



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2010년07월20일  
 (11) 등록번호 10-0971008  
 (24) 등록일자 2010년07월12일

(51) Int. Cl.

*H01G 9/058* (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2008-0041160
- (22) 출원일자 2008년05월02일  
심사청구일자 2008년05월02일
- (65) 공개번호 10-2009-0115348
- (43) 공개일자 2009년11월05일
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2002043192 A\*  
JP111999121301 A\*  
JP2007254866 A\*  
KR1020030085252 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

성균관대학교산학협력단

경기 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교내

(72) 발명자

이호영

경기도 수원시 장안구 율전동 대우이안아파트 105동 301호

서수정

경기 수원시 권선구 호매실동 LG삼익아파트 112동 1701호

(74) 대리인

특허법인다울

전체 청구항 수 : 총 8 항

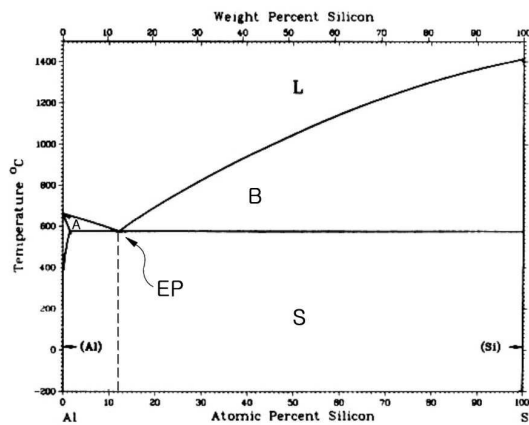
심사관 : 이우식

**(54) 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 공정(eutectic) 반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극형성방법에 관한 것으로, 본 발명에 따른 전기이중층 커패시터 전극제조방법은, 알루미늄 호일(foil)을 준비하는 단계와; 상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계와; 상기 실리콘 입자가 도포된 알루미늄 호일 표면에 활성화탄소(activated carbon) 입자들을 도포하는 단계와; 상기 실리콘 입자 및 활성화탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리를 통한 공정 반응을 수행하여, 상기 활성화탄소입자들을 상기 알루미늄 호일 표면에 부착시켜 알루미늄-탄소 복합체 전극을 형성하는 단계를 구비한다. 본 발명에 따르면, 공정이 간단하고, 공정시간이 짧은 장점이 있다. 또한 대형화, 양산화, 및 경제성 측면에서 우수한 전기이중층 커패시터 전극의 제조가 가능하다.

**대표도 - 도2**



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전기이중층 커패시터 전극제조방법에 있어서:

징케이트 처리된 알루미늄 호일을 준비하는 단계와;

상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계와;

상기 실리콘 입자가 도포된 알루미늄 호일 표면에 활성탄소 입자들을 도포하는 단계와;

상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대해 580 내지 600℃에서 열처리를 통한 공정 반응을 수행하여, 상기 활성탄소입자들을 상기 알루미늄 호일 표면에 부착시켜 알루미늄-탄소 복합체 전극을 형성하는 단계를 구비함을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계에서, 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 솔벤트에 분산시켜 잉크젯(ink-jet)방식으로 도포함을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

### 청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계에서, 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 플럭스(flux)에 분산시켜 잉크젯(ink-jet)방식으로 도포함을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

### 청구항 5

청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,

상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리가 RTA (Rapid Thermal Annealing) 장치를 이용하여 수행됨을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극 제조방법.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 활성탄소입자들의 상기 알루미늄 호일 표면에서의 부착은 상기 알루미늄 호일 양쪽 표면 모두에 대해 수행됨을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

### 청구항 8

청구항 1에 있어서, 상기 징케이트 처리가,

상기 알루미늄 호일 표면의 자연산화막을 제거하는 단계와;

상기 자연산화막이 제거된 알루미늄 호일을, 징케이트 용액에 침지하여, 아연이 상기 알루미늄 호일 표면에 석출되도록 하는 제1징케이트 처리단계를 구비함을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

**청구항 9**

청구항 8에 있어서, 상기 제1징케이트 처리 단계 이후에,  
 상기 제1징케이트 처리된 알루미늄 호일을 산세 처리하는 단계와;  
 상기 석출된 아연을 산화 용해시키는 단계와;  
 상기 제1징케이트 처리단계와 동일한 조건에서 제2징케이트 처리를 수행하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

**청구항 10**

청구항 9에 있어서,  
 상기 징케이트 용액이 산화아연(ZnO)을 수산화나트륨(NaOH)용액에 용해한 물질임을 특징으로 하는 전기이중층 커패시터 전극제조방법.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극형성방법에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는, 공정이 간단하고, 공정시간이 짧으며, 전기적 특성이 우수한 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극형성방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근의 휴대용 전자 및 통신기기, 전기자동차 등의 구동용 전원은 고에너지 밀도 뿐 만아니라 고효율의 에너지를 요구하고 있다. 이러한 요구에 부응하여 최근 개발되고 있는 에너지 저장장치는 전기화학적 원리를 이용한 리튬계 이차전지와 슈퍼 커패시터(super-capacitor)가 대표적이다.

[0003] 상기 리튬계 이차전지의 경우에는 고효율 에너지를 제공할 수 있는 능력이 부족하며, 가혹한 환경에서 작동시에는 전지수명의 현저한 저하를 초래하게 되는 단점이 있다. 상기 슈퍼커패시터는 전극/전해질 계면에서의 가역적인 페러데이(faradaic) 산화/환원반응을 이용하는 것으로, 상기 이차전지에 비해 에너지 밀도는 떨어지나, 월등히 높은 출력밀도를 보유하고 있어 고효율의 에너지를 공급할 수 있으며, 충전/방전시간 및 그 수명에 있어서도 월등히 우수한 값을 나타내는 것으로 알려져 있다.

[0004] 상기 슈퍼커패시터는 크게 3가지 종류로 나눌 수 있다. 전극/전해질 계면부근의 전기이중층(electric double layer)에서의 정전기적 인력에 의한 전하의 분리(charge separation)에 의하여 전기적 에너지가 축적되는 전기이중층 커패시터(EDLC: electric double layer capacitor)와, 전극/전해질 계면에서의 가역적인 전기화학적 산화/환원(redox) 반응에 의해 전기적 에너지가 축적되는 의사커패시터(pseudo-capacitor)와 하이브리드커패시터

(hybrid-capacitor)가 있다.

- [0005] 특히 상기 전기 이중층 커패시터는, 양극측의 분극성 전극과, 음극측의 분극성 전극과, 이들 전극 사이에 설치된 세퍼레이터를 갖는 커패시터 소자를 구비한다. 2개의 분극성 전극은 세퍼레이터를 사이에 끼고 서로 대향하고 있다.
- [0006] 상기 분극성 전극 즉, 전기 이중층 커패시터용의 전극은, 활성탄 등의 전극 활물질이 바인더에 의해 집전체에 부착된 구조를 갖고 있다. 따라서 활성탄 등의 전극 활물질을 집전체에 결합 또는 부착시키는 것이 필요한데, 종래에는 바인더가 사용되었다. 상기 바인더로는, 일반적으로 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리불화비닐리덴 등의 불소계 폴리머가 사용되고 있다. 그러나 상기 바인더를 사용하는 경우, 사용량이 적으면 집전체와의 결합성이 충분하지 않고, 사용량이 많으면 전극의 내부 저항이 높아진다는 문제가 있다. 또한, 이들 폴리머를 이용하여 수득되는 전극의 평활성이 불충분해져, 전극이 불균일하게 되고 커패시터 제작시 단락할 우려가 있었다.
- [0007] 이러한 문제점을 극복하기 위한 종래기술로서는 일본특허공개 제2006-100477호(2006.4.13)가 있다.
- [0008] 상기 일본특허공개 제2006-100477호는 알루미늄 호일에 탄소를 코팅하고 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> 가스를 주입한 상태에서 열처리를 수행하면, 알루미늄 표면에 휘스커가 발생되어 종래의 바인더 대신에 탄소원자를 고정시키는 기술이다. 상기 기술은 종래의 바인더를 사용함에 따른 문제점을 해결할 수 있으나, 공정을 위해 C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> 등의 가스가 필요하고, 공정시간이 7시간 정도로써 오래 걸리며, 상기 휘스커에 의해 고정되는 탄소층이 여러 층이 존재하게 되어 콘택저항이 큰 문제점이 생길 수 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- [0009] 따라서 본 발명의 목적은 상기한 종래의 문제점을 극복할 수 있는 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극 제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0010] 본 발명의 다른 목적은 공정시간을 짧게 할 수 있는 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 알루미늄과 실리콘 입자의 공정반응을 이용하여 활성탄소를 부착 또는 고정시키는 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 목적은 저온(600℃ 이하)에서 알루미늄-탄소 복합 전극을 제조할 수 있는 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극제조방법을 제공하는 데 있다.
- [0013] 본 발명의 또 다른 목적은, 대형화, 양산화, 및 경제성 측면에서 우수한 공정반응을 이용한 전기이중층 커패시터 전극제조방법을 제공하는 데 있다.

**과제 해결수단**

- [0015] 상기한 기술적 과제들의 일부를 달성하기 위해 본 발명에 따른 전기이중층 커패시터 전극제조방법은, 알루미늄 호일(foil)을 준비하는 단계와; 상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계와; 상기 실리콘 입자가 도포된 알루미늄 호일 표면에 활성탄소(activated carbon) 입자들을 도포하는 단계와; 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리를 통한 공정반응을 수행하여, 상기 활성탄소입자들을 상기 알루미늄 호일 표면에 부착시켜 알루미늄-탄소 복합체 전극을 형성하는 단계를 구비한다.
- [0016] 상기 알루미늄 호일은 정케이트 처리된 알루미늄 호일일 수 있다.
- [0017] 상기 알루미늄 호일 전면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계에서, 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 솔벤트에 분산시켜 잉크젯(ink-jet)방식으로 도포할 수 있다.
- [0018] 상기 알루미늄 호일 전면에 실리콘(Si) 입자들을 도포하는 단계에서, 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 플럭스(flux)에 분산시켜 잉크젯(ink-jet)방식으로 도포할 수 있다.

- [0019] 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리는 RTA( Rapid Thermal Annealing) 장치를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0020] 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리는 580 내지 600℃ 의 온도에서 수행될 수 있다.
- [0021] 상기 활성탄소입자들을 알루미늄 호일 표면에 부착시키는 것은 상기 알루미늄 호일 양쪽 표면 모두에 대해 수행될 수 있다.
- [0022] 상기 징케이트 처리는, 상기 알루미늄 호일 표면의 자연산화막을 제거하는 단계와; 상기 자연산화막이 제거된 알루미늄 호일을, 징케이트 용액에 침지하여, 아연이 상기 알루미늄 호일 표면에 석출되도록 하는 제1징케이트 처리단계를 구비할 수 있다.
- [0023] 상기 제1징케이트 처리 단계 이후에, 상기 제1징케이트 처리된 알루미늄 호일을 산세 처리하는 단계와; 상기 석출된 아연을 산화 용해시키는 단계와; 상기 제1징케이트 처리단계와 동일한 조건에서 제2징케이트 처리를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 그리고 징케이트 용액은 산화아연(ZnO)을 수산화나트륨(NaOH)용액에 용해한 물질일 수 있다.
- [0025] 또 본 발명에 따른 전기이중층 커패시터 전극제조방법은, 알루미늄 호일과 실리콘 입자들의 공정 반응을 통해 활성탄소입자들을 상기 알루미늄 호일에 부착시켜 알루미늄-탄소 복합체 전극을 형성하는 것을 특징으로 한다.

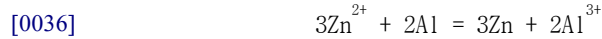
**효 과**

- [0026] 본 발명에 따르면, 알루미늄과 실리콘 입자의 공정 반응을 통해 알루미늄-탄소 복합 전극을 형성함에 따라, 공정이 간단하고, 공정시간이 짧은 장점이 있다. 또한 대형화, 양산화, 및 경제성 측면에서 우수한 전기이중층 커패시터 전극의 제조가 가능하다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0027] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예가, 첨부 도면들을 참조로 하여 상세히 설명될 것이다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기이중층 커패시터 전극 제조를 위한 공정순서도이다.
- [0029] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 전기이중층 커패시터 전극 제조를 위해 집전체로 사용할 수 있는 알루미늄 호일을 준비한다(S12). 여기서 알루미늄 호일은, 알루미늄 시트를 포함하는 의미로 해석되어야 한다. 호일은 시트보다 얇은 판 또는 막을 의미하나, 상기 시트층으로 형성가능하고 일정두께를 가지는 알루미늄 박판이면, 알루미늄 호일이든 알루미늄 시트이든 불문하고 사용될 수 있다. 본 발명에서는 용어의 통일을 위해 알루미늄 시트 및 알루미늄 호일을, 알루미늄 호일로 통칭하기로 한다.
- [0030] 상기 알루미늄 호일은 알루미늄의 자연산화막 제거 및 재산화 방지를 위하여 징케이트(zincate) 처리가 수행된 알루미늄 호일이 바람직하다.
- [0031] 상기 징케이트 처리는 다음과 같은 공정에 의해 수행된다.
- [0032] 상기 징케이트 처리를 위한 아연(Zn) 치환반응은 순수 알루미늄 표면에서는 쉽게 일어나지만, 일반적으로 알루미늄 표면에 존재하는 자연산화막( $Al_2O_3$ )이 존재하기 때문에 아연치환석출반응이 잘 일어나지 않는다. 따라서 알루미늄 산화막을 제거하는 공정이 선행되어야 한다. 상기 알루미늄의 자연산화막을 제거하기 위하여 알루미늄 표면을 알칼리 용액과 산성용액에서 교대로 수세하는 전처리 공정이 수행된다. 여기서 상기 자연산화막을 제거하기 전에 상기 알루미늄의 표면의 유분이나 기타 불순물을 제거하기 위한 탈지 공정 등이 수행될 수 있다.
- [0033] 다음으로 산화막이 제거된 알루미늄을 산화아연(ZnO)을 수산화나트륨(NaOH) 용액에 용해한 징케이트 용액에 침지하여, 알루미늄과의 치환반응을 통하여 아연(Zn)을 알루미늄의 표면에 석출시킨다. 이 과정을 제1징케이트 처리라고 한다.
- [0034] 상기 알루미늄 치환반응식은 식 1과 같다.

[0035] [식1]



[0037] 상기 제1징케이트 처리를 통해 석출된 아연(Zn)은 입도가 크고 균일하지 않은 경우가 대부분이므로, 약산 등으로 표면처리하는 산세처리과정을 통해, 상기 석출된 아연(Zn)을 산화용해 시킨 후 다시 징케이트 처리를 한다. 즉 산화아연(ZnO)을 수산화나트륨(NaOH) 용액에 용해한 징케이트 용액에 침지하여 아연(Zn)을 석출시키는 제2차 징케이트 처리를 수행한다. 상기 제2차 징케이트 처리에 의해 알루미늄 표면에는 입도가 작은 아연(Zn)이 균일하게 석출되게 된다. 물론 여기서 제1차 징케이트 처리에 의해 입도가 작은 아연(Zn)이 균일하게 석출되는 경우(만족할 만한 징케이트 처리가 된 경우)에는 제2차 징케이트 처리가 수행될 필요가 없을 것이다. 상술한 징케이트 처리를 위해 상업용 징케이트 처리제인 알룸실(Alumseal W 2000, Atotech사 제공)이 이용될 수도 있다.

[0038] 다음으로 상기 징케이트 처리된 알루미늄 호일 표면에 실리콘(Si) 입자를 도포한다(S14). 여기서 상기 실리콘 입자의 평균크기는 대략 5 μm 정도일 수 있다.

[0039] 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 솔벤트에 분산시켜 잉크젯(ink-jet)방식으로 도포하는 방법이 이용될 수 있다. 또는, 상기 실리콘 입자들의 도포는, 상기 실리콘 입자들을 플렉스에 분산시켜 잉크젯방식으로 도포하는 방법이 이용될 수 있다. 이외에도 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려진 다양한 방법에 의해 상기 실리콘 입자들의 도포가 수행될 수 있다.

[0040] 경우에 따라, 상기 실리콘 입자를 도포하지 않고, 증착 등의 공정을 이용하여 상기 알루미늄 호일 표면에 실리콘 층을 형성할 수도 있다.

[0041] 다음으로, 상기 실리콘 입자가 도포된 알루미늄 호일 표면에 활성탄소(activated carbon) 입자들을 도포한다(S16). 상기 활성탄소입자들의 도포는 상기 실리콘 입자들의 도포 방식과 동일하게 수행되거나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려진 다양한 방법에 의해 수행될 수 있다.

[0042] 이후에는 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일에 대한 열처리를 통한 공정 반응을 수행하여, 상기 활성탄소입자들을 상기 알루미늄 호일 표면에 부착시키게 된다(S18). 이는 도 2 및 도 3을 통해 자세히 설명한다.

[0043] 상기 공정 반응에 의해 알루미늄과 탄소 복합체 구조의 커패시터 전극이 형성되게 된다(S20).

[0044] 이하 도 2 및 도 3을 통해 공정반응이 수행되는 단계(S18)의 열처리 및 공정반응을 자세히 설명한다.

[0045] 도 2는 알루미늄과 실리콘의 조성비 및 온도에 따른 상태도를 나타낸 것이다. 도 2에서 상태도의 가로축은 알루미늄과 실리콘의 조성비를 나타내고, 세로축은 온도를 나타낸 것이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 알루미늄이 100%일 경우에는 660℃ 정도에 용융되어 고체가 액체로 변화하게 되고, 실리콘이 100%일 경우에는 1414℃ 정도에서 용융되어 고체가 액체로 변화하게 된다. 그러나 알루미늄과 실리콘 고용체의 조성을 특정값으로 조절하면, 냉각시, 낮은 온도에서 알루미늄 및 실리콘 고용체가 정출되어 나오는 공정 반응이 일어난다.

[0046] 상술한 바와 같은 공정 반응을 통해 상기 알루미늄 호일에 활성탄소를 부착할 수 있다. 즉 실리콘 입자가 도포된 알루미늄 호일 표면에서 상술한 바와 같은 공정반응이 일어나면, 용융된 실리콘과 활성탄소의 반응으로"Si C"의 안정되며 결합력이 높은 결합구조를 가지게 된다. 즉 알루미늄(Al)-실리콘(Si)-탄소(C) 복합체 전극구조가 형성된다. 여기서 상기 알루미늄 호일에 징케이트 처리에 의해 형성된 아연(Zn)층은 얇은 층으로써 공정반응에 거의 영향을 미치지 않는다.

[0047] 도 3은 도 2의 공정반응을 위한 열처리 장치(100)의 개략도이다.

[0048] 도 3에 도시된 바와 같이, RTA (Rapid Thermal Annealing) 장치를 이용하여 스캔방식으로 열처리를 수행한다.

[0049] 우선 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일(110)을 컨베이어 벨트(150) 상에 놓은 상태에서, 포커싱 히팅 램프(focusing heating lamp)(120)를 통해 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일(110) 표면의 일정라인(130)에 열을 가하는 라인 히팅(line heating) 방식으로 열처리를 수행한다. 이때 상기 컨베이어 벨트(150)는 일정속도로 일정방향(예를 들면 좌우방향)으로 움직이게 된다. 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일(110)의 하부에는 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포된 알루미늄 호일(110)에 열을 가하기 위한 할로젠 램프(halogen lamp)가 구비된다.

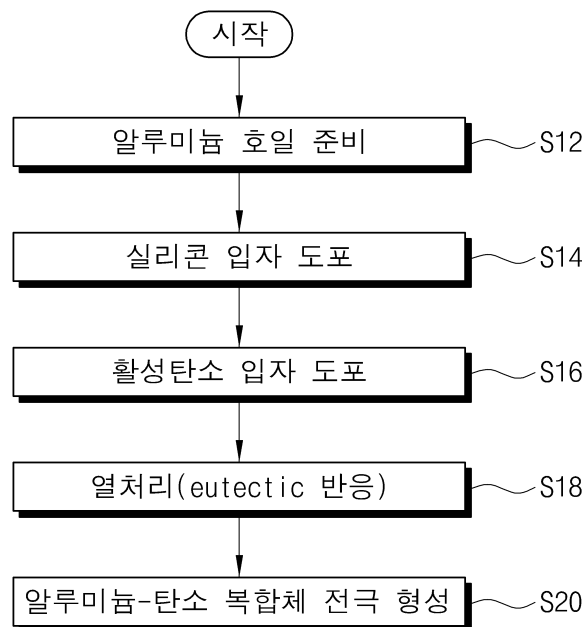
- [0050] 상술한 바와 같은 열처리는 순간적으로 일정온도(예를 들면, 580 내지 600℃)가 유지되도록 하여 짧은 시간 동안 수행된다.
- [0051] 상술한 실시예에서는 알루미늄 호일(110)의 일측 표면에만 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자가 도포되는 것으로 설명하였으나, 알루미늄 호일의 양 표면 모두에 대하여 상기 실리콘 입자 및 활성탄소 입자를 도포하고 열처리를 수행하여, 알루미늄 호일 양쪽 표면 모두에 알루미늄(Al)-실리콘(Si)-탄소(C) 복합체 전극구조를 형성할 수도 있다.
- [0052] 상술한 바와 같은 공정을 통해 전기 이중층 커패시터 전극을 제조하게 되면, 공정이 간단하고, 짧은 공정시간을 가짐으로 인하여 대형화, 양산화, 경제성 측면에서 우수한 효과가 있다.
- [0053] 상기 실시예의 설명은 본 발명의 더욱 철저한 이해를 위하여 도면을 참조로 예를 든 것에 불과하므로, 본 발명을 한정하는 의미로 해석되어서는 안 될 것이다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기본적 원리를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변화와 변경이 가능함은 명백하다 할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

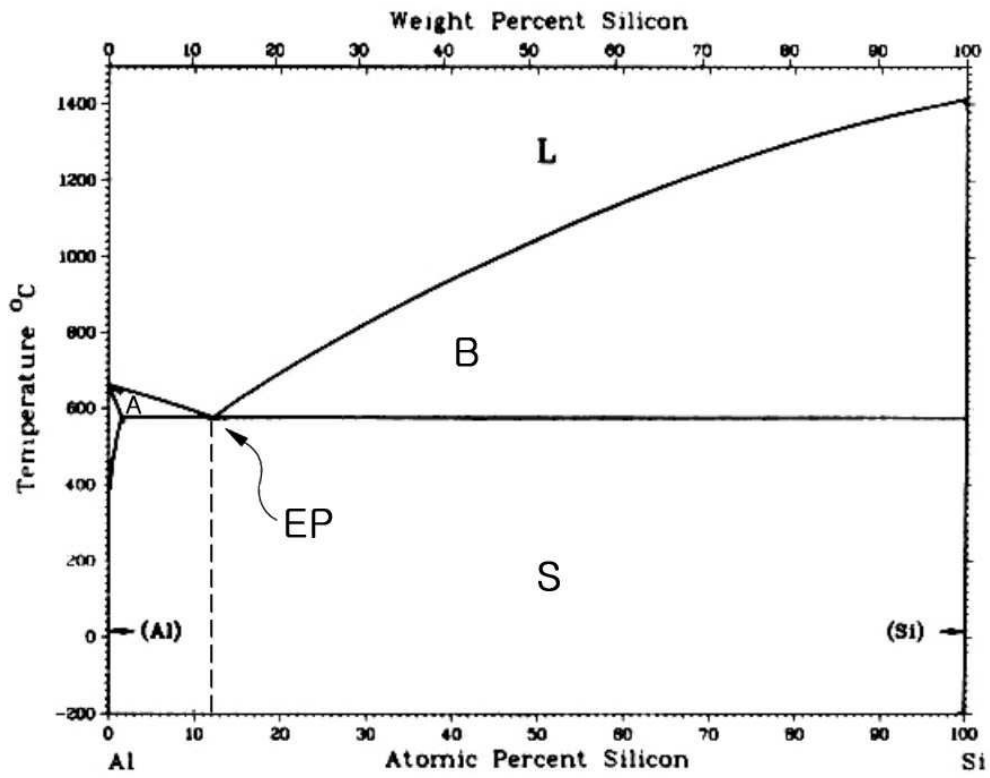
- [0054] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기이중층 커패시터 전극 제조를 위한 공정순서도이고,
- [0055] 도 2는 알루미늄과 실리콘의 조성 및 온도에 따른 상태도를 나타낸 것이고,
- [0056] 도 3은 도 2의 공정반응을 위한 열처리 장치의 개략도이고,
- [0057] \*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*
- [0058] 110: 알루미늄 호일                      120: 히팅램프
- [0059] 140: 할로겐 램프                         150: 컨베이어 벨트

**도면**

**도면1**



도면2



도면3

