



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

(45) 공고일자 2011년12월30일  
 (11) 등록번호 10-1101695  
 (24) 등록일자 2011년12월26일

(51) Int. Cl.  
*H01G 9/022* (2006.01) *H01G 9/035* (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0054827  
 (22) 출원일자 2010년06월10일  
 심사청구일자 2010년06월10일  
 (65) 공개번호 10-2011-0135095  
 (43) 공개일자 2011년12월16일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020090030237 A\*  
 KR1020080109644 A\*  
 KR100709218 B1  
 KR1020070003688 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**삼성전기주식회사**  
 경기도 수원시 영통구 매탄동 314  
 (72) 발명자  
**이상균**  
 경기 수원시 영통구 영통동 황골마을아파트 123동 704호  
**최동혁**  
 경기도 수원시 권선구 권선동 1240 현대아파트 209동 1403호  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**특허법인씨엔에스**

전체 청구항 수 : 총 10 항

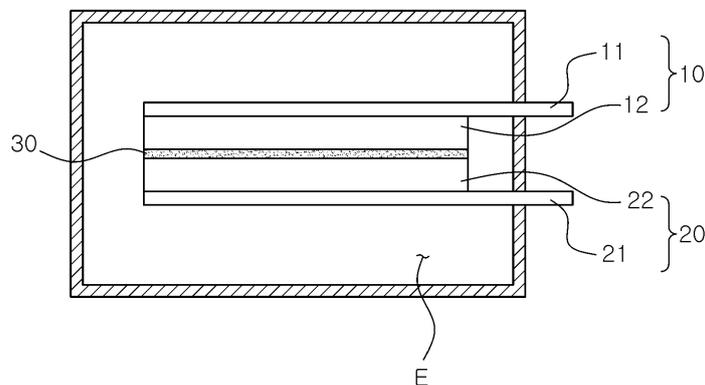
심사관 : 이우식

**(54) 리튬 이온 커패시터용 전해액 및 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터**

**(57) 요약**

본 발명은 리튬 이온 커패시터용 전해액 및 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터에 관한 것으로, 본 발명에 따른 리튬 이온 커패시터용 전해액은 리튬 염; 및 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 특정의 화학식으로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 특정의 화학식으로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매를 포함한다.

**대표도 - 도1**



(72) 발명자

**정현철**

경기도 용인시 수지구 죽전1동 현대홈타운4차4단지  
아파트 꽃메마을 현대홈타운 554동 1601호

**김배균**

경기 성남시 분당구 서현동 87 시범단지한신아파트  
115-1202

---

**특허청구의 범위**

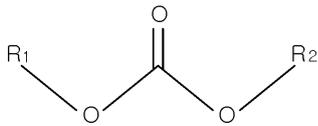
**청구항 1**

리튬 염; 및

i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 하기 화학식 1로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 하기 화학식 2로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매;

를 포함하며, 상기 2 이상의 환형 카보네이트 화합물 간의 혼합 비율은 3:1 내지 1:3인 리튬 이온 커패시터용 전해액.

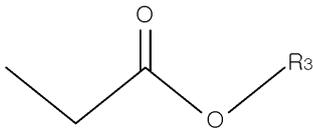
[화학식 1]



상기 식에서,

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 할로젠 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 3의 알킬기이고,

[화학식 2]



상기 식에서,

R<sub>3</sub>은 할로젠 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 환형 카보네이트 화합물은 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate), 플루오르에틸렌 카보네이트(fluoroethylene carbonate), 및 부틸렌 카보네이트(butylene carbonate)로 이루어진 군으로부터 선택되는 리튬 이온 커패시터용 전해액.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 2 이상의 환형 카보네이트 화합물은 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트이고, 상기 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트의 혼합 비율은 3:1 내지 1:3인 리튬 이온 커패시터용 전해액.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 환형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부인 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선형 카보네이트 화합물은 디메틸 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트 및 메틸 프로필 카보네이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 선형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 10 내지 40 중량부인 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 프로피오네이트 화합물은 메틸 프로피오네이트, 에틸 프로피오네이트, 프로필 프로피오네이트 및 부틸 프로피오네이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 프로피오네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부인 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

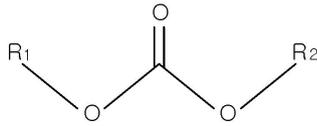
상기 혼합용매는 에틸렌 카보네이트, 프로필렌 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트 및 메틸 프로피오네이트를 포함하는 리튬 이온 커패시터용 전해액.

#### 청구항 11

리튬 이온이 가역적으로 담지 가능한 전극물질로 형성되는 제1 전극, 상기 제1 전극과 대향 배치되는 제2 전극 및 상기 제1 및 제2 전극 사이에 배치되는 분리막; 및 상기 제1 전극, 상기 제2 전극 및 상기 분리막을 포함하는 전해액을 포함하며,

상기 전해액은 리튬 염; 및 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 하기 화학식 1로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 하기 화학식 2로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매;를 포함하고, 상기 2 이상의 환형 카보네이트 화합물 간의 혼합 비율은 3:1 내지 1:3인 리튬 이온 커패시터.

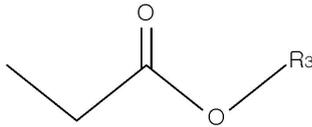
[화학식 1]



상기 식에서,

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 할로겐 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 3의 알킬기이고,

[화학식 2]



상기 식에서,

R<sub>3</sub>은 할로겐 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 리튬 이온 커패시터용 전해액 및 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 고용량 및 저저항을 갖는 리튬 이온 커패시터용 전해액 및 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 정보통신 기기와 같은 각종 전자제품에서 안정적인 에너지의 공급은 중요한 요소가 되고 있다. 일반적으로 이러한 기능은 커패시터(Capacitor)에 의해 수행된다. 즉, 커패시터는 정보통신 기기 및 각종 전자제품의 회로에서 전기를 모았다가 내보내는 기능을 담당하여 회로 내의 전기흐름을 안정화시키는 역할을 한다. 일반적인 커패시터는 충전 시간이 매우 짧고 수명이 길며, 출력 밀도가 높지만 에너지 밀도가 작아 저장장치로의 사용에 제한이 있다.

[0003] 이러한 한계를 극복하기 위하여 최근에는 충전 시간이 짧으면서 출력 밀도가 높은 전기 이중층 커패시터와 같은 새로운 범주의 커패시터가 개발되고 있으며, 이차 전지와 함께 차세대 에너지 장치로 각광받고 있다.

[0004] 최근, 전기 이중층 커패시터와 유사한 원리로 작동되는 다양한 전기 화학 커패시터가 개발되고 있으며, 리튬 이온 2차 전지와 전기 이중층 커패시터의 축전 원리를 조합한 하이브리드 커패시터라 불리는 에너지 저장장치가 주목받고 있다. 이러한 하이브리드 커패시터로써, 이차 전지의 높은 에너지 밀도와 전기 이중층 커패시터의 높은 출력 특성을 갖는 리튬 이온 커패시터가 주목받고 있다.

[0005] 리튬 이온 커패시터는 리튬 이온을 흡장 및 이탈할 수 있는 음극을 리튬 금속과 접촉시켜 미리 화학적 방법 또는 전기 화학적 방법으로 리튬 이온을 음극에 흡장(또는 도핑이라고 함)하고, 음극 전위를 낮추어 내전압을 크게 하고, 에너지 밀도를 대폭적으로 크게 한 것이다.

[0006] 그러나, 종래의 이차 전지에 사용되는 전해액을 리튬 이온 커패시터에 사용하는 경우 저온에서 용량이 저하되고, 저항이 증가하여 출력 특성이 저하되는 문제가 있다.

### 발명의 내용

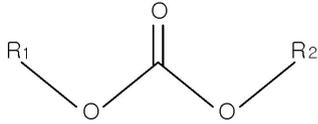
#### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 고용량 및 저저항을 갖는 리튬 이온 커패시터용 전해액 및 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

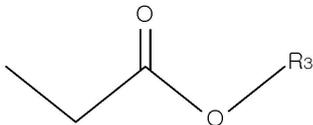
[0008] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시형태는 리튬 염; 및 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 하기 화학식 1로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 하기 화학식 2로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매를 포함하는 리튬 이온 커패시터용 전해액을 제공한다.

[0009] [화학식 1]



[0010] 상기 식에서,  
 [0011] 상기 식에서,  
 [0012] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 할로젠 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 3의 알킬기이고,

[0013] [화학식 2]



[0014] 상기 식에서,  
 [0015] 상기 식에서,  
 [0016] R<sub>3</sub>은 할로젠 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

[0017] 상기 환형 카보네이트 화합물은 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate), 플루오르에틸렌 카보네이트(fluoroethylene carbonate), 및 부틸렌 카보네이트(butylene carbonate)로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0018] 상기 2 이상의 환형 카보네이트 화합물 간의 혼합 비율은 3:1 내지 1:3일 수 있다.

[0019] 상기 2 이상의 환형 카보네이트 화합물은 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트이고, 상기 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트의 혼합 비율은 3:1 내지 1:3일 수 있다.

[0020] 상기 환형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부일 수 있다.

[0021] 상기 선형 카보네이트 화합물은 디메틸 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트 및 메틸 프로필 카보네이트로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0022] 상기 선형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 10 내지 40 중량부일 수 있다.

[0023] 상기 프로피오네이트 화합물은 메틸 프로피오네이트, 에틸 프로피오네이트, 프로필 프로피오네이트 및 부틸 프로피오네이트로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

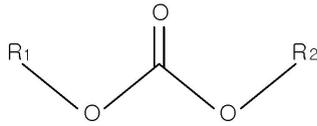
[0024] 상기 프로피오네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부일 수 있다.

[0025] 상기 혼합용매는 에틸렌 카보네이트, 프로필렌 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트 및 메틸 프로피오네이트를 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 다른 실시형태는 리튬 이온이 가역적으로 담지 가능한 전극물질로 형성되는 제1 전극, 상기 제1 전극과 대향 배치되는 제2 전극 및 상기 제1 및 제2 전극 사이에 배치되는 분리막; 및 상기 제1 전극, 상기 제2 전극 및 상기 분리막을 함침하는 전해액;을 포함하며,

[0027] 상기 전해액은 리튬 염; 및 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 하기 화학식 1로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 하기 화학식 2로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매를 포함하는 리튬 이온 커패시터를 제공한다.

[0028] [화학식 1]

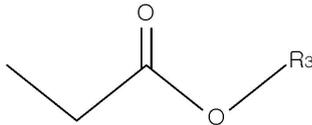


[0029]

[0030] 상기 식에서,

[0031] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 할로겐 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 3의 알킬기이고,

[0032] [화학식 2]



[0033]

[0034] 상기 식에서,

[0035] R<sub>3</sub>은 할로겐 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

**발명의 효과**

[0036] 본 발명에 따른 리튬 이온 커패시터용 전해액은 리튬 이온 커패시터의 작동 전해액으로 사용될 수 있고, 리튬 이온 커패시터의 음극에 리튬 이온을 프리 도핑하는 과정에서 사용될 수 있다.

[0037] 본 실시형태에 따른 전해액은 리튬 염의 해리를 보다 용이하게 하고, 전해액의 점도 상승을 억제할 수 있고, 전해액의 전기 전도도를 높일 수 있다. 또한 전해액의 상온 및 저온 특성을 균형있게 유지할 수 있고, 전극 물질에 대한 젖음성이 우수하나, 전극 물질과의 반응성이 낮다.

[0038] 따라서, 본 실시형태에 따른 전해액은 리튬 이온의 프리 도핑 효율을 높일 수 있고, 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터는 사용온도 범위가 확대될 수 있고, 온도가 낮은 환경에서도 저항이 크게 증가하지 않아 고출력 특성을 유지할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 리튬 이온 커패시터를 나타내는 개략적인 단면도이다.

도 2a는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 제1 전극을 나타내는 개략적인 사시도이고, 도 2b는 제1 전극의 프리 도핑 과정을 개략적으로 나타내는 모식도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0040] 이하, 본 발명의 실시형태를 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 본 명세서에 첨부된 도면의 구성요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 따른 리튬 이온 커패시터를 나타내는 개략적인 단면도이다. 도 1을 참조하면, 본 실시 형태에 따른 리튬 이온 커패시터는 서로 대향 배치되는 제1 전극(10) 및 제2 전극(20)과 상기 제1 및 제2 전극 사이에 배치되는 분리막(30) 및 제1 전극, 상기 제2 전극 및 상기 분리막을 함침하는 전해액(E)을 포함한다.

[0042] 상기 제1 및 제2 전극(10, 20)은 서로 다른 극성의 전기가 인가되는 것으로, 원하는 전기 용량을 얻기 위하여 복수 개의 제1 및 제2 전극이 적층될 수 있다.

- [0043] 본 실시형태에서 상기 제1 전극(10)은 ‘음극’으로 설정될 수 있고, 제2 전극(20)은 ‘양극’으로 설정될 수 있다.
- [0044] 상기 제1 전극(10)은 제1 도전성 시트(11)에 제1 전극물질(12)이 형성된 것일 수 있다.
- [0045] 상기 제1 전극물질(12)은 리튬 이온이 가역적으로 담지 가능한 것으로, 이에 제한되는 것은 아니나, 예를 들면 그래파이트, 하드 카본, 코크스 등의 탄소재료, 폴리아세틸렌계 물질 등을 사용할 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 제1 전극물질(12)과 도전성 재료를 혼합하여 제1 전극(10)을 형성할 수 있고, 상기 도전성 재료는 이에 제한되는 것은 아니나, 예를 들면 아세틸렌 블랙, 그래파이트, 금속분말 등을 들 수 있다.
- [0047] 상기 제1 전극물질(12)의 두께는 특별히 제한되는 것은 아니나, 예를 들면 15 내지 100 $\mu\text{m}$ 로 형성될 수 있다.
- [0048] 상기 제1 도전성 시트(11)는 상기 제1 전극물질(12)에 전기적 신호를 전달하고, 축적된 전하를 모으는 집전체 역할을 하는 것으로, 금속박(metallic foil) 또는 도전성 폴리머 등으로 이루어질 수 있다. 상기 금속박은 스테인레스, 동, 니켈 등으로 이루어질 수 있다.
- [0049] 또한, 도시되지 않았으나 제1 도전성 시트의 사용없이, 제1 전극물질을 고체 상태의 시트로 제조하여, 제1 전극으로 사용할 수 있다.
- [0050] 상기 제1 전극(10)은 리튬 이온이 프리 도핑된 것으로, 제1 전극의 전위는 0V 가까이 낮아질 수 있고, 이에 따라, 제1 전극 및 제2 전극의 전위 차가 커져 리튬 이온 커패시터의 에너지 밀도 및 출력 특성이 향상된다.
- [0051] 상기 제2 전극(20)은 제2 도전성 시트(21)에 제2 전극물질(22)이 형성된 것일 수 있다.
- [0052] 상기 제2 전극물질(22)은 특별히 제한되지 않으나, 예를 들면 활성탄을 사용할 수 있고, 상기 활성탄과 도전성 재료 및 바인더를 혼합하여 사용될 수 있다.
- [0053] 상기 제2 전극물질(22)의 두께는 특별히 제한되는 것은 아니나, 예를 들면 15 내지 100 $\mu\text{m}$ 로 형성될 수 있다.
- [0054] 상기 제2 도전성 시트(21)는 상기 제2 전극물질(22)에 전기적 신호를 전달하고, 축적된 전하를 모으는 집전체 역할을 하는 것으로, 금속박(metallic foil) 또는 도전성 폴리머로 이루어질 수 있다. 상기 금속박은 알루미늄, 스테인레스 등으로 이루어질 수 있다.
- [0055] 또한, 도시되지 않았으나 제2 도전성 시트의 사용없이, 제2 전극물질을 고체 상태의 시트로 제조하여, 제2 전극으로 사용할 수 있다.
- [0056] 상기 제1 및 제2 전극 사이에는 전기적 절연을 위하여 분리막(30)이 배치될 수 있고, 상기 분리막(30)은 이온의 투과가 가능하도록 다공성 물질로 이루어질 수 있다. 이 경우, 다공성 물질의 예를 들면, 폴리프로필렌, 폴리에틸렌, 유리섬유 등을 들 수 있다.
- [0057] 상기 전해액(E)은 본 발명의 일 실시예에 따른 리튬 이온 커패시터용 전해액을 사용할 수 있다.
- [0058] 본 발명의 일 실시예에 따른 전해액은 리튬 염; 및 혼합 용매를 포함하고, 상기 혼합 용매는 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 특정의 화학식으로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물, 및 iii) 특정의 화학식으로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함한다.
- [0059] 본 발명에 따른 리튬 이온 커패시터용 전해액은 전해질로써, 리튬 염을 포함한다. 상기 리튬 염은 용매 내에서 용해되어 리튬 이온을 생성하는 것이면 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면,  $\text{LiPF}_6$ ,  $\text{LiBF}_4$ ,  $\text{LiClO}_4$ ,

$\text{LiN}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{LiN}(\text{SO}_2\text{C}_2\text{F}_5)_2$ ,  $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ ,  $\text{LiC}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_3$ ,  $\text{LiAsF}_6$ ,  $\text{LiSbF}_6$ ,  $\text{LiI}$ ,  $\text{LiCF}_3\text{CO}_2$ ,  $\text{LiPF}_3(\text{C}_2\text{F}_5)_3$ ,  $\text{LiPF}_3(\text{CF}_3)_3$ ,  $\text{LiPF}_4(\text{C}_2\text{F}_5)_2$ ,  $\text{LiPF}_4(\text{CF}_3)_2$ ,  $\text{LiPF}_5(\text{C}_2\text{F}_5)$  또는  $\text{LiPF}_5(\text{CF}_3)$  등이 있고, 이들을 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

[0060] 상기 리튬 염의 농도는 전해액의 전기 전도도를 유지할 수 있는 정도이면 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면 0.1 내지 2.5mol/L일 수 있다. 상기 전해액의 전기 전도도는 이에 제한되는 것은 아니나, 25°C에서, 8mS/cm 이상일 수 있고, 바람직하게는 10mS/cm일 수 있다.

[0061] 또한, 본 발명에 따른 리튬 이온 커패시터용 전해액은 i) 환형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 2 이상의 화합물, ii) 특정의 화학식으로 표시되는 선형 카보네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물 및 iii) 특정의 화학식으로 표시되는 프로피오네이트 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 1 이상의 화합물을 포함하는 혼합 용매를 사용한다.

[0062] i) 상기 환형 카보네이트 화합물은 이에 제한되지 않으나, 예를 들면 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate), 플루오르에틸렌 카보네이트(fluoroethylene carbonate), 또는 부틸렌 카보네이트(butylene carbonate) 등이 있으며, 이들을 2종 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

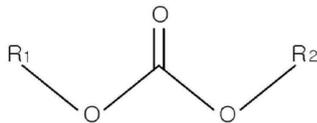
[0063] 상기 환형 카보네이트 화합물은 리튬 염의 해리에 유리한 작용을 하는 것으로, 2종 이상이 혼합되어 사용되는 경우 유전율이 높아져 리튬 염의 해리를 보다 용이하게 한다.

[0064] 상기 2종 이상의 환형 카보네이트 화합물의 구체적인 조합은 에틸렌 카보네이트 및 프로필렌 카보네이트일 수 있다.

[0065] 상기 환형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부일 수 있다. 또한, 상기 2종 이상의 환형 카보네이트 화합물 간의 혼합비율은 3:1 내지 1:3 일 수 있다.

[0066] ii) 상기 선형 카보네이트 화합물은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0067] [화학식 1]



[0068] 상기 식에서,  
[0069]

[0070]  $R_1$  및  $R_2$ 는 할로젠 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 3의 알킬기이다.

[0071] 상기 선형 카보네이트 화합물은 이에 제한되는 것은 아니나, 예를 들면, 디메틸 카보네이트, 에틸 메틸 카보네이트, 디에틸 카보네이트, 메틸 프로필 카보네이트 등이 있으며, 이들을 1 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

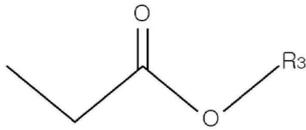
[0072] i) 상기 환형 카보네이트 화합물과 ii) 상기 선형 카보네이트 화합물을 함께 사용함에 따라 전해액의 점도 상승을 억제할 수 있고, 전해액의 전기 전도도를 높일 수 있다. 또한 리튬 염의 해리도가 보다 높아 질 수 있고, 전해액의 상온 및 저온 특성을 균형있게 유지할 수 있다.

[0073] 상기 2종 이상의 환형 카보네이트 화합물과 상기 선형 카보네이트 화합물의 구체적인 조합은 에틸렌 카보네이트, 프로필렌 카보네이트 및 에틸 메틸 카보네이트일 수 있다.

[0074] 상기 선형 카보네이트 화합물의 함량은 상기 혼합 용매 100 중량부에 대하여 10 내지 40 중량부일 수 있다.

[0075] iii) 상기 프로피오네이트 화합물은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0076] [화학식 2]



[0077]

[0078] 상기 식에서,

[0079] R<sub>3</sub>은 할로겐 원소로 치환되거나 비치환된 탄소수 1 내지 4의 알킬기이다.

[0080] 상기 프로피오네이트 화합물은 이에 제한되는 것은 아니나, 예를 들면, 메틸 프로피오네이트, 에틸 프로피오네이트, 프로필 프로피오네이트 또는 부틸 프로피오네이트 등이 있으며, 이들을 1 이상 혼합하여 사용할 수 있다.

[0081] 상기 프로피오네이트 화합물은 녹는점이 낮고, 끓는 점이 높아 우수한 저온 특성을 나타내며, 전극 물질에 대한 젖음성이 우수하나, 전극 물질과의 반응성이 낮다. 또한, 상기 프로피오네이트 화합물은 리튬 이온을 적절하게 배위하여 상온 및 저온에서 높은 이온 전도도를 나타낼 수 있다.

[0082] 본 실시형태에 따른 리튬 이온 커패시터는 상술한 혼합용매를 포함하는 전해액을 사용하여, 상온 및 저온에서 고용량 및 저저항을 나타낼 수 있다.

[0083] 또한, 상기 본 발명의 일 실시형태에 따른 전해액은 제1 전극(10)에 리튬 이온을 프리 도핑하는 공정에 사용될 수 있다.

[0084] 도 2a는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 제1 전극(10)을 나타내는 개략적인 사시도이고, 도 2b는 제1 전극(10)의 프리 도핑 과정을 개략적으로 나타내는 모식도이다.

[0085] 도 2a를 참조하면, 상기 제1 전극(10)은 제1 도전성 시트(11)에 제1 전극물질(12)이 형성된 것일 수 있다.

[0086] 상기 제1 전극(10)은 분리막 및 제2 전극과 적층된 후 또는 적층 전에 리튬 이온이 프리 도핑될 수 있다.

[0087] 도 2b에 도시된 바와 같이, 제1 전극(10)을 전해액(E) 내에 넣고, 리튬을 포함하는 금속(M)을 대향전극(counter electrode)으로 하여 전류를 인가한다.

[0088] 상기 리튬을 포함하는 금속(M)은 리튬 이온을 공급할 수 있는 것이면, 특별히 제한되지 않으며, 예를 들면, 리튬 금속 또는 리튬-알루미늄 합금과 같이 리튬 원소를 함유하여 리튬 이온을 공급할 수 있는 것을 사용할 수 있다.

[0089] 전류 인가 후 전압을 서서히 낮추면, 리튬을 포함하는 금속(M)으로부터 리튬 이온이 방출되고, 리튬 이온은 제1 전극물질(12)에 도핑된다.

[0090] 상기 프리 도핑 공정에 이용되는 전해액(E)은 상술한 바와 같은 리튬 이온 커패시터 내에 포함되는 전해액을 사용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 전해액은 리튬 염의 해리도를 높일 수 있고, 전극 물질과 젖음성이 우수하며, 전극물질과의 반응성은 낮아 리튬 이온의 도핑 효율을 높일 수 있다.

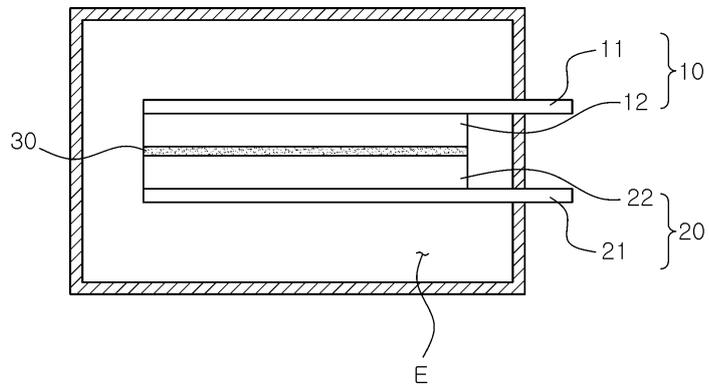
[0091] 이에 따라, 제1 전극(10)의 전위는 보다 낮아질 수 있고, 이를 포함하는 리튬 이온 커패시터는 고출력 및 고 에너지 밀도의 특성을 가질 수 있다.

[0092] 이하, 실시예 및 비교예를 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다.

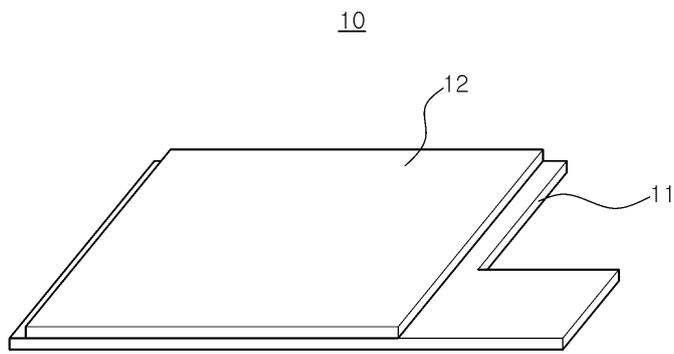


도면

도면1



도면2a



도면2b

