ICS 29.220.99

K 82

중화인민공화국국가표준

GB 40559-202X

GB/T 40559-2021 대체

전동 셀프 밸런싱 차량과 킥보드용 리튬 이온 배터리 및 배터리 팩 안전 기술 규격

Lithium-ion cells and batteries used in electrical self-balancing vehicle and scooters-Safety technical specification

(의견 청취용 초안)

202X-XX-XX 발표

202X-XX-XX 시행

국 가 시 장 감 독 관 리 총 국
국 가 표 준 화 관 리 위 원 회

발 표

목 차

서언 III
1 범위 1
2 규격 인용 문서 1
3 용어 및 정의 1
4 시험 조건 5
4.1 시험 적합성 5
4.2 시험 환경 조건 5
4.3 매개변수 측정 공차 5
4.4 온도 측정 방법 5
4.5 테스트용 충전 및 방전 절차 6
5 일반 안전 요구사항 8
5.1 일반 안전성 고려 43
5.2 안전 작동 매개변수 43
5.3 표시와 경고 지침 45
6 배터리 전기 안전 시험 46
6.1 고온 외부 단락 48
6.2 과 충전 56
6.3 강제 방전 60
7 배터리 환경 안전 시험 61
7.1 저기압 61
7.2 온도 순환 61
7.3 진동 61
7.4 가속도 충격 62
7.5 낙하 63
7.6 분동 충격/압착 64
7.7 열 남용 66
7.8 침자 72
8 배터리 팩 시스템 환경 안전 시험 74
8.1 저기압 75
8.2 온도 순환 76
8.3 진동 77
8.4 가속도 충격 78
8.5 낙하 79
8.6 응력 해소 81
8.7 고온 사용 82
8.8 침수 77
8.9 난연성 78

8.10 열 확산 15
9 배터리 팩 시스템 기능의 전기 안전 시험 81
9.1 배터리 관리 시스템 기본 요구사항 82
9.2 과전압 충전 84
9.3 단일 배터리 과전압 제어 86
9.4 저 전압 방전 87
9.5 과 전류 충전 20
9.6 과 전류 방전 50
9.7 외부 단락 74
9.8 온도 보호 82
9.9 역 충전 83
10 안전 핵심 부품 83
10.1 기본 요구사항 18
10.2 부품 평가 및 시험 19
11 고전압 배터리 팩 안전 요구사항 30
부록 A (규격 부록) 시험 순서 30
부록 B (규격 부록) 테스트 설비와 측정 계측기 30
부록 C(규격 부록) 도선 난연성 시험 방법 31
참고 문헌 31

서 언

본 문서는 GB/T 1.1-2020 <표준화 업무 규칙 제 1 부: 표준화 문서의 구조 및 초안 작성 규칙>의 규정에 따라 초안이 작성되었다.

본 문서는 GB/T 40559-2021 <셀프 밸런싱 차량용 리튬 이온 배터리와 배터리 팩-안전 요구사항>을 대체하며, GB/T 40559-2021 과 비교 시, 구조상의 조정과 편집용 변경을 제외한 주요한 기술적 변화는 다음과 같다:

a) 리튬 배터리 용어 변경(3.1, 2021 년 버전 3.1 참조), 정격 에너지(3.9, 2021 년 버전 3.8 참조), 과전압 충전 보호 전압(3.13, 2021 년 버전 3.12 참조), 저 전압 방전 보호 전압(3.16, 2021 년 버전 3.15 참조), 전동 킥 보드(3.6 참조), 레벨 1 전기 에너지원(3.10 참조), 열 폭주(3.32 참조), 열 확산(3.33 참조) 용어 추가.

정기 시험(2021 년 버전 3.32 참조)과 안전 특저압 회로(2021 년 버전 3.9 참조) 삭제.

b) 과충전 변경(6.2, 2021 년 버전 6.2 참조)

c) 낙하(7.5 참조), 분동 충격/압착(7.6 참조) 변경, 침자(7.8 참조) 추가, 연소 분사(2021 년 버전 7.8 참조) 삭제.

d) 난연성 변경(8.9, 2021 년 버전 8.10 참조), 열 확산 추가 8.10 참조), 염수 분무 삭제(2021 년 버전 8.8 참조)

e) 과전압 충전(9.2 참조)과 저 전압 방전(9.4 참조), 과 전류 충전(9.5 참조), 과전류 방전(9.6 참조), 외부 단락(9.7 참조) 변경, 온도 보호 추가(9.8 참조)

f) 고전압 배터리 팩 안전 요구사항 변경(11 참조)

g) 연소 분사 시험 지그 삭제(2021 년 버전 부록 B 의 B.2 참조)

h) 도선 난연성 시험 방법 변경(부록 B, 2021 년 버전 부록 C 참조)

본 문서의 특정 내용은 특허와 관련이 있을 수 있다. 본 문서의 발표 기관은 특허를 식별할 책임을 지지 않는다.

본 문서는 중화인민공화국 산업 및 정보화부에서 제안 및 관리한다.

전동 밸런싱 차량과 킥보드용 리튬 이온 배터리 및 배터리 팩-안전 기술 규격

1 범위

본 문서는 전동 밸런싱 차량과 전동 킥보드용 리튬이온 배터리 및 배터리 팩에 대한 안전 요구사항과 시험 방법을 규정하고 있다.

본 문서는 전동 밸런싱 차량과 전동 킥보드용 리튬이온 배터리와 배터리 팩에 적용된다.

2 규격 인용문서

다음에 열거된 문서는 본 문서의 적용에 필수 불가결하다. 일자가 명시된 모든 인용문서는 해당 일자가 명시된 버전만 본 문서에 적용되고, 일자가 명시되지 않은 모든 인용문서는 최신 버전(모든 개정판 포함)이 본 문서에 적용된다.

GB/T 2423.5 전기 전자 제품 환경 시험 제 2 부: 시험 방법-시험 Ea 와 지침: 충격

GB/T 2423.10 전기 전자 제품 환경 시험 제 2 부: 시험 방법-시험 Fc: 진동(정현)

GB/T 2423.21 전기 전자 제품 환경 시험 제 2 부: 시험 방법-시험 M: 저기압

GB/T 2423.22 전기 전자 제품 환경 시험 제 2 부: 시험 방법-시험 N: 온도 변화

GB/T 4943.1-2022 오디오와 비디오, 정보 기술 및 비상 통신 장비 제 1 부: 안전 요구사항

GB/T 5169.5-2008 전기 전자 제품 발화 위험 시험 제 5 부: 시험 화염-바늘과 화염 시험 방법-장치, 시험 방법 및 지침 확인.

GB/T 17626.2 전자기 호환-시험 및 측정 기술-정전기 방전 내성 시험

SJ/T 11685-2017 밸런싱 차량용 리튬이온 배터리 및 배터리 팩 규격

3. 용어 및 정의

다음 용어 및 정의가 본 문서에 적용된다.

3.1 리튬 이온 배터리 lithium ion cell

양극과 음극 사이의 리튬 이온 이동을 통해 화학 에너지를 전기 에너지로 변환해 주는 장치로 충전 가능하도록 설계된다.

비고: 이 장치는 일반적으로 전극, 격막, 전해질, 용기와 단자 등이 포함된다.

3.2 리튬이온 배터리 팩 lithium ion battery

하나 이상의 배터리로 연결된 에너지 저장 장치로 시스템에 정보(배터리 전압 등)를 제공하는 보호 및 모니터링 장치가 포함될 수 있다.

비고 1: 이하 배터리 팩이라 약칭함.

비고 2: 단자 또는 기타 상호 연결 장치에 의해 제공되는 보호 커버가 포함될 수 있다.

[출처: IEC 62619:2022, 3.10]

3.3 배터리 관리 시스템 battery management system, BMS

배터리 팩과 연결되어 과충전, 과전류, 과방전 및 과열 시, 회로를 차단할 수 있는 전자 시스템으로, 배터리 팩의 안전, 성능 및(또는) 사용 수명에 영향을 주기 위해 배터리 팩의 상태를 모니터링 및(또는) 관리하고, 2 차 데이터를 산출하며, 데이터 및(또는) 환경 제어에 사용된다. BMS 의 기능은 배터리 팩 또는 배터리 팩을 사용하는 설비에 할당될 수 있다.

비고 1: 배터리 제조사와 사용자가 협의하면 과 방전의 차단은 강제되지 않는다.

비고 2: BMS 기능은 배터리 팩에 장착될 수 있고, 배터리 팩을 사용하는 설비에도 장착될 수 있다.

비고 3: BMS 는 분리 가능하며, 일부는 배터리 팩 내부에 장착되고, 일부는 응용 단자에 장착될 수 있다.

비고 4: BMS 는 종종 BMU(배터리 관리 장치, battery management unit)라고도 한다.

[출처: IEC 62619:2022, 3.12]

3.4 배터리 팩 시스템 battery system

하나 이상의 배터리와 모듈 또는 배터리 팩으로 구성된 시스템이다. 배터리 관리 시스템을 갖추어 과 충전, 과전류, 과 방전 및 과열이 발생하면 배터리 관리 시스템이 작동한다.

비고 1: 배터리 제조사와 사용자가 협의하면 과방전 차단이 강제되지 않는다

비고 2: 냉각 또는 가열 장치가 포함될 수 있고, 일부는 심지어 충전/방전 모듈과 인버터 모듈도 포함된다.

비고 3: 본 문서의 배터리 팩 시스템에 대한 요구사항은 배터리 팩과 동일하다.

[출처: IEC 62619:2022, 3.11, 변경 이력 있음]

3.5 전동 밸런싱 차량 electrical self-balancing vehicle

역 진자 모델과 정적 불안정성의 원리에 기반한 차륜형 유인 이동 플랫폼으로 충전형 전기 구동 시스템을 장착하고, 자율 또는 수동 제어 모드를 통해 동적 균형을 유지한다. 이를 약칭 '밸런싱 차량'이라 부른다.

[출처: GB/T 34668-2023, 3.1 참조]

3.6 전동 킥 보드 electrical scooter

핸들 바(크로스바와 핸들 스템), 휠, 페달 등으로 구성되며, 배터리가 에너지원으로 사용되고, DC 모터로 구동되며, 지상에서 발을 딛으며 활주하는 저속 차량이다.

[출처: GB/T 42825-2023, 3.1]

3.7 공칭 전압 normal voltage

배터리 셀이나 배터리 팩의 전압을 식별하는데 사용되는 적절한 근사 값이다.

3.8 정격 용량 rated capacity

C

제조사가 명시한 배터리 또는 배터리 팩의 용량이다.

비고: 단위는 암페어 시(Ah) 또는 밀리암페어 시(mAh)이다.

3.9 정격 에너지 rated energy

정격 와트 시

제조사에서 명시한 규정 조건에서 결정된 배터리 또는 배터리 팩의 에너지 값으로, 공칭 전압에 정격 용량을 곱해서 구하며, 자리 수를 반올림하거나 정수로 반올림해도 된다.

비고: 단위는 와트 시(Wh) 또는 킬로와트 시(kWh)이다.

3.10 레벨 1 전기 에너지원 ES1

ES1 은 전기 에너지원으로 정상 작동 조건과 비 정상 작동 조건 및 안전 보호가 필요하지 않은 부품과 장치 또는 절연체의 단일 고장 조건에서 전류 또는 전압 레벨이 ES1 의 한계를 초과하지 않는다. 그리고, 단일 고장 조건에서 기본 안전 보호 기능 또는 추가 안전 보호 기능이 ES2 의 한계를 초과하지 않는다.

비고 1: ES1 한계 직류 전압은 60V 를 초과하지 않으며, ES2 한계 직류 전압은 120V 를 초과하지 않는다.

[출처: GB 4943.1-2022, 5.2.1.1, 변경 이력 있음]

3.11 충전 제한 전압 limited charging voltage

U_{cl}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩의 최대 정격 충전 전압이다.

3.23 충전 상한 전압 upper limited charging voltage

U_{up}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩이 견딜 수 있는 최대 안전 충전 전압이다.

3.13 과전압 충전 보호 전압 over voltage for charge protection

U_{cp}

제조사에서 규정한 고전압 충전 시의 보호 회로 작동 전압이다.

3.14 방전 차단 전압 discharge cut off voltage

U_{do}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩의 최소 안전 방전 부하 전압이다.

비고: 안전 방전 전압의 하한선이다.

3.15 방전 종료 전압 end of discharge voltage

U_{de}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩의 최소 정격 방전 전압이다.

3.16 저 전압 방전 보호 전압 low voltage for discharge protection

U_{dp}

제조사에서 규정한 저 전압 방전 시의 보호 회로 작동 전압이다.

3.17 권장 충전 전류 recommendation charging current

I_{cr}

제조사에서 권장하는 정전류 충전 전류이다.

3.18 최대 충전 전류 maximum continuous charging current

I_{cm}

제조사에서 규정한 최대 항류 충전 전류다.

3.19 과전류 충전 보호 전류 over current for charge protection

I_{cp}

제조사에서 규정한 최대 전류 충전 시의 보호 회로 작동 전류이다.

3.20 권장 방전 전류 recommendation discharging current

I_{dr}

제조사에서 권장하는 지속 방전 전류다.

3.21 최대 방전 전류 maximum discharging current

I_{dm}

제조사에서 규정한 최대 지속 방전 전류다.

3.22 과전류 방전 보호 전류 over current for discharge protection

I_{dp}

제조사에서 규정한 대전류 방전 시의 보호 회로 작동 전류이다.

3.23 상한 충전 온도 upper limited charging temperature

T_{cm}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩 충전 시의 최대 온도다.

3.24 하한 충전 온도 lower limited charging temperature

T_{cl}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩 충전 시의 최소 온도다.

3.25 상한 방전 온도 upper limited discharging temperature

T_{dm}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩 방전 시의 최대 온도다.

3.26 하한 방전 온도 lower limited discharging temperature

T_{dl}

제조사에서 규정한 배터리 또는 배터리 팩 방전 시의 최소 온도다.

3.27 누출 leakage

의도치 않은 액체 전해질의 눈에 띄는 누출이다.

[출처: GB/T 28164-2011, 1.3.9, 변경 이력 있음]

3.28 파열 Rupture

내부 또는 외부의 요인으로 인해 배터리 케이스나 배터리 팩 인클로저가 기계적으로 손상되어 내부 물질이 노출되거나 유출되었지만 분출되지는 않은 상태다.

[출처: GB/T 28164-2011, 1.3.11]

3.29 발화 fire

배터리 또는 배터리 팩에서 화염이 발생하는 것이다.

비고: 화염은 빛과 열을 생성하는 화학적 반응인 연소에 의해 생성된다. 스파크는 화염이라 부를 수 없다.

[출처: GB/T 28164-2011, 1.3.13]

3.30 폭발 explosion

배터리 또는 배터리 팩의 인클로저가 심하게 파열되어 주요 성분이 분출되는 것이다.

[출처: GB/T 28164-2011, 1.3.12]

3.31 화재 방지 보호 인클로저 fire enclosure

연소 또는 화염의 확산을 최소화하기 위한 용도로 설계된 부품이다.

[출처: GB 31241-2022, 3.26]

3.32 열 폭주 thermal runaway

방열 반응으로 인해 배터리에서 제어 불가능한 온도 상승이 초래되는 현상이다.

[출처: IEC 62619:2022, 3.23]

3.33 열 확산 thermal propagation

배터리 팩 내부에서 단일 배터리 셀의 열 폭주로 인해 나머지 배터리 셀에 연속적으로 열 폭주가 발생하는 현상이다.

[출처: GB 38031-2020, 3.15, 변경 이력 있음]

3.34 형식 시험 type test

대표 샘플에 대해 시험을 실시하며, 그 목적은 설계와 제조 측면에서 본 문서의 요구사항 충족 여부를 확인하는 것이다.

[출처: GB 4943.1-2022, 3.3.6.15, 변경 이력 있음]

4 시험 조건

4.1 시험 적합성

안전성에 관련된 경우에만 본 문서에 규정된 시험을 실시할 수 있다.

표준 내용에 특정 배터리 또는 배터리 팩이 제품 설계, 구조, 기능상의 제약으로 인해 해당 제품에 대한 시험을 적용할 수

없다고 규정된 경우, 시험을 하지 않아도 된다. 제품 설계, 구조 또는 기능상의 제약으로 인해 배터리 또는 배터리 팩을 시험할 수 없지만 해당 시험을 반드시 해야 할 경우, 해당 배터리 또는 배터리 팩을 적용한 전동 밸런싱 차량/킥 보드 및 해당 제품에 부착된 충전기 또는 해당 제품 일부를 구성하는 부품, 배터리나 배터리 팩과 함께 관련 시험을 실시해도 된다.

비고: 전동 밸런싱 차량/킥 보드 및 그에 부착된 충전기나 그 일부를 구성하는 부품은 해당 배터리 또는 배터리 팩 제조사나 완성차의 제조사에서 제공하며, 해당 제조사는 작동 지침을 제공한다.

별도 규정이 없는 한, 테스트를 완료한 샘플은 정상적으로 사용할 것을 요구하지 않는다.

4.2 시험 환경조건

별도 규정이 없는 한, 시험은 일반적으로 다음 조건에서 수행된다:

a) 온도: 20℃±5℃.

b) 상대 습도: 75% 이하.

c) 기압: 86kPa~106kPa.

4.3 매개변수 측정 공차

규정 값 또는 실제 값 대비 모든 제어 값이나 측정 값의 정확도는 다음 오차 범위에 있어야 한다:

a) 전압: ±0.5％

b) 전류: ±0.5％

c) 온도: ±2℃

d) 시간: ±1%(1min 이상), ±5%(1min 이하)

e) 용량: ±1%

f) 질량: ±0.5％

g) 크기: ±1 mm.

4.4 온도 측정 방법

열전대법을 사용해서 샘플의 표면 온도를 측정한다. 온도 테스트 지점은 가장 불리한 지점을 시험의 판단 근거로 선택한다.

비고: 적외선 장비와 같이 보조 방식을 사용해서 가장 불리한 지점을 찾아도 된다.

4.5 테스트용 충전 및 방전 절차

4.5.1 테스트용 충전 및 방전 절차

충전하기 전에 20℃±5℃의 환경온도에서 $0.2I_t$로 배터리 또는 배터리 팩을 방전 종료 전압까지 방전한다. 배터리 또는 배터리 팩은 시험 과정에서 규정된 다음 방법 중 하나를 적용해서 충전해도 된다:

a) 제조사에서 규정한 방법

b) 20℃±5℃의 환경 온도에서 $0.2I_t$로 방전하고, 배터리나 배터리 팩의 전압이 충전 한계 전압에 도달하면, 충전 전류가 $0.2I_t$미만이 될 때까지 정전압충전으로 변경하고, 충전이나 BMS 보호를 중단한다. 최장 충전 시간이 8h 를 초과하면 안된다.

용량 테스트 결과에 이의가 있으면, 23℃±2℃의 환경 온도를 중재 조건으로 삼아 다시 테스트할 수 있다.

비고: I_t는 기준 시험 전류를 나타내며, 그 수치는 정격 용량(C)와 동일하고, 단위는 암페어(A) 또는 밀리암페어(mA)이다.

4.5.2 테스트용 방전 절차

권장 방전 전류(I_{cr})로 방전 종료 전압(U_{de})까지 배터리 또는 배터리 팩에 대한 정전류방전을 수행한다.

4.5.3 단일 고장 조건

시뮬레이션 고장이나 비 정상적 작동 조건을 적용하도록 요구될 경우, 순서대로 적용하며, 한번에 하나의 고장을 시뮬레이션해야 한다. 시뮬레이션 고장이나 비정상적인 작동 조건에 의해 직접 초래된 고장은 시뮬레이션 고장 또는 비

정상적인 작동 조건의 일부로 간주된다.

특정 단일 고장을 설정할 경우, 해당 단일 고장에는 모든 부품의 오류가 포함된다.

회로기판, 회로 다이어그램 및 부품 규격서를 확인하여 합리적으로 예측 가능한 고장 조건을 다음과 같이 결정한다:

a) 반도체 장치 두 핀 사이의 단락 및 개회로

b) 커패시터의 단락 및 개회로

c) 전류 제한 장치의 단락 및 개회로

d) 전압 제한 장치의 단락 및 개회로

e) 집적회로에 과도한 전력 소비를 초래하는 내부 고장.

4.6 형식 시험

4.6.1 개요

별도 규정이 없는 한, 본 문서에 규정된 시험은 형식 시험이다.

별도 규정이 없는 한, 생산된 지 1 년 이내의 제품에 대해서만 시험을 실시한다.

4.6.2 샘플 요구사항

별도 규정이 없는 한, 테스트 대상 샘플은 소량 Lot 생산 샘플 또는 고객 납품 준비용 제품을 포함한 고객이 수용할 수 있는 제품을 대표하는 샘플이어야 한다.

시험 시, 부하 테스트나 배선을 위한 도선 인입이 필요할 경우, 별도 규정이 없는 한, 인입 도선 테스트 또는 배선으로 인한 총 저항은 20mΩ 미만이 되야 한다.

4.6.3 샘플 전 처리

4.6.6 에 규정된 시험 항목을 수행하기 전에 다음과 같이 샘플을 전 처리해야 한다.

a) 충전 및 방전 사이클

배터리나 배터리 팩은 4.5 에 규정된 충/방전 절차에 따라 충/방전 사이클을 2 회 실시한다. 배터리 충/방전 사이클 사이는 5min 의 간격을 두고, 배터리 팩의 충/방전 사이클 사이는 30min 의 간격을 둔다.

비고 1: 배터리 또는 배터리 팩 샘플에 대한 용량 테스트를 동시에 실시해도 된다.

b) 정전기 방전

배터리 팩의 경우, a)의 충/방전 사이클 전 처리를 완료한 후, 4.5.1 에 규정된 방법으로 완전 충전하고, GB/T 17626.2 의 규정에 따라 배터리 팩에서 인출된 각 단자에 대해 4kV 접촉 방전 테스트(±4kV 각 10 회)와 8kV 공기 방전 테스트(±8kV 각 10 회)를 실시한다. 각 단자 사이의 간격은 10s 이고, BMU/BMS 보호 기능이 실패하지 않아야 한다.

별도 규정이 없는 한, 본 문서에서 시험을 실시하는 배터리 팩은 제조사에서 규정한 충전 제한 전압까지 완전히 충전되야 한다. 완전 충전 후, 시험을 아직 실시하지 않은 배터리 팩은 20℃±5℃의 환경 온도에서 머무를 수 있는 최대 시간이 8h 를 초과하면 안된다.

비고 2: 제 8 장의 샘플은 정전기 방전 전 처리를 하지 않는다.

전 처리 과정에서 발화, 폭발, 누출 등의 현상이 발생해도 본 문서의 요구사항을 충족하지 않은 것으로 간주된다.

4.6.4 샘플 수량

특별한 지침이 없는 한, 각 시험 항목의 샘플 수는 배터리는 3 개, 배터리 팩은 1 개이다.

4.6.5 배터리 샘플 용량 테스트

배터리 샘플의 초기(실제) 용량은 정격 용량보다 크거나 같아야 한다. 그렇지 않으면 형식 시험용 일반 샘플로 사용할 수 없다.

배터리 샘플 용량 테스트 방법은 SJ/T 11685-2017 5.1 의 초기 용량을 참조한다.

4.6.6 시험 항목

표 1 은 배터리 형식 시험 항목으로 표의 샘플 란에 있는 아라비아 숫자는 테스트 샘플의 일련 번호이다.

표 1 배터리 형식 시험

항목	본 문서 단락 번호	시험 내용	샘플
시험 조건	4.6.3	샘플 전 처리	전부
	4.6.5	배터리 용량 테스트	전부
일반 안전 요구사항 [a]	5.2	안전 작동 매개변수	-
	5.3.1	표시 요구사항	
배터리 전기 안전 시험	6.1	고온 외부 단락	1~3
	6.2	과 충전	4~6
	6.3	강제 방전	7~9
배터리 환경 안전 시험	7.1	저기압	1~3
	7.2	온도 순환	1~3
	7.3	진동	1~3
	7.4	가속도 충격	1~3
	7.5	낙하	10~12
	7.6	분동 충격/압착	13~15
	7.7	열 남용	16~18
	7.8	침자	19~21
[a] 제조사에서 제공한 라벨, 매뉴얼, 재료 등을 검사하고 시험한다.			

표 2 는 배터리 팩 시스템의 형식 시험 항목으로 표의 샘플 란에 있는 아라비아 숫자는 샘플의 일련 번호이다.

표 2 배터리 팩 형식 시험

항목	본 문서 단락 번호	시험 내용	샘플
시험 조건	4.6.3	샘플 전 처리	전부
일반 안전 요구사항 [a]	5.2	안전 작동 매개변수	-
	5.3.1	표시 요구사항	
	5.3.2	경고 지침	
	5.3.3	내구성	
배터리 팩 시스템 환경 시험	8.1	저기압	1
	8.2	온도 순환	1
	8.3	진동	1
	8.4	가속도 충격	1
	8.5	낙하	2
	8.6	응력 해소	3
	8.7	고온 사용	4
	8.8	침수	5
	8.9	난연성 요구사항	8.9 참조
	8.10	열 확산	6
배터리 팩 시스템 기능 전기 안전 시험	9.2	과전압 충전	7
	9.3	단일 배터리 과전압 제어	8
	9.4	저전압 방전	9
	9.5	과전류 충전	10
	9.6	과전류 방천	11
	9.7	외부 단락	12
	9.8	온도 보호	13
	9.9	역 충전	14
[a] 제조사에서 제공한 라벨, 매뉴얼, 재료 등을 검사 및 시험한다.			

배터리 팩 시스템의 부품은 해당 국가 표준과 업계 표준 또는 기타 규격의 안전 관련 요구사항을 준수하고, 본 문서의 요구사항을 충족해야 한다.

4.6.7 시험 순서

배터리와 배터리 팩 시험의 순서는 부록 A 를 참조한다.

4.6.8 시험 판정 근거

특정 시험의 시험 대상 샘플이 전부 테스트에 합격하면 해당 항목 시험에 합격한 것으로 판정한다.

5 일반 안전 요구사항

5.1 일반 안전성 고려

배터리와 배터리 팩의 안전성은 다음 2 가지 적용 조건을 고려한다:

a) 정상 조건

b) 합리적으로 예상되는 오용과 남용 및 고장 조건

5.2 안전 작동 매개변수

배터리와 배터리 팩을 다양한 조건에서 안전하게 사용하기 위해, 온도 범위, 전압 범위 및 전류 범위 등의 매개변수를 포함한 안전 작동 조건을 규정한다. 배터리 소재 시스템과 구조의 차이로 인해 안전 작동 매개변수의 수치가 다를 수 있다.

제조사는 해당 규격서에 적어도 표 3 의 정보를 표시해야 한다.

표 3 규격서에 최소한 표시해야 하는 정보

안전 작동 매개변수	기호	배터리	배터리 팩
충전 제한 전압	U_{cl}	√	√
충전 상한 전압	U_{up}	√	√
방전 차단 전압	U_{do}	√	√
방전 종료 전압	U_{de}	√	√
권장 충전 전류	I_{cr}	√	√
최대 충전 전류	I_{cm}	√	√
권장 방전 전류	I_{dr}	√	√
최대 방전 전류	I_{dm}	√	√
과전압 충전 보호 전압	U_{cp}	-	√
과전류 충전 보호 전류	I_{cp}	-	√
저전압 방전 보호 전압	U_{dp}	-	√
과전류 방전 보호 전류	I_{dp}	-	√
상한 충전 온도	T_{cm}	√	√
하한 충전 온도	T_{lc}	√	√
상한 방전 온도	T_{dm}	√	√
하한 방전 온도	T_{ld}	√	√
비고: ‘√’는 표시 대상 정보를 나타내고, ‘-’는 표시하지 않아도 되는 정보를 나타낸다.			

5.3 표시와 경고 지침

5.3.1 표시 요구사항

배터리와 배터리 팩의 표시가 명확해서 판독이 가능해야 하며, 혼동이 생기면 안된다.

중국어를 사용해서 최소한 다음 내용을 표시해야 한다.

a) 제품 명칭과 모델

b) 정격 용량, 정격 에너지, 충전 제한 전압, 공칭 전압.

c) 양극과 음극은 ‘양, 음’이라는 글자 또는 ‘+, -’기호를 사용하거나 빨간색과 검은 색으로 표시한다.

d) 생산 공장

e) 생산일자 또는 Lot 번호

정격 에너지 표시 값은 정격 에너지의 정의를 충족해야 한다.

배터리, 정격 용량, 정격 에너지, 모델, 생산일자 또는 Lot 번호, 생산공장, 양극과 음극은 본체에 표시해야 한다. 그 중에서 생산 공장은 사용자와 합의한 약어나 코드를 사용할 수 있고, 나머지 표시는 포장이나 규격서에 표시해도 된다.

배터리 팩의 표시는 본체에 표시하고, 내구성은 5.3.3 의 요구사항을 충족해야 한다.

배터리과 배터리 팩을 명명할 경우, 배터리 팩의 구조와 설계에 대한 표시는 SJ/T 11685-2017 부록 A 를 참조해도 된다.

5.3.2 경고 지침

배터리 팩의 본체에 중국어 경고 지침이 있어야 한다.

예시 1: 분해, 충격, 압착 또는 불에 던지는 것을 금지한다.

예시 2: 심각하게 부풀어오를 경우, 계속 사용하면 안된다.

예시 3: 고온 환경에 절대로 두면 안된다.

5.3.3 내구성

배터리 팩 본체의 표시와 경고 지침이 명확해서 판독 가능해야 한다.

본 문서에서 요구하는 배터리 팩 본체의 모든 표시와 경고 지침은 내구성을 갖추고 잘 보여야 한다. 내구성을 고려할 때, 정상 사용 시, 그에 대한 영향을 고려해야 한다.

표시와 경고 지침을 검사할 때, 문질러서 합격 여부를 확인한다. 표시와 경고 지침을 문지를 때, 물을 적신 면포로 15s 동안 문지른 다음 75%(부피분율)의 의료용 알코올을 적신 면포로 15s 동안 문지른다. 시험 후, 표시와 경고 지침이 여전히 명확해야 하고, 명판이 쉽게 떨어지거나 둥글게 말리지 않아야 한다.

비고: 이 조항은 사용자가 교체할 수 있는 배터리 팩에만 적용된다.

6 배터리 전기 안전 시험

6.1 고온 외부 단락

4.5.1 에 규정된 시험 방법으로 배터리를 완전히 충전한 후, 57℃±4℃의 환경에 놓고, 해당 온도에 도달하면 다시 30min 동안 둔다. 그런 다음 도선으로 배처리의 양극과 음극을 연결하고, 모든 외부 저항이 20mΩ±5mΩ 인지 확인한다. 시험 과정에서 배터리의 온도 변화를 모니터링 하고, 다음 상황 중 하나가 발생하면 시험을 종료한다:

a) 배터리 온도 강하 값이 온도 상승 피크 값의 20%에 도달할 경우.

b) 단락과 접지 시간이 24h 이 될 경우.

배터리에 발화나 폭발이 발생하면 안된다.

비고: 도선의 저항률 온도 계수는 콘스탄탄 와이어의 경우 $5\times10^{-3}℃^{-1}$ 미만이다.

6.2 과 충전

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 제조사에서 규정한 최대 충전 전류로 충전한다.

시험 과정에서 배터리 온도 변화를 모니터링 하고, 다음 상황 중 하나가 발생하면 시험을 종료한다:

a) 충전 한계 전압의 1.5 배까지 충전한 후, 1h 동안 정전압 충전을 지속할 경우.

b) 총 충전 시간이 1.5h 에 도달할 경우.

배터리에 발화나 폭발이 발생하면 안된다.

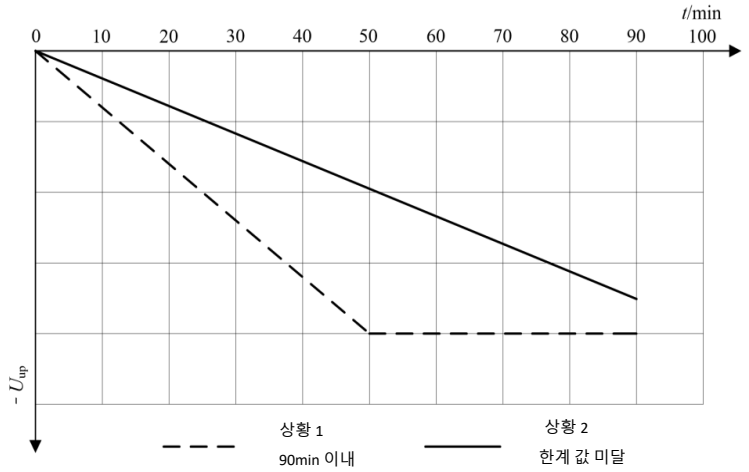
6.3 강제 방전

4.5.2 에 규정된 시험 방법대로 완전 방전한 후, $1/_t$ 의 전류로 전압이 음극 충전 상한 전압에 도달할 때까지 총 90min 동안 역 충전한다.

역 충전 시간이 90min 이내일 때, 전압이 음극 배터리 충전 상한 전압에 도달하면, 그림 1 의 상황 1 과 같이 전류를 줄여서 해당 전압이 역 충전을 90min 동안 지속하도록 유지한 후, 시험을 종료한다.

역 충전 시간이 90min 이내일 때, 전압이 음극 배터리 충전 상한 전압에 미달하면, 그림 1 의 상황 2 와 같이 90min 동안 역 충전한 후, 시험을 종료한다.

예시: 충전 상한 전압이 4.2V 일 때, 음극 충전 상한 전압 값은 (-4.2V)이다.



비고: 그림의 선은 예시일 뿐이며, 실제 상황(수평선 부분 제외)은 선형 또는 직선이 아닐 수 있다.

표 1 역 충전 시간 다이어그램

배터리에 발화나 폭발이 발생하면 안된다.

7 배터리 환경 안전 시험

7.1 저기압

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 20℃±5℃의 진공 챔버에 배터리를 넣고, 진공 챔버의 압력을 11.6kPa(시뮬레이션 해발 고도 15,240m)까지 낮추고, 이를 6h 동안 유지한다.

구체적인 시험 방법은 GB/T 2423.21 의 관련 조항을 따라도 된다.

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.2 온도 순환

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 20℃±5℃의 온도 조절 챔버에 넣고, 다음 순서를 실행한다(그림 2 참조).

a) 실험 챔버의 온도를 72℃±2℃로 올리고, 6h 동안 유지한다.

b) 실험 챔버의 온도를 -40℃±2℃로 올리고, 6h 동안 유지한다.

c) a)~b)의 순서를 총 10 회 반복한다.

d) 실온 20℃±5℃에서 24h 동안 보관한다.

시험 과정에서 두 온도 사이의 전환 시간이 30min 을 넘으면 안된다.

구체적인 시험 방법은 GB/T 2423.22 의 관련 조항을 따라도 된다.

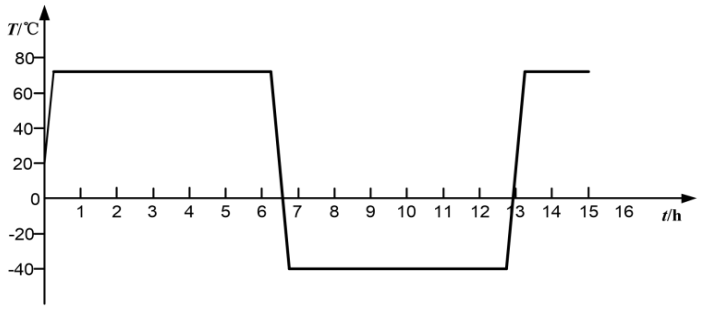


그림 2 온도 순환 흐름 예시도

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.3 진동

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 진동 시험대에 배터리를 단단히 고정해서 표 4 의 매개변수대로 정현 진동 시험을 실시한다.

표 4 진동 파형(정현 곡선)

주파수		진동 매개변수 [a]	대수 스윕 순환시간 (7Hz~200Hz~7Hz)	축 방향	진동 주기 수
시작	종료				
f_1=7Hz	f_2	a_1=1g_n[b]	15min	X	12
f_2	f_3	S=0.8mm		Y	12
f_3	f_4=200Hz	a_2=8g_n		Z	12
f_1=7Hz 까지 복귀				총계	36
f_1, f_4-하한 및 상한 주파수. f_2, f_3-교차점 주파수(f_2≈17.62Hz, f_3≈49.84Hz) a_1, a_2-가속도 진폭 값 S-변위 진폭					
[a] 진동 매개변수는 변위 또는 가속도의 최대 절대 값을 말한다. 예: 변위 진폭이 0.8mm 에 해당되는 피크-피크 값의 변위 진폭은 1.6mm 이다. [b] 환경 시험에서 중력 가속도 g_n 값은 10m/s² 로 반올림한다.					

각 방향에서 12 번 순환시키며, 각 방향의 순환 기간 동안 총 3h 동안 진동이 발생된다.

원통형 배터리는 축 방향과 반경 방향의 두 방향에서 진동 시험을 실시하며, 정사각형과 소프트 팩 배터리는 서로 수직을 이루는 세 방향에서 진동 시험을 실시한다. 시험 후, 4.5 에 규정된 방법으로 방전 및 충전 사이클을 1 회 실시한다.

구체적인 시험 방법은 GB/T 2423.10 의 관련 조항대로 실시해도 된다.

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.4 가속도 충격

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 충격 시험대에 고정해서 반(half) 정현 펄스 충격 실험을 실시한다. 최초 3ms 내에 평균 가속도가 최소 75g_n, 피크 값 가속도가 150g_n±25g_n, 펄스 지속 시간이 6ms±1ms 는 되야 한다. 배터리의 각 방향에서 가속도 충격 시험을 3 회 실시한다.

원통형 배터리는 축 방향과 반경 방향 설치 위치에서 정방향과 역방향으로 충격 시험을 실시하며, 총 12 회의 충격 시험을 수행한다.

사각형과 소프트 팩 배터리는 서로 수직을 이루는 3 개의 설치 위치에서 정방향과 역방향 2 개 방향으로 순서대로 총 18 회의 충격 시험을 실시한다.

구체적인 시험 방법은 GB/T 2423.5 의 관련 조항에 따라도 된다.

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.5 낙하

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 1m±0.01m 의 낙하 높이에서 콘크리트 패널에 자유롭게 떨어뜨린다.

원통형 배터리의 두 단면을 향해 각각 1 회 떨어뜨리고, 원통형 표면은 2 번 떨어뜨려 총 4 회의 낙하 시험을 실시한다. 사각형과 소프트 팩 배터리는 각 표면을 1 번씩 떨어뜨려 총 6 회의 낙하 시험을 실시한다.

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.6 분동 충격/압착

7.6.1 분동 충격

이 테스트는 사각형(소프트 팩 배터리 제외)과 직경 18.0mm 이상의 원통형 배터리에 적용된다.

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 배터리를 플랫폼 표면에 놓고, 직경이 15.8mm±0.1mm, 길이가 플랫폼 표면 너비 또는 원통형 배터리의 직경을 초과하는 금속봉을 배터리의 기하학적 중심 표면에 놓는다. 질량이 9.1kg±0.1kg 인 분동을 610mm±25mm 의 높이에서 자유 낙하 상태로 금속봉이 있는 배터리 표면에 충돌시킨 다음 6h 동안 관찰한다. 시험용 지그는 B.1 을 참조한다.

원통형 배터리 충격 시험 시, 세로 축 방향과 분동 표면이 평행을 이루어야 하고, 금속봉과 배터리의 세로 축방향은 수직을 이루어야 한다. 사각형 배터리는 넓은 면에 대해서만 충격 시험을 한다. 1 개 샘플 당 1 회의 충격 시험만 실시한다.

배터리에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

7.6.2 압착

소프트 팩과 직경 18.0mm 미만의 원통형 배터리에 적용된다.

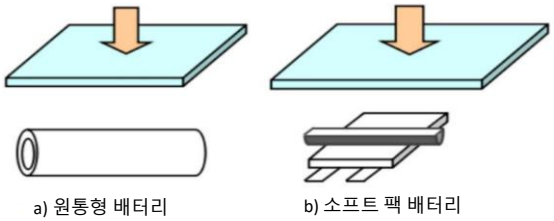
4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전 충전한 후, 배터리를 2 개의 평면에 놓고, 극 방향에 수직으로 압착한다. 두 평면 사이에 13.0kN±0.78Kn 의 압착을 가한다. 압착 배터리의 속도는 0.1mm/s 이다. 압력이 일단 최대 값에 도달하거나 배터리 압력이 1/3 내려가면 압착 시험을 중지해도 된다. 시험 과정에서 배터리는 외부 단락의 발생을 방지해야 한다.

원통형 배터리 압착 시, 세로 축 방향과 두 평면이 평행을 이루어야 한다. 사각형 소프트 팩 배터리의 경우, 직경 25mm 의 강철 원통의 본체 1/2 을 배터리의 넓은 면에 놓고 압착한다. 원통의 1/2 본체 세로 축이 넓은 면의 기하학적 중심을 통과하여 배터리의 극 방향과 수직을 이루어야 하며, 길이는 압착 대상 배터리의 크기보다 길어야 하고, 압착력이 13kN±0.78kN 에 도달하면 종료한다.

시험에서 배터리의 배치 방식은 그림 3 을 참조한다. 1 개 샘플 당 1 회의 압착 시험만 실시한다. 압착 과정에서 압착이 종료 조건에 도달하고, 압착 장치 중지 시간 간격이 100ms 보다 크면 안된다.

비고: 일반적인 경우, 소프트 팩 배터리의 길이: 극 방향과 평행을 이룬다. 소프트 팩 배터리 너비: 극 방향에 수직이다.

배터리에 발화와 폭발이 생기면 안된다.



a) 원통형 배터리 b) 소프트 팩 배터리

그림 3 압착 시험 시, 배터리 배치 예시도

7.7 열 남용

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전히 충전한 후, 배터리를 시험 챔버에 놓는다. 시험 챔버는 (5±2)℃/min 의 온도 상승 속도로 온도를 높이고, 챔버의 온도가 130℃±2℃에 도달하면 30min 간 항온 상태를 지속한다.

배터리에 발화와 폭발이 생기면 안된다.

7.8 침자

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전히 충전한 후, 직경 Φ5mm 의 고온 내성 강철 바늘(예: 텅스텐강, 뾰족한 원추의 각은 45°)을 (25±5)mm/s 의 속도로 배터리 전극 방향에 수직으로 배터리의 기하학적 중심을 관통하도록 하며, 강철 바늘을 배터리에 남겨두고 1h 동안 관찰한다.

배터리에 발화와 폭발이 생기면 안된다.

8 배터리 팩 시스템 환경 안전 시험

8.1 저기압

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 저기압 시험을 실시한다. 시험 방법은 7.1 을 참조한다.

시험 완료 후, 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법대로 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

8.2 온도 순환

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 온도 순환 시험을 실시한다. 시험 방법은 7.2 를 참조한다.

시험 완료 후, 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법대로 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

8.3 진동

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 서로 수직인 세 방향에서 순서대로 진동 시험을 실시한다. 질량이 12kg 이하인 배터리 팩 시스템의 시험 방법은 7.3 을 참조한다. 질량이 12kg 이상인 배터리 팩 시스템의 시험 방법은 아래 표 5 의 매개변수에 따라 정현 진동 테스트를 실시한다.

표 5 진동 파형(정현 곡선)

주파수		진동 매개변수 [a]	대수 스윕 순환시간 (7Hz~200Hz~7Hz)	축 방향	진동 주기 수
시작	종료				
f_1=7Hz	f_2	a_1=1g_n [b]	15min	X	12
f_2	f_3	S=0.8mm		Y	12
f_3	f_4=200Hz	a_2=2g_n		Z	12
f_1=7Hz 까지 복귀				총계	36
f_1, f_4-하한과 상한 주파수. f_2, f_3-교차점 주파수(f_2≈17.62Hz, f_3≈49.84Hz. a_1, a_2-가속도 진폭 값 S-변위 진폭					
[a] 진동 매개변수는 변위 또는 가속도의 최대 절대 값을 말한다. 예: 변위 진폭이 0.8mm 에 해당되는 피크-피크 값의 변위 진폭은 1.6mm 이다. [b] 환경 시험에서 중력 가속도 g_n 값은 10m/s² 로 반올림한다.					

각 방향에서 12 회 순환을 진행하고, 각 방향의 순환 시간에 총 3h 진동한다.

서로 수직인 세 방향에서 순서대로 진동 시험을 실시한다.

시험 후, 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법에 따라 방전과 충전 사이클을 1 회 계속한다.

구체적인 시험 방법은 GB/T 2423.10 의 관련 조항을 따를 수 있다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

8.4 가속도 충격

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 서로 수직인 세 방향에서 순서대로 가속도 충격 시험을 실시한다. 시험 방법은 7.4 를 참조하고, 시험 매개변수는 표 6 을 참조한다.

시험 완료 후, 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법에 따라 1 회 충전과 방전 사이클을 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

표 6 중량이 다양한 샘플의 피크 값 가속도와 펄스 지속 시간

샘플 질량 *m*/kg	피크 값 가속도	펄스 지속 시간 ms
m≤12	150_n 과 $x=\sqrt{\frac{100850}{m}}$ 중에서 작은 것	6
m>12	50_n 과 $x=\sqrt{\frac{30000}{m}}$ 중에서 작은 것	11

8.5 낙하

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 표 7 에 규정된 낙하 고도와 방식에 따라 샘플의 6 개 표면을 콘크리트 패널에 자유로이 떨어뜨린다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

표 7 낙하 테스트 방법과 조건

샘플 질량 *m* kg	테스트 방식	낙하 높이 cm
m<7	전체	100
7≤m<20	전체	100-90(*m*-7)/13
m≥20	-	10
비고: 질량은 샘플의 실제 측정 값이다.		

8.6 응력 해소

압축 성형 또는 사출 성형한 열 가소성 인클로저의 구조는 압축 성형이나 사출 성형으로 생성된 내부 응력이 방출될 때, 인클로저 소재의 모든 수축이나 변형으로 인해 내부 부품이 노출되지 않도록 해야 한다.

4.5.1 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플을 완전히 충전한 후, 70℃±2℃의 항온 송풍 챔버에 7h 동안 넣어 둔 다음 샘플을 꺼내고 실온까지 복원한다.

샘플 인클로저에 내부 부품이 노출될 수 있는 물리적 변형이 없어야 한다.

8.7 고온 사용

고온 시험에서 샘플 사용 시, 충분한 안전성을 갖추어야 한다.

다음 고온 시험을 통해 적격 여부를 확인한다:

완전히 충전된 샘플을 고온 시험 챔버에 넣고, 시험 챔버의 온도를 제조사에서 규정한 배터리 팩의 충전 상한 온도와 방전 상한 온도, 배터리의 충전 상한 온도와 방전 상한 온도 및 80℃ 중에서 가장 큰 값으로 설정한다. 샘플의 표면 온도가 안정되면 해당 샘플을 방전한 후, 고온 시험 챔버에 7h 동안 보관한다.

샘플은 다음 요구사항 중 하나를 충족해야 한다:

a) 회로를 차단하고, 발화, 폭발, 누출이 발생되지 않아야 한다.

b) 회로를 차단하지 않고, 고온 시험 과정에서 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법에 따라 1 회 충전 및 방전 사이클을 실시할 때, 샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

1 회 방전과 충전 사이클을 수행하는 시간이 7h 이상이면, 이번 충전과 방전 사이클이 종료될 때까지 고온 시험 시간을 연장한다.

8.8 침수

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 실온에서 염수(질량분율이 3.5%인 NaCl 수용액)에 최소 30min 동안 샘플을 침지한다. 용액의 깊이는 시험 샘플을 완전히 담근 후, 시험 샘플보다 5cm~10cm 수위가 높아야 한다.

샘플을 24h 동안 둔다. 샘플을 계속 방전할 수 있으면 4.5 에 규정된 충전과 방전 방법대로 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한 후, 시험을 종료한다. 샘플이 방전을 계속하지 못하면 시험을 종료한다.

샘플에 발화와 폭발이 발생하면 안된다.

8.9 난연성

8.9.1 일반 요구사항

배터리 팩 시스템의 경우, 패키징에 사용되는 소재는 화염 확산을 제한할 수 있어야 하며, 난연성 등급은 8.9.2~8.9.5 의 해당 요구사항을 충족해야 한다. 관련 시험 방법은 GB 4943.1-2022 의 3.3.4 규정을 참조해도 된다.

8.9.2 인클로저

배터리 팩 시스템의 인클로저는 화재 방지와 보호 인클로저를 사용하고, V-1 등급 이상 소재로 제작해야 한다.

8.9.3 PCB 보드

인쇄보드는 V-1 등급 이상 소재로 제작한다.

8.9.4 도선

도선은 부록 B 의 시험을 통과해야 한다.

8.9.5 기타 패키징 소재

기타 패키징 소재는 V-1 등급 이상 소재이고, 그 중에서 폼 재료는 HF-1 등급 이상이 되야 한다.

8.10 열 확산

배터리 팩 내부 중심 위치 근처 또는 기타 단일 배터리로 둘러싸인 단일 배터리를 선택해서 열 확산 시험을 실시한다. 가열이나 과충전을 열 확산 촉발의 방법으로 사용할 수 있으며, 제조사는 그 중 하나를 선택해서 열 확산 테스트를 실시할 수 있다.

8.10.1 가열 촉발 방식

평면 형태 또는 봉 형태의 가열 장치를 사용하고, 그 표면을 세라믹과 금속 또는 절연 층으로 덮는다. 단일 배터리와 크기가 동일한 블록 형태의 가열 장치로 단일 배터리 중 하나를 대체하여 촉발 대상 표면과 직접 접촉할 수 있다. 박막 가열 장치는 항상 촉발 대상 표면에 부착되야 한다. 가열 장치의 가열 면적은 단일 팩의 표면적보다 크면 안된다. 가열

장치의 가열면을 단일 배터리 표면과 직접 닿게 한다. 가열 장치의 위치는 8.9.3 에 규정된 온도 센서의 위치와 일치해야 한다. 설치를 완료하면 가열 장치의 최대 출력으로 촉발 대상을 가열하기 위해 24h 내에 가열 장치를 기동해야 한다. 필요 시, 가열 출력을 촉발 온도까지 가열한다. 가열 장치 출력 요구사항은 표 8 을 참조한다. 열 폭주가 발생하거나 8.9.3 에 정의된 모니터링 지점의 온도가 300℃에 달하면 촉발을 중지한다.

표 8 가열 장치 출력 요구사항

촉발 대상 전기 에너지 E Wh	가열 장치 최대 출력 P W
E<80	30~100
E≥80	100~300

8.10.2 과충전 촉발 방식

열 폭주가 발생하거나 촉발 대상의 충전 상태가 300% SOC 에 도달할 때까지, 배터리 팩의 최대 연속 작동 전류로 촉발 대상에 정전류 충전을 실시한다. 과충전 촉발 시, 과충전을 달성하기 위해, 촉발 대상에 추가 도선을 연결해야 한다. 배터리 팩의 기타 단일 배터리는 과충전을 하면 안된다. 열 폭주가 발생하지 않으면 1h 동인 계속 관찰한다.

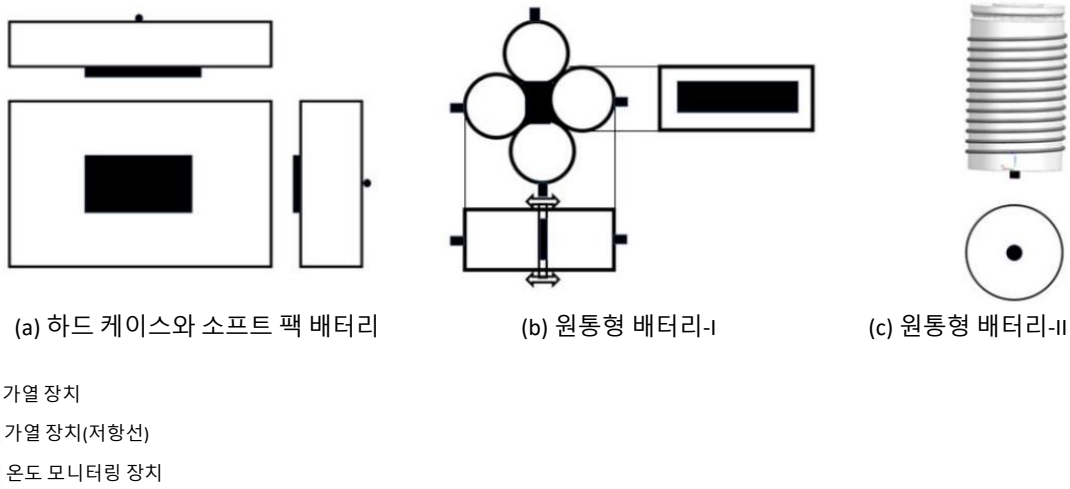
8.10.3 모니터링 지점 배치 계획

모니터링 지점의 배치 계획은 다음과 같다:

a) 전압이나 온도를 감지할 때, 오리지널 회로나 새로 추가된 테스트용 회로를 사용한다. 온도 데이터의 샘플링 간격은 1s 미만이 되야 하며, 정확도는 ±2℃가 요구된다.

b) 가열 촉발 시, 온도 센서는 열 전도가 없는 쪽, 즉, 가열 장치의 반대편(그림 4 참조)에 설치되야 한다.

c) 과충전 촉발 시, 온도 센서는 단일 배터리 표면과 양극 및 음극과 등거리에 있는 양극과 음극에서 가장 가까운 위치에 배치한다.



(a) 하드 케이스와 소프트 팩 배터리 (b) 원통형 배터리-I (c) 원통형 배터리-II

표 4 가열 촉발 시, 온도 센서의 배치 위치 예시도

8.10.4 열 폭주 판정 조건

열 폭주 판정 조건은 다음과 같다:

a) 촉발 대상에 전압 강하가 발생하고, 강하 값이 초기 전압의 25%를 초과할 것.

b) 모니터링 지점의 온도가 제조사에서 규정한 최대 작동 온도에 도달할 것.

c) 모니터링 지점의 속도가 dT/dt≥1℃/s 이고, 3s 이상 지속될 것.

a)와 c) 또는 b)와 c)의 경우가 발생하면 열 폭주가 발생한 것으로 판정한다. 권장 방법 중 하나를 적용해서 열 폭주가 촉발되지 않으면, 두 가지 권장 방법을 사용해서 열 폭주가 발생하지 않는다는 것을 입증해야 한다.

8.10.5 합격 판정 근거

시험 완료 후, 배터리 사이에 열 확산이 생기지 않아야 하고, 배터리 팩 시스템에 외부 화염이 없어야 하며, 배터리 팩 시스템의 인클로저가 파열되면 안된다.

배터리 팩 시스템에 인클로저가 장착되어 있지 않으면, 제조사는 화재 방지 구역을 지정해야 한다.

9 배터리 팩 시스템 기능 전기 안전 시험

9.1 배터리 관리 시스템 기본 요구사항

배터리 밸런싱 차량/킥 보드용 리튬이온 배터리 팩 시스템은 배터리나 배터리 팩이 지정된 작동 범위에서 작동하는지 확인하기 위해 배터리 관리 시스템을 설계해야 한다. 배터리 관리 시스템은 배터리와 배터리 팩의 전압, 전류와 온도의 비정상적인 상태를 모니터링하고, 완성차에 신호를 보낼 수 있어야 한다. 완성차는 신호를 수신하면 그에 상응한 조치를 취할 수 있어야 한다.

검사 및 9.2~9.9 를 통해 검증한다.

9.2 과전압 충전

4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 샘플을 완전히 충전한 후, 다음 순서대로 500 회의 사이클 테스트를 다시 실시한다:

a) 과전압 충전

b) BMS 동작 후, 1min 동안 가만히 둔다.

과 전압 충전 시, 제조사에서 규정한 최대 충전 전류(I_{cm})를 사용해서 충전 상한 전압(U_{up})의 1.2 배 또는 제조사에서 규정한 수용 가능한 최대 전압 값(둘 중에서 큰 값을 택함)이 될 때까지 정전류 충전을 실시한다.

각 사이클마다 배터리 팩의 BMS 가 작동되야 한다. 해당 작동은 충전 전압이 충전 상한 전압/제조사에서 규정한 수용 가능한 최대 전압 값에 도달하거나 도달하기 직전에 실행되야 한다.

배터리 팩 시스템의 정상 작동 조건과 충전 보호 부품(충전 회로 보호 스위치 튜브와 퓨즈 등)의 단일 고장 조건에서 각각 시험을 완료한 후, 4.5 의 규정에 따라 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하지 않아야 한다.

비고: 충전과 방전 회로의 분구가 있는 배터리 팩의 경우, 충전 회로를 사용해서 테스트한다.

9.3 단일 배터리 과전압 제어

4.5.2 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플을 완전히 방전하고, 임의의 병렬 블록(하나 이상의 섹션일 수 있음)을 선택한 후, 충전하기 전에 불균형 상태가 초래되지 않도록 4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 완전 충전 상태의 50%까지 재충전한다. 그런 다음 배터리 팩을 4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 충전하면 상기 병렬 블록이 제조사가 규정한 배터리 충전 상한 전압의 1.05 배에 도달하기 전에 BMS 가 충전을 금지하면서 정상 방전을 허용해야 한다. 3 개의 상이한 병렬 블록을 선택해서 총 3 회 시험을 실시한다. 시험 완료 후, 4.5 의 규정에 따라 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하지 않아야 한다.

9.4 저전압 방전

4.5.2 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플 방전을 완료한 후, 다음 순서에 따라 샘플에 대해 500 회의 사이클 시험을 실시한다.

a) 저전압 방전

b) 보호 장치 작동 후, 1min 동안 가만히 둔다.

저 전압 방전 시, 최대 방전 전류 I_{dm} 을 활용해서 정전류 방전을 실시한다. 각 사이클마다 샘플이 배터리/배터리 팩 제조사에서 규정한 방전 종료 전압까지 방전되기 전에 BMS 는 방전 회로를 차단해야 하며, 차단하기 전에 완성차에 경고 신호를 보낼 수 있어야 한다. 필요 시, 보호 전류가 작동하기 전에 사이클 도중에 배터리를 재활성화하기 위해 짧게 충전해도 된다.

비고 1: 전동 밸런싱 차량은 경고 신호를 수신한 후, 상응한 조치를 취할 수 있다.

비고 2: 조기 경고 시간은 배터리 팩 제조사와 완성차의 제조사가 협상할 수 있다.

비고 3: 전동 킥 보드용 배터리 팩의 경우, 샘플이 방전 종료 전압에 도달하기 전에 BMS 가 방전 회로를 직접 차단할 수 있다.

9.5 과전류 충전

4.5.2 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플을 완전히 방전한 후, 다음 순서에 따라 사이클 시험을 500 회 실시한다:

a) 과전류 충전

b) BMS 작동 후, 1min 동안 가만히 둔다.

과전류 충전 시, 충전 상한 전압 U_{up} 에 다다를 때까지 과전류 충전 보호 전류(I_{cp})의 1.5 배로 정전류 충전을 실시한다.

각 사이클마다 배터리 팩의 BMS 가 작동해야 하고, 500 회 사이클 테스트 시험 과정에서 배터리 팩은 정전류 충전 상태를 유지해야 한다. 배터리 팩이 500 회의 사이클 테스트를 완료하기 전에 정전류 충전 상태를 종료할 경우, 4.5.2 에 규정된 시험 방법에 따라 배터리를 완전히 방전한 후, 사이클 테스트를 계속한다.

시험 완료 후, 4.5 의 규정에 따라 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하지 않아야 한다.

비고: 과전류 충전 보호 전류의 값이 1 개 구간 값인 경우, 시험 시, 구간 값의 상한선으로 과전류 충전 보호 전류의 1.5 배($1.5I_{cp}$)를 대체한다.

9.6 과전류 방전

4.5.1 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플을 완전히 충전한 후, 다음 순서에 따라 500 회의 사이클 시험을 실시한다:

a) 과전류 방전

b) BMS 작동 후, 1min 동안 가만히 둔다.

과전류 방전 시, 과전류 방전 보호 전류($1.5I_{dp}$)의 1.5 배가 되는 정전류로 방전을 실시해야 하며, 500 회 사이클 테스트 시험 과정에서 배터리 팩이 완전히 방전되지 않아야 한다. 500 회 사이클 테스트를 완료하기 전에 배터리 팩이 완전히 방전될 경우, 4.5.1 에 규정된 시험 방법에 따라 배터리르 완전히 충전한 후, 상기 사이클 시험을 계속한다.

시험이 완료되면 4.5 의 규정에 따라 방전과 충전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하지 않아야 한다.

비고: 과전류 방전 보호 전류 값이 1 개 구간 값인 경우, 시험 시, 구간 값의 상한선으로 과전류 충전 보호 전류이 1.5 배($1.5I_{dp}$)를 대체한다.

9.7 외부 단락

시험 전에 4.5.1 에 규정된 시험 방법에 따라 샘플을 완전히 충전한 후, 다음 순서대로 사이클 테스트를 500 회 실시한다.

a) 배터리 팩의 양극과 음극 단자 또는 BMS 의 출력 단자를 단락 시킨다.

b) BMS 작동 후 1min 동안 가만히 둔다.

단락 시, 모든 외부 저항이 20mΩ 보다 높으면 안된다. 각 사이클마다 BMS 는 단락을 발견하면 회로를 차단해야 하며, 500 회 사이클 테스트 시험 과정에서 배터리 팩이 완전히 방전되지 않아야 한다. 500 회 사이클 테스트를 완료하기 전에 배터리 팩이 완전히 방전된 경우, 4.5.1 에 규정된 시험 방법대로 배터리를 완전히 충전한 후, 상기 사이클 테스트를 계속해야 한다.

시험 시, 배터리 팩 시스템의 정상 작동 조건과 충전 보호 부품(충전 회로 보호 스위치 튜브와 퓨즈 등)의 단일 고장 조건에서 각각 시험을 수행한다.

시험을 완료한 후, 4.5 에 규정된 시험 방법에 따라 충전과 방전 사이클을 1 회 실시한다.

샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하지 않아야 한다.

9.8 온도 보호

4.5.2 에 규정된 시험 방법대로 배터리의 방전을 완료한 후, 제조사에서 규정한 최대 충전 온도 또는 55℃(큰 것을 택함)에서 5℃를 높인 환경 온도에 8h 동안 둔 다음 제조사에서 규정한 최대 충전 전류로 충전을 실시하고, 이를 10min 간 유지한 후, 6h 동안 둔다. 4.5.2 에 규정된 시험 방법대로 배터리 팩의 방전을 완료한 후, 제조사에서 규정한 최소 충전 온도 또는 0℃(작은 것을 택함)에서 5℃를 낮춘 환경 온도에 16h 동안 둔 다음 제조사에서 규정한 최대 충전 전류로 충전한다.

샘플 충전이 불가능해야 하고, 샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

9.9 역 충전

4.5.2 에 규정된 시험 방법대로 배터리 방전을 완료한 후, $1/_t$ 전류로 역 충전을 실시한다.

BMS 는 역 충전을 감지하면 충전 전류 차단 동작을 취해야 한다. 샘플은 3 회 테스트한다.

샘플 충전이 불가능해야 하고, 샘플에 발화, 폭발, 누출이 발생하면 안된다.

배터리에 역극성 연결 방지 설계가 적용되었는지 배터리 플러그나 커넥터 설계를 확인한다.

10 안전 핵심 부품

10.1 기본 요구사항

안전과 관련된 경우, 배터리와 배터리 팩 및 정 온도 계수 저항기(PTC)와 온도 퓨즈 등과 같은 배터리 관리 시스템의 부품은 본 문서의 요구사항을 충족하거나 부품과 관련된 국가 표준과 업계 표준 또는 기타 규격의 안전 관련 요구사항을 준수해야 한다.

비고: 특정 부품이 해당 부품의 국가 표준과 업계 표준 또는 기타 사용 범위에 명백히 속해야만 해당 표준과 연관성이 있는 것으로 간주될 수 있다.

10.2 부품 평가 및 시험

다음 규정에 따라 부품 평가와 시험을 실시한다:

a) 부품이 관련 부품의 국가 표준, 업계 표준 또는 기타 규격과 맞는 특정 표준을 준수하는 것이 입증된 경우, 해당 부품이 정격 값에 따라 정확히 적용 및 사용되는지 확인해야 한다. 해당 부품은 배터리와 배터리 팩 또는 보호 회로의 부품으로 본 문서에 규정된 관련 시험을 받아야 하나, 부품과 관련된 국가 표준과 업계 표준 또는 기타 규격에 규정된 부분에 대한 시험은 거치지 않아도 된다.

b) 부품이 관련 표준에 적합한지가 입증되지 않을 경우, 해당 부품이 규정된 정격 값에 따라 정확히 적용 및 사용되는지 확인해야 한다. 해당 부품은 배터리, 배터리 팩 또는 보호 회로의 부품으로서 본 문서에 규정된 관련 시험을 거쳐야 하며, 배터리, 배터리 팩 또는 보호 회로에 실제로 존재하는 조건에 따라, 부품 표준에 규정된 시험을 거쳐야 한다.

비고: 특정 부품이 해당 부품의 표준을 준수하는지 확인하기 위해, 일반적으로 해당 부품에 대한 관련 시험을 별도 수행한다.

c) 특정 부품에 해당되는 국가 표준과 업계 표준 또는 기타 규격이 없거나 규정된 정격 값에 따라 부품을 회로에 사용하지 않을 경우, 해당 부품은 배터리, 배터리 팩 또는 보호 회로에 실제 존재하는 조건에 따라 시험한다. 시험에 필요한 샘플 수는 일반적으로 동등한 표준에서 요구하는 수량과 동일해야 한다.

11 고전압 배터리 팩 안전 요구사항

제조사는 고 전압 배터리 팩의 사용을 되도록 피할 것을 권장한다.

고전압이란 배터리 팩의 최대 출력이나 입력 전압(충전 제한 전압)이 ESII 전원 제한 전압 값을 넘어서는 배터리 팩을 말한다.

고전압 배터리 팩은 GB 4943.1-2022 제 5 장 전기로 인한 부상에 대한 요구사항을 충족해야 한다.

부록 A
(규격 부록)
시험 순서

A.1 배터리 안전 형식 시험 순서

배터리에 대한 제 6 장과 제 7 장의 형식 시험 순서는 그림 A.1 을 참조한다.

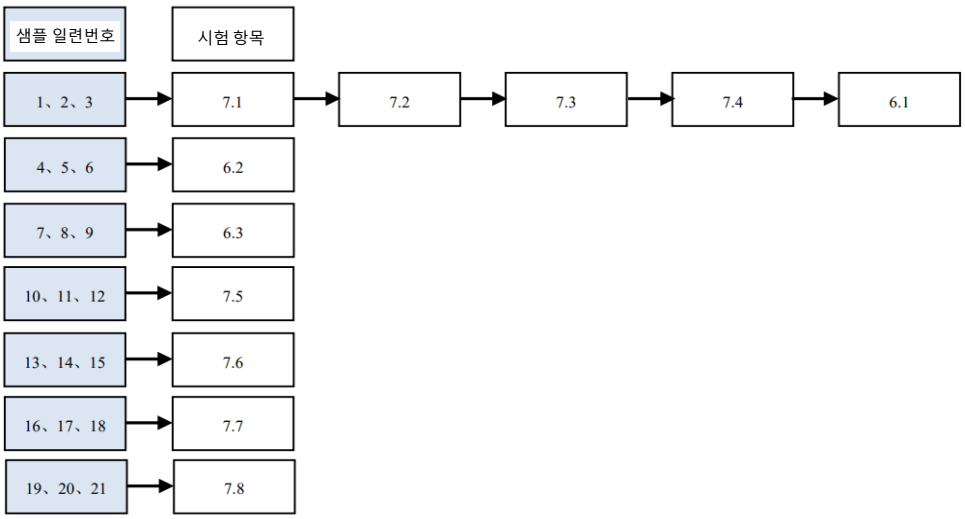


그림 A.1 배터리 안전 형식 시험 순서

A.2 배터리 팩 시스템 안전 형식 시험 순서

배터리 팩 시스템에 대한 제 8 장의 시험 순서는 그림 A.2 를 참조한다.

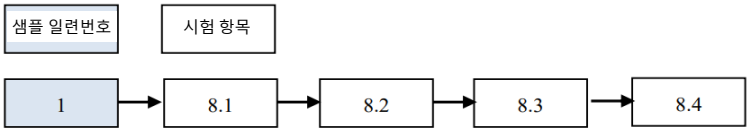


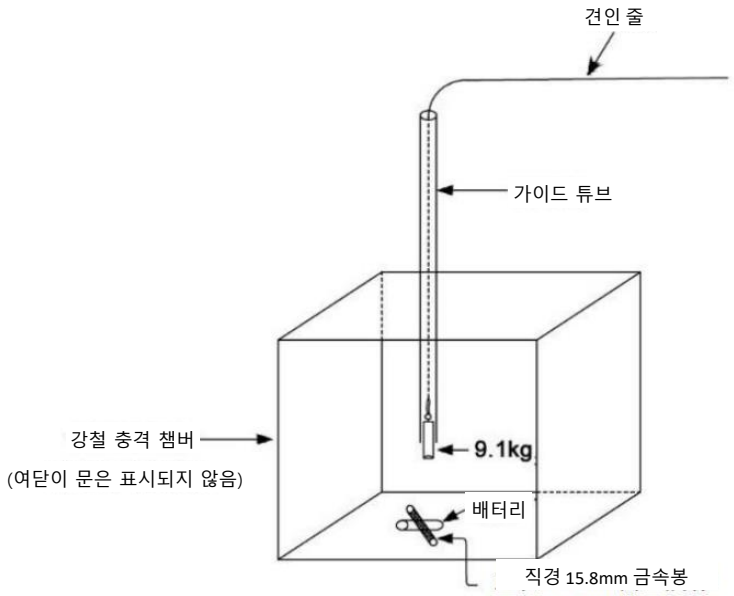
그림 A.2 배터리 팩 시스템 환경 안전 형식 시험 순서

기타 시험 항목은 표 2 에서 요구하는 수량과 순서에 따라 하나씩 실시한다.

부록 B
(규격 부록)
테스트 설비와 측정 계측기

B. 분동 충격 시험 지그

분동 충격 시험(7.6.1 참조)을 위한 시험 지그 예시도는 그림 B.1 을 참조한다.



동일한 효과를 얻을 수 있다면, 가이드 레버로 가이드 튜브를 대체하는 등과 같이 다른 장치를 사용해도 된다.

그림 B. 분동 충격 시험 지그 예시도

부록 B
(규격 부록)
도선 난연성 시험 방법

도선의 절연이 화염 확산에 도움이 되면 안된다.

GB/T 5169.5-2020 의 규정에 따라, 도선의 적격 여부를 확인한다.

본 문서의 경우, GB/T 5169.5-2020 의 내용을 채택한 후, 다음과 같이 수정한다:

GB/T 5169.5-2020 제 7 장 화염 인가 시간

시험용 화염을 인가하는 시간은 다음과 같다:

- 첫번째 샘플: 10s
- 두번째 샘플: 60s
- 세번째 샘플: 120s

GB/T 5169.5-2020 제 9 장 시험 절차

- 9.3 에 다음 내용 추가:

연소 장치의 축이 수직 방향과 45°를 이루도록 연소 장치를 지탱한다. 도선과 수직 방향은 45°를 유지해야 하며, 축이 위치한 수직 평면은 연소 장치가 위치한 수직 평면과 직교해야 한다.

- 9.4 는 다음 내용으로 대체:

시험은 3 개 샘플로 진행한다.

GB/T 5169.5-2020 제 10 장 관찰 및 측정

이 단락의 최종 문장을 다음 내용으로 대체:

연소 지속 시간이란 시험용 화염이 이동한 시점부터 화염이 꺼진 시점까지의 경과 시간이다.

GB/T 5169.5-2020 제 11 장 시험 결과 평가

현행 조항을 다음 내용으로 대체:

시험 기간 동안 절연 소재의 연소가 안정적이고, 뚜렷한 확산이 없어야 한다. 시험용 화염이 이동하면 모든 화염은 30s 내에 저절로 꺼져야 한다.

참고 문헌

[1] GB 9816.1-2013 열 퓨즈 제 1 부: 요구사항 및 적용 지침

[2] GB/T 11020-2005 고체 비금속 소재가 화염에 노출될 경우, 연소 시험 방법 목록

[3] GB/T 18287-2013 휴대폰용 리튬이온 배터리 및 배터리 팩에 대한 전체 규격

[4] GB 21966-2008 리튬이온 배터리와 축전지 운송-안전 요구사항

[5] GB/T 28164-2011 알칼리성이나 기타 비 산성 전해질을 포함한 배터리와 배터리 팩-휴대용 밀폐형 배터리와 배터리 팩에 대한 안전성 요구사항

[6] GB 31241-2022 휴대용 전자 제품의 리튬 이온 배터리와 배터리 팩-안전 기술 규격

[7] GB 38031-2020 동력 자동차용 전원 배터리 안전 요구사항

[8] GB/T 34668-2023 전동 밸런싱 차량 안전 기술규격

[9] GB/T 42825-2023 전동 밸런싱 차량 일반 기술 규격

[10] [8] MH/T1052-2013 항공 운송용 리튬이온 배터리 테스트 규격

[11] IEC 62133-2:2017 알칼리성 또는 기타 비 산성 전해질을 함유한 배터리와 배터리 팩-휴대용 밀폐형 배터리와 배터리 팩의 안전 요구사항 제 2 부: 리튬 계열(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes–Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications–Part 2: Lithium systems)

[12] IEC 62619:2007 알칼리성 또는 기타 비 산성 전해질을 함유한 배터리와 배터리 팩-산업 장비용 리튬 배터리와 배터리 팩에 대한 안전 요구사항(Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes- Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications)

[13] UN 38.3(제 7 버전) 위험 화물 운송 관련 권장사항-시험과 표준 매뉴얼 제 38.3 단락-금속 리튬 이온 배터리와 리튬 이온 배터리 팩(Recommendations on the transport of dangerous goods manual of tests and criteria (Six revised edition)–Lithium metal and lithium ion batteries)

[14] UL 1642-2007 리튬 배터리(Lithium Batteries)

[15] UL 2271-2013 경, 소형 전기차용 배터리(Batteries for Use In Light Electric Vehicle (LEV) Applications)

[16] UL 2272-2016 전동 밸런싱 차량의 전기 시스템 지침 (Outline of Investigation for Electrical System for Self- Balancing Scooters)