



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월05일
(11) 등록번호 10-1457487
(24) 등록일자 2014년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F03D 7/00 (2006.01) H02J 3/00 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0069003
(22) 출원일자 2013년06월17일
심사청구일자 2013년06월17일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110045331 A*
JP03422954 B2
KR101116498 B1
KR1020120077865 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
김영석
경기 부천시 원미구 중동로280번길 63, 609동 1101호 (중동, 중흥마을아파트)
이준민
서울 광진구 능동로34길 98, 401호 (능동)
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
이원희

전체 청구항 수 : 총 10 항

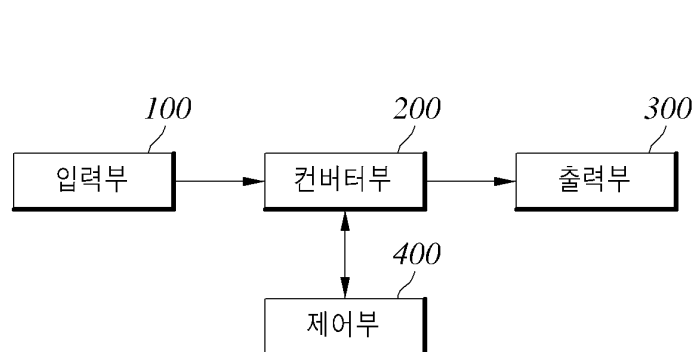
심사관 : 방승훈

(54) 발명의 명칭 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치 및 방법

(57) 요약

스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치 및 방법이 개시된다. 3상 교류 전류를 수신하는 다이오드 정류기, 다이오드 정류기의 양단과 연결된 스위치, 에노드가 스위치의 일단과 연결된 다이오드 및 일단이 다이오드의 캐소드와 연결되고 타단이 스위치의 타단과 연결된 커패시터를 포함하는 컨버터부 및 영구자석 동기 발전기의 현재 전력과 영구자석 동기 발전기의 이전 전력에 대한 차이값을 기초로 스위치의 듀티비를 조절하는 제어부를 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

허성덕

인천 남구 인하로 100, 하이테크 628호 전력전자연구실 (용현동, 인하대학교)

나재두

서울 서대문구 홍연길 96, 3층 (연희동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA-2013-H0301-13-1010

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 IT융합 고급인력과정 지원사업

연구과제명 고성능 LED 조명모듈 핵심기술

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2011.06.01 ~ 2014.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

3상 교류 전류를 수신하는 다이오드 정류기, 상기 다이오드 정류기의 양단과 연결된 스위치, 에노드가 상기 스위치의 일단과 연결된 다이오드 및 일단이 상기 다이오드의 캐소드와 연결되고 타단이 상기 스위치의 타단과 연결된 커패시터를 포함하는 컨버터부; 및

영구자석 동기 발전기의 현재 전력과 상기 영구자석 동기 발전기의 이전 전력에 대한 차이값을 기초로 상기 스위치의 듀티비를 조절하는 제어부를 포함하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 영구자석 동기 발전기의 인덕터에서 생성되는 동기 임피던스는 전압 부스트 역할을 포함하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 컨버터부는 직류를 교류로 변환해주고 삼상 인버터 제어를 하는 계통측 컨버터를 더 포함하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 듀티비에 따라 출력된 전류 및 전압의 측정값을 기초로 상기 영구자석 동기 발전기의 전력을 산출하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 설정된 초기 듀티비 또는 이전 듀티비에 가중치를 증가시키거나 감소시켜서 상기 듀티비를 조절하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하며, 상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼며, 상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 8

제 5항 내지 제 7항 중 어느 하나 항에 있어서,

상기 가중치는 일정한 값 또는 가변하는 값인 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 제어부는 듀티비를 가변하면서 터빈의 특성 곡선 및 미분 연쇄법칙을 기초로 상기 특성 곡선의 최대 전력 점인 극대점을 추종하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치.

청구항 10

영구자석 동기 발전기의 현재 전력과 상기 영구자석 동기 발전기의 이전 전력에 대한 차이값을 산출하는 단계; 및

상기 산출된 차이값을 기초로 스위치의 듀티비를 조절하는 단계를 포함하고,

상기 듀티비를 조절하는 단계는,

상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하며, 상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼며,

상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼며, 상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하는 것을 특징으로 하는 스위치모드 정류기 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전방법.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 최대 전력점 추종(Maximum Power Point Tracking, MPPT)을 이용한 소형풍력발전장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 스위치모드 정류기(Switch-mode Rectifier, SMR) 및 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 결합한 소형풍력발전장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

풍력은 자연상태의 무공해 에너지원으로서 대체 에너지원 중 가장 경제성이 높은 에너지원이다. 풍력발전시스템은 다양한 형태의 풍차를 이용하여 바람 에너지를 기계적 에너지로 변화하고, 이 기계적 에너지로 발전기를 구동하여 전력을 얻어내는 발전 시스템을 말한다

- [0003] 이러한 풍력발전시스템은 무한정의 청정에너지인 바람을 동력원으로 하므로 기존의 화석연료나 우라늄 등을 이용한 발전방식과 달리 발열에 의한 열공해나 대기오염 그리고 방사능 누출 등과 같은 문제가 없는 무공해 발전 방식이다. 이에 따라 풍력 발전은 현재 가장 유력한 대체 에너지원으로 인정받고 있으며, 이러한 풍력발전시스템은 구조나 설치가 간단하고 운영 및 관리가 용이하여 무인화 및 자동운전이 가능하기 때문에 전 세계적으로 그 활용이 증가하고 있는 추세에 있다.
- [0004] 중/대용량 풍력발전시스템의 종류는 윈드터빈(Wind Turbine)의 발전용량보다 작은 용량의 컨버터가 채용된 이중 여자 유도 발전기(Doubly fed induction machine)와, 윈드터빈의 발전용량과 동일한 용량의 컨버터가 채용된 영구자석형 동기발전기(Permanent Magnet Synchronous Generator, PMSG)로 구분되며, 이들 모두 가변속 운전방식(variable rotor speed type)을 채택하고 있다.
- [0005] 종래 최대전력을 제어하는 방법으로 현재의 풍속정보로부터 터빈의 회전속도가 최적이 되도록 제어하는 방법, 터빈의 특성곡선을 기반으로 하여 출력전력 및 회전속도의 변동으로부터 터빈의 회전속도를 제어하는 방법, 터빈특성곡선을 바탕으로 실제 풍력발전시스템을 구동하여 터빈의 회전속도에 대한 출력지령을 룩업(look up) 테이블로 생성하여 제어하는 방법 등이 있다.
- [0006] 하지만 종래 최대전력을 제어하는 방법은 현재의 풍속정보 및 터빈의 회전속도를 측정해야 하므로 비용적인 측면이나 유지보수를 하는데 있어서 어려움이 있는 문제점들이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2010-0132696호(2010. 12. 20.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 적용하여 풍속 정보 및 발전기의 회전속도 정보가 없이 풍력 발전을 하는데 목적이 있다.
- [0008] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 센서리스를 통하여 비용절감 및 유지 보수가 용이하게 하는데 목적이 있다.
- [0009] 본 발명이 이루고자 하는 또 다른 기술적 과제는 기존의 부스트 컨버터시스템에서 수동소자인 인덕터 및 커패시터를 제거하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 3상 교류 전류를 수신하는 다이오드 정류기, 상기 다이오드 정류기의 양단과 연결된 스위치, 에노드가 상기 스위치의 일단과 연결된 다이오드 및 일단이 상기 다이오드의 캐소드와 연결되고 타단이 상기 스위치의 타단과 연결된 커패시터를 포함하는 컨버터부 및 영구자석 동기 발전기의 현재 전력과 상기 영구자석 동기 발전기의 이전 전력에 대한 차이값을 기초로 상기 스위치의 듀티비를 조절하는 제어부를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 영구자석 동기 발전기의 인덕터에서 생성되는 동기 임피던스는 전압 부스팅 역할을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 컨버터부는 직류를 교류로 변환해주고 삼상 인버터 제어를 하는 계통측 컨버터를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 제어부는 상기 듀티비에 따라 출력된 전류 및 전압의 측정값을 기초로 상기 영구자석 동기 발전기의 전력을 산출할 수 있다.
- [0014] 상기 제어부는 설정된 초기 듀티비 또는 이전 듀티비에 가중치를 증가시키거나 감소시켜서 상기 듀티비를 조절할 수 있다.

- [0015] 상기 제어부는 상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하며, 상기 차이값이 양수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 뺄 수 있다.
- [0016] 상기 제어부는 상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼며, 상기 차이값이 음수이고, 상기 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 함을 할 수 있다.
- [0017] 상기 가중치는 일정한 값 또는 가변하는 값일 수 있다.
- [0018] 상기 제어부는 듀티비를 가변하면서 터빈의 특성 곡선 및 미분 연쇄법칙을 기초로 상기 특성 곡선의 최대 전력 점인 극대점을 추종할 수 있다.
- [0019] 영구자석 동기 발전기의 현재 전력과 상기 영구자석 동기 발전기의 이전 전력에 대한 차이값을 산출하는 단계 및 상기 산출된 차이값을 기초로 스위치의 듀티비를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에 따르면, 센서리스 최대 전력점 추종 제어를 적용하여 풍속 정보 및 발전기의 회전속도 정보가 없이 풍력 발전을 할 수 있다.
- [0021] 또한 센서리스를 통하여 비용절감 및 유지 보수가 용이하게 할 수 있다.
- [0022] 또한 기존의 부스트 컨버터에서 수동소자인 인덕터 및 커패시터를 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소형풍력발전장치를 도시한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 소형풍력발전장치를 도시한 회로도이다.
- 도 3은 도 2의 영구자석 동기 발전기를 도시한 회로도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부의 제어를 도시한 예시도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서리스 최대 전력점 추종 방법을 도시한 순서도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 삼상 인버터의 제어를 도시한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명할 수 있다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조 부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 할 수 있다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 당업자에게 자명하거나 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략할 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 소형풍력발전장치를 도시한 블록도이다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 소형풍력발전장치(1)는 스위치모드 정류기의 스위치에 대한 듀티비(duty ratio)에 따라 산출된 전력을 비교하여 최대 전력점을 추종할 수 있다. 즉, 소형풍력발전장치(1)는 풍속 및 발전기의 회전속도를 측정하는 센서가 필요하지 않을 수 있다. 소형풍력발전장치(1)는 센서가 없기 때문에 비용 절감이 가능하고 유지보수가 용의할 수 있다. 소형풍력발전장치(1)는 입력부(100), 컨버터부(200), 출력부(300) 및 제어부(400)을 포함할 수 있다.
- [0027] 입력부(100)는 바람의 운동 에너지를 기계적 에너지로 변환할 수 있다. 입력부(100)는 변환된 기계적 에너지를 전기 에너지로 변환할 수 있다. 입력부(100)는 블레이드 및 영구자석 동기 발전기를 포함할 수 있다.
- [0028] 컨버터부(200)는 입력부(100)으로부터 생성된 전기 에너지는 교류이기 때문에 직류로 변환시킬 수 있고 다시 직

류를 교류로 변환시킬 수 있다.

- [0029] 컨버터부(200)는 3상 교류 전류를 수신하는 다이오드 정류기, 상기 다이오드 정류기의 양단과 연결된 스위치, 에노드가 상기 스위치의 일단과 연결된 다이오드 및 일단이 상기 다이오드의 캐소드와 연결되고 타단이 상기 스위치의 타단과 연결된 커패시터를 포함할 수 있다.
- [0030] 컨버터부(200)는 스위치의 듀티비에 따라 전력을 출력할 수 있다. 컨버터부(200)는 회전측과 전력변환 장치의 계통을 연결을 할 수 있다. 컨버터부(200)는 삼상 인버터를 포함할 수 있다. 컨버터부(200)는 전류제어를 이용하여 최대의 유효전력을 얻을 수 있다.
- [0031] 출력부(300)는 인덕터의 필터 및 계통을 포함할 수 있다.
- [0032] 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력에 대한 차이값을 기초로 스위치의 듀티비를 조절할 수 있다. 현재 전력은 현재 듀티비에 따라 출력된 전류 및 전압의 측정값을 기초로 산출된 전력일 수 있다. 또한 이전 전력은 현재 전력의 이전 단계의 듀티비에 따라 출력된 전류 및 전압의 측정값을 기초로 산출된 전력일 수 있다.
- [0033] 제어부(400)는 컨버터부(200)의 스위치에 대한 듀티비에 대한 지령치를 부여할 수 있다. 상기 듀티비는 설정된 초기 듀티비에 가중치를 더하거나 뺀 듀티비일 수 있다. 제어부(400)는 컨버터부(200)에서 출력하는 전류 및 전압을 기초로 전력을 산출할 수 있다. 제어부(400)는 상기 산출된 전력을 비교하여 최대 전력점을 추종할 수 있다. 제어부(400)는 추종된 최대 전력점을 산출하여 소형풍력발전장치(1)가 최대 전력을 출력할 수 있게 할 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 소형풍력발전장치를 도시한 회로도이다.
- [0035] 도 2를 참조하면, 소형풍력발전장치(1)는 블레이드(Blade)(110) 및 영구자석 동기 발전기(Permanent Magnet synchronous Motor, PMG)(120)를 포함할 수 있다. 소형풍력발전장치(1)는 인덕터 및 커패시터가 제거된 스위치 모드 정류기(Switched-mode Rectifier, SMR)(210)와 계통측 컨버터(Grid Side Converter)(230)를 포함할 수 있다. 소형풍력발전장치(1)는 인덕터(310, 320, 330) 및 그리드(Grid)(340)을 포함할 수 있다.
- [0036] 입력부(100)는 바람이 가진 운동 에너지를 이용하여 전기 에너지로 변환할 수 있다. 입력부(100)는 블레이드(110) 및 영구자석 동기 발전기(120)을 포함할 수 있다.
- [0037] 블레이드(110)는 바람의 운동 에너지를 기계적 에너지로 변환할 수 있다. 상기 기계적 에너지는 회전력일 수 있다. 블레이드(110)는 불어오는 바람을 효과적으로 받을 수 있다. 또한 블레이드(110)는 최고 효율을 낼 수 있는 날개의 수 및 날개 각도 등을 역학적으로 산출하여 설계될 수 있다.
- [0038] 영구자석 동기 발전기(120)는 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환할 수 있다. 상기 전기적 에너지는 교류일 수 있다. 영구자석 동기 발전기(120)는 3상 교류 전류를 생성할 수 있다. 영구자석 동기 발전기(120)는 영구자석을 사용한 동기 발전기이다. 영구자석 동기 발전기(120)는 회전속도(revolution per minute, RPM)에 의해 발생하는 교류의 주파수를 결정할 수 있다.
- [0039] 컨버터부(200)는 교류를 직류로 변환하고 직류를 교류로 변환할 수 있다. 또한 컨버터부(200)는 스위치모드 정류기(210), 커패시터(220) 및 계통측 컨버터(Grid Side Converter)(230)를 포함할 수 있다. 스위치모드 정류기(210)는 다이오드 정류기(211), 스위치(212) 및 다이오드(213)를 포함할 수 있다.
- [0040] 컨버터부(200)는 영구자석 동기 발전기(120)의 3상 교류 전류를 수신하는 다이오드 정류기(211)를 포함할 수 있다. 컨버터부(200)는 다이오드 정류기(211)의 양단과 연결된 스위치(212)를 포함할 수 있다. 컨버터부(200)는 에노드가 스위치(212)의 일단과 연결된 다이오드(213) 및 일단이 다이오드(213)의 캐소드와 연결되고 타단이 스위치(212)의 타단과 연결된 커패시터를 포함할 수 있다. 컨버터부(200)는 직류를 교류로 변환해주고 삼상 인버터 제어를 하는 계통측 컨버터(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0041] 스위치모드 정류기(210)는 인덕터 및 커패시터를 제거된 부스트 컨버터일 수 있다. 스위치모드 정류기(210)는 인덕터 및 커패시터를 제거하여 비용절감을 할 수 있다. 또한 스위치모드 정류기(210)는 인덕터 및 커패시터를 제거하여 부피를 줄일 수 있다.
- [0042] 다이오드 정류기(211)는 입력부(100)에서 출력된 교류를 직류로 변환할 수 있다. 하지만 다이오드 정류기(211)의 내장되어 있는 스위치는 제어를 할 수 없고 다이오드 특성에 따라 자동으로 제어가 된다.

- [0043] 스위치(212)는 제어부(400)으로부터 지령치를 부여받아서 온오프될 수 있다. 따라서, 소형풍력발전장치(1)는 스위치(212)의 듀티비에 따라 전력의 출력을 제어할 수 있다.
- [0044] 다이오드(213)는 다이오드 정류기(211)에서 출력된 전류를 정류시켜줄 수 있다.
- [0045] 커패시터(220)는 평활용 커패시터로써 임시로 전기 에너지를 저장할 수 있다.
- [0046] 계통측 컨버터(230)는 회전자측 컨버터(machine Side Converter)와 전력변환 장치의 계통연계를 담당할 수 있다. 계통측 컨버터(230)는 직류를 교류로 변환할 수 있다. 또한 계통측 컨버터(230)는 전류제어를 이용하여 최대의 유효전력을 얻을 수 있다.
- [0047] 출력부(300)는 인덕터(310, 320, 330) 및 그리드(340)를 포함할 수 있다.
- [0048] 인덕터(310, 320, 330)는 계통으로 들어가는 전류를 필터링을 할 수 있다. 그리드(340)는 삼상 전력계통에 연결할 수 있다.
- [0049] 도 3은 도 2의 영구자석 동기 발전기를 도시한 회로도이다.
- [0050] 도 3을 참조하면, 영구자석 동기 발전기(120)는 삼상 전압원 및 삼상 인덕터(121, 122, 123)를 연결한 회로로 등가화 할 수 있다.
- [0051] 소형풍력발전장치(1)는 기존의 부스트 컨버터 시스템에서 수동소자인 인덕터 및 커패시터를 제거한 회로를 사용할 수 있다. 상기 인덕터는 전압 부스팅 역할을 수행할 수 있다. 소형풍력발전장치(1)는 영구자석 동기 발전기(120)의 삼상인덕터(121, 122, 123)가 상기 인덕터 및 상기 커패시터를 대체할 수 있다.
- [0052] 영구자석 동기 발전기(120)는 등가화를 하면 인덕터(121, 122, 123)를 포함할 수 있다. 인덕터(121, 122, 123)는 블레이드(110)에서 입력받은 에너지에 전압 부스팅 역할을 수행할 수 있다. 또한 인덕터(121, 122, 123)는 동기 임피던스가 생성될 수 있다. 따라서, 영구자석 동기 발전기(120)의 동기 임피던스는 부스트 효과를 생성할 수 있다.
- [0053] 인덕터(121, 122, 123)는 스위치(212)의 온오프에 의해 에너지를 저장 및 공급을 할 수 있다. 인덕터(121, 122, 123)는 스위치(212)가 스위치온(switch-on)이 된 경우에는 인덕터(121, 122, 123)에 인가되는 전류가 상승하여 에너지를 순간적으로 저장할 수 있다. 또한 인덕터(121, 122, 123)는 스위치(212)가 스위치오프(switch-off)가 된 경우에는 상기 인덕터에 저장된 에너지와 AC 입력 전원 에너지가 더해져서 에너지를 공급할 수 있다. 이를 통해 인덕터(121, 122, 123)는 부스트 효과를 수행할 수 있다. 또한 인덕터(121, 122, 123)에 해당되는 각각의 전압은 전압 방정식을 기초로 제어부(400)에서 산출할 수 있다.
- [0054] 따라서, 소형풍력발전장치(1)는 다이오드 정류기(210)와 스위치(212) 및 다이오드(213) 사이에서 부스트 효과를 내던 인덕터를 영구자석 동기 발전기(120)의 동기 임피던스로 대체할 수 있다. 이를 통해 소형풍력발전장치(1)는 비용절감을 할 수 있다. 또한 소형풍력발전장치(1)는 부품의 개수를 줄임으로써 부피를 줄일 수 있고, 유지보수가 용이할 수 있다.
- [0055] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부의 제어를 도시한 예시도이다.
- [0056] 도 4를 참조하면, 제어부(400)는 듀티비와 전력사이의 관계를 터빈의 특성곡선 및 미분 연쇄법칙을 기초로 추종할 수 있다.
- [0057] 제어부(400)는 미분 연쇄법칙을 이용하여 [수학식 1]과 같이 전력과 듀티비의 관계를 전력과 회전수의 관계로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\frac{dP}{dD} = -\frac{dP}{d\omega} = 0$$

[0058]

[0059] 여기서, P 는 전력을 나타내고, D 는 스위치(212)의 듀티비를 나타내며, ω 는 영구자석 동기 발전기(120)의 회전수를 나타낸다. 스위치(212)의 듀티비는 영구자석 동기 발전기(120)의 회전수와 역부호로 인가된 값일 수 있다.

[0060] 소형풍력발전장치(1)는 스위치(212)의 듀티비가 작아지면 영구자석 동기 발전기(120)의 회전수가 많아지고, 스위치(212)의 듀티비가 커지면 영구자석 동기 발전기(120)의 회전수가 적어진다.

[0061] 제어부(400)는 터빈의 특성곡선 및 [수학식 1]을 이용하여 듀티비 변화에 따른 전력곡선을 나타낼 수 있다. 최대 전력점은 상기 전력곡선의 극대점일 수 있다.

[0062] 도 4는 특정풍속에서 최대 전력점을 기준으로 저속영역에서 듀티비가 커지면 전력이 감소하고, 듀티비가 작아지면 전력이 증가하지만 고속영역에서 듀티비는 작아지면 전력이 감소하고 듀티비가 커지면 전력이 증가한다. 제어부(400)는 설정된 초기 듀티비 또는 이전 듀티비에 가중치를 증가시키거나 감소시켜서 상기 듀티비를 조절할 수 있다. 즉, 제어부(400)는 스위치(212)의 듀티비를 조절하면서 최대 전력점을 추종할 수 있다.

[0063] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서리스 최대 전력점 추종 방법을 도시한 순서도이다.

[0064] 도 5를 참조하면, 제어부(400)는 듀티비를 이용하여 최대 전력점을 추종할 수 있다.

[0065] 제어부(400)는 듀티비를 산출한다(S100). 제어부(400)는 가중치를 초기 듀티비 또는 이전 듀티비와 합하여 듀티비를 산출할 수 있다. 즉, 제어부(400)는 듀티비에 가중치를 합하여 듀티비를 증가시킬 수 있다.

[0066] 초기 듀티비는 회로 설계를 할 때 회로에 최적화된 듀티비로 설정될 수 있다. 상기 가중치는 단계를 나타내는 것으로 설정된 값일 수 있다. 가중치는 일정한 값 또는 가변하는 값일 수 있다. 제어부(400)는 설정된 듀티비와 가중치의 합 또는 차에 따라 듀티비를 조절할 수 있다.

[0067] 제어부(400)는 전력을 산출한다(S110). 제어부(400)는 상기 산출된 듀티비에 따라 출력된 전압 및 전류를 측정할 수 있다. 전압 및 전류는 각각 전압계 및 전류계로 측정할 수 있다. 따라서 제어부(400)는 측정된 전압과 측정된 전류를 곱하여 전력을 산출할 수 있다.

[0068] 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 양수인지 확인한다(S120). 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차를 비교하여 양수인지 확인을 할 수 있다. 만약 두 전력의 차이값이 양수이면, 현재 전력이 이전 전력보다 크다고 할 수 있기 때문에 제어부(400)는 단계 S100으로 단계를 이동할 수 있다. 만약 두 전력의 차이값이 음수이면, 현재 전력이 이전 전력보다 작다고 할 수 있기 때문에 제어부(400)는 단계 S130으로 단계를 이동할 수 있다.

[0069] 즉, 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 양수이고, 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 가중치를 합을 할 수 있다. 또한 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 음수이고, 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 가중치를 뺄 수 있다.

[0070] 제어부(400)는 듀티비를 산출한다(S130). 제어부(400)는 역부호가 인가된 가중치를 이전 듀티비와 합하여 듀티비를 산출할 수 있다.

[0071] 제어부(400)는 전력을 산출한다(S140). 제어부(400)는 상기 산출된 듀티비에 따른 전압 및 전류를 측정할 수 있다. 따라서 제어부(400)는 측정된 전압과 측정된 전류를 곱하여 전력을 산출할 수 있다.

[0072] 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 양수인지 확인한다(S150). 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차를 비교하여 양수인지 확인을 할 수 있다. 만약 두 전력의 차이값이 양수이면, 현재 전력이 이전 전력보다 크다고 할 수 있기 때문에 제어부(400)는 단계 S130으로 단계를 이동할 수 있다. 만약 두 전력의 차이값이 음수이면, 현재 전력이 이전 전력보다 작다고 할 수 있기 때문에 제어부(400)는 단계 S100으로 단계를 이동할 수 있다.

수 있다.

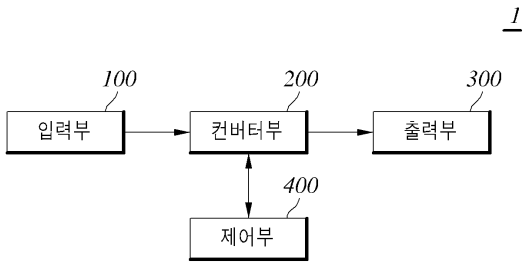
- [0073] 즉, 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 양수이고, 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 가중치를 뺄 수 있다. 또한 제어부(400)는 현재 전력과 이전 전력의 차이값이 음수이고, 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 가중치를 합을 할 수 있다.
- [0074] 따라서, 제어부(400)는 차이값이 양수이고, 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 더하며, 차이값이 양수이고, 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 뺄 수 있다.
- [0075] 제어부(400)는 차이값이 음수이고, 듀티비가 증가하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 빼며, 차이값이 음수이고, 듀티비가 감소하는 경향을 가지면 상기 듀티비에 가중치를 합을 할 수 있다.
- [0076] 제어부(400)는 상기 단계들을 구간 반복하여 최대 전력점을 추정할 수 있다.
- [0077] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 삼상 인버터의 제어를 도시한 예시도이다.
- [0078] 도 6을 참조하면, 컨버터부(200)는 전류제어를 이용하여 최대의 유효전력을 얻을 수 있다.
- [0079] 컨버터부(200)는 계통측 컨버터(230)로 삼상 인버터 제어를 할 수 있다. 계통측 컨버터(230)는 전압제어 및 직류(DC) 링크의 에너지 출입에 관한 이론으로부터 전압 방정식을 유도할 수 있다. 계통측 컨버터(230)는 유도된 전압 방정식에 대한 비례적분(Proportional Integral, PI) 제어기로 정전압 제어를 할 수 있다. 계통측 컨버터(230)는 전류제어-벡터 컨트롤 이론을 이용하여 회전 변환을 통해 전류제어를 할 수 있다. 또한 계통측 컨버터(230)는 전류제어 때문에 계통의 전압 및 전류가 같은 위상을 가지게 되어 최대 유효전력을 출력할 수 있다.
- [0080] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 범위 내에 있게 된다.

부호의 설명

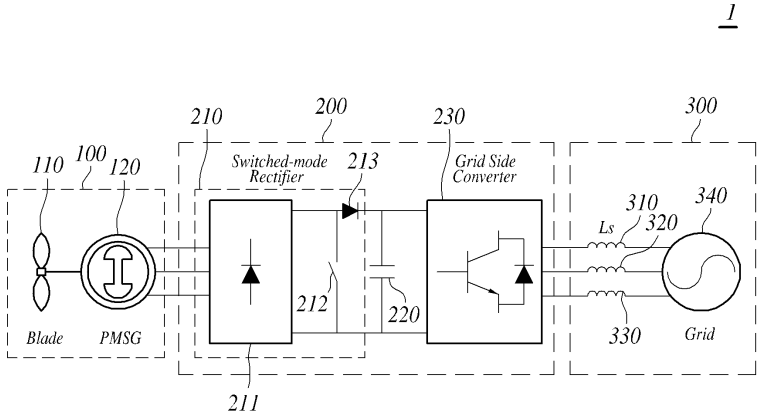
- | | | |
|--------|--------------------|------------------|
| [0081] | 1: 소형풍력발전장치 | 100: 입력부 |
| | 110: 블레이드 | 120: 영구자석 동기 발전기 |
| | 200: 컨버터부 | 210: 스위치모드 정류기 |
| | 211: 다이오드 정류기 | 212: 스위치 |
| | 213: 다이오드 | 220: 커패시터 |
| | 230: 계통측 컨버터 | 300: 출력부 |
| | 310, 320, 330: 인덕터 | 340: 그리드 |

도면

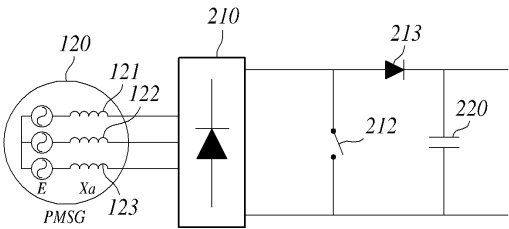
도면1



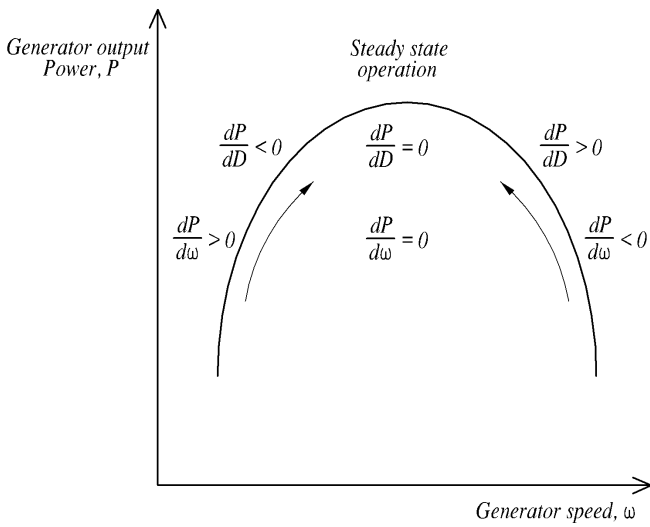
도면2



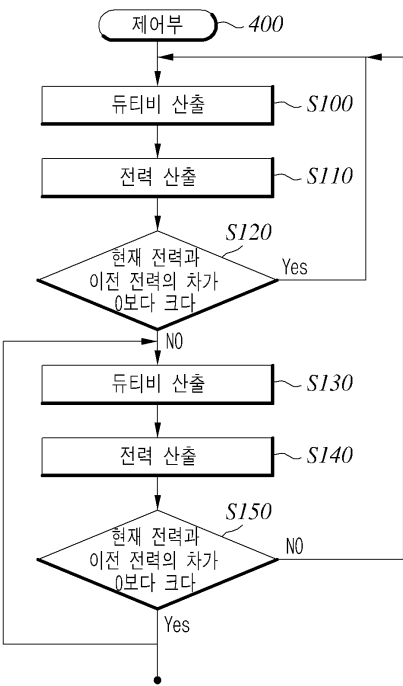
도면3



도면4



도면5



도면6

