

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2011년 6월 3일 (03.06.2011)

PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2011/065780 A2

- (51) 국제특허분류: H01G 9/038 (2006.01) H01G 9/035 (2006.01)  
H01M 10/05 (2010.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/008449
- (22) 국제출원일: 2010년 11월 26일 (26.11.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2009-0116787 2009년 11월 30일 (30.11.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 에스케이케미칼 주식회사 (SK CHEMICALS CO., LTD.) [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 정자1동 600번지, 440-745 Gyeonggi-Do (KR).
- (72) 발명자: 곁
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 최재훈 (CHOI, Jae-Hoon) [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 정자3동 SK 한화아파트 621동 1302호, 440-303 Gyeonggi-Do (KR). 박정호 (PARK, Jeong-Ho) [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 조원동 조원주공아파트 217-1301, 440-716 Gyeonggi-Do (KR). 김진호 (KIM, Jin-Ho) [KR/KR]; 경기도 용인시 수지구 상현동 864 만현마을 2단지 아이파크 205동 901호, 449-130 Gyeonggi-Do (KR). 강주식 (KANG, Ju-Sik) [KR/KR]; 경기도 수원시 영통구 영통동 청명마을 삼익아파트 323동 2004호, 442-010 Gyeonggi-Do (KR). 장유미 (CHANG, Yu-Mi) [KR/KR]; 경기도 광주시 경안동 151-21, 464-010 Gyeonggi-Do (KR).
- (74) 대리인: 이상현 (LEE, Sang-Hun); 서울 강남구 역삼동 739-5 영원빌딩 503호 한누리특허사무소, 135-924 Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 특허출원 및 특허를 받을 수 있는 출원인의 자격에 관한 선언 (규칙 4.17(ii))

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))



WO 2011/065780 A2

(54) Title: ELECTROLYTE SOLUTION AND SUPER CAPACITOR INCLUDING SAME

(54) 발명의 명칭 : 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터

(57) Abstract: The present invention provides an electrolyte solution, which is used for a super capacitor such as an electric double-layer capacitor or the like, has a low generation rate of gas even at high temperature, and shows excellent high-temperature reliability, and the invention also comprises the super capacitor which incorporates the same. The electrolyte solution comprises: a solvent mixture which contains at least one solvent selected from the group consisting of propionitrile and gamma-butyrolactone, alkyl gamma- butyrolactone, propylene carbonate, glutaronitrile, sulfolane and alkyl sulfolane; and an electrolyte salt.

(57) 요약서: 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 사용되는, 고온에서도 가스 발생량이 적으며, 고온 신뢰성이 우수한 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터가 개시된다. 상기 전해질 용액은, 프로피오니트릴과 감마부티로락톤, 알킬 감마부티로락톤, 프로펠렌카보네이트, 글루타로니트릴, 설포란 및 알킬 설포란으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매를 적어도 1종 이상 혼합한 혼합 용매; 및 전해질 염을 포함한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터 기술분야

- [1] 본 발명은 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 사용되는 고온에서도 가스 발생량이 적으며, 고온 신뢰성이 우수한 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터에 관한 것이다.

[2]

### 배경기술

- [3] 초고용량 커패시터는 전해콘덴서와 이차전지의 중간적 특성을 갖는 에너지 저장장치로서, 급속 충전이 가능하며, 높은 효율, 넓은 작동온도범위 및 반영구적인 수명 등의 특징이 있으며, 대표적으로 전기이중층 커패시터(Electric Double-Layer Capacitor)를 예시할 수 있다.
- [4] 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터는 출력특성, 고온 신뢰성(수명특성 등) 및 최대 작동전압 특성이 매우 중요하다. 일반적으로 2차 전지의 경우, 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 비해, 출력특성이 저조하며 고온 신뢰성(수명특성 등)이 제한적이기 때문에, 해당 특성은 커패시터의 차별화된 특성으로서 매우 중요하다. 또한, 커패시터에서는  $E = 1/2 \times C \times V^2$  ( $E$ =Energy,  $C$ =Capacitance,  $V$ =Voltage)가 적용되며, 최대 작동전압은 커패시터의 충전 가능한 최대 에너지양에 직접적으로 영향을 미치므로 중요성이 크다.
- [5]
- [6] 기존의 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 사용되는 전해질 용액으로서, 용매는 주로 아세토니트릴(acetonitrile: AN) 또는 프로필렌카보네이트(propylene carbonate: PC) 등을 사용하며, 전해질염은 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트( $TEABF_4$ ) 등의 암모늄염이나 리튬금속염(예:  $LiBF_4$ ,  $LiPF_6$ )을 많이 사용한다.
- [7] 그러나, 전해질 용액의 용매로서, 아세토니트릴(AN)을 사용할 경우, 용매 자체의 끓는점(81 내지 82°C)이 낮아서 상대적으로 고온에서 가스 발생량이 많으며, 프로필렌카보네이트(PC)를 사용할 경우에는 용매 자체의 끓는점(240°C)이 높아서 기본적으로는 고온 신뢰성에 유리한 면이 있으나, 아세토니트릴(AN)에 비하여 상대적으로 부반응이 많아서 고전압 작동에 반드시 유리한 것은 아니며, 점도가 높고 전도도가 낮아서 출력특성이 상대적으로 저조한 단점이 있다.

[8]

### 발명의 상세한 설명

## 기술적 과제

[9] 따라서, 본 발명의 목적은, 고온에서 가스 발생량이 적으며, 고온 신뢰성이 우수한 전해질 용액 및 이를 포함하는 초고용량 커패시터를 제공하는 것이다.

[10]

## 과제 해결 수단

[11] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 프로피오니트릴과 감마부티로락톤, 알킬 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트, 글루타로니트릴, 설펜 및 알킬 설펜으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매를 적어도 1종 이상 혼합한 혼합 용매; 및 전해질 염을 포함하는 전해질 용액을 제공한다.

[12] 여기서, 상기 전해질염은 테트라알킬 암모늄, 피롤리듐, 피페리듐, 피롤리듐 또는 피페리듐의 스파이로 구조 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 양이온과 테트라플루오로보레이트, 헥사플루오로포스페이트, 퍼클로레이트, 헥사플루오로아르센네이트, 비스(트리플루오로메틸설펜)이미드 및 트리플루오로메틸설펜네이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 음이온이 결합된 것이 바람직하고, 상기 프로피오니트릴 및 상기 프로피오니트릴과 혼합되는 용매의 중량비(프로피오니트릴:프로피오니트릴과 혼합되는 용매)는 1:9 내지 7:3인 것이 바람직하다.

[13]

[14] 또한, 본 발명은 상기 전해질 용액을 포함하는 초고용량 커패시터를 제공한다.

[15]

## 발명의 효과

[16] 본 발명에 따른 전해질 용액은, 용매로서, 고온 신뢰성 및 전압특성이 우수한 프로피오니트릴과 (알킬) 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트, 글루타로니트릴, (알킬) 설펜 등의 고유전율, 고비점의 용매를 1종 이상 혼합한 혼합 용매를 사용하는 것을 특징으로 하며, 상기 전해질 용액을 사용한 초고용량 커패시터는 고온 신뢰성, 출력특성 및 최대 작동전압 특성이 우수하고, 고온에서도 커패시터 내에 가스 발생량이 적다.

[17]

## 발명의 실시를 위한 최선의 형태

[18] 이하, 본 발명을 상세히 설명하면 다음과 같다.

[19] 본 발명에 따른 전해질 용액은 프로피오니트릴(propionitrile)과 감마부티로락톤( $\gamma$ -butyrolactone), 알킬 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트(propylene carbonate), 글루타로니트릴(glutaronitrile), 설펜(sulfolane) 및 알킬 설펜으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매를 적어도 1종 이상 혼합한 혼합 용매 및 전해질 염을 포함한다.

[20]

[21] 본 발명에 사용되는 혼합 용매는, 아세토니트릴(acetonitrile)과 비슷한 성질을

갖고 있지만, 끓는점이 더 높고, 고온 신뢰성이 뛰어나며, 전압특성도 양호한 프로피오니트릴(propionitrile)을 기본으로 사용하며, 고유전율, 고비점의 특성을 갖는, 감마부티로락톤( $\gamma$ -butyrolactone), 알킬 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트(propylene carbonate), 글루타로니트릴(glutaronitrile), 설펜포란(sulfolane) 및 알킬 설펜포란으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매 1종 이상을 상기 프로피오니트릴에 혼합한 것이다. 여기서, 상기 알킬 감마부티로락톤은 탄소수 1 내지 4의 알킬기로 치환된 감마부티로락톤이고, 상기 알킬 설펜포란은 탄소수 1 내지 4의 알킬기로 치환된 설펜포란이다.

[22] 상기 프로피오니트릴 및 상기 프로피오니트릴과 혼합되는 용매의 중량비(프로피오니트릴:프로피오니트릴과 혼합되는 용매)는 1:9 내지 7:3, 바람직하게는 2:8 내지 5:5이다. 상기 프로피오니트릴의 및 상기 프로피오니트릴과 혼합되는 용매의 중량비가 상기 범위를 벗어나, 상대적으로 적은 전해질 용해도를 갖는 프로피오니트릴의 함량이 높아질 경우, 고농도 전해질 용액의 제조가 어려워질 수 있으며, 프로피오니트릴의 함량이 너무 적어지면, 전해질 용액의 점도가 올라가고 전도도, 출력특성, 고온 신뢰성 등이 저하될 우려가 있다.

[23]

[24] 본 발명에 사용되는 전해질염은, 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 사용되는 통상의 전해질 염을 사용할 수 있으며, 바람직하게는 테트라알킬 암모늄(예를 들어, 테트라에틸 암모늄, 테트라프로필 암모늄, 테트라부틸 암모늄 등), 피롤리듐(pyrrolidinium), 피페리듐(peperidinium), 피롤리듐 또는 피페리듐의 스파이로 구조 화합물(예를 들어, spiro-1,1'-bipyrrolidinium, spiro-peperidine-1,1'-pyrrolidinium 등)로 이루어진 군으로부터 선택되는 양이온과 테트라플루오로보레이트( $\text{BF}_4$ ), 헥사플루오로포스페이트( $\text{PF}_6$ ), 퍼클로레이트( $\text{ClO}_4$ ), 헥사플루오로아르센네이트( $\text{AsF}_6$ ), 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드( $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}$ ) 및 트리플루오로메틸설포네이트( $\text{SO}_3\text{CF}_3$ )로 이루어진 군으로부터 선택되는 음이온이 결합된 전해질 염을 사용할 수 있다.

[25] 상기 전해질염의 농도는 0.5 내지 2.0M(몰농도)인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 0.8 내지 1.5M이다. 상기 전해질염의 농도가 0.5M 미만이면, 전해질 용액의 전도도가 낮아져 커패시터의 저항이 증가될 우려가 있고, 2.0M을 초과하면, 전해질염이 완전히 용해되지 않거나, 저온에서 일부 석출될 수도 있으며, 전해질 용액의 전도도가 오히려 감소할 우려가 있다.

[26]

[27] 본 발명에 따른 초고용량 커패시터는 상기 전해질 용액을 포함한다. 상기 초고용량 커패시터로는 양전극 및 음전극으로 구성되는 전극부, 상기 양전극과 음전극을 전기적으로 분리하는 세퍼레이터 및 소정의 전압이 인가되었을 때 상기 양전극과 상기 음전극의 표면에서 전기이중층이 형성되도록 상기

양전극과 음전극 사이의 이격공간에 채워진 전해질 용액을 포함하는 통상적인 전기이중층 커패시터를 예시할 수 있다.

[28]

### 발명의 실시를 위한 형태

[29] 이하, 구체적인 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명이 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[30]

[31] [실시예 1] 전해질 용액의 제조

[32] 프로피오니트릴과 프로필렌카보네이트를 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 각각 99.95%(G.C.) 이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 중량비 1:2(프로피오니트릴:프로필렌카보네이트)의 혼합 용매를 제조하였다. 다음으로 상기 혼합 용매에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[33]

[34] [실시예 2] 전해질 용액의 제조

[35] 프로피오니트릴과 감마부티로락톤을 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 각각 99.95%(G.C.) 이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 중량비 1:2(프로피오니트릴:감마부티로락톤)의 혼합 용매를 제조하였다. 다음으로 상기 혼합 용매에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[36]

[37] [실시예 3] 전해질 용액의 제조

[38] 프로피오니트릴과  $\alpha$ -메틸-감마부티로락톤을 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 각각 99.95%(G.C.) 이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 중량비 1:2(프로피오니트릴: $\alpha$ -메틸-감마부티로락톤)의 혼합 용매를 제조하였다. 다음으로 상기 혼합 용매에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[39]

[40] [비교예 1] 전해질 용액의 제조

[41] 아세토니트릴(AN)을 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 99.95%(G.C.)

이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 정제한 아세토니트릴(AN)에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[42]

[43]     [비교예 2] 전해질 용액의 제조

[44]     프로필렌카보네이트(PC)을 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 99.95%(G.C.) 이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 정제한 프로필렌카보네이트(PC)에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[45]

[46]     [비교예 3] 전해질 용액의 제조

[47]     감마부티로락톤(GBL)을 이론단수 50단의 증류장치를 사용하여 99.95%(G.C.) 이상의 고순도 용매가 되도록 정제하고, 정제한 감마부티로락톤(GBL)에 테트라에틸암모늄 테트라플루오로보레이트(제품명: SkyLyte-TEABF<sub>4</sub>, 제조사: SK케미칼(주), 99.9%)를 용해시켜 1M 전해질 용액을 제조하였다. 제조된 전해질 용액의 전도도를 25°C에서 전도도계(Thermo, Orion 136S)로 측정하고, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[48]

[49]     [실시에 4 내지 6 및 비교예 4 내지 6] 전기 이중층 커패시터의 제조

[50]     먼저 활성탄(제품명: BP-20, 제조사: Kuraray chemical):바인더(PVDF: polyvinylidene fluoride, 제조사: Atochem):도전재(제품명: SPB, 제조사: Timcal)= 90:7:3(중량비)으로 혼합하여 제조한 슬러리액을 알루미늄 호일(Al Foil)에 코팅 및 롤 프레스(Roll Press)하여 양극 및 음극으로 사용되는 활성탄 전극을 제조하였다. 다음으로 제조된 전극을 5cm×5cm 크기로 절단하고, 양극, 세퍼레이터(PP: polypropylene, 제조사: Celgard), 음극을 차례로 얹은 다음 파우치에 삽입하고, 상기 실시예 1 내지 3 및 비교예 1 내지 3에서 제조한 전해질 용액을 파우치에 주입하여 파우치 타입의 커패시터를 제조하였다. 전기화학분석기(Electrochemical Analyzer, 제조사: CH Instrument, 제품명: 608B)를 사용하여 제조된 커패시터의 기본적인 특성(정전용량)을 평가하였으며, 75°C에서 1000시간 동안 고온가속시험을 진행하여, 고온부하 전후의 특성변화(정전용량 감소율(%))를 비교하고, 파우치 타입 커패시터의 내부에서 발생한 가스에 따른 파우치 두께 변화를 비교하였다. 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[51] 표 1

[Table 1]

커패시터	전해질 용액	전해질 용액 전도도(25℃)	고온가속시험	
			정전용량 감소율	파우치 두께 변화
실시예 4	실시예 1	22.9 mS/cm	-10 %	+3 mm
실시예 5	실시예 2	24.5 mS/cm	-12 %	+3 mm
실시예 6	실시예 3	24.3 mS/cm	-7 %	+2 mm
비교예 4	비교예 1	55.1 mS/cm	-14 %	+8 mm
비교예 5	비교예 2	13.7 mS/cm	-17 %	+3 mm
비교예 6	비교예 3	17.5 mS/cm	-20 %	+4 mm

[52] 상기 표 1로부터, 아세토니트릴(AN)을 용매로 사용한 전해질 용액(비교예 1)을 적용한 커패시터(비교예 4)는 전도도는 높지만, 고온(75℃)에서 가스 발생량이 많아서 파우치가 많이 부풀어 오르기 때문에, 고온에서 사용하기가 부적합함을 알 수 있고, 프로필렌카보네이트(PC)를 용매로 사용한 전해질 용액(비교예 2)을 적용한 커패시터(비교예 5) 및 감마부티로락톤(GBL)를 용매로 사용한 전해질 용액(비교예 3)을 적용한 커패시터(비교예 6)는 고온가속시험 진행 후 정전용량의 감소율이 상대적으로 더 큰 것을 알 수 있다.

[53] 그러나, 본 발명에 따른 전해질 용액(실시예 1 내지 3)을 적용한 커패시터(실시예 4 내지 6)는 고온가속시험 진행에 따른 정전용량 감소율이 매우 적고, 가스 발생량도 적은 것을 알 수 있으며, 전해질 용액의 전도도도 크게 개선할 수 있음을 알 수 있다.

[54]

[55] 상기 결과로부터, 본 발명의 전해질 용액은 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 유용하며, 상기 전해질 용액을 사용한 초고용량 커패시터는 고온 신뢰성, 출력특성 및 최대 작동전압 특성이 우수하고, 고온에서도 커패시터 내에 가스 발생량이 적음을 알 수 있다.

[56]

**산업상 이용가능성**

[57] 본 발명에 따른 전해질 용액은, 전기이중층 커패시터 등의 초고용량 커패시터에 유용하다.

## 청구범위

- [청구항 1] 프로피오니트릴과 감마부티로락톤, 알킬 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트, 글루타로니트릴, 설포란 및 알킬 설포란으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매를 적어도 1종 이상 혼합한 혼합 용매; 및 전해질 염을 포함하는 전해질 용액.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 전해질염은 테트라알킬 암모늄, 피롤리듐, 피페리듐 및 피롤리듐 또는 피페리듐의 스파이로 구조 화합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 양이온과 테트라플루오로보레이트, 헥사플루오로포스페이트, 퍼클로레이트, 헥사플루오로아르센네이트, 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드 및 트리플루오로메틸설포네이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 음이온이 결합된 것인 전해질 용액.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 알킬 감마부티로락톤은 탄소수 1 내지 4의 알킬기로 치환된 감마부티로락톤이고, 상기 알킬 설포란은 탄소수 1 내지 4의 알킬기로 치환된 설포란인 것인 전해질 용액.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 프로피오니트릴 및 상기 프로피오니트릴과 혼합되는 용매의 중량비(프로피오니트릴:프로피오니트릴과 혼합되는 용매)는 1:9 내지 7:3 인 전해질 용액.
- [청구항 5] 프로피오니트릴과 감마부티로락톤, 알킬 감마부티로락톤, 프로필렌카보네이트, 글루타로니트릴, 설포란 및 알킬 설포란으로 이루어진 군으로부터 선택되는 용매를 적어도 1종 이상 혼합한 혼합 용매, 및 전해질 염이 혼합된 전해질 용액을 포함하는 초고용량 커패시터.