



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0145509
(43) 공개일자 2016년12월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60L 11/18 (2006.01) H02J 50/12 (2016.01)
H02M 7/48 (2007.01)
- (52) CPC특허분류
B60L 11/182 (2013.01)
H02J 50/12 (2016.02)
- (21) 출원번호 10-2016-0071967
- (22) 출원일자 2016년06월09일
심사청구일자 2016년06월09일
- (30) 우선권주장
JP-P-2015-117277 2015년06월10일 일본(JP)

- (71) 출원인
도요타 지도샤 (주)
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지
- (72) 발명자
미사와 다카히로
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요타 지도샤 (주) 내
스기야마 요시노부
일본국 아이치켄 도요타시 도요타쵸 1반지, 도요타 지도샤 (주) 내
- (74) 대리인
특허법인(유)화우

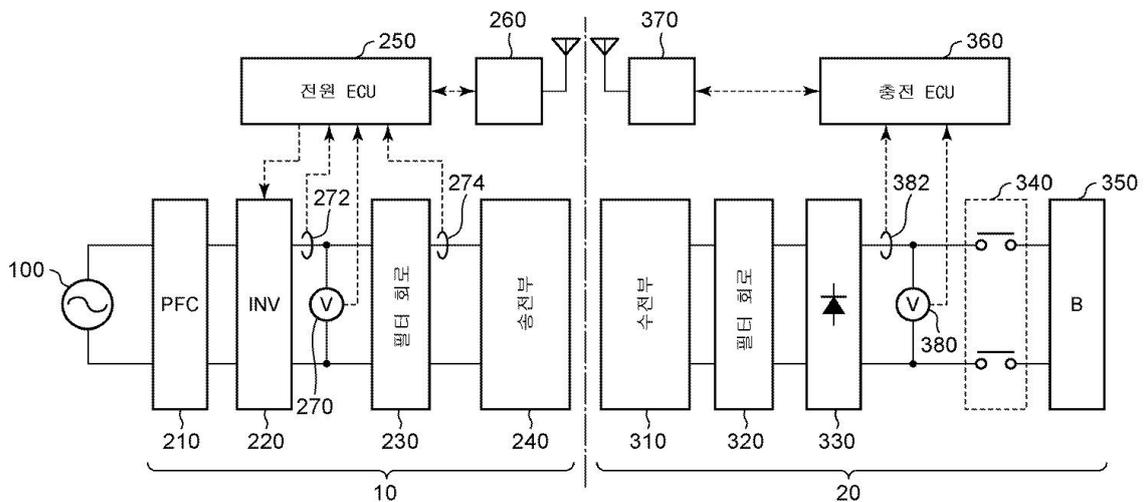
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 비접촉 송전 장치 및 전력 전송 시스템

(57) 요약

전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 출력 전압의 듀티를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 송전 전력 제어와, 인버터(220)의 구동 주파수를 조정함으로써 턴온 전류를 목표값으로 제어하는 턴온 전류 제어를 실행한다. 턴온 전류의 목표값은, 인버터(220)의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정된다. 전원 ECU(250)는, 송전 전력 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부(240)에 흐르는 전류의 크기가 저하되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H02M 7/48 (2013.01)

Y02T 90/127 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

수전 장치(20)로 비접촉으로 송전하도록 구성된 비접촉 송전 장치(10)에 있어서,

송전부(240)와,

구동 주파수에 따른 송전 전력을 상기 송전부(240)로 공급하도록 구성되는 인버터(220) - 상기 인버터(220)는 전압형입 - 와,

상기 인버터(220)를 제어하도록 구성되는 전자 제어 장치(250) - 상기 전자 제어 장치(250)는 이하의 i)~iii)을 실행하도록 구성됨 - 를 포함하는 비접촉 송전 장치,

i) 상기 인버터(220)의 출력 전압의 듀티를 조정함으로써 상기 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 제 1 제어,

ii) 상기 구동 주파수를 조정함으로써, 상기 출력 전압의 상승시에 있어서의 상기 인버터(220)의 출력 전류를 나타내는 턴온 전류를 제어하는 제 2 제어,

iii) 상기 제 1 제어에 의해 상기 송전 전력을 상기 목표 전력으로 제어하면서, 상기 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 공급되는 전류가 저하되도록 상기 듀티 및 상기 구동 주파수를 조정함.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전자 제어 장치(250)는, 상기 제 1 제어에 의해 상기 송전 전력을 상기 목표 전력으로 제어하면서, 상기 턴온 전류가 상기 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 공급되는 전류가 최소가 되도록 상기 듀티 및 상기 구동 주파수를 조정하도록 구성되는 비접촉 송전 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 송전 전력이 일정 아래에서, 상기 턴온 전류가 상기 제한값 이하의 소정값이 되는 상기 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 상기 전자 제어 장치(250)는, 상기 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에, 상기 구동 주파수 중 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 공급되는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 상기 제 2 제어에 있어서의 상기 구동 주파수의 초기 조정값으로 하도록 구성되는 비접촉 송전 장치.

청구항 4

전력 전송 시스템에 있어서,

송전 장치(10)와,

수전 장치(20)를 구비하며,

상기 송전 장치(10)는,

수전 장치(20)로 비접촉으로 송전하도록 구성된 송전부(240)와,

구동 주파수에 따른 송전 전력을 상기 송전부(240)로 공급하도록 구성되는 인버터(220) - 상기 인버터(220)는 전압형입 - 와,

상기 인버터(220)를 제어하도록 구성되는 전자 제어 장치(250) - 상기 전자 제어 장치(250)는, 아래의 i)~iii)을 실행하도록 구성됨 - 를 포함하는 전력 전송 시스템,

i) 상기 인버터(220)의 출력 전압의 듀티를 조정함으로써 상기 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 제 1

제어,

ii) 상기 구동 주파수를 조정함으로써, 상기 출력 전압의 상승시에 있어서의 상기 인버터(220)의 출력 전류를 나타내는 턴온 전류를 제어하는 제 2 제어,

iii) 상기 제 1 제어에 의해 상기 송전 전력을 상기 목표 전력으로 제어하면서, 상기 턴온 전류가 소정의 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 공급되는 전류가 저하되도록 상기 듀티 및 상기 구동 주파수를 조정함.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전자 제어 장치는, 상기 제 1 제어에 의해 상기 송전 전력을 상기 목표 전력으로 제어하면서, 상기 턴온 전류가 상기 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 흐르는 전류가 최소가 되도록 상기 듀티 및 상기 구동 주파수를 조정하는 전력 전송 시스템.

청구항 6

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 송전 전력이 일정 아래에서, 상기 턴온 전류가 상기 제한값 이하의 소정값이 되는 상기 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 상기 전자 제어 장치는, 상기 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에, 상기 2개의 구동 주파수 중 상기 인버터(220)로부터 상기 송전부(240)로 공급되는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 상기 제 2 제어에 있어서의 상기 구동 주파수의 초기 조정값으로 하는 전력 전송 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 비접촉 송전 장치 및 전력 전송 시스템에 관한 것으로서, 특히, 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 비접촉 송전 장치에 있어서의 전력 제어 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일본 공개특허 특개2014-207795호는, 급전 장치(송전 장치)로부터 차량(수전 장치)으로 비접촉으로 급전하는 비접촉 급전 시스템을 개시한다. 이 비접촉 급전 시스템에서는, 급전 장치는 송전 코일, 인버터, 전자 제어 장치를 구비한다. 송전 코일은, 차량에 탑재된 수전 코일로 비접촉으로 송전한다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 교류 전류를 생성하여 송전 코일로 출력한다. 전자 제어 장치는, 배터리에의 충전 전력 지령과 배터리에의 출력 전력을 차량측으로부터 취득하고, 출력 전력이 충전 전력 지령에 추종하도록 인버터의 구동 주파수를 피드백 제어한다.

[0003] 그리고, 이 비접촉 급전 시스템에 있어서는, 급전 장치로부터 차량으로의 전력 공급이 개시되는 경우에, 배터리의 상태와, 코일 사이(송전 코일과 수전 코일)의 결합 계수에 기초하여 초기 주파수가 설정되고, 그 초기 주파수를 구동 주파수의 초기값으로 이용하여 상기 피드백 제어가 개시된다(일본 공개특허 특개2014-207795호 참조).

[0004] 인버터가, 전압형의 인버터이며, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급하는 경우에, 인버터 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 제어할 수 있다. 또, 인버터의 구동 주파수를 제어함으로써, 인버터 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터 출력 전류를 나타낸 턴온 전류를 제어할 수 있다.

[0005] 전압형 인버터에 있어서는, 출력 전압의 상승시에 출력 전압과 동(同) 부호의 출력 전류(양의 턴온 전류)가 흐르면, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 흐르는 것이 알려져 있다. 리커버리 전류가 흐르면, 환류 다이오드가 발열하고, 손실이 증대한다. 그래서, 인버터의 구동 주파수를 제어하여 턴온 전류를 0 이하로 제어함으로써, 리커버리 전류에 의한 손실을 억제할 수 있다.

[0006] 그러나, 턴온 전류를 제어하기 위하여 인버터의 구동 주파수를 변화시키면, 송전부(송전 코일)로부터 수전부(수전 코일)로 전송되는 전력의 주파수가 변화하고, 송전부와 수전부 사이의 전력 전송 효율이 저하될 가능성이 있다.

발명의 내용

- [0007] 그 때문에, 본 발명의 목적은, 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 비접촉 송전 장치에 있어서, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 수전 장치로의 전력 전송 효율을 높이는 것이다.
- [0008] 또, 본 발명의 다른 목적은, 송전 장치로부터 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 전력 전송 시스템에 있어서, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전 장치와 수전 장치 사이의 전력 전송 효율을 높이는 것이다.
- [0009] 본 발명에 의하면, 비접촉 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타내는 턴온 전류를 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 저하되도록 듀티 및 구동 주파수를 조정한다.
- [0010] 송전부와 수전 장치 사이의 전력 전송 효율은, 송전 전력이 일정 아래에서는, 송전부에 흐르는 전류의 2제곱에 반비례한다. 그래서, 본 발명에 있어서는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 저하되도록 듀티 및 구동 주파수가 조정된다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터에 있어서 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0011] 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 최소가 되도록 듀티 및 구동 주파수를 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0012] 이와 같은 구성으로 함으로써, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0013] 상기 전자 제어 장치는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 제한값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 설정하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 본 발명에 있어서는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 구동 주파수가 상기의 초기 조정값으로 조정된다. 그리고, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 저하되도록 듀티 및 구동 주파수가 조정된다. 이에 의해, 인버터의 기동 후에, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.
- [0015] 본 발명에 의하면, 전력 전송 시스템은 송전 장치와 수전 장치를 구비한다. 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타내는 턴온 전류를 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 턴온 전류가 소정의 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 저하되도록 듀티 및 구동 주파수를 조정한다.
- [0016] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터에 있어서 턴온 전류가 소정의 제한값 이하가 되는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0017] 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에 있어서, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류가 최소가 되도록 듀티 및 구동 주파수를 조정하도록 구성

될 수 있다.

[0018] 이와 같은 구성으로 함으로써, 턴온 전류가 제한값 이하가 되는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.

[0019] 전자 제어 장치는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 제한값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 설정하도록 구성될 수 있다.

[0020] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터의 기동 후에, 인버터로부터 송전부로 공급되는 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 턴온 전류가 제한값 이하의 소정값이 되는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 발명의 예시적인 실시 형태의 특징, 이점, 및 기술적 그리고 산업적 중요성이 첨부 도면을 참조하여 하기에 기술될 것이며, 첨부 도면에서 동일한 도면 부호는 동일한 요소를 지시한다.

도 1은 본 발명의 실시 형태 1에 의한 비접촉 송전 장치가 적용되는 전력 전송 시스템의 전체 구성도이다.

도 2는 도 1에 나타낸 송전부 및 수신부의 회로 구성의 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 도 1에 나타낸 인버터의 회로 구성을 나타낸 도면이다.

도 4는 인버터의 스위칭 파형과, 출력 전압 및 출력 전류의 파형을 나타낸 도면이다.

도 5는 전원 ECU에 의해 실행되는 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어의 제어 블록도이다.

도 6은 송전 전력 및 턴온 전류의 등고선의 일례를 나타낸 도면이다.

도 7은 송전부로부터 수신부로의 전력 전송 효율을 설명하기 위한 등가 회로도이다.

도 8은 도 1에 나타낸 전원 ECU에 의해 실행되는 인버터의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 9는 송전 전력이 일정 아래에서의, 턴온 전류와 인버터의 구동 주파수와의 관계를 나타낸 도면이다.

도 10은 송전 전력이 일정 아래에서의, 송전부에 흐르는 전류와 인버터의 구동 주파수와의 관계를 나타낸 도면이다.

도 11은 송전 전력 및 턴온 전류의 등고선의 일례를 나타낸 도면이다.

도 12는 실시 형태 2에 있어서의 전원 ECU에 의해 실행되는 인버터의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 13은 실시 형태 1의 변형례에 있어서의 전원 ECU에 의해 실행되는 인버터의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 14는 실시 형태 2의 변형례에 있어서의 전원 ECU에 의해 실행되는 인버터의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하에서, 본 발명의 실시 형태에 대하여, 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다. 이하에서는, 복수의 실시 형태에 대하여 설명하지만, 각 실시 형태에서 설명된 구성을 적당히 조합하는 것은 출원 당초부터 예정되어 있다. 또한, 도면 중 동일 또는 상당 부분에는 동일한 부호를 붙이고 그 설명은 반복하지 않는다.

[0023] [실시 형태 1] 도 1은 본 발명의 실시 형태 1에 의한 비접촉 송전 장치가 적용되는 전력 전송 시스템의 전체 구성도이다. 도 1을 참조하여, 이 전력 전송 시스템은 송전 장치(10)와 수신 장치(20)를 구비한다. 수신 장치(20)는, 예를 들면, 송전 장치(10)로부터 공급되어 축적된 전력을 이용하여 주행 가능한 차량 등에 탑재될 수 있다.

[0024] 송전 장치(10)는, 역률 개선(PFC(Power Factor Correction)) 회로(210), 인버터(220), 필터 회로(230), 송전부

(240)를 포함한다. 또, 송전 장치(10)는, 전원 ECU(Electronic Control Unit)(250), 통신부(260), 전압 센서(270), 전류 센서(272, 274)를 더 포함한다.

- [0025] PFC 회로(210)는, 교류 전원(100)(예를 들면, 계통 전원)으로부터 받는 교류 전력을 정류 및 승압하여 인버터(220)로 공급함과 함께, 입력 전류를 정현파에 가깝게 함으로써 역률을 개선할 수 있다. 이 PFC 회로(210)에는, 공지의 여러 가지PFC 회로를 채용할 수 있다. 또한, PFC 회로(210) 대신에, 역률 개선 기능을 갖지 않는 정류기를 채용해도 된다.
- [0026] 인버터(220)는, PFC 회로(210)로부터 받는 직류 전력을, 소정의 전송 주파수를 갖는 송전 전력(교류)으로 변환한다. 인버터(220)에 의해서 생성된 송전 전력은, 필터 회로(230)를 통하여 송전부(240)로 공급된다. 인버터(220)는, 전압형 인버터이며, 인버터(220)를 구성하는 각 스위칭 소자에 역병렬로 환류 다이오드가 접속되어 있다. 인버터(220)는, 예를 들면, 단상(單相) 풀 브릿지 회로에 의해서 구성된다.
- [0027] 필터 회로(230)는, 인버터(220)와 송전부(240) 사이에 설치되고, 인버터(220)로부터 발생하는 고조파 노이즈를 억제한다. 필터 회로(230)는, 예를 들면, 인덕터 및 캐패시터를 포함하는 LC 필터에 의해서 구성된다.
- [0028] 송전부(240)는, 전송 주파수를 갖는 교류 전력(송전 전력)을 인버터(220)로부터 필터 회로(230)를 통하여 받고, 송전부(240)의 주위에 생성되는 전자계를 통하여, 수전 장치(20)의 수전부(310)로 비접촉으로 송전한다. 송전부(240)는, 예를 들면, 수전부(310)로 비접촉으로 송전하기 위한 공진 회로를 포함한다. 공진 회로는, 코일과 캐패시터에 의해서 구성될 수 있지만, 코일만으로 원하는 공진 상태가 형성되는 경우에는, 캐패시터를 설치하지 않아도 된다.
- [0029] 전압 센서(270)는, 인버터(220)의 출력 전압을 검출하고, 그 검출값을 전원 ECU(250)로 출력한다. 전류 센서(272)는, 인버터(220)의 출력 전류를 검출하고, 그 검출값을 전원 ECU(250)로 출력한다. 전압 센서(270) 및 전류 센서(272)의 검출값에 기초하여, 인버터(220)로부터 송전부(240)로 공급되는 송전 전력(즉, 송전부(240)로부터 수전 장치(20)로 출력되는 전력)을 검출할 수 있다. 전류 센서(274)는, 송전부(240)에 흐르는 전류를 검출하고, 그 검출값을 전원 ECU(250)로 출력한다.
- [0030] 전원 ECU(250)는, CPU(Central Processing Unit), 기억 장치, 입출력 버퍼 등을 포함하고(모두 도시 생략), 각종 센서나 기기로부터의 신호를 받음과 함께, 송전 장치(10)에 있어서의 각종 기기의 제어를 행한다. 일례로서, 전원 ECU(250)는, 송전 장치(10)로부터 수전 장치(20)로의 전력 전송의 실행시에, 인버터(220)가 송전 전력(교류)을 생성하도록 인버터(220)의 스위칭 제어를 행한다. 각종 제어에 대해서는, 소프트웨어에 의한 처리에 한정되지 않고, 전용의 하드웨어(전자 회로)에 의해 처리하는 것도 가능하다.
- [0031] 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 주요한 제어로서, 전원 ECU(250)는, 송전 장치(10)로부터 수전 장치(20)로의 전력 전송의 실행시에, 송전 전력을 목표 전력으로 제어하기 위한 피드백 제어(이하, 「송전 전력 제어」라고도 칭한다.)를 실행한다. 구체적으로는, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써, 송전 전력을 목표 전력으로 제어한다. 또한, 출력 전압의 듀티란, 출력 전압 파형(직사각형)의 주기에 대한 양(또는 음)의 전압 출력 시간의 비로서 정의된다. 인버터(220)의 스위칭 소자(온/오프 듀티 0.5)의 동작 타이밍을 변화시킴으로써, 인버터 출력 전압의 듀티를 조정할 수 있다. 목표 전력은, 예를 들면, 수전 장치(20)의 수전 상황에 기초하여 생성될 수 있다. 이 실시 형태 1에서는, 수전 장치(20)에 있어서, 수전 전력의 목표값과 검출값의 편차에 기초하여 송전 전력의 목표 전력이 생성되고, 수전 장치(20)로부터 송전 장치(10)로 송신된다.
- [0032] 또, 전원 ECU(250)는, 상기의 송전 전력 제어를 실행함과 함께, 인버터(220)에 있어서의 턴온 전류를 목표값으로 제어하기 위한 피드백 제어(이하, 「턴온 전류 제어」라고도 칭한다.)를 실행한다. 턴온 전류란, 인버터(220)의 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터(220)의 출력 전류의 순간값이다. 턴온 전류가 양이면, 인버터(220)의 환류 다이오드에 역방향의 리커버리 전류가 흐르고, 환류 다이오드에 있어서 발열, 즉, 손실이 발생한다. 그래서, 턴온 전류 제어의 상기 목표값(턴온 전류 목표값)은, 인버터(220)의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정되고, 기본적으로는 0 이하의 소정값이 된다(역률이 좋아지는 「0」이 이상적이지만, 마진을 잡아 음의 값으로 설정해도 되고, 또한, 리커버리 전류에 의한 손실이 문제가 되지 않을 정도로 작은 양의 값으로 설정해도 된다.).
- [0033] 또한, 이 실시 형태 1에 따른 송전 장치(10)에 있어서는, 송전부(240)와 수전 장치(20)의 수전부(310)와의 사이의 전력 전송 효율을 높이기 위하여, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부(240)에 흐르는 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값이 변경된다. 이 턴온 전류 제어 및 상술의 송전 전력 제어에 대해서는,

나중에 상세하게 설명한다.

- [0034] 통신부(260)는, 수전 장치(20)의 통신부(370)와 무선 통신하도록 구성되고, 수전 장치(20)로부터 송신되는 송전 전력의 목표값(목표 전력)을 수신하는 것 외에, 송전의 개시/정지나 수전 장치(20)의 수전 상황 등의 정보를 수전 장치(20)와 주고받는다.
- [0035] 한편, 수전 장치(20)는 수전부(310), 필터 회로(320), 정류부(330), 릴레이 회로(340), 축전 장치(350)를 포함한다. 또, 수전 장치(20)는 충전 ECU(360), 통신부(370), 전압 센서(380), 전류 센서(382)를 더 포함한다.
- [0036] 수전부(310)는, 송전 장치(10)의 송전부(240)로부터 출력되는 전력(교류)을 비접촉으로 수전한다. 수전부(310)는, 예를 들면, 송전부(240)로부터 비접촉으로 수전하기 위한 공진 회로를 포함한다. 공진 회로는, 코일과 캐패시터에 의해서 구성될 수 있지만, 코일만으로 원하는 공진 상태가 형성되는 경우에는, 캐패시터를 설치하지 않아도 된다. 수전부(310)는, 수전한 전력을 필터 회로(320)를 통하여 정류부(330)로 출력한다.
- [0037] 필터 회로(320)는, 수전부(310)와 정류부(330) 사이에 설치되고, 수전시에 발생하는 고조파 노이즈를 억제한다. 필터 회로(320)는, 예를 들면, 인덕터 및 캐패시터를 포함하는 LC 필터에 의해서 구성된다. 정류부(330)는, 수전부(310)에 의해서 수전된 교류 전력을 정류하여 축전 장치(350)로 출력한다.
- [0038] 축전 장치(350)는, 재충전 가능한 직류 전원이며, 예를 들면, 리튬 이온 전지나 니켈 수소 전지 등의 이차 전지에 의해서 구성된다. 축전 장치(350)는, 정류부(330)로부터 출력되는 전력을 축적한다. 그리고, 축전 장치(350)는, 그 축적된 전력을 도시하지 않은 부하 구동 장치 등으로 공급한다. 또한, 축전 장치(350)로서 대용량의 캐패시터도 채용 가능하다.
- [0039] 릴레이 회로(340)는, 정류부(330)와 축전 장치(350) 사이에 설치되고, 송전 장치(10)에 의한 축전 장치(350)의 충전시에 온 된다. 또한, 특별히 도시하지 않지만, 정류부(330)와 축전 장치(350) 사이(예를 들면, 정류부(330)와 릴레이 회로(340) 사이)에, 정류부(330)의 출력 전압을 조정하는 DC/DC 컨버터를 설치해도 된다.
- [0040] 전압 센서(380)는, 정류부(330)의 출력 전압(수전 전압)을 검출하고, 그 검출값을 충전 ECU(360)로 출력한다. 전류 센서(382)는, 정류부(330)로부터의 출력 전류(수전 전류)를 검출하고, 그 검출값을 충전 ECU(360)로 출력한다. 전압 센서(380) 및 전류 센서(382)의 검출값에 기초하여, 수전부(310)에 의한 수전 전력(즉, 축전 장치(350)의 충전 전력)을 검출할 수 있다. 또한, 전압 센서(380) 및 전류 센서(382)는, 수전부(310)와 정류부(330) 사이(예를 들면, 필터 회로(320)와 정류부(330) 사이)에 설치해도 된다.
- [0041] 충전 ECU(360)는, CPU, 기억 장치, 입출력 버퍼 등을 포함하고(모두 도시 생략), 각종 센서나 기기로부터의 신호를 받음과 함께, 수전 장치(20)에 있어서의 각종 기기의 제어를 행한다. 각종 제어에 대해서는, 소프트웨어에 의한 처리에 한정되지 않고, 전용의 하드웨어(전자 회로)에 의해 처리하는 것도 가능하다.
- [0042] 충전 ECU(360)에 의해 실행되는 주요한 제어로서, 충전 ECU(360)는, 송전 장치(10)로부터의 수전 중에, 수전 장치(20)에 있어서의 수전 전력이 원하는 목표값 이 되도록, 송전 장치(10)에 있어서의 송전 전력의 목표값(목표 전력)을 생성한다. 구체적으로는, 충전 ECU(360)는, 수전 전력의 검출값과 목표값의 편차에 기초하여, 송전 장치(10)에 있어서의 송전 전력의 목표값을 생성한다. 그리고, 충전 ECU(360)는, 생성된 송전 전력의 목표값(목표 전력)을 통신부(370)에 의해서 송전 장치(10)로 송신한다.
- [0043] 통신부(370)는, 송전 장치(10)의 통신부(260)와 무선 통신하도록 구성되고, 충전 ECU(360)에 있어서 생성되는 송전 전력의 목표값(목표 전력)을 송전 장치(10)로 송신하는 것 외에, 전력 전송의 개시/정지에 관한 정보를 송전 장치(10)와 주고받거나, 수전 장치(20)의 수전 상황(수전 전압이나 수전 전류, 수전 전력 등)을 송전 장치(10)로 송신하거나 한다.
- [0044] 도 2는 도 1에 나타난 송전부(240) 및 수전부(310)의 회로 구성의 일례를 나타낸 도면이다. 도 2를 참조하여, 송전부(240)는, 코일(242)과 캐패시터(244)를 포함한다. 캐패시터(244)는, 송전 전력의 역률을 보상하기 위하여 설치되고, 코일(242)에 직렬로 접속된다. 수전부(310)는 코일(312)과 캐패시터(314)를 포함한다. 캐패시터(314)는, 수전 전력의 역률을 보상하기 위하여 설치되고, 코일(312)에 직렬로 접속된다. 또한, 이와 같은 회로 구성은, SS 방식(1차 직렬 2차 직렬 방식)이라고도 불린다.
- [0045] 또한, 특별히 도시하지 않지만, 송전부(240) 및 수전부(310)의 구성은, 이와 같은 SS 방식의 것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 수전부(310)에 있어서, 코일(312)에 캐패시터(314)가 병렬 접속되는 SP 방식(1차 직렬 2차 병렬 방식)이나, 또한 송전부(240)에 있어서, 코일(242)에 캐패시터(244)가 병렬 접속되는 PP 방식(1차 병렬 2

차 병렬 방식) 등도 채용될 수 있다.

- [0046] 다시 도 1을 참조하여, 이 전력 전송 시스템에 있어서는, 인버터(220)로부터 필터 회로(230)를 통하여 송전부(240)로 송전 전력(교류)이 공급된다. 송전부(240) 및 수전부(310)의 각각은, 코일과 캐패시터를 포함하고, 전송 주파수에 있어서 공진하도록 설계되어 있다. 송전부(240) 및 수전부(310)의 공진 강도를 나타내는 Q값은, 100 이상인 것이 바람직하다.
- [0047] 송전 장치(10)에 있어서, 인버터(220)로부터 송전부(240)로 송전 전력이 공급되면, 송전부(240)의 코일과 수전부(310)의 코일과의 사이에 형성되는 전자계를 통하여, 송전부(240)로부터 수전부(310)로 에너지(전력)가 이동한다. 수전부(310)로 이동한 에너지(전력)는, 필터 회로(320) 및 정류부(330)를 통하여 축전 장치(350)로 공급된다.
- [0048] 도 3은 도 1에 나타낸 인버터(220)의 회로 구성을 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하여, 인버터(220)는, 전압형 인버터이며, 전력용 반도체 스위칭 소자(이하, 단지 「스위칭 소자」라고도 칭한다.)(Q1~Q4)와, 환류 다이오드(D1~D4)를 포함한다. 직류측의 단자(T1, T2)에는, PFC 회로(210)(도 1)가 접속되고, 교류측의 단자(T3, T4)에는 필터 회로(230)가 접속된다.
- [0049] 스위칭 소자(Q1~Q4)는, 예를 들면, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), 바이폴라 트랜지스터, MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor), GTO(Gate Turn Offthyristor) 등에 의해서 구성된다. 환류 다이오드(D1~D4)는, 각각 스위칭 소자(Q1~Q4)에 역병렬로 접속된다.
- [0050] 단자(T1, T2) 사이에는, PFC 회로(210)로부터 출력되는 직류 전압 V1이 인가 된다. 그리고, 스위칭 소자(Q1~Q4)의 스위칭 동작에 따라서, 단자(T3, T4) 사이에 출력 전압 Vo 및 출력 전류 Io가 발생한다(도면 중, 화살표로 나타내어지는 방향을 양의 값이라고 한다.). 이 도 3에서는, 일례로서, 스위칭 소자(Q1, Q4)가 ON이고, 스위칭 소자(Q2, Q3)가 OFF인 상태가 나타나 있고, 이 경우의 출력 전압 Vo는 대략 전압 V1(양의 값)이 된다.
- [0051] 도 4는 인버터(220)의 스위칭 파형과, 출력 전압 Vo 및 출력 전류 Io의 파형을 나타낸 도면이다. 도 4와 함께 도 3을 참조하여, 시각 t4~t8의 1주기를 예로 들어 설명한다. 시각 t4에 있어서, 스위칭 소자(Q2, Q4)가 각각 OFF, ON인 상태에서, 스위칭 소자(Q1)가 OFF로부터 ON으로 전환됨과 함께 스위칭 소자(Q3)가 ON으로부터 OFF로 전환되면(도 3에 나타난 상태), 인버터(220)의 출력 전압 Vo가 0으로부터 V1(양의 값)로 상승한다.
- [0052] 시각 t5에 있어서, 스위칭 소자(Q1, Q3)가 각각 ON, OFF인 상태에서, 스위칭 소자(Q2)가 OFF로부터 ON으로 전환됨과 함께 스위칭 소자(Q4)가 ON으로부터 OFF로 전환되면, 출력 전압 Vo는 0이 된다.
- [0053] 시각 t6에 있어서, 스위칭 소자(Q2, Q4)가 각각 ON, OFF인 상태에서, 스위칭 소자(Q1)가 ON으로부터 OFF로 전환됨과 함께 스위칭 소자(Q3)가 OFF로부터 ON으로 전환되면, 출력 전압 Vo는 -V1(음의 값)이 된다.
- [0054] 시각 t7에 있어서, 스위칭 소자(Q1, Q3)가 각각 OFF, ON인 상태에서, 스위칭 소자(Q2)가 ON으로부터 OFF로 전환됨과 함께 스위칭 소자(Q4)가 OFF로부터 ON으로 전환되면, 출력 전압 Vo는 다시 0이 된다.
- [0055] 그리고, 시각 t4부터 1주기 후의 시각 t8에 있어서, 스위칭 소자(Q2, Q4)가 각각 OFF, ON인 상태에서, 스위칭 소자(Q1)가 OFF로부터 ON으로 전환됨과 함께 스위칭 소자(Q3)가 ON으로부터 OFF로 전환되면, 출력 전압 Vo가 0으로부터 V1(양의 값)으로 상승한다(시각 t4와 동일한 상태).
- [0056] 이 도 4에서는, 출력 전압 Vo의 듀티가 0.25인 경우가 나타나 있다. 그리고, 스위칭 소자(Q1, Q3)의 스위칭 타이밍과, 스위칭 소자(Q2, Q4)의 스위칭 타이밍을 변화시킴으로써, 출력 전압 Vo의 듀티를 변화시킬 수 있다. 예를 들면, 도 4에 나타난 케이스에 대하여, 스위칭 소자(Q2, Q4)의 스위칭 타이밍을 앞당기면, 출력 전압 Vo의 듀티를 0.25보다 작게 할 수 있고(최소값은 0), 스위칭 소자(Q2, Q4)의 스위칭 타이밍을 늦추면, 출력 전압 Vo의 듀티를 0.25보다 크게 할 수 있다(최대값은 0.5).
- [0057] 이 출력 전압 Vo의 듀티를 조정함으로써, 송전 전력을 변화시킬 수 있다. 정성적으로는, 듀티를 크게 함으로써 송전 전력을 증가시킬 수 있고, 듀티를 작게 함으로써 송전 전력을 감소시킬 수 있다. 그래서, 이 실시 형태 1에서는, 전원 ECU(250)는, 출력 전압 Vo의 듀티를 조정함으로써, 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 송전 전력 제어를 실행한다.
- [0058] 또, 출력 전압 Vo의 상승시(시각 t4나 시각 t8)에 있어서의 출력 전류 Io의 순간값 It는, 상술의 턴온 전류에 상당한다. 이 턴온 전류 It의 값은, PFC 회로(210)로부터 인버터(220)에 부여되는 전압 V1이나 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수)에 의해서 변화되고, 여기서는 양의 턴온 전류 It가 흐르는 경우가 나타나 있다.

- [0059] 양의 턴온 전류 I_t 가 흐르면, 스위칭 소자(Q3)에 역병렬로 접속되는 환류 다이오드(D3)(도 3)에 역방향의 전류, 즉, 리커버리 전류가 흐른다. 환류 다이오드(D3)에 리커버리 전류가 흐르면, 환류 다이오드(D3)의 발열이 커지고, 인버터(220)의 손실이 커진다. 턴온 전류 I_t 가 0 이하이면, 환류 다이오드(D3)에 리커버리 전류는 흐르지 않고, 인버터(220)의 손실은 억제된다.
- [0060] 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수)가 변화되면 턴온 전류 I_t 가 변화하므로, 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수)를 조정함으로써, 턴온 전류 I_t 를 제어할 수 있다. 그래서, 이 실시 형태 1에서는, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수)를 조정함으로써, 턴온 전류 I_t 를 목표값으로 제어하는 턴온 전류 제어를 실행한다. 그리고, 턴온 전류 I_t 의 목표값은, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않도록, 기본적으로 0 이하의 값이 된다.
- [0061] 도 5는 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어의 제어 블럭도이다. 도 5를 참조하여, 전원 ECU(250)는, 감산부(410, 430)와 컨트롤러(420, 440)를 포함한다. 감산부(410), 컨트롤러(420) 및 제어 대상의 인버터(220)에 의해서 구성되는 피드백 루프가, 송전 전력 제어를 구성한다. 한편, 감산부(430), 컨트롤러(440) 및 인버터(220)에 의해서 구성되는 피드백 루프가, 턴온 전류 제어를 구성한다.
- [0062] 감산부(410)는, 송전 전력의 목표값을 나타내는 목표 전력 P_{sr} 로부터 송전 전력 P_s 의 검출값을 감산하고, 그 연산값을 컨트롤러(420)로 출력한다. 또한, 송전 전력 P_s 의 검출값은, 예를 들면, 도 1에 나타낸 전압 센서(270) 및 전류 센서(272)의 검출값에 기초하여 산출할 수 있다.
- [0063] 컨트롤러(420)는, 목표 전력 P_{sr} 과 송전 전력 P_s 와의 편차에 기초하여, 인버터(220)의 출력 전압 V_o 의 듀티 지령값을 생성한다. 컨트롤러(420)는, 예를 들면, 목표 전력 P_{sr} 과 송전 전력 P_s 와의 편차를 입력으로 하는 PI 제어(비례 적분 제어) 등을 실행함으로써 조작량을 산출하고, 그 산출된 조작량을 듀티 지령값이라고 한다. 이에 의해, 송전 전력 P_s 가 목표 전력 P_{sr} 에 가까워지도록 출력 전압 V_o 의 듀티가 조정되고, 송전 전력 P_s 가 목표 전력 P_{sr} 로 제어된다.
- [0064] 한편, 감산부(430)는, 턴온 전류의 목표값 I_{tr} 로부터 턴온 전류 I_t 의 검출값을 감산하고, 그 연산값을 컨트롤러(440)로 출력한다. 또한, 턴온 전류의 목표값 I_{tr} 은, 상술한 바와 같이 기본적으로 0 이하의 값이 된다. 또, 턴온 전류 I_t 의 검출값은, 전압 센서(270)(도 1)에 의해 출력 전압 V_o 의 상승이 검지되었을 때의 전류 센서(272)(도 1)의 검출값(순간값)이다.
- [0065] 컨트롤러(440)는, 턴온 전류의 목표값 I_{tr} 과 턴온 전류 I_t 와의 편차에 기초하여, 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수) 지령값을 생성한다. 컨트롤러(440)는, 예를 들면, 턴온 전류의 목표값 I_{tr} 과 턴온 전류 I_t 와의 편차를 입력으로 하는 PI 제어 등을 실행함으로써 조작량을 산출하고, 그 산출된 조작량을 상기의 주파수 지령값이라고 한다. 이에 의해, 턴온 전류 I_t 가 목표값 I_{tr} 에 가까워지도록 인버터(220)의 구동 주파수가 조정되고, 턴온 전류 I_t 가 목표값 I_{tr} 로 제어된다.
- [0066] 인버터(220)의 출력 전압 V_o 의 듀티를 조정하는 송전 전력 제어와, 인버터(220)의 구동 주파수를 조정하는 턴온 전류 제어와는 서로 간섭하고, 송전 전력 제어에 의해서 조정되는 듀티에 따라서는, 턴온 전류 제어에 의해서 턴온 전류 I_t 를 목표값 I_{tr} 로 제어할 수 없는 경우도 있을 수 있다.
- [0067] 도 6은 송전 전력 P_s 및 턴온 전류 I_t 의 등고선의 일례를 나타낸 도면이다. 도 6을 참조하여, 가로축은 인버터(220)의 구동 주파수(스위칭 주파수)를 나타내고, 세로축은 인버터(220)의 출력 전압 V_o 의 듀티를 나타낸다.
- [0068] 점선으로 나타내어지는 선 PL1, PL2의 각각은, 송전 전력 P_s 의 등고선을 나타낸다. 선 PL1에 의해서 나타내어지는 송전 전력은, 선 PL2에 의해서 나타내어지는 송전 전력보다 크다. 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 어떤 송전 전력을 실현하는 듀티는, 주파수 의존성을 나타낸다. 또, 일점 쇄선으로 나타내어지는 선 IL1은, 턴온 전류의 등고선을 나타낸다. 도시되는 선 IL1은, 턴온 전류가 0 이하의 소정값이 되는 등고선이며(여기서는, 일례로서 턴온 전류가 0이 되는 등고선이 나타나 있다.), 듀티가 증대하고, 또한, 주파수가 저하됨에 따라서, 턴온 전류는 작아진다(음의 방향으로 증대).
- [0069] 사선으로 나타내어지는 영역 S는, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하는 영역이다. 즉, 영역 S에 포함되는 인버터(220)의 동작점에서는, 턴온 전류가 0보다 커지고, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생한다. 이하에서는, 이 영역 S를 「금지대(帶) S」라고도 칭한다. 또한, 이 실시 형태 1에서는, 금지대 S의 경계는, 턴온 전류가 0인 라인이 아니고, 작은 양의 값의 턴온 전류는 허용하는 것으로 하고 있다.
- [0070] 동작점 P0은, 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에 있어서의, 인버터(220)의 동작점의 초기 목표값이다. 즉,

선 PL1, IL1이 각각 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} 을 나타내는 것으로서, 인버터(220)는, 그 기동 처리에 있어서, 선 PL1, IL1의 교점인 동작점 P0로 제어된다. 또한, 금지대 S는, 도시된 바와 같이, 듀티가 작은 때에 확대되는 경향에 있다. 그래서, 이 실시 형태 1에서는, 인버터(220)의 기동시(듀티가 0으로부터 증대하는 송전 전력 상승시)에, 동작점이 금지대 S를 신속하게 통과하도록, 듀티를 조정하는 송전 전력 제어의 개인을 크게 하는 등 하여, 굵은 선으로 나타내어져 있는 바와 같이 동작점을 추이하게 하고 있다.

[0071] 상기의 동작점 P0은, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 목표 전력 P_{sr} 을 실현하는 동작점이기는 하지만, 동작점 P0은, 송전부(240)(송전 장치(10))와의 수전부(310)(수전 장치(20))와의 사이의 전력 전송 효율의 관점에서는, 반드시 적절한 동작점이라고는 할 수 없다. 즉, 인버터(220)가 동작점 P0에서 동작하도록 인버터(220)의 구동 주파수를 조정하면(변화시키면), 송전부(240)로부터 수전부(310)로 전송되는 전력의 주파수가 변화하고, 그 결과, 송전부(240)와 수전부(310) 사이의 전력 전송 효율이 저하될 가능성이 있다.

[0072] 그래서, 이 실시 형태 1에 따른 송전 장치(10)에서는, 송전 전력 제어에 의해 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)와 수전부(310) 사이의 전력 전송 효율을 향상 가능한 동작점의 탐색이 행해진다. 이하에서, 이 동작점의 탐색에 대하여 설명한다.

[0073] 도 7은 송전부(240)로부터 수전부(310)로의 전력 전송 효율을 설명하기 위한 등가 회로도이다. 도 7을 참조하여, 송전부(240)에 있어서, 코일(242)의 인덕턴스는 L1이고, 캐패시터(244)의 캐패시턴스는 C1인 것으로 한다. 저항 성분(246)은, 코일(242)의 권선 저항을 나타내고, 그 저항값은 r1인 것으로 한다. 또한, 이 등가 회로도에서는, 송전 장치(10)의 필터 회로(230)(도 1)는 생략되어 있다.

[0074] 한편, 수전부(310)에 있어서, 코일(312)의 인덕턴스는 L2이고, 캐패시터(314)의 캐패시턴스는 C2인 것으로 한다. 저항 성분(316)은, 코일(312)의 권선 저항을 나타내고, 그 저항값은 r2인 것으로 한다. 부하(390)는, 수전 장치(20)에 있어서, 필터 회로(320)(도 1) 이후의 회로를 통괄적으로 나타낸 것이며, 그 저항값을 R이라고 한다.

[0075] 코일(242, 312) 사이의 전력 전송 효율 η 은, 이들의 회로 정수를 이용하여 다음 식과 같이 나타낼 수 있다.

[0076]
$$\eta = R / \{R + r_2 + r_1(| I_1 | / | I_2 |)^2\} \cdots (1)$$
 여기서, I1은 송전부(240)에 흐르는 전류를 나타내고, I2는 수전부(310)에 흐르는 전류를 나타낸다. 수전 전력이 일정하면 전류 I2는 대략 일정하게 되므로, 전력 전송 효율 η 은, 전류 I1의 2제곱에 반비례한다는 것을 식 (1)로부터 알 수 있다.

[0077] 그래서, 이 실시 형태 1에 따른 송전 장치(10)에 있어서는, 송전 전력 제어에 의해 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I1이 저하되도록 인버터(220)의 동작점을 탐색하는 것으로 한 것이다. 구체적으로는, 송전 전력 제어의 개인을 높이는 등 하여 송전 전력 P_s 의 목표 전력 P_{sr} 로의 추종성을 높이면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서 전류 I1이 저하되도록 턴온 전류의 목표값 I_{tr} (음의 값)이 변경된다(즉, 인버터(220)의 구동 주파수가 조정된다.). 이에 의해, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)와 수전부(310) 사이의 전력 전송 효율 η 을 높일 수 있다.

[0078] 바람직하게는, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 전류 I1이 최소가 되도록 인버터(220)의 동작점이 탐색된다. 구체적으로는, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서 전류 I1이 최소가 되도록 턴온 전류의 목표값 I_{tr} (음의 값)이 변경된다. 이에 의해, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 전력 전송 효율 η 을 최대한 높일 수 있다. 또, 여기서 「최소」란, 금지대 S(도 6)를 초과하지 않는 범위에서의 전류 I1의 최소를 의미한다.

[0079] 도 8은 도 1에 나타난 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 인버터(220)의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우 차트이다. 또한, 이 플로우 차트에 나타내어지는 처리는, 소정 시간마다 또는 소정 조건의 성립시에 메인 루틴으로부터 호출되어 실행된다.

[0080] 도 8을 참조하여, 전원 ECU(250)는, 송전 장치(10)로부터 수전 장치(20)로의 송전의 개시 지시가 있었는지 여부를 판정한다(단계 S10). 이 송전 개시 지시는, 송전 장치(10) 또는 수전 장치(20)에 있어서 이용자에 의한 지시에 기초하는 것이어도 되고, 타이머 등에 의한 충전 개시 시각의 도래에 따라 발생하게 해도 된다. 송전 개시 지시가 없는 때에는(단계 S10에 있어서 NO), 전원 ECU(250)는, 이후의 일련의 처리를 실행하지 않고 단계 S100으로 처리를 이행한다.

- [0081] 단계 S10에 있어서 송전 개시 지시가 있었던 것이라고 판정되면(단계 S10에 있어서 YES), 전원 ECU(250)는, 송전 전력 P_s 의 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 I_t 의 목표값 I_{tr} (초기값)을 설정한다(단계 S20). 또한, 목표 전력 P_{sr} 은, 상술한 바와 같이 수전 장치(20)의 수전 상황에 기초하여 생성되는 바, 송전이 개시되어 있지 않은 이 시점에서는, 미리 정해진 초기값으로 설정된다. 턴온 전류 목표값 I_{tr} 의 초기값에는, 예를 들면, 0이 설정된다.
- [0082] 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)이 설정되면, 전원 ECU(250)는, 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어를 실행한다(단계 S30). 또한, 송전 전력 제어의 실행에 따라 송전 장치(10)로부터 수전 장치(20)로의 송전이 개시되면, 수전 장치(20)의 수전 상황에 따라서 목표 전력 P_{sr} 이 수정되고, 수전 장치(20)에 있어서 수전 전력이 목표값에 가까워지면, 목표 전력 P_{sr} 도 안정된다. 이 때의 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)이, 도 6에 나타난 동작점 P0에 상당한다.
- [0083] 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어가 개시되면, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 동작점이 초기 동작점(도 6의 동작점 P0)에 도달하였는지 여부를 판정한다(단계 S40). 그리고, 인버터(220)의 동작점이 초기 동작점에 도달하였다고 판정되면(단계 S40에 있어서 YES), 전원 ECU(250)는, 송전 전력 제어(듀티 조정)의 게인을 그 때까지의 디폴트 값(통상값)보다 크게 한다(단계 S50). 이에 의해, 송전 전력 제어의 목표값 추종성이 높아지고, 이하의 단계 S60~S80에 있어서 실행되는 동작점 탐색 처리에 있어서, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서 동작점 탐색을 행할 수 있다.
- [0084] 이어서, 전원 ECU(250)는, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 의 검출값을 전류 센서(274)(도 1)로부터 취득한다(단계 S60). 그리고, 전원 ECU(250)는, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 의 크기가 저하되는 방향으로 인버터(220)의 동작점을 변경한다(단계 S70). 구체적으로는, 단계 S50에 있어서 송전 전력 제어의 게인을 크게 함으로써 송전 전력의 목표값 추종성을 높인 후, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 의 크기가 저하되도록 턴온 전류 제어의 목표값 I_{tr} 을 변경한다.
- [0085] 계속해서, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 동작점의 탐색이 완료되었는지 여부를 판정한다(단계 S80). 이 탐색 완료는, 여러 가지 관점에서 판정할 수 있다. 예를 들면, 전류 I_1 의 최소값이 발견되거나, 전류 I_1 의 저하율이 소정값보다 작아지거나, 턴온 전류 목표값 I_{tr} 이 소정의 하한값에 도달한 경우 등에, 동작점의 탐색이 완료된 것이라고 판정할 수 있다.
- [0086] 단계 S80에 있어서 동작점의 탐색은 아직 완료되어 있지 않다고 판정되면(단계 S80에 있어서 NO), 전원 ECU(250)는, 단계 S60으로 처리를 리턴한다. 그리고, 단계 S80에 있어서 동작점의 탐색이 완료된 것이라고 판정되면(단계 S80에 있어서 YES), 전원 ECU(250)는, 단계 S50에 있어서 변경한 송전 전력 제어의 게인을 디폴트 값(통상값)으로 복귀한다(단계 S90).
- [0087] 이상과 같이, 이 실시 형태 1에 있어서는, 송전 전력 제어에 의해 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 이 저하되도록 턴온 전류 제어의 목표값 I_{tr} 이 변경된다. 이에 의해, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 송전부(240)와 수전부(310) 사이의 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0088] 또, 상기에 있어서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 이 최소가 되도록 턴온 전류 제어의 목표값 I_{tr} 을 변경함으로써, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 송전부(240)와 수전부(310) 사이의 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0089] [실시 형태 2] 상술한 바와 같이, 인버터(220)의 턴온 전류는, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 제어되고, 기본적으로는 0 이하의 소정값으로 제어된다. 여기서, 송전 전력이 일정 아래에서는, 턴온 전류가 상기의 소정값(예를 들면, 0)이 되는 인버터(220)의 동작점(구동 주파수)은, 실제로는 2점 존재한다(상세하게는 후술). 이 실시 형태 2에서는, 이 2개의 동작점 중, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 이 작아지는 쪽의 동작점을, 인버터(220)의 기동 처리 실행시에 있어서의 초기 동작점(구동 주파수의 초기 조정점)으로 한다.
- [0090] 도 9는 송전 전력이 일정 아래에서의, 턴온 전류와 인버터(220)의 구동 주파수와와의 관계를 나타낸 도면이다. 도 9를 참조하여, 가로축은 인버터(220)의 구동 주파수를 나타내고, 세로축은 턴온 전류를 나타낸다. 선 k1은, 송전 전력을 일정하게 한 경우에, 인버터(220)의 구동 주파수를 변화시켰을 때의 턴온 전류를 나타낸다. 일례로서, 턴온 전류가 0(리커버리 전류가 발생하지 않는 값)으로 제어되는 경우, 턴온 전류를 0으로 하는 인버터

(220)의 구동 주파수에는, f_a 와 f_b 의 2점이 존재한다.

- [0091] 도 10은 송전 전력이 일정 아래에서의, 송전부(240)에 흐르는 전류 I1과 인버터(220)의 구동 주파수와와의 관계를 나타낸 도면이다. 도 10을 참조하여, 가로축은 인버터(220)의 구동 주파수를 나타내고, 세로축은 송전부(240)에 흐르는 전류 I1의 크기를 나타낸다. 선 k2는, 도 9과 동(同) 조건하에서 인버터(220)의 구동 주파수를 변화시켰을 때의 전류 I1의 크기(예를 들면, 전류 I1의 실효값)를 나타낸다. 도 9에서 설명한 바와 같이, 주파수 f_a , f_b 는, 어떤 일정한 송전 전력 아래에서 턴온 전류가 0이 되는 주파수이지만, 주파수가 f_a 인 때의 전류 I1의 크기와, 주파수가 f_b 인 때의 전류 I1의 크기는 다르다. 이 도 10에서 나타나는 예에서는, 인버터(220)의 구동 주파수가 f_a 인 때의 전류 I1의 크기(I_{a1})는, 구동 주파수가 f_b 인 때의 전류 I1의 크기(I_{b1})보다 작다.
- [0092] 그래서, 이 실시 형태 2에 따른 송전 장치(10)에서는, 턴온 전류가 임계값(금지대 S의 경계) 이하의 소정값(예를 들면, 0)이 되는 주파수가 2점 존재하는 경우에, 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에, 상기 2개의 주파수 중 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 주파수(상기의 예에서는 주파수 f_a)를, 턴온 전류 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 하는 것으로 한 것이다.
- [0093] 또한, 턴온 전류 제어는, 도 5에서 설명한 바와 같이, 턴온 전류 목표값 I_{tr} 과 턴온 전류 I_t 의 편차에 기초하여 인버터(220)의 구동 주파수 지령값을 생성하는 것으로 하고 있다. 그래서, 예를 들면, 인버터(220)의 기동 처리의 실행시는, 턴온 전류 제어에 의한 구동 주파수 지령값을 상기의 주파수 f_a 로 함으로써, 인버터(220)의 구동 주파수를 초기 조정값 f_a 로 조정할 수 있다.
- [0094] 도 11은 송전 전력 P_s 및 턴온 전류 I_t 의 등고선의 일례를 나타낸 도면이다. 도 11을 참조하여, 이 도 11은, 실시 형태 1에 있어서 설명한 도 6에 대응하는 것이다. 도 6에 있어서도 설명한 선 IL1은, 턴온 전류가 0이 되는 등고선이지만, 그것과 동일한 값의 턴온 전류의 등고선은, 실제로는, 선 IL2로 나타내어지는 바와 같이, 금지대 S를 사이에 둔 반대측의 영역에 1개 더 존재한다(도 6에서는 도시 및 설명을 생략).
- [0095] 그리고, 송전 전력 P_s 의 등고선을 나타낸 선 PL1과 선 IL1의 교점에 의해서 규정되는 동작점 P_a 가, 도 9, 10에서 설명한 주파수 f_a 의 동작점에 상당하고, 선 PL1과 선 IL2의 교점에 의해서 규정되는 동작점 P_b 가, 도 9, 10에서 설명한 주파수 f_b 의 동작점에 상당한다.
- [0096] 송전 전력 P_s 를 실현하면서 턴온 전류를 소정의 목표값(예를 들면, 0)으로 제어하는 것이라면, 인버터(220)의 동작점의 초기 목표값으로서 동작점 P_a , P_b 의 어느 쪽이나 선택할 수 있는 바, 이 실시 형태 2에서는, 동작점 P_a , P_b 중 송전부(240)에 흐르는 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 동작점 P_a (구동 주파수 f_a)가 인버터(220)의 동작점의 초기 목표값으로서 선택된다. 즉, 이 실시 형태 2에서는, 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에, 인버터(220)의 구동 주파수 f_a , f_b 중 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 주파수 f_a 가 인버터(220)의 구동 주파수의 초기 조정값이 된다. 그리고, 그 동작점 P_a (주파수 f_a)를 기점으로 하여, 송전부(240)에 흐르는 전류 I1의 크기가 저하되도록 턴온 전류 제어의 목표값 I_{tr} 이 변경된다.
- [0097] 도 12는 실시 형태 2에 있어서의 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 인버터(220)의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다. 또한, 이 플로우차트에 나타내어지는 처리도, 소정 시간마다 또는 소정 조건의 성립시에 메인 루틴으로부터 호출되어 실행된다.
- [0098] 도 12를 참조하여, 이 플로우차트는, 도 8에 나타낸 실시 형태 1에 있어서의 플로우차트에 있어서, 단계 S22를 더 포함한다. 즉, 단계 S20에 있어서 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)이 설정되면, 전원 ECU(250)는, 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)을 실현하는 2개의 구동 주파수(예를 들면, 도 9, 10의 주파수 f_a , f_b) 중, 송전부(240)에 흐르는 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 주파수(예를 들면, 도 9, 10의 주파수 f_a)를 선택한다. 그리고, 전원 ECU(250)는, 그 선택된 주파수를, 턴온 전류 제어에 의한 주파수의 초기 조정값으로 한다(단계 S22).
- [0099] 그 후, 단계 S30에 있어서 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어가 실행되고, 초기 동작점의 탐색이 행해진다. 구체적으로는, 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)을 실현하는 2개의 구동 주파수(f_a , f_b) 중 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 주파수(f_a)로서, 송전 전력 P_s 가 목표 전력 P_{sr} 이 되는 동작점(도 11의 동작점 P_a)을 향하여, 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어가 실행된다.
- [0100] 또한, 단계 S30 이후의 각 처리에 대해서는, 도 8에서 설명한 바와 같다. 이상과 같이, 이 실시 형태 2에 있어서는, 인버터(220)의 기동 처리의 실행시에, 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)을 실현하는 2개의 구동 주파수 중 송전부(240)에 흐르는 전류 I1의 크기가 작아지는 쪽의 주파수로 인버터(220)의 구동 주파수가 조정된다. 그리고, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 전류 I1의 크기가 저하되

도록 턴은 전류의 목표값 I_{tr} 이 변경된다. 이에 의해, 인버터(220)의 기동 후에, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 을 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 이 실시 형태 2에 의하면, 인버터(220)의 기동 후, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.

- [0101] [변형례] 상기의 각 실시 형태 1, 2에서는, 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전부(240)에 흐르는 전류 I_1 의 크기가 저하되도록 동작점을 변경(턴온 전류 목표값을 변경)하는 것으로 하였지만, 전류 I_1 대신에 인버터(220)의 출력 전류 I_o 를 이용해도 된다. 즉, 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터(220)의 출력 전류 I_o 의 크기가 저하되도록 동작점을 변경(턴온 전류 목표값을 변경)하도록 해도 된다.
- [0102] 도 13은 실시 형태 1의 변형례에 있어서의 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 인버터(220)의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다. 또한, 이 플로우차트에 나타내어지는 처리도, 소정 시간마다 또는 소정 조건의 성립시에 메인 루틴으로부터 호출되어 실행된다.
- [0103] 도 13을 참조하여, 이 플로우차트는, 도 8에 나타난 플로우차트에 있어서, 단계 S60, S70 대신에 단계 S65, S75를 포함한다. 즉, 단계 S50에 있어서 송전 전력 제어(듀티 조정)의 게인이 크게 되면, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)의 출력 전류 I_o 의 검출값을 전류 센서(272)(도 1)로부터 취득한다(단계 S65).
- [0104] 그리고, 전원 ECU(250)는, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 출력 전류 I_o 의 크기가 저하되는 방향으로 인버터(220)의 동작점을 변경한다(단계 S75). 구체적으로는, 단계 S50에 있어서 송전 전력 제어의 게인을 크게 함으로써 송전 전력의 목표값 추종성을 높인 후, 전원 ECU(250)는, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 인버터(220)의 출력 전류 I_o 의 크기가 저하되도록 턴온 전류 제어의 목표값 I_{tr} 을 변경한다.
- [0105] 그 후, 단계 S80으로 처리가 이행되고, 인버터(220)의 동작점의 탐색이 완료되었는지 여부가 판정된다. 또한, 단계 S80 이후의 각 처리에 대해서는, 도 8에서 설명한 바와 같다.
- [0106] 도 14는 실시 형태 2의 변형례에 있어서의 전원 ECU(250)에 의해 실행되는 인버터(220)의 동작점 탐색 처리를 설명하기 위한 플로우차트이다. 또한, 이 플로우차트에 나타내어지는 처리도, 소정 시간마다 또는 소정 조건의 성립시에 메인 루틴으로부터 호출되어 실행된다.
- [0107] 도 14를 참조하여, 이 플로우차트는, 도 12에 나타난 플로우차트에 있어서, 단계 S22, S60, S70 대신에 단계 S24, S65, S75를 포함한다. 즉, 단계 S20에 있어서 목표 전력 P_{sr} 및 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)이 설정되면, 전원 ECU(250)는, 턴온 전류 목표값 I_{tr} (초기값)을 실현하는 2개의 구동 주파수 중, 인버터(220)의 출력 전류 I_o 의 크기가 작아지는 쪽의 주파수를 선택한다. 그리고, 전원 ECU(250)는, 그 선택된 주파수를, 턴온 전류 제어에 의한 주파수의 초기 조정값으로 한다(단계 S24).
- [0108] 그 후, 단계 S30에 있어서 송전 전력 제어 및 턴온 전류 제어가 실행되고, 초기 동작점의 탐색이 행해진다.
- [0109] 또, 단계 S50에 있어서 송전 전력 제어(듀티 조정)의 게인이 크게 되면, 단계 S65에 있어서, 인버터(220)의 출력 전류 I_o 가 검출된다. 그리고, 단계 S75에 있어서, 송전 전력 P_s 를 목표 전력 P_{sr} 로 제어하면서, 인버터(220)에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 출력 전류 I_o 의 크기가 저하되는 방향으로 인버터(220)의 동작점이 변경된다. 또한, 단계 S30 이후의 각 처리에 대해서는, 도 13에서 설명한 바와 같다.
- [0110] 이상과 같이, 실시 형태 1의 변형례에 의해서도, 실시 형태 1과 동일한 작용 효과가 얻어진다. 또, 실시 형태 2의 변형례에 의해서도, 실시 형태 2와 동일한 작용 효과가 얻어진다.
- [0111] 또한, 상기에 있어서, 전원 ECU(250)는, 본 발명에 있어서의 「전자 제어 장치」의 일 실시예에 대응한다. 또, 송전 전력 제어는, 본 발명에 있어서의 「제 1 제어」에 대응하고, 턴온 전류 제어는, 본 발명에 있어서의 「제 2 제어」에 대응한다.
- [0112] 금회에 개시된 각 실시 형태는, 적당히 조합하여 실시하는 것도 예정되어 있다. 그리고, 금회에 개시된 실시 형태는, 모든 점에서 예시이며 제한적인 것은 아니라고 생각되어야 한다. 본 발명의 범위는, 상기한 실시 형태의 설명이 아니라 특허 청구 범위에 의해서 나타내어지고, 특허 청구 범위와 균등한 의미 및 범위 내에서의 모든 변경이 포함되는 것이 의도된다.
- [0113] 본 발명에 의하면, 비접촉 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을

송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타낸 턴온 전류를 목표값으로 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 목표값은, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정된다. 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.

- [0114] 송전부와 수전 장치 사이의 전력 전송 효율은, 송전 전력이 일정 아래에서는, 송전부에 흐르는 전류의 2제곱에 반비례한다. 그래서, 본 발명에 있어서는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값이 변경된다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0115] 바람직하게는, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 최소가 되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0116] 이와 같은 구성으로 함으로써, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0117] 바람직하게는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 임계값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 전자 제어 장치는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 송전부에 흐르는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 한다.
- [0118] 본 발명에 있어서는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 구동 주파수가 상기의 초기 조정값으로 조정된다. 그리고, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값이 변경된다. 이에 의해, 인버터의 기동 후에, 송전부에 흐르는 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.
- [0119] 또, 본 발명에 의하면, 비접촉 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타낸 턴온 전류를 목표값으로 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 목표값은, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정된다. 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터의 출력 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0120] 상술한 바와 같이, 송전부와 수전 장치 사이의 전력 전송 효율은, 송전 전력이 일정 아래에서는, 송전부에 흐르는 전류의 2제곱에 반비례한다. 그래서, 본 발명에 있어서는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류와 상관이 강한 인버터 출력 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값이 변경된다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0121] 바람직하게는, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터 출력 전류가 최소가 되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0122] 이와 같은 구성으로 함으로써, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0123] 바람직하게는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 임계값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 전자 제어 장치는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 인버터 출력 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 한다.
- [0124] 본 발명에 있어서는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 구동 주파수가 상기의 초기 조정값으로 조정된다. 그리고

고, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터의 출력 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값이 변경된다. 이에 의해, 인버터의 기동 후에, 인버터의 출력 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.

- [0125] 또, 본 발명에 의하면, 전력 전송 시스템은 송전 장치와 수전 장치를 구비한다. 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타낸 턴온 전류를 목표값으로 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 목표값은, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정된다. 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0126] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0127] 바람직하게는, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 송전부에 흐르는 전류가 최소가 되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0128] 이와 같은 구성으로 함으로써, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0129] 바람직하게는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 임계값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 전자 제어 장치는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 송전부에 흐르는 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 한다.
- [0130] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터의 기동 후에, 송전부에 흐르는 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 신속하게 높일 수 있다.
- [0131] 또, 본 발명에 의하면, 전력 전송 시스템은 송전 장치와 수전 장치를 구비한다. 송전 장치는, 송전부와, 전압형의 인버터와, 인버터를 제어하는 전자 제어 장치를 구비한다. 송전부는, 수전 장치로 비접촉으로 송전하도록 구성된다. 인버터는, 구동 주파수에 따른 송전 전력을 송전부로 공급한다. 전자 제어 장치는 제 1 제어와 제 2 제어를 실행한다. 제 1 제어는, 인버터의 출력 전압의 듀티(duty)를 조정함으로써 송전 전력을 목표 전력으로 제어하는 것이다(송전 전력 제어). 제 2 제어는, 인버터의 구동 주파수를 조정함으로써, 출력 전압의 상승시에 있어서의 인버터의 출력 전류를 나타낸 턴온 전류를 목표값으로 제어하는 것이다(턴온 전류 제어). 목표값은, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로 설정된다. 그리고, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터의 출력 전류가 저하되도록 턴온 전류의 목표값을 변경한다.
- [0132] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 높일 수 있다.
- [0133] 바람직하게는, 전자 제어 장치는, 제 1 제어에 의해 송전 전력을 목표 전력으로 제어하면서, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에 있어서, 인버터 출력 전류가 최소가 되도록 목표값을 변경한다.
- [0134] 이와 같은 구성으로 함으로써, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 최대한 높일 수 있다.
- [0135] 바람직하게는, 송전 전력이 일정 아래에서, 턴온 전류가 임계값 이하의 소정값이 되는 구동 주파수가 2점 존재하는 경우에, 전자 제어 장치는, 인버터의 기동 처리의 실행시에, 그 2개의 구동 주파수 중 인버터 출력 전류의 크기가 작아지는 쪽의 구동 주파수를, 제 2 제어에 있어서의 구동 주파수의 초기 조정값으로 한다.
- [0136] 이와 같은 구성으로 함으로써, 인버터의 기동 후에, 인버터의 출력 전류를 신속하게 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면, 인버터의 기동 후, 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서 전력 전송 효율을 신속

하게 높일 수 있다.

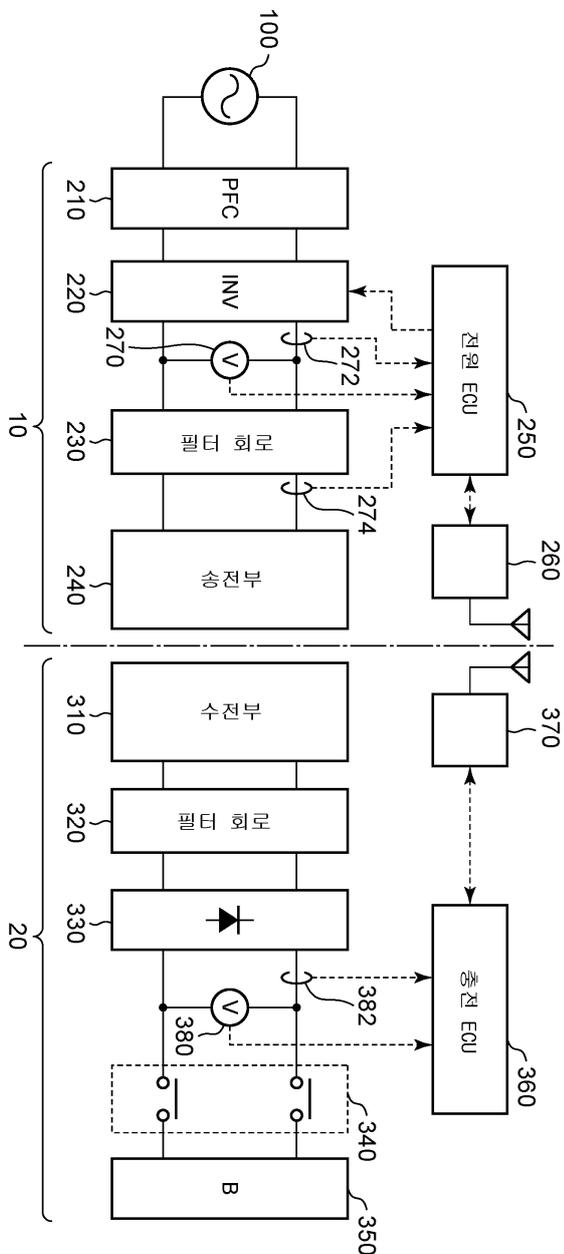
[0137] 또한, 상기의 각 발명에 있어서, 인버터의 환류 다이오드에 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위로서, 턴온 전류의 목표값은, 예를 들면, 0 이하의 소정값으로 설정된다.

[0138] 본 발명에 의하면, 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 비접촉 송전 장치에 있어서, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 수전 장치로의 전력 전송 효율을 높일 수 있다.

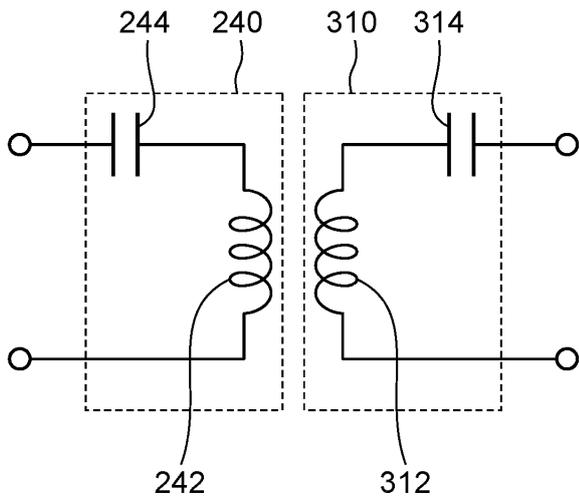
[0139] 또, 본 발명에 의하면, 송전 장치로부터 수전 장치로 비접촉으로 송전하는 전력 전송 시스템에 있어서, 인버터에 있어서 리커버리 전류가 발생하지 않는 범위에서, 송전 장치와 수전 장치 사이의 전력 전송 효율을 높일 수 있다.

도면

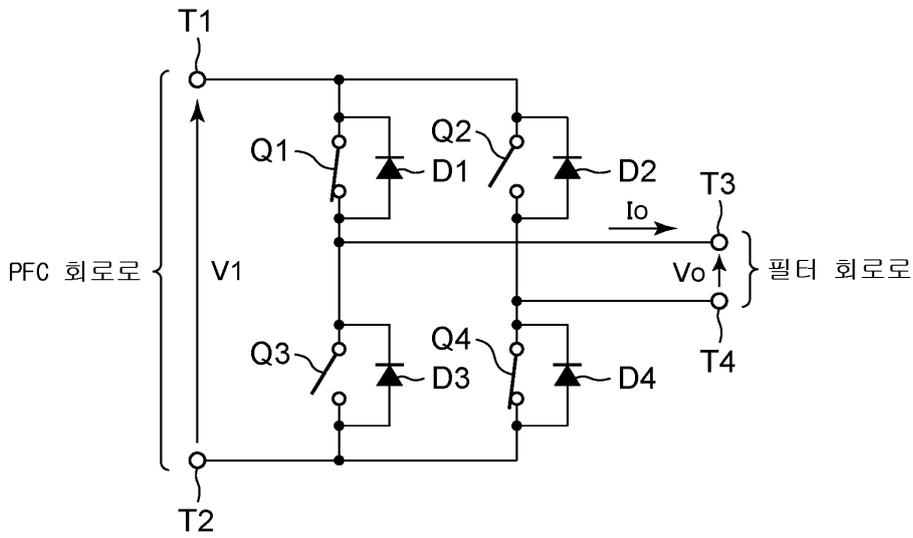
도면1



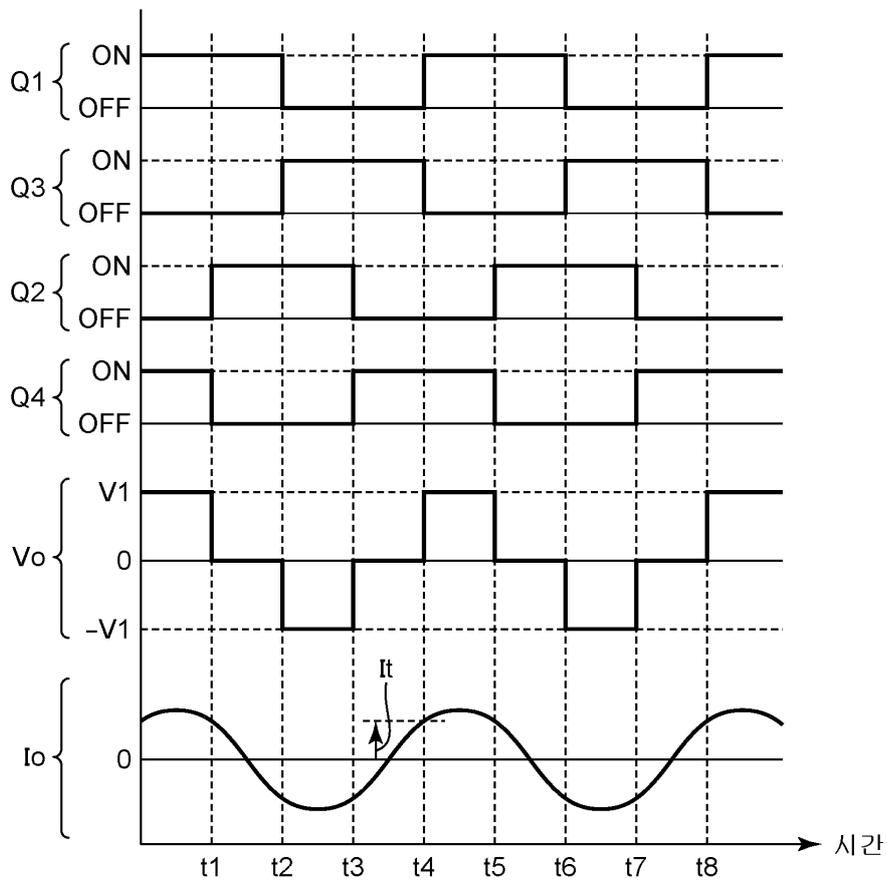
도면2



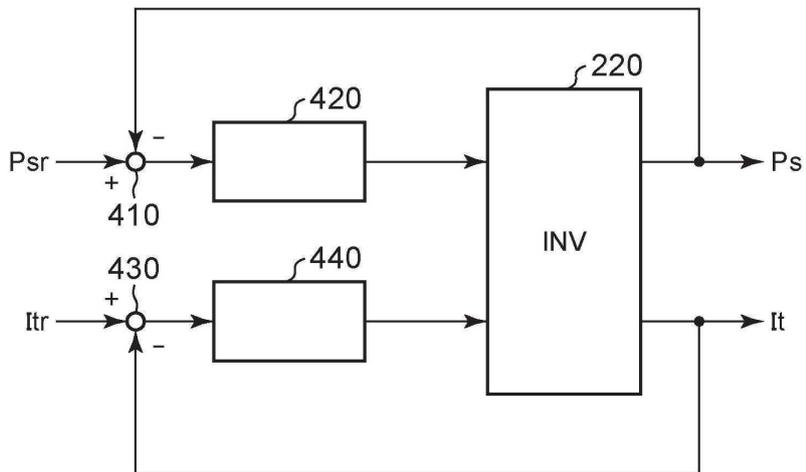
도면3



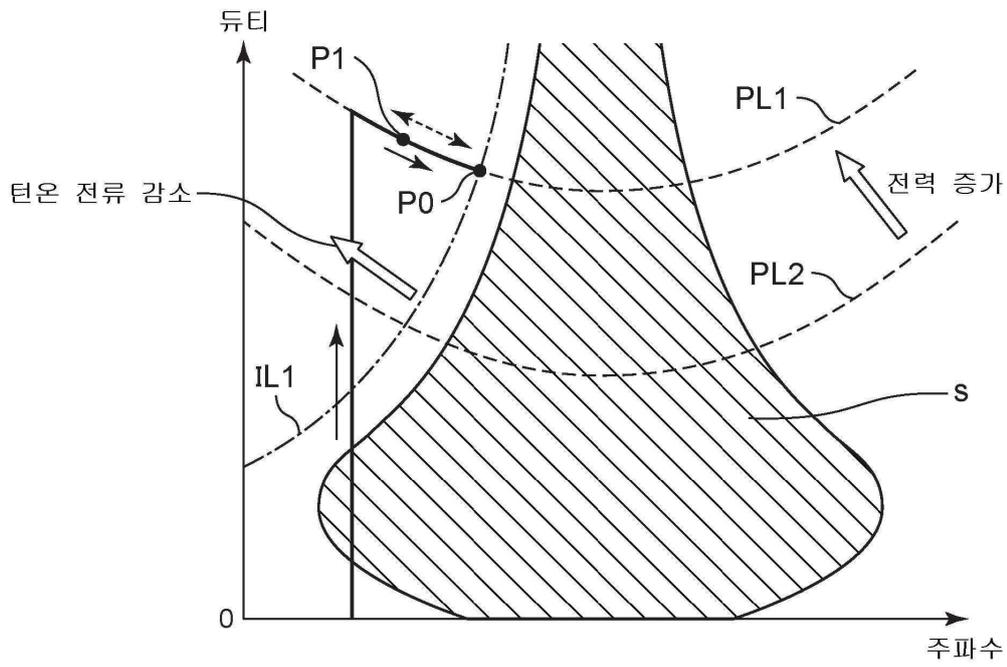
도면4



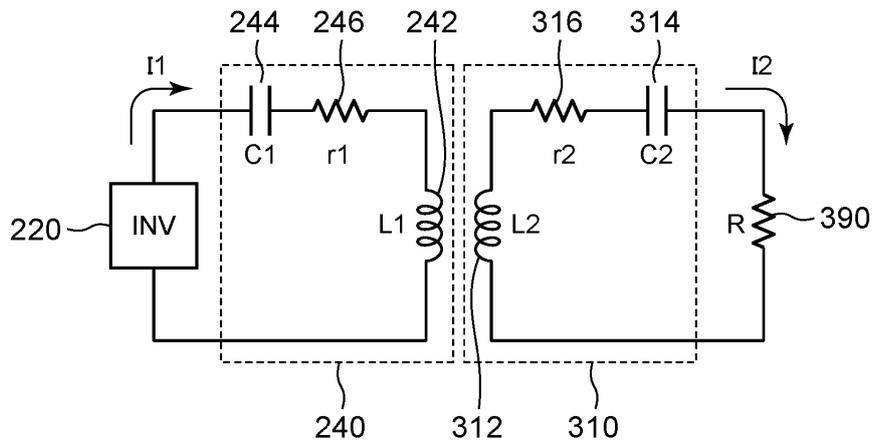
도면5



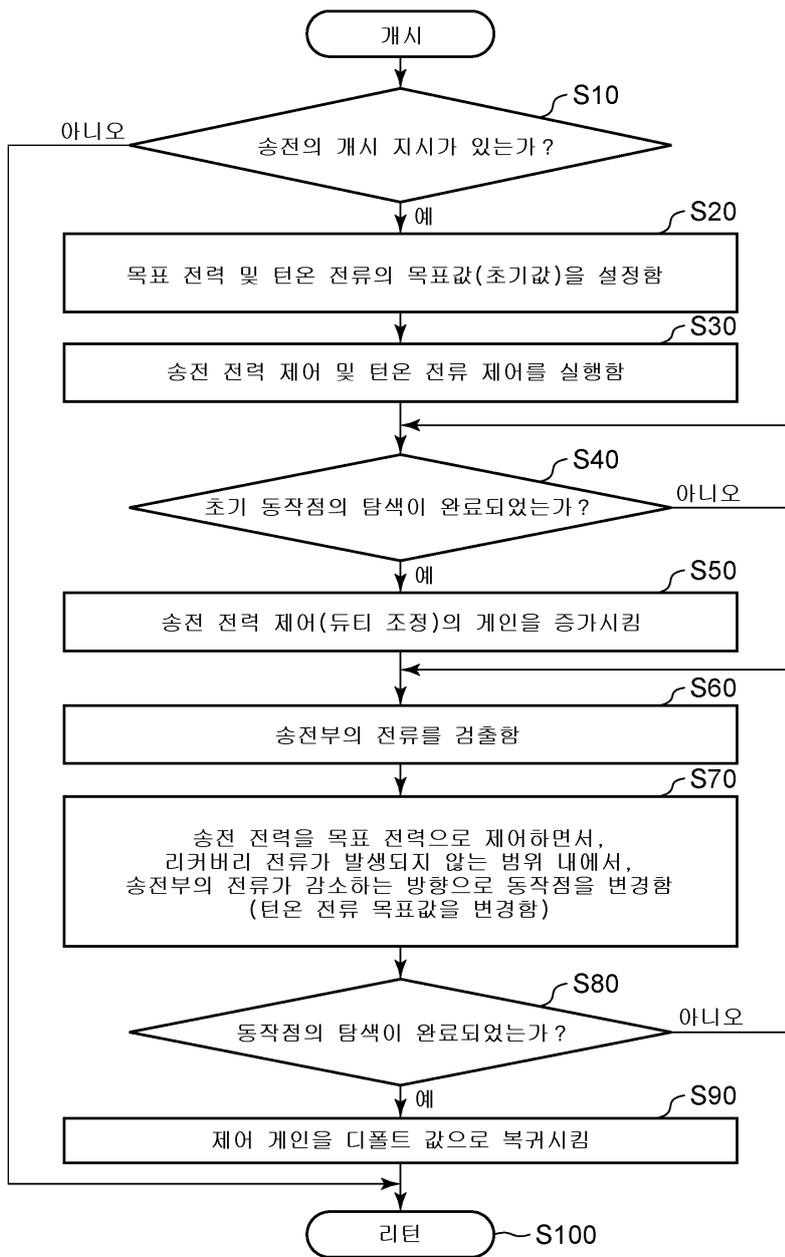
도면6



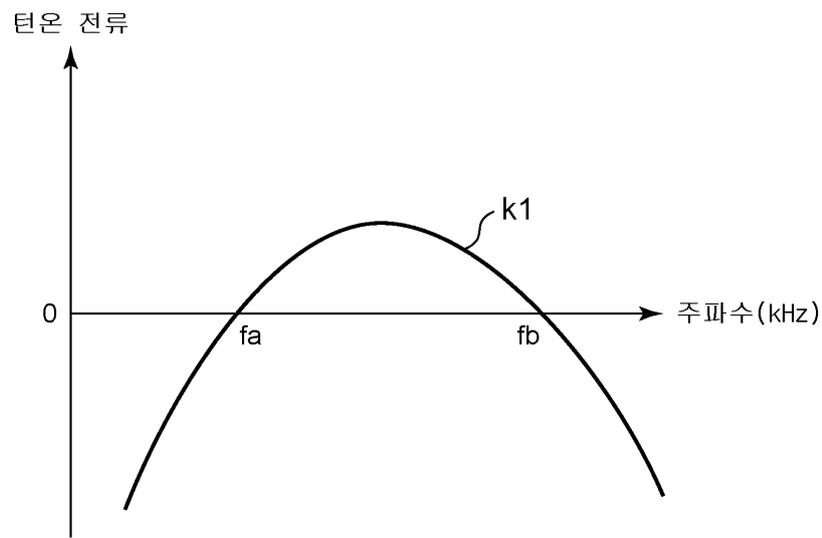
도면7



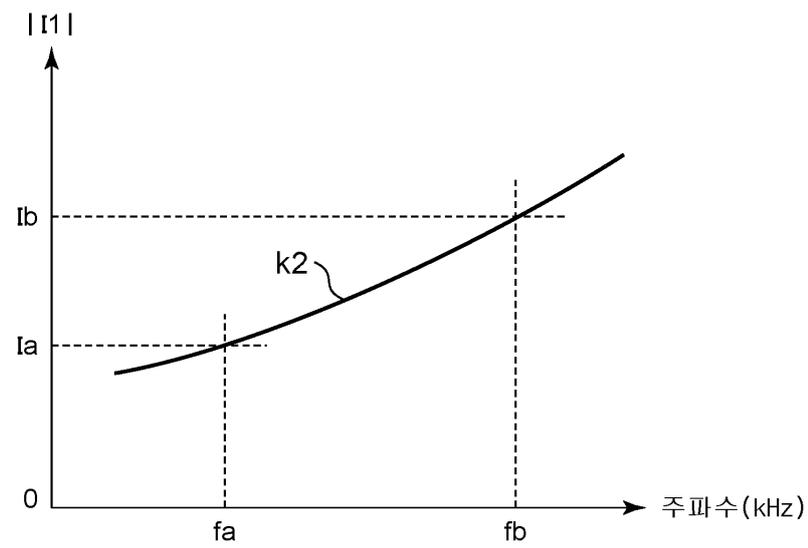
도면8



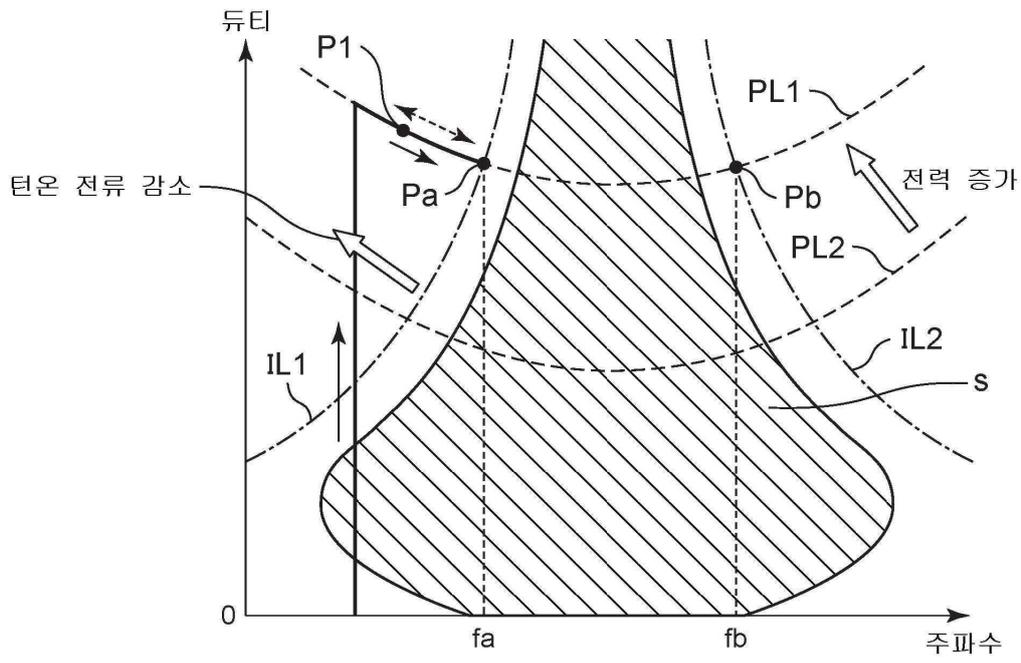
도면9



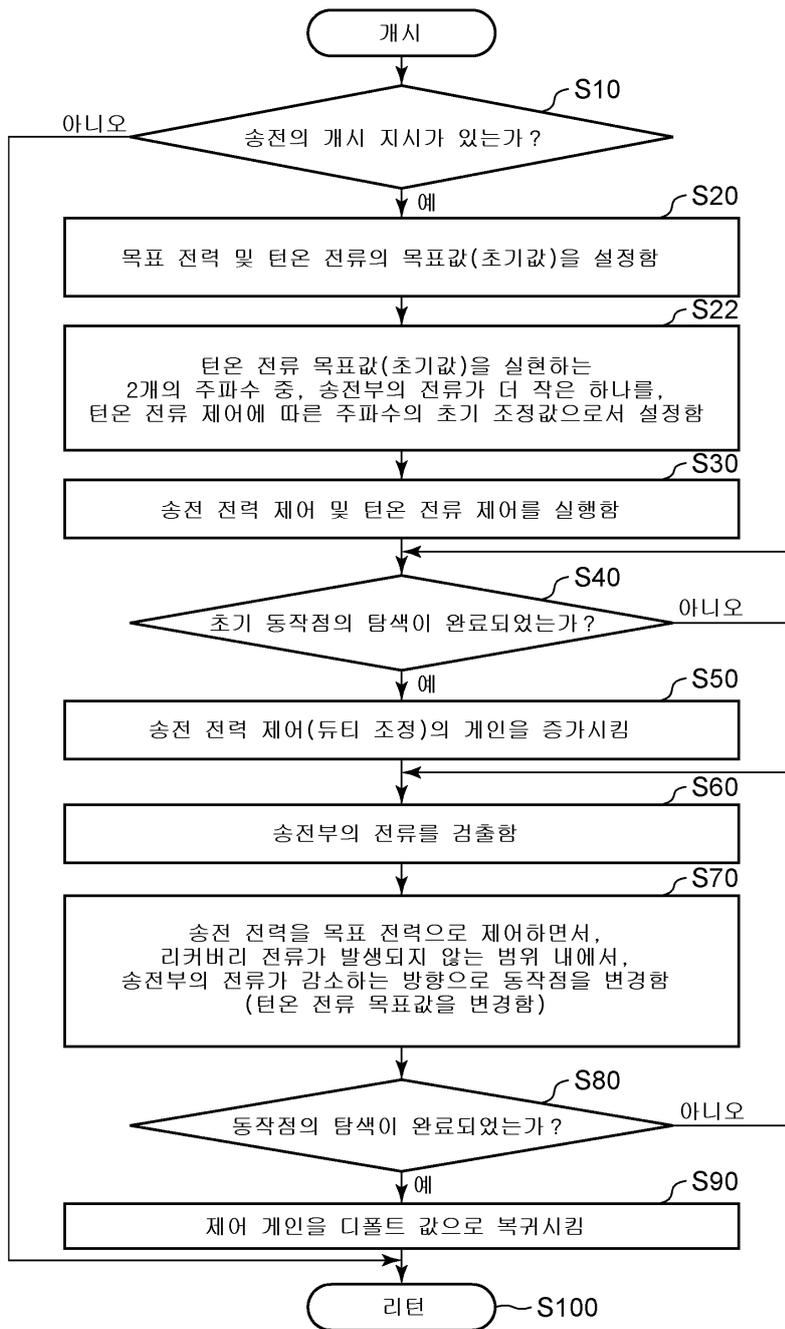
도면10



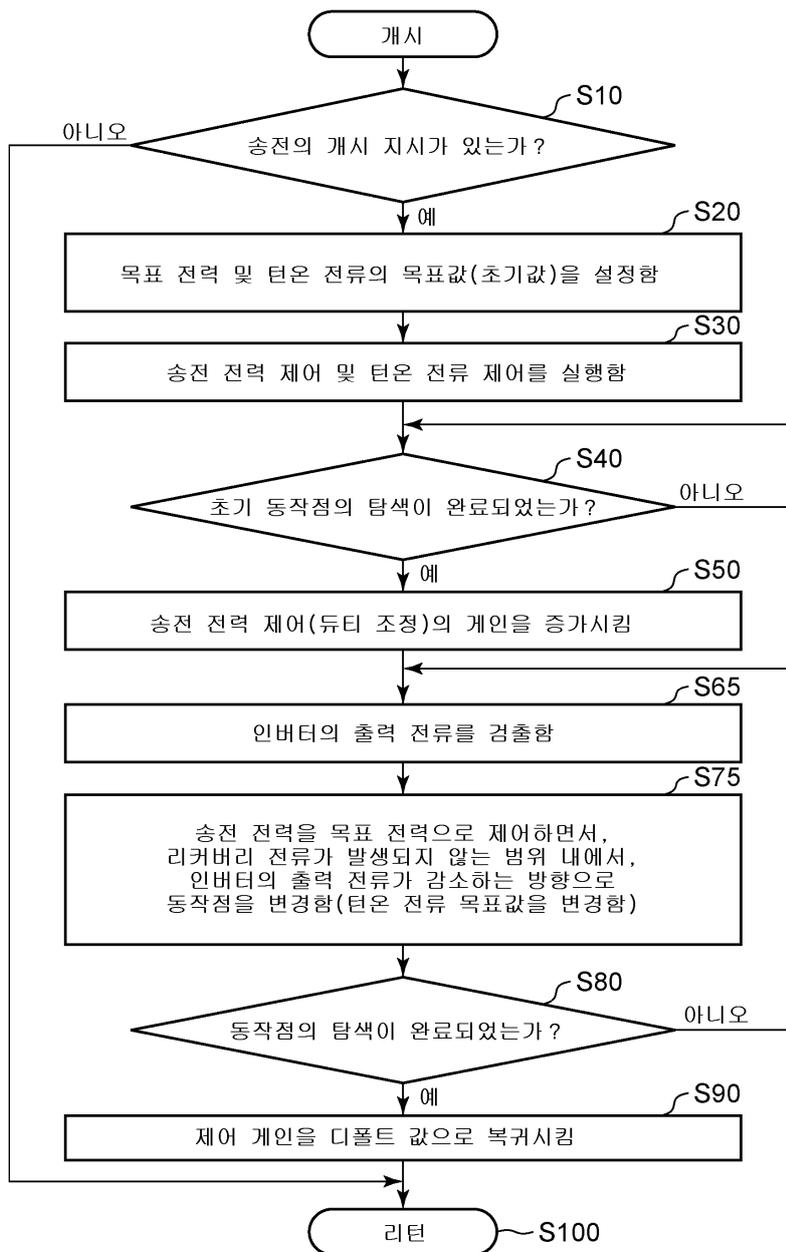
도면11



도면12



도면13



도면14

