

**납축전지 핸드북** ~납축전지의 정확한 측정을 위해~

*Lead Acid Battery Handbook*

제 01판

# 납축전지 가이드북

~납축전지의 정확한 측정을 위해~

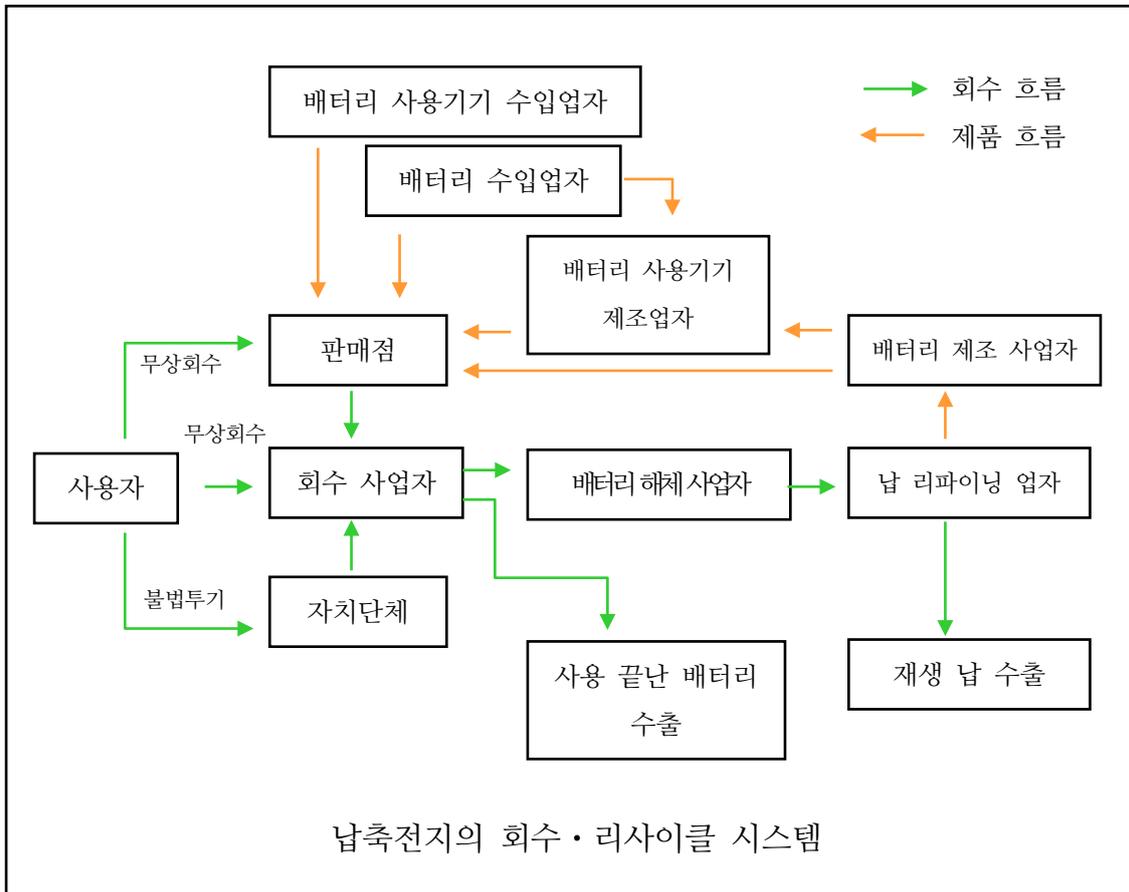
목차

- 납축전지에 대해서 ..... 3
- 납축전지의 동작원리 ..... 4
- 납축전지의 방전반응의 상세..... 5
- 납축전지의 충전반응의 상세..... 6
- 납축전지의 종류 (벤트형) ..... 7
- 납축전지의 종류 (제어밸브형) ..... 8
- 납축전지의 전극..... 9
- 납축전지의 자기방전의 원인..... 10
- 납축전지의 열화 (화학적 열화) ..... 11
- 납축전지의 열화 (물리적 열화) ..... 12
- 납축전지의 내부저항 ..... 13
- 납축전지의 내부저항의 내역..... 14
- 납축전지의 내부저항 측정방법 (JISC8704-1) ..... 15
- 납축전지의 시동 성능 (저온시동전류, Cold Cranking Amperes : CCA) ..... 16
- 납축전지의 내부저항측정 (임피던스법) ..... 17
- 납축전지의 내부저항측정 (컨덕턴스법) ..... 18
- 납축전지의 충전방식 (세류 충전, Trickle charge) ..... 19
- 납축전지의 충전방법 (부동 충전, Floating charge) ..... 20
- 납축전지에 관한 JIS 규격 (2013 년 현재) ..... 21
- 납축전지의 형식..... 22

### ■납축전지에 대해서

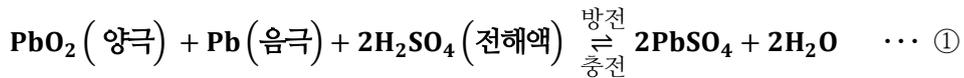
납축전지는 1859 년에 프랑스 R.L.G. Plante 에 의해 발명되었습니다. 납축전지는 전압이 약 2V 로 높고, 수십 A~수백 A 도 낼 수 있다는 뛰어난 특성이 있습니다. 또한 재료가 되는 납은 자원적으로도 풍부하고 저렴해 현재도 가장 널리 사용되고 있는 이차전지입니다. 최근 주목받고 있는 리튬이온배터리와 비교하면 에너지 밀도가 크게 떨어지지만, 고정형 비상용 전원 등, 에너지 밀도가 그다지 중요하지 않은 용도로는 비용적인 측면에서 납축전지가 앞으로도 사용되리라 여겨집니다.

또한, 납이라 하면, 인체나 환경에 유해한 이미지가 있지만, 일본에서는 “납 리사이클 프로그램”에 의해 납축전지의 회수율이 거의 100%로, 리사이클하기 쉽다는 장점이 있습니다.



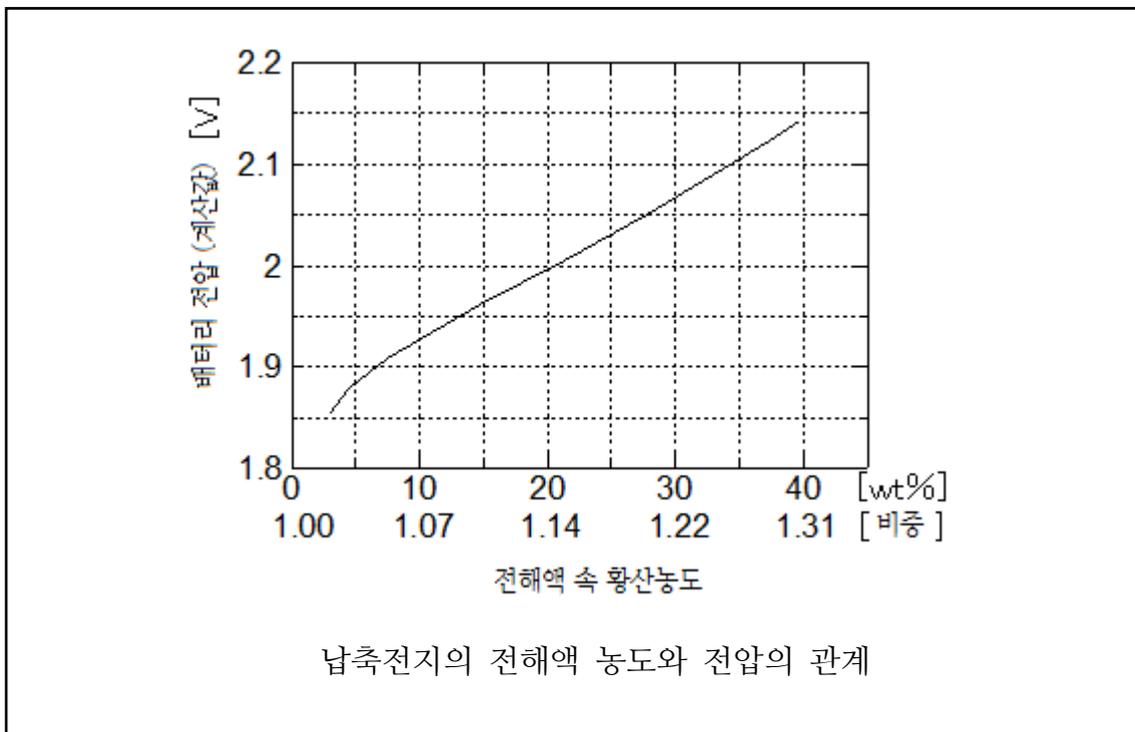
■납축전지의 동작원리

납축전지는 양극 (플러스) 에 이산화납 [PbO<sub>2</sub>] , 음극 (마이너스) 에 납 [Pb] 을 사용하고, 전해액에 묽은 황산 [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] (비중 : 약 1.30, 농도 : 약 40%) 을 사용합니다. 방전하면 양극과 음극이 황산납 [PbSO<sub>4</sub>] 이 되고 황산은 물로 변화합니다. 그리고 충전시는 완전히 반대의 반응이 일어납니다 (식①) .



납축전지를 방전하면 배터리전압은 서서히 낮아지는데 이는 전해액 속 황산이 줄어들기 때문입니다. 계산상 만충전 상태인 2.14V 일 때 전해액의 묽은 황산 농도는 약 39.7% (비중 약 1.30) , 방전해 배터리전압이 1.9V 가 되면 농도는 약 6.6% (비중 약 1.05) 까지 떨어집니다. (실제 배터리에서는 사용상황에 따라 계산값과 같아지지 않는 경우가 있습니다)

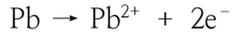
아울러, 자동차용 배터리의 유지보수에서 전해액의 비중을 계산하는 경우가 있습니다. 이는 배터리는 열화되면 황산 농도가 저하되므로 대략적인 배터리 교체시기를 알기 위함입니다.



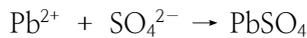
■ 납축전지의 방전반응의 상세

■ 음극반응

납축전지의 양극과 음극 사이에 전구와 같은 부하를 연결해 방전시키면 음극의 납 [Pb] 은 전자 [e<sup>-</sup>] 를 방출해 납이온 [Pb<sup>2+</sup>] 이 됩니다.



하지만 납이온은 즉시 전해액 속 황산이온 [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] 과 결합해 황산납 [PbSO<sub>4</sub>] 이 되어 음극 표면에 부착합니다.

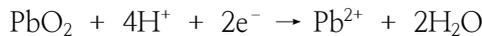


이를 정리하면 음극 전체에서는 식①로 나타냅니다.

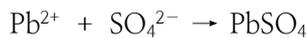


■ 양극반응

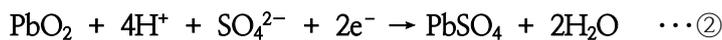
음극에서 부하를 통해 양극으로 흘러들어온 전자 [e<sup>-</sup>] 는 양극을 마이너스에 대전시키고, 전해액 속 수소이온 [H<sup>+</sup>] 을 끌어당깁니다. 끌려온 수소이온은 양극의 이산화납 [PbO<sub>2</sub>] 으로부터 산소이온 [O<sup>2-</sup>] 을 빼앗아 물 [H<sub>2</sub>O] 로 변합니다. 한편, 산소를 빼앗긴 이산화납은 납이온 [Pb<sup>2+</sup>] 이 됩니다.



또한, 납이온은 즉시 전해액 속 황산이온 [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] 과 결합해 황산납 [PbSO<sub>4</sub>] 이 되어 양극 표면에 부착합니다.

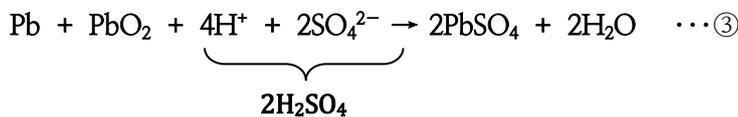


이를 정리하면 양극 전체에서는 식②로 나타냅니다.



■ 전체의 반응

식①과 식②를 정리하면 납축전지 전체의 방전반응은 식③으로 나타냅니다.



■ 납축전지의 충전반응의 상세

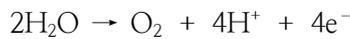
■ 음극반응

납축전지의 양극과 음극 사이에 전원을 연결하고 음극에 강제로 전자 [e<sup>-</sup>] 를 흘려보내면 방전 시에 발생한 황산납 [PbSO<sub>4</sub>] 은 납[Pb] 으로 돌아가고 황산이온 [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] 을 방출합니다.



■ 양극반응

강제적으로 전자 [e<sup>-</sup>] 가 추출된 양극은 플러스에 대전해 물 [H<sub>2</sub>O] 을 산소 [O<sub>2</sub>] 와 수소이온 [H<sup>+</sup>] 으로 분해합니다.



하지만 양극의 황산납 [PbSO<sub>4</sub>] 은 전자가 부족하기 때문에, 발생한 산소는 바로 반응하여 이산화납 [PbO<sub>2</sub>] 이 되고 황산이온 [SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>] 을 방출합니다.

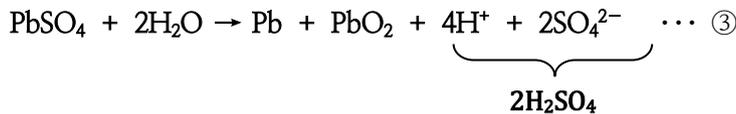


이를 정리하면 양극 전체에서 식②로 나타납니다.



■ 전체 반응

식①과 식②를 정리하면 납축전지 전체의 반응은 식③으로 나타납니다.



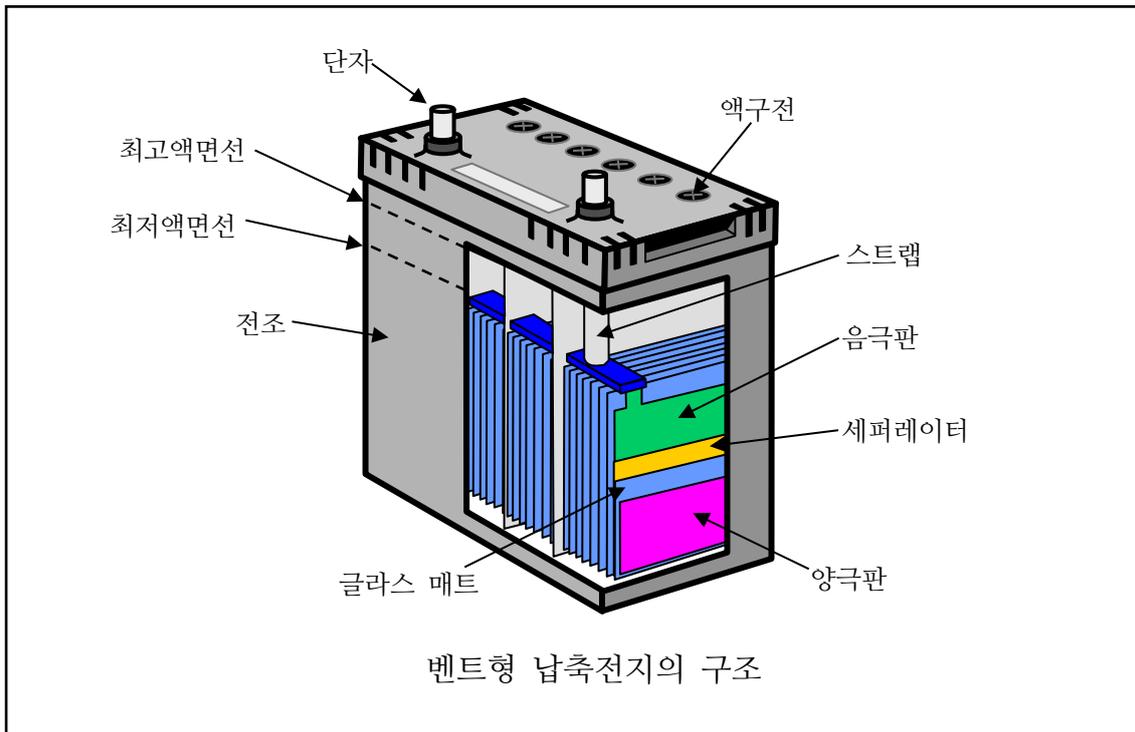
## ■납축전지의 종류 (벤트형)

개방식 또는 액식이라 불리는 경우도 있습니다.

충전 중에 전해액이 전기분해해 발생한 산소와 수소가스를 내보내기 위해 배터리용기에 통기구멍이 뚫려 있습니다. 납축전지의 발명 당시부터 사용되던 기본구조로, 자동차에 사용되는 배터리의 대다수는 이 타입입니다.

증발과 전기분해에 의해 전해액 안의 수분이 줄어들기 때문에 정제소(불순물이 포함되지 않은 물)을 적당히 보충할 필요가 있지만, 촉매막에 의해 발생한 수소를 물로 되돌려 물의 보충간격을 늘린 타입도 있습니다.

벤트형은 또다시 양극판의 구조에 따라 클래드(clad)식과 페이스트(paste)식으로 나뉩니다. 클래드식은 활물질을 유리섬유통에 채우기 때문에 쉽게 탈락되지 않고 내구성이 높은 것이 장점입니다. 페이스트식은 납합금 그리드에 활물질을 페이스트상태로 하여 도포해 전극을 만들기 때문에 반응면적이 커서 대전류에서 사용할 수 있습니다. 또한, 음극은 어느 방식이든 페이스트식으로 만들어집니다.



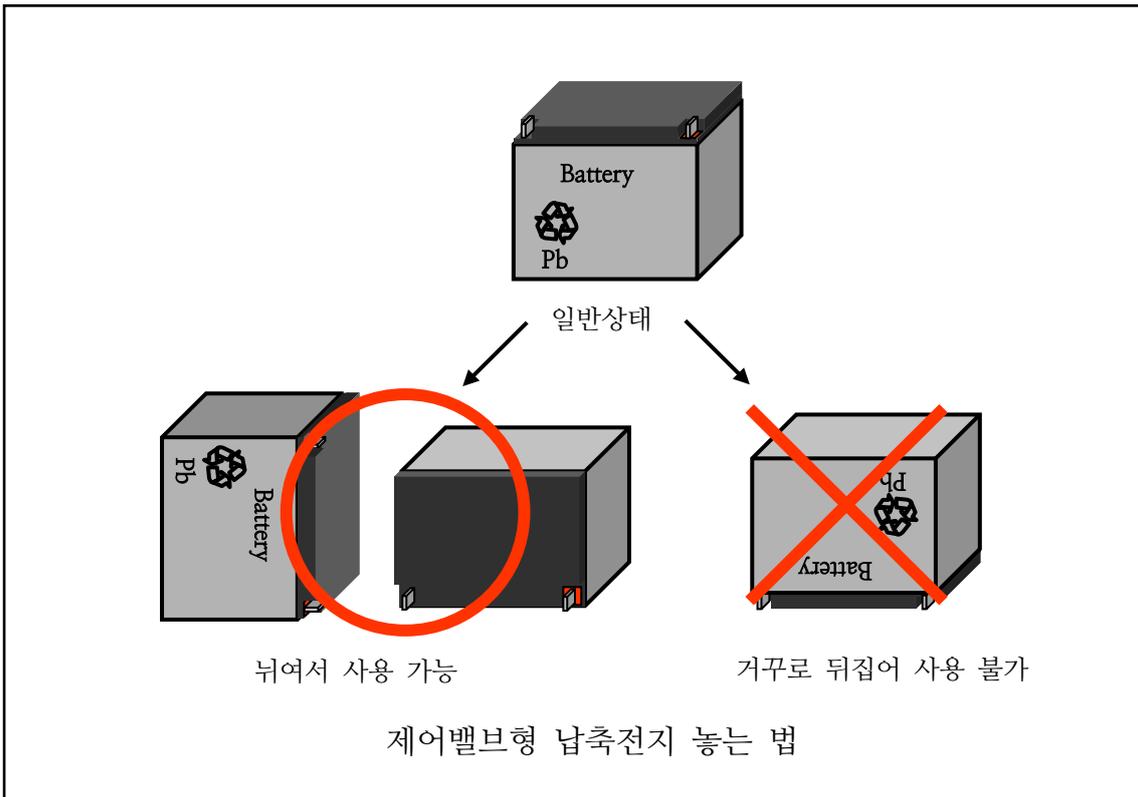
■납축전지의 종류 (제어밸브형)

밀폐형 또는 실(seal)형, 음극흡수식으로 불리는 경우가 있습니다. 무정전전원장치(UPS)에 많이 사용되는 것이 이 타입입니다. 1970년에 생산이 시작되었는데 그 전까지는 불가능하리라 생각되던 밀폐형이 등장하면서 납축전지의 용도가 더욱 넓어졌습니다.

납축전지는 충전시에 전해액 안의 물이 분해해 가스가 발생하는데, 배터리 내부의 음극(陰極)과 반응시켜 가스를 물로 되돌리는 교묘한 장치가 있습니다. 또한, 보통은 밸브에 의해 밀폐\*되어 있어 물도 증발되지 않기 때문에 물을 보충할 필요가 없습니다.

또한, 전해액을 다공질(多孔質) 글라스 매트(多層質)에 흡수시켰기 때문에 전해액에 유동성(流動性)이 없어 배터리를 눕혀서 사용할 수가 있습니다. 단, 거꾸로 뒤집으면 스며나온 전해액에 의해 단자가 부식할 가능성이 있으므로 뒤집어 사용은 불가능합니다. 아울러 전극은 양극, 음극 둘 다 페이스트식으로 만들어집니다.

※대량의 가스가 발생한 경우는 압력에 의해 밸브가 열려 가스를 방출합니다.



## ■납축전지의 전극

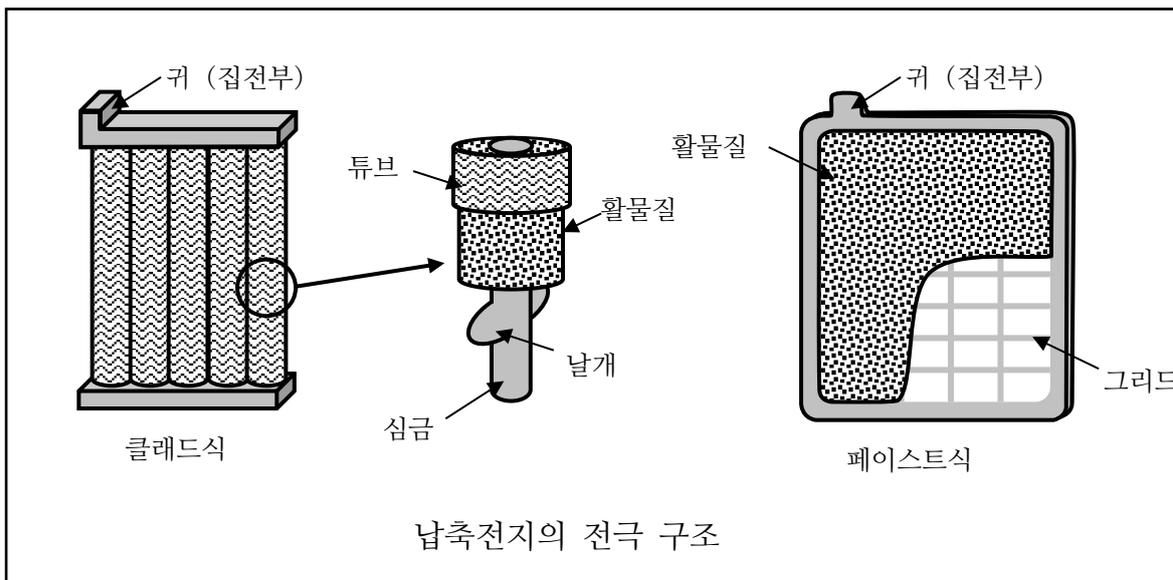
납축전지의 전극은 그 구조에 따라 다음의 2 가지가 있습니다.

### ■클래드(clad)식

클래드식 전극은 양극에서만 사용됩니다. 양극 활물질의 이산화납 가루는 접착력이 약하기 때문에 충방전이나 진동에 의해 쉽게 무너지고 맙니다. 이 현상을 일반적으로 “탈락(脱落)”이라 부릅니다. 따라서 유리섬유나 플라스틱 섬유로 만들어진 다공질 튜브에 이산화납 가루를 충전해 탈락을 방지합니다. 또한 튜브에는 납합금으로 만들어진 빗살무늬모양의 심금(芯金)을 통과시켜 두어, 그곳을 통해 전류를 추출합니다. 클래드식은 페이스트식에 비해 전극표면의 면적이 작아지기 때문에 대전류에서 사용하기가 적합하지는 않지만, 쉽게 탈락되지 않아 수명이 길다는 장점이 있습니다. 또한, 지게차 등 진동이 큰 환경에서 사용하기에 적합합니다.

### ■페이스트(paste)식

페이스트식은 양극과 음극 양쪽에서 사용됩니다. 납합금으로 만들어진 그리드에 황산으로 반죽한 활물질 가루를 도포해 전극으로 만듭니다. 양극의 경우는 그 상태로는 활물질이 바로 탈락해버리기 때문에 글라스 매트를 양극표면에 압착해 탈락을 방지합니다. 페이스트식 전극은 스폰지형태로 되어 있고 전극표면의 면적이 커 대전류에서 사용하는 것이 가능합니다. 또한 제어밸브형 배터리는 양극, 음극 둘 다 페이스트식으로 만들어집니다.



## ■납축전지의 자기방전의 원인

납축전지는 0.5~1%/일로 비교적 자기방전이 큰 배터리입니다. 배터리 온도가 높을수록, 또는 전해액 농도가 높을수록 자기방전이 커지는데, 원인으로서는 크게 3 가지가 있습니다.

### ■물의 전기분해

양극과 음극 간의 전위차에 의해 전해액 안의 물이 조금씩 전기분해되고 배터리의 에너지가 소비되어 배터리전압이 내려갑니다. 물의 전기분해는 이론상 1.23V 에서 일어나는데, 납축전지의 전극은 과전압이 크기 때문에 배터리전압이 약 2.35V 를 초과할 때까지 전기분해는 그다지 진행되지 않습니다. 하지만 전극 그리드의 납합금에 포함된 안티몬(Antimon)은 과전압이 낮기 때문에 음극에 석출되면 수소가 발생해 자기방전이 커지게 됩니다.

### ■전극과 전해액의 반응

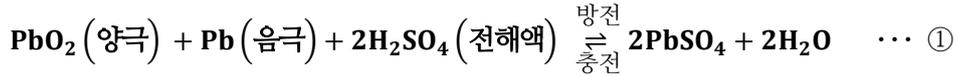
전해액의 묽은 황산은 금속과 반응하기 쉬운 산(酸)이기 때문에 배터리에 부하를 연결하지 않아도 전극과 반응해 배터리전압이 내려갑니다. 단, 급격하게 반응이 진행되지는 않습니다. 이또한 과전압의 영향과 관련이 있습니다. 과전압이 크면 가스가 발생하기 어려워 반응이 조금씩 일어나게 되고 서서히 배터리전압이 내려가게 됩니다.

### ■불순물의 혼입

수돗물에 포함된 여러 이온들은 전극의 납 보다 산화되기 쉽고 전극과 반응합니다. 특히 철이온( $Fe^{2+}$ )은 양극에서 산화되어 삼가( $Fe^{3+}$ )가 되고, 이것이 음극에서 환원되어 이가( $Fe^{2+}$ )로 돌아옵니다. 반응이 돌고돌기 때문에 철이온은 소량만 혼입되어도 자기방전이 커지게 됩니다. 따라서 납축전지에 물을 보충할 때는 불순물이 미포함된 정제수로 해야 합니다.

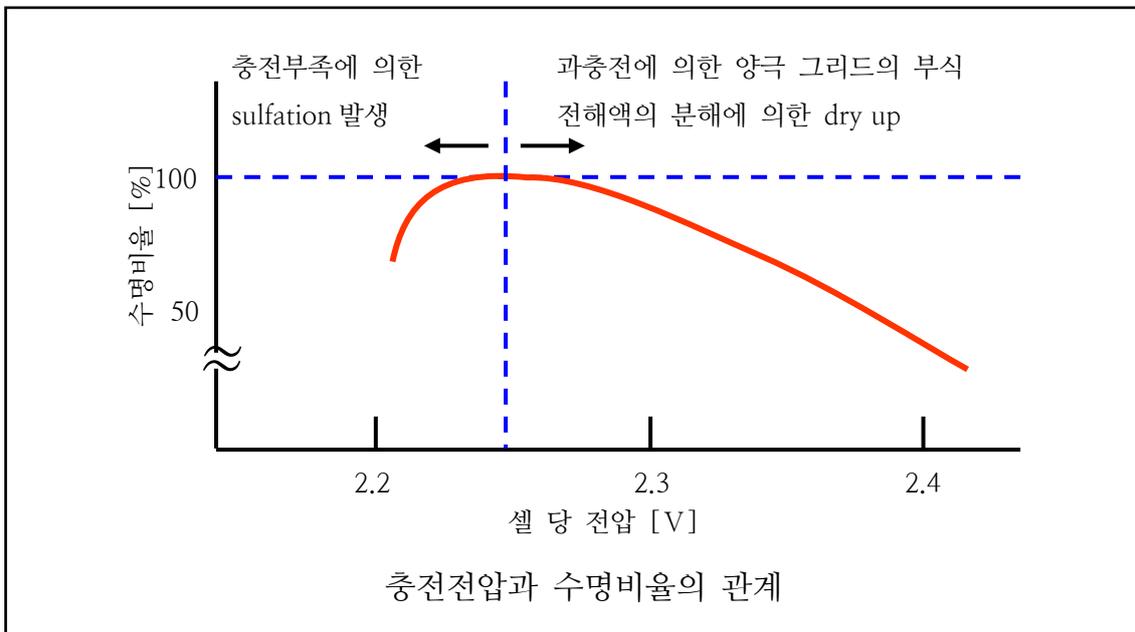
### ■납축전지의 열화 (화학적 열화)

납축전지에서는 식①처럼 이론상은 충전과 방전에서 전혀 반대반응이 일어나지만 실제로는 불가역적 반응이 일어나 서서히 열화됩니다.



음극에서는 방전에 의해 납에서 황산납으로 변화하지만, 황산납은 시간이 경과하면 안정된 결정구조로 변화해갑니다. 황산납은 한번 결정화되면 전기가 잘 통하지 않게 되어 충전해도 납으로 돌아가지 않습니다. 이 황산납의 결정화는 일반적으로 설페이션(sulfation)이라 부릅니다. 황산납의 결정이 음극표면에 부착하면 전극과 전해액의 반응면적이 작아져 내부저항이 증가합니다. 또한 전해액 속 황산이온도 황산납이 된 채로 원래대로 돌아가지 못해 전해액의 농도도 떨어집니다. 따라서 배터리전압이 낮아지고 아무리 충전해도 초기전압으로 돌아가지 않게 됩니다.

자동차 배터리 등 자주 충전되지 않거나, 충전되지 않고 방치된 경우의 열화원인의 대부분은 음극표면에서의 황산납의 결정화(sulfation)입니다.



### ■납축전지의 열화 (물리적 열화)

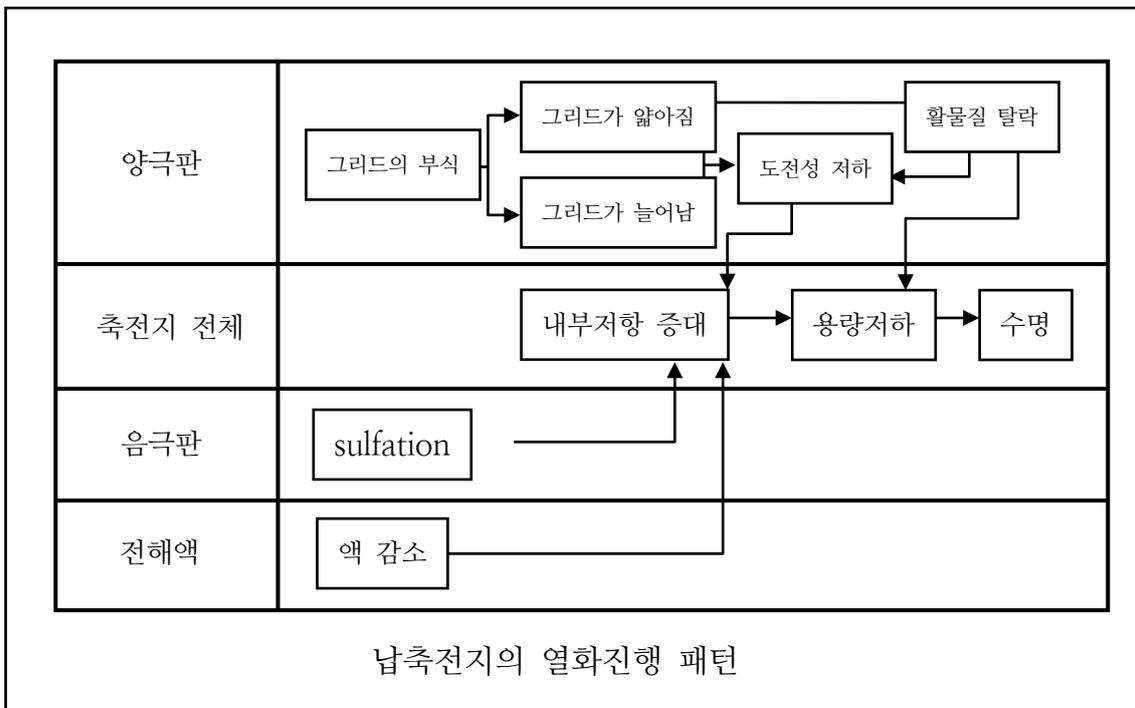
납축전지에서는 불가역적 반응 이외에도 다음과 같은 열화원인이 있습니다.

#### ■양극 그리드의 부식

납축전지에서는 활물질에서 전류를 추출하는 그리드에 안티몬이나 칼슘 등을 섞은 납합금이 사용되는데, 배터리의 충전에 의해 그리드가 부식(산화)되어 얇아지거나 늘어나면 활물질과의 접촉이 나빠지게 됩니다. 그리 되면 내부저항이 증가해, 낼 수 있는 전력이 감소합니다. 이 현상은 충전상태에서 진행되며, 온도가 높으면 가속화됩니다. 무정전전원장치 등 충전상태에서 사용되는 경우 열화원인의 대부분은 양극 그리드의 변형때문입니다.

#### ■활물질의 탈락

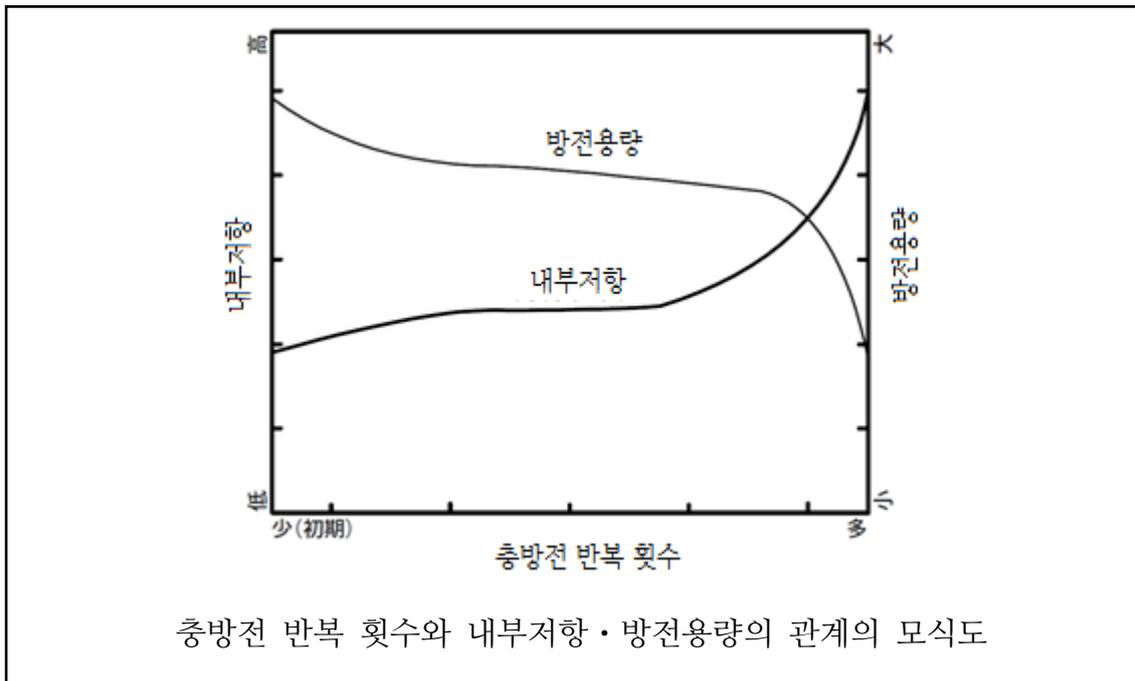
양극 활물질의 이산화납은 결합력이 약하기 때문에 다공질 튜브에 채우거나 그리드에 가득 채워 굳힙니다. 하지만 충전에 의해 부피변화가 일어나기 때문에 조금씩 부드러워지면서 공간이 생겨 전류를 모으기 위한 침금이나 그리드에서 떨어져나갑니다. 한번 벗겨지면 원래대로 돌아가지 못하기 때문에 용량이 감소합니다.



## ■납축전지의 내부저항

납축전지에 부하를 연결해 전류를 흘려보내면 배터리의 단자 간 전압이 급격히 떨어집니다. 이는 전류와 내부저항을 곱한 만큼 전압강하가 일어나기 때문입니다. 따라서 순간적으로 얼마만큼의 전력을 낼 수 있는 지는 내부저항의 크기에 의해 결정됩니다. 자동차의 셀 모터를 돌리는 등, 순간적으로 대전류가 필요한 용도에서는 내부저항이 큰 것이 중요합니다.

한편, 비상용 전원 등의 용도에서는 필요한 전력을 일정시간 공급하는 것이 목적이기 때문에, 내부저항의 크기는 그다지 문제가 되지 않고 배터리의 용량이 중요합니다. 납축전지는 열화되면 용량이 감소함과 동시에 내부저항이 상승하지만, 내부저항의 크기만 봐서 배터리의 용량이 어느 정도 줄었는지를 판단하기란 어렵습니다. 왜냐하면 내부저항이 상승하는 원인은 몇 가지가 있는데, 배터리의 사용조건에 따라 내부저항상승과 용량감소의 관계가 달라지기 때문입니다. 또한 내부저항은 배터리의 충전상태나 온도에 따라서도 크게 변화하기 때문에 측정조건을 매회 동일하게 하는 것도 중요합니다. 따라서 내부저항을 통해 배터리의 열화상태를 추측하려면 일정 조건하에서 내부저항과 용량의 관계를 파악해둘 필요가 있습니다.



## ■납축전지의 내부저항의 내역

납축전지에 한하지 않고, 배터리 전반의 내부저항은 크게 다음의 3 가지로 나뉩니다. 이들은 일반적으로 임피던스 스펙트럼 (Cole-Cole-Plot, Nyquist Plot 이라고도 불림) 측정에 의해 구할 수가 있습니다.

### ■옴 저항

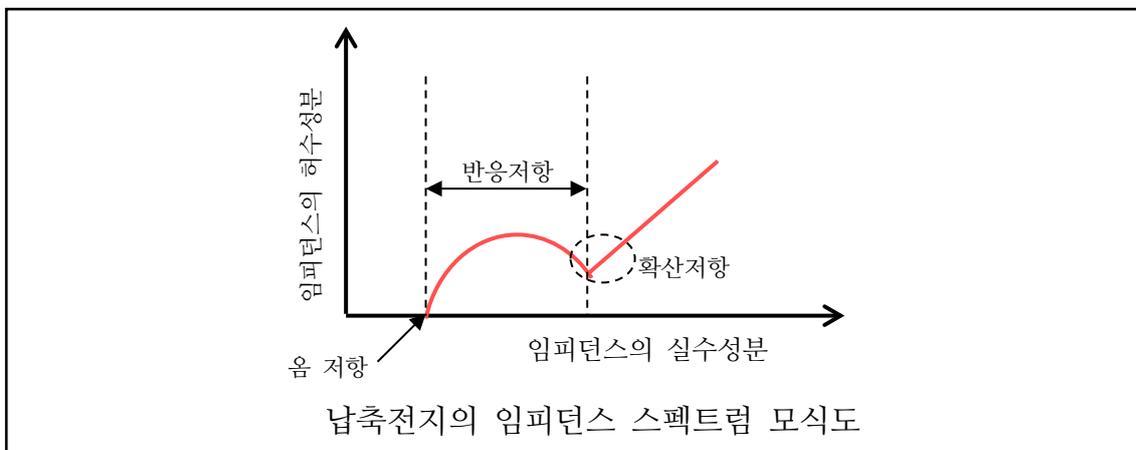
전극 그리드 및 단자, 활물질과 같은 전자전도체와, 전해액 및 세퍼레이트와 같은 이온전도체의 저항입니다. 전극 그리드와 활물질의 접촉저항과 활물질 간의 접촉저항도 포함되기 때문에 납축전지가 열화되어 양극 그리드의 부식과 활물질의 탈락이 일어난 경우, 이 저항분극이 증대됩니다.

### ■반응저항

활물질과 전해액 간의 반응에서 나타나는 저항입니다. 활성화 분극을 작게 하려면 활물질의 표면적을 크게 하거나, 전극을 얇게 하여 장수를 늘리는 등 하여, 활물질당 전류밀도를 내립니다. 납축전지는 열화되면 스폰지형태의 음극표면에 sulfation 부착해 활물질과 전해액의 접촉면적이 작아지기 때문에 활성화 분극이 증대됩니다.

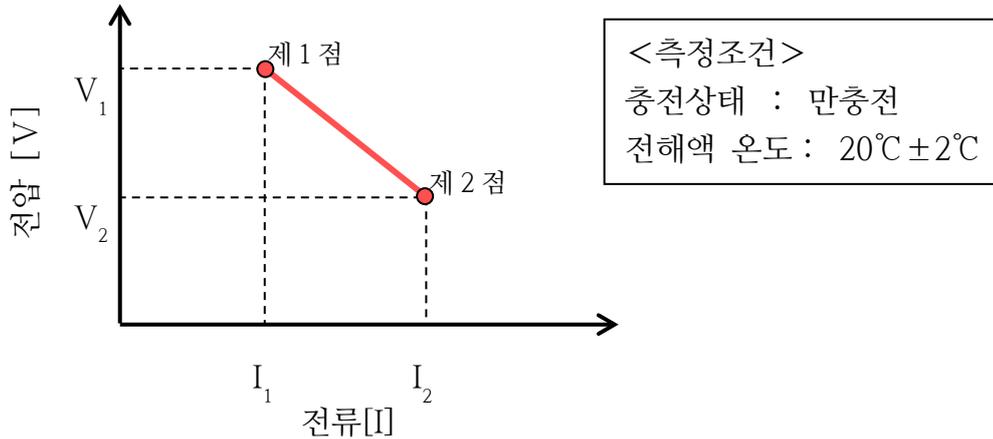
### ■확산저항

배터리 반응에 필요한 이온의 과부족에 기인하는 저항입니다. 이온은 확산에 의해 전극표면에 도달하는데, 배터리 반응이 확산보다 빨라지면 전극 근방에서 이온이 부족해져 그 이상의 반응이 진행되지 않게 됩니다. 납축전지에서는 방전과 열화에 의해 전해액 농도가 떨어지면 농도 분극이 증대됩니다.



■납축전지의 내부저항 측정방법 (JISC8704-1)

JISC8704-1 거치형 납축전지 일반적 요구사항 및 시험방법 제1부: 벤트형



<측정순서>

- ① 제 1 점 ( $V_1$  ,  $I_1$ ) 을 측정한다.  
 전류  $I_1$  : 10 시간 방전율의 4~6 배  
 전압  $V_1$  : 전류  $I_1$  에서 방전한 20 초후의 전압 (방전은 25 초 이내에 정지할 것)
- ② 제 1 점 측정종료 후, 보충전하지 않고 2~5 분간 방치한 뒤, 제 2 점 ( $V_2$ ,  $I_2$ ) 을 측정한다.  
 전류  $I_2$  : 10 시간 방전율의 20~40 배  
 전압  $V_2$  : 전류  $I_2$  에서 방전한 5 초후의 전압
- ③ 제 1 점 및 제 2 점에서 얻어진 값에서 내부저항을 아래의 식으로 구합니다.

$$\text{내부저항 } R = \frac{(V_1 - V_2)}{(I_1 - I_2)} [\Omega]$$

※이 시험방법은 정적시험조건외 내부저항값을 얻을 수 있지만, 단락시의 최초의 수 미리 초 사이에 일어나는 동적 반응을 나타내지는 않습니다.  
 또한, 이 시험결과외의 정밀도는 ±10%정도일 것이 JIS 규격에 명기되어 있습니다.

■납축전지의 시동 성능 (저온시동전류, Cold Cranking Amperes : CCA)

자동차용 배터리의 가장 중요한 기능은 엔진에 시동을 거는 것입니다. 납축전지는 저온에서는 성능이 저하되기 때문에, 낼 수 있는 전류가 줄어듭니다. 따라서 자동차용 배터리에서는 성능의 지표로써 -18°C (화씨 0도) 에서 방전했을 때 배터리전압이 7.2V 가 되는 방전전류값, 저온시동전류 (Cold Cranking Ampere : CCA) 가 사용되는 경우가 있습니다.

자동차용 배터리는 열화되면 CCA 가 줄기 시작해 최종적으로 엔진의 시동을 걸 수 없게 됩니다. 열화 전과 비교해 어느 정도 CCA 가 줄었는지 안다면 배터리의 대략적인 교체시기를 알 수 있습니다. JIS 에서도 배터리의 형식별로 정격 CCA 를 규정하고 있으므로, 사용하는 배터리의 열화 전 CCA 는 쉽게 알 수 있습니다. 하지만 CCA 를 측정하기 위해서는 배터리를 -18°C로 냉각 후, 수백 A 의 전류로 방전시켜야 하므로 대규모 검사장치가 필요하게 됩니다. 따라서 정비공장이나 주유소 등에서 사용되는 배터리 테스터에서는 정확한 CCA 를 측정하는 대신에, 배터리의 내부저항을 측정합니다. 이는 CCA 가 줄어드는 원인으로써 배터리가 열화되면 내부저항이 증가하기 때문입니다. 또한, 배터리 테스터에 따라서 배터리의 내부저항을 독자적인 방법으로 CCA 에 가까운 값으로 변환해 표시하는 것도 있는데, JIS 에 의해 규정된 것은 아닙니다.

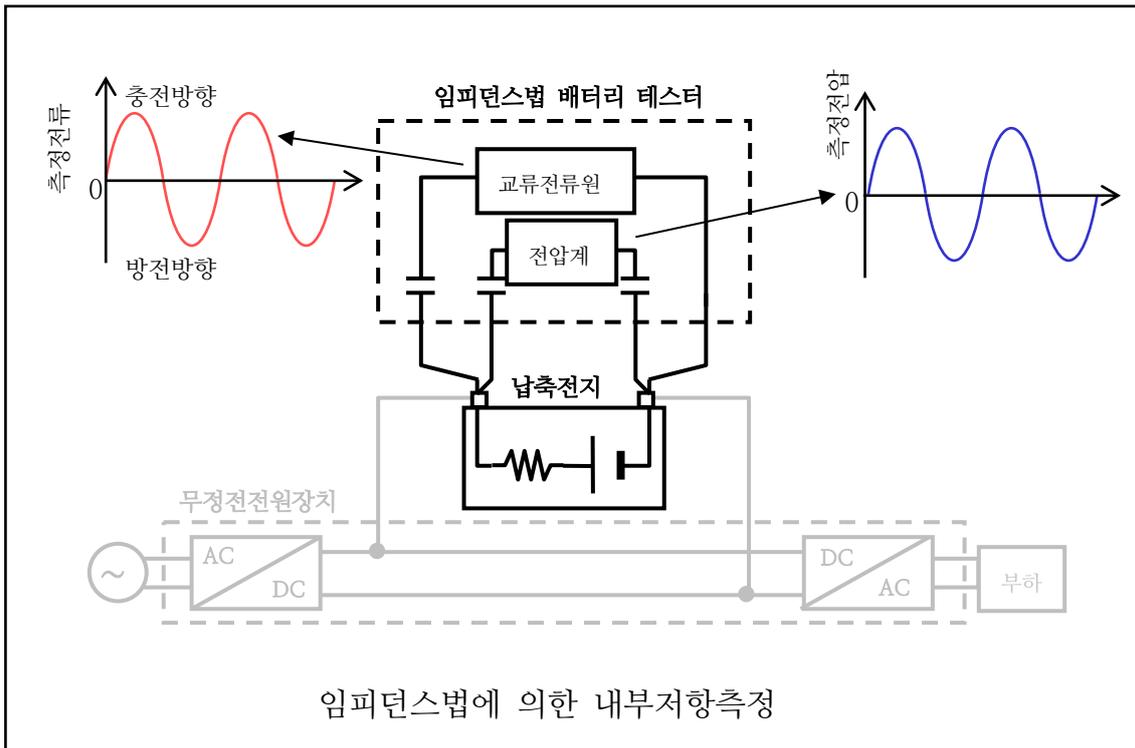
클래스	형식	CCA값	클래스	형식	CCA값	클래스	형식	CCA값
A	26B17L	185	A 또는 B	55D23L	320	B	115E41L	610
	28B17L	195		65D23L	370		130E41L	680
	34B17L	240		75D23L	465		115F51	575
	34B19L	240		75D26L	450		145F51	735
	38B19L	265		80D26L	490		145G51	685
	38B20L	265		95D31L	565		165G51	710
	44B20L	300		105D31L	655		195G51	930
	46B24L	295					190H52	765
	55B24L	370					210H52	910
	50D20L	310					245H52	1170

JIS D 5301 시동용 납축전지 표 1 발췌

### ■납축전지의 내부저항측정 (임피던스법)

일반적으로 물질의 전기저항을 측정하는 경우는 전류를 흘려보냈을 때의 전압에서 옴의 법칙으로 계산하는 것이 가능합니다. 하지만 배터리의 내부저항을 측정하는 경우는 그와 같은 방법을 사용할 수 없습니다. 배터리에 직류전류를 흘려보내면 전류는 충전과 방전반응에 사용되어버려 저항에 의한 전압변화가 나타나지 않기 때문입니다. 그러나 충전반응이 따라가지 못할 만큼 빠르게 전류를 변화시킨다면 그때의 전압변화는 배터리의 내부저항에 기인한 것이 됩니다.

임피던스법에서는 교류전류를 배터리에 흘려보내 그때의 전압변화와, 전류와 전압의 위상의 어긋남으로부터 내부저항을 구합니다. 교류전류는 배터리 입장에서는 충전방향과 방전방향의 전류가 뒤바껴 있으므로 임피던스법에서 얻어지는 배터리의 내부저항은 충전쪽 저항과 방전쪽 저항을 각각 포함한 값이 됩니다. 또한 임피던스법에서는 직류전류를 배제하므로 배터리를 장치에 연결한 상태에서 측정할 수 있습니다. .

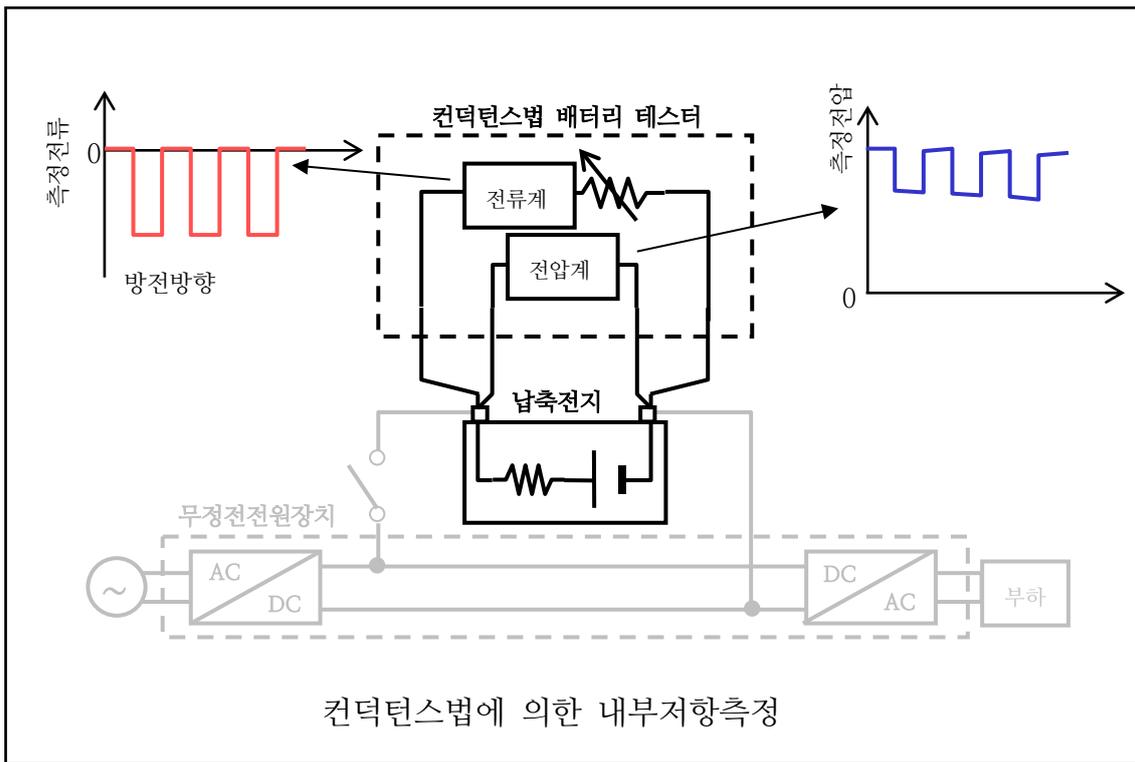


### ■납축전지의 내부저항측정 (컨덕턴스법)

저항의 역수를 컨덕턴스라 부르며, 전류가 흐르기 쉬운 정도를 나타냅니다.

컨덕턴스법에서는 방전전류를 제어해 그때의 전압변화로부터 컨덕턴스를 구합니다. 임피던스법은 충전방향과 방전방향의 양쪽에 측정전류를 흘려보내지만, 컨덕턴스법에서는 방전전류만을 제어하기 때문에 수 암페어로 큰 전류로 측정 가능한 점이 특징입니다. 또한, 충전방향에 수 암페어의 전류를 흘려보내려면 큰 전원이 필요한데, 컨덕턴스법에서는 측정장치 내부의 부하저항의 크기를 변경하여 측정전류를 제어하기 때문에 측정장치를 소형화할 수 있다는 장점이 있습니다. 단, 방전전류는 전부 열로 바뀌므로 방열이 필요합니다.

또한, 부동 충전처럼 배터리에 전원이 연결되어 있으면 측정시에 전원에서 나오는 전류가 중첩되기 때문에 정확한 컨덕턴스를 측정할 수 없습니다. 따라서 전원에서 배터리를 분리해 측정할 필요가 있습니다.

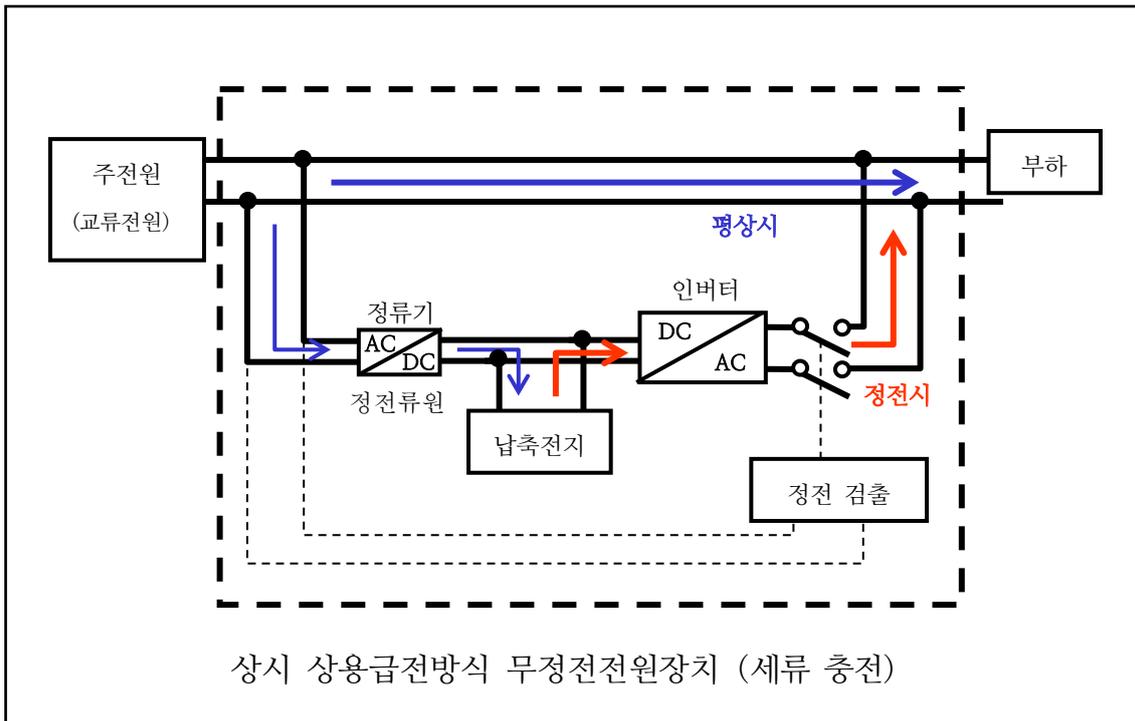


■납축전지의 충전방식 (세류 충전, Trickle charge)

납축전지는 온도에 따라 다르기는 하지만, 0.5~1%/일 정도의 자기방전량이 있습니다. 따라서 방치해두면 필요할 때 사용할 수 없게 됩니다. 또한, 방전상태인 채로 두면 열화가 진행되므로 항상 만충전 상태로 해 두는 편이 배터리 수명을 연장할 수 있습니다.

세류 충전은 자기방전을 보충하는 정도의 작은 전류로 항상 충전합니다. 충전전류가 너무 크면 배터리가 과충전되어 전해액이 분해되어버리므로 사용할 배터리의 크기에 맞는 전류로 할 필요가 있습니다. 또한 충전전류가 작기 때문에 배터리를 방전시켜버리면 충전하는데 긴 시간이 걸립니다.

세류 충전을 실시하는 무정전전원장치의 경우, 주전원이 동작하고 있을 때는 배터리를 부하에서 분리하고, 정전 시에만 스위치가 들어가 배터리에서 전력을 공급합니다. 전환될 때 일순간 정전되지만, 보통 때는 배터리에 부담이 가지 않고, 정류기나 인버터에서의 손실도 적어진다는 이점이 있습니다.

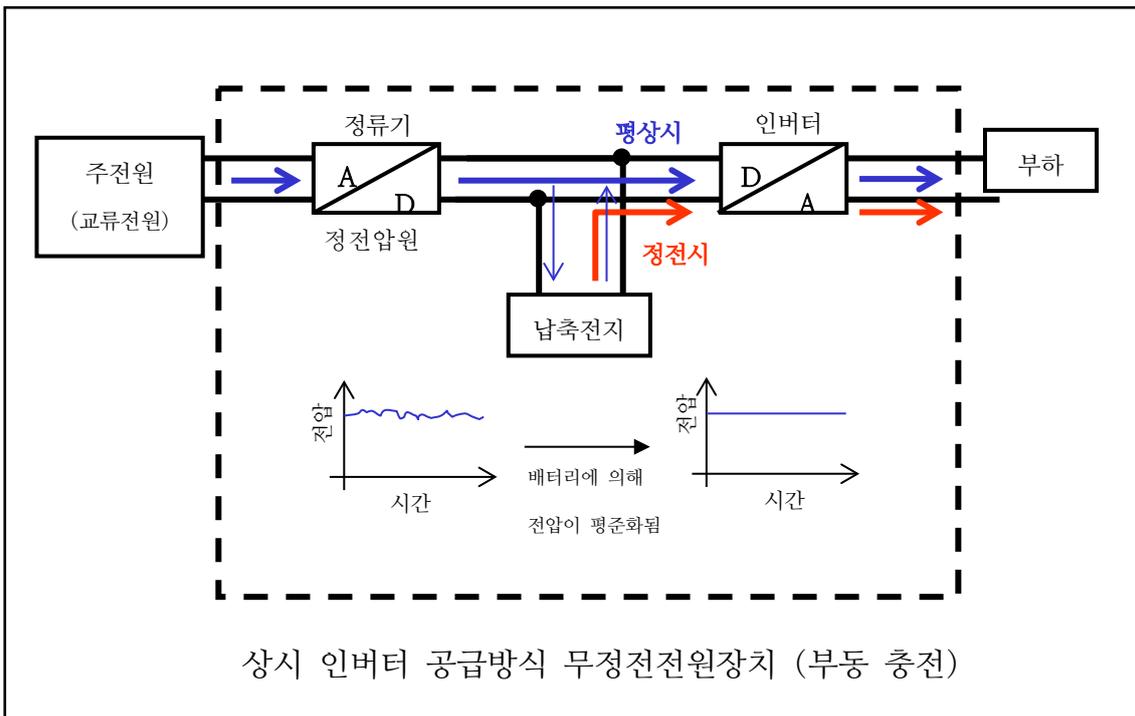


■납축전지의 충전방법 (부동 충전, Floating charge)

부동 충전은 항상 일정한 전압을 납축전지에 가합니다. 배터리가 자기방전하더라도 전압을 유지하는데 필요한 만큼 전류가 공급됩니다. 따라서 배터리의 크기에 상관없이 적절한 전류로 충전되어, 쉽게 과충전되지 않는다는 특징이 있습니다.

부동 충전을 실시하는 무정전전원장치의 경우, 정류기와 인버터 사이에 병렬로 배터리가 연결되어 있기 때문에 정전 시에는 논스톱으로 전력이 공급됩니다. 또한, 주전원의 전압이 변동되거나 부하의 요구전력이 급격하게 증가한 경우에도 배터리가 버퍼역할을 하기 때문에 안정된 전력 공급이 가능합니다.

항상 정류기와 인버터가 동작하고 있어 변환에 의한 손실이 커지지만, 데이터 서버나 의료기기 등, 고신뢰성이 요구되는 용도에서는 많이 사용되고 있습니다. 또한 자동차의 교류발전기(alternator)도 정전압원이기 때문에 엔진이 동작하는 동안은 부동 충전되고 있습니다. (충전제어차를 제외)



■납축전지에 관한 JIS 규격 (2013 년 현재)

規格番号	規格名称	最新改正年
JISC8701	可搬鉛蓄電池	1975
JISC8702-1	小形制御弁式鉛蓄電池 第1部:一般要求事項,機能特性及び試験方法	2009
JISC8702-2	小形制御弁式鉛蓄電池 第2部:寸法,端子及び表示	2009
JISC8702-3	小形制御弁式鉛蓄電池 第3部:電気機器への使用に際しての安全性	2009
JISC8704-1	据置鉛蓄電池 一般的要求事項及び試験方法-第1部:ベント形	2006
JISC8704-2-1	据置鉛蓄電池 第2-1部:制御弁式-試験方法	2006(制定)
JISC8704-2-2	据置鉛蓄電池 第2-2部:制御弁式-要求事項	2006(制定)
JISC8971	太陽光発電用鉛蓄電池の残存容量測定方法	1993(制定)
JISC8972	太陽光発電用長時間率鉛蓄電池の試験方法	1997(制定)
JISD5301	始動用鉛蓄電池	2006
JISD5302	二輪自動車用鉛蓄電池	2004
JISD5303-1	電気車用鉛蓄電池 第1部:一般要件及び試験方法	2004
JISD5303-2	電気車用鉛蓄電池 第2部:種類及び表示	2004
JISF8101	船用鉛蓄電池	2003

■ 납축전지의 형식

납축전지는 용도와 양극의 구조에 따라 형식이 정해져 있습니다.

분류	형식	비고
자동차용	자동차용	A~H 용기의 폭×높이로 구분
	이륜차용	N 벤트형 (보통형)
		BX 벤트형 (고성능형)
	BT 제어밸브형	
산업용	거치용	CS 벤트형 · 양극 클레드식
		PS 벤트형 · 양극 페이스트식
		HS 벤트형 · 양극 페이스트식 · 고율충방전용
		-E 벤트형 · 촉매마개 포함
		HSE 제어밸브형 · 고율충방전용
		MSE 제어밸브형 · 고율충방전용 · 긴수명
	전기차용	V x x에는 용기 높이로 B~H가 들어감
	선박용	SS 선박용
		PS 벤트형 · 양극 페이스트식
		HSE 제어밸브형 · 고율충방전용
		MSE 제어밸브형 · 고율충방전용 · 긴수명
	가반용	PS 벤트형 · 양극 페이스트식



## HIOKI 소개

### HIOKI 에 대해서

히오키전기주식회사(HIOKI)는 1935 년에 설립된 전기계측기 제조사입니다. 기록장치 · 전자측정기 · 현장측정기 · 자동시험장치의 4 분야를 축으로, 독자적인 기술을 탑재한 제품을 선보여 왔습니다. 나가노현 우에다시에 본사를 두고 연구개발 · 생산 · 보수 서비스를 집약해 고품질 계측기와 고객중심 서비스를 제공하고 있습니다.

### 제품보증 · 수리에 대해서

고객의 구입일을 기점으로 제품보증기간 중에 HIOKI 책임에 의한 제품 결함 및 고장이 발생한 경우, 무상 수리 또는 신품 교체해드립니다.

### 교정 · 조정에 대해서

계측기를 안심하고 사용하기 위해 1 년에 1 번정도 정기적인 교정을 권장합니다. 계측기의 교정(일반교정)을 의뢰하시면 ISO9001 에 준거해 HIOKI 의 전문가가 교정을 하고 결과를 보고드립니다. 이때 표준기가 표시하는 이상적인 값과 계측기가 표시하는 값에 오차가 있으면 계측기의 어긋남을 수정하는 “조정”을 실시할 수도 있습니다. HIOKI 에서는 교정과 함께 조정을 하실 것을 권장드립니다.

### JCSS 교정 (ISO/IEC17025 인정 교정) 에 대해서

일반교정 외에 ISO/IEC17025 에 준거한 JCSS 교정 서비스를 제공하는 계측기도 있습니다. JCSS 교정을 실시할 때 발행되는 교정증명서는 국제 MRA 에 대응하므로 국내외적으로 유효합니다.

#### 히오키코리아 주식회사 영업점 안내

홈페이지 : [www.hiokikorea.com](http://www.hiokikorea.com) 대표메일 : [info-kr@hioki.co.jp](mailto:info-kr@hioki.co.jp)

서울 본사 : 서울시 강남구 테헤란로 322 한신인터밸리 24 동관 1705 호 Tel : (02) 2183-8847 Fax : (02) 2183-3360

대전 사무소 : 대전광역시 유성구 테크노2로 187, 314 호 Tel : (042) 936-1281 Fax : (042) 936-1284

부산 사무소 : 부산시 동구 중앙대로 240 현대해상 부산사옥 5층 Tel : (051) 464-8847 Fax : (051) 462-3360

수리 센터 : 대전광역시 유성구 테크노2로 187, 314 호 Tel : (042) 936-1283