(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2025 년 2 월 6 일 (06.02.2025)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2025/029048 A1

(51) 국제특허분류:
C01B 32/174 (2017.01) *H01M 4/62* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2024/011251

(22) 국제출원일: 2024 년 7 월 31 일 (31.07.2024)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2023-0099704 2023 년 7 월 31 일 (31.07.2023) KR
10-2023-0099719 2023 년 7 월 31 일 (31.07.2023) KR
10-2023-0099741 2023 년 7 월 31 일 (31.07.2023) KR
10-2023-0099761 2023 년 7 월 31 일 (31.07.2023) KR
10-2024-0100228 2024 년 7 월 29 일 (29.07.2024) KR
10-2024-0100234 2024 년 7 월 29 일 (29.07.2024) KR
10-2024-0100254 2024 년 7 월 29 일 (29.07.2024) KR
10-2024-0100258 2024 년 7 월 29 일 (29.07.2024) KR

(71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.) [KR/KR]; 07336 서울특별시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: 우유진 (WOO, Yu Jin); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 전재문 (JUN, Jaemoon); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 최준호 (CHOE, Junho); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 장영진 (JANG, Youngjin); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 윤기열 (YOON, Kiyoul); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 목영봉 (MOK, Yeongbong); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 양영조 (YANG, Youngjo); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR). 김현석 (KIM, Hyunsuk); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188, LG화학 기술연구원, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 김성호 (KIM, Sung Ho); 06221 서울특별시 강남구 언주로85길 24, 3층(역삼동, PNM타워) (워너비특허법률사무소), 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

WO 2025/029048 A1

(54) **Title:** CARBON NANOTUBE DISPERSION AND METHOD FOR PREPARING SAME

(54) **발명의 명칭:** 탄소 나노튜브 분산액 및 이의 제조방법

(57) **Abstract:** The present invention relates to a carbon nanotube dispersion and a method for preparing same, the carbon nanotube dispersion comprising carbon nanotubes, a first dispersant containing nitrogen atoms, a second dispersant containing a compound represented by chemical formula 1, and a solvent. The details of the compound represented by chemical formula 1 are as defined in the specification.

(57) **요약서:** 본 발명은 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 포함하는 탄소 나노튜브 분산액 및 이의 제조방법에 관한 것이다. 상기 화학식 1 로 표시되는 화합물에 대한 내용은 명세서 내에서 정의한 바와 같다.

명세서

발명의 명칭: 탄소 나노튜브 분산액 및 이의 제조방법

기술분야

[1] 본 출원은 2023년 7월 31일자 대한민국 특허출원 제10-2023-0099704호, 2023년 7월 31일자 대한민국 특허출원 제10-2023-0099719호, 2023년 7월 31일자 대한민국 특허출원 제10-2023-0099741호, 2023년 7월 31일자 대한민국 특허출원 제10-2023-0099761호, 2024년 7월 29일자 대한민국 특허출원 제10-2024-0100228호, 2024년 7월 29일자 대한민국 특허출원 제10-2024-0100234호, 2024년 7월 29일자 대한민국 특허출원 제10-2024-0100254호 및 2024년 7월 29일자 대한민국 특허출원 제10-2024-0100258호에 기초한 우선권의 이익을 주장하며, 해당 대한민국 특허출원의 문헌에 개시된 모든 내용을 본 명세서의 일부로서 포함한다.

[2] 본 발명은 탄소 나노튜브 분산액 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[3] 모바일 기기에 대한 기술 개발과 수요가 증가함에 따라 에너지원으로서 이차전지의 수요가 급격히 증가하고 있다. 이러한 이차 전지 중 높은 에너지 밀도와 전압을 가지며, 사이클 수명이 길고, 자기방전율이 낮은 리튬 이차 전지가 상용화되어 널리 사용되고 있다. 또, 이 같은 고용량 리튬 이차 전지용 전극으로서, 전극 밀도를 향상시켜 단위 체적 당 에너지 밀도가 더 높은 전극을 제조하기 위한 방법에 대해 연구가 활발히 진행되고 있다.

[4] 일반적으로, 고밀도 전극은 수 ㎛ 내지 수십 ㎛의 크기를 갖는 전극 활물질 입자를 고압 프레스에 의해 성형하여 형성되는데, 성형 공정 동안, 입자들이 변형되고, 입자들 사이에 공간이 감소될 수 있어서, 전해액 침투성이 저하되기 쉽다.

[5] 상기와 같은 문제를 해결하기 위해, 전극의 제조 시 우수한 전기전도성과 강도를 갖는 도전재를 사용하고 있다. 상기 도전재는 전극 활물질 사이에 위치하여 성형 공정을 거치는 경우에도, 활물질 입자들 사이의 미세기공을 유지시켜 전해액이 용이하게 침투할 수 있고, 전기전도성이 우수하여 전극 내 저항을 감소시킬 수 있다. 이와 같은 도전재 중에서도 전극 내 전기적 도전 경로를 형성함으로써 전극 저항을 더욱 감소시킬 수 있는 섬유형 탄소계 도전재인 탄소 나노튜브의 사용이 증가하고 있다.

[6] 미세 탄소섬유의 일종인 탄소 나노튜브는 직경 1 ㎛ 이하 굵기의 튜브형 탄소섬유로서, 그 특이적 구조에 기인한 높은 도전성, 인장 강도 및 내열성 등으로 인해 다양한 분야로의 적용 및 실용화가 기대되고 있다. 그러나, 탄소 나노튜브는 높은 비표면적에 따라 서로 간의 강한 반데르발스 인력에 의해 분산성이 낮고, 응집 현상이 일어나는 문제가 있다.

[7] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 초음파 처리 등의 기계적 분산 처리를 통해 탄소 나노튜브를 분산매에 분산시키는 방법이 제안된 바 있다. 그러나, 기계적

분산 처리 방법의 경우 초음파 조사가 종료됨과 동시에 탄소 나노튜브가 응집해 버리거나 분산 이후 시간이 지남에 따라 다시 응집하는 등의 문제가 있다.

[8] 이에 따라, 탄소 나노튜브의 분산성을 향상시킬 수 있으면서도, 낮은 점도를 가지며, 시간 경과에 따른 점도의 증가가 억제된 탄소 나노튜브 분산액을 제조할 수 있는 방법의 개발이 필요하다.

[9] [선행기술문헌]

[10] [특허문헌]

[11] (특허문헌 1) 미국 공개특허공보 제2017-0129804호(2017.05.11)

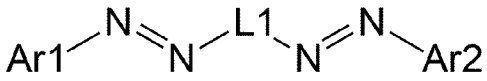
[12] (특허문헌 2) 중국 공개특허공보 제001699155호(2005.11.23)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[13] 본 발명의 목적은 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 포함하여, 분산성이 우수하여 분산액의 점도 및 분산입자의 입도가 낮으며, 점도의 경시 변화가 작은 탄소 나노튜브 분산액을 제공하는 것이다.

[14] [화학식 1]

[15] 

[16] 상기 화학식 1에서,

[17] Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,

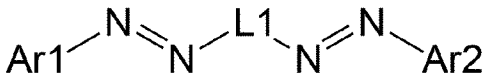
[18] L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[19] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

[20] 본 발명의 일 실시예는, 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 포함하는 탄소 나노튜브 분산액을 제공한다.

[21] [화학식 1]

[22] 

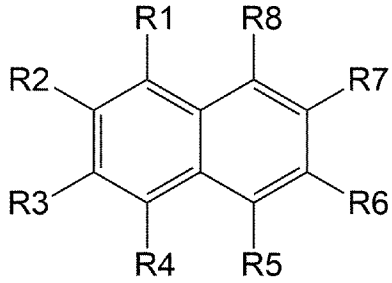
[23] 상기 화학식 1에서,

[24] Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,

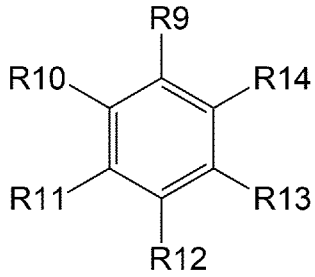
[25] L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[26] 상기 화학식 1의 Ar1 및 Ar2는 각각 하기 화학식 2 또는 화학식 3으로 표시되는 것일 수 있다.

[27] [화학식 2]

[28] 

[29] [화학식 3]

[30] 

[31] 상기 화학식 2에서,

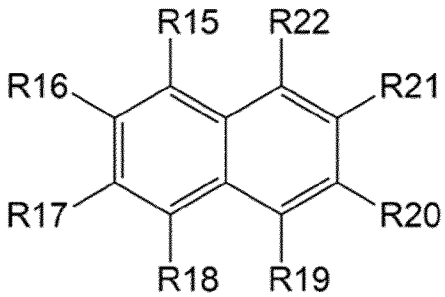
[32] R1 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 2와 연결되는 부위이되, 상기 R1 내지 R8 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이며,

[33] 상기 화학식 3에서,

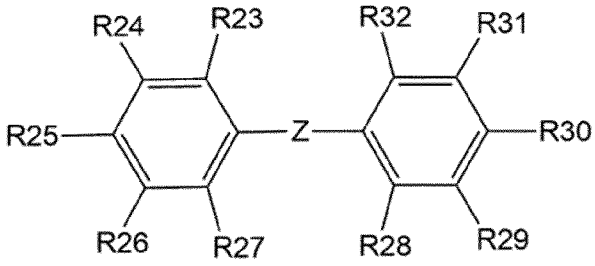
[34] R9 내지 R14는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 3과 연결되는 부위이되, 상기 R9 내지 R14 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이다.

[35] 상기 화학식 1의 L1은 하기 화학식 4 또는 화학식 5로 표시되는 것일 수 있다

[36] [화학식 4]

[37] 

[38] [화학식 5]

[39] 

[40] 상기 화학식 4에서,

[41] R15 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R15 내지 R18 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R19 내지 R22은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R19 내지 R22 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이다;

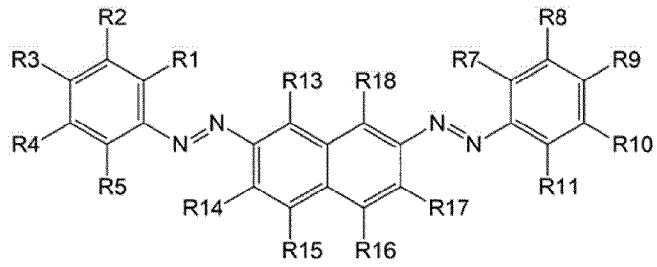
[42] 상기 화학식 5에서,

[43] R23 내지 R27은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R23 내지 R27 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R28 내지 R32은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R28 내지 R32은 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고,

[44] Z는 단일결합; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐렌기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐렌기이다.

[45] 상기 제2 분산제는 하기 화학식 1-1a 내지 화학식 1-1d 중 어느 하나로 표시되는 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

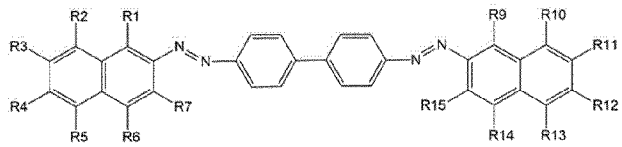
[46] [화학식 1-1a]

[47] 

[48] 상기 화학식 1-1a에서,

[49] R1 내지 R5, R7 내지 R11, R13 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이다;

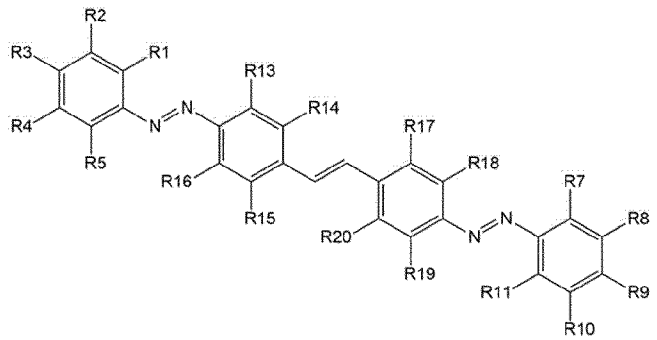
[50] [화학식 1-1b]

[51] 

[52] 상기 화학식 1-1b에서,

[53] R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기이되, R1 내지 R7 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R9 내지 R15 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[54] [화학식 1-1c]

[55] 

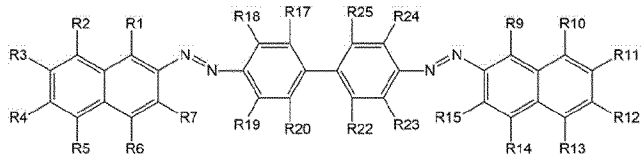
[56] 상기 화학식 1-1c에서,

[57] R1 내지 R5, R7 내지 R11은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤

테로아릴기이되, R1 내지 R5 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고, R7 내지 R11 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고,

[58] R13 내지 R20은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤테로아릴기이되, R13 내지 R16 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R17 내지 R20 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[59] [화학식 1-1d]

[60] 

[61] 상기 화학식 1-1d에서,

[62] R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이고,

[63] R17 내지 R20, R22 내지 R25는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기이다.

[64] 상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 탄소 나노튜브를 0.05 내지 5 중량부로 포함할 수 있다.

[65] 상기 탄소 나노튜브의 BET 비표면적은 800 내지 2,000 m^2/g일 수 있다.

[66] 상기 제1 분산제는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아크릴산 하이드라지드(polyacrylic acid hydrazide), 폴리-N-비닐-5-메톡사졸리돈(poly-N-vinyl-5-methoxazolidon), N-알킬 폴리이민(N-alkyl polyimine), N-아세틸 폴리이민(N-acetyl polyimine), 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리-L-리신 하이드로브로마이드(poly-L-lysine hydrobromide), 벤질-도데실-디메틸암모늄 클로라이드(benzyl-dodecyl-dimethylammonium chloride), 및 폴리에틸렌이민(polyethylenimine)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있다.

[67] 상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제1 분산제를 0.01 내지 10 중량부로 포함할 수 있다.

[68] 상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제2 분산제를 0.001 내지 9 중량부로 포함할 수 있다.

[69] 상기 제1 분산제와 및 제2 분산제는 100:10 내지 100:90의 중량비로 포함될 수 있다.

[70] 상기 탄소 나노튜브 분산액은 25 ℃, 1 rpm에서 측정한 초기 점도가 1 내지 10 Pa·s일 수 있다.

[71] 상기 탄소 나노튜브 분산액은 하기 식 (1)로 표시되는 점도 증가율이 15 % 이하일 수 있다.

[72] [식 1]

[73] 점도 증가율(%) = {(25 ℃에서 1주간 방치한 후 측정한 점도 - 초기 점도)/초기 점도} × 100

[74] 본 발명의 다른 일 실시예는, (1) 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 혼합하여 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조하는 단계 및 (2) 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 분산시켜 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하는 단계를 포함하는 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

[75] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 질소 원자를 포함하는 제1 분산제와 함께, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 함께 사용함으로써, 비표면적이 큰 탄소 나노튜브를 사용함에도 불구하고 분산액의 점도의 경시 변화가 작고, 상대적으로 낮은 점도를 나타내며, 탄소 나노튜브를 균일하고 효과적으로 분산시킴에 따라 분산된 입자의 입도가 작은 특성을 갖는다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[76] 이하 본 발명의 구현예를 상세히 설명한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예에 기재된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[77] 본 명세서에 있어서, 상기 "치환"이라는 용어는, 화합물의 탄소 원자에 결합된 수소 원자가 다른 치환기로 바뀌는 것을 의미하며, 치환되는 위치는 수소 원자가 치환되는 위치 즉, 치환기가 치환 가능한 위치라면 한정하지 않으며, 2 이상 치환되는 경우, 2 이상의 치환기는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[78] 본 명세서에 있어서, "치환 또는 비치환"이란, 중수소; 할로겐; 시아노기; C1 내지 C60의 직쇄 또는 분지쇄의 알킬기; C2 내지 C60의 직쇄 또는 분지쇄의 알케닐기; C2 내지 C60의 직쇄 또는 분지쇄의 알키닐기; C3 내지 C60의 단환 또는 다환의 시클로알킬기; C2 내지 C60의 단환 또는 다환의 헤테로시클로알킬기; C6 내지 C60의 단환 또는 다환의 아릴기; C2 내지 C60의 단환 또는 다환의 헤테로아릴기; C1 내지 C20의 알킬아민기; C6 내지 C60의 단환 또는 다환의 아릴아민기; 및

C2 내지 C60의 단환 또는 다환의 헤테로아릴아민기로 이루어진 군으로부터 선택된 1 이상의 치환기로 치환 또는 비치환되거나, 상기 예시된 치환기 중에서 선택된 2 이상의 치환기가 연결된 치환기로 치환 또는 비치환된 것을 의미한다.

[79] 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 '포함한다'고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[80] 본 명세서 전체에서, "%"는 명시적인 다른 표시가 없는 한 중량%를 의미한다.

[81] 본 명세서에서, 평균 입도 "D_{50}"은 체적 누적량이 50%에 해당하는 입도를 의미하는 것이다. 상기 D_{50}은 예를 들어, 레이저 회절법(laser diffraction method)을 이용하여 측정할 수 있다. 상기 레이저 회절법은 일반적으로 서브미크론(submicron) 영역에서부터 수 mm 정도의 입도의 측정이 가능하며, 고 재현성 및 고 분해성의 결과를 얻을 수 있다.

[82] 본 명세서에서, "비표면적"은 BET법(Brunauer-Emmett-Teller Analysis)에 의해 측정한 것으로서, 구체적으로는 BEL Japan사의 BELSORP-mino II를 이용하여 액체 질소 온도 하(77K)에서의 질소가스 흡착량으로부터 산출될 수 있다.

[83]

[84] **탄소 나노튜브 분산액**

[85] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 포함하는 것이다. 이하, 본 발명의 탄소 나노튜브 분산액의 각 성분에 대해 구체적으로 설명한다.

[86]

[87] (1) 탄소 나노튜브

[88] 본 발명에서 사용하는 용어 '탄소 나노튜브'는 탄소 나노튜브의 단위체가 전체 또는 부분적으로 번들형을 이루도록 집합되어 형성된 2차 구조물로서, 상기 탄소 나노튜브의 단위체는 흑연면(graphite sheet)이 나노 크기 직경의 실린더 형태를 가지며, sp^2 결합 구조를 갖는다. 이때 상기 흑연면이 말리는 각도 및 구조에 따라서 도체 또는 반도체의 특성을 나타낼 수 있다. 탄소 나노튜브의 단위체는 벽을 이루고 있는 결합수에 따라서 단일벽 탄소 나노튜브(SWCNT, single-walled carbon nanotube), 이중벽 탄소 나노튜브(DWCNT, double-walled carbon nanotube) 및 다중벽 탄소 나노튜브(MWCNT, multi-walled carbon nanotube)로 분류될 수 있다.

[89] 본 발명에서 사용하는 용어 '번들형(bundle type)'이란 달리 언급되지 않는 한, 복수 개의 탄소 나노튜브의 단위체가 단위체 길이 방향의 축이 실질적으로 동일한 배향으로 나란하게 배열되거나, 배열된 후 꼬여있거나 또는 뒤엉켜있는, 다발(bundle) 혹은 로프(rope) 형태의 2차 형상을 지칭한다. '비-번들형(non-bundle

type) 또는 인탱글형(entangled type)'이란 탄소 나노튜브의 단위체가 다발 혹은 로프 형태와 같은 일정한 형상이 없이 뒤엉켜 있는 형태를 지칭한다.

[90] 탄소 나노튜브는 전도성은 높은 편이나, 탄소 나노튜브 간 발생하는 반데르발스 힘(van der Waals force)에 의하여 응집성이 높다. 도전재가 응집되면, 전극 내 도전 경로를 제대로 형성할 수 없고, 전도성을 높이기 위해 더 많은 도전재를 사용하게 되어, 상대적으로 활물질의 양이 적어지므로, 전극의 용량 등 성능이 되려 저하될 수 있다. 따라서, 탄소 나노튜브를 도전재로 상용화하는 것에 어려움이 있었다.

[91] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액은, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 포함하므로, 탄소 나노튜브 분산액의 초기 점도를 현저히 감소시키고, 경시 점도 변화 발생을 억제함과 동시에, 분산 입자의 낮은 입도를 유지할 수 있다.

[92] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 상기 탄소 나노튜브로서 단일벽, 이중벽 및 다중벽의 탄소 나노튜브 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 구체적으로 단일벽 탄소 나노튜브를 포함할 수 있다. 상기 단일벽 탄소 나노튜브 또는 이중벽 탄소 나노튜브는 다중벽 탄소 나노튜브에 비해 높은 비표면적을 가지므로 이를 이차 전지에 적용할 경우 사이클 특성 개선에 보다 효과적이다.

[93] 한편, 상기 탄소 나노튜브는 평균 직경은, 예를 들어 0.6 내지 10 nm, 바람직하게는 0.8 내지 5 nm, 더욱 바람직하게는 0.8 내지 3 nm 일 수 있으며, 0.8 nm 이상, 0.9 nm 이상, 1.0 nm 이상, 1.1 nm 이상, 1.2 nm 이상, 1.3 nm 이상, 1.4 nm 이상, 1.5 nm 이상, 1.6 nm 이상, 1.7 nm 이상, 1.8 nm 이상 또는 1.9 nm 이상일 수 있고, 3.0 nm 이하, 2.9 nm 이하, 2.8 nm 이하, 2.7 nm 이하, 2.6 nm 이하, 2.5 nm 이하, 2.4 nm 이하, 2.3 nm 이하, 2.2 nm 이하, 2.1 nm 이하 또는 2.0 nm 이하일 수 있다.

[94] 또한, 상기 탄소 나노튜브는 평균 길이가 0.5 내지 20 ㎛, 바람직하게는 1 내지 20 ㎛, 더욱 바람직하게는 5 내지 20 ㎛일 수 있으며, 5 ㎛ 이상, 7 ㎛ 이상, 9 ㎛ 이상, 11 ㎛ 이상 또는 13 ㎛ 이상일 수 있고, 20 ㎛ 이하, 18 ㎛ 이하, 16 ㎛ 이하 또는 14 ㎛ 이하일 수 있다. 탄소 나노튜브의 평균 직경 및 평균 길이가 상기 범위를 만족할 경우, 분산액의 점도 감소 및 저장 안정성 향상에 효과적이며, 전극 활물질 적용 시에도 우수한 사이클 특성을 구현할 수 있다.

[95] 이때, 상기 탄소 나노튜브의 평균 직경은 탄소 나노튜브 분말을 주사전자현미경으로 촬영하여 측정할 수 있으며, 상기 탄소 나노튜브의 평균 길이는 탄소 나노튜브 분산액을 주사전자현미경으로 촬영하여 측정할 수 있다.

[96] 상기 탄소 나노튜브는 상기 탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부를 기준으로 0.05 내지 5 중량부로 포함될 수 있으며, 0.05 중량부 이상, 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 0.9 중량부 이상, 1.0 중량부 이상, 1.1 중량부 이상, 1.2 중량부 이상, 1.3 중량부 이상, 1.4 중량부 이상, 1.5 중량부 이상, 1.6 중량

부 이상, 1.7 중량부 이상, 1.8 중량부 이상, 1.9 중량부 이상, 2.0 중량부 이상, 2.1 중량부 이상, 2.2 중량부 이상, 2.3 중량부 이상, 2.4 중량부 이상 또는 2.5 중량부 이상일 수 있으며, 5 중량부 이하, 4.9 중량부 이하, 4.8 중량부 이하, 4.7 중량부 이하, 4.6 중량부 이하, 4.5 중량부 이하, 4.4 중량부 이하, 4.3 중량부 이하, 4.2 중량부 이하, 4.1 중량부 이하, 4 중량부 이하, 3.9 중량부 이하, 3.8 중량부 이하, 3.7 중량부 이하, 3.6 중량부 이하, 3.5 중량부 이하, 3.4 중량부 이하, 3.3 중량부 이하, 3.2 중량부 이하, 3.1 중량부 이하, 3 중량부 이하, 2.9 중량부 이하, 2.8 중량부 이하, 2.7 중량부 이하 또는 2.6 중량부 이하로 포함될 수 있다. 탄소 나노튜브의 함량이 상기 범위를 만족할 때, 분산액 점도 개선 효과 및 상기 탄소 나노튜브 분산액을 통해 제조되는 이차 전지 도전성 향상 효과가 우수하다.

[97] 상기 탄소 나노튜브의 BET 비표면적은 800 m^2/g 내지 2,000 m^2/g 일 수 있으며, 예를 들어 800 m^2/g 이상, 810 m^2/g 이상, 820 m^2/g 이상, 830 m^2/g 이상, 840 m^2/g 이상, 850 m^2/g 이상, 860 m^2/g 이상, 870 m^2/g 이상, 880 m^2/g 이상, 890 m^2/g 이상, 900 m^2/g 이상, 910 m^2/g 이상, 920 m^2/g 이상, 930 m^2/g 이상, 940 m^2/g 이상, 950 m^2/g 이상, 960 m^2/g 이상, 970 m^2/g 이상, 980 m^2/g 이상, 990 m^2/g 이상, 1,000 m^2/g 이상, 1,010 m^2/g 이상, 1,020 m^2/g 이상, 1,030 m^2/g 이상, 1,040 m^2/g 이상, 1,050 m^2/g 이상, 1,060 m^2/g 이상, 1,070 m^2/g 이상, 1,080 m^2/g 이상, 1,090 m^2/g 이상, 1,100 m^2/g 이상, 1,110 m^2/g 이상, 1,120 m^2/g 이상, 1,130 m^2/g 이상, 1,140 m^2/g 이상, 1,150 m^2/g 이상, 1,160 m^2/g 이상, 1,170 m^2/g 이상, 1,180 m^2/g 이상, 1,190 m^2/g 이상, 1,200 m^2/g 이상, 1,210 m^2/g 이상, 1,220 m^2/g 이상, 1,230 m^2/g 이상, 1,240 m^2/g 이상, 1,250 m^2/g 이상, 1,260 m^2/g 이상, 1,270 m^2/g 이상, 1,280 m^2/g 이상, 1,290 m^2/g 이상, 1,300 m^2/g 이상, 1,310 m^2/g 이상, 1,320 m^2/g 이상, 1,330 m^2/g 이상, 1,340 m^2/g 이상, 1,350 m^2/g 이상, 1,360 m^2/g 이상, 1,370 m^2/g 이상, 1,380 m^2/g 이상, 1,390 m^2/g 이상 또는 1,400 m^2/g 이상일 수 있고, 2,000 m^2/g 이하, 1,990 m^2/g 이하, 1,980 m^2/g 이하, 1,970 m^2/g 이하, 1,960 m^2/g 이하, 1,950 m^2/g 이하, 1,940 m^2/g 이하, 1,930 m^2/g 이하, 1,920 m^2/g 이하, 1,910 m^2/g 이하, 1,900 m^2/g 이하, 1,890 m^2/g 이하, 1,880 m^2/g 이하, 1,870 m^2/g 이하, 1,860 m^2/g 이하, 1,850 m^2/g 이하, 1,840 m^2/g 이하, 1,830 m^2/g 이하, 1,820 m^2/g 이하, 1,810 m^2/g 이하, 1,800 m^2/g 이하, 1,790 m^2/g 이하, 1,780 m^2/g 이하, 1,770 m^2/g 이하, 1,760 m^2/g 이하, 1,750 m^2/g 이하, 1,740 m^2/g 이하, 1,730 m^2/g 이하, 1,720 m^2/g 이하, 1,710 m^2/g 이하, 1,700 m^2/g 이하, 1,690 m^2/g 이하, 1,680 m^2/g 이하, 1,670 m^2/g 이하, 1,660 m^2/g 이하, 1,650 m^2/g 이하, 1,640 m^2/g 이하, 1,630 m^2/g 이하, 1,620 m^2/g 이하, 1,610 m^2/g 이하, 1,600 m^2/g 이하, 1,590 m^2/g 이하, 1,580 m^2/g 이하, 1,570 m^2/g 이하, 1,560 m^2/g 이하, 1,550 m^2/g 이하, 1,540 m^2/g 이하, 1,530 m^2/g 이하, 1,520 m^2/g 이하, 1,510 m^2/g 이하, 1,500 m^2/g 이하, 1,490 m^2/g 이하, 1,480 m^2/g 이하, 1,470 m^2/g 이하, 1,460 m^2/g 이하, 1,450 m^2/g 이하, 1,440 m^2/g 이하, 1,430 m^2/g 이하, 1,420 m^2/g 이하 또는 1,410 m^2/g 이하

일 수 있다. 상기와 같이 높은 BET 비표면적을 갖는 탄소 나노튜브를 사용하면, 전극 활물질들 사이에 전도성 네트워크 형성이 우수하여 상기 탄소 나노튜브 분산액을 통해 제조되는 이차 전지의 사이클 특성이 개선되는 효과를 얻을 수 있다.

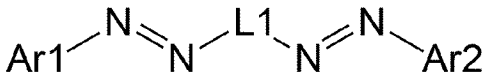
[98] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 탄소 나노튜브가 균일하게 분산될 수 있으므로 상대적으로 높은 탄소 나노튜브 함량을 가질 수 있다. 탄소 나노튜브 함량이 적은 탄소 나노튜브 분산액을 전극 슬러리의 제조에 사용하는 경우, 제조된 전극 슬러리의 고형분 함량이 감소하여 상기 전극 슬러리를 도포하여 건조하기 이전의 두께(젖음 두께)가 두꺼워, 이후 건조 및 압연 처리를 거친 이후 측정되는 압연율이 높아지게 되어 건조 및 압연 전 후 두께비율의 차이가 커지게 된다. 이와 같이, 압연율이 높아지게 되면, 공정 도중 양극 활물질을 비롯한 슬러리 내부의 조성물들이 손상될 수 있고, 이에 따른 전지의 성능이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다.

[99]

[100] (2) 분산제

[101] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 상기 탄소 나노튜브의 분산성 향상을 위하여 분산제를 포함하며, 상기 분산제로 질소 원자를 포함하는 제1 분산제 및 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 함께 포함한다.

[102] [화학식 1]

[103] 

[104] 상기 화학식 1에서,

[105] Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,

[106] L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[107] 상기 탄소 나노튜브 분산액 내에서 상기 제1 분산제 및 제2 분산제는 탄소 나노튜브가 분산액 내에서 응집되지 않고 고르게 분산될 수 있도록 탄소 나노튜브의 분산성을 증가시키는 역할을 하며, 특히 시간 변화에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도 변화를 억제하고, 분산 입자의 평균 입도를 낮추는 역할을 한다.

[108] 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노튜브 분산액에서, 상기 질소 원자를 포함하는 제1 분산제는 후술할 수계 용매에 용해될 수 있는 것일 수 있으며, 예를 들어 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아크릴산 하이드라지드(polyacrylic acid hydrazide), 폴리-N-비닐-5-메톡사졸리돈(poly-N-vinyl-5-methoxazolidon), N-알킬 폴리이민(N-alkyl polyimine), N-아세틸 폴리이민(N-acetyl polyimine), 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리-L-리신하이드로브로마이드(poly-L-lysine hydrobromide), 벤질-도데실-디메틸암모늄 클로라이드(benzyl-dodecyl-dimethylammonium chloride) 및 폴리에틸렌이민(polyethylenimine)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있고, 바람직하게는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone)을 사용할 수 있다. 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노

튜브 분산액이 상기 질소 원자를 포함하는 제1 분산제를 포함함에 따라 분산액의 점도 개선 효과 및 점도의 경시 변화 억제 효과를 나타낼 수 있다.

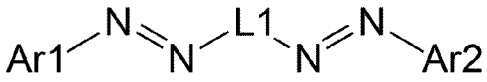
[109] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제1 분산제를 0.01 내지 10 중량부로 포함할 수 있으며, 예를 들어, 0.01 중량부 이상, 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 0.9 중량부 이상, 1 중량부 이상, 1.1 중량부 이상, 1.2 중량부 이상, 1.3 중량부 이상, 1.4 중량부 이상, 1.5 중량부 이상, 1.6 중량부 이상, 1.7 중량부 이상, 1.8 중량부 이상, 1.9 중량부 이상, 2 중량부 이상, 2.1 중량부 이상, 2.2 중량부 이상, 2.3 중량부 이상, 2.4 중량부 이상, 2.5 중량부 이상, 2.6 중량부 이상, 2.7 중량부 이상, 2.8 중량부 이상, 2.9 중량부 이상, 3 중량부 이상, 3.1 중량부 이상, 3.2 중량부 이상, 3.3 중량부 이상, 3.4 중량부 이상,3.5 중량부 이상, 3.6 중량부 이상, 3.7 중량부 이상, 3.8 중량부 이상, 3.9 중량부 이상, 4 중량부 이상, 4.1 중량부 이상, 4.2 중량부 이상, 4.3 중량부 이상, 4.4 중량부 이상, 4.5 중량부 이상, 4.6 중량부 이상, 4.7 중량부 이상, 4.8 중량부 이상, 4.9 중량부 이상 또는 5 중량부 이상으로 포함할 수 있고, 10 중량부 이하, 9.9 중량부 이하, 9.8 중량부 이하, 9.7 중량부 이하, 9.6 중량부 이하, 9.5 중량부 이하, 9.4 중량부 이하, 9.3 중량부 이하, 9.2 중량부 이하, 9.1 중량부 이하, 9 중량부 이하, 8.9 중량부 이하, 8.8 중량부 이하, 8.7 중량부 이하, 8.6 중량부 이하, 8.5 중량부 이하, 8.4 중량부 이하, 8.3 중량부 이하, 8.2 중량부 이하, 8.1 중량부 이하, 8 중량부 이하, 7.9 중량부 이하, 7.8 중량부 이하, 7.7 중량부 이하, 7.6 중량부 이하, 7.5 중량부 이하, 7.4 중량부 이하, 7.3 중량부 이하, 7.2 중량부 이하, 7.1 중량부 이하, 7 중량부 이하, 6.9 중량부 이하, 6.8 중량부 이하, 6.7 중량부 이하, 6.6 중량부 이하, 6.5 중량부 이하, 6.4 중량부 이하, 6.3 중량부 이하, 6.2 중량부 이하, 6.1 중량부 이하, 6 중량부 이하, 5.9 중량부 이하, 5.8 중량부 이하, 5.7 중량부 이하, 5.6 중량부 이하, 5.5 중량부 이하, 5.4 중량부 이하, 5.3 중량부 이하, 5.2 중량부 이하 또는 5.1 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[110] 상기 제1 분산제의 함량이 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 0.01 중량부 미만인 경우 분산제의 함량 부족으로 충분한 분산 효과가 나타나지 않아 분산액의 점도가 낮게 형성되지 않고 시간의 경과에 따라 점도가 증가하는 문제가 있을 수 있으며, 10 중량부를 초과하는 경우 제1 분산제의 함량이 과다함에 따라 분산액 내 고형분 간 응집이 진행되어 분산액의 점도가 높게 형성되는 문제가 있을 수 있다.

[111] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액은, 상기 제1 분산제만을 포함하는 탄소 나노튜브 분산액에서, 탄소 나노튜브의 함량이 증가함에 따라 분산액의 점도가 함께 상승하는 문제점을 해결하기 위해, 상기 제1 분산제와 함께, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 함께 포함하며, 이에 따라 종래의 분산제만을 사용한 탄소 나노튜브 분산액에 비해 분산성이 우

수하여 슬러리 조성물의 입자 뭉침이 적고, 침강 속도가 작은 효과를 나타낼 수 있다.

[112] [화학식 1]

[113] 

[114] 상기 화학식 1에서,

[115] Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,

[116] L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[117] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기일 수 있다.

[118] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기일 수 있다.

[119] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10의 아릴기일 수 있다.

[120] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 치환 또는 비치환된 페닐기; 또는 치환 또는 비치환된 나프탈렌기일 수 있다.

[121] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기일 수 있다.

[122] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기일 수 있다.

[123] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10의 아릴기일 수 있다.

[124] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 치환 또는 비치환된 페닐기; 또는 치환 또는 비치환된 나프탈렌기일 수 있다.

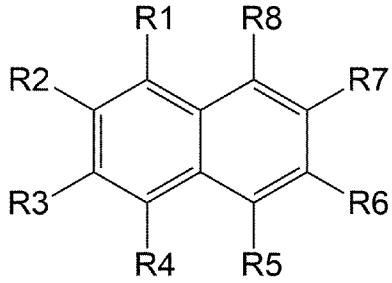
[125] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기일 수 있다.

[126] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴렌기일 수 있다.

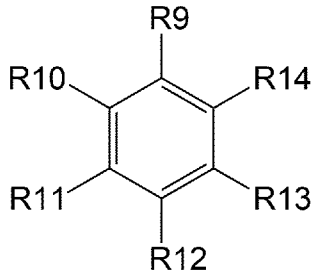
[127] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C10의 아릴렌기일 수 있다.

[128] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1 및 Ar2는 각각 하기 화학식 2 또는 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[129] [화학식 2]

[130] 

[131] [화학식 3]

[132] 

[133] 상기 화학식 2에서,

[134] R1 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 2와 연결되는 부위이되, 상기 R1 내지 R8 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이며,

[135] 상기 화학식 3에서,

[136] R9 내지 R14는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 3과 연결되는 부위이되, 상기 R9 내지 R14 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이다.

[137] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 2로 표시되고, 화학식 2의 R1 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R1 내지 R8 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위일 수 있다.

[138] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 상기 화학식 2로 표시되고, 화학식 2의 R1 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R1 내지 R8 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위일 수 있다.

[139] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R9 내지 R14 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위일 수 있다.

[140] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2는 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R9 내지 R14 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위일 수 있다.

[141] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 2로 표시되고, 화학식 2의 R1 내지 R8 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 설포네이트기일 수 있다.

[142] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 2로 표시되고, 화학식 2의 R1 내지 R8 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 설포네이트기일 수 있다.

[143] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 할로겐기일 수 있다.

[144] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 할로겐기일 수 있다.

[145] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 하이드록실기일 수 있다.

[146] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외한 나머지 중 적어도 하나는 하이드록실기일 수 있다.

[147]

[148] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 클로로기, 설포네이트기 및 하이드록실기를 포함할 수 있다.

[149] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 클로로기, 설포네이트기 및 하이드록실기를 포함할 수 있다.

[150] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 하이드록실기 및 2 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있다.

[151] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 하이드록실기 및 2 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있다.

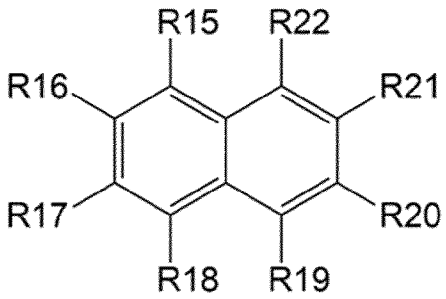
[152] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar1은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 하이드록실기, 2 이상의 설포네이트기 및 아민기를 포함할 수 있다.

[153] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 Ar2은 상기 화학식 3으로 표시되고, 화학식 3의 R9 내지 R14 중 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 하이드록실기, 2 이상의 설포네이트기 및 아민기를 포함할 수 있다.

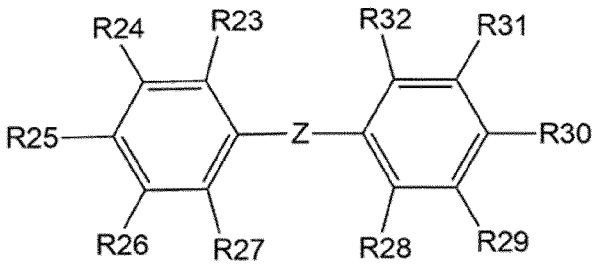
[154] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 2 및 3에서, R1 내지 R14 중 어느 하나 이상이 설포네이트기인 경우, 상기 설포네이트기의 음이온은 금속 양이온과 결합된 염(salt)의 형태일 수 있고, 구체적으로 설포네이트기의 나트륨염 또는 칼슘염일 수 있다.

[155] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1의 L1은 하기 화학식 4 또는 화학식 5로 표시될 수 있다.

[156] [화학식 4]

[157] 

[158] [화학식 5]

[159] 

[160] 상기 화학식 4에서,

[161] R15 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R15 내지 R18 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R19 내지 R22은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R19 내지 R22 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이다;

[162] 상기 화학식 5에서,

[163] R23 내지 R27은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식

1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R23 내지 R27 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R28 내지 R32은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R28 내지 R32은 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고,

[164] Z는 단일결합; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐렌기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐렌기이다.

[165] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 4의 R15 내지 R18 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 설포네이트기 및 하이드록실기를 포함할 수 있고, 상기 화학식 4의 R19 내지 R22 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 설포네이트기 및 하이드록실기를 포함할 수 있다.

[166] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 5의 R23 내지 R27 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있고, 상기 화학식 5의 R28 내지 R32 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있다.

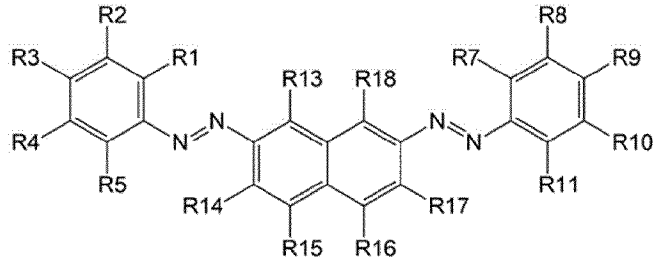
[167] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 5의 R23 내지 R27 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 치환 또는 비치환된 C1 내지 C3의 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C3의 알콕시기를 포함할 수 있고, 상기 화학식 5의 R28 내지 R32 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 치환 또는 비치환된 C1 내지 C3의 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C3의 알콕시기를 포함할 수 있다.

[168] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 5의 R23 내지 R27 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 치환 또는 비치환된 메틸기; 또는 치환 또는 비치환된 메톡시기를 포함할 수 있고, 상기 화학식 5의 R28 내지 R32 중 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지

않은 질소 원자와 연결되는 부위를 제외하고, 적어도 하나의 치환 또는 비치환된 메틸기; 또는 치환 또는 비치환된 메톡시기를 포함할 수 있다.

[169] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제는 하기 화학식 1-1a 내지 화학식 1-1d 중 어느 하나로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

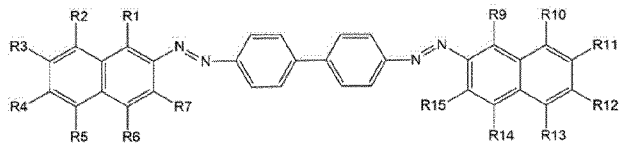
[170] [화학식 1-1a]

[171] 

[172] 상기 화학식 1-1a에서,

[173] R1 내지 R5, R7 내지 R11, R13 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이다;

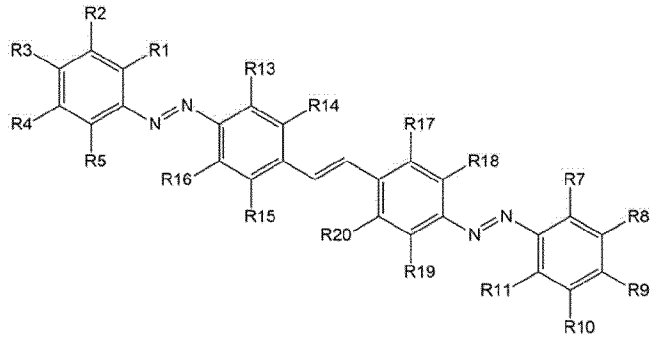
[174] [화학식 1-1b]

[175] 

[176] 상기 화학식 1-1b에서,

[177] R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기이되, R1 내지 R7 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R9 내지 R15 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[178] [화학식 1-1c]

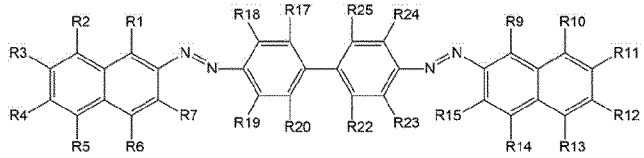
[179] 

[180] 상기 화학식 1-1c에서,

[181] R1 내지 R5, R7 내지 R11은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤테로아릴기이되, R1 내지 R5 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고, R7 내지 R11 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고,

[182] R13 내지 R20은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤테로아릴기이되, R13 내지 R16 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R17 내지 R20 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[183] [화학식 1-1d]

[184] 

[185] 상기 화학식 1-1d에서,

[186] R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이고,

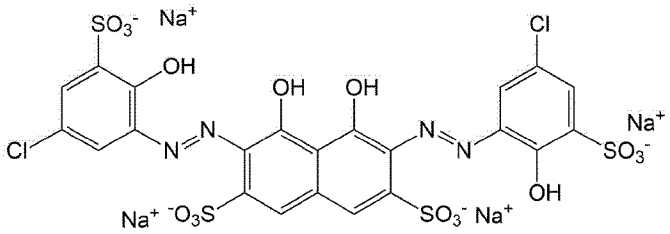
[187] R17 내지 R20, R22 내지 R25는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기이다.

[188] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1a의 R1 내지 R5, R7 내지 R11는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 할로겐; 설포네이트기; 또는 하이드록실기일 수 있다.

[189] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1a의 R13 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 설포네이트기; 또는 하이드록실기일 수 있다.

[190] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제가 화학식 1-1a로 표시되는 화합물인 경우 하기 화학식 6으로 표시되는 화합물(SulfoChlorophenol S)을 포함하는 것일 수 있다.

[191] [화학식 6]

[192] 

[193] 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노튜브 분산액에서, 상기 제2 분산제에 포함된 화학식 1-1a로 표시되는 화합물이 적어도 하나 이상의 하이드록실기를 포함함에 따라 분산액 내 용매와의 수소 결합을 형성하여 '탄소 나노튜브-분산제' 결합체가 용매 내에서 안정적으로 분산상태를 유지할 수 있게 한다.

[194] 또한 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노튜브 분산액에서, 상기 제2 분산제에 포함된 화학식 1-1a로 표시되는 화합물이 적어도 하나 이상의 설포네이트기를 포함함에 따라, 상기 분산제가 용매 용해시 이온화됨에 따라 설포네이트 음이온 사이에 정전기적 반발력을 형성하여 인접한 분산제 사이의 응집을 방지해 '탄소 나노튜브-분산제' 결합체가 용매 내에서 안정적으로 분산상태를 유지할 수 있게 한다.

[195] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1b의 R1 내지 R7은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 설포네이트기; 또는 하이드록실기이되, R1 내지 R7 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기일 수 있다. 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1b의 R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 설포네이트기; 또는 하이드록실기이되, R9 내지 R15 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기일 수 있다.

[196] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제가 화학식 1-1b로 표시되는 화합물인 경우 다이렉트 레드 28(direct red 28), 다이렉트 레드 2(direct red 2), 다이렉트 레드 7(direct red 7), 다이렉트 레드 46(direct red 46) 및 다이렉트 레드 56(direct red 56)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상일 수 있으며, 치환된 아조계 화합물로서, 분자 내 적어도 2개 이상의 설포네이트기를 포함하면서 탄소나노튜브의 분산성을 높일 수 있는 것이라면 상기 종류에 한정되지 않을 수 있다.

[197]

[198] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제가 화학식 1-1b로 표시되는 화합물인 경우 적어도 2개 이상의 아민기를 더 포함할 수 있다.

[199] 상기 제2 분산제가 화학식 1-1b로 표시되는 화합물인 경우 적어도 2개 이상의 아민기를 더 포함함에 따라, 용매와의 수소 결합을 형성하여 '탄소나노튜브-분산제' 결합체가 용매 내에서 안정적으로 분산상태를 유지할 수 있으며, 제1 분산제에 포함된 질소 원자와 제2 분산제의 아민기 간의 수소 결합에 의한 상호 작용이 적절히 균형을 이룸으로써, 상기 탄소나노튜브 분산액의 점도 감소 및 경시 변화에 따른 점도 상승 억제 효과를 더욱 향상시킬 수 있다.

[200] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1c의 R1 내지 R5는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 하이드록실기이되, R1 내지 R5 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기일 수 있다.

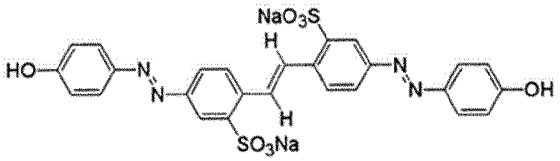
[201] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1c의 R7 내지 R11은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 하이드록실기이되, R7 내지 R11 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기일 수 있다.

[202] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1c의 R13 내지 R16은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 설포네이트기이되, R13 내지 R16 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기일 수 있다.

[203] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1c의 R17 내지 R20은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 설포네이트기이되, R17 내지 R20 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기일 수 있다.

[204] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제가 화학식 1-1c로 표시되는 화합물인 경우 그 구체적인 예로는 하기 화학식 7과 같은 다이렉트 옐로우 4(direct yellow 4)를 들 수 있으며, 치환된 아조계 화합물로서, 분자 내 적어도 2개 이상의 설포네이트기와 2개 이상의 하이드록실기를 포함하면서 탄소나노튜브의 분산성을 높일 수 있는 것이라면 상기 종류에 한정되지 않을 수 있다.

[205] [화학식 7]

[206] 

[207] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1d의 R1 내지 R7는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 아민기이되, 상기 R1 내지 R7는 적어도 하나의 하이드록실기 및 2 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있다.

[208] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1d의 R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 설포네이트기; 하이드록실기; 또는 아민기이되, 상기 R9 내지 R15는 적어도 하나의 하이드록실기 및 2 이상의 설포네이트기를 포함할 수 있다.

[209] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1d의 R17 내지 R20은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기일 수 있다

[210] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 화학식 1-1d의 R22 내지 R25는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기일 수 있다

[211] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 제2 분산제가 화학식 1-1d로 표시되는 화합물인 경우 다이렉트 블루 1(Direct Blue 1), 다이렉트 블루 14(Direct Blue 14), 다이렉트

블루 15(Direct Blue 15) 및 다이렉트 블루 53(Direct Blue 53)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있다.

[212]

[213] 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노튜브 분산액에서, 상기 제2 분산제에 포함된 화학식 1-1d로 표시되는 화합물이 적어도 하나 이상의 하이드록실기를 포함함에 따라 분산액 내 용매와의 수소 결합을 형성하여 '탄소 나노튜브-분산제' 결합체가 용매 내에서 안정적으로 분산상태를 유지할 수 있게 한다.

[214] 또한 본 발명의 일 구체예에 따른 탄소 나노튜브 분산액에서, 상기 제2 분산제에 포함된 화학식 1-1d로 표시되는 화합물이 2 이상의 설포네이트기를 포함함에 따라, 상기 분산제가 용매 용해시 이온화됨에 따라 설포네이트 음이온 사이에 정전기적 반발력을 형성하여 인접한 분산제 사이의 응집을 방지해 '탄소 나노튜브-분산제' 결합체가 용매 내에서 안정적으로 분산상태를 유지할 수 있게 한다.

[215] 만일, 탄소 나노튜브 분산액이 본 발명에 따른 제2 분산제를 포함하지 않을 경우 탄소 나노튜브의 표면이 분산제의 의해 충분히 감싸지지 못한 영역이 증가할 수 있으며, 그 결과 탄소 나노튜브간 적정 정도 이상의 강한 결합력을 발생하여 탄소 나노튜브 간의 응집된 결과 분산액의 점도가 높게 형성될 수 있다.

[216] 또한, 상기 제2 분산제가, 예를 들어 분자 구조 내 3개 이상의 방향족 고리를 포함하는 경우, 분자들이 선형으로 각을 지어 있거나 밀집된 구조를 형성하기 됨에 따라, 직경이 작은 탄소 나노튜브, 특히 단일벽 탄소 나노튜브의 표면 흡착에 불리하게 된다. 또한, 흡착이 되지 않은 분산제들끼리 파이-파이(π-π) 상호작용이 강하게 발생하여 분산제의 응집을 심화시킴에 따라 분산액의 점도가 높게 형성되고, 경시 변화에 따른 분산액의 점도가 크게 증가할 수 있다.

[217] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제2 분산제를 0.001 내지 9 중량부로 포함할 수 있으며, 예를 들어, 0.001 중량부 이상, 0.01 중량부 이상, 0.1 중량부 이상, 0.2 중량부 이상, 0.3 중량부 이상, 0.4 중량부 이상, 0.5 중량부 이상, 0.6 중량부 이상, 0.7 중량부 이상, 0.8 중량부 이상, 0.9 중량부 이상, 1 중량부 이상, 1.1 중량부 이상, 1.2 중량부 이상, 1.3 중량부 이상, 1.4 중량부 이상, 1.5 중량부 이상, 1.6 중량부 이상, 1.7 중량부 이상, 1.8 중량부 이상, 1.9 중량부 이상, 2 중량부 이상, 2.1 중량부 이상, 2.2 중량부 이상, 2.3 중량부 이상, 2.4 중량부 이상, 2.5 중량부 이상, 2.6 중량부 이상, 2.7 중량부 이상, 2.8 중량부 이상, 2.9 중량부 이상, 3 중량부 이상, 3.1 중량부 이상, 3.2 중량부 이상, 3.3 중량부 이상, 3.4 중량부 이상,3.5 중량부 이상, 3.6 중량부 이상, 3.7 중량부 이상, 3.8 중량부 이상, 3.9 중량부 이상, 4 중량부 이상, 4.1 중량부 이상, 4.2 중량부 이상, 4.3 중량부 이상, 4.4 중량부 이상 또는 4.5 중량부 이상으로 포함할 수 있고, 9 중량부 이하, 8.9 중량부 이하, 8.8 중량부 이하, 8.7 중량부 이하, 8.6 중량부 이하, 8.5 중량부 이하, 8.4 중량부 이하, 8.3 중량부 이하, 8.2 중량부 이하, 8.1 중량부 이하, 8 중량부 이하, 7.9 중량부 이하, 7.8 중량부 이하, 7.7 중량부 이하, 7.6 중량부 이하, 7.5 중량부 이하, 7.4 중량부 이하, 7.3 중량부 이하, 7.2 중량부 이

하, 7.1 중량부 이하, 7 중량부 이하, 6.9 중량부 이하, 6.8 중량부 이하, 6.7 중량부 이하, 6.6 중량부 이하, 6.5 중량부 이하, 6.4 중량부 이하, 6.3 중량부 이하, 6.2 중량부 이하, 6.1 중량부 이하, 6 중량부 이하, 5.9 중량부 이하, 5.8 중량부 이하, 5.7 중량부 이하, 5.6 중량부 이하, 5.5 중량부 이하, 5.4 중량부 이하, 5.3 중량부 이하, 5.2 중량부 이하, 5.1 중량부 이하, 5 중량부 이하, 4.9 중량부 이하, 4.8 중량부 이하, 4.7 중량부 이하 또는 4.6 중량부 이하로 포함할 수 있다.

[218] 상기 제2 분산제의 함량이 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 0.001 중량부 미만인 경우 효과적인 분산 효과가 나타나지 않은 결과 분산액의 점도가 낮게 형성되지 않을 수 있고, 시간의 경과에 따라 점도가 증가하는 문제가 있을 수 있으며, 9 중량부를 초과하는 경우 제2 분산제 함량이 과다함에 따라 분산액 내 고형분 간 응집이 진행되어 분산액의 점도가 높게 형성되는 한 문제가 있을 수 있다.

[219] 본 발명의 일 구체예에서, 상기 탄소 나노튜브 분산액의 제1 분산제와 제2 분산제는 100:10 내지 100:90의 중량비로 포함될 수 있고, 예를 들어 제1 분산제 대비 제2 분산제가 100:10 이상, 100:15 이상, 100:17.65 이상, 100:20 이상, 100:25 이상, 100:30 이상, 100:33.33 이상, 100:35 이상, 100:40 이상, 100:45 이상, 100:50 이상 또는 100:55 이상 포함될 수 있고, 제1 분산제 대비 제2 분산제가 100:90 이하, 100:85 이하, 100:80 이하, 100:75 이하, 100:70 이하, 100:65 이하 또는 100:60 이하로 포함될 수 있다.

[220] 상기 제1 분산제와 제2 분산제의 함량이 상기 중량비로 탄소 나노튜브 분산액에 포함될 경우, 탄소 나노튜브가 상기 탄소 나노튜브 분산액 내에서 균일하게 분산되어, 낮은 점도와 함께 시간의 경과에도 점도를 일정한 수준으로 유지할 수 있다.

[221]

[222] (3) 용매

[223] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 상기 용매는 상기 탄소 나노튜브, 상기 제1 분산제 및 제2 분산제를 분산시키기 위한 분산매로, 분말 상태의 탄소 나노튜브를 곧바로 전극 슬러리 조성물 제조시 사용하는 경우, 응집되는 것을 방지하기 위하여 선분산 시켜 탄소 나노튜브 분산액으로 공급하기 위하여 사용되는 것이다.

[224] 상기 용매는 상기 탄소 나노튜브, 상기 제1 분산제 및 제2 분산제를 일정 수준 이상 용해 또는 분산시킬 수 있는 것이다. 상기 수계 용매는 예컨대 물일 수 있고, 상기 수계 용매는 이후 상기 탄소 나노튜브 분산액을 이용하여 제조되는 전극 슬러리 조성물의 코팅성 등을 감안하여 전극 슬러리 조성물이 적절한 점도를 가질 수 있는 함량으로 포함될 수 있다.

[225] 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액은, 상기와 같이 제1 분산제 및 제2 분산제가 용매 내에서 탄소 나노튜브를 균일하게 분산할 수 있도록 함에

따라, 상기 분산액에 포함된 분산 입자, 예를 들어 탄소 나노튜브 및 각 분산제의 복합체 등의 평균 입도 분포를 감소시킬 수 있게 된다.

[226] 상기 분산액에 포함된 분산 입자의 평균 입도 분포(D_{50})는, 예를 들어 0.5 내지 10 ㎛, 1 내지 10 ㎛, 1 내지 8 ㎛, 바람직하게는 1 내지 5 ㎛일 수 있다.

[227] 상기와 같은 성분들을 포함하는 본 발명의 탄소 나노튜브 분산액은 분산성이 우수하여, 분산액의 점도가 낮고, 시간 경과에 따른 점도 상승 정도가 작다.

[228] 상기 탄소 나노튜브 분산액은 점도계(TOKI SANGYO사제, viscometer TV-25, Rotor Code 01)를 이용하여 25 ℃, 1 rpm에서 측정한 초기 점도가 1 내지 8 Pa.s일 수 있고, 예를 들어 1 Pa·s 이상, 1.1 Pa·s 이상, 1.2 Pa·s 이상, 1.3 Pa·s 이상, 1.4 Pa·s 이상, 1.5 Pa·s 이상, 1.6 Pa·s 이상, 1.7 Pa·s 이상, 1.8 Pa·s 이상, 1.9 Pa·s 이상, 2 Pa·s 이상, 2.1 Pa·s 이상, 2.2 Pa·s 이상, 2.3 Pa·s 이상, 2.4 Pa·s 이상, 2.5 Pa·s 이상, 2.6 Pa·s 이상, 2.7 Pa·s 이상, 2.8 Pa·s 이상, 2.9 Pa·s 이상, 3 Pa·s 이상, 3.1 Pa·s 이상, 3.2 Pa·s 이상, 3.3 Pa·s 이상, 3.4 Pa·s 이상, 3.5 Pa·s 이상, 3.6 Pa·s 이상, 3.7 Pa·s 이상, 3.8 Pa·s 이상, 3.9 Pa·s 이상, 4 Pa·s 이상, 4.1 Pa·s 이상, 4.2 Pa·s 이상, 4.3 Pa·s 이상, 4.4 Pa·s, 4.5 Pa·s 이상, 4.6 Pa·s 이상, 4.7 Pa·s 이상, 4.8 Pa·s 이상, 4.9 Pa·s 이상, 5 Pa·s 이상, 5.1 Pa·s 이상, 5.2 Pa·s 이상, 5.3 Pa·s 이상, 5.4 Pa·s 이상 또는 5.5 Pa·s 이상일 수 있으며, 10 Pa·s 이하, 9.9 Pa·s 이하, 9.8 Pa·s 이하, 9.7 Pa·s 이하, 9.6 Pa·s 이하, 9.5 Pa·s 이하, 9.4 Pa·s 이하, 9.3 Pa·s 이하, 9.2 Pa·s 이하, 9.1 Pa·s 이하, 9 Pa·s 이하, 8.9 Pa·s 이하, 8.8 Pa·s 이하, 8.7 Pa·s 이하, 8.6 Pa·s 이하, 8.5 Pa·s 이하, 8.4 Pa·s 이하, 8.3 Pa·s 이하, 8.2 Pa·s 이하 또는 8.1 Pa·s 이하, 8 Pa·s 이하, 7.9 Pa·s 이하, 7.8 Pa·s 이하, 7.7 Pa·s 이하, 7.6 Pa·s 이하, 7.5 Pa·s 이하, 7.4 Pa·s 이하, 7.3 Pa·s 이하, 7.2 Pa·s 이하, 7.1 Pa·s 이하, 7 Pa·s 이하, 6.9 Pa·s 이하, 6.8 Pa·s 이하, 6.7 Pa·s 이하, 6.6 Pa·s 이하, 6.5 Pa·s 이하, 6.4 Pa·s 이하, 6.3 Pa·s 이하, 6.2 Pa·s 이하, 6.1 Pa·s 이하, 6 Pa·s 이하, 5.9 Pa·s 이하, 5.8 Pa·s 이하, 5.7 Pa·s 이하 또는 5.6 Pa·s 이하일 수 있다. 상기 탄소 나노튜브 분산액이 상기 범위의 초기 점도를 가질 경우, 이를 이용하여 보다 원활히 전극 슬러리를 제조할 수 있고, 상기 탄소 나노튜브 분산액을 포함하는 전극 슬러리가 전극 형성을 위한 적절한 점도를 가질 수 있다.

[229] 또한, 상기 탄소 나노튜브 분산액은 이를 25 ℃에서 1주간 방치했을 때, 하기 식 (1)에 의해 계산된 점도의 증가률이 0.1% 내지 15 % 이하, 구체적으로 15 % 이하, 14.5 % 이하, 14 % 이하, 13.5 % 이하, 13 % 이하, 12.5 % 이하, 12.3 % 이하, 12 % 이하, 11.5 % 이하, 11 % 이하, 10.5 % 이하, 10 % 이하, 9.5 % 이하, 9 % 이하, 8.5 % 이하, 8 % 이하, 7.5 % 이하, 7 % 이하, 6.8 % 이하, 6.5 % 이하, 6.1 % 이하, 6 % 이하, 5.5 % 이하, 5 % 이하, 4.5 % 이하, 4 % 이하, 3.5 % 이하, 3 % 이하, 2.5 % 이하, 2.4 % 이하, 2 % 이하, 1.5 % 이하 또는 1 % 이하일 수 있다.

[230] [식 1]

[231] 점도 증가율(%) = {(25 ℃에서 1주간 방치한 후 측정한 점도 - 초기 점도)/초기 점도} × 100

[232] 이때, 상기 1주 방치 후 점도 및 초기 점도는 25 ℃, 1 rpm에서 측정하였다.

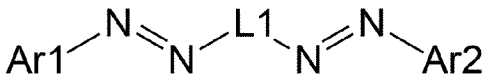
[233]

[234] **탄소 나노튜브 분산액의 제조방법**

[235] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법에 대하여 설명한다.

[236] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법은, (1) 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 혼합하여 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조하는 단계; 및 (2) 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 분산시켜 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하는 단계를 포함한다.

[237] [화학식 1]

[238] 

[239] 상기 화학식 1에서,

[240] Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고, L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[241] 단계 (1)에서는 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 혼합하여 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조한다. 상기 탄소나노튜브 1차 분산액을 제조하는 단계는 각 성분을 고르게 혼합하는 습윤 공정으로 진행된다.

[242] 상기 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법에 따른 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매의 구체적인 설명은 상술한 바와 같으므로, 이하에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

[243] 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조하기 위한 혼합은, 통상의 혼합 방법, 구체적으로는 포니 믹서(Pony mixer), 체인지캔 믹서(Change-can mixer), 호버트 믹서(Hobert mixer), 플레네터리 믹서, 버터플라이 믹서, 스톤밀 (stone mill), 호모게나이져, 비즈밀, 볼밀, 바스켓밀, 어트리션밀, 만능 교반기, 클리어 믹서 또는 TK 믹서 등과 같은 혼합 장치를 이용하여 수행될 수 있으며, 300 내지 5,000 rpm의 회전속도에서 30분 내지 7시간 동안 혼합하는 단계를 포함할 수 있다.

[244] 또한 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조하기 위한 혼합시, 탄소 나노튜브와 용매의 혼합성, 또는 용매 중 탄소 나노튜브의 분산성을 높이기 위하여 캐비테이션 분산 처리가 수행될 수도 있다. 상기 캐비테이션 분산 처리는 액체에 고에너지를 인가했을 때 물에 생긴 진공 기포가 파열되는 것에 의해 생긴 충격파를 이용한 분산 처리방법으로서, 상기 방법에 의해 탄소 나노튜브의 특성을 손상시키는 일 없이 분산시킬 수 있다. 구체적으로 상기 캐비테이션 분산 처리는 초음파, 제트 밀, 또는 전단 분산 처리에 의해 수행될 수 있다.

[245] 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액의 제조 단계는, 용매의 증발에 의해 혼합물의 점도 등을 비롯한 물성이 변화하지 않는 온도 조건 하에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 50 ℃ 이하, 보다 구체적으로는 5 ℃ 내지 50 ℃의 온도에서 수행될 수 있다.

[246] 단계 (2)에서는 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 분산시켜 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조한다.

[247] 상기 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하는 공정은 볼 밀(ball mill), 비드 밀(bead mill), 디스크 밀(disc mill) 또는 바스켓 밀(basket mill), 고압 분산기(고압 균질기) (high pressure homogenizer) 등의 방법에 의해 수행될 수 있으며, 보다 구체적으로는 고압 분산기(고압 균질기) (high pressure homogenizer)를 이용한 분산 방법에 의해 수행될 수 있다.

[248] 상기 고압 분산기에 의한 분산은, 예컨대 고압 분산기의 플런저 펌프(plunger pump)로 상기 혼합물 가압하고 분산용 밸브의 틈으로 이를 밀어냄으로써 상기 틈을 통과할 때의 공동(cavitation), 전단(shear), 충격(impact) 및 파열(explosion) 등의 힘에 의해 이루어지게 된다.

[249] 상기 분산 공정은 탄소 나노튜브 분산액의 분산 정도에 따라 수행될 수 있으며, 구체적으로는 5,000 내지 30,000 psi의 압력 하에서, 30분 내지 120분, 보다 구체적으로는 60분 내지 90분 동안 수행될 수 있고, 상기 과정을 1회 내지 10회 반복할 수 있다.

[250] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액은 상기 탄소 나노튜브 2차 분산액을 의미하는 것일 수 있다.

[251]

[252] **리튬 이차전지용 전극 슬러리 조성물**

[253] 또한, 본 발명은 상기 탄소 나노튜브 분산액 및 전극 활물질을 포함하는 리튬 이차전지용 전극 슬러리 조성물을 제공한다.

[254] 상기 리튬 이차전지용 전극 슬러리 조성물은 양극 슬러리 조성물 또는 음극 슬러리 조성물일 수 있으며, 구체적으로 음극 슬러리 조성물일 수 있다.

[255] 상기 리튬 이차전지용 전극 슬러리 조성물은 상기 탄소 나노튜브 분산액, 전극 활물질로서 양극 활물질 또는 음극 활물질, 바인더, 필요에 따라 용매 및/또는 기타 첨가제를 포함할 수 있다.

[256] 상기 양극 활물질로는, 당해 기술 분야에서 잘 알려져 있는 양극 활물질들이 제한없이 사용될 수 있으며, 예를 들면, 리튬코발트계 산화물, 리튬니켈계 산화물, 리튬망간계 산화물, 리튬철인산화물, 리튬 니켈망간코발트계 산화물 또는 이들의 조합 등이 사용될 수 있다. 구체적으로는, 상기 양극 활물질로는 $LiCoO_2$, $LiNiO_2$, $LiMn_2O_4$, $LiCoPO_4$, $LiFePO_4$ 및 $LiNiaMnbCocO_2$ (여기서, $0 < a, b, c < 1$) 등이 사용될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[257] 상기 음극 활물질로는 천연흑연, 인조흑연, 탄소질재료; 리튬 함유 티타늄 복합 산화물(LTO), Si, Sn, Li, Zn, Mg, Cd, Ce, Ni 또는 Fe인 금속류(Me); 상기 금속류(Me)로 구성된 합금류; 상기 금속류(Me)의 산화물(MeO_x); 및 상기 금속류(Me)와

탄소와의 복합체로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 또는 2종 이상의 음극 활물질을 들 수 있다. 상기 음극 활물질은 음극 슬러리 중 용매를 제외한 고형물 전체 중량을 기준으로 60 내지 98 중량%, 보다 바람직하게는 70 내지 98 중량%로 포함될 수 있다.

[258] 상기 바인더는 활물질과 도전재 등의 결합과 집전체에 대한 결합에 조력하는 성분으로서, 통상적으로 전극 활물질을 포함하는 혼합물 전체 중량을 기준으로 1 내지 30 중량%로 첨가된다. 이러한 바인더의 예로는, 폴리불화비닐리덴, 폴리비닐알코올, 카르복시메틸셀룰로우즈(CMC), 전분, 히드록시프로필셀룰로우즈, 재생 셀룰로우즈, 폴리비닐피롤리돈, 테트라플루오로에틸렌, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에틸렌-프로필렌-디엔 테르 폴리머(EPDM), 술폰화 EPDM, 스티렌-부타디엔 고무, 불소 고무, 다양한 공중합제 등을 들 수 있다.

[259] 상기 용매로는 N-메틸 피롤리돈(NMP), 디메틸 포름아미드(DMF), 아세톤, 디메틸 아세트아미드 등의 유기 용매 또는 물 등이 있으며, 이들 용매는 단독으로 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다. 용매의 사용량은 슬러리의 도포 두께, 제조 수율을 고려하여 상기 전극 활물질, 바인더, 도전재를 용해 및 분산시킬 수 있는 정도이면 충분하다.

[260] 상기 점도 조절제는 카르복시메틸셀룰로우즈, 또는 폴리아크릴산 등일 수 있으며, 첨가에 의해 상기 전극 슬러리의 제조와 상기 전극 집전체 상의 도포 공정이 용이하도록 전극 슬러리의 점도가 조절될 수 있다.

[261] 상기 충진제는 전극의 팽창을 억제하는 성분으로서 선택적으로 사용되며, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 섬유상 재료라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌 등의 올리핀계 중합제; 유리섬유, 탄소섬유 등의 섬유상 물질이 사용된다.

[262] 상기 전극 슬러리 조성물이 양극을 형성하기 위한 양극 슬러리의 조성물인 경우, 상기 양극 슬러리의 조성물을 양극 집전체 상에 도포 후 건조 및 압연을 거쳐 양극을 제조할 수 있다. 또는 상기 양극 슬러리를 별도의 지지체 상에 캐스팅한 다음, 상기 지지체로부터 박리하여 얻은 필름을 상기 양극 집전체 상에 라미네이션함으로써 제조할 수도 있다.

[263] 상기 양극 슬러리에 의하여 형성되는 양극 활물질 층의 두께는 상기 양극 슬러리를 도포하기 위한 로딩 양, 로딩 속도 등에 따라 달라질 수 있다.

[264] 상기 양극 집전체는 일반적으로 3 ㎛ 내지 500㎛의 두께를 가진다. 이러한 양극 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 높은 도전성을 가지는 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 스테인리스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 또는 알루미늄이나 스테인리스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리한 것 등이 사용될 수 있다. 또한, 양극 집전체의 표면에 미세한 요철을 형성하여 양극 활물질의 결합력을 강화시킬 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태로 사용될 수 있다.

[265] 상기 전극 슬러리 조성물이 음극을 형성하기 위한 음극 슬러리의 조성물인 경우, 음극 집전체 상에 상기 음극 슬러리의 조성물을 도포 후 건조 및 압연을 거쳐 음극을 제조할 수 있다. 또는 상기 음극 슬러리를 별도의 지지체 상에 캐스팅한 다음, 상기 지지체로부터 박리하여 얻은 필름을 상기 음극 집전체 상에 라미네이션함으로써 제조할 수도 있다.

[266] 상기 음극 슬러리에 의하여 형성되는 음극 활물질 층의 두께는 상기 음극 슬러리를 도포하기 위한 로딩 양, 로딩 속도 등에 따라 달라질 수 있다.

[267] 상기 음극 집전체는 일반적으로 3 ㎛ 내지 500㎛의 두께를 가진다. 이러한 음극 집전체는, 당해 전지에 화학적 변화를 유발하지 않으면서 높은 도전성을 가지는 것이라면 특별히 제한되는 것은 아니며, 예를 들어, 구리, 스테인리스 스틸, 알루미늄, 니켈, 티탄, 소성 탄소, 구리나 스테인리스 스틸의 표면에 카본, 니켈, 티탄, 은 등으로 표면 처리한 것, 알루미늄-카드뮴 합금 등이 사용될 수 있다. 또한, 음극 집전체와 마찬가지로, 표면에 미세한 요철을 형성하여 음극 활물질의 결합력을 강화시킬 수도 있으며, 필름, 시트, 호일, 네트, 다공질체, 발포체, 부직포체 등 다양한 형태로 사용될 수 있다.

[268]

[269] **리튬 이차 전지**

[270] 리튬 이차 전지는 양극, 음극, 상기 양극 및 음극 사이에 배치되는 분리막, 및 전해액을 포함한다. 상기 양극 및 음극은 전술한 내용과 동일하므로, 구체적인 설명을 생략한다.

[271] 상기 분리막은 음극과 양극을 분리하고 리튬 이온의 이동 통로를 제공하는 것으로, 통상 리튬 이차전지에서 분리막으로 사용되는 것이라면 특별한 제한 없이 사용가능하며, 특히 전해질의 이온 이동에 대하여 저 저항이면서 전해액 함습 능력이 우수한 것이 바람직하다. 구체적으로는 다공성 고분자 필름, 예를 들어 에틸렌 단독중합체, 프로필렌 단독중합체, 에틸렌/부텐 공중합체, 에틸렌/헥센 공중합체 및 에틸렌/메타크릴레이트 공중합체 등과 같은 폴리올레핀계 고분자로 제조한 다공성 고분자 필름 또는 이들의 2층 이상의 적층 구조체가 사용될 수 있다. 또 통상적인 다공성 부직포, 예를 들어 고융점의 유리 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유 등으로 된 부직포가 사용될 수도 있다. 또, 내열성 또는 기계적 강도 확보를 위해 세라믹 성분 또는 고분자 물질이 포함된 코팅된 분리막이 사용될 수도 있으며, 선택적으로 단층 또는 다층 구조로 사용될 수 있다.

[272] 상기 전해질은 리튬 이차 전지 제조 시 사용 가능한 유기계 액체 전해질, 무기계 액체 전해질, 고체 고분자 전해질, 겔 형 고분자 전해질, 고체 무기 전해질, 용융형 무기 전해질 등일 수 있으며, 이들로 한정되는 것은 아니다. 구체적으로, 상기 전해질은 유기 용매 및 리튬염을 포함할 수 있다.

[273] 상기 유기 용매로는 전지의 전기 화학적 반응에 관여하는 이온들이 이동할 수 있는 매질 역할을 할 수 있는 것이라면 특별한 제한없이 사용될 수 있다. 구체적으로 상기 유기 용매로는, 메틸 아세테이트(methyl acetate), 에틸 아세테

이트(ethyl acetate), γ-부티로락톤(γ-butyrolactone), ε-카프로락톤(ε-caprolactone) 등의 에스테르계 용매; 디부틸 에테르(dibutyl ether) 또는 테트라히드로퓨란 (tetrahydrofuran) 등의 에테르계 용매; 시클로헥사논(cyclohexanone) 등의 케톤계 용매; 벤젠(benzene), 플루오로벤젠(fluorobenzene) 등의 방향족 탄화수소계 용매; 디메틸카보네이트(dimethylcarbonate, DMC), 디에틸카보네이트(diethylcarbonate, DEC), 메틸에틸카보네이트(methylethylcarbonate, MEC), 에틸메틸카보네이트 (ethylmethylcarbonate, EMC), 에틸렌카보네이트(ethylene carbonate, EC), 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate, PC) 등의 카보네이트계 용매; 에틸알코올, 이소 프로필 알코올 등의 알코올계 용매; R-CN(R은 C2 내지 C20의 직쇄상, 분지상 또는 환 구조의 탄화수소기이며, 이중결합 방향 환 또는 에테르 결합을 포함할 수 있다) 등의 니트릴류; 디메틸포름아미드 등의 아미드류; 1,3-디옥솔란 등의 디옥솔란류; 또는 설포란(sulfolane)류 등이 사용될 수 있다. 이중에서도 카보네이트계 용매가 바람직하고, 전지의 충방전 성능을 높일 수 있는 높은 이온전도도 및 고 유전율을 갖는 환형 카보네이트(예를 들면, 에틸렌카보네이트 또는 프로필렌카 보네이트 등)와, 저점도의 선형 카보네이트계 화합물(예를 들면, 에틸메틸카보네 이트, 디메틸카보네이트 또는 디에틸카보네이트 등)의 혼합물이 보다 바람직하 다. 이 경우 환형 카보네이트와 사슬형 카보네이트는 약 1:1 내지 약 1:9의 부피비 로 혼합하여 사용하는 것이 전해질의 성능이 우수하게 나타날 수 있다.

[274] 상기 리튬염은 리튬 이차전지에서 사용되는 리튬 이온을 제공할 수 있는 화합 물이라면 특별한 제한없이 사용될 수 있다. 구체적으로 상기 리튬염은, $LiPF_6$, $LiClO_4$, $LiAsF_6$, $LiBF_4$, $LiSbF_6$, $LiAl0_4$, $LiAlCl_4$, $LiCF_3SO_3$, $LiC_4F_9SO_3$, $LiN(C_2F_5SO_3)_2$, $LiN(C_2F_5SO_2)_2$, $LiN(CF_3SO_2)_2$. LiCl, LiI, 또는 $LiB(C_2O_4)_2$ 등이 사용될 수 있다. 상기 리튬염의 농도는 0.1M 내지 2.0M 범위 내에서 사용하는 것이 좋다. 리튬염 의 농도가 상기 범위에 포함되면, 전해질이 적절한 전도도 및 점도를 가지므로 우수한 전해질 성능을 나타낼 수 있고, 리튬 이온이 효과적으로 이동할 수 있다.

[275] 상기 전해질에는 상기 전해질 구성 성분들 외에도 전지의 수명특성 향상, 전지 용량 감소 억제, 전지의 방전 용량 향상 등을 목적으로 예를 들어, 디플루오로 에 틸렌카보네이트 등과 같은 할로알킬렌카보네이트계 화합물, 피리딘, 트리에틸 포스파이트, 트리에탄올아민, 환상 에테르, 에틸렌 디아민, n-글라임(glyme), 헥 사인산 트리아미드, 니트로벤젠 유도체, 유황, 퀴논 이민 염료, N-치환 옥사졸리 디논, N,N-치환 이미다졸리딘, 에틸렌 글리콜 디알킬 에테르, 암모늄염, 피롤, 2-메톡시 에탄올 또는 삼염화 알루미늄 등의 첨가제가 1종 이상 더 포함될 수도 있 다. 이때 상기 첨가제는 전해질 총 중량에 대하여 0.1 중량% 내지 5 중량%로 포함 될 수 있다.

[276] 본 발명에 따른 탄소 나노튜브 분산액을 이용하여 제조된 전극을 포함하는 리 튬 이차전지, 구체적으로 탄소 나노튜브 분산액을 이용하여 제조된 음극을 포함 하는 리튬 이차전지는 음극 내에 탄소 나노튜브가 균일하게 분산되어 있고, 종 래의 카본블랙과 같은 도전재를 포함하는 경우에 비해 그 함량을 줄일 수 있어

우수한 방전 용량 및 출력 특성을 안정적으로 나타낼 수 있다. 그 결과, 휴대전화, 노트북 컴퓨터, 디지털 카메라 등의 휴대용 기기, 및 하이브리드 전기자동차(hybrid electric vehicle, HEV) 등의 전기 자동차 분야 등에 유용하게 사용될 수 있다.

[277] 이에 따라, 본 발명의 다른 일 구현예에 따르면, 상기 리튬 이차전지, 상기 리튬 이차전지를 단위 셀로 포함하는 전지 모듈 및 이를 포함하는 전지팩이 제공될 수 있다.

[278] 상기 전지모듈 또는 전지팩은 파워 툴(Power Tool); 전기자동차(Electric Vehicle, EV), 하이브리드 전기자동차, 및 플러그인 하이브리드 전기자동차(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)를 포함하는 전기차; 또는 전력 저장용 시스템 중 어느 하나 이상의 중대형 디바이스 전원으로 이용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[279] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 또한, 여기에 기재되지 않은 내용은 당 기술분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것으로 그 설명을 생략한다.

[280]

[281] 실시예

[282]

[283] **실시예 1a**

[284] (1) 질소 원자를 포함하는 제1 분산제로서 폴리비닐피롤리돈(PVP)(PVP K15, Zhangzhou Huafu Chemical사제) 5.625 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.125 중량부), 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제인 Sulfochlorophenol S sodium calsium salt(Sigma Aldrich사제) 1.875 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.375 중량부), 그리고 용매로서 물 487.5 g을 혼합하여 495 g의 혼합용액을 제조하고, 이를 임펠러와 용기가 장착된 용해조(dissolver, Dispermat-CA, VMA-GETZMANN사제)에 투입하고 400 rpm으로 10분간 교반하여 혼합한다.

[285] 상기 혼합물에 비표면적 1,160 m^2/g, 평균 입도(D_{50}) 5 ㎛인 단일벽 탄소 나노튜브(SWCNT, TUBALL, OCSiAl사제) 5.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부)을 추가로 투입하고 8,000 rpm으로 60분간 교반하여 총 500 g의 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조한다.

[286] (3) 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 고압분산기(PICOMAX, Micronox사제)를 이용하여 20,000 psi의 압력에서 7번 균질분산하여 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하였다.

[287]

[288] **실시예 2a**

[289] 상기 실시예 1a에서, 제1 분산제의 함량을 5.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 2.5 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.5 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[290]

[291] **실시예 3a**

[292] 상기 실시예 1a에서, 제1 분산제의 함량을 3.375 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.675 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 1.125 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부)로, 탄소 나노튜브의 함량을 3.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[293]

[294] **실시예 1b**

[295] (1) 질소 원자를 포함하는 고분자 분산제인 제1 분산제로서 폴리비닐피롤리돈(PVP)(PVP K15, Zhangzhou Huafu Chemical사제) 4.5 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.9 중량부), 적어도 2개 이상의 아조기 및 2개 이상의 설포네이트기를 포함하는 화합물을 포함하는 제2 분산제인 다이렉트 레드 28(direct red 28, Sigma Aldrich 사제) 1.5 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.3 중량부), 그리고 용매로서 물 490 g을 혼합하여 496 g의 혼합용액을 제조하고, 이를 임펠러와 용기가 장착된 용해조(dissolver, Dispermat-CA, VMA-GETZMANN사제)에 투입하고 400 rpm으로 10분간 교반하여 혼합한다.

[296] 상기 혼합물에 비표면적 1,160 m^2/g, 평균 입도(D50) 5 ㎛인 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT, TUBALL, OCSiAl사제) 4.0 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부)을 추가로 투입하고 8,000 rpm으로 60분간 교반하여 총 500 g의 탄소나노튜브 1차 분산액을 제조한다.

[297] (2) 상기 탄소나노튜브 1차 분산액을 고압분산기(PICOMAX, Micronox사제)를 이용하여 14,000 psi의 압력에서 7번 균질분산하여 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[298]

[299] **실시예2b**

[300] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.125 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.375 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[301]

[302] **실시예3b**

[303] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.12 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.3 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[304]

[305] **실시예4b**

[306] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.5 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[307]

[308] **실시예5b**

[309] 상기 실시예 1b에서, 제2 분산제로 다이렉트 레드 28 대신 다이렉트 레드 7(direct red 7, Sigma Aldrich 사제) 1.5 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.3 중량부)를 사용한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[310]

[311] **실시예 1c**

[312] (1) 질소 원자를 포함하는 고분자 분산제인 제1 분산제로서 폴리비닐피롤리돈 케이15 (PVP K15)(PVP K15, Zhangzhou Huafu Chemical사제) 4.5 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.9 중량부), 적어도 2개 이상의 아조기, 2개 이상의 설포네이트기 및 2개 이상의 하이드록실기를 포함하는 화합물을 포함하는 제2 분산제인 다이렉트 옐로우 4 (direct yellow 4, Sigma Aldrich 사제) 1.5 g (탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.3 중량부), 그리고 용매로서 물 490 g을 혼합하여 496 g의 혼합용액을 제조하고, 이를 임펠러와 용기가 장착된 용해조(dissolver, Dispermat-CA, VMA-GETZMANN사제)에 투입하고 400 rpm으로 10분간 교반하여 혼합한다.

[313] 상기 혼합물에 비표면적 1,160 m^2/g, 평균 입도(D50) 5 ㎛인 단일벽 탄소나노튜브(SWCNT, TUBALL, OCSiAl사제) 4.0 g(탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부)을 추가로 투입하고 8,000 rpm으로 60분간 교반하여 총 500 g의 탄소나노튜브 1차 분산액을 제조한다.

[314] (2) 상기 탄소나노튜브 1차 분산액을 고압분산기(PICOMAX, Micronox사제)를 이용하여 14,000 psi의 압력에서 7번 균질분산하여 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[315]

[316] **실시예2c**

[317] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.96 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.24 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[318]

[319] **실시예3c**

[320] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.4 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[321]

[322] **실시예4c**

[323] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[324]

[325] **실시예5c**

[326] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 2.4 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[327]

[328] **실시예 1d**

[329] (1) 질소 원자를 포함하는 제1 분산제로서 폴리비닐피롤리돈(PVP)(PVP K15, Zhangzhou Huafu Chemical사제) 4.5 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.9 중량부), 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제인 Direct Blue 53(Sigma Aldrich사제) 1.5 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.3 중량부), 그리고 용매로서 물 490 g을 혼합하여 496 g의 혼합용액을 제조하고, 이를 임펠러와 용기가 장착된 용해조(dissolver, Dispermat-CA, VMA-GETZMANN사제)에 투입하고 400 rpm으로 10분간 교반하여 혼합한다.

[330] 상기 혼합물에 비표면적 1,160 m^2/g, 평균 입도(D_{50}) 5 ㎛인 단일벽 탄소 나노튜브(SWCNT, TUBALL, OCSiAl사제) 4.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부)을 추가로 투입하고 8,000 rpm으로 60분간 교반하여 총 500 g의 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조한다.

[331] (3) 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 고압분산기(PICOMAX, Micronox사제)를 이용하여 14,000 psi의 압력에서 7번 균질분산하여 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하였다.

[332]

[333] **실시예 2d**

[334] 상기 실시예 1d에서, 제1 분산제의 함량을 4.8 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.96 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 1.2 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.24 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[335]

[336] **실시예 3d**

[337] 상기 실시예 1d에서, 제1 분산제의 함량을 4.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.8 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 2.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.4 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[338]

[339] **비교예 1a**

[340] 상기 실시예 1a에서, 제2 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[341]

[342] **비교예 2a**

[343] 상기 실시예 1a에서, 3.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부), 제1 분산제의 함량을 4.5 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.9 중량부)로 투입하되, 제2 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[344]

[345] **비교예 3a**

[346] 상기 실시예 1a에서, 제1 분산제의 함량을 7.275 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.455 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 0.225 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.045 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[347]

[348] **비교예 4a**

[349] 상기 실시예 1a에서, 제1 분산제를 투입하지 않고, 제2 분산제의 함량을 7.5 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.5 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[350]

[351] **비교예 5a**

[352] 상기 실시예 1a에서, 제1 분산제의 함량을 0.225 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.045 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 7.275 g(탄소 나노튜브 분

산액 전체 100 중량부 대비 1.455 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[353]

[354] **비교예 6a**

[355] 상기 실시예 3a에서, 제2 분산제로 Sulfochlorophenol S sodium calsium salt 대신 트리스티릴페놀 에톡실레이트 1.125 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[356]

[357] **비교예 7a**

[358] 상기 실시예 3a에서, 제2 분산제로 Sulfochlorophenol S sodium calsium salt 대신 스티렌 말레산 공중합체 1.125 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1a과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[359]

[360] **비교예1b**

[361] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.125 중량부로, 제2 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[362]

[363] **비교예2b**

[364] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.75 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.75 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[365]

[366] **비교예3b**

[367] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.0 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.4 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.1 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[368]

[369] **비교예4b**

[370] 상기 실시예 1b에서, 제1 분산제를 투입하지 않고, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[371]

[372] **비교예5b**

[373] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.675 중량부로, 제2 분산제로 다이렉트 레드 28 대신 트리스티릴페놀에톡실레이트 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[374]

[375] **비교예6b**

[376] 상기 실시예 1b에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.675 중량부로, 제2 분산제로 다이렉트 레드 28 대신 스티렌 말레산 공중합체 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1b과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[377]

[378] **비교예1c**

[379] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부로, 제2 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[380]

[381] **비교예2c**

[382] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[383]

[384] **비교예3c**

[385] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.12 중량부로, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.08 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[386]

[387] **비교예4c**

[388] 상기 실시예 1c에서, 제1 분산제를 투입하지 않고, 제2 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[389]

[390] **비교예5c**

[391] 상기 실시예 1c에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.675 중량부로, 제2 분산제로 다이렉트 옐로우 4 대신 트리스티릴페놀 에톡실레이트 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[392]

[393] **비교예6c**

[394] 상기 실시예 1c에서, 탄소나노튜브의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부로, 제1 분산제의 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.675 중량부로, 제2 분산제로 다이렉트 옐로우 4 대신 스티렌 말레산 공중합체 함량을 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1c과 동일한 방법으로 탄소나노튜브 분산액을 제조하였다.

[395]

[396] **비교예 1d**

[397] 상기 실시예 1d에서, 제1 분산제의 함량을 6.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부)로 하고, 제2 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[398]

[399] **비교예 2d**

[400] 상기 실시예 1d에서, 제1 분산제의 함량을 3.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 3.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[401]

[402] **비교예 3d**

[403] 상기 실시예 1d에서, 제1 분산제의 함량을 5.6 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.12 중량부)로, 제2 분산제의 함량을 0.4 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.08 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[404]

[405] **비교예 4d**

[406] 상기 실시예 1d에서, 제2 분산제의 함량을 6.0 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 1.2 중량부)로 투입하되, 제1 분산제를 투입하지 않은 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[407]

[408] **비교예 5d**

[409] 상기 실시예 3d에서, 제1 분산제의 함량을 3.375 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부)로, 제2 분산제로 Direct Blue 53(Sigma Aldrich사제) 대신 트리스티릴페놀 에톡실레이트 1.125 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[410]

[411] **비교예 6d**

[412] 상기 실시예 3d에서, 제1 분산제의 함량을 3.375 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.6 중량부)로, 제2 분산제로 Direct Blue 53(Sigma Aldrich사제) 대신 스티렌 말레산 공중합체 1.125 g(탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 대비 0.225 중량부)가 되도록 한 것을 제외하고, 상기 실시예 1d과 동일한 방법으로 탄소 나노튜브 분산액을 제조하였다.

[413]

[414] **실험예**

[415] 상기 실시예 1a 내지 3a과, 비교예 1a 내지 7a의 탄소 나노튜브 분산액의 점도를 측정하고, 이들을 25 ℃에서 1주일간 방치한 후의 점도를 다시 측정하여, 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

[416] 상기 실시예 1b 내지 5b와, 비교예 1b 내지 6b의 탄소나노튜브 분산액의 점도를 측정하고, 이들을 25 ℃에서 1주일간 방치한 후의 점도를 다시 측정하여, 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

[417] 상기 실시예 1c 내지 5c와, 비교예 1c 내지 6c의 탄소나노튜브 분산액의 점도를 측정하고, 이들을 25 ℃에서 1주일간 방치한 후의 점도를 다시 측정하여, 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

[418] 상기 실시예 1d 내지 3d과, 비교예 1d 내지 6d의 탄소 나노튜브 분산액의 점도를 측정하고, 이들을 25 ℃에서 1주일간 방치한 후의 점도를 다시 측정하여, 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다.

[419] 점도는 점도계(TOKI SANGYO사제, viscometer TV-25, Rotor Code 01)를 이용하여 25 ℃, 1 rpm에서 측정되었다.

[420] [표1]

	CNT 함량	제1 분산제		제2 분산제		점도		
		종류	함량	종류	함량	분산후 (Pa·s)	1주 경과후	증가율 (%)

	(중량부)		(중량부)		(중량부)		(Pa·s)	
실시예 1a	1	PVP	1.125	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	0.375	8.4	8.9	6.0
실시예 2a	1	PVP	1.000	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	0.500	8.9	9.7	6.7
실시예 3a	0.6	PVP	0.675	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	0.225	2.8	2.87	2.5
비교예 1a	1	PVP	1.125	-	-	24.0	30.0	25.0
비교예 2a	0.6	PVP	0.900	-	-	12.0	14.6	21.7
비교예 3	1	PVP	1.455	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	0.045	21.5	25.5	18.6
비교예 4a	1	-	-	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	1.500	점도측정 불가	점도측정 불가	점도측정 불가
비교예 5a	1	PVP	0.045	Sulfochlorophenol S sodium calsium salt	1.455	점도측정 불가	점도측정 불가	점도측정 불가
비교예 6a	0.6	PVP	0.675	트리스티릴페놀 에톡실레이트	0.225	18.4	24.5	33.2
비교예 7a	0.6	PVP	0.675	스티렌 말레산 공중합체	0.225	9.7	17.0	75.3

[421] (* CNT, 제1 분산제 및 제2 분산제의 함량은, 탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 기준임)

[422]

[423] 상기 표 1를 참조하면, 폴리비닐피롤리돈만을 제1 분산제로서 포함하는 비교예 1a의 탄소 나노튜브 분산액에 비해 제1 분산제 및 본 발명의 화학식 1로 표시되는 화합물인 Sulfochlorophenol S sodium calsium salt를 제2 분산제로 포함하는 실시

예 1a 내지 3a의 탄소 나노튜브 분산액은 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 낮고, 특히 시간 경과에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도 상승이 매우 효과적으로 억제되고 있음을 확인할 수 있다.

[424] 비교예 2a의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 비교예 1a의 탄소 나노튜브 분산액 대비 탄소 나노튜브 함량이 줄어들어 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도 및 1주 경과 후 분산액의 점도는 비교예 1a의 탄소 나노튜브 분산액 대비 감소되었으나, 비교예 1a의 탄소 나노튜브 분산액과 마찬가지로 실시예 1a 내지 3a 대비 본 발명의 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 포함하지 않음에 따라 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[425] 비교예 3a의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 본 발명에 따른 화학식 1로 표시되는 화합물인 제2 분산제가 일정 함량 미만으로 포함됨에 따라 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높은 것을 알 수 있다.

[426] 비교예 4a 및 비교예 5a의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1a 내지 3a의 탄소 나노튜브 분산액 대비 제1 분산제를 포함하지 않거나(비교예 4a) 또는 제1 분산제가 일정 함량 미만으로 포함(비교예 5a)됨에 따라 탄소 나노튜브를 수계 용매에 온전히 분산시킬 수 없으며, 분산액의 응집이 발생하여 점도 측정이 불가능하였다.

[427] 비교예 6a 및 비교예 7a의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1a 내지 3a의 탄소 나노튜브 분산액 대비 본 발명에 따른 화학식 1로 표시되는 화합물을 제2 분산제로 사용하지 않음에 따라 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높고, 시간 경과에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[428] [표2]

	CNT 함량 (중량부)	제1 분산제		제2 분산제		점도		
		종류	함량 (중량부)	종류	함량 (중량부)	분산후 (Pa·s)	1주 경과후 (Pa·s)	증가율 (%)
실시예1b	0.8	PVP	0.9	다이렉트 레드 28	0.3	3.7	3.9	5
실시예2b	1	PVP	1.125	다이렉트 레드 28	0.375	5.4	5.6	4
실시예3b	1	PVP	1.2	다이렉트 레드 28	0.3	6.0	6.3	5
실시예4b	1	PVP	1	다이렉트 레드 28	0.5	5.3	5.4	2

실시예5b	0.8	PVP	0.9	다이렉트 레드 7	0.3	4.2	4.5	7
비교예1b	1	PVP	1.125	-	0	23.0	30.0	30
비교예2b	1	PVP	0.75	다이렉트 레드 28	0.75	11.6	16.0	38
비교예3b	1	PVP	1.4	다이렉트 레드 28	0.1	14.9	20.0	54
비교예4b	0.8	-	0	다이렉트 레드 28	1.2	5.2	8.3	60
비교예5b	0.6	PVP	0.675	트리스티릴 페놀에톡실레이트	0.225	18.4	24.5	33
비교예6b	0.6	PVP	0.675	스티렌 말레산 공중합체	0.225	9.7	17.0	75

[429] (* CNT, 제1 분산제 및 제2 분산제의 함량은, 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 기준임)

[430]

[431] 상기 표 2를 참조하면, 폴리비닐피롤리돈만을 제1 분산제로서 포함하는 비교예 1b의 탄소나노튜브 분산액에 비해 제1 분산제 및 적어도 2개 이상의 아조기 및 2개 이상의 설포네이트기를 포함하는 화합물인 다이렉트 레드 28을 포함하는 제2 분산제를 포함하는 실시예 1b 내지 5b의 탄소나노튜브 분산액은 수계 용매에 탄소나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 낮고, 특히 시간 경과에 따른 탄소나노튜브 분산액의 점도 상승이 매우 효과적으로 억제되고 있음을 확인할 수 있다.

[432] 비교예 2b 및 3b의 탄소나노튜브 분산액의 경우 탄소나노튜브 분산액 내에 제1 분산제 및 제2 분산제를 포함하여 비교예 1b 대비 분산 직후의 초기 점도는 감소되었으나, 탄소나노튜브 분산액 내의 제1 분산제 대비 제2 분산제의 중량비가 100:90을 초과하여 적어도 2개 이상의 설포네이트기를 포함하는 제2 분산제의 분산제 간 정전기적 반발력이 강하게 형성되거나 (비교예 2b), 제2 분산제의 중량비가 100:10 미만으로 포함되어 제2 분산제와 탄소나노튜브 및 분산제 간의 상호작용이 완만히 형성되지 못하여 탄소나노튜브 분산액의 안정적인 분산상태가 유지되지 않음에 따라 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다(비교예 2b 및 3b).

[433] 비교예 4b의 탄소나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1b 내지 5b의 탄소나노튜브 분산액 대비 제1 분산제를 포함하지 않아, 탄소나노튜브 분산액에 탄소나노튜브 100 중량부 기준으로 제2 분산제가 145 중량부를 초과하여 포함됨에 따라, 제

2 분산제 간의 정전기적 반발력이 강하게 형성되어 탄소나노튜브 분산액의 안정적인 분산상태가 유지되지 못하고 분산액의 응집이 발생하여 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[434] 비교예 5b 및 6b의 탄소나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1b 내지 5b의 적어도 2개 이상의 아조기 및 2개 이상의 설포네이트기를 포함하는 화합물을 포함하는 물질을 제2 분산제로 사용하지 않음에 따라 수계 용매에 탄소나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높고(비교예 5b), 시간 경과에 따른 탄소나노튜브 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다(비교예 5b 및 6b).

[435]

[436] [표3]

	CNT 함량 (중량부)	제1 분산제		제2 분산제		점도		
		종류	함량 (중량부)	종류	함량 (중량부)	분산 후 (Pa·s)	1주 경과후 (Pa·s)	증가율 (%)
실시예1c	0.8	PVP	0.9	다이렉트 옐로우 4	0.3	3.5	3.7	6%
실시예2c	0.8	PVP	0.96	다이렉트 옐로우 4	0.24	3.2	3.3	3%
실시예3c	0.8	PVP	0.8	다이렉트 옐로우 4	0.4	3.3	3.4	3%
실시예4c	0.8	PVP	1.0	다이렉트 옐로우 4	0.8	3.8	4.0	5%
실시예5c	0.8	PVP	2.4	다이렉트 옐로우 4	1.2	4.2	4.6	10%
비교예1c	0.8	PVP	1.2	-	0	18.5	26.8	45%
비교예2c	0.8	PVP	0.6	다이렉트 옐로우 4	0.6	11.2	14.9	33%
비교예3c	0.8	PVP	1.12	다이렉트 옐로우 4	0.08	13.9	21.0	51%
비교예4c	0.8	-	0	다이렉트 옐로우 4	1.2	0.8	14.1	72%
비교예5c	0.6	PVP	0.675	트리스티릴 페놀에톡실레이트	0.225	18.4	24.5	33%

비교예6c	0.6	PVP	0.675	스티렌 말레산 공중합체	0.225	9.7	17.0	75%

[437] (* CNT, 제1 분산제 및 제2 분산제의 함량은, 탄소나노튜브 분산액 전체 100 중량부 기준임)

[438]

[439] 상기 표 3를 참조하면, 폴리비닐피롤리돈만을 제1 분산제로서 포함하는 비교예 1c의 탄소나노튜브 분산액에 비해 제1 분산제 및 적어도 2개 이상의 아조기, 2개 이상의 설포네이트기 및 2개 이상의 하이드록실기를 포함하는 화합물인 다이렉트 옐로우 4를 포함하는 제2 분산제를 포함하는 실시예 1c 내지 5c의 탄소나노튜브 분산액은 수계 용매에 탄소나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 낮고, 특히 시간 경과에 따른 탄소나노튜브 분산액의 점도 상승이 매우 효과적으로 억제되고 있음을 확인할 수 있다.

[440] 비교예 2c 및 3c의 탄소나노튜브 분산액의 경우 탄소나노튜브 분산액 내에 제1 분산제 및 제2 분산제를 포함하여 비교예 1c 대비 분산 직후의 초기 점도는 감소되었으나, 탄소나노튜브 분산액 내의 제1 분산제 대비 제2 분산제의 중량비가 100:90을 초과하여 적어도 2개 이상의 설포네이트기와 하이드록실기를 포함하는 제2 분산제의 정전기적 반발력과 분산제 간 및 분산제와 용매 간의 수소 결합이 강하게 형성되거나 (비교예 2c), 제2 분산제의 중량비가 100:10 미만으로 포함되어 제2 분산제와 탄소나노튜브 및 분산제 간의 상호작용이 완만히 형성되지 못하여 탄소나노튜브 분산액의 안정적인 분산상태가 유지되지 않음에 따라 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다 (비교예 2c 및 3c).

[441] 비교예 4c의 탄소나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1c 내지 5c의 탄소나노튜브 분산액 대비 제1 분산제를 포함하지 않아, 탄소나노튜브 분산액에 탄소나노튜브 100 중량부 기준으로 제2 분산제가 150 중량부를 초과하여 포함됨에 따라, 제2 분산제 간의 정전기적 반발력과 분산제 간 및 분산제와 용매 간의 수소 결합이 강하게 형성되어 탄소나노튜브 분산액의 안정적인 분산상태가 유지되지 못하고 분산액의 응집이 발생하여 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[442] 비교예 5c 및 6c의 탄소나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1c 내지 5c의 적어도 2개 이상의 아조기, 2개 이상의 설포네이트기 및 2개 이상의 하이드록실기를 포함하는 화합물을 포함하는 물질을 제2 분산제로 사용하지 않음에 따라 수계 용매에 탄소나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높고(비교예 5c), 시간 경과에 따른 탄소나노튜브 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다(비교예 5c 및 6c).

[443]

[444] [표4]

	CNT 함량 (중량부)	제1 분산제		제2 분산제		비율	점도		
		종류	함량 (중량부)	종류	함량 (중량부)		분산 후 (Pa·s)	1주 경과후 (Pa·s)	증가율 (%)
실시예 1d	0.8	PVP	0.9	Direct Blue 53	0.3	100:33	3.6	3.7	3.0
실시예 2d	0.8	PVP	0.96	Direct Blue 53	0.24	100:25	3.5	3.6	3.0
실시예 3d	0.8	PVP	0.8	Direct Blue 53	0.4	100:50	3.9	4.1	5.0
비교예 1d	0.8	PVP	1.2	-	-	-	18.5	26.8	45.0
비교예 2d	0.8	PVP	0.6	Direct Blue 53	0.6	100 :100	12.1	16.7	38.0
비교예 3d	0.8	PVP	1.12	Direct Blue 53	0.08	100 :7.1	16.9	24.0	42.0
비교예 4d	0.8	-	-	Direct Blue 53	1.2	-	7.9	13.0	65.0
비교예 5d	0.6	PVP	0.675	트리스티릴페놀 에톡실레이트	0.225	100:33	18.4	24.5	33.0
비교예 6d	0.6	PVP	0.675	스티렌 말레산 공중합체	0.225	100:33	9.7	17.0	75.0

[445] (* CNT, 제1 분산제 및 제2 분산제의 함량은, 탄소 나노튜브 분산액 전체 100 중량부 기준임)

[446] (* '비율'은 제1 분산제 대비 제2 분산제의 중량비)

[447]

[448] 상기 표 4를 참조하면, 폴리비닐피롤리돈만을 제1 분산제로서 포함하는 비교예 1d의 탄소 나노튜브 분산액에 비해 제1 분산제 및 본 발명의 화학식 1로 표시되는 화합물인 Direct Blue 53를 제2 분산제로 포함하는 실시예 1d 내지 3d의 탄소 나노튜브 분산액은 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 낮고, 특히 시간 경과에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도 상승이 매우 효과적으로 억제되고 있음을 확인할 수 있다.

[449] 비교예 2d 및 3d의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1d 내지 3d의 탄소 나노튜브 분산액 대비 제2 분산제가 과도하게 포함(비교예 2d)되거나 또는 일정 함량 미만으로 포함(비교예 3d)됨에 따라 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높고, 경시 변화에 따른 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[450] 비교예 4d의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1d 내지 3d의 탄소 나노튜브 분산액 대비 제1 분산제를 포함하지 않음에 따라 시간 경과에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도가 급격하게 상승하는 문제가 있음을 확인할 수 있다.

[451] 비교예 5d 및 비교예 6d의 탄소 나노튜브 분산액의 경우, 실시예 1d 내지 3d의 탄소 나노튜브 분산액 대비 본 발명에 따른 화학식 1로 표시되는 화합물을 제2 분산제로 사용하지 않음에 따라 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 직후의 초기 점도가 높고, 시간 경과에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 점도 상승 억제 효과가 발현되지 않은 것을 알 수 있다.

[452]

[453] 따라서, 수계 용매에 탄소 나노튜브를 분산시킨 탄소 나노튜브 분산액이 질소 원자를 포함하는 제1 분산제와 본 발명에 따른 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제를 포함하되, 상기 제1 분산제 및 제2 분산제가 일정 중량비로 포함할 경우에만 탄소 나노튜브 분산액이 낮은 점도를 나타내고, 경시 변화에 따른 점도 상승이 억제될 수 있음을 확인할 수 있었다.

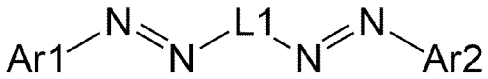
[454]

[455] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

청구범위

[청구항 1] 탄소 나노튜브;
질소 원자를 포함하는 제1 분산제;
하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제; 및
용매를 포함하는 것인,
탄소 나노튜브 분산액:

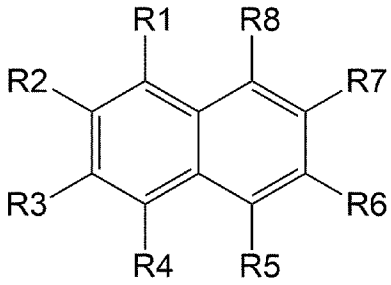
[화학식 1]



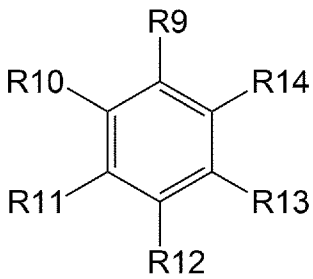
상기 화학식 1에서,
Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,
L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

[청구항 2] 제1항에서,
상기 화학식 1의 Ar1 및 Ar2는 각각 하기 화학식 2 또는 화학식 3으로 표시되는 것인,
탄소 나노튜브 분산액:

[화학식 2]



[화학식 3]

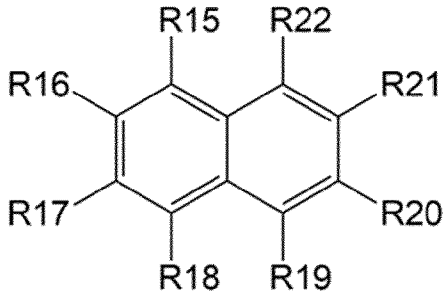


상기 화학식 2에서,
R1 내지 R8은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 2와 연결되는 부위이되, 상기 R1 내지 R8 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이며,

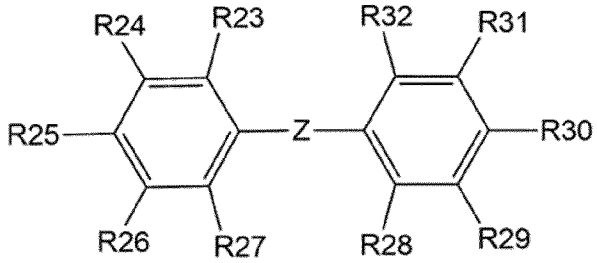
상기 화학식 3에서,
R9 내지 R14는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 화학식 3과 연결되는 부위이되, 상기 R9 내지 R14 중 어느 하나는 화학식 1의 아조기와 연결되는 부위이다.

[청구항 3] 제1항에서,
상기 화학식 1의 L1은 하기 화학식 4 또는 화학식 5로 표시되는 것인,
탄소 나노튜브 분산액:

[화학식 4]



[화학식 5]

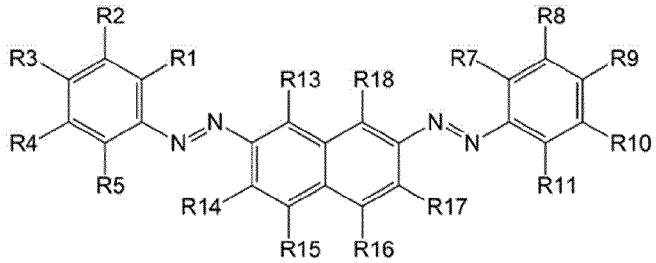


상기 화학식 4에서,
R15 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R15 내지 R18 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R19 내지 R22은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 또는 화학식 1과 연결되는 부위이되, 상기 R19 내지 R22 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이다;
상기 화학식 5에서,
R23 내지 R27은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환

또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R23 내지 R27 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar1이 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar1과 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고, R28 내지 R32은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기; 또는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이되, 상기 R28 내지 R32은 중 어느 하나는 화학식 1의 두 아조기 중 Ar2가 연결된 아조기의 두 질소 원자 중 Ar2와 연결되지 않은 질소 원자와 연결되는 부위이고,
Z는 단일결합; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐렌기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐렌기이다.

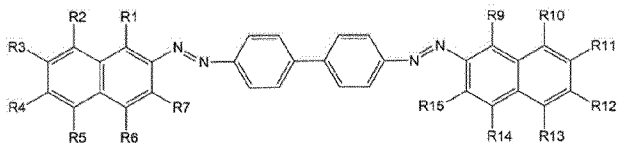
[청구항 4] 제1항에서,
상기 제2 분산제는 하기 화학식 1-1a 내지 화학식 1-1d 중 어느 하나로 표시되는 화합물을 포함하는 것인,
탄소 나노튜브 분산액:

[화학식 1-1a]



상기 화학식 1-1a에서,
R1 내지 R5, R7 내지 R11, R13 내지 R18은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이다;

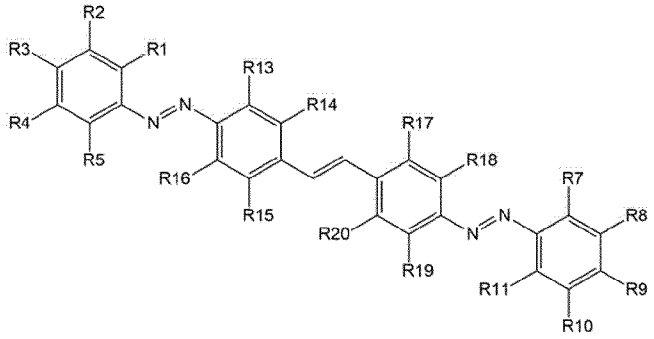
[화학식 1-1b]



상기 화학식 1-1b에서,
R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의

알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 또는 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기이되, R1 내지 R7 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R9 내지 R15 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[화학식 1-1c]

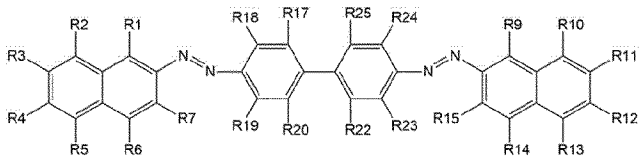


상기 화학식 1-1c에서,

R1 내지 R5, R7 내지 R11은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤테로아릴기이되, R1 내지 R5 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고, R7 내지 R11 중 적어도 1개 이상은 하이드록실기이고,

R13 내지 R20은 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알킬기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알케닐기; 치환 또는 비치환된 C2 내지 C10의 알키닐기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C10의 알콕시기; 치환 또는 비치환된 C6 내지 C20의 아릴기; 또는 치환 또는 비치환된 C2 내지 C20의 헤테로아릴기이되, R13 내지 R16 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이고, R17 내지 R20 중 적어도 1개 이상은 설포네이트기이다;

[화학식 1-1d]



상기 화학식 1-1d에서,

R1 내지 R7, R9 내지 R15는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 또는 니트로기이고,

R17 내지 R20, R22 내지 R25는 서로 같거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소; 중수소; 할로겐; 시아노기; 설포네이트기; 하이드록실기; 아민기; 니트로기; 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알킬기; 또는 치환 또는 비치환된 C1 내지 C5의 알콕시기이다.

[청구항 5] 제1항에서,
상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 탄소 나노튜브를 0.05 내지 5 중량부로 포함하는 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 6] 제1항에서,
상기 탄소 나노튜브의 BET 비표면적은 800 내지 2,000 m^2/g인 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 7] 제1항에서,
상기 제1 분산제는 폴리비닐피롤리돈(polyvinylpyrrolidone), 폴리아크릴산 하이드라지드(polyacrylic acid hydrazide), 폴리-N-비닐-5-메톡사졸리돈(poly-N-vinyl-5-methoxazolidon), N-알킬 폴리이민(N-alkyl polyimine), N-아세틸 폴리이민(N-acetyl polyimine), 폴리아크릴아미드(polyacrylamide), 폴리-L-리신하이드로브로마이드(poly-L-lysine hydrobromide), 벤질-도데실-디메틸암모늄 클로라이드(benzyl-dodecyl-dimethylammonium chloride) 및 폴리에틸렌이민(polyethylenimine)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상인 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 8] 제1항에서,
상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제1 분산제를 0.01 내지 10 중량부로 포함하는 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 9] 제1항에서,
상기 탄소 나노튜브 분산액 100 중량부를 기준으로 상기 제2 분산제를 0.001 내지 9 중량부로 포함하는 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 10] 제1항에서,
상기 제1 분산제와 및 제2 분산제는 100:10 내지 100:90의 중량비로 포함되는 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 11] 제1항에서,
상기 탄소 나노튜브 분산액은 25 ℃, 1 rpm에서 측정한 초기 점도가 1 내지 10 Pa·s인 것인,
탄소 나노튜브 분산액.

[청구항 12] 제1항에서,

상기 탄소 나노튜브 분산액은 하기 식 (1)로 표시되는 점도 증가율이 15 % 이하인 것인,

탄소 나노튜브 분산액:

[식 1]

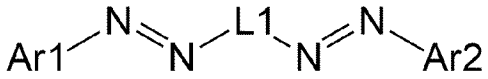
점도 증가율(%) = {(25 ℃에서 1주간 방치한 후 측정한 점도 - 초기 점도)/초기 점도} × 100.

[청구항 13] (1) 탄소 나노튜브, 질소 원자를 포함하는 제1 분산제, 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 제2 분산제 및 용매를 혼합하여 탄소 나노튜브 1차 분산액을 제조하는 단계; 및

(2) 상기 탄소 나노튜브 1차 분산액을 분산시켜 탄소 나노튜브 2차 분산액을 제조하는 단계;

를 포함하는 제1항에 따른 탄소 나노튜브 분산액의 제조방법:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

Ar1 및 Ar2는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴기이고,

L1은 치환 또는 비치환된 C6 내지 C30의 아릴렌기이다.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/011251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B 32/174(2017.01)i; **H01M 4/62**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C01B 32/174(2017.01); B32B 9/00(2006.01); C01B 32/194(2017.01); D01F 9/12(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal), STN (registry, caplus), Google & keywords: 탄소나노튜브(Carbon nanotube), 분산제(Dispersant), 용매(Solvent), 분산액(Dispersion solution), 전극(Electrode), 전기전도성(Electrical conductivity), 분산성(Dispersibility)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2021-0023760 A (LG CHEM, LTD.) 04 March 2021 (2021-03-04) See claims 1, 3 and 6; and paragraphs [0037], [0048], [0053], [0067] and [0078]-[0081].	1-13
Y	SU, Y. et al. Asymmetric electrochemical supercapacitor, based on polypyrrole coated carbon nanotube electrodes. Applied Energy. 2015, vol. 153, pp. 48-55. See abstract; figure 1; and section 3. Results and discussion.	1-13
Y	JAGUSIAK, A. et al. Dispersion of single-wall carbon nanotubes with supramolecular Congo red-properties of the complexes and mechanism of the interaction. Beilstein Journal of Nanotechnology. 2017, vol. 8, no. 1, pp. 636-648. See abstract; and figure 2, compound A.	1-13
A	KR 10-2023-0110170 A (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) 21 July 2023 (2023-07-21) See entire document.	1-13

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 November 2024	**06 November 2024**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2024/011251

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006-0045838 A1 (LUCIEN MALENFANT, P. R. et al.) 02 March 2006 (2006-03-02) See entire document.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2024/011251

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2021-0023760 A	04 March 2021	CN 113597695 A	02 November 2021
		EP 3936475 A1	12 January 2022
		EP 3936475 A4	20 July 2022
		EP 3936475 B1	07 February 2024
		EP 4329009 A2	28 February 2024
		EP 4329009 A3	05 June 2024
		ES 2973531 T3	20 June 2024
		HU E065460 T2	28 May 2024
		JP 2022-525330 A	12 May 2022
		JP 7180010 B2	29 November 2022
		PL 3936475 T3	20 May 2024
		US 2022-0166027 A1	26 May 2022
		WO 2021-034145 A1	25 February 2021
KR 10-2023-0110170 A	21 July 2023	None	
US 2006-0045838 A1	02 March 2006	US 7247670 B2	24 July 2007

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2024/011251

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C01B 32/174(2017.01)i; **H01M 4/62**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C01B 32/174(2017.01); B32B 9/00(2006.01); C01B 32/194(2017.01); D01F 9/12(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템), STN(registry, caplus), 구글 & 키워드: 탄소나노튜브(Carbon nanotube), 분산제(Dispersant), 용매(Solvent), 분산액(Dispersion solution), 전극(Electrode), 전기전도성(Electrical conductivity), 분산성(Dispersibility)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2021-0023760 A (주식회사 엔지화학) 2021.03.04 청구항 1, 3, 6; 단락 [0037], [0048], [0053], [0067], [0078]-[0081]	1-13
Y	SU, Y. 등, "Asymmetric electrochemical supercapacitor, based on polypyrrole coated carbon nanotube electrodes", Applied Energy, 2015, 153권, pp. 48-55 초록; 도면 1; 섹션 3. Results and discussion	1-13
Y	JAGUSIAK, A. 등, "Dispersion of single-wall carbon nanotubes with supramolecular Congo red-properties of the complexes and mechanism of the interaction", Beilstein Journal of Nanotechnology, 2017, 8권, 1호, pp. 636-648 초록; 도면 2의 화합물 A	1-13
A	KR 10-2023-0110170 A (연세대학교 산학협력단) 2023.07.21 전문	1-13
A	US 2006-0045838 A1 (LUCIEN MALENFANT, P. R. 등) 2006.03.02 전문	1-13

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2024년11월06일(06.11.2024)	**2024년11월06일(06.11.2024)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**허주형**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-5373**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2024/011251

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2021-0023760 A	2021/03/04	CN 113597695 A	2021/11/02
		EP 3936475 A1	2022/01/12
		EP 3936475 A4	2022/07/20
		EP 3936475 B1	2024/02/07
		EP 4329009 A2	2024/02/28
		EP 4329009 A3	2024/06/05
		ES 2973531 T3	2024/06/20
		HU E065460 T2	2024/05/28
		JP 2022-525330 A	2022/05/12
		JP 7180010 B2	2022/11/29
		PL 3936475 T3	2024/05/20
		US 2022-0166027 A1	2022/05/26
		WO 2021-034145 A1	2021/02/25
KR 10-2023-0110170 A	2023/07/21	없음	
US 2006-0045838 A1	2006/03/02	US 7247670 B2	2007/07/24