

소형 연료전지 무인기용 연료전지 추진체계 개발방안

김태규*†

Development Method of a Fuel Cell System for Small Unmanned Aerial Vehicles

Taegy Kim*†

ABSTRACT

This paper reports the development trend of small fuel cell unmanned aerial vehicles. Development method of a fuel cell propulsion system for small unmanned aerial vehicles is proposed and discussed, such as the lightweight fuel cell stack development, liquid fuel-based hydrogen storage/generation, and fuel cell system technology.

초 록

본 논문에서는 소형 연료전지 무인기의 개발동향을 분석하고, 소형 무인기용 연료전지 추진체계의 개발방안으로써, 초경량 연료전지 스택의 개발, 액상연료기반의 수소저장/발생기술, 연료전지 무인기 체계기술에 대하여 논의하고자 한다.

Key Words: Fuel Cell(연료전지), UAV(무인기), Propulsion System(추진체계), Hydrogen Storage(수소저장), Development Method(개발방안)

1. 서 론

최근 항공분야에도 친환경 기술을 접목하고자 하는 노력이 활발히 이루어지고 있다. 대표적인 친환경 항공기술로는 기내공간 활용성증대, 엔진 효율향상, 공기역학적 설계개선, 구조역학적 설계개선 및 신소재 활용 등이 있다. 이 중에서 차세대 친환경 항공기를 개발하기 위해서는 친환경 추진시스템의 개발이 우선적으로 이루어져야

한다[1]. 따라서 고효율, 저소음 및 NOx/CO₂ 배출이 없는 친환경 추진장치를 개발하기 위한 노력들이 활발히 이루어지고 있는 가운데, 연료전지를 항공기 추진시스템에 적용하기 위한 연구가 전 세계적으로 시도되고 있다[3-10].

연료전지는 기본적으로 수소연소와 동일한 화학반응을 거치지만, 에너지변환과정이 전기화학적 방식을 이용하여 화학에너지를 전기에너지로 직접 변환하기 때문에 효율이 높다. 또한 구동부가 없어 소음이 없고, 수소를 연료로 사용할 경우 NOx 및 CO₂ 배출이 전혀 없다[2].

본 논문에서는 소형 무인기를 중심으로 연료

* 조선대학교 항공우주공학과

† 교신저자, E-mail: taegy@chosun.ac.kr

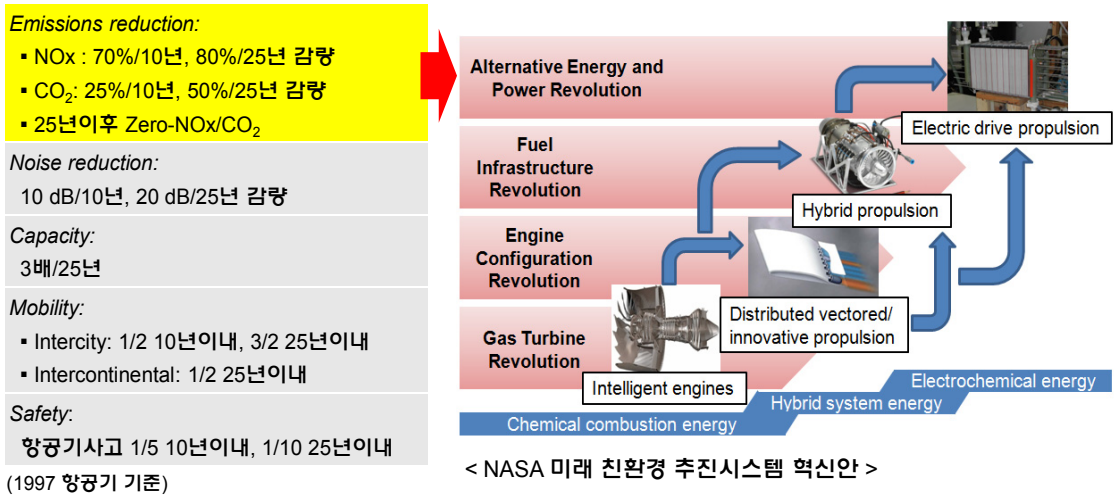


Fig. 1 Innovation of a propulsion system for the development of next-generation aircraft[1]

전지 추진체계를 개발하기 위한 방안을 논의해 보고자 한다.

2. 연료전지 무인기 개발동향

2.1 연료전지 무인기

연료전지를 소형 무인기에 적용하기 위한 노력이 전 세계적으로 이루어지고 있다. 2003년 미국의 AeroVironment사에서 액체수소를 사용한 연료전지 무인기를 시작으로 하여 2006년에는 조지아 공대에서 압축수소를 이용한 연료전지 무인기의 설계, 제작 및 비행시험을 수행한 결과를 발표한 바 있다. 그 외에도 최근까지 미국, 독일, 이탈리아 등에서 연료전지 무인기의 개발 및 비행시험을 성공한 사례가 꾸준히 보고되고 있다.

2.2 연료전지 추진체계

현재까지 보고된 연료전지 무인기는 연료전지의 종류와 수소저장방식의 차이에 따라 분류할 수 있다. 일반적으로 작동온도가 낮고 수소를 연료로 사용하는 PEMFC (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)이 가장 일반적으로 사용되었고, 최근에는 탄화수소연료를 사용할 수 있고

고온에서 작동하는 SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)를 적용한 무인항공기가 개발되기도 하였다.

수소저장방식으로는 압축수소방식이 가장 많이 사용되었으나, 높은 충전압력이 필요하고 수소저장밀도가 낮다는 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 최근 미국의 AeroVironment사는 화학수소화물에서 수소를 발생시키는 방식을 이용한 연료전지 무인항공기를 개발한 바 있다.

국내에서는 2007년도에 KAIST에서 국내 최초로 연료전지 소형 무인기의 비행시험에 성공하였으며[5-10], 2009년에는 KIST에서 PEMFC과 배터리의 하이브리드 동력장치로 무인헬기를 비행하는 데 성공하였다.

3. 연료전지 무인기 개발방안

3.1 연료전지 전동식 항공기 개발 로드맵

연료전지 추진체계를 항공기에 적용하기 위해서는 단계적인 개발 로드맵에 따라 전략적으로 개발해야 할 것으로 판단된다. 우선적으로 기존 보조동력장치를 연료전지를 대체하는 것으로 시작하여, 무인기에서 유인기로, 소형항공기에서 대형상용항공기로 적용하는 것이 바람직할 것이다. 궁극적으로는 미래 PAV(Personal Aerial

Vehicle)의 전지추진장치로 개발을 확대해 나가야 할 것이다. 따라서 연료전지 추진체계는 소형 무인기에 우선적으로 적용하여 가능성을 검증하고 체계개발에 필요한 데이터를 확보하는 것이 시급할 것으로 판단된다.

3.2 무인기용 초경량 연료전지 스택개발

연료전지를 무인기에 적용하기 위해서는 무인기의 작동특성에 적합한 연료전지 스택의 개발이 필수적이다. 이를 위해서 동력밀도(중량 대비 출력)의 증가, 저비용의 재료 개발, 온도 제한조건을 최소화, 효율적인 설계/제작공정 개선을 위한 연구개발이 필요할 것으로 판단된다.

3.3 액상연료기반 수소저장/발생기술

소형 무인기 운용측면에서 볼 때, 액상연료기반의 수소저장/발생기술로써 화학수소화물이 가능 적합할 것으로 판단된다. 화학수소화물은 액체상태로 안정하게 저장되며, 수소저장밀도가 높은 친환경 물질로써, 취급 및 운용이 매우 용이하다[11].

3.4 연료전지 무인기 체계기술

연료전지의 전체 시스템 운용측면에서는 비행 중의 온도 및 압력변화와 같은 극한 기후조건에서의 작동 안정성, 고도변화에 따른 연료전지의 습도 조절, 연료전지 시스템의 가속 및 진동 특성에 대한 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다[4,11].

4. 결 론

본 논문에서는 초경량 연료전지 스택의 개발, 액상연료기반의 수소저장/발생기술, 연료전지 무인기 체계기술에 대하여 논의하였고, 향후 소형 무인기의 연료전지 추진체계의 개발방안으로써 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Arun K. Sehra and Woodrow Whitlow Jr., "Propulsion and power for 21st century aviation," Progress in Aerospace Sciences 40, 2004, pp. 199-235.
2. James Larminie, Andrew Dics, "Fuel Cell System Explained", John Wiley & Sons, 2003.
3. 권세진, 김태규, "연료전지 무인기", KSAS 매거진, 제3권, 제2호, 2009, pp. 65-72.
4. 김근배, 연료전지항공기 기술동향, 항공우주산업기술동향, 7권, 2호, 2009, pp. 95~105.
5. 김태규, 심현철, 권세진, "무인기용 연료전지 추진시스템의 동력관리", 한국추진공학회 2007년도 춘계학술대회, 2007, pp. 13~16.
6. 김태규, 심현철, 권세진, "무인기 동력원을 위한 연료전지 시스템의 설계 및 성능 시험", 한국군사과학기술학회 2007년도 종합학술대회, 2007.
7. 김태규, 심현철, 권세진, "무인 항공기용 연료 전지 동력 시스템 개발", 한국추진공학회 2007년도 춘계학술대회, 2007, pp. 87~90.
8. 김태규, 심현철, 권세진, "연료전지를 동력장치로 하는 Blended Wing-Body UAV", 한국항공우주학회 2007년도 춘계학술대회, 2007, pp. 420~423.
9. 김태규, 이기성, 권세진, "연료전지 무인 항공기 설계 및 시험 결과", 한국항공우주학회 2009년도 춘계학술대회, 508-511, 2009.
10. 김태규, "소형 연료전지 무인기용 수소발생 장치의 성능시험", 한국수소 및 신에너지학회 2010년도 춘계학술대회, 2010, pp. 126-129.
11. 박대일, 김태규, "고온 및 저온 환경에서 화학수소화물 수소발생장치의 성능평가", 한국수소 및 신에너지학회 2010년도 춘계학술대회, 2010, pp. 49-52.