



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월15일  
(11) 등록번호 10-1329626  
(24) 등록일자 2013년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01M 16/00 (2006.01) H01M 10/44 (2006.01)  
H01M 8/16 (2006.01) A61F 2/06 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0074670  
(22) 출원일자 2012년07월09일  
심사청구일자 2012년07월09일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2004253361 A\*  
KR1020110104762 A\*  
US20030151524 A1\*  
JP2005322570 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
경상대학교산학협력단  
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)  
(72) 발명자  
남태현  
경남 진주시 신안들말길 47 205-1107  
정세교  
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5 제일풍경채  
아파트 105-1201  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
이현수, 정홍식, 김태현

전체 청구항 수 : 총 8 항

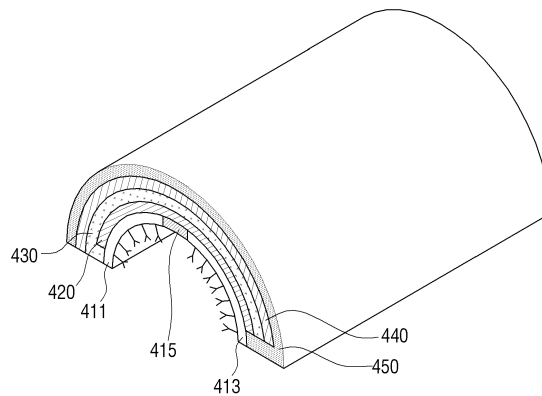
심사관 : 임창연

(54) 발명의 명칭 저전력 융합 전지

(57) 요약

본 발명은 저전력 융합 전지를 개시한다. 본 발명에 따른 저전력 융합 전지는, 전기 에너지를 생성하는 복수의 전기 생성부, 복수의 전기 생성부 각각에 연결되어 생성된 전기 에너지를 저장하는 복수의 충전부 및, 복수의 충전부에서 공급되는 전기 에너지에 의해 충전되는 2차 전지부를 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

**조규봉**

경상남도 진주시 진주대로 805 주악현대아파트 10  
5동 1702호

**안효준**

경상남도 진주시 신안들말길 58 평거 2차 현대아파  
트 201-1303

**김기원**

경남 진주시 진양호로97번길 19-6 한보타운 101동  
1409호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345156148

부처명 교육과학기술부

연구사업명 첨단융합기술개발

연구과제명 융합전원 시스템 설계

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2011.03.01 ~ 2012.02.29

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전기 에너지를 생성하는 복수의 전기 생성부;

상기 복수의 전기 생성부 각각에 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 복수의 충전부; 및,

상기 복수의 충전부에서 공급되는 전기 에너지에 의해 충전되는 2차 전지부;를 포함하며,

상기 복수의 전기 생성부는 생체 내의 혈관에 삽입되어 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 연료 전지이고,

상기 복수의 충전부 각각은 대응되는 연료 전지에 연결되어 상기 전기 에너지를 충전하고, 충전된 전기 에너지를 상기 2차 전지부로 집속시키는 저전력 커패시터이며, 상기 연료 전지는, 통로가 형성된 튜브형 구조이며 상기 통로 내부로 유입되는 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하고,

상기 저전력 커패시터는 상기 연료 전지의 외측을 둘러싸는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 전기 생성부 중 적어도 하나는,

생체 내의 혈관에 삽입되어, 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 연료 전지를 포함하는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 전기 생성부 중 적어도 하나는,

생체의 운동 에너지를 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 압전 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 충전부 각각은 상기 복수의 전기 생성부에 연결된 커패시터인 것을 특징으로 하는 융합 전지.

### 청구항 5

삭제

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

전기 에너지를 생성하는 복수의 전기 생성부;

상기 복수의 전기 생성부 각각에 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 복수의 충전부; 및,

상기 복수의 충전부에서 공급되는 전기 에너지에 의해 충전되는 2차 전지부;를 포함하며,

상기 복수의 전기 생성부는 생체 내의 혈관에 삽입되어 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 연료 전지이고,

상기 복수의 충전부 각각은 대응되는 연료 전지에 연결되어 상기 전기 에너지를 충전하고, 충전된 전기 에너지

를 상기 2차 전지부로 집속시키는 저전력 커패시터이며,  
상기 연료 전지는, 판상 구조이며, 표면에 접촉하는 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하고,  
상기 저전력 커패시터는 상기 연료 전지의 혈액과 접촉하지 않는 면에 형성되는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,  
상기 복수의 충전부에서 제공되는 전기 에너지를 승압하는 승압 회로;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,  
상기 연료 전지는, 상기 표면에 기결정된 폭 간격으로 나노패턴이 형성되는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

#### 청구항 10

일부 영역이 표면 개질되어 제1 효소가 고정된 제1 효소 고정부와 제1 전극영역으로 구성되는 제1 금속층;  
일부 영역이 표면 개질되어 제2 효소가 고정된 제2 효소 고정부와 제2 전극 영역으로 구성되는 제2 금속층; 및  
상기 제1 금속층과 제2 금속층을 전기적으로 분리하면서 결합시키는 절연층;을 포함하고,  
상기 제1 전극과 상기 제2 전극은 대향하는 구조로 이루어지고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에는 유전체층으로 채워져서 커패시터를 형성하는 것을 특징으로 하는 융합 전지.

### 명세서

#### 기술분야

[0001] 본 발명은 저전력 융합 전지에 관한 것으로, 구체적으로, 생체 내에서 복수의 전기 발생부에 의해 생산되는 저전력(Low power)을 보조 에너지 저장부에 충전하는 저전력 융합 전지에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002] 인공 심장, 심장 박동 조절 장치(pacemaker), 캡슐형 내시경, 진단용 의료센서, 약물 주입 펌프(drug infusion pump) 등의 생체 이식형 의료 기기들은 환자의 상태를 진단하고 치료하는 데 도움을 주고 있다. 이러한 의료 기기들에 전원을 공급하는 방식은 의료 기기 자체에 구비된 전지로부터 공급하는 방식이거나, 외부에서 의료 기기에 전원을 공급하는 방식이 있다.

[0003] 외부에서 의료 기기에 전원을 공급하는 방식으로는 외부에서 전자파로 전력을 공급할 수 있다. 그러나 이러한 방식으로 의료 기기를 충전하는 데는 한계점이 있다. 반면, 의료 기기에 부착된 전지의 수명이 다할 때마다 의료 기기를 꺼내는 수술을 시행하면 환자는 수술로 인하여 불편함을 느끼고 경제적 손실이 발생할 수도 있다.

[0004] 인체 이식형 2차 전지의 경우에도 이미 많은 발전을 이루어 왔으며, 상업화가 진행되고 있다. 2차 전지의 충전 방식에서도 외부에서 RF(radio frequency)를 이용하여 충전을 하거나 외부로 노출된 단자를 이용하여 유선으로 충전을 하는 방식이 있다. 이런 방식은 외부에서 계속하여 충전을 해주어야 하는 번거로움이 발생하고, 외부단자 노출 방식의 경우에는 환자들이 불편함을 느끼게 된다. 또한 무선충전의 경우에는 안전성에 문제가 있는 것으로 지적되고 있다.

[0005] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 생체 내에 존재하는 글루코오스로부터 전기를 발생하는 마이크로 크기의 인체이식형 생체 연료 전지가 등장하였다.

[0006] 생체 연료 전지는 극소형이지만 인체 내에 존재하는 글루코오스를 산화시켜 자가 발전이 가능하기 때문에 지속적으로 인체 내에서 이식된 기기에 전기를 공급할 수 있다. 그러나 이로부터 발생하는 전압 및 전류밀도가 매우 낮아 인체이식형 기기에 공급하는데 충분한 전원으로서 실제적 적용이 불가능하다는 문제점이 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명에 따른 저전력 생체 융합 전지는, 복수의 전기 발생부로부터 얻어지는 저전력을 저장할 수 있는 저전력 커패시터를 각각의 전기 발생부에 포함하여, 미소량의 전력을 임계치 이상의 전력으로 합쳐서 2차 전지를 충전할 수 있는 저전력 생체 융합 전지를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 융합 전지는, 전기 에너지를 생성하는 복수의 전기 생성부, 상기 복수의 전기 생성부 각각에 연결되어 상기 생성된 전기 에너지를 저장하는 복수의 충전부 및, 상기 복수의 충전부에서 공급되는 전기 에너지에 의해 충전되는 2차 전지부를 포함한다.
- [0009] 이 경우에, 상기 복수의 전기 생성부 중 적어도 하나는, 상기 생체 내의 혈관에 삽입되어, 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 연료 전지를 포함한다.
- [0010] 한편, 상기 복수의 전기 생성부 중 적어도 하나는, 상기 생체의 운동 에너지를 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 압전 소자를 포함한다.
- [0011] 한편, 상기 복수의 충전부 각각은, 상기 복수의 전기 생성부에 연결된 커패시터일 수 있다.
- [0012] 한편, 상기 복수의 전기 생성부는 상기 생체 내의 혈관에 삽입되어 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하는 연료 전지이고, 상기 복수의 충전부 각각은 대응되는 연료 전지에 연결되어 상기 전기 에너지를 충전하고, 충전된 전기 에너지를 상기 2차 전지부로 집속시키는 저전력 커패시터일 수 있다.
- [0013] 이 경우에, 상기 연료 전지는, 통로가 형성된 튜브형 구조이며 상기 통로 내부로 유입되는 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하고, 상기 저전력 커패시터는 상기 연료 전지의 외측을 둘러싸일 수 있다.
- [0014] 한편, 상기 연료 전지는, 판상 구조이며, 표면에 접촉하는 혈액을 이용하여 상기 전기 에너지를 생성하고, 상기 저전력 커패시터는 상기 연료 전지의 혈액과 접촉하지 않는 면에 형성될 수 있다.
- [0015] 한편, 상기 복수의 충전부에서 제공되는 전기 에너지를 승압하는 승압 회로를 더 포함한다.
- [0016] 이 경우에, 상기 연료 전지는, 상기 표면에 기결정된 폭 간격으로 나노패턴이 형성될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 실시예에 따른, 생체 융합 전지는, 일부 영역이 표면 개질되어 제1 효소가 고정된 제1 효소 고정부와 제1 전극영역으로 구성되는 제1 금속층, 일부 영역이 표면 개질되어 제2 효소가 고정된 제2 효소 고정부와 제2 전극 영역으로 구성되는 제2 금속층 및 상기 제1 금속층과 제2 금속층을 전기적으로 분리하면서 결합시키는 절연층을 포함하고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극은 대향하는 구조로 이루어지고, 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에는 유전물질로 채워져서 캐패시터를 형성할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따른 저전력 생체 융합 전지는, 복수의 전기 발생부로부터 얻어지는 저전력을 각각 수집하는 저전력 커패시터를 각각의 전기 발생부에 포함하도록 구성함으로써, 생산된 저전력을 임계치 이상의 전력으로 합쳐서, 이를 이용하여 2차 전지를 충전할 수 있는 효과를 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지를 설명하기 위한 도면,  
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지를 구성하는 생체 연료 전지를 설명하기 위한 회로도,  
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 단위 셀과 2차 전지의 접속을 모델링하는 회로도,  
 도 4는 도 2에 도시된 단위 셀의 구체적인 구성도를 설명하기 위한 도면,  
 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지를 구성하는 생체 연료 전지와 캐패시터의 연결관

계를 예시적으로 설명하기 위한 도면,

도 6은 도 5에 도시된 생체 연료 전지와 캐패시터가 결합된 단위셀을 직렬 접속하는 것을 설명하기 위한 개념도,

도 7은 도 6에 도시된 복수의 단위셀을 병렬 접속시키는 커넥터를 설명하기 위한 단면도,

도 8은 도 6에 도시된 복수의 단위셀을 직렬 접속시키는 커넥터를 설명하기 위한 단면도,

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지가 혈관에 설치되는 것을 설명하기 위한 도면,

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 하이브리드 저전력 생체 융합 전지를 설명하기 위한 도면,

도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 변압 회로를 나타내는 도면.

도 12는 승압형 전력 변환기의 동작을 나타내는 파형도.

도 13은 초기 구동 회로의 동작을 나타내는 파형도.

도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지에 사용되는 생체 연료 전지를 설명하기 위한 개념도, 그리고

도 15는 생체 연료 전지에서 전기 에너지를 발생시키는 동작 원리를 설명하기 위한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 융합 전지를 설명하기 위한 도면이다.
- [0022] 도 1을 참고하면, 본 발명에 따른 저전력 융합 전지는 복수의 전기 생성부(110-1, 110-2 내지 110-n), 복수의 충전부(120-1, 120-2 내지 120-n) 및 2차 전지부(130)를 포함한다.
- [0023] 복수의 전기 생성부(110-1, 110-2 내지 110-n)는 생체 연료 전지 및 압전 소자 중 어느 하나의 종류이거나 이들의 조합으로 구성될 수 있다. 생체 연료 전지는 혈관내를 통과하는 혈액에 포함된 글루코어를 산화/환원시켜 전자를 획득하여 전기에너지를 발생할 수 있다. 또한 압전 소자는 생체 내의 움직임이나 생체 변화에 의해서 발생하는 압력 변화에 의해서 전기에너지를 발생할 수 있다.
- [0024] 생체 연료 전지는 혈액에 포함된 글루코어스, 포도당과 같은 인체의 에너지원을 산화/환원시킬 수 있는 효소 작용에 의해 전자를 획득하여 전기에너지를 생산하는 전지의 일종이다.
- [0025] 압전 소자는 압전 효과(piezoelectric effect)를 발휘하는 소자이다. 압전 효과는 고체에 힘을 가하였을 때 결정 겉면에 전기적 분극이 일어나는 현상으로 피에조 저항 효과라고도 한다. 수정이나 로셀염 등의 결정에 압력을 가하면 전압이 발생하는데 이는 압전 직접효과라고 한다.
- [0026] 이러한 압전 효과를 발휘하는 압전 물질로는 수정(quartz), 로셀염(Rochell Salt), 티탄산바륨(BaTiO<sub>3</sub>) 및 인공 세라믹(PZT) 등이 있다.
- [0027] 생체 내에 삽입되는 압전 소자는 생체 내의 물리적 변화(예, 압력 변화)에 의해서 전기 에너지를 생성할 수 있다.
- [0028] 다만, 생체 내에 삽입되는 생체 연료 전지 또는 압전 소자에 의해서 발생하는 전력은 미소량이다. 이렇게 작은 전력으로는 2차 전지를 충전할 수 없다. 따라서, 도 1에 도시된 바와 같이 복수의 전기 생성부를 구성한다. 복수의 전기 생성부는 상황에 따라서 전기를 생산하지 않는 경우도 있으므로, 전기를 생산할 경우에 이를 저장할 수 있는 복수의 충전부(120-1 내지 120-n)를 각각 구비한다.
- [0029] 복수의 충전부(120-1 내지 120-n)에 저장된 전기 에너지는 단일 2차 전지부(130)에 전기 에너지를 공급하게 된다. 도 1에서는 복수의 충전부(120-1 내지 120-n)이 각각 별개로 전력을 공급하는 것으로 구성되어 있으나, 복수의 충전부(120-1 내지 120-n)은 서로 직렬 연결되도록 구성됨으로써 2차 전지부(130)를 충전하기에 충분한 임계치 이상의 전압을 2차 전지부(130)에 공급할 수 있다.
- [0030] 도 1에서 각 전기 생성부(110-1, 110-2 내지 110-n)와 이에 연결된 충전부(120-1, 120-2 내지 120-n)들은 각각 하나의 단위 셀을 구성할 수 있다. 이에 따라, 2차 전지부(130)와 별도로 마련되어 2차 전지부(130)와 전기적으

로 연결될 수 있다.

- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 저전력 융합 전지를 구성하는 연료 전지 모듈을 설명하기 위한 회로도이다.
- [0032] 도 2를 참고하면, 저전력 융합 전지를 구성하는 하나의 생체 연료 전지와 하나의 커패시터는 서로 연결되어 하나의 단위 셀을 형성한다. 생체 연료 전지(210)는 복수의 전기 생성부(110-1, 110-2 내지 110-n) 중 하나에 해당하고, 커패시터(230)는 복수의 충전부(120-1, 120-2 내지 120-n) 중 하나에 해당할 수 있다.
- [0033] 생체 연료 전지(210)는 혈액 내에 포함된 글루코오스와 효소 반응하여 전자를 획득하게 된다. 생체 연료 전지(210)의 전극은 집전체 위에 금 등의 나노 입자 시드를 형성한 후, 카본 나노 튜브를 성장시키고, 카본 나노 튜브에 효소를 고정화하여 제조할 수 있다.
- [0034] 효소는 모든 종류의 전도성 나노 튜브, 또는 전도성 나노 와이어에 형성될 수 있다. 음극의 경우, 글루코오스 산화 효소, 피루브산 산화 효소, 젖산 산화 효소, 아미노산 산화 효소 등의 음극 효소를 고정화하여 제조한다. 양극의 경우, 라케이즈, 빌리루빈 산화 효소 등의 양극 효소를 고정화하여 제조한다. 표면을 개진하여 효소를 고정화하는 것에 대해서는 이하에서 보다 상세하게 설명한다.
- [0035] 커패시터(230)는 생체 연료 전지(210)에서 생성된 전기 에너지를 충전한다. 커패시터(230)는 저전력으로 구동될 수 있다.
- [0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 하나의 단위 셀은 전압원( $V_s$ )과 커패시터가 연결된 전기 회로로 모델링 될 수 있다. 커패시터에 충전된 전압( $V_s$ )은 2차 전지부(130)로 공급된다. 이 과정에서, 커패시터(230)에 충전된 전기 에너지( $V_s$ )는 타 커패시터들에 충전된 전기 에너지와 더해져서, 외부의 2차 전지부(130)로 제공될 수 있다. 이에 따라, 별도의 승압 또는 변압 회로 없이도 2차 전지부(130)에서 저장 가능한 크기로 제공될 수 있다.
- [0037] 도 2에 도시된 하나의 융합 전지의 단위 셀은 직렬 또는 병렬로 서로 접속될 수 있고, 복수의 단위 셀은 적어도 하나 이상의 2차 전지와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 단위 셀과 2차 전지의 접속을 모델링하는 회로도를 도시하고 있다.
- [0039] 도 3을 참고하면, 복수의 전기 생성부(310-1 내지 310-n), 복수의 충전부(320-1 내지 320-n) 및 단일 2차 전지부(330)를 포함한다.
- [0040] 복수의 전기 생성부(310-1 내지 310-n)는 각각  $V_1$  내지  $V_n$  크기의 전압을 갖는 전기 에너지를 각각 생산한다. 제 1 전기 생성부(310-1)은 제1전압( $V_1$ )을 생성하고 이를 제1 충전부(320-1)에 충전함으로써 전기 에너지를 저장한다. 제2 전기 생성부(310-2)은 제2전압( $V_2$ )을 생성하고 이를 제2 충전부(320-2)에 충전함으로써 전기 에너지를 저장한다. 제n 전기 생성부(310-n)은 제n전압( $V_n$ )을 생성하고 이를 제n 충전부(320-n)에 충전함으로써 전기 에너지를 저장한다.
- [0041] 복수의 충전부(320-1 내지 320-n)는 2차 전지부(330)에 전기 에너지를 공급한다. 이때 복수의 충전부(320-1 내지 320-n)은 복수의 전압원이 직렬 연결되어 전체 공급 전압은  $V_t = V_1 + V_2 + \dots + V_n$  일 수 있다. 따라서, 2차 전지부(330)에 공급되는 전기 에너지의 전압 크기( $V_t$ )는 2차 전지부(330)에 전기 에너지를 충전하기에 충분한 임계치 이상의 전압 크기를 갖을 수 있다.
- [0042] 도 3에서는 복수의 충전부(320-1 내지 320-n)를 직렬 연결한 회로도를 구성하고 있으나, 이는 본원 발명의 일 실시예에 불과하고, 이에 한정되는 것은 아니다. 실시 예에 따라서는 직렬 연결, 병렬 연결 또는 이들의 조합된 형태일 수 있다.
- [0043] 도 4는 도 2에 도시된 단위 셀의 구체적인 구성도를 설명하기 위한 도면이다.
- [0044] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 생체 연료 전지와 커패시터가 결합된 단위 셀의 구조는, 단면이 원호(circular arc) 형태이다. 원호의 중심 방향부터 생체 연료 전지(410)가 구성되고, 생체 연료 전지(410)를 둘러싸는 절연층(420), 생체 연료 전지(410)의 제1극(411)과 전기적으로 일부 결합되고 절연층(420)을 둘러싸는 제1금속층(430), 제1금속층(430)을 둘러싸는 유전체층(440) 및 생체 연료 전지(410)의 제2극(413)과 전기적으로 결합되고 유전체층(440)을 둘러싸는 제2금속층(450)으로 구성될 수 있다.
- [0045] 도 4에 도시된 생체 연료 전지(410)의 표면에 형성되는 제1 금속층(430), 유전체층(440) 및 제2금속층(450)은

반원 형태의 단면을 갖는 박막 캐패시터를 형성한다. 형성된 박막 캐피시터는 생체 연료 전지(410)에서 생성된 작은 크기의 전기 에너지를 충전하는 충전부로 기능한다.

[0046] 도 4에서는 단면적이 반원 형태인 생체 연료 전지(410)를 도시하고 있으나, 이는 예시적인 것에 불과하고, 생체 연료 전지(410)는 말굽(horseshoe) 형태로 구성될 수도 있다. 즉, 본원 발명에 따른 생체 연료 전지(410)는 양극과 음극이 일정한 간격으로 전기적으로 분리된 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0047] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 생체 연료 전지와 캐패시터가 결합된 단위 셀의 구체적인 구성을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 도 5를 참고하면, 생체 연료 전지(510)는 단면이 반원 형태로 구성되고, 생체 연료 전지(510)를 둘러싸도록 캐패시터(530)를 원통형으로 구성할 수도 있다.

[0049] 도 5에서 도시하지 않았지만, 원통형 캐패시터(530)는 제1금속 층과 제2 금속층, 상기 제1 금속층과 상기 제2 금속층 사이에 유전체료가 채워져서 구성될 수 있다.

[0050] 원통형의 중심부에 통공을 갖는 캐패시터(530)와 생체 연료 전지(510)의 사이의 연결 구조는 도 4에서 도시된 것과 유사하므로, 보다 상세한 설명에 대해서는 생략을 하더라도 본원 발명을 이해하는데 충분하므로 이를 생략한다.

[0051] 도 6은 도 5에 도시된 생체 연료 전지와 캐패시터가 결합된 단위셀이 직렬 접속된 것을 설명하기 위한 개념도이다.

[0052] 도 6을 참고하면, 복수의 단위셀(610-1 내지 610-3)은 복수의 커넥터(630-1, 630-2)에 의해서 전기적으로 연결될 수 있다. 복수의 커넥터(630-1, 630-2)는 단위셀(610-1 내지 610-3)을 구성하는 충전부(613-1 내지 613-3)를 직렬 또는 병렬 접속함으로써, 충전부의 용량을 증가시킬 수 있다. 예를 들어 충전부(613-1 내지 613-3)를 캐패시터(Capacitor)로 구성할 경우에는 캐패시터를 병렬 접속하여 캐패시터의 등가 캐패시턴스(equivalent capacitance)를 증가시킬 수 있고, 직렬 접속시킬 수 있다.

[0053] 즉, 제1캐패시터의 캐패시턴스( $C_1$ )이고, 제2 캐패시터의 캐패시턴스( $C_2$ )이며, 제 $n$  캐패시터의 캐패시턴스( $C_n$ )라고 하면, 제1 캐패시터 내지 제 $n$  캐패시터를 병렬 접속할 경우에, 등가 캐패시턴스( $C_{pa}$ )는 다음과 같다.

[0054] 
$$C_{pa} = C_1 + C_2 \cdots + C_n$$

[0055] 제1 캐패시터 내지 제 $n$  캐패시터를 직렬 접속할 경우에, 등가 캐패시턴스( $C_{se}$ )는 다음과 같다.

[0056] 
$$C_{se} = 1 / ( 1/C_1 + 1/C_2 \cdots + 1/C_n )$$

[0057] 충전부(613-1 내지 613-3)는 캐패시터 이외에도 전기를 저장할 수 있는 다양한 소자로 구현될 수 있다.

[0058] 도 7은 도 6에 도시된 복수의 단위셀을 병렬 접속시키는 커넥터의 단면을 설명하기 위한 단면도이다.

[0059] 도 7을 참고하면, 도 7의 좌측 단면은 제1 충전부(710)의 단면을 도시하고 있고, 우측 단면은 제2 충전부(730)의 단면을 도시하고 있으며, 중간 단면은 커넥터(750)의 단면을 도시하고 있다. 제1 충전부(710)의 양극(711)과 제2 충전부(730)의 양극(713)이 커넥터(750)의 제1 연결부(751)에 의해서 서로 연결될 수 있다. 또한, 제1 충전부(710)의 음극(713)과 제2 충전부(730)의 음극(733)이 커넥터(750)의 제2 연결부(753)에 의해서 서로 전기적으로 연결될 수 있다.

[0060] 도 7에서 커넥터(750)의 단면도에는 도시되어 있지 않지만 커넥터(750)의 제1 연결부(751)와 제2 연결부(753)는 서로 전기적으로 격리된 구조로 구성될 수 있다. 즉, 제1 연결부(751)와 제2 연결부(753)는 서로 분리된 도전재로 구성될 수도 있고, 제1 연결부(751)과 제2 연결부(753)는 절연 재료에 의해서 전기적으로 격리되면서 서로 결합될 수도 있다.

[0061] 도 8은 도 6에 도시된 복수의 단위셀을 직렬 접속시키는 커넥터의 단면을 설명하기 위한 단면도이다.

[0062] 도 8을 참고하면, 도 8의 좌측 단면은 제1 충전부(810)의 단면을 도시하고 있고, 우측 단면은 제2 충전부(830)의 단면을 도시하고 있으며, 중간 단면은 커넥터(850)의 단면을 도시하고 있다. 제1 충전부(810)는 최외곽에 양극(811)층이 구성되고 양극(811)의 하부에 음극(813)이 구성되는 제1 구조로 구성될 수 있다. 반면에 제2 충전부(830)는 최외곽에 음극(831)층이 구성되고 음극(831)의 하부에 양극(833)이 구성되는 제2 구조로 구성될 수

있다.

- [0063] 제1 충전부(810)의 양극(811)은 제2 충전부(830)의 음극(831)이 커넥터의 제1 연결부(851)에 의해서 연결될 수 있다. 또한, 제1 충전부(810)의 음극(813)과 제2 충전부(830)의 양극(833)이 커넥터의 제2 연결부(853)에 의해서 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0064] 도 8에서 커넥터(850)의 단면도에는 도시되어 있지 않지만 커넥터(850)의 제1 연결부(851)와 제2 연결부(853)는 서로 전기적으로 격리된 구조로 구성될 수 있다. 즉, 제1 연결부(851)와 제2 연결부(853)는 전기적으로 서로 분리된 구조로 구성될 수도 있고, 제1 연결부(851)와 제2 연결부(853)가 절연 재료에 의해서 전기적으로는 격리되지만, 절연 재료를 통해서 서로 결합되도록 구성될 수 있다.
- [0065] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지가 혈관에 설치되는 것을 설명하기 위한 도면이다.
- [0066] 도 9를 참고하면, 도 9는 혈관(950-1 내지 950-3)에 설치된 저전력 생체 융합 전지에서 생산된 전기에너지를 도선(920-1 내지 920-3)을 통해서 2차 전지부(930)로 전달하는 구조를 예시적으로 설명하고 있다.
- [0067] 제1 혈관(950-1)에 설치된 3개의 단위셀(910-1 내지 910-3)은 혈관을 흐르는 혈액에 포함된 글루코오스를 이용하여 전자를 획득하고 이를 통해서 전기에너지를 발생한다. 그러나 이러한 방식으로 생체 연료 전지에 의해서 생산되는 전력은 미소량이므로 이를 직접 2차 전지부(930)에 전달하여 2차 전지부(930)를 충전할 수 없다. 따라서, 각각의 단위셀(910-1 내지 910-3)에 설치된 충전부(미도시)에 1차적으로 전기에너지를 저장한다.
- [0068] 제1 혈관 내지 제3 혈관(950-1 내지 950-3)에 설치된 단위셀(910-1 내지 910-7)은 혈액을 이용하여 전기에너지를 생산하게 된다. 생산된 전기에너지를 일차적으로 저전력 캐패시터를 이용하여 충전한다. 여기서 저전력 캐패시터는 낮은 전력(예컨대, 0.1V 이하)의 전기에너지도 전하를 충전할 수 있는 캐패시터이다.
- [0069] 제1 도선(920-1)을 통해서 3개의 단위셀에 의해서 생산된 전기에너지를 2차 전지부(930)로 전송한다. 제2 도선(920-2)을 통해서 1개의 단위셀에 의해서 생산된 전기에너지를 2차 전지부(930)로 전송한다. 제3 도선(920-3)을 통해서 3개의 단위셀에 의해서 생산된 전기에너지를 2차 전지부(930)로 전송한다.
- [0070] 제1 도선 내지 제3 도선(920-1 내지 920-3)은 2차 전지부(930)와 복수의 단위셀을 직렬 또는 병렬 접속할 수 있도록 한다. 즉, 2차 전지부(930)와 도선 연결 형태에 따라서 2차 전지부(930)는 복수의 단위셀(910-1 내지 910-7)과 직렬, 병렬 또는 이들의 조합된 형태로 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0071] 도 9에서는 2차 전지부(930)가 의료 기기에 부착된 형태로 도시되었으나, 2차 전지부(930)의 배치 위치 및 형태는 실시 예에 따라 다양하게 변경될 수 있다. 일 예로, 2차 전지부는 복수의 단위 셀(910-1 내지 910-7)이 배치된 혈관의 외측 벽에 형성될 수 있다. 이 경우, 2차 전지부(930)는 혈관을 관통하는 커넥터를 통해서, 혈관 내부에 형성된 단위 셀(910-1 내지 910-7)들과 전기적으로 연결되어, 전기 에너지를 제공받을 수 있다. 또는, 2차 전지부(930)는 의료 기기와 부착되지 않은 형태로, 생체 내의 소정 영역에 배치될 수도 있다.
- [0072] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 하이브리드 저전력 생체 융합 전지 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 도 10을 참고하면, 하이브리드 저전력 생체 융합 전지는 혈액을 이용하여 전기 에너지를 생산하는 효소 전지(1010), 효소 전지(1010)의 전기 에너지를 충전하는 제1 충전부(1012), 압력에 의하여 전기 에너지를 생산하는 압전 소자(1020), 압전 소자(1020)의 전기 에너지를 충전하는 제2 충전부(1022), 제1 충전부(1012) 및 제2 충전부(1022)로부터 전기 에너지를 공급받아 이를 충전하는 2차 전지부(1030) 및 2차 전지부(1030)로부터 동작에 필요한 전기 에너지를 공급받아 구동되는 의료 기기(1040)를 포함한다.
- [0074] 효소 전지(1010)는 혈액에 포함된 글루코오스를 산화 또는 환원하여서 전자를 획득함으로써 전기에너지를 생산하는 화학 전지(chemical cell)에 일종이다. 효소 전지(1010)는 효소의 종류에 따라서 산화 반응 또는 환원 반응을 한다. 효소 전지(1010)는 효소에 의한 산화 또는 환원 반응에 의해서 생산된 저전력 전기 에너지를 제1 충전부(1012)에 충전한다.
- [0075] 압전 소자(1020)는 인체의 움직임에 의한 압력 변화에 따라 전기에너지를 생산하는 물리 전지(physical cell)의 일종이다. 압전 소자(1020)는 압력 변화에 따라서 운동에너지를 전기에너지로 변환한다. 압전 소자(1020)는 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 저전력 전기 에너지를 제2 충전부(1022)에 충전한다.
- [0076] 2차 전지부(1030)는 제1 충전부(1012) 및 제2 충전부(1022)로부터 전기에너지를 전달받는다. 복수의 충전부(1012 및 1022)를 직렬 또는 병렬 접속함으로써 2차 전지부(1030)에 입력되는 전기 에너지의 크기를 증가시킬 수 있다. 또는 2차 전지부(1030)는 제1 충전부(1012) 및 제2 충전부(1022)로부터 전달받은 전기에너지를 변압회

로(미도시)에 의해서 변압함으로써 입력되는 전기 에너지의 크기를 증가시킬 수 있다.

- [0077] 2차 전지부(1030)는 기결정된 용량의 전압 또는 전류값을 출력하고, 2차 전지부(1030)에 의해서 출력된 전기 에너지는 의료 기기(1040)를 구동하기에 충분하다.
- [0078] 즉, 의료 기기(1040)는 그 종류에 따라 다양한 크기의 용량을 필요로 한다. 인체에서 동작하는 의료 기기(1040)는 저전력으로 동작할 수 있도록 설계되므로, 2차 전지부(1030)에 의해서 출력된 전기 에너지만으로 의료 기기(1040)를 구동할 수 있다.
- [0079] 도 11은 본 발명의 일 실시 예에 따른 변압 회로를 나타내는 도면이다.
- [0080] 도 11을 참조하면, 변압 회로(1100)는 연료 전지부(1101), 2차 전지부(1102), 승압형 전력 변환기(1103), 및 초기 구동 회로(1104)를 포함한다.
- [0081] 변압 회로(1100)는 연료 전지부(1101)와 2차 전지부(1102)가 일체형으로 융합되며, 생체 또는 혈관에 삽입될 수 있다.
- [0082] 일 예로서, 연료 전지부(1101)는 혈액 속의 글루코오스와 같은 생체 내의 물질을 이용하여 전압을 발생시킬 수 있으며, 이 경우 발생하는 전압은 2차 전지부(1102)에서 충전이 수행되기 어려울 정도로 낮은 전압 값을 가질 수 있다.
- [0083] 2차 전지부(1102)는 승압된 전압을 저장 또는 활용하기 위한 구성으로, 직류 에너지 저장기능을 갖는 전기화학적 저장장치 또는 직류 전압을 사용하는 전자기기 일 수 있다.
- [0084] 승압형 전력 변환기(1103)는 연료 전지부(1101)에서 생성되는 전압을 승압하고, 승압된 전압을 2차 전지부(1102)로 제공한다.
- [0085] 초기 구동 회로(1104)는 승압형 전력 변환기(1103)의 초기 구동을 제어한다. 구체적으로, 초기 구동 회로(1104)는 승압형 전력 변환기(1103)의 초기 구동시 승압형 전력 변환기(1103)로 제어 전원을 제공한다. 초기 구동 회로(1104)는 승압형 전력 변환기(1103)를 구동시키기 위한 스타팅 회로일 수 있다.
- [0086] 본 발명의 일 실시 예에 따른 승압형 전력 변환기(1103)는 제1 승압 인덕터(1131), 제1 트랜지스터(1132), 제2 트랜지스터(1133), 전압 제어 회로(1134), 및 출력 커패시터(1135)를 포함한다.
- [0087] 제1 승압 인덕터(1131)는 연료 전지부(1101)에서 생성된 에너지를 축적한다. 여기 또는 이하에서, 에너지의 축적은 에너지의 저장을 나타낸다.
- [0088] 제1 트랜지스터(1132)는 승압 동작을 제어한다. 구체적으로, 제1 승압 인덕터(1131)의 에너지 축적을 제어한다.
- [0089] 제2 트랜지스터(1133)는 제1 승압 인덕터(1131)에 저장된 에너지를 출력 커패시터(1135)에 제공한다.
- [0090] 전압 제어 회로(1134)는 승압형 전력 변환기(1103)의 출력 전압을 제어한다. 또한, 전압 제어 회로(1134)는 제1 트랜지스터(1132)의 온/오프 동작을 제어한다.
- [0091] 출력 커패시터(1135)는 제1 승압 인덕터(1131)에 저장된 에너지를 전달받아 저장하고, 출력 전압을 생성한다.
- [0092] 도 11를 참조하여, 승압형 전력 변환기(1103)의 회로 구조에 대하여 보다 상세하게 살펴보기로 한다.
- [0093] 제1 승압 인덕터(1131)는 일단이 연료 전지부(1101)와 연결되고, 타단이 제1 노드( $N_1$ )와 연결되며, 제1 트랜지스터(1132)는, 드레인 단자가 제1 노드( $N_1$ )와 연결되고, 게이트 단자가 전압 제어 회로(1134)와 연결되고, 소스 단자가 접지 단자에 연결된다.
- [0094] 제2 트랜지스터(1133)는 소스 단자가 제1 노드( $N_1$ )와 연결되고, 드레인 단자가 제2 노드( $N_2$ )와 연결된다. 한편, 제2 트랜지스터(1133)의 게이트 단자는 제1 트랜지스터(1132)의 게이트 단자와 반대의 신호가 인가될 수 있다. 구체적으로, 전압 제어 회로(1134)의 출력 측에 NOT 게이트(미도시)가 연결되어, 전압 제어 회로(1134)의 출력 신호가 NOT 게이트(미도시)에 의해 변환된 신호가 제2 트랜지스터(1133)의 게이트 단자로 인가될 수 있다.
- [0095] 전압 제어 회로(1134)는 제1 단자가 제1 트랜지스터(1132)의 게이트 단자와 연결되고, 제2 단자 및 제3 단자가 각각 제2 노드( $N_2$ )와 연결된다.
- [0096] 출력 커패시터(1135)는 일단이 제2 노드( $N_2$ )와 연결되고, 타단이 접지 단자에 연결된다.

- [0097] 다이오드(D)는 애노드가 제2 트랜지스터(1133)의 소스 단자와 연결되고, 캐소드가 제2 트랜지스터(1133)의 드레인 단자와 연결된다.
- [0098] 제1 트랜지스터(1132) 및 제2 트랜지스터(1133)는 N형 모스 트랜지스터로 도시되어 있지만, P형 모스 트랜지스터일 수도 있다. 또한, 제1 트랜지스터(1132) 및 제2 트랜지스터(1133)는 바이폴라형 트랜지스터일 수도 있다. 이와 같이 제1 트랜지스터(1132) 및 제2 트랜지스터(1133)가 변경되면, 도 1에서 도시된 회로 구조가 일부 변경될 수 있으며, 이러한 변경은 당업자에게 자명하다. 제1 트랜지스터(1132) 및 제2 트랜지스터(1133)는 모스형 트랜지스터인 것이 바람직하지만, 바이폴라형 트랜지스터일 수도 있다.
- [0099] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 초기 구동 회로(1104)는 제2 승압 인덕터(1141), 스위치(1142), 저항(1143), 다이오드(1144)를 포함한다.
- [0100] 제2 승압 인덕터(1141)는 연료 전지부(1101)에서 생성되는 에너지를 축적한다.
- [0101] 스위치(1142)는 초기 구동 회로의 승압동작을 제어한다.
- [0102] 저항(1143)은 제2 승압 인덕터의 전류를 제한한다.
- [0103] 다이오드(1144)는 제2 승압 인덕터에 저장된 에너지를 출력 커패시터(1135)로 제공한다.
- [0104] 도 11를 참조하여, 초기 구동 회로(1104)의 회로 구조에 대하여 보다 상세하게 살펴보기로 한다.
- [0105] 초기 구동 회로(1104)는 제2 승압 인덕터(1141), 스위치(1142), 저항(1143), 다이오드(1144) 이외에, 스위치(1142)의 일단과 연결되는 접지 단자를 더 포함할 수 있다.
- [0106] 제2 인덕터(1141)는 일단이 연료 전지부(1101)와 연결되고, 타단이 제3 노드( $N_3$ )와 연결된다.
- [0107] 스위치(1142)는 저항(1143)의 일단과 접지 단자의 일단을 스위칭한다.
- [0108] 저항(1143)은 일단이 스위치(1142)의 타단과 연결되고, 타단이 제3 노드( $N_3$ )와 연결된다.
- [0109] 다이오드(1144)는 애노드가 제3 노드( $N_3$ )와 연결되고, 캐소드가 출력 커패시터(1135)와 연결된다.
- [0110] 한편, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 승압형 전력 변환 시스템은, 승압형 전력 변환기(1103) 및 초기 구동 회로(1104)를 포함한다.
- [0111] 구체적으로, 본 발명의 다른 실시 예에 따른 승압형 전력 변환 시스템은 연료 전지부(1101)에서 생성되는 전압을 승압하고, 승압된 전압을 2차 전지부(1102)로 제공하는 승압형 전력 변환기(1103) 및 승압형 전력 변환기(1103)로 제어 전원을 인가하여, 승압형 전력 변환기(1103)의 초기 구동을 제어하는 초기 구동 회로(1104)를 포함한다.
- [0112] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 변압 회로에 따르면, 초기 구동 회로를 이용하여, 전압 제어 회로를 구동할 수 없는 낮은 전압을 제공하는 에너지원을 승압하여 배터리에 저장하거나 전자회로의 전원으로 사용할 수 있는 승압형 전력 변환 시스템을 제공할 수도 있다.
- [0113] 도 12는 승압형 전력 변환기의 동작을 나타내는 파형도이다.
- [0114] 도 11 및 도 12를 참조하여, 승압형 전력 변환기의 동작에 대하여 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.
- [0115] 제1 트랜지스터(1132)가 온(ON)되는 경우, 제1 승압 인덕터(1131)에 흐르는 전류는 선형적으로 증가하게 되고, 연료 전지부(1101)에서 발생한 에너지는 제1 승압 인덕터(1131)에 축적될 수 있다.
- [0116] 이러한 조건에서, 제1 트랜지스터(1132)에 축적되는 경우, 제1 승압 인덕터(1131)에 축적된 에너지는 제2 트랜지스터(1133)에 연결된 다이오드를 통해, 출력 커패시터(1135)로 에너지를 전달하게 된다. 이 경우, 다이오드(D)는 애노드가 제2 트랜지스터(1133)의 소스 단자와 연결되고, 다이오드(D)의 캐소드가 제2 트랜지스터(1133)의 드레인 단자와 연결된다.
- [0117] 이때, 제2 트랜지스터(1133)에 연결된 다이오드에서 발생하는 전압 강하를 줄이기 위해, 전압 제어 회로(1134)에서 제2 트랜지스터(1133)를 턴온되게 동작시킬 수도 있다. 구체적으로, 전압 제어 회로(1134)는 제2 트랜지스터(1133)의 소스 단자와 게이트 단자 사이의 전압이 임계 전압 이상이 되도록 함으로써, 제2 트랜지스터(1133)를 턴온되게 동작시킬 수 있다.

- [0118] 승압형 전력 변환기(1103)의 출력 전압은 전압 제어 회로(1134)의 ON/OFF 시간 비(즉, 듀티비(duty ratio))에 의해서 제어되며 ON 시간이 커질 경우 출력 전압이 높아진다.
- [0119] 출력 커패시터(1135)의 전압을 피드백하여 ON/OFF 시간 비를 제어함으로써, 승압형 전력 변환기(1103)에서 기설정된 값을 갖는 출력 전압을 얻을 수 있다.
- [0120] 전압 제어 회로(1134)는 다양한 전자 기기로 구성되며, 전압 제어 회로(1134)를 구동시키기 위해서는 적절한 수준의 전압을 가진 전원이 필요하다. 이러한 전원은 통상적으로 연료 전지부(1101)와 같은 에너지원에서 공급될 수 있다.
- [0121] 하지만, 에너지원의 전압이 낮아 전압 제어 회로(1134)에 적절한 수준의 전압을 제공하지 못할 경우, 이러한 전원은 승압형 전력 변환기(1103)의 출력 커패시터(1135)로부터 공급될 수도 있다.
- [0122] 전압 제어 회로(1134)의 전원을 출력 커패시터(1135)에서 공급할 경우, 전압 제어 회로(1134)를 동작시키기 위해서는 출력 커패시터(1135)가 충전되어 있어야 한다. 만약, 초기에 출력 커패시터(1135)의 전압이 0[V] 라면 승압형 전력 변환기(1103)는 동작하지 않게 된다.
- [0123] 따라서, 승압형 전력 변환기(1103)의 최초 동작시, 전압 제어 회로(1134)가 정상동작할 때까지 필요한 에너지가 출력 커패시터(1135)에 저장되어 있는 것이 바람직하다.
- [0124] 초기 구동 회로(1104)는 승압형 전력 변환기(1103)의 최초 동작시, 출력 커패시터(1135)를 충전시키는 역할을 한다. 초기 구동 회로(1104)의 구체적인 동작에 대해서는 후술하는 도 13을 참조하여, 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0125] 도 13은 초기 구동 회로의 동작을 나타내는 파형도이다.
- [0126] 도 11 내지 도 13을 참조하면, 승압형 전력 변환기(1103)의 초기 구동시, 스위치(1142)를 단락시키면, 제2 승압 인덕터(1141)의 전류는 선형적으로 증가하며 연료 전지부(1101)에서 발생하는 에너지는 제2 승압 인덕터(1141)에 축적된다. 제2 승압 인덕터(1141)에 흐르는 전류와 축적되는 에너지의 크기는 스위치(1142)와 직렬로 연결된 저항(1143)에 의해서 제한된다.
- [0127] 이 조건에서, 스위치(1142)를 차단할 경우, 제2 인덕터(1141)에 축적된 에너지는 다이오드(1144)를 통해 출력 커패시터(1135)에 저장되어, 전압 제어 회로(1134)의 초기 구동시 필요한 전력을 공급할 수 있게 된다.
- [0128] 초기 구동 회로(1104)는 승압형 전력 변환기(1103)의 기동시 한 번만 동작하게 되며, 초기 구동 후에는 승압형 전력 변환기(1103)는 지속적으로 출력 커패시터(1135)에 에너지를 공급할 수 있게 되므로, 전압 제어 회로(1134)에 지속적인 전원을 공급할 수 있게 된다.
- [0129] 상술한 변압 회로(1100)는 복수의 전기 충전부에 저장된 전기에너지를 2차 전지에 충전할 경우에 2차 전지를 충전하기에 적합한 전력크기로 변압하거나 필요에 따라서는 직류 또는 교류 형태로 변환할 수 있다. 이러한 변압 회로(1100)는 차별적인 기술적 특징에 해당하지만 반드시 변압 회로(1100)를 포함하지 않더라도 복수의 충전부에 의해서도 본원 발명의 목적을 달성할 수 있다.
- [0130] 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 저전력 생체 융합 전지에 사용되는 생체 연료 전지 및 캐패시터를 설명하기 위한 개념도이다.
- [0131] 도 14에 도시된 생체 융합 전지는 캐패시터와 일체형으로 제조되어 있음을 확인할 수 있다. 생체 융합 전지(1400)는 제1 금속층(1410), 제2 금속층(1420), 절연층(1430) 및 유전체층(1440)을 포함한다.
- [0132] 제1 금속층(1410)은 일부 영역이 표면 개질되어 제1 효소가 고정된 제1 효소 고정부와 제1 전극영역으로 구성될 수 있다. 제1 효소는 혈액과 산화 또는 환원 반응을 수행하여 전자를 획득 또는 방출하는 효소이다. 제1 효소는 제1 금속층(1410)의 일부 영역에 부착된다. 제1 효소가 부착되기 위해서는 제1 금속층(1410)의 일부 영역이 표면 개질된다.
- [0133] 제2 금속층(1420)은 일부 영역이 표면 개질되어 제2 효소가 고정된 제2 효소 고정부와 제2 전극영역으로 구성될 수 있다. 제2 효소는 산화 또는 환원 반응을 수행하여 전자를 획득 또는 방출하는 효소이다. 제2 효소는 제2 금속층(1420)의 일부 영역에 부착된다. 제2 효소가 부착되기 위해서는 제2 금속층(1420)의 일부 영역이 표면 개질된다.
- [0134] 절연층(1430)은 제1 금속층(1410) 및 제2 금속층(1420) 사이를 전기적으로 격리하는 역할을 한다. 즉, 절연층

(1430)은 제1 금속층(1110) 및 제2 금속층(1420)을 서로 부착시키면서 서로 전기적으로 분리시키는 절연성 접착제일 수 있다.

[0135] 유전체층(1440)은 제1 전극 영역(1412)과 제2 전극 영역(1422) 사이에 형성된다. 제1 전극 영역(1412)과 제2 전극 영역(1422) 사이에는 기결정된 간격으로 이격될 수 있다. 제1 전극 영역(1412), 유전체층(1440) 및 제2 전극 영역(1422)이 순차적으로 적층됨으로써 박막형의 캐패시터를 형성한다.

[0136] 도 15는 생체 연료 전지에서 전기 에너지를 발생시키는 동작 원리를 개략적으로 설명하기 위한 도면이다.

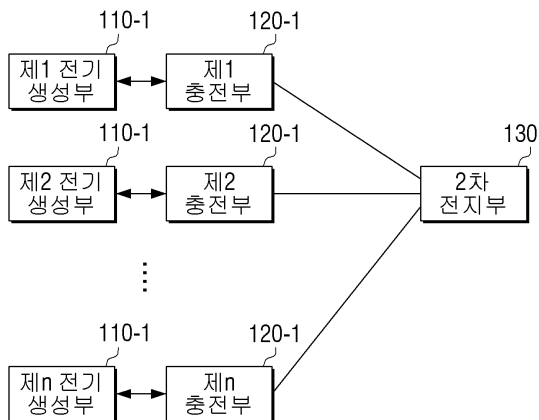
[0137] 도 15를 참고하면, 혈액 속의 글루코오스(Glucose)가 글루코산(Gluconic acid)으로 변하면서 전자를 방출하고, 방출된 전자가 생체 연료 전지부의 애노드에서 포집될 수 있다. 애노드에서 포집된 전자가 전선을 통해 캐소드로 전달된다. 그 후, 캐소드에서는 전달받은 전자를 이용하여 시토크롬c 및 시토크롬산화효소 중 어느 하나를 물로 환원시킬 수 있다. 이러한 과정이 반복적으로 수행됨에 따라, 생체 연료 전지부에서 전기 에너지를 발생시킬 수 있다.

[0138] 한편, 도 15에서는 생체 내 연료로서 글루코오스를 일 예로서 설명하였지만, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 한편, 도 15에서는 생체 연료 전지부가 분리막을 포함하지 않는 것으로 도시되어 있으나, 생체 연료 전지부는 분리막을 포함할 수도 있다.

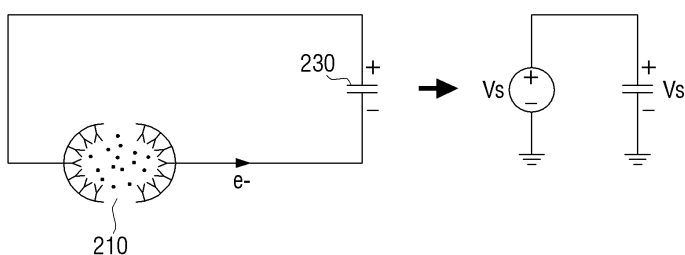
[0139] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특징의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

## 도면

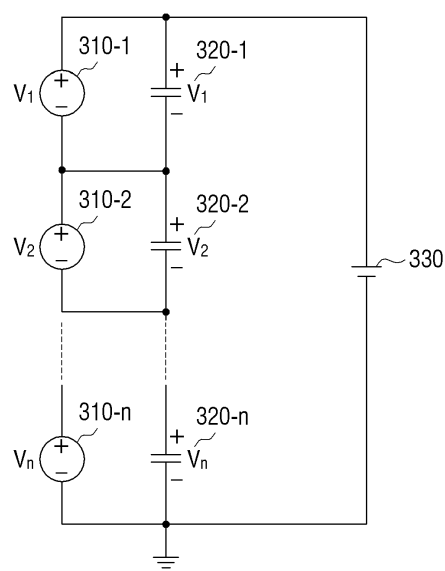
### 도면1



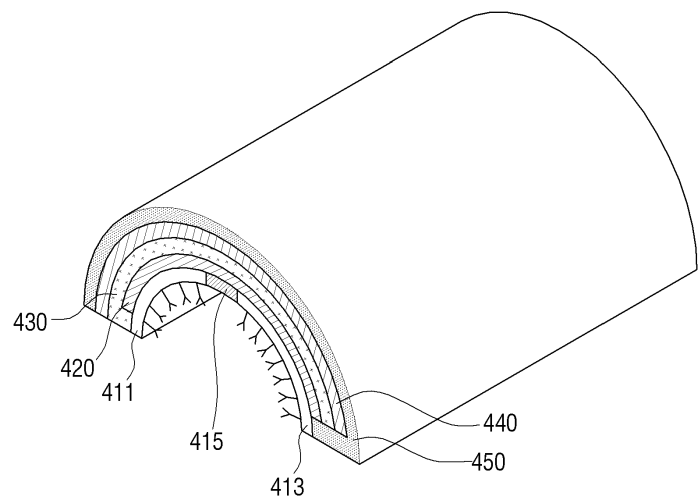
### 도면2



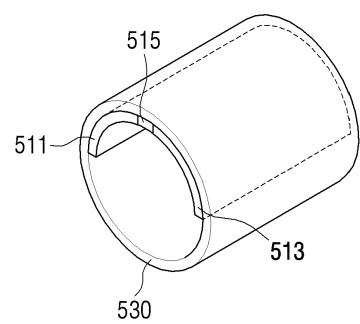
도면3



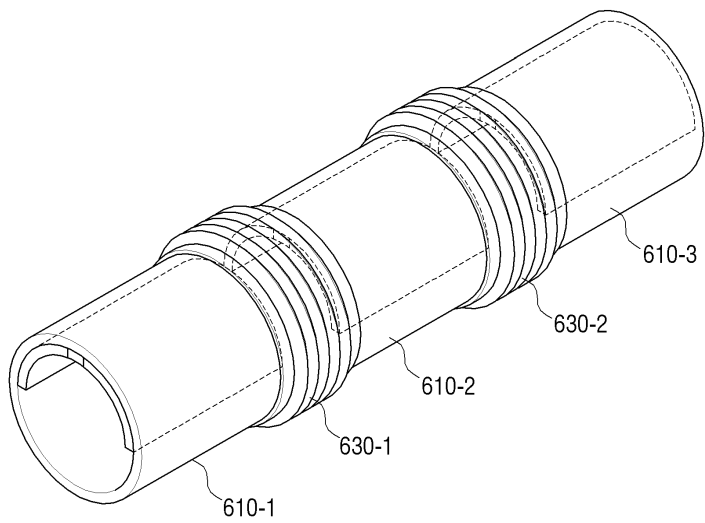
도면4



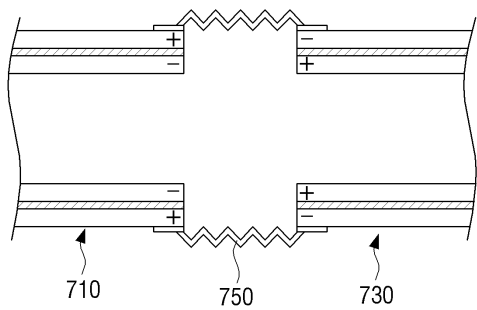
도면5



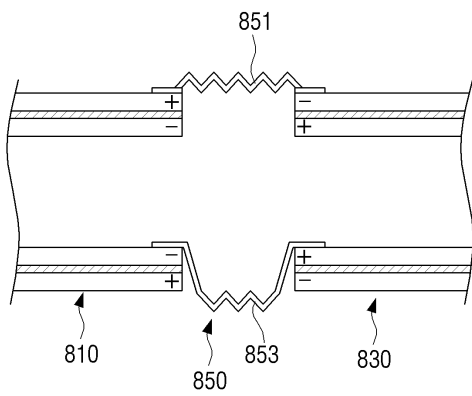
도면6



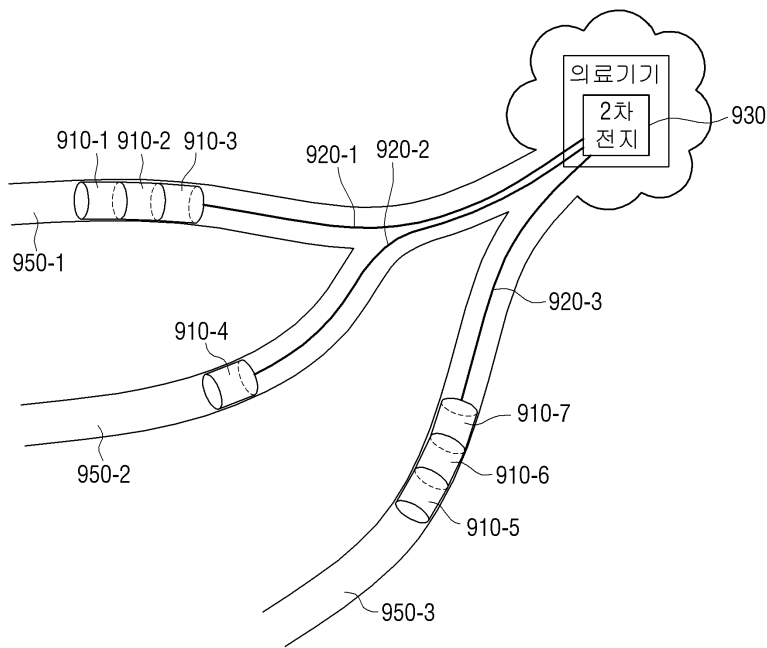
도면7



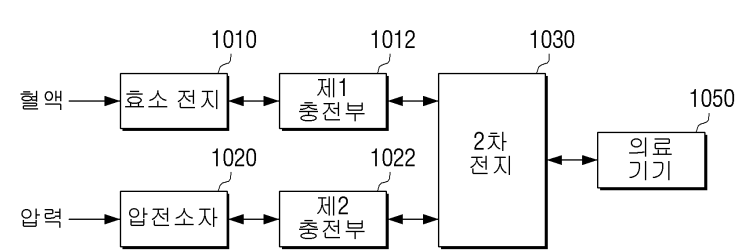
도면8



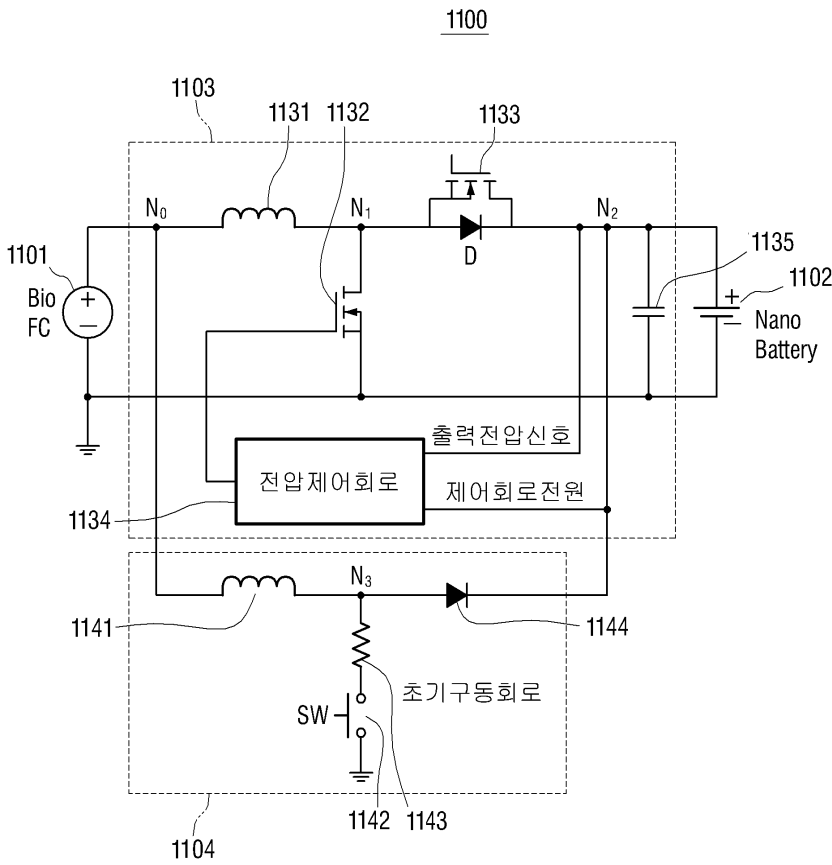
도면9



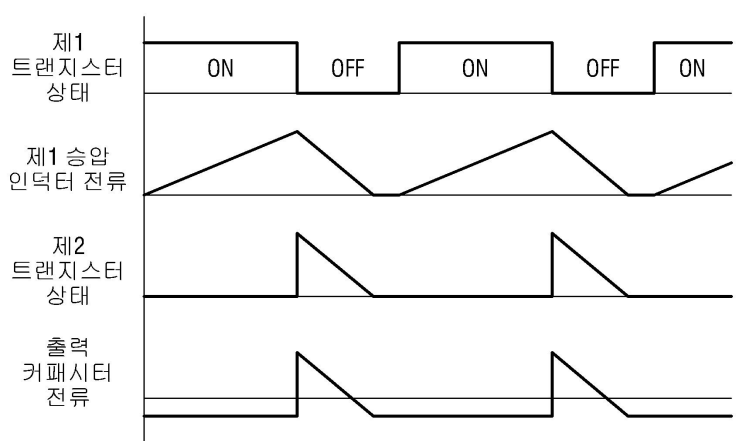
도면10



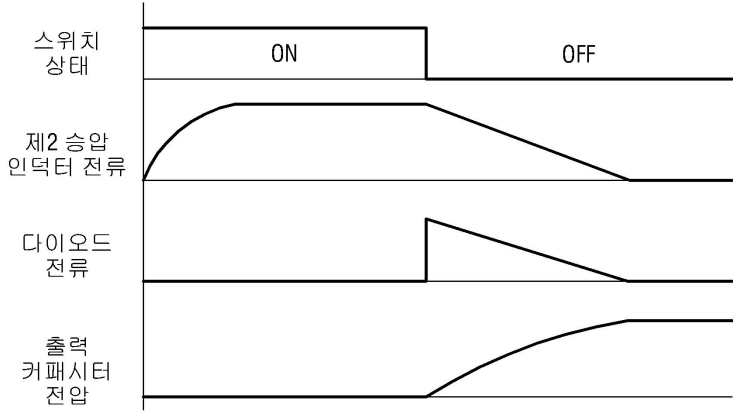
도면11



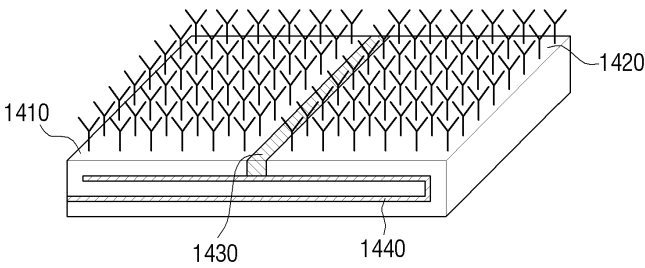
도면12



도면13



도면14



도면15

