

» WizMac

Potentiostat / Galvanostat / EIS

Battery Tester / Battery Life Prediction System

LSV 실험 및 분석



APPLICATIONS

Batteries/supercapacitors Fuel cells/photovoltaic cells

Fundamental electrochemistry Corrosion

Sensors, Materials



1. LSV(Linear Sweep Voltammetry) 실험 및 분석

1.1. 개요

실험하고자하는 분석물에 Low E 부터 High E 까지 전압을 인가하여 산화 또는 환원이 시작하는 지점을 분석하기 위한 실험이다. LSV 를 이용하여 알려지지 않은 화학종을 식별하고 농도를 측정할 수 있다. 스캔 속도를 높이면 전류 변화대 전압의 감도를 높일 수 있으며, 전위가 높을 수록 작업 전극의 표면에서 산화 또는 환원을 증가 시킨다. LSV 에서 파생된 Staircase Voltammetry 분석법이 있다. Staircase Voltammetry 는 LSV 에서 파생된 분석법으로 LSV 와 같지만, 각 전압을 일정 시간동안 유지시키면서 전류를 측정하는 방법이다. 다음 전압으로 전압을 높이기 직전에 전류를 측정함으로써 측정된 전류에서 용량성 충전 전류를 제거할 수 있다.

인가한 전위의 형태는 아래와 같다.

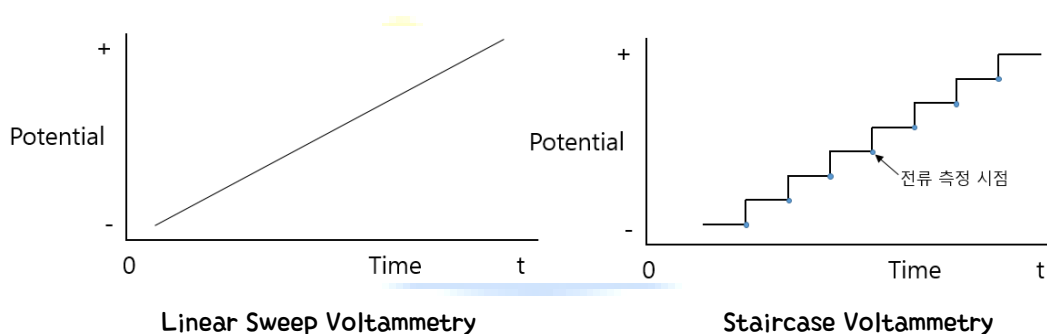


그림 1-1. < LSV 실험을 위한 시인가 전위의 형태 >

1.1.1. 확산에 의한 전류 계산

확산만 고려한 경우 전류는 전극 표면에서의 농도 기울기에 비례하게 된다 이를 Fick의 법칙이라고 한다. Fick의 법칙에 의한 전류는 다음과 같다.

$$i = \frac{nFAD(C_{bulk} - C_{x=0})}{\delta}$$

n: 산화환원반응에 참여하는 전자 수

F: Faraday 상수

A: 전극 면적

D: 전극에서 반응하는 종의 확산 계수(diffusion coefficient)

copyright2024. WizMAC all rights reserved

PotentialStat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

C_{bulk} : bulk 용액의 농도

$C_{x=0}$: 전극 표면에서의 농도

δ : diffusion layer 의 두께

위 식에서 i 는 diffusion layer 의 두께에 반비례한다.

가역반응계에서 산화환원체의 농도와 전위의 관계는 Nernst 식을 만족한다.

$$E = E^{0'} - \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln\left(\frac{C_R}{C_O}\right)$$

E : 전위

$E^{0'}$: 전극의 형식 전위(Formal Potential)

R : 기체상수

T : 온도

n : 산화환원반응에 참여하는 전자 수

F : Faraday 상수

C_R : 환원종의 농도

C_O : 산화종의 농도

전극의 반파 전위와 형식전위($E^{0'}$)는 산화환원 피크전압으로부터 구할 수 있다.

$$E_{1/2} = \frac{E_{pa} + E_{pc}}{2} = E^{0'} - \left(\frac{RT}{2nF}\right) \ln\left(\frac{C_R}{C_O}\right)$$

$$\Delta E = E_{pa} - E_{pc} = \frac{57.0}{n} [mV] \quad (25^\circ\text{C에서})$$

n : 반응에 참여한 전자의 수

1.1.2. 확산계수

가역반응에서 주사속도와 전류의 관계는 Randles-Sevcik 의 식으로 설명된다.

$$i_p = 0.4463nFAC \left(\frac{nFvD}{RT}\right)^{\frac{1}{2}}$$

25°C에서는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$i_p = 2.69 \times 10^5 n^{\frac{3}{2}} A D^{\frac{1}{2}} C v^{\frac{1}{2}}$$

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/GavaneStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

i_p = 피크전류

n = 반응에 참여한 전자 수 (일반적으로 1)

A = 전극의 면적 cm^2

F = faraday 상수 $C mol^{-1}$

D = 확산계수 cm^2/s

C = 산화환원체의 농도 mol/cm^3

v = 주사속도 V/s

R = 기체상수 $J K^{-1} mol^{-1}$

T = 온도 K

위 식으로부터 피크 전류는 산화환원체의 농도에 비례하고, 주사속도의 제곱근에 반비례하므로

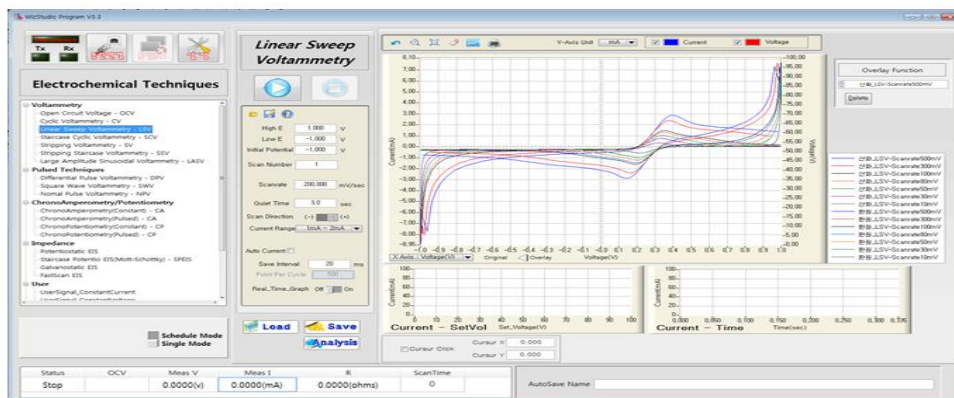
i_p 와 $v^{1/2}$ 으로 정리하면, D (확산계수)를 구할 수 있다. $V^{1/2}$ 에 따른 측정값 i_p 를 구하여 정리하면

$$i_p = \left(2.69 \times 10^5 n^3 A D^{\frac{1}{2}} C \right) v^{\frac{1}{2}}$$

기울기를 구하고 a 라고 하면

$$a = \left(2.69 \times 10^5 n^3 A D^{\frac{1}{2}} C \right)$$

위 식에 전극의 면적(A), 산화환원체의 농도(C)를 넣고 계산하면 D (확산계수)를 구할 수 있다.



< LSV 산화, 환원 방향 실험 결과 동시에 그리기 >

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/Galvanostat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

1.2. LSV 실험 방법

LSV의 실험을 위해서 증류수(20g), KNO_3 (2g), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (1g)을 준비한다.



Cell 39g

스푼 7g

WIZMAC



Cell 59-39 = 20g(증류수)

스푼 9-7 = 2g(kno_3)

스푼 8-7 = 1g($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$)

그림 1-2. < LSV 실험을 위한 시료 준비 >

증류수 20g에 KNO_3 2g을 녹여준 뒤, $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1g을 추가로 녹여준다.

사용할 전극과 제어소프트웨어의 파라미터는 다음과 같다.

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

전극	
RE	Ag/AgCl 기준전극(Filling Solution : 3M KCL)
CE	PT 상대전극(PT 0.5mm wire)
WE	Carbon 워킹전극(Carbon 3mm)
분석법 실험 조건	
High V	1V
Low V	-1V
Scanrate	500mV, 300mV, 100mV, 50mV, 30mV, 10mV
Quiet Time	3 sec
Cycle	1
Save Interval	50ms

그림 1-3. < LSV 실험을 위한 전극과 파라미터 >

위의 파라미터를 이용하여 10mV/s ~ 500mV/s 까지 산화 방향으로 실험한 결과는 다음과 같다.

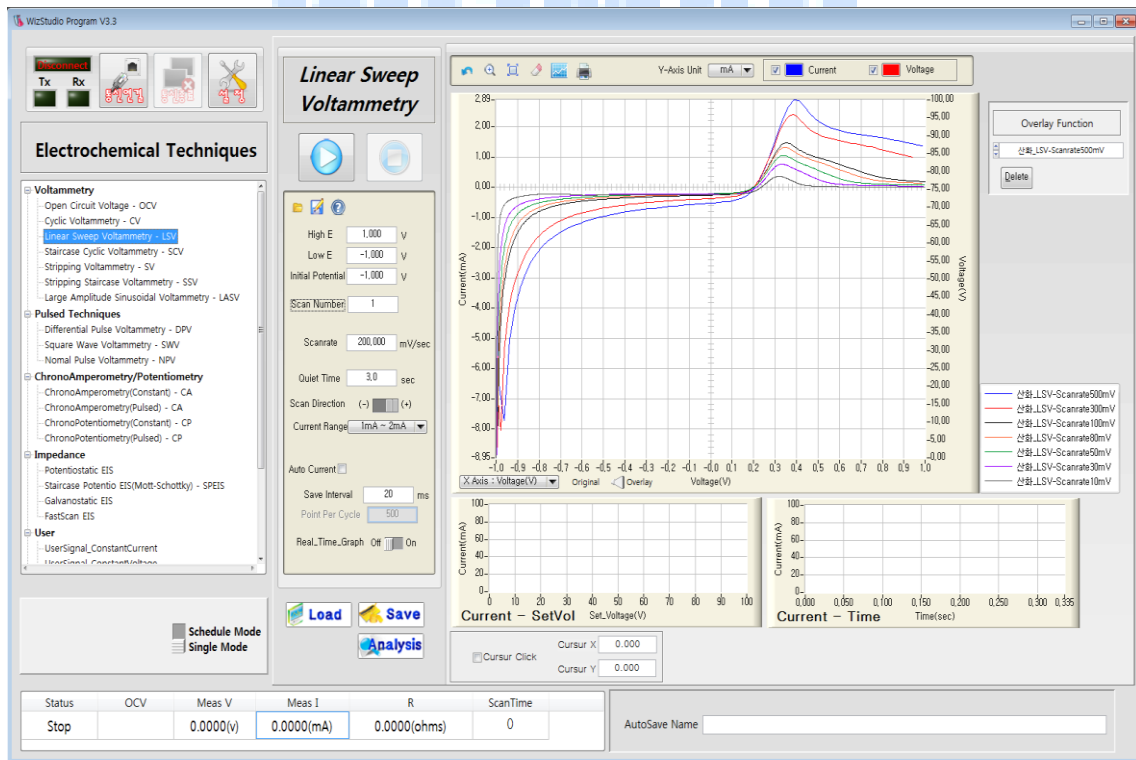


그림 1-4. < LSV 산화 방향 실험 결과 >

위의 파라미터를 이용하여 10mV/s ~ 500mV/s 까지 환원 방향으로 실험한 결과는 다음과 같다.

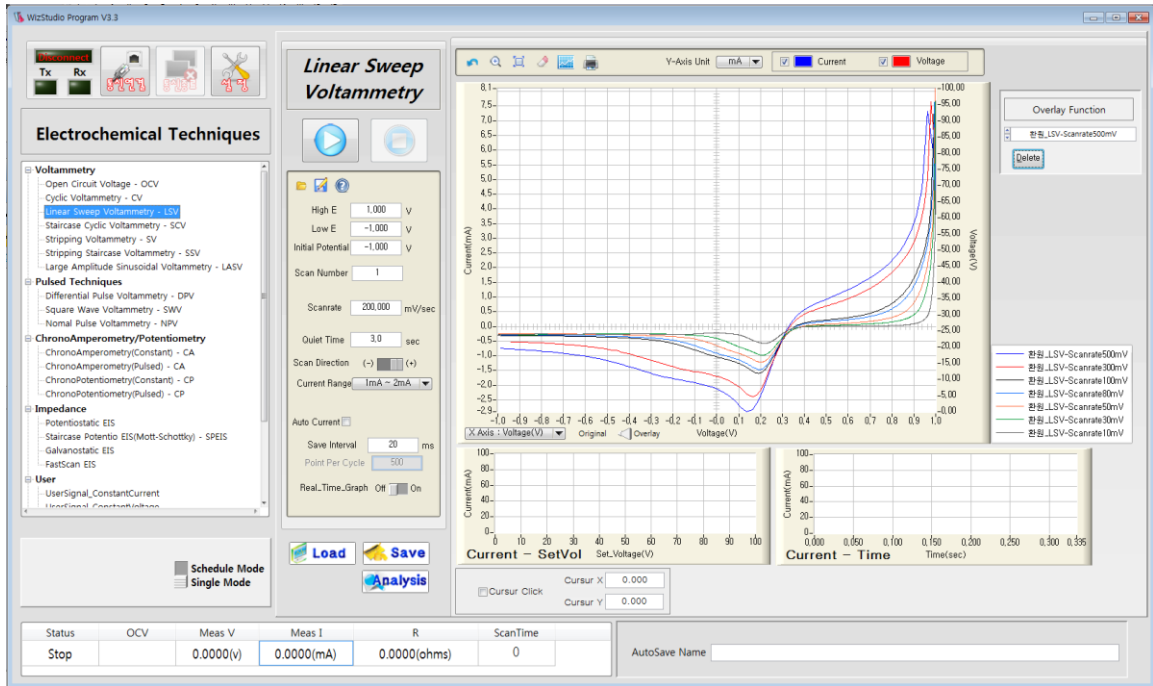


그림 1-5. < LSV 환원 방향 실험 결과 >

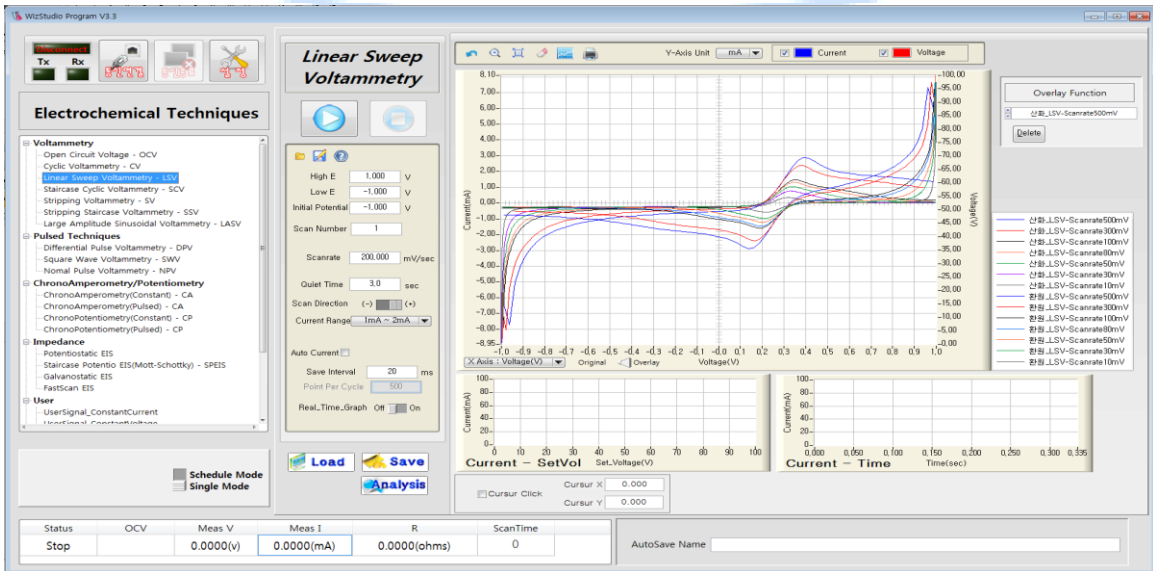


그림 1-6. < LSV 산화, 환원 방향 실험 결과 동시에 그리기 >

1.3. LSV 분석 예

다음 식에서 D 를 구해보자.

가역반응에서 주사속도와 전류의 관계는 Randles-Sevick 의 식으로 설명된다.

$$i_p = 0.4463nFAC \left(\frac{nFvD}{RT} \right)^{\frac{1}{2}}$$

25°C에서는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$i_p = 2.69 \times 10^5 n^{\frac{3}{2}} A D^{\frac{1}{2}} C v^{\frac{1}{2}}$$

$$a = \left(2.69 \times 10^5 n^{\frac{3}{2}} A D^{\frac{1}{2}} C \right)$$

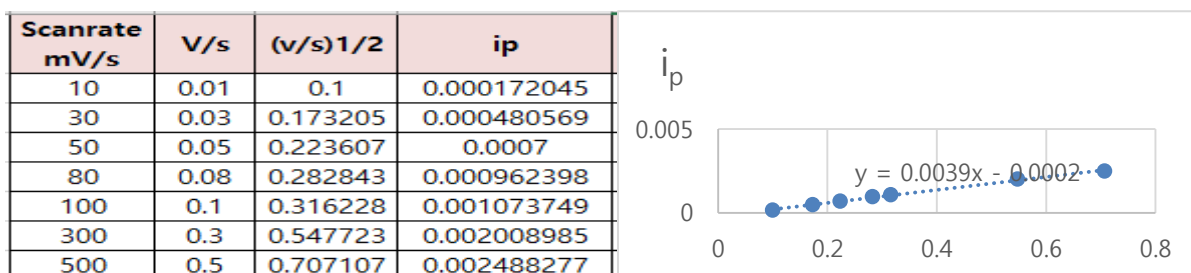
이므로,

$$D = \left(\frac{a}{2.69 \times 10^5 n^{\frac{3}{2}} AC} \right)^2$$

a = 기울기

A = 전극의 면적 cm²

C = 산화환원체의 농도 mol/cm³



측정한 결과에서 D 를 구하면 다음과 같다.

실험값 $D = 2.11754 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$

이론값 $D = 7.17 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

(주)위즈맥 전기화학 계측기 기본모델
기초적인 전기화학 실험이 가능한 Potentiostat/Galvanostat/EIS
기능으로 구성된 고성능 모델



다양한 전기화학 분석법 및 응용분야에
활용 가능한 전기화학 계측기 모델

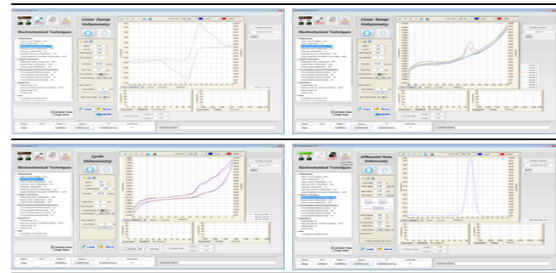
<WIZECM - SERIES> <WIZEIS - SERIES>

주요기술(전기화학 분석법)

- Potentiostatic EIS (PEIS)
- Galvanostatic EIS (GEIS)
- Steir Case Potentiostatic EIS (SCPEIS)
- FastScan EIS
- (Real Time Impedance Monitoring)
- Cyclic Voltammetry (CV)
- Constant Chrono Amperometry (CCA)
- Pulsed Chrono Amperometry (PCA)
- Constant Chrono Potentiometry (CCP)
- Pulsed Chrono Potentiometry (PCP)
- Normal Pulse Voltammetry (NPV)
- Square Wave Voltammetry (SWV)
- Open Circuit Voltage(OCV)
- Stripping voltametry (SV)
- Linear Sweep Voltametry (LSV)
- Differential pulse Voltametry (DPV)
- Staircase Voltametry (SCV)
- Multi-Potential Step (STEP)
- Potential Intermittent Titration Technique(PITT)
- Current - Voltage Curve (I - V Curve)
- Voltage - Current Curve (V - I Curve)
- Amperometric I - T Curve (I - T Curve)
- Tafel Plot (Linear, step)
- Cyclic Polarization (Linear, step)
- Polarization Resistance (Linear, step)

▶ WizStudio v3.4 software

- 전기화학 실험 맞춤형 고급 소프트웨어 패키지
- 제품과 같이 제공하는 맞춤형 소프트웨어



응용분야

- General Electrochemistry
- Thin Film
- Corrosion
- Battery
- Fuel Cell
- Supercapacitor
- Materials
- Solar Cell

전기화학 전문기업이 직접 개발 공급하는

(주)위즈맥 전기화학 솔루션 개발

전기화학을 이용한 제품 개발 솔루션 제공 임피던스 측정 솔루션

<http://www.wizmac.com>

측정 시료의 내부 상태 변화를 해석하기 위한

임피던스 Curvefitting 프로그램

배터리 분야에서 필수적인 응용 프로그램

내부상태 파라미터 추출을 통해 노화 상태, 충전상태, 고장유무, 수명
예측의 판단이 가능한 전기화학 고성능 모델 및 프로그램

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

+ WIZStudio v3.4 Data Analysis

WIZSIM Curvefitting 프로그램

임피던스 측정과 Curve Fitting에 의한 내부 상태 파라미터 추출

The screenshot displays the WIZSIM Curvefitting software interface. On the left, a plot shows impedance data with a blue curve and a red dashed line representing the fit. A red arrow points from this plot to a circuit diagram of an RLC network. A blue arrow points from the circuit diagram to a table of fitting results. The table is titled 'Curve Fitting Result' and contains the following data:

Index	Model	Value
1	L	2.617835
2	R	47.919029
3	C	2.695952
4	R	66.666298
5	Qy	0.003228
6	On	0.433515

Below the table, a diagram of a battery cell is shown with the text '[내부 상태 해석]' (Internal State Analysis). Other labels in the interface include '[측정 데이터 입력]' (Measurement Data Input), '[EIS Curve Fitting]', and '최적 등가회로 Autosearch 기능' (Optimal Equivalent Circuit Autosearch Function).

+ WIZStudio v3.4 Data Analysis

Z Fit & Simulation Analysis

등가 회로 커브피팅 및 시뮬레이션

The screenshot shows the Z Fit & Simulation Analysis software interface. It features a grid of plots and tables. The top row includes a plot of impedance vs. frequency, a table of fitting results, and a plot of the original data. The bottom row includes a plot of impedance vs. frequency, a table of fitting results, and a plot of the original data. The tables contain numerical data for various parameters and their values.

(주)위즈맥 전기화학 충방전기 시스템

- 배터리 테스트를 위한 고성능 다채널 배터리 충방전기 시스템
- Potentiostat/Galvanostat/EIS 회로로 구성된 배터리 충방전기 시스템
- 기본은 8채널로 구성되어 있으며 Rack 과 호환되어 최대 64 채널까지 확장 가능한 장비(8채널 * 8줄)
- 전류 범위는 최소 100mA ~ 10A 까지 포괄적이며 저전류, 중전류, 고전류 모델로 구성되어 코인셀, 파우치 등 시료에 따라 제품 구성이 가능

copyright2024. WizMAC all rights reserved

PotentialStat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

Battery Tester
PotentioStat/GalvanoStat + EIS(Option)

WizeIS – BCS SERIES

“ 배터리 테스트를 위한 고성능 다채널 충방전 시스템 ”

- Current Range : ±100mA / ±1A / ±3A / ±5A / ±10A
- 다양한 전류 범위를 보유
- Control Voltage : ±5V, 12V
- Compliance Voltage : ±8V, ±15V
- EIS Frequency : 200K-hz ~ 10m-hz
- Max. Number of Channels : 64 Channel
- 기본 8채널 단위

- 충방전기 시스템에 제공되는 다기능 맞춤형 소프트웨어
- 8채널별 프로그램 관리, 최대 64채널 관리 프로그램
- 사용자가 직접 배터리 테스트의 절차를 편집 및 테이블 형식으로 시퀀스를 편집 가능한 특성을 가짐

Battery Tester

PotentialStat/GalvanoStat + EIS(Option)

WizBCS - Software

주요기술

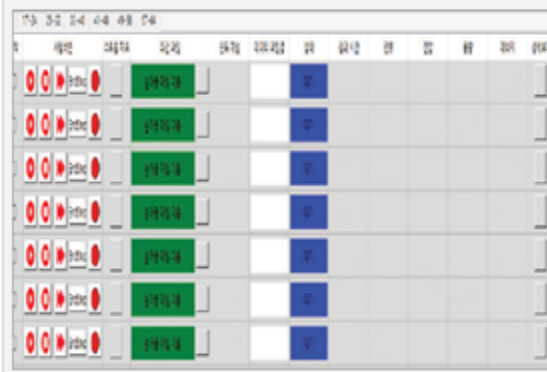
- Charge(CC,CV,CP, CC-CV)
- Discharge(CC,CV,CR,CP, CC-CV)
- OCV(Open circuit voltage)
- C-Rate charge-discharge
- Cell Charge/discharge/rest/loop 등 조건 편집 가능

응용분야

- | | |
|--|---|
| <h4>중·고전류 모델</h4> <ul style="list-style-type: none"> • Li-ion Battery Test • Fuel Cell • coin Cell • Supercapacitor • Materials | <h4>저전류 모델</h4> <ul style="list-style-type: none"> • Low current Battery Test • Low current experiments • coin Cell • Materials |
|--|---|

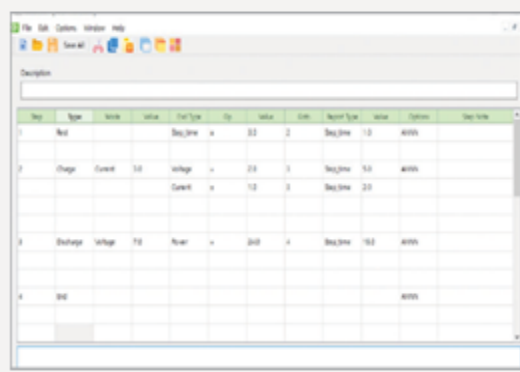
충방전기제어 메인 프로그램

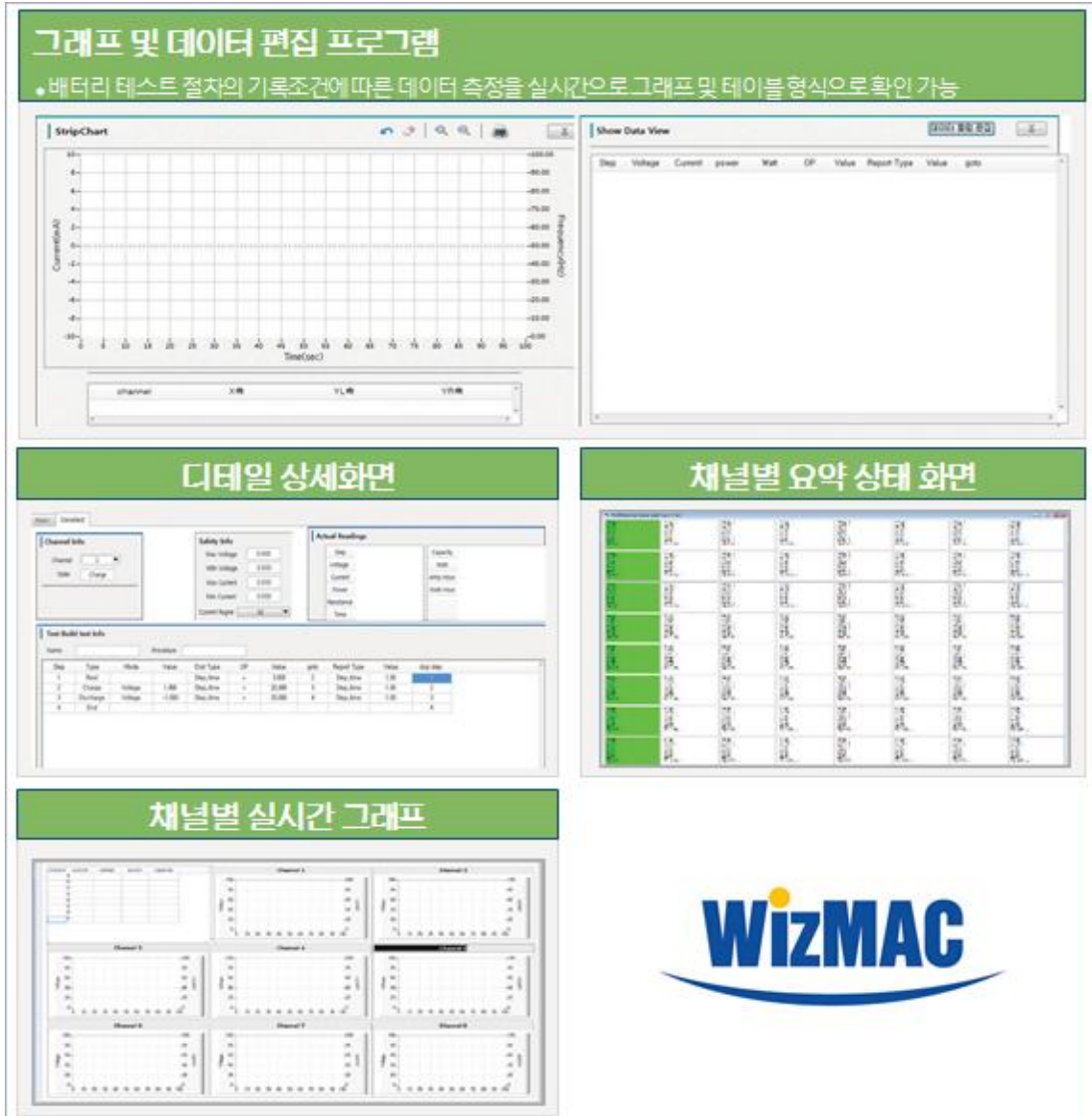
- 채널번호, 시작, 정지, 현재상태, 전압, 전류, 조건파일 열기 등 채널별 충방전기 시스템을 제어하는 메인 프로그램



조건 편집 프로그램

- 충전, 방전 모드, 기록조건, 전환조건 등 사용자가 원하는 배터리 테스트 절차를 편집하여 테스트 진행





전기화학 전문기업이 직접 개발 공급하는

(주)위즈맥 전기화학 솔루션 개발

전기화학을 이용한 제품 개발 솔루션 제공 임피던스 측정 솔루션

<http://www.wizmac.com>

(주)위즈맥 전기화학 계측기 포터블

(주)위즈맥 전기화학 계측기 MultiChannel 모델

Potentiostat/Galvanostat/EIS 동시 측정이 가능한

copyright2024. WizMAC all rights reserved

PotentialStat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

고성능 다채널 시스템



MultiChannel tester
PotentioStat/GalvanoStat/EIS(Option)

MultiChannel - SERIES

“ 전기화학 실험을 동시 측정이 가능한 다채널 고성능 다재다능성을 겸비한 MultiChannel 모델 제품(최대 8ch) ”

- Current Range : $\pm 1A / \pm 2A$
- Control Voltage : $\pm 10V, 12V$
- Compliance Voltage : $\pm 15V, \pm 15V$
- EIS Frequency : $2MHz \sim 10uHz$
- Max. Number of Channels: 8Channel
- Booster Option 가능

전기화학 전문기업이 직접 개발 공급하는

(주)위즈맥 전기화학 솔루션 개발

전기화학을 이용한 제품 개발 솔루션 제공 임피던스 측정 솔루션

<http://www.wizmac.com>

MultiChannel 모델

저전류 범위와 소형 사이즈의

전기화학 계측기 포터블 시리즈

바이오, 수질, 가스센서 등 저전류 범위에

맞춤형 모델

바이오, 가스센서 측정 등 저전류 범위에 특화된 전기화학 계측기
PotentioStat/GalvanoStat + EIS (Option)

WIZEIS – PORTABLE SERIES



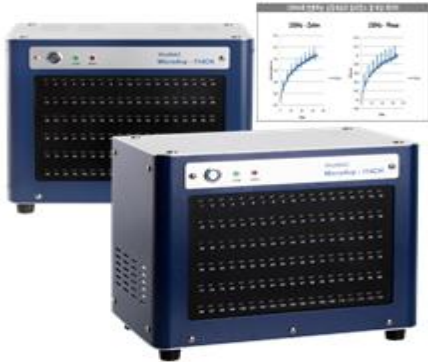
“ 저전류 범위와 소형의 사이즈로 휴대성의 편리성을 극대화시키고 기본적인 전기화학 실험이 가능한 PotentioStat/GalvanoStat/EIS Portable 모델 ”

Current Range : $\pm 500\text{mA} / \pm 200\text{mA}$
 Control Voltage : $\pm 5\text{V}, \pm 10\text{V}$,
 Compliance Voltage : $\pm 7\text{V}, \pm 15\text{V}$
 EIS Frequency (Option)
 - $2\text{MHz} \sim 10\mu\text{Hz}$
 - $200\text{kHz} \sim 10\mu\text{Hz}$

- 응용분야
- General Electrochemistry
 - Bio
 - Gas sensor

바이오, 가스센서 측정 등 저전류 범위에 특화된 전기화학 계측기
PotentioStat/GalvanoStat + EIS (Option)

Portable MultiChannel 최대 114ch



포터블 멀티채널

- 바이오 분야의 독성평가, 약물 실험, 세포 실험 등 응용 분야에 활용 가능한 장비
- 16채널 단위로 제작 가능함(16ch, 32ch, 64ch, 114ch)
- 다채널을 활용한 지속적인 모니터링이 가능한 시스템



측정 지그기구

- 포터블 맞춤형 지그
- 스크린 프린트 전극과 연결 가능한 기구
- 산화, 환원, 임피던스 등 일정 용개 비율로 전기화학 측정이 가능한 기구



전기화학 가스센서

- 가스 감지기를 전기화학 분석법으로 측정 가능한 맞춤형 장비
- 임피던스 및 커패시턴스 알고리즘을 통한 내부 등가회로 해석 가능
- 내부 특성 파악을 통해 자동교정, 수명예측, 고장여부 판단이 가능

전기화학 전문기업이 직접 개발 공급하는

(주)위즈맥 전기화학 솔루션 개발

전기화학을 이용한 제품 개발 솔루션 제공 임피던스 측정 솔루션

<http://www.wizmac.com>

※ 전기화학 데이터 분석 알고리즘 항목

수학 분석법에 대해 더 자세히 알고 싶다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=670&Sub_No=8

copyright2024. WizMAC all rights reserved

PotentioStat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

일반 전기화학 분석법에 대해 더 자세히 알고 싶다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=671&Sub_No=8

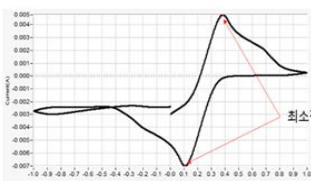
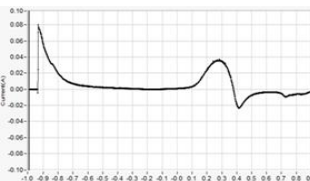
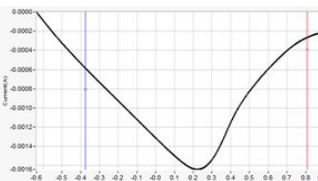
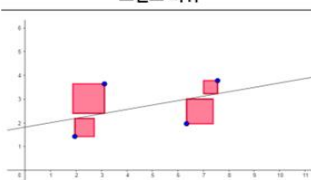
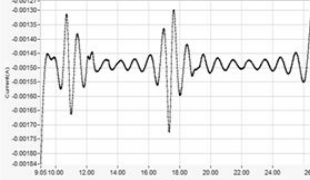
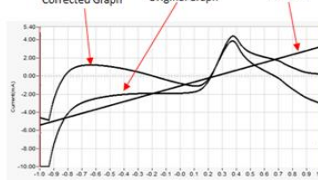
부식 분석법에 대해 더 자세히 알고 싶다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=672&Sub_No=8

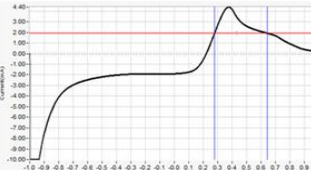
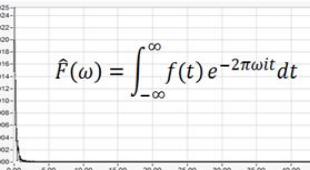
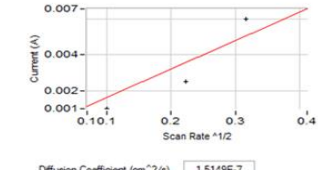
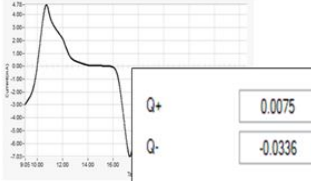
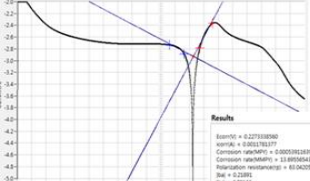
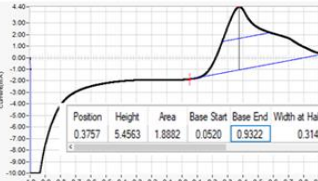
Wizmac 데이터 분석 프로그램은 다양한 분석이 가능한 소프트웨어로서
사용자에게 편리성 및 측정 데이터 해석을 제공한다.

Analysis Tools	Description	
Mathematical Analysis	Min Max	측정 데이터의 최소값, 최대값 계산
	Subtract Data	두 개의 측정 데이터 빼줌
	Derivative	측정 데이터의 미분 값 계산
	Integrate	측정 데이터의 적분 값 계산
	Regression	측정 데이터를 선형, 다항, 및 지수 형태로 회귀
	Filter	Savitzky-Golay 및 푸리에 변환을 이용한 데이터 필터링
	Baseline Correction	회귀를 이용한 베이스라인 보정
	Interpolate	일정 값을 가진 데이터 점을 찾음
General Electrochemical Analysis	Fourier Transform (FT)	푸리에 변환으로 시간 영역을 주파수 영역으로 변환
	Peak Search	피크 점과 관련 값 구함
	Diffusion Coefficient	Randles-Sevcik 식을 이용하여 확산 계수 구함
	Q Determination	전하량 계산
Corrosion Analysis	Electrochemical Noise Analysis	전기화학 실험의 전압, 전류 노이즈 측정
	Tafel Plot Fit	Butler-Volmer 식으로 회귀하여 확산 계수, 분극 저항 등 계산
Electrochemical Impedance Spectroscopy Analysis	Polarization Resistance	확산 관련 값 계산
	Z Fit	등가회로의 소자 파라미터 값 추정
	Z Simulation	사용자 정의된 소자 회로의 Nyquist Plot 도식
	Circle Fit	원 형태 회귀

+ WIZStudio v3.4 Data Analysis

<p>Min Max Analysis 데이터의 최소 값, 최대 값을 구함</p>  <p>최소점, 최대점</p>	<p>Derivative Analysis 데이터의 미분 값을 구함</p> 	<p>Integrate Analysis 데이터의 적분 값을 구함</p> 
<p>Regression Analysis 데이터를 선형, 다항, 지수 함수 모델로 회귀</p> 	<p>Filter Analysis 데이터 필터링 (Savitzky-Golay, FT)</p> 	<p>Baseline Correction Analysis 회귀를 이용한 베이스라인 보정</p>  <p>Corrected Graph Original Graph Baseline</p>

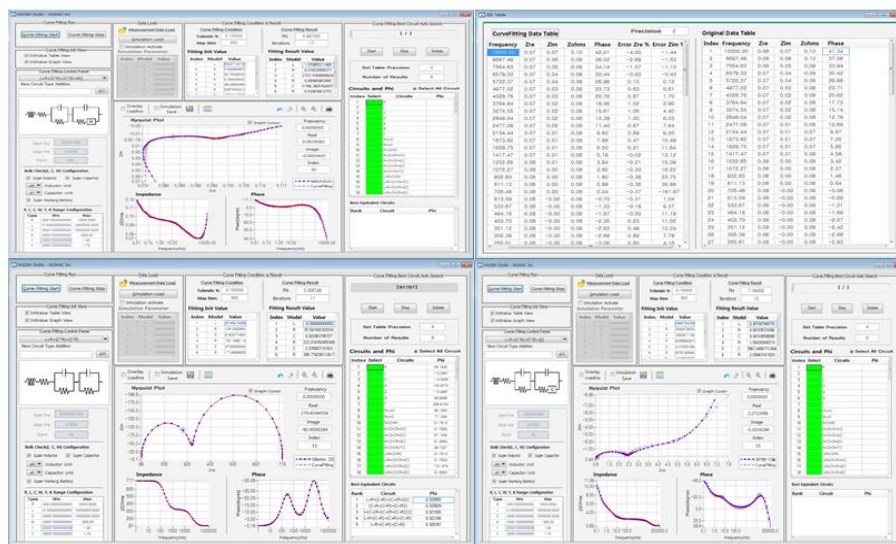
+ WIZStudio v3.4 Data Analysis

<p>Interpolate Analysis 이산적 데이터 범위 안에서 새로운 데이터 점을 만들어 추정</p> 	<p>Fourier Transform Analysis 시간 영역 데이터를 주파수 영역 데이터로 푸리에 변환</p> $\hat{F}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-2\pi i \omega t} dt$ 	<p>Diffusion Coefficient Analysis Randles-Sevcik equation을 이용해 시료의 확산계수를 구함</p>  <p>Diffusion Coefficient (cm²/s) 1.5149E-7</p>																														
<p>Q Determination Analysis 데이터의 양 전하량, 음 전하량 계산</p>  <table border="1"> <tr> <td>Q+</td> <td>0.0075</td> </tr> <tr> <td>Q-</td> <td>-0.0336</td> </tr> </table>	Q+	0.0075	Q-	-0.0336	<p>Tafel Plot Analysis Corrosion Rate, Polarization resistance 계산</p>  <p>Results</p> <table border="1"> <tr> <td>Electrode</td> <td>0.227332890</td> </tr> <tr> <td>Work</td> <td>0.005763377</td> </tr> <tr> <td>Corrosion rate(mA/cm²)</td> <td>0.00233823490622</td> </tr> <tr> <td>Corrosion potential(V)</td> <td>0.189064794022</td> </tr> <tr> <td>Polarization resistance(ohm-cm²)</td> <td>61.0025</td> </tr> <tr> <td>R_{ct}</td> <td>0.2285</td> </tr> <tr> <td>R_s</td> <td>0.71048</td> </tr> </table>	Electrode	0.227332890	Work	0.005763377	Corrosion rate(mA/cm ²)	0.00233823490622	Corrosion potential(V)	0.189064794022	Polarization resistance(ohm-cm ²)	61.0025	R _{ct}	0.2285	R _s	0.71048	<p>Peak Search Analysis 피크 위치, 높이, 반치 전폭 등 계산</p>  <table border="1"> <tr> <th>Position</th> <th>Height</th> <th>Area</th> <th>Base Start</th> <th>Base End</th> <th>Width at Half H</th> </tr> <tr> <td>0.3757</td> <td>5.4563</td> <td>1.8882</td> <td>0.0520</td> <td>0.9322</td> <td>0.3140</td> </tr> </table>	Position	Height	Area	Base Start	Base End	Width at Half H	0.3757	5.4563	1.8882	0.0520	0.9322	0.3140
Q+	0.0075																															
Q-	-0.0336																															
Electrode	0.227332890																															
Work	0.005763377																															
Corrosion rate(mA/cm ²)	0.00233823490622																															
Corrosion potential(V)	0.189064794022																															
Polarization resistance(ohm-cm ²)	61.0025																															
R _{ct}	0.2285																															
R _s	0.71048																															
Position	Height	Area	Base Start	Base End	Width at Half H																											
0.3757	5.4563	1.8882	0.0520	0.9322	0.3140																											

+ WIZStudio v3.4 Data Analysis

Z Fit & Simulation Analysis

등가 회로 커브피팅 및 시뮬레이션



CV 실험의 구체적인 방법 및 절차에 대해서 궁금하다면 ₩

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=257&Sub_No=8

전기화학을 더 이해하기 위하여 전기화학 전극과 전기화학 셀에 대하여 이해가 필요 하다.

전기화학 전극(Electrochemistry Electrode) 및 셀의 더 자세한 자료를 원하신다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=366&Sub_No=8

Potentiostat 를 이용하여 분석을 하기 위해서는 분석법에 대한 이해가 더 필요할 수 있다.

전기화학 분석법의 더 자세한 자료를 원하신다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=189&Sub_No=8

또한 전기화학 전극의 종류와 특성에 대해 설명한 자료가 있다.

기준 전극(Reference Electrode) 의 더 자세한 자료를 원하신다면

copyright2024. WizMAC all rights reserved

Potentiostat/GavanoStat 개발, 임피던스 측정 솔루션

전기화학 전극, 전기화학 셀 주문제작

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=135&Sub_No=8

카운터 전극(Counter Electrode) 의 더 자세한 자료를 원하신다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=137&Sub_No=8

워킹 전극(Working Electrode) 의 더 자세한 자료를 원하신다면

http://www.wizmac.com/2015/lecture/board01_view.htm?No=136&Sub_No=8

