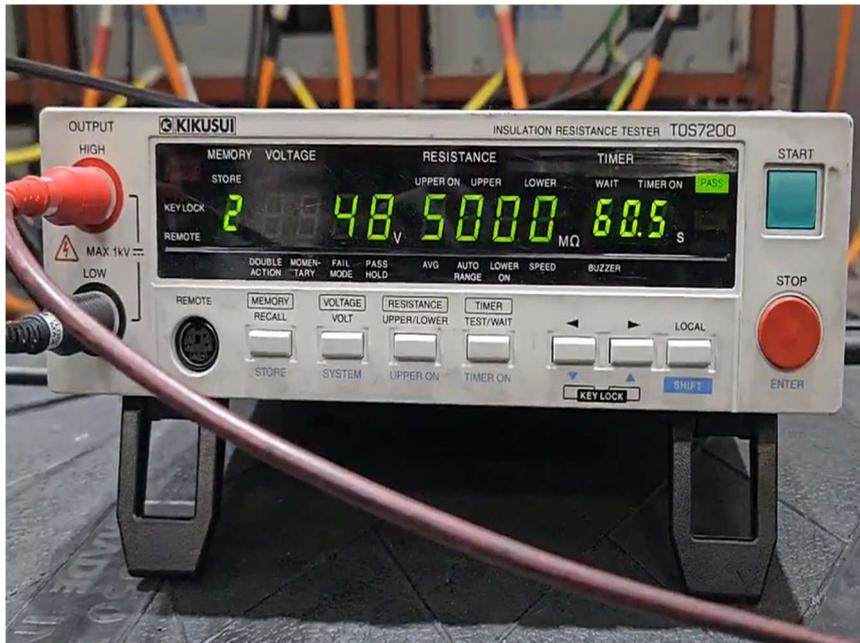


< Heat ->

절연저항 <제어회로_내전압 시험 전>



< 제어전원 (+24 V) to 외함 >



< 제어전원 (-24V) to 외함 >



< 통신회로(BCU/CAN H) >

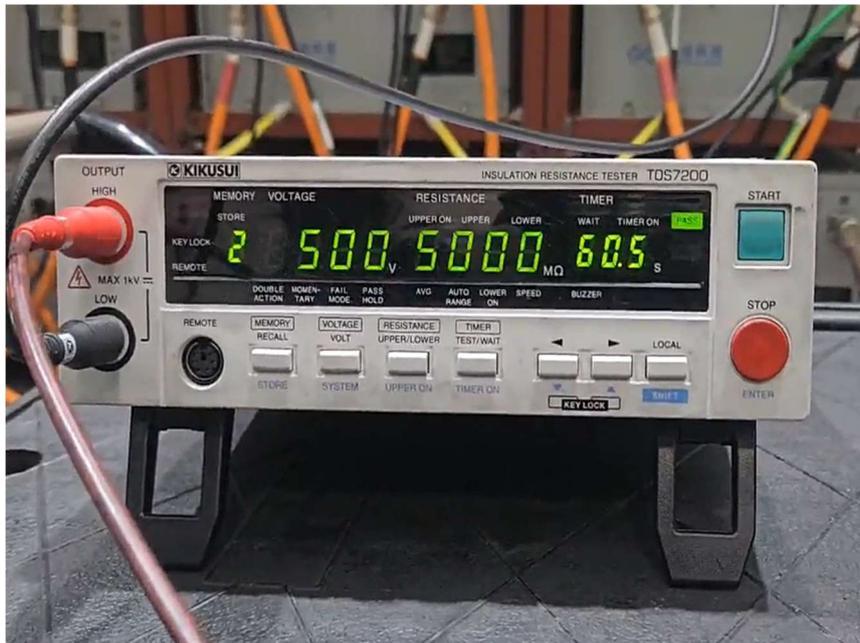


< 통신회로(BCU/CAN L) >

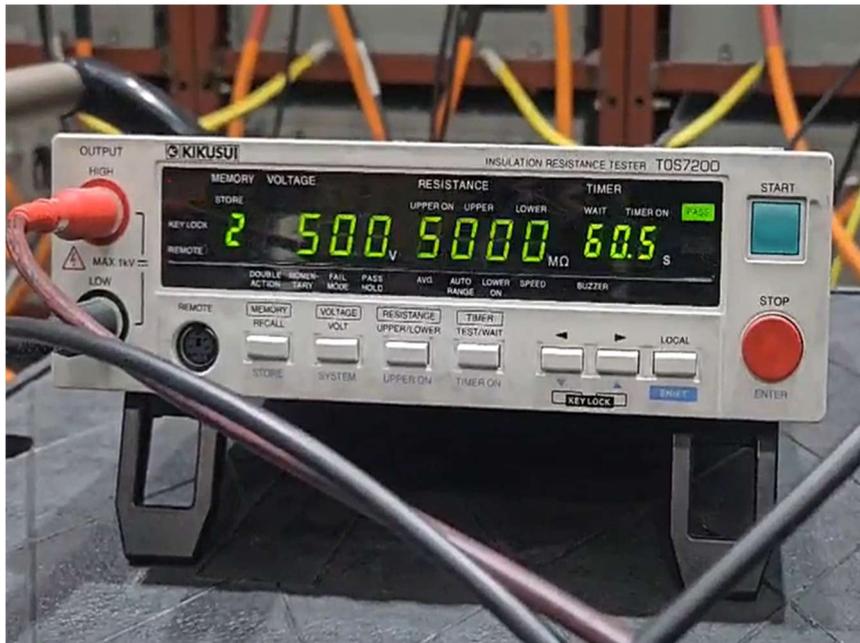
절연저항 <주회로_내전압 시험 후>



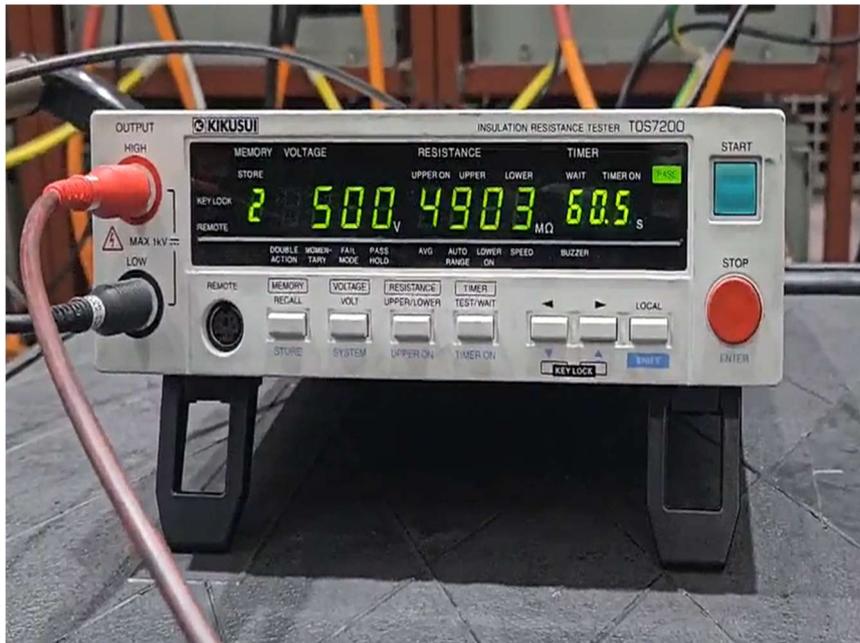
<양극 to 외함>



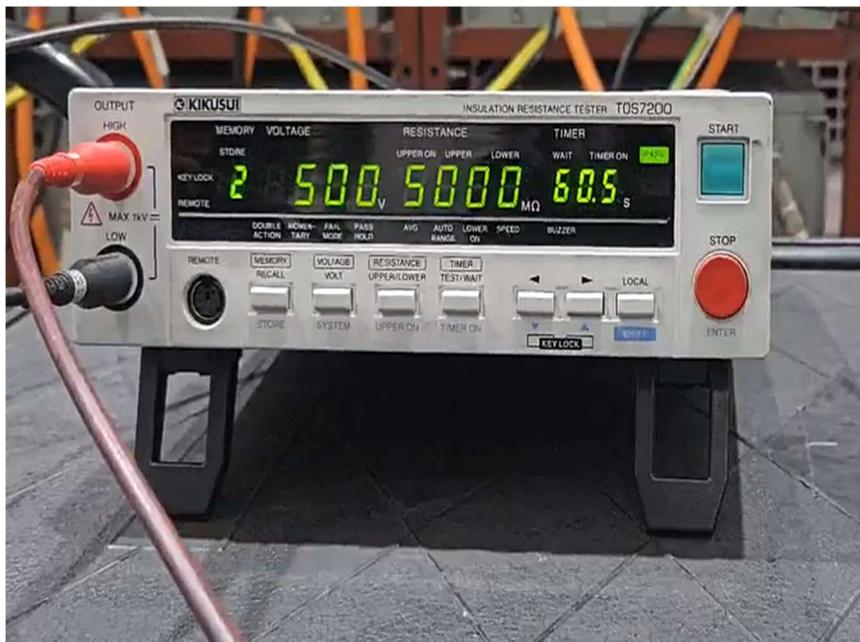
<음극 to 외함>



<양극 to 음극>



< Heat+ >

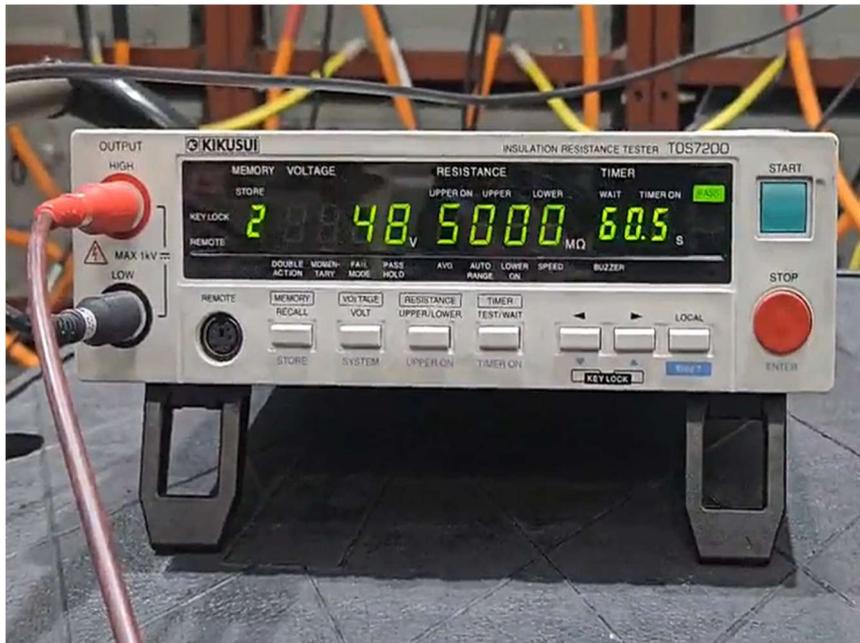


< Heat ->

절연저항 <제어회로_내전압 시험 후>



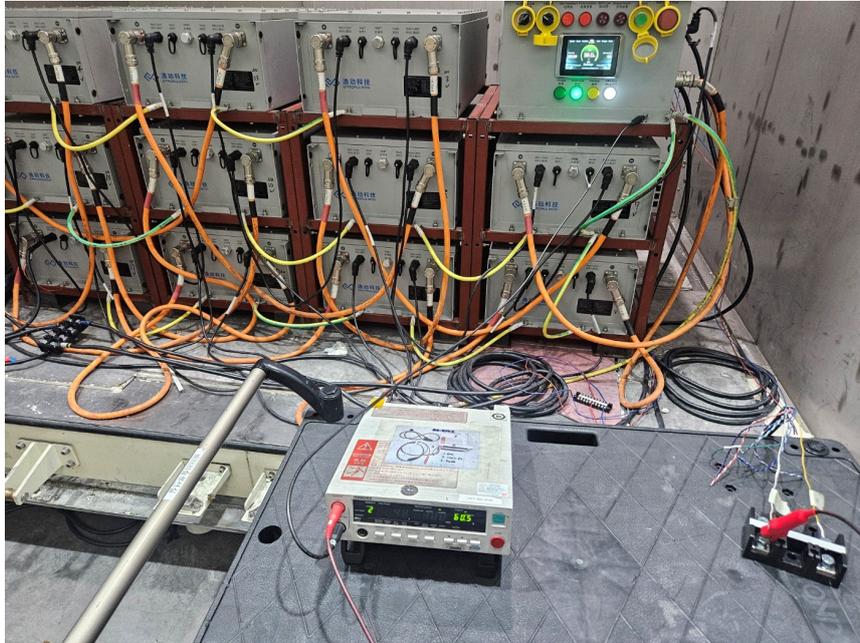
< 제어전원 (+24 V) to 외함 >



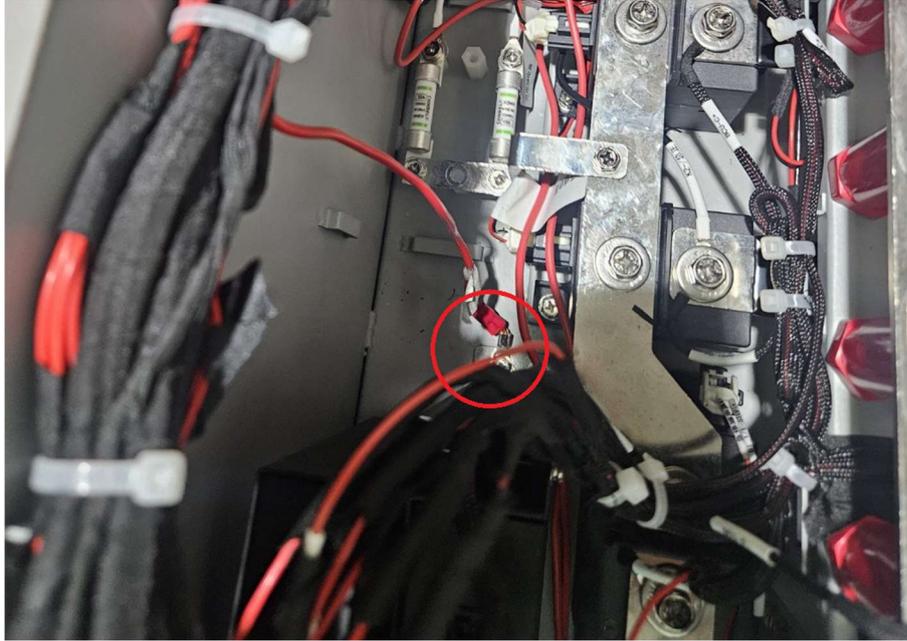
< 제어전원 (-24 V) to 외함 >



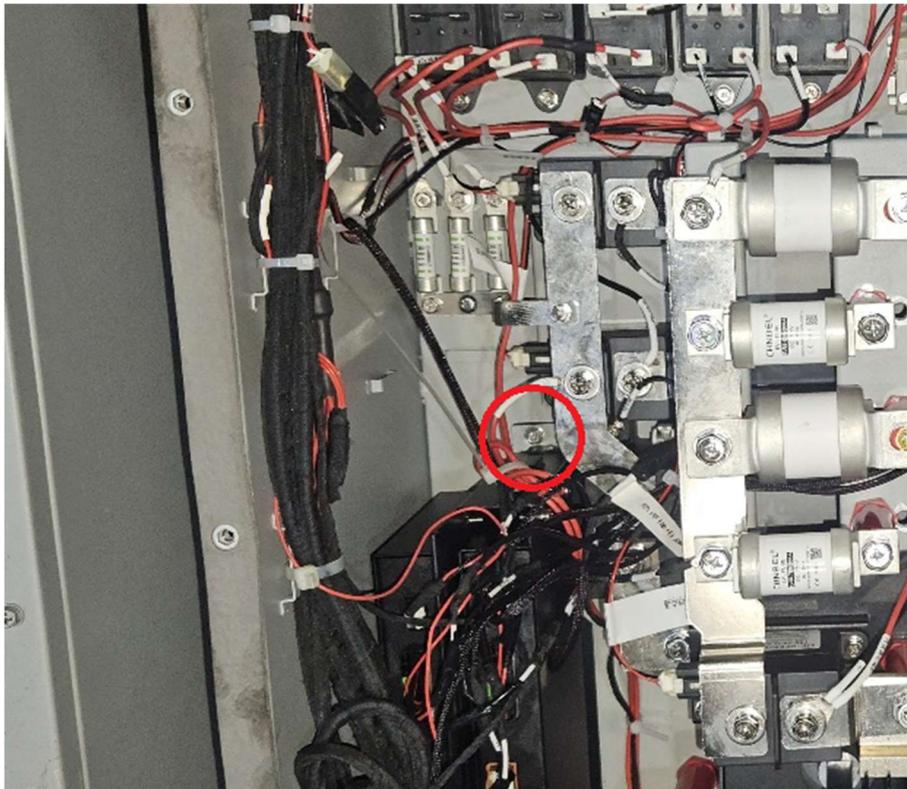
< 통신회로(BCU/CAN H) >



< 통신회로(BCU/CAN L) >



< SPD 및 RFI 연결선 제거 전 >



< SPD 및 RFI 연결선 제거 후 >

4.9 안전기능시험

4.9.1 비상 정지 기능

4.9.1.1 시험 방법

- BMS 정상 동작 상태에서 비상 정지 스위치를 동작시킨다.
- BMS 에서 비상정지 스위치의 동작을 감지하고, 출력을 차단하는지 확인한다.

4.9.1.2 시험 기준

- BMS에서 비상정지 스위치의 동작을 감지하여 출력을 차단하여야 함.

4.9.1.3 시험 결과

시료 번호	결과
#1	BMS 에서 비상정지 스위치의 동작을 감지하여 출력을 차단함.

비고

4.9.1.4 시험 사진

비상 정지 기능



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
576.1 V	0.0 A

Item	Value	Unit
Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3290	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	25	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
576.1 V	0.0 A

Item	Value	Unit
Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3290	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	25	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency**
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 후>

4.9.2 알람 및 차단 기능

4.9.2.1 시험 방법

- BMS 모니터링 프로그램으로 각 시험 항목의 고장 파라미터 값을 확인 한다.
- 결함을 시뮬레이션하기 위해 각 시험 항목별 매개변수를 변경한다.
- BMS 에서 이상상태를 감지하여 알람 및 출력을 차단하는지 확인한다.

4.9.2.2 시험 기준

- BMS에서 배터리 시스템의 이상상태를 감지하여 알람 및 차단기능이 동작하여야 함.

4.9.2.3 시험 결과

시료 번호	시험 항목	결과
#1	셀 과전류 차단	알람 및 차단기능이 동작함. (4.3 과충전 전류제어 시험 참조)
	셀 과전압 차단	알람 및 차단기능이 동작함. (4.2 과충전 전압제어 시험 참조)
	셀 저전압 차단	알람 및 차단기능이 동작함. (4.9.3 배터리 관리시스템 기능 시험 참조)
	셀 고온 차단	알람 및 차단기능이 동작함. (4.4 과열 제어 시험 참조)
	셀 저온 차단	알람 및 차단기능이 동작함.
	셀 전압불균형 차단	알람 및 차단기능이 동작함.
비고		

4.9.2.4 시험 사진

셀 저온 차단 기능



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

BMS 模拟测试 V3.3

BMU1

BMU2

BMU3

BMU4

BMU5

BMU6

TMU1

BMU7

BMU8

BMU9

BMU全选 TMU全选

BMU反选 TMU反选

温感数 温度1 其他温度

电池数 电池1 其他电池

停止

BMS basic info V3.3

ePropulsion

Detailed

Configuration

Download

History

Simulation

SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT		CUR	
576.1	V	0.0	A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3288	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	25	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm:Normal

High Cell Volt

High Cell Temp

Low Cell Temp

Master Slave Comm

Temp Cable

Low SOC

power supply

High Chg Cur

Relay

High Total Volt

High Volt Collect

Low Cell Volt

High Temp Differ

High Volt Differ

Volt Cable

Low Insulation

High Balance Temp

Emergency

High Dis Cur

Precharge

Low Total Volt

HVIL Fault

<시험 전>

F-TP22-03 (Rev. 06)

페이지 69 / 총 166 페이지

본 시험성적서는 시험기관의 승인없이 전체를 제외하고는 (일부만이) 복제되어서는 안됩니다.

BMS 模拟测试 V3.3

BMU1

BMU2

BMU3

BMU4

BMU5

BMU6

BMU7

BMU8

BMU9

BMU全选 TMU全选

BMU反选 TMU反选

温感数 16 温度1 -10 其他温度 25

电池数 16 电池1 3200 其他电池 3200

停止

BMS basic info V3.3

ePropulsion

Detailed

Configuration

Download

History

Simulation

SetAddress

250321-Ver3.3

Statistics BCU Online : ●

Alarm Sys Alarm:3 Level

Discharge

20.8%

VOLT		CUR	
576.1	V	0.0	A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3288	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	-10	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

High Cell Volt

Low Cell Volt

High Cell Temp

High Temp Differ

Low Cell Temp

High Volt Differ

Master Slave Comm

Volt Cable

Temp Cable

Low Insulation

Low SOC

High Balance Temp

power supply

Emergency

High Chg Cur

High Dis Cur

Relay

Precharge

High Total Volt

Low Total Volt

High Volt Collect

HVL Fault

<시험 후>

F-TP22-03 (Rev. 06)

페이지 70 / 총 166 페이지

본 시험성적서는 시험기관의 승인없이 전체를 제외하고는 (일부만이) 복제되어서는 안됩니다.

셀 전압 불균형 알람 기능



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

BMS 模拟测试 V3.5

BMU1

BMU2

BMU3

BMU4

BMU5

BMU6

BMU7

BMU8

BMU9

BMU全选 TMU全选

BMU反选 TMU反选

温感数 16 温度1 20 其他温度 20

电池数 16 电池1 3200 其他电池 3200

停止

BMS basic info V3.5

ePropulsion

Detailed

Configuration

Download

History

Simulation

SetAddress

251021-Ver3.5

Statistics BCU Online : ●
Alarm Sys Alarm:Normal

Discharge
17.6%

VOLT	CUR
573.9 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3275	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	20	°c
Min Temp	18	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	96.8	A

High Cell Volt

High Cell Temp

Low Cell Temp

Master Slave Comm

Temp Cable

Low SOC

power supply

High Chg Cur

Relay

High Total Volt

High Volt Collect

Low Cell Volt

High Temp Differ

High Volt Differ

Volt Cable

Low Insulation

High Balance Temp

Emergency

High Dis Cur

Precharge

Low Total Volt

HVIL Fault

<시험 전>

F-TP22-03 (Rev. 06)

페이지 72 / 총 166 페이지

본 시험성적서는 시험기관의 승인없이 전체를 제외하고는 (일부만이) 복제되어서는 안됩니다.



4.9.3 배터리 관리시스템 기능

4.9.3.1 시험 방법

1) 저전압 보호기능

- 배터리 시스템의 상온에서 안정화 시킨 후 73.33 A 로 하한 방전전압 보다 10% 낮은 전압까지 방전한다.
- BMS 에서 저전압을 감지하여 방전을 차단하는지 확인한다.

단전지 하한 전압 [Vdc]	시험 전압 110 % [Vdc]	방전 전류 [A]	차단 전압 (배터리시스템) [Vdc]	차단 전압 (단전지) [Vdc]
1.8	285.12	73.33	440	2.5

<시험 조건>

2) 온도 보호 기능

- 4.4. 과열 제어 시험 참조

3) 과전압 보호 기능

- 4.2. 과충전 전압제어 시험 참조

4) 과전류 보호 기능

- 4.3. 과충전 전류제어 시험 참조

4.9.3.2 시험 기준

1) 저전압 보호기능

- BMS에서 저전압을 감지하여 단전지 하한 전압에 도달하기전 방전을 차단하여야 한다.

4.9.3.3 시험 결과

시료 번호	시험 전 전압 [Vdc]	차단 전 방전 전압 [Vdc]	측정된 단전지 최소 전압 [Vdc]	과방전 전압 제어 여부	결과
#1	577.09	495.06	2.464	BMS 에 의해 주개폐기 동작	발화 및 폭발 없음

비고

- 측정된 단전지 최소 전압은 BMS 에서 측정된 값임. (단전지 저전압 알람 발생 3 초 후 차단됨.)

4.9.3.4 시험 사진

저전압 보호기능



<시험 전>

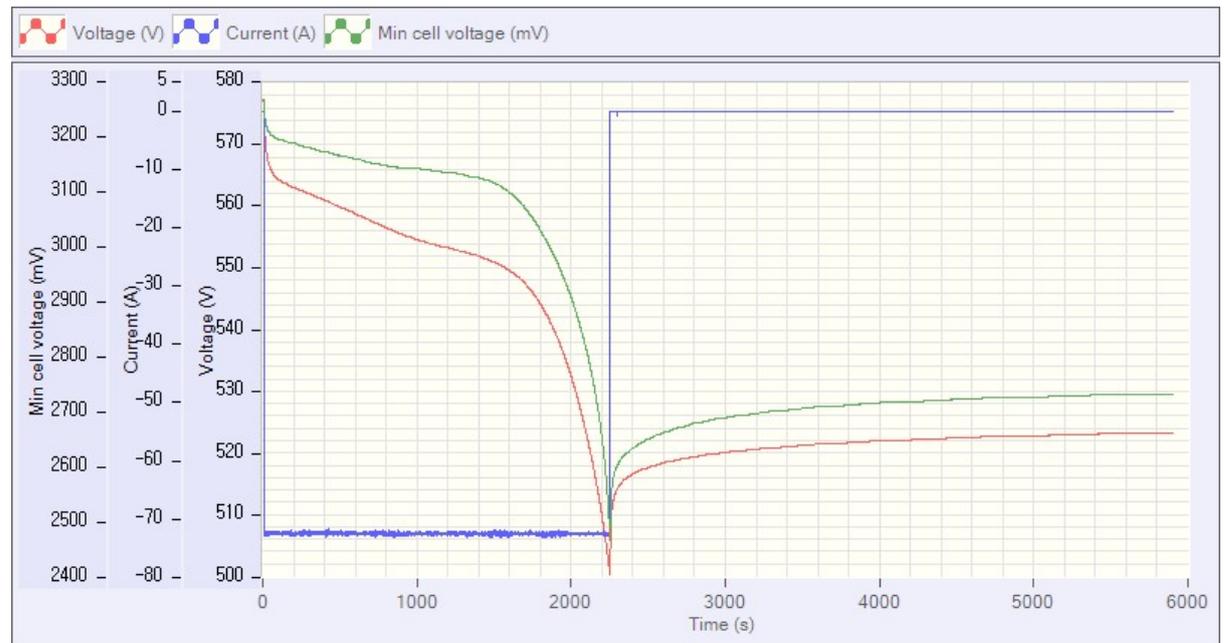


<시험 후>

시험 그래프



<충방전기>



<BMS>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
577.1 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3288	mv
Min Volt	3271	mv
Max Temp	24	°c
Min Temp	23	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 0.0%

VOLT	CUR
503.0 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3020	mv
Min Volt	2479	mv
Max Temp	28	°c
Min Temp	27	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 후>

4.9.4 통신 신호 고장

4.9.4.1 시험 방법

- 배터리 시스템의 상태가 “Normal” 상태인지 확인한다.
- 모듈과 BMS 간에 통신 케이블을 분리하여 통신장애 상태를 만든다.
- 배터리 시스템이 보호기능이 동작하는지 확인한다.

4.9.4.2 시험 기준

- 제조자가 설계한대로 BMS에서 통신장애를 감지하여 보호기능이 동작하여야 한다.

4.9.4.3 시험 결과

시료 번호	결과
#1	BMS 에서 통신장애를 감지하여 보호기능이 동작함.
비고	

4.9.4.4 시험 사진

통신 신호 고장



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
577.4 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3290	mv
Min Volt	3272	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	24	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
156.2 V	0.0 A

Online Cell Num	48	num
Online Temp Num	48	num
Max Volt	3268	mv
Min Volt	3200	mv
Max Temp	26	°c
Min Temp	25	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 후>

4.9.5 기타 안전기능과 관련된 시험 (루프 안전성)

4.9.5.1 시험 방법

1) 가스 감지

- 외부 신호중 가스 감지 관련 신호개방을 시뮬레이션 한다. (PIN 32 & 33)
- BMS 에서 가스 신호를 감지하여 오류신호 및 배터리 시스템이 종료되는지 확인한다.

2) 화재 감지

- 외부 신호중 화재 감지 관련 신호개방을 시뮬레이션 한다. (PIN 34 & 35)
- BMS 에서 화재 신호를 감지하여 화재신호 및 배터리 시스템이 종료되는지 확인한다.

4.9.5.2 시험 기준

- BMS에서 통신 신호의 이상상태를 감지하여 오류신호 표시 및 배터리 시스템을 종료하여야 한다.

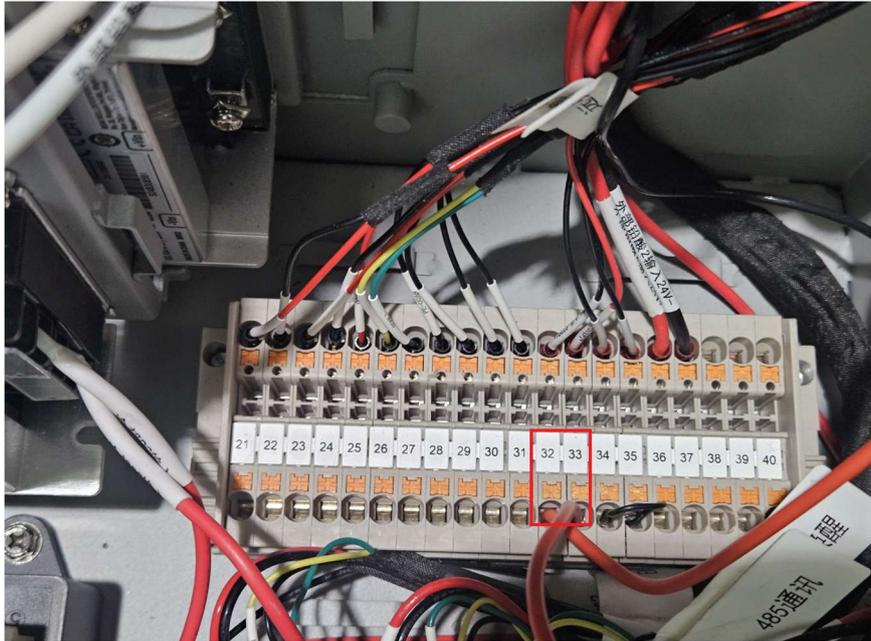
4.9.5.3 시험 결과

시료 번호	시험항목	결과
#1	가스 감지	BMS 에서 가스를 감지하여 배터리 시스템을 종료함.
	화재 감지	BMS 에서 화재를 감지하여 배터리 시스템을 종료함.

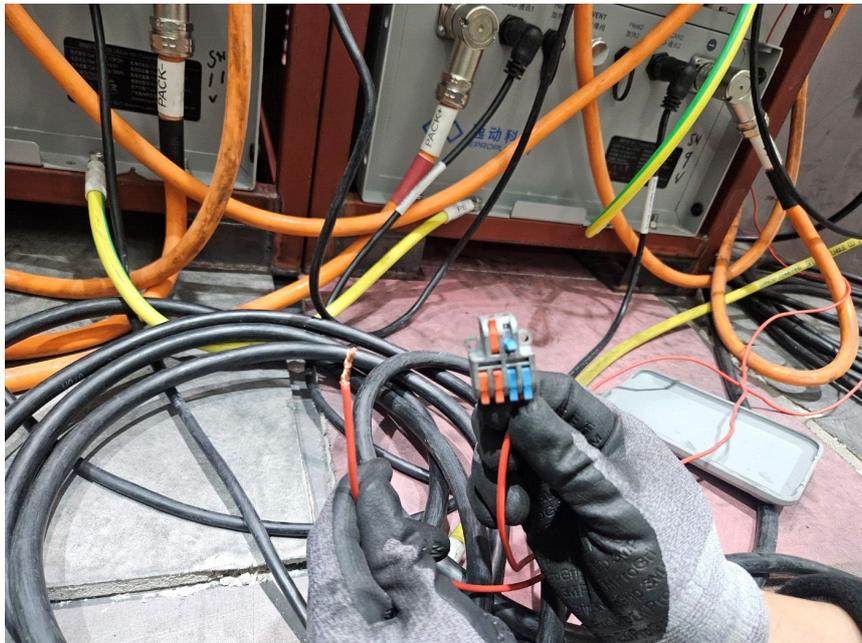
비고

4.9.5.4 시험 사진

가스 감지

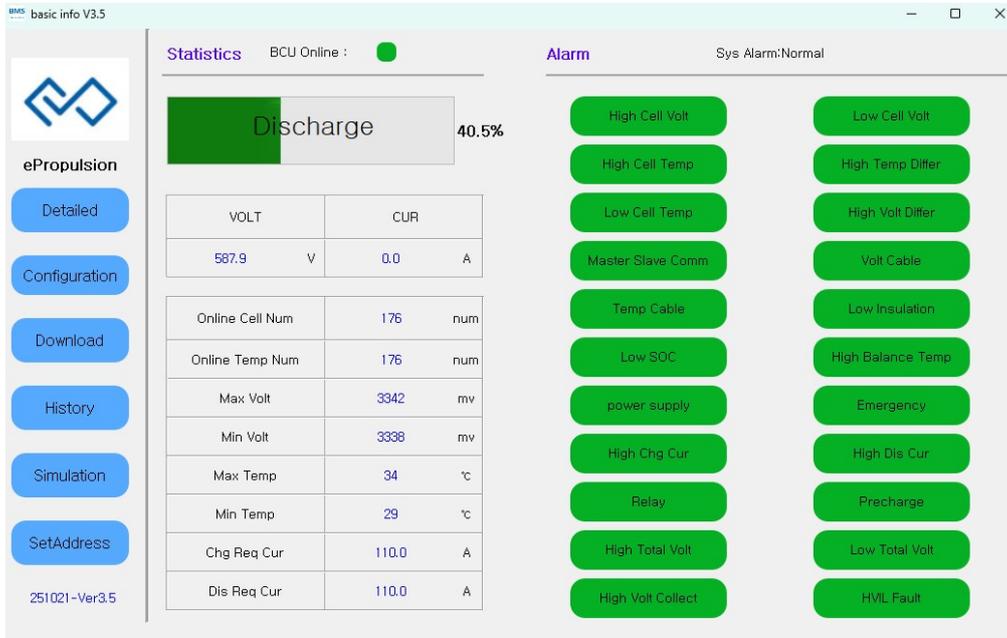


<시험 전>

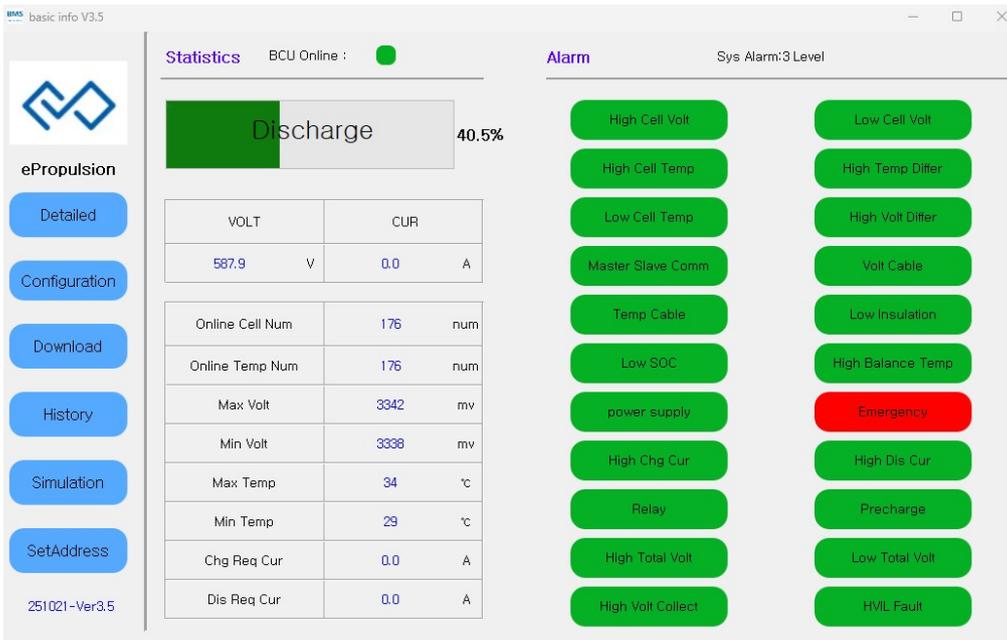


<시험 후>

BMS 화면

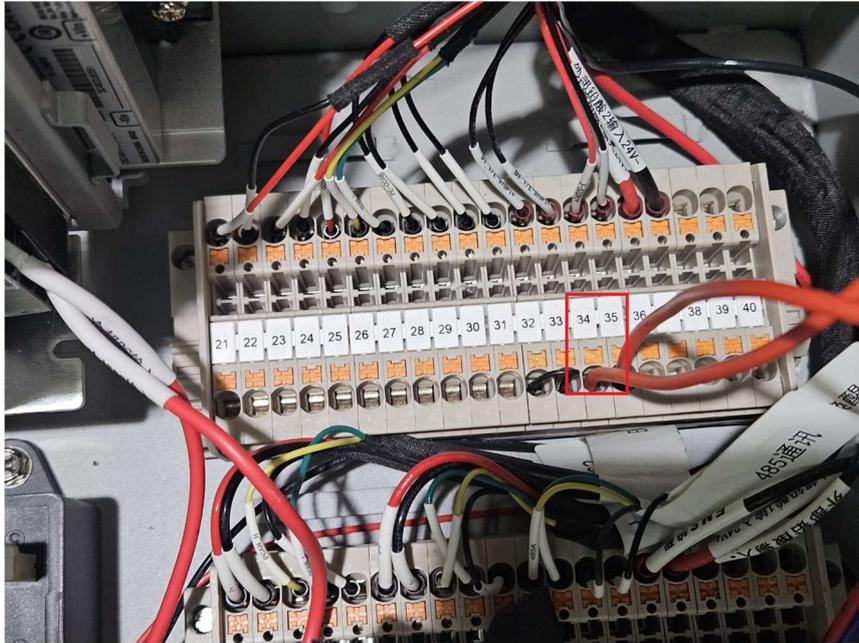


<시험 전>

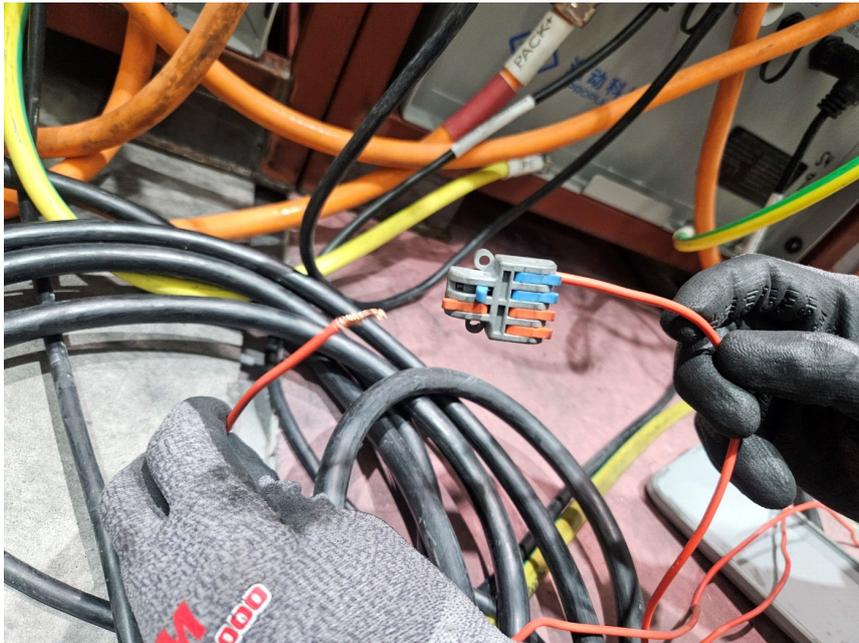


<시험 후>

화재 감지



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 40.5%

VOLT	CUR
588.0 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3344	mv
Min Volt	3338	mv
Max Temp	35	°c
Min Temp	29	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 40.5%

VOLT	CUR
588.0 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3343	mv
Min Volt	3338	mv
Max Temp	35	°c
Min Temp	29	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVL Fault

<시험 후>

4.10 센서 고장 시험

4.10.1 시험방법

- 제조사에서 제시된 고장모드 영향분석 (FMEA:Failure Mode and Effect Analysis)를 따라 시행한다.

4.10.2 시험 기준

- 제조자가 제시한 고장모드 영향분석(FMEA)에 설계된 대로 작동해야한다.

4.10.3 시험 결과

시료 번호	시험항목	고장상태	제조사 설계	결과
#1	전압감지 센서	전압 측정 불가	전압 센서 문제 발생시 Relay off 함	Relay off 확인
	온도감지 센서	온도 측정 불가	온도 센서 문제 발생시 Relay off 함	Relay off 확인
	BPU 전원	BPU 전원 공급 불가	전원 공급에 문제 발생시 Relay off 함	Relay off 확인
	외부단락	양극 단락	단락 발생시 퓨즈 오픈 함	퓨즈 오픈 확인 누출, 발화 및 폭발 없 음

비고

<Relay 정보>

1. 제조사 : Xiamen Hongfa Electric Power Controls Co.,Ltd., 모델명 : HFE82V-400M, 사양 : DC 800 V, 400 A
2. 제조사 : Xiamen Hongfa Electric Power Controls Co.,Ltd., 모델명 : HFE82V-300C, 사양 : DC 1000 V, 300 A

<퓨즈 정보>

제조사 : Guangdong Chnbel Co.,Ltd., 모델명 : EV88-750-500A, 사양 : DC 750 V, 500 A

- BPU 전원 고장 시험은 BPU 에 전원을 공급하는 파워 서플라이의 전원을 차단하여 진행함.

4.10.4 시험 사진

전압감지 센서



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
578.8 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3298	mv
Min Volt	3280	mv
Max Temp	30	°c
Min Temp	27	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
572.0 V	0.0 A

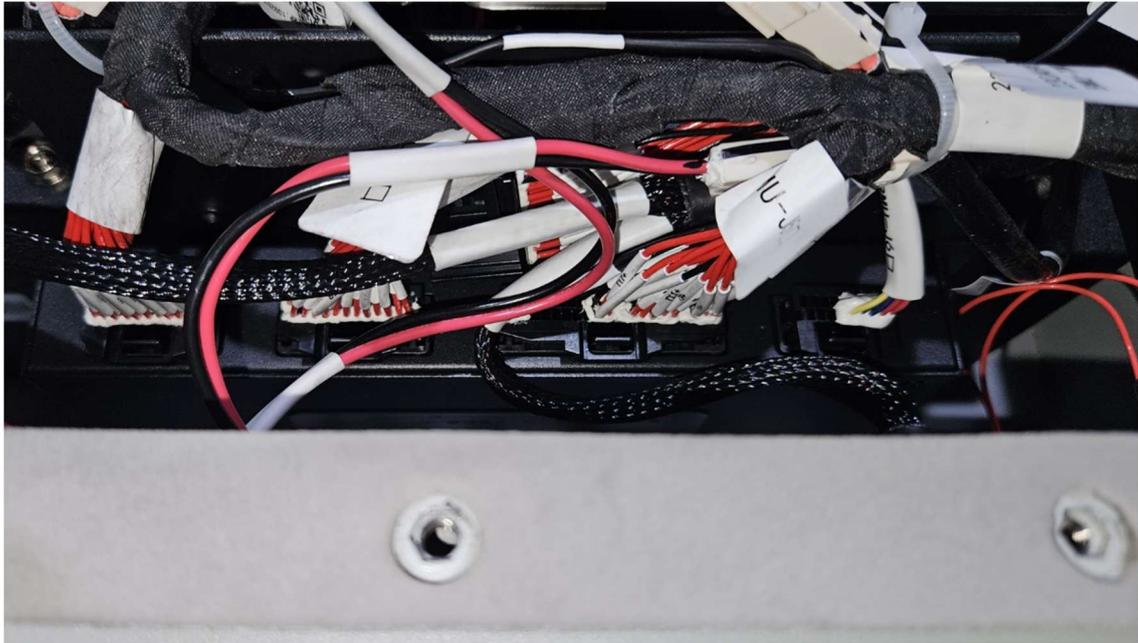
Online Cell Num	174	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3296	mv
Min Volt	3280	mv
Max Temp	30	°c
Min Temp	27	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

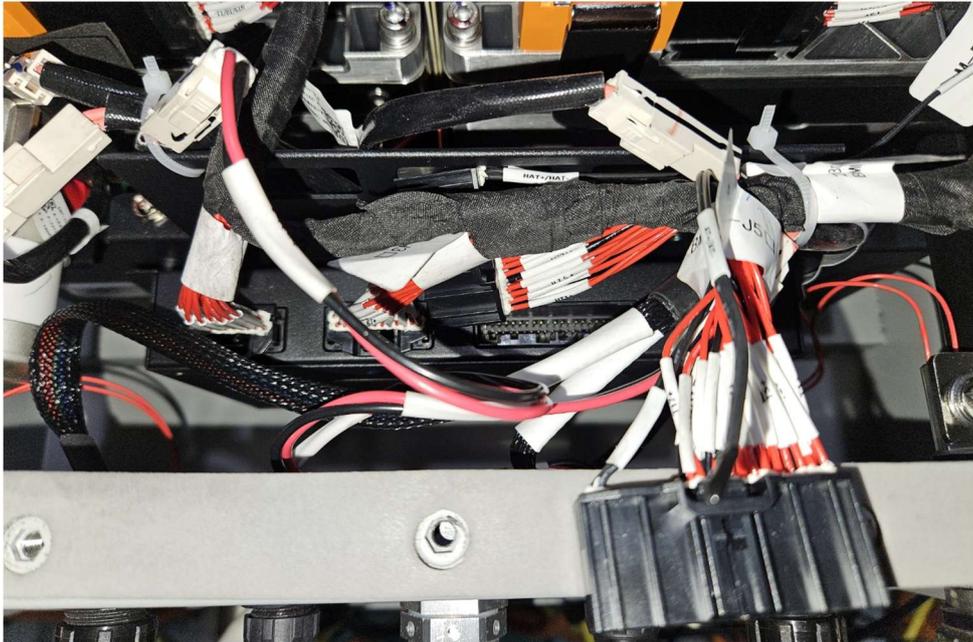
- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable**
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 후>

온도감지 센서



<시험 전>



<시험 후>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
578.2 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3294	mv
Min Volt	3278	mv
Max Temp	29	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
578.1 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	160	num
Max Volt	3294	mv
Min Volt	3277	mv
Max Temp	29	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	0.0	A

Alarm Sys Alarm: 3 Level

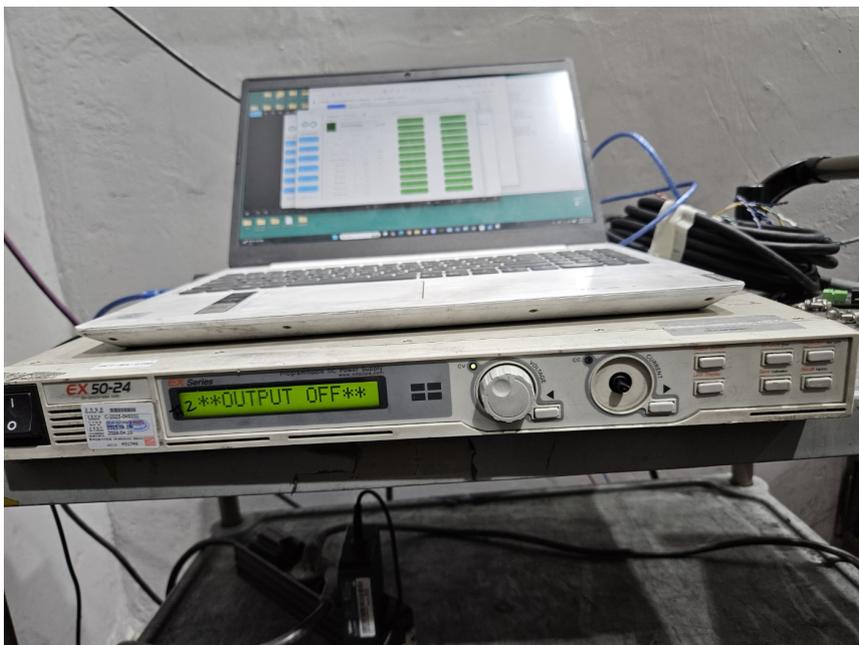
- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable**
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

<시험 후>

BPU 전원



<시험 전>



<시험 후>



<BCU 화면 확인>

BMS 화면

Statistics BCU Online : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
578.1 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3294	mv
Min Volt	3276	mv
Max Temp	29	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 전>

Statistics BCU Loss : ●

Discharge 20.8%

VOLT	CUR
578.0 V	0.0 A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3294	mv
Min Volt	3276	mv
Max Temp	29	°c
Min Temp	26	°c
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- Low Cell Volt
- High Cell Temp
- High Temp Differ
- Low Cell Temp
- High Volt Differ
- Master Slave Comm
- Volt Cable
- Temp Cable
- Low Insulation
- Low SOC
- High Balance Temp
- power supply
- Emergency
- High Chg Cur
- High Dis Cur
- Relay
- Precharge
- High Total Volt
- Low Total Volt
- High Volt Collect
- HVIL Fault

<시험 후>

외부단락



<시험 전>



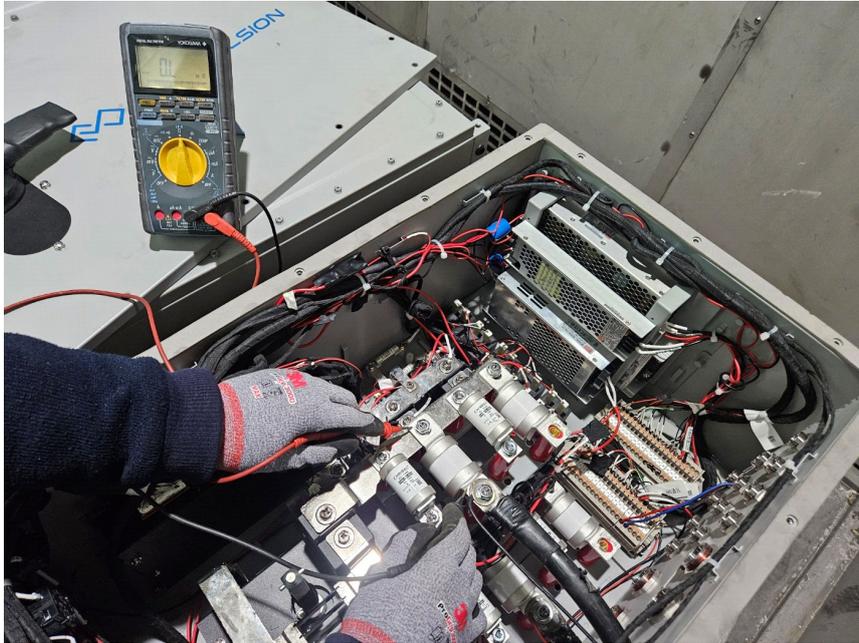
<시험 후>



<단락 저항>

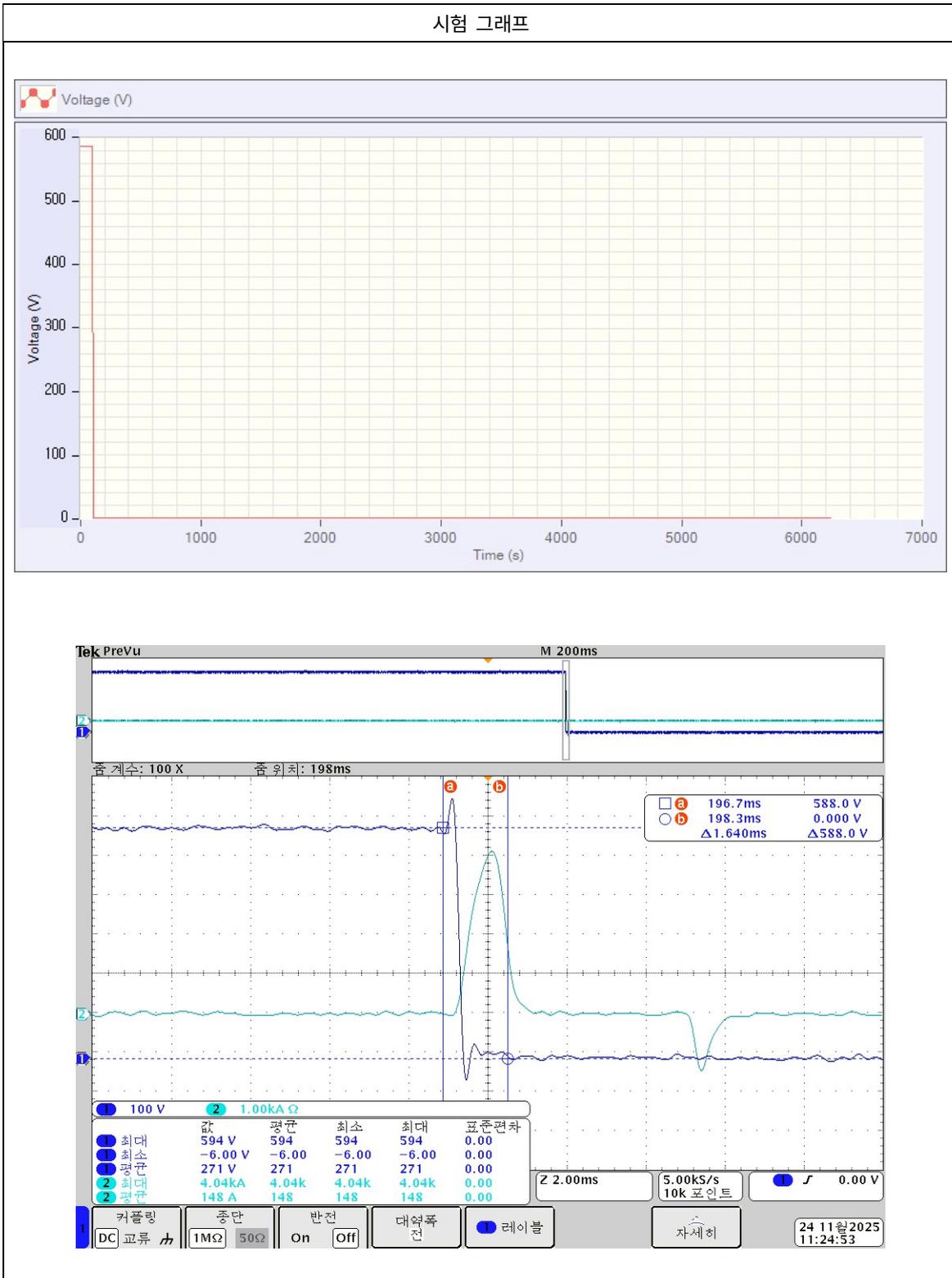


<모듈 전압>



<퓨즈 확인>

시험 그래프



4.11 최대 C-rate 확인 시험

4.11.1 시험 방법

- 배터리 시스템을 73.33 A의 전류로 제조자가 제시한 방전 종료전압까지 방전한 후 1시간동안 휴지한다.
- 최대 C-rate 전류로 제조자가 제시한 조건까지 충전한다. 충전이 종료된 후 1시간동안 휴지한다.
- 최대 C-rate 방전 전류로 제조자가 지정한 최종 전압까지 방전한다.

충전 전압 [Vdc]	최대 충전 전류 [A]	방전 종료 전압 [Vdc]	최대 방전 전류 [A]
610.0	110.0	520.0	110.0

<시험조건>

4.11.2 시험 기준

- 제조자가 제시한 최대 충전 조건에 따라 충/방전이 가능하여야 한다.

4.11.3 시험 결과

시료 번호	측정된 최대 충전 전류 [A]	측정된 최대 방전 전류 [A]	결과
#1	110.02	110.01	최대 C-rate 충전 및 방전 이상없음

비고

4.11.4 시험 사진

최대 C-rate 확인



시험 그래프



4.12 환경시험

4.12.1 성능시험

- 성능시험은 전체 환경시험 전·후 K S C IEC 62620, 6.3.1 항의 시험방법에 따라 진행한다.
- 환경시험 순서:
성능시험 -> 고온건조 -> 저온시험 -> 온습도 시험 -> 진동시험 ->성능시험

4.12.1.1 시험 방법

- 배터리를 0.2 ItA의 전류로 제조자가 제시한 방전종료 전압까지 방전한다.
- 1시간의 휴지시간 후, 최대 충전 전압까지 제조자가 제시한 충전 조건에 따라 충전한다.
- 그 후 1시간의 휴지시간이 지나면, 0.2 ItA의 전류로 방전 종료 전압까지 방전하여 배터리의 방전 용량을 측정한다.

순번	상태	방전 성능 시험
		0.2 ItA 방전성능
STEP 1	방전	44.0 A, Cut off : 520.0 V
STEP 2	휴지	1 시간
STEP 3	충전	73.33 A, Cut off: 610.0 V
STEP 4	휴지	1 시간
STEP 5	방전	44.0 A, Cut off : 520.0 V

- 마지막 방전구간(STEP 5)에서 방전용량을 측정한다.

< 시험 조건 >

4.12.1.2 시험 기준

- 각 방전을 별 방전 용량은 제조자가 제시한 용량의 최소 요구조건 보다 높아야 한다.
(0.2 ItA 방전성능: 100 % 이상)

4.12.1.3 시험 결과

1) 환경시험 전 성능평가

시료 번호	배터리 유형	방전 전류율 [It A]	정격 용량 [Ah]	방전 용량 [Ah]	방전성능 [%]	요구조건 [%]	결과
#1	E	0.2	220	228.61	103.9	100.0	만족

비고

- 방전성능 = (방전용량[Ah] / 정격용량[Ah]) x 100 [%]
- 방전 용량은 소수점 셋째자리에서 내림으로 기록됨.

2) 환경시험 후 성능평가

시료 번호	배터리 유형	방전 전류율 [It A]	정격 용량 [Ah]	방전 용량 [Ah]	방전성능 [%]	요구조건 [%]	결과
#1	E	0.2	220	229.07	104.12	100.0	만족

비고

- 방전성능 = (방전용량[Ah] / 정격용량[Ah]) x 100 [%]
- 방전 용량은 소수점 셋째자리에서 내림으로 기록됨.

4.12.1.4 시험 사진

환경시험 전/후 성능평가



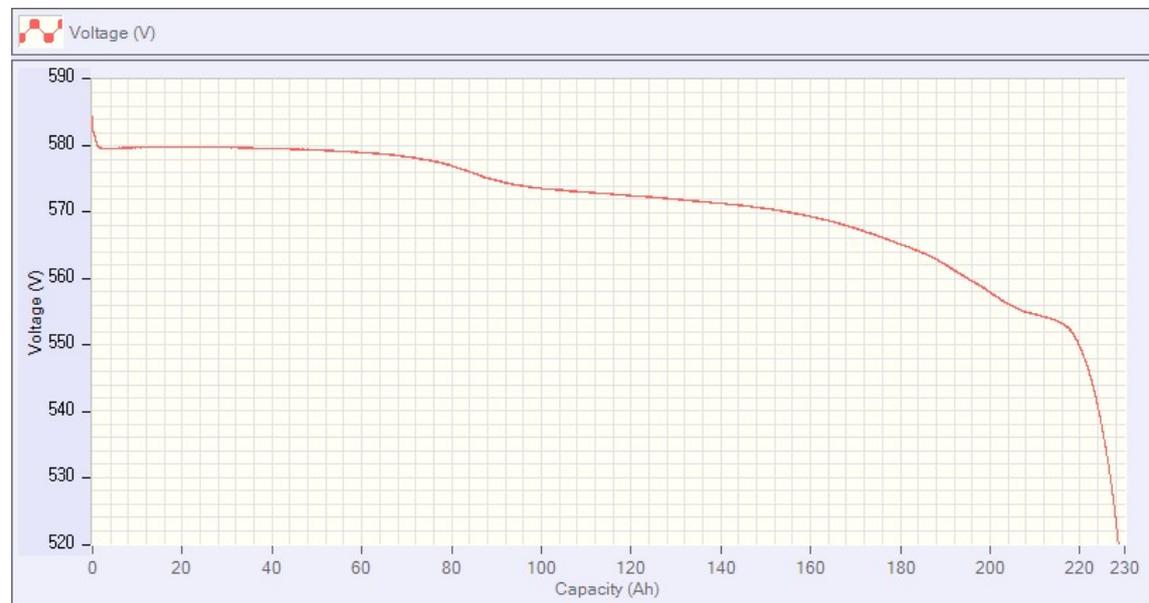
시험 환경



환경시험 전 성능시험 그래프 (0.2ItA 방전성능)

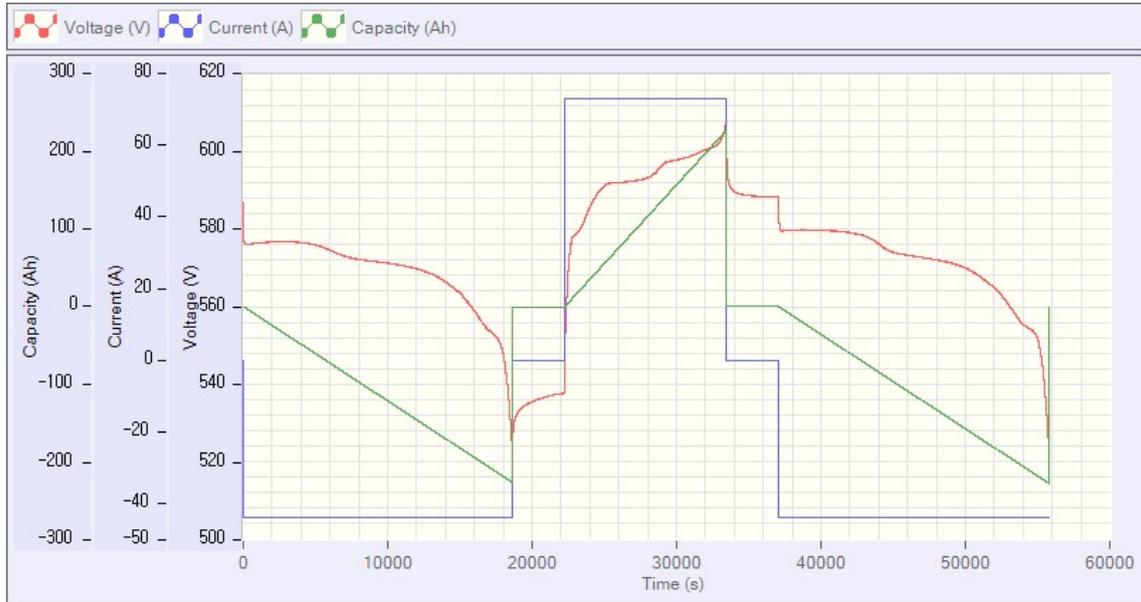


< 0.2ItA 방전성능 전체 스케줄 데이터 >

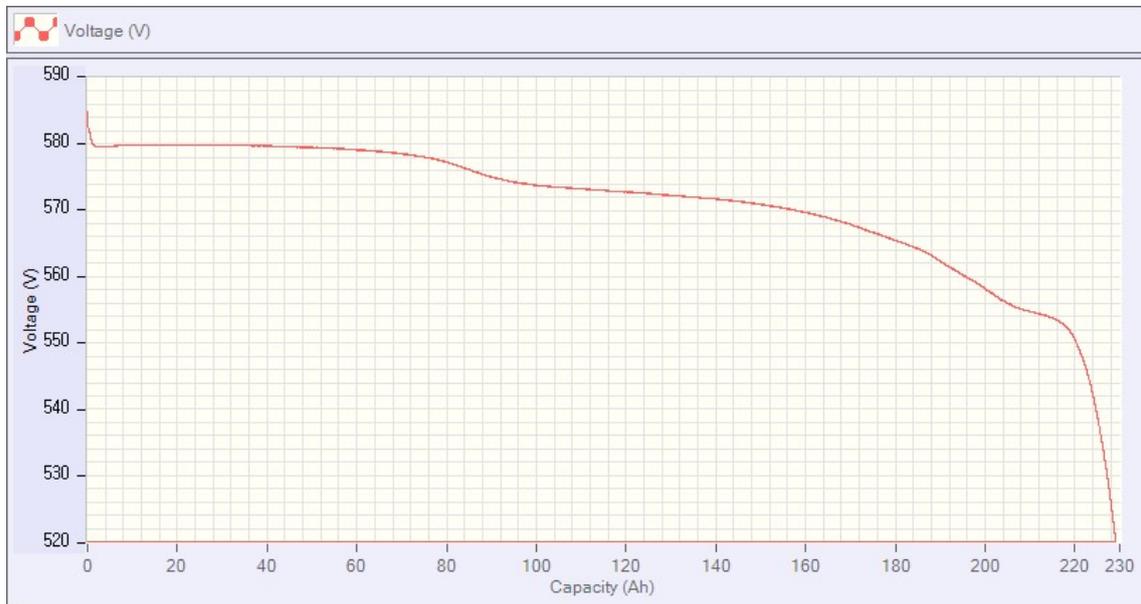


< 방전용량-전압 데이터 >

환경시험 후 성능시험 그래프 (0.2ItA 방전성능)



<0.2ItA 방전성능 전체 스케줄 데이터 >

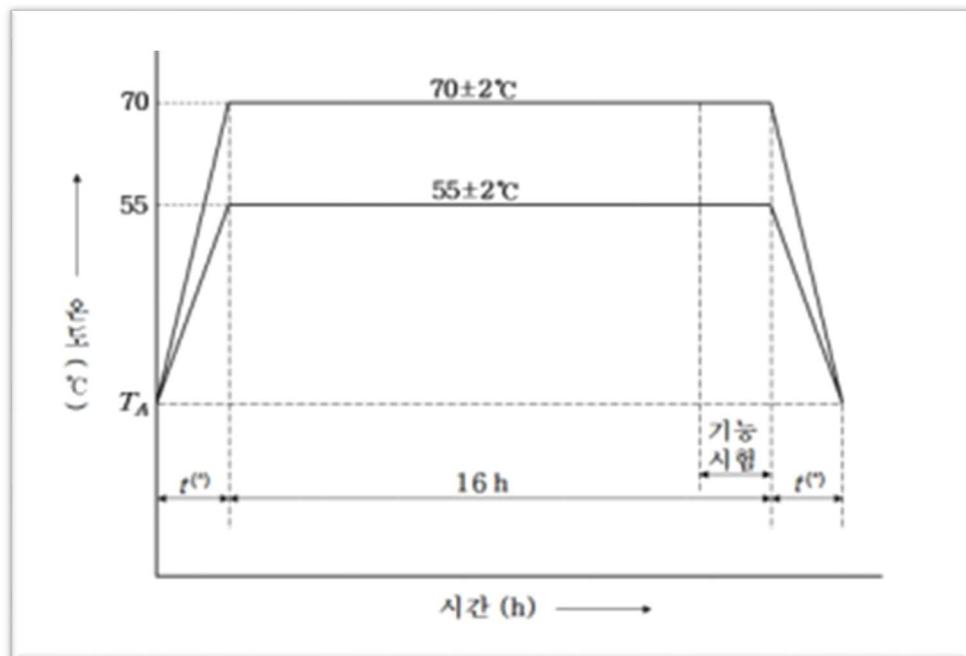


< 방전용량-전압 데이터 >

4.12.2 고온건조 시험

4.12.2.1 시험 방법

- 이 시험에 대한 절대습도는 공기 1m³ 당 20 g의 수분을 초과하지 않아야 한다.
(상대습도는 35 °C에서 약 50 %임)
- **시험 A:** 시험B에 해당되지 않는 시험품에 대하여 전원이 인가된 상태에서 온도 (70 ± 2)°C의 환경조건을 16시간 동안 유지한다.
- **시험 B:** 공기조화를 행하는 구역에 설치하는 시험품에 대하여는 온도 (55 ± 2)°C의 환경조건을 16시간 동안 가하여 시험할 수 있다. 다만, 콘솔과 하우징 속에 다른 시험품과 함께 취부되는 경우에는 상기의 시험 A를 행한다.
- 높은 열에 노출되는 자동화, 제어 및 계측 장비(예: 콘솔, 하우징 등에 다른 열 방출전력 장비와 함께 장착되는 경우)에 대해서는 70°C의 건조고온시험이 수행되어야 한다.
- 환경조건이 가해지고 있는 동안 기기의 작동상태를 확인하고 마지막 1시간 동안 기능시험을 실시한다. 다만, 방열 장비에 대해서는 제공되는 경우 냉각시스템을 갖추고 해당 환경조건에서 기기의 작동상태를 확인한다.



< 고온건조 시험 프로파일 >

※ 온도의 상승 및 강하속도는 매분 1°C (다만, 5분이내의 시간에서의 평균) 이내로 한다.

4.12.2.2 시험 기준

- 온도 노출 후 시험품의 외관 및 구조에 이상이 없을 것
- 기능시험 진행결과 시험 전·후 BPU가 정상 작동하는지 확인할 것

4.12.2.3 시험 결과

시료 번호	시험 온도 [°C]	결과
#1-BPU	55 ± 2	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동

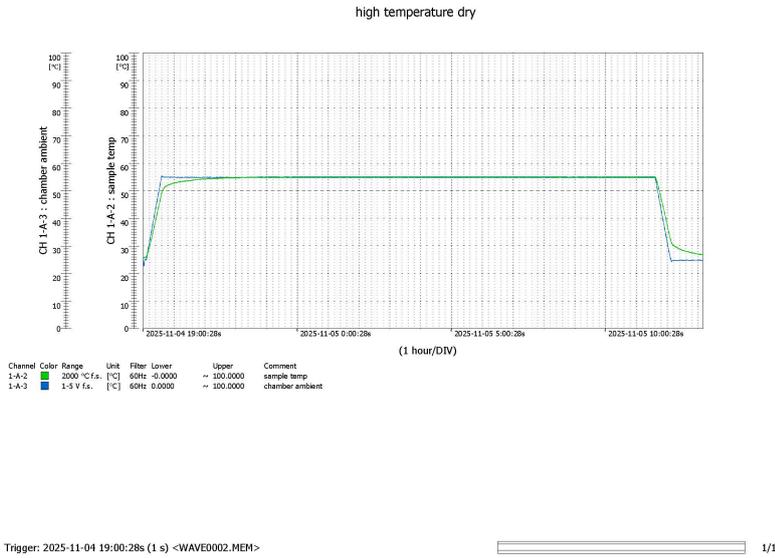
비고

- 해당 배터리 시스템은 공기조화를 행하는 구역에 설치하는 제품으로 시험 B 적용됨.
- BPU 를 시스템에 장착하여 정상 작동 여부 확인함.

4.12.2.4 시험 사진



시험 그래프



< 챔버 데이터(온도) >

BMS basic info V3.5

ePropulsion

- Detailed
- Configuration
- Download
- History
- Simulation
- SetAddress

251021-Ver3.5

Statistics BCU Online : ●

Discharge 40.5%

VOLT		CUR	
587.7	V	0.0	A

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3342	mv
Min Volt	3337	mv
Max Temp	29	°C
Min Temp	25	°C
Chg Req Cur	110.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

Alarm Sys Alarm: Normal

- High Cell Volt
- High Cell Temp
- Low Cell Temp
- Master Slave Comm
- Temp Cable
- Low SOC
- power supply
- High Chg Cur
- Relay
- High Total Volt
- High Volt Collect
- Low Cell Volt
- High Temp Differ
- High Volt Differ
- Volt Cable
- Low Insulation
- High Balance Temp
- Emergency
- High Dis Cur
- Precharge
- Low Total Volt
- HVIL Fault

< 고온건조 시험 전 BMS 화면_기능시험 >

The screenshot displays the BMS basic info V3.5 interface. It features a sidebar with navigation options: ePropulsion, Detailed, Configuration, Download, History, Simulation, and SetAddress. The main area is divided into two sections: Statistics and Alarm.

Statistics Section: Shows 'BCU Online' status as green. A 'Discharge' progress bar is at 97.3%. Below this is a table with columns 'VOLT' and 'CUR'. The first row shows 575.2 V and 0.0 A. A second table lists various parameters:

Online Cell Num	176	num
Online Temp Num	176	num
Max Volt	3278	mv
Min Volt	3258	mv
Max Temp	27	°c
Min Temp	24	°c
Chg Req Cur	0.0	A
Dis Req Cur	110.0	A

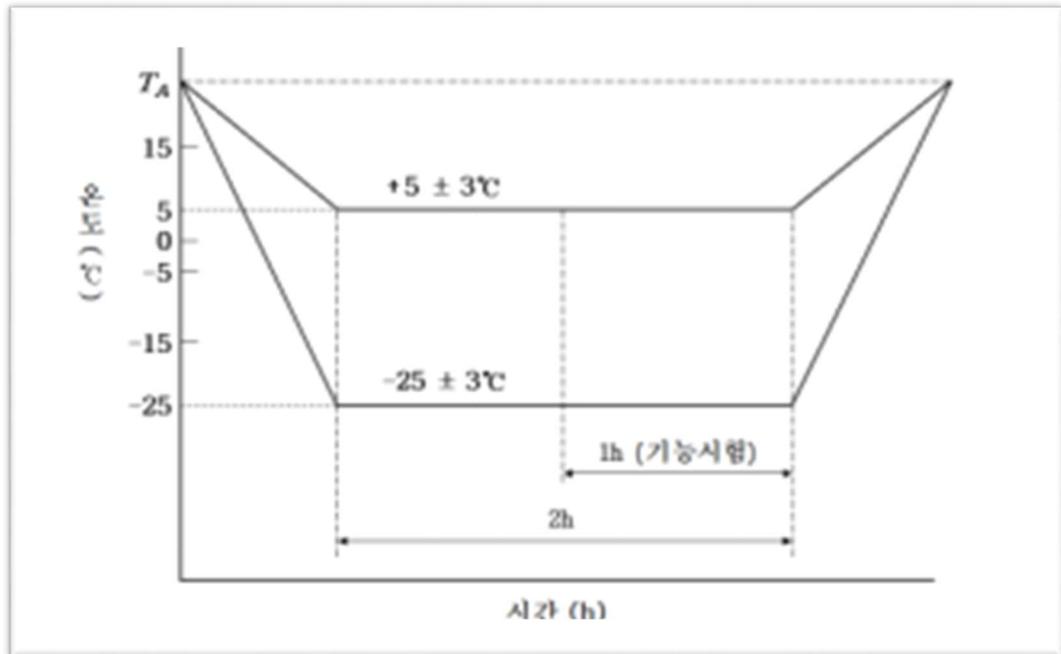
Alarm Section: Shows 'Sys Alarm: Normal'. It contains a grid of 20 green buttons representing various alarm types: High Cell Volt, Low Cell Volt, High Cell Temp, High Temp Differ, Low Cell Temp, High Volt Differ, Master Slave Comm, Volt Cable, Temp Cable, Low Insulation, Low SOC, High Balance Temp, power supply, Emergency, High Chg Cur, High Dis Cur, Relay, Precharge, High Total Volt, Low Total Volt, and High Volt Collect.

< 고온건조 시험 후 BMS 화면_기능시험 >

4.12.3 저온 시험

4.12.3.1 시험 방법

- 기능시험시 이외에는 시험품이 작동하지 않는 상태에서 온도 (5 ± 3) °C의 환경조건을 2시간 동안 유지한다. 환경조건이 유지되고 있는 마지막 1시간 및 환경조건을 제거한 후에 기능시험을 실시한다.
- 개방 갑판 또는 동결 가능한 위치 등에 설치하는 기기에 대하여는 (-25 ± 3) °C의 환경조건을 2시간 동안 유지한다.
- 저온시험 전·후에는 절연저항을 측정한다.



<저온시험 프로그램>

4.12.3.2 시험 기준

- 온도 노출 후 시험품의 외관 및 구조에 이상이 없을 것
- 기능시험 진행결과 시험 전·후 BPU가 정상 작동하는지 확인할 것

4.12.3.3 시험 결과

시료 번호	시험 온도 [°C]	결과
#1-BPU	(5 ± 3)	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동

비고

- 해당 배터리 시스템은 개방 갑판 또는 동결 가능한 위치에 설치되지 않으므로,
(5 ± 3) °C의 환경조건이 적용됨.
- BPU 를 시스템에 장착하여 정상 작동 여부 확인함.

<저온시험 전 절연저항>

시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [Vdc]	결과		
#1-BPU	주회로	양극	음극	60	500	100 MΩ 이상	
		양극	외함	60	500	100 MΩ 이상	
		음극	외함	60	500	100 MΩ 이상	
		Heat+	외함	60	500	100 MΩ 이상	
		Heat-	외함	60	500	100 MΩ 이상	
	제어회로	24 V 전원 (+)		외함	60	48	10 MΩ 이상
		24 V 전원 (-)		외함	60	48	10 MΩ 이상
		CAN H		외함	60	48	10 MΩ 이상
		CAN L		외함	60	48	10 MΩ 이상

비고

- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc로 평가됨.

<저온시험 후 절연저항>

시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [Vdc]	결과	
#1-BPU	주회로	양극	음극	60	500	10 MΩ 이상
		양극	외함	60	500	10 MΩ 이상
		음극	외함	60	500	10 MΩ 이상
		Heat+	외함	60	500	1 MΩ 이상
		Heat-	외함	60	500	1 MΩ 이상
	제어회로	24 V 전원 (+)	외함	60	48	1 MΩ 이상
		24 V 전원 (-)	외함	60	48	1 MΩ 이상
		CAN H	외함	60	48	1 MΩ 이상
		CAN L	외함	60	48	1 MΩ 이상

비고

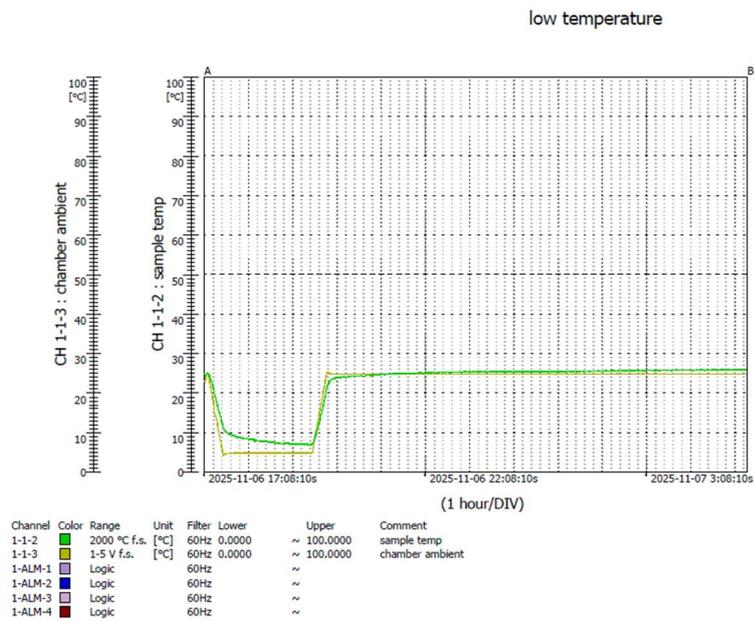
- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc로 평가됨.

4.12.3.4 시험 사진

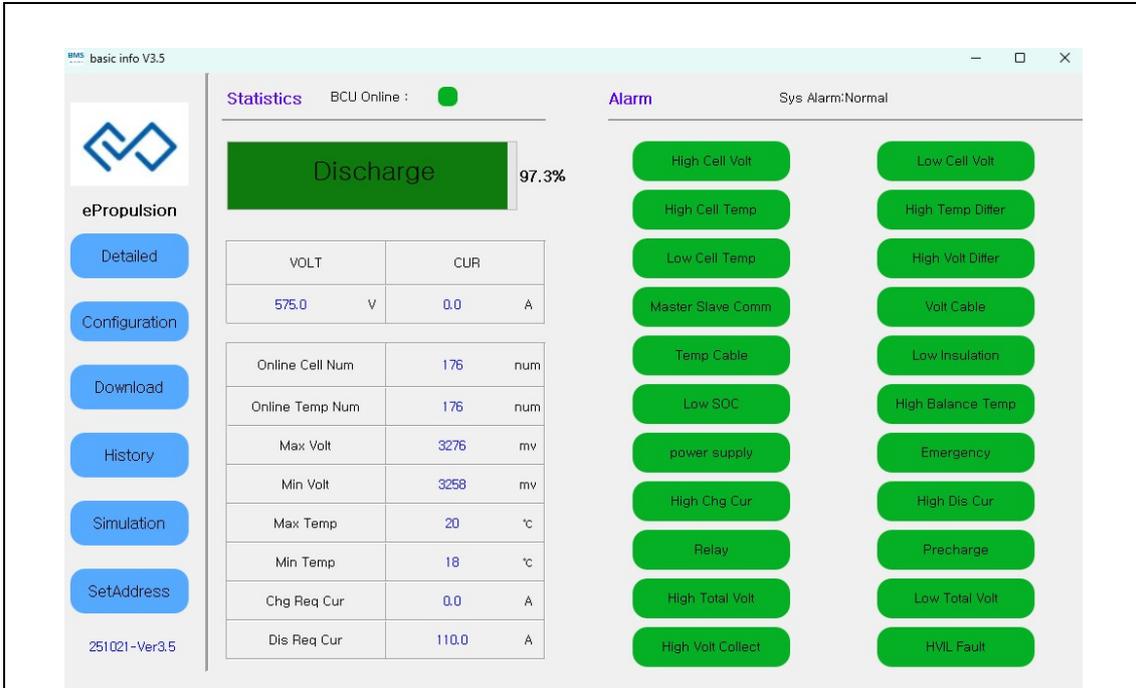
저온 시험



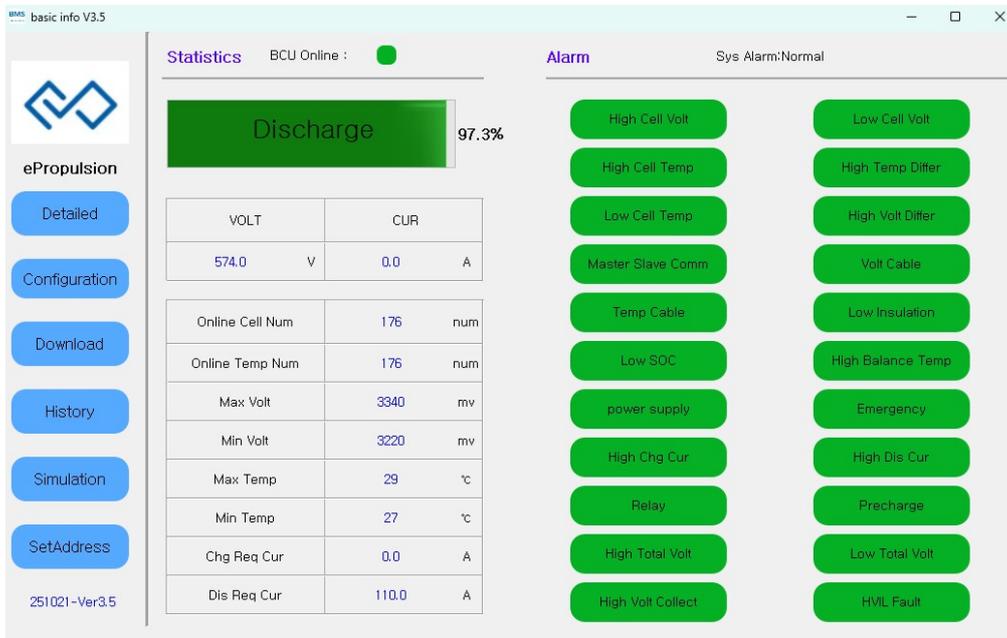
시험 그래프



< 챔버 데이터(온도) >



< 저온 시험 전 BMS 화면_기능시험 >

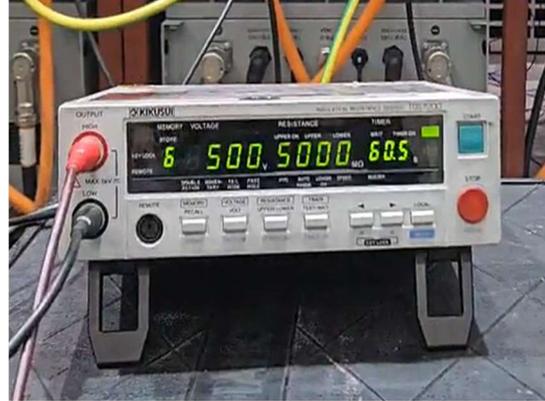


< 저온 시험 후 BMS 화면_기능시험 >

저온시험 전 절연저항 (주회로)



< 셋업사진 >



<음극 to 외함>



< 셋업 사진 >



<양극 to 외함>

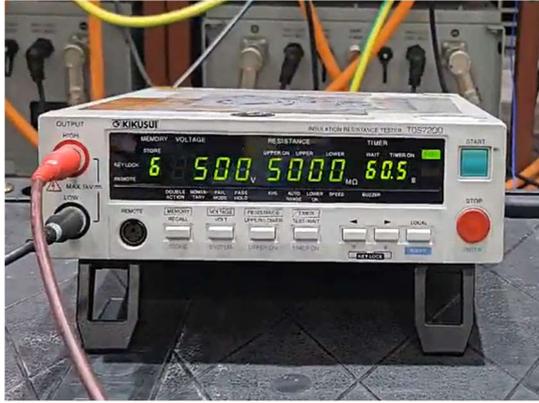


< 셋업 사진 >



<양극 to 음극>

저온시험 전 절연저항 (주회로)

 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p>< Heat+ to 외함 ></p>
 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p>< Heat- to 외함 ></p>

저온시험 전 절연저항 (제어회로)



< 셋업사진 >



<24V+ to 외함>



< 셋업사진 >



<24V- to 외함 >

저온시험 전 절연저항 (제어회로)



< 셋업사진 >



< CAN H to 외함 >



< 셋업사진 >



< CAN L to 외함 >

저온시험 후 절연저항 (주회로)



< 셋업 사진 >



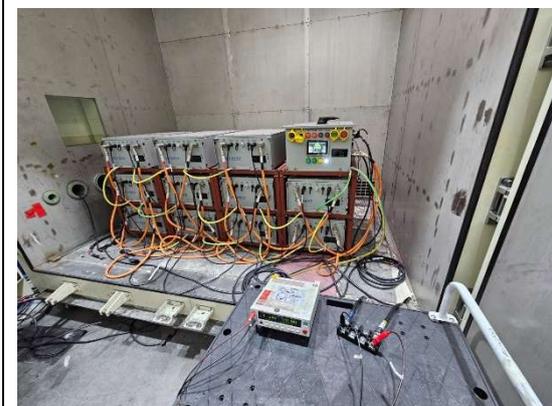
<음극 to 외함>



< 셋업 사진 >



<양극 to 외함>

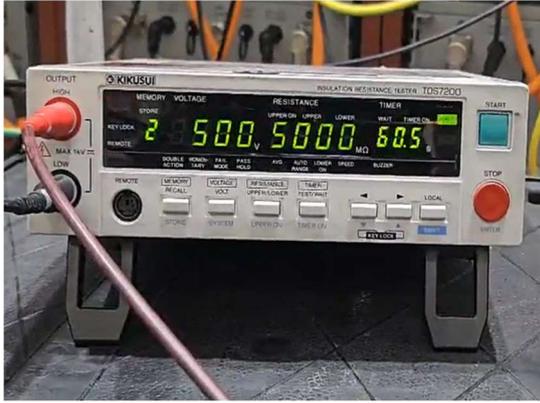


< 셋업 사진 >

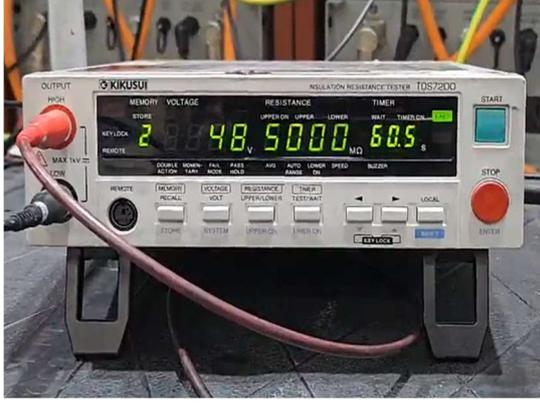


<양극 to 음극>

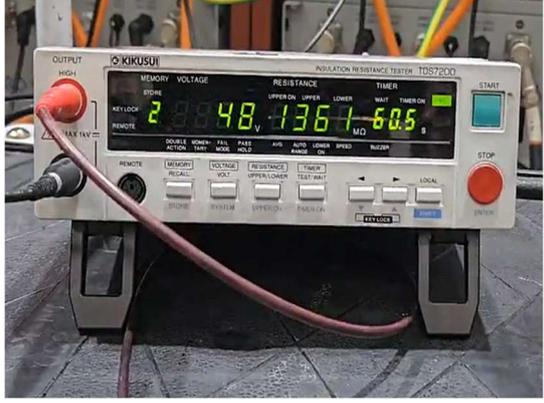
저온시험 후 절연저항 (주회로)

 <p data-bbox="443 869 576 898">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="986 869 1174 898">< Heat+ to 외함 ></p>
 <p data-bbox="443 1391 576 1420">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="986 1391 1174 1420">< Heat- to 외함 ></p>

저온시험 후 절연저항 (제어회로)

 <p style="text-align: center;">< 셋업사진 ></p>	 <p style="text-align: center;"><24V+ to 외함></p>
 <p style="text-align: center;">< 셋업사진 ></p>	 <p style="text-align: center;"><24V- to 외함 ></p>

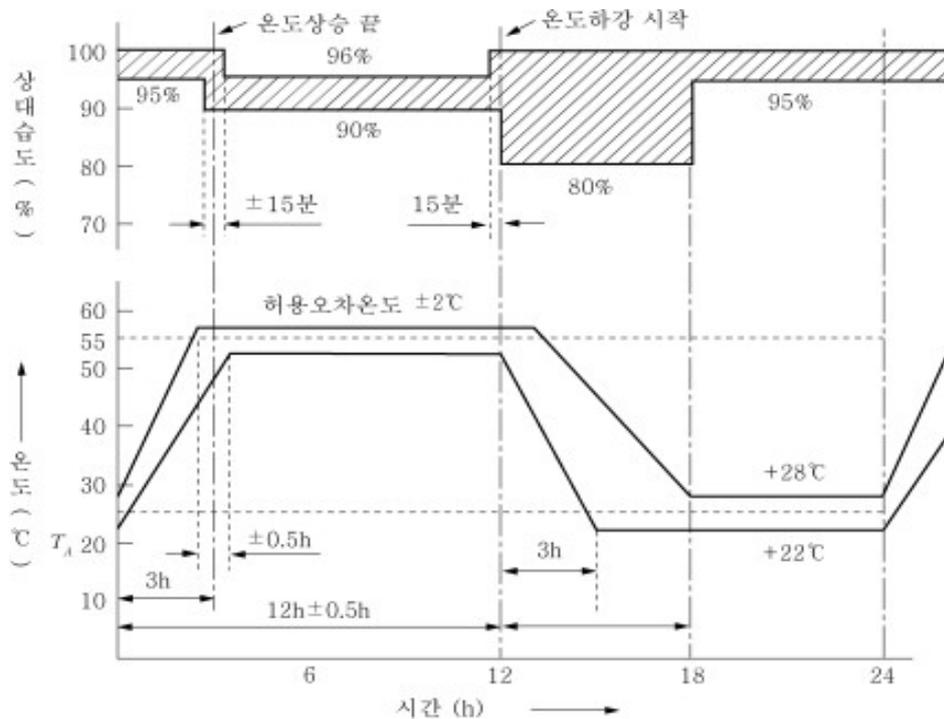
저온시험 후 절연저항 (제어회로)

 <p data-bbox="443 860 576 891">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="991 860 1171 891"><CAN H to 외함></p>
 <p data-bbox="443 1382 576 1413">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="991 1382 1171 1413"><CAN L to 외함 ></p>

4.12.4 온습도 시험

4.12.4.1 시험 방법

- 시험은 주위온도(T_A) (25 ± 3)°C 및 상대습도 95% 이상에서 시작한다.
- 시험온도는 3시간 \pm 30분 동안 규정온도인 (55 ± 2)°C로 도달하여야 하며, 이 시간 동안 상대 습도는 95%이상이어야 한다. 다만, 마지막의 15분간은 상대습도를 90%이상으로 할 수 있다.
- 규정온도에 도달한 이후부터 9시간 \pm 30분이 경과할 때까지는 해당온도를 유지하여야 하며, 이 시간 동안 상대습도는 (93 ± 3) % 이내이어야 한다. 다만, 처음과 마지막의 15분간은 상대습도를 ($93 + 7$) % 및 ($93 - 3$) %로 할 수 있다.
- 위 시험을 총 2사이클 진행한다. 1사이클 시험온도 도달 후 2시간, 마지막 사이클 시험조건 유지되고 있는 마지막 2시간 및 시험 완료된 후 2시간동안 기능시험을 진행한다.
- 온습도 시험 전·후에는 시험품에 대한 절연저항을 측정한다.



< 온습도 시험 프로파일 >

4.12.4.2 시험 기준

- 온습도에 노출 후 시험품의 외관 및 구조에 이상이 없을 것
- 기능시험 진행결과 시험 전·후 BPU가 정상 작동하는지 확인할 것

4.12.4.3 시험 결과

시료 번호	결과
#1-BPU	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동

비고

- BPU 를 시스템에 장착하여 정상 작동 여부 확인함.

<온습도 시험 전 절연저항>

시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [Vdc]	결과	
#1-BPU	주회로	양극	음극	60	500	100 MΩ 이상
		양극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		음극	외함	60	500	100 MΩ 이상
		Heat+	외함	60	500	100 MΩ 이상
		Heat-	외함	60	500	100 MΩ 이상
	제어회로	24 V 전원 (+)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		24 V 전원 (-)	외함	60	48	10 MΩ 이상
		CAN H	외함	60	48	10 MΩ 이상
		CAN L	외함	60	48	10 MΩ 이상

비고

- Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc로 평가됨.

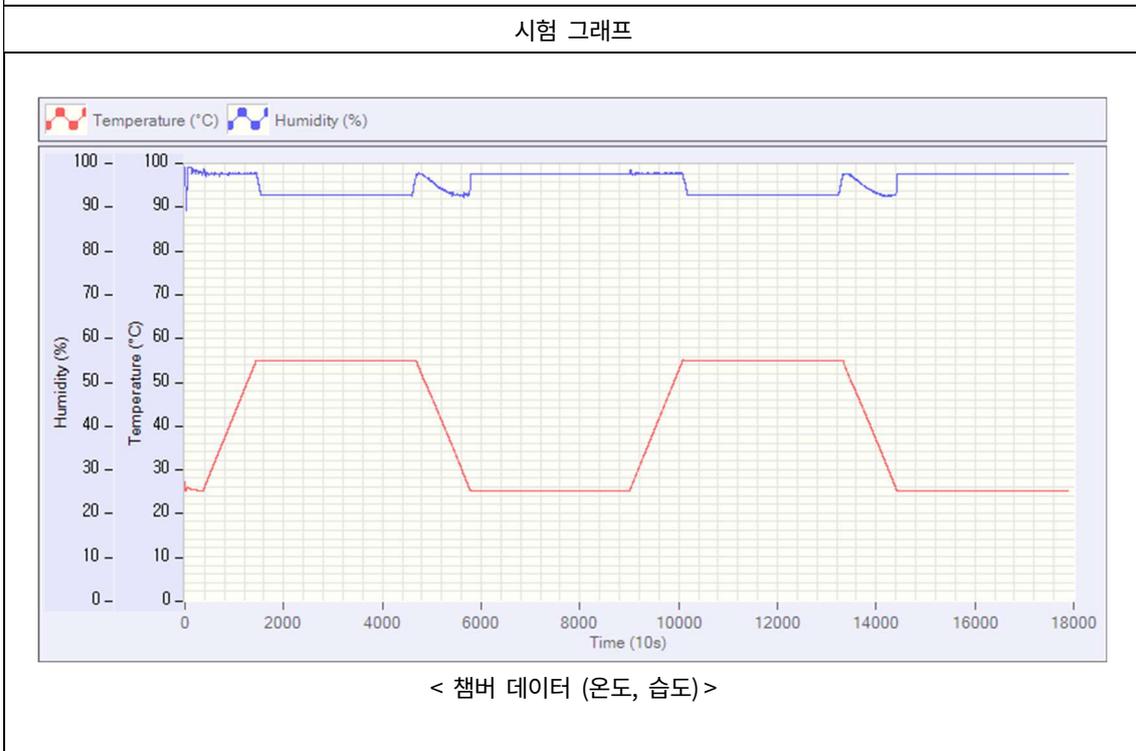
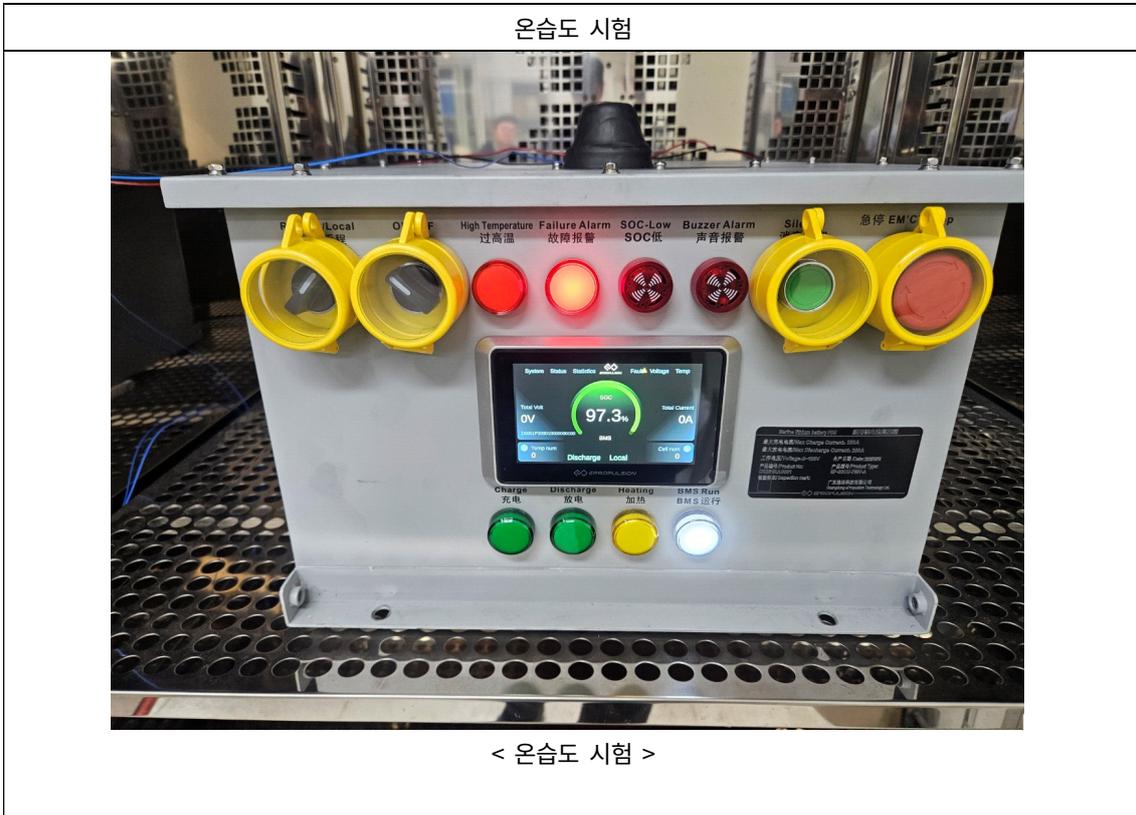
<온습도 시험 후 절연저항>

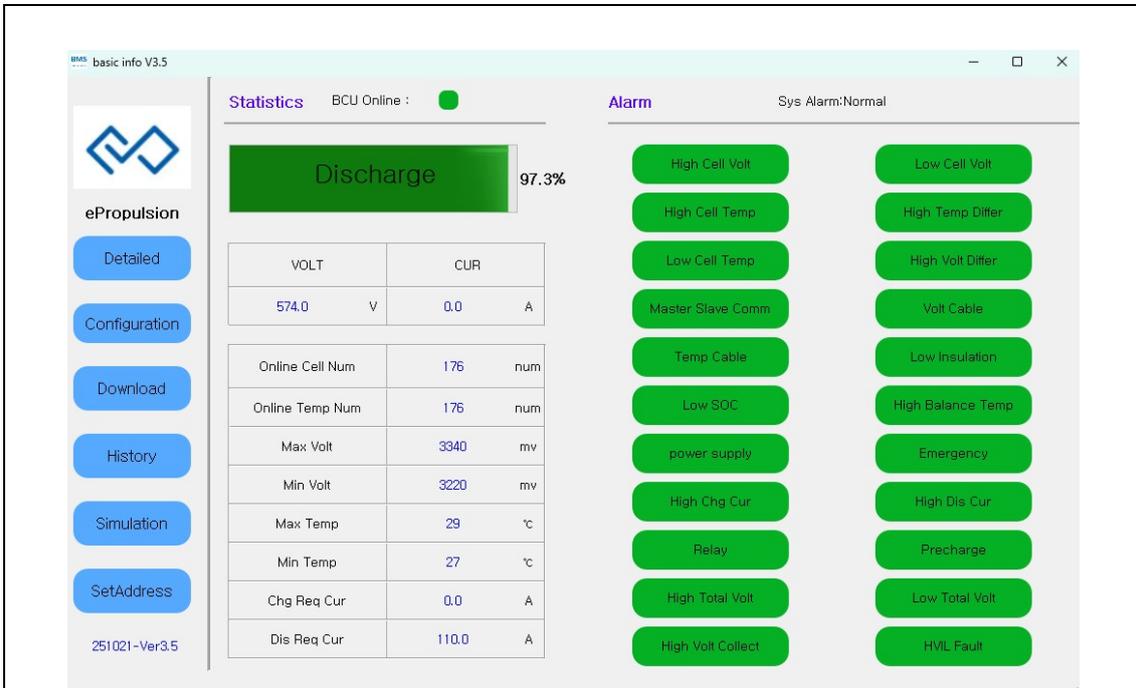
시료 번호	인가 위치		인가 시간 [sec]	인가 전압 [Vdc]	결과	
#1-BPU	주회로	양극	음극	60	500	10 MΩ 이상
		양극	외함	60	500	10 MΩ 이상
		음극	외함	60	500	10 MΩ 이상
		Heat+	외함	60	500	1 MΩ 이상
		Heat-	외함	60	500	1 MΩ 이상
	제어회로	24 V 전원 (+)	외함	60	48	1 MΩ 이상
		24 V 전원 (-)	외함	60	48	1 MΩ 이상
		CAN H	외함	60	48	1 MΩ 이상
		CAN L	외함	60	48	1 MΩ 이상

비고

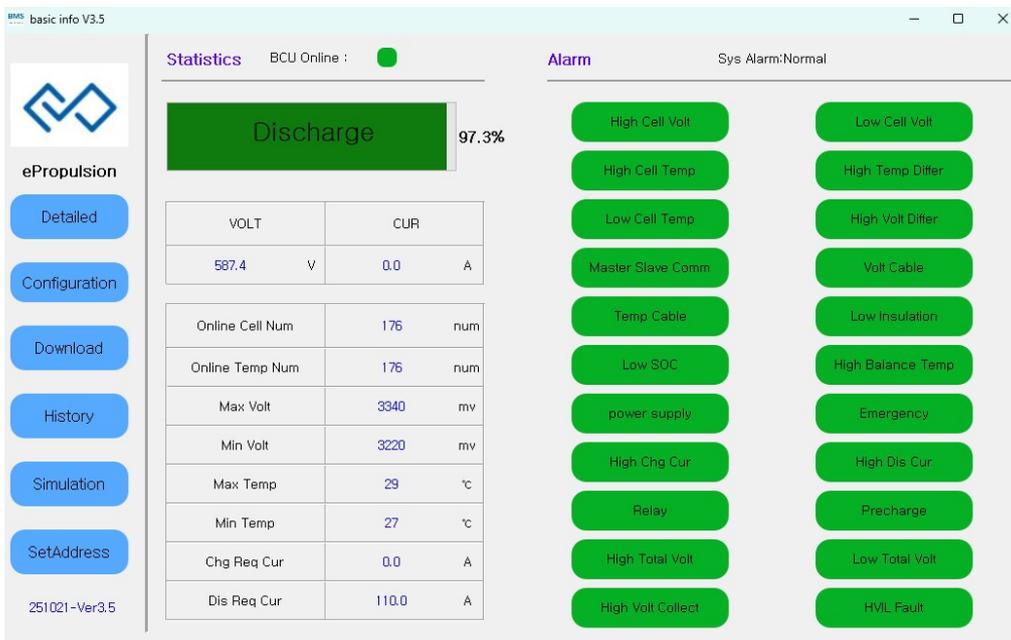
-Heat+ 및 Heat- 단자는 주 회로에 연결되는 제어회로 이므로 인가 전압 500Vdc로 평가됨.

4.12.4.4 시험 사진





< 온습도 시험 전 BMS 화면_기능시험 >



< 온습도 시험 후 BMS 화면_기능시험 >

온습도 시험 전 절연저항 (주회로)



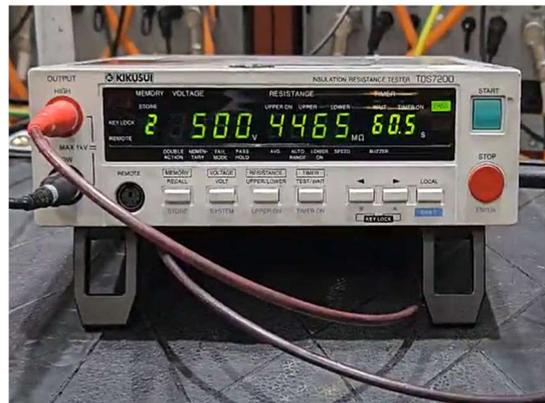
< 셋업 사진 >



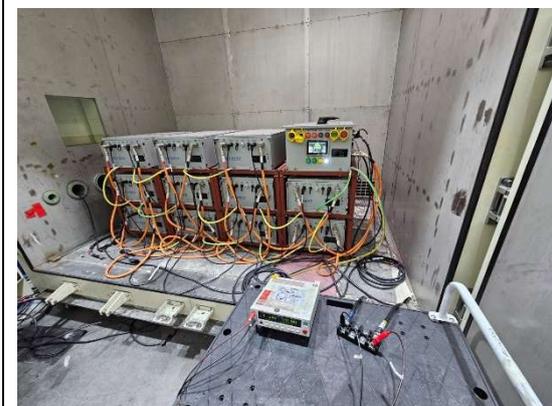
<음극 to 외함>



< 셋업 사진 >



<양극 to 외함>

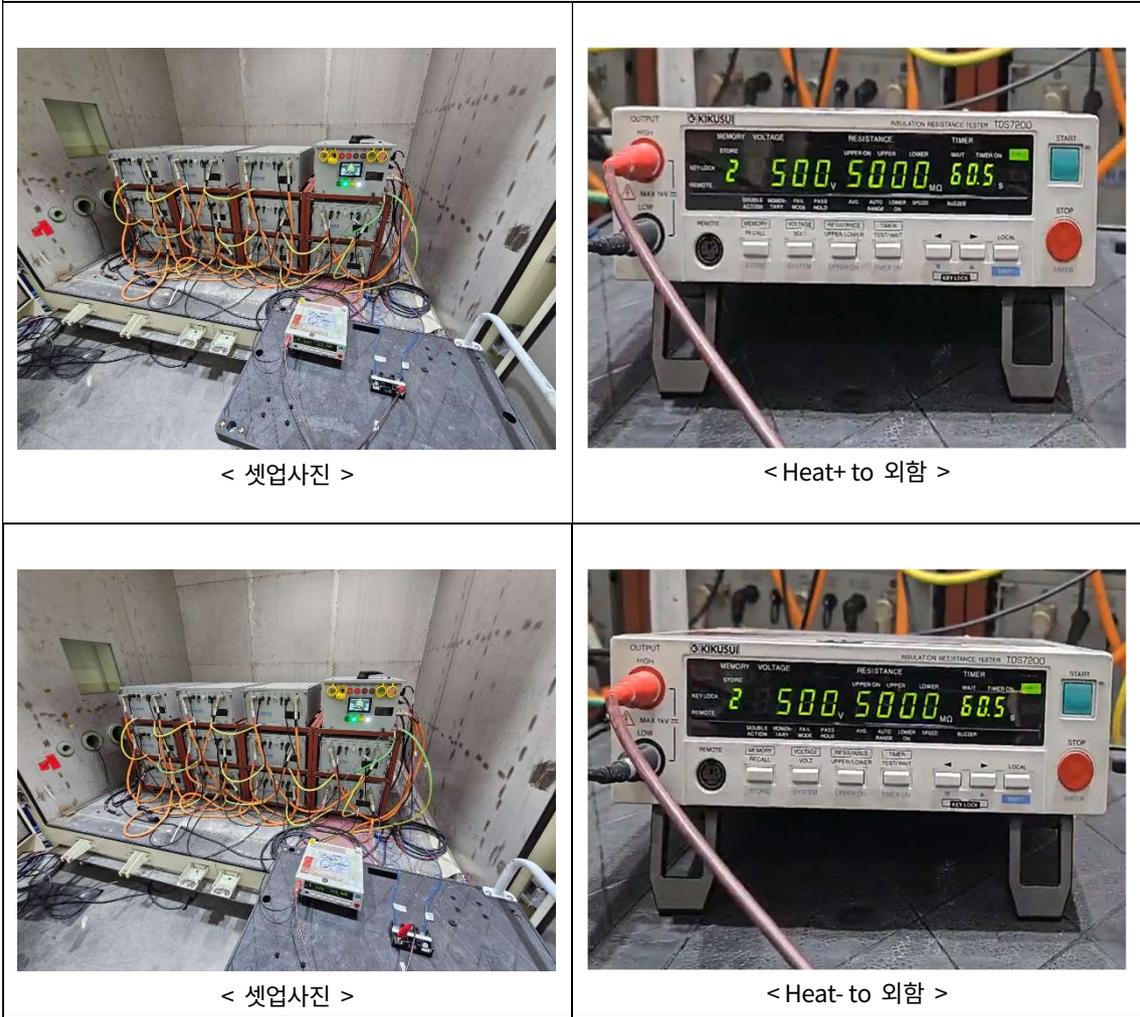


< 셋업 사진 >



<양극 to 음극>

온습도 시험 전 절연저항 (주회로)



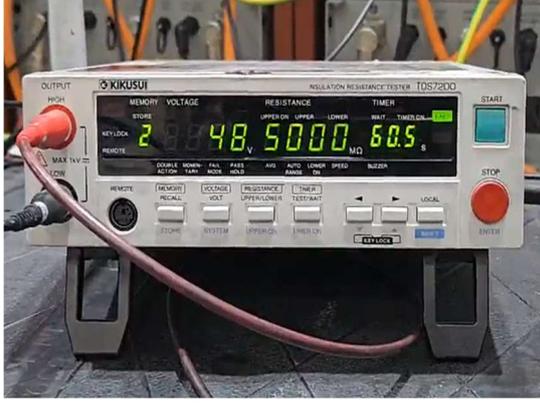
< 셋업사진 >

< Heat+ to 외함 >

< 셋업사진 >

< Heat- to 외함 >

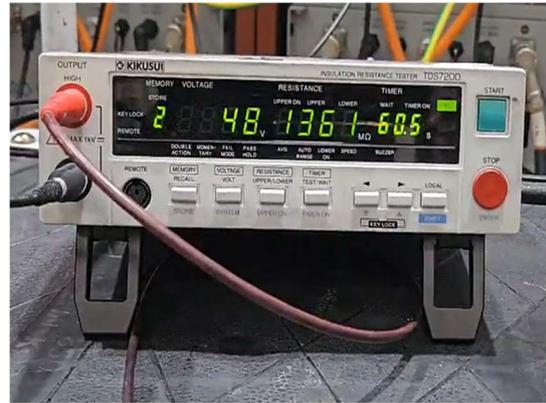
온습도 시험 전 절연저항 (제어회로)

 <p data-bbox="443 860 576 891">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="1002 860 1161 891"><24V+ to 외함></p>
 <p data-bbox="443 1379 576 1411">< 셋업사진 ></p>	 <p data-bbox="1002 1379 1161 1411"><24V- to 외함 ></p>

온습도 시험 전 절연저항 (제어회로)



< 셋업사진 >



<CAN H to 외함>



< 셋업사진 >



<CAN L to 외함 >

온습도 시험 후 절연저항 (주회로)



< 셋업 사진 >



<음극 to 외함>



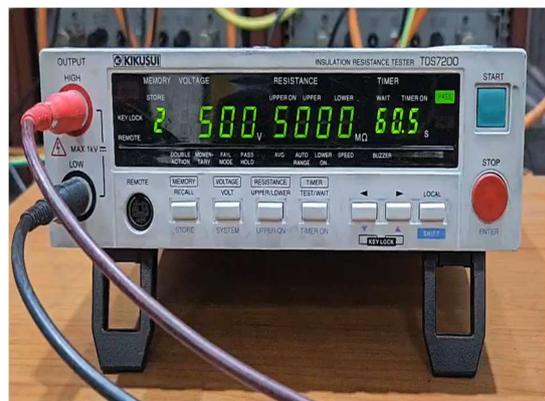
< 셋업 사진 >



<양극 to 외함>



< 셋업 사진 >



<양극 to 음극>

온습도 시험 후 절연저항 (주회로)

 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p>< Heat+ to 외함 ></p>
 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p>< Heat- to 외함 ></p>

온습도 시험 후 절연저항 (제어회로)

 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p><24V+ to 외함></p>
 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p><24V- to 외함 ></p>

온습도 시험 후 절연저항 (제어회로)

 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p><CAN H to 외함></p>
 <p>< 셋업사진 ></p>	 <p><CAN L to 외함 ></p>

4.12.5 진동 시험

4.12.5.1 시험 방법

- 시험품에 전원이 인가된 상태에서 2(+3, -0) ~ 100 Hz의 진동주파수 범위에 걸쳐 다음과 같은 진폭 또는 가속도의 진동으로 소인(sweep)하여 공진점 (Amplification factor: ≥ 2 인 진동주파수를 공진점으로 간주한다.)을 찾는다.

진동주파수	진폭 또는 가속도
2(+3, -0) Hz ~ 13.2 Hz	진폭 ± 1.0 mm
13.2 Hz ~ 100 Hz	가속도 ± 0.7 g

- 공진점이 없을 때에는 가속도 ± 0.7 g 의 진동을 30 Hz로 90분 동안 가하여 내구시험을 행한다.
- 공진점이 있을 때에는 공진을 피하기 위하여 필요한 조치를 하고 다시 주파수 소인시험(frequency sweep test)을 행하거나 공진주파수에서의 진동을 90분 동안 가하여 내구시험을 행한다. 다만, 개별 주파수시험 대신에 소인시험이 실시되고 또한 여러 개의 공진점이 서로 근접하여 있는 경우에는 시험시간을 120분 간으로 한다.
시험은 3축 (X, Y, Z)방향으로 진행한다.
- 내구시험을 하는 동안 개로전압을 측정한다.

4.12.5.2 시험 기준

- 외관 및 구조에 이상이 없을 것
- 기능시험 진행결과 시험 전·후 BPU가 정상 작동하는지 확인할 것

4.12.5.3 시험 결과

<공진점 확인>

시료 번호	진동 방향	공진점 유무	시험 적용
#1-BPU (BPU)	X 축	무	30.0 Hz
	Y 축	무	30.0 Hz
	Z 축	무	30.0 Hz

비고

<기능시험>

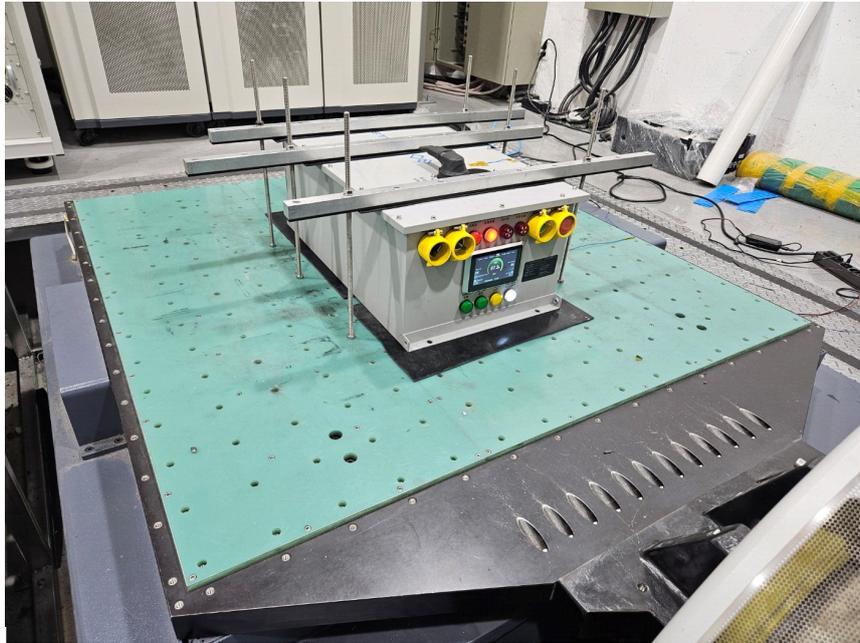
시료 번호	진동 방향	결과
#1-BPU (BPU)	X 축	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동
	Y 축	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동
	Z 축	시험품에 이상 없음 BPU 정상 작동

비고

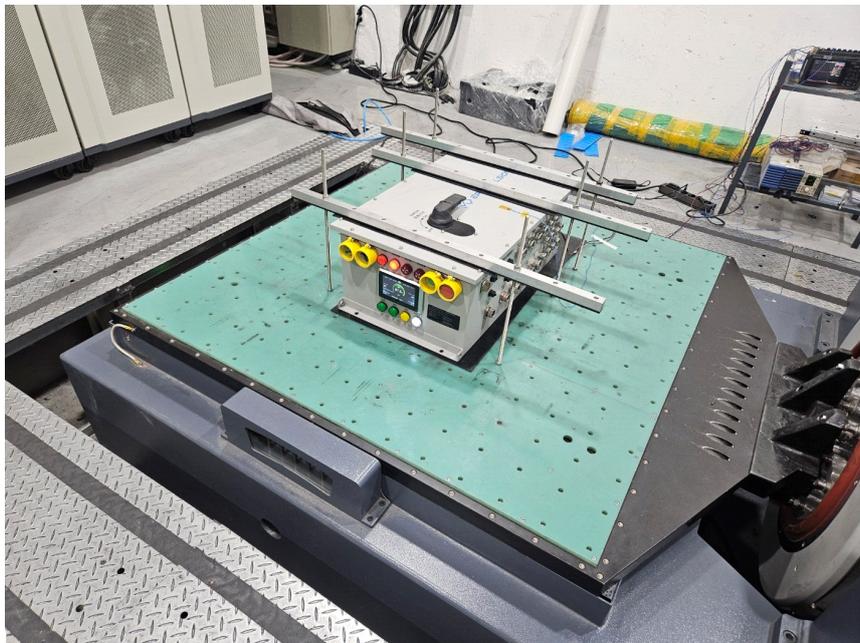
- BPU 를 시스템에 장착하여 정상 작동 여부 확인함.

4.12.5.4 시험 사진

BPU_ 진동 시험



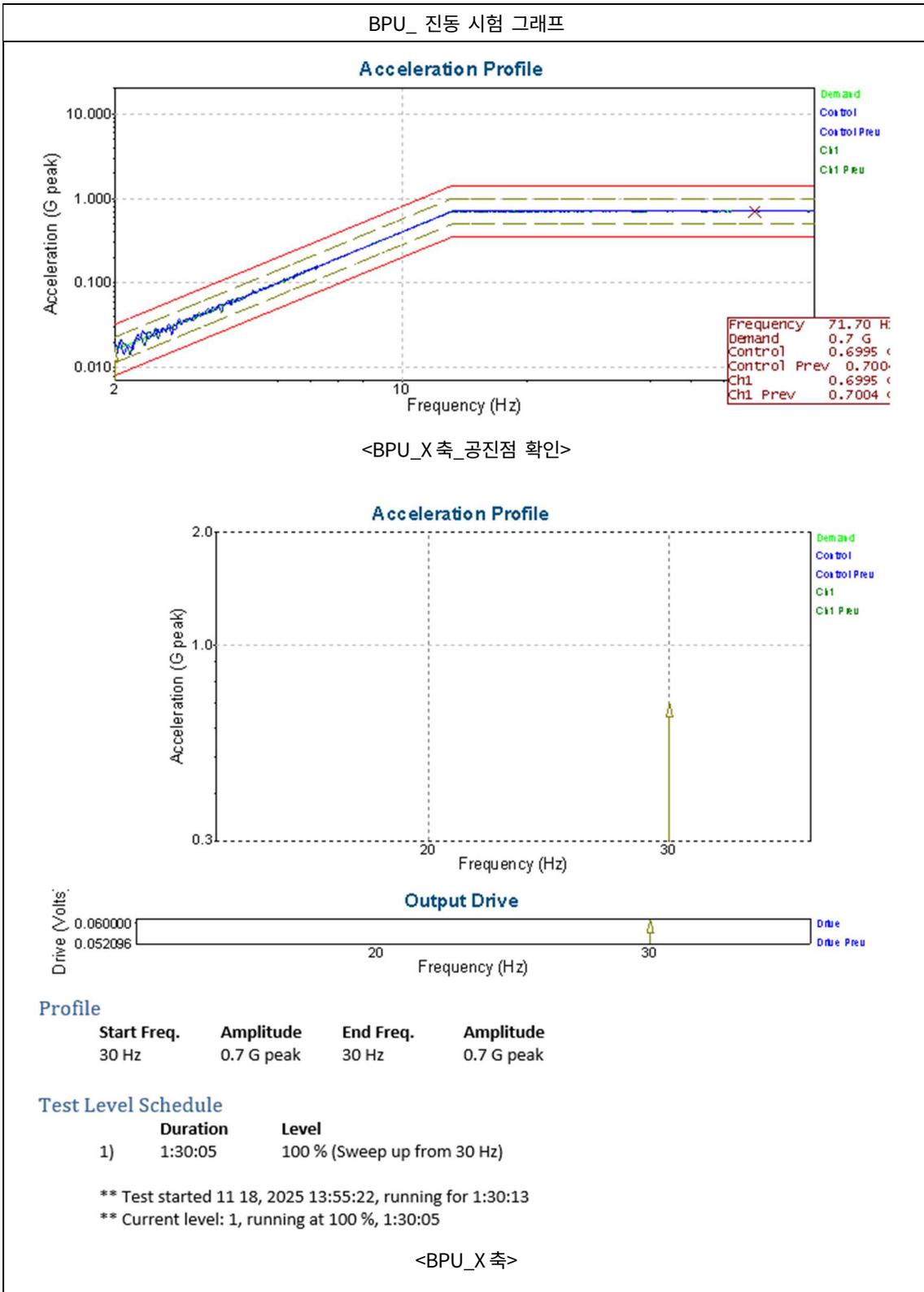
<BPU_X 축>

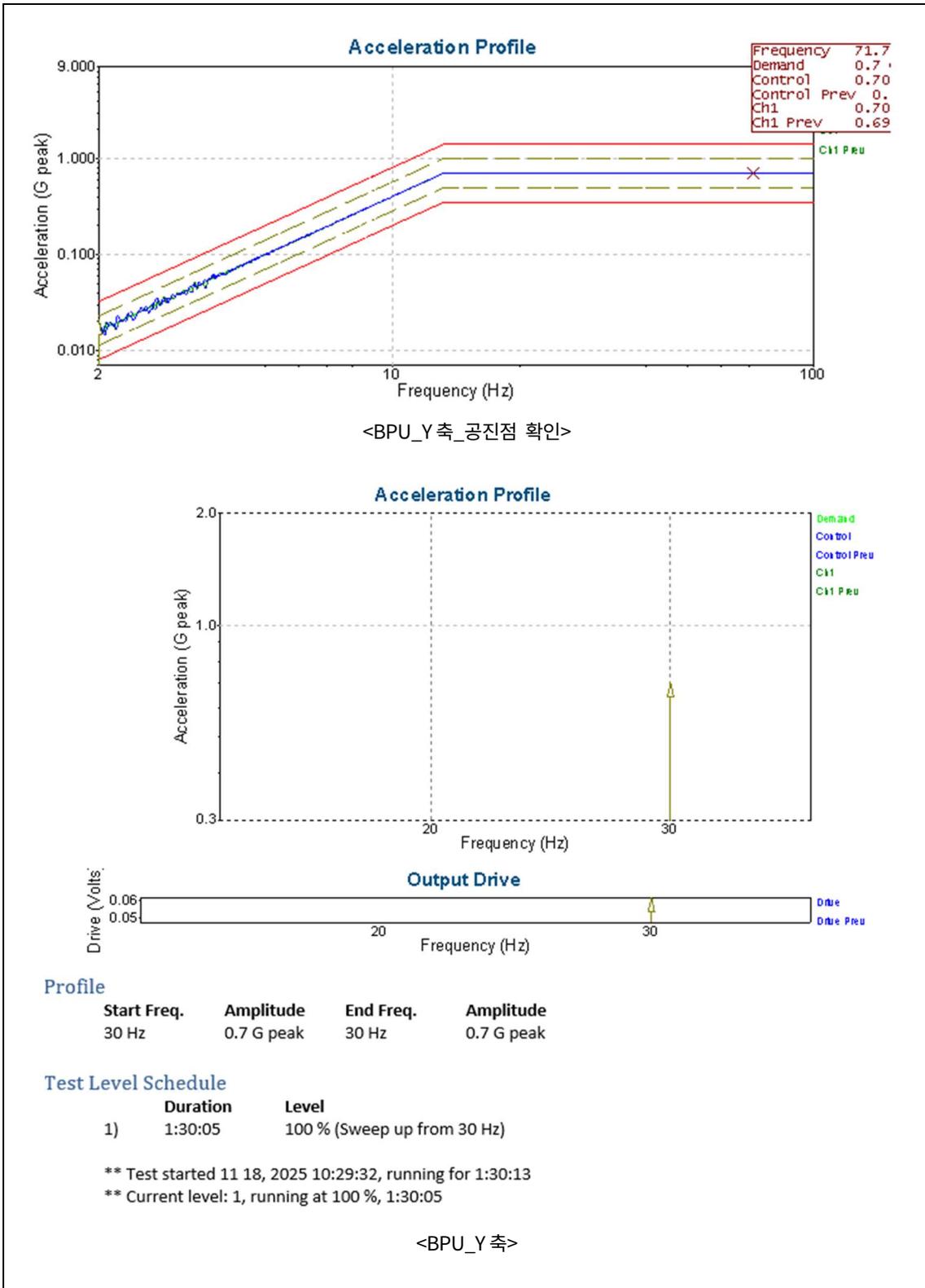


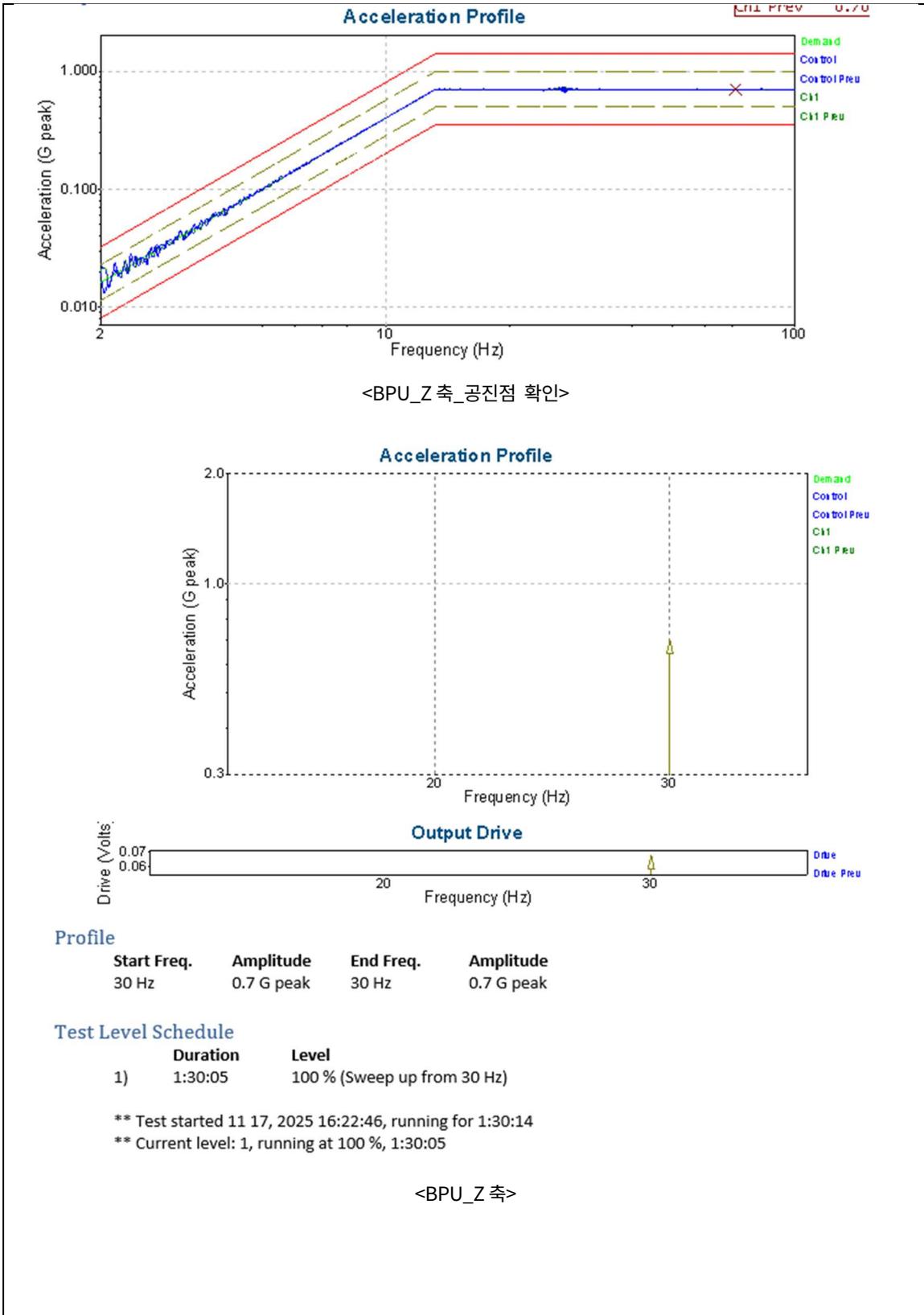
<BPU_Y 축>

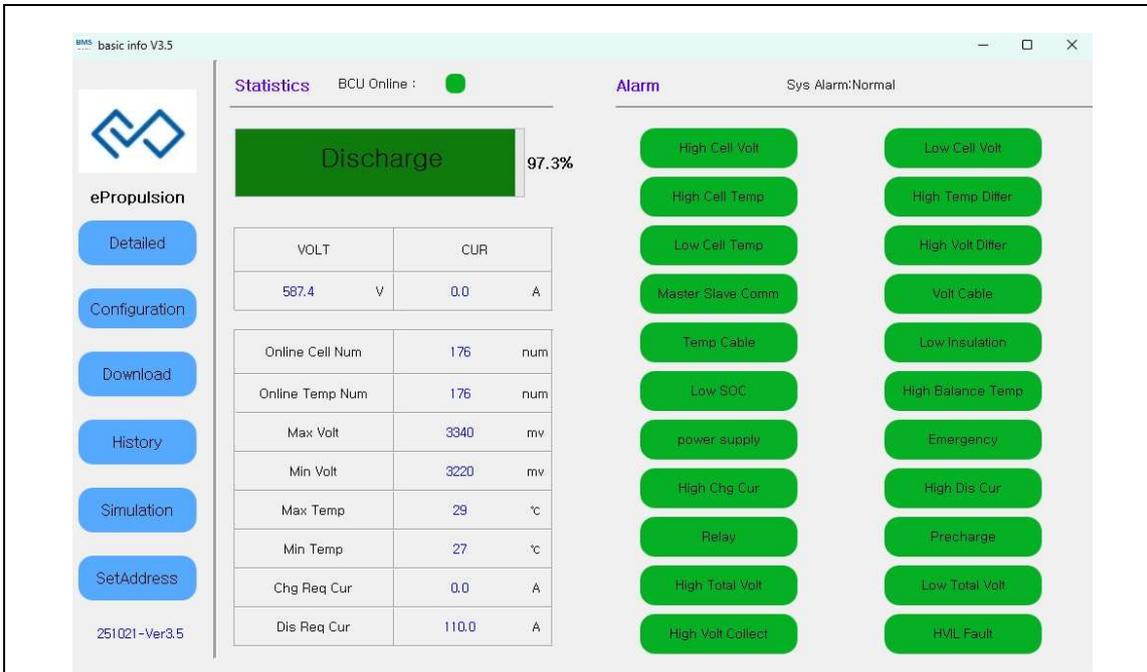


<BPU_Z 축>

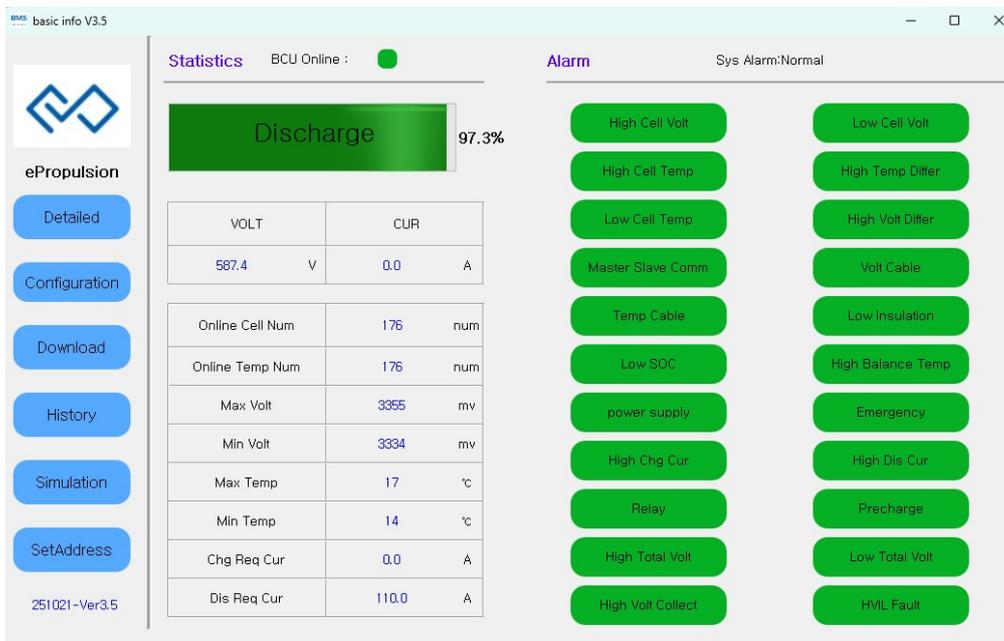








< 진동 시험 전 BMS 화면_기능시험 >



< 진동 시험 후 BMS 화면_기능시험 >

4.13 보호등급(IP 등급)시험

4.13.1 시험 방법

1) 제 1 특성 숫자_IP4X

- 접근 프로브를 명시된 힘으로 외곽의 틈을 통해 삽입시키거나 밀어낸다.

시험용 프로브 [mm]	힘의 강도 [N]
지름 1.0 mm, 길이 100mm	(0.9 - 1.1)

<시험 조건>

2) 제 2 특성 숫자_IPX4

- 수압 : (50 - 150) kPa
- 방수율 : (9.5 - 10.5) L/min
- 분사 각도: 외함의 모든 방향으로 분무
- 외곽 표면적 1 m² 당 1 분으로 하며, 최소시간 5 분

4.13.2 시험 기준

1) 제 1 특성 숫자_IP4X

- 시험용 프로브가 통과하지 않아야 한다.

2) 제 2 특성 숫자_IPX4

- 시험품 내부에 물의 침투 흔적이 없어야 한다.

4.13.3 시험 결과

1) 제 1 특성 숫자_IP4X

시료 번호	인가된 힘의 강도 [N]	결과
#1-BPU	1.0	IP4X 만족

비고

- IP44 으로 평가된 배터리 모듈 사용으로 시험에서 제외됨.

2) 제 2 특성 숫자_IPX4

시료 번호	결과
#1-BPU	IPX4 만족

비고

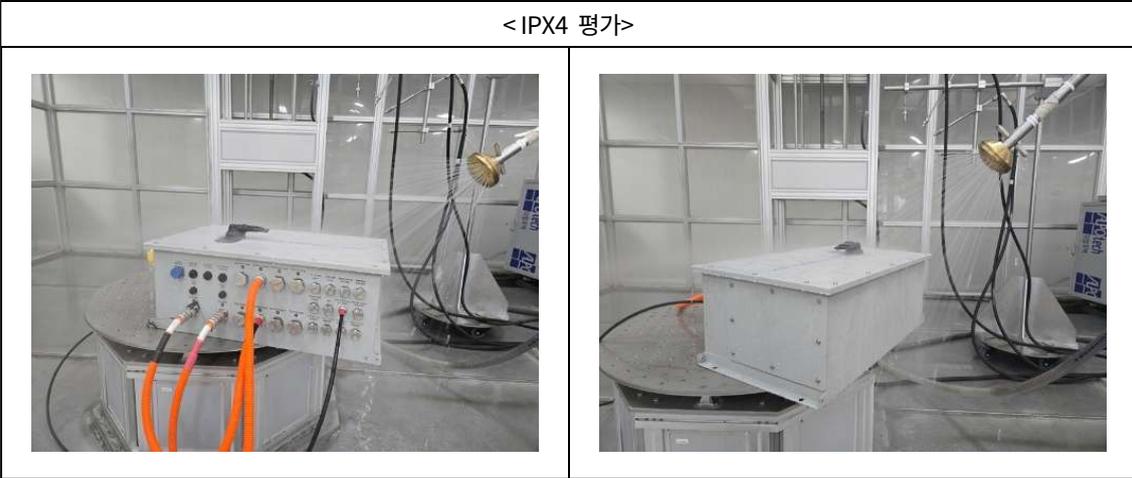
- IP44 으로 평가된 배터리 모듈 사용으로 시험에서 제외됨.

4.13.4 시험 사진

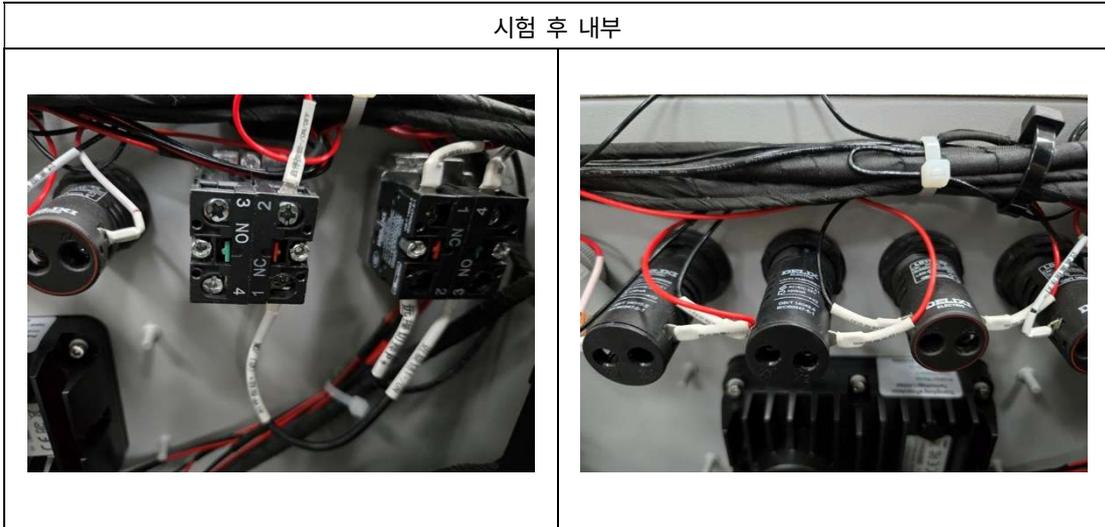
<IP4X 평가>



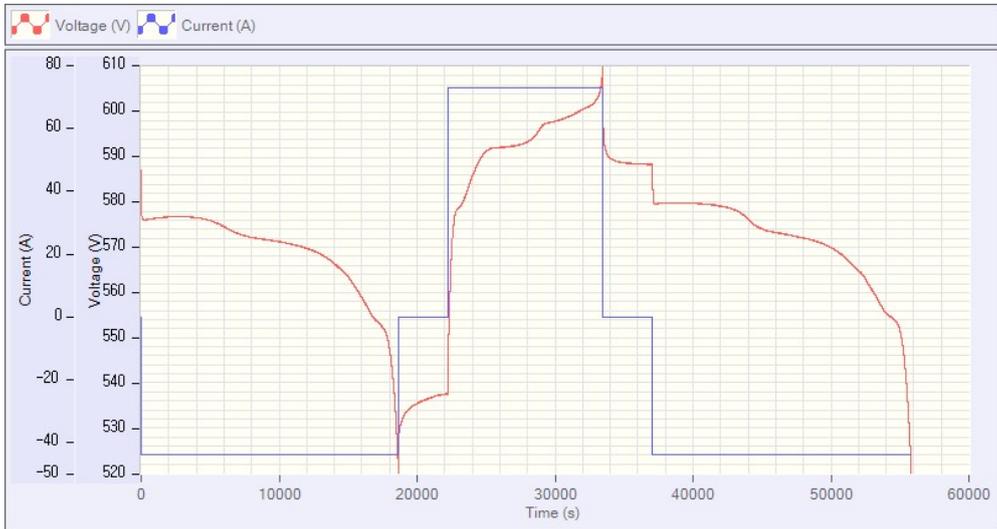
<IPX4 평가>



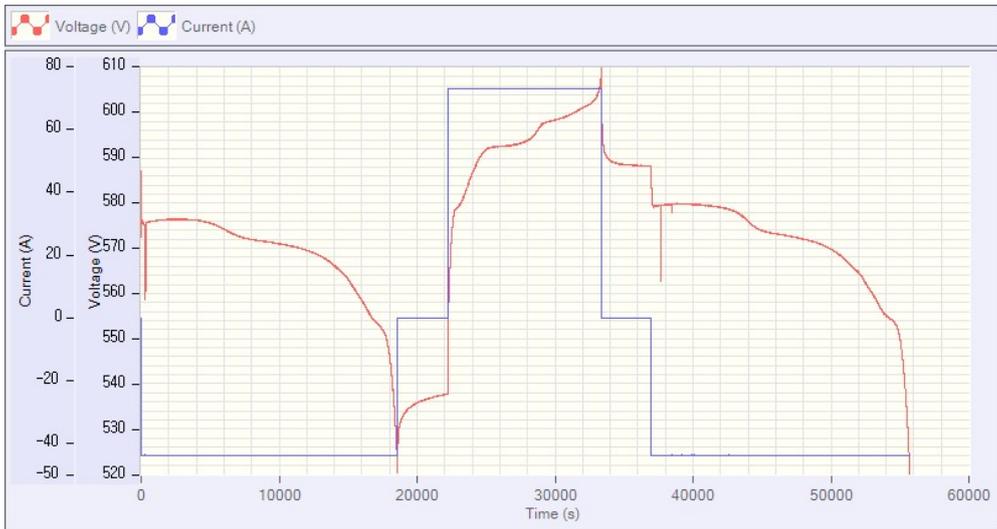
시험 후 내부



시험 후 정상동작 확인 (시험 전후 총방전)



< 보호등급 시험 전 총방전 그래프 >



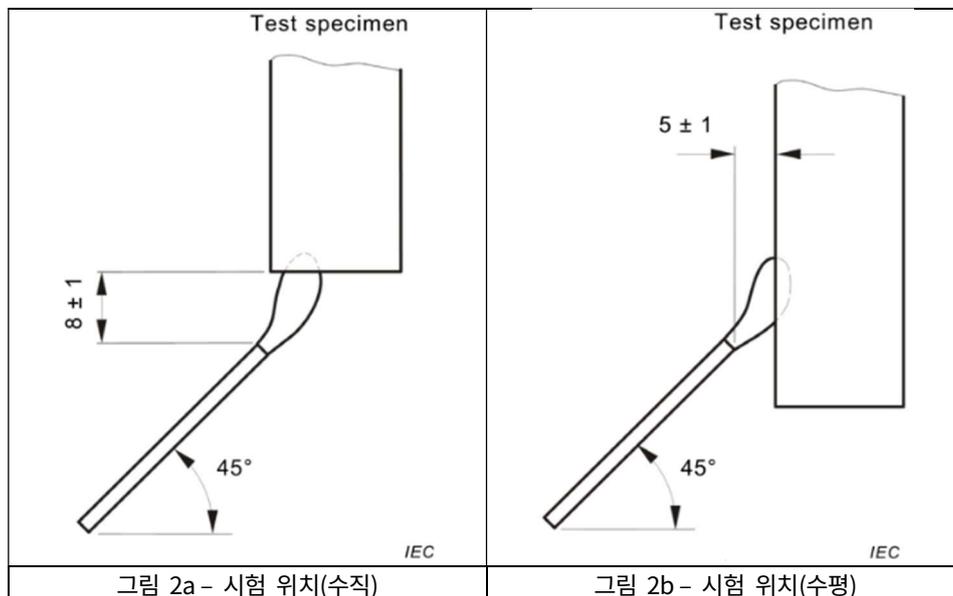
< 보호등급 시험 후 총방전 그래프 >

4.14 난연성 시험

4.14.1 시험 방법

- 1) 시험 전 시편과 박엽지로 덮인 목판을 전처리 조건에 맞추어 전처리를 한다.
- 2) 전처리 대기조건에서 회수된 시편을 시험 장비에 고정한다.
- 3) 시편 아래 박엽지로 덮인 목판을 위치시킨다.
- 4) 바늘의 위치를 '불꽃 적용 방법'에 맞추어 조정한다.
- 5) 바늘을 시료와 떨어진 상태에서 수직으로 위치시킨다.
- 6) 가스를 조절하여 불꽃 높이가 12 mm 가 되도록 한다.
- 7) 불꽃을 끄고, 가스 누출을 유지한 상태에서 '불꽃 적용 방법'에 따라 바늘을 다시 위치시킨다.
- 8) 시편에 바늘 불꽃을 15 s 간 인가하고, 15 s 간 떨어뜨려 휴지기간을 가진다.
- 9) 8)의 과정을 5 회 반복한다.

- 전처리 조건: (15 to 35) C, (45 to 75) %R.H., 24 h
- 박엽지로 덮인 목판 위치: 바늘불꽃이 적용되는 곳 아래 (195 to 205) mm
- 불꽃 높이: (11 to 13) mm
- 불꽃 적용 방법: 그림 2a - 시험 위치(수직)
- 시험적용 시간: 15 s
- 휴지 기간: 15 s
- 시험 반복 횟수: 5 회



4.14.2 시험 기준

- 60 mm 이상의 불에 탄 자국 또는 그 밖의 손상부분이 없을 것.
- 화염 또는 고온발광(백열광)이 없을 것.
- 화염 또는 고온발광(백열광)이 있는 경우에는 시험편의 완전 연소 없이 화염이나 불꽃의 제거 30초 이내에 스스로 소화될 것.
- 연소되어 떨어지는 물질은 다른 부분에 발화되지 않고 스스로 소화될 것.

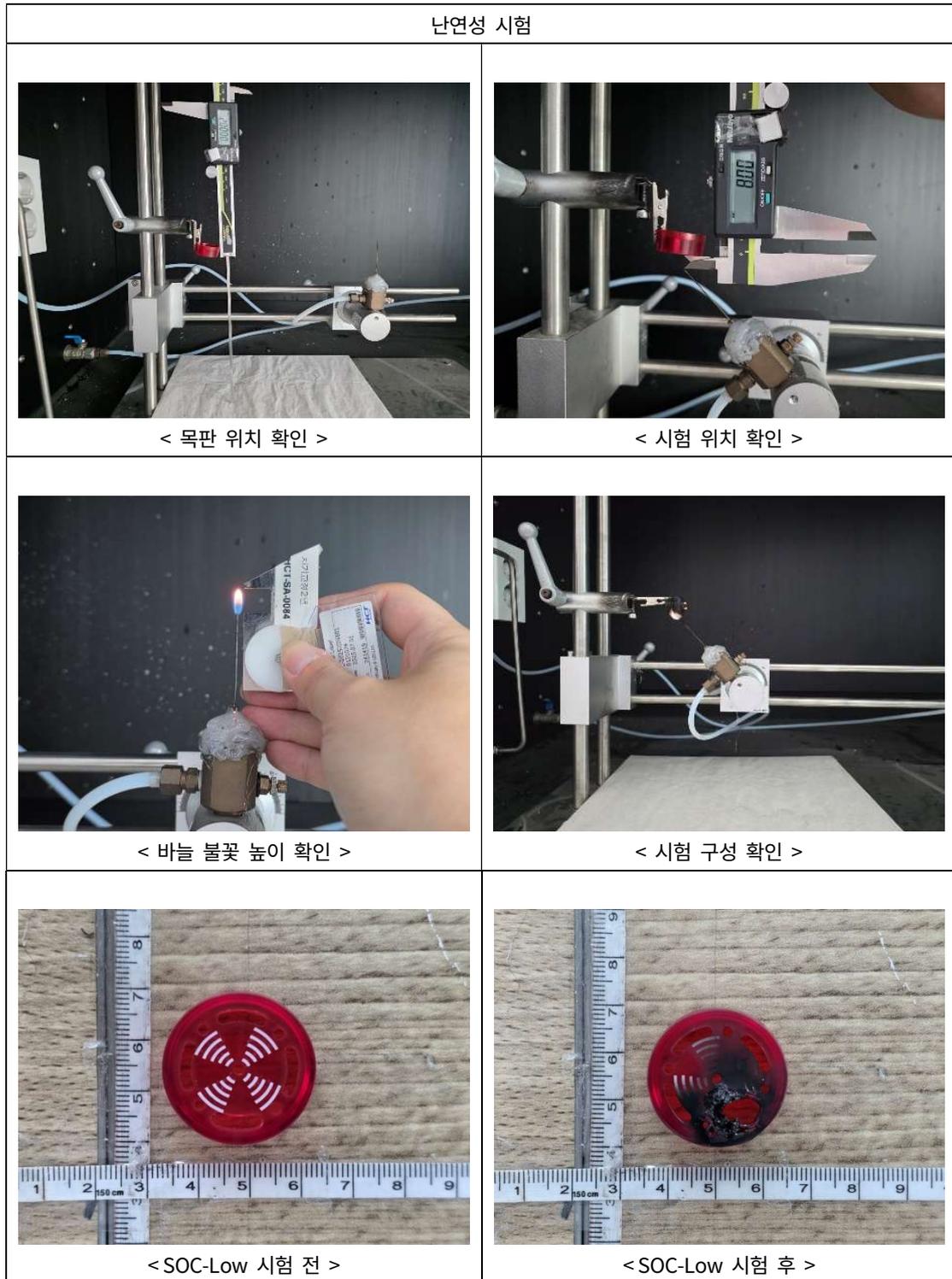
4.14.3 시험 결과

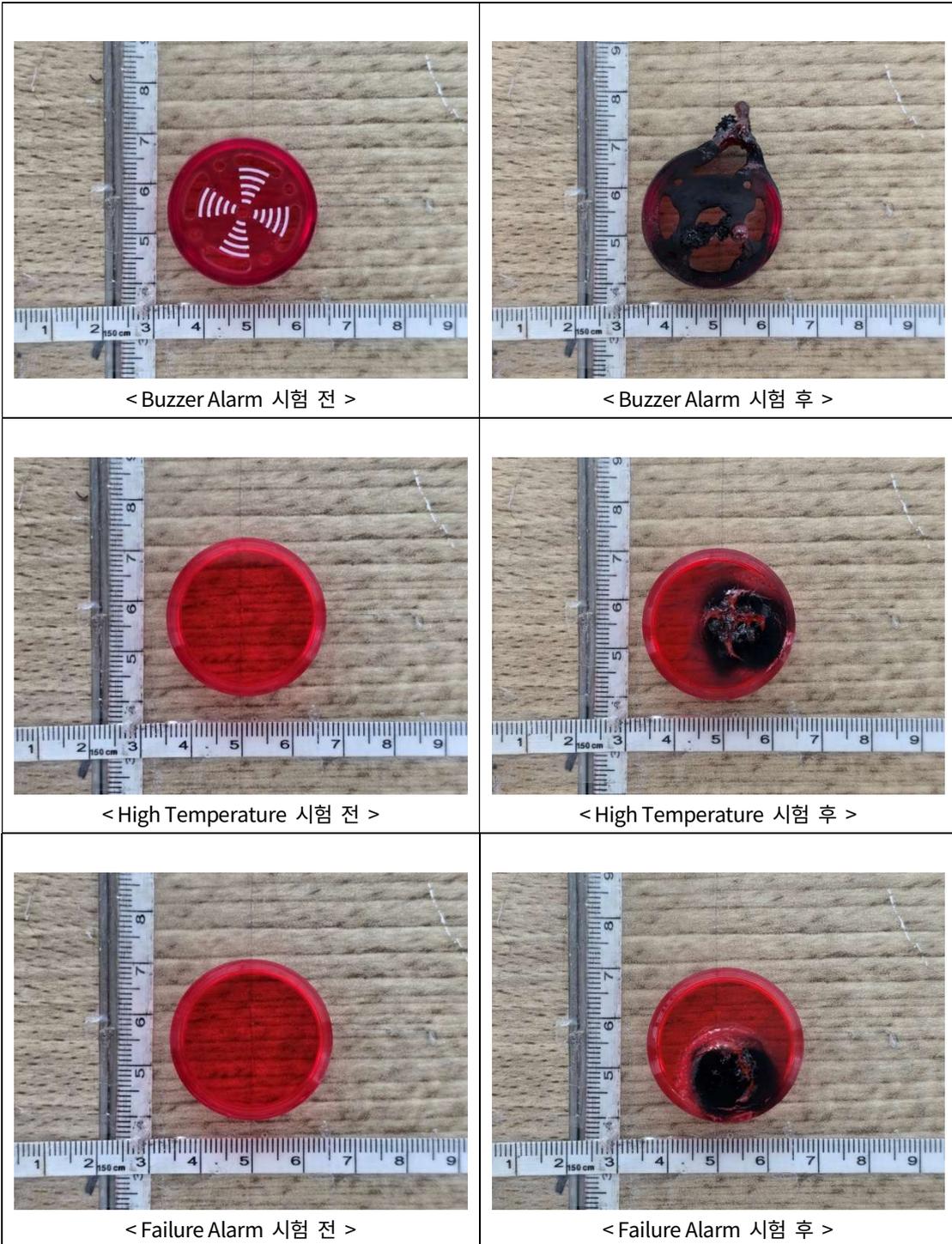
시험 구분		반복 횟수	플레이미 적용 방법		시험 결과		박엽지로 덮인 목판 점화 확인	적합판정
			Fig.1b	Fig.1c	*t _a (s)	**t _b (s)		
1	SOC-Low	1	○	-	15	0	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	1	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
2	Buzzer Alarm	1	○	-	15	0	점화 없음	적합
		2	○	-	15	2	점화 없음	적합
		3	○	-	15	3	점화 없음	적합
		4	○	-	15	2	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
3	High Temperature	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
4	Failure Alarm	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
5	Charge	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
6	Discharge	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합

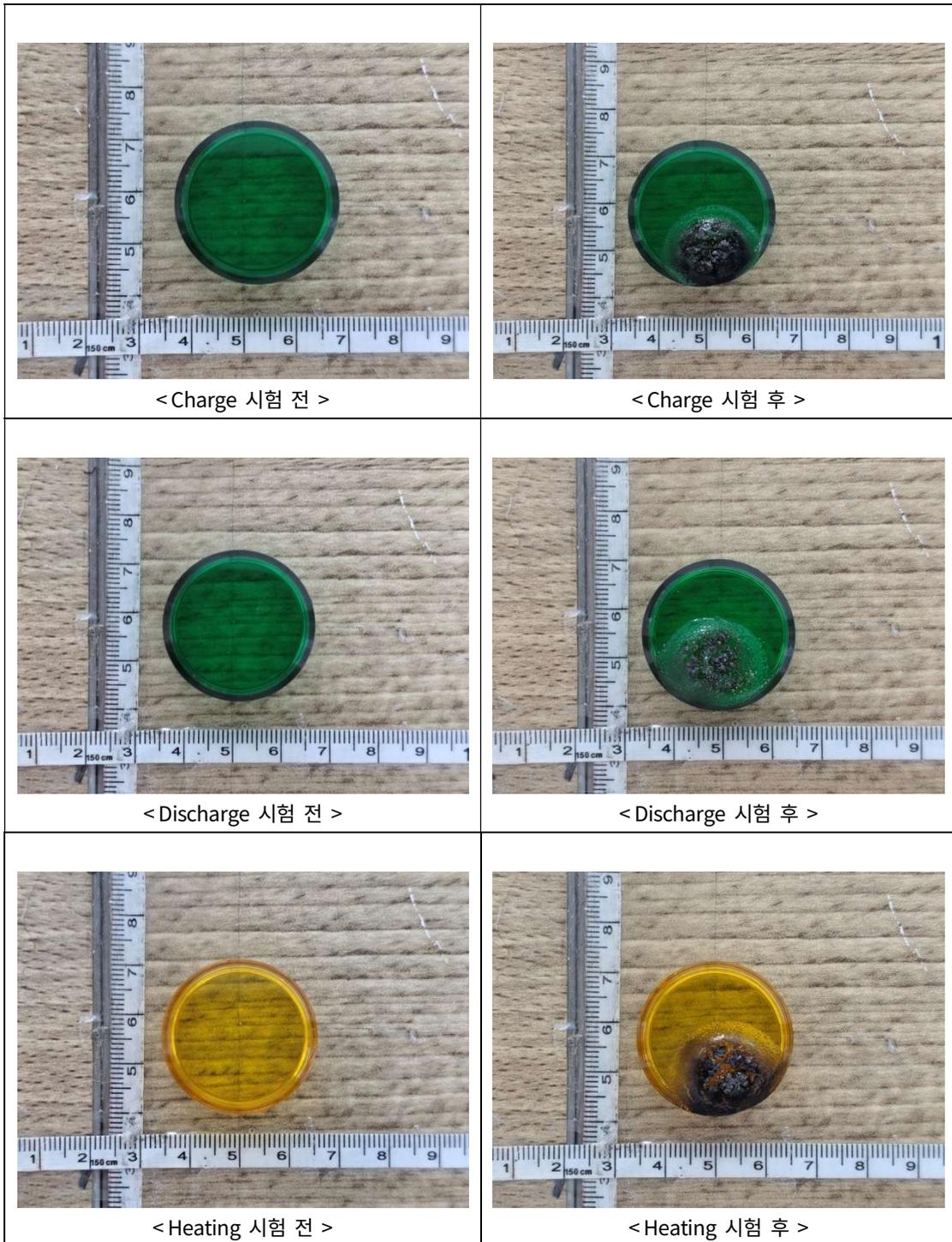
7	Heating	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
8	BMS Run	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
9	BUC-CAN	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		4	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		5	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
10	TCU-CAN	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		4	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		5	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
11	Fan-Supply	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		5	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
12	Heat+	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
13	Heat-	1	○	-	15	0	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합

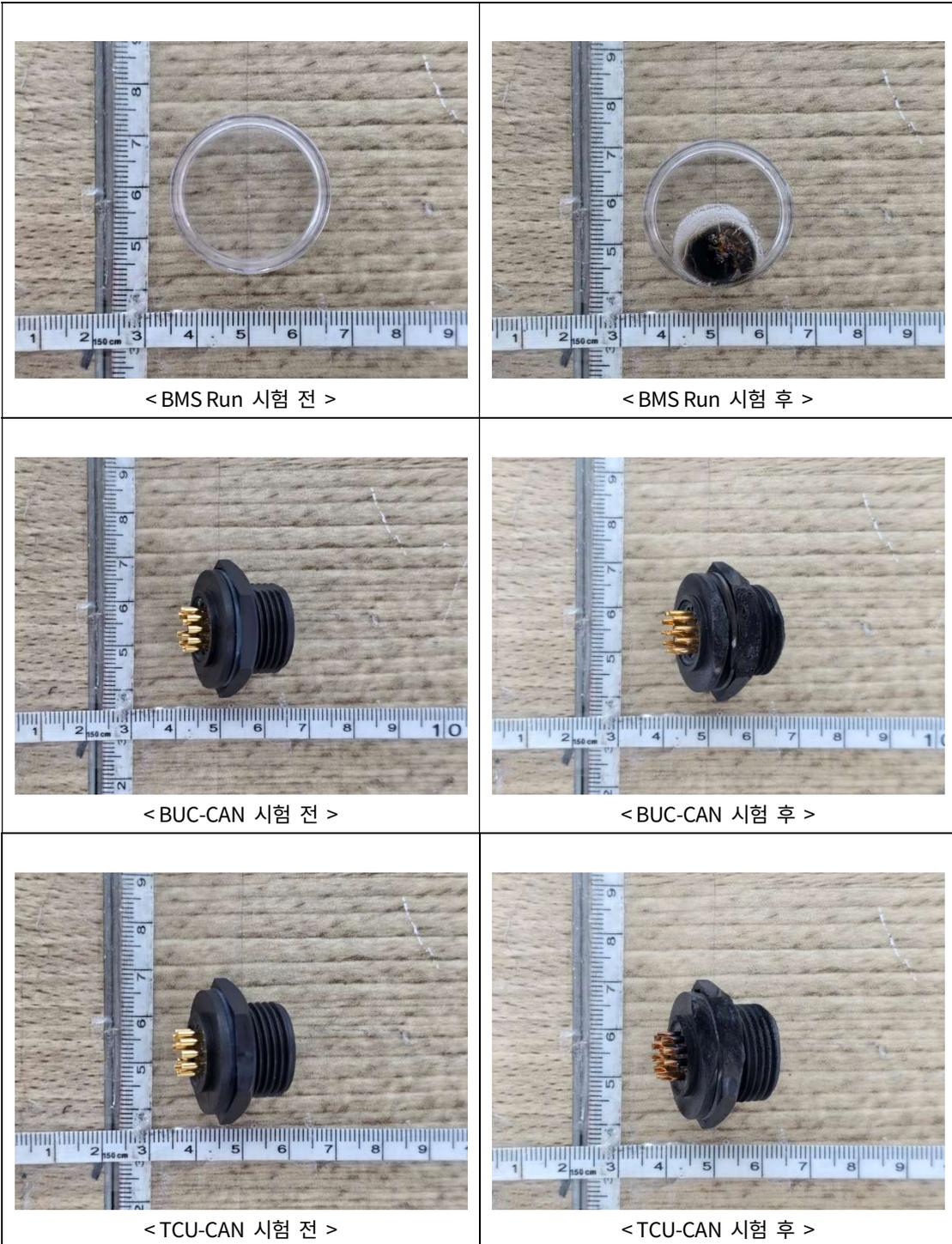
14	Switch	1	○	-	15	N/A	점화 없음	적합
		2	○	-	15	0	점화 없음	적합
		3	○	-	15	0	점화 없음	적합
		4	○	-	15	0	점화 없음	적합
		5	○	-	15	0	점화 없음	적합
<p>*t_a: 바늘 불꽃 적용 시간</p> <p>**t_b: 바늘 불꽃 제거 후 시료의 불꽃 또는 글로잉 지속시간</p>								

4.14.4 시험 사진











<Fan-Supply 시험 전 >



<Fan-Supply 시험 후 >



<Heat+ 시험 전 >



<Heat+ 시험 후 >



<Heat- 시험 전 >



<Heat- 시험 후 >



< Switch 시험 전 >



< Switch 시험 후 >

4.15 전원 상실 시험

4.15.1 시험 방법

- 전원을 5분 동안 1회 30 초씩 3회 차단할 때, 시험품의 작동상태를 확인한다.
- 시험품의 시동(부팅 시퀀스)에 더 긴 시간을 필요로 하는 경우에는 5분을 초과할 수 있다.
다만, 1회의 전원 차단을 추가로 실시한다.

4.15.2 시험 기준

- 전원 상실 시 또는 전원 회복후의 시험품의 사양을 만족할 것.
(전원 상실 시험 후 배터리시스템은 정상 동작 해야 한다.)

4.15.3 시험 결과

시료 번호	시험 전압 [Vdc]	전원 차단 시간 [sec]	차단 횟수	결과
#1	24	30	3	만족

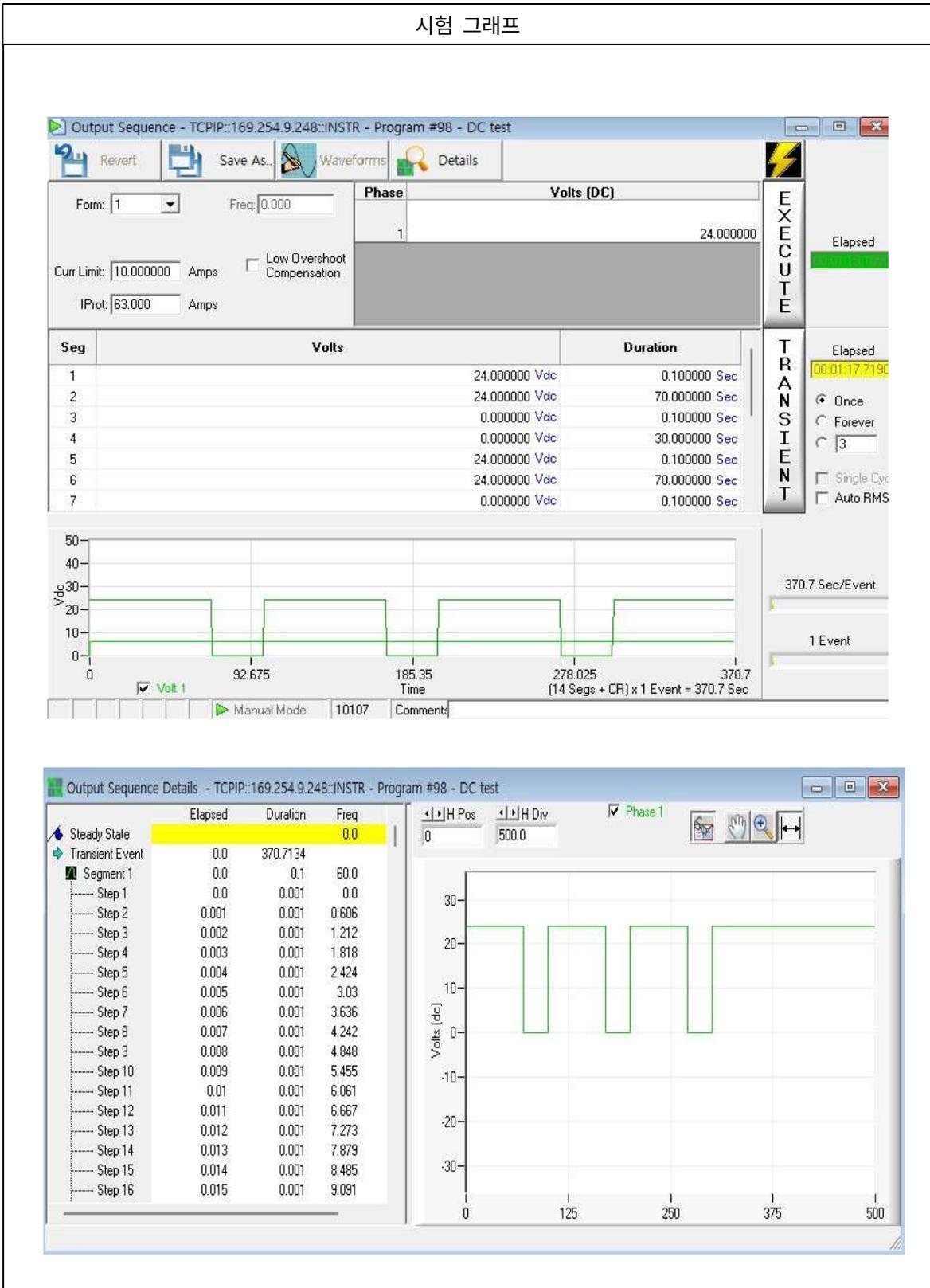
비고

4.15.4 시험 사진

시험 사진



시험 그래프



4.16 전원 변동 시험

4.16.1 시험 방법

- 인가된 전원이 다음과 같이 변동 할 때 시험품의 작동상태를 확인한다.

가) 교류전원

(1) 정상상태

조합	전압변동 [%]	주파수 변동 [%]
1	+6	+5
2	+6	-5
3	-10	-5
4	-10	+5

(2) 과도상태

조합	전압변동 [%]	주파수 변동 [%]
5	+20	+10
6	-20	-10

나) 직류전원((1) 또는 (2) 항목 중 택일)

(1) 축전지 이외의 직류전원 [%]	연속전압변동	±10
	전압주기변동	5
	전압리플	10
(2) 축전지 의한 직류전원 [%]	충전하는 동안 축전지와 연결되어 있는 경우	-25 ~ +30
	충전하는 동안 축전지와 연결되어 있지 않은 경우	-25 ~ +20

4.16.2 시험 기준

- 시험결과 이상이 없을 것

4.16.3 시험 결과

시료 번호	전원방식	공급 전압 [Vdc]	전압변동 [%]	결과
#1	직류전원 (1)항	24	±10	만족

비고

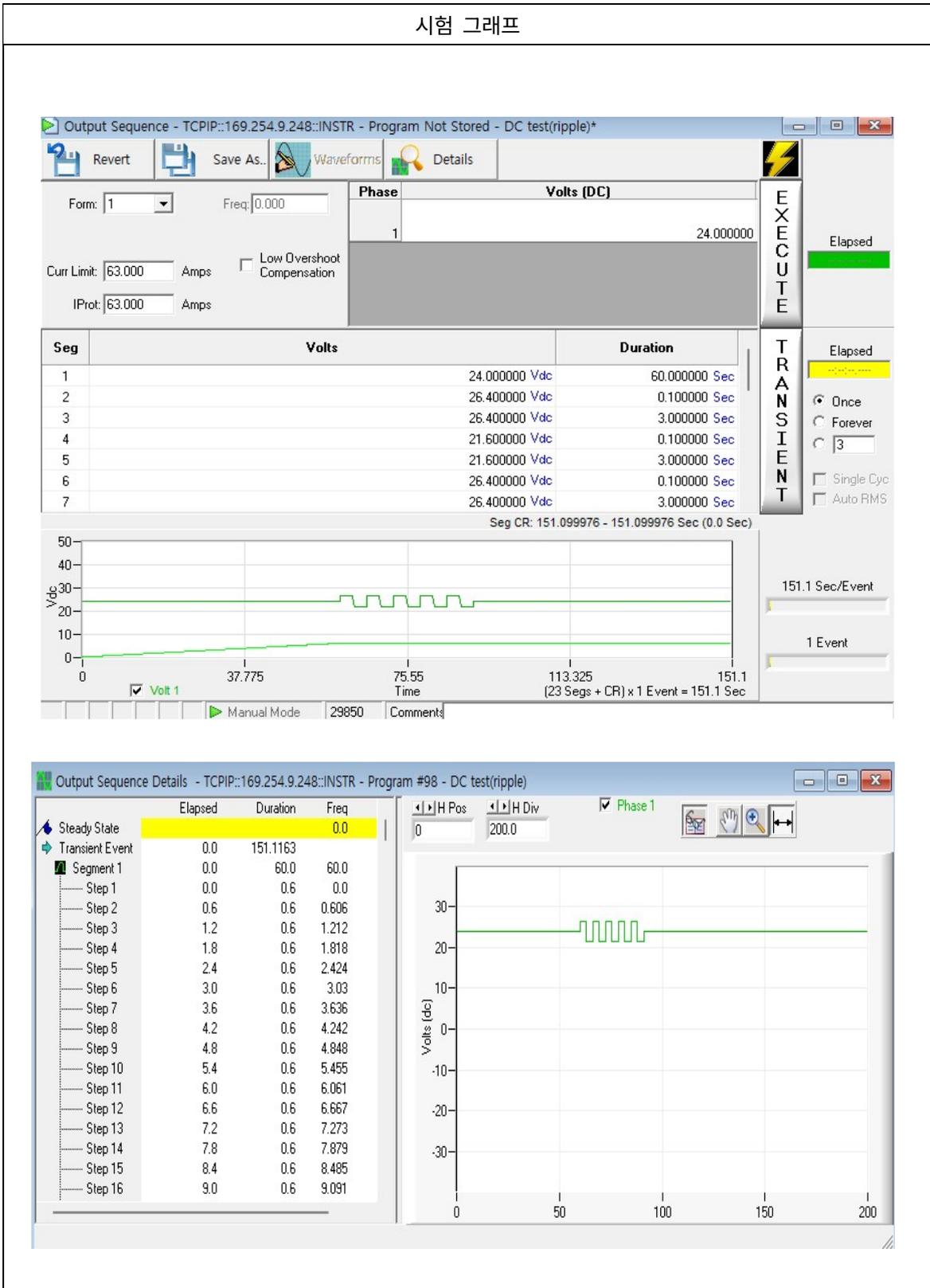
- 시험에 적용된 변동 전압 : 26.4 Vdc (상한), 21.6 Vdc (하한)
- 전압변동 유지 시간은 3 초로 설정하여 총 전압주기 5 회, 전압리플 10 회 적용하여 시험이 진행됨.

4.16.4 시험 사진

시험 사진



시험 그래프



5. 시험 설비 현황

Reg. No.	Description	Model	Serial No.	Manufacturer	Cal. due
HCT-BA-0133	Hygrometer (Thermometer)	608-H1	83211739	TESTO	2026-06-24
HCT-BA-0135	Hygrometer (Thermometer)	608-H1	83238601	TESTO	2026-06-17
HCT-BA-0139	Hygrometer (Thermometer)	608-H1	83211720	TESTO	2026-06-18
HCT-BA-0093	True RMS Digital Multimeter	TY720	JKT1338	YOKOGAWA	2026-01-13
HCT-BA-0108	Stop Watch	HS-3	N/A	CASIO	2026-06-25
HCT-BA-0196	Bi-Directional Charger/Discharger	B01300	None	KOREA SIMULATOR	2026-06-16
HCT-BA-0201	Walk-In Chamber	YM-THC 2800S	YM-220509-01 Y.M.RT	Y.M.RTC	2026-02-21
HCT-BA-0192	Insulation Resistance Tester	TOS7200	CQ004685	KIKUSUI	2026-06-18
HCT-BA-0237	ELECTRICAL SAFETY ANALYZER	TOS9301	DR000775	KIKUSUI	2026-04-24
HCT-BA-0221	MEMORY HI LOGGER	LR8431-20	N/A	HIOKI	2026-06-26
HCT-BA-0213	Temp & Humidity chamber	EN-SSTH-4050- 1K	N/A	ENEX SCIENCE	2026-02-21
HCT-SA-0282	Temp&Humidity test chamber	GTPS- 2TH1500ES	GTPS-2001004	GTPS	2026-11-05
HCT-BA-0254	VIBRATION TESTER	EDS7000LS3- 480	D2409319	FAMTECH	2026-10-20
HCT-BA-0260	ACCELEROMETER	3055D9	33932	DYTRAN	2026-01-06
HCT-SA-0251	Humidity/BARO/Temp. data recorder	MHB-382SD	47567	LUTRON	2026-01-03
HCT-SA-0025	Test Wire Probe	TRP-02	TJ006	ED & D	2026-07-03
HCT-SA-0109	Digital Push-Pull Gauge	DS2-500N	302910	OPTECH	2026-01-06

HCT-SA-1059	Humidity/BARO/Temp. data recorder	MHB-382SD	AM.40205	LUTRON	2026-05-22
HCT-SA-0913	Flow meter for Spray nozzle, 4K	TM0075-3/4(KM2)	75369-17	Turbines, Inc	2025-11-26
HCT-SA-0926	Pressure meter for IPx1 - IPx6	SC-2300	177595	Sensys	2026-10-20
HCT-SA-0928	Temp. meter for IPx1 to IPx9	TEMP2520	S7910SC3220615	SAMWONTECH	2026-01-20
HCT-SA-0914	Spray nozzle for IPx3, IPx4_1	N/A	N/A	JFM Engineering	2026-01-26
HCT-SA-0362	Steel Measuring Tape	GLM25-75	HCT-SA-0362	Tajima	2026-02-15
HCT-SA-0013	Stop Watch	HS-3	801Q04R	CASIO	2027-04-02
HCT-SA-0353	Humidity/BARO/Temp. data recorder	MHB-382SD	AL.87935	LUTRON	2026-04-04
HCT-SA-S168	n-Butane Gas	n-C4H10	HCT-SA-S168	Korea Standard Gas	2026-02-19
HCT-SA-0019	Stop Watch	HS-3	404Q06	CASIO	2027-07-02
HCT-SA-0084	Flame Height Gauge for Needle Flame	F1830-A	0120074	Elex Polytech	2026-07-01
HCT-SA-0089	Needle Burner	FLAME01-B-02A	0120216	Elex Polytech	2026-07-17
HCT-SA-0261	CALIPER(DIGITAL)	CD-30C	1197198	MITUTOYO	2026-07-01
HCT-1	AC & DC POWER SOURCE	3150AFX-4AGC	106374013	PACIFIC	2026-09-23

비고

- 끝 -