



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0076893  
(43) 공개일자 2012년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C01B 31/10 (2006.01) H01G 9/042 (2006.01)  
H01B 1/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0138656  
(22) 출원일자 2010년12월30일  
심사청구일자 2010년12월30일

(71) 출원인  
충북대학교 산학협력단  
충청북도 청주시 흥덕구 내수동로 52 (개신동)  
(72) 발명자  
이종대  
충청북도 청주시 흥덕구 가경동 벽산아파트  
105-701  
(74) 대리인  
윤의상

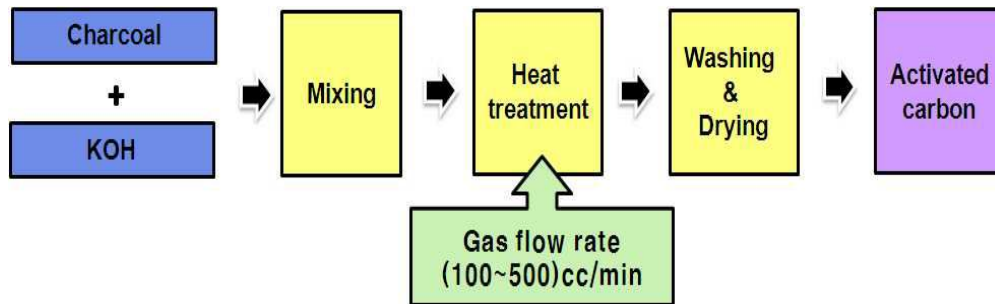
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **야자각 차콜을 이용한 커패시터용 활성탄 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 저가의 야자각 차콜을 활성화 시켜 커패시터 전극재료인 활성탄 제조에 관한 것으로서 활성화 조건에 따른 비표면적과 기공크기를 자유롭게 조절하여 커패시터 전극재료에 맞는 고 비표면적(1500m<sup>2</sup>/g이상)과 기공크기(1.5~5nm)를 갖는 활성탄을 제조하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 야자각 차콜을 사용하여, 활성화 약품의 종류와 조성, 활성화기체, 활성화온도, 승온방법 등을 조절하여 제조된 활성탄의 다양한 비표면적과 기공구조를 제공할 수 있다. 이와 같이 제조된 활성탄은 고성능 커패시터 전극재료로 사용하기 위한 고 비표면적(1500~3000m<sup>2</sup>/g)과 적당한 크기의 메조기공(1.5~5nm)이 발달된 특성을 부여할 수 있다.

**대표도** - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

0.3~0.5F/cm<sup>2</sup>(100~200F/g)의 충전능력을 갖는 슈퍼커패시터 전극소재로 사용하기 위한 것으로, 1500~3000m<sup>2</sup>/g의 고 비표면적과 1.5~5mm의 메조기공을 갖고 있는, 커패시터용 활성탄 제조방법으로서,  
 수산화칼륨(KOH)과 야자각 차콜을 중량비로 0.2~10:1로 하여 분쇄 및 혼합하는 단계(S1);  
 상기 혼합물을 튜브 로에서 700~900℃의 온도에서 활성화하여 활성탄을 제조하는 단계(S2);  
 상기단계(S2)에서 제조된 활성탄의 불순물을 제거하는 단계(S3); 그리고,  
 상기단계(S3) 후 수세하고 건조하는 단계(S4)를 포함함을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서, 상기단계(S1)에서의 야자각 차콜은 크기가 0.6mm 이하의 분말 또는 1~5mm의 입상입을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서, 상기단계(S2)에서의 활성화는 아르곤 및/또는 질소가스를 100~1000cc/분의 유량으로 주입하여 반응분위기를 조절하면서 행하는 것임을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서, 상기 활성화는 0.1~10℃/분으로 승온하여 활성화온도에서 30~180분간 유지시킨 후 서냉하는 것임을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서, 상기단계(S3)에서의 중화 및 불순물 제거는 3~5M 염산으로 70~100℃에서 20~60분 처리하는 것임을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서, 상기단계(S4)에서의 수세는 pH 7까지 행하는 것이며, 상기건조는 건조기에서 80~110℃의 온도로 10~15시간 행하는 것임을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 야자각 차콜을 원료로 화학적 활성화 방법을 이용하여 비표면적과 메조기공을 조절하여 고 비표면적과 메조기공이 발달된 활성탄의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 저가의 야자각 차콜을 사용하여 다양한 활성조건을 활용하여 다양한 고 비표면적(1500~3000m<sup>2</sup>/g), 메조기공(1.5~5nm)이 발달된, 고 용량 슈퍼 커패시터 전극소재로 활용할 수 있는 활성탄의 제조방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 전기 전자 기술의 발달로 각종 개인용 단말기와 휴대용 전자기기가 보편화되고 더불어 하이브리드 전기자동차에 관한 연구가 활발히 진행됨에 따라 전지 시장과 그에 따른 에너지 저장장치의 적용 분야가 확대되고 있다. 최근에 전기적 에너지 저장장치로 저에너지 밀도 특성의 재래식 커패시터(Condenser)와 저출력 밀도 특성을 갖는 이차전지의 단점을 보완하여 순간적인 고출력 충·방전이 가능한 에너지 전기화학 커패시터가 연구되고 있다. 전기화학 커패시터는 전기 이중층 커패시터와 유사축전의 두 형태로 나누어진다. 전기 이중층 커패시터는 활성탄과 같이 상대적으로 전기 전도성이 좋으며 이온과 접촉되는 비표면적이 매우 큰 다공성 물질을 양극과 음극의 전극 소재로 사용함으로써 전기 이중층 원리에 따라 축전되는 전하의 양을 극대화한 전기화학 커패

시터이다.

[0003] 전기 이중층 커패시터 기술 개발은 활성탄 전극, 전해액, 분리 막 제조기술 등의 분야로 나누어진다. 활성탄 전극에 관한 기술개발은 비표면적, 기공크기 분포, 기공부피, 전기 전도도에 관하여 주로 진행되었고, 균일한 전압, 집전체에 대한 부착력, 낮은 내부 저항 등의 특성을 갖도록 개발이 진행되고 있다. 전기이중층 커패시터의 전극물질인 활성탄의 기공구조와 전기화학특성과 상관관계를 규명하려는 많은 연구가 진행되고 있다. 최근의 연구결과에 따르면 비표면적이 증가하면 충전용량도 증가하다가 어느 정도 비표면적 이상이 되면, 메조기공의 분율의 증가가 충전용량에 크게 영향을 미친다고 보고 되고 있다. 또한 수용성 전해질보다 이온반경이 큰 유기 전해질의 경우 마이크로 기공에서 전하의 흡착에 많은 저항을 받지만, 비표면적이 크고 메조기공이 발달된 활성탄은 상대적으로 전하이동의 저항을 적게 받아 충전용량이 향상된다는 것이다.

[0004] 일반적으로 활성탄의 비표면적과 마이크로 기공 또는 메조기공의 크기 또는 분율을 조절하는 방법으로 서로 다른 종류의 고분자를 물리적 또는 화학적으로 혼합하여 고분자를 탄화 시키는 고분자 블렌드 탄화법, 전이금속 및 희토류 금속을 촉매로 사용하여 고온에서 활성화 시키는 촉매 활성화법, Resorcinol과 Formaldehyde를 혼합할 때 pH를 조절하여 활성탄의 기공과 비표면적을 조절하는 졸-겔 활성화법, 실리카 매트릭스를 사용하는 Template탄화법 등으로 분류될 수 있다. 최근에 화학적 약품 활성화 처리를 통한 고용량 소재의 합성이 새롭게 선보이면서 고 비표면적과 메조기공이 발달된 활성탄을 제조기술이 관심의 초점이 되고 있다. 따라서 본 발명은 야자각 차콜을 원료로 화학적 활성화 방법을 이용하여 비표면적과 메조기공을 조절하여, 고용량 슈퍼커패시터 전극소재로 활용할 수 있는 고 비표면적과 메조기공이 발달된 활성탄을 제조공정의 내용을 포함하는 것이다.

[0005] 본 발명과 관련된 선행기술로는 등록특허 제10-599254호가 있는데, 목표로 하는 것과 성분비에서 본 발명과는 차이가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 본 발명은 현재 전기에너지 저장장치인 전기이중층 커패시터에 사용되는 전극재료 활성탄을 야자각 차콜로부터 화학약품을 사용하여 활성화시켜 제조하는 기술로서 다양한 활성조건을 활용하여 고 비표면적 활성탄과 메조기공이 발달된 활성탄을 제조하여 전기적 에너지 충·방전 시 전하들의 확산저항 감소와 고용량 화 커패시터를 제조하기 위한 전극소재용 활성탄 제조방법에 관한 것이다. 따라서 본 발명의 목적은 가격적 경쟁력이 있는 야자각 차콜을 활용하여 활성화 약품의 종류와 조성, 활성기체, 활성온도, 승온방법 등의 변화에 따른 활성탄 제조기술을 확립하여 고가의 활성탄을 대체하고 고용량의 커패시터를 실현하기 위한 커패시터용 활성탄 제조방법을 제공함에 있다. 본 발명에 의해 제조된 활성탄은 기존의 활성탄이 고 비표면적이면 마이크로 기공이 발달되고, 메조기공이 발달되면 비표면적이 작은 특성을 향상시켜, 고 비표면적(1500~3000m<sup>2</sup>/g)이면서 동시에 상대적으로 전극표면까지 전하이동 저항이 감소되는 것으로 알려져 있는, 1.5~5nm의 평균 메조기공을 갖는 전극재료를 제조함으로써 고부가가치의 고성능 커패시터에 적용하여 제품의 가격경쟁력과 세계적인 기술 경쟁력을 확보하는데 활용할 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 상기한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명은;
- [0008] 0.3~0.5F/cm<sup>2</sup>의 충전능력을 갖는 슈퍼커패시터 전극소재로 사용하기 위한 것으로, 1500~3000m<sup>2</sup>/g의 고 비표면적과 1.5~5nm의 메조기공을 갖고 있는, 커패시터용 활성탄 제조방법으로서,
- [0009] 수산화칼륨(KOH)과 야자각 차콜을 중량비로 0.2~10:1로 하여 분쇄 및 혼합하는 단계(S1);
- [0010] 상기 혼합물을 튜브 로에서 700~900℃의 온도에서 활성화하여 활성탄을 제조하는 단계(S2);
- [0011] 상기단계(S2)에서 제조된 활성탄의 불순물을 제거하는 단계(S3); 그리고,
- [0012] 상기단계(S3) 후 수세하고 건조하는 단계(S4)를 포함함을 특징으로 하는 커패시터용 활성탄 제조방법을 제공한다.
- [0013] 상기단계(S1)에서의 중량비는, KOH/야자각 차콜의 중량비에 따라 제조되는 활성탄의 비표면적과 기공크기에 매우 영향이 크므로, 중량비가 작은 경우 1부터 큰 경우에 미치는 영향을 연구하였으며, 중량비가 너무 크면

밀도가 작아지고 수율이 낮아져 사용할 수 없기 때문에 상기범위로 한다.

- [0014] 상기에서의 KOH는 액상을 사용할 수도 있다.
- [0015] 또한, 상기단계(S1)에서의 야자각 차콜은 크기가 0.6~5mm인 것을 사용함이 바람직한데, 분말인 경우 0.6mm 이하, 입상인 경우 1~5mm로 실시하였으나 입도에 의한 큰 차이는 없다.
- [0016] 또한, 상기단계(S2)에서의 활성화는 아르곤 및/또는 질소가스를 100~1000cc/분의 유량으로 주입하여 반응분위기를 조절하면서 행하는 것이 바람직한데, 환원분위기하에서 산화되는 것을 방지하기 위해서이고, 상기 유량의 범위가 활성화의 최적범위로 판단되었다.
- [0017] 또한, 상기단계(S2)에서의 활성화는 0.1~10℃/분으로 승온하여 활성화온도에서 30~180분간 유지시킨 후 서냉하는 것이 바람직한데, 가장 바람직한 활성화는 5℃/분이다.
- [0018] 상기에서 활성화처리시간이 30분 이하이면 충분한 반응이 일어나지 않고, 3시간 이상에서는 활성화 반응이 모두 진행되어 효과가 없으므로 상기시간으로 활성화한다.
- [0019] 또한, 상기단계(S3)에서의 중화 및 불순물 제거는 3~5M 염산으로 70~100℃에서 20~60분 처리하는 것이 바람직한데, 이는 활성화물질로 KOH 등의 알칼리 성분을 사용하므로 중화시키면서 불순물인 회분(ash)을 제거하기 위함이며, 상기 농도, 온도 및 시간에서 가장 효과가 있으므로 상기와 같이 한다. 여기서 염산의 농도가 높으면 처리시간을 짧게 하는 방법으로 상기 범위에서 염산농도와 처리시간을 조절할 수 있다.
- [0020] 또한, 상기단계(S4)에서의 수세는 pH 7까지 행하는 것이며, 상기건조는 건조기에서 80~110℃의 온도로 10~15시간 행함이 바람직한데, 상기 온도 및 시간범위에서 pH 7이 잘 되었으므로 상기와 같이 행한다. 여기서 온도가 낮으면 건조가 충분하지 않고 온도가 높으면 연소될 우려가 있다.

**발명의 효과**

- [0021] 본 발명의 화학적 활성화 제조방법에 의해 만들어지는 활성탄은 저가의 야자각 차콜을 사용하여 고 비표면적(1500~3000m<sup>2</sup>/g)과 1.5~5nm 크기의 메조기공이 발달된 활성탄을 갖는 제조하는 효과를 갖는다. 일반적으로 고 비표면적의 활성탄의 경우 1.5nm 이하의 마이크로 기공이 발달되는 경향이 있는데 본 발명에서는 비표면적이 크면서 메조기공이 발달되어 슈퍼 커패시터의 전극으로 사용될 경우 전하들의 확산 저항을 줄이고, 고 비표면적에 의한 전기 이중층 효과로 고 용량을 실현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0022] 도 1은 본 발명의 KOH 화학약품 처리공정도.
- 도 2는 본 발명의 고 비표면적 활성탄을 이용한 슈퍼커패시터 제조하는 공정도.
- 도 3은 본 발명으로 제조된 활성탄을 이용해 제조된 슈퍼커패시터의 단위면적당 충·방전 능력을 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 3인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프.
- 도 4는 제조된 슈퍼커패시터의 단위질량당 충·방전 능력을 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 3인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프.
- 도 5는 제조된 슈퍼커패시터의 단위면적당 사이클 테스트를 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 3인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프.
- 도 6은 본 발명의 제조된 슈퍼커패시터의 단위면적당 충·방전 능력을 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 4인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프.
- 도 7은 제조된 슈퍼커패시터의 단위질량당 충·방전 능력을 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 4인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프.
- 도 8은 제조된 슈퍼커패시터의 단위면적당 사이클 테스트를 KOH/야자각 차콜의 중량비율이 4인 경우 Ar 유량에 따라 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0023] 본 발명은 상기한 바와 같이 야자각 차콜을 가지고 화학적 활성화 방법을 사용한 고 비표면적이면서 메조기공이 발달된 활성탄을 제조하여 고 용량 슈퍼 커패시터 전극으로 활용하는 것을 특징으로 한다. 이하, 실시예를

통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.

[0024] [실시예 1] 야자각 차콜로부터 활성화 약품 KOH를 사용한 활성탄 제조

[0025] 본 실시예에서는 야자각 차콜을 사용하였고, 비표면적이 크고 마이크로 기공이 발달된 특성을 가진 활성탄을 제조하기 위하여 KOH를 사용하였다. 야자각 차콜을 2~8g 준비하고 이를 기준으로 KOH의 비율을 정하였다. 야자각 차콜을 활성화 약품인 KOH와의 중량비(KOH/야자각 차콜)를 각각 0.2~10으로 변화시키면서, 기계적으로 충분히 분쇄 및 잘 혼합하여 부식성에 저항이 큰 재질로 된 용기에 담아 튜우브 로에 넣었다. 야자각 차콜을 열처리를 하는데 불활성 기체인 Ar 가스를 사용하였고 반응 시에 200cc/min 유량으로 고정하여 (표 1)하는 반면 또다른 실시예(표 2)에서는 Ar 유량을 100~1000cc/분으로 변화시키면서 주입시켜 반응 분위기를 조절하였다. 활성화 온도는 750℃로 하였고, 열처리 조건은 5℃/min 으로 승온하여 활성화 온도에 도달한 뒤에 약 100 분 동안 유지시킨 후 서서히 냉각시켰다.

[0026] 열처리가 끝난 제조된 활성탄은 3~5M의 HCl로 80℃에서 50분간 처리하여 불순물을 제거한 후 pH 7이 될 때까지 충분히 수세한 후 80~110℃로 세팅된 오븐에서 약 12시간 동안 건조시켰다. 이때 염산농도와 처리시간을 적당히 조절하면서 불순물을 제거하였다. 상기와 같이 본 발명에 의해, 활성화 약품인 KOH로 활성탄을 제조하고, 염산으로 불순물을 제거한 후 제조된 활성탄을 BET, SEM 및 EDS를 사용하여 표면 특성, 활성탄의 비표면적, 기공부피(pore volume), 평균 기공 크기(mean pore size), 메조기공 분율(mesopore fraction), 표면조성 변화 등을 조사하였다.

[0027] 표 1과 2는 본 발명의 활성탄 제조방법으로 실시하여 생성된 활성탄의 물성을 나타낸 것으로, 야자각 차콜에 대한 활성화 약품 KOH 중량비와 Ar 기체의 유량에 따른 비표면적과 평균기공크기를 보여주고 있다.

표 1

[0028] KOH의 중량비에 따른 비표면적과 평균기공크기

KOH/야자각차콜	Ar 유량(cc/min)	비표면적(m <sup>2</sup> /g)	평균기공크기(nm)
1/1	200	764	2.24
2/1	200	1896	2.15
4/1	200	2785	2.08
6/1	200	3067	1.82
8/1	200	2798	1.84
10/1	200	2701	1.87

표 2

[0029] Ar 기체 유량에 따른 비표면적과 평균기공크기

KOH/야자각차콜	Ar 유량(cc/min)	비표면적(m <sup>2</sup> /g)	평균기공크기(nm)
4/1	100	2302	2.17
4/1	200	2785	1.97
4/1	400	2838	1.96
4/1	600	2925	1.85
4/1	1000	2975	1.79

[0030] 크기와 회분 조성이 다른 두 가지 야자각 차콜을 가지고 활성화 실험을 하였다. 각각의 포함된 회분은 2~4% 이고, 화학적 활성화 방법을 적용할 때, 사용된 차콜의 입도 분석결과는 구성입자가 1mm 이하인 분말인 경우와 1~5mm인 입도분포를 갖는 경우로 제조된 활성탄기공 구조특성은 크게 차이가 없었다. 또한 활성화 약품과 야자각 차콜의 혼합방법으로 활성화 약품을 수용액 상태로 야자각 차콜과 충분히 교반한 후 침착하는 방식과, 단순히 분쇄·혼합하는 물리적 방법으로 활성탄을 제조하였다. 침착방법은 물수를 정한 다음 물 10ml당 활성화 KOH 약품의 양을 넣고 혼합한 용액에 야자각 차콜을 중량비로 넣고, 1~2시간 동안 충분히 교반한 후, 100℃에서 불활성 기체 분위기 또는 공기 분위기에서, 10~30시간동안 충분히 건조하여 화학약품이 침착된 야자각

을 제조한다. 제조된 야자각을 튜브 로에 넣고 활성화시켜 활성탄을 제조한다. 각각의 방식에 의하여 제조된 활성탄의 물성 결과는 KOH/야자각 차콜=4/1이고, 불활성 기체인 Ar 유량이 200cc/min인 경우 침착 활성탄의 비표면적이 1787g/m<sup>2</sup>로 물리적으로 방법으로 제조된 같은 조건의 표 2에 결과 2785와 비교할 때 활성화가 감소된 것을 알 수 있었다. 수용액 상태에서 침착방법에 의해 제조된 활성탄 보다, 물리적인 방법에 의해 제조된 활성탄이 비표면적이 크고, 기공이 잘 발달된 것으로 나타나고 있다.

[실시예 2] 제조된 활성탄을 이용한 슈퍼커패시터 전지제조

도 2는 본 발명에 의해 제조된 활성탄을 사용하여 슈퍼커패시터 전극의 특성을 측정하기 위한 공정도이다. 전극물질인 활성탄 : 도전재 : 바인더 = X : Y : Z의 비율로 혼합하여 슬러리를 만들었다. 여기서 X=70~80중량%, Y=15~20중량%, Z=5~10중량%, X+Y+Z=100중량%이다. 제조된 슬러리를 300rpm의 속도로 균일하게 혼합한 후 집전체로 사용된 알루미늄 호일에 코팅하였다. 코팅된 전극은 100℃의 오븐 건조시킨 후 150℃, 200kgf/cm<sup>2</sup> 핫 프레스(Hot press)를 사용하여 일정한 두께(100μm)를 갖도록 압착한다. 압착된 전극을 2×2cm<sup>2</sup>의 크기로 재단한 후 3×3cm<sup>2</sup>의 크기로 준비된 분리막과 함께 130℃의 진공 건조기에서 24시간 건조시킨 후 단위 셀을 제작하였다. 단위 셀 제조의 모든 공정을 아르곤 분위기하의 글러브 박스 내에서 진행하여 유기 전해질이 공기 중의 수분과 접촉하는 것을 방지하였다. 유기 전해질이 공기 중에 노출되어 수분과 접촉하면 단위 셀의 충·방전 시 물의 전기분해로 전극 사이에 H<sub>2</sub>가스가 발생되며, 이것은 전극 특성을 떨어뜨리는 것뿐만 아니라 단위 셀 폭발의 위험성이 있기 때문이다.

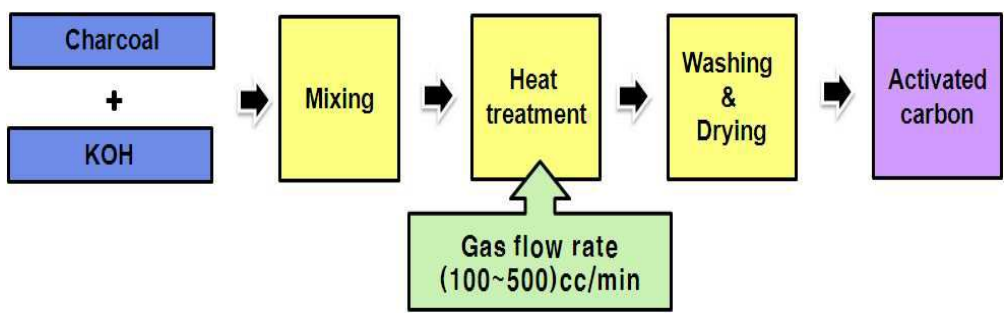
합성된 활성탄은 KOH/야자각 차콜의 중량비가 6/1 이상인 경우 활성탄의 수율이 50% 이하로 급격히 감소하는 경향을 보였다. 또한 전극밀도도 매우 낮아 전극제조에 어려움이 있었다. 도 3, 4, 5는 KOH/야자각 차콜의 비가 2/1일 경우 단위 면적당, 전극 질량당 충방전 용량과 사이클 테스트를 가스유량에 따른 결과를 도시하였으며, 도 5, 6, 7은 KOH/야자각 차콜의 비가 4/1일 경우 전기화학적 충·방전 특성을 나타냈다.

상기 도면 3과 6에서 보는 바와 같이 Ar 유량에 따라 전극 두께 100μm(활성탄 전극은 80μm + 알루미늄 전극 20μm)를 기준으로 할 경우 0.3~0.5F/cm<sup>2</sup>의 충전용량을 나타내고 있으며, 이는 일본의 MSP-20(Kansai Coke&Chem)을 전극으로 사용한 경우 0.37F/cm<sup>2</sup> 정도의 충전용량을 나타내는 것보다 비슷하거나 훨씬 우수한 특성을 나타낸다. 일본 제품의 비표면적이 2200 정도인 것을 감안하면 비표면적도 더 큰 활성탄을 제조할 수 있으며, 가격도 매우 저렴해 가격 경쟁력도 갖는 기술이다. 도 4와 7은 활성탄 전극만의 무게를 기준으로 측정할 경우 최근 전기이중층 및 하이브리드 커패시터에서 세계최고 수준의 충전용량이 100~200F/g 정도인 것을 감안할 때, 100~200F/g의 충전용량을 갖는 것은 가격이 싼 야자각 차콜을 활성화시켜 제조된 활성탄을 사용한 커패시터 전극이 매우 우수한 충전능력을 갖고 있음을 알 수 있다. 또한 충·방전 안정성 사이클 테스트에서도 안정적인 특성을 나타내고 있다.

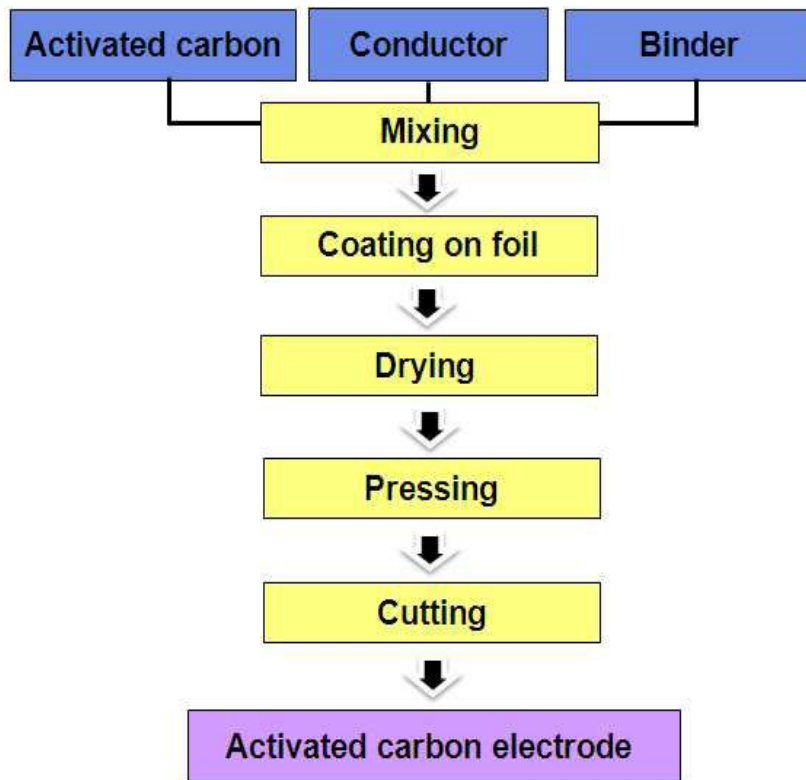
본 발명의 상기 언급된 활성화 약품과 활성기체들의 조성을 조절하여 고 비표면적(1500~3000m<sup>2</sup>/g)과 1.5~5nm 크기의 메조기공이 발달된 활성탄을 제조하고, 이와 같이 제조된 활성탄을 사용하여 슈퍼 커패시터에서 전극을 만들어 고가의 수입 활성탄 및 활성탄소섬유로 된 전극 성능보다 우수한 고용량 커패시터 전극소재를 제공할 수 있게 한다.

도면

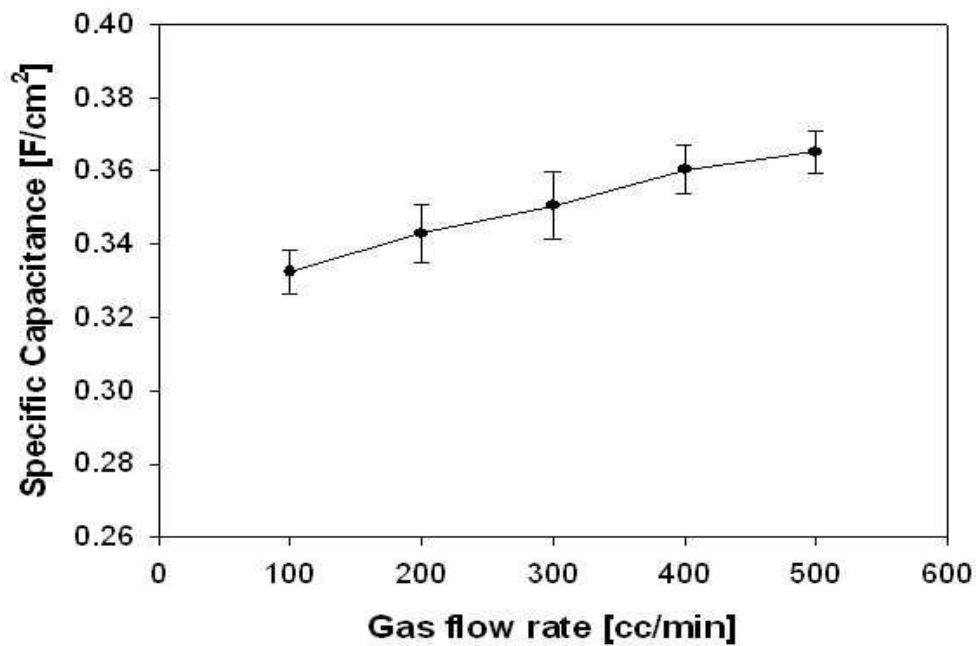
도면1



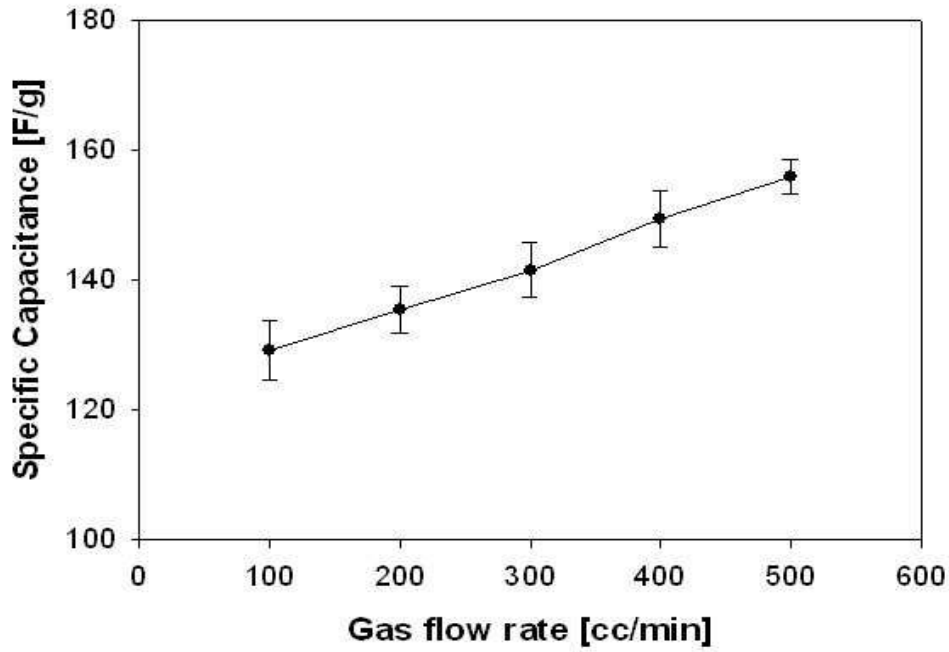
도면2



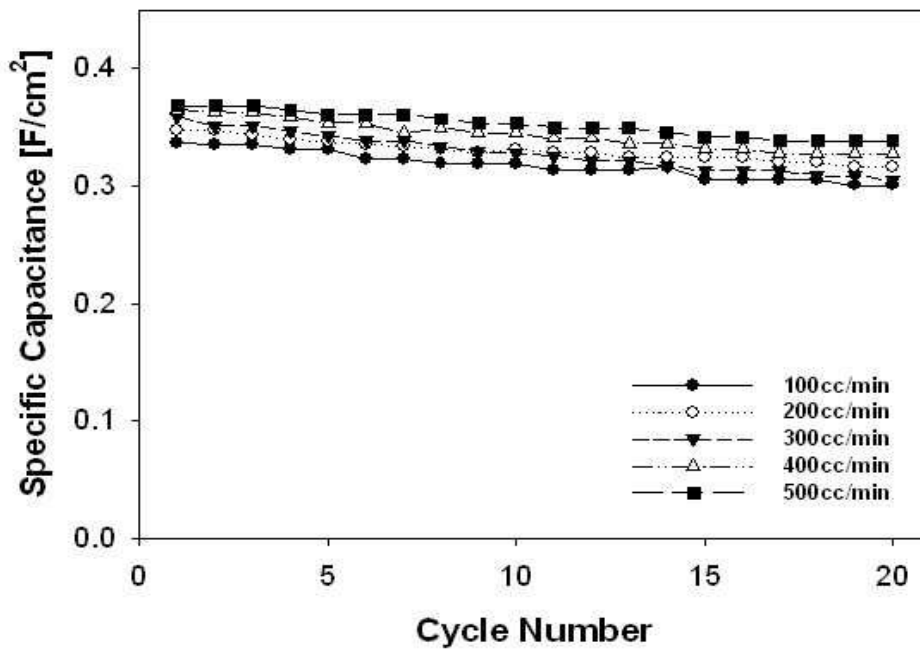
도면3



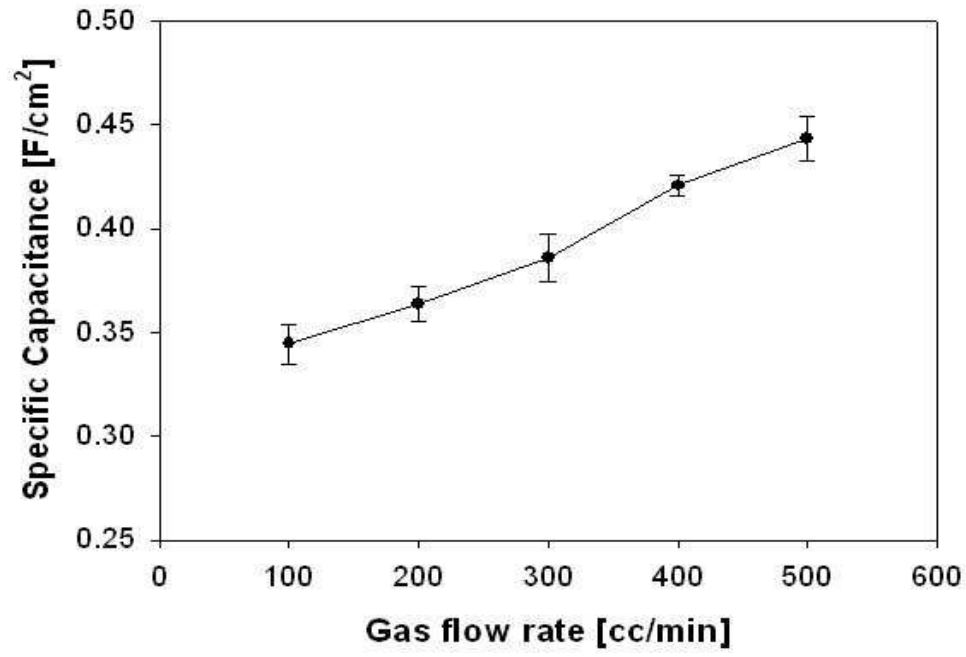
도면4



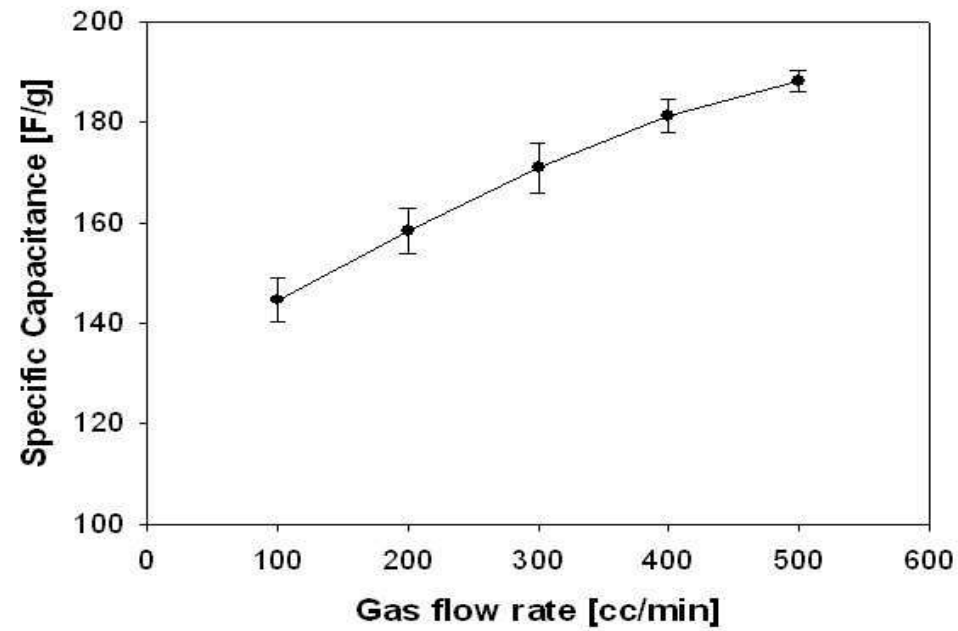
도면5



도면6



도면7



도면8

