

SPSPSPSP
SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS

SPS-C KBIA-20304-02-
7562

SPS

레독스 흐름 전지용 분리막 — 특성 시험방법
SPS-C KBIA-20304-02-7562:2023

한국배터리산업협회

2023년 06월 13일 제정

목 차

머 리 말	2
1 적용범위	3
2 인용표준	3
3 용어와 정의	3
4 일반 요구사항	4
4.1 시험 환경조건과 전처리	4
4.2 측정기기	4
5 시험방법	5
5.1 두께 균일성	5
5.2 함수율	6
5.3 치수 변화율	7
5.4 인장강도	9
5.5 이온전도도와 저항	10
5.6 활성물질 투과도	12
참고문헌	14
SPS-C KBIA-20304-02-7562:2023 해 설	15

머 리 말

이 표준은 한국배터리산업협회에서 원안을 갖추고 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진 운영 요령에 따라 한국배터리산업협회 단체표준 심사위원회를 거쳐 제정한 단체표준이다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부는 저작권법에 따른 보호대상이 되는 저작물이 될 수 있다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부가 ISO · IEC 등에서 제정한 표준을 참고하여 제정 또는 개정된 경우, 해당 표준의 저작권을 보유하고 있는 ISO · IEC 등의 저작권 보호 규정 등에 따라 보호되어야 한다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 관계 중앙행정기관의 장과 산업표준심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

단체 표준

SPS-C KBIA-20304-02-7562:2023

레독스 흐름 전지용 분리막 — 특성 시험방법

Membrane for redox flow batteries — test methods for characteristics

1 적용범위

이 표준은 레독스 흐름 전지용 분리막의 기본 특성을 평가하기 위해 물리적 특성(두께 균일성, 함수율, 치수 변화율, 인장강도)과 화학적 특성(이온전도도와 저항, 활성물질 투과도)의 시험방법으로 레독스 흐름 전지용 분리막에 대하여 적용한다.

비고 이 표준은 양극과 음극의 물리적 접촉에 의한 전기 단락과 양극 전해질과 음극 전해질의 물리적 혼합을 막고, 전지 반응에 필요한 이온이 투과 가능한 물체인 분리막에 적용한다.

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판 만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C IEC 60050-114:2014, 국제전기기술용어 - 제114부:전기화학
 SPS-C KBIA 10304-01-7311, 에너지저장장치용 레독스 흐름 전지 용어
 SPS-C KBIA 20304-01-7499, 레독스 흐름 전지용 전극 - 특성 시험방법

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1**분리막(membrane)**

양극과 음극의 물리적 접촉에 의한 전기 단락과 양극 전해질과 음극 전해질의 물리적 혼합을 막고, 전지 반응에 필요한 이온이 투과 가능한 막

비고 SPS-C KBIA 10304-01-7311, 3.2.4에서 영문으로는 “separator/membrane”으로 정의된다.

3.2**레독스(redox)**

전해질 내 이온들이 산화와 환원 반응으로 원자의 산화수가 달라지는 화학 반응

[출처: SPS-C KBIA 20304-01-7499, 3.4]

3.3**레독스 흐름 전지(redox flow battery)**

전극과 분리막의 공간으로 에너지 저장 유체의 움직임을 특징으로 레독스 반응의 이차전지

[출처: SPS-C KBIA 20304-01-7499, 3.5]

3.4

전기화학적 활성물질(electrochemically active material)

전기 화학 전지의 전극에서 산화되거나 환원되는 물질

[출처: KS C IEC 60050-114:2014, 11-03-13]

3.5

함수율(moisture content)

시료의 무게 대비 함유된 수분의 질량백분율

3.6

이온전도도(ionic conductivity)

물질의 이온전도 경향을 나타내는 척도

3.7

투과도(permeability)

활성물질이 전해질 사이의 분리막을 투과하는 정도를 나타내는 척도

4 일반 요구사항

4.1 시험 환경조건과 전처리

측정 시 온도는 (25 ± 5) °C로 상대습도는 (50 ± 5) %로 유지되어야 한다. 측정 전 분리막 시료는 오븐에서 (100 ± 2) °C에서 1시간 건조한 후, 인접한 두 질량 차이가 1 mg 이하가 될 때까지 수분을 최대한 제거한다.

4.2 측정기기

측정에 사용되는 기기의 상세사항은 결과보고서에 반드시 기록하여야 한다.

4.2.1 측정기기의 범위

사용되는 측정기기는 측정될 전압과 전류값을 잘 나타낼 수 있어야 한다. 측정기기의 범위와 측정 방법은 각 시험방법에서 규정된 또는 실측된 값에 대한 정밀도를 제공할 수 있어야 한다.

4.2.2 허용 오차

규정된 또는 실측된 값에 대한 제어와 측정에 사용되는 시험 장비의 전반적인 정확도에 대한 공차는 다음과 같다.

- a) 전압 : $\pm 0.5\%$
- b) 전류 : $\pm 1\%$
- c) 온도 : ± 2 °C
- d) 시간 : $\pm 0.1\%$
- e) 질량 : $\pm 1\%$

- f) 치수 : $\pm 1\%$
- g) 압력 : $\pm 2\%$
- h) 습도 : $\pm 2\%$

이 오차는 측정 기기의 정밀도, 측정 오차와 기타 시험 과정에서 발생하는 다른 모든 요소들을 포함한다.

5 시험방법

5.1 두께 균일성¹⁾

5.1.1 개요

이 항은 분리막 시료의 두께를 측정하며 전체적으로 균일한지 측정한다.

5.1.2 장치와 기구

두께 측정기는 각 시료 두께를 $0.1 \mu\text{m}$ 단위까지 정확하게 측정할 수 있는 분해능을 가진 두께 측정 기구 이어야 한다.

5.1.3 분석절차

시료를 **그림 1**과 같이 폭의 대각선 방향으로 25 cm^2 ($5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$)으로 총 3개 채취한다.

- a) 두께 측정기의 측정 면을 깨끗이 청소하고, 수직 이동축이 자유롭게 움직이는지 점검한다.
- b) 시료의 비틀림과 구김이 없도록 준비한다.
- c) 시료의 네 모서리와 중간 부분 등 총 5개 지점의 두께를 측정하고 기록한다.
- d) 상기 절차에 따라 3개 시료들의 두께를 측정 후 기록한다.

¹⁾ SPC-C KBIA-20304-01-7499:2022, 레독스 흐름 전지용 전극 - 특성 시험방법

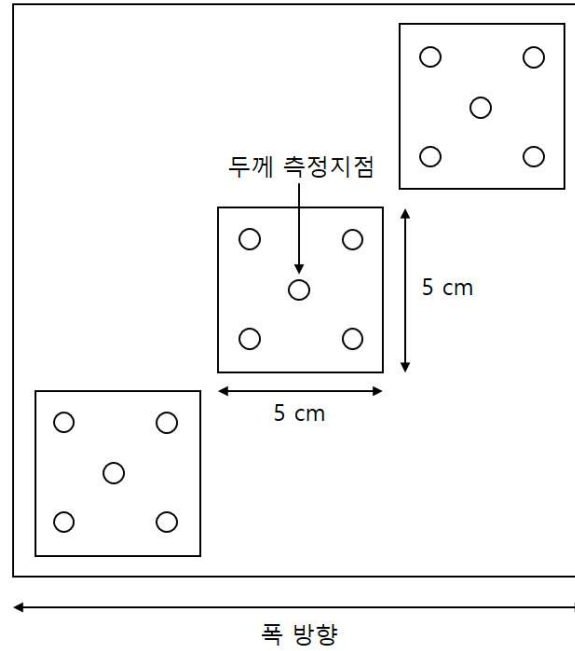


그림 1 — 두께 균일성 측정 시험 부위 채취 모식도

5.1.4 두께 균일성 산출과 단위

분리막의 두께는 5.1.3 분석절차에 따라 정밀도 0.1 μm 단위까지 측정하여 기록하며, 각 지점에서 측정된 두께 값의 평균을 다음 식으로 계산하여 기록한다.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

여기에서

- \bar{d} : 평균 두께(mm)
- d_i : 각 지점에서의 두께 측정값(mm)
- n : 측정 지점 수

5.2 함수율^{2) 3)}

5.2.1 개요

이 항은 분리막 시료의 무게 대비 함유된 수분 백분율을 측정한다.

5.2.2 장치와 기구

함수율 측정장비는 다음 구성요소로 이루어진다.

- a) 각 시료의 질량을 0.1 mg 단위까지 정확하게 측정할 수 있는 정밀도를 가진 전자 저울
- b) 각 시료를 0 °C에서 150 °C 내로 건조시킬 수 있는 오븐

²⁾ 오성준, et al. 바나듐 레독스 흐름전지용 Poly (arylene ether sulfone) 막의 특성. 화학공학, 2013, 51.6: 671-676

³⁾ NB/T 42080-2016, Ion conductive membrane for Vanadium flow battery — Test method

5.2.3 분석절차

- 시료를 25 cm² (5 cm × 5 cm)으로 총 3개 준비한다.
- 시료를 증류수에 넣어 최소 1시간 보관한다.
- 증류수에서 시료를 꺼내 흡수지로 막 표면의 물기를 제거한 후 칭량병에 넣어 저울로 질량(m_2)을 측정한다.
- 칭량병을 오븐에 넣고 (100 ± 2) °C에서 1시간 건조한 후, 인접한 두 질량 차이가 1 mg 이하가 될 때까지 무게를 잰다.
- 시료를 실온(25 °C)이 될 때까지 냉각한 후 저울로 질량(m_1)을 측정한다.

5.2.4 함수율 산출과 단위

함수율은 다음 식에 따라서 질량비를 퍼센트로 나타내며 반올림하여 0.1 % 단위까지 표시한다.

다음 식으로 시료의 함수율을 계산한다.

$$C_w = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

여기에서

C_w : 시료의 함수율, 단위는 백분율(%)

m_1 : 건조 후 시료의 질량(mg)

m_2 : 건조 전 시료의 질량(mg)

5.3 치수 변화율⁴⁾

5.3.1 개요

이 항은 테스트 환경조건에서 분리막 시료의 치수 변화율을 측정한다.

5.3.2 장치와 기구

두께와 길이 측정기는 다음 구성요소로 이루어진다.

- 각 시료의 두께를 0.1 μm 단위까지 정확하게 측정할 수 있는 정밀도를 가진 두께 측정 기구
- 각 시료의 길이를 0.1 mm 단위까지 정확하게 측정할 수 있는 정밀도를 가진 길이 측정 기구
- 시료 보관용 항습 챔버

5.3.3 분석절차

⁴⁾ 성기원; 신성희; 문승현. 비수계 바나듐 레독스 흐름 전지를 위한 상용 멤브레인의 특성분석. 화학공학, 2013, 51.5: 615-621

- a) 시료를 150 cm² (10 cm x 15 cm)으로 준비한다.
- b) 시료를 테스트 환경조건(상대습도 (50 ± 5)%) 챔버 내 24시간 보관한다.
- c) 시료를 25 cm² (5 cm x 5 cm)크기의 정사각형으로 총 3개를 준비한다.
- d) 시료의 네 모서리와 중간부분 등 총 5개 지점의 두께를 측정하여 평균값(d_{oz})을 구하고 시료의 가로 세로 너비(l_{ox} , l_{oy})를 측정한다.
- e) 시료를 용매에 한시간 함침 후 흡수지로 막 표면의 용매를 제거한다.
- f) 시료의 네 모서리와 중간부분 등 총 5개 지점의 두께를 측정하여 평균값(d_{wz})을 구하고 시료의 가로 세로 너비 (l_{wx} , l_{wy})를 측정한다.

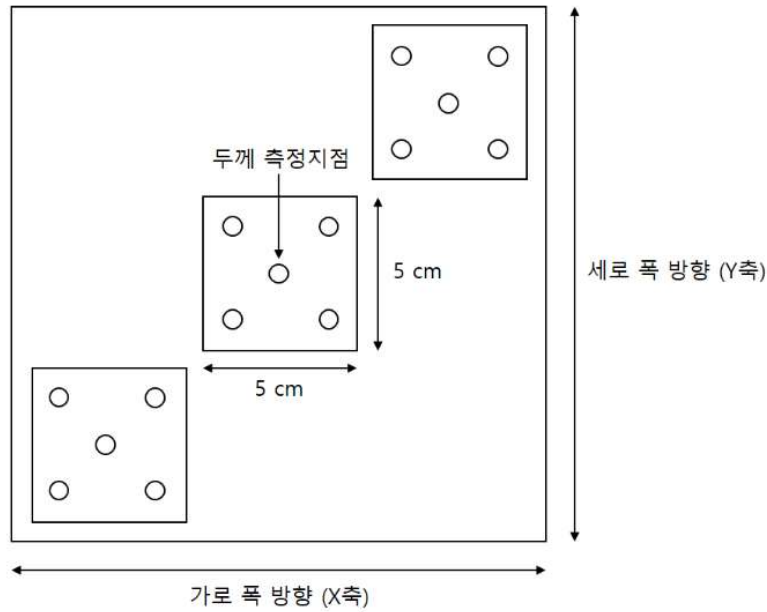


그림 2 — 치수 변화율 측정지점

5.3.4 치수변화율 산출과 단위

다음 식으로 시료의 두께와 길이 변화율을 계산한다.

- a) 분리막 시료의 두께 변화율 계산 :

$$\phi_z = \frac{d_{wz} - d_{oz}}{d_{oz}} \times 100\%$$

여기에서

- ϕ_z : 두께 변화율, 단위는 백분율(%)
- d_{wz} : 함침 후 시료의 두께(μm)
- d_{oz} : 함침 전 시료의 두께(μm)

- b) 분리막 시료의 가로 (x)방향 선형 팽윤율 변화율 계산 :

$$\Phi_x = \frac{l_{wx} - l_{ox}}{l_{ox}} \times 100\%$$

여기에서

- Φ_x : 길이 변화율, 단위는 백분율(%)
- l_{wx} : 함침 후 시료의 가로 (x)방향 길이(mm)
- l_{ox} : 함침 전 시료의 가로 (x)방향 길이(mm)

c) 분리막 시료의 세로 (y)방향 선형 팽윤율 변화율 계산 :

$$\Phi_y = \frac{l_{wy} - l_{oy}}{l_{oy}} \times 100\%$$

여기에서

- Φ_y : 길이 변화율(%)
- l_{wy} : 함침 후 시료의 세로 (y)방향 길이(mm)
- l_{oy} : 함침 전 시료의 세로 (y)방향 길이(mm)

5.4 인장강도⁵⁾

5.4.1 개요

분리막 시료의 인장강도 테스트를 진행한다.

5.4.2 장치와 기구

인장강도 측정을 위해 다음 구성요소로 이루어진다.

- a) 각 시험편 인장강도를 0.1 MPa 단위까지 정확하게 측정할 수 있는 정밀도를 가진 시험기
- b) 인장강도 시험기

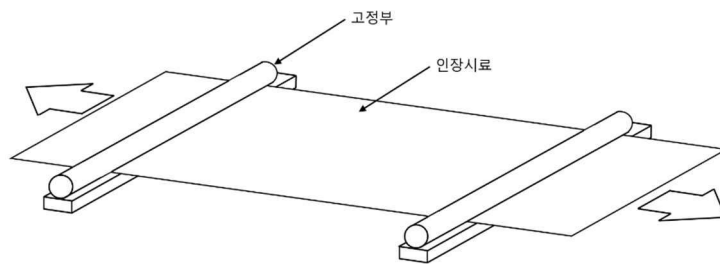


그림 3 — 인장강도 시험기 모식도

5.4.3 분석절차

- a) 시료를 25 cm² (5 cm x 5 cm)으로 6개 준비한다.
- b) 시료를 증류수에 넣어 1시간 이상 보관한다.
- c) 증류수에서 시료를 꺼내 흡수지로 막 표면의 물기를 제거하고 인장강도 측정기에 맞는 크기로 잘

⁵⁾ KS M ISO 1924-2:2008 종이 및 판지 - 인장 특성의 측정 - 제 2부: 정속 신장률법(20mm/min)

라 총 6개 준비한다.

- d) 시료를 인장강도 시험기에 부착하고 가로폭 방향(X축)과 세로폭 방향(Y축)으로 인장속도 (10 ± 1) mm/min으로 당긴다.
- e) 시료가 파단 되었을 때의 인장력을 측정한다.

비고 시료 고정부에서 파단 된 경우에는 재시험을 진행한다.

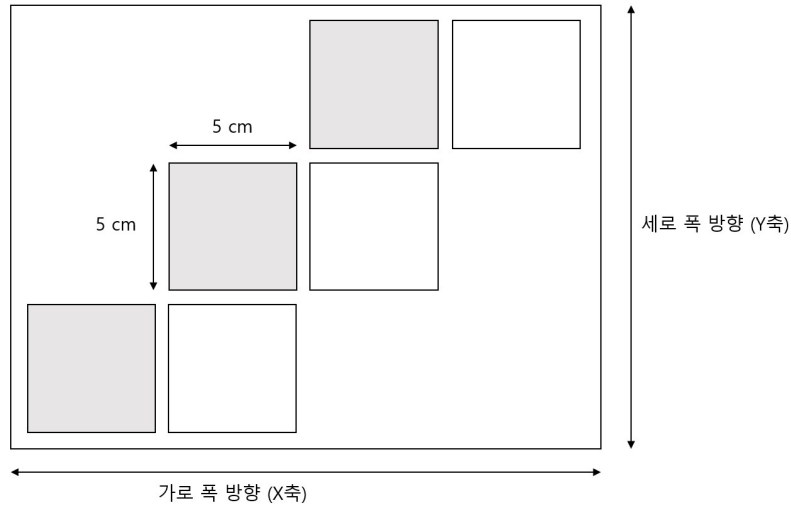


그림 4 — 인장강도 시편 채취 모식도

5.4.4 평균 인장강도 산출과 단위

각 시료에서 측정된 인장강도 값의 평균을 계산하여 기록한다.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

여기에서

- \bar{d} : 평균 인장강도(MPa)
- d_i : 각 인장강도의 크기(MPa)
- n : 시료 수

5.5 이온전도도와 저항⁶⁾

5.5.1 개요

이 항은 플로우 셀에서 교류 신호(AC)를 사용하여 분리막이 있을 때와 없을 때의 플로우 셀의 임피던스를 측정하여, 그 차이 값을 통해 분리막 시료의 이온전도도와 저항을 측정한다.

5.5.2 장치와 기구

⁶⁾ KIM, Joeng-Geun, et al. Application of Psf-PPSS-TPA composite membrane in the all-vanadium redox flow battery. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2010, 16.5: 756-762.

a) 이온전도도와 저항 측정 시험장비 모식도

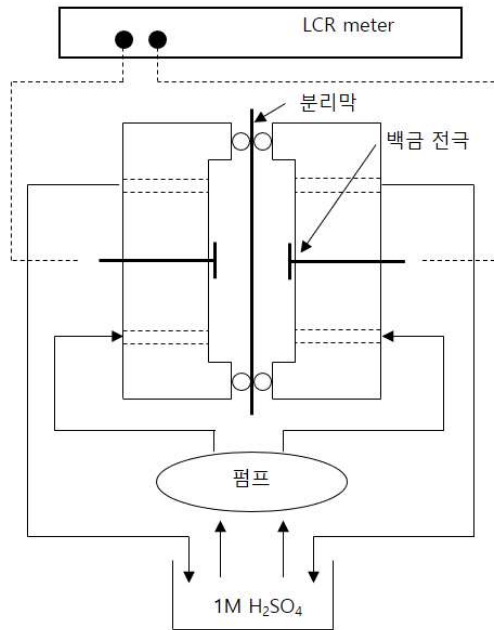


그림 5 — 이온전도도와 저항 측정 시험장비 모식도

5.5.3 분석 절차

- 시료는 유효면적이 있는 지그 위를 덮어야 하므로, 유효면적 25 cm²(5 cm x 5 cm) 보다 크게 총 3개 준비한다. (분리막의 유효 면적은 플로우 셀 중간에 분리막 시료가 전해액과 반응하는 면적이다.)
- 테스트 전, 두께 테스트에서 제시한 방법에 따라 평균 분리막의 두께를 측정한다.
- 전해액의 용매에 따라, 시험장비에 들어갈 실험 용액을 충분히 준비한다. (바나듐 레독스 흐름 전지의 경우 3.2 mol/L 이하 H₂SO₄ 용액 권장)
- 플로우 셀의 용매가 세지 않도록 단단히 고정 후, 용매를 플로우 시킨다. (시험환경 (25 ± 5) °C 권장, 유동속도 30 ml/min)
- 전기화학 측정장비의 상대 전극과 기준 전극을 동시에 분리막이 있는 플로우 셀의 한쪽 끝에 있는 전극에 고정하고, 작업 전극은 반대쪽 플로우 셀의 전극에 고정한 후, 임피던스를 측정한다. 측정을 마친 후, 주파수가 크고, 위상이 작은 임피던스 R₁을 기록한다.
- 분리막이 없는 플로우 셀도 a) ~ d) 절차를 반복하여 임피던스 R₂를 기록한다.
- 3개의 분리막 시료를 반복하여 측정한 후, 모든 데이터를 기록하고 평균값을 계산한다.

5.5.4 이온전도도, 저항 산출과 단위

- 플로우 셀의 분리막 저항은 공식에 따라 다음과 같이 계산 :

$$R_m = (R_1 - R_2) \times A$$

여기에서

- R_m : 분리막 시료의 저항($\Omega \cdot \text{cm}^2$)
- R_1 : 분리막 시료가 있는 플로우 셀의 임피던스 값(Ω)
- R_2 : 분리막 시료가 없는 플로우 셀의 임피던스 값(Ω)
- A : 전류가 분리막 시료를 통과하는 유효 면적(cm^2)

b) 플로우 셀의 분리막 면적 저항은 공식에 따라 다음과 같이 계산 :

$$R_A = (R_1 - R_2) / A$$

여기에서

- R_A : 분리막 시료의 면적 저항(Ω/cm^2)
- R_1 : 분리막 시료가 있는 플로우 셀의 임피던스 값(Ω)
- R_2 : 분리막 시료가 없는 플로우 셀의 임피던스 값(Ω)
- A : 전류가 분리막 시료를 통과하는 유효 면적(cm^2)

c) 플로우 셀의 이온전도도는 공식에 따라 다음과 같이 계산 :

$$\kappa = d / R_A$$

여기에서

- κ : 분리막 시료의 이온전도도(S/cm)
- R_m : 분리막 시료의 저항($\Omega \cdot \text{cm}^2$)
- d : 분리막 시료의 두께(cm)

5.6 활성물질 투과도⁷⁾

5.6.1 개요

이 항은 플로우셀 한쪽에 활성물질과 용매가 용해된 수용액을 다른 한쪽에는 활성물질과 동등한 이온의 힘을 가진 용질과 용매가 용해된 수용액을 순환하게 하여, 시간변화에 따른 활성물질의 농도 변화를 이용하여 활성물질 투과도를 측정한다.

5.6.2 장치와 기구

a) 활성물질 투과도 시험장비 모식도

⁷⁾ 손중용, 송주명, 신준화, 방사선을 이용한 바나듐 레독스 흐름전지용 이온 투과선택성 분리막의 제조 및 특성평가, 방사선산업학회지, 2013, 7.1: 61-67

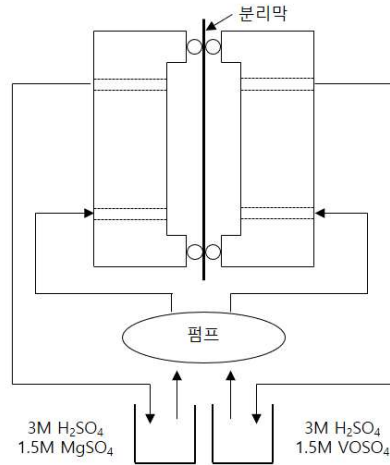


그림 6 — 활성물질 투과도 시험장비 모식도

5.6.3 분석 절차

- 시료는 유효면적이 있는 지그 위를 덮어야 하므로, 유효면적 25 cm^2 ($5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$) 보다 크게 총 3개 준비한다. (분리막의 유효 면적은 플로우 셀 중간에 분리막 시료가 전해액과 반응하는 면적이다.)
- 테스트 전, 두께 테스트에서 제시한 방법에 따라 평균 분리막 시료의 두께를 측정한다.
- 전해액의 용매에 따라, 시험장비에 들어갈 실험용액을 충분히 준비한다. (바나듐 흐름 전지의 경우 한쪽에는 $3 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 수용액에 1.5 mol/L VOSO_4 가 용해된 수용액 50 ml 를, 다른 한쪽에는 $3 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 수용액에 1.5 mol/L MgSO_4 가 용해된 수용액 50 ml 를 권장됨)
- 플로우 셀의 전해액이 새지 않도록 단단히 고정 후, 전해액을 플로우 시킨다. (시험환경 ($25 \pm 5^\circ\text{C}$) 권장, 유동속도 30 ml/min)
- 일정한 시간 간격으로 활성물질 전해액의 반대편 전해액에 활성물질(바나듐의 경우 VO^{2+})의 투과되는 농도를 측정한다.
- 3개의 분리막 시료를 반복하여 측정 한 후, 모든 데이터를 기록하고 평균값을 계산한다.

5.6.4 활물질 투과 산출과 단위

- 플로우 셀의 활성물질 투과도는 공식에 따라 다음과 같이 계산한다.

$$P = \frac{dC}{dt} \times V \times d / (C_t \times A) / 60$$

여기에서

- P : 활성물질 투과도(cm^2/s)
- dC/dt : 활성물질 반대쪽 플로우 셀의 활성물질 농도변화율(M/min)
- V : 사용된 용액의 부피(cm^3)
- d : 제조된 분리막의 두께(cm)
- C_t : 활성물질 전해액 플로우 셀의 활성물질 농도(M)
- A : 활성물질이 분리막을 통과하는 유효 면적(cm^2)

참고문헌

1. SPC-C KBIA-20304-01-7499:2022 레독스 흐름 전지용 전극 – 특성 시험방법
2. 오성준, et al. 바나듐 레독스 흐름전지용 Poly (arylene ether sulfone) 막의 특성. 화학공학, 2013, 51.6: 671-676
3. NB/T 42080-2016, Ion conductive membrane for Vanadium flow battery — Test method
4. 성기원; 신성희; 문승현. 비수계 바나듐 레독스 흐름 전지를 위한 상용 멤브레인의 특성분석. 화학공학, 2013, 51.5: 615-621
5. KS M ISO 1924-2:2008 종이 및 판지 – 인장 특성의 측정 – 제 2 부: 정속 신장률법(20mm/min)
6. KIM, Joeng-Geun, et al. Application of Psf–PPSS–TPA composite membrane in the all-vanadium redox flow battery. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2010, 16.5: 756-762.
7. 손중용, 송주명, 신준화, 방사선을 이용한 바나듐 레독스 흐름전지용 이온 투과선택성 분리막의 제조 및 특성평가, 방사선산업학회지, 2013, 7.1: 61-67

SPS-C KBIA-20304-02-7562:2023

해 설

이 해설은 이 표준과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 제정의 취지

최근 이차전지를 이용한 에너지저장장치의 수요 증가와 안전성 확보에 대한 이슈가 대두되고 있으며 다양한 이차전지 중 높은 안전성과 수명특성을 가진 흐름 전지시스템이 크게 주목 받고 있다. 특히 레독스 흐름 전지는 일반적인 리튬이차전지 대비 높은 안전성, 우수한 수명특성과 대용량 설계의 용이성 등의 장점으로 차세대 에너지저장장치로 부각되고 있지만, 세부 소재에 대한 시험방법에 대한 구체적인 가이드라인이 부재한 상황이다.

따라서 레독스 흐름 전지용 분리막의 일반적인 시험방법을 제시하기 위해 본 표준을 제정하였다. 분리막은 레독스 흐름 전지를 구성하는 중요한 소재로 양극과 음극의 물리적 접촉에 의한 전기 단락과 양극 전해질과 음극 전해질의 물리적 혼합을 막고, 전지 반응에 필요한 이온이 투과 가능한 면과 두께를 가진 삼차원 구조로 이루어져있다. 이 단체표준 제정을 통하여 레독스 흐름 전지용 분리막의 기본 특성을 비교평가 할 수 있고, 장비 구입의 최소화, 시험시간과 비용 단축 도모 등의 효과뿐만 아니라 국내 이차전지 산업 육성과 사용되는 응용분야의 산업 발전의 효과를 기대할 수 있다. 이 표준의 요구사항은 레독스 흐름 전지 품질을 위해 분리막이 갖춰야 할 최소의 역할 중심으로 고려하여 작성되었으며, 모든 내용은 권장사항이다.

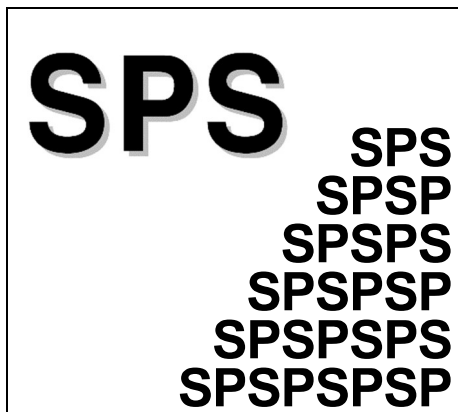
2 제정 내용

분리막 특성에 대한 시험방법과 요구사항은 아래항목 기입 근거에 따라 제정하였다.

종류	시험방법	항목 기입 근거	참고 표준과의 차이점
기본특성 시험	5.1 두께 균일성	<ul style="list-style-type: none"> 각주 1 의 두께 균일성 시험을 참고하여 분리막 두께 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 전극과 성질이 다른 분리막을 고려하여 시료의 네 모서리와 중간부분으로 두께 균일성 측정방법 구체화
	5.2 함수율	<ul style="list-style-type: none"> 각주 2, 3 의 함수율 측정 시험을 참고하여 분리막 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 분리막의 성질에 맞춰 건조 조건인 온도조건과 시간에 따른 무게 변화율을 제시하여 정량화된 함수율 측정방법을 제시
	5.3 치수 변화율	<ul style="list-style-type: none"> 각주 4 의 전해질 부피팽창률 시험을 참고하여 두께와 길이 변화율 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 길이 변화율에서 시료의 X 축과 Y 축 각각의 변화율을 측정하여 축방향에 따른 길이 변화율을 표시할 수 있도록 제시
	5.4 인장강도	<ul style="list-style-type: none"> 각주 5 의 인장강도 시험 절차를 참고하여 인장강도 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 레독스 흐름 전지의 분리막 특성을 고려하여 시료 보관과 채취방법, 인장속도를 시료에 맞춰 강성 측정방법 제시

	<p>5.5 이온전도도와 저항</p>	<ul style="list-style-type: none"> 각주 6 의 분리막 저항 시험절차를 참고하여 이온전도도와 저항 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 흐름 전지 전해액 종류에 따른 분리막의 저항과 면적 저항을 측정하여 이온전도도 측정방법을 제시
	<p>5.6 활성물질 투과도</p>	<ul style="list-style-type: none"> 각주 7 의 바나듐 흐름 전지 이온 투과도 시험절차를 참고하여 활성물질 투과도 측정방법을 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 활성물질 투과도 측정방법을 활용하여 다양한 전해액과 사용 환경에 맞춰 분리막의 활성물질 투과도 측정방법을 제시

SPS-C KBIA-20304-02-7562:2023



**Membrane for redox flow batteries —
test methods for characteristics**

ICS 29.220.99