

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

탄소저감 풍력발전기 제어방법 {Low CO2 Wind Power Generator Controlling Method}

【기술분야】

본 발명은 저탄소 전력 생산을 위한 신재생 에너지 풍력발전기의 과회전 제어 방법에 관한 것이다. 보다 상세히는, 탄소저감 및 탄소감축(Reducing CO2) 전력생산을 위한 풍력발전기의 제어(Controlling Wind Power Generator)를 위한 기술에 대한 것이다. 보다 상세히는 신재생에너지 생산 기술인 풍력발전기, 소형풍력발전기에 적용되어서 발전계통이 과회전되는 것을 방지하기 위한 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

지구온난화 및 기상이변의 원인이 되고 있는 이산화탄소 배출의 주범으로 인식이 되어 있는 화력발전소 등은 화석연료 등을 연소하여 전력생산을 한다. 각 국가 사회는 저탄소 기술을 실현하고자 노력하고 있으며 이 중 탄소저감을 실천하는 풍력발전소가 많이 설치되고 있다.

풍력발전기는 타워(30)(지지대)와, 블레이드(10)(날개)와, 변속장치 및 발전기(generator) 등을 포함하여 너셀로 하우징 되는 본체(20)의 세 부분으로 나누어 볼 수 있다. 블레이드(10)는 바람에 의해 회전되어 풍력 에너지를 기계적인 에너지로 변환시키는 장치이고, 본체(20)에서는 블레이드(10)에서 발생한 회전력이 중심 회전을 통해서 변속기어에 전달되어 발전기에서 요구되는 회전수로 높여서 발전기를 회전시킨다. 그리고 타워(30)는 풍력발전기를 소정의 높이에서 안정되게 지지하는 역할을 한다. 도 1을 참조한다.

그런데 바람의 속도가 강한 환경에서 풍력발전기의 블레이드(10)가 높은 속도로 회전하여 회전 부위(hub, shaft, rotor, gear, generator) 및 전력생산 관련 부품의 물리적인 손상이 발생할 수 있고 과도한 전기의 생산으로 인한 풍력발전기의 고장이 발생할 수 있는 바,

이에 대한 대응책으로 기계식 풍력발전 제동장치가 개시되어 이용되고 있다.

그런데 기계식 제동장치는 전방에서 부는 강풍에 의해 블레이드부가 후방으로 밀리면서 제동장치의 트리거가 작동하는 방식으로 작동이 되므로, 후면과 측면 등에서 부는 돌풍이나 강풍에 대해서는 원활한 제동이 되지 못하는 한계점이 있었다.

그리고 등록특허 제1361042호(2014.02.04)가 개시되어 있다. 그 내용은, 지주에 설치되는 수직축 풍력발전기에 있어서, 적어도 하나의 블레이드가 연결된 회전자와 회전자의 회전을 통해 전기를 발생시키는 고정자가 구비되는 발전기와, 회전자의 하부에 배치되는 판상의 도체 디스크와 지주에 고정설치되어 외부로부터 전류를 공급받아 자속을 만들어 주는 코일여자부가 구비되는 제동부와, 회전자의 회전속도를 검출하여 일여자부 측으로 전류의 공급을 제어하는 제어부로 구성되며, 제어부는 과풍속시 코일여자부를 자화시켜 도체 디스크에 와전류에 의한 제동토크를 발생시킴으로써 회전자가 정격속도 이내로 회전되도록 작동이 이루어진다. 그런데, 블레이드부의 회전속도를 검출하여 과풍속시 코일여자부에 전류를 공급하여 코일여자부에서 발생하는 와전류로 제동토크를 형성하는 단순한 구조이므로, 비정기적인 시간 간격으로 강풍이 부는 경우와 장시간의 강풍이 부는 경우에 계획적인 대응이 어렵고, 배터리에 축적된 전력량을 고려하지 않고 풍속에 따른 과풍속의 제동이 되므로 전력의 충전과 사용이 비효율적이게 되는 한계점이 있었다.

일반적으로 풍력발전기는, 도 1 예시에서, 지지대 타워(30)와 날개 블레이드(10)와 본체(20)(너셀)와 여기에 회전 가능하게 구성되는 허브(40)(로터) 부분으로 구성된다. 블레이드(10)는 바람에 의해 회전되어 풍력 에너지를 기계적인 에너지로 변환하는 장치이다.

본체(20)는 변속장치 및 발전기(generator) 등을 포함하여 너셀로 하우징 된다. 본체(20)에서는 블레이드(10)에서 발생한 회전력이 허브(40)중심 회전축을 통해서 변속기어에 전달되어 발전기에서 요구되는 회전수로 높여서 발전기를 회전시킨다. 본체에는 바람의 풍향, 풍속 정보를 감지, 측정하기 위한 너셀 라이다(50)(R Nacelle Lidar) 등이 장착될 수 있으며, 각 구성요소의 적절한 제어를 위한 제어부가 장착될 수 있다. 제어부를 통하여 브레이크시스템의 제동을 제어하고, 블레이드(10)의 피치각을 변경 제어할 수 있다. 그리고 타워(30)는 소정 높이의 고도에서 풍력발전기가 안정되게 작동하도록 지지하는 역할을 한다.

그런데 바람의 속도에 적절하게 대응하지 못하거나, 순간적인 돌풍이 많은 환경에서는, 풍력발전기의 블레이드(10)가 적절한 하중을 받지 못하여 회전 부위(Hub, Shaft, Rotor, Gear, Generator 등) 및 전력생산 관련 부품의 물리적인 손상이 발생할 수 있고, 과도한 전기의 생산으로 인한 풍력발전기 발전계통의 고장을 야기할 수 있다. 따라서 이에 대한 개선책이 제공되어 있다.

풍력발전기의 과회전 제어 방법은 브레이크시스템을 통한 제동방법과 피치시스템을 통한 과회전 방지방법으로 나눌 수 있으며, 이러한 제어는 본체에 구비되며 온라인 단말기를 포함하는 제어부 또는 유무선 온라인 원격제어를 통하여 이루어질 수 있다. 배터리를 사용하며 독립형 소형풍력발전시스템에 적용되는 브레이크시스템을 통한 제동방법은, 과풍속에 의한 기계적 장치 및 전력 계통에 과손을 포함한 손상 등이 발생하는 것을 방지하기 위하여 풍력발전기의 블레이드 회전에서 발전되는 정류전압(整流電壓)을 체크하고, 이를 토대로 일정 정류전압 이상에서는 과풍속으로 판단하여 제동함으로써 과회전을 방지하는 것이다.

관련하여서 소형 풍력발전기 과회전 방지방법에 관한 공개특허 제90941호(2022)가 제공되어 있다. 도 2의 예시에서, 풍력발전기의 제동개시전압 및 최대제동력을 설정하는 기준설정 단계와, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 체크하는 정류전압체크 단계 1과, 정류전압체크 단계 1에서 체크된 정류전압이 제동개시전압 이상이면 제동을 개시하는 제동개시 단계와, 제동개시 단계에서 제동을 개시한 시점부터 제동력을 단계적으로 증가하는 단계적제동 단계와, 단계적제동 단계 후 최대제동력을 지속적으로 가하는 지속적제동 단계를 포함한다.

풍력발전기 피치각 자동 보정장치와 관련해서는 도 5 실시예의 등록특허 제 1606141호가 개시되어 있다. 즉, 상기 블레이드의 운동과 관련된 신호를 생성하는 본체와, 상기 본체 상에 블레이드의 피치각 변동을 유발하도록 설치되는 피치 액츄에이터와, 상기 본체의 신호를 입력하여 블레이드의 피치각을 설계치에 부합하도록 조절하는 제어기를 포함하되, 상기 피치 액츄에이터는 블레이드의 피치각 변동을 위한 회동위치를 검출하는 엔코더를 구비한다. 상기 제어기는 특정 풍속에서 정격출력을 위한 피치각 요구값을 산출하는 피치제어부, 현재의 피치각을 검출하여 보정값을 산출하는 피치각보정부, 피치제어부와 피치각보정부의 값을 합산하여 피치 액츄에이

터에 출력을 인가하는 구동부를 구비한다. 상기 제어기는 풍속과 피치각 변동 데이터를 누적하여 통계적으로 처리하고 이를 기준으로 피치제어부의 피치각 요구값을 설정된 주기로 갱신하는 방법으로 제공된다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

등록특허 제1606141호(2016)

등록특허 제2036679호(2019)

등록특허 제2345365(2021)

공개특허 제90941호(2022)

등록특허 제2426858호(2022)

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

본 발명은 강풍이나 돌풍 등에 의한 풍력발전기 특히, 소형풍력발전기의 과회전을 더욱 적절하게 제동하여서, 관련 부품의 손상 및 파손을 방지하고, 원활한 풍력발전기의 운용을 유지하도록 하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 신재생 에너지 생산을 위한 풍력발전기는 자연풍에 의해 운행되는데, 자연풍은 돌풍이나 강풍을 수반하게 된다. 이는 발전계통의 무리한 운전으로 인한 관련 부품의 손상, 파손 및 내구성 감소를 가져오게 된다. 따라서 보다 효과적으로 풍력발전기의 과회전을 방지하여서 작동이 원활한 풍력발전기의 운용이 유지될 수 있도록 한다.

한편, 풍력발전기 과회전 방지를 위한 제동력의 단계적 증가 제동방법에 관한 등록특허 제2036679호(2019.10.21)와 관련된 예시가 도 2에 나타나 있는 바, 과회전 상태에서 제동 구간을 누진제동구간과 지속제동구간으로 나누고, 누진제동구간에서는 점차적으로 제동력을 높이는 과정을 상대적으로 짧은 시간 동안 가하고, 이후 지속제동구간에서는 제동력을 지속시키는 과정을 거치는 기술에 관한 것이다.

이러한 구성을 통하여, 제동력을 일시에 가하지 않고 누진제동구간과 지속제동구간으로 나누어서 가함으로써 효과적으로 제동할 수 있게 되어, 블레이드 과회전에 따른 발전 정류전압이 상승하여 풍력발전기의 제어부, 충전부, 회로부 등이 손상되는 문제를 해소하는 방법이다. 본 발명은 이를 토대로 보다 개선된

제동방법을 제공하고자 하는 것이다.

【과제의 해결 수단】

탄소저감에 기여하는 풍력발전기의 제어방법으로서,

풍력발전기의 제동개시전압 및 최대제동력을 설정하는 기준설정 단계;

블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 체크하는 정류전압체크 단계 1;

상기 정류전압체크 단계 1에서 체크된 정류전압이 상기 제동개시전압 이상이면, 제동을 개시하는 제동개시 단계;

상기 제동개시 단계에서 상기 제동을 개시한 시점부터 제동력을 단계적으로 증가하는 단계적제동 단계;

상기 단계적제동 단계 후 상기 최대제동력을 지속적으로 가하는 지속적제동 단계;를 포함하는 풍력발전기의 과회전제어 방법에 있어서,

상기 지속적제동 단계 후, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하는 정류전압체크 단계 2;를 더 포함하고,

상기 기준설정 단계에서는, 상기 정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 및 상기 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압에 부여하는 기준설정을 각각 다르게 설정하되,

정상적으로 풍력발전이 이루어질 수 있는 기준설정을 정상설정으로 정의하고, 상기 정상설정보다 낮은 크기의 기준설정을 민감설정으로 정의하고,

상기 정류전압체크 단계 2에 부여되는 제동개시전압을 상기 정상설정으로 설정하고,

상기 정류전압체크 단계 1에 부여되는 제동개시전압을 상기 민감설정으로 설정하여,

상기 민감설정이 부여된 상기 정류전압체크 단계 1에서, 블레이드의 과회전에 따른 정류전압의 급격한 증가를 보다 신속히 감지하여 다음 단계를 진행하고,

상기 정류전압체크 단계 2에서 체크된 정류전압이, 상기 제동개시전압 이상이면 상기 지속적제동 단계로 돌아가 제동력을 계속 유지하고, 그 이하가 되면 다시 상기 정류전압체크 단계 1로 돌아가는 복귀 단계;를 더 포함하여 제공된다.

탄소저감에 기여하는 풍력발전기의 제어방법으로서,
풍력발전기의 제어부에서는,
날씨 정보를 온라인 수신하여 바람 관련 정보를 추출하는 단계와,
바람 관련 정보 중에서 일평균풍속 정보를 추출하는 단계와,
일평균풍속 정보에 맞추어 관리자가 임의로 기준설정을 수행한 후 과회전 제어를 수행하는 단계와,

동시에, 하루 시간대 구간을 $n(n_1, n_2, n_3\dots)$ 으로 나누고, n_1 시간대에 풍력발전기의 라이다에서 관측되는 풍속 정보를 수신하여서 n_1 시간대의 실제 평균풍속을 산출하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속과 특정 시간대의 예보된 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속 크기가 예보된 일평균풍속보다 크고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면, 향후 n_2 시간대로부터의 평균풍속 크기가 작아질 것으로 판단하고, 기준설정을 그 보다 민감설정으로 수정하여 기준설정2로 전환하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속 크기가 예보된 일평균풍속보다 작고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이하이면, 향후 n_2 시간대로부터의 평균풍속 크기가 커질 것으로 판단하고, 기준설정을 그 보다 지연설정으로 수정하여 기준설정2로 전환하는 단계를, 포함하여 제공된다.

다른 실시예로서,

상술한, 산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속과 특정 시간대의 예보된 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계 다음에,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속 크기가 예보된 일평균풍속보다 적고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면, 향후 n_2 시간대의 평균풍속 크기가 커질 것으로 예정 판단하고, n_2 시간대 중에 커질 풍속에 대비하여,

n_2 시간대에 이르면, 블레이드가 바람을 소정 흘려보낼 수 있도록 피치시스템을 통하여 피치각을 미리 설정된 각도만큼 전환하여 놓고 대비하는 피치각제어

단계를, 포함하여 제공된다.

【발명의 효과】

신재생 에너지 전력생산으로 탄소 감축을 실현하기 위한 풍력발전기에 있어서, 그 발전계통에 과회전으로 인한 과부하가 걸리지 않도록 회전속도를 적절하게 제동하여서, 관련 부품의 손상과 파손을 미연에 방지하고, 풍력발전기의 원활한 운용을 유지하고 장치의 수명단축을 방지할 수 있다. 즉, 적절 풍속을 넘어서는 바람에 의한 과회전을 적절하고 안정되게 유지하여서, 발전계통에 걸리는 과부하로 인한 수명단축을 방지하고 수용가, 전기충전소 등의 전력수요가 있는 곳에 안정된 전기공급이 가능하게 할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 풍력발전기의 형태, 설치 상태의 실시예이다.

도 2는 풍력발전기 과회전 방지를 위한 제동력의 단계적 증가 제동방법의 흐름도이다.

도 3은 풍력발전기 과회전 방지를 위한 제동방법의 흐름도이다.

도 4는 풍력발전기 과회전 방지를 위한 제동방법의 흐름도이다.

도 5는 풍력발전기 블레이드 피치각 제어와 관련된 측면 예시도이다.

도 6은 풍력발전기 피치각 제어를 위한 구성을 블럭화 하여 나타낸 것이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

본 발명의 설명에 앞서 저탄소 전력 생산을 위한 신재생 에너지 풍력발전기의 과회전 제어 방법을 위한 배경기술을 다시 살펴본다. 풍력발전기의 과회전제어 방법(Method for preventing over rotation of wind power generator)은 브레이크시스템을 통한 제동방법과 피치시스템을 통한 과회전 방지방법으로 구분할 수 있다. 배터리를 사용하며 독립형 소형풍력발전시스템에 적용되는 브레이크시스템을 통한 제동방법은, 과풍속에 의한 기계적 장치 및 전력 계통에 파손을 포함한 손상 등이 발생하는 것을 방지하기 위하여 풍력발전기의 블레이드 회전에서 발전되는 정류전압(整流電壓)을 체크하고, 이를 토대로 일정 정류전압 이상에서는 과풍속으로 판단하여 제동함으로써 과회전을 방지하는 것이다.

도 2의 예시는 과회전 방지를 위한 제동방법으로 단순히 회전하는 축에 제동력을 가하는 것이 아닌 제동력을 점진적 누진적으로 설정된 누진제동구간에서 가하고 이후 제동력을 설정된 지속제동구간에서 지속적으로 가하는 방법이다. 제동력을 가하는 구간을 나누어서 제동력을 가하면 회로 소자에 순간적인 에너지가 흐르는 것을 방지할 수 있다. 이를 위하여, 풍력발전기 과회전을 방지하기 위해 제동력을 단계적으로 증가시키면서 제동하는 제어 방법으로서 각 단계를 거쳐 제동하는 것으로서,

먼저, 풍력발전기에 가하는 최대제동력을 설정한다. 이것은 풍력발전기의 용량이나 발전용량 등 각각의 개별 풍력발전기의 특성을 고려하고 풍력발전기가 설치되는 지역의 풍속 등 환경영향을 고려하여 적절한 수치로 설정한다.

다음, 풍력발전기의 블레이드가 회전하면서 생성하는 정류전압을 체크하는 단계를 거치게 되며, 정류전압이 과도하게 되면 블레이드 과회전 즉 과풍속으로 판단하게 된다. 그래서, 측정된 정류전압이 설정된 제동개시전압 이상이면 제동을 개시하게 된다. 제동개시전압은 48V로 설정되었고 다른 수치로 변경 가능하다.

점진적 누진적 제동력을 가함에 있어서, 구체적으로 제동을 개시한 시점부터 1초 동안 0.2초씩 5구간으로 나누어 제동력을 가한다. 5구간은 각각 제1제동구간 내지 제5제동구간이며, 제1제동구간에서는 최대제동력의 20% 제동력을 가하고, 제2제동구간에서는 최대제동력의 40% 제동력을 가하고, 제3제동구간에서는 최대제동력의 60% 제동력을 가하고, 제4제동구간에서는 최대제동력의 80% 제동력을 가하고, 제5제동구간에서는 최대제동력의 100% 제동력을 가한다.

그리고 5구간의 단계적 제동 후에는 10분 동안 최대제동력을 지속적으로 가한다. 이후, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하고, 체크된 정류전압이 제동개시전압 이상이면 최대제동력을 다시 계속하여 유지하게 된다.

풍력발전기의 과회전제어 방법의 다른 실시예는 도 3에서,

풍력발전기의 제동개시전압 및 최대제동력을 설정하는 기준설정 단계와;

풍력발전기 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 체크하는 정류전압체크 단계 1과;

정류전압이 설정된 제동개시전압 이하이면 다시 정류전압체크 단계 1로 복귀하는 단계와;

정류전압이 설정된 제동개시전압 이상이면, 제동을 개시하는 제동개시 단계와;

제동개시 단계에서 제동을 개시한 시점부터 제동력을 단계적으로 증가하는 단계적제동 단계와;

단계적제동 단계 후 최대제동력을 지속적으로 가하는 지속적제동 단계와;

지속적제동 단계 후, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하는 정류전압체크 단계 2와;

정류전압체크 단계 2에서 체크된 정류전압이 제동개시전압 이상이면 지속적제동 단계에서 제동력을 계속하여 유지한 후, 다시 체크하여 그 이하가 되면 다시 정류전압체크 단계 1로 복귀하는 단계를; 포함한다.

한편, 기준설정 단계에서 정류전압체크 단계 1과 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압의 기준설정을 다르게 할 수 있다.

예컨대, 정류전압체크 단계 1에서 보다 신속하게 블레이드의 과회전에 따라 생성되는 정류전압의 급격한 증가를 잘 감지할 수 있도록, 정류전압체크 단계 2에 부여하는 제동개시전압을 원래 이루어져야 할 설정기준의 정상 크기로 설정하고(정상설정), 정류전압체크 단계 1에 부여하는 제동개시전압을 정류전압체크 단계 2에 부여하는 제동개시전압보다 낮은 크기로 설정하는 것이다. 즉, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압 크기를 정류전압체크 단계 1의 것보다 크게 설정하는 것이다(정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 < 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압). 여기서, 정상설정보다 낮은 크기의 기준설정을 간략히 민감설정(또는 낮은설정)이라 하기로 한다.

이러한 설정이 완료되고 풍력발전기의 운용상에 있어서, 블레이드의 과회전에 따라 생성된 정류전압의 상승이 정류전압체크 단계 1의 제동개시전압의 민감설정을 넘어서게 되면, 제동개시 단계와 단계적제동 단계와 지속적제동 단계의 작동이 연달아 이루어지고, 정류전압체크 단계 2에 이른다.

정류전압체크 단계 2는 다시 블레이드의 회전에 따라 생성된 정류전압의 크

기와 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압을 비교하여, 정류전압체크 단계 2에서 확인되는 정류전압이 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압의 제동개시전압의 정상설정보다 크면 지속적제동 단계로 다시 돌아가고, 정류전압체크 단계 2에서 확인되는 정류전압이 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압의 정상설정 크기에 이르지 못하게 되면 원상태로 복귀하게 된다. 여기서, 원상태는 정상적으로 풍력발전이 재개되고 정류전압체크 단계 1로부터 순서를 밟는 상태로 돌아감을 의미한다.

반면에, 날씨예보 등을 통하여 예상되는 바람조건이 지속적이지 않고 지속시간이 짧은 순간 돌풍이 많다고 예측되는 경우에는, 순간적으로 너무 빈번한 제동 동작으로 인한 진동발생이나 브레이크시스템의 수명문제 등과 같은 피해와 부작용 등을 줄이기 위하여 기준설정 단계에서 제동개시전압의 크기를 위 개시된 방법과는 거꾸로 설정하거나 변경할 수 있다.

예컨대, 정류전압체크 단계 1에서 과회전에 따른 정류전압의 증가를 조금은 덜 예민하고 느슨하게 감지할 수 있도록, 이때 정류전압체크 단계 2에 부여하는 제동개시전압은 원래 이루어져야 할 크기로 설정하고(정상설정), 정류전압체크 단계 1에 부여하는 제동개시전압을 그 보다 높은 크기로 설정할 수 있다. 즉, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압 크기를 정류전압체크 단계 1의 것보다 적게 설정하는 것이다(정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 > 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압). 여기서, 정상설정보다 높은 크기의 기준설정을 간략히 지연설정(또는 높은설정)이라 하기로 한다.

이러한 설정이 완료되고 풍력발전기의 운용상에 있어서, 블레이드가 회전하여 생성된 정류전압을 정류전압체크 단계 1의 지연설정이 된 제동개시전압과 비교하여 지연설정이 된 제동개시전압이 정류전압체크 단계 1에서 체크된 정류전압보다 적으면 다시 원상태로 돌아가 풍력발전을 하며 정류전압체크 단계 1로부터 순서를 밟는다. 만일, 이러한 동작의 수행 중에 돌풍 등으로 순간적으로 블레이드가 과회전을 하게 되어 생성되는 정류전압이 정류전압체크 단계 1의 지연설정이 된 제동개시전압의 기준조차 넘어서서 커지게 되면 비로서, 제동개시 단계와 단계적제동 단계와 지속적제동 단계의 작동을 연달아 수행하고 정류전압체크 단계 2까지 도달한다.

정류전압체크 단계 2에서는 블레이드의 회전에 의해 생성된 정류전압의 체크

를 다시 실시하고 이때, 정류전압체크 단계 2에서 체크한 정류전압의 크기가 정류전압체크 단계 2의 정상설정이 된 제동개시전압보다 크면 다시 지속적제동 단계로 돌아가서 지속적제동을 하고, 순간 돌풍이 사라져서 정류전압체크 단계 2에서 체크한 정류전압의 크기가 정류전압체크 단계 2의 정상설정이 된 제동개시전압보다 적으면 다시 처음으로 복귀하여 풍력발전을 수행하며 정류전압체크 단계 1부터 순서를 밟는다.

더하여, 기준설정 단계에서 이루어지는 정류전압체크 단계 1 및 정류전압체크 단계 2의 각 제동개시전압 크기 설정방법은 스마트기술을 활용하여 달성할 수 있다. 여기서, 스마트기술은 유무선 온라인으로 연결된 스마트폰, 컴퓨터 등의 스마트단말기를 이용하는 IP, IOT 등의 최근 유행하는 기술을 말한다. 그리고 날씨예보는 매일, 매시간 온라인 포털사이트 등을 통하여 표시되고 있어서, 날씨예보의 수요자는 파이썬, 자바 등의 프로그램언어를 통하여 자동적으로 날씨예보를 읽고 분석하여 업무처리를 수행하고 있으며, 이러한 것은 널리 공지, 공용되고 있는 실정이다. 이때, 본 발명의 풍력발전기와 운용자 사이에는 위와 같은 스마트기술을 실행할 수단이 갖추어진 것을 전제로 한다.

풍력발전기의 운용자는 기준설정 단계에 적용할 각 단계에 날씨예보에 따라 필요한 개개의 제동개시전압이 있다면 이를 직접 또는 스마트기술을 이용하여 설정할 수 있는 바 예컨대,

스마트단말기를 통하여 온라인 날씨예보를 읽어들이는 단계;

일기예보 중 바람과 관련된 정보를 추출하는 단계;

바람과 관련된 정보 중에서 예보된 바람의 성향이 지속적인 바람에 속한지, 순간적인 돌풍성의 바람에 속한지를 사용자가 기 설정해 놓은 기준에 따라 분류하는 단계;

지속적인 바람으로 분류된 경우에는,

정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 < 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압

의 설정신호를 온라인으로 전송하고,

돌풍성인 바람으로 분류된 경우에는,

정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 > 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압

의 설정신호를 온라인 전송하는 단계와;

기준설정 단계에서 온라인 수신을 통하여 전송된 정보대로 기준설정을 수행하는 단계를; 통하여 달성할 수 있다.

또 다른 실시예를 도 4와 함께 알아본다. 이때의 풍력발전기는 바람의 풍속에 따라 블레이드의 피치각을 전환할 수 있는 피치시스템을 갖춘 것을 전제로 한다. 블레이드의 피치각을 조절하여 강풍을 흘려보냄으로써 원초적으로 블레이드의 과회전을 방지할 수 있지만, 빈번한 피치각의 변화는 고속으로 회전하는 블레이드에 진동을 발생시킬 수 있고, 장치의 내구성에도 악영향을 미칠수 있다.

따라서 먼저, 브레이크시스템을 통한 제동방법을 활용하고 이로서 충분하지 않거나, 강풍이 장기간 지속되는 경우에는 계속 브레이크만을 이용하여 힘 대 힘으로 제동하기보다는 바람 자체를 원초적으로 흘려보내는 피치시스템을 더불어 또는 번갈아 이용한다. 이때, 기준설정 단계에서 정류전압체크 단계 3에서 필요한 제동개시전압이 별도로 설정될 수 있다.

앞서와 같이 보통은 브레이크시스템을 통한 제동방법을 이용한다. 그런데 지속적제동 단계 이후에 이루어지는 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하는 정류전압체크 단계 2를 거친 후에도, 체크한 정류전압이 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압 이상이면, 이때에는 피치시스템을 활용한다. 이를 단계적으로 나타내면,

앞선 브레이크시스템을 통한 제동방법의 단계를 밟다가, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압보다 이 단계에서 체크된 정류전압이 적으면 다시 처음으로 돌아가 풍력발전을 수행하면서 정류전압체크 단계 1로부터 순서를 밟고 반대로, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압보다 체크된 정류전압이 더 크면,

피치시스템을 통하여 바람을 흘려보내도록 피치각을 전환하는 피치각제어 단계와;

피치각제어 단계를 수행한 후 정류전압 체크를 하는 정류전압체크 단계 3과;

정류전압체크 단계 3에서 체크된 정류전압과 정류전압체크 단계 3의 제동개시전압을 비교하여, 정류전압체크 단계 3의 체크된 정류전압이 제동개시전압보다 큰 경우에는 지속적제동 단계로 돌아가서 다시 단계를 밟고, 적은 경우에는 다시 처음으로 복귀하여 풍력발전을 수행하며 정류전압체크 단계 1부터 순서를 밟는 단계를 포함하여 이루어진다.

본 발명 실시예의 저탄소 전력생산을 위한 풍력발전기 제어 방법을 알아본다. 이를 위하여 도 4 실시예를 인용할 수 있다.

지속적제동 단계 후 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하는 정류전압체크 단계 2를 더 포함하고, 기준설정 단계에서는 정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 및 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압에 부여하는 기준설정을 각각 다르게 설정하되,

정류전압체크 단계 2에 부여되는 제동개시전압을 정상설정(정상적인 풍력발전을 수행하는 크기의 기준설정)으로 설정하고, 정류전압체크 단계 1에 부여되는 제동개시전압을 민감설정으로 부여한다(정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 < 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압).

이에 따라, 민감설정이 부여된 정류전압체크 단계 1에서, 블레이드의 과회전에 따른 정류전압의 급격한 증가를 민감하게 보다 신속히 감지하여 다음 단계를 진행한다. 그리고 정류전압체크 단계 2에서 체크된 정류전압이, 제동개시전압 이상이면 지속적제동 단계로 돌아가 제동력을 계속 유지하고, 그 이하가 되면 다시 정류전압체크 단계 1로 돌아가는 복귀 단계를 포함한다.

반면에, 정류전압체크 단계 1에서 과회전에 따른 정류전압의 증가를 덜 예민(민감)하고 느슨하게 감지할 수 있도록, 이때 정류전압체크 단계 2에 부여하는 제동개시전압은 원래 이루어져야 할 크기의 정상설정으로 취하고, 정류전압체크 단계 1에 부여하는 제동개시전압을 지연설정으로 취할 수 있다. 즉, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압 크기를 정류전압체크 단계 1의 것보다 적게 설정할 수 있다(정류전압체크 단계 1의 제동개시전압 > 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압). 이를 통하여,

블레이드가 회전하여 생성된 정류전압을 정류전압체크 단계 1의 지연설정이 된 제동개시전압과 비교하여 지연설정이 된 제동개시전압이 정류전압체크 단계 1에서 체크된 정류전압보다 적으면 다시 원상태로 돌아가 풍력발전을 하며 정류전압체크 단계 1로부터 순서를 밟는다. 만일, 정류전압이 정류전압체크 단계 1의 지연설정이 된 제동개시전압의 기준조차 넘어서서 커지게 되면 비로서, 제동개시 단계와 단계적제동 단계와 지속적제동 단계의 작동을 연달아 수행하고 정류전압체크 단계 2까지 도달한다.

그리고 정류전압체크 단계 2에서는 블레이드의 회전에 의해 생성된 정류전압의 체크를 다시 실시하고 이때, 정류전압체크 단계 2에서 체크한 정류전압의 크기가 정류전압체크 단계 2의 정상설정이 된 제동개시전압보다 크면 다시 지속적제동 단계로 돌아가서 지속적제동을 하고, 정류전압체크 단계 2에서 체크한 정류전압의 크기가 정류전압체크 단계 2의 정상설정이 된 제동개시전압보다 적으면 다시 처음으로 복귀하여 풍력발전을 수행하며 정류전압체크 단계 1부터 순서를 밟는다.

한편, 풍력발전기는 블레이드의 피치각을 조절하여 바람을 흘려보냄으로써 블레이드의 과회전을 방지할 수 있다. 이때, 기준설정 단계에서 정류전압체크 단계 3에서 필요한 제동개시전압이 별도로 설정될 수 있다. 단계적으로는, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압보다 이 단계에서 체크된 정류전압이 적으면 다시 처음으로 돌아가 풍력발전을 수행하면서 정류전압체크 단계 1로부터 순서를 밟고 반대로, 정류전압체크 단계 2의 제동개시전압보다 체크된 정류전압이 더 크면,

피치시스템을 통하여 피치각을 전환하는 피치각제어 단계와, 피치각제어 단계를 수행한 후 정류전압 체크를 하는 정류전압체크 단계 3과, 정류전압체크 단계 3에서 체크된 정류전압과 정류전압체크 단계 3의 제동개시전압을 비교하여, 정류전압체크 단계 3의 체크된 정류전압이 제동개시전압보다 큰 경우에는 지속적제동 단계로 돌아가서 다시 단계를 밟고, 적은 경우에는 다시 처음으로 복귀하여 풍력발전을 수행하며 정류전압체크 단계 1부터 순서를 밟는 단계를 포함한다.

기준설정 단계에서 이루어지는 정류전압체크 단계 1 및 정류전압체크 단계 2의 각 제동개시전압 크기 설정방법은 정보처리 기술을 활용하여 달성할 수 있다. 여기서, 정보처리 기술은 유무선 온라인으로 연결된 단말기(컴퓨터, 스마트폰 등)를

이용하는 IT, IP, IOT, smart, AI 등의 기술일 수 있다. 그리고 날씨예보는 매일, 매 시간 온라인 포털사이트 등을 통하여 제공되고 있어서, 날씨예보의 수요자는 단말기 등에 설치된 관련 프로그램을 통하여 자동적으로 날씨예보를 읽고 분석하여 업무처리를 수행할 수 있다. 즉, 풍력발전기의 관리자는 기준설정 단계에 적용할 각 단계에 날씨예보에 따라 필요한 개개의 제동개시전압이 있다면 이를 직접 또는 정보처리 기술을 이용하여 자동 설정할 수 있다.

상술한 과정에서 날씨예보 등을 통하여 예상되는 평균풍속, 순간 돌풍에 관한 정보 처리와 관련하여서 풍력발전기 본체 제어부의 단말기에서는,

예보된 날씨 정보를 온라인으로 읽어들이어 업데이트 된 날씨 정보를 준비하는 단계와,

업데이트 된 날씨 정보 중에서 바람 관련 정보(풍속, 풍향 정보 등)을 추출하는 단계와,

바람 관련 정보 중에서, 특정 시간대(예컨대, 몇 시부터 몇 시까지, 오전, 오후, 또는 하루 일평균)의 평균풍속 정보를 추출하는 단계를, 포함하고,

특정 시간대의 평균풍속 정보에 맞추어 정상설정이 되는 기준설정을 수행한 후, 브레이크시스템과 피치제어시스템을 통하여 과회전 제어를 수행하는 단계와,

동시에, 특정 시간대의 시간대 구간을 $n(n_1, n_2, n_3\dots)$ 으로 나누고, n_1 시간대에 풍력발전기의 라이다(50)에서 관측되는 풍속 정보를 수신하여서 n_1 시간대의 평균풍속을 산출하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 평균풍속과 예보된 특정 시간대의 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 평균풍속 크기가 예보된 특정 시간대의 평균풍속보다 크고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면, 향후 n_2 시간대로부터의 평균풍속 크기가 작아질 것으로 판단하고, 기준설정을 그 보다 민감설정/지연설정으로 수정하여 기준설정2로 전환하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 평균풍속 크기가 예보된 특정 시간대의 평균풍속보다 작고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이하이면, 향후 n_2 시간대로부터의 평균풍속 크기가 커질 것으로 판단하고, 기준설정을 그 보다 지연설정/민감설정으로 수정

하여 기준설정2로 전환하는 단계를, 포함한다.

상술한 바에서 산출된 n1 시간대의 평균풍속 크기가 예보된 특정 시간대의 평균풍속보다 큰 경우에, 예보되는 풍속보다 높은 풍속이 n1 시간대에 관측되었으므로, 예보된 풍속을 기준으로 하면, 남은 (n2, n3...) 시간대의 풍속은 낮은 풍속이 될 가능성이 높다고 판단할 수 있다. 역으로 예보되는 풍속보다 낮은 풍속이 n1 시간대에 관측된다면, 남은 시간대에서는 더 높은 풍속이 예상될 수 있는 것이다. 그리고 이러한 차이가 너무 작다면 무의미 하므로 연산과 작동 과정을 줄이고, 그 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상일 때에 수행하도록 할 수 있다.

기준설정 보다 민감설정으로 설정하는 경우는 풍속에 의한 과회전에 보다 민감하게 작동하여 풍력발전기의 발전계통 보호 목적이 우선인 경우이다. 반대로, 기준설정 보다 지연설정으로 설정하는 경우는 풍속에 의한 과회전에 조금 지연되게 작동되도록 하여서 풍력발전기의 브레이크제어시스템 및 피치제어시스템의 보호도 아울러 필요한 경우일 때이다. 이와 같이 민감설정/지연설정의 선택은 어느 쪽을 보호하는 데에 또는 효율을 어떻게 배분하느냐에 따른 관리자의 선택 범위에 있다.

이어서 다시, n2 시간대에 풍력발전기의 라이다(50)에서 관측되는 풍속 정보를 수신하여서 n2 시간대의 평균풍속을 산출하는 단계와,

산출된 n2 시간대의 평균풍속과 예보된 특정 시간대의 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계와,

산출된 n2 시간대의 평균풍속 크기가 예보된 특정 시간대의 평균풍속보다 크고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면(임계값보다 크면), 향후 n3 시간대로부터의 평균풍속 크기가 작아질 것으로 판단하고, 기준설정2를 그 보다 민감설정/지연설정으로 수정하여 기준설정3으로 전환하는 단계와,

산출된 n2 시간대의 평균풍속 크기가 예보된 특정 시간대의 평균풍속보다 작고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이하이면(임계값보다 적으면), 향후 n3 시간대로부터의 평균풍속 크기가 커질 것으로 판단하고, 기준설정2를 그보다 지연설정/민감설정으로 수정하여 기준설정3으로 전환하는 단계를 포함한다. 이어서 이와 같은 과정을 n3 시간대, n4 시간대, n5 시간대, n6시간대 등으로 반복하여 계속한다.

본 발명 또 다른 실시예의 저탄소 전력생산을 위한 풍력발전기 제어 방법을 알아본다. 이러한 실시예는 상술한 민감설정/지연설정 수행 방법과 함께 병행해서 또는 단독으로(별도로) 수행할 수 있다.

상술한, 산출된 n1 시간대의 실제 평균풍속과 특정 시간대의 예보된 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계를 수행한 다음에는,

산출된 n1 시간대의 실제 평균풍속 크기가 예보된 일평균풍속보다 적으면, 예보의 일평균풍속을 신뢰하여 기준으로 삼을 때, 일평균풍속을 맞추려면, 나머지 일평균풍속은 커질 가능성이 높다. 그러므로 나머지 시간대 특히 n2 시간대에서는 커질 풍속에 미리 대비하는 것이 바람직하다.

이에 대해서, 위와 같은 사건의 발생 전에 관리자는 미리, "예보에 의한 일평균풍속과 산출에 의한 n1 시간대의 실제 평균풍속 사이의 차이값이 얼마 이상이면 향후 풍속이 커질 것으로 보겠다" 라고 예정(예상, 추론)하는 임계값을 미리 제어부에 설정하여 둘 수 있다.

이에 따라서, 예보에 의한 일평균풍속과 산출에 의한 n1 시간대의 실제 평균풍속 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면, 향후에는 n2 시간대의 평균풍속 크기가 커질 것으로 판단하고, n2 시간대 중에 커질 풍속에 미리 대비하는 것이다. 즉, n1 시간대가 끝나자마자 바로, n2 시간대에 이르면, 피치시스템을 통하여 바람을 소정(차이값 크기에 따라 바람을 많이 혹은 작게) 흘려보낼 수 있도록 피치각을 설정된 각도로 미리 전환하여 놓고 향후 커질 풍속에 대비하는 피치각제어 단계를 포함할 수 있다.

여기서 (임계값을 넘어선) 차이값의 크기에 따라 피치각의 각도 전환은 커지며 이는 블레이드가 바람을 흘리는 방향으로 제어된다. 반대로, 블레이드가 바람을 받는 강도는 작아지는 쪽으로 피치각의 각도가 제어되는 것이다.

이에 더하여 다음 실시예로서,

n2 시간대 중에 풍속이 커질 것을 대비하여 n2 시간대가 시작되자마자 미리 피치각을 설정된 각도로 전환하고 강한 바람에 대비하는 상술한 방법에 더하여 좀 더 효율적으로 운용하는 방법을 살펴본다.

상술한 바에서, n2 시간대 중에 풍속이 커질 것을 대비하여 미리 피치각을 제어하여 두었으나 이는 추론(예상)에 의한 것으로 실제 n2 시간대의 풍속은 알 수 없다 즉, 더 크지 않거나 더 커질 수 있다.

그러므로, n2 시간대 시작 때 미리 설정하는 피치각은, 원래의 추론에 의하여 도출된 각도보다 더 작은 각도(관리자가 저 작게 축소한 각도)로 설정하여 두고, 더하여 민감설정으로 설정하고 향후, n2 시간대가 경과되면서 측정되는 풍속의 추이에 따라 (조금씩) 민감하게 변동하여 대응할 수 있다.

즉, n2 시간대 중에 풍속이 더 커지면 피치각을 더 키우고, 예정보다 풍속 크기가 작으면 피치각을 줄일 수 있으며, 이미 소정의 피치각 각도 변환이 이루어져 있으므로 나머지 변환 부분은 크기 폭이 작으므로 민감설정을 통하여 빠르게(신속하게) 대응할 수 있는 것이다. 이러한 바를 단계별로 나타내면,

n2 시간대에 이르면, 피치시스템을 통하여 피치각을 미리 설정된 각도로 전환하여 놓는 피치각제어 단계에서,

피치각을 미리 설정된 각도로 전환하되 더 작게 축소된 각도로 전환하고, 동시에 민감설정으로 전환하여 설정하고,

n2 시간대 중에, 풍속의 작은 변화에 민감하고 신속하게 반응하여 피치각을 더 키우거나 작게하여 대응하도록 하는 단계를 포함하도록 할 수 있다.

위와 같은 피치각 제어 단계 더하여, 상술한 점진적 누진적 제동력 방법을 함께 수행할 수 있다. 가령,

n2 시간대 중에 설정된 풍속의 크기보다 (미리 관리자가 설정한 변화 범위를 초과하는) 풍속 크기가 발생하면(풍속이 커지면) 브레이크시스템의 제동을 통한 제어가 이루어지며, 제동의 방법은 상술한 바와 같이,

제동을 개시한 시점부터 1초 동안 0.2초씩 5구간으로 나누어 제동력을 가한다. 5구간은 각각 제1제동구간 내지 제5제동구간이며, 제1제동구간에서는 최대제동력의 20% 제동력을 가하고, 제2제동구간에서는 최대제동력의 40% 제동력을 가하고, 제3제동구간에서는 최대제동력의 60% 제동력을 가하고, 제4제동구간에서는 최대제동력의 80% 제동력을 가하고, 제5제동구간에서는 최대제동력의 100% 제동력

을 가한다. 그리고 5구간의 단계적 제동 후에는 10분 동안 최대제동력을 지속적으로 가한다. 이후, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하고, 체크된 정류전압이 제동개시전압 이상이면 최대제동력을 다시 계속하여 유지하게 된다.

【부호의 설명】

블레이드(10)

본체(20)

타워(30)

허브(40)

라이다(50)

【청구범위】

【청구항 1】

탄소저감 풍력발전기 제어방법에 있어서,
풍력발전기의 제어부에서는,
날씨 정보를 온라인 수신하여 바람 관련 정보를 추출하는 단계와,
바람 관련 정보 중에서 일평균풍속 정보를 추출하는 단계와,
일평균풍속 정보에 맞추어 관리자가 임의로 기준설정을 수행한 후 과회전 제어를 수행하는 단계와,

동시에, 하루 시간대 구간을 $n(n_1, n_2, n_3\dots)$ 으로 나누고, n_1 시간대에 풍력발전기의 라이다에서 관측되는 풍속 정보를 수신하여서 n_1 시간대의 실제 평균풍속을 산출하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속과 특정 시간대의 예보된 평균풍속을 비교하여 차이값을 생성하는 단계와,

산출된 n_1 시간대의 실제 평균풍속 크기가 예보된 일평균풍속보다 작고, 차이값이 관리자가 설정한 임계값 이상이면,

향후 n_2 시간대의 평균풍속이 커질 것으로 판단하고,

n_2 시간대에 이르면, 블레이드가 바람을 흘려보낼 수 있도록, 피치시스템을 통하여 피치각을 미리 설정된 각도로 전환하여 놓는 피치각제어 단계를,

포함하는 것을 특징으로 하는 탄소저감 풍력발전기 제어방법.

【요약서】

【요약】

본 발명은 저탄소 전력 생산을 위한 신재생 에너지 풍력발전기에 대한 것이다.

풍력발전기의 제동개시전압 및 최대제동력을 설정하는 기준설정 단계;

풍력발전기 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 체크하는 정류전압체크 단계 1; 상기 정류전압이 설정된 제동개시전압 이상이면, 제동을 개시하는 제동개시 단계; 상기 제동개시 단계에서 제동을 개시한 시점부터 제동력을 단계적으로 증가하는 단계적제동 단계; 상기 단계적제동 단계 후 최대제동력을 지속적으로 가하는 지속적제동 단계; 상기 지속적제동 단계 후, 블레이드 회전으로 생성되는 정류전압을 다시 체크하는 정류전압체크 단계 2; 및 상기 정류전압체크 단계 2에서 체크된 정류전압이 상기 제동개시전압 이상이면 지속적제동 단계로 돌아가고 그 반대인 경우에는, 다시 정류전압체크 단계 1로 복귀하는 단계;로 이루어져서 과회전을 제어하고 방지하는 기술인 것이다.

즉, 저탄소 발전으로 전력을 생산하는 신재생에너지 풍력발전기와 관련하여서, 발전계통에 걸리는 과부하로 인한 관련 부품의 손상 및 파손을 방지하여 내구성을 길게 하고, 풍력발전기의 원활한 운용에 의한 신뢰성 있는 전력 생산이 이루어져서 수용가 등에 안정되게 전기를 공급하는 신재생에너지 전력 생산에 기여한다.

【대표도】

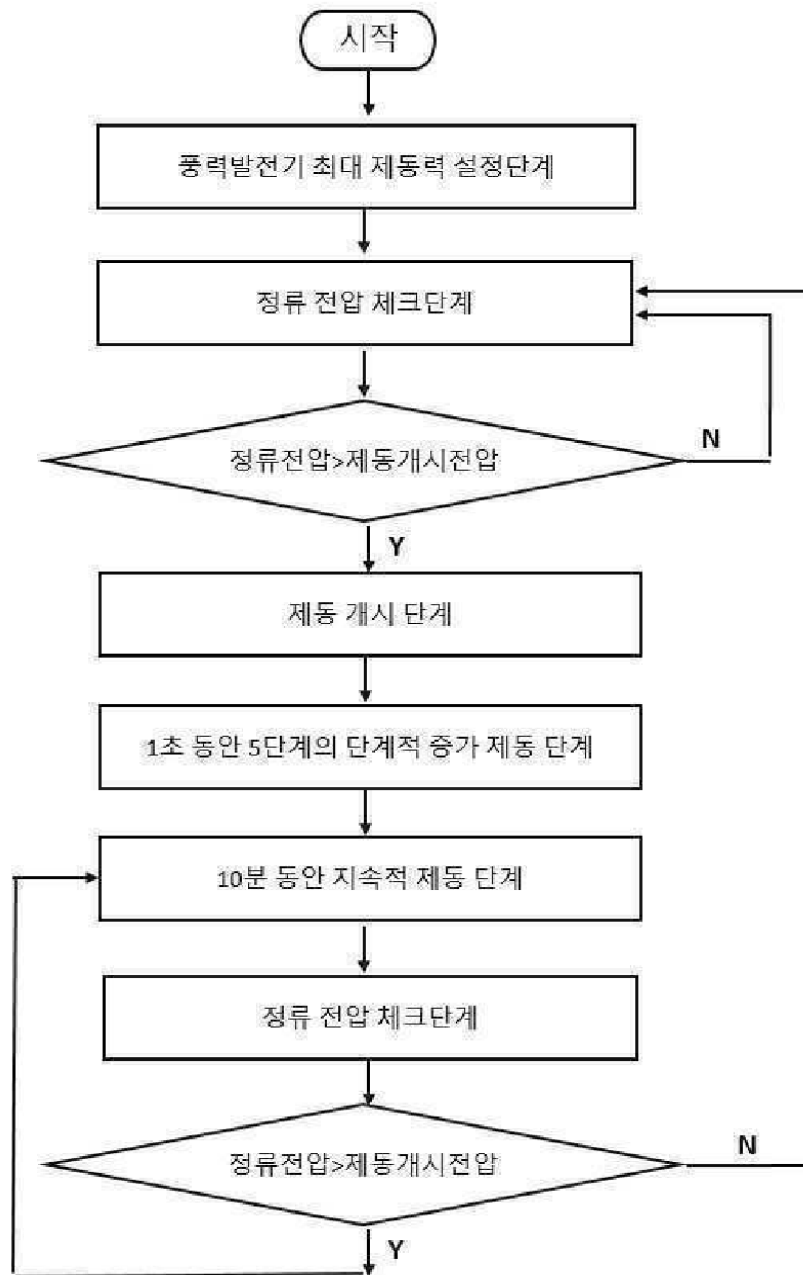
도 2

【도면】

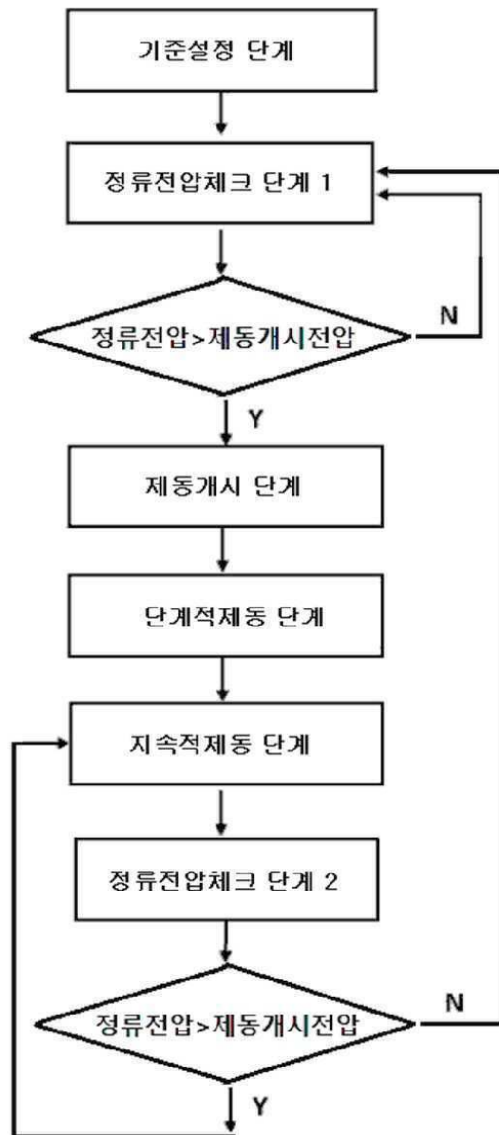
【도 1】



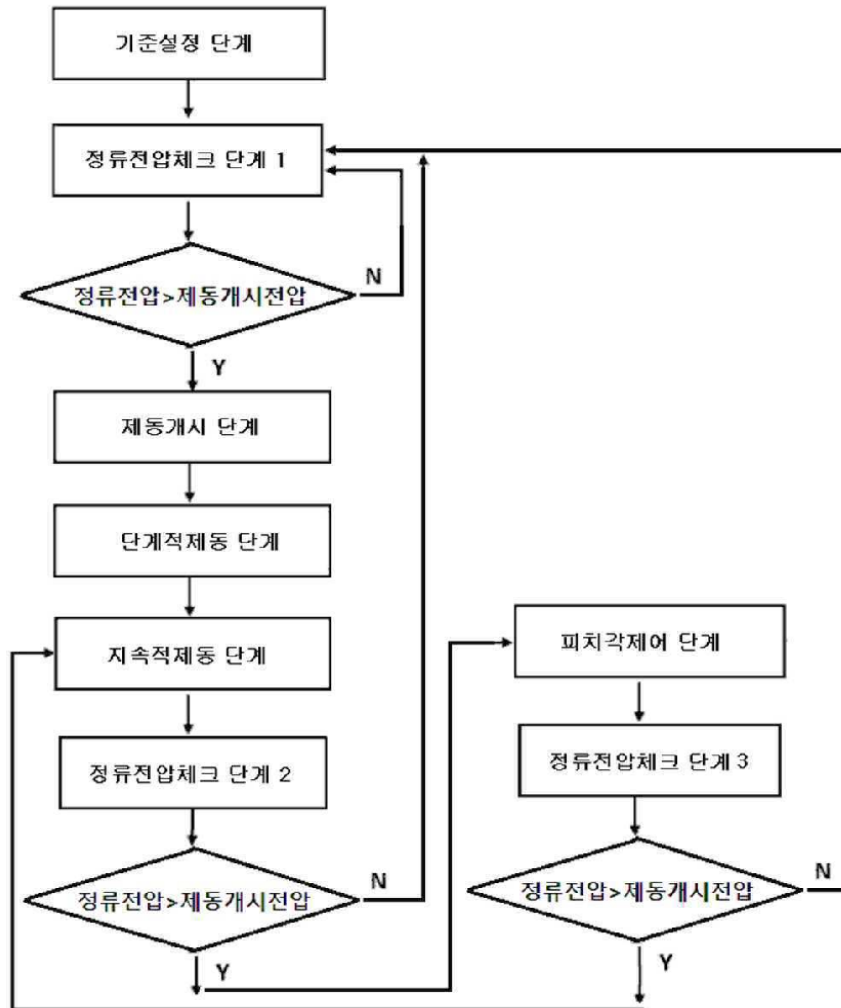
【도 2】



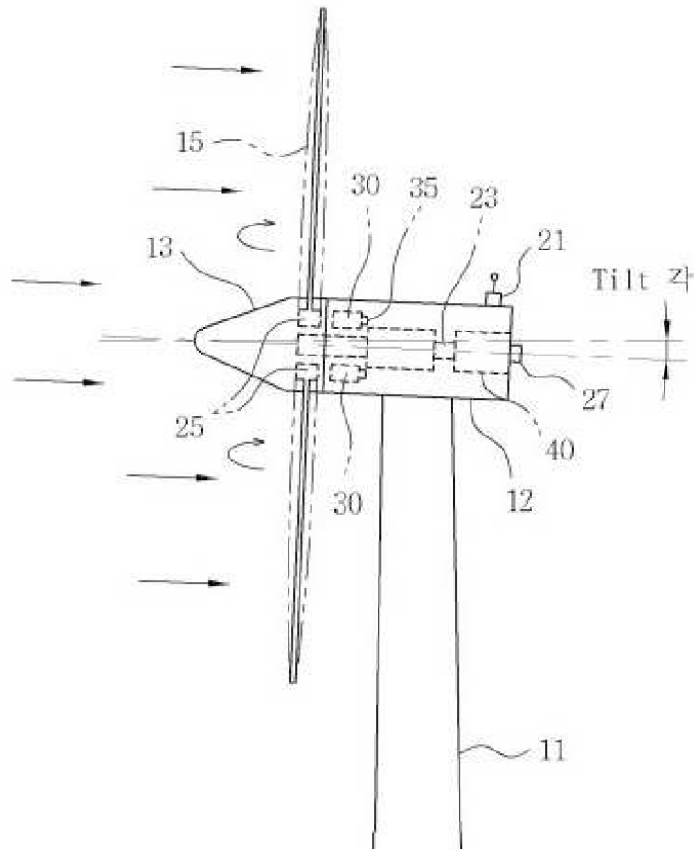
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

