

## 바나듐축전지쌍극판의 제조와 비저항특성

리광명, 리광혁

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학연구기관들과 과학자, 기술자들은 우리 나라의 실정에 맞고 나라의 경제발전에 이바지할수 있는 과학기술적문제를 더 많이 풀어야 하겠습니까.》(《김정일선집》 증보판 제13권 173페이지)

바나듐축전지(VRB; Vanadium Redox flow Battery)는 대용량에너지저장체로서 자연에너지개발과 응용에 적극 리용되고있다.[1-3] 지난 시기 바나듐축전지의 중요한 구성성분인 쌍극판을 고밀도폴리에틸렌(HDPE)기질의 탄소수지복합재료로 제조하여 축전지의 에너지효율을 80%까지 개선하였으나[3] 합리적인 제조방법과 전기화학적특성에 대해서는 제시되지 않았다.

우리는 폴리프로필렌(PP), 폴리염화비닐(PVC), 폴리불화비닐리덴(PVDF) 등의 수지들을 바탕으로 하고 흑연분말을 충전재료로 하여 바나듐축전지쌍극판으로 리용할수 있는 전도성복합재료를 제조하고 그것의 비저항특성을 고찰하였다.

### 실험 방법

바나듐축전지쌍극판은 전기전도도가 크고 류산바나듐용액에 대한 강한 저항성과 비침투성, 일정한 기계적세기가 보장되어야 한다.

바나듐축전지쌍극성전극은 다음과 같은 방법으로 제조한다.

흑연분말(50 $\mu$ m)을 불분쇄기에 넣어 30min동안 분쇄한다. 여기에 크기가 100 $\mu$ m인 PVC, PP, PVDF분말들을 각각 균일하게 혼합하여 분산시킨 다음 형타에 넣어 190~210 $^{\circ}$ C에서 30min 지난 다음 25MPa의 압력으로 30min동안 가열압착한다. 가열을 중지하고 압착력을 해제한 다음 방온도까지 자연랭각시킨다.

다음 매개 시편들에 대하여 기계적세기들을 평가하고 4탐침법(시편크기 20mm $\times$ 20mm $\times$ 4mm)으로 비저항을 측정한다. 다음 VRB의 양극전해액으로 리용되는 류산바나듐용액( $\text{VO}_2^+$ 의 농도 1.5mol/L, 류산농도 2.0mol/L)속에 한주일간 방치한 후 증류수로 세척하고 충분히 건조시킨 다음 시편의 질량감소를 통하여 시편의 내산성을 평가한다.

### 실험결과 및 분석

바나듐축전지쌍극판으로 사용가능한 당김세기값은 -10~40 $^{\circ}$ C의 온도범위에서 40MPa 이상이어야 한다. 그리고 매 중합물기지들은 자기의 유리화온도이상에서 충전제를 일정한 량만큼 함유하여야 하며 그 이상의 충전제가 들어가면 기지결합이 이루어지지 않고 균열이 생긴다.[2] 이로부터 실험에서는 PP함량을 60질량%이상, PVC와 PVDF함량은 70질량%

이상으로 보장하였다.

매 중합물기지에서 흑연함량에 따르는 비저항은 그림과 같다.

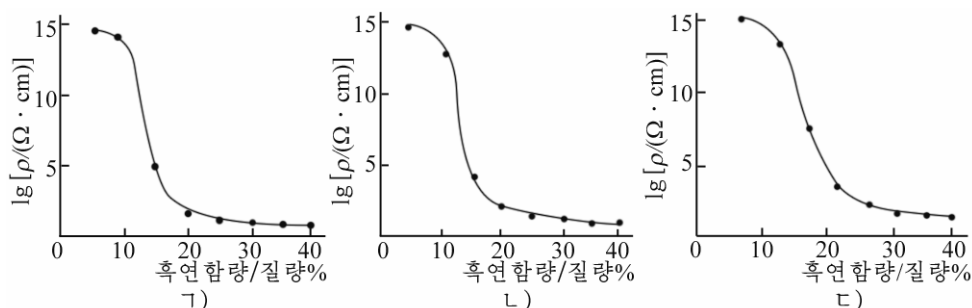


그림. 흑연함량에 따르는 비저항

ㄱ) PVDF중합물기지, ㄴ) PVC중합물기지, ㄷ) PP중합물기지

그림에서 보는바와 같이 매 시편들에서 흑연함량이 20질량%로 증가할 때 비저항은 급격히 감소하며 그 이상의 함량에서는 40질량%까지 느리게 감소한다. 쌍극판으로서의 기계적세기를 충분히 보장하려면 기지재료의 함량이 60질량%이상이어야 하므로 매 시편들에서 흑연첨가량을 25~40질량%로 설정하였다.

표. 설정된 흑연함량과 기지재료에 따르는 비저항변화

기지재료	비저항/( $\Omega \cdot \text{cm}$ )		
	25질량%	30질량%	35질량%
PVDF	1.40	0.12	—
PVC	0.85	0.10	—
PP	—	22.3	15.0

설정된 흑연함량과 기지재료에 따르는 비저항변화(표)를 고찰하면 흑연함량이 30질량%인 흑연PVC복합재료의 비저항이 가장 작다. 그것은 PVC가 다른 중합물기지에 비하여 유리화 온도이상에서 흑연분말에 대한 적심성이 좋아 흑연립자들의 분산이 강화되어 보다 치밀한 립체전도그물망을 형성하기때문이다. 바나듐축전지 전해액속에서 바나듐축전지쌍극판의 한 주일 후 질량증가는 0.3질량%이하여야 한다.[2] 질량이 4.43g이고 흑연함량이 30질량%인 흑연PVC복합재료시편을 류산바나듐용액( $\text{VO}_2^+$ 농도가 1.5mol/L, 류산농도 2.0mol/L)속에 한주일간 방치한 후 증류수로 세척하고 충분히 건조시킨 다음 질량을 측정한 결과 4.44g이었다. 이때 질량증가는 0.23질량%로서 산에 대한 저항성이 높으므로 바나듐쌍극판으로 리용가능하다.

## 맺는 말

바나듐축전지용쌍극판으로 리용할수 있는 기계적세기가 좋고 비저항이 작으며 화학적안정성이 좋은 흑연수지복합재료로서 폴리염화비닐이 가장 적합한 기지재료이며 흑연분말의 합리적인 첨가량이 30질량%일 때 비저항이  $0.1\Omega \cdot \text{cm}$ 로서 가장 작다.

## 참고 문헌

- [1] 권재정; 21세기 기능성재료, 김일성종합대학출판사, 156~163, 주체98(2009).
- [2] Peng Qian et al.; Journal of Power Sources, 175, 613, 2008.
- [3] Jingyu Xi et al.; Int. J. Electrochem. Sci., 8, 4700, 2014.

## **On Manufacturing Method and Resistivity Characteristics of the Bipolar Plate for Vanadium Redox Flow Battery**

*Ri Kwang Myong, Ri Kwang Hyok*

We found out that the PVC was the most suitable matrix material for manufacturing the bipolar plate for vanadium redox flow battery. The content of graphite is 30wt% and in this case the resistivity is  $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ .

Key words: VRB, bipolar plate, carbon-polymer composite material