

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023년 4월 6일 (06.04.2023)



(10) 국제공개번호
WO 2023/054879 A1

(51) 국제특허분류:

A61N 1/04 (2006.01) A61N 1/36 (2006.01)
A61N 1/40 (2006.01) A61N 1/08 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/011462

(22) 국제출원일: 2022년 8월 3일 (03.08.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2021-0129338 2021년 9월 30일 (30.09.2021) KR

(71) 출원인: 주식회사 필드큐어 (FIELDQUIRE CO., LTD.)
[KR/KR]: 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, B동 472호, Seoul (KR). 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]: 02841 서울특별시 성북구 안암로 145, Seoul (KR).

(72) 발명자: 윤명근 (YOON, Myonggeun); 12422 경기도 가평군 가평읍 동연재로 20-10, B103-1호, Gyeonggi-do (KR). 성희훈 (SUNG, Hee Hun); 02473 서울특별시 동대문구 안암로22길 44, 101호, Seoul (KR).

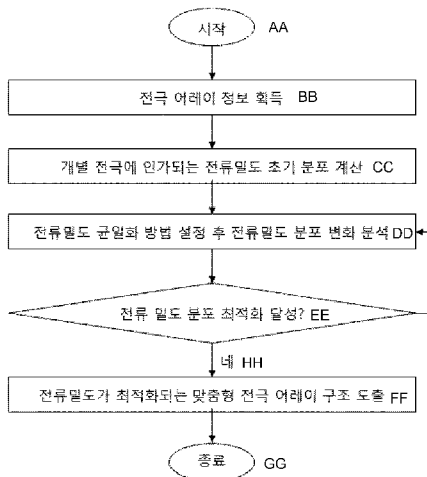
(74) 대리인: 특허법인 다해 (DAHAI INTERNATIONAL PATENT & LAW FIRM); 06775 서울특별시 서초구 논현로 87, 삼호물산빌딩 B동 703호, Seoul (KR).

(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, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: ELECTRODE SYSTEM FOR ELECTROTHERAPY, ELECTROTHERAPY DEVICE COMPRISING SAME, AND METHOD FOR OPTIMIZING ELECTRODE SYSTEM FOR ELECTROTHERAPY

(54) 발명의 명칭: 전기 치료를 위한 전극 시스템, 이를 포함하는 전기치료기 및 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법



(57) Abstract: Provided is an electrode system for electrotherapy, comprising an electrode and a hydrogel between the electrode and the skin, wherein an insulator having an insulation property differing from that of the hydrogel is provided between the electrode and the skin, and thus the current density concentrated at the edge of the electrode is reduced.

(57) 요약서: 전기 치료를 위한 전극 시스템으로, 전극 및 피부와 전극 사이의 하이드로겔을 포함하고, 상기 전극과 피부사이에는 상기 하이드로겔과 상이한 절연 특성의 절연체가 구비되며, 이로써 상기 전극의 가장자리에서 밀집되는 전류밀도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극시스템이 제공된다

AA ... Start
BB ... Acquire electrode array information
CC ... Calculate initial distribution of current density applied to individual electrodes
DD ... Analyze current density distribution changes after setting current density uniformization method
EE ... Has current density distribution optimization been reached?
FF ... Derive customized electrode array structure in which current density is optimized
GG ... End
HH ... Yes
II ... No

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 전기 치료를 위한 전극 시스템, 이를 포함하는 전기치료기 및 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법 기술분야

- [1] 본 발명은 전기 치료를 위한 전극 시스템, 이를 포함하는 전기치료기 및 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 전기요법에서 단일 전극 또는 전극 어레이(Electrode Array)를 이용하여 인체 내 관심영역에 전기장(또는 이에 기인한 전류)을 인가할 때 전극의 가장자리(Edge)에 전류가 밀집되는 현상을 감소시켜 피부에 인가되는 전류밀도 분포를 균일하게 만들어 가장자리 전류 밀집에 의한 화상 등의 부작용을 미연에 방지하고 치료 효과를 극대화 할 수 있는 전기 치료를 위한 전극 시스템, 이를 포함하는 전기치료기 및 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 전기요법은 전기 에너지를 치료의 용도로 사용하는 것으로 전극을 이용하여 인체 내에 전기장을 부여하며 각종의 신경마비에 대한 전기자극요법 외에, 전광욕(열기욕), 초단파치료법 등의 온열효과를 사용하는 것, 교류전압을 이용한 압치료 등이 있다(비특허문헌 1-6 참조).
- [3] 일반적으로 피부에 전극을 부착한 후 인체 내에 전압을 인가하는 방식의 전기요법은 인가된 전압에 의해 인체 내에 발생하는 전기장(또는 전기장에 의해 발생하는 전류)을 이용하는 것으로, 전기요법을 효과적으로 하기 위해서는 전기장이 최대한 관심영역(즉, 치료부위)에만 부여되고 관심영역이 아닌 정상조직에는 불필요하게 전달되는 전기장을 최소화하는 것이 필요하다.
- [4] 일 예로, 암 세포에 대한 전기장 치료의 효과는 종양 조직에 인가된 전기장의 세기에 따라 차이를 나타낸다. 구체적으로, 전기장의 세기가 크면 클수록 암세포에 대한 사멸 및 분열 억제 효과가 커서 전기장의 세기와 암세포 사멸 효과와 비례 관계에 있다고 할 수 있다(비특허문헌 7 및 8 참조). 현재 상용화된 전기장 치료시스템의 경우, 사용하는 전기장의 세기는 피부에 발생하는 부작용인 화상을 발생시키지 않는 범위에서 최대한의 전기장을 인가하여 치료하고 있다. 일반적으로 전기요법에서는 피부에 발생하는 화상을 예방하기 위해서 전류 밀도를 일정 한계값(한계 전류 밀도) 이하로 유지하여야 하며 문헌에 의하면 실효치(Root Mean Square, RMS) 기준으로 한계 전류 밀도는 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 이하로 유지할 것을 권고하고 있다(비특허문헌 7).
- [5] 문제는 전기적으로 도체인 전극의 특성으로 인해 도 1과 같이 전극의 전류 밀도가 공간적으로 동일한 분포를 가지는 것이 아니라 중앙에서 가장자리로 갈수록 전류 밀도가 증가하는 현상이 나타난다는 점이다. 이러한 불균일한 전류

밀도 분포는 동일한 출력 전압에 대해 전극의 가장자리를 제외한 대부분의 영역에는 상대적으로 낮은 전류 밀도를 인가하는 반면, 가장자리의 전류 밀도는 매우 높은 전류 밀도를 야기하게 된다. 이러한 전극의 전류 밀도 불균일 현상은 작은 인가전압에도 불구하고 전극의 가장자리 부근에 높은 전류 밀도를 야기하고 이로 인해 가장자리 부분에 인접한 피부에 화상의 위험성을 크게 하는 요인이 된다. 이를 예방하기 위해 전체 입력 전압을 감소시키면 대부분의 영역에 너무 낮은 전기장 (또는 전류)이 인가되어 치료효과의 감소로 이어지게 된다. 따라서 가장자리 부분의 전류 밀도 밀집 현상은 부작용을 야기시킴과 동시에 전기요법의 치료효과를 저해하는 요인이 된다.

- [6] 따라서, 전극을 이용한 전기요법에서 피부에 발생하는 화상과 같은 부작용을 최소화함과 동시에 치료 효과를 극대화시키기 위해서는 전극의 가장자리에 발생하는 전류밀도 밀집 현상을 감소시키는 전극이 필요하다.
- [7] [선행기술문헌]
- [8] [특허문헌]
- [9] (특허문헌 1) KR10-2016-0134469A
- [10] (특허문헌 2) US7715921B2
- [11] (특허문헌 3) US8764675B2
- [12] [비특허문헌]
- [13] (비특허문헌 1) K. Heimrath et al, Transcranial direct current stimulation (tDCS) over the auditory cortex modulates GABA and glutamate: a 7 T MR-spectroscopy study, Scientific Report, 10, 20111 (2020).
- [14] (비특허문헌 2) Eilon D. Kirson et al, Disruption of cancer cell replication by alternating electric fields, Cancer Research, 64, 3288-3295 (2004)
- [15] (비특허문헌 3) Miklos Pless, Uri Weinberg, Tumor treating fields: concept, evidence, future, Expert Opinion, 20(8), 1099-1106 (2011)
- [16] (비특허문헌 4) Stupp et al, Effect of Tumor-Treating Fields Plus Maintenance Temozolomide vs Maintenance Temozolomide Alone on Survival in Patients With Glioblastoma: A Randomized Clinical Trial, Journal of the American Medical Association, 318(23), 2306-2316 (2017)
- [17] (비특허문헌 5) Eilon D. Kirson et al. Alternating electric fields (TTFields) inhibit metastatic spread of solid tumors to the lungs, Clin Exp Metastasis 26, 633-640 (2009)
- [18] (비특허문헌 6) Novocure Corporate Presentation (https://3sj0u94bgxp33grbz1fkt62h-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/05/201905_NVCR_Corporate_Presentation_vFF.pdf)
- [19] (비특허문헌 7) Eilon D. Kirson et al, Alternating electric fields arrest cell proliferation in animal tumor models and human brain tumors, PNAS, 104(24), 10152-10157 (2007)
- [20] (비특허문헌 8) Yunhui Jo et al, Effectiveness of a Fractionated Therapy Scheme in

Tumor Treating Fields Therapy, Technology in Cancer Research & Treatment, 18, 1-10 (2019)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [21] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 전기 치료 목적으로 전기장을 이용하여 환자를 치료하는 과정에서 부착되는 전극의 가장자리에 밀집되는 전류 밀도를 감소시킴으로써 전류 밀도 분포를 균일하게 만들어 피부에 발생하는 화상의 위험성은 최소화함과 동시에 전달되는 전기장의 세기를 최대화 할 수 있도록 하는 전극 시스템과, 이를 포함하는 전기치료기, 그리고 최적화 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [22] 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 전기 치료를 위한 전극 시스템으로, 전극; 및 피부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 상기 전극과 피부사이에는 상기 하이드로겔과 상이한 절연 특성의 절연체가 구비되며, 이로써 상기 전극의 가장자리에서 밀집되는 전류밀도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템을 제공한다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 절연체의 전도율은 $0.1S/m$ 이하이며, 상기 절연체는 상기 전극의 중심부를 제외한 가장자리(edge)에 대응하는 위치에 구비된다.
- [24] 본 발명은 또한 전기치료를 위한 전극 시스템으로, 전극; 및 부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 여기에서 상기 전극은 도체전극과 절연물질층을 포함하며, 상기 절연물질층의 두께는 불균일하며, 이로써 상기 전극의 가장자리에서 밀집되는 전류밀도를 감소시키며, 상기 절연물질층은 상기 전극 가장자리에서의 두께가 상기 전극의 중심보다 더 두껍다.
- [25] 본 발명은 또한 전기료를 위한 전극 시스템으로, 전극; 및 부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 여기에서 상기 전극은 도체전극과 절연물질층을 포함하며, 상기 도체전극의 반지름은 상기 절연물질층보다 작은 반지름을 갖는다.
- [26] 본 발명은 또한 전기 치료를 위한 전극 시스템을 포함하는 전기 치료기를 제공하며, 전기치료기는 전기장을 이용한 암 치료기일 수 있다.
- [27] 본 발명은 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법으로, 전극 어레이를 포함하는 전극 시스템에서 상기 전극 어레이를 구성하는 개별전극의 전류밀도 분포를 계산하는 단계;
- [28] 상기 계산된 전류밀도 분포에 따라 개별전극의 전류밀도 분포를 조절할 수 있는 변수를 설정하는 단계; 상기 설정된 변수에 따라 상기 전극 어레이를 구성하는 개별전극의 전류밀도를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 개별전극의 전류밀도가 균일하게 될 때까지 상기 변수를 반복적으로 조절하는 단계를

포함하는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법을 제공하며, 상기 변수는 상기 개별전극 가장자리의 전류밀도를 감소시키는 변수로, 상기 변수는 상술한 전극시스템에 따라 설정될 수 있으며, 상기 변수는 상기 전극 어레이의 크기, 모양, 전극 어레이를 구성하는 개별 전극의 개수, 개별 전극의 크기, 개별 전극의 모양 및 개별 전극의 종류 중 적어도 어느 하나를 더 포함하며, 상기 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법은 상기 전극 시스템의 전극 가장자리의 전류밀도를 감소시키도록 상기 변수를 설정한다.

발명의 효과

- [29] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 피부에 부착되는 전극의 종류, 크기, 모양 및 개수를 기반으로 전극의 가장자리에서 발생하는 전류 밀도 증가를 효과적으로 감소시키는 전극 구조를 적용하여 균일한 전류 밀도를 피부에 인가 함으로써, 전기 치료에 필요한 충분한 전기장(또는 이로 인한 전류)을 관심영역에 최대한 전달함과 동시에 전극의 가장 자리 부근에 발생하는 화상의 위험을 최대한 줄여서 치료를 수행할 수 있게 된다. 이에 따라, 가장자리 전류 밀도를 감소시키는 수단이 포함되지 않은 일률적인 전극 구조를 이용한 기존의 비효율적인 치료 방식이 가지는 문제점들을 해결하고, 보다 실용적이고 효과적인 임상적 결과를 기대할 수 있다.
- [30] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 원형 전극을 이용한 전기 요법의 구성도와 전극 종류(도체 전극 및 절연 전극)에 따른 전류밀도 분포의 예를 도시하는 도면이다.
- [32] 도 2는 사각형 전극을 이용한 전기 요법에서 전극 종류에 따른 전류밀도 분포의 예를 도시하는 도면이다.
- [33] 도 3은 원형 전극에 절연체(Insulator block)를 삽입하고 전극 종류에 따른 전류밀도 분포를 도시하는 도면이다.
- [34] 도 4는 사각형 전극에 절연체(Insulator block)를 삽입하고 전극 종류에 따른 전류밀도 분포를 도시하는 도면이다.
- [35] 도 5는 원형의 절연 전극에서 세라믹의 두께를 일정하게 적용한 경우와 세라믹의 두께를 공간적으로 조절한 경우에 대해 전류밀도 분포 변화를 도시하는 도면이다.
- [36] 도 6은 원형의 절연 전극에서 도체(Conductor)의 반지름이 세라믹의 반지름과 일치하는 경우와 세라믹의 반경보다 작은 경우에 대해 전류밀도 분포 변화를 도시하는 도면이다.
- [37] 도 7은 전극 어레이에서 균일한 전류밀도 분포를 위해 전극 종류에 따라 절연체(Insulator block)를 삽입한 예를 도시하는 도면이다.

- [38] 도 8은 전극 어레이에서 균일한 전류밀도 분포를 위해 전극 종류에 따라 절연체(Insulator block)를 삽입하기 전과 후의 전류밀도 분포를 도시하는 도면이다.
- [39] 도 9는 전류 밀도 최적화를 위한 전극 제작 방법을 도시하는 도면이다.
- [40] 도 10은 본 발명의 실시예 1 내지 3을 고려하여 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법의 단계도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [41] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [42] 본 발명을 상세하게 설명하기 전에, 본 명세서에서 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 무조건 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 본 발명의 발명자가 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해서 각종 용어의 개념을 적절하게 정의하여 사용할 수 있다.
- [43] 더 나아가 이들 용어나 단어는 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 함을 알아야 한다.
- [44] 즉, 본 명세서에서 사용된 용어는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하기 위해서 사용되는 것일 뿐이고, 본 발명의 내용을 구체적으로 한정하려는 의도로 사용된 것이 아니다.
- [45] 이들 용어는 본 발명의 여러 가지 가능성을 고려하여 정의된 용어임을 알아야 한다.
- [46] 또한, 본 명세서에 있어서, 단수의 표현은 문맥상 명확하게 다른 의미로 지시하지 않는 이상, 복수의 표현을 포함할 수 있다.
- [47] 또한, 유사하게 복수로 표현되어 있다고 하더라도 단수의 의미를 포함할 수 있음을 알아야 한다.
- [48] 본 명세서의 전체에 걸쳐서 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소를 "포함"한다고 기재하는 경우에는, 특별히 반대되는 의미의 기재가 없는 한 임의의 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 임의의 다른 구성 요소를 더 포함할 수도 있다는 것을 의미할 수 있다.
- [49] 더 나아가서, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소의 "내부에 존재하거나, 연결되어 설치된다"고 기재한 경우에는, 이 구성 요소가 다른 구성 요소와 직접적으로 연결되어 있거나 접촉하여 설치되어 있을 수 있다.
- [50] 또한, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있을 수도 있으며, 일정한 거리를 두고 이격되어 설치되어 있는 경우에 대해서는 해당 구성 요소를 다른 구성 요소에 고정 내지 연결시키기 위한 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재할 수 있다.
- [51] 한편, 상기 제 3의 구성 요소 또는 수단에 대한 설명은 생략될 수도 있음을 알아야 한다.

- [52] 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결"되어 있다거나, 또는 "직접 접속"되어 있다고 기재되는 경우에는, 제 3의 구성 요소 또는 수단이 존재하지 않는 것으로 이해하여야 한다.
- [53] 마찬가지로, 각 구성 요소 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~ 사이에"와 "바로 ~ 사이에", 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 취지를 가지고 있는 것으로 해석되어야 한다.
- [54] 또한, 본 명세서에 있어서 "일면", "타면", "일측", "타측", "제 1", "제 2" 등의 용어는, 하나의 구성 요소에 대해서 이 하나의 구성 요소가 다른 구성 요소로부터 명확하게 구별될 수 있도록 하기 위해서 사용된다.
- [55] 하지만, 이와 같은 용어에 의해서 해당 구성 요소의 의미가 제한적으로 사용되는 것은 아님을 알아야 한다.
- [56] 또한, 본 명세서에서 "상", "하", "좌", "우" 등의 위치와 관련된 용어는, 사용된다면, 해당 구성 요소에 대해서 해당 도면에서의 상대적인 위치를 나타내고 있는 것으로 이해하여야 한다.
- [57] 또한, 이들의 위치에 대해서 절대적인 위치를 특정하지 않는 이상은, 이들 위치 관련 용어가 절대적인 위치를 언급하고 있는 것으로 이해하여서는 아니 된다.
- [58] 더욱이, 본 발명의 명세서에서는, "...부", "...기", "모듈", "장치" 등의 용어는, 사용된다면, 하나 이상의 기능이나 동작을 처리할 수 있는 단위를 의미한다.
- [59] 이는 하드웨어 또는 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있음을 알아야 한다.
- [60] 본 명세서에 첨부된 도면에서 본 발명을 구성하는 각 구성 요소의 크기, 위치, 결합 관계 등은 본 발명의 사상을 충분히 명확하게 전달할 수 있도록 하기 위해서 또는 설명의 편의를 위해서 일부 과장 또는 축소되거나 생략되어 기술되어 있을 수 있고, 따라서 그 비례나 축척은 엄밀하지 않을 수 있다.
- [61] 또한, 이하에서, 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 구성, 예를 들어, 종래 기술을 포함하는 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략될 수도 있다.
- [62] 일반적으로 전기 요법은 전극을 인체에 직접 부착하여 인체 내부에 전기장을 형성시켜 치료를 수행한다.
- [63] 일 예로, 현재 상용화된 전기장 암치료 시스템은 1 내지 3 V/cm 정도의 약한 세기의 전기장으로만 치료가 가능하도록 개발되었으며, 이처럼 약한 세기의 전기장으로 가능한 한 최대의 치료효과를 확보하기 위해서는 환자가 수면시간을 제외하고 거의 하루 종일(18-24시간/일) 치료를 받아야 하는 불편함이 있다. 현재까지의 연구 결과에 따르면, 전기장 세기 및 전기장 인가 시간에 따라 암 종별 전기장 치료의 효과는 차이를 나타내며, 전기장 세기 및 인가 시간이 크면 클수록 암세포에 대한 사멸 및 분열억제 효과가 크다(비특허문헌 7 참조).
- [64] 일일 치료시간을 늘리는 것은 이미 한계에 도달했기 때문에 원하는 치료

효과를 달성하기 위해서는 충분한 크기의 전기장 세기가 필수적이다. 단순히 인가된 전압의 크기를 증가시켜서 체내에 전달되는 전기장의 크기를 증가시키는 것은 물리적으로는 가능하다. 하지만, 이러한 전기장의 상승은 피부에 부착된 전극에 의해 피부로 흐르는 전류도 함께 증가시키기 때문에 화상과 같은 심각한 부작용을 야기시킬 수 있다.

[65] 이러한 이유 때문에 피부에 전달되는 한계전류가 전기장 치료에서 중요한 요소가 되며 현재의 전기장 암치료에서는 피부에 부작용이 생기지 않는 범위 내에서 가능한 최대의 전기장을 인체에 인가하고 있지만 그 크기는 만족할 만한 수준이 아니다(비특허문헌 7 참조).

[66] 일반적으로 단위면적당 최대한계전류밀도는 실효치(Root Mean Square) 기준으로 $100\text{mA}/\text{cm}^2$ 이하이지만 전기장 치료에서 권고되는 단위면적당 권고한계전류밀도는 약 $31\text{mA}/\text{cm}^2$ 이하라고 할 수 있다(비특허문헌 7 참조). 따라서, 치료효과를 극대화시키기 위해서는 피부에 흐르는 전류는 권고한계전류밀도 이하로 유지하면서 체내에 전달되는 전기장의 크기는 증가시킬 수 있는 방법이 필요하다.

[67] 일반적으로, 특정 전압이 인가된 경우 인체 피부에 부착되어 있는 다양한 전극에 의해 형성되는 전류 밀도의 분포가 도 1과 도 2에 도시되어 있다.

[68] 도 1 및 2를 참조하면, 도 1에서 (b)와 도 2에서 (a)는 일반적인 도체와 하이드로겔로 이루어진 도체 전극을 나타내고 도 1에서 (c)와 도 2에서 (b)는 도체와 하이드로겔 사이에 세라믹을 포함하는 절연전극을 나타내고 있다(비특허문헌 7 참조).

[69] 도 1과 2에서 볼 수 있듯이 전극의 중앙에 위치하는 대부분의 영역에 권고한계전류밀도인 $31\text{mA}/\text{cm}^2$ 가 유지되도록 설정하여도 도체의 특성상 전극의 가장자리 부분에는 전류 밀도가 크게 증가하여 권고한계전류밀도를 벗어나는 영역이 있음을 알 수 있다. 따라서, 가장자리 부분의 전류 밀도가 권고한계전류밀도 이하로 되기 위해서는 전체 인가 전압을 낮추어야 하고 이는 인체 내부 전기장 세기의 감소로 이어져 임상 효과를 낮추게 된다.

[70] 이러한 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 본 발명은 이러한 전극 가장자리에 집중되는 전류 밀도를 감소시키기 위하여, 상기 전극 시스템의 전극 가장자리의 전류밀집을 감소시키도록 전극 어레이의 크기, 모양, 전극 어레이를 구성하는 개별 전극의 개수, 개별 전극의 크기, 개별 전극의 모양, 개별 전극의 종류를 조절하는 최적화 방법과, 이를 위한 전극 시스템을 제공한다.

[71] 본 발명의 일 실시예에서 상기 최적화 방법은 도체 전극의 크기(반지름) 조절, 절연체 사용, 그리고 세라믹과 같은 절연물질층의 형태와 구성을 조절하여 전극 가장자리에 집중되는 전류밀도를 감소시킨다. 본 발명의 일 실시예에서는 1) 절연체 사용 2) 절연물질층 두께 3) 도체판 크기 조절 이 3가지 설계변수 단독 또는 이들의 조합에 따라 개별전극에서의 가장자리 전류밀집을 감소시킨다. 또한 복수의 개별전극의 어레이 구조에서는 전체적인 전류밀도를, 개별전극

형태뿐만 아니라 어레이에서의 전극 구성, 크기 등을 조절하여 전류밀도를 전체적으로 균일하게 하는 최적화를 진행한다.

- [72] 즉, 본 발명은 인가 전압은 유지하고 따라서 전극의 중앙부분에 흐르는 전류 밀도는 권고한계전류밀도 이하로 유지하고 필요 이상으로 발생하는 가장자리의 전류 밀도만 권고한계전류밀도 이하로 줄이는 최적화 방법과 전극 시스템을 제공한다. 이하 본 발명에 따른 실시예에 따른 전극 시스템을 보다 상세히 설명한다.

[73]

[74] 실시예 1

[75] 절연체 사용

- [76] 본 발명의 일 실시예에서는, 전극 가장자리에 집중되는 전류 밀도를 줄이기 위하여 본 발명의 일 실시예는 절연체로 구성된 블록(Insulator block)을 삽입하고 이로 인한 가장자리의 전류밀도를 감소시킨다. 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 전극; 및 피부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 상기 전극과 피부사이에는 상기 하이드로겔과 상이한 전기적 특성, 바람직하게는 상이한 절연 특성의 절연체가 구비되며, 상기 절연체의 전도율은 0.1S/m 이하로 높은 절연 특성을 갖는다. 절연체의 전도율이 이보다 높은 경우, 전극의 가장자리 위치에 대응되도록 위치하는 절연체에 의한 전류밀도 집중을 감소시키는 효과가 떨어진다.

- [77] 도 3은 각각 원형 전극에 절연체(Insulator block)를 삽입하고 전극 종류에 따른 전류밀도 분포를 도시하는 도면이고, 도 4는 사각형 전극에 절연체(Insulator block)를 삽입하고 전극 종류에 따른 전류밀도 분포를 도시하는 도면이다.

- [78] 도 3과 도 4를 참조하면, 도 3에서 (a)와 (b)는 원형의 도체 전극과 절연 전극에 대하여 절연체 삽입에 의한 전류밀도 균일화 효과를 각각 도시하고 있으며 도 4에서 (a)와 (b)는 사각의 도체 전극과 절연 전극에 대하여 절연체의 삽입에 의한 전류밀도 균일화 효과를 각각 도시하고 있다.

- [79] 즉, 본 발명의 일 실시예는 절연지, 절연필름, 절연 플라스틱 등과 같은 절연 물질로 구성된 절연체 블록(Insulator block)은 전극의 가장자리에 발생하는 전기장을 감소시킴으로써 가장자리로부터 발생하는 전류 밀도를 효과적으로 감소시켜 전극 전반에 분포하는 전류 밀도를 균일하게 조절한다. 따라서, 본 발명에 따른 이러한 방법을 사용하면 일정한 전압을 인가하여 인체에 충분한 전기장을 유지하면서도 가장자리에 집중되는 전류 밀도를 효과적으로 낮출 수 있어서 가장자리에 발생할 수 있는 화상을 방지할 수 있다.

[80]

[81] 실시예 2

[82] 전극 형태 조정

- [83] 본 실시예에서는 도체전극의 크기, 도체전극과 하이드로겔 사이의 절연물질층의 두께 등과 같이 전극 자체의 물리적 치수(physical dimension)를 조절하여 전극

가장자리의 전류밀도를 조절한다.

- [84] 도 5는 도체와 하이드로겔의 사이에 절연물질층인 세라믹 두께가 일정할 때($t=t'$)와 공간적으로 세라믹의 두께를 변화했을 때 ($t>t'$)의 전류밀도 분포를 도시하고 있다.
- [85] 도 5를 참조하면, 전극의 가장자리 부근의 세라믹의 두께를 두껍게 하면 그 부분의 전기저항을 높이게 되고 따라서 가장자리 부근의 전기장을 차폐하는 효과를 야기하여 전극의 가장자리에서 발생하는 전류 밀도를 줄일 수 있다.
- [86] 또한, 전극 도체판(conductor)의 크기를 조절하여 전류밀도 분포를 조절하는 방법이 있는데, 도 6은 절연물질층 대비 도체판 반지름 크기를 일정 수준으로 줄였을 때 가장자리의 전류 밀도가 감소하여 전극에 의해 발생하는 전류 밀도가 균일하게 되는 결과를 보여준다.
- [87]
- [88] 실시예 3
- [89] 전극 어레이 적용
- [90] 이상 설명한 전극 시스템의 전류밀도 균일화 방법은 단일 전극을 사용하는 경우뿐만 아니라 전극을 어레이(array) 형태로 사용하는 경우에도 적용할 수 있다.
- [91] 도 7은 어레이 형태의 도체 전극과 절연 전극을 도시하고 있다. 도 7에서 도시한 전극 어레이를 구성하고 있는 단일 전극의 가장 자리에 절연체를 삽입했을 때 전류밀도 분포의 변화가 도 8에 도시되어 있다.
- [92] 실시예 1과 같은 절연체가 사용되지 않은 경우, 도체 전극과 절연 전극의 가장자리에 전류 밀도가 밀집되어 있는 것이 도 8에서 (a)와 (d)에 각각 도시되어 있다.
- [93] 특이한 점은 단일 전극과는 다르게 전극 어레이의 경우, 개별 전극이 어디에 위치하는 지에 따라 가장자리의 전류 밀도분포가 각각 다르다는 것을 알 수 있다. 즉, 전극 어레이의 중심에 위치하는 개별 전극의 경우, 전류 밀도의 분포가 대칭적(symmetric)인 반면, 다른 곳에 위치한 개별 전극의 전류밀도 분포는 그 위치에 따라 각각 다른 형태로 비대칭적임을 알 수 있다.
- [94] 이러한 차이점을 무시하고 같은 두께의 절연체를 삽입했을 때의 전류밀도 분포를 도 8에서 (b)와 (e)가 보여주고 있다. 도 8의 (b)와 (e)에서 볼 수 있듯이 일정한 두께의 절연체를 사용한 경우, 가장자리의 전류밀도 감소를 일정하게 감소시키기 때문에 가장자리의 밀도가 예외적으로 높은 영역의 경우 효과적으로 전류밀도 감소를 할 수 없을 경우가 있다.
- [95] 따라서 각 개별 전극의 전류 밀도의 분포를 미리 계산하여 그 값에 따라 공간적으로 다르게 적용하는 최적화 방법이 필요하다고 할 수 있다. 도 8의 (c), (f)는 전극 어레이에서 각 개별 전극의 비대칭적 전류 밀도를 고려하여 각 개별 전극의 가장자리에서 발생하는 전류밀도 밀집현상을 위치에 따라 다른 두께의 절연체를 삽입하여 맞춤형으로 차단하는 경우에 대한 전류밀도 균일화 결과를

보여주고 있다.

- [96] 도 9는 전류 밀도 최적화를 위한 전극 제작 방법 및 시스템의 전체 과정을 도시하고 있다. 먼저, 전기 치료를 위한 전극 어레이의 크기, 모양, 전극 어레이를 구성하는 개별 전극의 개수, 개별 전극의 크기, 개별 전극의 모양, 개별 전극의 종류에 대한 전극 어레이 정보를 획득하고 이를 이용하여 전류 밀도의 초기 분포를 계산한다. 계산된 결과를 토대로 전류밀도 분포 균일화 방법을 선택 또는 설정하여 분포가 최적화될 때까지 반복하여 수행한 후 최종적으로 맞춤형 전극 어레이 구조를 도출하는 과정이다.
- [97] 도 10은 본 발명의 실시예 1 내지 3을 고려하여 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법의 단계도이다.
- [98] 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 최적화 방법은, 전체 전극 어레이에서 각 개별 전극의 전류밀도를 개별적으로 계산하는 단계를 포함한다.
- [99] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 최적화 방법은, 전극 어레이를 포함하는 전극 시스템에서 상기 전극 어레이를 구성하는 개별전극의 전류밀도 분포를 계산하는 단계; 상기 계산된 전류밀도 분포에 따라 개별전극의 전류밀도 분포를 조절할 수 있는 변수를 설정하는 단계; 상기 설정된 변수에 따라 상기 전극 어레이를 구성하는 개별전극의 전류밀도를 계산하는 단계; 및 상기 계산된 개별전극의 전류밀도가 균일하게 될 때까지 상기 변수를 반복적으로 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법을 포함한다.
- [100] 본 발명에서 전극 어레이의 전류밀도 분포를 균일하게 만드는 변수는 상술한 바와 같이 실시예 1 또는 2와 같은 개별전극의 물리적 변수(절연체 사용, 절연물질층 두께, 도전판 반지름 등) 뿐만 아니라 개별 전극의 개수, 개별 전극의 크기, 개별 전극의 모양, 개별 전극의 종류 중 적어도 어느 하나 이상을 포함할 수 있으며, 적어도 개별전극별 전류분포를 고려하여 전체적인 전류밀도 분포를 균일하게 하는 최적화 변수가 모두 본 발명의 범위에 속한다.
- [101] 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명에 따른 구성요소를 치환, 변형 및 변경할 수 있다는 것이 명백할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 전기 치료를 위한 전극 시스템으로,
전극; 및
피부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고,
상기 전극과 피부사이에는 상기 하이드로겔과 상이한 절연 특성의
절연체가 구비되며, 이로써 상기 전극의 가장자리에서 밀집되는
전류밀도를 저감시키는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극
시스템.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
상기 절연체의 전도율은 0.1S/m 이하의 값인 것을 특징으로 하는 전기
치료를 위한 전극 시스템.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 절연체는 상기 전극의 중심부를 제외한 가장자리(edge)에 대응하는
위치에 구비되는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템.
- [청구항 4] 전기 치료를 위한 전극 시스템으로,
전극; 및
피부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 여기에서 상기 전극은
도체전극과 절연물질층을 포함하며, 상기 절연물질층의 두께는
불균일하며, 이로써 상기 전극의 가장자리에서 밀집되는 전류밀도를
저감시키는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템.
- [청구항 5] 제 4항에 있어서,
상기 절연물질층은 상기 전극 가장자리에서의 두께가 상기 전극의
중심보다 더 두꺼운 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템.
- [청구항 6] 전기 치료를 위한 전극 시스템으로,
전극; 및
피부와 전극 사이의 하이드로겔;을 포함하고, 여기에서 상기 전극은
도체전극과 절연물질층을 포함하며, 상기 도체전극의 반지름은 상기
절연물질층보다 작은 반지름을 갖는 것을 특징으로 하는 전기 치료를
위한 전극 시스템.
- [청구항 7] 제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 전기 치료를 위한 전극 시스템을
포함하는 전기 치료기.
- [청구항 8] 제 7항에 있어서,
상기 전기치료기는 전기장을 이용한 암 치료기인 것을 특징으로 하는
전기 치료기.
- [청구항 9] 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법으로,
전극 어레이를 포함하는 전극 시스템에서 상기 전극 어레이를 구성하는
개별전극의 전류밀도 분포를 계산하는 단계;

상기 계산된 전류밀도 분포에 따라 개별전극의 전류밀도 분포를 조절할 수 있는 변수를 설정하는 단계;

상기 설정된 변수에 따라 상기 전극 어레이를 구성하는 개별전극의 전류밀도를 계산하는 단계; 및

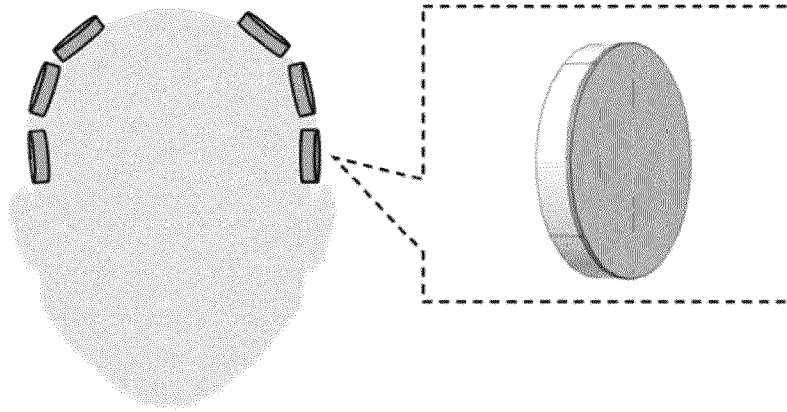
상기 계산된 개별전극의 전류밀도가 균일하게 될 때까지 상기 변수를 반복적으로 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법.

[청구항 10] 제 9항에 있어서,
상기 변수는 상기 개별전극 가장자리의 전류밀도를 감소시키는 변수로, 상기 변수는 제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 따른 전극시스템에 따라 설정되는 것을 특징으로 하는 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법.

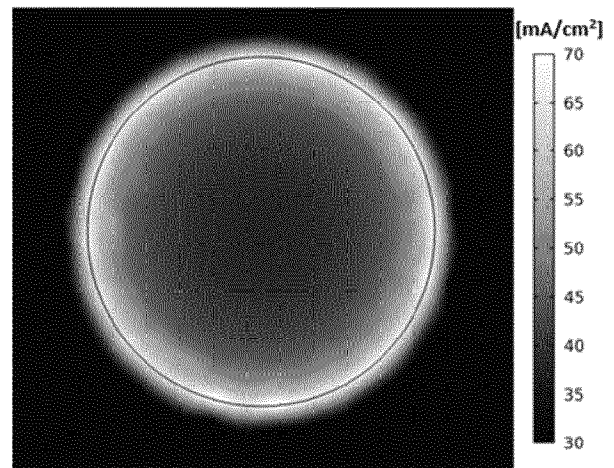
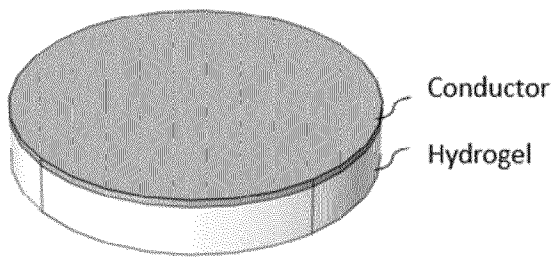
[청구항 11] 제 9항에 있어서,
상기 변수는 상기 전극 어레이의 크기, 모양, 전극 어레이를 구성하는 개별 전극의 개수, 개별 전극의 크기, 개별 전극의 모양 및 개별 전극의 종류 중 적어도 어느 하나를 더 포함하며,
상기 전기 치료를 위한 전극 시스템의 최적화 방법은 상기 전극 시스템의 전극 가장자리의 전류밀집을 감소시키도록 상기 변수를 설정하는 것을 특징으로 하는 전극 시스템의 최적화 방법.

[도1]

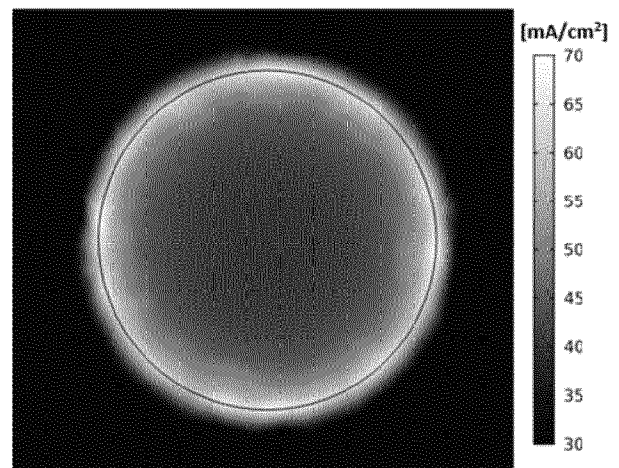
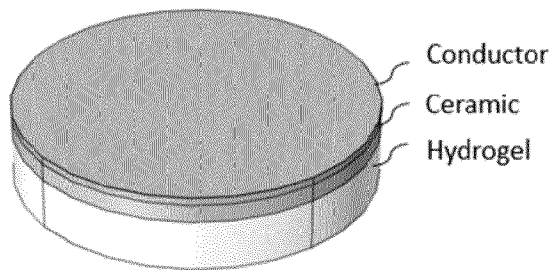
(a)



(b)

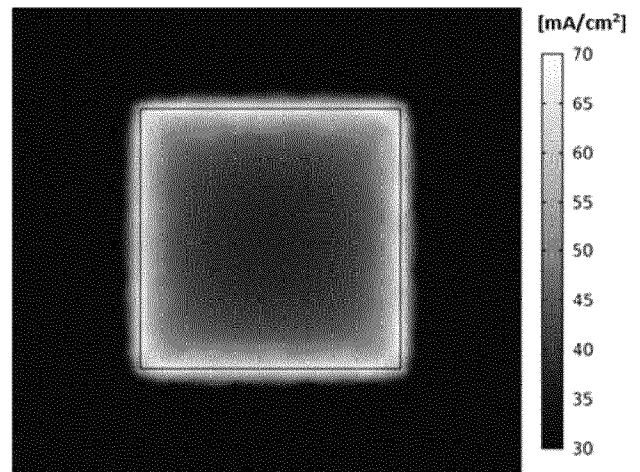
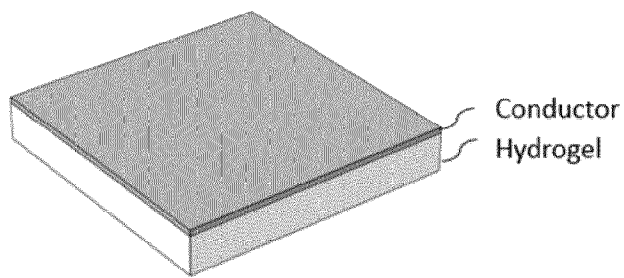


(c)

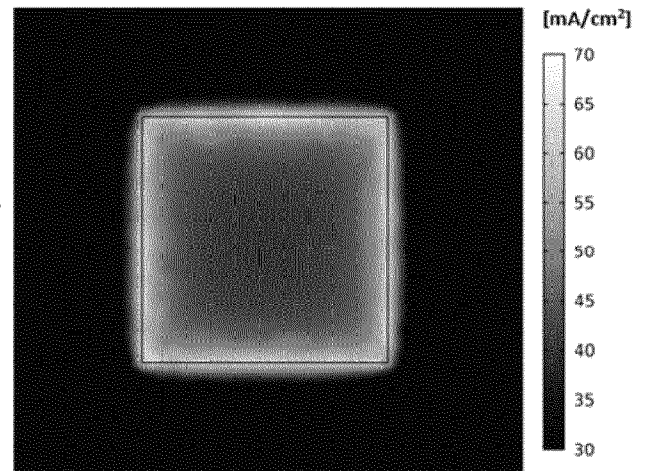
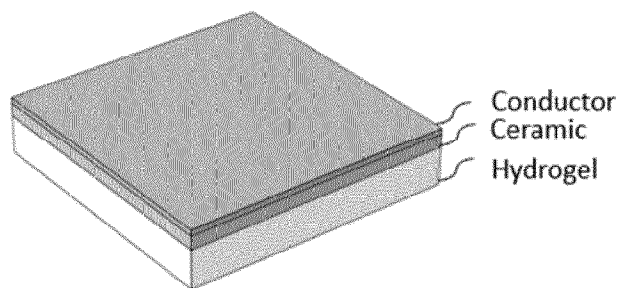


[도2]

(a)

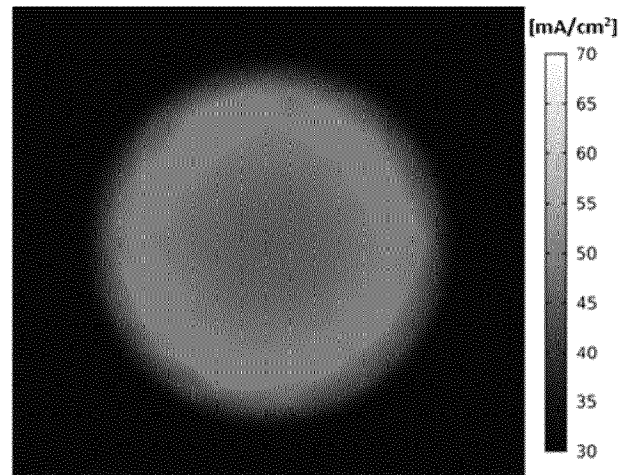
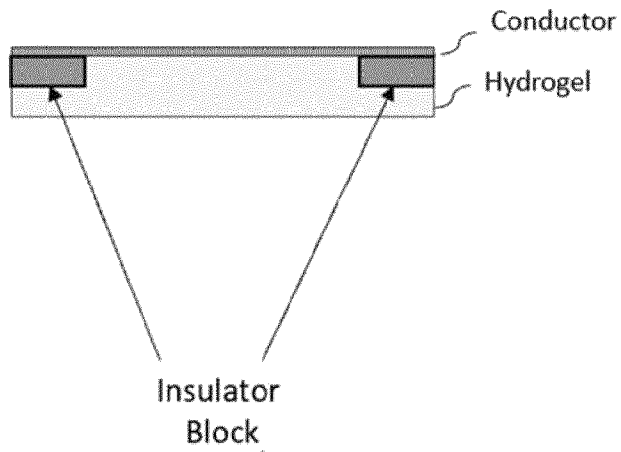


(b)

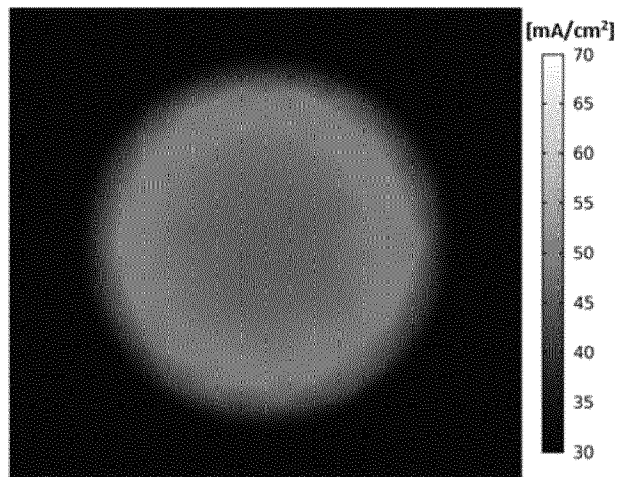
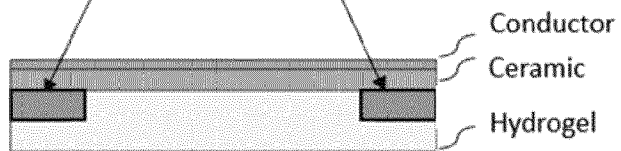


[도3]

(a)

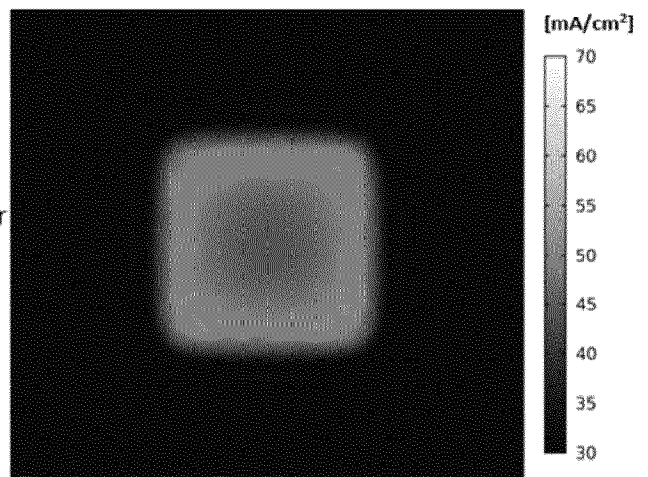
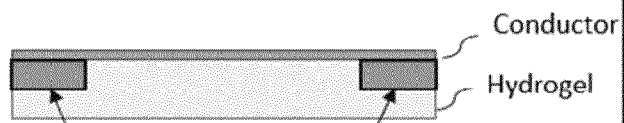


(b)

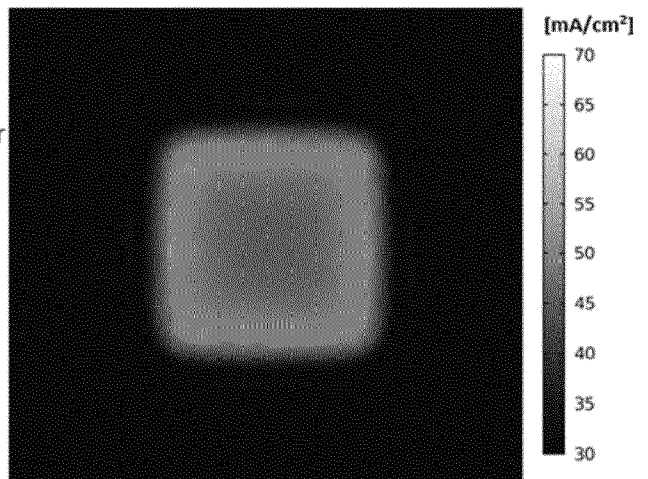
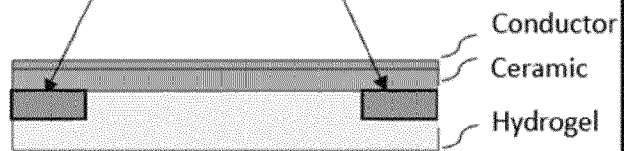


[도4]

(a)

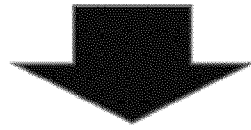
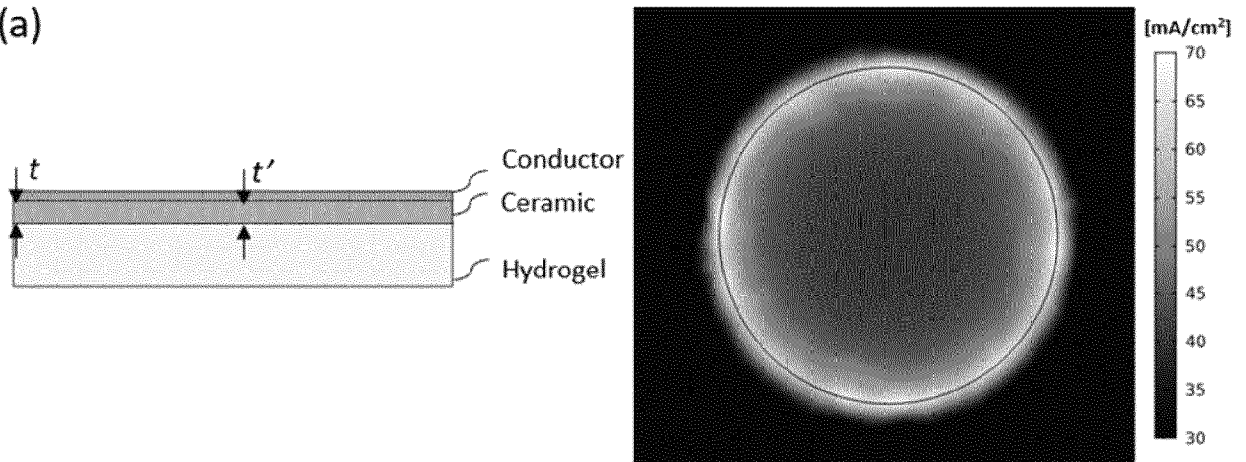


(b)

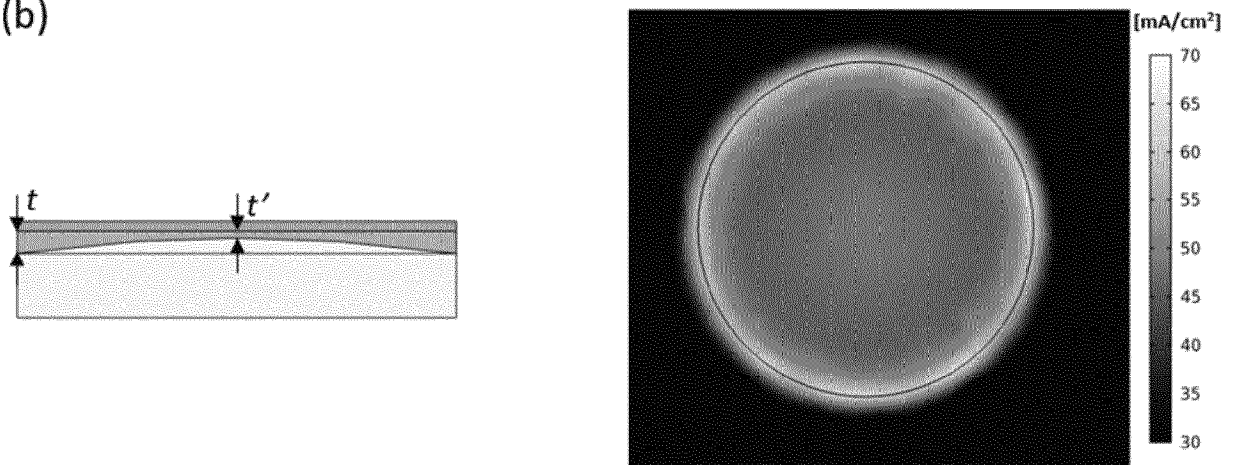


[도5]

(a)

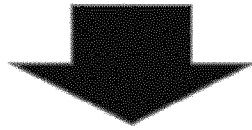
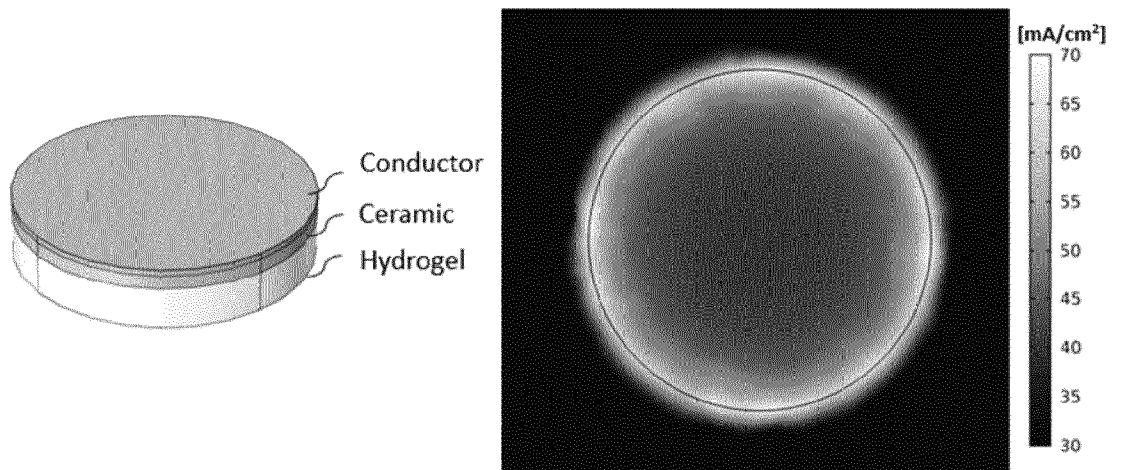


(b)

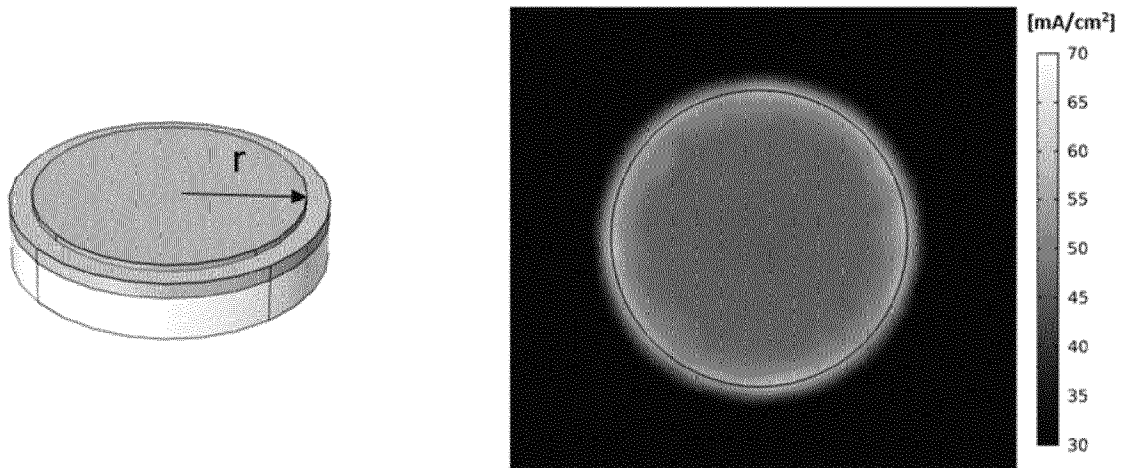


[도6]

(a)

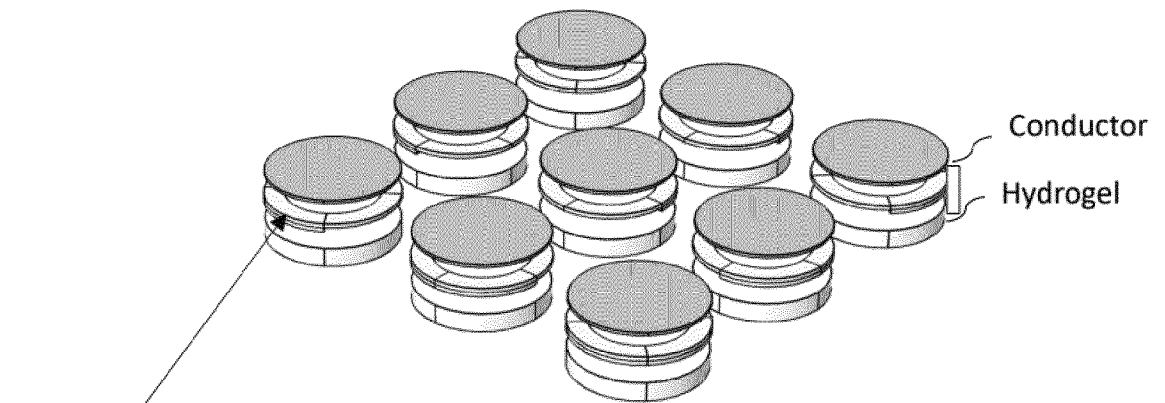


(b)



[도7]

(a)

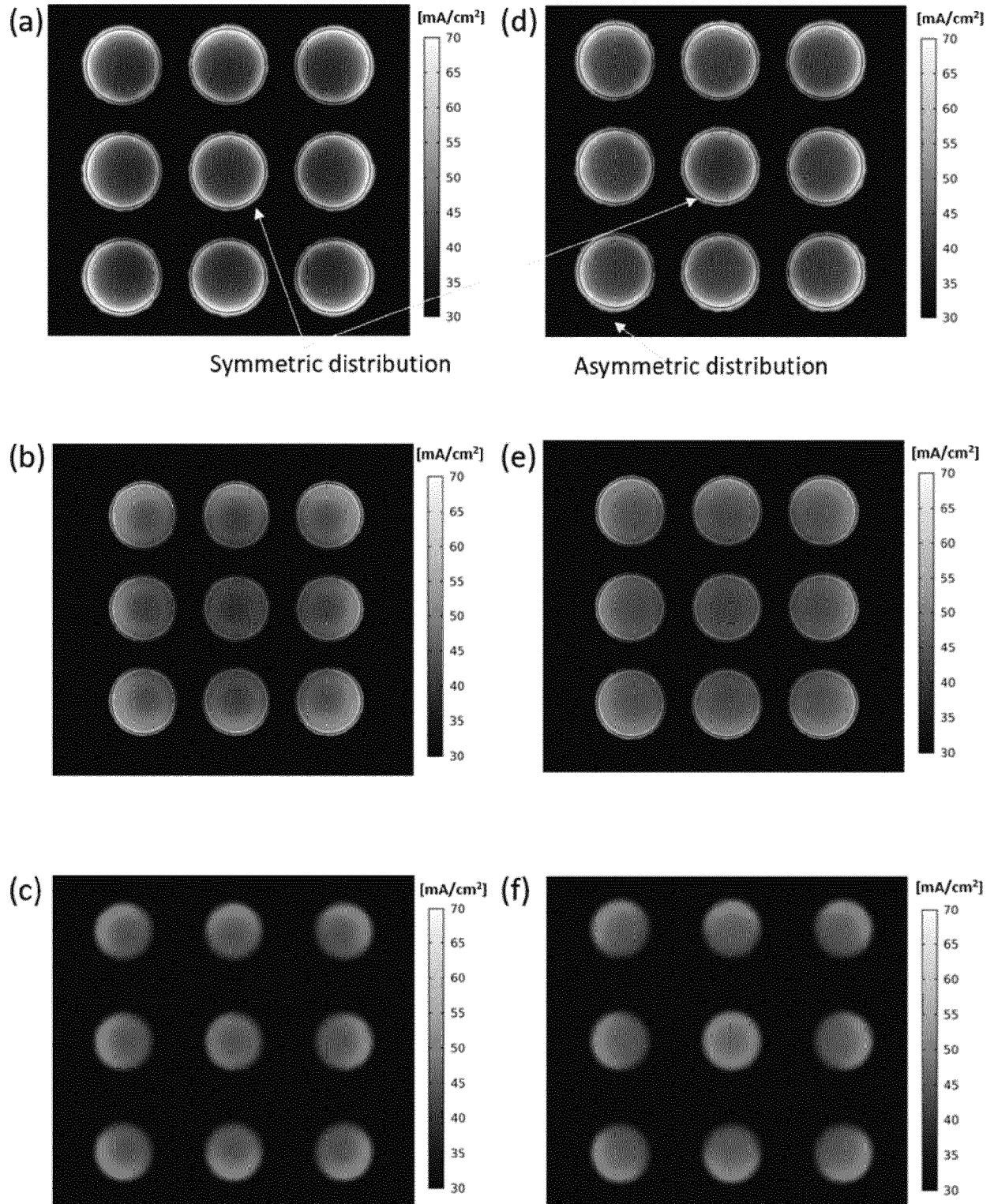


Insulator
Block

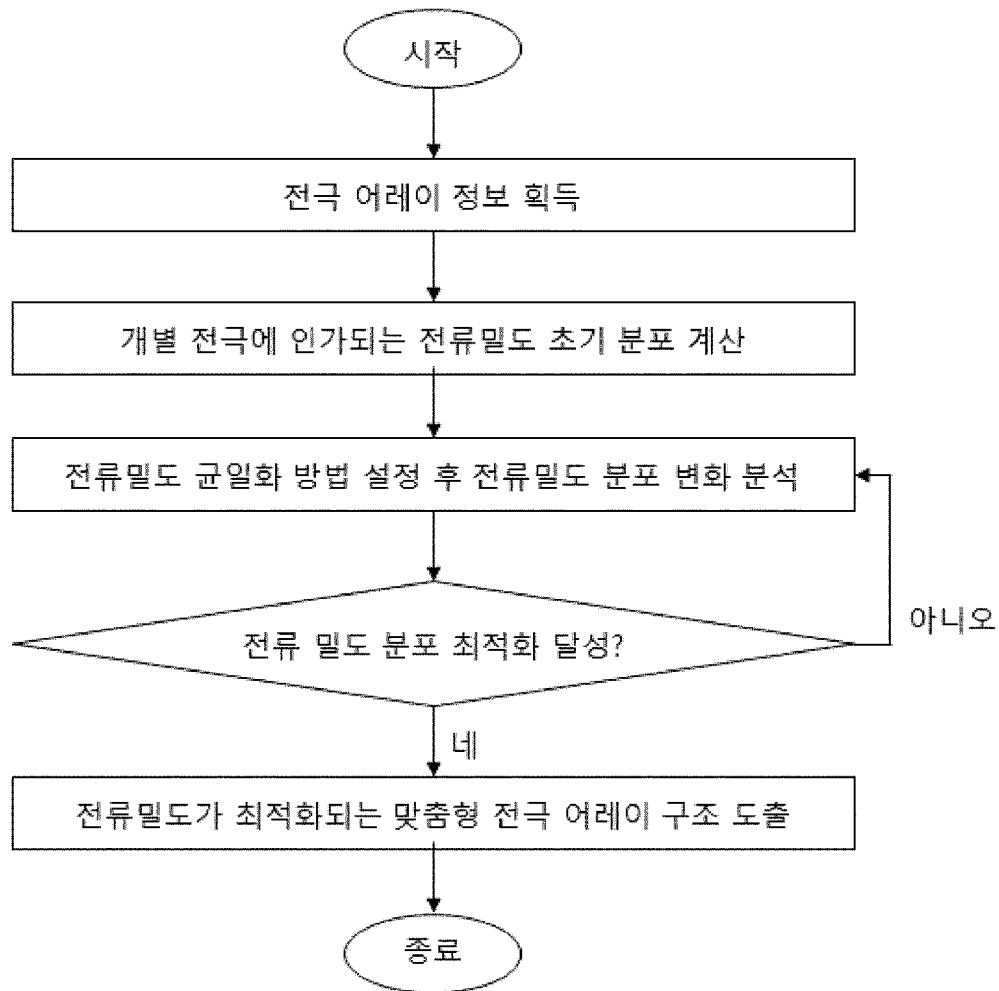
(b)



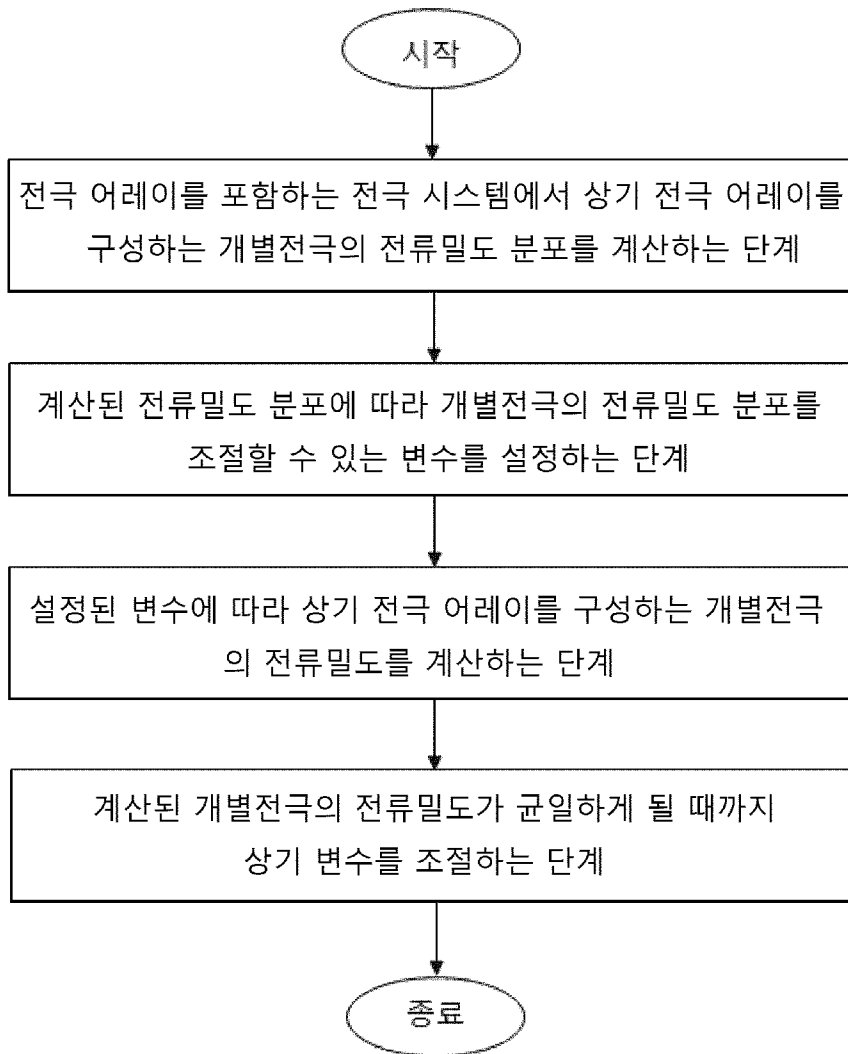
[도8]



[도9]



[도10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61N 1/04(2006.01)i; A61N 1/40(2006.01)i; A61N 1/36(2006.01)i; A61N 1/08(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) A61N 1/04(2006.01); A41D 13/00(2006.01); A61N 1/40(2006.01); A61N 5/00(2006.01); A61N 5/06(2006.01); C08J 3/075(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) & keywords: 전기 치료(electrotherapy), 전극(electrode), 하이드로 겔(hydrogel), 절연체(insulator), 전류밀도(current density), 감소(reduction), 계산(calculation), 변수(variable)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-513739 A (STANDEN LTD.) 27 April 2006 (2006-04-27) See abstract; paragraphs [0059] and [0094]; and figures 21-22.	1-5,10
Y	US 2012-0078141 A1 (KNOWLTON, E. W.) 29 March 2012 (2012-03-29) See paragraphs [0036]-[0040]; and figures 10-12.	1-5,10-11
X	US 2021-0138233 A1 (NOVOCURE GMBH) 13 May 2021 (2021-05-13) See paragraphs [0088]-[0091]; and figures 1-2B.	6-8
X Y	WANG, B. et al. Reduction of Edge Effect on Disk Electrodes by Optimized Current Waveform. IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING. 2014, vol. 61, no. 8, pp. 2254-2263. See abstract; and pages 2254-2259.	9 10-11
A	US 5947961 A (NETHERLY, S. G.) 07 September 1999 (1999-09-07) See entire document.	1-11
☒ 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 21 November 2022		Date of mailing of the international search report 22 November 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2022/011462

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	SUNG, H. et al. Technical note: Evaluation of methods for reducing edge current density under electrode arrays for tumor-treating fields therapy. Medical Physics. July 2022 (first publication date: 25 May 2022), vol. 49, no. 7, pp. 4837-4844. See entire document.	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011462

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2006-513739	A	27 April 2006	CN	101124011	A	13 February 2008
				CN	101124011	B	31 August 2011
				CN	101820947	A	01 September 2010
				CN	101939052	A	05 January 2011
				CN	102488967	A	13 June 2012
				CN	102488967	B	30 March 2016
				CN	109731217	A	10 May 2019
				CN	1416466	A	07 May 2003
				CN	1703258	A	30 November 2005
				CN	1976738	A	06 June 2007
				CN	1976738	B	01 September 2010
				EP	1259596	A1	27 November 2002
				EP	1545704	A2	29 June 2005
				EP	1545704	B1	12 August 2020
				EP	1740268	A2	10 January 2007
				EP	1833554	A2	19 September 2007
				EP	2175928	A1	21 April 2010
				EP	2183024	A1	12 May 2010
				EP	2183024	B1	15 May 2019
				EP	2281602	A1	09 February 2011
				EP	2281602	B1	01 August 2018
				EP	2281603	A2	09 February 2011
				EP	2281603	A3	22 June 2011
				EP	2281603	B1	10 June 2020
				EP	2281604	A1	09 February 2011
				EP	2281604	B1	10 June 2020
				EP	2281605	A2	09 February 2011
				EP	2281605	A3	08 June 2011
				EP	2281605	B1	03 June 2020
				EP	2335776	A1	22 June 2011
				EP	3572123	A1	27 November 2019
				EP	3572123	B1	10 June 2020
				EP	3656441	A1	27 May 2020
				EP	3656441	B1	14 July 2021
				EP	3659671	A1	03 June 2020
				EP	3666328	A1	17 June 2020
				EP	3666328	B1	06 April 2022
				JP	2004-505604	A	26 February 2004
				JP	2007-533389	A	22 November 2007
				JP	2008-525080	A	17 July 2008
				JP	2010-536406	A	02 December 2010
				JP	2011-078804	A	21 April 2011
				JP	4350042	B2	21 October 2009
				JP	4750784	B2	17 August 2011
				JP	5280600	B2	04 September 2013
				JP	5485153	B2	07 May 2014
				JP	5559460	B2	23 July 2014
				US	2003-0097152	A1	22 May 2003
				US	2003-0150372	A1	14 August 2003
				US	2004-0068295	A1	08 April 2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011462

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2004-0068296 A1	08 April 2004
		US 2004-0068297 A1	08 April 2004
		US 2004-0176804 A1	09 September 2004
		US 2005-0209640 A1	22 September 2005
		US 2005-0209641 A1	22 September 2005
		US 2005-0209642 A1	22 September 2005
		US 2005-0240173 A1	27 October 2005
		US 2005-0240228 A1	27 October 2005
		US 2006-0167499 A1	27 July 2006
		US 2006-0233867 A1	19 October 2006
		US 2006-0237019 A1	26 October 2006
		US 2006-0241547 A1	26 October 2006
		US 2006-0276858 A1	07 December 2006
		US 2007-0028310 A1	01 February 2007
		US 2007-0033660 A1	08 February 2007
		US 2008-0319372 A1	25 December 2008
		US 2009-0043346 A1	12 February 2009
		US 2011-0137229 A1	09 June 2011
		US 2011-0319891 A1	29 December 2011
		US 2012-0184895 A1	19 July 2012
		US 2012-0283726 A1	08 November 2012
		US 2013-0178819 A1	11 July 2013
		US 2013-0178820 A1	11 July 2013
		US 2015-0343209 A1	03 December 2015
		US 2016-0346536 A1	01 December 2016
		US 6868289 B2	15 March 2005
		US 7016725 B2	21 March 2006
		US 7089054 B2	08 August 2006
		US 7136699 B2	14 November 2006
		US 7146210 B2	05 December 2006
		US 7333852 B2	19 February 2008
		US 7467011 B2	16 December 2008
		US 7519420 B2	14 April 2009
		US 7565205 B2	21 July 2009
		US 7565206 B2	21 July 2009
		US 7599745 B2	06 October 2009
		US 7599746 B2	06 October 2009
		US 7706890 B2	27 April 2010
		US 7805201 B2	28 September 2010
		US 7890183 B2	15 February 2011
		US 7912540 B2	22 March 2011
		US 8027738 B2	27 September 2011
		US 8175698 B2	08 May 2012
		US 8229555 B2	24 July 2012
		US 8244345 B2	14 August 2012
		US 8447395 B2	21 May 2013
		US 8447396 B2	21 May 2013
		US 8706261 B2	22 April 2014
		US 9039674 B2	26 May 2015
		US 9056203 B2	16 June 2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2022/011462

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)			Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)		
							US 9440068 B2			13 September 2016		
							US 9750934 B2			05 September 2017		
							US RE43618 E1			28 August 2012		
							WO 01-60994 A1			23 August 2001		
							WO 2004-030760 A2			15 April 2004		
							WO 2004-030760 A3			22 July 2004		
							WO 2004-084747 A2			07 October 2004		
							WO 2005-115535 A2			08 December 2005		
							WO 2005-115535 A3			06 April 2006		
							WO 2006-085150 A2			17 August 2006		
							WO 2006-085150 A3			19 October 2006		
							WO 2006-131816 A2			14 December 2006		
							WO 2009-004455 A1			08 January 2009		
							WO 2009-022225 A1			19 February 2009		
US 2012-0078141 A1				29 March 2012			US 2019-0298434 A1			03 October 2019		
							WO 2012-030691 A1			08 March 2012		
US 2021-0138233 A1				13 May 2021			TW 202131965 A			01 September 2021		
							WO 2021-092402 A1			14 May 2021		
US 5947961 A				07 September 1999			CN 1178714 C			08 December 2004		
							CN 1217666 A			26 May 1999		
							EP 0957989 A1			24 November 1999		
							JP 2000-510725 A			22 August 2000		
							WO 97-43007 A1			20 November 1997		

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61N 1/04(2006.01)i; A61N 1/40(2006.01)i; A61N 1/36(2006.01)i; A61N 1/08(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61N 1/04(2006.01); A41D 13/00(2006.01); A61N 1/40(2006.01); A61N 5/00(2006.01); A61N 5/06(2006.01); C08J 3/075(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) & 키워드: 전기 치료(electrotherapy), 전극(electrode), 하이드로겔(hydrogel), 절연체(insulator), 전류밀도(current density), 감소(reduction), 계산(calculation), 변수(variable)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2006-513739 A (STANDEN LTD.) 2006.04.27 요약, 단락 [0059], [0094]; 도면 21-22	1-5,10
Y	US 2012-0078141 A1 (KNOWLTON, E. W.) 2012.03.29 단락 [0036]-[0040]; 도면 10-12	1-5,10-11
X	US 2021-0138233 A1 (NOVOCURE GMBH) 2021.05.13 단락 [0088]-[0091]; 도면 1-2B	6-8
X Y	WANG, B. 등, "Reduction of Edge Effect on Disk Electrodes by Optimized Current Waveform", IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, 2014, 제61권, 제8호, 페이지 2254-2263 초록; 페이지 2254-2259	9 10-11
A	US 5947961 A (NETHERLY, S. G.) 1999.09.07 전문	1-11
☒ 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 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2022년11월21일(21.11.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년11월22일(22.11.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 정종한 전화번호 +82-42-481-5642

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
PX	SUNG, H. 등, "Technical note: Evaluation of methods for reducing edge current density under electrode arrays for tumor-treating fields therapy", Medical Physics, 2022.07(첫 공개일: 2022.05.25), 제49권, 제7호, 페이지 4837-4844 전문	1-11

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2006-513739 A	2006/04/27	CN 101124011 A	2008/02/13
		CN 101124011 B	2011/08/31
		CN 101820947 A	2010/09/01
		CN 101939052 A	2011/01/05
		CN 102488967 A	2012/06/13
		CN 102488967 B	2016/03/30
		CN 109731217 A	2019/05/10
		CN 1416466 A	2003/05/07
		CN 1703258 A	2005/11/30
		CN 1976738 A	2007/06/06
		CN 1976738 B	2010/09/01
		EP 1259596 A1	2002/11/27
		EP 1545704 A2	2005/06/29
		EP 1545704 B1	2020/08/12
		EP 1740268 A2	2007/01/10
		EP 1833554 A2	2007/09/19
		EP 2175928 A1	2010/04/21
		EP 2183024 A1	2010/05/12
		EP 2183024 B1	2019/05/15
		EP 2281602 A1	2011/02/09
		EP 2281602 B1	2018/08/01
		EP 2281603 A2	2011/02/09
		EP 2281603 A3	2011/06/22
		EP 2281603 B1	2020/06/10
		EP 2281604 A1	2011/02/09
		EP 2281604 B1	2020/06/10
		EP 2281605 A2	2011/02/09
		EP 2281605 A3	2011/06/08
		EP 2281605 B1	2020/06/03
		EP 2335776 A1	2011/06/22
		EP 3572123 A1	2019/11/27
		EP 3572123 B1	2020/06/10
		EP 3656441 A1	2020/05/27
		EP 3656441 B1	2021/07/14
		EP 3659671 A1	2020/06/03
		EP 3666328 A1	2020/06/17
		EP 3666328 B1	2022/04/06
		JP 2004-505604 A	2004/02/26
		JP 2007-533389 A	2007/11/22
		JP 2008-525080 A	2008/07/17
		JP 2010-536406 A	2010/12/02
		JP 2011-078804 A	2011/04/21
		JP 4350042 B2	2009/10/21
		JP 4750784 B2	2011/08/17
		JP 5280600 B2	2013/09/04
		JP 5485153 B2	2014/05/07
		JP 5559460 B2	2014/07/23
		US 2003-0097152 A1	2003/05/22
		US 2003-0150372 A1	2003/08/14
		US 2004-0068295 A1	2004/04/08

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 2004-0068296 A1	2004/04/08
		US 2004-0068297 A1	2004/04/08
		US 2004-0176804 A1	2004/09/09
		US 2005-0209640 A1	2005/09/22
		US 2005-0209641 A1	2005/09/22
		US 2005-0209642 A1	2005/09/22
		US 2005-0240173 A1	2005/10/27
		US 2005-0240228 A1	2005/10/27
		US 2006-0167499 A1	2006/07/27
		US 2006-0233867 A1	2006/10/19
		US 2006-0237019 A1	2006/10/26
		US 2006-0241547 A1	2006/10/26
		US 2006-0276858 A1	2006/12/07
		US 2007-0028310 A1	2007/02/01
		US 2007-0033660 A1	2007/02/08
		US 2008-0319372 A1	2008/12/25
		US 2009-0043346 A1	2009/02/12
		US 2011-0137229 A1	2011/06/09
		US 2011-0319891 A1	2011/12/29
		US 2012-0184895 A1	2012/07/19
		US 2012-0283726 A1	2012/11/08
		US 2013-0178819 A1	2013/07/11
		US 2013-0178820 A1	2013/07/11
		US 2015-0343209 A1	2015/12/03
		US 2016-0346536 A1	2016/12/01
		US 6868289 B2	2005/03/15
		US 7016725 B2	2006/03/21
		US 7089054 B2	2006/08/08
		US 7136699 B2	2006/11/14
		US 7146210 B2	2006/12/05
		US 7333852 B2	2008/02/19
		US 7467011 B2	2008/12/16
		US 7519420 B2	2009/04/14
		US 7565205 B2	2009/07/21
		US 7565206 B2	2009/07/21
		US 7599745 B2	2009/10/06
		US 7599746 B2	2009/10/06
		US 7706890 B2	2010/04/27
		US 7805201 B2	2010/09/28
		US 7890183 B2	2011/02/15
		US 7912540 B2	2011/03/22
		US 8027738 B2	2011/09/27
		US 8175698 B2	2012/05/08
		US 8229555 B2	2012/07/24
		US 8244345 B2	2012/08/14
		US 8447395 B2	2013/05/21
		US 8447396 B2	2013/05/21
		US 8706261 B2	2014/04/22
		US 9039674 B2	2015/05/26
		US 9056203 B2	2015/06/16

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 9440068 B2	2016/09/13
		US 9750934 B2	2017/09/05
		US RE43618 E1	2012/08/28
		WO 01-60994 A1	2001/08/23
		WO 2004-030760 A2	2004/04/15
		WO 2004-030760 A3	2004/07/22
		WO 2004-084747 A2	2004/10/07
		WO 2005-115535 A2	2005/12/08
		WO 2005-115535 A3	2006/04/06
		WO 2006-085150 A2	2006/08/17
		WO 2006-085150 A3	2006/10/19
		WO 2006-131816 A2	2006/12/14
		WO 2009-004455 A1	2009/01/08
		WO 2009-022225 A1	2009/02/19
US 2012-0078141 A1	2012/03/29	US 2019-0298434 A1	2019/10/03
		WO 2012-030691 A1	2012/03/08
US 2021-0138233 A1	2021/05/13	TW 202131965 A	2021/09/01
		WO 2021-092402 A1	2021/05/14
US 5947961 A	1999/09/07	CN 1178714 C	2004/12/08
		CN 1217666 A	1999/05/26
		EP 0957989 A1	1999/11/24
		JP 2000-510725 A	2000/08/22
		WO 97-43007 A1	1997/11/20