



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0090527

(43) 공개일자 2025년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02N 2/18 (2006.01) H10N 30/80 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H02N 2/181 (2013.01)

H10N 30/802 (2024.05)

(21) 출원번호 10-2023-0180261

(22) 출원일자 2023년12월13일

심사청구일자 2023년12월13일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

홍성완

서울특별시 서대문구 거북골로 100, 101동 1303호 (남가좌동, 래미안 루센티아)

조주미

경기도 화성시 병점노을로 31, 114동 1701호 (병점동, 병점역 아이파크 캐슬)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

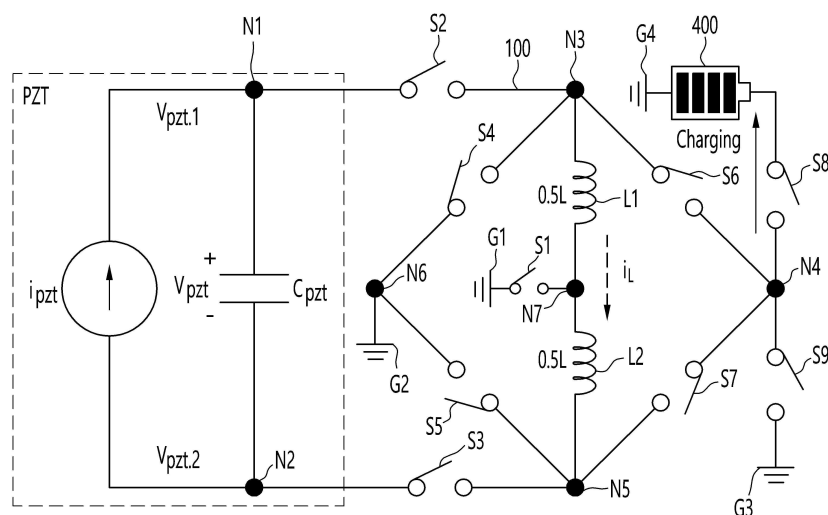
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로

(57) 요약

본 발명은 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로에 관한 것으로서, 물리적에너지를 전기에너지로 변환하는 압전소자(PZT); 상기 압전소자(PZT)의 양 단과 스위치를 통해 전기적으로 연결된 파일업회로; 및 상기 파일업회로와 연결되어, 상기 파일업회로에서 생산된 전기에너지를 저장하는 배터리;를 포함하되, 상기 파일업회로는, 서로 직렬로 연결된 복수 개의 인덕터; 상기 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결되는 제 1 접지부; 및 상기 제 1 접지부와 상기 제 1 지점 사이에 배치되는 제 1 스위치;를 포함하는 인덕터부; 및 상기 인덕터부와 병렬적으로 연결되며, 스위치, 및 전선으로 구성되는 제 1 경로부 및 제 2경로부;를 포함하되, 상기 제 2 경로부의 중간지점과 상기 배터리가 서로 연결되는, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로에 관한 것이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711198586
과제번호	00260091
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	연구지원
연구과제명	초거대 AI를 위한 대규모데이터센터용 인공지능 시스템반도체 인력양성 및 핵심기술

개발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교산학협력단
연구기간	2023.07.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1055001241
과제번호	2021M1A2A2061335
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기후변화대응 기초원천기술개발과제
연구과제명	다중 에너지하베스팅 자립형 전원모듈 핵심 기술 개발

기 여 율	1/2
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2023.02.24 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

파일 업 에너지 공진 하베스터 회로에 있어서, 물리적에너지를 전기에너지로 변환하는 압전소자(PZT);
 상기 압전소자(PZT)의 양 단과 스위치를 통해 전기적으로 연결된 파일업회로; 및
 상기 파일업회로와 연결되어, 상기 파일업회로에서 생산된 전기에너지를 저장하는 배터리;를 포함하되,
 상기 파일업회로는,
 서로 직렬로 연결된 복수 개의 인덕터; 상기 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결되는 제 1 접지부; 및
 상기 제 1 접지부와 상기 제 1 지점 사이에 배치되는 제 1 스위치;를 포함하는 인덕터부; 및
 상기 인덕터부와 병렬적으로 연결되며, 스위치, 및 진전으로 구성되는 제 1 경로부 및 제 2경로부;를 포함하되,
 상기 제 2 경로부의 중간지점과 상기 배터리가 서로 연결되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 압전소자의 일 단과 상기 파일업회로의 일단은 제 2 스위치를 통하여 전기적으로 연결되고, 상기 압전소자의 타 단과 상기 파일업회로의 타단은 제 3 스위치를 통하여 전기적으로 연결되되,
 상기 파일업회로의 일단과 타단은 상기 인덕터부의 일단과 타단과 대응하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 제 1 경로부의 일단은 상기 인덕터부의 일단과 연결되고, 상기 제 1 경로부의 타단은 상기 인덕터부의 타단과 연결되며,
 상기 제 1 경로부는,
 서로 직렬로 연결된 제 4 스위치 및 제 5 스위치; 및
 상기 제 4 스위치와 상기 제 5 스위치 사이에 연결된 제 2 접지부를 포함하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 제 2 경로부의 일단은 상기 인덕터부의 일단 및 상기 제 1 경로부의 일단과 연결되고, 상기 제 2 경로부의 타단은 상기 인덕터부의 타단 및 상기 제 1 경로부의 타단과 연결되며,
 상기 제 2 경로부는,
 서로 직렬로 연결된 제 6 스위치 및 제 7 스위치; 및
 상기 제 6 스위치와 상기 제 7 스위치 사이의 제 2 지점에 연결된 상기 배터리와 제 3 접지부를 포함하는 것인,
 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 배터리와 상기 제 3 접지부는 상기 제 2 지점을 기준으로 서로 병렬적으로 연결되되, 상기 배터리와 상기

제 2 지점 사이에 제 8 스위치가 배치되고, 상기 제 2 지점과 상기 제 3 접지부 사이에 제 9 스위치가 배치되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 압전소자는 교류전원을 공급하며,

상기 하베스터 회로는,

상기 교류전원보다 높은 주파수로 구동하는 직류전원을 상기 파일업회로에 공급하는 직류전원회로를 더 포함하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 압전소자의 일 단과 상기 파일업회로의 일단은 제 2 스위치를 통하여 전기적으로 연결되고, 상기 압전소자의 타 단과 상기 파일업회로의 타단은 제 3 스위치를 통하여 전기적으로 연결될 때,

상기 직류전원회로는,

상기 하베스터 회로의 상기 제 2 스위치와 상기 제 3 스위치가 개방되어, 상기 압전소자의 교류전원이 상기 파일업회로에 공급되지 않을 때, 상기 직류전원을 공급하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 직류전원회로는,

전류원, 다이오드, 저항 및 커패시터가 병렬적으로 연결되어 구성되는 제 1 직류전원회로와,

전압원, 저항, 및 커패시터가 직렬적으로 연결되어 구성되는 제 2 직류전원회로를 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 직류전원회로들은 상기 파일업회로에 대해 병렬적으로 연결되되, 스위치를 통해 상기 파일업회로와 선택적으로 전기적 연결되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 직류전원회로는 상기 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 하베스터 회로에 포함되는 각각의 스위치는,

서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET으로 구성되되,

상기 제 1 MOSFET이 전류를 개통하는 방향 및 제 2 MOSFET이 전류를 개통하는 방향이 서로 마주하도록 배치되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 파일업회로에 포함된 복수의 스위치 및

상기 압전소자와 상기 파일업회로를 연결하는 두 개의 스위치는,

상기 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET으로 구성되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터

회로.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 하베스터 회로는, 파일 업 동작을 수행하기 위해,

상기 압전소자에 전기에너지가 생성되는 제 1 과정;

상기 제 1, 제 2 및 제 3 스위치가 턴온되어 상기 압전소자의 전기에너지가 상기 인덕터부로 제공되어 일 방향으로 플러스 위상의 전류가 흐르는 제 2 과정;

상기 제 1 스위치는 턴온되되, 제2 및 제 3 스위치가 턴오프되어 상기 압전소자와 상기 파일업회로의 연결이 단절되는 제 3 과정; 및

상기 제 1, 제 2 및 제 3 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터의 전류가 상기 압전소자로 제공되어 타 방향으로 마이너스 위상의 전류가 흐르는 제 4 과정;으로 동작하며, 상기 제 1 과정 내지 제 4 과정을 반복 수행하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 하베스터 회로의 상기 제 2 스위치와 상기 제 3 스위치가 개방되어, 상기 압전소자의 교류전원이 상기 파일업회로에 공급되지 않을 때, 상기 직류전원을 공급하는 직류전원회로를 더 포함하고,

상기 직류전원회로는, 상기 제 1 과정 및 상기 제 3 과정에서 교류전원이 공급되지 않을 때, 직류전원을 상기 인덕터부로 공급하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 하베스터 회로는, 배터리 충전 동작을 수행하기 위해,

상기 제 2 과정 이후 및 상기 제 3 과정 사이에, 상기 제 4 스위치 및 상기 제 7 스위치, 상기 제 8 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터부의 전류가 상기 배터리로 공급되도록 하는 제 2.5 과정; 및

상기 제 4 과정 이후 및 그 다음 반복 순번으로 동작할 제 1 과정 사이에, 상기 제 5 스위치, 상기 제 6 스위치, 상기 제 8 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터부의 전류가 상기 배터리로 공급되도록 하는 제 5 과정으로 동작하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET은,

각각 턴온 및 턴오프 형태로 독립적으로 구동됨에 따라, 상기 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET을 포함하는 스위치가 턴오프, 턴온, 일 방향에 대한 다이오드, 타 방향에 대한 다이오드 중 어느 하나의 상태로 구동되는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 과정 내지 제 5 과정이 수행되는 과정 중,

N번째 과정에서는 턴온되었다가, N+1번째에서는 턴오프되는 스위치는,

턴온에서 턴오프 되는 사이에 접지부를 바라보는 방향으로 전류가 흐르도록 하는 다이오드 형태로 일시적으로 구동되어, N번째에 인덕터에 흐르던 전류의 일부가 압전소자(PZT) 또는 접지부로 흐르도록 하는 것인, 파일 업 에너지공진 하베스터 회로.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 종래기술은 압전소자의 양단 전압이 소자가 견딜 수 있는 V_{max} 에 해당하는 범위의 전압까지만 도달할 수 있었으나, 이를 $2V_{max}$ 까지 도달 가능한 전압을 확대시킬 수 있도록 하는 효율적인 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 최근, 전 세계적으로 에너지 총 소모량이 증가함에 따라 보다 효율적으로 전력을 생성, 변환 및 추출하는 기술의 필요성이 대두되고 있다.
- [0003] 특히, 에너지 하베스팅이 배터리 충전이 필요 없는 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 및 무선 센서 네트워크와 같은 자체 지속 가능한 시스템을 구축하는 데 매력적인 솔루션으로 부상하고 있다.
- [0004] 이러한 솔루션의 고안을 위해, 최근의 연구는 압전소자(PZT, 이하 PZT로 기재)에서 전력을 추출하는 데 초점을 맞추고 있으며, 종래에 전력 추출에 활용되어 왔던 PZT 활용 회로 보다, 더 큰 전력을 추출하기 위한 기술을 개발하기 위한 노력을 경주하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0006] 이를 통해, 압전소자를 활용하여 종래 기술보다 효율적으로 전력을 추출하며, 종래에 전압 스트레스로부터 회로에 사용되는 트랜지스터를 보호하기 위해 제한되어 왔던 최대 허용 전압(V_{max})을 초과하면서도 트랜지스터를 안전하게 보호하는 하베스터 회로를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0007] 본 발명이 해결하려는 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로는, 물리적 에너지를 전기에너지로 변환하는 압전소자(PZT); 상기 압전소자(PZT)의 양 단과 스위치를 통해 전기적으로 연결된 파일업회로; 및 상기 파일업회로와 연결되어, 상기 파일업회로에서 생산된 전기 에너지를 저장하는 배터리;를 포함하되, 상기 파일업회로는, 서로 직렬로 연결된 복수 개의 인덕터; 상기 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결되는 제 1 접지부; 및 상기 제 1 접지부와 상기 제 1 지점 사이에 배치되는 제 1 스위치;를 포함하는 인덕터부; 및 상기 인덕터부와 병렬적으로 연결되며, 스위치, 및 전선으로 구성되는 제 1 경로부 및 제 2 경로부;를 포함하되, 상기 제 2 경로부의 중간지점과 상기 배터리가 서로 연결되는 것일 수 있다.
- [0009] 또한, 상기 압전소자의 일 단과 상기 파일업회로의 일단은 제 2 스위치를 통하여 전기적으로 연결되고, 상기 압전소자의 타 단과 상기 파일업회로의 타단은 제 3 스위치를 통하여 전기적으로 연결되되, 상기 파일업회로의 일단과 타단은 상기 인덕터부의 일단과 타단과 대응하는 것일 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 제 1 경로부의 일단은 상기 인덕터부의 일단과 연결되고, 상기 제 1 경로부의 타단은 상기 인덕터부의 타단과 연결되며, 상기 제 1 경로부는, 서로 직렬로 연결된 제 4 스위치 및 제 5 스위치; 및 상기 제 4 스위치와 상기 제 5 스위치 사이에 연결된 제 2 접지부를 포함하는 것일 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 제 2 경로부의 일단은 상기 인덕터부의 일단 및 상기 제 1 경로부의 일단과 연결되고, 상기 제 2 경로부의 타단은 상기 인덕터부의 타단 및 상기 제 1 경로부의 타단과 연결되며, 상기 제 2 경로부는, 서로 직렬로 연결된 제 6 스위치 및 제 7 스위치; 및 상기 제 6 스위치와 상기 제 7 스위치 사이의 제 2 지점에 연결된 상기 배터리와 제 3 접지부를 포함하는 것일 수 있다.

- [0012] 또한, 상기 배터리와 상기 제 3 접지부는 상기 제 2 지점을 기준으로 서로 병렬적으로 연결되며, 상기 배터리와 상기 제 2 지점 사이에 제 8 스위치가 배치되고, 상기 제 2 지점과 상기 제 3 접지부 사이에 제 9 스위치가 배치되는 것일 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 압전소자는 물리력을 전력으로 변환해주는 장치로서, 교류전원을 공급하며 캐패시터와 저항값을 포함할 수 있다.
- [0014] 하베스터 회로는, 상기 교류전원보다 높은 주파수로 구동하는 직류전원을 상기 파일업회로에 공급하는 직류전원 회로를 더 포함하는 것일 수 있다.
- [0015] 또한, 압전소자의 일 단과 상기 파일업회로의 일단은 제 2 스위치를 통하여 전기적으로 연결되고, 상기 압전소자의 타 단과 상기 파일업회로의 타단은 제 3 스위치를 통하여 전기적으로 연결될 때, 상기 직류전원회로는, 상기 하베스터 회로의 상기 제 2 스위치와 상기 제 3 스위치가 개방되어, 상기 압전소자의 교류전원이 상기 파일업회로에 공급되지 않을 때, 상기 직류전원을 공급하는 것일 수 있다.
- [0016] 또한, 직류전원회로는, 전류원, 다이오드, 저항 및 커패시터가 병렬적으로 연결되어 구성되는 제 1 직류전원회로와, 전압원, 저항, 및 커패시터가 직렬적으로 연결되어 구성되는 제 2 직류전원회로를 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 직류전원회로들은 상기 파일업회로에 대해 병렬적으로 연결되며, 스위치를 통해 상기 파일업회로와 선택적으로 전기적 연결되는 것일 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 직류전원회로는 상기 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결되는 것일 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 하베스터 회로에 포함되는 각각의 스위치는, 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET으로 구성되며, 상기 제 1 MOSFET이 전류를 개통하는 방향 및 제 2 MOSFET이 전류를 개통하는 방향이 서로 마주하도록 배치되는 것일 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 파일업회로에 포함된 복수의 스위치 및 상기 압전소자와 상기 파일업회로를 연결하는 두 개의 스위치는, 상기 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET으로 구성되는 것일 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 하베스터 회로는, 파일 업 동작을 수행하기 위해, 상기 압전소자에 전기에너지가 생성되는 제 1 과정; 상기 제 1, 제 2 및 제 3 스위치가 턴온되어 상기 압전소자의 전기에너지가 상기 인덕터부로 제공되어 일 방향으로 플러스 위상의 전류가 흐르는 제 2 과정; 상기 제 1 스위치는 턴온되며, 제2 및 제 3 스위치가 턴오프되어 상기 압전소자와 상기 파일업회로의 연결이 단절되는 제 3 과정; 및 상기 제 1, 제 2 및 제 3 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터의 전류가 상기 압전소자로 제공되어 타 방향으로 마이너스 위상의 전류가 흐르는 제 4 과정;으로 동작하며, 상기 제 1 과정 내지 제 4 과정을 반복 수행하는 것일 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 하베스터 회로의 상기 제 2 스위치와 상기 제 3 스위치가 개방되어, 상기 압전소자의 교류전원이 상기 파일업회로에 공급되지 않을 때, 상기 직류전원을 공급하는 직류전원회로를 더 포함하고, 상기 직류전원회로는, 상기 제 1 과정 및 상기 제 3 과정에서 교류전원이 공급되지 않을 때, 직류전원을 상기 인덕터부로 공급하는 것일 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 하베스터 회로는, 배터리 충전 동작을 수행하기 위해, 상기 제 2 과정 이후 및 상기 제 3 과정 사이에, 상기 제 4 스위치 및 상기 제 7 스위치, 상기 제 8 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터부의 전류가 상기 배터리로 공급되도록 하는 제 2.5 과정; 및 상기 제 4 과정 이후 및 그 다음 반복 순번으로 동작할 제 1 과정 사이에, 상기 제 5 스위치, 상기 제 6 스위치, 상기 제 8 스위치가 턴온되어, 상기 인덕터부의 전류가 상기 배터리로 공급되도록 하는 제 5 과정으로 동작하는 것일 수 있다.
- [0023] 또한, 상기 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET은, 각각 턴온 및 턴오프 형태로 독립적으로 구동됨에 따라, 상기 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET을 포함하는 스위치가 턴오프, 턴온, 일 방향에 대한 다이오드, 타 방향에 대한 다이오드 중 어느 하나의 상태로 구동되는 것일 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 제 1 과정 내지 제 5 과정이 수행되는 과정 중, N번째 과정에서는 턴온되었다가, N+1번째에서는 턴오프되는 스위치는, 턴온에서 턴오프 되는 사이에 접지부를 바라보는 방향으로 전류가 흐르도록 하는 다이오드 형태로 일시적으로 구동되어, N번째에 인덕터에 흐르던 전류의 일부가 압전소자(PZT) 또는 접지부로 흐르도록 하는 것일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명은 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로를 제공함으로써, 압전소자를 활용하여 종래 기술보다 효율적으로 전력을 추출할 수 있다.

[0026] 또한, 압전소자를 활용하여 전력을 추출하는 회로가 전압 스트레스로부터 회로에 사용되는 트랜지스터를 보호하기 위해 제한하여 왔던 최대 허용 전압(V_{max})을 초과하면서도 트랜지스터를 안전하게 보호하는 하베스터 회로를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도1은, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 예시도이다.

도2는, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 직류전원회로가 포함된, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 예시도이다.

도3은, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 동작 과정에 대한 예시도이다.

도4는, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 직류전원회로의 동작 과정에 대한 예시도이다.

도5는, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 스위치 제어에 따르는 동작 과정에 대한 예시도이다.

도6은, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 충전 동작에 대한 예시도이다.

도7은, 본 발명의 일 실시 예에 따르는, 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 전위차 및 전력 추출량에 대한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0029] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0030] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1 개의 유닛이 2 개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2 개 이상의 유닛이 1 개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다. 한편, '~부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니며, '~부'는 어드레싱 할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '~부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '~부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '~부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '~부'들로 더 분리될 수 있다. 뿐만 아니라, 구성요소들 및 '~부'들은 디바이스 또는 보안 멀티미디어카드 내의 하나 또는 그 이상의 CPU들을 재생시키도록 구현될 수도 있다.

[0031] 본 발명은 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로에 관한 것으로서, 압전소자(PZT, Piezoelectric device)를 이용하여 전력을 생성하며, 더 큰 전력을 추출하기 위해 파일 업 공진을 활용하는 회로에 관한 것이다.

[0032] 이를 위해, 본 발명의 일 실시예에 따르는 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로는 물리적에너지를 전기에너지로 변환하는 압전소자(PZT), 압전소자(PZT)의 양 단과 스위치를 통해 전기적으로 연결된 파일업회로(100) 및 파일업회로(100)와 연결되어, 파일업회로(100)에서 생산된 전기에너지를 저장하는 배터리(400)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 또한, 파일업회로(100)는, 복수의 부를 포함할 수 있는데, 이 중, 인터터부는 서로 직렬로 연결된 복수 개의 인

터터, 복수 개의 인터터 사이의 제 1 지점과 연결되는 제 1 접지부(G1) 및 제 1 접지부(G1)와 제 1 지점(노드 7(N7))에 대응하는 지점을 의미) 사이에 배치되는 제 1 스위치(S1)를 포함할 수 있다.

- [0034] 또한, 인터터부와 병렬적으로 연결되며, 스위치, 및 전선으로 구성되는 제 1 경로부 및 제 2 경로부를 포함하며, 제 2 경로부의 중간지점과 배터리(400)가 서로 연결되는 것일 수 있다.
- [0035] 상술한 바와 같은 구성으로 본 발명의 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로는 다양한 실시 예에 따라 각기 다른 형태로 구현될 수 있으나, 바람직한 실시 예에서는 도1에 도시된 바와 같이 구현될 수 있다.
- [0036] 도1을 참조하면, 해당 실시 예의 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로는 도시된 바와 같이, 압전소자의 일 단과 파일업회로(100)의 일단이 노드1(N1)에서 전기적으로 연결되고, 압전소자의 타 단과 파일업회로(100)의 타단이 노드2(N2)에서 전기적으로 연결되며, 파일업회로(100)의 일단과 타단은 인터터부의 일단과 노드3(N3), 타단과 노드5(N5)에서 대응하여 연결되도록 구현될 수 있다.
- [0037] 여기서, 노드1(N1)과 노드3(N3) 사이에는 제 2 스위치(S2)가 포함되고, 노드2(N2)와 노드5(N5) 사이에는 제 3 스위치(S3)가 포함될 수 있다.
- [0038] 이때, 제 1 경로부의 일단은 인터터부의 일단과 노드3(N3)에서 연결되고, 제 1 경로부의 타단은 인터터부의 타단과 노드5(N5)에서 연결되며, 제1 경로부의 중간에 노드6(N6)을 통하여 접지(그라운드, G이하, G로 기재)하는 제2그라운드(G2)와, 상기 노드6(N6)과 서로 직렬로 연결된 제 4 스위치(S4) 및 제 5 스위치(S5) 및 제 4 스위치(S4)와 제 5 스위치(S5) 사이에 연결된 제 2 접지부(G2)를 포함할 수 있으며, 노드3(N3)과 노드6(N6) 사이에 제 4 스위치(S4)가 포함되고, 노드5(N5)과 노드6(N6) 사이에 제 5 스위치(S5)가 포함될 수 있다.
- [0039] 한편, 제 2 경로부의 일단은 인터터부의 일단 및 상기 제 1 경로부의 일단과 노드3(N3)에서 연결되고, 제 2 경로부의 타단은 인터터부의 타단 및 제 1 경로부의 타단과 노드5(N5)에서 연결되며, 제 2 경로부도 또한, 제2 경로부의 중간에 노드4(N4)을 통하여 접지(그라운드, G이하, G로 기재)하는 제3그라운드(G3)와, 상기 노드4(N4)와 서로 직렬로 연결된 제 6 스위치(S6) 및 제 7 스위치(S7) 및 제 6 스위치(S6)와 제 7 스위치(S7) 사이의 제 2 지점, 즉, 노드4(N4)에 연결된 배터리(400)와 제 3 접지부(제3그라운드(G3))를 포함할 수 있다.
- [0040] 여기서, 노드3(N3)과 노드4(N4) 사이에는 제 6 스위치(S6)가 포함될 수 있으며, 노드4(N4)와 노드5(N5) 사이에는 제 7 스위치(S7)가 포함될 수 있고, 노드4(N4)와 제3그라운드 사이에 제9스위치가 포함되고, 노드4(N4)와 배터리(400) 사이에는 제 8 스위치(S8)가 포함될 수 있다.
- [0041] 또한, 배터리(400)와 제 3 그라운드는 도시된 바와 같이 노드4(N4)를 기준으로 서로 직렬로 연결되나, 본 발명의 추가 실시 예에 따르면, 배터리(400)와 노드4(N4) 사이에 제 8 스위치(S8)가 배치되고, 노드4(N4)와 제 3그라운드 사이에 제 9 스위치가 배치되며 병렬적으로 연결될 수도 있다.
- [0042] 또한, 배터리(400)는 해당 배터리(400)를 접지하기 위한 제 4 접지부(제4그라운드(G4))가 포함될 수 있다.
- [0043] 이어서, 노드3(N3)과 노드5(N5) 사이에 인터터 부가 구비되며, 제1직류전원회로의 일단이 인터터부와 NN8노드(NN8)에서 연결되게 되는데, 노드7(N7)은 인터터부를 구성하는 적어도 2개 이상의 인터터 사이에 위치함으로써 인터터부를 구성하는 복수의 인터터들이 서로 대칭이 되도록 하는 것일 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 도시된 바와 같이 인터터부가 제1인터터(L1) 및 제2인터터(L2) 2개로 구성되는 경우, 노드7(N7)은 제1인터터(L1)와 제2인터터(L2) 사이에 구비되는 것일 수 있다.
- [0045] 여기서, 노드7(N7)은 제 1 접지부(G1)와 연결되어 접지될 수 있으며, 제 1 접지부(G1)과 노드7(N7) 사이에는 제 1 스위치(S1)가 포함될 수 있다.
- [0046] 해당 실시 예에서 압전소자는, 교류전원(300)을 공급하는 일체의 회로 또는 소자일 수 있으며, 압전소자의 캐패시터에 저장되는 전력을 증폭시키는 것일 수 있다. 이러한 압전소자의 Pile-up 동작은 종래 기술에 해당하므로, 본 명세서에서는 설명하지 않는다.
- [0047] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 하베스터 회로는, 교류전원(300)보다 높은 주파수로 구동하는 직류전원을 상기 파일업회로(100)에 공급하는 직류전원회로(200)를 더 포함할 수도 있다.
- [0048] 도2를 참조하면 이 경우, 하베스터 회로의 제 2 스위치(S2)와 제 3 스위치(S3)가 개방되어, 압전소자의 교류전원(300)이 파일업회로(100)에 공급되지 않을 때, 앞서 설명한 바와 같이 하베스터 회로에 더 포함된 직류전원회로(200)가 직류전원을 공급할 수 있다.

- [0049] 즉, 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르는 직류전원회로(200)는 압전소자의 일 단과 파일업회로(100)의 일단이 제 2 스위치(S2)를 통하여 전기적으로 연결되고, 압전소자의 타 단과 상기 파일업회로(100)의 타단이 제 3 스위치(S3)를 통하여 전기적으로 연결됨으로써, 하베스터 회로의 제 2 스위치(S2)와 제 3 스위치(S3)가 개방되어, 압전소자의 교류전원(300)이 파일업회로(100)에 공급되지 않을 때, 전류전원을 공급한다.
- [0050] 해당 실시 예의 회로 구성을 자세히 설명하면, 파일업회로(100)는 도시된 것처럼, 압전소자의 일 단과 파일업회로(100)의 일단이 N10노드(NN10)에서 전기적으로 연결되고, 압전소자의 타 단과 파일업회로(100)의 타단이 NN11노드(NN11)에서 전기적으로 연결되며, 파일업회로(100)의 일단과 타단은 인덕터부의 일단과 NN7노드(NN7), 타단과 NN5노드(NN5)에서 대응하여 연결되도록 구현될 수 있다.
- [0051] 여기서, NN10노드(NN10)와 NN7노드(NN7) 사이에는 SS8스위치(SS8)가 포함되고, NN5노드(NN5)와 NN11노드(NN11) 사이에는 SS9스위치(SS9)가 포함될 수 있다.
- [0052] 또한, NN7노드(NN7)는 GG6그라운드(GG6)와 연결되어 접지되고, NN7노드(NN7)와 GG6그라운드(GG6) 사이에는 SS11스위치(SS11)가 포함될 수 있다.
- [0053] 이와 함께, NN5노드(NN5)는 GG3그라운드(GG3)와 연결되어 접지되고, NN5노드(NN5)와 GG3그라운드(GG3) 사이에는 SS12스위치(SS12)가 포함될 수 있다.
- [0054] 이때, 제1경로부와 제2경로부는 휘스톤 브릿지 형태로 구현될 수 있으며 제 1 경로부의 일단은 인덕터부의 일단과 NN7노드(NN7)에서 연결되고, 제 1 경로부의 타단은 인덕터부의 타단과 NN5노드(NN5)에서 연결되며, 제1 경로부의 중간에 NN4노드(NN4)가 포함될 수 있다.
- [0055] NN4노드(NN4)는 GG5그라운드(GG5)를 통하여 접지하며, NN4노드(NN4)와 GG5그라운드(GG5) 사이에 NN9노드(NN9)가 더 포함될 수 있다.
- [0056] NN9노드(NN9)와 GG5그라운드(GG5) 사이에는 그라운드 스위치가 포함될 수 있으며, SS4스위치(SS4)가 NN4노드(NN4)와 NN5노드(NN5) 사이에 포함될 수 있다.
- [0057] 또한, NN7노드(NN7)와 NN4노드(NN4) 사이에는 SS7스위치(SS7) 스위치가 포함될 수 있다.
- [0058] 한편, NN9노드(NN9)는 GG5그라운드(GG5)와 연결된 단 외의 타단이 SS10스위치(SS10)를 통하여 배터리(400)와 연결되며, 배터리(400)는 연결된 일단 외의 타단에 GG4그라운드(GG4)와 연결되어 접지할 수 있다.
- [0059] 또한, 제 2 경로부의 일단은 인덕터부의 일단 및 제 1 경로부의 일단과 NN7노드(NN7)에서 연결되고, 제 2 경로부의 타단은 인덕터부의 타단 및 제 1 경로부의 타단과 NN5노드(NN5)에서 연결되며, 제 2 경로부도 또한, 제2 경로부의 중간에 NN6노드(NN6)을 통하여 GG2그라운드(GG2)와 연결된다.
- [0060] 여기서, NN7노드(NN7)와 NN6노드(NN6) 사이에는 SS6스위치(SS6)가 포함되고, NN6노드(NN6)와 NN5노드(NN5) 사이에는 SS5스위치(SS5)가 포함될 수 있다.
- [0061] 도2에 도시된 바와 같이, 직류전원회로(200)는, 전류원, 다이오드, 저항 및 커패시터가 병렬적으로 연결되어 구성되는 제 1 직류전원회로(PV)와, 전압원, 저항, 및 커패시터가 직렬적으로 연결되어 구성되는 제 2 직류전원회로(TEG)를 포함하며, 제 1 및 제 2 직류전원회로들은 파일업회로(100)에 대해 스위치를 통해 병렬적 및 선택적으로 연결되고, 복수 개의 인덕터 사이의 제 1 지점과 연결될 수 있다.
- [0062] 여기서, 제1직류전원회로의 일단이 인덕터부와 NN8노드(NN8)에서 연결되게 되는데, NN8노드(NN8)는 인덕터부를 구성하는 적어도 2개 이상의 인덕터 사이에 위치함으로써 인덕터부를 구성하는 복수의 인덕터들이 대칭이 되도록 하는 것일 수 있다.
- [0063] 또한, 제1직류전원회로와 NN8노드(NN8) 사이에는 NN1노드(NN1), NN3노드(NN3)가 포함되며, NN1노드(NN1)와 NN3노드(NN3) 사이에는 SS2스위치(SS2)가 포함되어 구성될 수 있다.
- [0064] 한편, 제 2 직류전원회로는 제2직류전원회로의 일단이 NN3노드(NN3)와, NN2노드(NN2)에서 연결되며, NN3노드(NN3)와 NN2노드(NN2) 사이에는 SS3스위치(SS3)가 포함될 수 있다.
- [0065] 다음으로, 인덕터부의 NN8노드(NN8)를 GG1그라운드(GG1)와 연결되어 접지되며, NN8노드(NN8)와 GG1그라운드(GG1) 사이에는 SS1스위치(SS1)가 포함될 수 있다.
- [0066] 이때, SS1스위치(SS1)는 일반적으로 사이즈가 커야 저항이 작아지는 종래의 스위치와는 달리 사이즈가 최소화되

더라도 접지의 역할만 수행하면 되기 때문에 활용에 문제가 없는 장점이 있다.

- [0067] 또한, 도2 우측에 도시된 것처럼, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 하베스터 회로에 포함되는 각각의 스위치(즉, SS4, SS5, SS6, SS7, SS8, SS9)는, 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET으로 구성되며, 제 1 MOSFET이 전류를 개통하는 방향 및 제 2 MOSFET이 전류를 개통하는 방향이 서로 마주하도록 배치될 수 있다. 특히, 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET는 실제로 존재하는 기생다이오드(D1, D2)로 인해 각각이 OFF되더라도 특정 방향에 대한 다이오드 형태로 구동될 수 있다. 본 발명의 스위치는 이를 고려하여 설계된 것이다. 즉, M1이 OFF가 된 경우 M1에는 일방향에 대한 다이오드가 형성되고, M2가 ON된 경우에는 전류가 흐르므로, 실질적으로 M1 - OFF, M2- ON인 경우에는 도2 그림에서 나타낸 바와 같이 D1 다이오드가 구동되는 것과 같은 효과가 나타날 수 있다.
- [0068] 가상의 다이오드들(D1, D2)은 종래 기술에서 공진회로의 특성 상 발생할 수 밖에 없는 것으로서, 본 발명에서는 상기 스위치의 제1 MOSFET과 제2MOSFET을 각각 독립적으로 켜고 끄으로써, 가상 다이오드가 인덕터의 전류에 대한 관성으로 인해 소자들이 타버리는 것을 방지할 수 있다.
- [0069] 이를 위해, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 파일업회로(100)의 스위치는 서로 직렬로 연결되는 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET은 각각 턴온 및 턴오프 형태로 독립적으로 구동됨에 따라, 상기 제 1 MOSFET 및 제 2 MOSFET을 포함하는 스위치가 턴오프, 턴온, 일 방향에 대한 다이오드, 타 방향에 대한 다이오드 중 어느 하나의 상태로 구동되도록 제어될 수 있다.
- [0070] 예를 들어, 제1 MOSFET을 켜고 순차적으로 제2MOSFET을 꺼서 다이오드가 인덕터가 의도하지 않게 공급하는 전류를 압전소자(PZT) 또는 그라운드로 유도할 수 있다.
- [0071] 이를 활용하여, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 파일업회로(100)의 스위치는 파일업회로(100)와 연결된 배터리(400)를 충전하는데 6단계의 과정이 반복되어 수행된다고 가정할 때, 제 1 과정 내지 제 6 과정이 수행되는 과정 중, N번째 과정에서는 턴온되었다가, N+1번째에서는 턴오프되는 스위치는, 턴온에서 턴오프 되는 사이에 접지부를 바라보는 방향으로 전류가 흐르도록 하는 다이오드 형태로 일시적으로 구동됨으로써, N번째에 인덕터에 흐르던 전류의 일부가 압전소자(PZT) 또는 접지부로 흐르도록 할 수 있다.
- [0072] 도1을 참조하면, 해당 실시 예에서는, 제2스위치(S2), 제3스위치(S3), 제4스위치(S4), 제5스위치(S5), 제6스위치(S6) 및 제7스위치(S7)는 다이오드 형태로 구동된다.
- [0073] 예를 들어 인덕터의 전류 방향이 노드3(N3)에서 노드5(N5)로 흐르다가 턴 오프가 되었을 때, 제2스위치(S2)와 제3스위치(S3)가 켜져 압전소자의 캐패시터가 인덕터와 연결되는 구간이 인덕터 전류가 0인 지점보다 짧게 연결되어 방향이 그대로 노드3(N3)에서 노드5(N5)로 흐른다면 제2스위치(S2)와 제3스위치(S3)의 다이오드가 켜져서 압전소자로 전류가 흐르게 된다.
- [0074] 이때, 흐르던 전류는 무조건 접지부로 연결되는 것이 아니라, 흐르던 전류의 일부가 PZT 또는 접지부로 흐르는 것일 수 있다.
- [0075] 이후, 인덕터 전류가 0인 지점보다 길게 연결되어 방향이 반대로 노드5(N5)에서 노드3(N3)으로 흐른다고 가정하면, 제5스위치(S5)와 제6스위치(S6)의 다이오드가 켜져서 압전소자로 전류가 흐르게 된다.
- [0076] 이때, 제6스위치(S6)의 다이오드의 방향은 접지부로 연결되지만, 제5스위치(S5)는 접지부와 반대 방향으로 연결될 수 있다.
- [0077] 따라서, 본 발명은 특정 스위치에서 급격하게 턴온에서 턴오프로 바뀌는 경우, 인덕터에서 흐르던 전류는 계속 해당 방향으로만 흐르려고 하는데, 급격하게 바뀔 경우, 흐르려던 전류가 더 이상 흐를 곳이 없어 막히게 되므로, 해당 스위치 영역에서 과부하가 발생되어 소자들이 타버리는 사고가 발생할 수 있다. 이때, 스위치가 턴온과 턴오프 사이에 일시적으로(순간적으로) 다이오드 형태로 구현되어 일방향으로 흐르던 전류를 압전소자(PZT) 또는 그라운드로 다 내어 보내버리게 된다면, 이러한 문제를 해소할 수 있다.
- [0078] 도3을 참조하면, 도1에 도시된 본 발명의 일 실시 예에 따르는 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로의 동작 과정은 다음과 같이 수행될 수 있다.
- [0079] 먼저, 도3의 (1)에 도시된 바와 같이, 하베스터 회로는 파일업 동작을 수행하기 위해, 제 1 과정에서, 압전소자에서 전기에너지를 생성하여 압전소자 내의 캐패시터에 전력을 저장한다.
- [0080] 또한, (2)에 도시된 바와 같이, 제 2 과정에서, 제 1, 제 2 및 제 3 스위치(S3)가 턴온되어, 압전소자의 캐패시

터에 저장된 전기에너지가 인덕터부쪽 일 방향으로(즉, 시계방향으로) 전류가 흐르도록 한다. (이때의 전류 위상을 +라고 가정함)

- [0081] 다음으로, (3)에 도시된 것 처럼, 제 1 스위치(S1)는 턴온되되, 제2 및 제 3 스위치(S3)가 턴오프되어 압전소자와 상기 파일업회로(100)의 연결이 단절되도록 한다.
- [0082] 이후, 도시된 (4)와 같이, 제 1, 제 2 및 제 3 스위치(S3)가 턴온되어, 인덕터의 전류가 상기 압전소자로 제공되도록 하여 반시계방향으로 마이너스 위상의 전류가 흐르는게 동작할 수 있다. (이때의 전류 위상을 - 라고 가정함) 하며, 이러한 제 1 과정 내지 제 4 과정이 반복 수행됨으로써, 출력단의 전압은 + 위상의 V_{max} 와 -위상의 V_{max} 를 모두 반영할 수 있도록 파일업할 수 있게 되고, 결과적으로 도 7과 같이 최대출력을 $2V_{max}$ 까지 발생시킬 수 있게 된다.
- [0083] 한편, 도5를 참조하면, 도4에 도시된 제2과정(2)과 제3과정(3) 사이에, 제1, 제2 및 제 3 스위치(S3)는 턴오프되고, 제4, 제7 및 제 8 스위치(S8)가 턴온되어 인덕터부가 일단이 제2그라운드와 연결되고, 타단이 배터리(400)와 연결되게 함으로써, 해당 배터리(400)를 충전하는 제2.5 과정이 수행되도록 한다.
- [0084] 이때, 도6에 도시된 것처럼, 제4, 제7 및 제 8 스위치(S8)가 턴온되는 대신, 제5, 제6 및 제 8 스위치(S8)가 턴온되는 경우에도, 인덕터부는 일단이 제2그라운드와 연결되고, 타단이 배터리부와 연결되어, 해당 배터리(400)에 대한 충전을 수행할 수 있다.
- [0085] 상기 충전의 경우, 제4 과정이 수행된 이후, 그 다음 반복 순번으로 동작할 제 1 과정 사이에, 제 5 스위치(S5), 제 6 스위치(S6), 제 8 스위치(S8)가 턴온되어, 인덕터부의 전류가 상기 배터리(400)로 공급되도록 하는 제 5 과정으로 동작하는 것일 수 있다.
- [0086] 즉, 이러한 스위치 제어를 통해 인덕터부는 플러스 위상에서 한번, 마이너스 위상에서 또 한번 2배의 전력을 배터리부에 충전할 수 있다.
- [0087] 도7을 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 하베스터 회로는 이러한 과정을 통해, 제1과정에서 압전소자의 특성을 통하여 Pile-up동작을 수행할 수 있으며 이를 통해, 압전소자 캐패시터의 양단 전압 간의 전위차를 최대 2배까지 증가시킴으로써, 압전소자의 캐패시터에 저장되는 전력을 최대 제공으로 증폭시킬 수 있다.
- [0088] 종래 기술에 따르는 Pile-up 회로의 경우, 압전소자의 한쪽 단을 접지(Ground)하고, 나머지 한쪽 단을 제어함으로써, 발생하는 전압이 압전소자를 구성하는 실리콘 소자가 견딜 수 있는 전압(V_{max} 로 기재)을 넘지 않도록 제어한다.
- [0089] 반면, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 파일 업 에너지 공진 하베스터 회로는, 압전소자의 중간을 접지하여, 압전소자의 양 끝단의 전압이 이상적인 경우에는 V_{init} , 즉, $2V_{max}-2V_{pzt,oc}$ ($V_{pzt,oc}$ 는 파일업 동작이 수행되지 않을때, V_{pzt} 의 진폭임)가 되도록 제어할 수 있다.
- [0090] 이때, 압전소자를 구성하는 실리콘 소자가 견딜 수 있는 전압은 $-V_{max} \sim +V_{max}$ 까지 이므로, 이와 같은 방식으로 전압을 제어하는 경우, 실리콘 소자가 안전하게 제어되면서도 압전소자의 캐패시터 양단 전압이 2배가 되도록 할 수 있다.
- [0091] 이때, 도시된 바와 같은 회로는, 인덕터부의 NN8노드(NN8)와 연결된 제1 및 제 2 직류전원회로의 SS2스위치(SS2) 및 SS3(SS3)스위치를 제어함으로써, Boost Converting 동작을 수행할 수 있다.
- [0092] 다시 말해, 본 발명의 일 실시 예에 따르는 직류전원회로(200)는, 상기 제 1 과정 및 상기 제 3 과정에서 교류전원(300)이 공급되지 않을 때, 직류전원을 상기 인덕터부로 공급하는 것일 수 있다.
- [0093] 이를 통해, 본 발명의 하베스터 회로는 기존의 회로를 유지하면서도 스위치에 대한 제어만으로 직류전원으로 Boost Converting 동작을 수행할 수 있다.
- [0094] 이를 좀 더 자세히 설명하면, 교류 전류원을 활용하는 회로는 사용하는 주파수가 대략 60Hz인 반면, 직류전원회로(200)를 활용하는 회로의 사용 주파수가 수만 Hz에 달하는 차이를 보이는 것을 이용하여, 도4에 도시된 바와 같이, 제1과정과 제3 과정 간에 교류 전류원과 파일업회로(100)가 턴오프 되었을 때, 직류전원회로(200)를 연결하여 회로의 휴지 기간에 직류를 활용한 충전을 수행할 수 있다.
- [0095] 해당 실시 예에서는, 제1과정에서 교류전원(300)과 파일업회로(100)가 도시된 바와 같이 제어되었을 때, 직류전원회로(200)(제1 및 제2 모두 가능)이 파일업회로(100)와 연결되어, 인덕터부를 충전할 수 있다.

- [0096] 이때, 파일업회로(100)는 제 6 스위치(S6)가 턴온되고, 제8 및 제9스위치가 교대로 턴온되며, 나머지 스위치는 모두 턴오프 됨으로써 직류전원회로(200)가 인덕터부에 전력을 공급할 수 있도록 한다.
- [0097] 마찬가지로, 제3과정에서 교류전원(300)과 파일업회로(100)가 도시된 바와 같이 제어되는 경우에도, 직류전원회로(200)(제1 및 제2 모두 가능)가 파일업회로(100)와 연결되어, 인덕터부를 충전할 수 있다.
- [0098] 이때는, 파일업회로(100)는 제 7 스위치(S7)가 턴온되고, 제8 및 제9스위치가 교대로 턴온되며, 나머지 스위치는 모두 턴오프 됨으로써 직류전원회로(200)가 인덕터부에 전력을 공급할 수 있도록 한다.
- [0099] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0100] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

- [0101] 100: 파일업회로 200: 직류전원회로
300: 교류전원 400: 배터리
S1: 제 1 스위치 S2: 제 2 스위치
S3: 제 3 스위치 S4: 제 4 스위치
S5: 제 5 스위치 S6: 제 6 스위치
S7: 제 7 스위치 S8: 제 8 스위치
N1: 노드1 N2: 노드2
N3: 노드3 N4: 노드4
N5: 노드5 N6: 노드6
N7: 노드7 L1: 제1인덕터
L2: 제2인덕터 G1: 제 1 접지부
G2: 제 2 접지부 G3: 제 3 접지부
G4: 제 4 접지부 SS1: SS1스위치
SS2: SS2스위치 SS3: SS3스위치
SS4: SS4스위치 SS5: SS5스위치
SS6: SS6스위치 SS7: SS7스위치
SS8: SS8스위치 SS9: SS9스위치
SS10: SS10스위치 SS11: SS11스위치
SS12: SS12스위치 NN1: NN1노드
NN2: NN2노드 NN3: NN3노드
NN4: NN4노드 NN5: NN5노드
NN6: NN6노드 NN7: NN7노드
NN8: NN8노드 NN9: NN9노드

NN10: NN10노드 NN11: NN11노드

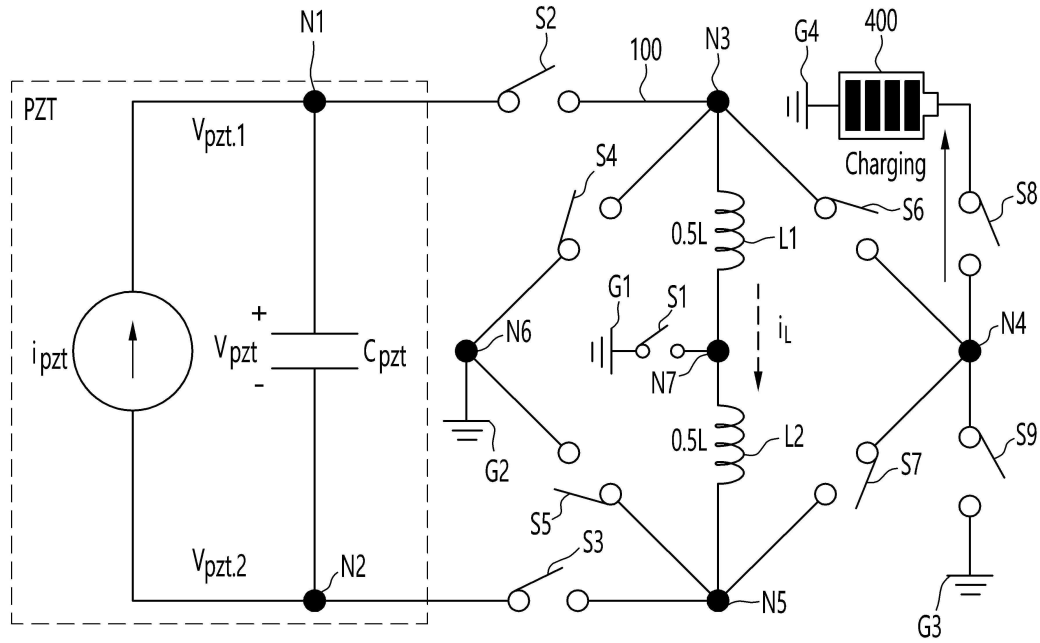
GG1: GG1그라운드 GG2: GG2그라운드

GG3: GG3그라운드 GG4: GG4그라운드

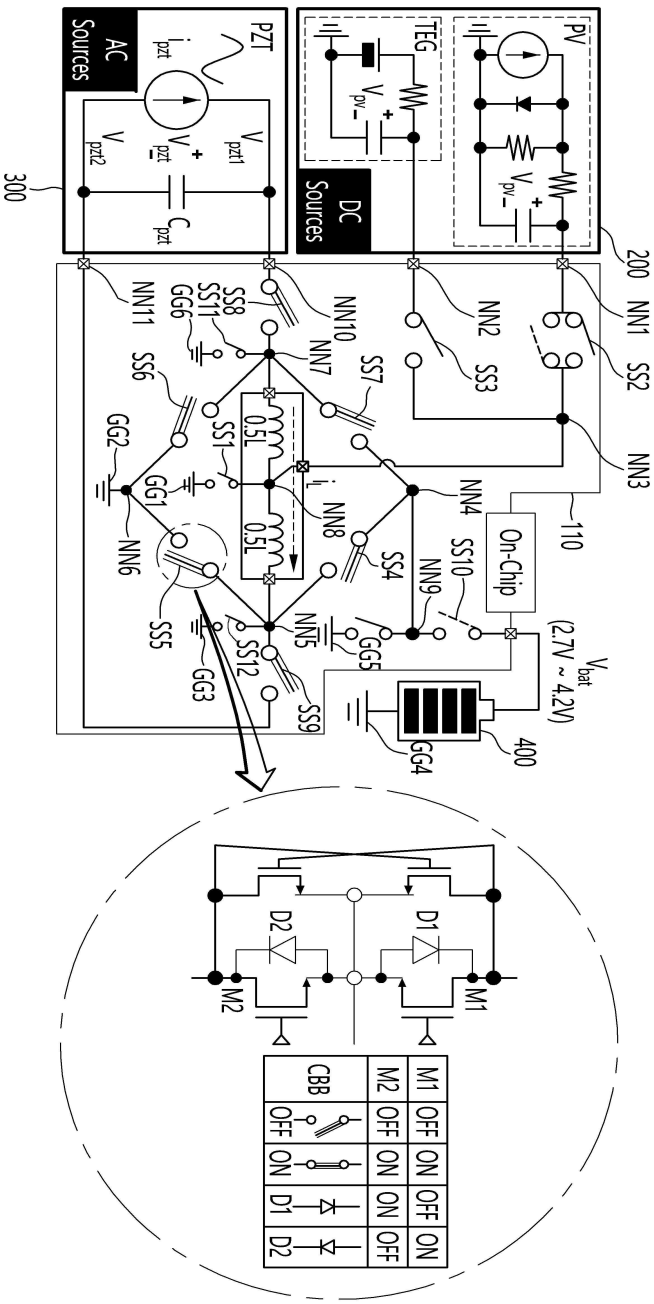
GG5: GG5그라운드 GG6: GG6그라운드

도면

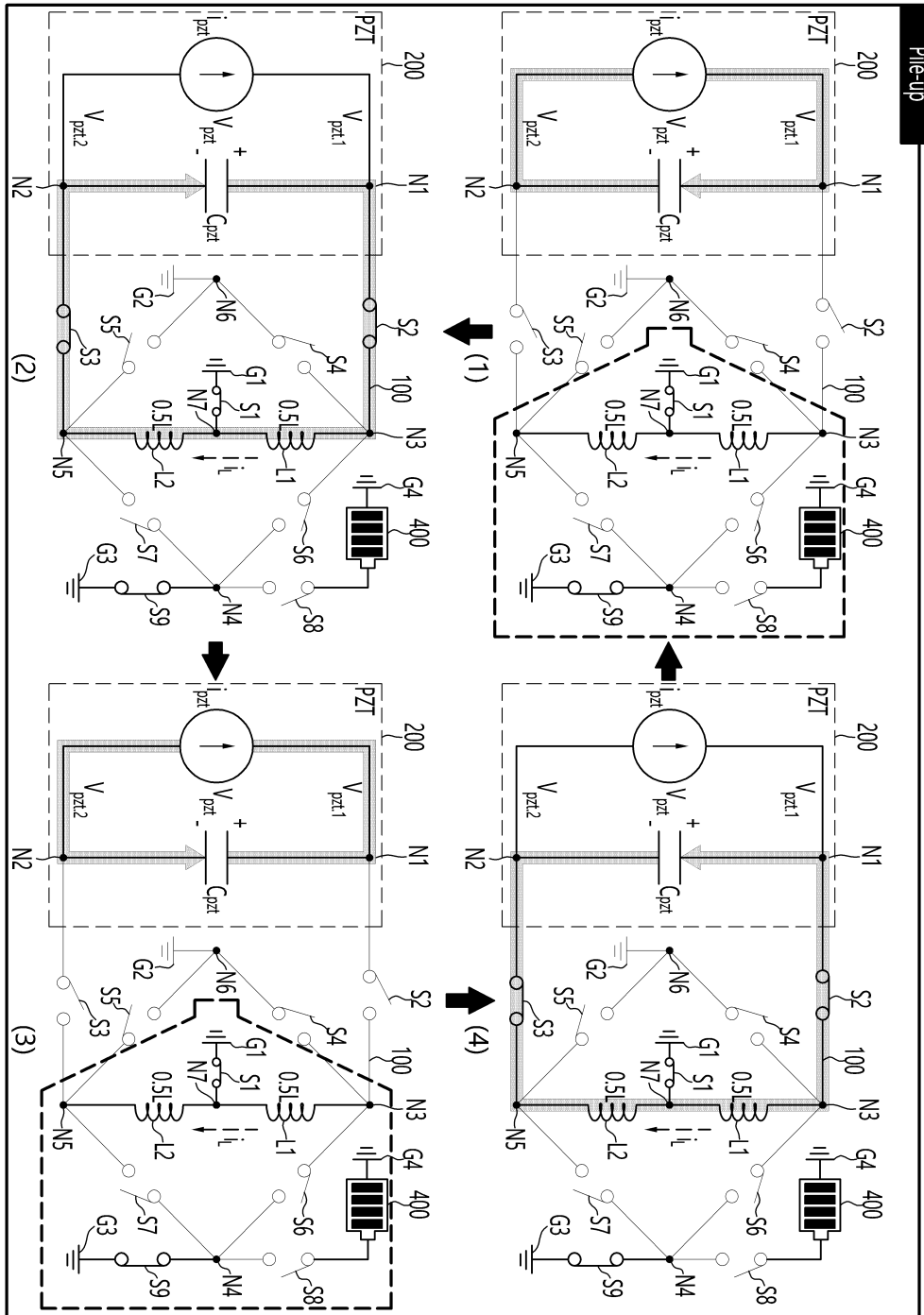
도면1



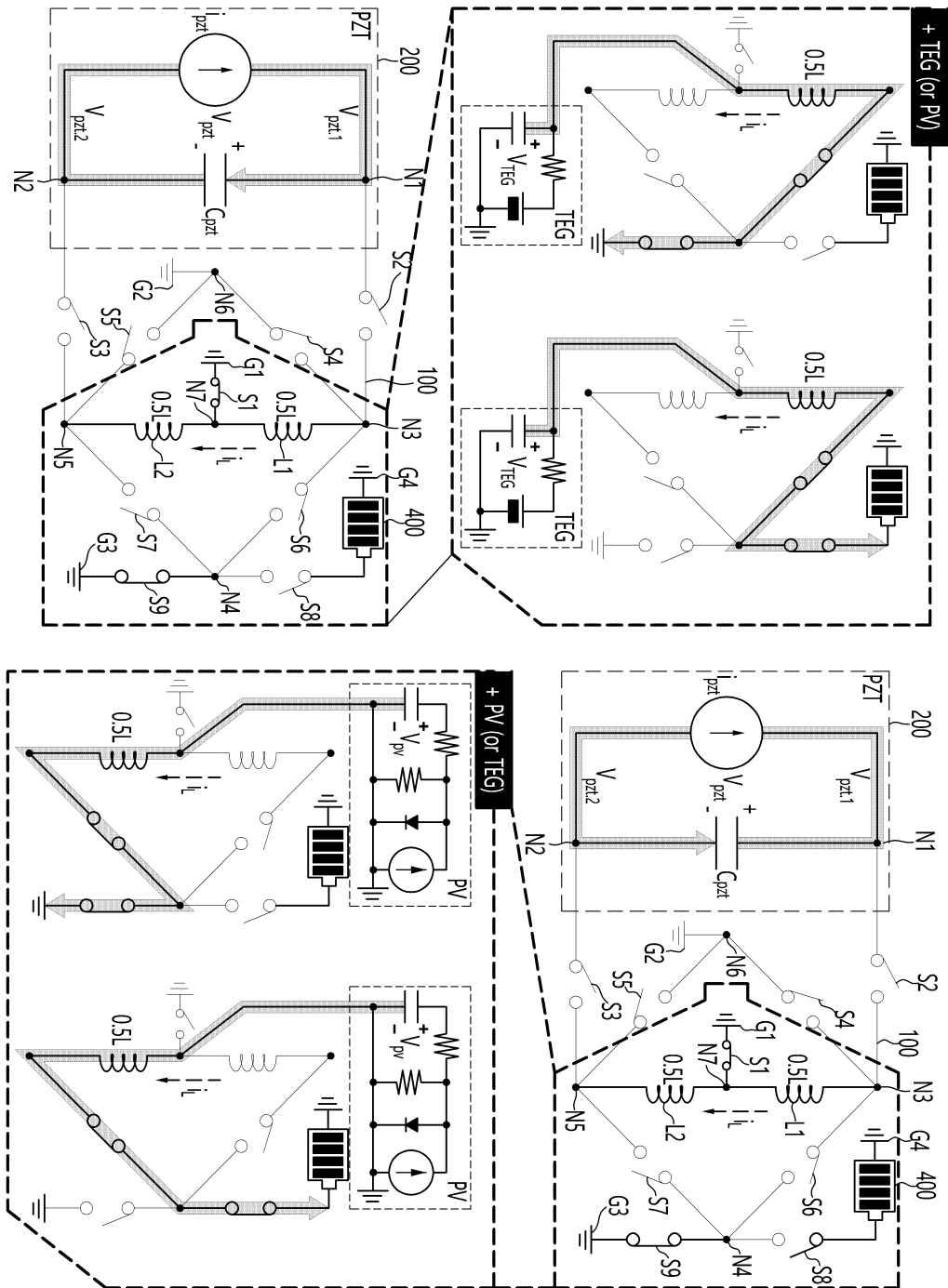
도면2



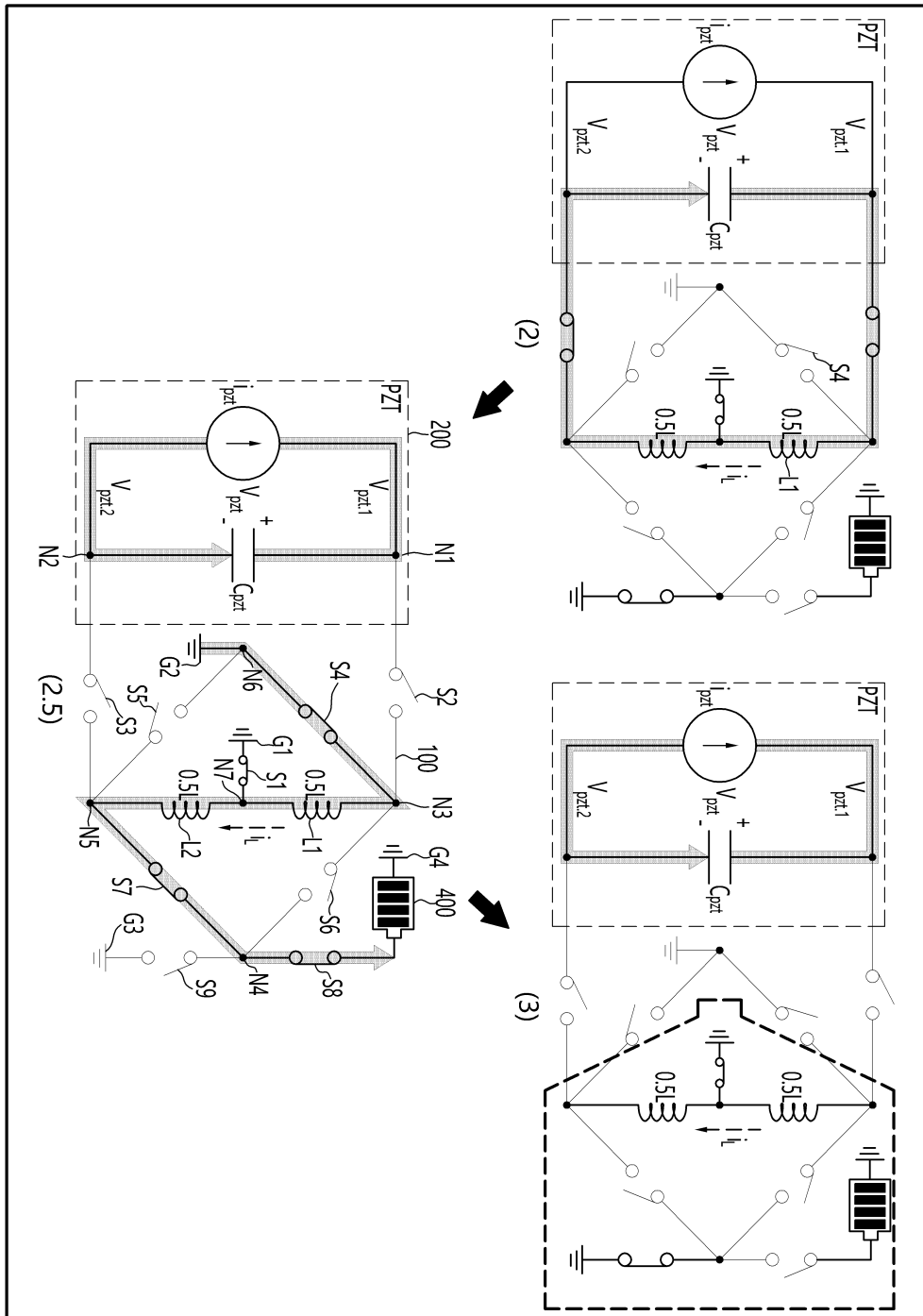
도면3



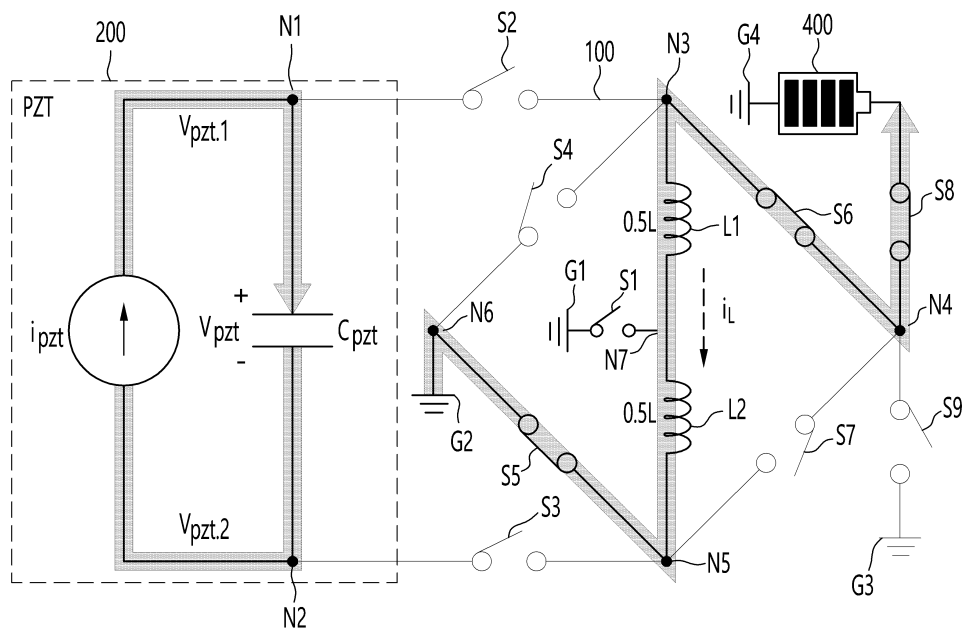
도면4



도면5



도면6



도면7

