

Coreless형 수직 듀얼 소형 풍력 발전기의 개발 연구

박아현*, 강용수**, 강현***, 백승재***

*(주)엠이티솔루션

**듀얼윈드

***한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터

e-mail: *ahpark14@gmail.com, **suto3525@naver.com, ***{hkang, baeksj}@kiost.ac.kr

Development of coreless-type dual small wind generator

Ah Hyun Park*, Yong Soo Kang**, Hyoun Kang***, Seungjae Baek***

*R&D Center, Marine Equipment Technology Solutions

**Dual Wind

***Maritime ICT R&D Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology

요약

본 논문에서는 해양 부이, 선박 조명 등 다양한 기기의 전력공급용으로 활용 가능한 coreless형 수직 듀얼 소형 풍력 발전기를 개발한다. 기존 소형 풍력 발전기는 유효출력 제고를 위해 강한 바람이 필요하지만, 본 논문에서는 coreless 구조를 채택함으로써 상대적으로 약한 바람에서도 높은 발전 효율을 얻을 수 있다. 또한, 풍향의 영향을 덜 받도록 수직 구조로 설계하였으며, 상·하 분리된 팬 구조를 통해 기존 발전기 대비 두 배의 효율 향상이 가능하다. 개발된 제품의 성능 분석 결과, 기존 제품 대비 풍속 1 m/s에서 5 m/s 범위 구간에서 대략 30%에서 150%까지의 풍력 발전 효율이 향상됨을 확인하였다.

1. 서론

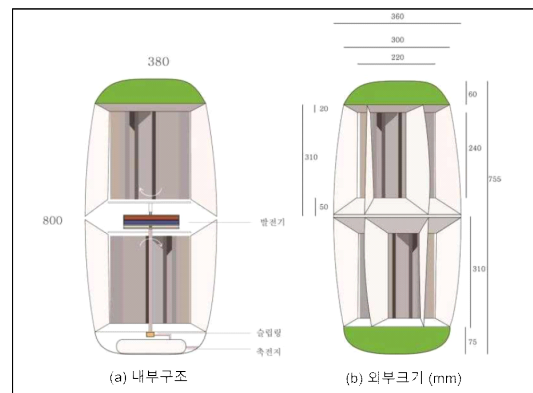
최근 화석연료의 고갈과 에너지 수요의 증가로 인해 신재생 에너지에 관한 관심이 증가하고 있다. 특히, 풍력 에너지는 뛰어난 경제성으로 인해 활발한 연구 개발이 진행 중이다. 풍력 에너지 시장은 점차 대형화되는 추세이다. 2000년대 초반 1-2MW급 풍력 발전기가 상용화된 이후, 5MW급 풍력 발전기가 상용화되었다. 하지만 대형 풍력 발전기는 소음과 안정성으로 인한 피해 발생 민원이 제기되고 있다. 또한, 우리나라는 양질의 가용 풍속 확보가 어려워 대형 풍력 발전기 설치에 제약이 많다. 이로 인해, 최근 낮은 풍속에서도 효율적 발전이 가능한 풍력 발전기[1]의 중요성이 대두되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 비상전력 및 가로등용, 기후측정기기용, 양식장 전력용, 해양기기 전력공급용으로 10W-30W급 소형 풍력 발전기를 설계한다. 제안하는 소형 풍력 발전기는 coreless형 AFPM(Axial-flux permanent magnet) [2-3] 발전기로서 낮은 풍속에서도 전기 에너지 생성이 용이하다. 또한, 팬을 수직 형태로 상·하 배치하여 발전 효율 향상이 가능하다. 제안된 소형 풍력 발전기는 3D 프린팅과 CNC(Computer Numerical Control) 가공을 통해 실제 개발되었으며, 성능 평가 실험을 통해 기존 발전기 대비 풍력 발전 효율 향상이 가능함을 확인

하였다.

2. 실험방법

2.1 설계

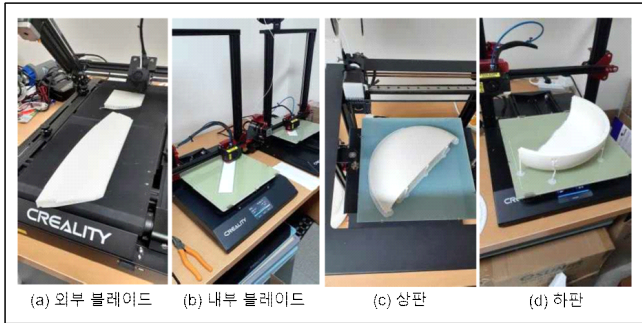
본 연구에서 제작한 듀얼 소형 풍력 발전기는 coreless형 AFPM 발전기로, 기존의 출력이 약한 소형 풍력 발전기의 한계점을 vertical dual AXIS [4] 기술을 적용하였다. 구체적으로, 상·하 두 개의 팬이 역방향으로 회전하도록 설계하였고, 바람을 모으기 위한 날개 디자인을 제안하였다.



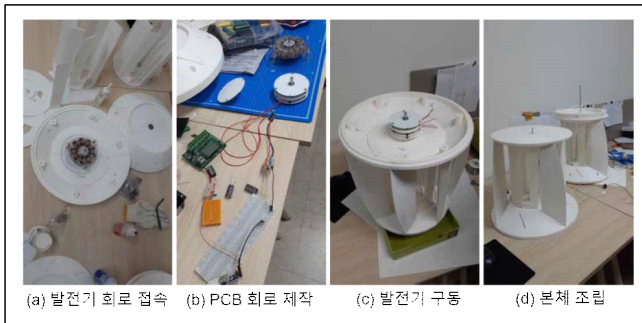
[그림 1] 듀얼 소형 풍력 발전기 설계 (a) 내부구조 및 (b) 외부크기

2.2 제작과정

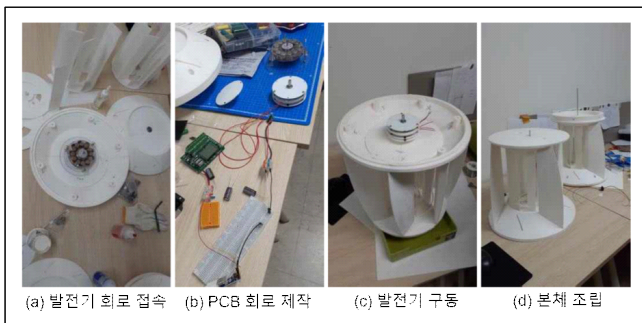
제안된 듀얼 소형 풍력 발전기는 외부 블레이드, 내부 블레이드, 상판 부분 및 하판 부분을 3D 프린팅과 CNC 가공을 통해 제작한다. 이후, 조립과 도색 과정을 거치고, 마지막으로 발전기 회로 접속, PCB 회로 제작, 발전기 구동 및 본체 조립을 통해 제품을 완성한다.



[그림 2] 듀얼 소형 풍력 발전기 제작과정 (3D 프린트 출력 및 CNC 가공)



[그림 3] 듀얼 소형 풍력 발전기 제작과정 (조립 및 도색)



[그림 4] 듀얼 소형 풍력 발전기 제작과정 (PCB 회로 및 본체 조립)

2.3 듀얼 소형 풍력 발전기 제원

가) 사이즈 및 중량

- 380 mm x 380 mm / 10 kg (배터리 포함)

나) 재료

- 폴리카보네이트, 알루미늄

다) 배터리

- 리튬이온전지 (3.7V, 1,000 mA) x 20EA

라) Out power

- 5V-18V / 200mA-1,600mA (전력 12W - 28W, 풍속 2 m/s - 6 m/s)

마) 용도

- 해양 기후 관측 부이 전력공급
- 해양 양식장 전력공급
- 선박 조명 전력
- 섬 가로등 전력



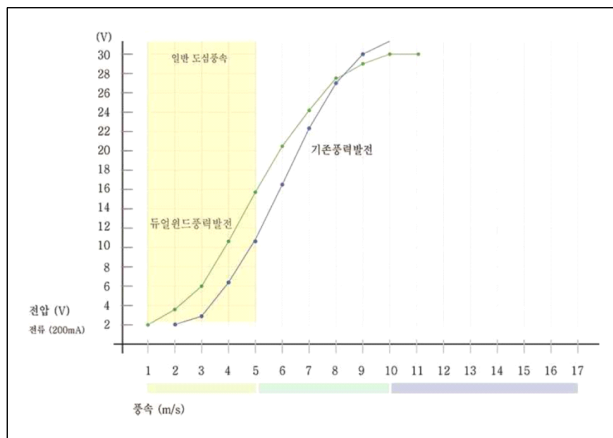
[그림 5] 듀얼 소형 풍력 발전기 본체 완성

3. 결과 및 고찰

본 논문에서 제작한 coreless형 AFPM 수직 듀얼 소형 풍력 발전기는 두 개의 터빈으로 각각 다른 방향의 바람을 받아 상·하단 자석이 있는 원판이 오른쪽으로 회전하고 중간 코일 부분이 왼쪽으로 회전하여 기존 풍력 발전기 두 배의 RPM을 확보하여 3배의 전압 (V), 2배의 전류 (A)를 발생하여 최대 4배의 전력 (W)을 생산한다. 또한, 풍력을 이용하여 전력을 생산하며 휴대용 전자기기의 충전이 가능하다.



[그림 6] 듀얼 소형 풍력 발전기 풍량 비교 테스트



[그림 7] 듀얼 소형 풍력 발전량 비교 그래프

개발된 듀얼 소형 풍력 발전기의 풍량 테스트를 위해 기존 수직 풍력 발전기와 비교하여 실험을 진행하였다. 그림 4는 듀얼 소형 풍력 발전기와 기존 풍력 발전기의 풍력 발전량을 비교하기 위하여 전류 200mA에서 풍속(m/s)에 따른 전압(V)의 그래프를 나타낸다. 일반 도심 풍속 1 m/s에서 5 m/s 범위 구간에서 기존 풍력 발전량 대비 30%에서 150%의 풍력 발전 효율이 향상됨을 확인하였다.

추후, 본 논문에서 개발된 듀얼 소형 풍력 발전기를 활용하여 가로등용, 해양기구 전력공급 및 도서 지역 전력공급용으로 개발하고 가정용 발전기로 개발하여 신규 시장 확대를 기대한다.

사 사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 지역활력프로젝트사업(P0012970)으로 수행된 연구결과입니다. (This research was supported by the Ministry of Trade, Industry & Energy(MOTIE), Korea Institute for Advancement of Technology(KIAT) through the program

for The Region Dynamics(P0012970)

참고문헌

- [1] A. Rosenberg, S. Selvaraj, and A. Sharma, "A novel dual-rotor turbine for increased wind energy capture", Journal of Physics: Conference Series, vol. 524, pp. 012078, 2014년.
- [2] D.-W. Chung, and Y.-M. You, "Design and performance analysis of coreless axial-flux permanent-magnet generator for small wind turbines", Journal of Magnetics. vol. 19(3), pp. 273-281, 2014년.
- [3] B. J. Chalmers, and W. Wu, "An axial flux permanent magnet generator for a gearless wind energy system", IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 14, pp. 251-257, 1999년.
- [4] T. S. No, J.-E. Kim, J. H. Moon, and S. J. Kim, "Modeling, control, and simulation of dual rotor wind turbine generator system", Renewable Energy, vol. 34, pp. 2124-2132, 2009년.