

MWCNT가 첨가된 SPB/PVDF Composite Electrode의 물리적 및 전기적 특성

정영동*, 김동훈**, 신혜민***, 하경화, 도철훈*, 진봉수*, 김현수*, 문성인*, 김기원**, 오대희***
한국전기연구원 전지연구그룹, 경상대학교 금속재료공학과**, 부경대학교 공업화학과***

Mechanical and Electrical properties of MWCNT-added SPB/PVDF composite electrode

Young-Dong Chung*, Hye-Min Shin***, Dong-Hun Kim**, Kyung Hwa Ha**, Chil-Hoon Doh*,
Bong-Soo Jin*, Hyun-Soo Kim*, Seong-In Moon*, Ki-Won Kim**, and Dae-Hui Oh***
Korea Electrotechnology Research Institute*, Gyeongsang National University**,
Pukyong National University***

Abstract : Carbon/polymer based composite electrodes were fabricated by using Super p. Black(SPB) as a conductor and polyvinylidene fluoride (PVDF) as a binder. This type of composite electrode are considered as excellent candidates for heating film and variable resistor applications.

Aim of this work is the study of the Mechanical and Electrical properties on composite electrode by the contents of SPB and MWCNT, respectively. The composite electrode having 10~15 wt% of SPB show good electrical and mechanical properties. Mechanical and electrical properties are increased by the addition of MWCNT into the composite electrode.

Key Words : Heating film, SPB, MWCNT effect

1. 서 론

탄소는 전기발열체로 널리 사용되고 있고 특히 카본 섬유나 카본블랙이 포함되어 있는 폴리머 기질 복합체가 사용되고 있다.¹⁻⁵⁾ 다양한 전기부품에 탄소/고분자 복합 전극을 사용하고 있지만 일반 사용자는 이를 크게 인식하지 못하고 있다. 리튬이온이차전지의 음극으로 사용하는 탄소/고분자 복합 전극도 전기부품에 응용할 수 있으며, 특히 가변저항체에 대한 적용과 근래의 면상발열체⁶⁾ 등에 용이하게 응용할 수 있다. 면상발열체 산업의 경우 성장 단계로서 산업용으로 많이 사용하고 있으며, 가정용 바닥 난방⁷⁾이나 휴대용 발열 조끼⁸⁾ 등에 적용하기 위한 기술개발을 추진하고 있다.

본 연구에서는 탄소 재료로 super pure black(SPБ)을 사용하고, 고분자로 polyvinylidene fluoride(PVDF)를 사용한 탄소/고분자 복합 전극과 첨가제로 multi-walled carbon nanotube(MWCNT)를 사용하여 면상발열체의 지표 특성인 비저항과 기재에 대한 복합 전극의 접착강도 및 복합전극 자체에 대한 막의 강도에 대하여 연구하였다.

2. 실험

탄소 재료는 Super P black(SPБ, WILLEBROEK Co.)을, 고분자는 PVDF(Aldrich Inc.)를, 용매는 N-methyl pyrrolidone(NMP, Aldrich Inc.)를 사용하였다. SPБ의 함량을 5~40 wt%까지 변화시켜 다음과 같이 복합전극 제조를 행하였다. 유리 비이커에 NMP 50ml와 PVDF 0.5g을

넣고 magnetic bar로 24시간 동안 교반하여 고분자를 용해시킨 후, 이 용액을 혼합기(Thinky mixer)용 용기에 옮겨 담고 Super P black 일정량을 첨가하고 10분의 교반과 1분의 탈포 공정을 행하여 복합전극 제조용 슬러리를 제조하였다. 기재로 사용한 poly ethylene terephthalate (PET) 필름을 유리판에 고정시키고 어플리케이션으로 일정 두께로 코팅하고 100℃의 건조 오븐에서 6시간 동안 건조시켜 복합전극을 제조하였다. 제조한 복합전극의 두께를 마이크로미터로 측정하였고, 접착강도는 점착 테이프(3M Scotch™)를 이용하여 측정하였다. 복합전극을 일정 폭(3cm)과 길이(7cm)로 자른 후에 양쪽 말단에 실버 페이스트로 1 cm 폭으로 전극을 만들었다. 양쪽 말단의 전극 사이의 저항을 멀티미터로 측정하였다. 복합전극의 강도는 Micro-Vickers Hardness Tester(Mitutoyo Hardness Testing Machine HM)로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1에 복합전극의 조성에 따른 접착강도를 실험한 결과를 나타내었다. SPБ의 함량이 15% 이상일 경우에 접착강도가 저하됨을 알 수 있다. 또한 SPБ의 함량이 20% 이상일 경우에는 접착강도가 급격히 저하되었다.

그림 1과 그림 2에서 기재와 복합전극사이의 접착강도가 좋지 않은 경우, 복합전극이 기재에서 완전히 테이프로 전사하는 반면 표1에 나란한 No.12 조성과 같이 기재에 대한 접착강도가 큰 경우는 테이프로 전사되지 않았다.

복합전극 중의 SPБ 함량 증가에 따라 비저항은 감소

하였다(그림 3). 이는 전도체인 SPB가 많을수록 전자 전도 경로가 많아지기 때문이다. SPB의 함량이 14 wt%인

표 1 각조성에 따른 접착강도 및 전극성형

No	SPB	PVDF	접착강도 (O, Δ, X)	전극 성형
	wt%	wt%		
10	5	95	O	O
11	10	90	O	O
12	13	87	O	O
13	14	86	O	O
8	15	85	Δ	O
9	20	80	Δ	O
6	30	70	X	O
3	40	60	X	O
5	50	50	X	X

복합전극의 조성실험에서 비저항의 값이 0.8(Ohm*cm)로 이상적인 값을 나타내었다. 복합전극의 경도는 그림 4에 나타낸 바와 같이 SPB 함량에 증가량에 비례하여 저하하였으며, 이는 SPB의 입도가 마이크로미터 이하로 작고 입자간의 응집력이 고분자에 비해 낮기 때문으로 생각할 수 있다.

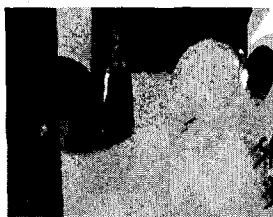


그림 1. No. 5 조성의 접착강도 실험 결과



그림 2. No. 12 조성의 접착강도 실험 결과

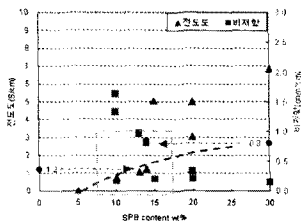


그림 3 SPB 함량에 따른 비저항 측정 결과

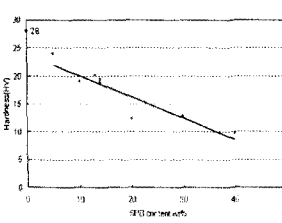


그림 4 SPB 함량에 따른 경도 실험 결과

그림 5와 그림 6은 SPB의 함량이 13wt%인 복합전극에 MWCNT를 2~8 wt%까지 첨가한 전극의 비저항과 경도를 나타낸 것이다. 첨가한 MWCNT의 양이 증가할수록 비저항 값은 감소하였다. 이는 첨가한 MWCNT가 탄소/고분자 전극의 전도경로에서 전도체의 역할을 한 결과이다. 그림 5는 MWCNT 첨가가 경도에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 첨가한 MWCNT 양이 증가할수록 경도 값은 증가하였다. 이는 MWCNT가 가지는 고유특성이 탄소/고분자 전극에 그대로 반영된 결과이다. 그림 6은 MWCNT를 12 wt%까지 첨가한 경우에 대한 경도 값을 외삽하여 나타낸 것으로 상용 면상발열체의 조건인 28 HV 까지 증가하는 것을 알 수

있다.

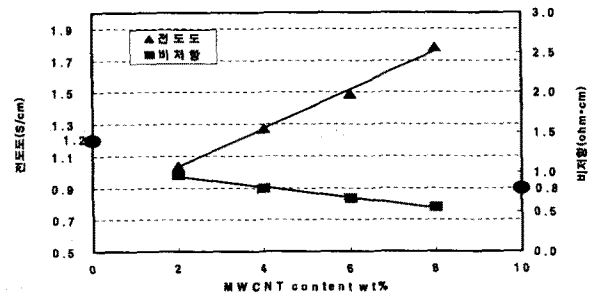


그림 5 MWCNT 함량에 따른 비저항 측정결과

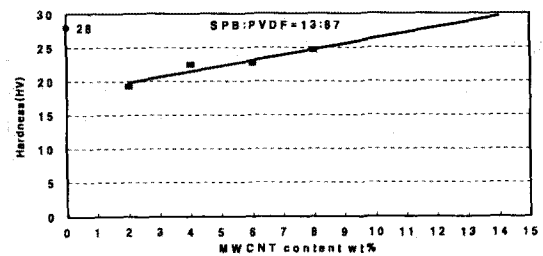


그림 6 MWCNT 함량에 따른 경도시험 결과

4. 결론

SPB/PVDF 복합전극은 SPB의 함량이 15 wt% 이하에서 전극성형이 수월하였고 PET film과의 접착강도 또한 우수하였다. 특히 SPB의 함량이 14 wt%인 경우 비저항 및 전도도가 각각 값이 약 0.8(Ohm*cm) 및 1.2(S/cm)로 상용 발열체제품의 값과 유사하였다. SPB의 함량이 13 wt%인 복합전극에 MWCNT를 첨가하여 비저항 및 경도를 측정된 결과 MWCNT의 양이 증가할수록 비전도도 값 및 경도 값이 비례하여 증가하였다.

참고 문헌

1. S.G. Santos F., J.W Swart J. Electrochem Soc 1990;137(4):1252-1255
2. Cattelino MJ, Miran GV, Smith B. IEEE Trans Electron dev 1991;38(10):2239-2243
3. Hung C-C, Dillechay ME, Stahl M. J Aircraft 1987;24(10):725-730
4. Xie J, Wang j, Wang X, Wanf H. Hecheng Shuzhi Ji Suliao(Synthetic Resin and Plastic) 1996;13(1):50-54
5. Prokushin VN, Shubin AA, Klejmenov VV. marmner EhNKhimicheskie Volkna 1992;6:50-51
6. 대한민국 특허출원번호 04-0058923호(2004.07.27)
이승재 외,
7. 대한민국 특허출원번호 05-0041524호(2005.05.18)
문환업 외,
8. 대한민국 특허출원번호 03-0004409호(2003.2.14)
김광선 외,